RAPPORT

Fjordbyen

OPPDRAGSGIVER

Eidos Eiendomsutvikling AS

EMNE

Utredning av områdestabilitet

DATO / REVISJON: 11.oktober 2022 / 02

DOKUMENTKODE: 10208614-01-RIG-RAP-002

Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

Multiconsult

RAPPORT

OPPDRAG	**Fjordbyen Lierstranda**	DOKUMENTKODE	10208614-01-RIG-RAP-002
EMNE	Utredning av områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	**Eidos Eiendomsutvikling AS**	OPPDRAGSLEDER	Jan Willy Føreland
KONTAKTPERSON	Geir Hagehaugen	UTARBEIDET AV	Lorenzo Cicchetti
KOORDINATER	SONE: 32N ØST: 6624220 NORD: 570594	ANSVARLIG ENHET	10101080 Geoteknikk Samferdsel

SAMMENDRAG – REVISJON 02

Multiconsult Norge AS er engasjert av Eidos Eiendomsutvikling AS for å utarbeide underlag for detaljregulering av Fjordbyen. I forbindelse med reguleringsplanen er det i løpet av 2020 utført utredning av områdestabilitet etter NVEs veileder 7/2014.

En ny utgave av NVE-veilederen (1/2019) ble gitt ut i desember 2020 etter Multiconsults utredning var allerede utført, godkjent av uavhengig kontrollør NGI og levert til Eidos. Da hverken reguleringsplan er vedtatt eller rammetillatelse er gitt for Fjordbyen prosjektet per i dag, må ny NVE-veileder 1/2019 legges til grunn og utredning oppdateres. For faresoner i sjø, støtter ny veileder seg på ekstern rapport 9/2020. Rapporten er gitt ut i desember 2020 samtidig som ny veileder.

Revisjon 02 av foreliggende rapport presenterer derfor oppdatering av områdestabilitetsutredning iht. NVE-veileder 1/2019. Det er kun valgt å oppdatere sammendraget, innledning og konklusjon i denne revisjonen.

Det er tidligere etablert en faresone for områdeskred ved profil B-B i Lierterminalen. Langs dette profilet er sjøbunnshelning slakere enn 1:6 (jevn hellende sjøbunn på ca. 1:10 – 1:11) og antatt sprøbrudd/kvikkleire ligger relativt dypt ut i sjø. Med referanse til pkt. 3 i Tabell 3.1 i NVE-veileder 1/2019 og avsnitt 3.1.2 i ekstern rapport 9/2020, ansees det derfor som lite sannsynlig at potensielle skred initierer i sjø og at disse når helt inn til land. Som følge av dette, og siden terrenget på land er flatt, er det ikke lenger grunnlag for opptegning av faresonen i området. Tidligere etablert faresone utgår, og det konkluderes med at det ikke er fare for områdeskred.

Forutsatt at fundamentering til tiltakene etableres kompensert eller på peler, vil dette ikke medføre forverring av stabilitet. Etablering av Fjordbyen medfører også oppfylling av landområdene med minimum 1 m fylling. Lokalstabilitet i strandsonen må likevel ivaretas, og begrensningssone for tilleggslast på 50 m fra dagens strandkant for hele Lierterminalen opprettholdes med mindre det innføres tiltak i forkant. Oppfylling langs strandsonen kan utføres kompensert (uten tilleggsbelastning), med masseutskifting og oppfylling med lette masser. Alternativt vil styrken i leira kunne økes ved bruk av kalksementpeler, eller det kan etableres motfylling i Terminalbukta. Begge disse alternative tiltakene anses på nåværende tidspunkt som mer kostbare og mer utfordrende med tanke på anleggsgjennomføring, sammenlignet med bruk av lette masser. Dokumentasjon av lokalstabilitet og overnevnte tiltak må detaljprosjekteres i senere faser.

Beregninger som er utført i 2020 er utført med 15% reduksjon i aktiv skjærstyrke samt 3D effekter, og tilfredsstillende sikkerhet iht. kravene i NVE-veileder 7/2014 ($\gamma_M \geq 1{,}4$) var oppnådd. Dersom beregningene skal være i henhold til NVE-veileder 1/2019 skal de utføres uten reduksjon av skjærfasthet, noe som vil føre til at tilfredsstillende sikkerhet oppnås også uten 3D effekter. Dette gjøres ikke i forbindelse med oppdatering av dette dokumentet gitt at vurdering av områdestabilitet som er utført konkluderes med at det ikke er fare for områdeskred, og må ivaretas av geoteknisk prosjekterende i senere fase av prosjektet.

Overnevnte støttes av uavhengig kontrollør NGI. Dokumentasjon på dette er lagret som en e-post korrespondanse mellom NGI og Multiconsult, det vises til Vedlegg D.

Utredning av områdestabilitet iht. ny NVE-veileder 1/2019 avsluttes derfor med følgende konklusjoner:

- ➔ Tidligere opptegnet faresone (ref. vedlagt tegning -RIG-TEG-004 fra 2020) utgår med bakgrunn i topografiske/batymetriske forhold samt beliggenhet av sprøbruddmateriale/kvikkleire. Det er dermed ikke fare for områdeskred i prosjektet.
- ➔ Utredningen av områdestabilitet omfatter kun stabiliteten innenfor tidligere etablert faresone ved Lierterminalen. Lokalstabilitet må ivaretas for hele tiltaksområdet og opprettholdes i alle faser av prosjektet. Dette krever detaljprosjektering i senere faser.
- ➔ For å opprettholde tilfredsstillende stabilitet for framtidig situasjon på Lierstranda med oppfylling på landareal opprettholdes en 50 m bred begrensningssone der det ikke tillates tilleggsbelastning, med mindre det innføres tiltak i forkant. Dette krever detaljprosjektering i senere faser.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
02	10.11.2022	Utredning oppdatert iht. ny NVE-veileder 1/2019	Lorenzo Cicchetti	Idun Holsdal	Idun Holsdal
01	28.09.2020	Revidert etter kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring	Lorenzo Cicchetti	Idun Holsdal	Idun Holsdal
00	16.06.2020	Utarbeidet	Lorenzo Cicchetti	Idun Holsdal	Anders B. Ulvestad

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 Innledning 6
1.1 Generelt 6
1.1.1 Rev 02: 6
1.1.2 Rev 00-01: 6
1.2 Om prosjektet 6
1.3 Kvalitetssikring 7
1.4 Standarder og retningslinjer 7
2 Grunnlag 7
2.1 Kartgrunnlag 7
2.2 Utførte grunnundersøkelser 8
2.2.1 Tidligere grunnundersøkelser 8
2.2.2 Nye grunnundersøkelser 8
3 Terreng- og grunnforhold 8
3.1 Kvartærgeologisk kart 8
3.2 Topografi 9
3.3 Batymetri 10
3.4 Grunnforhold 11
3.4.1 Løsmasser 11
3.4.2 Berggrunn 12
3.4.3 Grunnvannstand og poretrykk 12
4 Utredning av områdestabilitet etter NVE 7/2014 13
4.1 Nøyaktighet for utredning 14
4.2 Marin grense 14
4.3 Avgrensning av område med marine avsetninger 14
4.4 Kartlagte faresoner for kvikkleireskred 14
4.5 Avgrensing av aktsomhetsområder - terrenganalyse 14
4.6 Befaring og grunnundersøkelser – vurdering av grunnlag 15
4.7 Avgrensning av løsneområder 17
4.8 Vurdering og avgrensning av utløpsområder 19
4.9 Avgrensning og faregradklassifisering av faresoner 19
4.9.1 Skadekonsekvensklasse 20
4.9.2 Faregradklasser 21
4.9.3 Risikoklasser 22
4.10 Stabilitetsvurdering 22
5 Stabilitetsvurderinger - Snitt B-B 22
5.1 Sikkerhetskrav for planlagte tiltak 22
5.2 Representative snitt 22
5.3 Tolkning av lagdeling og sprøbruddmateriale 22
5.4 Tolkning av materialparametere 23
5.4.1 Kvalitet på felt- og laboratorieundersøkelser 24
5.4.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold 24
5.4.3 Effektivspenningsbaserte materialparametere (aφ-analyse, drenert) 25
5.4.4 Totalspenningsbaserte materialparametere (ADP-analyse, udrenert) 26
5.4.5 Bruk av skjærfasthetsprofiler i stabilitetsberegninger 27
5.5 Dimensjonerende laster 30
5.6 Programvare 31
5.7 Bruk av 3D effekter i stabilitetsberegninger 31
5.8 Resultater fra stabilitetsanalyser 31
5.8.1 Dagens situasjon 32
5.8.1 Fremtidig situasjon 32
5.8.2 Oppsummering beregningsresultater 34
6 Konklusjoner 35
6.1 Rev 02: 35
6.2 Rev 00-01: 35
7 Referanser 37
Vedlegg A Oversikt over klassifiserte borpunkter 39
Vedlegg B Evaluering av skadekonsekvens- og faregradklasse 43

Vedlegg C Tolkning av styrkeparametere fra treaksialforsøk 46
Vedlegg D E-post korrespondanse NGI-Multiconsult 48

TEGNINGER

10208614-RIG-TEG	*-001*	*Borplan, med plassering av profiler*
	-002	*Tolkning av sprøbruddmateriale for alle borpunkt*
	-003	*Avgrensning og klassifisering av nye faresoner*
	-004	*Situasjonsplan med begrensinger til tilleggsbelastning*
	-500.x	*CPTu 101A (spenninger, måledata og avledede verdier, klassifiseringsdiagrammer)*
	-516.x	*CPTu 115A (spenninger, måledata og avledede verdier, klassifiseringsdiagrammer)*
	-700	*Profil A-A og B-B med tolket lagdeling*
	-701	*Profil C-C og D-D med tolket lagdeling*
	-702	*Profil E-E og F-F med tolket lagdeling*
	-703	*Profil G-G med tolket lagdeling*
	-800.1	*ADP-analyse profil B-B, dagens situasjon uten 3D effekter*
	-800.2	*ADP-analyse profil B-B, dagens situasjon med 3D effekter*
	-800.3	*a/ϕ-analyse profil B-B, dagens situasjon uten 3D effekter*
	-800.4	*a/ϕ-analyse profil B-B, dagens situasjon uten 3D effekter og poreovertrykk*
	-801	*ADP-analyse profil B-B, belastning til strandkanten med 3D effekter*
	-802.1	*ADP-analyse profil B-B, belastning (40kPa) 50 m bak med 3D effekter*
	-802.1	*ADP-analyse profil B-B, belastning (50kPa) 50 m bak med 3D effekter*

1 Innledning

1.1 Generelt

1.1.1 Rev 02:

Multiconsult Norge AS er engasjert av Eidos Eiendomsutvikling AS for å utarbeide underlag for detaljregulering av Fjordbyen. I forbindelse med reguleringsplanen er det i løpet av 2020 utført utredning av områdestabilitet etter NVEs veileder 7/2014.

En ny utgave av NVE-veilederen (1/2019) /22/ ble gitt ut i desember 2020 etter Multiconsults utredning var allerede utført, godkjent av uavhengig kontrollør NGI og levert til Eidos. Da hverken reguleringsplan er vedtatt eller rammetillatelse er gitt for Fjordbyen prosjektet per i dag, må ny NVE-veileder 1/2019 legges til grunn og utredning oppdateres. For faresoner i sjø, støtter ny veileder seg på ekstern rapport 9/2020 /23/. Rapporten er gitt ut i desember 2020 samtidig som ny veileder.

Revisjon 02 av foreliggende rapport presenterer derfor oppdatering av områdestabilitetsutredning iht. NVE-veileder 1/2019. Det er kun valgt å oppdatere sammendraget, innledning og konklusjon i denne revisjonen.

1.1.2 Rev 00-01:

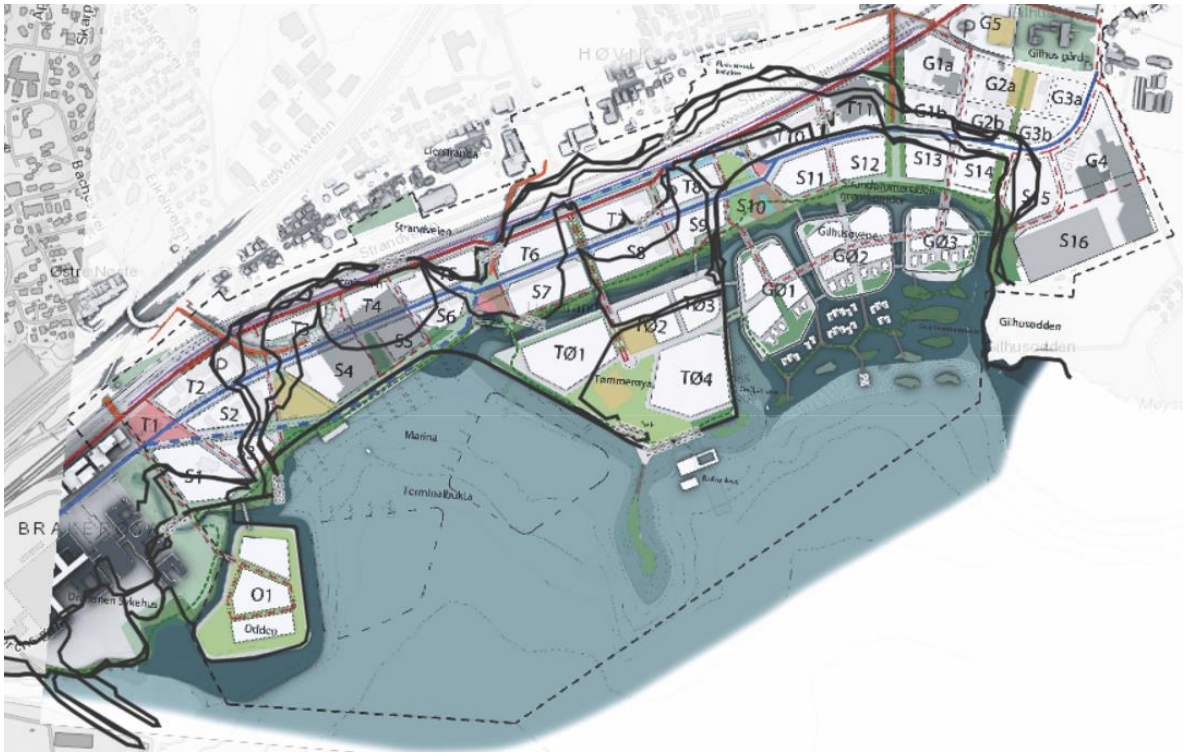
I forbindelse med utvikling av Fjordbyen i Lier og Drammen kommuner er Multiconsult Norge AS engasjert av Eidos Eiendomsutvikling AS som rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) for å utføre vurdering av områdestabilitet. Vurderingen er utført i henhold til TEK17§7-3 «Sikkerhet mot skred» og NVE-veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» /1/. Utredningen skal avklare reell fare for områdeskred for reguleringsplan. Det skal vurderes om det kan gå områdeskred på planområdet, eller om det aktuelle området ligger innenfor et mulig utløpsområde fra skred som går utenfor planområdet.

1.2 Om prosjektet

Eidos Eiendomsutvikling AS utfører områderegulering av Fjordbyen på oppdrag for Lier kommune. En ny bydel på ca. en million kvadratmeter skal etableres på Lierstranda, fra Brakerøya til Gilhusodden. Ferdig utbygd Fjordbyen gir plass til 20.000 innbyggere og 20.000 arbeidsplasser. Forslaget på områderegulering skal legges fram i løpet av 2020. Et utklipp av foreløpig situasjonsplan med konsept, er vist i Figur 1-1. Reguleringsgrensen markert med sort, stiplet linje.

I Gilhusbukta (GØ1, GØ2, GØ3 i Figur 1-1) pågår en større oppfylling i sjø for etablering av nytt landareal. Oppfyllingen er planlagt ferdigstilt i 2021.

For å ivareta krav i TEK17 § 7-2 «Sikkerhet mot flom og stormflo» skal landarealet heves til dimensjonerende stormflonivå. Dette innebærer behov for oppfylling og heving av terrenget for hele området til min. kote 2,55 (NN2000).



Figur 1-1: Utklipp fra foreløpig situasjonsplan, datert 27. mai 2020. Sorte linjer viser historisk strandlinjer. Sort stiplet linje viser reguleringsgrensen.

1.3 Kvalitetssikring

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 /2/.

1.4 Standarder og retningslinjer

Dette oppdraget er underlagt følgende standarder og retningslinjer:

- DIBK 2017 Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. § 7-3. «Sikkerhet mot skred»
- Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper», NVE, Veileder 7/2014, Apr. 2014 /1/
- Eurokode 0 (NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016), Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner /3/
- Eurokode 7-1 (NS-EN 1997:1-2004+A1:2013+NA:2016), Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler /4/

Denne områdestabilitetsutredningen støtter seg også, når nødvendig, på høringsdokument nr. 3/2019 av revidert NVE-veileder 7/2014 fra februar 2019 /5/.

2 Grunnlag

2.1 Kartgrunnlag

Digitalt kartgrunnlag for området på land er mottatt av oppdragsgiver i SOSI-format. Sjøbunnskart er generert basert på dybdekoter og dybdepunkt fra Kartverket sitt sjøkart og en viss grad av usikkerhet må derfor regnes med. En detaljert sjøbunnskartlegging bør gjennomføres ved hjelp av

multistråleekkolodd i senere fase av prosjektet for å oppnå bedre oppløsning, redusere usikkerheter og verifisere forutsetningene i foreliggende rapport.

Det er per dags dato ikke mottatt kartgrunnlag for Gilhusbukta etter utfylling.

2.2 Utførte grunnundersøkelser

2.2.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det har gjennom årene blitt utført en rekke grunnundersøkelser i området. Sammenstilling er utført basert på mottatt materiale fra oppdragsgiver, og supplert med utfyllende informasjon fra Multiconsults eget arkiv. Tidligere grunnundersøkelser er digitalisert og er i mer detalj presentert i Multiconsults notat 10208614-01-RIG-NOT-001 rev. 01 /6/, der grunnforhold er også kort beskrevet for hvert delområde.

2.2.2 Nye grunnundersøkelser

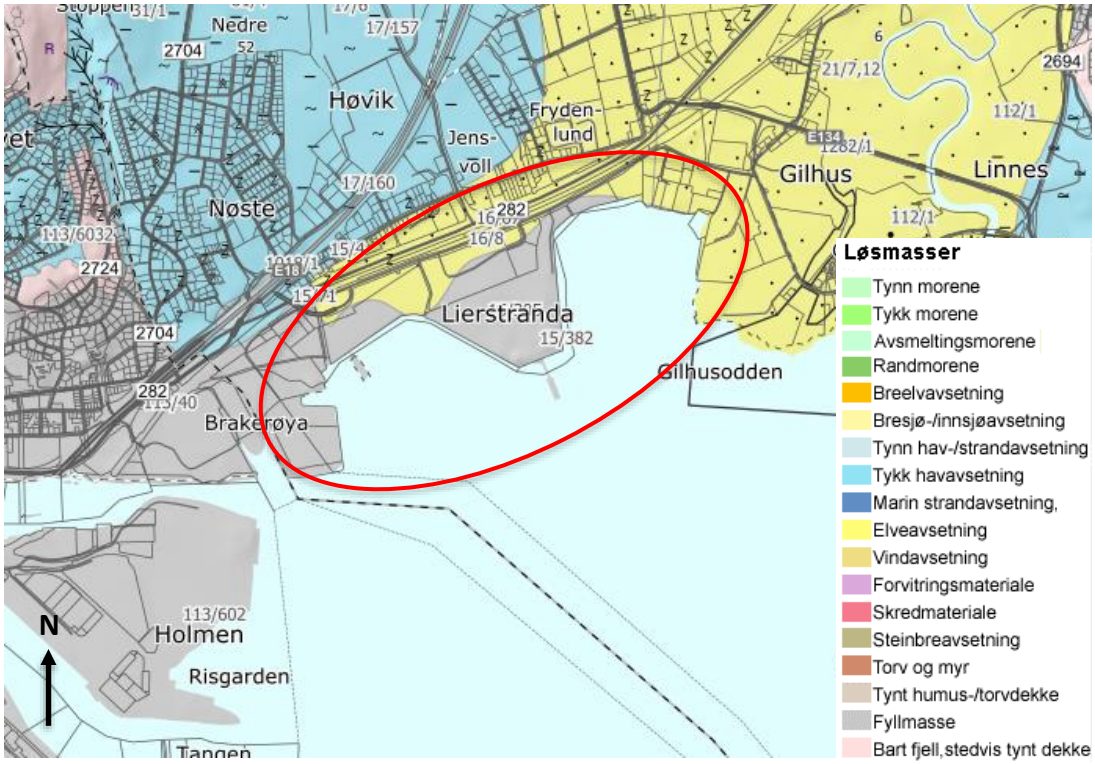
I løpet av sommer 2019 og vinter 2020 har Multiconsult utført supplerende grunnundersøkelser på land og på sjø i forbindelse med områdestabilitetsutredningen og for overordnet vurdering av fundamenteringskonseptene for framtidige konstruksjoner. Grunnundersøkelsene er rapportert i Multiconsults datarapport 10208614-02-RIG-RAP-001 rev. 01 /7/.

3 Terreng- og grunnforhold

3.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 3-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene på tomten består i øvre lag hovedsakelig av fyllmasser og elveavsetning. For områder med elveavsetning kan det blant annet forventes sandige og grusige avsetninger med varierende finnstoffinnhold. Ettersom tiltaksområdet befinner seg i umiddelbar nærheten av områder med tykke havavsetninger må det i tillegg forventes siltige og leirholdige løsmasser.

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



Figur 3-1: Kvartærgeologisk kart over området /8/. Det aktuelle området er markert med rød linje.

3.2 Topografi

De siste 70 årene har det vært stor utvikling på Lierstranda med blant annet utfylling i sjø for dannelse av nye areal. Figur 3-2 og Figur 3-3 viser utviklingen fra slutten av 40-tallet til i dag. I 2018 ble utfylling i Gilhusbukta for oppbygging av nytt land startet opp. Denne utfyllingen er planlagt ferdigstilt i 2021.

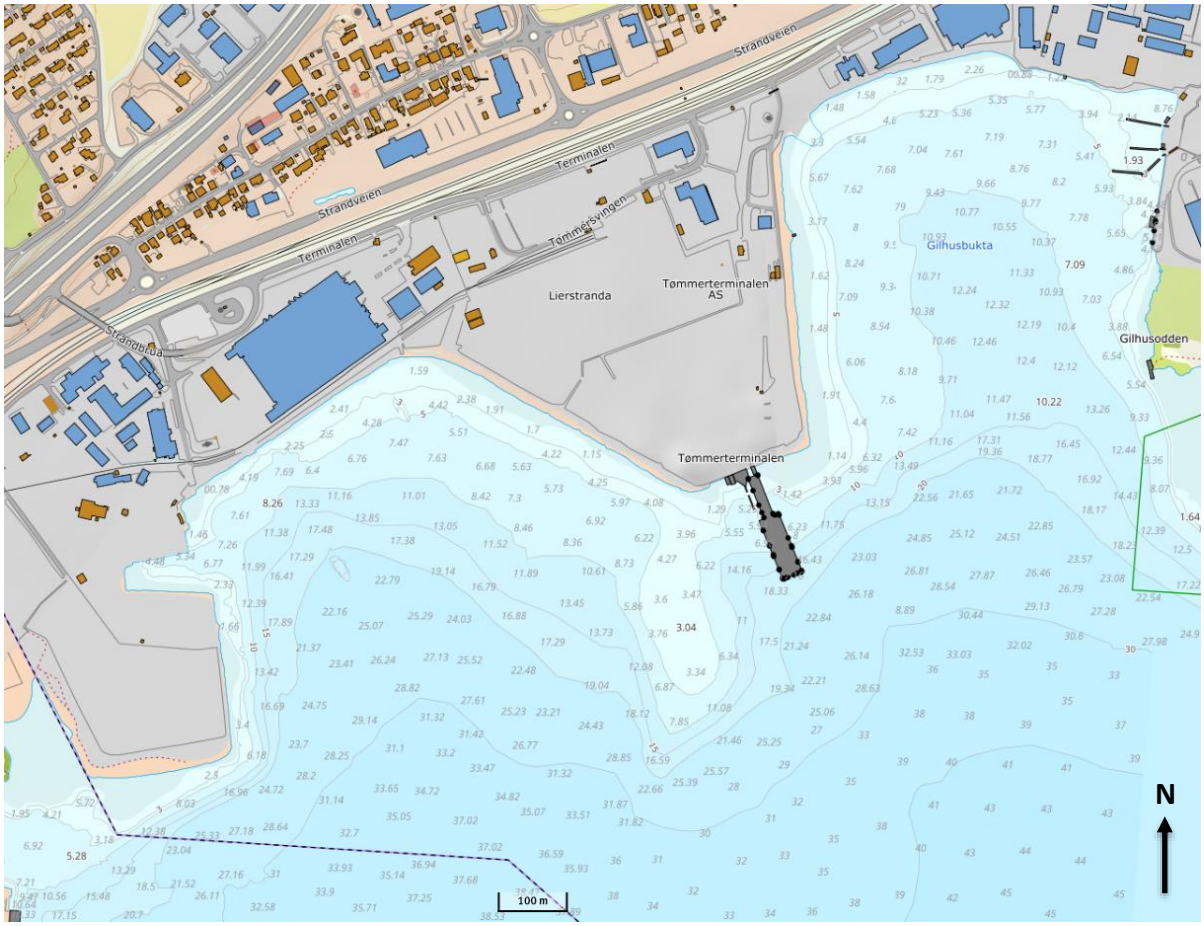
Terrenget på land i tiltaksområdet er i hovedsak flatt og ligger mellom ca. kote +1,5 og +2 og er for det meste opparbeidet landareal fra fylling i sjø. Nord-vest for tiltaksområdet, i bakkant av jernbanen og E18 på Nøste, stiger terrenget bratt med en helning på ca. 1:8.

Figur 3-2: Flyfoto av området fra år 1939 (kilde: NGIs presentasjon, datert 14.01.2015) med omriss av dagens terreng

Figur 3-3: Området slik det ser ut i dag (kilde: norgeskart.no) med delområdene

3.3 Batymetri

Sjøbunnen faller relativt bratt utenfor Lierstranda Vest, Lierterminalen og sør for Tømmerterminalen, med helning brattere enn 1:15. Et spesielt bratt fall (ca. 1:3 på det bratteste) registreres fra strandkanten til kote -20 utenfor Odden ved Lierstranda Vest. Sjøbunnshelning blir gradvis slakere i midten av Terminalbukta. Dybdekoter og dybdepunkt fra Kartverket sitt sjøkart vises i Figur 3-4:



Figur 3-4: Kartutklipp av det aktuelle området med batymetriske data (kilde: norgeskart.no)

3.4 Grunnforhold

3.4.1 Løsmasser

Løsmassesammensetning innenfor de ulike delområdene er relativ homogen, men det er store forskjeller i mektighet mellom områdene. Topplaget består av grove fyllmasser, og varierer mellom 2 og 5 m tykkelse. Under topplaget består løsmassene i hovedsak av bløt leire og siltig leire ned mot fast morene eller til berg.

Sandinnhold øker mot Gilhus, der det er registrert vekslende sand- og leirlag av varierende mektighet og på ulike dybder. Leiren klassifiseres i dette området i hovedsak som middelsfast, med innslag av bløt eller faste lag. Betydelig mengde av sand og sagflis registreres på Odden ved Lierstranda Vest, med økende mektighet mot sjøen, mens på Tømmerterminalen består løsmassene hovedsakelig av middelsfast og lite sensitiv leire.

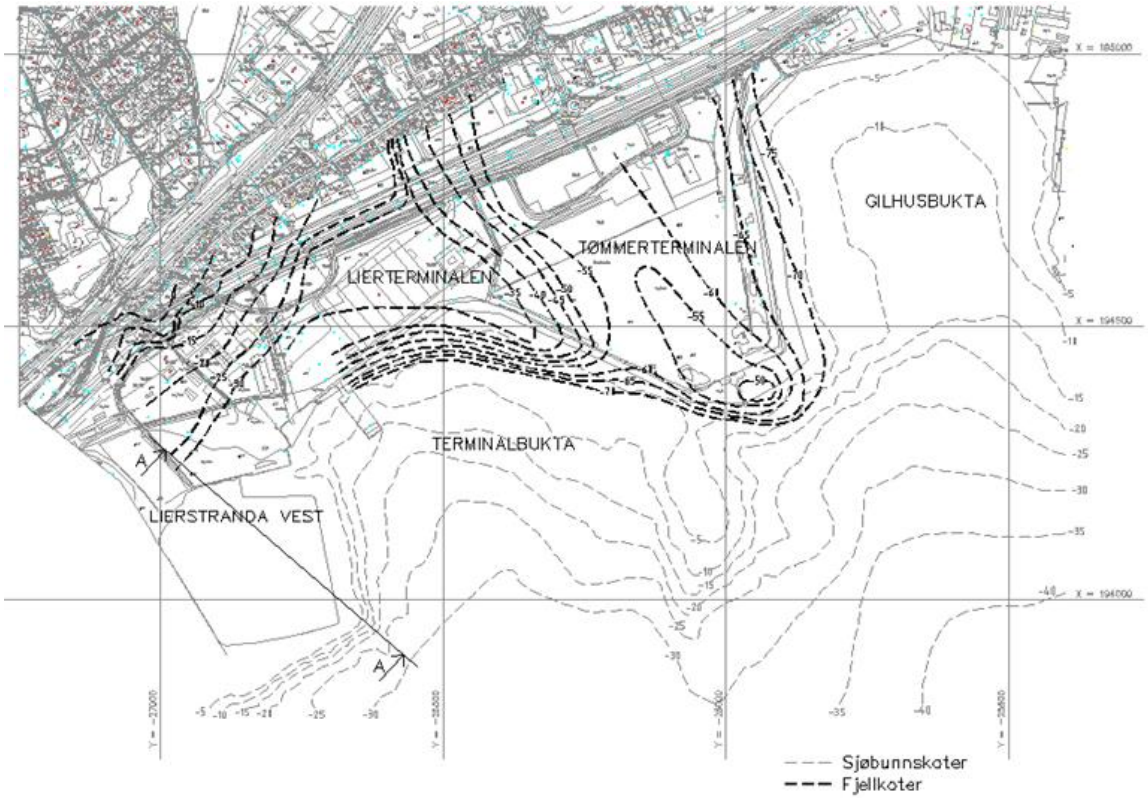
På Lierterminalen og deler av Lierstranda Vest er leiren i større grad bløt til middels fast, og til dels definert som sprøbruddmateriale eller kvikkleire. Mot veien Terminalen er det påvist sensitiv leire og til dels kvikkleire rett under eksiterende terreng. Dybden til sensitiv leire øker mot ut mot fjorden og Terminalbukta.

Bortsett fra de overnevnte områdene, er det ellers ikke påvist gjennomgående lag av sprøbruddmateriale eller kvikkleire i de undersøkte dybdene, men det kan likevel ikke utelukkes tilstedeværelse av sensitiv leire i de dypere lagene. Det er registrert lokale lommer av sensitiv leire på Gilhus og midt i Terminalbukta, men det gjelder kun påvisning i enkelte borpunkter, se kap. 4.6 og Figur 4-3.

3.4.2 Berggrunn

Dybde til antatt berg er generelt stor i det aktuelle området og øker betydelig mot øst. Det er grunnest til berg mellom Lierstranda Vest og Lierterminalen med bergkote varierende i intervallet -5 til -40, mens i Gilhusbukta er det boret ned til ca. 100 m dybde uten å påtreffe berg. I 1972 ble det i utført seismiske undersøkelser for å kartlegge og få en bedre oversikt over dybde til berg i området /10/. Figur 3-5 viser opptegning av antatt fjellkoter.

Fjellkontrollboringer og totalsonderinger utført på Lierstranda og Odden verifiserer i stor grad de påviste dybdene til antatt berg i disse områdene.



Figur 3-5: Antatt fjellkoter i det aktuelle området tolket ut ifra seismiske undersøkelser utført i 1972. Utklipp er tatt fra NGIs presentasjon benyttet i møte med Eidos Eiendomsutvikling 14. januar 2015, og er en bedre lesbar versjon – tilpasset i tillegg med nåværende kystlinje – av tegning som finnes i NGIs rapport 72016-2 /11/.

3.4.3 Grunnvannstand og poretrykk

Det er ikke installert poretrykksmålere i denne fasen. Det antas at grunnvannsspeilet korresponderer med sjønivå på grunn av områdets beliggenhet i nærheten av sjø. Det antas i utgangspunktet hydrostatisk poretrykksfordeling i store deler av området. Multiconsults supplerende grunnundersøkelser (tolkning av CPTU) indikerer imidlertid at det er mulig poreovertrykk i dybden på Lierterminalen og i den vestre delen av Tømmerterminalen. Poretrykksmålere må installeres i senere fase for å verifisere dette, og det må installeres poretrykksmålere for å overvåke poretrykkssituasjonen i byggeperioden. Se videre kap. 5.4.2 ang. hvordan dette er håndtert i vurderingene knyttet til områdestabilteten.

I forbindelse med utfylling i Gilhusbukta er det installert flere poretrykksmålere for overvåkning av poretrykksituasjonen underveis i for oppfyllingen.

4 Utredning av områdestabilitet etter NVE 7/2014

Kap. 4.5 i NVE-veilederen 7/2014 /1/ beskriver prosedyre for identifisering og avgrensning av kvikkleireområder med potensiell skredfare og aktsomhetsområder (punkt 1-5), avgrensning og faregradsevaluering av faresoner (punkt 6-9) og til slutt stabilitetsanalyser (punkt 10).

Tabell 4-1 oppsummerer gjennomgang av prosedyren for vurdering av områdestabilitet for Fjordbyen. Vurdering av punktene er detaljert behandler i påfølgende underkapitler.

Tabell 4-1: Gjennomgang av prosedyre for utredning av områdestabilitet etter NVE 7/2014 /1/

Pkt.	***Overskrift***	***Kommentar***
1.	Avklar hvor nøyaktig utredning skal være	Utredning tilpasses planprogram for områderegulering og tiltakskategori K4.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Tilgjengelige grunnundersøkelser påviser leirholdige løsmasser i det meste av området.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Det aktuelle området ligger ikke innenfor en tidligere kartlagt faresone. SVV har registrert kvikkleireområder (Statens Vegvesens kvikkleiresone) i nærheten av tiltaksområdet.
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare som områdeskred	Utarbeidet helningskart på sjø indikerer at utenfor Lierstranda Vest, Lierterminalen, samt sør for Tømmerterminalen og Gilhusbukta er det brattere enn 1:15 (se Figur 4-2), og sjøbunn faller bratt fra strandkanten til ca. kote -20 og -30. På land er det tilnærmet flatt i tiltaksområdet.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Eksisterende grunnundersøkelser var ikke tilstrekkelig for å fullføre områdestabilitetsutredningen, og det ble utført supplerende grunnundersøkelser på land i hele området, og på sjø i Terminalbukta i 2019 og 2020. Det er bekreftes sammenhengende lag av sprøbruddmateriale i områdene Lierterminalen og Lierstranda vest.
7.	Avgrens løsneområder nøyaktig	Retrogressiv skredutvikling er identifisert som sannsynlig skredmekanisme. Løsneområdet strekker seg inntil ca. 300 m bak strandkanten på hele Lierterminalen basert på empiriske metoder beskrevet i revidert NVE-veileder /5/. Sideveis utbredelse defineres av topografien og tilstedeværelse av sprøbruddmateriale, og det er slik at et potensielt retrogressiv skred vil ikke forplante seg sidevis hverken til Tømmerterminalen eller til de søndre deler av Lierstranda vest. Se kap. 4.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Utløpsområder for retrogressiv skred er avgrenset iht. empiriske metoder beskrevet i revidert NVE-veileder /5/, ref. 4.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Den nye identifiserte faresonen (som utgjøres av løsne- og utløpsområdet til sammen) faller inn under høy faregradklasser, meget alvorlig skadekonsekvensklasse og risikoklasse 5.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet	Stabilitetsberegninger er utført.
	Konklusjon	Faresone er etablert. Dagens stabilitetsforhold er tilfredsstillende. Det vil være behov for å etablere krav og begrensinger mtp framtidig oppfylling og tilleggsbelastning i strandsonen for områdereguleringsplan.

4.1 Nøyaktighet for utredning

Omfanget av utredning tilpasses reguleringsplan og tiltakskategori. Tiltakene i Fjordbyen faller inn under tiltaksklasse K4. Det er behov for full utredning av områdestabilitet etter NVEs retningslinjer i veilederen 7/2014 /1/, inkludert stabilitetsanalyser. Faresoner identifiseres, avgrenses og faregradsevalueres i samsvar med beskrivelsen i veilederens kapittel 4.5.

4.2 Marin grense

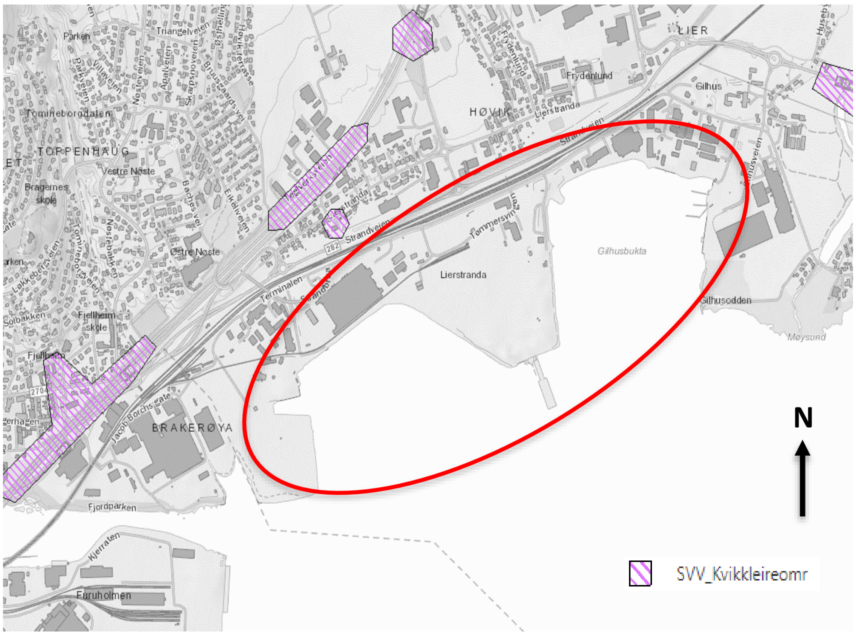
Området ligger under marin grense.

4.3 Avgrensning av område med marine avsetninger

Hele tiltaksområdet ligger i området med mulighet for marine avsetninger.

4.4 Kartlagte faresoner for kvikkleireskred

Tiltaksområdet ligger ikke innenfor eksisterende kvikkleiresoner, som vist i Figur 4-1. Det finnes imidlertid kvikkleiresoner kartlagt av Statens Vegvesen i umiddelbar nærheten.

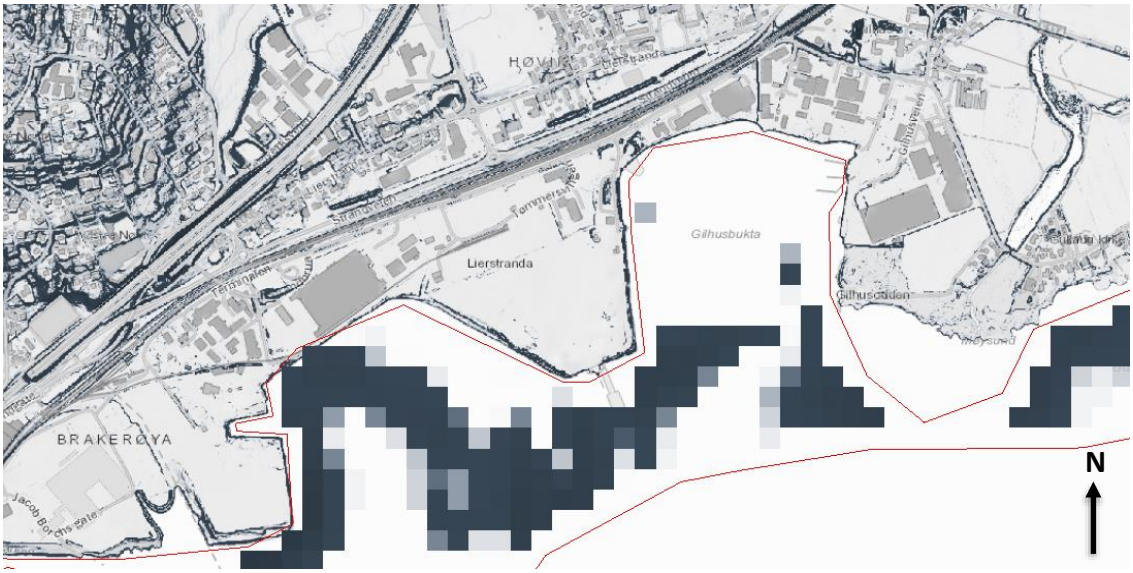


Figur 4-1: SVV registrerte kvikkleireområder /9/

4.5 Avgrensing av aktsomhetsområder - terrenganalyse

Det er utført en terrenganalyse for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien og batymetrien gir mulighet for skred. Generelt er det flatt over hele landdelen av tiltaksområdet, mens sjøbunnen faller relativt bratt til ca. kote -20 eller -30 fra strandkanten utenfor Lierstranda Vest, Lierterminalen, samt sør for Tømmerterminalen og Gilhusbukta.

Det er utarbeidet helningskart med tilgjengelige sjøbunnsdata med 50-meters grid som indikerer områdene brattere enn 1:15, se Figur 4-2. Mørk blå skravur på land indikerer helning 1:15.



Figur 4-2: Helningskart på land og på sjø med 50 m grid. Blå firkanter indikerer områdene med helning brattere enn 1:15.

4.6 Befaring og grunnundersøkelser – vurdering av grunnlag

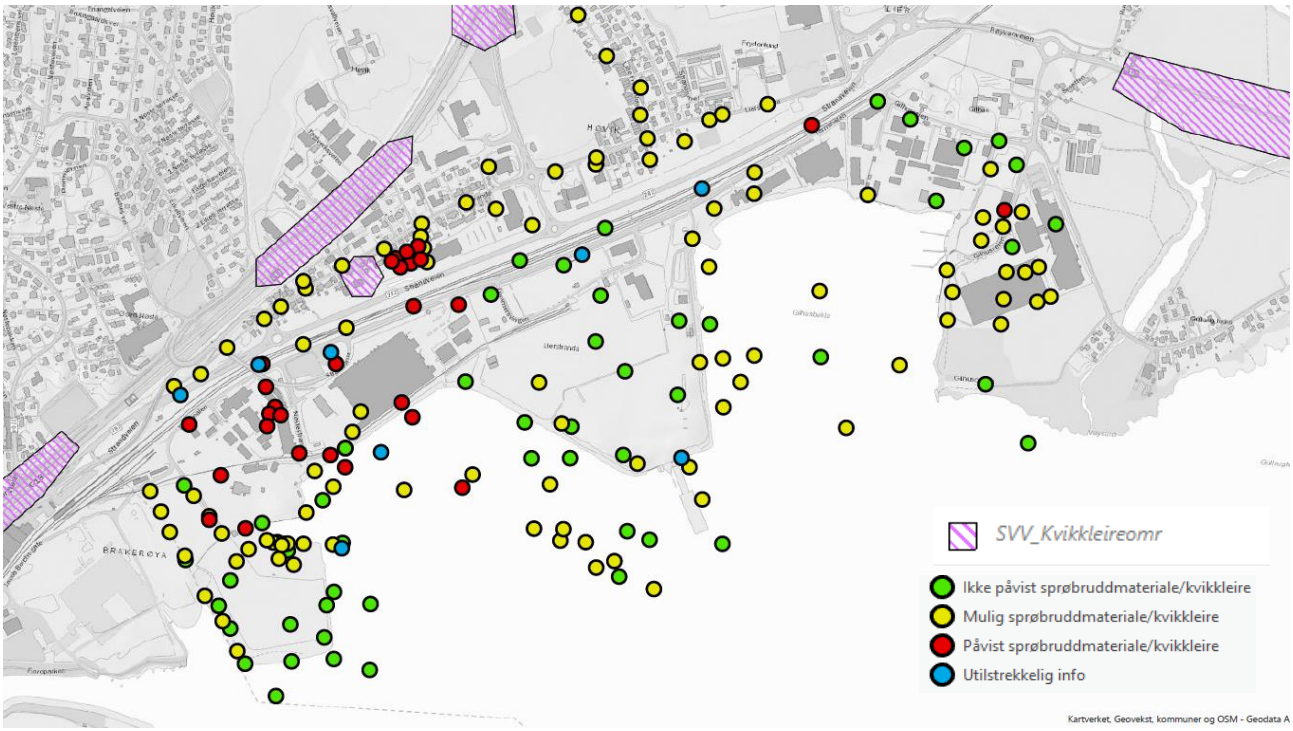
Det er utført en rekke grunnundersøkelser i det aktuelle området gjennom årene. Multiconsult har sammenstilt og digitalisert tidligere grunnundersøkelser. Grunnlaget var ikke tilstrekkelig for å avgrensning av og bekreftelse/avkreftelse av sprøbruddmateriale, og det ble utført supplerende grunnundersøkelser ble av Multiconsult i 2019 og 2020 /7/. Fokus for supplerende grunnundersøkelser var å gi bedre grunnlag for å avkrefte og bekrefte beliggenhet av sprøbruddmateriale. Utførte grunnundersøkelser omfatter totalsonderinger, trykksonderinger med poretrykksmåling (CPTu) og Ø54 mm prøvetaking.

Alle utførte borpunkt er klassifisert mtp på vurdering av sprøbruddmaterialets tilstedeværelse med følgende fargekoder:

- Rød: Påvist sprøbruddmateriale
- Gul: Sprøbruddmateriale kan ikke utelukkes
- Grønn: Ikke påvist/ikke antatt sprøbruddmateriale
- Blå: utilgjengelige informasjon

Tolkning og klassifisering av utførte grunnundersøkelser viser at sprøbruddmaterialets beliggenhet i hovedsak er begrenset til områdene Lierstranda Vest, Lierterminalen og Terminalbukta. Oversikt over klassifiserte borpunkter er presentert i tabellform i Vedlegg A og på plan i Figur 4-3.

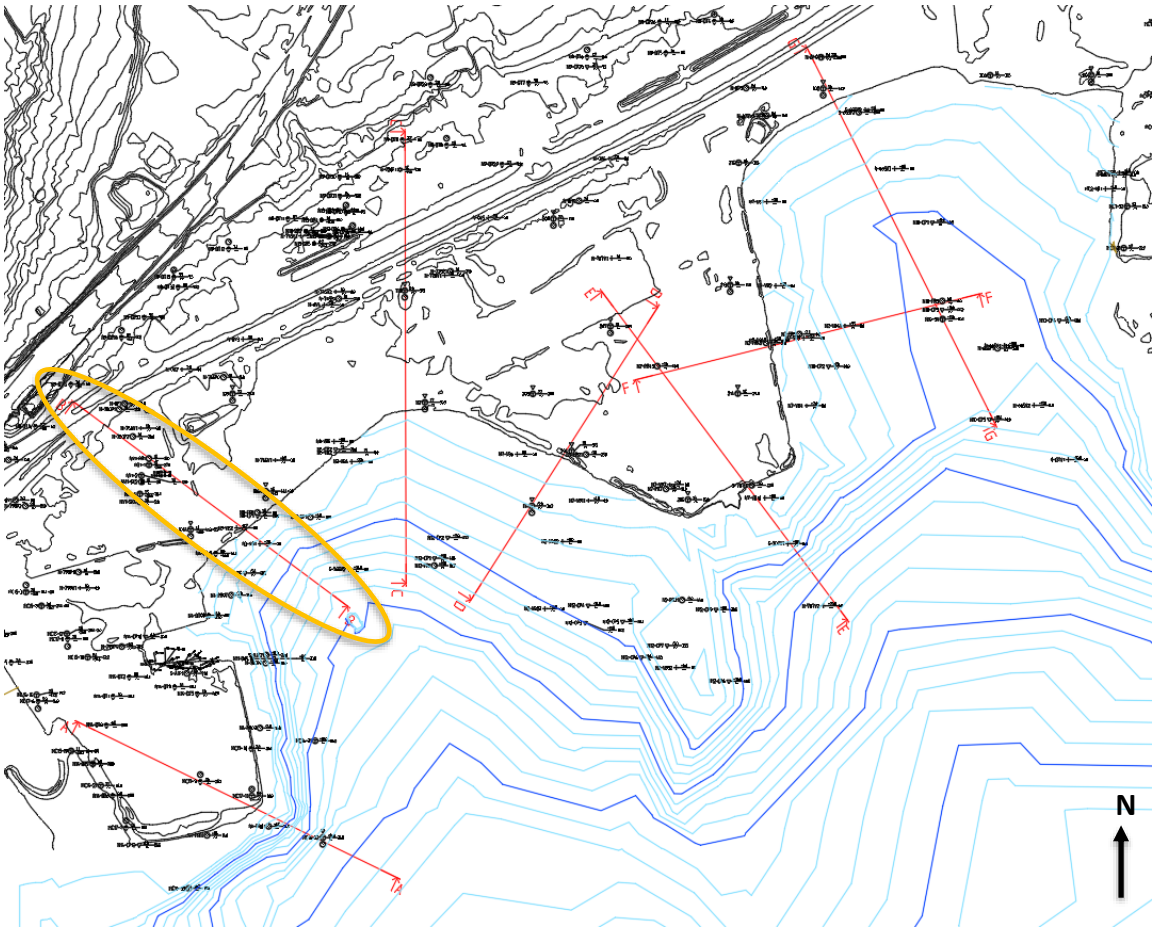
Basert på topografien og sprøbruddmaterialets beliggenhet i grunnen, er kritisk snitt for beregninger identifisert, se Figur 4-4. I øvrige områder av Fjordbyen viser utførte grunnundersøkelser at det ikke er sammenhengende lag med sprøbruddmateriale. Detaljert beskrivelse av tolkning av lagdeling og sprøbruddmateriale er gitt i kapittel 5.3. Opptegning av profiler med grunnundersøkelser og tolket lagdeling er vist i vedlagte tegninger.



Figur 4-3 Klassifisering av borpunkt mtp på bekreftelse og avkreftelse av sprøbruddmateriale

Det gjøres oppmerksom på at klassifisering er utført basert på opplysninger om grunnforhold som foreligger per punkt. I hovedsak er dette opplysninger ned til 30 m dybde eller dypere. Klassifiseringen utelukker ikke at det kan forekomme dyperegående lag av sprøbruddmateriale eller kvikkleire også i grønnmarkerte punkter. Det må også påregnes at det kan være lokale forekomster av sensitiv leire i områder vi per nå ikke har tilstrekkelig informasjon om grunnforholdene.

Disse faktorene vurderes å ikke ha innvirkning på utredning av områdestabilitet.



Figur 4-4: Utvalgte representative snitt i tiltaksområdet, se for øvrig plantegning -RIG-TEG-001. Snitt B-B, markert i oransje, vurderes å være den mest kritiske mtp sjøbunnshelning og sprøbruddmaterialets beliggenhet.

4.7 Avgrensning av løsneområder

Avgrensning av løsneområder er avhengig av terrengforhold, sprøbruddmaterialets beliggenhet og leiras omrørte fasthet.

Tømmerterminalen, Gilhus, Gilhusbukta og Odden

I områdene Tømmerterminalen, Gilhus, Gilhusbukta og Odden (se Figur 3-3 for identifisering av delområdene på kartet) viser grunnundersøkelsene at det ikke er påvist gjennomgående lag av sprøbruddmateriale som strekker seg fra land mot sjø. En eventuell utgliding i sjø i disse områdene vil etter vår oppfatning begrenses til et lokalskred, og vil derfor ikke utvikle seg til et større områdeskred med mulig bakovergripende bruddutvikling. Tolkning av lagdeling i representative snitt er vist i vedlagte tegninger.

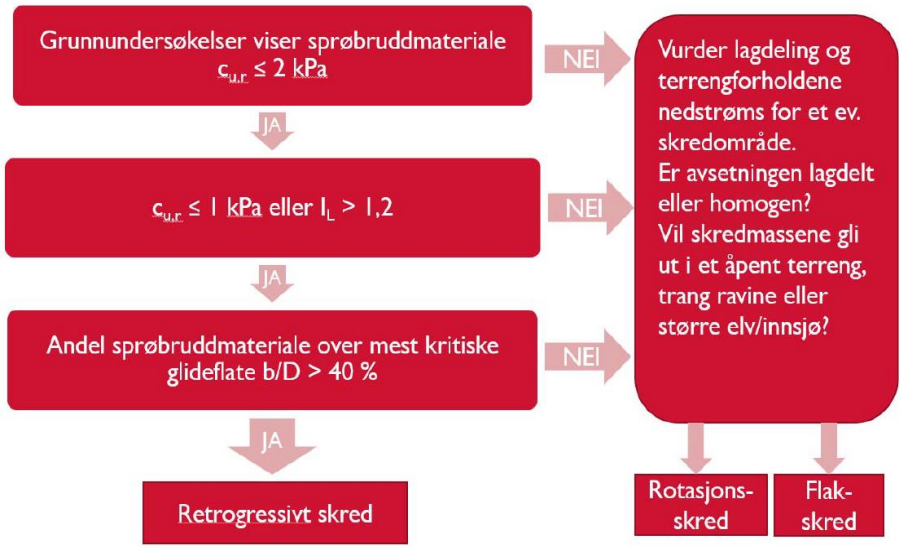
Områdene kan derfor sees bort fra i den videre vurdering av områdestabilitet. Det poengteres at lokalstabiliteten ut mot fjorden må dokumenteres i forbindelse med detaljprosjektering.

Lierstranda Vest og Lierterminalen

På Lierterminalen og Lierstranda Vest er det påvist sprøbruddmateriale, og til dels kvikkleire, se lagdeling i snitt B-B.

Forutsetninger for vurdering av sannsynlig skredtyper (retrogressivt-, rotasjons- og flakskred) er beskrevet i kap. 4.3 i høringsutkast til revidert NVE-veileder 7/2014 /5/ som støtter seg på NIFS-rapporten 14-2016 /12/, og er oppsummert i flytskjema som er gjengitt i Figur 4-5.

Vurderingen er utført basert på stabilitetsberegninger for snitt B-B.



Figur 4-5: Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme /12/

- Grunnundersøkelser på Lierstranda vest og Lierterminalen har påvist sprøbruddmateriale med omrørt skjærfasthet $c_{u,r}$ < 1 kPa iht. konusstandarden NS8015.
- Andel sprøbruddmateriale over den mest kritiske glideflate b/D vil være høyere enn 40%. Tolket lagdeling viser at sprøbruddmateriale defineres stedvis som kvikk, og at kvikkleire kan ligge grunt på land (opptil ca. 1,5-3 m under nåværende terreng).
- Det konkluderes dermed med at retrogressive skred er en sannsynlig skredmekanisme i det aktuelle området på Lierstranda vest og Lierterminalen. Et initialskred i strandsonen, både hvis utløst av menneskestyrt inngrep eller av naturlige årsaker, kan forplante seg i tilstøtende sprøbruddmateriale og medføre et større områdeskred.
- Dette evalueres mer detaljert ut fra udrenerte stabilitetsberegninger langs snitt B-B ved hjelp av 1:15 metoden gjengitt i kap. 4.3.5 i revidert NVE-veileder /5/
- Da det ikke er en tydelig skråningsfot langs snittet, er det konservativt benyttet maks skråningshøyde før sjøbunnshelningen reduseres betraktelig (ca. H = 20 m) for å fastsette at et potensielt skred kan forplante seg bak for ca. 300 m (L = 20 x 15 = 300 m).
- For sideveis utbredelse av skredet, vil topografien av bukta og tilstedeværelse av sprøbruddmateriale gjør slik at bredden til et eventuelt områdeskred til være begrenset til hele Lierterminalen. Det forventes ikke at et skred utløst i dette området vil forplante seg videre til Tømmerterminalen og søndre deler av Lierstranda vest. Nærmere bestemt er snitt C-C mellom Lierterminal og Tømmerterminalen som representerer den nord-østlige begrensningslinje for sideveis utbredelse av potensielle retrogressive skred.
- Mot sørvest, både innenfor og rett utenfor Fjordbyens områdereguleringsgrense er det påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire i noen borpunkter. Til tross for dette, viser grunnundersøkelser i strandsonen og like utenfor strandkanten at grunnen ikke har sprøbruddegenskaper. Ved manglende gjennomgående sprøbruddlag vil det etter vår oppfatning ikke være forutsetninger for et retrogressiv skred å videre forplante seg sideveis.

En utglidning ved Lierterminalen vil kunne påvirke lokalstabiliteten mot Tømmerterminalen og Odden, men basert på grunnforholdene vil dette trolig være begrenset til lokalskred og ikke forplante seg til et områdeskred.

Avgrenset løsneområdet er vist i plantegningen -RIG-TEG-003.

4.8 Vurdering og avgrensning av utløpsområder

Ifølge revidert NVE-veileder /5/ bestemmes lengden og bredde på utløpsdistanse for et områdeskred ut ifra empiriske relasjoner og avhenger av aktuelle skredmekanisme og lenden på løsneområdet (L). I vurdering kan følgende sammenheng benyttes ved retrogressiv skred i åpent terreng:

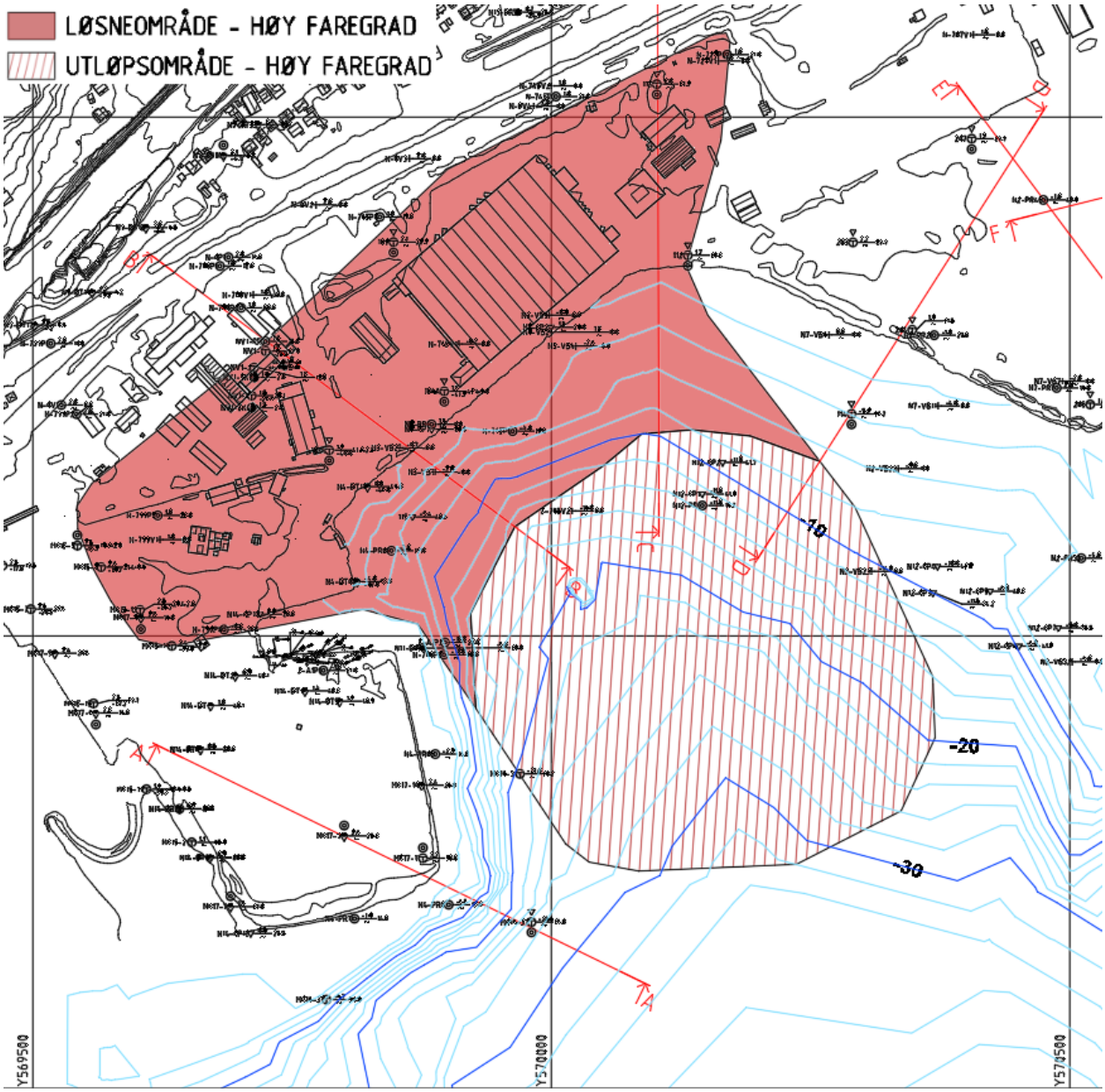
- Lengde på utløpsdistanse (Lu) = 1,5 x L
- Bredde på utløpsområdet (Bu) ≈ Bredde på løsneområdet (B)

Avgrenset utløpsområdet med tilhørende løsneområdet er vist i plantegning -RIG-TEG-003.

4.9 Avgrensning og faregradklassifisering av faresoner

Utstrekning av den nye identifiserte faresonen (løsne- og utløpsområdet) vises i Figur 4-6. Faresonen klassifiseres med faregrad og konsekvens etter kriteriene beskrevet i NVE/NGI rapport, rev.03 /13/. Faregraden bestemmes med utgangspunkt i det som vurderes å være den kritiske skråningen i faresonen, og vil også gjelde for tilhørende utløpsområde. Konsekvensklasse vurderes samlet for både løsne- og utløpsområde.

Begrunnelse for valgene og utførelse av faresone- og skadekonsekvensevaluering er vist i Vedlegg B. Generelt bemerkes at det mangelfull informasjon må foretas en konservativ antagelse ved evalueringen.



Figur 4-6: Avgrensning av løsne- og utløpsområdet til den nye identifiserte faresonen, ref. tegning -RIG-TEG-003_rev01

4.9.1 Skadekonsekvensklasse

Evaluering av en sones skadekonsekvensklasse gjøres ved hjelp av Tabell 4-2.

Summen av produktet av score og vekttall utgjør skadekonsekvensindikatoren som bestemmer hvilken skadekonsekvensklasse faresonen får:

- *Konsekvensklasse mindre alvorlig*: poengsum 0 – 6
- *Konsekvensklasse alvorlig*: poengsum 7 – 22
- *Konsekvensklasse meget alvorlig*: poengsum 23 - 45

Blå-markerte celler i Tabell 4-2 valgte kriterier for hver av de enkelte faktorene knyttet til dagens forhold.

Tabell 4-2: Matrise for evaluering av skadekonsekvens /13/ for dagens situasjon

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Evaluering av skadekonsekvens gir en poengverdisum på 21) og medfører at sonen plasseres i skadekonsekvensklasse «alvorlig».

Framtidige utbyggingsplaner for Fjordbyen, vil gi grunnlag til at skadekonsekvens endres etter tiltak. Det skal bygges nye boliger og kontorer, som fører at skadekonsekvensklasse oppgraderes til «meget alvorlig» med en poengverdisum på 33.

4.9.2 Faregradklasser

Evaluering av en sones faregradklasse gjøres ved hjelp av Tabell 4-3. Summen av produktet av score og vekttall utgjør faregradindikatoren som bestemmer hvilken faregradklasse sonen får:

- Faregradklasse lav: poengsum 0 – 17
- Faregradklasse middels: poengsum 18 – 25
- Faregradklasse høy: poengsum 26 – 51

Blå- markerte celler i Tabell 4-3 indikerer valgte kriterier for hver av de enkelte faktorene knyttet til dagens forhold.

Tabell 4-3: Matrise for evaluering av faregrad /13/

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Mye	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Evaluering av faregrad for dagens situasjon gir en poengverdisum på 31 (tilsvarende ca. 61% av maksimal poengverdi) og medfører at sonen plasseres i faregradklasse «høy».

4.9.3 Risikoklasser

Risiko defineres som produktet av skadekonsekvens og faregrad. Det gjelder da:

- Dagens bruk av området: Risikoklasse 4, med en tallverdi på 2867 – alle soner med tallverdi fra 1901 – 3200 er omfattet av risikoklasse 4
- Framtidig utbygging: Risikoklasse 5 , med en tallverdi på 4453 – alle soner med tallverdi fra 3201 – 10 000 er omfattet av risikoklasse 5

4.10 Stabilitetsvurdering

Det er behov for stabilitetsvurdering for å vurdere dagens og framtidig stabilitet i faresonen. Beregninger er utført for snitt B-B.

Utbygging av Fjordbyen inkluderer oppfylling på land for heving av terrenget opp til kote +2,55 eller høyere, som beskrevet i 10208614-RIVass-NOT-001 /14/. Det er derfor behov for å identifisere eventuelle begrensinger for oppfylling.

Stabilitetsberegninger er dokumentert i de påfølgende kapitelene.

5 Stabilitetsvurderinger - Snitt B-B

5.1 Sikkerhetskrav for planlagte tiltak

Gjeldene regelverk gir krav til material- og lastfaktor. NVEs veileder samt Eurokode 7 /4/ stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient γ_m /sikkerhetsfaktorer F:

$F = \gamma_m \geq 1{,}25$ for effektivspenningsanalyser

$F = \gamma_m \geq 1{,}40$ for totalspenningsanalyser

Eurokode 0 /3/ Tabell NA.A1.2(C) definerer lastfaktor $\gamma_{Q,1} \geq 1{,}30$ for variabel geoteknisk last, dersom ugunstig.

5.2 Representative snitt

Basert på topografien og sprøbruddmaterialets beliggenhet i grunnen, er representativt snitt for beregninger identifisert. Snitt B-B vurderes å være det mest kritiske snittet innenfor faresonen, mellom snitt A-A og snitt C-C. Snitt B-B er dermed benyttet i stabilitetsberegningene på bakgrunn av størst sjøbunnshelning og kritisk beliggenhet av sprøbruddmateriale.

5.3 Tolkning av lagdeling og sprøbruddmateriale

Tolkning av lagdeling er basert på totalsonderinger, CPTu-er og prøveserier fra tilgjengelige relevante grunnundersøkelser oppsummert i kap. 2.2.1 og /6/.

Generell tolkning av lagdeling og sprøbruddmateriale

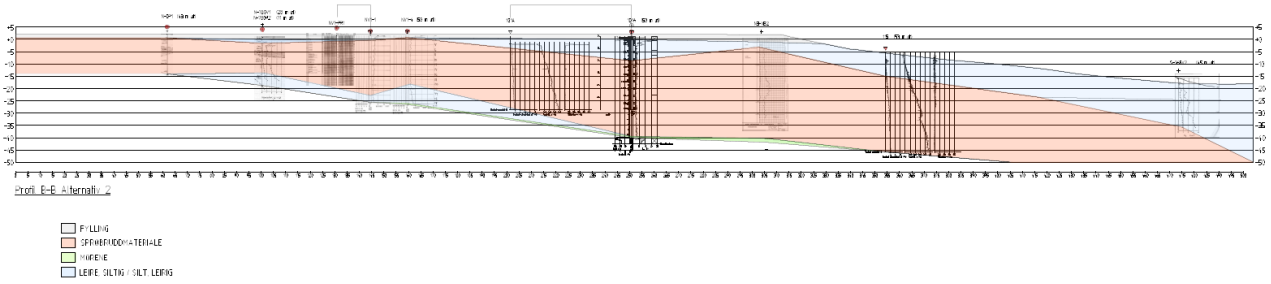
- Nylige utførte grunnundersøkelser er vektlagt i størst grad i tolkningen.
- Eldre grunnundersøkelser er ellers benyttet som støtte for å gi indikasjon på lagdeling med tanke på tilstedeværelse eller overgang til sprøbruddmateriale.
- Eldre vingeboringer kun benyttet til å bekrefte, men ikke avkrefte at leira har sprøbruddegenskaper (pga. usikkerheter i tolkning og avlesning av omrørt skjærfasthet).

- Der vi har nye CPTu-er, og det ikke er utført prøvetaking er det benyttet klassifiseringsdiagram for CPTu for å anta beliggenhet av sprøbruddmateriale sammen med øvrige resultater.
- Generelt bemerkes at det ved mangelfull eller uoverensstemmende informasjon om grunnforhold er det foretatt en konservativ antagelse mhp. lagdeling.

Snitt B-B

Snitt B-B er ca. 450 m langt og strekker seg fra jernbane til ca. midt i Terminalbukta. Beregningen er utført med den mest konservative tolkningen av lagdeling.

- Nord i snittet, innover på land mot jernbanen, viser en rekke eldre grunnundersøkelser at sprøbruddmateriale, stedvis definert som kvikkleire, er påvist rett under nåværende terreng eller rett under et tynt leirlag uten sprøbruddegenskaper.
- Borpunkt 101 viser sprøbruddmateriale fra 12 m dybde
- Ved strandkanten er det en gammel vingeboring, døpt om til N3-VB2[1] i digitaliseringsprosessen, som viser sensitiv leire fra ca. 2 m dybde i borpunktet.
- I Terminalbukta, på sjø, er sprøbruddmaterialets tilstedeværelse og beliggenhet noe mer usikker da det er færre utførte undersøkelser, og lite opptak av prøver. Basert på klassifiseringsdiagrammene fra CPTu 115 (ref. datarapport /7/) er det antatt at mulig sprøbruddmateriale kan befinner seg under ca. 10 m dybde og overgang mellom sensitiv og ikke-sensitiv leire følger derfor denne indikasjonen og legges parallelt med sjøbunnen.
- Mellom borpunkt N3-VB2 og 115, en annen tidligere utført vingeboring,N3-VB1[2]. Borpunktet viser i utgangspunktet at omrørt skjærfasthet er tilsynelatende over 2 kPa, bortsett fra det øverste par meterne. På grunn av at vingeboring ikke alltid er pålitelige med tanke på hvor godt ble leira omrørt under boring, er det valgt å ikke benyttet N3-VB1 videre i vurderingen.



Figur 5-1 Utklipp av tolket lagdeling langs Snitt B-B. Se tegning -RIG-TEG-700 for bedre oppløsning.

5.4 Tolkning av materialparametere

Tolkning og valg av materialparametere er forankret i NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7-1) /4/ punkt 2.4.5.2(2)P. Fra Eurokode 7-1:

Den karakteristiske verdien av en geoteknisk parameter skal velges som et forsiktig anslag for den verdien som har betydning for grensetilstanden.

[1] Borpunktet er digitalisert fra NGIs rapport 74034-01. Opprinnelige borhullsnavn i rapporten er P10-L2/P9-L2. Se ellers Vedlegg A for oversikt over digitaliserte borhull.
[2] Borpunktet er digitalisert fra NGIs rapport 74034-01. Opprinnelige borhullsnavn i rapporten er P10-S2. Se ellers Vedlegg A for oversikt over digitaliserte borhull.

5.4.1 Kvalitet på felt- og laboratorieundersøkelser

Kvaliteten på laboratorieundersøkelsene og feltarbeid relatert til Multiconsults supplerende grunnundersøkelser er nærmere diskutert i datarapport 10208614-02-RIG-RAP-001_rev01 /7/, men kort oppsummert herunder.

Alle utførte trykksonderinger med poretrykksmåling (CPTu) i henhold til anvendelsesklasse 1, som ifølge NVE-veilederen /1/ bør oppnås for bestemmelse av fasthetsparametere.

Både enaksiale trykkforsøk og treaksialforsøk viser tegn på prøveforstyrrelse, noe som ikke er uvanlig i sensitive leirer, og leirer med høyt siltinnhold. Enaksiale trykkforsøk viser hovedsakelig en relativ høy bruddtøyning (> 5%) og enkelte kurver viser prøveforstyrrelse. Treaksialforsøkene viser også noe varierende prøvekvalitet. Treaksialforsøkene kan generelt klassifiseres som dårlig ut ifra poretall og utpresset porevann, med unntaksvis noen forsøk som viser brukbar prøvekvalitet.

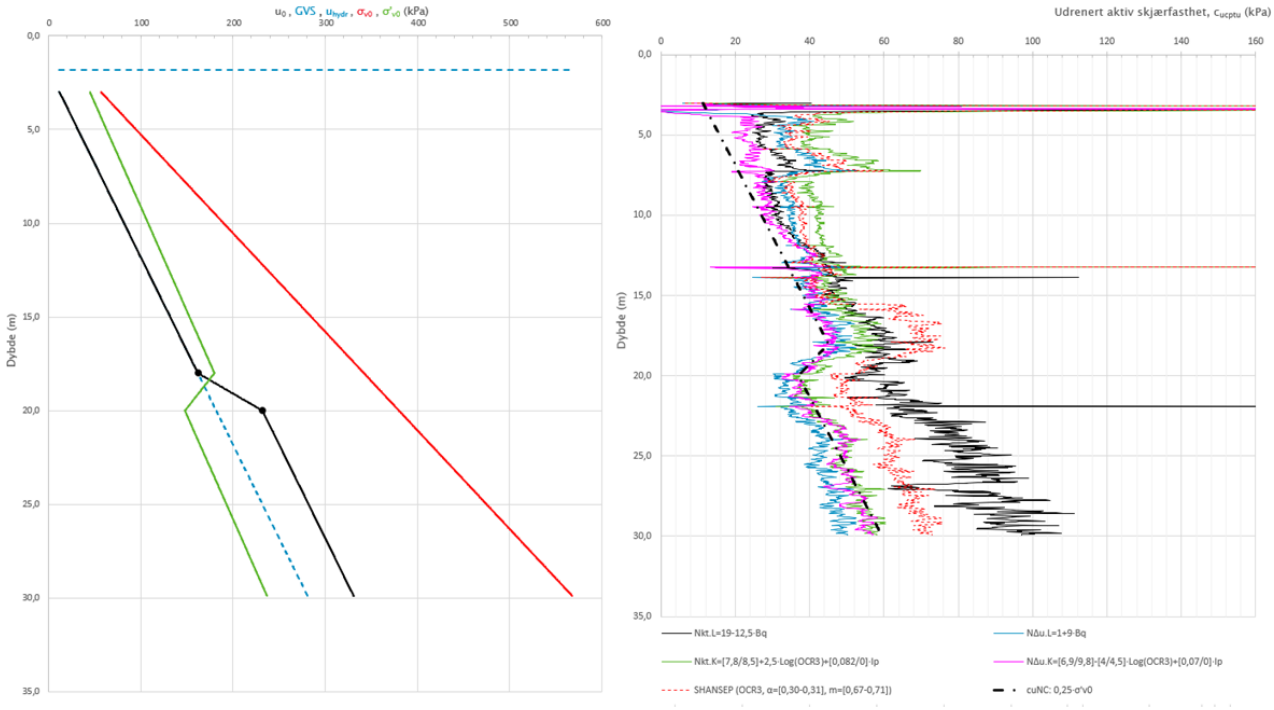
Kvalitet på utførte laboratorieundersøkelsene i tidligere grunnundersøkelser er ofte ikke oppgitt, og det er derfor vurdert å ikke vektlegge i like stor grad de resultatene som måtte avvike fra de generelle trender identifisert av de fleste andre grunnundersøkelser i samme området.

5.4.2 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannstand i beregningene er lagt inn til kote 0, på nivå med normalvannstand.

I stabilitetsberegninger benyttes etter anbefalinger i NVE-veileder 7/2014 /1/vannstand tilsvarende laveste lavvann med 20 års gjentaksintervall, -105 cm under normalnull i NN2000, hentet fra nivåskisse med de viktigste vannstandsnivåene og ekstremverdier på Kartverkets sin nettside, ref. kartverket.no/sehavniva.

Alle CPTuer fra Lierstranda vest, Lierterminalen og den vestre delen av Tømmerterminalen viser en reduksjon av tolket skjærfasthet ved ca. 20 m dybde, og tolkningsprofiler viser styrke langt lavere enn $0{,}25 \cdot \sigma'_{v0}$ linje (NC-linje) ved hydrostatisk poretrykk. En mulig forklaring vil kunne være et poreovertrykk i dybden, der leira ikke er fullstendig konsolidert. Det er sannsynlig at konsolideringsprosess fortsatt er pågående og at poreovertrykk har ikke dissipert ut ennå. Ved å introdusere ca. 50 kPa poreovertrykk i dybden i CPTu-tolkningsverktøy vil $0{,}25 * \sigma'_{v0}$ linje NC-linjen overlapper relativt godt med tolket skjærfasthet tolkningsprofiler, se Figur 5-2. For effektivspenningsanalyser er det derfor også utført stabilitetsberegninger med poreovertrykk 50 kPa fra ca. 20 m dybde. Denne forutsetningen anses som konservativ, men må likevel undersøkes med installasjon av poretrykksmålere i senere fase. Målingene vil kunne gi ytterligere grunnlag for tolkning av karakteristiske udrenerte skjærfasthetsprofiler og redusere usikkerheter knyttet til tolkningen.



Figur 5-2: Data fra CPTu utført av Multiconsult i 2019 ved borpunkt 101A. Til venstre vises det fordeling av effektiv- og totalspenning i dybden basert på gitt poretrykkfordeling (eksempelvis 50 kPa fra 20 m dybde). Til høyre er det plottet ulike tolkningsprofiler for udrenert skjærfasthet og den svarte stiplet linje representerer NC-linje med poreovertrykk i dybden.

5.4.3 Effektivspenningsbaserte materialparametere (aφ-analyse, drenert)

Valgte effektivspenningsbaserte styrkeparametere (friksjonsvinkel og kohesjon/attraksjon) er vurdert med bakgrunn i utførte aktive treaksialforsøk (CAUa), med støtte i erfaringstall i det tilfellet der verdier tolket ut fra disse forsøkene ikke faller inn under omforente tillittsintervaller som er typiske for det aktuelle materialet. Tolkning baserer seg på treaksialforsøk fra Multiconsults borpunkt 114 i Terminalbukta, som er vurdert å gi representative resultater for kohesjonsmasser ettersom det er ikke forventet geologiske forskjeller avhengig av delområdene. For siltig leire/leirig silt tolkes det en friksjonsvinkel på 30° ut ifra et samleplott av treaksialforsøkene, men det er valgt konservativt å anta en karakteristisk verdi på 27° ettersom den samsvarer bedre med en typisk friksjonsvinkel for leire.

For massetyper som ikke egner seg til prøvetaking benyttes erfaringsverdier.

Valgte effektivspenningsbaserte styrkeparametere er angitt i Tabell 5-1. For deres tolkning ut ifra aktive treaksialforsøk vises det til Vedlegg C.

Tabell 5-1: Karakteristiske effektivspenningsbaserte materialparametere (drenert, aϕ-analyse)

Jordtype	Tyngdetetthet, ϒ [kN/m³]	Friksjonsvinkel, φ [°]	attraksjon, a [kPa]
Eksisterende toppfylling (grove sandig og grusig fyllmasser/sprengstein)	19*	40*	-
Siltig leire / leirig silt (uavhengig av sprøbruddegenskaper)	19	27	7
Bunnmorene	20*	40*	-

*erfaringstall

5.4.4 Totalspenningsbaserte materialparametere (ADP-analyse, udrenert)

Etablering av skjærfasthetsprofiler er basert på følgende, i prioritert rekkefølge, iht. NIFS rapport 77/2014 /20/:

- Treaksialforsøk av god kvalitet (kvalitetsklasse 1)
- CPTu (Anvendelsesklasse 1)
- Erfaringsverdier (cu,A/σ'_{v0}, SHANSEP)
- Konus/enaks/vingebor

For valg av designlinje for skjærfasthet skal det legges størst vekt på treaksialforsøk med tilfredsstillende kvalitet og CPTU-sonderinger i anvendelsesklasse 1. Der tolkningen av udrenert skjærfasthet er basert på korrelasjoner med bruk av blokkprøver (CPTU-tolkning og SHANSEP), er skjærfasthet for designlinje redusert med 15 % i sensitiv leire i stabilitetsberegningene.

Multiconsult benytter seg av regnearket utviklet av Statens Vegvesen for tolkning og presentasjon av CPTu-sonderingene (versjon 2019.05). Tolkningene er basert på dagens anerkjente metoder og gir mulighet for tolkning av udrenert skjærfasthet i henhold til blant annet Lunne mfl. /18/ og Karlsrud mfl. /19/. Laboratoriedata fra prøvetaking er lagt inn i regnearket og benyttes i korrelasjonene.

Figur *5-3* og Figur 5-4 viser hhv. tolkede karakteristiske skjærfasthetsprofiler for borpunkt 101A og 115. Det er generelt funnet god overensstemmelse med treaksialforsøk og de ulike tolkingsmodeller av skjærstyrke, selv om kvaliteten på tilgjengelige spesialforsøk er ikke alltid optimal på grunn av prøveforstyrrelse. Følgende viktige momenter bør bemerkes:

- På grunn av manglende prøvetaking er CPTu i 115 kalibrert mot laboratoriedata hentet fra Multiconsults CPTu 114. Dette gjøres fordi de to sonderingene viser lignende oppførsel og deres lokasjon er på omtrent samme sjøbunnskote, ref. datarapport /7/.
- Treaksialforsøk er tegnet inn. Forsøkene viser ikke kvalitet tilsvarende kvalitetsklasse 1, så det er lagt størst vekt på CPTu-ene.
- Begge trykksonderingene i 101A og 115 viser betydelig reduksjon i skjærstyrke under hhv. ca. 18 og 25 m. Dette er et tilbakevendende kjennetegn som kan observeres ut ifra mange sonderinger i området, både nye og gamle. Som beskrevet i kap.5.4.2, kan dette skyldes poreovertrykk i dybden.
- Som forventet viser grunn- og laboratorieundersøkelser en viss overkonsolidering på land ned til ca. 10 m dybde. På sjø indikerer undersøkelsene tilnærmet normalkonsolidert leire.
- Tolket udrenert skjærfasthet i løsmassene på land er betydelig høyere i det øvre laget enn normalkonsolidert skjærfasthet på sjø – se borpunkt 101A kontra borpunkt 115.
- Et $c_{u,A}/p_0$'-forhold på 0,25 (typisk styrke for normalkonsolidert leire) ser ut til å være representative for begge trykksonderingene, med unntak av det øvre delen av CPTu i 101A.
- I tolkningen av karakteristisk skjærstyrkeprofil er det generelt valgt å vektlegge N_{du} for korrelasjonene fra Lunne og Karlsrud, på grunn av tydelig poretrykksrespons. Inputverdier fra laboratoriedataene benyttet i korrelasjonen er vist i opptegning av CPTuene.
- Det er ikke utført passive treaksialforsøk eller direkte skjærforsøk for bestemmelse av anisotropiforhold. Anisotropiforholdene for beregninger basert på korrelasjonene angitt i NIFS-rapport 11/2014 /21/. Anbefalte korrelasjoner benytter seg av målt plastisitetsindeks for å estimere anisotropiforhold (ADP-forhold). Laboratorieundersøkelser på opptatte prøver

viser at plastisitetsindeksene generelt ligger rundt eller under 10% med noe lokale høyere verdier /7/. Følgende ADP-forhold er benyttet i beregningene:

$c_{u,D}/c_{u,A}$ = 0,63 og $c_{u,P}/c_{u,A}$ = 0,35.

Valgte karakteristiske jordparametere for totalspenningsanalyse er presentert i Tabell 5-2.

Tabell 5-2: Karakteristiske totalspenningsbaserte materialparametere (udrenert, ADP-analyse)

Jordtype	Tyngdetetthet ϒ [kN/m³]	Friksjonsvinkel φ [°]	attraksjon, a [kPa]	Skjærstyrke s_u [kPa]	Anisotropifaktorer		
					Aktiv Aa [-]	Direkte Ad [-]	Passiv Ap [-]
Eksisterende toppfylling	19*	40*	-	-	-	-	-
Siltig leire / leirig silt	19	27	7	s_u – profil**	1,00	0,63	0,35
Sprøbrudd-materiale	19	-	-	s_u – profil**	0,85	0,63	0,35
Morene	20*	40*	-	-	-	-	-

*erfaringstall

** se Figur 5-3 og Figur 5-4

5.4.5 Bruk av skjærfasthetsprofiler i stabilitetsberegninger

Karakteristiske skjærfasthetsprofiler tolket ut fra trykksonderinger brukes i utgangspunkt sammen med de borpunktene de er tolket ut fra. I mangel av trykksonderinger, og for å oppnå en bedre interpolering av skjærstyrke i beregningsprogrammet, brukes skjærfasthetsprofiler fra de nærmeste borpunkter.

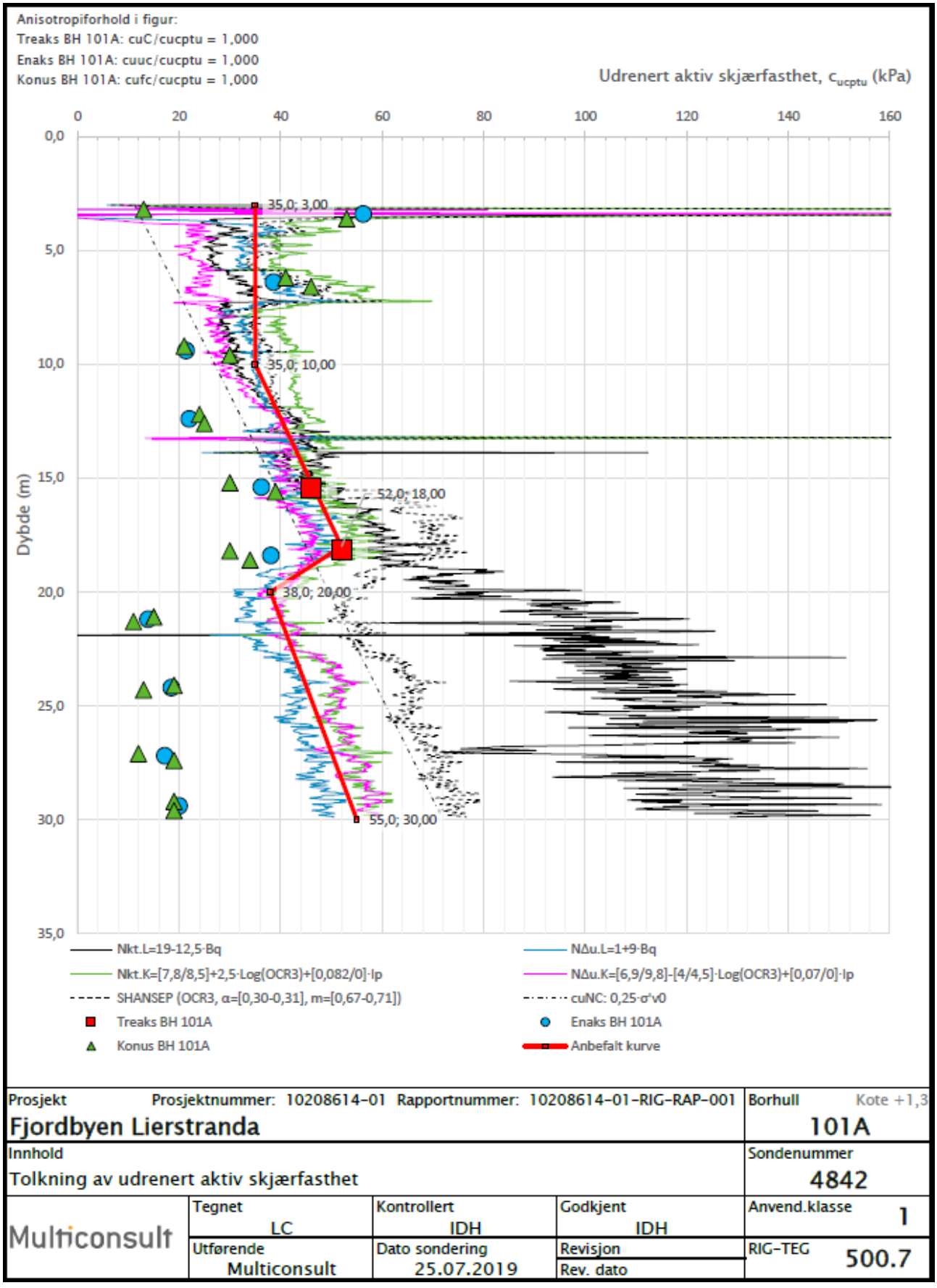
Følgende viktige antagelser i utførte stabilitetsberegninger bør nevnes:

For å få et realistisk bilde av stabilitetsforholdene er det viktig å bruke realistiske karakteristiske skjærfasthetsprofiler i strandsonen. Store geologiske forskjeller og betydelige skråningshøyder gjør ofte at interpolering utført av beregningsprogrammet ikke alltid er optimalt. Mellom borpunkt 101A på land og 115 er det benyttet et skjærfasthetsprofil som tar hensyn til overkonsolideringseffekten fra fyllingen.

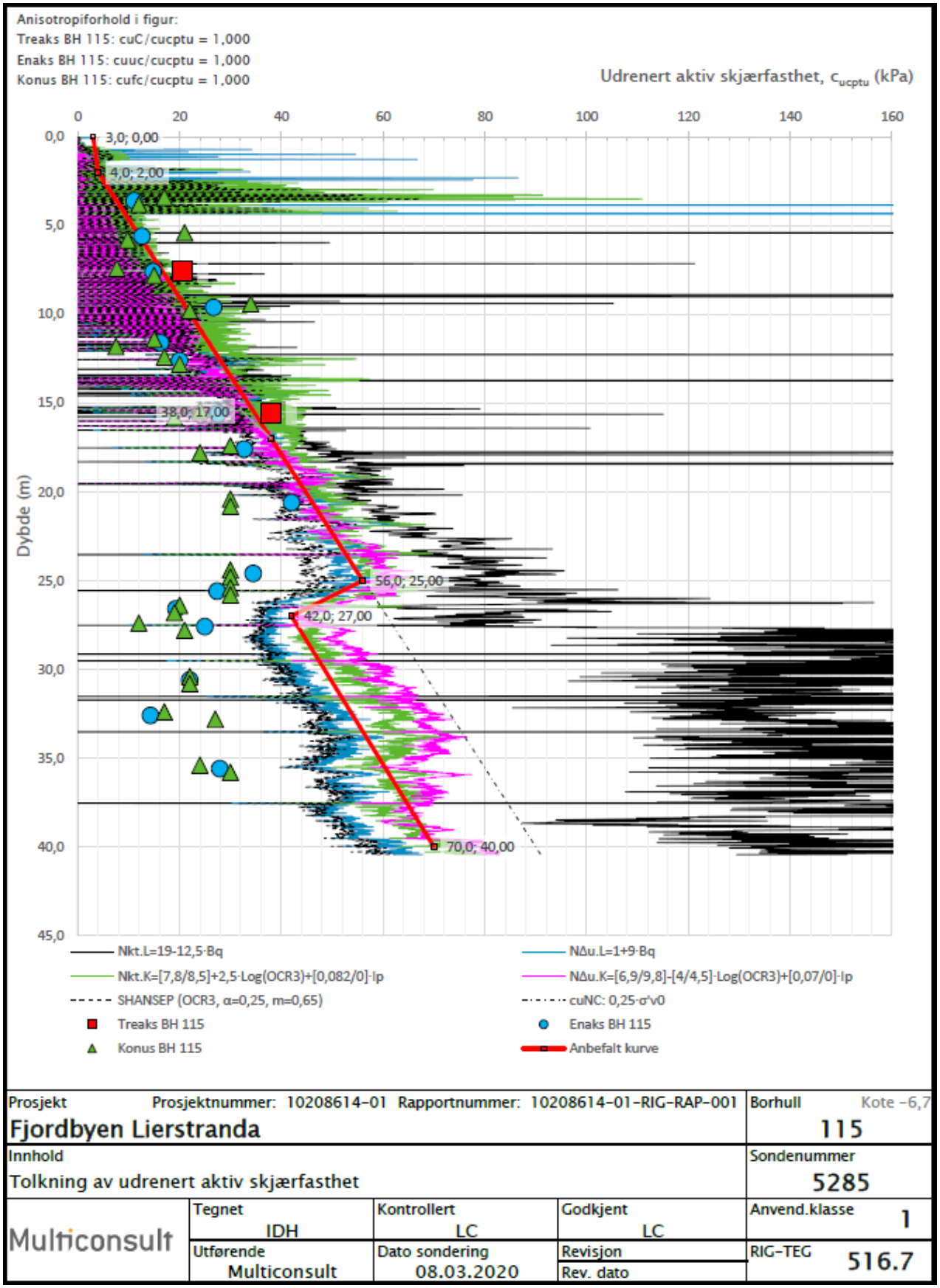
Beregning av profilet tar utgangspunktet i et forhold mellom udrenert skjærstyrke og effektiv overlagringstrykk på 0,25 som anses å være representativ for området basert på borpunkt 101A. Sammenligning av de øverste 5 m av beregnet profilet med vingeboringene N3-VB1 og N3-VB2 viser rimelig godt samsvar. Derunder antas lineær økning av skjærfasthet med en reduksjon ved ca. 20 m dybde, konsistent med oppførsel påvist i de andre trykksonderingene fra området.

De tre benyttede su-profiler er vist i samleplott i Figur 5-5.

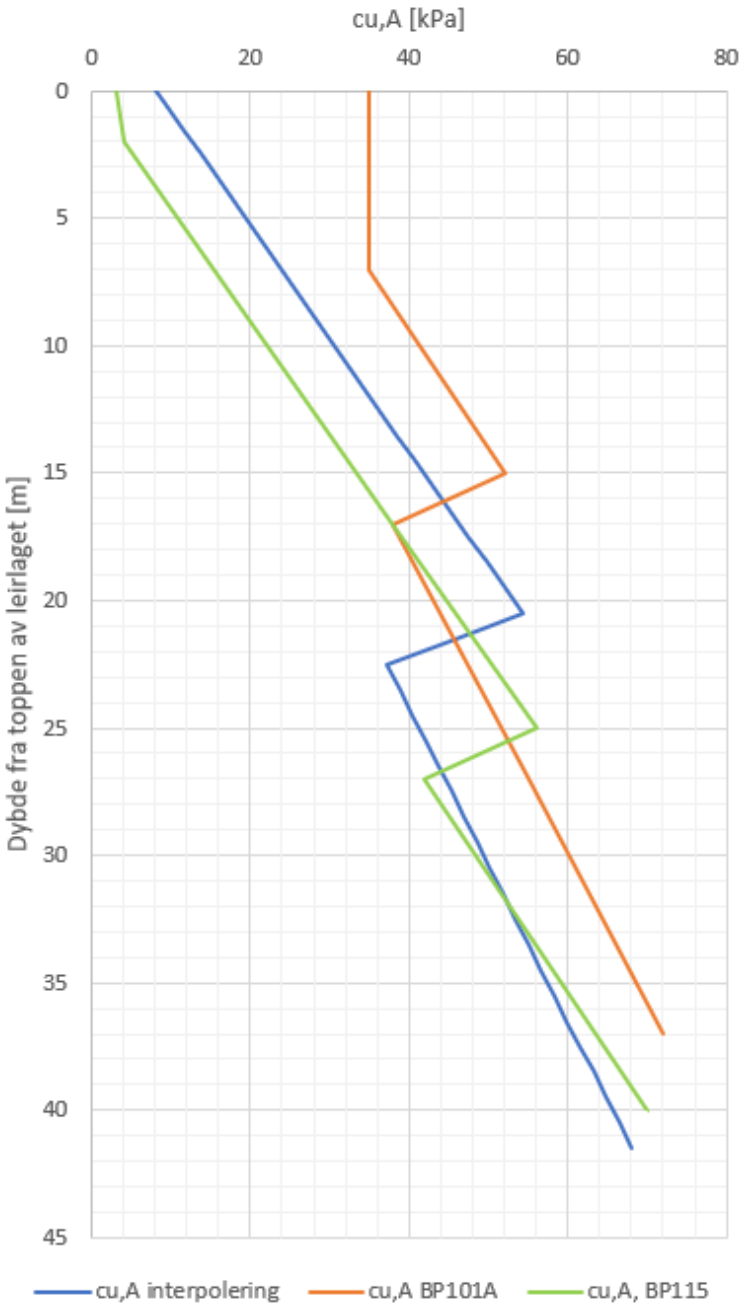
På grunn av at prosjektet er i en tidlig fase er det som grunnlag for dette notatet valgt å legge en viss grad av konservatisme for etablering av skjærfasthetsprofiler. Opptak av dype høykvalitets prøver samt dype poretrykkmålinger i senere faser vil kunne redusere usikkerhet knyttet til tolkning av fasthetsverdier.



Figur 5-3*: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet $s_{u,A}$ for borpunkt 101A. I figuren er $s_{u,A}$ verdier fra CPTu og treaksialforsøk plottet sammen med udrenert direkte skjærfasthet $s_{u,D}$ verdier fra konus og enaksiale trykkforsøk.*



Figur 5-4: Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet $s_{u,A}$ for borpunkt 115, kalibrert med laboratoriedata fra borpunkt 114. I figuren er $s_{u,A}$ verdier fra CPTu og treaksialforsøk plottet sammen med udrenert direkte skjærfasthet $s_{u,D}$ verdier fra konus og enaksiale trykkforsøk. Det gjøres oppmerksom på at utførelse er noe forstyrret av bølger, men at dette ikke påvirker undersøkelseskvalitet ettersom sondering er i henhold til anvendelsesklasse 1 likevel.



Figur 5-5: Samleplott av benyttede su-profiler i beregninger

5.5 Dimensjonerende laster

Utredning av flom og stormflo indikerer at det er aktuelt med oppfyllingsnivå på kote +2,55 i forbindelse med oppføring av nye konstruksjoner /14/. Dette innebærer at området skal fylles opp med min 0,5-1 m fyllmasser. I stabilitetsberegninger modelleres tilleggslasten med en jevnt fordelt dimensjonerende last på 20 kPa (tilsvarende ca. 1 m oppfylling). På samme måte er det i tillegg benyttet en karakteristisk trafikklast/nyttelast på 15 kPa /17/ med lastfaktor $\gamma_{Q,1} = 1{,}30$, som gir en design terrenglast på 19,5 kPa. Totalt påføres det en dimensjonerende jevnt fordelt terrenglast på ca. 40 kPa.

For å kunne ha forståelse av last innvirkningen på stabilitetsforhold, er det utført flere stabilitetsberegninger med påføring av terrenglast som vist i Tabell 5-3:

Tabell 5-3: Påføring av terrenglast

Dimensjonerende terrenglast	Påføringsområdet	Beregningsmål
0 kPa	-	Dagens forhold
40 kPa	Helt ut til strandkanten	Vurdere innvirkning av 1 m oppfylling helt ut til strandkanten for eventuelt avgrense områdene der oppfylling ikke er tillatt
40 kPa	Så nærmere strandkanten som mulig slik at den ikke påvirker stabilitetsforhold	Finne begrensningslinje for å avgrense området med behov for eventuelle sikringstiltak

5.6 Programvare

GeoSuite Stability versjon 16.1.5.0 med beregningsmetode BEAST 2003 er benyttet som beregningsverktøy. For sirkulærsylindriske skjærflater benyttes søkemetode Rtangent. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum.

Det er også mulig å definere egne skjærflater i programmet, eksempelvis plane skjærflater. I tillegg kan programmet automatisk justere valgte kritiske sirkulærsylindriske skjærflater til optimaliserte sammensatte skjærflater. Om nødvendig benyttes styring av søkeområdet for kritiske skjærflater for å unngå urealistiske/uønskede skjærflater (for eksempel lokal overflateglidning ved skråningshelning større enn friksjonsvinkelen).

5.7 Bruk av 3D effekter i stabilitetsberegninger

Vurdering av områdestabilitet i geoteknisk sammenheng baseres som regel på 2D beregningssnitt, selv om det er ofte hensiktsmessig å inkludere 3D-effekter når topografiske forhold tillater det.
I bakgrunn av det som er allerede beskrevet i kap. 4.7 i forbindelse med sideveis utbredelse av retrogressive skred, og dermed i å definere positive bidrag av typisk bukt bunntopografi samt avgrensning av sprøbruddmateriale i øst og vest, er det valgt å inkludere en forsiktig antatt 3D-effekt i stabilitetsberegningene for snitt B-B.

I GeoSuite legges 3D-effekt inn som en faktor lik 2/L, der L er breddeavgrensning av et av skred. L er satt til 260 m, tilsvarende lengde av strandkanten på Lierterminalen som er omtrent parallelt med sjøbunnskotene. 100% utnyttelse av 3D-effekten er erfaringsmessig for stor. Det er normal praksis å utnytte 50 % av sidefriksjonen, som gir 3D side friction =1/L.

➔ Dette tilsvarer en «3D side friction» faktor i beregningsprogrammet på 0,004 for L=260m

Mer om teoretisk bakgrunn kan leses i SVV Håndbok V220 /16/ som støtter seg på en rekke andre publikasjoner. Bidrag fra 3D-effekter vil også vurderes med bakgrunn i empiriske erfaringsverdier. Normalt sett vurderes 3D-effekter/sidefriksjon å gi en forbedring av sikkerhetsfaktor mellom 5-15%.

5.8 Resultater fra stabilitetsanalyser

Stabilitetsanalysene for de representative profilene er utført for udrenerte totalspenningsanalyse (ADP-analyse, anisotrop jordmodell) og for drenert effektivspenningsanalyse (aφ-analyse).

5.8.1 Dagens situasjon

Drenerte beregninger viser en høy sikkerhetsfaktor (ca. F≈3), og dermed tilfredsstillende sikkerhet for dagens situasjon.

For udrenert totalspenningsanalyse (ADP-analyse) uten bruk av 3D-effekter gir beregninger sikkerhetsfaktor F=1,3, og viser ikke tilfredsstillende stabilitet.

Ved introduksjon av 3D-effekter øker sikkerhetsfaktoren for kritisk skjærflate med 8 % og gir en sikkerhetsfaktor F= 1,38 (≈1,4). Dette er i godt samsvar med erfaringsmessige verdier for 3D-effekter, som vanligvis medføre en forbedring av sikkerhet i intervallet 5-15% og ansees som et forsiktig tillegg. Idet resultatet vurderes å være pålitelig og konsistent, opprettholdes derfor 3D-effekter i alle de resterende stabilitetsanalyser for udrenerte beregninger. Med bidrag fra 3D-effekter er dagens sikkerhet tilfredsstillende.

Resultat fra stabilitetsberegninger er vist på tegninger -RIG-TEG-800.1 t.o.m. -RIG-TEG-800.4. Beregnet partialfaktor for kritiske skjærflater er presentert i Tabell 5-4.

Tabell 5-4: Oppsummering av resultater fra dagens stabilitetsberegninger i GeoSuite. Det er kontrollert flere kritiske skjærflater, men kun de mest representative eller de mest kritiske er presentert i tabellen. Det henvises til tegninger for ytterligere informasjon og visualisering av alle beregnet skjærflater.

Tegnings nr.	Analyse	Beskrivelse	Sikkerhetsfaktor F	«3D side friction» faktor	Merknad
-800.1	ADP	Udrenert beregning, uten terrenglast*	1,30	0	Ikke tilfredsstillende sikkerhet – kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate er nokså dyp og omfatter strandsonen
-800.2	ADP	Udrenert beregning uten terrenglast*	1,38 ≈ 1,4	0,004	Tilfredsstillende sikkerhet basert på konservativ vurdering av 3D effekt
-800.3	aφ	Drenert beregning uten terrenglast*	3,06 (lokal) / 4,27	0	Ikke kritisk
-800.4	aφ	Drenert beregning uten terrenglast*, med poreovertrykk**	3,04 (lokal) / 3,52	0	Ikke kritisk

* se kap. 5.5 for beskrivelse av lasteforhold
** se kap. 5.4.2 for vurderinger rundt poretrykksfordeling

5.8.1 Fremtidig situasjon

Det er foretatt vurderinger og analyser med tanke på fremtidig inngrep i tiltaksområdet med oppfylling og tilleggslast på landarealer. Beregninger for dagens situasjon viser at drenerte stabilitetsberegninger ikke vil være kritiske, og det er kun utført beregninger på totalspenningsanalyser for fremtidig situasjon. Stabilitetsberegninger, utført med både sirkulærsylindriske og plane skjærflater, viser at belastning av området helt ut til strandkanten forverrer dagens stabilitetsforhold slik at beregningsmessig stabilitet ikke er tilfredsstillende (F<1,4).

Det er undersøkt hvor langt ut mot Terminalbukta området kan belastes slik at kritisk skjærflate ikke påvirkes av tilleggslast i bakkant. Utførte beregninger viser at begrensningslinje ligger ca. 50 m bak strandkanten. Oppfylling mot Terminalbukta utover denne begrensningslinja må forutsettes utført kompensert med masseutskifting/bruk av lette masser (evt. bruk av andre stabiliserende tiltak ref. avsnitt 6.). Beregningene er utført med 40 kPa last, men det er kontrollert at sirkulære skjærflater ikke påvirkes dersom lasten økes.

Plane skjærflater vil påvirkes av lastøkning, også i bakkant av 50m-sonen. For å kunne opprettholde tilfredsstillende sikkerhet i alle kontrollerte skjærflate, inkl. plane, kan tilleggsbelastning på land være maksimalt 50 kPa.

Resultater fra stabilitetsberegninger er vist på tegninger -RIG-TEG-801 t.o.m. -RIG-TEG-802.1. Beregnet partialfaktor for kritiske skjærflater er presentert i Tabell 5-5.

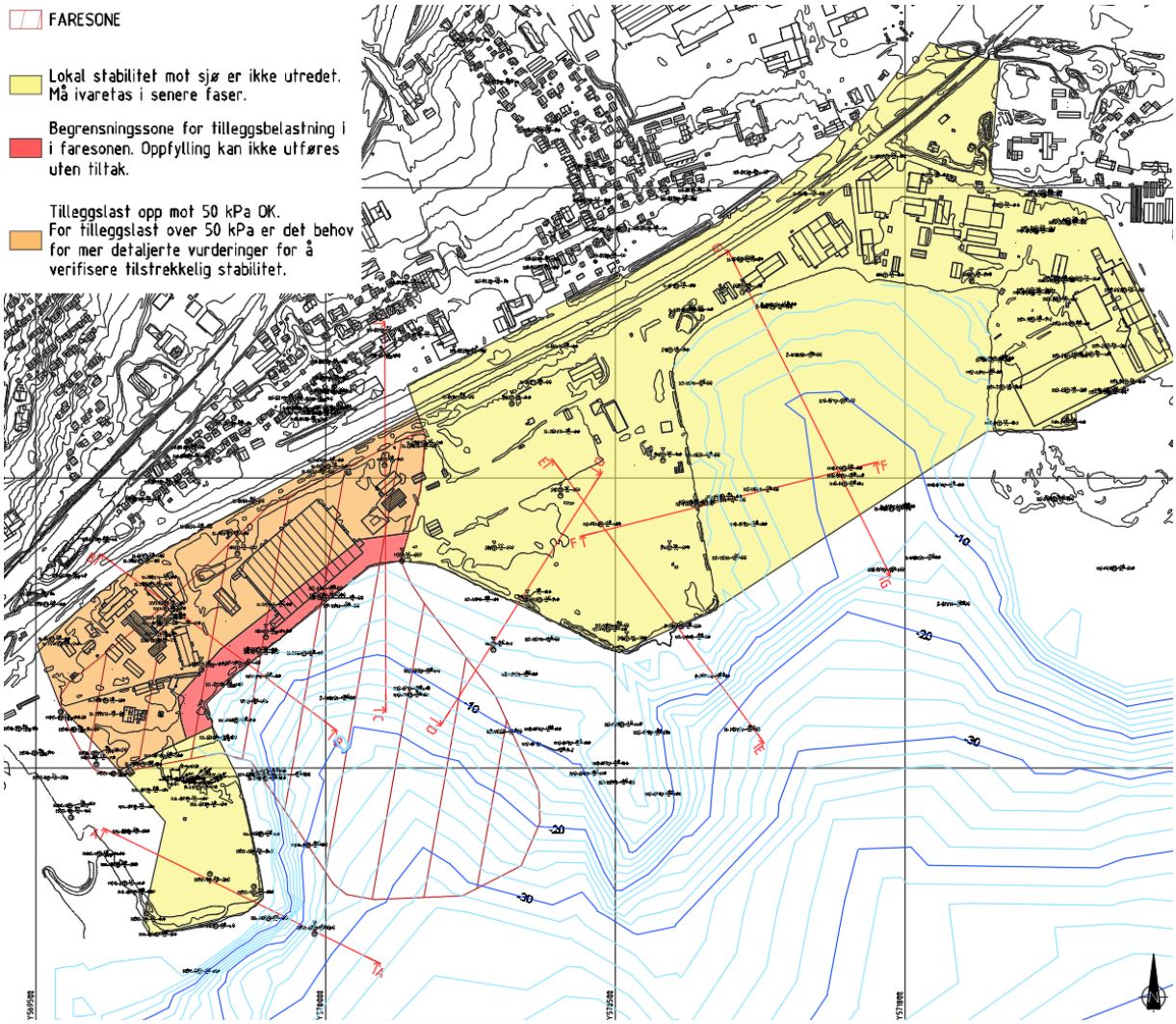
Tabell 5-5: Oppsummering av resultater fra stabilitetsberegninger i GeoSuite etter oppfylling. Det er kontrollert flere kritiske skjærflater, men kun de mest representative eller de mest kritiske er presentert i tabellen. Det henvises til tegninger for ytterligere informasjon og visualisering av alle beregnet skjærflater.

Tegnings nr.	Analyse	Beskrivelse	Sikkerhetsfaktor F	«3D side friction» faktor	Merknad
-801	ADP	Udrenert beregning med terrenglast* helt ut til strandkanten	1,03	0,004	Lokal kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate i strandsone
-802.1	ADP	Udrenert beregning med terrenglast* 50 m bak strandkanten	1,38 ≈ 1,4	0,004	Tilfredsstillende sikkerhet for sirkulære skjærflater. Introduksjon av tiltak mot fremtidige inngrep og pålegging av begrensninger i områdesreguleringsplan
-802.2	ADP	Udrenert beregning med 50 kPa, 50 m bak strandkanten	1,45	0,004	Plan skjærflate

*se kap. 5.5 for beskrivelse av lasteforhold
** se kap. 5.4.2 for vurderinger rundt poretrykksfordeling

5.8.2 Oppsummering beregningsresultater

- I en sone 50 m fra strandkanten (markert med rødt) tillates ikke tilleggslast uten tiltak, og det er etablert en begrensningssone
- Fra begrensningssonen og videre mot jernbanen tillates tilleggslast opp mot 50 kPa (markert med oransje).



*Figur 5-6: Utklipp fra RIG-TEG-*004_rev01*, situasjonsplan med begrensinger til tilleggsbelastning*

6 Konklusjoner

6.1 Rev 02:

Det er tidligere etablert en faresone for områdeskred ved profil B-B i Lierterminalen. Langs dette profilet er sjøbunnshelning slakere enn 1:6 (jevn hellende sjøbunn på ca. 1:10 – 1:11) og antatt sprøbrudd/kvikkleire ligger relativt dypt ut i sjø. Med referanse til pkt. 3 i Tabell 3.1 i NVE-veileder 1/2019 /22/ og avsnitt 3.1.2 i ekstern rapport 9/2020 /23/, ansees det derfor som lite sannsynlig at potensielle skred initierer i sjø og at disse når helt inn til land. Som følge av dette, og siden terrenget på land er flatt, er det ikke lenger grunnlag for opptegning av faresonen i området. Tidligere etablert faresone utgår, og det konkluderes med at det ikke er fare for områdeskred.

Forutsatt at fundamentering til tiltakene etableres kompensert eller på peler, vil dette ikke medføre forverring av stabilitet. Etablering av Fjordbyen medfører også oppfylling av landområdene med minimum 1 m fylling. Lokalstabilitet i strandsonen må likevel ivaretas, og begrensningssone for tilleggslast på 50 m fra dagens strandkant for hele Lierterminalen opprettholdes med mindre det innføres tiltak i forkant. Oppfylling langs strandsonen kan utføres kompensert (uten tilleggsbelastning), med masseutskifting og oppfylling med lette masser. Alternativt vil styrken i leira kunne økes ved bruk av kalksementpeler, eller det kan etableres motfylling i Terminalbukta. Begge disse alternative tiltakene anses på nåværende tidspunkt som mer kostbare og mer utfordrende med tanke på anleggsgjennomføring, sammenlignet med bruk av lette masser. Dokumentasjon av lokalstabilitet og overnevnte tiltak må detaljprosjekteres i senere fase.

Beregninger som er utført i 2020 er utført med 15% reduksjon i aktiv skjærstyrke samt 3D effekter, og tilfredsstillende sikkerhet iht. kravene i NVE-veileder 7/2014 ($\gamma_M \geq 1{,}4$) var oppnådd. Dersom beregningene skal være i henhold til NVE-veileder 1/2019 skal de utføres uten reduksjon av skjærfasthet, noe som vil føre til at tilfredsstillende sikkerhet oppnås også uten 3D effekter. Dette gjøres ikke i forbindelse med oppdatering av dette dokumentet gitt at vurdering av områdestabilitet som er utført konkluderes med at det ikke er fare for områdeskred, og må ivaretas av geoteknisk prosjekterende i senere fase av prosjektet.

Overnevnte støttes av uavhengig kontrollør NGI. Dokumentasjon på dette er lagret som en e-post korrespondanse mellom NGI og Multiconsult, det vises til Vedlegg D.

Utredning av områdestabilitet iht. ny NVE-veileder 1/2019 /22/ avsluttes derfor med følgende konklusjoner:

- ➔ Tidligere opptegnet faresone (ref. vedlagt tegning -RIG-TEG-004 fra 2020) utgår med bakgrunn i topografiske/batymetriske forhold samt beliggenhet av sprøbruddmateriale/kvikkleire. Det er dermed ikke fare for områdeskred i prosjektet.
- ➔ Utredningen av områdestabilitet omfatter kun stabiliteten innenfor tidligere etablert faresone ved Lierterminalen. Lokalstabilitet må ivaretas for hele tiltaksområdet og opprettholdes i alle faser av prosjektet. Dette krever detaljprosjektering i senere faser.
- ➔ For å opprettholde tilfredsstillende stabilitet for framtidig situasjon på Lierstranda med oppfylling på landareal opprettholdes en 50 m bred begrensningssone der det ikke tillates tilleggsbelastning, med mindre det innføres tiltak i forkant. Dette krever detaljprosjektering i senere faser.

6.2 Rev 00-01:

Grunnundersøkelsene viser at det er et sammenhengende lag med sprøbruddmateriale, til dels kvikkleire, i området Lierterminalen og Lierstranda Vest, ut mot Terminalbukta. Grunnundersøkelser og vurderinger i denne rapporten har gitt grunnlag til å etablere og avgrense en ny faresone med høy

faregrad, alvorlig skadekonsekvensklasse og risikoklasse 4. Etter Fjordbyens planlagte utbygging vil klassifisering av faresonen endres til meget alvorlig skadekonsekvensklasse og risikoklasse 5.

Stabilitetsanalyser viser at dagens skråningsstabilitet mot Terminalbukta er tilfredsstillende, med en beregningsmessig sikkerhetsfaktor F=1,4 for udrenert beregning og F≈3 for drenerte beregninger.

➔ Områdestabiliteten for dagens situasjon er iht. TEK17 og NVE-veileder 7/2014 tilfredsstillende

Etablering av Fjordbyen medfører oppfylling av landområdene med minimum 1 m fylling. Tilleggsbelastning på land reduserer stabiliteten, og beregninger viser at det ikke kan innføres tilleggsbelastning nærmere enn 50 m fra dagens strandkant for hele Lierterminalen dersom krav til område- og lokalstabiliteten skal opprettholdes.

➔ For å opprettholde tilfredsstillende områdestabilitet for framtidig situasjon på Lierstranda med oppfylling på landareal etableres en 50 m bred begrensingssone der det ikke tillates tilleggsbelastning, med mindre det innføres tiltak i forkant.

Oppfylling langs strandsonen kan utføres kompensert, med masseutskiftning og oppfylling med lette masser. Alternativt vil skjærstyrken i leira kunne økes ved bruk av kalksementpeler, eller det kan etableres motfylling i Terminalbukta. Begge de alternative tiltakene anses som langt mer kostbare og mer utfordrende med tanke på anleggsgjennomføring, sammenlignet med bruk av lette masser.

Det anbefales at det gjøres mer detaljert kartlegging av grunnforhold, inklusiv i Terminalbukta, i forkant av detaljprosjektering av tiltak. Undersøkelsene bør inkludere dybde høykvalitets prøver og poretrykkmåleringer.

Det vil være behov for detaljprosjektering av kompensert oppfylling på Lierterminalen, samt vurdering av lokalstabilitet i strandsonen i hele tiltaksområdet. Vurdering av avslutning mot strandkanten og behov for erosjonssikring skal inngå i detaljprosjektering.

➔ Lokalstabilitet må ivaretas i alle faser. Dette notatet omhandler kun stabilitet innenfor etablert faresone, men det vil være viktig å lokalstabilitet mot sjø for hele tiltaksområdet, i alle faser.

Forutsetninger som ligger til grunn for denne rapporten må ivaretas i detaljprosjektering- og i byggefasen for planlagt utbygging og grunnarbeid. Stabilitetsforholdene må ivaretas i alle faser, både midlertidig og permanent tilstand.

Foreliggende notat skal kvalitetssikres av uavhengig foretak iht. NVE-veileder 7/2014.

7 Referanser

/1/ Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper», NVE, Veileder 7/2014, Apr. 2014.

/2/ Standard Norge, «NS-EN ISO 9001:2015: Ledelsessystemer for kvalitet – Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, NS-EN ISO 9001:2015, Sep. 2015.

/3/ Standard Norge, «Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016.

/4/ Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997:1-2004+A1:2013+NA:2016.

/5/ Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), Høringsdokument nr. 3/2019. Revisjon av NVE-veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper», NVE, Veileder 7/2014, Feb. 2019.

/6/ Multiconsult Norge AS, rapport 10208614-01-RIG-NOT-001 rev. 00, «Eksisterende geotekniske grunnundersøkelser», 10.Mai 2019.

/7/ Multiconsult Norge AS, rapport 10208614-02-RIG-RAP-001 rev.01, «Datarapport – geotekniske grunnundersøkelser», 24. april 2020.

/8/ «NGU kvartærgeologisk kart». [Online]. Tilgjengelig på: http://geo.ngu.no/kart/losmasse/

/9/ Norges- Vassdrags- og energidirektoratet (NVE), «NVE Atlas», NVE Atlas [Online]. Tilgjengelig på: https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas.

/10/ A/S Geoteam, rapport 3553.01 om seismiske undersøkelser, 31. juli 1972

/11/ Norges Geoteknisk Institutt (NGI), rapport 72016-02 «Grunnundersøkelser i forbindelse med tilrettelegging av industriarealer på Lierstranda», 21. september 1972

/12/ NVE, Jernbaneverket og Statens Vegvesen (SVV), NIFS-rapport nr. 14-2016 «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred», Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire, 2016.

/13/ NVE/NGI, rapport 20001008-02_rev03, «Program for økt sikkerhet mot leirskred: metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire», 8. oktober 2008

/14/ Multiconsult Norge AS, rapport 10208614-RIVass-NOT-001, «Stormflovurdering», 03. april 2020

/15/ Statens Vegvesen (SVV), trafikkdataregistreringer for Lierstranda, FV282 S1D1 m1026. Tilgjengelig på: https://www.vegvesen.no/trafikkdata/start/utforsk?datatype=averageDailyYearVolume&daytype=ALL&display=chart&from=2020-06-04&trpids=33386V180972

/16/ Statens Vegvesen (SVV), Håndbok V220 «Geoteknisk prosjektering i vegbygging», 2018

/17/ Statens Vegvesen (SVV), Håndbok N200 «Vegbygging», juli 2018

/18/ T. Lunne *mfl.*, «Cone penetration testing in geotechnical practice», 1997

/19/ K. Karlsrud *mfl.*, «CPTU correlations for clays». Proceedings of the 16th International Conference on soil mechanics and geotechnical engineering, 2005

/20/ NVE, Jernbaneverket og Statens Vegvesen (SVV), NIFS-rapport nr. 77/2014 «Valg av karakteristisk c_{uA}-profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser», Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire, 2014

/21/ NVE, Jernbaneverket og Statens Vegvesen (SVV), NIFS-rapport nr. 14/2014 «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire, 2014

/22/ Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper», NVE, Veileder 1/2019, Des. 2020

/23/ Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Metodebeskrivelse, NGI. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred», NVE, Ekstern Rapport Nr. 9/2020, Des. 2020

Vedlegg A Oversikt over klassifiserte borpunkter

Oversikt over klassifiserte borpunkter Fjordbyen Lierstranda_rev01 -- TIDLIGERE BORINGER --

Borhullsnavnforklaring	
NXX	NGI-årstall
MC	Multiconsult
S	NSB

Påvist sprøbrudd	PR - prøvetaking	TOT - totalsondering
Mulig sprøbrudd	DR - dreiesondering	DT - dreietrykksondering
Antatt ikke sprøbrudd	VB - vineboring	CPT - trykksondering med poretrykksmåling
Utilstrekkelig info	FKB - fjellkontrollboring	SK - skovleboring

Bor-ID prefiks	Borhullsnavn	Opprinnelig borhullsnavn i rapporten	Rapport nr.	Metode	Klassifisering	Kvikk	Dybde av sprøbrudd/kvikkleire	Antatt dybde til berg i meter (påvisninsmetode)	Område
N	N-799P1	ingen navn - langs pel 3799	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	7 (DR)	Lierstranda Vest
N	N-799P2	ingen navn - langs pel 3799	72016-1	PR	Påvist sprøbrudd	Ja	mulig sprøbrudd: > 13 m kvikkleire: 3 til 13 m	21 (DR)	Lierstranda Vest
N	N-799P3	ingen navn - langs pel 3799	72016-1	PR	Påvist sprøbrudd	Ja	(mulig) sprøbrudd: 2 til 10 m kvikkleire: 10 til 12 m	23 (DR)	Lierstranda Vest
N	N-799V1	ingen navn - langs pel 3799	72016-1	VB	Påvist sprøbrudd	Ja	(mulig) sprøbrudd: 2 til 10 m kvikkleire: 10 til 12 m	23 (DR)	Lierstranda Vest
N	N-799P4	ingen navn - langs pel 3799	72016-1	PR	Påvist sprøbrudd	Ja	(mulig) sprøbrudd: 3 til 13 m og > 15 m kvikkleire: 13 til 15 m	-	Lierstranda Vest
N	N-799P5	ingen navn - langs pel 3799	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Lierstranda Vest
N	N-780P1	ingen navn - langs pel 3780	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	12,5 (DR)	Lierstranda Vest
N	N-780P2	ingen navn - langs pel 3780	72016-1	PR	Påvist sprøbrudd	Ja	mulig sprøbrudd: 2 til 5,5 m og 7,5 til 11 m kvikkleire: 5,5 til 7,5 m	20 (DR)	Lierstranda
N	N-780V1	ingen navn - langs pel 3780	72016-1	VB	Påvist sprøbrudd	Ja	mulig sprøbrudd: 2 til 5,5 m og 7,5 til 11 m kvikkleire: 5,5 til 7,5 m	20 (DR)	Lierstranda
N	N-780P3	ingen navn - langs pel 3780	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Terminalbukta
N	N-765P0	ingen navn - langs pel 3765	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Lierstranda
N	N-765V1	ingen navn - langs pel 3765	72016-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	2 - 7 m	-	Lierstranda
N	N-765P1	ingen navn - langs pel 3765	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Terminalbukta
S	S-765V2	ingen navn - langs pel 3765	72016-2	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	2 - 4 m	-	Terminalbukta
N	N-745V1	ingen navn - langs pel 3745	72016-1	VB	Påvist sprøbrudd	Ja	kvikkleire: 4 til 19 m	23 (DR)	Lierstranda
N	N-745V2	ingen navn - langs pel 3745	72016-1	VB	Påvist sprøbrudd	Ja	kvikkleire: 4 til 9 m (mulig) sprøbrudd: 9 til 12 m	32 (DR)	Lierstranda
N	N-745P1	ingen navn - langs pel 3745	72016-1	PR	Påvist sprøbrudd	Ja	kvikkleire: 4 til 9 m (mulig) sprøbrudd: 9 til 12 m	32 (DR)	Lierstranda
N	N-728F1	ingen navn - langs pel 3728	72016-1	DR	Utilstrekkelig info		-	53 (DR)	Tømmerterminal
N	N-728P1	ingen navn - langs pel 3728	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Tømmerterminal
N	N-728V1	ingen navn - langs pel 3728	72016-1	VB	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Tømmerterminal
N	N-0P2	ingen navn - langs pel 3707	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Tømmerterminal
N	N-707V1	ingen navn - langs pel 3707	72016-1	VB	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Tømmerterminal
S	S-707P1	ingen navn - langs pel 3707	72016-2	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Tømmerterminal (sjø)
S	S-707V1	ingen navn - langs pel 3707	72016-2	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	2 - 6 m	-	Tømmerterminal (sjø)
N	N-707V2	ingen navn - langs pel 3707	72016-1	VB	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Tømmerterminal (sjø)
N	N-677P1	ingen navn - langs pel 3677	72016-1	PR	Mulig sprøbrudd	Nei	2 - 6 m	-	Gilhus
N	N-677V1	ingen navn - langs pel 3677	72016-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	2 - 6 m	-	Gilhus
N	N-637P1	ingen navn - langs pel 3637	72016-1	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Gilhus
N	N-637V1	ingen navn - langs pel 3637	72016-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	6 - 8 m	-	Gilhus
N	N-0V1	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	VB	Påvist sprøbrudd	Ja	kvikkleire: 4 - 14 m (mulig) sprøbrudd: 14 - 16 m	-	Lierstranda Vest
N	N-0P1	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	PR	Påvist sprøbrudd	Ja	kvikkleire: 5 -8 m (mulig) sprøbrudd: 1.5 - 5 m og under 8 m	16,5 (DR)	Lierstranda
N	N-0V2	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	3 - 6 m	24 (DR) > bratt fjell	Lierstranda
N	N-0V3	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	3 - 15 m	-	Lierstranda
N	N-0V4	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	VB	Påvist sprøbrudd	Ja	kvikkleire: 5 - 9 m (mulig) sprøbrudd: 4 - 5 m og 5 - 10 m	-	Lierstranda
N	N-0V5	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	VB	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Tømmerterminal
N	N-0P2	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Tømmerterminal
N	N-0V6	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	VB	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Tømmerterminal
N	N-0P3	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Gilhus
N	N-0V7	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	5 - 12 m	-	Gilhus
N	N-0P4	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Gilhus
N	N- 0V8	langs lengdeprofil: pel 3800-3635	72016-1	VB	Påvist sprøbrudd	Ja	kvikkleire: 3 - 8 m	-	Gilhus
S	S-A1P1	ingen navn - langs Profil A	72016-2	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest
S	S-A1P2	ingen navn - langs Profil A	72016-2	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest
N2	N2-PR21	G21 - langs Profil G2	72016-2	PR	Mulig sprøbrudd	Nei	1 - 5 m, 7 - 8 m og 16 - 17 m	> 50 m (DR)	Tømmerterminal
N2	N2-VB22	G22 - langs Profil G2	72016-2	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	1 - 5 m	> 43,5 (DR)	Terminalbukta
N2	N2-VB23	G23 - langs Profil G2	72016-2	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	5-6 m	> 47 (DR)	Terminalbukta
N2	N2-VB32	G32 - langs profil G3	72016-2	VB	Antatt ikke sprøbrudd		-	> 41 (DR)	Terminalbukta
N2	N2-PR31	G31 - langs profil G3	72016-2	PR	Mulig sprøbrudd	Nei	2 - 7 m	-	Terminalbukta
N2	N2-PR43	G43 - langs profil G4	72016-2	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Tømmerterminal
N2	N2-PR42	G42 - langs profil G4	72016-2	PR	Mulig sprøbrudd	Nei	1,5 - 5 m	-	Gilhusbukta
N2	N2-VB42	G42 - langs profil G4	72016-2	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	1,5 - 5 m	-	Gilhusbukta
N2	N2-VB41	G41 - langs profil G4	72016-2	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	0 - 5 m	-	Gilhusbukta
N2	N2-PR83	G83	72016-2	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Gilhusodden
N2	N2-PR82	G82 - langs Profil G7	72016-2	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Gilhusodden
N3	N3-VB1	P10-S2	74034-01	VB	Påvist sprøbrudd	Ja	kvikkleire: 1 - 2 m (mulig) sprøbrudd: 2 - 11,5 m	-	Terminalbukta
N3	N3-VB2	P10-L2/P9-L2	74034-01	VB	Påvist sprøbrudd	Ja	(mulig) kvikkleire: under 20 m sprøbrudd: 2,5 - 9 m (mulig) sprøbrudd: 9 - 19 m	-	Lierstranda
N3	N3-VB4	P28-S2	74034-01	VB	Påvist sprøbrudd	Nei	1,5 - 8 m	-	Terminalbukta
N3	N3-VB5	P28-L2	74034-01	VB	Påvist sprøbrudd	Nei	2,5 - 8,5 m	-	Lierstranda
N4	N4-PR01	101	75048-1	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest

Bor-ID prefiks	Borhullsnavn	Opprinnelig borhullsnavn i rapporten	Rapport nr.	Metode	Klassifisering	Kvikk	Dybde av sprøbrudd/kvikkleire	Antatt dybde til berg i meter (påvisninsmetode)	Område
N4	N4-PR03	103	75048-1	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest
N4	N4-PR07	107	75048-1	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Terminalbukta
N4	N4-PR11	111	75048-1	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-		Lierstranda Vest
N4	N4-DT09	109	75048-1	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	40 - 58 m	68 m (DT)	Lierstranda Vest
N4	N4-DT10	110	75048-1	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	5 - 10 m og 20 - 45 m	45 m (DT)	Lierstranda
N7	N7-VB1	1/79 - langs profil E/79	79019-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	1 - 10,5 m	-	Gilhusbukta
N7	N7-VB2	2/79	79019-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	0,5 - 6 m	-	Gilhusbukta
N7	N7-VB3/N7-PR3	3/79 - langs profil F/79	79019-1	VB, PR	Mulig sprøbrudd	Usikker	1 - 8,5 m	-	Gilhusbukta
N7	N7-VB4	4/79 - langs profil G79	79019-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	1 - 3,5 m	-	Gilhusbukta
N7	N7-VB6	6/79 - langs profil K79	79019-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	1 - 2,5 m	-	Terminalbukta
N7	N7-VB7/N7-PR7	7/79 - langs profil J79	79019-1	VB. PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Tømmerterminal
N7	N7-VB10	10/79	79019-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	1 - 3 m	-	Tømmerterminal (sjø)
N7	N7-VB11	11/79	79019-1	VB	Mulig sprøbrudd	Nei	1 -6 m	-	Terminalbukta
N8	N8-CP1/N8-PR1	1	990066-01	CPT, PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda
N8	N8-CP2/N8-VB2	2	990066-01	CPT, VB	Antatt ikke sprøbrudd	Nei	-	-	Lierstranda
N9	N9-DT2	2	20031208-01	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 - 8 m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-DT3	3	20031208-01	DT, Pose	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 - 3 m og 4 - 10 m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-DT4	4	20031208-01	DT, Pose	Mulig sprøbrudd	Usikker	1,5 - 9 m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-DT5	5	20031208-01	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	1,5 -9,5 m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-DT6	6	20031208-01	DT, Pose	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 6,5 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT7	7	20031208-01	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	1 - 7 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT8	8	20031208-01	DT, Pose	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 - 5,5 m og 8 - 10 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT9	9	20031208-01	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	0 - 5 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT10/N9-CP10	10	20031208-01	DT, Pose, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 - 9,5 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT11	11	20031208-01	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 5 m	-	Lierstranda (nord for jernbane)
N9	N9-DT12	12	20031208-01	DT, Pose	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 - 10 m	-	Lierstranda (nord for jernbane)
N9	N9-DT13	13	20031208-01	DT, Pose	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 - 10 m	-	Lierstranda (nord for jernbane)
N9	N9-DT14/N9-CP14	14	20031208-01	DT, Pose, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 - 6 m	7 (DT)	Lierstranda (nord for jernbane)
N9	N9-DT15	15	20031208-01	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 -5 m	6,5 (DT)	Lierstranda (nord for jernbane)
N9	N9-DT16	16	20031208-01	DT	Utilstrekkelig info		-	6,5 (DT)	Lierstranda (nord for jernbane)
N9	N9-DT17	17	20031208-01	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 8 m	9 (DT)	Lierstranda (nord for jernbane)
N9	N9-DT18/N9-CP18	18	20031208-01	DT, Pose, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 10 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT19	19	20031208-01	DT, Pose	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 6m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-DT20	20	20031208-01	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	1 - 5,5 m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-DT21/N9-CP21	21	20031208-01	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	fra DT: 1 - 5 m, fra CPT: 1 - 10 m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-DT22	22	20031208-01	DT, Pose	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 - 6 m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-DT23/N9-CP23	23	20031208-01	DT, Pose, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	fra DT: 1 - 4, fra CPT: 2 - 10 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT25/N9-CP25	25	20031208-01	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	2,5 - 10 m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-DT26/N9-CP26	26	20031208-01	DT,CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 10 m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-DT27/N9-CP27	27	20031208-01	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	fra DT: 1 - 10 m, fra CPT: 3 - 9,5 m	-	Gilhus (nord for jernbane)
N9	N9-CP28	28	20031208-01	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 9,5 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT29/N9-CP29	29	20031208-01	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 9,5 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT30/N9-CP30	30	20031208-01	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 10 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT31/N9-CP31	31	20031208-01	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 - 10 m	-	Tømmerterminal (nord for jernbane)
N9	N9-DT32/N9-CP32	32	20031208-01	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 - 10 m	-	Lierstranda (nord for jernbane)
N9	N9-DT33/N9-CP33	33	20031208-01	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	2 -6 m	-	Lierstranda (nord for jernbane)
N10	N10-3A/N10-CP3	3 (3a) / 3 (3b)	20071202-01	TOT, CPT	Antatt ikke sprøbrudd	Nei	-	-	Gilhusbukta
N10	N10-PR3	3 (3b)	20071202-01	CTP, PR	Antatt ikke sprøbrudd	Nei	-	-	Gilhusbukta
N10	N10-CP1	1	20071202-01	CPT	Mulig sprøbrudd	Nei	10 - 20 m og 30 - 40 m	-	Gilhusbukta
N10	N10-CP2	2	20071202-01	CPT	Mulig sprøbrudd	Nei	0 - 18 m og 25 - 40 m	-	Gilhusbukta
N10	N10-CP4	4	20071202-01	CPT	Mulig sprøbrudd	Nei	15 - 35 m	-	Gilhusbukta
N10	N10-CP5	5	20071202-01	CPT	Mulig sprøbrudd	Nei	0 - 40 m	-	Gilhusbukta
N11	N11-DT1	3	20100138-01-TN	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	25 - 35 m	-	Lierstranda Vest
N11	N11-CP1	11	20100138-01-TN	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	9 - 20 m	-	Lierstranda Vest
N11	N11-PR1/N11-FK1	201	20100138-01-TN	PR, FK	Utilstrekkelig info		-	58 (FK)	Lierstranda Vest
N11	N11-DT2/N11-CP2	4	20100138-01-TN	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	fra CPT: 12 - 25 m		Lierstranda Vest
N11	N11-PR2/N11-FK2	202	20100138-01-TN	PR, FK	Utilstrekkelig info		-	62 (FK)	Lierstranda Vest
N11	N11-PR3/N11-FK3	203	20100138-01-TN	PR, FK	Utilstrekkelig info		-	Boret til 65 m (FK), berg ikke påtruffet	Lierstranda Vest
N11	N11-D05	105	20100138-01-TN	DR	Mulig sprøbrudd	Usikker	21 -30 m	-	Lierstranda Vest
N12	N12-CP1, N12-PR1	101	20190517-01-R	CPT, PR	Påvist sprøbrudd	Usikker	0 - 10 m mulig sprøbrudd: 20 - 30 m	-	Terminalbukta
N12	N12-CP2	102	20190517-01-R	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	12 -14 m og 20 - 31 m	-	Terminalbukta
N12	N12-CP3	103	20190517-01-R	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	12 -14 m og 20 - 30 m	-	Terminalbukta
N12	N12-CP4	104	20190517-01-R	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	12 - 14 m og 20 - 30 m	-	Terminalbukta
N12	N12-CP5	105	20190517-01-R	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	20 - 32 m	-	Terminalbukta
N12	N12-CP6	106	20190517-01-R	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	hele sonderingsdybde	-	Terminalbukta
N12	N12-CP7	107	20190517-01-R	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	20 - 27 m	-	Terminalbukta
N12	N12-CP8	108	20190517-01-R	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	25 - 30 m	-	Terminalbukta
N12	N12-CP9	109	20190517-01-R	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	hele sonderingsdybde	-	Terminalbukta
N13	N13-VB1/N13-DR1 / N13-PR1	1	61067-01	VB, DR, PR	Påvist sprøbrudd	Ja	fra VB og PR: 3 - 25 m	35 (DR)	Lierstranda (nord for jernbane)
N13	N13-VB2/N13-DR2	2	61067-01	VB, DR	Påvist sprøbrudd	Ja	fra VB: 4 - 20 m	21 (DR)	Lierstranda (nord for jernbane)
N13	N13-VB3/N13-DR3	3	61067-01	VB, DR	Påvist sprøbrudd	Ja	fra VB: 3 - 25 m	42 (DR)	Lierstranda (nord for jernbane)
N13	N13-DR4	4	61067-01	DR	Påvist sprøbrudd	Ja	hele sonderingsdybde	31 (DR)	Lierstranda (nord for jernbane)
N13	N13-DR5	5	61067-01	DR	Påvist sprøbrudd	Ja	hele sonderingsdybde	25 (DR)	Lierstranda (nord for jernbane)
N13	N13-DR6	6	61067-01	DR	Påvist sprøbrudd	Ja	hele sonderingsdybde	42 (DR)	Lierstranda (nord for jernbane)
N14	N14-DT1	1	950077-02	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 8 m	-	Lierstranda Vest
N14	N14-DT2	2	950077-02	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 - 7 m	-	Lierstranda Vest
N14	N14-DT3	3	950077-02	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	25 - 30 m	-	Lierstranda Vest
N14	N14-DT4/N14-CP4	4	950077-02	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	fra CPT: 13,5 - 25 m fra DT: 14 - 15 m	-	Lierstranda Vest
N14	N14-DT5	5	950077-02	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	31 - 36 m	-	Lierstranda Vest
N14	N14-DT6/N14-CP6	6	950077-02	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	fra CPT: 6 - 25 m fra DT: 2 - 7 m og 35 - 39 m	-	Lierstranda Vest
N14	N14-DT7/N14-CP7 / N14-PR7	7	950077-02	DT, CPT, PR	Mulig sprøbrudd	Usikker	fra CPT: 5 - 26 m PR friskmelder borhull til 15 m dybde	-	Lierstranda Vest
N14	N14-DT8/N14-CP8	8	950077-02	DT, CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	fra CPT: 5 - 26 m fra DT: 2 - 5 m	-	Lierstranda Vest
N14	N14-DT9	9	950077-02	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 - 6 m og 11 - 12 m	-	Lierstranda Vest
N14	N14-CP10	10	950077-02	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 - 20 m	-	Lierstranda Vest
N14	N14-CP11	11	950077-02	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	10 - 20 m	-	Lierstranda Vest
N14	N14-CP12	12	950077-02	CPT	Mulig sprøbrudd	Usikker	17 - 25 m	-	Lierstranda Vest
NV1	NV1-1 / NV1-PR1	1	01075.01	TOT, PR	Påvist sprøbrudd	Ja	3 - 15 m	27 (TOT)	Lierstranda Vest
NV1	NV1-2 / NV1-SK2	2	01075.01	TOT	Påvist sprøbrudd	Ja	2 - 12 m	-	Lierstranda Vest
NV1	NV1-3/NV1-SK3	3	01075.01	TOT, SK	Påvist sprøbrudd	Ja	2 - 12 m	-	Lierstranda Vest
NV1	NV1-4/NV1-SK4	4	01075.01	TOT, SK	Påvist sprøbrudd	Ja	2 - 22 m	28 (TOT)	Lierstranda Vest
MC1	MC1-21/MC1-PR21	21	811353/1	TOT, PR	Påvist sprøbrudd	Ja	2 - 5 m	-	Gilhus
MC1	MC1-22	22	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 - 10 m	-	Gilhus
MC1	MC1-23	23	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 - 14 m	-	Gilhus
MC1	MC1-24	24	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 11 m	-	Gilhus
MC1	MC1-25	25	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 8 m og 10 - 14 m	-	Gilhus
MC1	MC1-26	26	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	5 - 17 m	-	Gilhus
MC1	MC1-27	27	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	10 - 15 m	-	Gilhus
MC1	MC1-28/MC1-SK28	28	811353/1	TOT, SK	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 9 m	-	Gilhus

Bor-ID prefiks	Borhullsnavn	Opprinnelig borhullsnavn i rapporten	Rapport nr.	Metode	Klassifisering	Kvikk	Dybde av sprøbrudd/kvikkleire	Antatt dybde til berg i meter (påvisninsmetode)	Område
MC1	MC1-29	29	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	17 - 41 m	-	Gilhus
MC1	MC1-30	30	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 - 8 m, 9 - 14 og 16 - 23 m	-	Gilhus
MC1	MC1-31	31	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 -8 m og 18 - 26 m	-	Gilhus
MC1	MC1-32	32	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	3 - 10 m	-	Gilhus
MC1	MC1-33	33	811353/1	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	5 - 24 m	-	Gilhus
MC1	MC1-34/MC1-SK34	34	811353/1	TOT, SK	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 - 9 m og 14 - 19 m	-	Gilhus
MC1	MC1-35/MC1-SK35	35	811353/1	TOT, SK	Mulig sprøbrudd	Usikker	5 - 8 m og 21 - 24 m	-	Gilhus
MC1	MC1-35/MC1-SK36	36	811353/1	TOT, SK	Mulig sprøbrudd	Usikker	22 - 24 m og 30 - 34 m	-	Gilhus
MC1	MC1-37/MC1-SK37	37	811353/1	TOT, SK	Mulig sprøbrudd	Usikker	14 - 19 m	-	Gilhus
MC2	MC2-PR18	XIII	11341	PR	Utilstrekkelig info		-	-	Gilhus
MC2	MC2-PR13	XII	11341	PR	Utilstrekkelig info				
MC2	MC2-VB1	VB1	11341	VB	Utilstrekkelig info				
MC2	MC2-VB2	VB2	11341	VB	Utilstrekkelig info				
MC2	MC2-PR13	XII	11341	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-		
MC2	MC2-PR18	XIII	11341	PR	Antatt ikke sprøbrudd		-		
MC16	MC16-31	31	814739	TOT	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest
MC16	MC16-32	32	814739	TOT, PR, CPT	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest
MC16	MC16-33	33	814739	TOT	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest
MC15	MC15-2	2	814290	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker		17,5 (TOT)	Lierstranda Vest
MC15	MC15-3	3	814290	TOT, PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	18,3 (TOT)	Lierstranda Vest
MC15	MC15-7	7	814290	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 - 10 m	21,9 (TOT)	Lierstranda Vest
MC15	MC15-8	8	814290	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker		21,4 (TOT)	Lierstranda Vest
MC15	MC15-12	12	814290	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	5 - 15 m	28,4 (TOT)	Lierstranda Vest
MC15	MC15-15	15	814290	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	7 - 15 m	37,7 (TOT)	Lierstranda Vest
MC15	MC15-16	16	814290	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	15 - 23 m	40,2 (TOT)	Lierstranda Vest
MC15	MC15-19	19	814290	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	42 - 50 m	60,6 (TOT)	Lierstranda Vest
MC15	MC15-21	21	814290	TOT	Mulig sprøbrudd	Usikker	40 - 45 m	-	Lierstranda Vest
MC17	MC17-5	5	126952-2	DT	Mulig sprøbrudd	Usikker	4 - 15 m	-	Lierstranda Vest
MC17	MC17-8	8	126952-2	DT, PR	Påvist sprøbrudd	Ja	7 - 15 m kvikk: 7 - 12 m	-	Lierstranda Vest
MC17	MC17-6	6	126952-2	DT, PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest
MC17	MC17-7	7	126952-2	DT, PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest
MC17	MC17-9	9	126952-2	DT, TOT, PR	Mulig sprøbrudd	Usikker	6 - 8 m	-	Lierstranda Vest
MC17	MC17-10	10	126952-2	DT	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest
MC17	MC17-11	11	126952-2	DT, TOT, PR	Antatt ikke sprøbrudd		-	-	Lierstranda Vest

Vedlegg B Evaluering av skadekonsekvens- og faregradklasse

Evaluering av skadekonsekvensklasse, dagens situasjon

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad / vurdering
Boligenheter, antall	4	0	0	Det er tettbebyggelse med permanent opphold i potensielt løsneområdet, mellom toglinje og E18.
Næringsbygg, personer	3	3	9	Tiltaksområdet er per i dag et stort industri- og næringsområde det antas et midlertidig opphold av mer enn 50 mennesker.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Det er ingen bygg med historisk, religiøs eller kulturell verdi i nærheten.
Vei, ÅDT	2	3	6	Basert på trafikkdataregistreringer utført av Statens Vegvesen i Strandveien FV282 ved Lierstranda, er årsdøgntrafikk (ÅDT) rundt 20000 i 2019 /15/.
Toglinje, baneprioritet	2	3	6	Den aktuelle strekningen forsikrer forbindelse til Oslo og antas å være sentralt i det nasjonale transportnettet.
Kraftnett	1	0	0	Det antas at det kun ligger lokale kraftnett i området.
Oppdemning/flom	2	0	0	Denne faktoren omfatter skader som kan oppstå langs vassdraget som en følge av oppdemming og etterfølgende dambrudd. Det vurderes som ikke relevant for den aktuelle tomten.
Sum poengverdi			21	**Skadekonsekvensklasse «alvorlig»**

Evaluering av skadekonsekvensklasse, framtidig situasjon (etter utbygging av Fjordbyen)

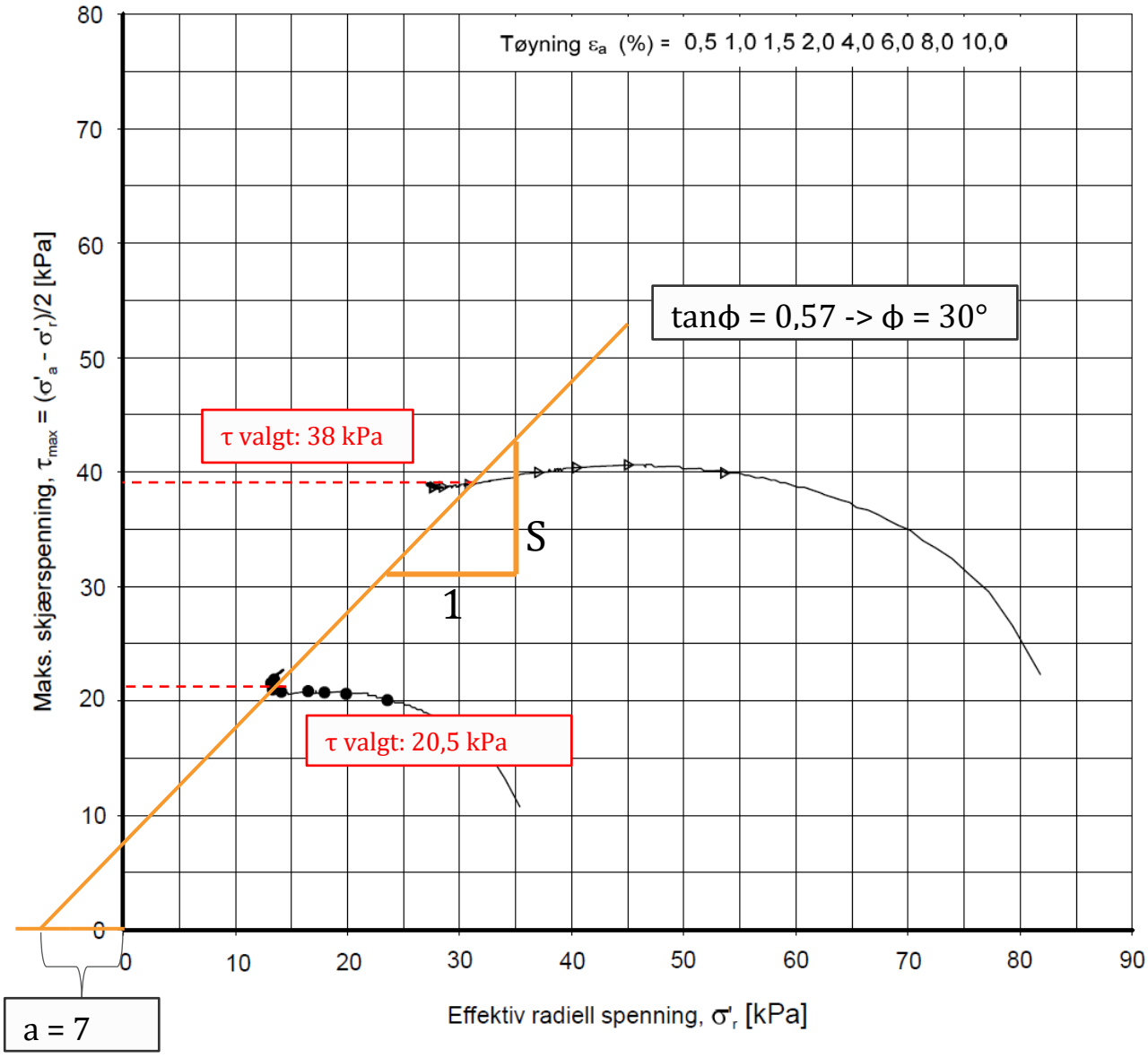
Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad / vurdering
Boligenheter, antall	4	3	12	Det er tettbebyggelse med permanent opphold i potensielt løsneområdet, mellom toglinje og E18.
Næringsbygg, personer	3	3	9	Tiltaksområdet er per i dag et stort industri- og næringsområde det antas et midlertidig opphold av mer enn 50 mennesker.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Det er ingen bygg med historisk, religiøs eller kulturell verdi i nærheten.
Vei, ÅDT	2	3	6	Basert på trafikkdataregistreringer utført av Statens Vegvesen i Strandveien FV282 ved Lierstranda, er årsdøgntrafikk (ÅDT) rundt 20000 i 2019 /15/.
Toglinje, baneprioritet	2	3	6	Den aktuelle strekningen forsikrer forbindelse til Oslo og antas å være sentralt i det nasjonale transportnettet.

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad / vurdering
Kraftnett	1	0	0	Det antas at det kun ligger lokale kraftnett i området.
Oppdemning/flom	2	0	0	Denne faktoren omfatter skader som kan oppstå langs vassdraget som en følge av oppdemming og etterfølgende dambrudd. Det vurderes som ikke relevant for den aktuelle tomten.
Sum poengverdi			33	**Skadekonsekvensklasse «meget alvorlig»**

Evaluering av faregradklasse (gjeldende for både dagens og fremtidig situasjon)

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad / vurdering
Tidligere skredaktivitet	1	2	2	Drammensområdet er kjent for tidligere skredaktivitet og dårlig grunnforhold. Sjøbunnskart tyder på tidligere utrasing av masser, men det er ikke registrert skredaktivitet i tiltaksområdet eller i umiddelbar nærhet i NVE-Atlas /9/.
Skråningshøyde, meter	2	1	2	Sjøbunnen faller stedvis brattere i strandsonen, og langs snitt B-B omfatter den mest kritisk glideflate en skråningshøyde på ca. 15 m. Det er konservativt valgt kriterium som omfatter skråningshøyder i intervallet 15-20 m, også i bakgrunn av sjøbunnskart unøyaktighet.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	3	6	Mulige utløsende mekanismer er mest sannsynlige i strandsonen, der leira ansees som tilnærmet normalkonsolidert ut ifra utførte grunnundersøkelser. Det velges derfor OCR i intervallet 1,0-1,2.
Poretrykk	+3/-3	3	9	Det er ikke utført poretrykksmålinger i tiltaksområdet og poretrykksfordeling er derfor usikker. Tolkede CPTer i området indikerer likevel mulig poreovertrykk i størrelsesorden 50 kPa under ca. 20 m dybde, ref. kap. 3.4.3.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Det er påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire i tiltaksområdet. Antatt mektighet er vesentlig, og det er på land stedvis identifisert ett enkelt lag med sprøbruddegenskaper.
Sensitivitet	1	3	3	Generelt ligger målt sensitivitet i intervallet 30-100. Det er lokalt registrert verdier høyere enn 100 innover på land.
Erosjon	3	1	3	Det kan ikke utelukkes at sjøen medfører litt erosjon ved strandkanten.
Inngrep	+3/-3	0	0	Området ble landgjenvunnet fra sjø i 70-tallet. Det er i de siste årene ikke utført inngrep.
Sum poengverdi			31	**Faregrad «høy»**

Vedlegg C Tolkning av styrkeparametere fra treaksialforsøk



Borepunkt (nr.)	Dybde (m)	Prøve Symbol	Type forsøk	σ_{vo}' (kPa)	σ_{ac}' (kPa)	σ_{rc}' (kPa)	K_0' (-)	$\sigma_{ac}'/\sigma_{vo}'$ (-)	w_i (%)	ρ (g/cm^3)	$\Delta V/V_0$ (%)	$\Delta e/e_0$ (-)
114	7,55	●	CAUa	60,0	59,2	38,1	0,60	0,98	42,6	17,9	3,77	0,069
114	15,55	△	CAUa	127,0	127,0	82,9	0,70	0,98	38,9	18,1	5,37	0,102
		▼										
		+										
		□										
		○										

Eidos Eiendomsutvikling

Fjordbyen Lierstranda

Dato: 16.03.2020

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
EIVSO	ANNM	LC
Oppdragsnr:	Tegning nr.:	Rev nr.
10208614-02	114-452	00

Vedlegg D E-post korrespondanse NGI-Multiconsult

Cicchetti, Lorenzo

From: Ørjan Nerland <Orjan.Nerland@ngi.no>
Sent: tirsdag 31. mai 2022 13:23
To: Cicchetti, Lorenzo
Cc: Holsdal, Idun
Subject: RE: Fjordbyen - revisjon av områdestabilitetsvurdering iht. NVE veileder 1/2019

Hei Lorenzo

Jeg er enig i dine vurderinger, så vi kan droppe møtet. Dersom Eidos ønsker noe mer bekreftelse fra meg så antar jeg at jeg hører fra dem.

Ha en fortsatt fin dag.

Ørjan

Med vennlig hilsen
ØRJAN NERLAND
Seniorspesialist
M +47 911 28 510
T +47 22 02 30 00
NGI.NO

From: Cicchetti, Lorenzo <Lorenzo.Cicchetti@multiconsult.no>
Sent: mandag 30. mai 2022 08:11
To: Ørjan Nerland <Orjan.Nerland@ngi.no>
Cc: Holsdal, Idun <idun.holsdal@multiconsult.no>
Subject: RE: Fjordbyen - revisjon av områdestabilitetsvurdering iht. NVE veileder 1/2019

Hei Ørjan,

Vi har sett nærmere på omfang av oppdateringer til områdestabilitetsvurderinger for Fjordbyen.
Etter vår leveranse høst 2020, ble NVE veileder oppdatert og en ny versjon ble gitt ut sammen med ny ekstern rapport om faresoner i sjø (hhv. NVE 1/2019 og ekstern rapport 9/2020. Dette har endret forutsetningene som lå til grunn da vi ~~har~~ utførte vurderingene.

Langs profil B-B er sjøbunnshelning slakere enn 1:6 (jevn hellende sjøbunn på ca. 1:10-1:11) og antatt sprøbrudd/kvikkleire ligger relativt dypt ut i sjø.
Med referanse til pkt. 3 i Tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019 og avsnitt 3.1.2 i ekstern rapport 9/2020, anser vi derfor som lite sannsynlig at potensielle skred initierer i sjø og at disse når helt inn til land.
Som følge av dette, og siden terrenget på land er flatt, er det ikke grunnlag for opptegning av faresonen i området.
Det konkluderes at det er ikke fare for områdeskred.

Videre vil tiltaket på området ikke medføre forverring av stabilitet da kompensert fundamentering og peler legges til grunn som aktuelle fundamenteringsmetoder. Lokalstabilitet i strandsonen må likevel ivaretas, og ~~last~~ begrensningssone for tilleggslast tidligere identifisert opprettholdes.

Beregninger som er presentert i 10208614-01-RIG-RAP-001 (vedlagt) er utført med 15% reduksjon i aktiv skjærstyrke samt 3D effekter, og tilfredsstillende sikkerhet ($\gamma M \geq 1{,}4$) var oppnådd.
Dersom beregningene skal være i henhold til ny NVE veileder 1/2019 skal de utføres uten reduksjon av skjærfasthet, noe som vil føre til at tilfredsstillende sikkerhet oppnås også uten 3D effekter.

1

Dette gjøres ikke i forbindelse med vurdering av områdestabilitet (gitt at denne nå konkluderes med å utgå), og må ivaretas av geoteknisk prosjekterende i senere faser av prosjektet.

Basert på overnevnte avsluttes utredning av områdestabilitet med følgende konklusjoner:

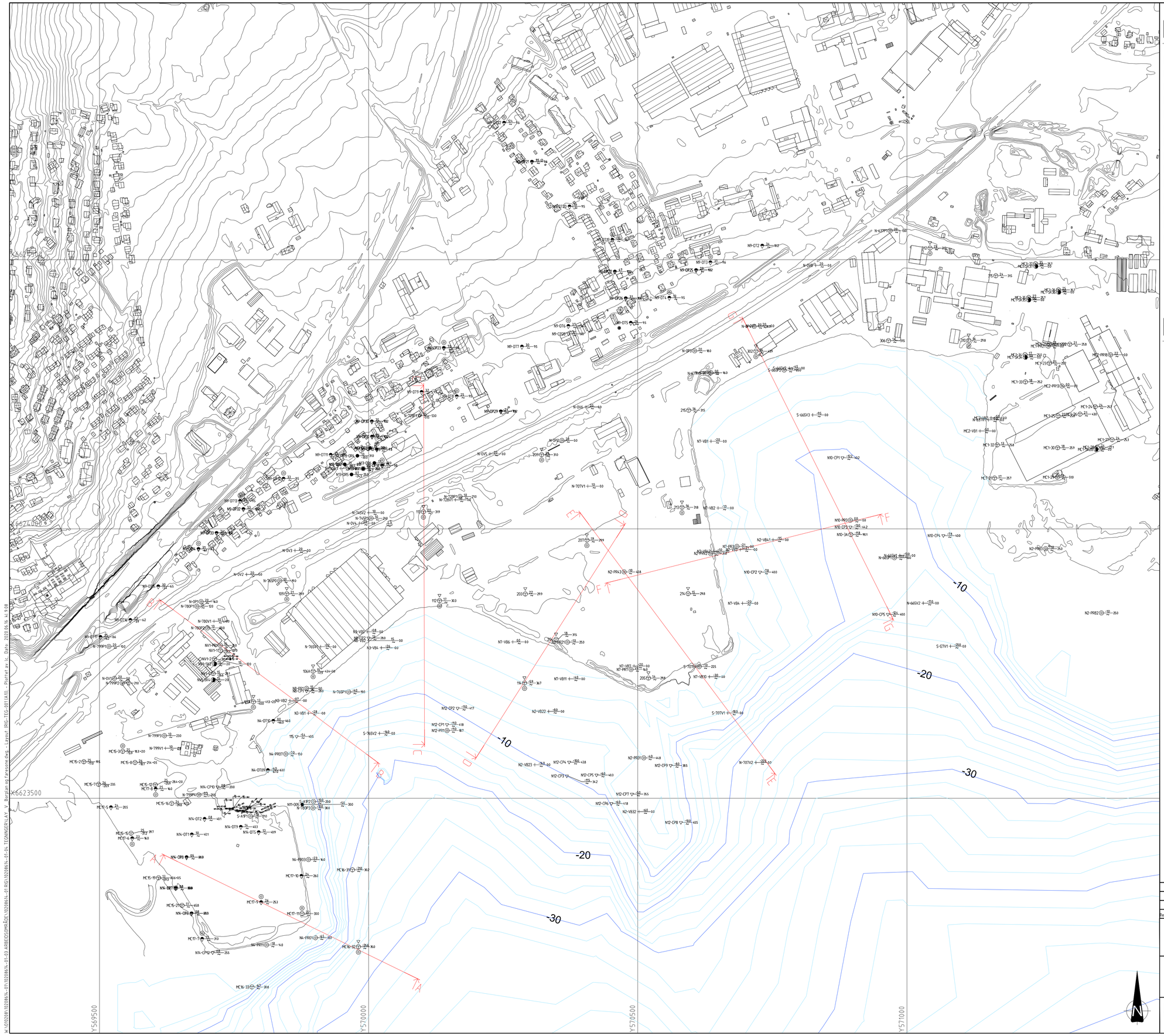
- Tidligere opptegnet faresone (ref. vedlagt 10208614-01-RIG-RAP-001 fra 2020) utgår med bakgrunn i topografiske/batymetriske forhold samt beliggenhet av sprøbrudd/kvikkleire. Det er dermed ikke fare for områdeskred i prosjektet
- Lokalstabilitet må ivaretas og opprettholdes i alle faser av prosjektet – dette medfører at lastbegrensning i strandsonen opprettholdes inntil videre og at tiltak utføres kompensert eller på peler

Om du er enig i vurdering, ser vi egentlig ikke behov for videre diskusjoner og møte i Juni kan avlyses.
Vi tar også kontakt med Eidos for videre løp og hvordan de ønsker dette behandlet nå i områdereguleringen/KU, vi vil komme tilbake til deg hvis det er behov for noe mer fra deres side.

Om du ellers har kommentarer/spørsmål eller ser behov for en diskusjon, gjennomfører vi selvfølgelig møtet som planlagt.

Med vennlig hilsen
LORENZO CICCHETTI
Siv.ing. Geoteknikk og Arktisk teknologi
Longyearbyen, FE Nord

(+47) 41 22 71 24 | lorenzo.cicchetti@multiconsult.no
www.multiconsult.no
Multiconsult



Borhullsnavnforklaring:

N-xxxx:	NGI-rapport 72016-1, 1972
N2-xxxx:	NGI-rapport 72016-2, 1972
N3-xxx:	NGI-rapport 74034-1, 1974
N4-xxxx:	NGI-rapport 75048-1, 1976
N7-xxxx:	NGI-rapport 79019-1, 1979
N8-xxx:	NGI-rapport 990066-01, 1999
N9-xxx:	NGI-rapport 20031208-01, 2003
N10-xxx:	NGI-rapport 20071202-01, 2007
N11-xxx:	NGI-rapport 20100138-01-TN, 2012
N12-xxx:	NGI-rapport 20190517-01-R, 2019
N13-xxx:	NGI-rapport 61067-01, 1962
N14-xxx:	NGI-rapport 950077-02, 2000
NV1-xxx:	NVK Terraplan-rapport 01075.01, 2001
MC1-xxx:	Multiconsult-rapport 811353/1, 2008
xxx:	Multiconsult-rapport 10208614-01-RIG-RAP-001, 2020

Forklaring:

- ● DREIESONDERING
- ○ ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ◎ PRØVESERIE
- □ PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- BERGKONTROLLBORING
- ^ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE: NN2000

EKSEMPEL: BP 1 ⊕ 43.0 / 28.2 — 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
ANTATT BERGKOTE

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA

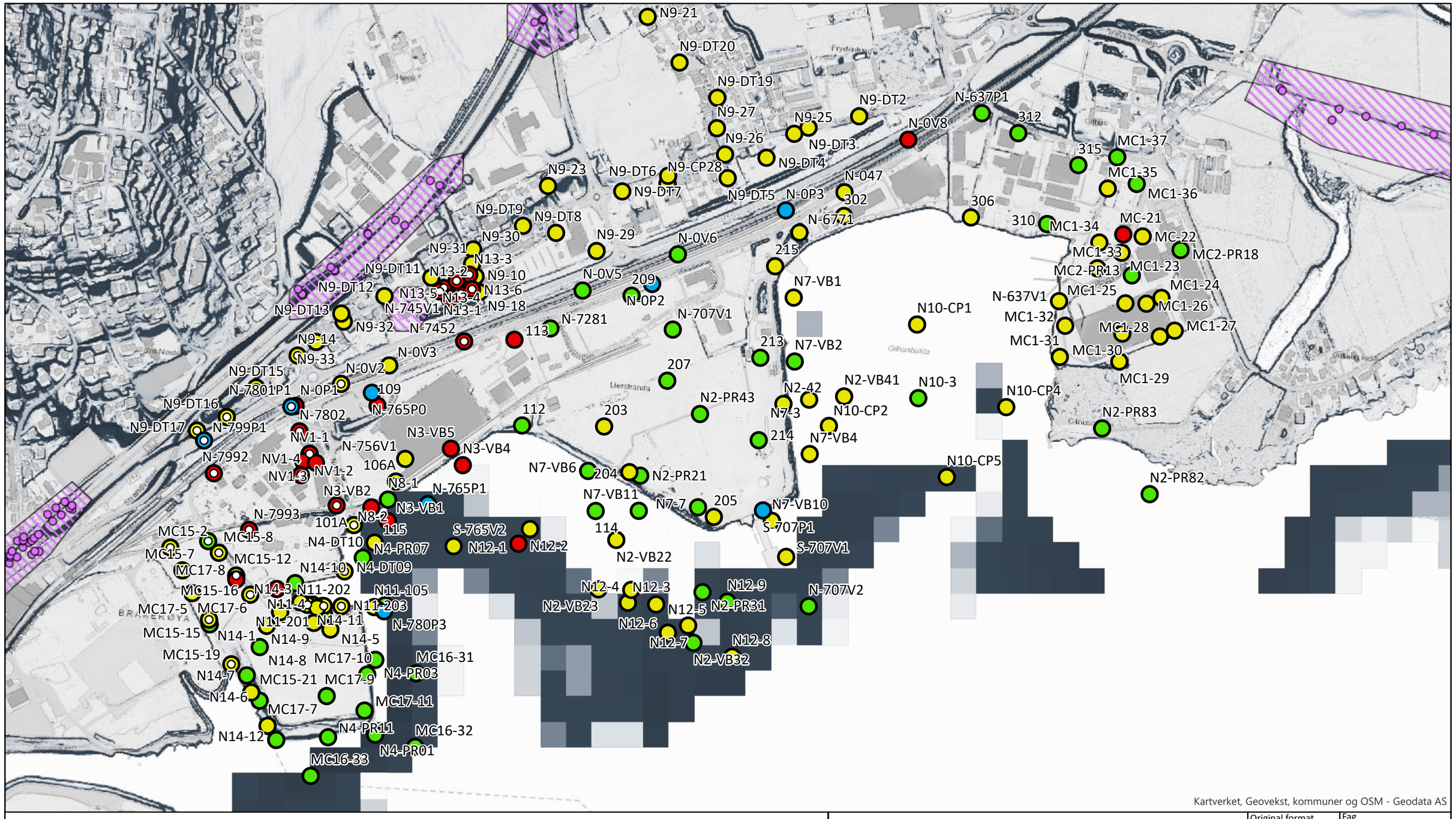
BORPLAN
Representative snitt

Fag: RIG | Format: A1
Dato: 20.05.2020
Målestokk: 1:3000

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
-	LC	IDH	IDH

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10208614-01	RIG-TEG-001	00



Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS

Borpunkter - Tolking av sprøbruddmateriale

- Ikke påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire
- Mulig sprøbruddmateriale/kvikkleire
- Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire
- Utilstrekkelig info

Dybdedata 50m Helning

SVV OGC Karttjenester

- Kvikkleireomr

SVV OGC Karttjenester

- Kvikkleirepunkt

FJORDBYEN LIERSTRANDA

GEOTEKNIKK
TOLKNING AV SPRØBRUDDMATERIALE

Original format	A3
Fag	Geoteknikk
Tegningens filnavn	10208614-01-RIG-TEG-XXX
Underlagets filnavn	Kartgrunnlag fra Geodata
Målestokk	

Multiconsult
multiconsult@multiconsult.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.9.2020	IDH	LC	IDH

Oppdrag nr.	Tegning nr.	Rev.
10208614-01	10208614-RIG-TEG-002	01

Borhullsnavnforklaring:

N-xxxx:	NGI-rapport 72016-1, 1972
N2-xxxx:	NGI-rapport 72016-2, 1972
N3-xxx:	NGI-rapport 74034-1, 1974
N4-xxxx:	NGI-rapport 75048-1, 1976
N7-xxxx:	NGI-rapport 79019-1, 1979
N8-xxx:	NGI-rapport 990066-01, 1999
N9-xxx:	NGI-rapport 20031208-01, 2003
N10-xxx:	NGI-rapport 20071202-01, 2007
N11-xxx:	NGI-rapport 20100138-01-TN, 2012
N12-xxx:	NGI-rapport 20190517-01-R, 2019
N13-xxx:	NGI-rapport 61067-01, 1962
N14-xxx:	NGI-rapport 950077-02, 2000
NV1-xxx:	NVK Terraplan-rapport 01075.01, 2001
MC1-xxx:	Multiconsult-rapport 811353/1, 2008
xxx:	Multiconsult-rapport 10208614-01-RIG-RAP-001, 2020

Forklaring:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- BERGKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE: NN2000

EKSEMPEL: BP 1 — 43.0 / 28.2 — 14.8+2.4 — TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE; BORET DYBDE + BORET I BERG; ANTATT BERGKOTE

LØSNEOMRÅDE - HØY FAREGRAD

UTLØPSOMRÅDE - HØY FAREGRAD

ca. 300 m

ca. 450 m

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Endret fronten til løsne- og utløpsområdet etter kommentarer fra 3.partskontroll	09.09.2020		IDH	IDH
00	Tegnet	08.06.2020	LC	IDH	IDH

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA

Fag: RIG | Format: A1

Dato: 09.09.2020

AVGRENSNING OG KLASSIFISERING AV FARESONER
Utførte boringer og representative snitt

Målestokk: 1:3000

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
-	LC	IDH	IDH

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10208614-01	RIG-TEG-003	01

Forklaring:

FARESONE

Lokal stabilitet mot sjø er ikke utredet.
Må ivaretas i senere faser.

Begrensningssone for tilleggsbelastning i i faresonen. Oppfylling kan ikke utføres uten tiltak.

Tilleggslast opp mot 50 kPa OK.
For tilleggslast over 50 kPa er det behov for mer detaljerte vurderinger for å verifisere tilstrekkelig stabilitet.

50 m
50 m
50 m
-10
-20
-30
-10
-20
-30
X6623500
Y569500
Y570000
Y570500
Y571000
N

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Endret fronten av faresonen etter kommentarer fra 3.partskontroll	09.09.2020	LC	IDH	IDH
00	Tegnet	08.06.2020	LC	IDH	IDH

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA

Fag: RIG
Format: A1
Dato: 09.09.2020

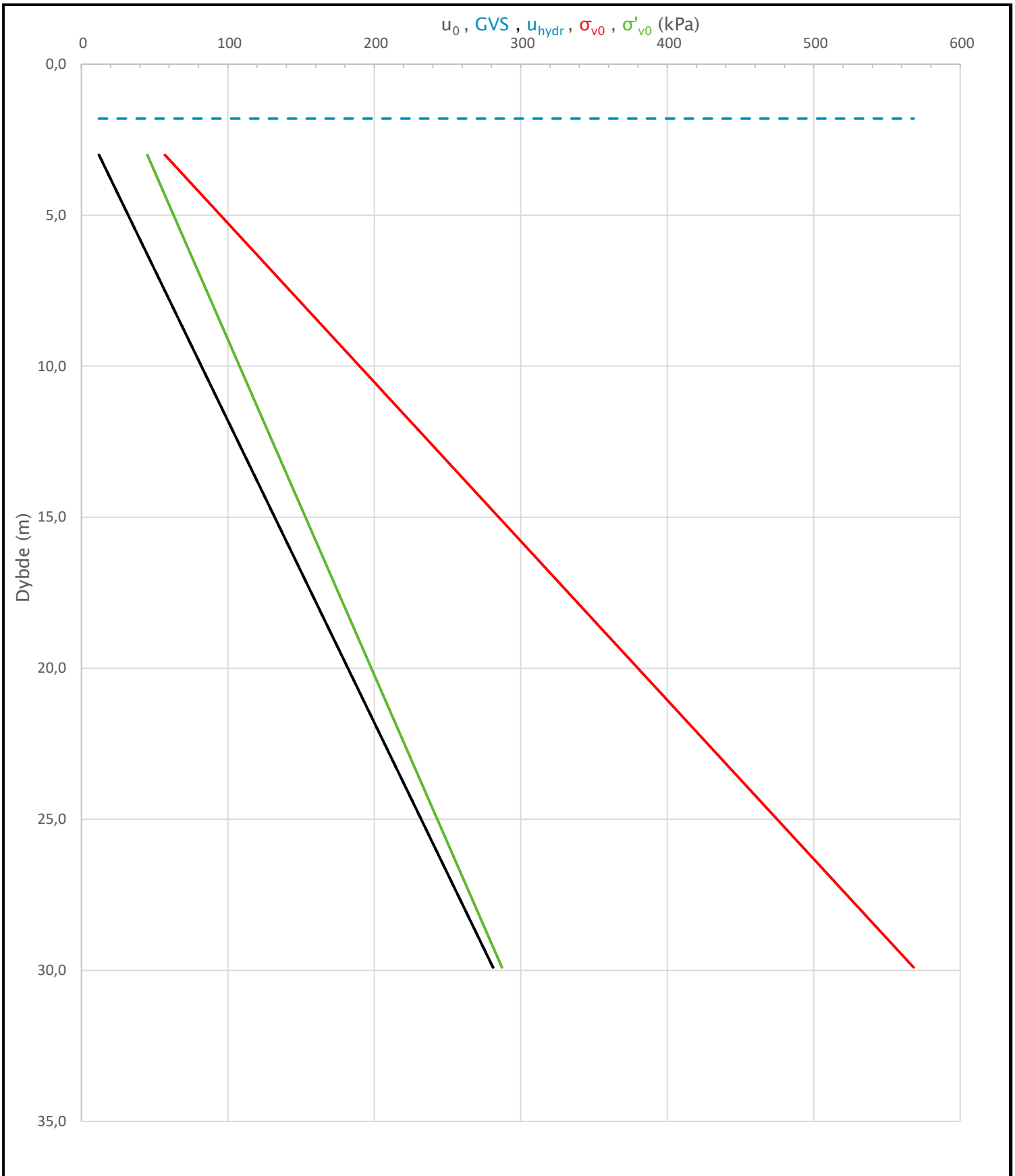
SITUASJONSPLAN
Begrensning til tilleggsbelastning

Målestokk: 1:3000

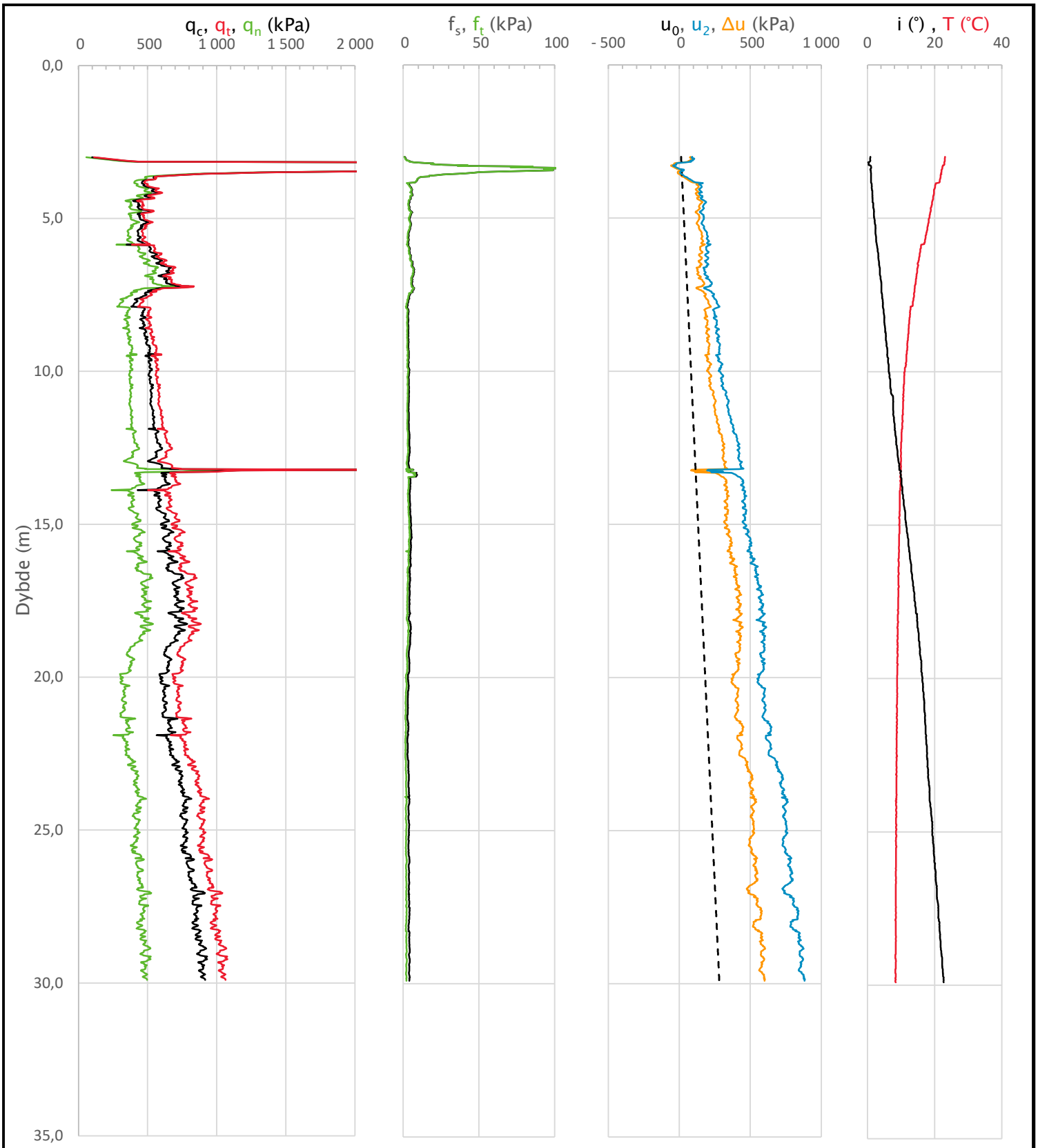
Multiconsult
www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
-	LC	IDH	IDH

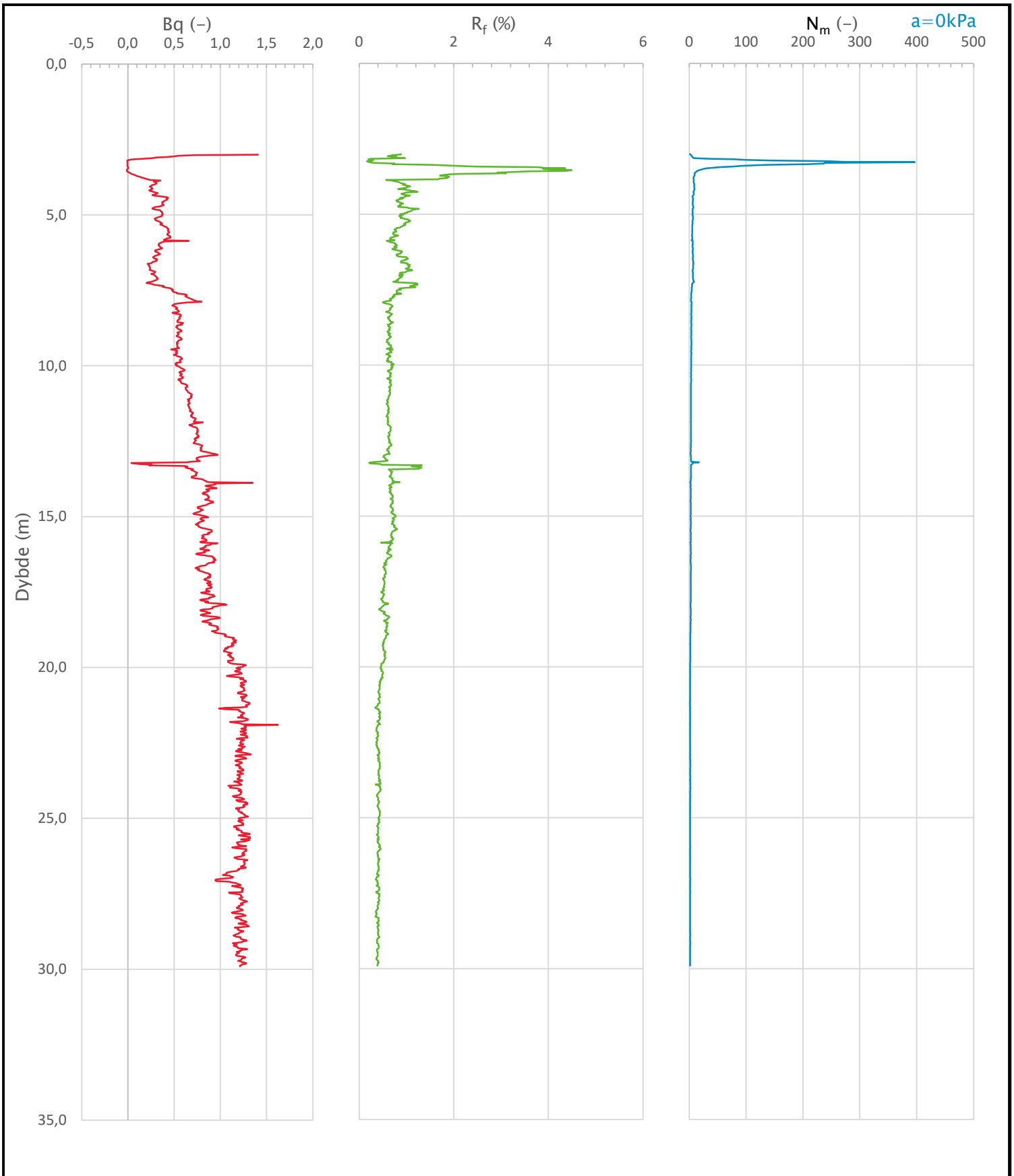
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10208614-01	RIG-TEG-004	01



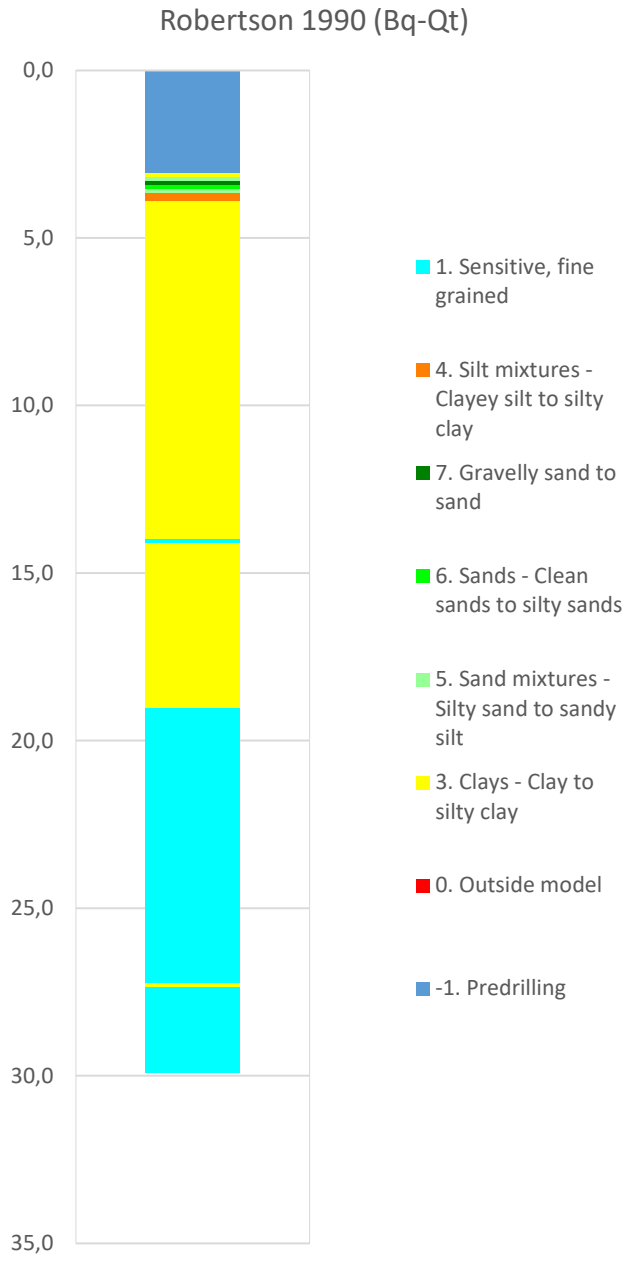
Prosjekt **Fjordbyen Lierstranda**	Prosjektnummer: 10208614-02 Rapportnummer: 10208614-02-RIG-RAP-001			Borhull Kote +1,3 **101A**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4842**
Multiconsult	Tegnet LC	Kontrollert IDH	Godkjent IDH	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 25.07.2019	Revisjon 0 Rev. dato 03.10.2019	RIG-TEG 500.2

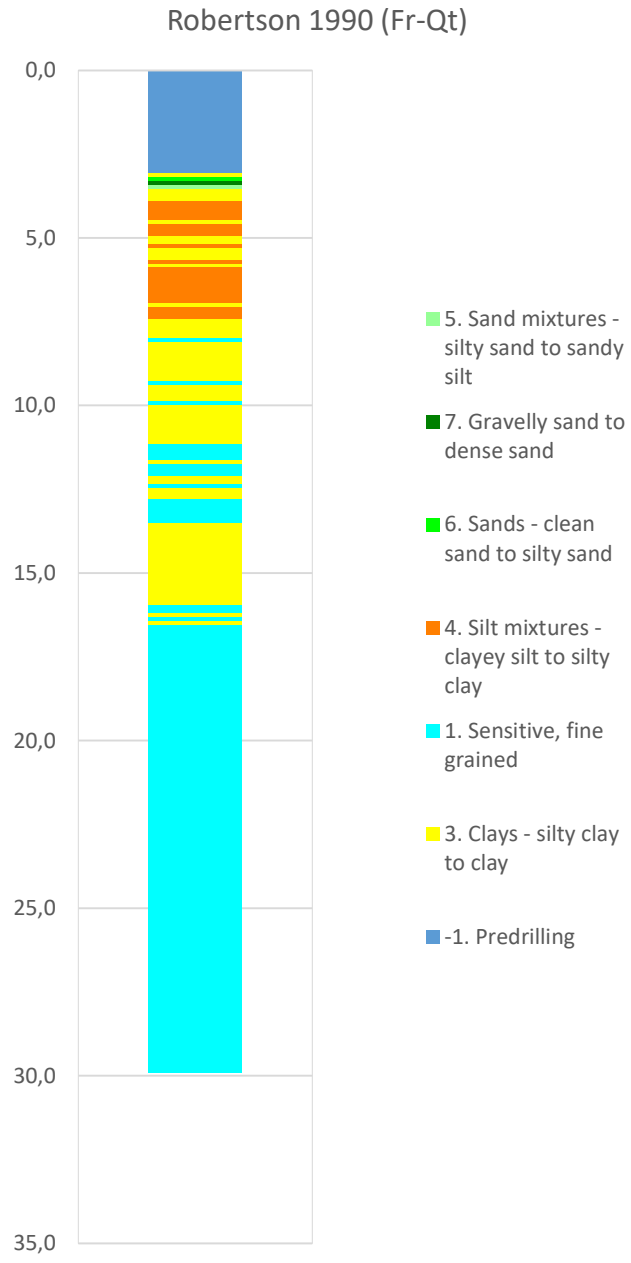


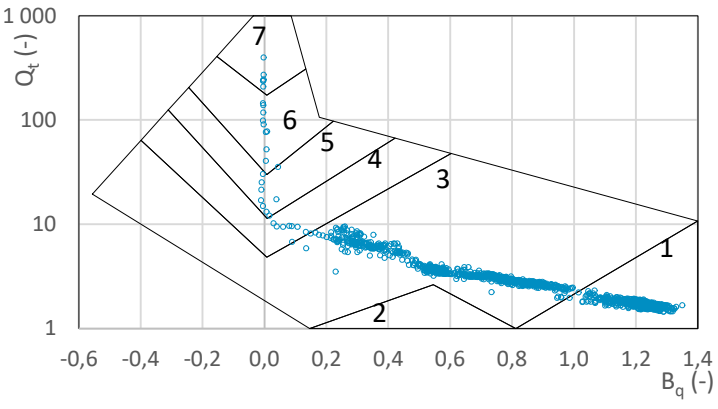
Prosjekt **Fjordbyen Lierstranda**	Prosjektnummer: 10208614-02 Rapportnummer: 10208614-02-RIG-RAP-001				Borhull Kote +1,3 **101A**
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier					Sondenummer **4842**
Multiconsult	Tegnet LC	Kontrollert IDH	Godkjent IDH		Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 25.07.2019	Revisjon 0	Rev. dato 03.10.2019	RIG-TEG 500.3

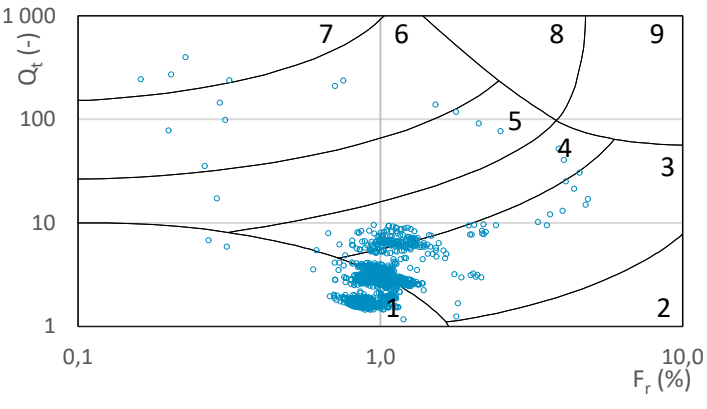


Prosjekt: **Fjordbyen Lierstranda**	Prosjektnummer: 10208614-02 Rapportnummer: 10208614-02-RIG-RAP-001			Borhull: **101A** Kote +1,3
Innhold: **Avledede dimensjonsløse forhold**				Sondenummer: **4842**
Multiconsult	Tegnet: LC	Kontrollert: IDH	Godkjent: IDH	Anvend.klasse: 1
	Utførende: Multiconsult	Dato sondering: 25.07.2019	Revisjon: 0 / Rev. dato: 03.10.2019	RIG-TEG: 500.4

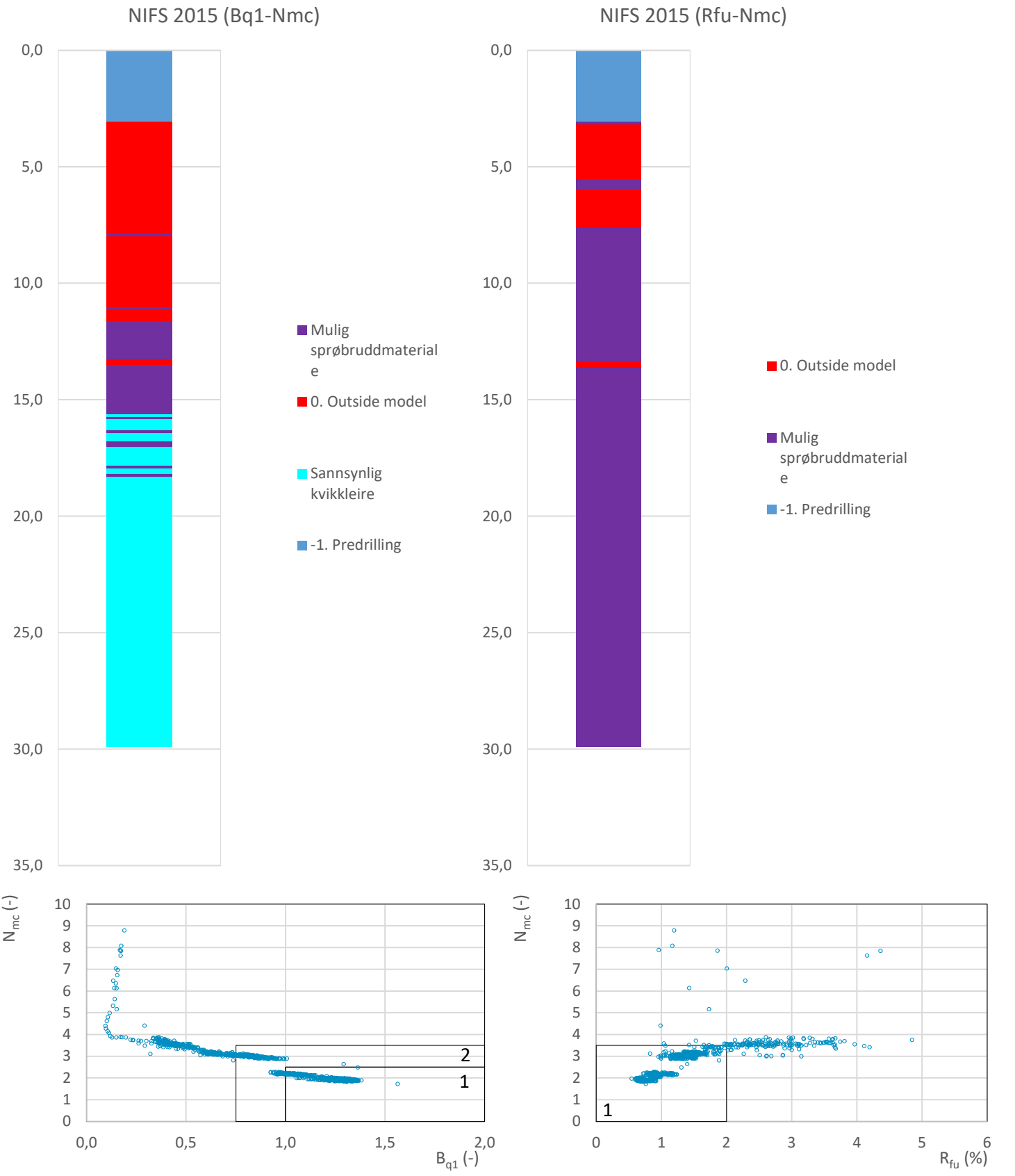




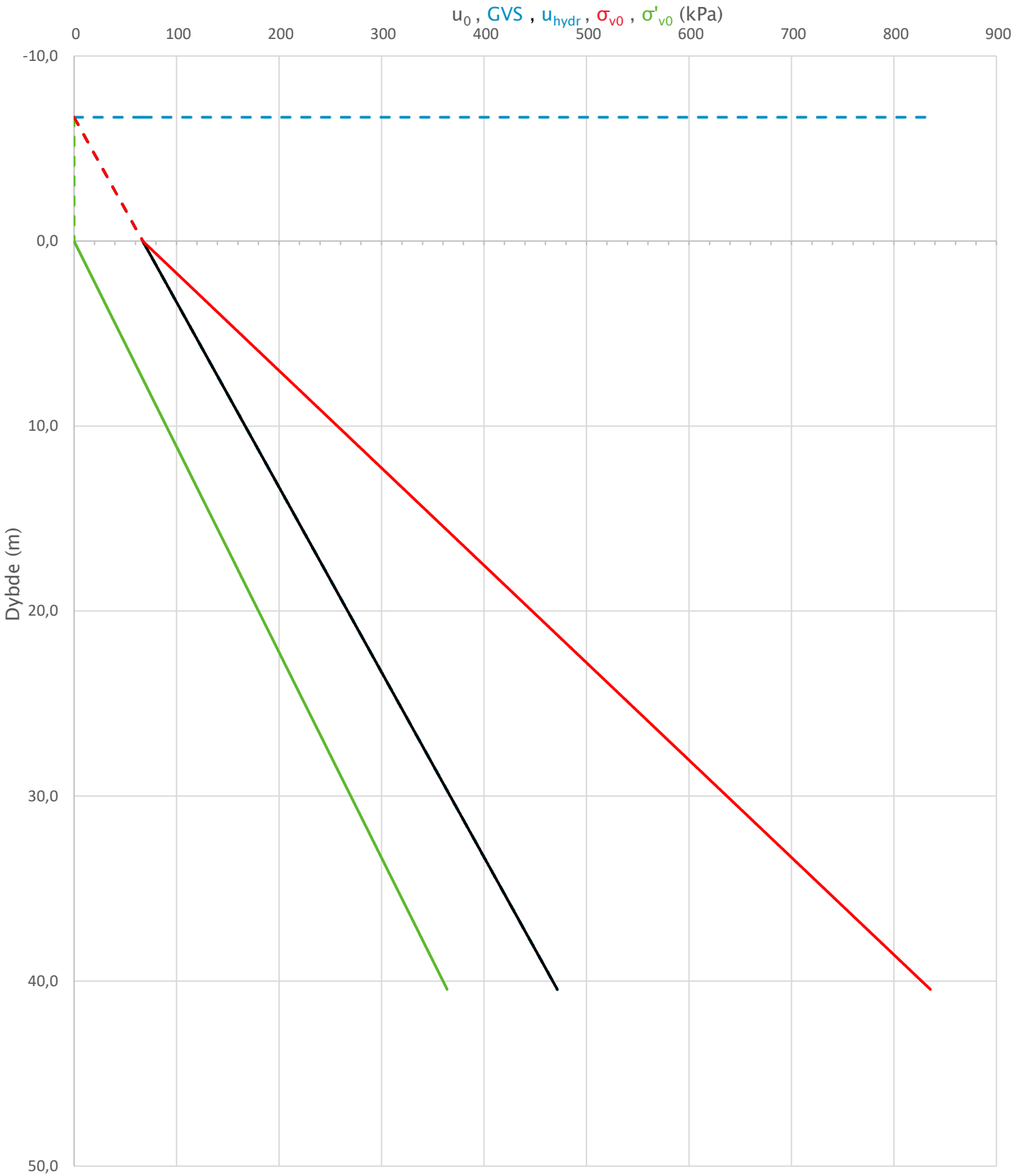




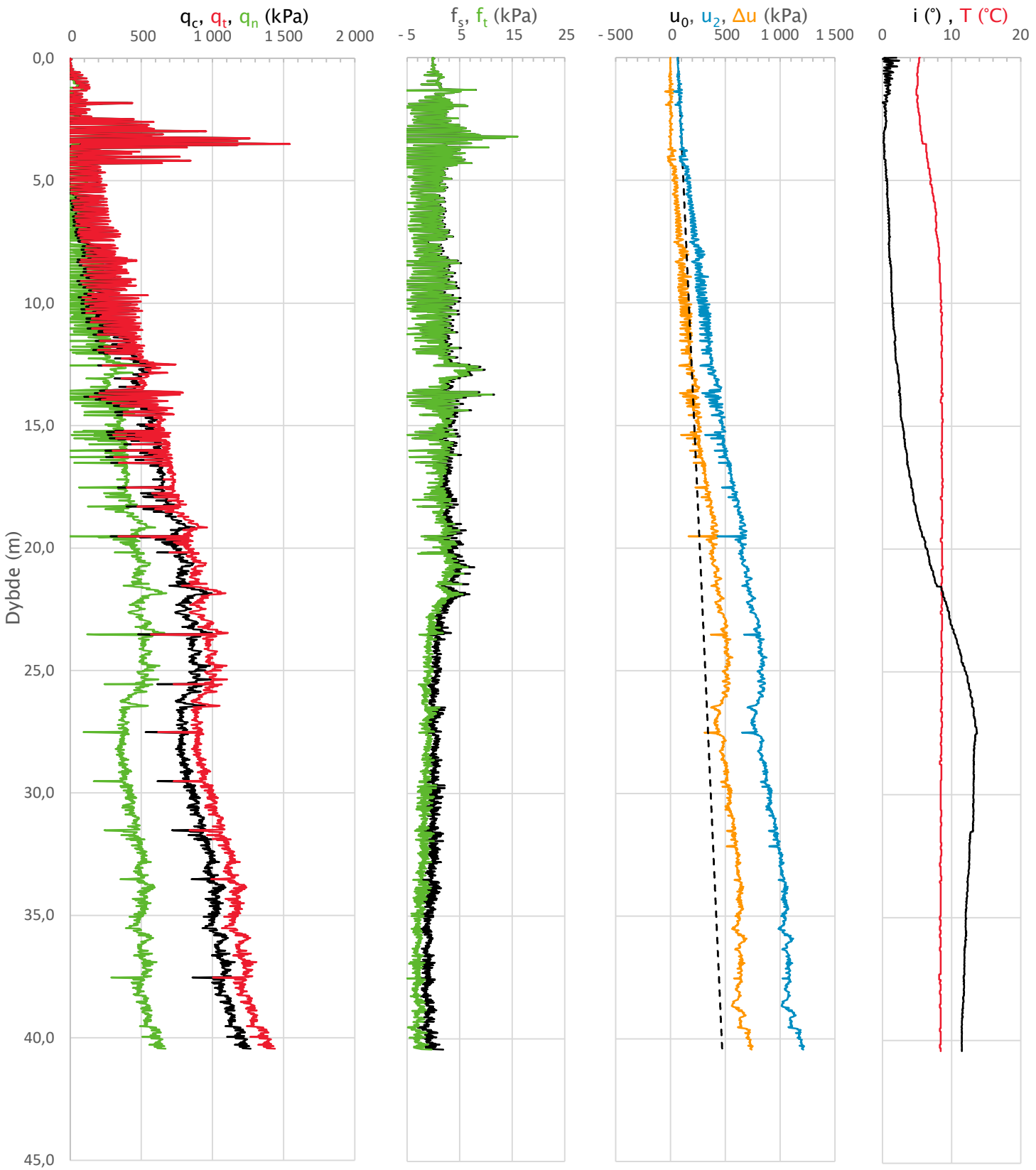
Prosjekt: **Fjordbyen Lierstranda**	Prosjektnummer: 10208614-01	Rapportnummer: 10208614-01-RIG-RAP-001		Borhull: **101A** Kote +1,3
Innhold: **Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990**				Sondenummer: **4842**
Multiconsult	Tegnet: LC	Kontrollert: IDH	Godkjent: IDH	Anvend.klasse: 1
	Utførende: Multiconsult	Dato sondering: 25.07.2019	Revisjon: 0 Rev. dato: 08.06.2020	RIG-TEG: 500.16



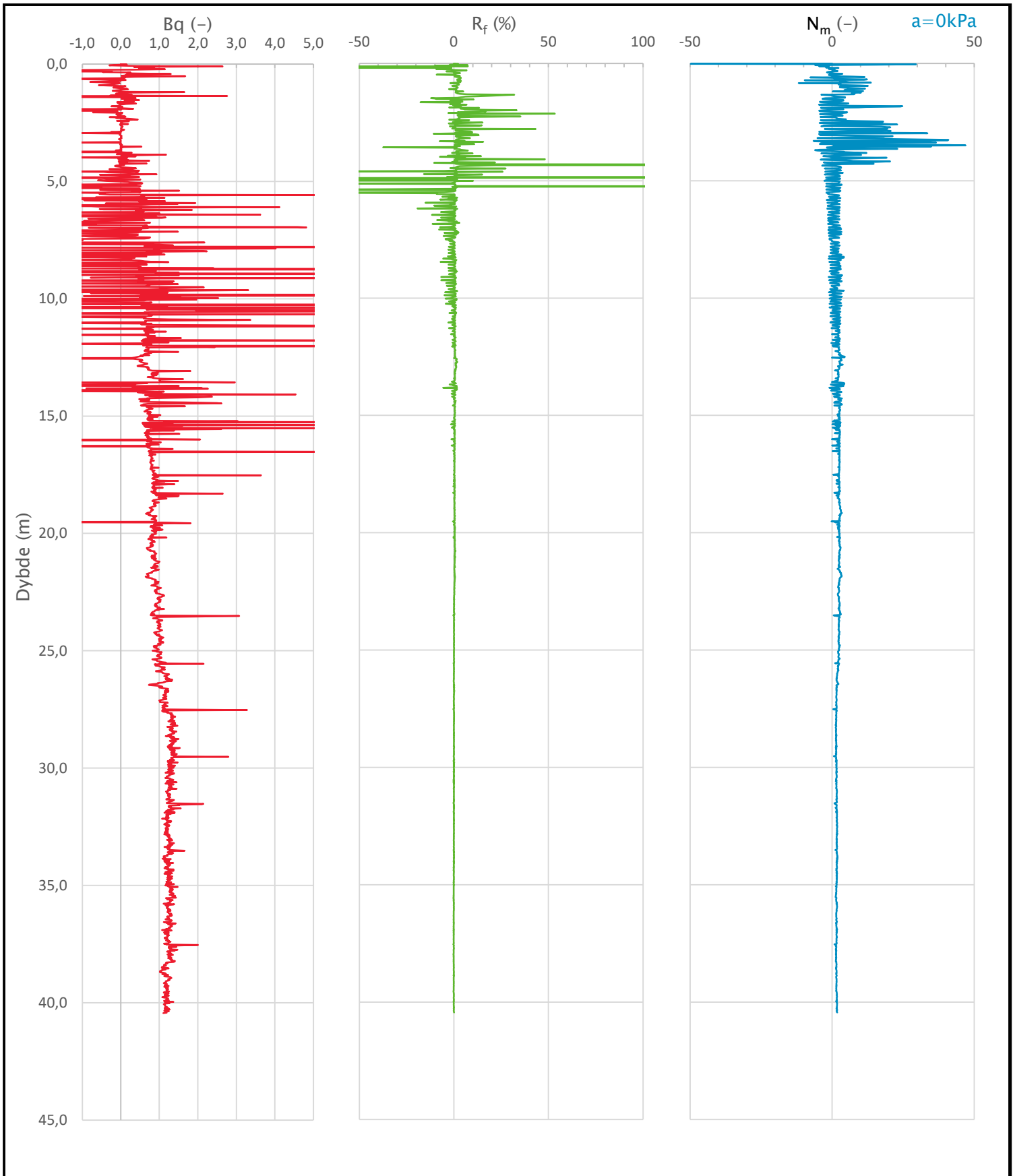
Prosjekt: Fjordbyen Lierstranda	Prosjektnummer: 10208614-01 Rapportnummer: 10208614-01-RIG-RAP-001			Borhull: 101A Kote +1,3
Innhold: Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer				Sondenummer: 4842
Multiconsult	Tegnet: LC	Kontrollert: IDH	Godkjent: IDH	Anvend.klasse: 1
	Utførende: Multiconsult	Dato sondering: 25.07.2019	Revisjon: 0 / Rev. dato: 08.06.2020	RIG-TEG: 500.21



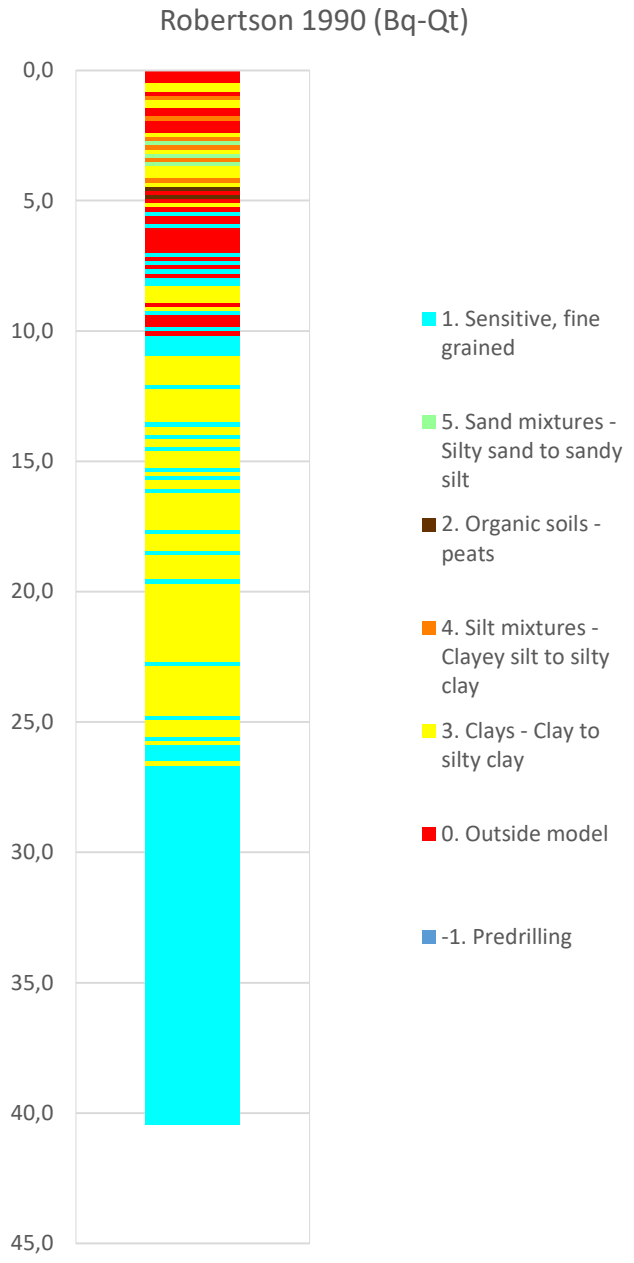
Prosjekt: Fjordbyen Lierstranda	Prosjektnummer: 10208614-02	Rapportnummer: 10208614-02-RIG-RAP-001		Borhull: 115 (Kote -6,7)
Innhold: In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer: 5285
Multiconsult	Tegnet: IDH	Kontrollert: LC	Godkjent: LC	Anvend.klasse: 1
	Utførende: Multiconsult	Dato sondering: 08.03.2020	Revisjon: 0 Rev. dato: 30.03.2020	RIG-TEG: 516.2

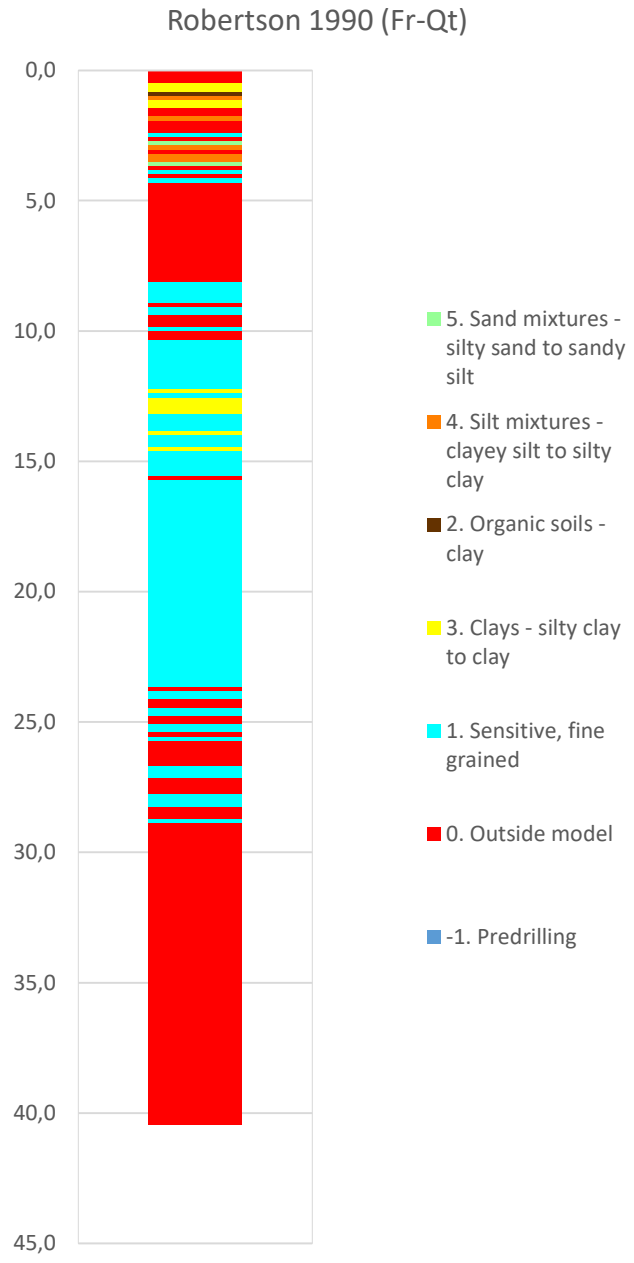


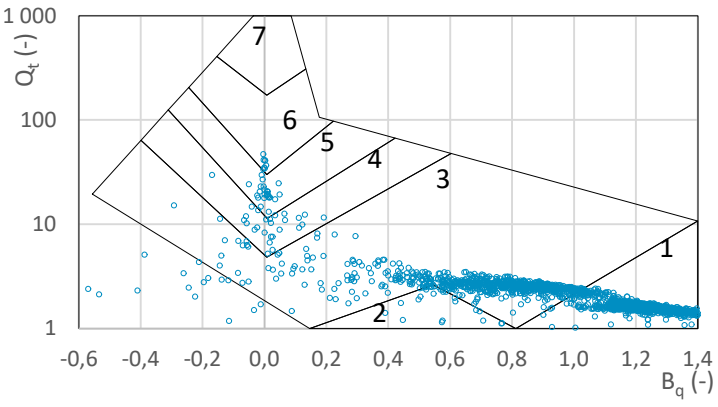
Prosjekt Prosjektnummer: 10208614-02 Rapportnummer: 10208614-02-RIG-RAP-001 **Fjordbyen Lierstranda**				Borhull Kote -6,7 **115**
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer **5285**
Multiconsult	Tegnet IDH	Kontrollert LC	Godkjent LC	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 08.03.2020	Revisjon 0 Rev. dato 30.03.2020	RIG-TEG 516.3

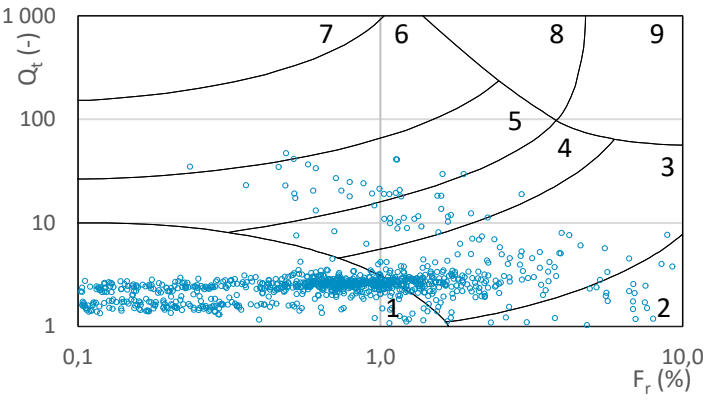


Prosjekt Prosjektnummer: 10208614-02 Rapportnummer: 10208614-02-RIG-RAP-001 **Fjordbyen Lierstranda**				Borhull Kote -6,7 **115**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **5285**
Multiconsult	Tegnet IDH	Kontrollert LC	Godkjent LC	Anvend.klasse **1**
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 08.03.2020	Revisjon 0 Rev. dato 30.03.2020	RIG-TEG **516.4**

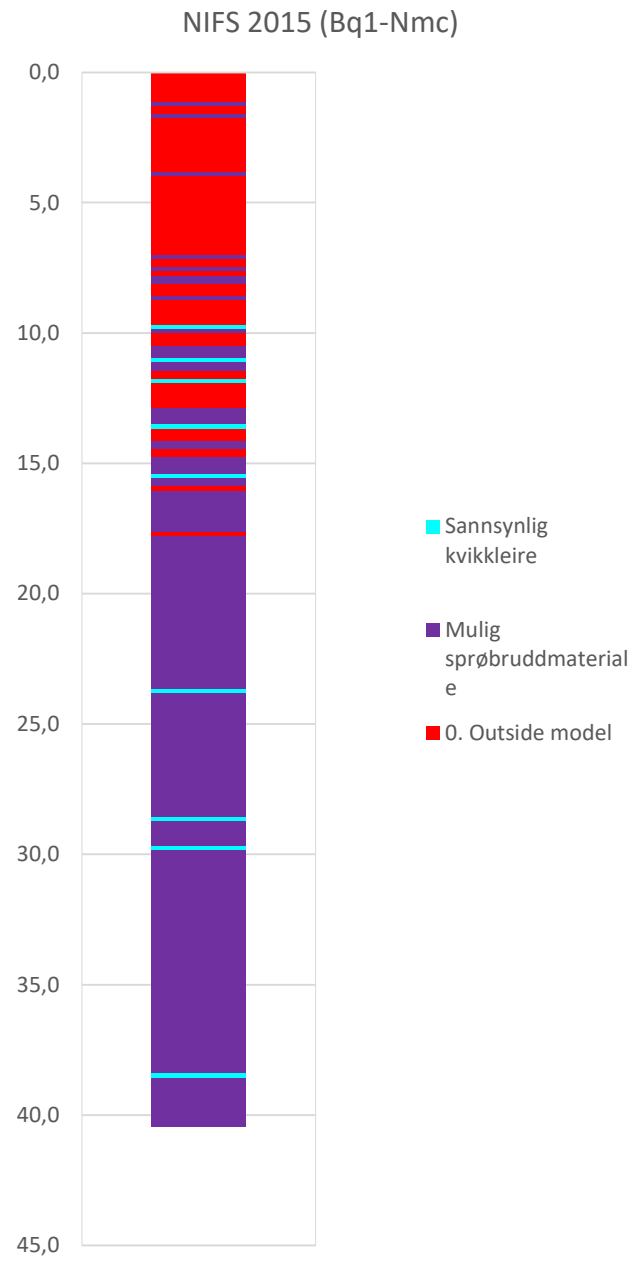


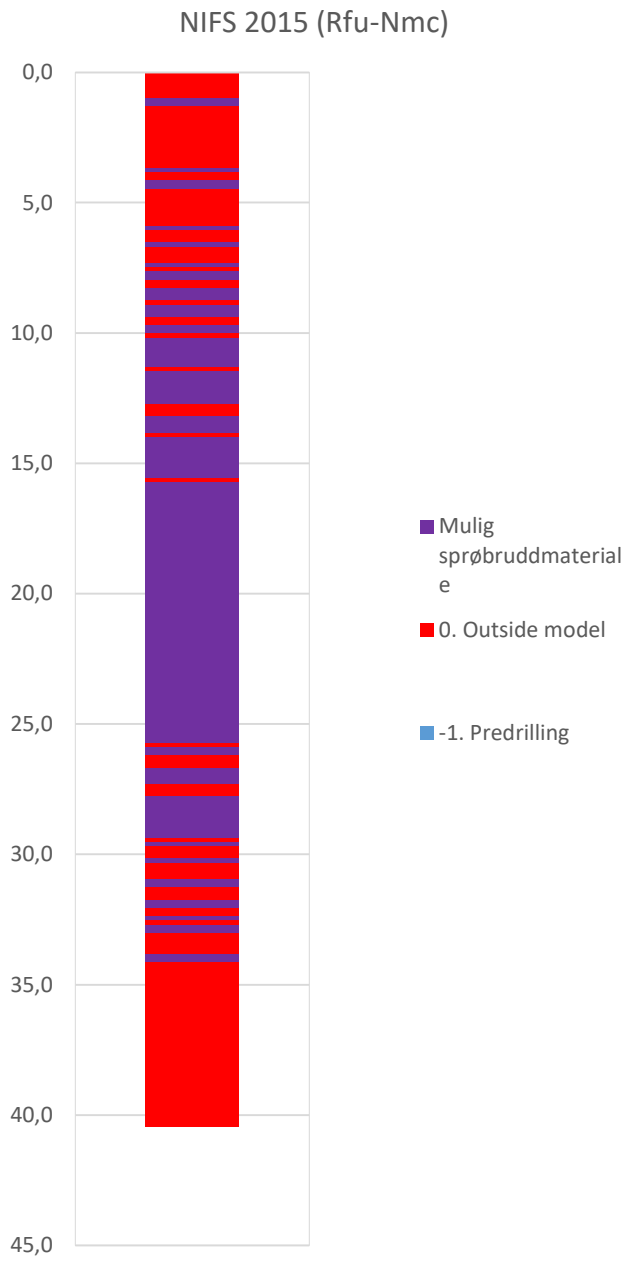


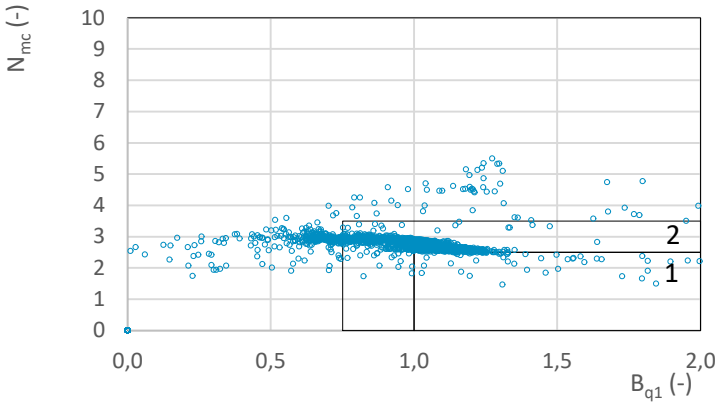


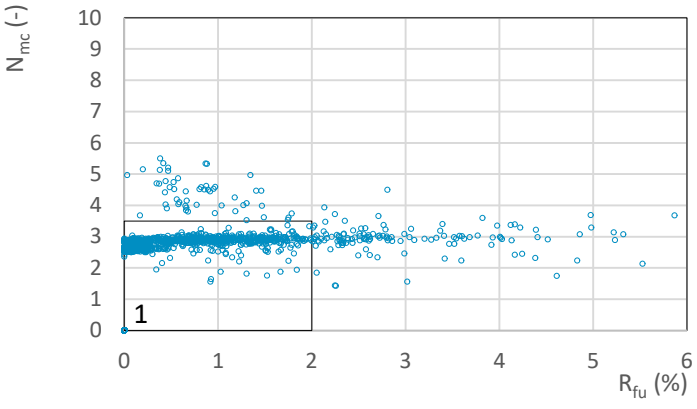


Prosjekt: Fjordbyen Lierstranda	Prosjektnummer: 10208614-01 Rapportnummer: 10208614-01-RIG-RAP-001			Borhull: 115 Kote -6,7
Innhold: Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				Sondenummer: 5285
Multiconsult	Tegnet: IDH	Kontrollert: LC	Godkjent: LC	Anvend.klasse: 1
	Utførende: Multiconsult	Dato sondering: 08.03.2020	Revisjon: 0 Rev. dato: 08.06.2020	RIG-TEG: 516.16

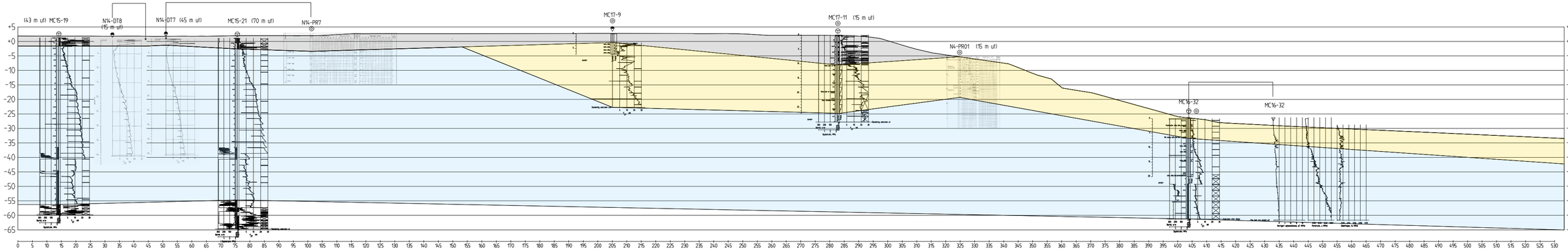




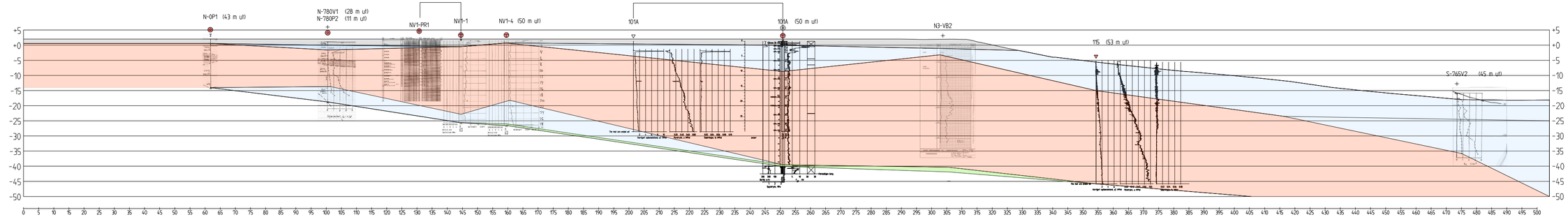




Prosjekt: **Fjordbyen Lierstranda**	Prosjektnummer: 10208614-01	Rapportnummer: 10208614-01-RIG-RAP-001		Borhull: 115 (Kote -6,7)
Innhold: Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 - detektering av sensitive materialer				Sondenummer: 5285
Multiconsult	Tegnet: IDH	Kontrollert: LC	Godkjent: LC	Anvend.klasse: 1
	Utførende: Multiconsult	Dato sondering: 08.03.2020	Revisjon: 0 Rev. dato: 08.06.2020	RIG-TEG: 516.21



Profil A-A



Profil B-B

FYLLING
SPRØBRUDDMATERIALE
MORENE
LEIRE, SILTIG / SILT, LEIRIG
SAND / FLIS

FORKLARING:

- PRØVESERIE
- DREIETRYKKSONDERING
- VINGEBORING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

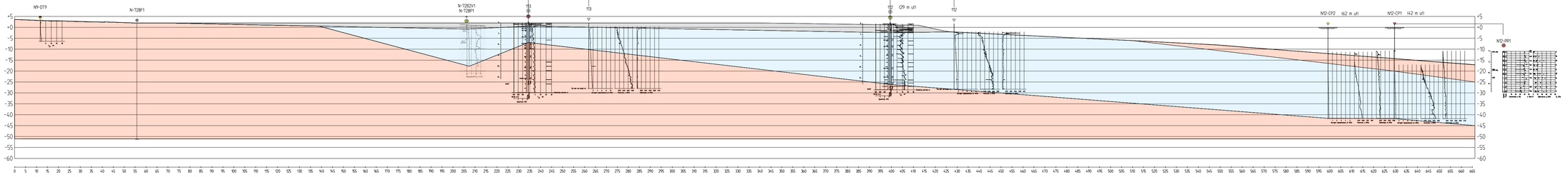
Multiconsult
www.multiconsult.no

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA
PROFIL A-A og B-B
Tolket lagdeling

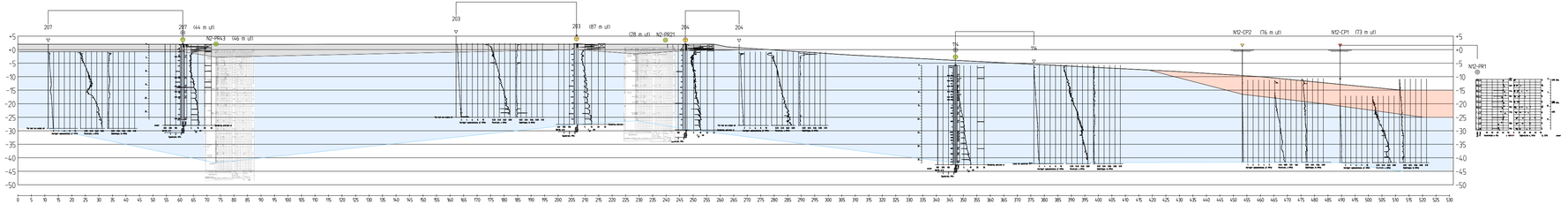
KARTGRUNNLAG:	DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM:	EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE:	NN2000

Status	Fag	Original format	Dato
	RIG	A3L	2020-05-19
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
LC	IDH	IDH	1:1000
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10208614-01	RIG-TEG-700		00

W:\10\10208\10208614-01\10208614-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\10208614-01 RIG\10208614-01-04 TEGNINGER\LAY_V_Snitt.dwg, - Layout: (RIG-TEG-700 (Snitt AA og BB - A3L)), - Plottet av: lc, Dato: 2020.06.08 kl. 22:37



Profil C-C



Profil D-D

FYLLING
SPRØBRUDDMATERIALE
LEIRE, SILTIG / SILT, LEIRIG

FORKLARING:

- PRØVESERIE
- DREIETRYKKSONDERING
- VINGEBORING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- BERGKONTROLLBORING

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

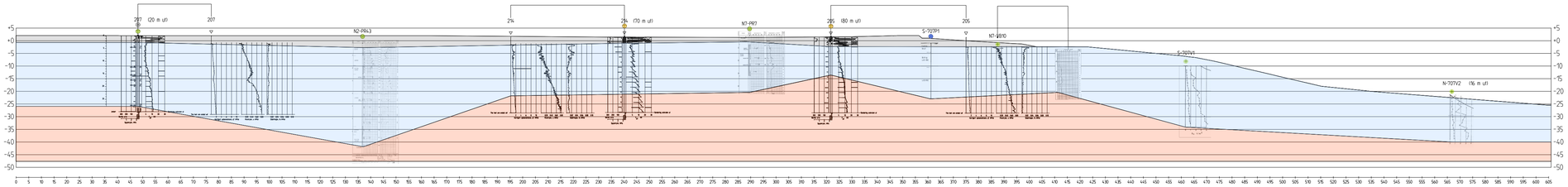
EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIESTRANDA
PROFIL C-C og PROFIL D-D
Tolket lagdeling

KARTGRUNNLAG:	DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM:	EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE:	NN2000

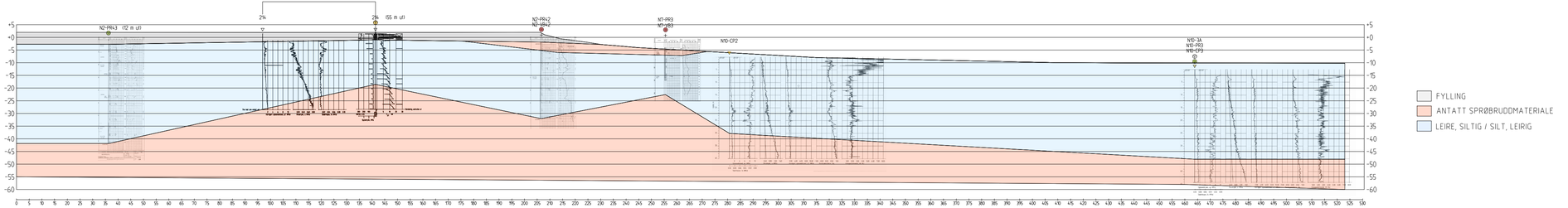
Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3LL	2020-05-19
Konstr./Tegnet	**Kontrollert**	**Godkjent**	**Målestokk**
LC	IDH	IDH	1:1000

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10208614-01	RIG-TEG-701	00

W:\10\10208\10208614-01\10208614-01-03 ARBEIDSOMRÅDER\10208614-01-RIG\10208614-01-04 TEGNINGER\LAY_V_Snitt.dwg - Layout: (RIG-TEG-701 Snitt CC og DD - A3LL). - Plottet av: lc, Dato: 2020.06.08 kl 22:41



Profil E-E



Profil F-F før utfylling i Gilhusbukta

FYLLING
ANTATT SPRØBRUDDMATERIALE
LEIRE, SILTIG / SILT, LEIRIG

FORKLARING:

- PRØVESERIE
- DREIETRYKKSONDERING
- VINGEBORING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- BERGKONTROLLBORING

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- UTILSTREKKELIG INFO

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

EIDOS EIDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIESTRANDA
PROFIL E-E og F-F
Tolket lagdeling

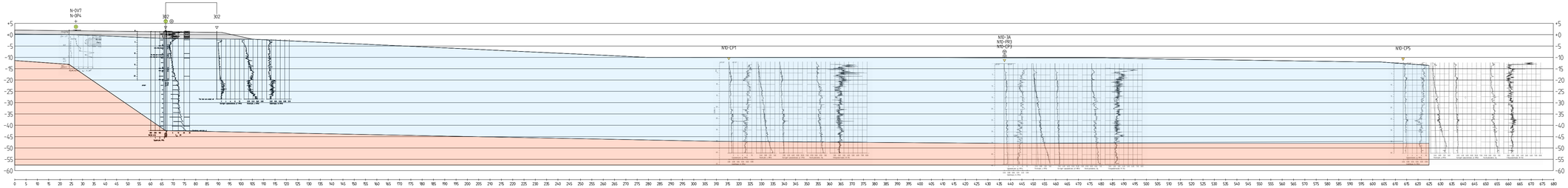
KARTGRUNNLAG:	DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM:	EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE:	NN2000

Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3LL	2020-05-19
Konstr./Tegnet	**Kontrollert**	**Godkjent**	**Målestokk**
LC	IDH	IDH	1:1000

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10208614-01	RIG-TEG-702	00

W:\10208\10208614-01\10208614-01-03 ARBEIDSOMRÅDER\10208614-01-RIG\10208614-01-04 TEGNINGER\LAY_V_Snitt.dwg, - Layout: IRIG-TEG-702 Snitt EE og FF - A3LL. - Plottet av: lc, Dato: 2020.06.08 kl 22:42

W:\10208614\10208614-01\10208614-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\10208614-01-04 TEGNINGER\LAY_V_Snitt.dwg - Layout: IRIG-TEG-703 Snitt GG - A3LL - Plottet av: lc, Dato: 2020.06.08 kl 22:34



Profil G-G før utfylling i Gilhusbukta

- FYLLING
- ANTATT SPRØBRUDDMATERIALE
- LEIRE, SILTIG / SILT, LEIRIG

FORKLARING:

- PRØVESERIE
- DREIETRYKKSONDERING
- VINGEBORING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- BERGKONTROLLBORING

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- UTILSTREKKELIG INFO

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIESTRANDA
PROFIL G-G
Tolket lagdeling

KARTGRUNNLAG:	DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM:	EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE:	NN2000

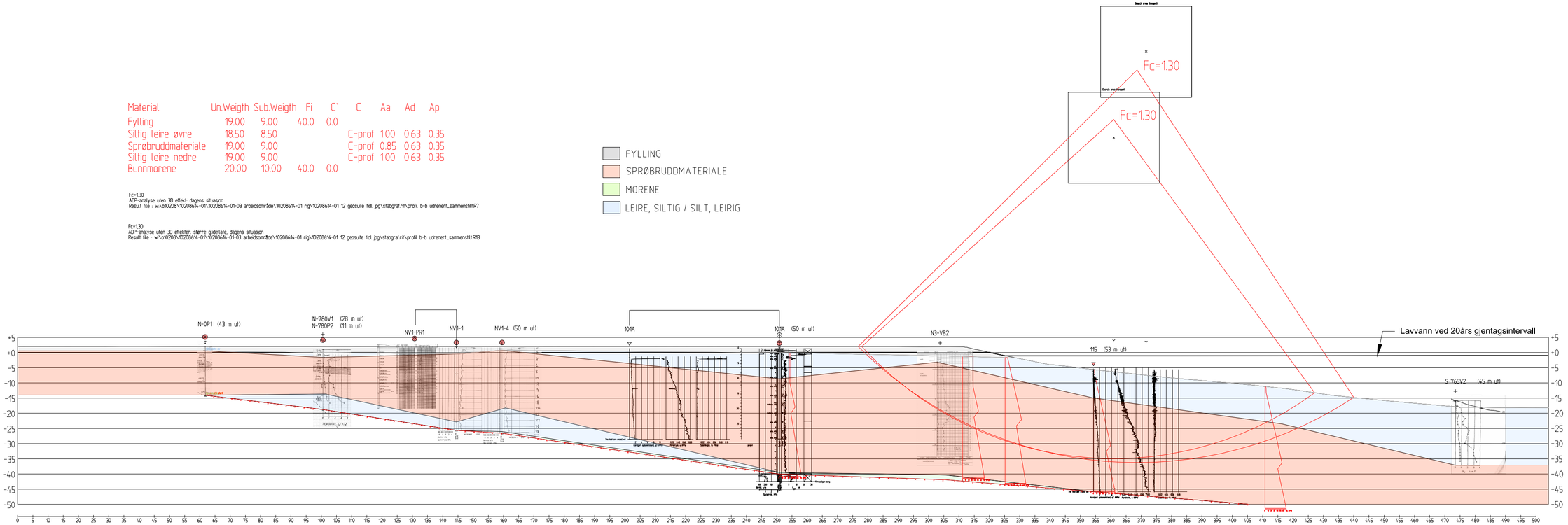
Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3LL	2020-05-19
Konstr./Tegnet	**Kontrollert**	**Godkjent**	**Målestokk**
LC	IDH	IDH	1:1000

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10208614-01	RIG-TEG-703	00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0				
Siltig leire øvre	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Siltig leire nedre	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Bunnmorene	20.00	10.00	40.0	0.0				

Fc=1.30
ADP-analyse uten 3D effekt: dagens situasjon
Result file : w:\o10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite tidl. jpg\stabgraf.nl\profil b-b udrenert_sammenstilt.R7

Fc=1.30
ADP-analyse uten 3D effekter: større glideflate, dagens situasjon
Result file : w:\o10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite tidl. jpg\stabgraf.nl\profil b-b udrenert_sammenstilt.R13



Profil B-B

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

FORKLARING:
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ◎ PRØVESERIE
- + VINGEBORING

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA
ADP-analyse (udrenerte stabilitetsberegninger)
Dagens situasjon uten 3D effekter

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE: NN2000

Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3L	2020-09-06
Konstr./Tegnet	**Kontrollert**	**Godkjent**	**Målestokk**
LC	IDH	IDH	1:1000

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10208614-01	RIG-TEG-800.1	00

W:\O10208\10208614-01\10208614-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\10208614-01 RIG\10208614-01-04 TEGNINGER\LAY_OMRÅDESTABILITET.dwg, - Layout: (RIG-TEG-800.1 (Profiler - A3L)), - Plottet av: lc, Dato: 2020.06.09 kl 16:23

W:\10\10208\10208614-01\10208614-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\10208614-01 RIG\10208614-01-04 TEGNINGER\LAY_OMRÅDESTABILITET.dwg, - Layout: (RIG-TEG-800.2 (Profiler - A3L)), - Plottet av: lc, Dato: 2020.06.09 kl 16:24

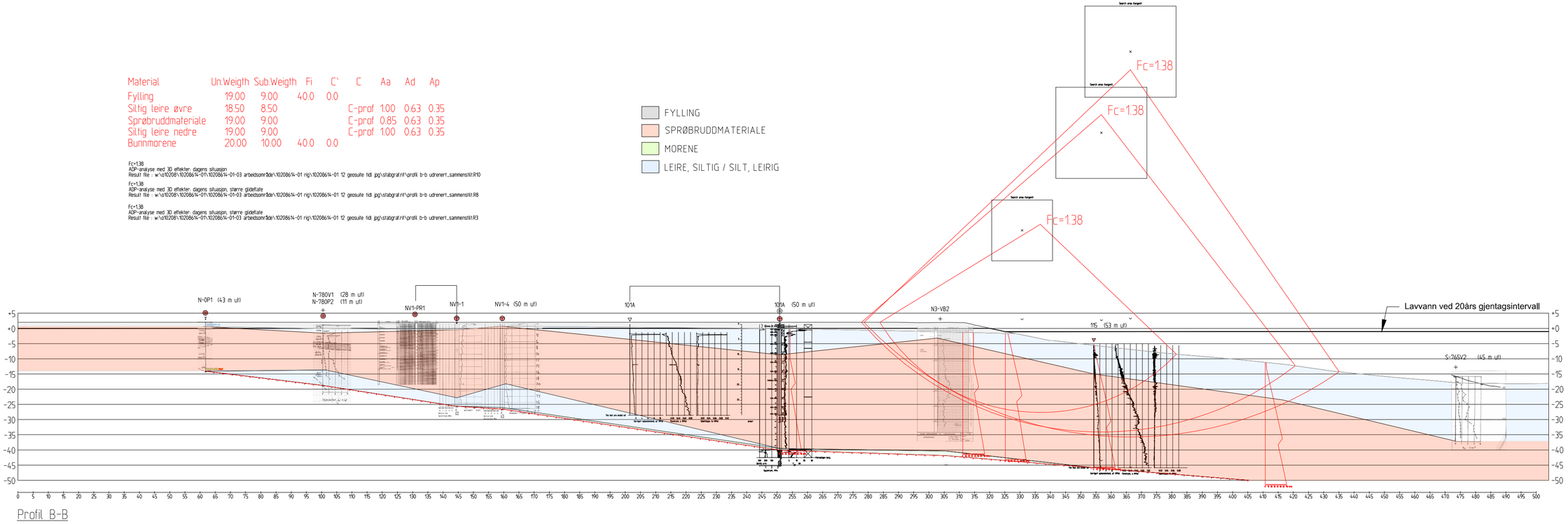
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0				
Siltig leire øvre	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Siltig leire nedre	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Bunnmorene	20.00	10.00	40.0	0.0				

Fc=1.38
ADP-analyse med 3D effekter: dagens situasjon
Result file : w:\c\10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite lidi jpg\stabgraf.nit\profil b-b udrenert_sammenslått.R10

Fc=1.38
ADP-analyse med 3D effekter: dagens situasjon, større glideflate
Result file : w:\c\10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite lidi jpg\stabgraf.nit\profil b-b udrenert_sammenslått.R8

Fc=1.38
ADP-analyse med 3D effekter: dagens situasjon, større glideflate
Result file : w:\c\10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite lidi jpg\stabgraf.nit\profil b-b udrenert_sammenslått.R3

FYLLING
SPRØBRUDDMATERIALE
MORENE
LEIRE, SILTIG / SILT, LEIRIG



Profil B-B

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

FORKLARING:
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ◎ PRØVESERIE
- + VINGEBORING

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA
ADP-analyse (udrenerte stabilitetsberegninger)
Dagens situasjon med 3D effekter

KARTGRUNNLAG:	DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM:	EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE:	NN2000

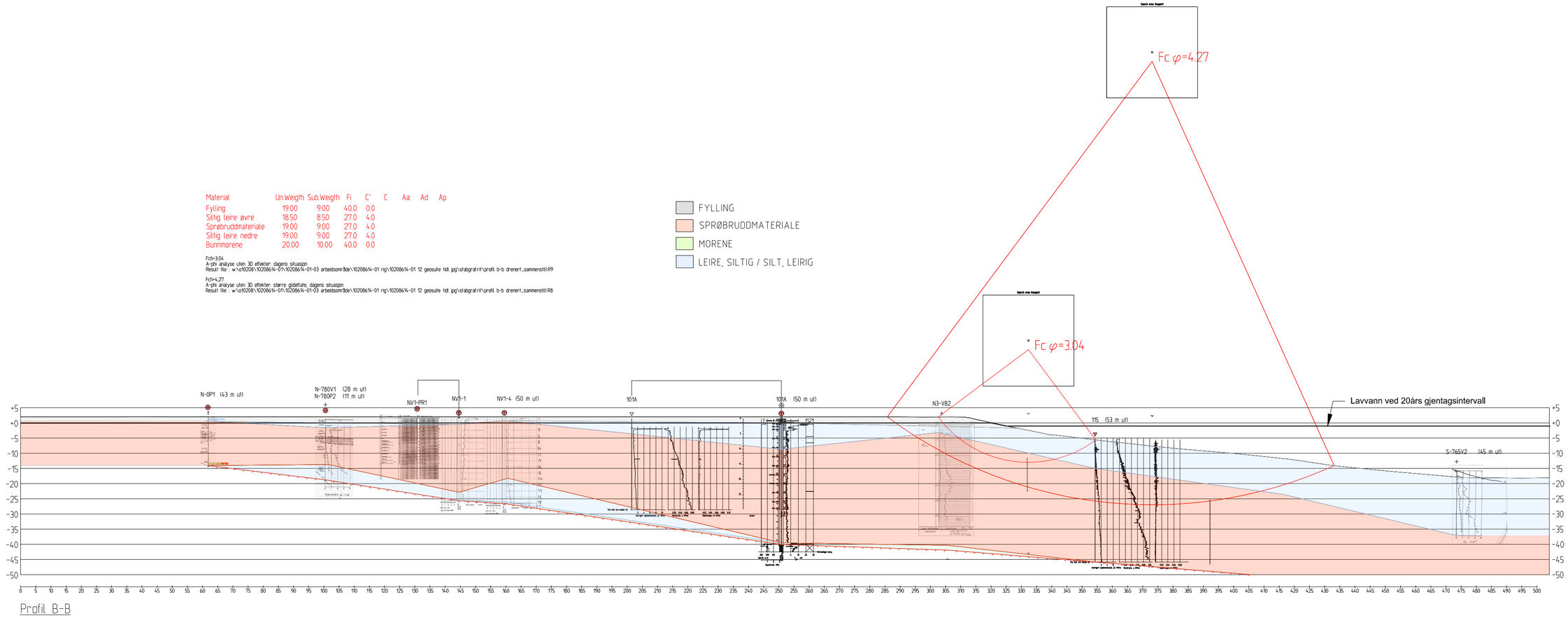
Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3L	2020-09-06
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
LC	IDH	IDH	1:1000
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10208614-01	RIG-TEG-800.2		00

W:\10\10208\10208614-01\10208614-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\10208614-01 RIG\10208614-01-04 TEGNINGER\LAY_OMRÅDESTABILITET.dwg, - Layout: IRIG-TEG-800.3 (Profiler - A3L)), - Plottet av: lc, Dato: 2020.06.09 kl 16:29

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0				
Siltig leire øvre	18.50	8.50	27.0	4.0				
Sprøbruddmateriale	19.00	9.00	27.0	4.0				
Siltig leire nedre	19.00	9.00	27.0	4.0				
Bunnmorene	20.00	10.00	40.0	0.0				

Fcfi=3.04
A-phi analyse uten 3D effekter, dagens situasjon
Result file : w:\o\10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite tdi jpg\stabgrafnit\profil b-b drenert_sammenstilt.R9

Fcfi=4.27
A-phi analyse uten 3D effekter, større glideflate, dagens situasjon
Result file : w:\o\10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite tdi jpg\stabgrafnit\profil b-b drenert_sammenstilt.R8



Profil B-B

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

FORKLARING:
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ◎ PRØVESERIE
- + VINGEBORING

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA
A-phi analyse (drenerte stabilitetsberegninger)
Dagens situasjon uten 3D effekter

KARTGRUNNLAG:	DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM:	EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE:	NN2000

Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3L	2020-09-06
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
LC	IDH	IDH	1:1000
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10208614-01	RIG-TEG-800.3		00

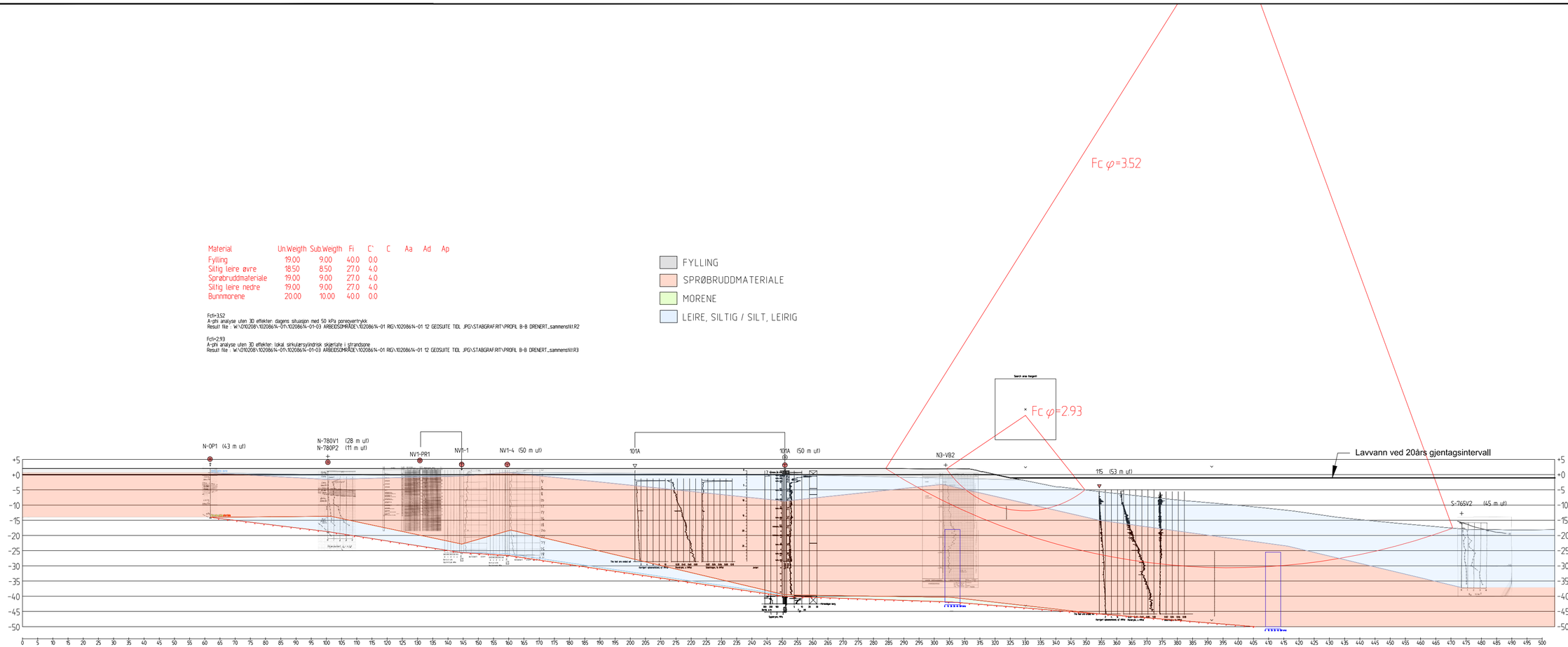
W:\1010208\1020861 4-01\1020861 4-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\1020861 4-01 RIG\1020861 4-01-04 TEGNINGER\LAY_OMRÅDESTABILITET.dwg, - Layout: (RIG-TEG-800.4 (Profiler - A3L)), - Plottet av: lc, Dato: 2020.06.09 kl 16:28

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0				
Siltig leire øvre	18.50	8.50	27.0	4.0				
Sprøbruddmateriale	19.00	9.00	27.0	4.0				
Siltig leire nedre	19.00	9.00	27.0	4.0				
Bunnmorene	20.00	10.00	40.0	0.0				

Fc=3.52
A-phi analyse uten 3D effekter: dagens situasjon med 50 kPa poreovertrykk
Result file : W:\1010208\1020861 4-01\1020861 4-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\1020861 4-01 RIG\1020861 4-01 12 GEOSUITE TDL JPG\STABGRAFRT\PROFIL B-B DRENERT_sammenstilt.R2

Fc=2.93
A-phi analyse uten 3D effekter: lokal sirkulærsylindrisk skjærflate i strandsone
Result file : W:\1010208\1020861 4-01\1020861 4-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\1020861 4-01 RIG\1020861 4-01 12 GEOSUITE TDL JPG\STABGRAFRT\PROFIL B-B DRENERT_sammenstilt.R3

FYLLING
SPRØBRUDDMATERIALE
MORENE
LEIRE, SILTIG / SILT, LEIRIG



Profil B-B

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

FORKLARING:
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ◎ PRØVESERIE
- + VINGEBORING

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA
A-phi analyse (drenerte stabilitetsberegninger)
Dagens situasjon uten 3D effekter, med poreovertrykk

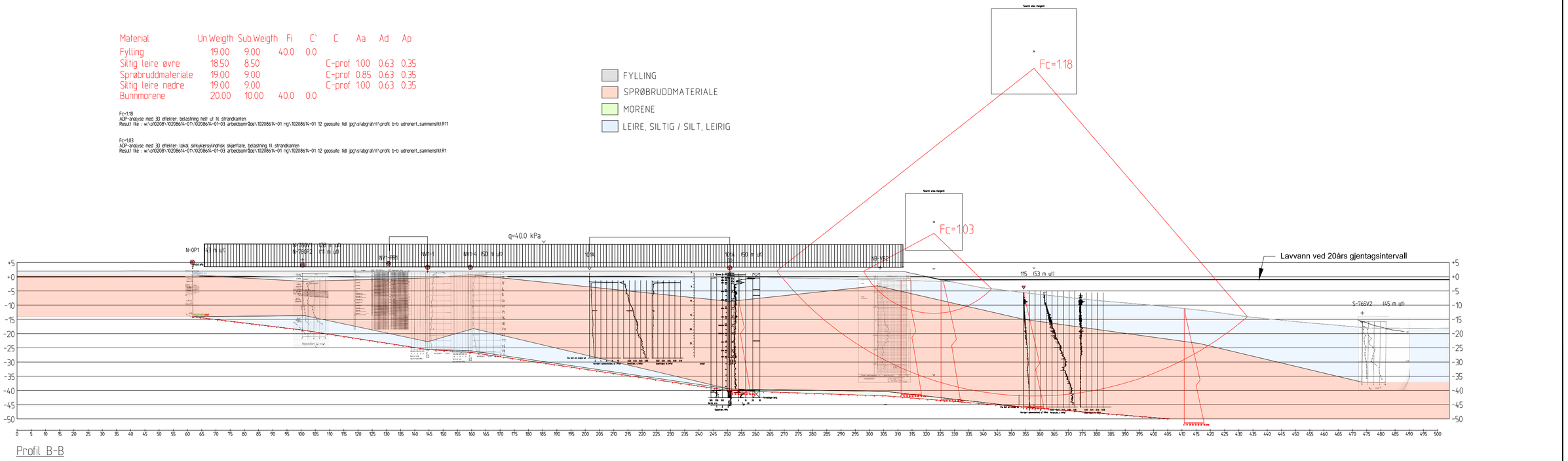
KARTGRUNNLAG:	DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM:	EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE:	NN2000

Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3L	2020-09-06
Konstr./Tegnet	**Kontrollert**	**Godkjent**	**Målestokk**
LC	IDH	IDH	1:1000
Oppdragsnr.	**Tegningsnr.**		**Rev.**
10208614-01	RIG-TEG-800.4		00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0				
Siltig leire øvre	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Siltig leire nedre	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Bunnmorene	20.00	10.00	40.0	0.0				

Fc=1.18
ADP-analyse med 3D effekter: belastning helt ut til strandkanten
Result file : w:\a10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite tidl jpg\stabgrafer\profil b-b udrenert_sammenstilt.R11

Fc=1.03
ADP-analyse med 3D effekter: lokal sirkulærsylindrisk skjærflate, belastning til strandkanten
Result file : w:\a10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite tidl jpg\stabgrafer\profil b-b udrenert_sammenstilt.R1



Profil B-B

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

FORKLARING:
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ◎ PRØVESERIE
- + VINGEBORING

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA
ADP-analyse (udrenerte stabilitetsberegninger)
Belastning til strandkanten med 3D effekter

KARTGRUNNLAG:	DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM:	EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE:	NN2000

Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3L	2020-09-06
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
LC	IDH	IDH	1:1000
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10208614-01	RIG-TEG-801		00

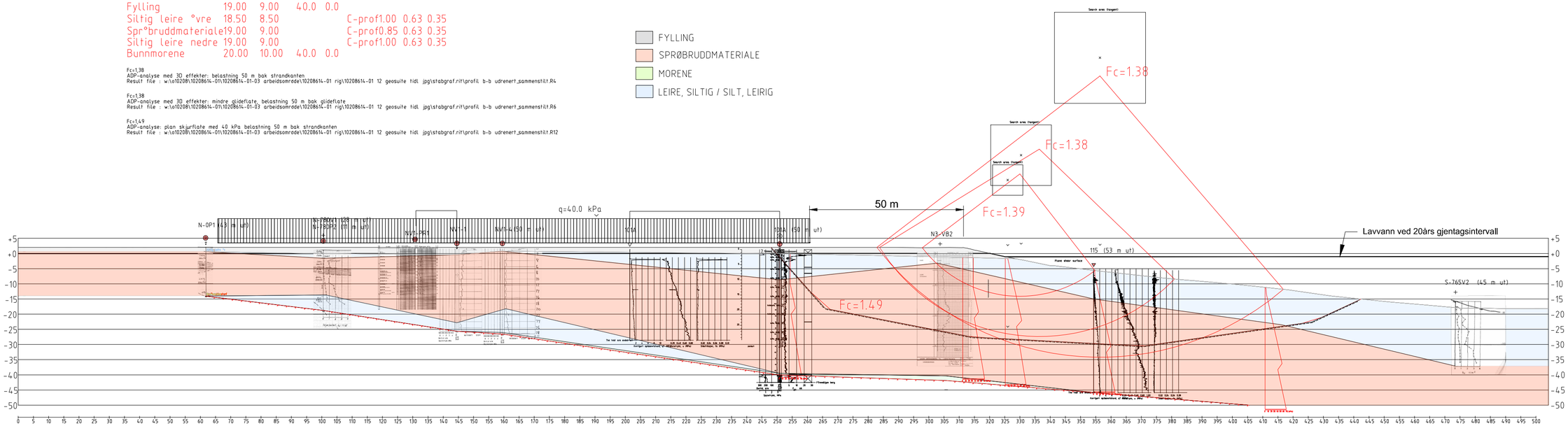
W:\10\10208\10208614-01\10208614-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\10208614-01 RIG\10208614-01-04 TEGNINGER\LAY_OMRÅDESTABILITET.dwg, - Layout: (RIG-TEG-801 (Profiler - A3L)), - Plottet av: lc, Dato: 2020.06.09 kl 16:24

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	C	Fi	AaC'	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0			
Siltig leire °vre	18.50	8.50			C-prof1.00	0.63	0.35
Spr°bruddmateriale	19.00	9.00			C-prof0.85	0.63	0.35
Siltig leire nedre	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35
Bunnmorene	20.00	10.00	40.0	0.0			

Fc=1.38
ADP-analyse med 3D effekter: belastning 50 m bak strandkanten
Result file : w:\a10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite tidl jpg\stabgraf.rit\profil b-b udrenert_sammenstilt.R4

Fc=1.38
ADP-analyse med 3D effekter: mindre glideflate, belastning 50 m bak glideflate
Result file : w:\a10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite tidl jpg\stabgraf.rit\profil b-b udrenert_sammenstilt.R6

Fc=1.49
ADP-analyse: plan skjærflate med 40 kPa belastning 50 m bak strandkanten
Result file : w:\a10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite tidl jpg\stabgraf.rit\profil b-b udrenert_sammenstilt.R12



Profil B-B

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

FORKLARING:
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ◎ PRØVESERIE
- + VINGEBORING

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Tilleggsberegning i strandsonen mtp. erosjon		2020-09-27	LC	IDH	IDH
00	Tegnet		2020-06-16	LC	IDH	IDH

Multiconsult
www.multiconsult.no

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA
ADP-analyse (udrenerte stabilitetsberegninger)
Belastning (40 kPa) 50 m bak strandkanten med 3D effekter

KARTGRUNNLAG:	DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM:	EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE:	NN2000

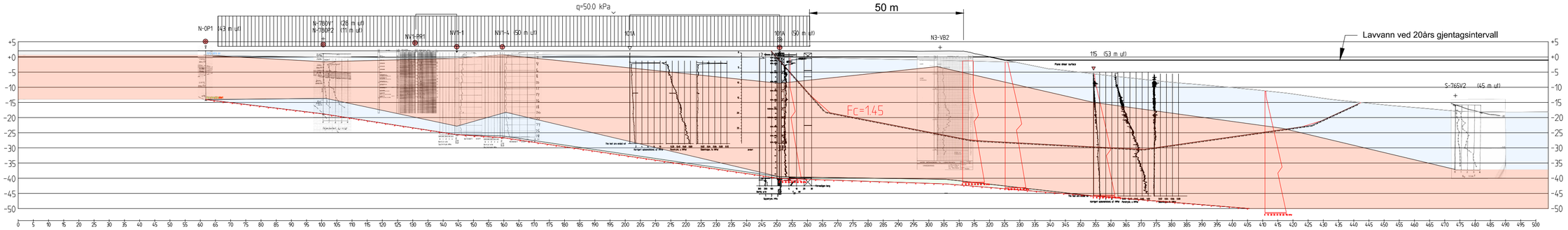
Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3L	2020-09-27
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
LC	IDH	IDH	1:1000
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10208614-01	RIG-TEG-802.1		01

W:\10\10208\10208614-01\10208614-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\10208614-01 RIG\10208614-01-04 TEGNINGER\LAY_OMRÅDESTABILITET.dwg, - Layout: IRIG-TEG-802.1 (Profiler - A3L)), - Plottet av lc, Dato: 2020.09.27 kl 20:09

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0				
Siltig leire øvre	18.50	8.50			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddmateriale	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Siltig leire nedre	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Bunnmorene	20.00	10.00	40.0	0.0				

FYLLING
SPRØBRUDDMATERIALE
MORENE
LEIRE, SILTIG / SILT, LEIRIG

Fc=1.45
ADP-analyse: plan skjærflate med 50 kPa belastning 50 m bak strandkanten
Result file : w:\o10208\10208614-01\10208614-01-03 arbeidsområde\10208614-01 rig\10208614-01 12 geosuite tidl jpg\stabgraf.rit\profil b-b udrenert_sammenstilt.R9



Profil B-B

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

FORKLARING:
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ◎ PRØVESERIE
- + VINGEBORING

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

EIDOS EIENDOMSUTVIKLING AS
FJORDBYEN - LIERSTRANDA
ADP-analyse (udrenerte stabilitetsberegninger)
Belastning (50 kPa) 50 m bak strandkanten, med 3D effekter

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA PROSJEKTET
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32N
HØYDEREFERANSE: NN2000

Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3L	2020-09-06
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
LC	IDH	IDH	1:1000
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10208614-01	RIG-TEG-802.2		00

W:\O10208\10208614-01\10208614-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\10208614-01 RIG\10208614-01-04 TEGNINGER\LAY_OMRÅDESTABILITET.dwg, - Layout: IRIG-TEG-802.2 (Profiler - A3L)), - Plottet av: lc, Dato: 2020.06.09 kl 16:26