
RAPPORT

Sundsøya 2, 4, 12

OPPDRAAGSGIVER

Bolig Norge AS

EMNE

Geoteknisk vurderingsrapport -
Reguleringsplan

DATO / REVISJON: 24. april 2024 / 02

DOKUMENTKODE: 10250073-RIG-RAP-002



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.

RAPPORT

OPPDRAAG	Sundsøya 2, 4, 12	DOKUMENTKODE	10250073-RIG-RAP-002
EMNE	Geoteknisk vurderingsrapport - Reguleringsplan	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bolig Norge AS	OPPDRAAGSLEDER	Mia Bek
KONTAKTPERSON	Pål Oxaal	UTARBEIDET AV	Mia Bek
KOORDINATER	Sone: 32 Øst: 613155 Nord: 7084115	ANSVARLIG ENHET	10234015 Seksjon Geoteknikk, Bygg og Industri Midt
GNR./BNR./SNR.	136 / 108 / - / Inderøy		

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Bolig Norge AS til å utføre grunnundersøkelser og gjøre en vurdering av områdestabilitet og gjennomførbarhet i forbindelse med omregulering av Sundsøya 2, 4 og 12 (gnr./bnr. 136/108) i Inderøy kommune, fra industri- til boligformål. Planene omfatter inntil 60 boenheter av variert karakter, fra leilighetsbygg til blokkbebyggelse.

Foreliggende rapport omhandler vurdering av bebyggbarheten av tomte, vurdering av område- og lokalstabilitet og fundamenteringskonsept for planlagt bebyggelse. Det er utført geoteknisk vurdering av tiltak som må til for at det skal kunne bygges på tomte. Utbyggingen synes gjennomførbar med tradisjonelle geotekniske prinsipper for byggegrøp og fundamentering.

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene på tomte generelt består av et topplag av antatte fyllmasser bestående av sand og grus ned til ca. 2 m under terrengoverflaten over et bløtt lag med løsmasser bestående av lagdelt sand-/silt-/leire med varierende mektighet, over et fast morenelag. Det er påvist kvikkleire i ett borpunkt øst på tomte.

Områdestabiliteten for dagens situasjon i planområdet vurderes som tilfredsstillende, og området er fra NVEs kriterier vurdert å ikke ligge innenfor et aktsomhetsområde for områdeskred. Selv om det ikke er påvist sammenhengende lag med sprøbruddmateriale/kvikkleire, er det imidlertid påvist løst lagrede løsmasser med jordartsmaterialer der flyteskred kan oppstå. Vi vurderer flyteskred som en lite aktuell problemstilling for selve utbyggingen, men mulig relevant for eventuelle tiltak i sjø og helt ute i strandsonen.

Løseområdet er faregradsklassifisert i henhold til NVE ekstern rapport 9/2020. Klassifiseringen plasserte faresonen i faregradsklasse lav og konsekvensklasse alvorlig. På bakgrunn av dette får faresonen risikoklasse 3.

Erosjon i området må forebygges dersom dette kan utløse skred som igjen kan ramme tiltaket.

Gjeldende sikkerhetskrav for stabilitet iht. NVE 1/2019 og Eurokode 7 vurderes som tilfredsstillt med forbehold om at foreslåtte tiltak og restriksjoner presentert i denne rapporten blir fulgt og ivarettatt. Se kapittel 9 og vedlegg A. Generelt kan tilfredsstillende sikkerhet mot skred oppnås ved å enten fylle opp i bunnen av skrån timer, eller sette restriksjoner for hvor langt ut mot strandkanten man kan fylle opp.

Forslag til bestemmelser i detaljreguleringsplan:

- Anbefalinger i geoteknisk rapport skal følges opp i detaljprosjektering og utførelse. (Eventuelle forutsetninger fra geotekniske rapporter bør tas direkte inn i bestemmelsene).
- Sikkerhet mot skred skal ivaretas for alle faser av utbyggingen. Herunder skal fagområdet geoteknikk belegges med ansvar ifb. Detaljprosjekteringen, og tiltaksklasse skal velges ut fra prosjektets vanskelighetsgrad og konsekvens.

Dersom det senere skulle planlegges ytterligere endringer (f.eks. oppføring av flere bygg, terrengendringer m.m.) innenfor sonen, må det utføres en geoteknisk vurdering av planene.

Fundamentering av planlagt utbygging anses som gjennomførbar med tradisjonelle fundamenteringsløsninger som direktefundamentering eller pelefundamentering. Valg av fundamenteringsløsning må vurderes ut fra aktuelle laster og konstruksjonenes setningsømfintlighet, samt planlagt kjellerareal.

Eventuelle kjellere må prosjekteres for å håndtere den ytre vannstanden. Det må påregnes oppstøttingstiltak som tett spunt for å sikre tørr byggegrøp ved etablering av kjeller. Utgraving for nødvendig infrastruktur inn og ut av tomte vurderes som gjennomførbar med åpne graveskrån timer, avhengig av plassering og dybde. Eventuell utgraving i nærheten av eksisterende bygg eller Inderøyvegen må vurderes spesielt.

Planområdet må fylles opp for å ivareta sikkerhet mot flom og stormflo. En oppfylling av området vil med stor sannsynlighet føre til setninger på området. Et tiltak for å redusere tiden før anleggsarbeid kan starte opp er å forbelaste områdene som skal bebygges.

Vurderingene i foreliggende rapport skal i henhold til anbefalingene i NVE veileder 1/2019 kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Rev 01 er oppdatert iht oppdaterte stabilitetsberegninger etter at sjøbunnen har blitt kartlagt/scannet av Seascan AS, 14.10.2023. Tiltakene er justert iht dette.

Rev 02 er oppdatert med klassifisering av faresone og opptegning av faresone i plan etter innspill fra uavhengig kvalitetssikring, kfr. Norconsult dok nr 52402039-RIG-01, 22.03.2024.

02	24.04.2024	Lagt inn klassifisering av faresone og opptegning av faresone i plan etter innspill fra uavhengig kvalitetssikring.	Petter Boge Kjønnås	Håvard Narjord	Håvard Narjord
01	15.12.2023	Nye beregninger utført iht kartlagt sjøbunn. Tiltak justert. Utgitt for uavhengig kvalitetssikring	Mia Bek	Håvard Narjord	Håvard Narjord
00	12.06.2023	Geoteknisk vurderingsrapport – Reguleringsplan	Fredrik Aune	Mia Bek	Joar S Gloppestad
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn.....	6
1.2	Formål.....	6
2	Planlagt utbygging	7
3	Grunnlag	8
3.1	Utførte grunnundersøkelser	8
3.2	Grunnlagsdokumenter	8
4	Områdebeskrivelse	9
4.1	Topografi og beliggenhet	9
4.2	Kvartærgeologi	13
4.3	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	14
4.4	Eksisterende skredfarevurderinger	14
4.5	Eksisterende faresone for flom og stormflo	15
4.6	Grunnforhold	15
4.7	Poretrykk og grunnvann	15
4.8	Vurdering av utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale	16
4.9	Erosjonsforhold	16
5	Overordnede myndighetskrav	17
5.1	Regelverk	17
5.2	Klassifisering av sikkerhetsprinsipper	17
6	Sikkerhetskrav for planlagt tiltak	18
6.1	Generelt	18
6.2	Klassifisering av tiltaket og faresonen	18
6.3	Krav til sikkerhet	18
6.4	Sikkerhetskrav i henhold til Eurokode 7	19
6.5	Kvalitetssikring av utredningen	19
7	Vurdering av områdestabilitet	20
7.1	Generelt	20
7.2	Innmåling av sjøbunn	20
	Supplerende grunnundersøkelser i sjø	20
7.3	20	20
7.4	Områdestabilitet iht. NVEs veileder	20
8	Grunnlag for stabilitetsberegninger	24
8.1	Generelt	24
8.2	Beregningsprofiler	24
8.2.1	Profil A	24
8.2.2	Profil B	24
8.2.3	Profil C	24
8.3	Lagdelling	24
8.4	Materialparametere	24
9	Stabilitetsberegninger og -vurderinger	25
9.1	Stabilitetsberegninger	25
10	Gjennomførbarhet	26
10.1	Stabilitetsforhold	26
10.2	Fundamenteringsprinsipp	26
10.3	Graving	26
10.4	Oppfylling	26
11	Naboforhold	27
12	Konklusjon	27
13	Videre arbeid	29
14	Referanser	30

VEDLEGG

- A Stabilitetsberegninger
- B Tolkning av laboratorieforsøk og CPTU
- C *Klassifisering av faresone for kvikkleireskred*

TEGNINGER

- 10250073-RIG-TEG
- 002 Situasjonsskart med plassering av profiler
 - 003 Situasjonsskart med avgrenset område
 - 004 *Situasjonsskart med avgrenset område og faresone for kvikkleireskred*

 - 700 Profil A – Lagdeling
 - 701 Profil B – Lagdeling
 - 702 Profil C – Lagdeling

 - 800.1 Profil A – Stabilitetsberegninger – Planlagt utbygging
 - 800.2 Profil A – Stabilitetsberegninger – Tiltak 1
 - 800.3 Profil A – Stabilitetsberegninger – Tiltak 2

 - 801.1 Profil B – Stabilitetsberegninger – Dagens situasjon
 - 801.2 Profil B – Stabilitetsberegninger – Oppfylling
 - 801.3 Profil B – Stabilitetsberegninger – Oppfylling til $F = 1,4$

 - 802.1 Profil C – Stabilitetsberegninger – Planlagt utbygging
 - 802.2 Profil C – Stabilitetsberegninger – Tiltak med 2 etg. Bygg
 - 802.3 Profil C – Stabilitetsberegninger – Tiltak med 2 etg. bygg + carport
 - 802.4 Profil C – Stabilitetsberegninger – Tiltak med 3 etg. bygg
 - 802.5 Profil C – Stabilitetsberegninger – Tiltak med 3 etg. bygg + carport

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Bolig Norge AS ønsker å se på muligheten for å etablere et nytt boligfelt på eksisterende industritomt (gnr./bnr. 136/108) ved Sundsøya 2, 4 og 12 i Inderøy kommune.

Tomta må omreguleres, og det må i den forbindelse utføres en geoteknisk vurdering av grunnforholdene mht. gjennomførbarhet og naturfare. Multiconsult Norge AS er valgt som geoteknisk rådgiver for denne fasen, og har i forbindelse med vurderingsarbeidet utført geotekniske grunnundersøkelser for å avdekke grunnforholdene på tomta.

Rev 02 er oppdatert med klassifisering av faresone og opptegning av faresone i plan etter innspill fra uavhengig kvalitetssikring, kfr. Norconsult dok nr 52402039-RIG-01, 22.03.2024. Revidert tekst/innhold angis med revisjonsstrek i margen og kursiv.

1.2 Formål

Foreliggende rapport omhandler vurdering av område- og lokalstabilitet, samt beskrivelse av tiltak som må utføres for å kunne gjennomføre utbygging i område.

På grunn av forekomst av sensitive masser må vurderingene i foreliggende rapport kvalitetssikres av et uavhengig foretak i henhold til anbefalingene i NVE veileder 1/2019.

2 Planlagt utbygging

Bolig Norge AS ønsker å utvikle et nytt boligområde på Sundsøya i Inderøy kommune. Eggen Arkitekter har utarbeidet en mulighetsstudie for Bolig Norge AS for mulig utvikling av tomta.

Mulighetsstudiet illustrerer en potensiell utbygging som omfatter mellom ca. 5100 -5500 m² BRA, tilsvarende mellom 51- 60 boenheter. Totalt utgjør dette ca. mellom 6300 – 6750 m² BTA, inkl. carporter/garasje. Det er i tillegg skissert næringsbebyggelse på ca. 550 m² BRA / 670 m² BTA.

Leilighetsbyggene er skissert med 4 etasjer, mens rekkehusene er tenkt oppført i 3 etasjer (to fulle etasjer pluss loftstue).

Figur 2-1 skisserer et av alternativene Eggen Arkitekter har utarbeidet i mulighetsstudien.

I henhold til reguleringsplan er ny bebyggelse anbefalt etablert på kote +3,2 eller høyere, for å gå klar av havstigning.



Figur 2-1: Utklipp fra mulig situasjonsplan, utarbeidet av Eggen Arkitekter for Sundsøya Utvikling AS, datert mai 2022.

3 Grunnlag

3.1 Utførte grunnundersøkelser

Norconsult og Rambøll (tidligere Kummeneje) har tidligere utført grunnundersøkelser på, og like i nærheten av, planområdet. I tillegg har Multiconsult utført nye grunnundersøkelser på planområdet i forbindelse med foreliggende vurderingsarbeid. Relevante datarapporter er presentert i tabell 3-1.

Tabell 3-1: Relevante tidligere grunnundersøkelser.

Ref.	Rapportnummer	Utført av	Oppdragsnavn/Rapportnavn	År	Vist på borplan
[1]	10250073-RIG-RAP-001	Multiconsult	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser – Sundsøya 2, 4, 12	2023	Ja
[2]	52204653-RIG-01-J01	Norconsult	Lillesundvegen 2, Inderøy - Geotekniske grunnundersøkelser - Datarapport	2022	-
[3]	5120236-02	Norconsult	Reguleringsplan Lillesund - Inderøy kommune - Grunnundersøkelser - Datarapport	2012	Ja
[4]	11577-1	Kummeneje	Utfylling Sundsøya, Inderøy kommune - Grunnundersøkelse - Stabilitet	1997	Ja
[5]	VD-1057 A	Statens vegvesen	RV. 755 X FV. 221 - Straumbrua - Grunnundersøkelser for gang-/sykkelveg	1996	-
[6]	o.3065	Kummeneje	Ny sagbygning - Grunnundersøkelse - Fundamenteringsforhold	1979	-

3.2 Grunnlagsdokumenter

Utover geotekniske grunnundersøkelsesrapporter er tegninger/dokumenter vist i tabell 3-2 benyttet som grunnlag for våre vurderinger.

Tabell 3-2: Grunnlagsdokumenter.

Nr.	Tegning/Dokument	Tittel/Kommentar	Datert
1	Sundsøya – Den gyldne mulighet	Parallelloppdrag mai 2022 – Eggen Arkitekter AS for Sundsøya Utvikling AS.	05.2022
2	5120236-03 - Reguleringsplan Lillesund - Inderøy kommune - Grunnundersøkelser – Vurderingsrapport	Vurderingsrapport for reguleringsplan – Lillesund. Utarbeidet av Norconsult.	15.03.2012

4 Områdebeskrivelse

4.1 Topografi og beliggenhet

Planområdet er lokalisert på Sundsøya i Inderøy kommune, like øst for Inderøyvegen, på sørsiden av Straumbrua. Omtrentlig plassering av undersøkelsesområdet er markert med rødt i figur 4-1

Terrenget ligger omtrent ved kote +1,5 til +2,5 for store deler av undersøkelsesområdet, og er tidligere brukt til industriformål. Terrenget stiger på både sørvest og nordøst, med skråningshelning på ca. 1:10. Inderøyvegen er etablert på en vegfylling med skråningshøyde på ca. 4 – 6 m og skråningshelning på ca. 1:2,5 ned mot undersøkelsesområdet.

Av historiske flyfoto, vist i figur 4-2 til figur 4-6, ser en at deler av området er fylt opp en gang mellom 1972 og 1986 og senere benyttet som sagbrukstomt.



Figur 4-1: Oversiktskart over området [7]. Omtrentlig plassering av planområdet er markert med rødt.



Figur 4-2: Flyfoto fra området tatt i 1966 [8].



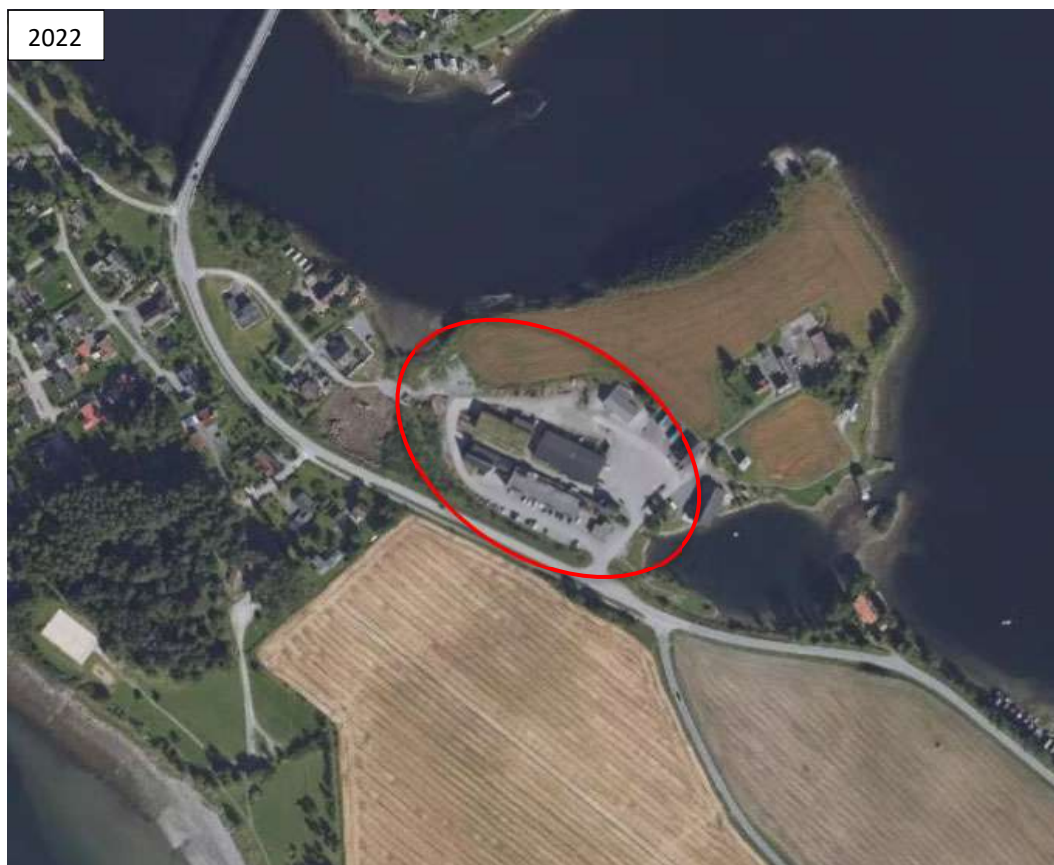
Figur 4-3: Flyfoto fra området tatt i 1976 [8].



Figur 4-4: Flyfoto fra området tatt i 1986 [8].



Figur 4-5: Flyfoto fra området tatt i 2003 [8].



Figur 4-6: Flyfoto fra området tatt i 2022 [8].

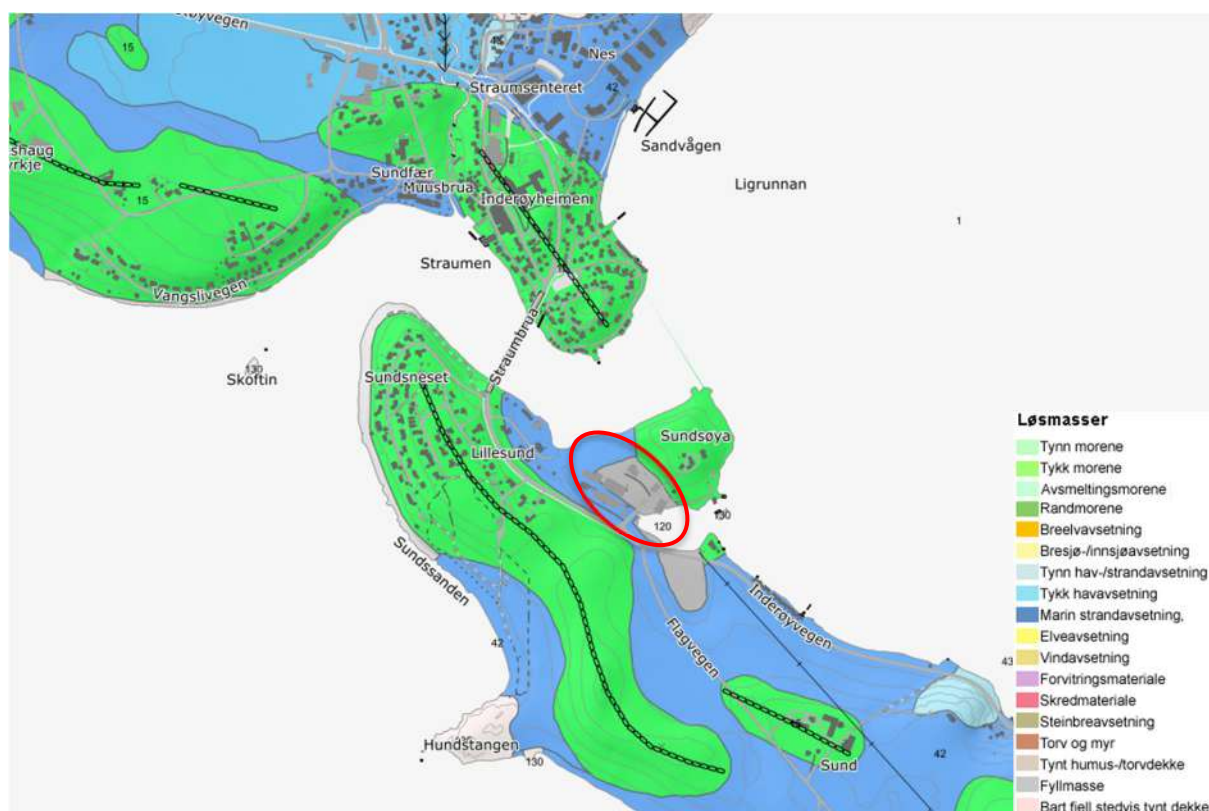
4.2 Kvartærgeologi

Figur 4-7 viser et utsnitt kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene i området hovedsakelig består av marin strandavsetning, tykk morene og fyllmasser.

I områder hvor det er markert marine avsetninger kan det forventes å finne finkornige masser som silt og leire. En kan også finne kvikkleire og sprøbruddmateriale i områder med marine avsetninger. Marine avsetninger er løsmasser som opprinnelig er avsatt i saltvann, og som på grunn av landheving etter istiden finnes nær eller over havnivå.

Moreneavsetninger er usortert og kan inneholde alle kornstørrelser, fra leir til stein og store blokker.

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



Figur 4-7: Kvartærgeologisk kart over området [9]. Omtrentlig plassering av planområdet markert med rødt.

4.3 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart fra NVE-Atlas, se figur 4-8, ligger planområdet ikke innenfor noen kjente faresoner for kvikkleireskred.

Terrenget ligger under marin grense i området. Tiltaksområdet ligger ikke i eller i utløpsområdet for en kartlagt kvikkleiresone.

Nærmeste registrerte kvikkleiresone er 2172 – Venna Sør, og ligger ca. 1 km nord for planområdet.



Figur 4-8: Utsnitt av faresonekart for kvikkleireskred [10]. Omtrentlig plassering av planområdet er markert med rødt.

4.4 Eksisterende skredfarevurderinger

Norconsult utførte i 2012 en skredfarevurdering for nabotomta, Lillesund, i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for bolig- og næringsutvikling på tomte. Utredningen er utført i henhold til NVEs retningslinjer 2/2011 [11]. Rapporten konkluderer med tilstrekkelig sikkerhet mot område- og lokale skred, og kan leses i sin helhet i rapport 5120236-03 [12].

4.5 Eksisterende faresone for flom og stormflo

Undersøkelsesområdet ligger innenfor et kartlagt aktsomhetsområde for stormflo iht. NVEs flomaktsomhetskart, se figur 4-9.



Figur 4-9: Utsnitt av flomaktsomhetskart [10]. Kartet er vist med gjentaksintervall 200 år. Omtrentlig plassering av planområdet vist i rødt.

4.6 Grunnforhold

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene generelt består av et topplag av antatte fyllmasser bestående av sand og grus ned til ca. 2 m under terrengoverflaten. Videre består løsmassene generelt av et lagdelt sand-/silt-/leire-lag med varierende mektighet, over et fast morenelag. Mektigheten av løsmasselaget over morenemassene varierer mellom ca. 4 – 11 m. Den vestlige delen av tomta har større innslag av silt-/sand-fraksjon i løsmassene, mens den østlige delen av tomta består av en større andel leire-/silt-fraksjoner.

Det er påvist kvikkleire ved ca. 6 m dybde øst på området.

Leira karakteriseres som lite plastisk og vanninnholdet ligger mellom 10-20%.

For detaljert beskrivelse av grunnforhold, vises det til rapport 10250073-RIG-RAP-001 [1].

4.7 Poretrykk og grunnvann

Utførte poretrykksmålinger på tomta viser at grunnvannstanden ligger ved ca. kote +1,5, og følger tidevannet i området.

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting.

4.8 Vurdering av utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale

Det er av utførte grunnundersøkelser påvist kvikkleire ved ca. 6 m dybde i borpunkt 9, øst på tomta, se figur 4-10.

Det er også påvist kvikkleire i et punkt ca. 100m vest for utbyggingsområdet, utenfor kartutsnittet i figur 4-10, se Norconsults rapport 5120236-02 [3].



Figur 4-10: Utklipp av borplan, hentet fra rapport 10250073. Borpunkt med registrert kvikkleire er markert med rødt.

4.9 Erosjonsforhold

Erosjon i området må forebygges dersom dette kan utløse skred som igjen kan ramme tiltaket. Slik forebygging anses gjennomførbar med tradisjonelle tiltak, men det må i prosjekteringsfasen gjøres en vurdering av alle relevante løsnings- og utløpsområder for skråninger hvor erosjon kan utløse skred.

Av erosjon på land er det ingen kartlagte vassdrag eller synlige bekkeleier i området som kan medføre erosjon og utløse skred som influerer inn på planområdet.

5 Overordnede myndighetskrav

5.1 Regelverk

Utbyggingen er underlagt følgende lover, forskrifter og retningslinjer:

- Plan- og bygningsloven (PBL)
- Byggeteknisk forskrift (TEK17), med veiledning
- Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften, SAK10), med veiledning
- NVE retningslinjer nr. 2-2011 Flaum- og skredfare i arealplanar, med tilhørende veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred (kvikkleireveilederen)

For norsk standard og veiledninger som legges til grunn, henvises det til Vedlegg A – Sikkerhetsprinsipper.

5.2 Klassifisering av sikkerhetsprinsipper

Følgende klassifisering av tiltaket er valgt og presentert i tabell 5-1.

Tabell 5-1: Oppsummering av valgte sikkerhetsprinsipper for tiltaket.

Klassifisering i regelverk:	Sundsøya
Geoteknisk kategori	2
Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)	2
Tiltaksklasse iht. PBL	2
Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse	PKK2 / UKK2
Sikkerhetsklasse for skred (TEK17)	S3
Sikkerhetsklasse for flom og stormflo (TEK17)	F2
Seismisk klasse	II
Seismisk grunntype	S ₂
Dimensjonerende levetid	50 år
Tiltakskategori	K4

6 Sikkerhetskrav for planlagt tiltak

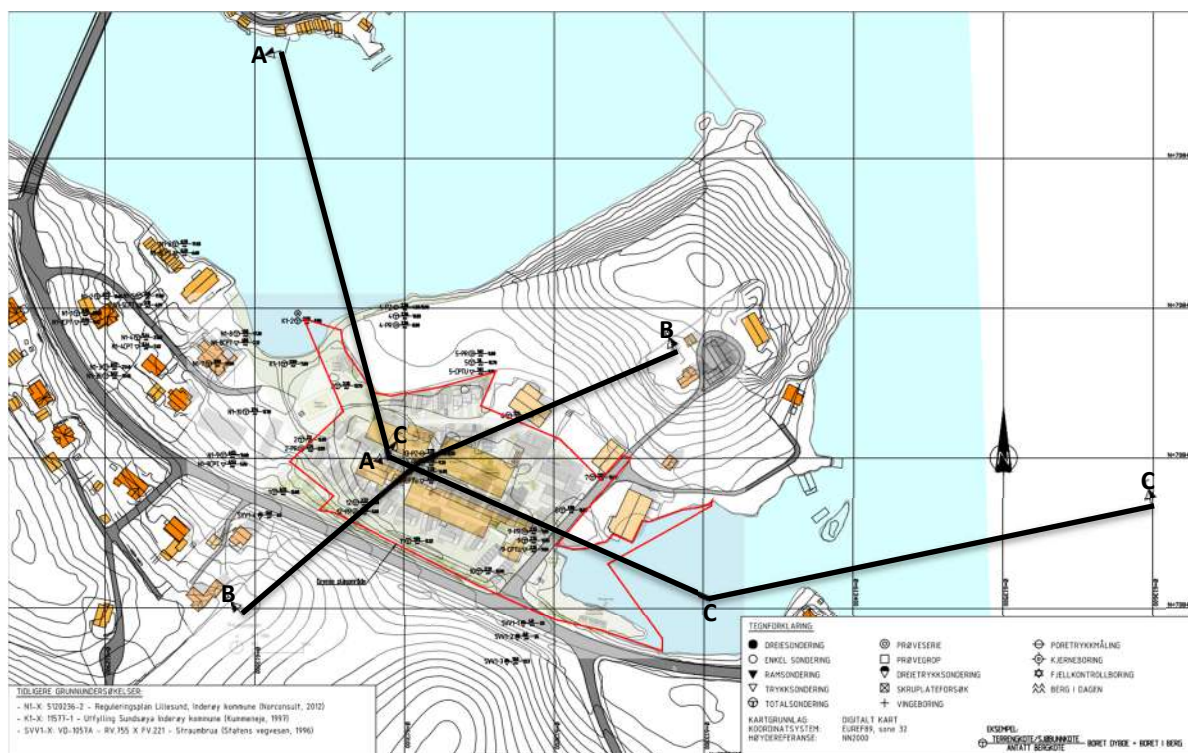
6.1 Generelt

NVEs regelverk gjelder for områder der det er påvist sensitive masser/ kvikkleire.

I tilfeller hvor det ikke er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale må skråningsstabilitet inn mot planområdet og planlagt bebyggelse dokumenteres etter krav i Eurokode 7 [14].

Krav til sikkerhet for skråningene i profil C anses å være tilfredsstillt ved å oppfylle krav gitt i NVEs veileder 1/2019.

Krav til sikkerhet for skråningene i profil A og B anses å være tilfredsstilt ved å oppfylle krav gitt i Eurokode 7. Skisse av plassering av beregningssnitt er vist i figur 6-1.



Figur 6-1: Utklipp fra RIG-TEG-002 - Situasjonsplan.

6.2 Klassifisering av tiltaket og faresonen

Det er planlagt oppføring av nye boligbygg i tiltaksområdet. I henhold til tabell 3.2 i NVE-veileder 1/2019 [13] plasseres tiltaket i tiltakskategori K4. For tiltak plassert i tiltakskategori K4 krever veilederen at eventuelle faresoner identifiseres, avgrenses og faregradsevalueres i samsvar med beskrivelsen i veilederens kapittel 3.2 som presenterer prosedyren for utredning av områdestabilitet.

6.3 Krav til sikkerhet

For tiltak i tiltakskategori K4 stiller NVEs veileder 1/2019 [13] følgende krav til områdestabilitet:

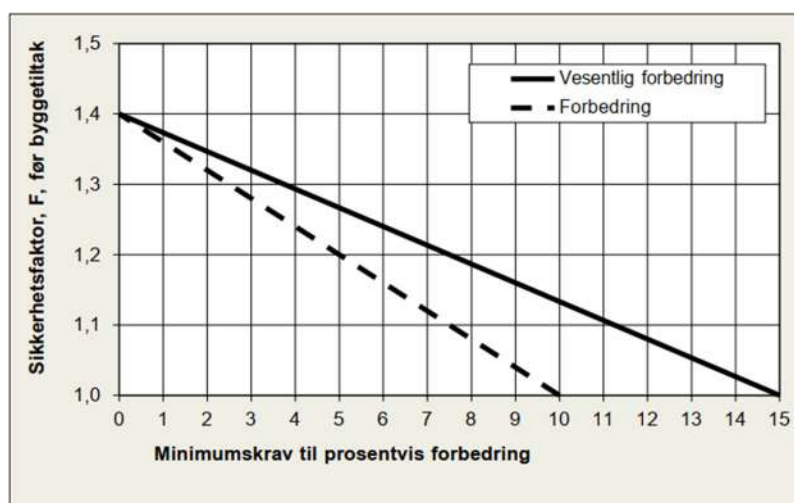
- Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene
- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes *prosentvis* iht. tabell 6-1 og figur 6-2.

- c) For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal $F_{c\phi}$ og F_{cu} økes *prosentvis* iht. tabell 6-1 og figur 6-2.

Planlagt utbygging vil forverre stabiliteten og det settes krav til absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Hvor av $F_s = 1,15$. Dette gjelder beregningsprofiler der det er påvist kvikkleire.

Tabell 6-1: Utklipp av Tabell 3.3 i NVE 1/2019. Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor.

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring



Figur 6-2: Utklipp av Figur 3.3 i NVE 1/2019. Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor.

6.4 Sikkerhetskrav i henhold til Eurokode 7

Ved geoteknisk prosjektering benyttes i Norge dimensjoneringsmetode 3 i henhold til NA:2020 for fyllingsarbeider, stabilitetsberegninger og setningsvurderinger.

For dimensjoneringsmetode 3 stilles følgende sikkerhetskrav:

- $F_{cu} \geq 1,4$ for udrenert analyse
- $F_{c\phi} \geq 1,25$ for drenert analyse

6.5 Kvalitetssikring av utredningen

Utredning av områdestabilitet for tiltak i tiltakskategori K4 medfører krav om uavhengig kvalitetssikring. All utredning fra og med steg 8 i prosedyren skal alltid kvalitetssikres av uavhengig foretak, ref. kap. 3.3.6 i NVE 1/2019 [13]. *Norconsult har utført uavhengig kvalitetssikring i hht. Norconsult dok nr 52402039-RIG-01, 22.03.2024.*

7 Vurdering av områdestabilitet

7.1 Generelt

Foruten påtruffet kvikkleire i BP9, er det ikke påtruffet kvikkleire i de øvrige borpunktene i forbindelse med utførte grunnundersøkelser.

7.2 Innmåling av sjøbunn

I revisjon 01 av denne rapporten er det utført innmåling av sjøbunnen og beregningene er oppdatert iht innmålingene.

7.3 Supplerende grunnundersøkelser i sjø

Det er ikke utført supplerende grunnundersøkelser i sjø, noe som betyr at lagdelingen i strandsonen ut mot Straumen er antatt.

7.4 Områdestabilitet iht. NVEs veileder

Områdestabilitet defineres av en stabilitetstilstand der et initialt brudd kan igangsette en progressiv frem- eller bakoverrettet bruddutvikling i tilstøtende sprøbruddmateriale. Fare for områdeskred skal utredes for å tilfredsstille krav til NVE-veileder [13] og TEK 17 [15].

Utredningen skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Kapittel 3.2 i NVE-veilederen beskriver en stegvis prosedyre for hvordan utrede fare for områdeskred. Prosedyren kan grovt sett deles i to hoveddeler; Del 1, som omfatter steg 1-3, for innledende vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområder for områdeskredfare, og del 2, som omfatter steg 4-11, for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon.

I dette tilfellet ser vi at vurderingene ikke kan avsluttes etter del 1, dvs at tiltaket ligger innenfor det som kan defineres som et aktsomhetsområde for områdeskredfare. Etter vår vurdering kan utredningen avsluttes etter punkt 8 i del 2, siden tiltaket ligger utenfor influensområde til et skred som kan gå i sjøen.

Tabell 7-1: Prosedyre for utredning av områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019. Del 1.

Pkt.	Overskrift	Kommentar for planområdet
1.	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er iht. NVE Atlas ikke kartlagt faresoner for kvikkleireskred i tiltaksområdet. Nærmeste kartlagte sone ligger i 1 km nord for planområdet. Planområdet ligger ikke i utløpsområdet for et eventuelt skred fra denne sonen.
2.	Avgrens områder med mulig marin leire	Hele området ligger under marin grense. Kvartærgeologisk kart indikerer at løsmassene på tomte består av fyllmasser, marine avsetninger og morenemasser. Løsmassene består generelt av et topplag med fyllmasser over oppbløtte, lagdelte løsmasser bestående av sand/silt/leire. Det er i forbindelse med grunnundersøkelsene påvist kvikkleire i ett borpunkt øst på tomte.
3.	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	For områder i strandsonen brattere enn 1:15 er høydeforskjellen opp til topp skråning ca. 9,4m. Aktsomhetsområde/løsneområde for et skred er definert med en avstand på 20xH, som i dette tilfelle blir 187m. Gjeldende tiltak ligger ca. 86m fra bunnen av sjøen/Straumen, noe som plasserer tiltaket i en aktsomhetssone iht. NVE-veilederen 1/2019.
Konklusjon		Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at tiltaksområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for områdeskred.

Tabell 7-2: Prosedyre for utredning av områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019. Del 2.

Pkt.	Overskrift	Kommentar for planområdet
4.	Bestem Tiltakskategori	I henhold til tabell 3.2 i NVE-veileder, vil tiltaket bli plassert i tiltakskategori K4.
5.	Gjennomgang av grunnlagidentifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	Skråningen ut mot sjøen har ca. helning 1:6 og tomteområdet vil derfor teoretisk ligge innenfor et potensielt løснеområde.
6.	Befaring	Ikke utført. Vurdert: Ikke vurdert behov.
7.	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det er utført grunnundersøkelser på land, ikke i Straumen. Det er konservativt antatt at påvist kvikkleirelag kan fortsett ut mot sjøen, selv om undersøkelsene antyder avtakende mektighet mot sjøen.
8.	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder	Basert på utførte grunnundersøkelser og topografi, vurderes det at mindre enn 40 % av kritiske glideflater går igjennom kvikkleire/sprøbruddmateriale. Det er derfor lite sannsynlig at et initialskred i sjøen vil utløse et områdeskred som vil påvirke planområdet. Løsmassene på området er veldig lagdelt, og den påviste kvikkleira er antatt i tynne lag med innskutte lag av sand og silt. Andelen kvikkleire av skråningshøyden er liten og løsmassene består i stor grad av friksjonsmasser i tillegg et oppbløtt silt/leire. Denne lagdelingen gjør at vi vurderer rotasjonsskred som den mest aktuelle skredmekanismen for området, basert på vurdering av skredmekanismer iht. NVE veileder nr. 1/2019 [13]. For å avgrense løснеområde for et rotasjonsskred, benyttes $L/H < 5$ forholdet. Dvs at tiltaket ligger innenfor løснеområde til et rotasjonsskred dersom avstanden $L < 5 \cdot H$. Høydeforskjellen opp til topp skråning ca. 9,4m, $5 \cdot H$ blir i dette tilfelle 47m. Gjeldende tiltak ligger ca. 86m fra bunnen av sjøen/Straumen. For å tilfredsstille veilederens kap. 4.5.1 er løснеområdet økt, slik at det strekker seg fra bunnen av skråningen og inkluderer hele den kritiske glideflaten. Løснеområdets avgrensning er vist i tegning nr. 10250073-RIG-TEG-004. Utløpsområdet går i sjø, og er ikke tegnet opp i samsvar med NVE ekstern rapport nr. 9/2020.
9.	Klassifiser faresoner	Løснеområdet er klassifisert med faregradsklasse lav, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 3.
10.	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Det er påvist tilfredsstillende stabilitet ved å utføre tiltak som vist på tegning nr. 10250073-RIG-BER-003.
11.	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Faresone for kvikkleireskred vil meldes inn når utredningen er godkjent av uavhengig kvalitetssikring.
Konklusjon		Rotasjonsskred er vurdert til å være aktuell skredmekanisme for tiltaket. Skred vil dermed ikke føre til et områdeskred, og faller utenfor et område som kan være «løснеområdet i en kvikkleiresone» iht. NVEs veileder nr. 1/2019. Skråningen ut mot sjøen er også vurdert til å ligge utenfor influenssonen til tiltaket og utførte beregninger (kapittel 9/Vedlegg A) tilfredsstiller krav til robusthet ihht NVEs veileder nr. 1/2019.

Faresone

Faresonen er utredet iht. tabell 3-1 i NVEs kvikkleireveileder 1/2019. Som omtalt i Tabell 7-2 er løснеområdet funnet lik $5 \cdot H$. Iht. veilederens kapittel 4.5.1 er løснеområdet økt ytterligere slik at det strekker seg fra bunnen av skråningen og dekker hele den kritiske skjærflaten. Det er ikke opptegnet utløpsområde i sjø i henhold til NVE ekstern rapport nr. 9/2020.

Løsneområdet er faregradsklassifisert i henhold til NVE ekstern rapport 9/2020. Klassifiseringen plasserte faresonen i faregradsklasse lav og konsekvensklasse alvorlig. På bakgrunn av dette får faresonen risikoklasse 3.

Flyteskred

Områdestabiliteten for dagens situasjon i planområdet vurderes tilfredsstillende. Selv om det ikke er påvist sammenhengende lag med sprøbruddmateriale/kvikkleire i sjøkanten, er det imidlertid påvist løst lagrede løsmasser med jordartsmaterialer der flyteskred kan oppstå. Et flyteskred kan dekke store områder på sjøbunnen og i strandsonen, og slik skredaktivitet er svært lik skred i kvikkleire.

Slike materialer er særlig utsatt for vibrasjoner fra eksempelvis vibrovals, peleramming eller annen form for rystelser som kan medføre en styrkedegradering. Vurdering av flyteskredmaterialer bør foregå i detaljprosjekteringsfasen. Vi vurderer flyteskred som lite aktuell problemstilling for selve utbyggingen (boligene), men mulig relevant for eventuelle tiltak i sjø og helt ute i strandsonen.

8 Grunnlag for stabilitetsberegninger

8.1 Generelt

Stabiliteten beregnes for dagens tilstand, samt mulig utbygging på området.

Stabilitetsberegningene er utført ved totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og effektivspenningsanalyse (aφ-analyse).

Stabilitetsberegningene er utført i beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 24.0.7.0 med beregningsmetode «BEAST 2003». Beregningsmetoden er basert på grenselikevektmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet når man utfører beregninger for sammensatte glideflater.

8.2 Beregningsprofiler

Det er valgt å utføre stabilitetsberegninger i tre profiler som vurderes som kritiske med hensyn på stabilitetssituasjonen inn mot og vekk fra tomta.

Plassering av profilene er vist i tegning nr. 10250073-RIG-TEG-002.

Profilene er generelt valgt ut fra en helhetlig vurdering av terreng- og grunnforhold. Profilene er plassert slik at de mest kritiske områdene som er berørt av potensielle skred er dekket.

8.2.1 Profil A

Profil A er valgt som kritisk profil for skråningen mellom planområdet og ut mot Straumen i nord. Sjøbunnen er kartlagt av Seascan.

8.2.2 Profil B

Profil B er valgt som kritisk profil for skråningene på land både sør og nord for planområdet. Profilet er valgt konservativt for å oppnå størst mulig høydeforskjell i kombinasjon med brattest mulig skråningshelning ned mot planområdet.

8.2.3 Profil C

Profil C er valgt som kritisk profil for skråningen mellom planområdet og ut mot Straumen i øst. I dette profilet er det påvist forekomst av kvikkleire.

8.3 Lagdeling

Lagdeling er tolket ut fra resultatene av tilgjengelige tidligere utførte grunnundersøkelser, samt de undersøkelsene utført i forbindelse med foreliggende oppdrag.

Lagdeling i beregningsprofiler er vist i tegninger nr. 10250073-RIG-TEG-700 t.o.m. -702.

Som utgangspunkt for modellering av grunnvannstand ble det benyttet målinger fra de installerte elektriske piezometerne.

8.4 Materialparametere

Materialparametere er tolket på bakgrunn av nye og tidligere utførte grunnundersøkelser. Kvalitet på undersøkelsene, tolkning av felt- og laboratorieforsøk, ADP-forhold og kompatibilitetsprinsipp, osv. er omtalt i vedlegg A og B.

9 Stabilitetsberegninger og -vurderinger

9.1 Stabilitetsberegninger

Resultater fra stabilitetsberegninger er vist på tegning nr. 10250073-RIG-TEG-800 t.o.m. -802. Gjeldende sikkerhetskrav iht. NVE 1/2019 og Eurokode 7 vurderes som tilfredsstillende med forbehold om at foreslåtte tiltak og restriksjoner presentert i denne rapporten blir fulgt og ivarettatt.

Oppnådde sikkerhetsfaktorer og mer detaljert beskrivelse rundt beregningsforutsetninger er presentert i vedlegg A. Oppsummering av nødvendig tiltak er oppsummert i tabell 9-1. Tiltakene må detaljprosjekteres.

Tabell 9-1: Oppsummering av nødvendige tiltak

Profil	Oppnådd tilfredsstillende sikkerhet?	Beskrivelse av tiltak
A – Nordvest	Nei	Innledende vurderinger viser at med oppfylling helt ut til strandkanten, til kote +3,2, kan bygg med inntil 2 etasjer ikke bygges nærmere enn 20 m fra strandkanten/plangrensa. Alternativt vil en reduksjon av oppfylling helt ut mot strandkanten medføre noe lavere vekt som vil øke sikkerheten på utsiden av planlagt bebyggelse.
B – Nord/Sør	Nei	Beregningene viser at det må utføres stabiliserende tiltak inn mot Inderøyvegen for å kunne gjennomføre utbyggingen som planlagt. For å unngå at et mulig skred fra Inderøyvegen treffer planlagt bebyggelse, må planlagt bebyggelse flyttes lenger inn på planområdet. For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet og beholde planlagt plassering av bebyggelse, må det fylles opp til kote +4,5. Ved oppfylling av masser (tilførsel av vekt) på disse grunnforholdene, vil det være et stort potensial for setninger. Dette må vurderes i detaljprosjekteringen. For å kunne fastslå sikkerheten fra Inderøyvegen og ned mot planområdet tilrådes det å utføre supplerende grunnundersøkelser oppover i skråningen mot sør slik at det oppnås bedre kontroll på lagdeling og parametervalg for stabilitetsberegningene.
C – Øst	Nei	For å tilfredsstille NVEs krav til sikkerhet må planlagt bebyggelse flyttes lenger inn på planområdet. Alternativt vil en reduksjon av oppfylling helt ut mot Sundsøyvegen medføre noe lavere vekt som vil øke sikkerheten på utsiden av planlagt bebyggelse.

10 Gjennomførbarhet

10.1 Stabilitetsforhold

Mot **nordvest** viser innledende vurderinger at med oppfylling helt ut til strandkanten, til kote +3,2, kan bygg med inntil 2 etasjer ikke bygges nærmere enn 20 m fra strandkanten/plangrensa. Mot **øst** må planlagt bebyggelse flyttes lenger inn på planområdet for å tilfredsstille NVEs krav til sikkerhet. En redusering av oppfylling helt ut mot Sundsøyvegen vil medføre noe lavere vekt som vil øke sikkerheten på utsiden av planlagt bebyggelse.

Mot Inderøyvegen må det utføres stabiliserende tiltak for å kunne gjennomføre utbyggingen som planlagt. For å unngå et mulig skred fra Inderøyvegen må planlagt bebyggelse flyttes lenger inn på planområdet. For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet og beholde planlagt plassering av bebyggelse må det fylles opp til kote +4,5.

Generelt må lokal stabilitet dokumenteres i henhold til Eurocode – NS-EN-1997.

10.2 Fundamenteringsprinsipper

Fundamentering av planlagt utbygging anses som gjennomførbar med tradisjonelle fundamenteringsløsninger som direktefundamentering eller pelefundamentering.

Valg av fundamenteringsløsning må vurderes ut fra aktuelle laster og konstruksjonenes setningsømfintlighet, samt planlagt kjellerareal. Både direktefundamentering på banketter/søylefundamenter/plate og fundamentering på peler vil være aktuelle løsninger for fundamentering av ny bebyggelse, avhengig av belastningen disse utgjør og lokale grunnforhold.

I tilfelle bruk av peler anbefales det borede stålørspeler i prosjektet for å unngå poretrykksoppbygging og følgelig stabilitetsforverring fra peleramming i anleggsperioden, samt sikre trygg overføring av laster til berg/fast lag.

10.3 Graving

Eventuelle kjellere må prosjekteres for å håndtere den ytre vannstanden. Det må påregnes oppstøttingstiltak som tett spunt for å sikre tørr byggegrøp ved etablering av kjellere.

Utgraving for nødvendig infrastruktur inn og ut av tomta vurderes som gjennomførbar med åpne graveskråninger, avhengig av plassering og dybde. Eventuell utgraving i nærheten av eksisterende bygg eller Inderøyvegen må vurderes spesielt.

10.4 Oppfylling

Oppfylling av tomta for å tilfredsstille flomkrav kan medføre betydelige områdesetninger som følge av tilførte masser. Dette må tas hensyn til og vurderes spesielt før eventuelt fundamenteringsarbeid iltar. Avhengig av tidsperspektiv og valgt fundamenteringsløsning kan det være aktuelt å forbelaste grunnen som skal bebygges.

Stabiliteten mot Inderøyvegen er for dagens situasjon lav. En oppfylling av området til kote +3,5 vil bidra til å øke sikkerheten opp mot vegen, men ikke nok til at skisserte planer kan gjennomføres uten ytterligere tiltak. Dersom det er ønskelig å utnytte planområdet helt ut mot Inderøyvegen må det utføres stabiliserende tiltak inn mot vegfyllingen, som å fylle opp ytterligere 1,0 m inn mot vegen, som skissert i tegning nr. 10250073-RIG-TEG-801.3. Eventuelle stabiliserende tiltak må vurderes i detaljprosjekteringen.

11 Naboforhold

Ved bygg- og anleggsarbeid i urbane strøk er det alltid en risiko for å komme i konflikt med eksisterende infrastruktur og nabobygg. I tillegg til setninger på nabobygg/-konstruksjoner som oppstår i forbindelse med gravearbeider, vil både midlertidig og permanent senkning av grunnvannstanden også forårsake setninger. Risikoen for skader øker med økt utgravingsdybde og nærhet til nabobygg og -konstruksjoner. Eventuell undergraving av etablerte fundamenter vil også øke risikoen for skader på nabobygg.

Vibrasjoner og støy som forårsakes av eventuelle pele- og anleggsarbeider kan imidlertid være av betydning for bebyggelsen i området. Grenseverdiene fastsettes iht. NS8141. Kommunens gjeldende støyforskrifter skal legges til grunn.

Skader som kan oppstå på nærliggende bygg på grunn av anleggsarbeidene er vanligvis riss og sprekker i gulv, vegger eller fundamenter. Det bør vurderes om det skal utføres tiltak i anleggsfasen for kontroll/reduksjon av risiko for rystelsesskader på utvalgte nabobygg, f.eks. bygningsbesiktigelse/tilstandsregistrering av nabobygg før byggestart (foto-/videodokumentasjon).

Det forutsettes at anleggsutstyr settes på egen tomt og at anleggstrafikk ikke berører naboeiendommer.

12 Konklusjon

I forbindelse med regulering av Sundsøya 2, 4, 12 er det behov for å dokumentere tilfredsstillende sikkerhet iht. NVE veileder 1/2019. Foreliggende rapport omhandler en utredning av område- og lokalstabilitet med utgangspunkt i planforslag utarbeidet av Eggen Arkitekter.

Ved å gjennomføre tiltak, som er beskrevet i denne rapporten, kan kravene i NVEs veileder nr. 1/2019 sies å være oppfylt:

- Det vurderes at skisserte tiltak på planområdet ikke står i fare for å utløse et kvikkleireskred.
- Det vurderes at skisserte tiltak på planområdet ikke vil bli involvert i skred fra utenfor planområdet, forutsatt at retningslinjene presentert i denne rapporten etterfølges.
- Det vurderes at skisserte tiltak på planområdet ikke vil bli påvirket av skredmasser fra et eventuelt skred i nærliggende kvikkleiresoner.

Forslag til bestemmelser i detaljreguleringsplan:

- *Anbefalinger i geoteknisk rapport skal følges opp i detaljprosjektering og utførelse. (Eventuelle forutsetninger fra geotekniske rapporter bør tas direkte inn i bestemmelsene).*
- *Sikkerhet mot skred skal ivaretas for alle faser av utbyggingen. Herunder skal fagområdet geoteknikk belegges med ansvar ifb. Detaljprosjekteringen, og tiltaksklasse skal velges ut fra prosjektets vanskelighetsgrad og konsekvens.*

Dersom det senere skulle planlegges ytterligere endringer (f.eks. oppføring av flere bygg, terrengendringer m.m.) innenfor sonen, må det utføres en geoteknisk vurdering av planene.

Med hensyn til lokal stabilitet iht. Eurokode 7 anses utbyggingen som gjennomførbar dersom foreliggende råd om tiltak følges og innarbeides som en del av prosjekteringen.

Fundamentering av planlagt utbygging anses som gjennomførbar med tradisjonelle fundamenteringsløsninger som direktefundamentering eller pelefundamentering. Valg av

fundamenteringsløsning av nybyggene i planområdet må vurderes ut fra aktuelle laster og konstruksjonenes setningsømfintlighet, samt planlagt kjellerareal.

Eventuelle kjellere må prosjekteres for å håndtere den ytre vannstanden. Det må påregnes oppstøttingstiltak som tett spunt for å sikre tørr byggegrøp ved etablering av kjellere.

Planområdet må fylles opp for å ivareta sikkerhet mot flom og stormflo. En oppfylling av området vil med stor sannsynlighet føre til setninger på området. Et tiltak for å redusere tiden før anleggsarbeid kan starte opp er å forbelaste områdene som skal bebygges, altså legge ut masser med en overhøyde slik at setningene påløper raskere. Dette må vurderes i detaljprosjekteringen.

13 Videre arbeid

Foreliggende rapport omhandler vurdering av bebyggbarheten av tomta, vurdering av område- og lokalstabilitet og fundamenteringskonsept for planlagt bebyggelse. Det er utført geoteknisk vurdering av tiltak som må til for at det skal kunne bygge på tomta.

Vurderingene i foreliggende rapport skal i henhold til anbefalingene i NVE veileder 1/2019 kvalitetssikres av uavhengig geoteknisk foretak før reguleringsplanen kan vedtas.

Løsningene som her er skissert som mulige løsninger for utbyggingen, må vurderes og detaljeres i en senere detaljprosjekteringsfase. Det kan her også anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser, med målsetning om å kunne optimalisere de nødvendige tiltakene og øke bærekraften i prosjektet.

Videre arbeider i forbindelse med byggesaken omfatter:

- Utarbeidelse av geotekniske prosjekteringsforutsetninger
- Prosjektare oppfylling, forbelastning, etablering av byggegroper og sikringstiltak for anleggsperioden
- Prosjektare fundamentering i samråd med RIB
- Prosjektering av ev. oppstøttingstiltak
- Oppfølging av geotekniker i anleggsperioden

14 Referanser

- [1] Multiconsult Norge AS, «10250073-RIG-RAP-001_rev00 - Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser - Sundsøya 2, 4, 12», mai 2023.
- [2] Norconsult, «52204653-RIG-01-J01 - Lillesundvegen 2, Inderøy - Geotekniske grunnundersøkelser - Datarapport», okt. 2022.
- [3] Norconsult, «5120236-02 - Reguleringsplan Lillesund - Inderøy kommune - Grunnundersøkelser - Datarapport», jan. 2012.
- [4] Kummeneje, «11577-1 - Utfylling Sundsøya, Inderøy kommune - Grunnundersøkelse - Stabilitet», mai 1997.
- [5] Statens vegvesen, «VD-1057 A - RV. 755 X FV. 221 - Straumbrua - Grunnundersøkelser for gang-/sykkelveg», mai 1996.
- [6] Kummeneje, «o.3065 - Ny sagbygning - Grunnundersøkelse - Fundamenteringsforhold», mar. 1979.
- [7] Norgeskart, «www.norgeskart.no».
- [8] «FINN kart». <http://kart.finn.no/>
- [9] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [10] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «atlas.nve.no».
- [11] NVE, «Retningslinjer 2/2011: 'Flaum- og skredfare i arealplanar'», mai 2014.
- [12] Norconsult, «5120236-03 - Reguleringsplan Lillesund - Inderøy kommune - Grunnundersøkelser - Vurderingsrapport», mar. 2012.
- [13] NVE, «Veileder 1/2019: 'Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper'», des. 2020.
- [14] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler (NS-EN 1997-1:2004)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2020, des. 2020.
- [15] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17)», jan. 2017.

Vedlegg A

Stabilitetsberegninger

Innholdsfortegnelse

A.1 Tolkning av beregningsparametere	1
A.1.1 Tyngdetetthet	1
A.1.2 Effektivspenningsparametere	2
A.1.3 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling	2
A.1.4 Tolkning av konsolideringsforhold	2
A.1.5 Tolkning av styrkeparametere	2
A.1.6 Anisotropifaktorer	4
A.2 Stabilitetsberegninger	5
A.2.1 Generelt	5
A.2.2 Beregningsverktøy	5
A.2.3 Laster	5
A.2.4 Beregningsresultater	5
A.3 Referanser	8

A.1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning er gjort på basis av utførte laboratorieundersøkelser på opptatte prøveserier og utførte CPTU-sonderinger. Det er også benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220 [1].

A.1.1 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver, både fra nye og tidligere grunnundersøkelser, er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet for lagene. Tyngdetettheten varierer noe over planområdet.

Tabell 1-1: Sammenstilling av benyttede tyngdetettheter.

Profil	Material	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Basert på
A	Silt, leirig	21,7	Prøve i BP4
	Silt, sandig	21,7	Prøve i BP4
	Leire, siltig	23,0	Prøve i BP4
B	Silt/Siltig leire – Lagdelt	23,0	Prøve i BP9 og BP13
C	Silt/Siltig leire	21,0	Prøve i BP9
	Kvikkleire	22,0	Prøve i BP9
	Silt/Siltig leire	23,0	Prøve i BP9

For «Fyllmasse – Grusig/Sandig» og «Morene» er det benyttet erfaringsparametere iht. blant annet SVV V220, tyngdetetthet, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$.

Se tegning nr. 10250073-RIG-TEG-800 til -802 for geotekniske data som er benyttet i beregningene.

A.1.2 Effektivspenningsparametere

For effektivspenningsparametere er det sett til utførte grunnundersøkelser. Parameterne er også vurdert opp mot benyttede parametere i Norconsults rapport 5120236-03 [2].

Tabell 1-2: Sammenstilling av benyttede effektivspenningsparametere.

Profil	Material	ϕ [°]	a [kPa]	Basert på
A	Silt, leirig	29,0	0,36 (0)	SVV V220
	Silt, sandig	31,0	0,32 (0)	SVV V220
	Leire, siltig	27,0*	2,55	BP5/BP9
B	Silt/Siltig leire – Lagdelt	29,0	2,53	BP9
C	Silt/Siltig leire	29,0	2,53	BP9
	Kvikkleire	27,0	0	BP5
	Silt/Siltig leire	29,0	2,53	BP9
Generelt	Fyllmasse – Grusig/Sandig	32,0	1,6	SVV V220
	Morene	40,0	11,9	SVV V220

* Treks BP5

A.1.3 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling

Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling er modellert hydrostatisk fra grunneste registrerte trykkehøyde, ved ca. kote +1,5. Det er registrert et marginalt poreovertrykk med dybden i BP13, midt på tomte, som vurderes å ikke være av betydning for beregningene.

Poretrykksmålingene er presentert i Multiconsults datarapport 10250073-RIG-RAP-001 [3].

A.1.4 Tolkning av konsolideringsforhold

Ødometerforsøkene brukes til å fremskaffe informasjon om prekonsolideringsspenninger og overkonsolideringsgrad for bruk i korrelasjonen mellom CPTU-sonderinger og treksialforsøk. For tolkning av prekonsolideringsspenning i ødometerforsøkene er metoden, først presentert av Karlsrud [4], benyttet. Prekonsolideringsspenningen finnes her som gjennomsnittet av spenningen der tangentmodulen begynner å avta og spenningen der helningen på den normalkonsoliderte linjen starter.

Tolkning av overkonsolidering fra ødometerforsøkene er vist i vedlegg B.2.

Kvaliteten på ødometerforsøkene er vurdert til forstyrret [3].

A.1.5 Tolkning av styrkeparametere

Generelt skal karakteristisk skjærstyrkeprofil (S_{UA}) med aktive verdier tolkes ved hvert enkelt borpunkt der mulig. Med et godt datagrunnlag velges mest sannsynlig opptredende verdier for profilet. Dersom målte styrkeverdier viser store variasjoner i forhold til normal variasjon i området, velges profilene i henhold til anbefalinger i NIFS veileder nr. 77/2014 [5] med forsiktighet.

Vedlegg A - Stabilitetsberegninger

Generelt skal et S_{UA} -profil velges ut ifra følgende rangering:

1. Treksialforsøk av god kvalitet (Kvalitetsklasse 1)
2. CPTU (Anvendelsesklasse 1)
3. Erfaringsverdier (S_{UA}/p_0' , SHANSEP)
4. Konus/Enaks

Erfaringer beskrevet i NIFS veileder nr. 77/2014 [5] viser at karakteristisk skjærstyrkeprofil ikke bør ligge under $0,25 * p_0'$. Dette er lagt til grunn som en nedre terskelverdi for opptredende aktiv skjærstyrke.

Treksialforsøkene er tolket basert på en vurdering av tøyning ved brudd og kvalitet av forsøkene. For vurdering av de drenerte styrkeparameterne plottes radiell spenning mot opptredende skjærspenning, også kalt NTNU-plott [6]. Friksjonsvinkelen kan her tolkes ut fra helningen på bruddlinjen og kan uttrykkes som:

$$\tan \phi = \frac{S_f}{\sqrt{1 + 2 * S_f}}$$

Hvor: S_f er stigningstallet på bruddlinjen
 ϕ er friksjonsvinkelen

Tolkning av treksialforsøkene er vist i vedlegg B.1. Begge treksialforsøkene kan betegnes å være av dårlig kvalitet [3].

For tolkning av CPTU-sonderingene lastes resultatene fra rutineundersøkelsene inn sammen med tolket prekonsolideringsspenning og overkonsolideringsgrad fra ødometerforsøkene. Prekonsolideringsspenningen funnet i ødometerforsøket sammenstilles med korrelasjonene funnet ved CPTU-sonderingene, og det utarbeides en linje som beskriver forløpet av prekonsolideringsspenninger og overkonsolideringsgrad med dybden. Styrkeprofilene tolkes så med hjelp av metodene beskrevet av Lunne m.fl. [7] og Karlsrud m.fl. [8] der de ulike metodene ligger innenfor det relevante arbeidsområdet. De beregnede styrkekorrelasjonene fra CPTU-sonderingene sammenstilles så med tolkede treksialforsøk for valg av skjærstyrkeprofil. Tolkning av aktive skjærstyrkeprofil er vist i vedlegg B.3.

SHANSEP-korrelasjonen beskrevet av Karlsrud og Hernandez-Martinez [9] er benyttet. Artikkelen beskriver en sammenheng mellom målt vanninnhold og overkonsolideringsgrad som følger:

$$\frac{S_{UC}}{\sigma'_{v0}} = S * OCR^m$$

Hvor: $S = (0,27 + 0,10w)$
 $m = 0,58 + 0,33w$

S og m ligger normalt under en øvre grense på henholdsvis 0,35 og 0,75, og over en nedre grense på henholdsvis 0,25 og 0,65. Det er her benyttet $S=0,25$ og $m=0,65$ med utgangspunkt i at prøve kvaliteten karakteriseres som dårlig, samt at sonderinger i felt indikerer lagdelt og bløte masser.

Det er også sett til tidligere vurderingsrapporter og relevante tolkninger av skjærfasthet i tilsvarende grunnforhold og dybder, blant annet Norconsult i rapport 5120236-03 [2].

A.1.6 Anisotropifaktorer

Tabell 1-3 oppsummerer anvendte ADP-faktorer for udrenerte materialer.

Tabell 1-3: Oversikt over valgte ADP-faktorer.

S_{UA}	S_{UD}/S_{UA}	S_{UP}/S_{UA}
1,00	0,63	0,35

Verdiene for anisotropikoeffisientene ligger på den konservative siden da det antas at plastisitetsindeksen, IP, alltid er mindre eller lik 10%. Dette til tross for påvist plastisitetsindeks på nesten 15% fra utførte laboratorieundersøkelser.

A.2 Stabilitetsberegninger

A.2.1 Generelt

Det er utført stabilitetsberegning i tre profiler; A, B og C. Det er utført beregninger både på effektiv- og totalspenningsbasis. Tolket lagdeling er vist i tegning nr. 10250073-RIG-TEG-700 til -702.

Plassering av profilene er vist på situasjonsplan i tegning nr. 10250073-RIG-TEG-002.

A.2.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført i beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 24.0.7.0 med beregningsmetode «BEAST 2003». Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt.

Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også søkt etter sammensatte skjærflater.

A.2.3 Laster

Ved stabilitetsberegningene er det benyttet en jevnt fordelt last på inntil 24 kPa for å simulere en potensiell oppfylling til kote +3,2. Planområdet ligger generelt på ca. kote +2,0, og 24 kPa vil dermed simulere en oppfylling på ca. 1,2 m. I områdene hvor terrenget ligger høyere er lasten tilsvarende redusert for å simulere oppfylling til ca. kote +3,2. Ved behov er det tilført ytterligere last for å tilfredsstille krav til sikkerhet.

Eventuell bygningslast er simulert med en jevnt fordelt last på 10 kPa per dekke.

A.2.4 Beregningsresultater

Generelt

Beregningsresultat er vist i tegning nr. 10250073-RIG-TEG-800 t.o.m. -802.

NVEs regelverk gjelder for områder der det er påvist sensitive masser/ kvikkleire.

I tilfeller hvor det ikke er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale må skråningsstabilitet inn mot planområdet og planlagt bebyggelse dokumenteres etter krav i Eurokode 7 [14].

Krav til sikkerhet for skråningene i profil C anses å være tilfredsstilt ved å oppfylle krav gitt i NVEs veileder 1/2019

Krav til sikkerhet for skråningene i profil A og B anses å være tilfredsstilt ved å oppfylle krav gitt i Eurokode 7.

Det er utført innmåling av sjøbunnen.

Krav til sikkerhet iht. EC7

For å ivareta krav for lokal stabilitet iht. Eurokode 7 må det oppnås en sikkerhetsfaktor $\gamma_m = 1,4$ for udrenerte analyser (ADP) og 1,25 for drenerte analyser.

Krav til sikkerhet iht. NVE

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

Profil A

For mulig utbygging i profil A er det utført stabilitetsberegninger for en tilleggslast på 24 kPa på eksisterende terreng for å simulere oppfylling til kote +3,2, samt ytterligere en last på 30 kPa for å simulere mulig bebyggelse med inntil to etasjer.

Laveste beregnede sikkerhet ved en udrenert analyse (ADP) beregnet til 1,20. Laveste beregnede sikkerhet for en drenert analyse (afi) er beregnet til 1,67.

Tolket sjøbunn er slakere enn 1:6, noe som indikerer at eventuelle skred i marbakken ikke når inn til land og forårsaker skred der, iht. NVE rapport 9/2020 [11]. Innledende vurderinger viser at det ikke er fare for områdeskred fra sjøen som når inn på planlagt bebyggelse.

Innledende vurderinger viser at sikkerhetskravet ikke blir ivaretatt dersom det fylles helt ut til grensen av planområde ($F_c < 1,4$). Fyllingen må avsluttes ca. 8,0m fra plangrensen. Med angitt grense for oppfylling, kan bygg med inntil 2 etasjer ikke bygges nærmere enn 20 m fra plangrensen. Alternativt vil en ytterligere reduisering av oppfyllingen medføre noe lavere vekt som vil øke sikkerheten på utsiden av planlagt bebyggelse. Dette må optimaliseres i detaljprosjekteringen.

Det er utført sensitivitetsanalyse av beregningene med drenert oppførsel på siltlaget over leirelaget. Beregningene viser at sikkerheten forbedres ytterligere ved bruk av drenert analyse på siltlaget.

Profil B

For å tilfredsstille krav til sikkerhet mot flom og stormflo er området skissert fylt opp til kote +3,5. For å simulere dette er lagt inn en områdelast på 30 kPa (tilsvarende oppfylling på ca. 1,5 m) for den delen av tomta som ligger ved ca. kote +2,0. Inn mot skråningen mot Inderøyvegen reduseres lasten ned til 10 kPa for å treffe ca. kotenivå på +3,5.

Det er utført beregninger som inkluderer last fra G/S-vegen og trafikklast fra Inderøyvegen, der hvor disse lastene virker ugunstig.

Løsmassene under vegen er konservativt tolket ut ifra utførte grunnundersøkelser inne på selve tomta. Udrenert sikkerhetsfaktor indikerer at skråningen skulle rast ut. Valgt skjærfasthetsprofil er antageligvis noe forsiktig tolket oppover i skråningen, i kombinasjon med at det kreves en rask endring i spenningstilstand for å få mobilisert et slikt udrenert brudd. Sikkerhetsfaktoren viser i dette tilfellet kun at stabiliteten er lav.

Langtidssikkerheten (effektivspenningsanalyse, $a\phi$) for skråningen fra Inderøyvegen og ned mot planområdet indikerer at skråningen er stabil.

Det er utført beregninger både med og uten oppfylling til ca. kote +3,5, samt ytterligere tiltak.

Uten oppfylling til kote +3,5, tegning -801.1

Laveste beregnede sikkerhet ved en udrenert analyse (ADP) beregnet til 0,83. Laveste beregnede sikkerhet for en drenert analyse (afi) er beregnet til 1,94.

Innledende beregninger viser at dagens stabilitet for Inderøyveien og G/S vei er for dårlig. Det må utføres tiltak for å tilfredsstille dagens sikkerhetskrav iht. EC7.

For å unngå at et mulig skred fra Inderøyvegen treffer planlagt bebyggelse, må planlagt bebyggelse flyttes lenger inn på planområde. Alternativt tiltak er å legges ut ei motfylling for å bedre stabiliteten mot veien. Omfanget må detaljprosjekteres.

Med oppfylling til kote +3,5, tegning -801.2

Laveste beregnede sikkerhet ved en udrenert analyse (ADP) beregnet til 1,03.

For å unngå at et mulig skred fra Inderøyvegen treffer planlagt bebyggelse, må planlagt bebyggelse flyttes lenger inn på planområde. Alternativt tiltak er å legges ut ei større motfylling for å bedre stabiliteten mot veien. Omfanget må detaljprosjektertes.

Med oppfylling til kote +4,5 inn mot Inderøyvegen. Tegning -801.3

For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet må det fylles opp til kote +4,5. Laveste beregnede sikkerhet ved en udrenert analyse (ADP) beregnet til 1,40 og oppnås i ytterkant av skissert plassering for nye bebyggelse. Omfanget må detaljprosjektertes.

Ved oppfylling av masser (tilførsel av vekt) på disse grunnforholdene, vil det være et stort potensial for setninger. Dette må vurderes i detaljprosjekteringen.

Profil C

For mulig utbygging i profil C er det utført stabilitetsberegninger for en tilleggslast på 24 kPa på eksisterende terreng for å simulere oppfylling til kote +3,2, samt ytterligere en last på 30 og 40 kPa for å simulere mulig bebyggelse med inntil to og tre etasjer. Det er også utført ei beregning med carport (5 kPa) i framkant av bebyggelsen.

Laveste beregnede sikkerhet ved en udrenert analyse (ADP) beregnet til 1,51. Laveste beregnede sikkerhet for en drenert analyse (afi) er beregnet til 2,95.

For selve marbakken er sikkerhet ved en udrenert analyse (ADP) beregnet til 1,49. Denne glideflaten vil ikke bli påvirket av planlagt utbygging. Planlagt utbygging er vurdert til å ligge utenfor influenssonen til den aktuelle glideflaten.

Tolket sjøbunn har helning ca. 1:6 eller slakere, noe som indikerer at eventuelle skred i marbakken ikke når inn til land og forårsaker skred der, iht. NVE rapport 9/2020 [11]. Det er dermed ikke fare for områdeskred fra sjøen som når inn på planlagt bebyggelse.

For å tilfredsstille NVEs krav til sikkerhet må planlagt bebyggelse flyttes lenger inn på planområde. Alternativt vil en redusering av oppfylling helt ut mot Sundsøyvegen medføre noe lavere vekt som vil øke sikkerheten på utsiden av planlagt bebyggelse. Dette må optimaliseres i detaljprosjekteringen.

Oppsummering

Tabell 2-1: Beregningsresultater for mest kritiske glidesirkler.

Profil	Analyse	Krav	Resultater – Planlagt utbygging	Resultater – Stabiliserende tiltak
A	ADP	1,40	1,20	1,40
	aφ	1,25	1,67	-
B	ADP	1,40	1,03	1,40
	aφ	1,25	1,94	-
C	ADP	1,60	1,51	1,60
	aφ	1,25	2,95	-

*Drenert analyse på siltlag

A.3 Referanser

- [1] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning V220, 2022.
- [2] Norconsult, «5120236-03 - Reguleringsplan Lillesund - Inderøy kommune - Grunnundersøkelser - Vurderingsrapport», mar. 2012.
- [3] Multiconsult Norge AS, «10250073-RIG-RAP-001_rev00 - Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser - Sundsøya 2, 4, 12», mai 2023.
- [4] Kjell Karlsrud, «521500-6. Sammenstilling av noen erfaringer med prøvetaking og effekt av prøveforstyrrelse i norske marine leire.», NGI, 1991.
- [5] NVE, «NIFS Rapport 77/2014. Valg av karakteristisk cuA-profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser.», mai 2015.
- [6] NTNU, «Kompendium for TBA4110 Geotechnics Field and Laboratory investigations», Geoteknisk avdeling, 2017.
- [7] T. Lunne, P.K. Robertson & J.J.M. Powell, «Cone penetration testing - In geotechnical practice», 1997.
- [8] K. Karlsrud, T. Lunne, D.A. Kort & S. Strandvik, «CPTU Correlations for Clays», 2005.
- [9] K. Karlsrud og F. G. Hernandez-Martinez, «Strength and deformation properties of Norwegian clays from laboratory tests on high-quality block samples», *Can. Geotech. J.*, bd. 50, nr. 12, s. 1273–1293, des. 2013, doi: 10.1139/cgj-2013-0298.
- [10] NVE, «NIFS Rapport 14/2014. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.», jan. 2014.
- [11] NGI, «NVE Ekstern rapport 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred», nov. 2020.

Vedlegg B

Tolkning av laboratorieforsøk og CPTU

B.1 – Treaksialforsøk

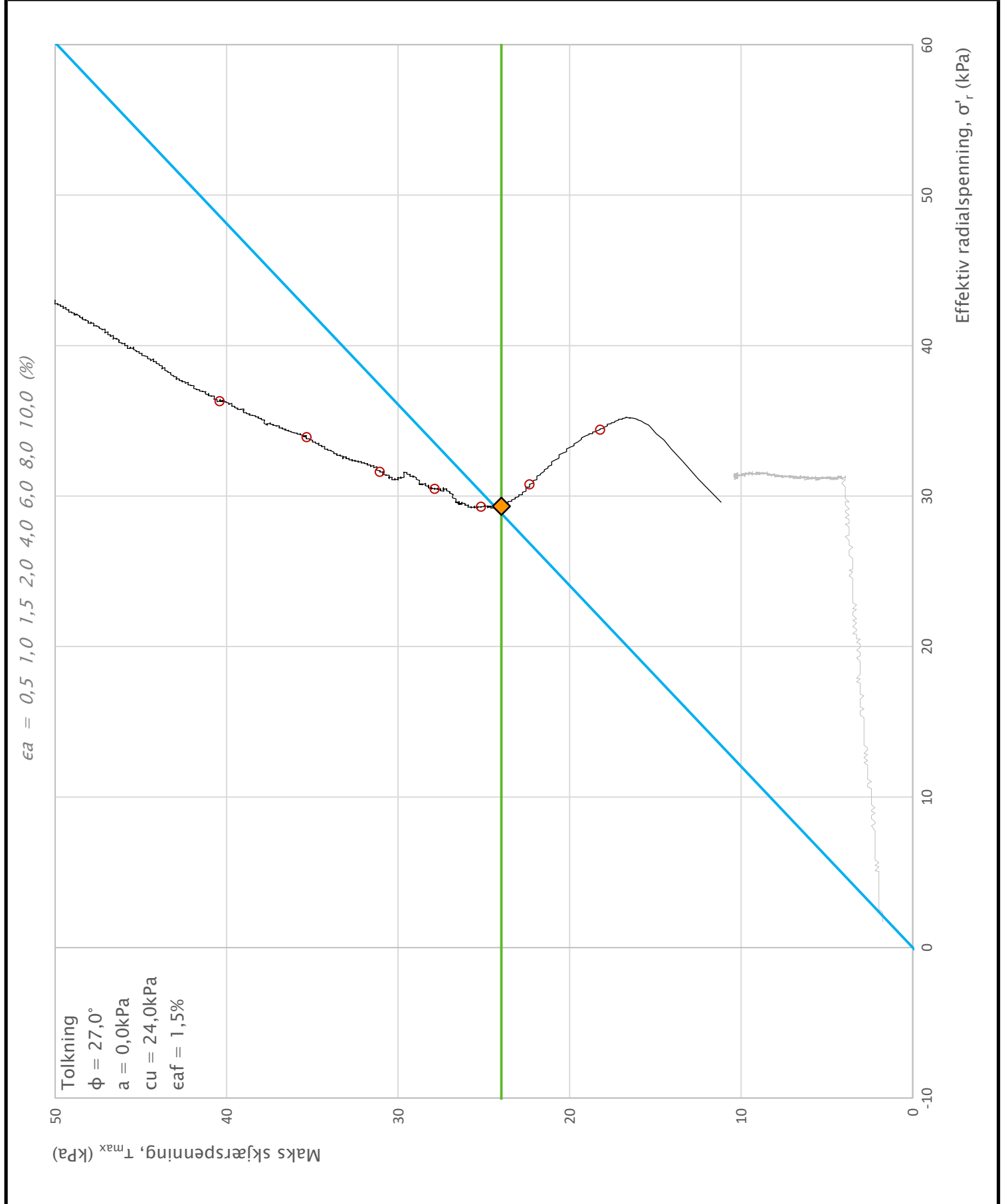
B.2 – Ødometerforsøk

B.3 – CPTU-tolkning

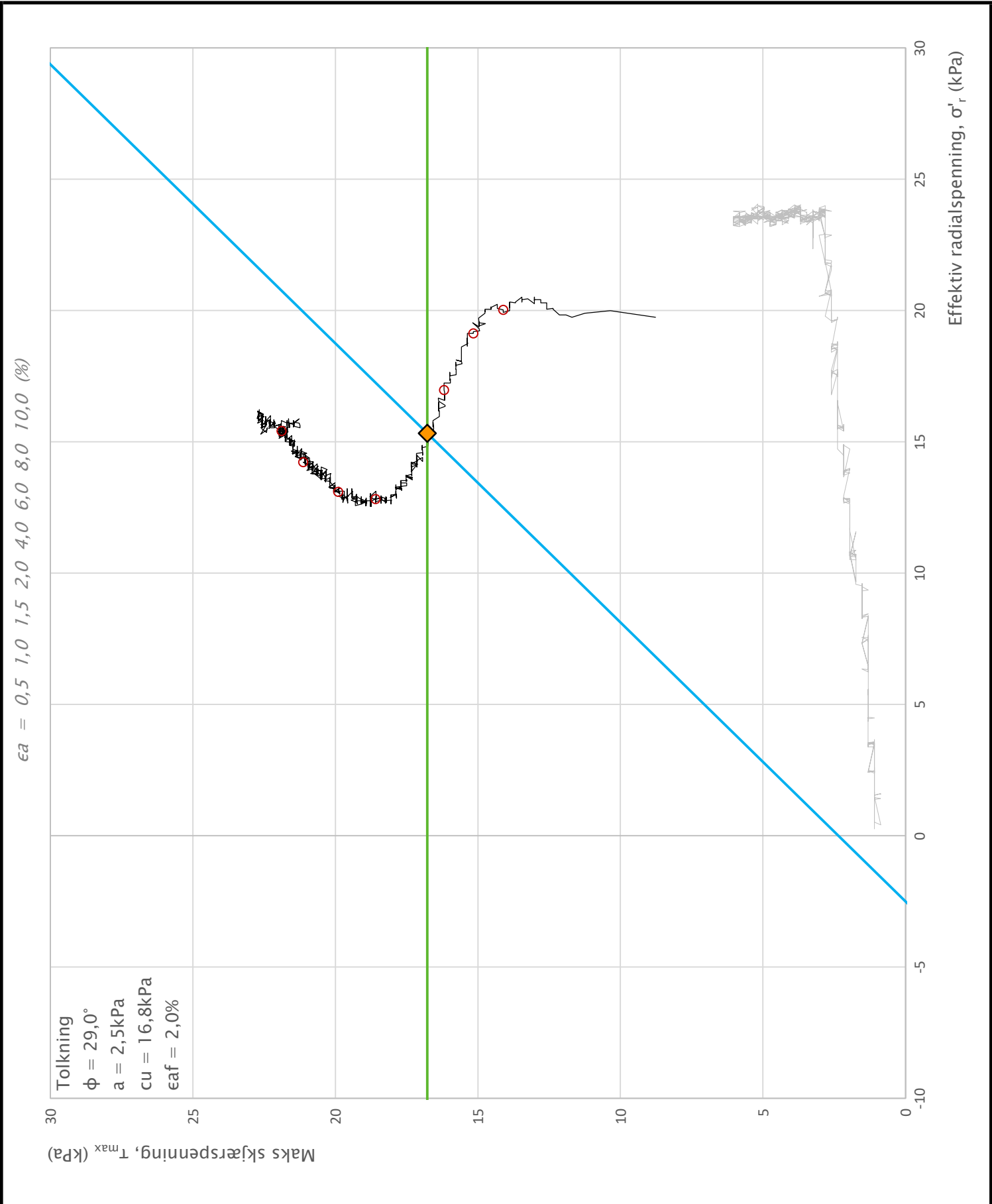
B.1 Treaksialforsøk

Borpunkt 5 – Dybde 4,4 m

Borpunkt 9 – Dybde 3,4 m



Prosjekt		Prosjektnummer: 10250073. Rapportnummer: 2		Borhull
Sundsøya 2, 4, 12				5
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ_r - τ plott (NTNU)				4,40
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	FRA	MIAB	JSG	CAUa
	Divisjon	Dato utført	Revisjon	Figur
Utbygging	11.05.2023	0	B.1	
		Rev. dato 06.06.2023		

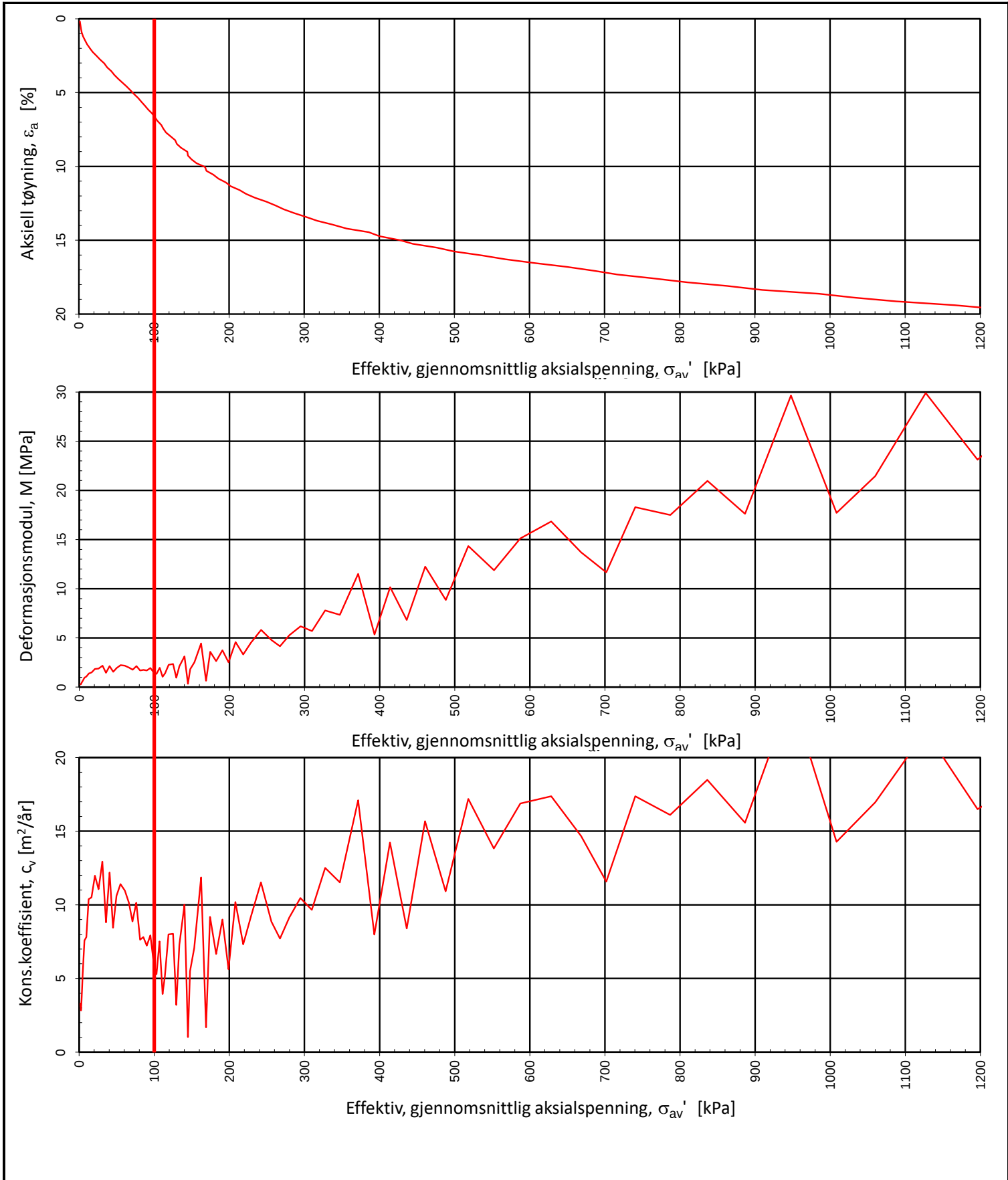


Prosjekt		Prosjektnummer: 10250073. Rapportnummer: 2		Borhull
Sundsøya 2, 4, 12				9
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)				3,40
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	FRA	MIAB	JSG	CAUa
Divisjon	Dato utført		Revisjon	Figur
	Utbygging		0	
		11.05.2023	Rev. dato 06.06.2023	B.1

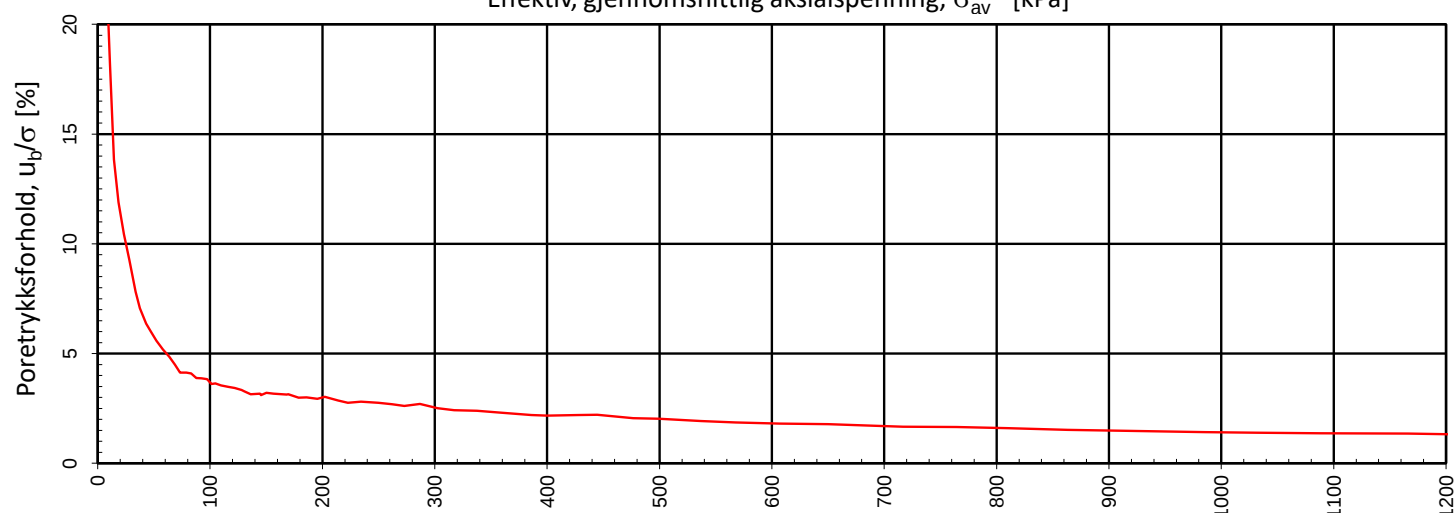
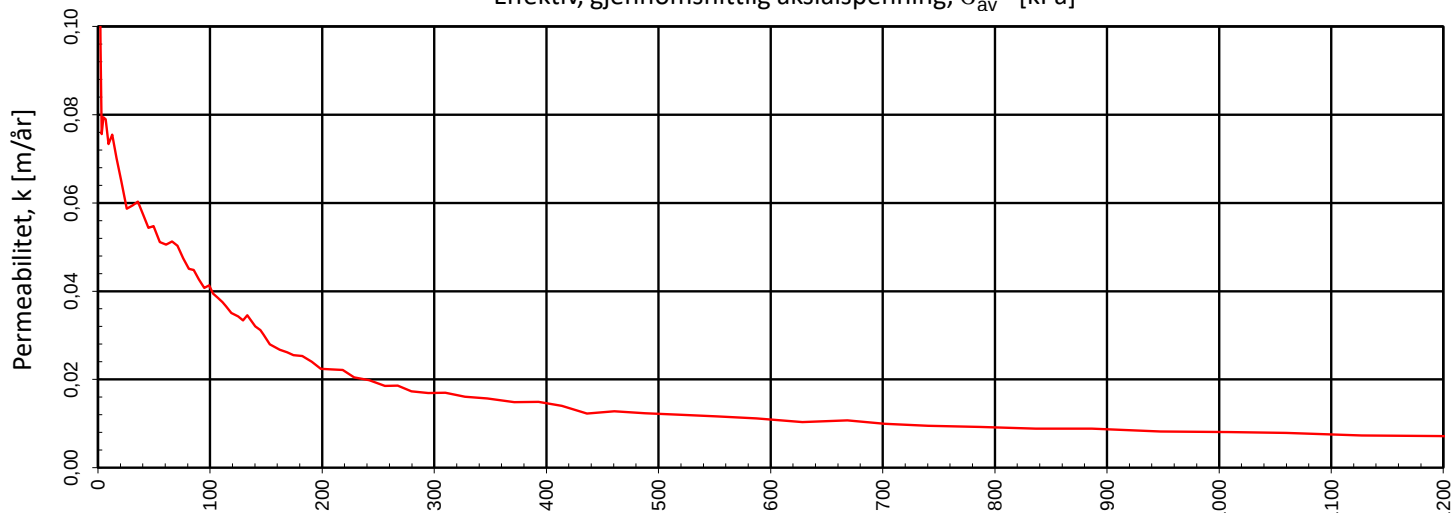
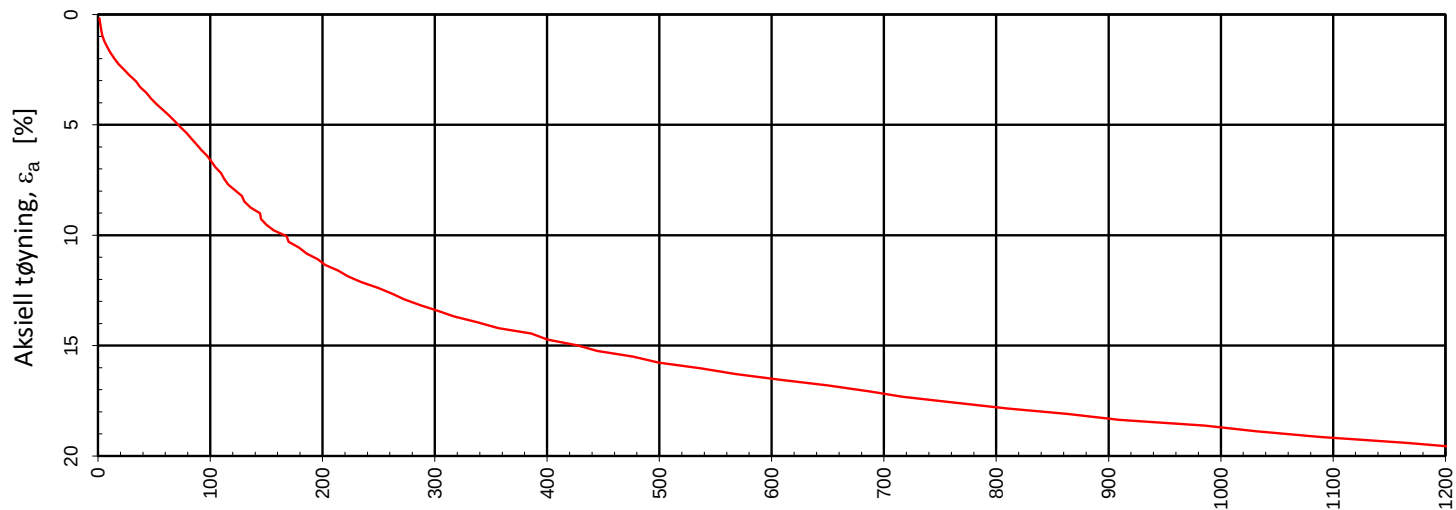
B.2 Ødometerforsøk

Borpunkt 5 – Dybde 4,5 m

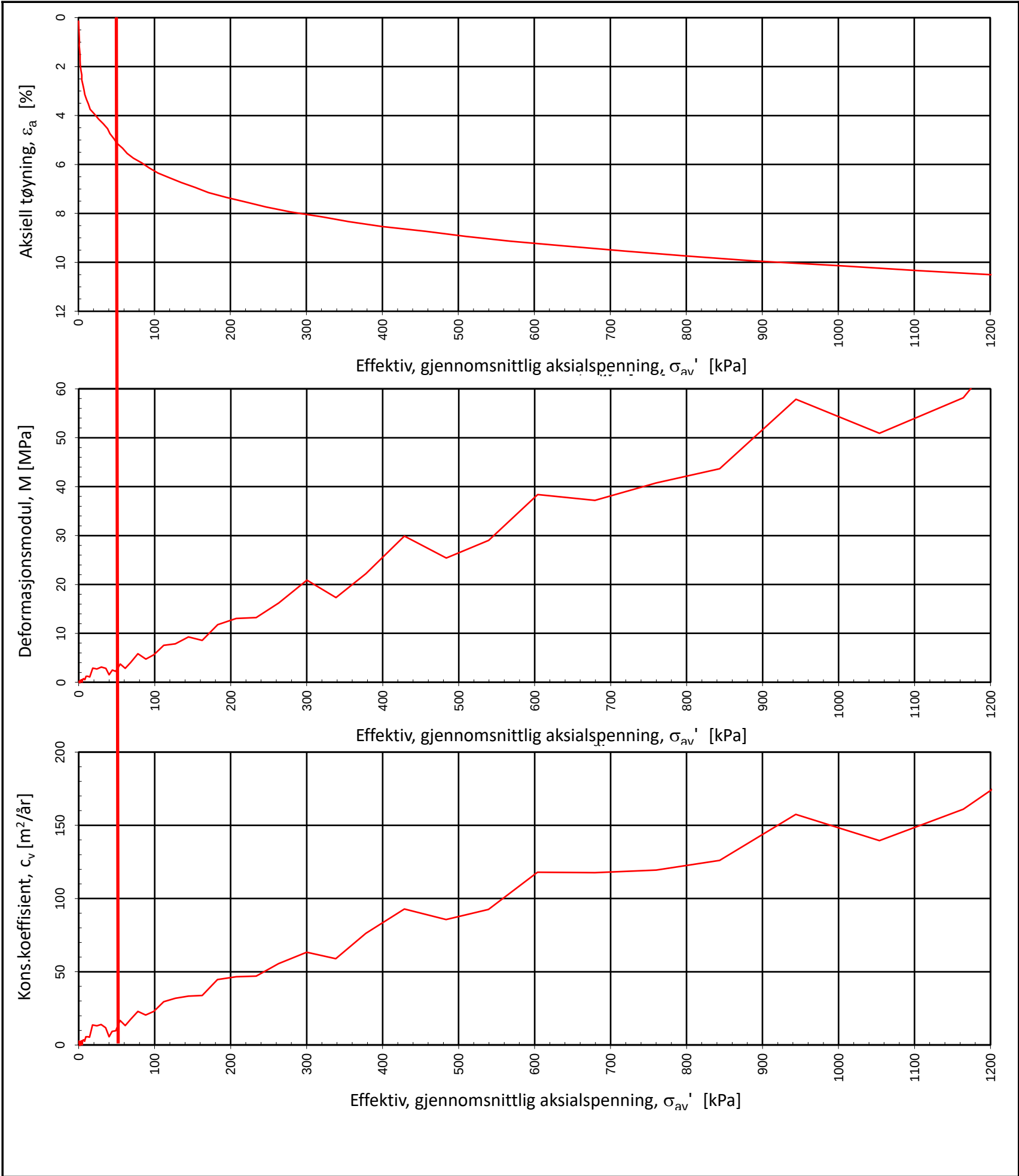
Borpunkt 12 – Dybde 3,4 m



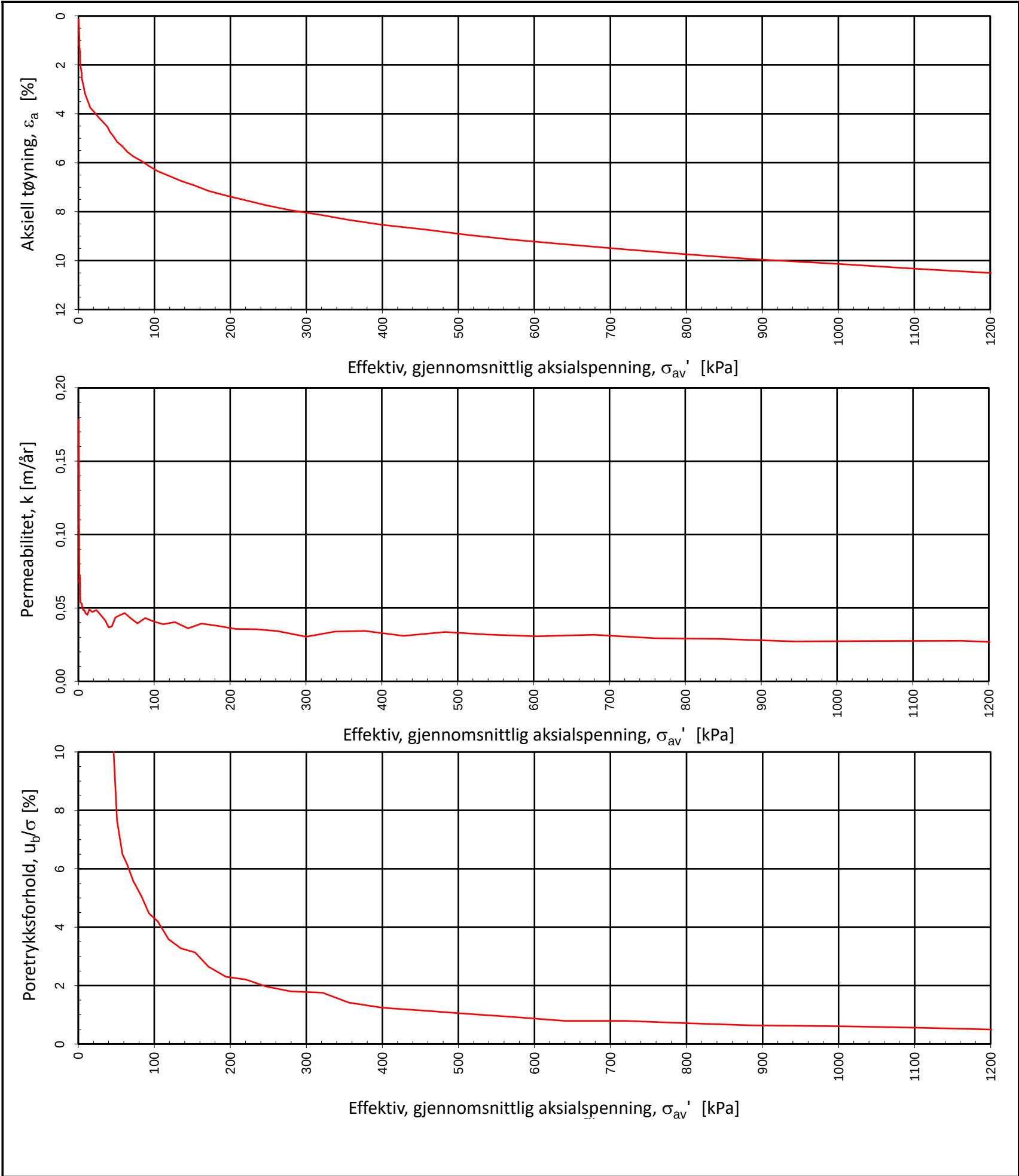
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,0	50,0	4,50	1,92	32,5	1
Bolig Norge AS				Utarbeidet METS	Kontrollert SISJ	Godkjent MIAB
Sundsøya 2, 4, 12				Borpunkt 5	Dato 21.03.2023	Revisjon 00
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer 10250073		Tegningsnummer RIG-TEG-400.1



Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm ³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,0	50,0	4,50	1,92	32,5	1
Bolig Norge AS				Utarbeidet METS	Kontrollert SISJ	Godkjent MIAB
Sundsøya 2, 4, 12				Borpunkt 5	Dato 21.03.2023	Revisjon 00
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer 10250073		Tegningsnummer RIG-TEG-400.2



Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm^3)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,0	50,0	3,40	2,27	12,7	1
Bolig Norge AS				Utarbeidet GEO	Kontrollert SISJ	Godkjent MIAB
Sundsøya 2, 4, 12				Borpunkt 12	Dato 26.03.2023	Revisjon 00
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer 10250073	Tegningsnummer RIG-TEG-401.1	



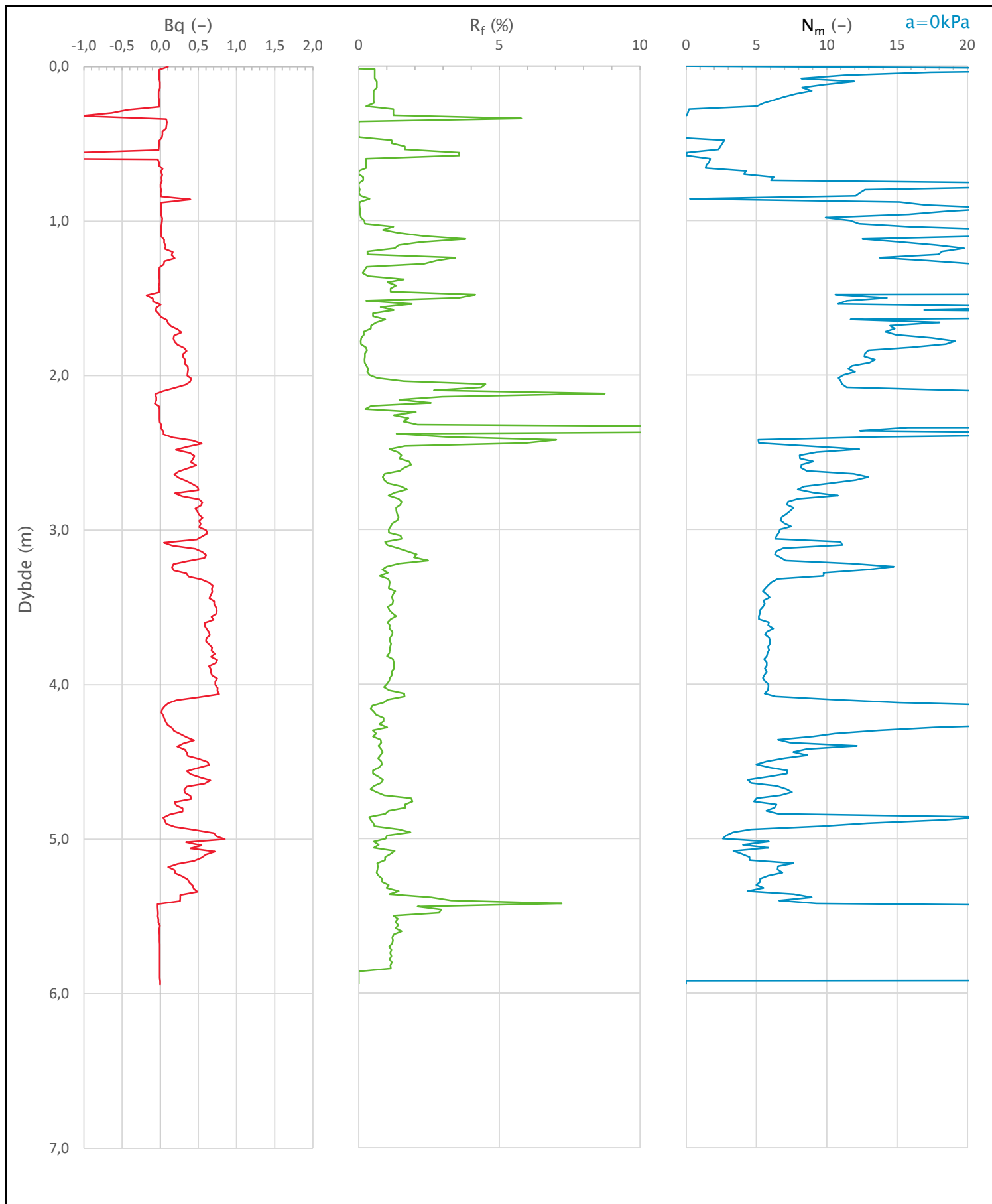
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm ³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,0	50,0	3,40	2,27	12,7	1
Bolig Norge AS				Utarbeidet GEO	Kontrollert SISJ	Godkjent MIAB
Sundsøya 2, 4, 12				Borpunkt 12	Dato 26.03.2023	Revisjon 00
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer 10250073	Tegningsnummer RIG-TEG-401.2	

B.3 CPTU sonderinger

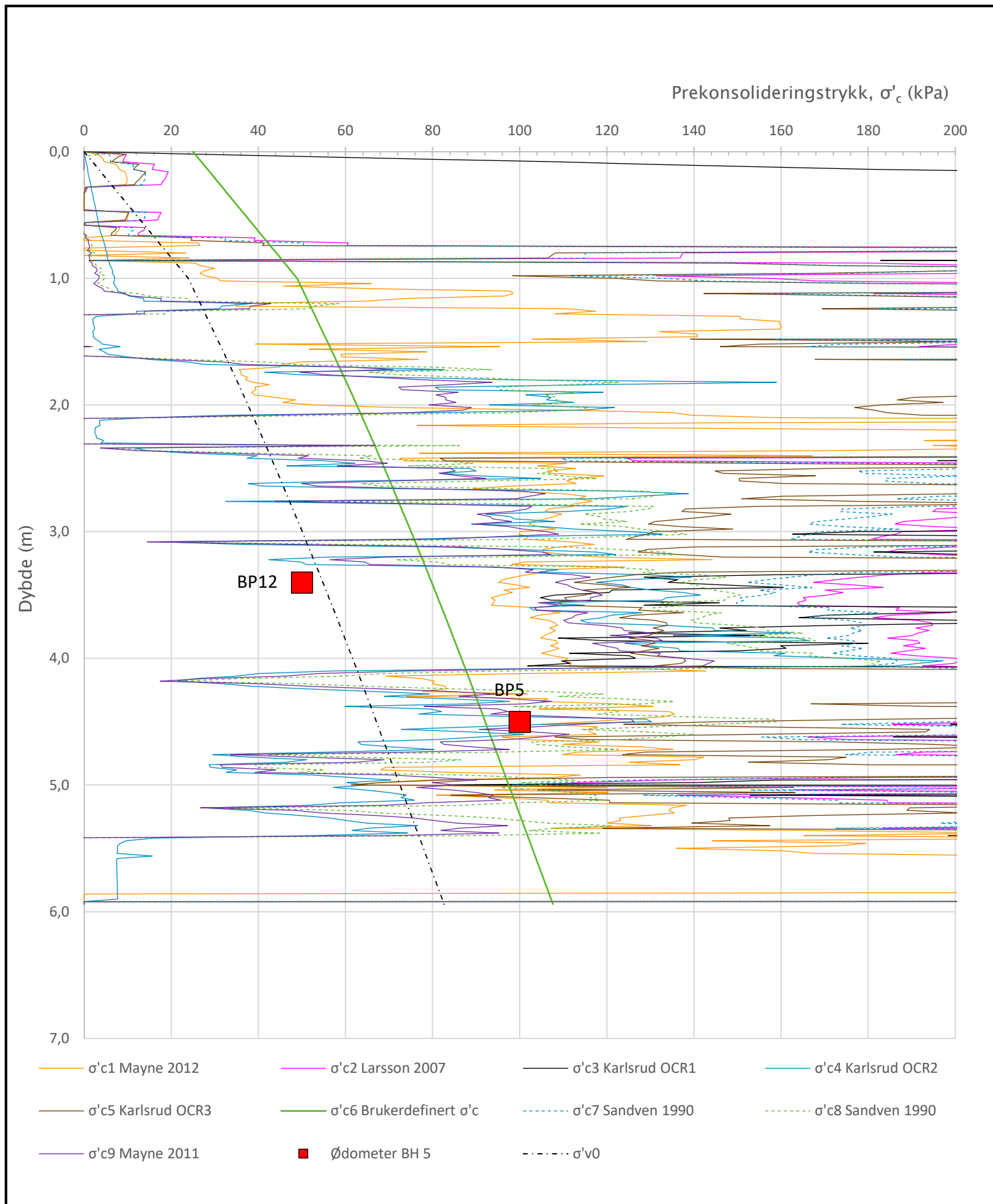
CPTU 5

CPTU 9

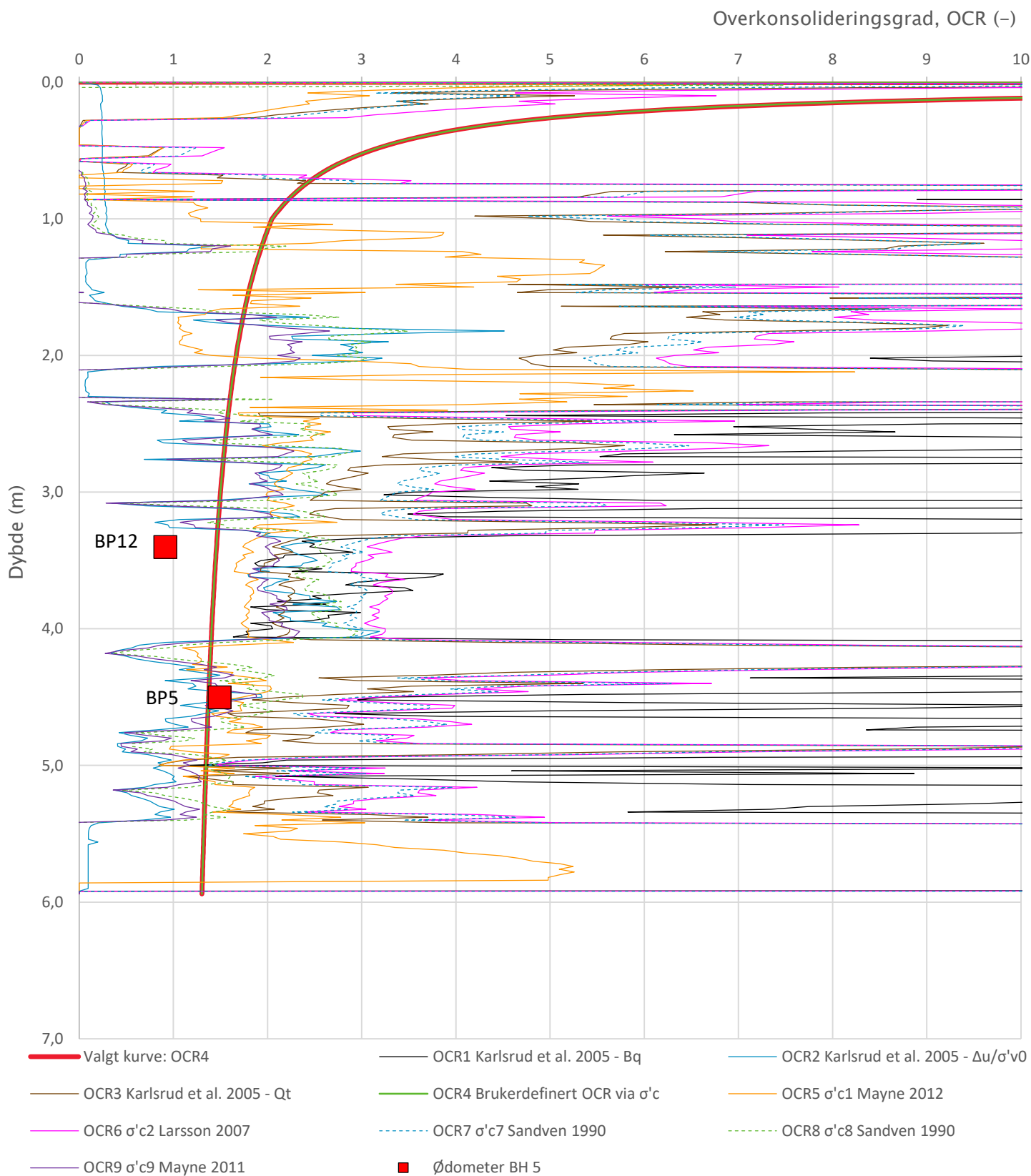
CPTU 13



Prosjekt			Prosjektnummer: 10250073 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +1,585
Sundsøya 2, 4, 12					5	
Innhold					Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4354	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1
	FRA	MIAB	JSG			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		
	Multiconsult	03.03.2023	0	500.4		
			Rev. dato 06.06.2023			



Prosjekt		Prosjektnummer: 10250073 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +1,585
Sundsøya 2, 4, 12				5	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				4354	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA	MIAB	JSG		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	500.5
	Multiconsult	03.03.2023	0 Rev. dato 06.06.2023		



Prosjekt				Prosjektnummer: 10250073 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +1,585
Sundsøya 2, 4, 12						5	
Innhold						Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR						4354	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1	
	FRA	MIAB	JSG				
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		500.6	
	Multiconsult	03.03.2023	0				
			Rev. dato	06.06.2023			

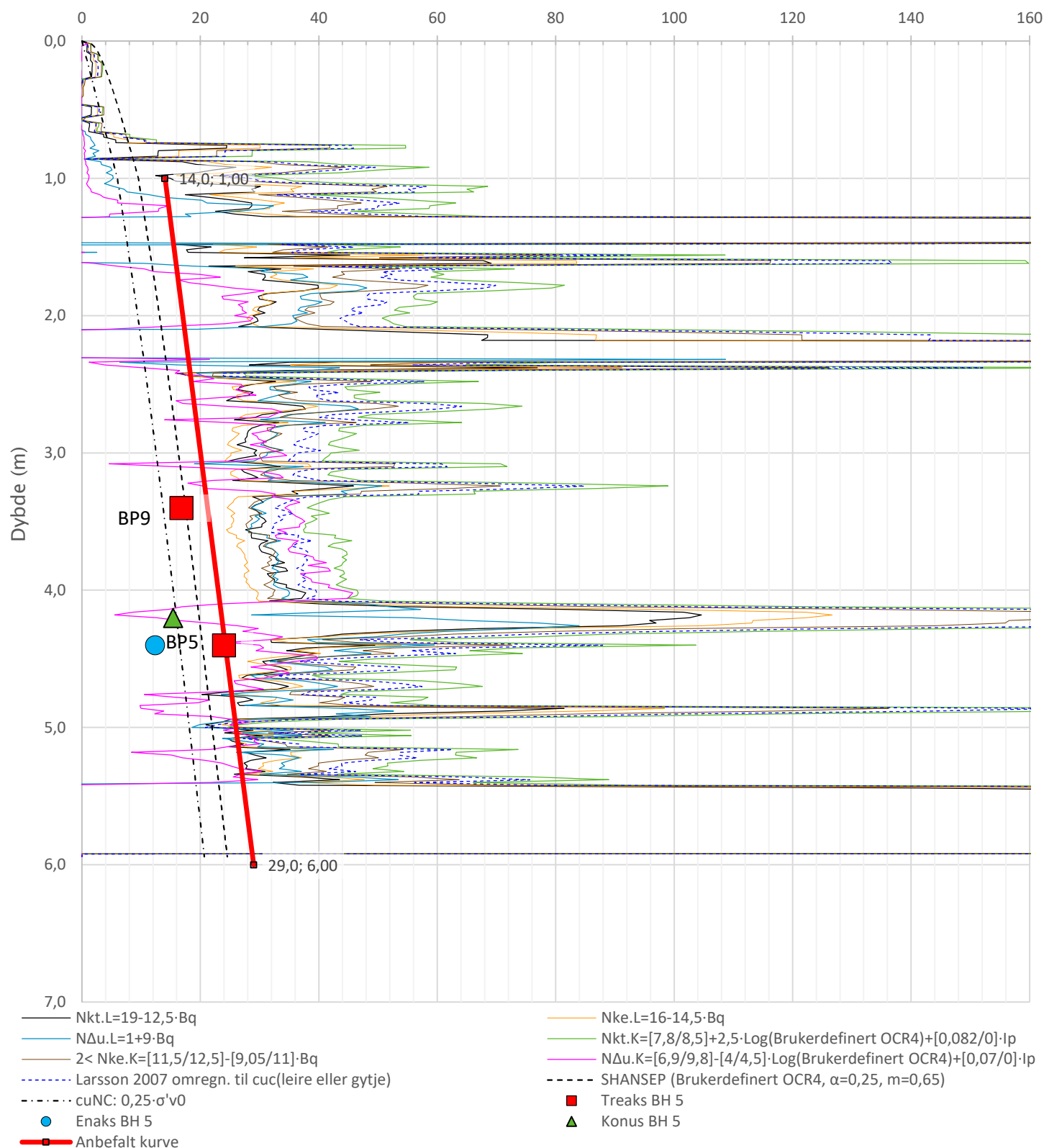
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 5: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

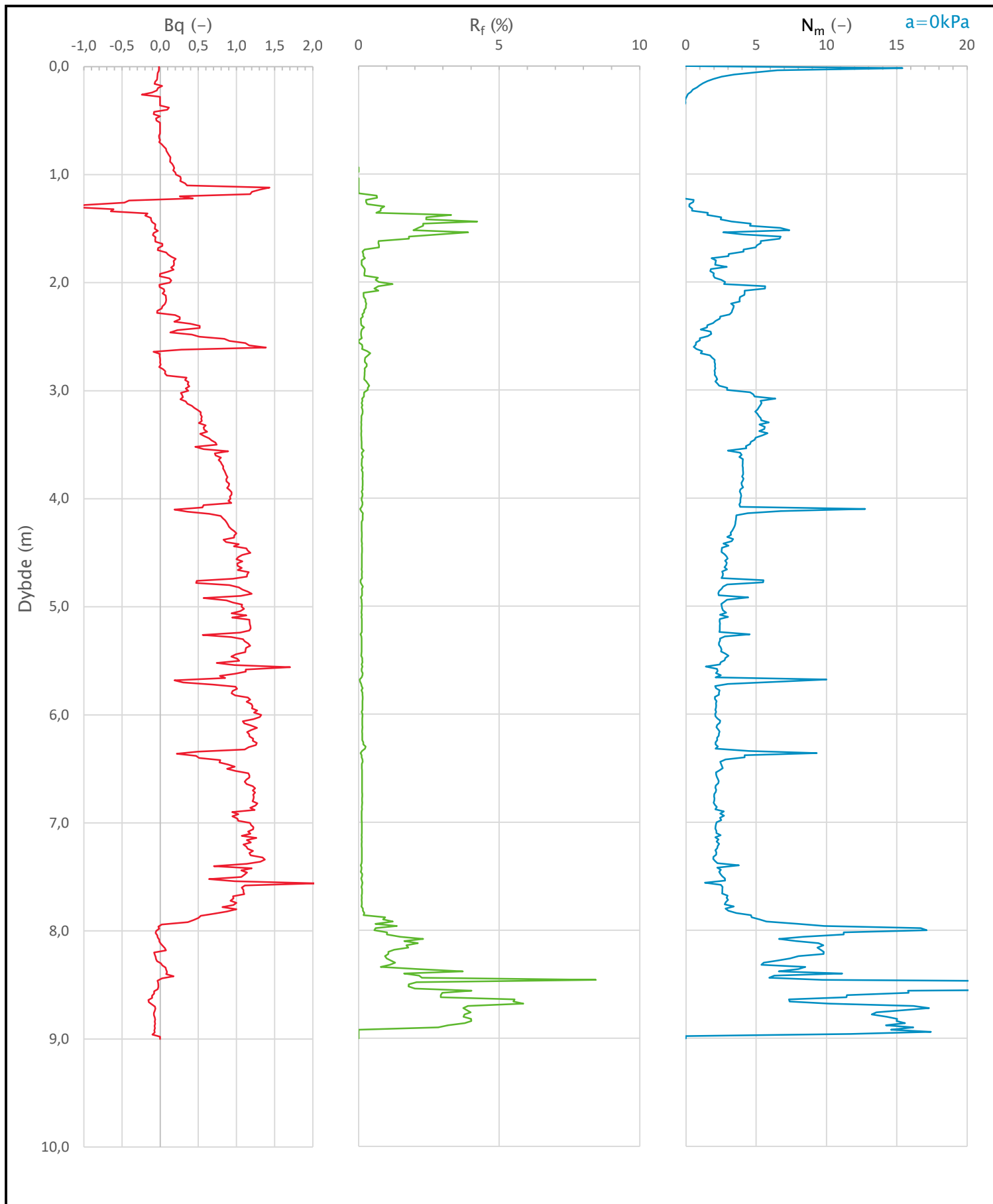
Enaks BH 5: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH 5: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

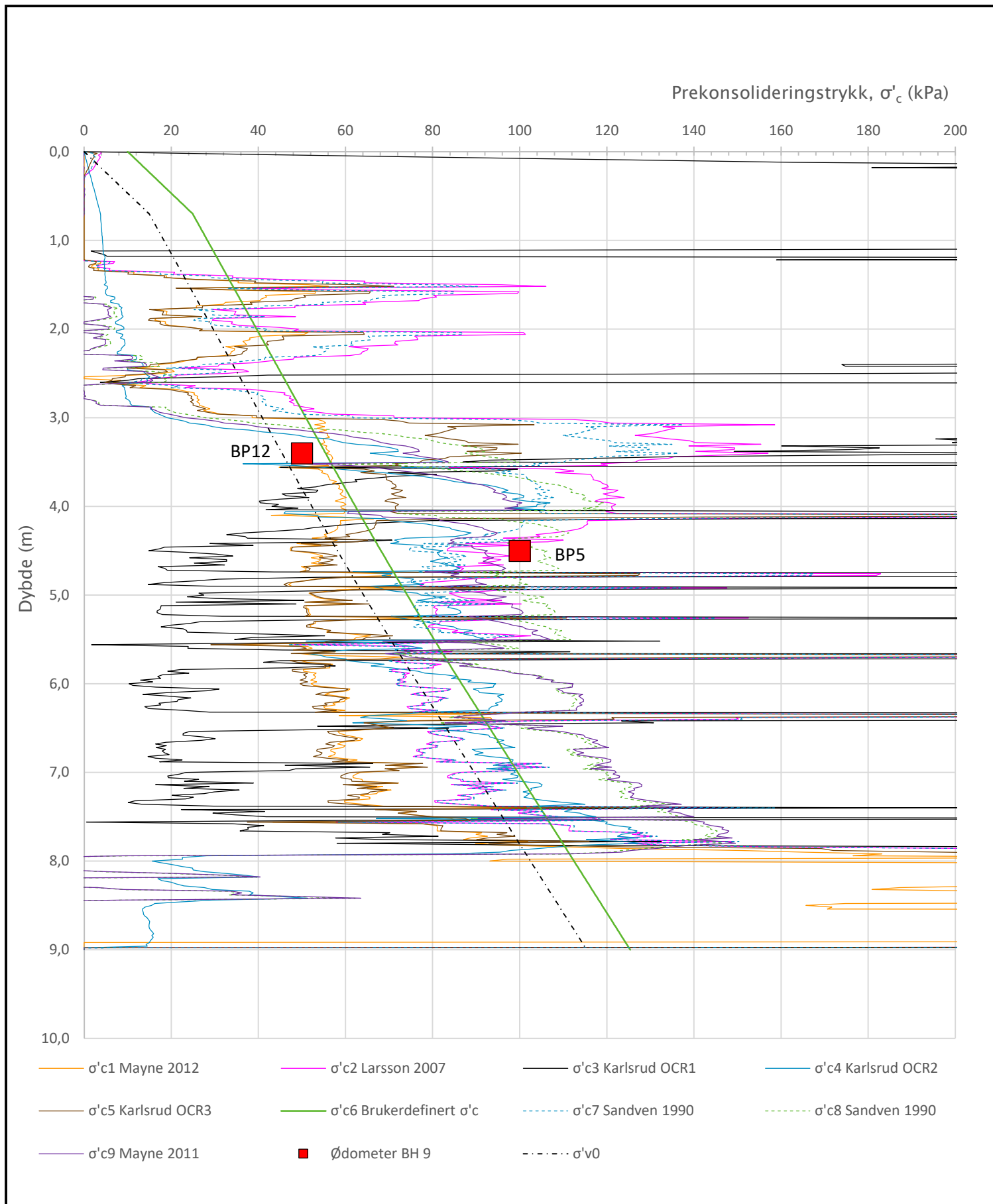
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



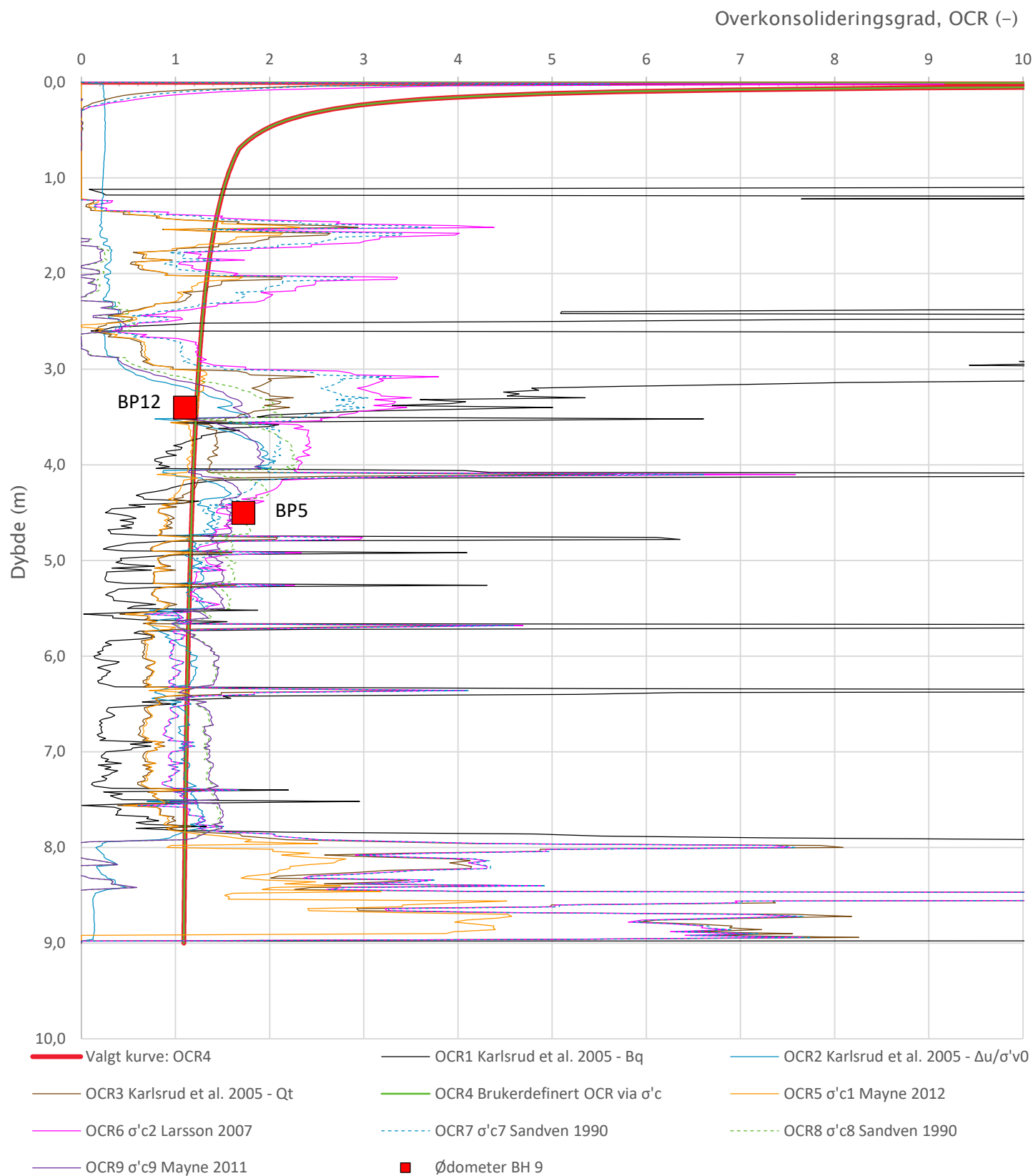
Prosjekt		Prosjektnummer: 10250073 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +1,585
Sundsøya 2, 4, 12				5	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4354	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA	MIAB	JSG		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	500.7
	Multiconsult	03.03.2023	06.06.2023		



Prosjekt			Prosjektnummer: 10250073 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +2,35
Sundsøya 2, 4, 12					9	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4354	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1
	FRA	MIAB	JSG			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		501.4
Multiconsult	07.03.2023	Rev. dato				
			0			
			06.06.2023			



Prosjekt			Prosjektnummer: 10250073 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +2,35
Sundsøya 2, 4, 12					9	
Innhold					Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'c					4354	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1
	FRA	MIAB	JSG			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		
	Multiconsult	07.03.2023	0	501.5		
			Rev. dato	06.06.2023		



Prosjekt			Prosjektnummer: 10250073 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +2,35
Sundsøya 2, 4, 12					9	
Innhold					Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					4354	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	FRA	MIAB	JSG	1		
	Divisjon Multiconsult	Dato sondering 07.03.2023	Revisjon	0	RIG-TEG	501.6
			Rev. dato	06.06.2023		

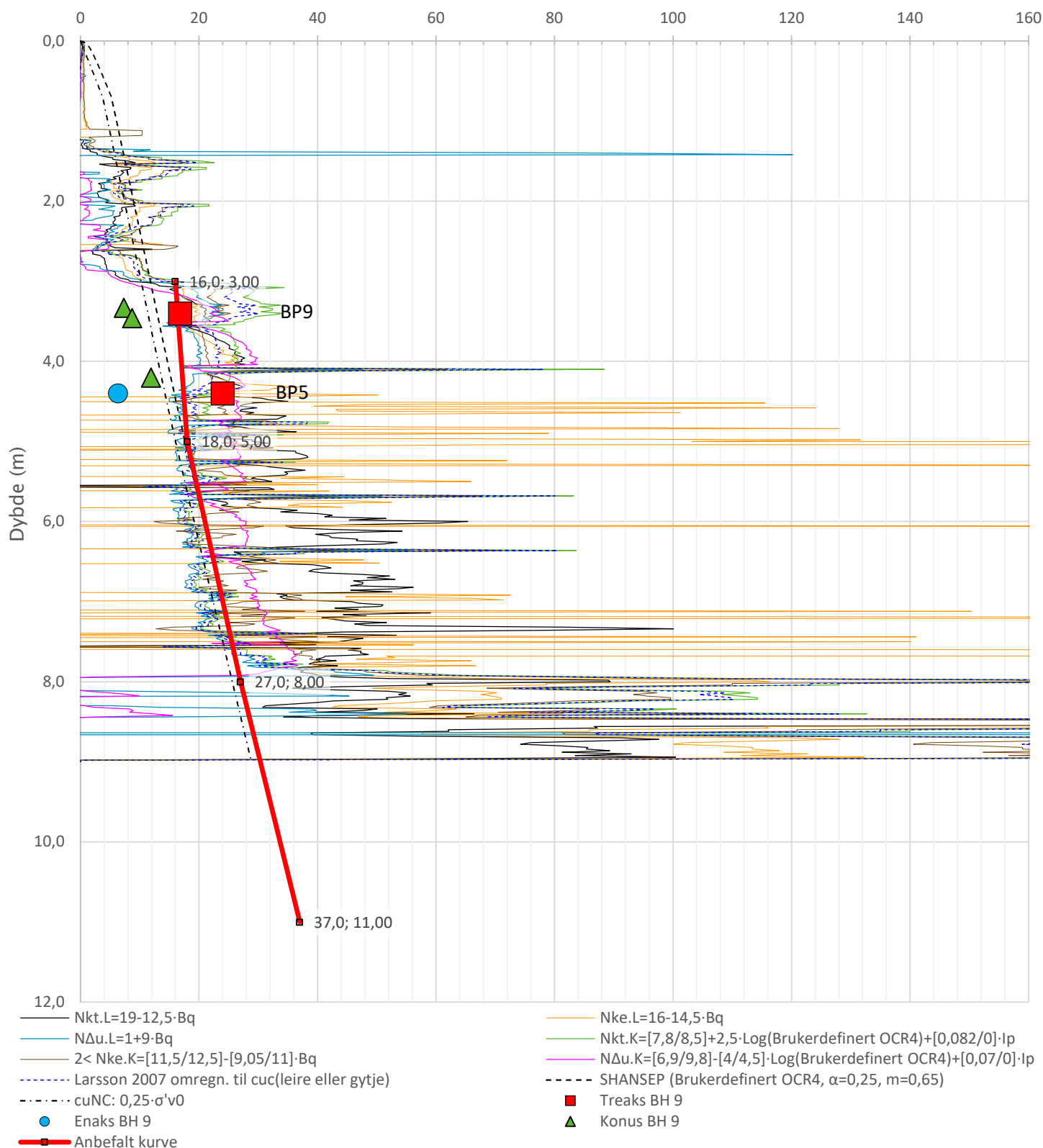
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 9: $c_u/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 9: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

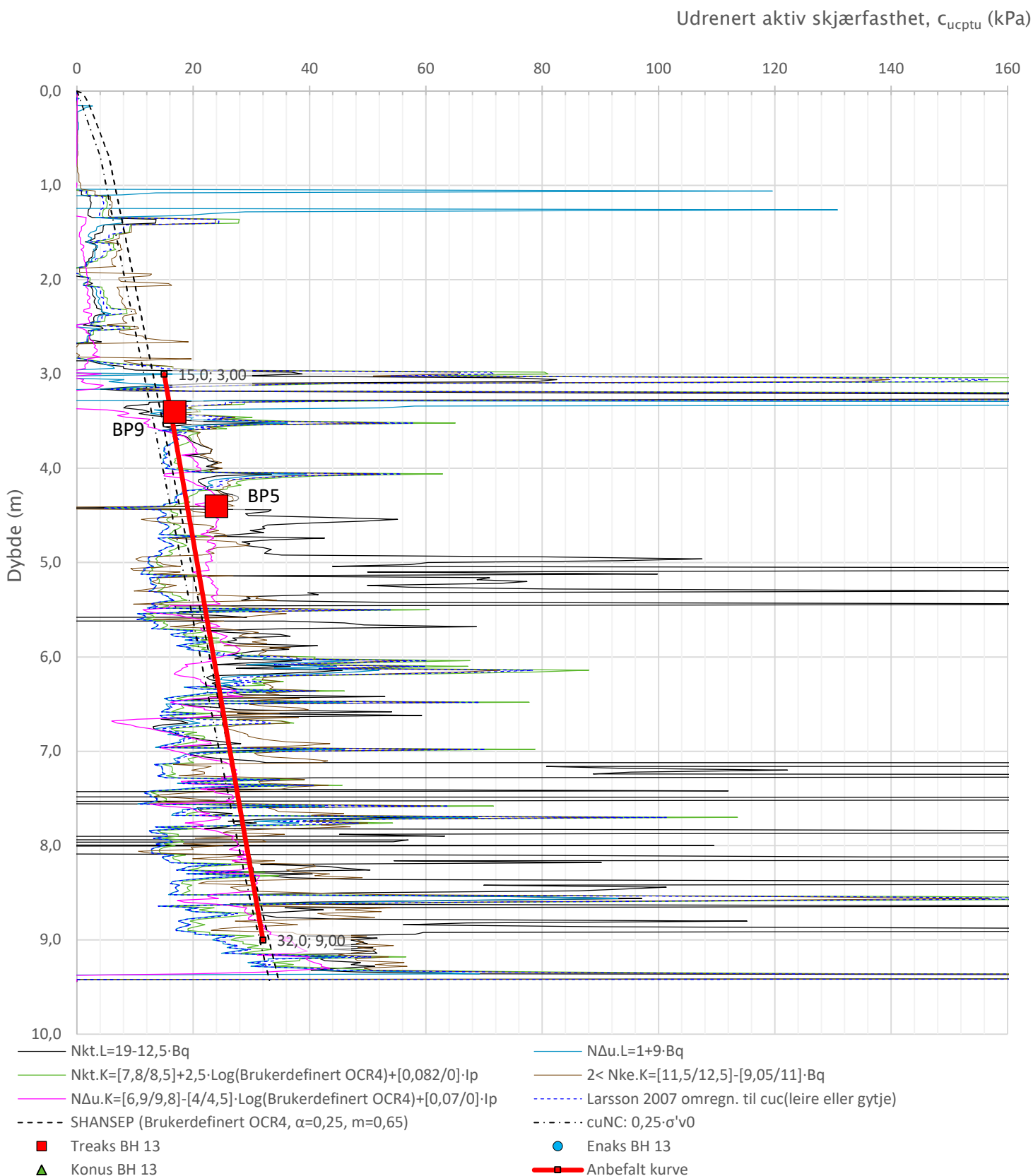
Konus BH 9: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 10250073 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +2,35
Sundsøya 2, 4, 12				9	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4354	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	FRA	MIAB	JSG		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	501.7
	Multiconsult	07.03.2023	06.06.2023		

Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 13: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$



Prosjekt			Prosjektnummer: 10250073 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +2,27
Sundsøya 2, 4, 12					13	
Innhold					Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4354	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1
	FRA	MIAB	JSG			
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	502.7	
	Multiconsult	01.03.2023	Rev. dato	06.06.2023		

Vedlegg C

Klassifisering av faresone for kvikkleireskred



NVE

Norges vassdrags-
og energidirektorat

3006: Sundsøya - Kommune: Inderøy

Faregradklasse	Lav
Konsekvensklasse	Alvorlig
Risikoklasse	3
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor > 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Prosjektype	Utredning av kvikkleiresone
Oppfølgingsbehov	Tilstrekkelig sikkerhet for eksisterende bebyggelse
Opprettet	18.04.2024
Sist oppdatert	23.04.2024
Sist oppdatert av	MULTICONSULT NORGE AS



Bemerkninger

23.04.2024	Sonen ble oppdaget i forbindelse med en planlagt utbygging av boliger. Det er angitt et løsneområde. Utløpsområde i sjø er ikke tegnet inn. Sonen har gjennomgått uavhengig kvalitetssikring.
------------	---

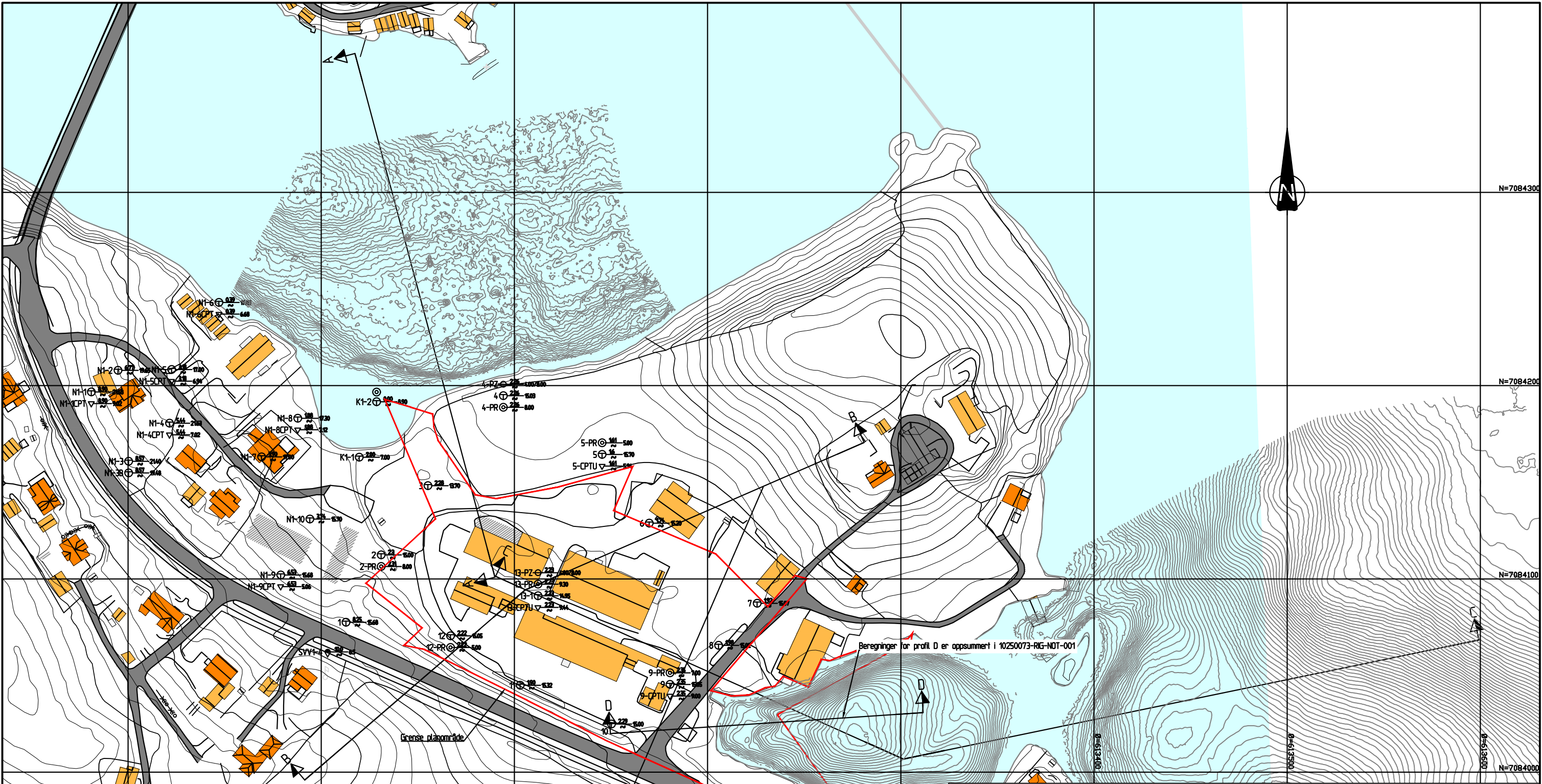
Referanser

Fareberegning

Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Ingen tidligere skredaktivitet.	Ingen	0	1	0
Skråningshøyde i meter	Skråningshøyde på omtrent 9 meter.	<15	0	2	0
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Utførte grunnundersøkelser indikerer at OCR ligger mellom 1,1-1,5.	1,2-1,5	2	2	4
Poretrykk	Piezometeravlesninger indikerer et svakt poreovertrykk i dybden.	0-10	1	3	3
Kvikkleiremektighet	Kvikkleirelaget har en mektighet på omtrent 1,3 meter.	<H/4	1	2	2
Sensitivitet	Det er ikke utført uomrørt konus på kvikkleira. Sensitivitet er estimert til omtrent 30 basert på en antatt uomrørt verdi fra nærmeste konus.	30-100	2	1	2
Erosjon	Ikke registrert noe erosjon i området.	Ingen	0	3	0

Inngrep	Noe oppfylling for etablering av tomt mellom 1976 og 1986.	Liten forverring	1	3	3
Total poengsum					14
Prosent av maks					27,45098
Sist oppdatert	19.04.2024				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	Ingen boliger, men ett hotell med 5 rom	Spredt ≤ 5	1	4	4
Næringsbygg	Ett klubblokale for en mc-klubb	10 - 50 personer	2	3	6
Annen bebyggelse	To tidligere låver, nå ombygd til garasjer	Begrenset	1	1	1
Veier	Fv 170 med ÅDT 3500 iht. SVV vegkart.	1001-5000	2	2	4
Toglinje	Ingen toglinje i området	Ingen	0	2	0
Kraftnett	NVE Temakart viser distribusjonsnett i området.	Distribusjon	1	1	1
Oppdemning	Ingen mulighet for oppdemming.	Ingen	0	2	0
Total poengsum					16
Prosent av maks					35,55556
Sist oppdatert	19.04.2024				



TIDLIGERE GRUNNUNDERSØKELSER:

- N1-X: 5120236-2 - Reguleringsplan Lillesund, Inderøy kommune (Norconsult, 2012)
- K1-X: 11577-1 - Utfylling Sundsøya Inderøy kommune (Kummeneje, 1997)
- SVV1-X: VD-1057A - RV.755 X FV.221 - Straumbrua (Statens vegvesen, 1996)

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING

- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREI TRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING

- ⊖ PORETRYKKMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⚡ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
KOORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:

DIGITALT KART
EUREF89, sone 32
NN2000

EKSEMPEL:
⊕ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE BORET DYBDE + BORET I BERG
ANTATT BERGKOTE

01	Innmålt sjøbunn inkludert	20.11.2023	AMG	MIAB	MIAB
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bolig Norge AS
Sundsøya 2, 4, 12
Situasjonsplan med profiler

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	02.06.2023
Konstr./Tegnet	FRA	Kontrollert	MIAB	Godkjent	MIAB	Målestokk	1:2000
Oppdragsnr.	10250073	Tegningsnr.	RIG-TEG-002	Rev.	01		



TEGNFORKLARING:

* Ved plassering av carport (5 kPa) i front av byggene, må bygg med 2 og 3 etasjer flyttes ytterligere 1,0m bak i forhold til oppgitt avstand på tegning.

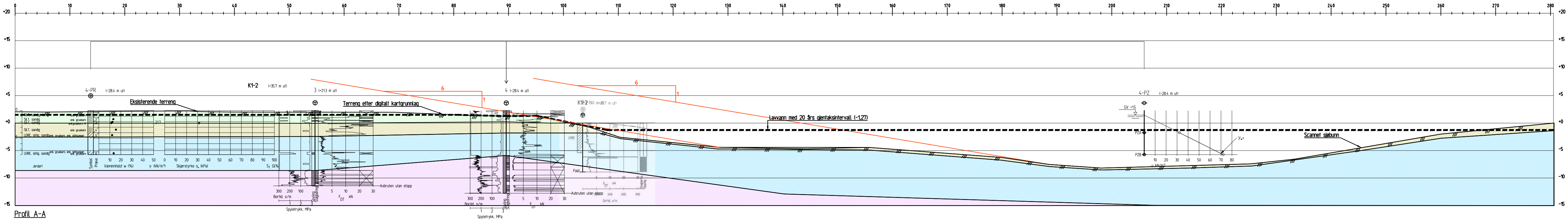
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bolig Norge AS
Sundsøya 2, 4, 12
Situasjonsplan med avgrensning

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	15.11.2023
Konstr./Tegnet	MIAB	Kontrollert	HAN	Godkjent	MIAB	Målestokk	1:2000
Oppdragsnr.	10250073	Tegningsnr.	RIG-TEG-003	Rev.	00		

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Silt, leirig	21.70	11.70	29.0	0.2				
Silt, sandig	21.70	11.70	31.0	0.2	C-prof	100	0.63	0.35
Leire, siltig	23.00	13.00	27.0	1.3	C-prof	100	0.63	0.35
Morene	19.00	9.00	40.0	10.0				



KARTGRUNNLAG:
HØYDEREFERANSE:

DIGITALT KART FRA FKB/SOSI. Kartlagt sjøbunn av Seascan.
NN2000

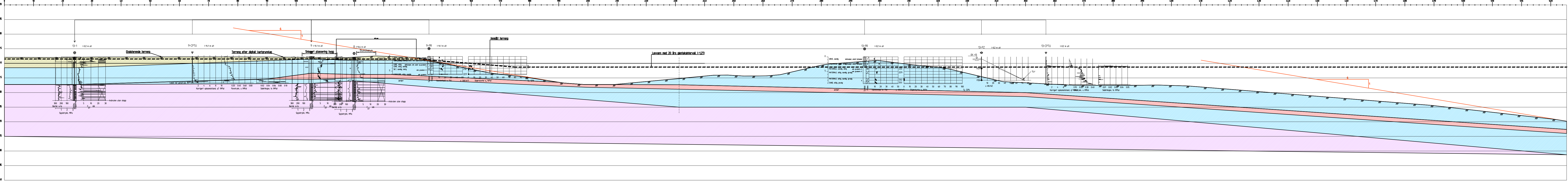
Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	12.05.2023	
Konstr./Tegnet	FRA	Kontrollert	MIAB	Godkjent	MIAB	Målestokk	1:400	
Oppdragsnr.	10250073			Tegningsnr.	RIG-TEG-700		Rev.	01

01	Innmålt sjøbunn inkludert	28.11.2023	AMG	MIAB	MIAB
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bolig Norge AS
Sundsøya 2, 4, 12
Profil A - Lagdeling

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmassen - Grusig/Sandig	19.00	9.00	320	10				
Silt/Siltig leire	2100	1100	290	1.4	C-profil	100	0.63	0.35
Kvikkleire	2200	1200	270	0.0	C-profil	100	0.63	0.35
Silt/Siltig leire	2300	1300	290	1.4	C-profil	100	0.63	0.35
Morene	19.00	9.00	400	10.0				



Profil C-C

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA FKB/SOSI. Kartlagt sjøbunn av Seascan. HØYDEREFERANSE: NN2000

01	Innmålt sjøbunn inkludert	28.11.2023	AMG	MIAB
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Godkj.

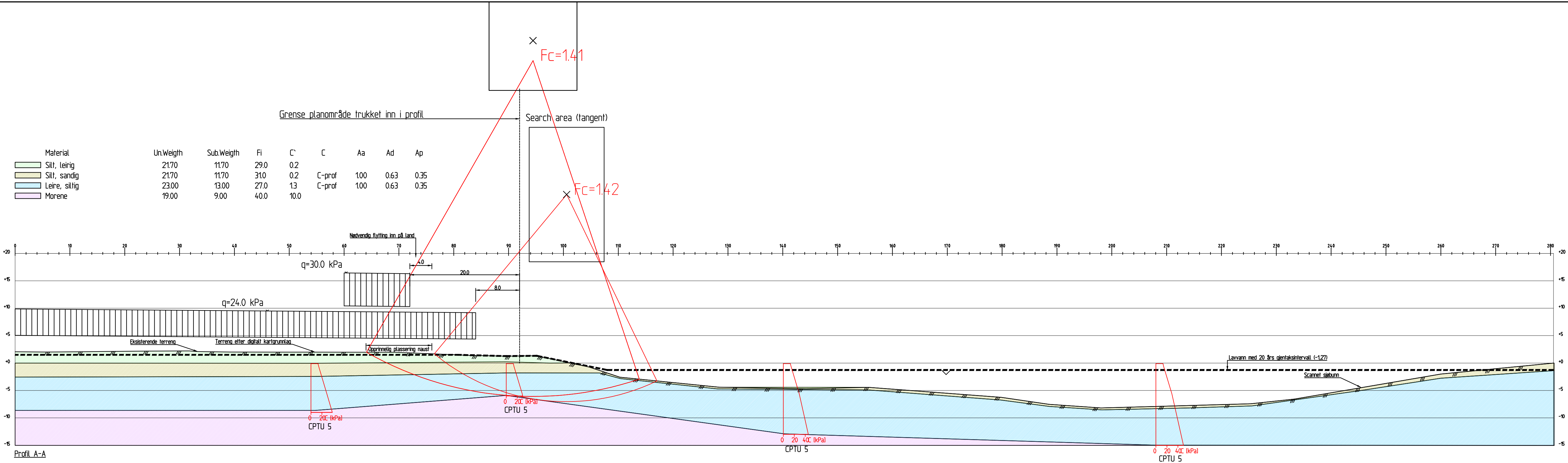
Multiconsult
www.multiconsult.no

Bolig Norge AS
Sundsøya 2, 4, 12
Profil C - Lagdeling

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LLL	Dato	30.05.2023
Konstr./Tegnet	FRA	Kontrollert	MIAB	Godkjent	MIAB	Målestokk	1:500
Oppdragsnr.	10250073	Tegningsnr.	RIG-TEG-702	Rev.	01		



Status	Fag	Originalt format	Dato
-	RIG	A3LL	12.12.2023
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
AMG	MIAB	MIAB	1:400
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
10250073	RIG-TEG-703	00	

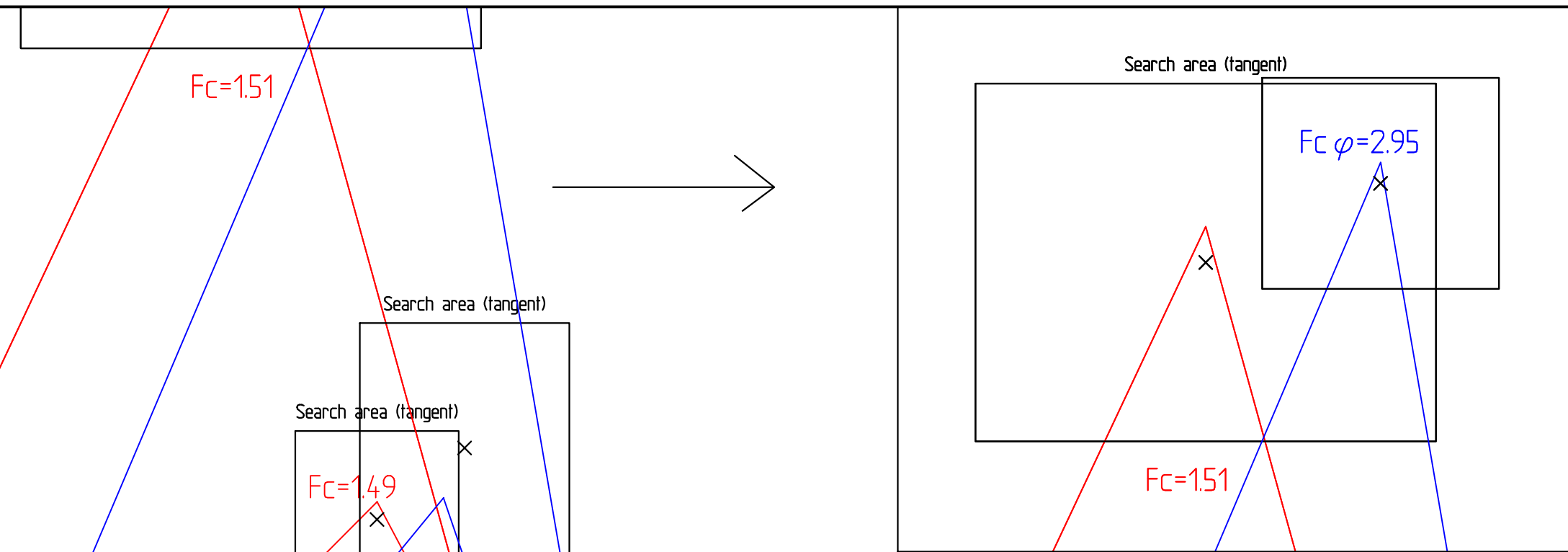
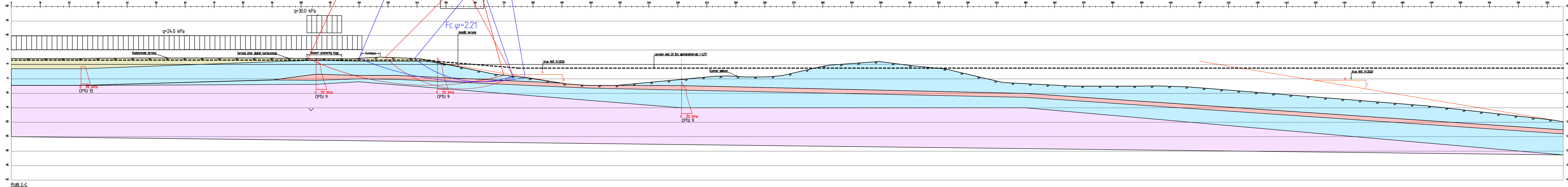


KARTGRUNNLAG: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB/SOSI. Kartlagt sjøbunn av Seascan. NN2000			
Status -		Fag RIG	Originalt format A3LL	Dato 30.05.2023	
Konstr./Tegnet FRA		Kontrollert MIAB	Godkjent MIAB	Målestokk 1:400	
Oppdragsnr. 10250073		Tegningsnr. RIG-TEG-800.3		Rev. 01	

01	Endret tiltak	28.11.2023	AMG	MIAB	MIAB
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bolig Norge AS
Sundsøya 2, 4, 12
Profil A - Stabilitetsberegning
Tiltak 2



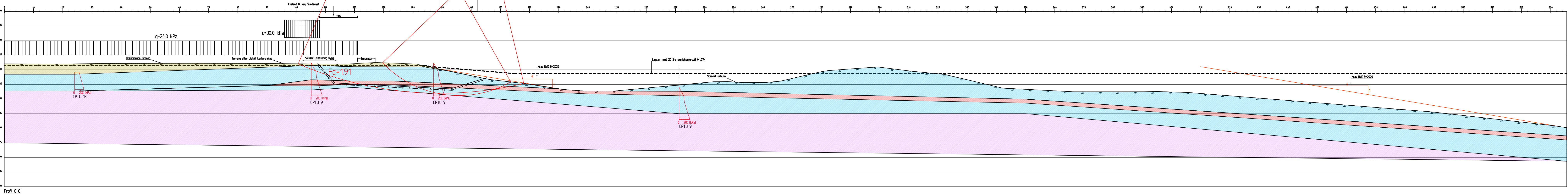
01	Endret tiltak	28.11.2023	AMG	MIAB	MIAB
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bolig Norge AS
Sundsøya 2, 4, 12
Profil C - Stabilitetsberegning
Planlagt utbygging

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	30.05.2023	
Konstr./Tegnet	FRA	Kontrollert	MIAB	Godkjent	MIAB	Målestokk	1:500	
Oppdragsnr.	10250073			Tegningsnr.	RIG-TEG-802.1		Rev.	01

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser - Grusig/Sandig	19,00	9,00	32,0	1,0				
Silt/Siltig leire	21,00	11,00	29,0	1,4	C-profil	100	0,63	0,35
Kvikkleire	22,00	12,00	27,0	0,0	C-profil	100	0,63	0,35
Silt/Siltig leire	23,00	13,00	29,0	1,4	C-profil	100	0,63	0,35
Morene	19,00	9,00	40,0	10,0				



KARTGRUNNLAG: HØYDEREFERANSE: DIGITALT KART FRA FKB/SOSI. Kartlagt sjøbunn av Seacan. NN2000

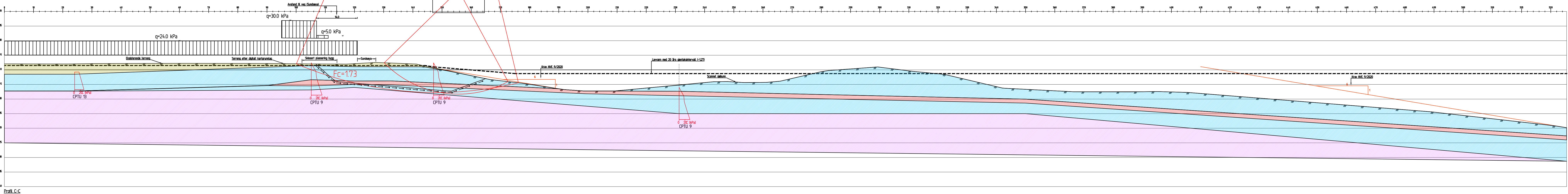
01	Nytt tiltak	28.11.2023	AMG	MIAB	MIAB
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bolig Norge AS
Sundsøya 2, 4, 12
Profil C - Stabilitetsberegning
Tiltak med 2 etg. bygg

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LLL	Dato	30.05.2023
Konstr./Tegnet	FRA	Kontrollert	MIAB	Godkjent	MIAB	Målestokk	1:500
Oppdragsnr.	10250073	Tegningsnr.	RIG-TEG-802.2	Rev.	01		

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmassen - Grusig/Sandig	19.00	9.00	32.0	1.0				
Silt/Siltig leire	21.00	11.00	29.0	1.4	C-profil	100	0.63	0.35
Kvikkleire	22.00	12.00	27.0	0.0	C-profil	100	0.63	0.35
Silt/Siltig leire	23.00	13.00	29.0	1.4	C-profil	100	0.63	0.35
Morene	19.00	9.00	40.0	10.0				



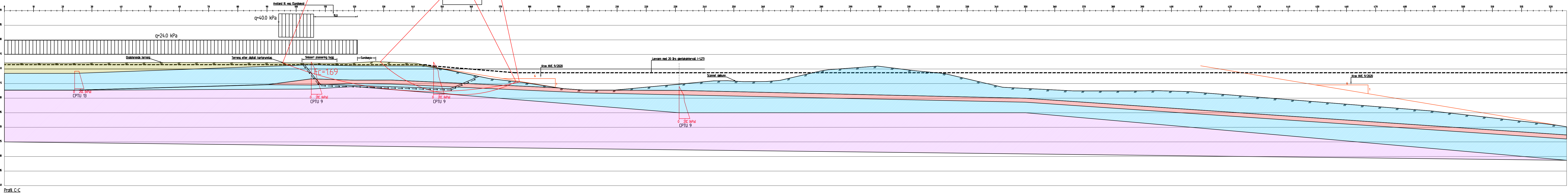
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bolig Norge AS
Sundsøya 2, 4, 12
Profil C - Stabilitetsberegning
Tiltak med 2 etg. bygg + carport

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LLL	Dato	28.11.2023
Konstr./Tegnet	FRA	Kontrollert	MIAB	Godkjent	MIAB	Målestokk	1:500
Oppdragsnr.	10250073	Tegningsnr.	RIG-TEG-802.3	Rev.	00		

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmassen - Grusig/Sandig	19,00	9,00	32,0	1,0				
Silt/Siltig leire	21,00	11,00	29,0	1,4	C-profil	100	0,63	0,35
Kvikkleire	22,00	12,00	27,0	0,0	C-profil	100	0,63	0,35
Silt/Siltig leire	23,00	13,00	29,0	1,4	C-profil	100	0,63	0,35
Morene	19,00	9,00	40,0	10,0				



Search area (tangent)

$F_c=160$

Search area (tangent)

$F_c=149$

KARTGRUNNLAG:
HØYDEREFERANSE: DIGITALT KART FRA FKB/SOSI. Kartlagt sjøbunn av Seacan. NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Bolig Norge AS
Sundsøya 2, 4, 12
Profil C - Stabilitetsberegning
Tiltak med 3 etg. bygg

Status	Fag	Originalt format	Dato
-	RIG	A3LLL	28.11.2023
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
AMG	MIAB	MIAB	1:500
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
10250073	RIG-TEG-802.4	00	

