
RAPPORT

Hommelvik Sjøside, Malvik

OPPDRAAGSGIVER

Hommelvik Sjøside Bolig AS

EMNE

Skredfarevurdering B1-K1

DATO / REVISJON: 19. desember 2023/ 02

DOKUMENTKODE: 417941-RIG-RAP-006



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.

RAPPORT

OPPDRAAG	Hommelvik Sjøside, Malvik	DOKUMENTKODE	417941-RIG-RAP-006
EMNE	Skredfarevurdering B1-K1	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Hommelvik Sjøside Bolig AS	OPPDRAAGSLEDER	Joar Spencer Gloppestad
KONTAKTPERSON	Roger Holmgren	UTARBEIDET AV	Markus Glad Rognstad
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 590327 NORD: 7033356	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	57 / 137 / - / Malvik		

SAMMENDRAG

Multiconsult AS er engasjert av Hommelvik Sjøside AS for å gi geoteknisk bistand i forbindelse med detaljregulering av tomten for byggetrinn B1-K1. Foreliggende rapport omfatter en vurdering av dagens stabilitet for utbyggingsområdet, samt utforming av nødvendige stabiliserende tiltak med tanke på framtidig utbygging.

Det er kartlagt kvikkleiresoner i sør-øst, ovenfor for utbyggingsområdet. Tidligere utredninger konkluderte med disse kvikkleiresonene ikke utgjør noen fare for utbyggingsområdet. Eksisterende og supplerende grunnundersøkelser utført i dette oppdraget indikerer et sammenhengende lag med sprøbruddmateriale/kvikkleire som strekker seg over hele utbyggingsområdet og som trolig strekker seg vestover til et sted i nærheten av byggetrinn som er under oppføring nå. Rapporten presenterer avgrensning og klassifisering av ny kvikkleiresone innenfor utbyggingsområdet.

Det er utført stabilitetsberegninger i fem kritiske snitter for dokumentasjon av lokal- og områdestabilitet i dagens tilstand og etter stabiliserende tiltak. Lagdelingen er konservativt tolket i områder der det er få grunnundersøkelser, eller der det kun foreligger informasjon fra sonderinger. Det gjøres oppmerksomhet at det er heftet usikkerhet knyttet til tolkning av jordparametere.

Stabilitetsberegningene viser at dagens stabilitetsforhold ikke tilfredsstiller krav til områdestabilitet. Ønskes utbygging på tomten må det utføres tiltak for å sikre stabiliteten. Omfanget av stabiliserende tiltak er vurdert i foreliggende rapport for å tilfredsstille krav til områdestabilitet gitt i NVEs veileder 1/2019, og krav til lokalstabilitet gitt i Eurokode 7. Tiltaket som er vurdert er motfylling i sjøen. Dette må imidlertid detaljprosjekteres og beskrives for utførelse i senere fase.

Vekt av bygninger vil i utgangspunktet representere en stabilitetsforverring. Det blir en viktig forutsetning for oppføring av boligene at disse fundamenteres på spissbærende peler, samt at motfylling som nevnt over også utføres. Det må besørges god oppfølging og overvåkning av poreovertrykk i pelefase. Det er forutsatt i stabilitetsberegninger at poreovertrykket ikke utfordrer områdestabiliteten (se kap. 7). Prøvepeling anbefales.

Terrengheving mellom sjøfronten og nybyggene utgjør også en destabilisering av stabilitetssituasjonen. Stabilitetsanalysene viser at sikkerhetsfaktor for skjærflater i dette området er høy og enten er på kravet eller svært tett opp mot kravet ($F_s=1,58 < 1,60$). Dersom terrengheving utelukkes vil stabiliteten i profilet være tilfredsstillende. I enkelte av profilene er det også ingen eller svært begrenset terrengheving innenfor de skjærflater som gir $F_s < 1,60$, noe som i utgangspunktet ikke ville kreve så høye sikkerhetsfaktorer. Vi mener konseptet da også kan godkjennes fra en helhetsvurdering av stabilitetsberegninger i alle de fem profilene. Vi anser også at situasjonen eventuelt kan fikses med lette masser i terrenghevingen eller ytterligere optimalisering på motfylling.

Gjennomførbarhetsvurderingen anses tilstrekkelig for detaljreguleringsfasen. Videre optimalisering med bruk av ev. lette masser, og/eller justering av terrenghøyde, må utføres i prosjektets detaljfase.

Vurderingene i foreliggende rapport skal i henhold til anbefalingene i NVEs kvikkleireveileder 1/2019 kvalitetssikres av uavhengig geoteknisk foretak.

02	19.12.2023	Revidert etter ny kvikkleireveileder og endringer i byggherres utbyggingsplaner.	Markus Glad Rognstad	Ivana Anusic	Joar S Gloppestad
01	10.12.2020	Revidert etter supplerende grunnundersøkelser i sjø. Revisjon er utført med kursiv tekst i rapporten.	Ivana Anusic	Joar S Gloppestad	Joar S Gloppestad
00	05.11.2019	Klargjort for uavhengig kontroll	Tonje Eide Helle/Ivana Anusic	Joar S. Gloppestad / Anders Gylland	Elisabeth L. Rabben
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
2	Grunnlag	7
3	Områdebeskrivelse	9
3.1	Topografi og beliggenhet	9
3.2	Kvartærgeologi	9
3.3	Skredhendelser	10
3.4	Eksisterende skredfarevurderinger	10
3.5	Grunnforhold	13
3.5.1	Grunnforhold på landsiden	13
3.5.2	Grunnforhold fra strandkanten og ut i sjø	13
3.5.3	Tolkning av lagdeling i terrengprofiler	13
3.6	Grunnvannstand/poretrykk	14
3.7	Sikkerhet mot flom	15
4	Soneavgrensning og klassifisering	17
4.1	Innledning	17
4.2	Metodebeskrivelse	17
4.2.1	Løsne- og utløpsområder	17
4.2.2	Vurdering av faregrad, konsekvens- og risikoklasse	18
4.3	Avgrensning av løsneområde	18
4.4	Avgrensning av utløpsområdet	21
4.5	Klassifisering	21
5	Sikkerhetskrav for planlagt tiltak	22
5.1	Klassifisering av tiltaket	22
5.2	Krav til sikkerhet	22
5.3	Kvalitetssikring av utredningen	23
6	Grunnlag for stabilitetsvurderinger	24
6.1	Generelt	24
6.2	Beregningsprofiler	24
6.3	Lagdeling	24
6.4	Laster	25
6.5	Materialparametere	25
6.6	Anisotropi og tøyningsskompatibilitet	25
7	Stabilitetsvurderinger	26
7.1	Profil A	26
7.2	Profil B	27
7.3	Profil G	28
7.4	Profil H	29
7.5	Profil I	30
7.6	Stabiliserende tiltak	31
8	Konklusjon	32
8.1	Utløpsområde	32
8.2	Områdestabilitet	32
8.3	Stabilitetsberegninger og videre arbeid	32
9	Referanser	34

TEGNINGER

417941-RIG-TEG	-002_rev01	Borplan med profiler
	-003_rev01	Oversiktskart med omriss av ny kvikkleiresone
	-004_rev01	Stabiliserende tiltak
	-700_rev01	Profil A Tolket lagdeling
	-701_rev01	Profil B Tolket lagdeling
	-702_rev01	Profil C Tolket lagdeling
	-703_rev00	Profil D Tolket lagdeling
	-704_rev00	Profil E Tolket lagdeling
	-705_rev00	Profil F Tolket lagdeling
	-706_rev00	Profil G Tolket lagdeling
	-707_rev00	Profil H Tolket lagdeling
	-708_rev00	Profil I Tolket lagdeling
	-800.1_rev02	Profil A Stabilitetsberegning - dagens terreng, total- og effektivspenningsanalyse
	-800.2_rev02	Profil A Stabilitetsberegning - med motfylling, total- og effektivspenningsanalyse
	-801.1_rev01	Profil B Stabilitetsberegning - dagens terreng, total- og effektivspenningsanalyse
	-801.2_rev01	Profil B Stabilitetsberegning - med motfylling, total- og effektivspenningsanalyse
	-806.1_rev01	Profil G Stabilitetsberegning - dagens terreng, total- og effektivspenningsanalyse
	-806.2_rev01	Profil G Stabilitetsberegning - med motfylling, total- og effektivspenningsanalyse
	-807.1_rev01	Profil H Stabilitetsberegning - dagens terreng, total- og effektivspenningsanalyse
	-807.2_rev01	Profil H Stabilitetsberegning - med motfylling, total- og effektivspenningsanalyse
	-808.1_rev01	Profil I Stabilitetsberegning - dagens terreng, total- og effektivspenningsanalyse
	-808.2_rev00	Profil I Stabilitetsberegning - med motfylling, total- og effektivspenningsanalyse

VEDLEGG

Vedlegg A_rev01	Skjema for faregrads-, konsekvens- og risikoklassifisering av ny kvikkleiresone
Vedlegg B_rev01	Tolkning av materialparametere for stabilitetsberegninger

1 Innledning

Multiconsult AS er engasjert av Hommelvik Sjøside Boliger AS for å gi geoteknisk bistand i forbindelse med detaljregulering av tomten for byggetrinn B1-K1 på gnr/bnr 57/137 og 54/228 i Malvik kommune (markert med rød ring i Figur 1-1). Byggetrinn B1-K1 ligger like nord-øst for de ferdigstilte utbyggingstrinnene.

Det er i tidligere undersøkelser påvist sprøbruddmateriale (kvikkleire) innenfor utbyggingsområdet. I forbindelse med detaljreguleringen av området, må det utføres en vurdering av områdestabilitet for denne delen av tomten.

Foreliggende rapport omfatter en vurdering av dagens stabilitet for utbyggingsområdet, samt utforming av mulig stabiliserende tiltak med tanke på framtidig utbygging, under forutsetning av at det ikke tilføres destabiliserende vekt på landsiden. Dersom det er ønskelig med terrengheving, må dette detaljeres og optimaliseres i detaljfasen.

Det mest aktuelle tiltaket er vurdert til å være en steinfylling ut i sjøen.

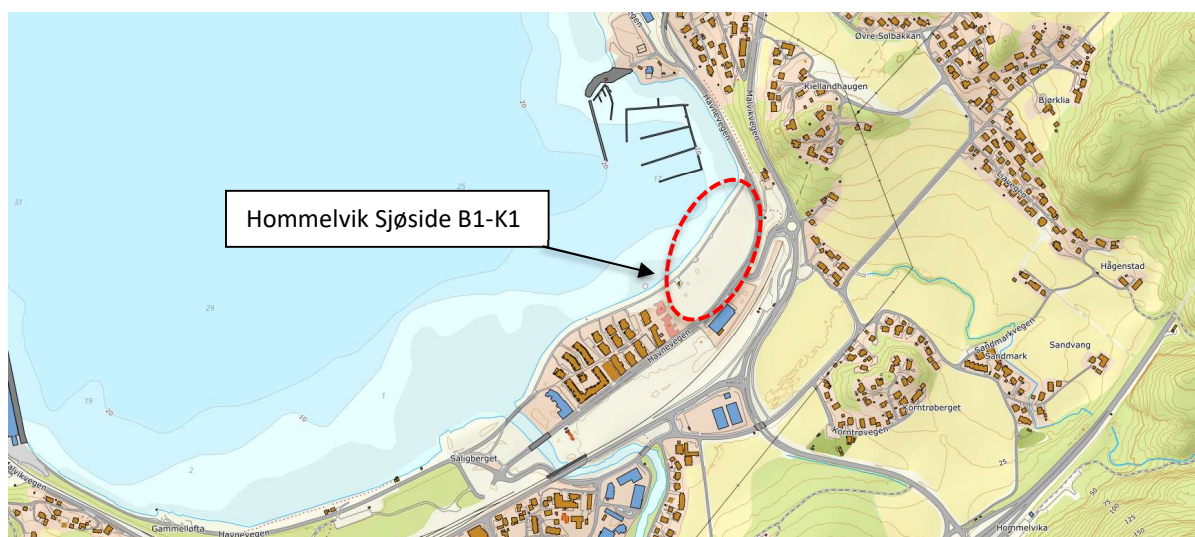
Rapporten presenterer avgrensning og klassifisering av ny kvikkleiresone innenfor utbyggingsområdet. Det er utført stabilitetsberegninger i fem kritiske snitter for dokumentasjon av lokal- og områdestabilitet i dagens tilstand og etter stabiliserende tiltak.

Vurderingene i foreliggende rapport skal i henhold til anbefalingene i NVEs kvikkleireveileder 1/2019 [1] kvalitetsikres av uavhengig foretak.

Alle kotenivå som gjengis i dette rapport, refererer seg til høydesystemet NN2000.

Revisjon 01 av rapporten er oppdatert til å inkludere supplerende grunnundersøkelser utført i oktober 2020 [31] som grunnlag for vurderinger av stabilitetsforhold i planområdet.

Revisjon 02 av rapporten er oppdatert iht. ny kvikkleireveileder fra NVE [1], samt nye byggeplaner fra byggherre.



Figur 1-1 Oversiktskart med Hommelvik sjøside B1-K1 innringet (kilde: norgeskart.no)



Figur 1-2 - Utsnitt fra LARKs illustrasjonsplan.

2 Grunnlag

Det er tidligere utført grunnundersøkelser på tomten og i området rundt av både Multiconsult og andre aktører. Rapportene som er inkludert i denne vurderingen er oppsummert i Tabell 2-1.

Disse undersøkelsene er i dette oppdraget supplert med en dreietrykksondering og poretrykksmålere for å undersøke om sprøbruddmateriale/kvikkleire strekker seg ut mot strandlinjen, og for å kunne tolke mekaniske egenskaper fra tidligere utførte grunnundersøkelser. De geotekniske undersøkelsene er presentert i revidert datarapport 417941-RIG-RAP-001 rev 01 [2].

I oktober 2020 ble det utført supplerende grunnundersøkelser fra båt i sjøen foran planlagt B1-K1 området. Resultater av disse er presentert i datarapport 417941-RIG-RAP-008 [31].

Tabell 2-1 Oversikt over rapporter og notat som er lagt til grunn for vurderingen

	Virksomhet	Rapport nr.	Dato	Tittel
[2]	Multiconsult AS	417941-RIG-RAP-001 Rev.01	05.11.2019	Hommelvik Sjøside, B1 og K1. Grunnundersøkelser geoteknikk.
[3]	Multiconsult AS	417941-RIG-RAP-002	06.07.2016	Hommelvik Sjøside B2-6. Grunnundersøkelser geoteknikk.
[4]	Rambøll	1350004692-1	19.09.2014	Kvikkleireområde Lia Hommelvik. Grunnundersøkelser. Datarapport.
[5]	NGI	20140383-01-R	26.08.2014	Datarapport. Supplerende grunnundersøkelser for byggetrinn 5, 6 og 7.
[6]	NGI	20120409-01-R	07.01.2013	Hommelvik tomt 54/228. Geotekniske grunnundersøkelser. FORELØPIG VERSION.
[7]	Multiconsult AS	415530-RIG-001	17.10.2012	Hommelvik Sjøside. Grunnundersøkelser. Datarapport.

[8]	NGI	20091622-00-41-R	16.12.2011	Byggetrinn 2. Geotekniske grunnundersøkelser, datarapport.
[9]	NGI	20091622-00-38-R	30.11.2011	Infrastruktur. Geotekniske grunnundersøkelser, datarapport.
[10]	NGI	20091622-00-19-R	23.06.2010	Boligområde B2 – Byggetrinn 1. Geotekniske grunnundersøkelser, datarapport.
[11]	Rambøll	6080603-1	19.11.2008	Gevingåsen tunnel. Datarapport fra grunnundersøkelse.
[12]	NSB Bane Ingeniørtjenesten	Gk4440-1	21.12.1994	Meråkerbanen, Hommelvik-Hell Gevingåsen jernbanetunnel. Grunnundersøkelser km. Ca. 23,17-31,56.
[13]	Statens vegvesen	Ud540E_5776-5	30.06.1988	E6 Øst Hommelvik. Sandanvegen og Korntrøvegen
[14]	Kummeneje	O.4138-1	07.07.1983	Hommelvik Bruk industriområde. Undersøkelse av mudringsområde.
[15]	Kummeneje	O.3030	21.01.1980	Havneplan – Hommelvik øst. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering.
[16]	Kummeneje	O.126	Juni 1962	Grunnundersøkelse for kai og utfylling, Hommelvik Bruk A/S
[31]	Multiconsult AS	417941-RIG-RAP-008 Rev.08	17.11.2020	Hommelvik Sjøside, Malvik. Datarapport – geotekniske grunnundersøkelser på sjø

Følgende modeller/tegninger er benyttet som grunnlag i stabilitetsanalysene:

Tabell 2-2 Oversikt over modeller/tegninger som er lagt til grunn for vurderingen

Virksomhet	Dokumenttype	Dato	Tittel
Plan Arkitekter AS	Tegning - utenomhusplan	07.12.2023	Hommelvik Sjøside K1 B1 - Illustrasjonsplan
Skibnes Arkitekter AS	IFC – 3D-modell av bygg	18.09.2023	1921_K1B1.icf

3 Områdebeskrivelse

3.1 Topografi og beliggenhet

Det aktuelle området ligger mellom sjøkanten og Havnevegen i Hommelvik, Malvik kommune. Området som planlegges bebyggt, er relativt flatt rundt kote +3. Terrenget stiger i nordøstlig retning til noen høyder på ca. kote +63, ca. 230 meter unna. I sørøstlig retning stiger terrenget opp mot Liavegen på ca. kote +11, ca. 260 meter unna.

Området er for en stor del oppfylt. Utenfor opprinnelig strandlinje er det foretatt innspyling av sand tatt opp fra sjøen. Etter hva vi kjenner til ble de innspylte sandmassene oppmudret utenfor Homlas utløp på 1980-tallet. Innenfor den opprinnelige strandlinjen og over de innspylte massene er det fylt opp med masser fra landsiden. Figur 3-1 og Figur 3-2 viser henholdsvis området i 1947 og 2016. Ca.-plassering av utbyggingsområdet B1-K1 er markert med rød sirkel.



Figur 3-1 Historisk flyfoto over området «Ranheim-Muruvik 1947» (kilde: finnkart.no)

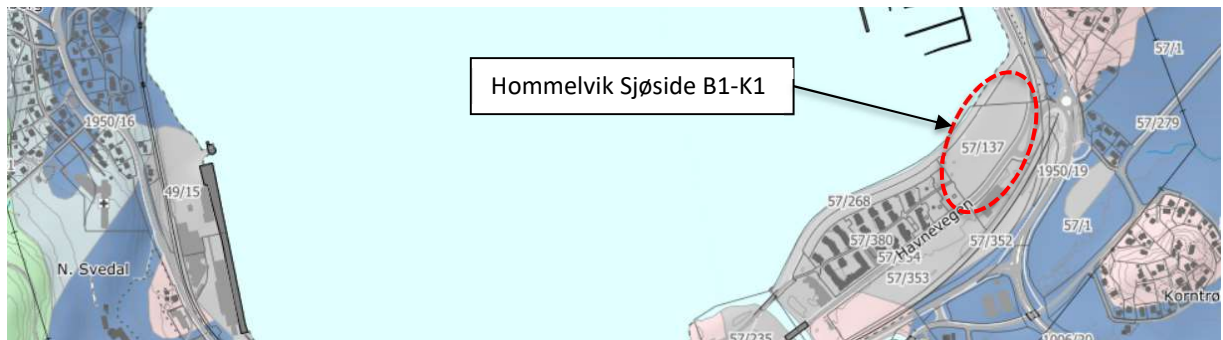


Figur 3-2 Flyfoto over området «Trondheim-rundt 2016» (kilde: finnkart.no)

Det antas at ønskelig framtidig terrengnivå på utbyggingsområdene mellom strandpromenade og Havnevegen etableres på mellom ca. kote +4,0 og +6,0; dvs. opp til ca. 3 m høyere enn dagens terreng. Kryssningen mellom Havnevegen og Strandpromenaden helt nord i området ligger på ca. kote +4,5.

3.2 Kvartærgeologi

Området for utbyggingsområdet B1-K1 er avmerket som fyllmasser på kvartærgeologisk kart, se Figur 3-3. Marin grense i området ligger på ca. 175 m.o.h., og planlagt området er vurdert til å ha stor sannsynlighet for sammenhengende forekomst av marin leire.



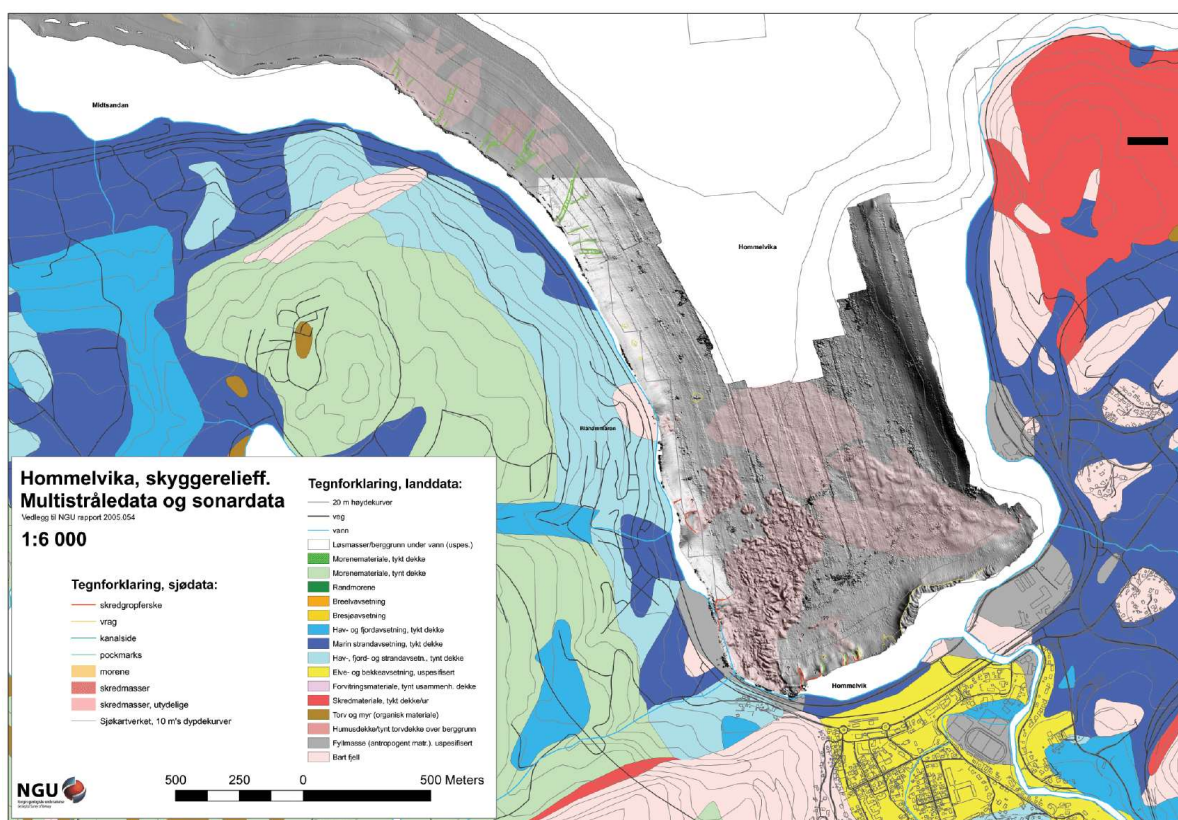
Figur 3-3 Kvartærgeologisk kart – løsmasser (kilde: www.ngu.no)

3.3 Skredhendelser

I 1964 ble det utløst et skred forbindelse med Malvik kommunes utfylling i sjøen for å utvide vegen mellom Hommelvik Bruk og Nygården. Initialbruddet er antatt å være utløst i et bløtt leirlag 4-7 m under sjøbunnen [17]. Lokasjonen på skredet er ikke avmerket i foreliggende dokumentasjon.

I 1942 gikk det et skred i vestre del av bukta i Hommelvik der fyllinger og kaianlegg i 500 m lengde langs stranden gled ut i fjorden [16]. Boringene her viste at grunnen bestod av finsand over kvikkleire og derunder fjell. Årsaken kan ha vært utfyllingen tyskerne holdt på med i strandlinjen, men ifølge [16] kan det også være forårsaket av skredvirksomhet i sjøen.

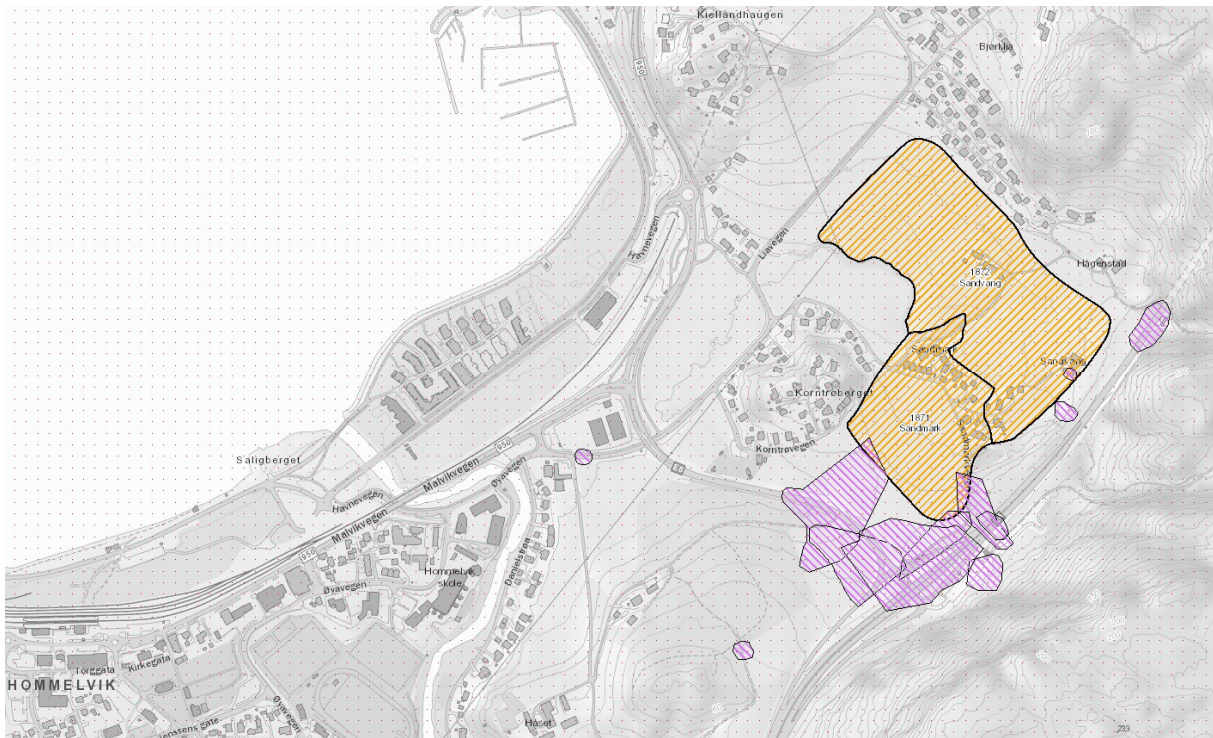
NGU utførte en kartlegging av skredgroper i fjorden utenfor Hommelvik i 2005 [18]. Det ble benyttet interferometrisk sidesøkende sonar. Det ble funnet spor etter store skred i fjorden. Rester etter skredmassene fra 1942 var synlige i sydvestlige delen av området. Det ble også funnet spor etter eldre skred i den sydøstlige delen, se Figur 3-4.



Figur 3-4 Skyggerelieff hvor skredmasser er funnet vest og øst i bukta. Fra ref. [18].

3.4 Eksisterende skredfarevurderinger

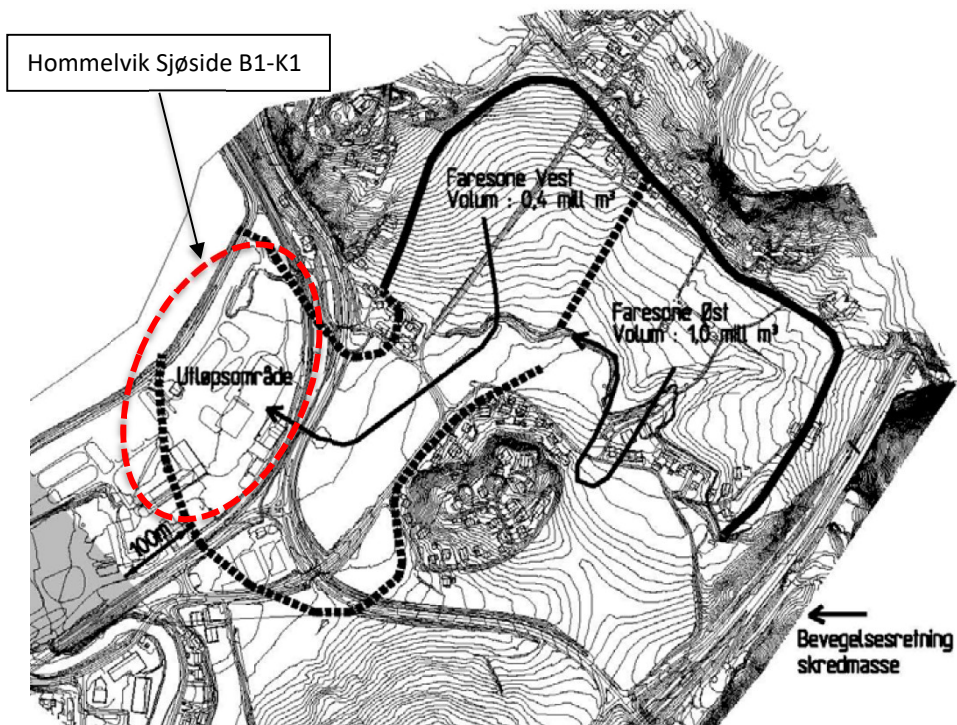
Det er kartlagt to kvikkleiresoner sørøst for utbyggingstrinnet, sone 1871 «Sandmark» og sone 1872 «Sandvang», se Figur 3-5. Begge kvikkleiresonene er klassifisert til faregradsklasse middels, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 3. I tillegg er der avmerket flere kvikkleireområder (rosa skravur i Figur 3-5).



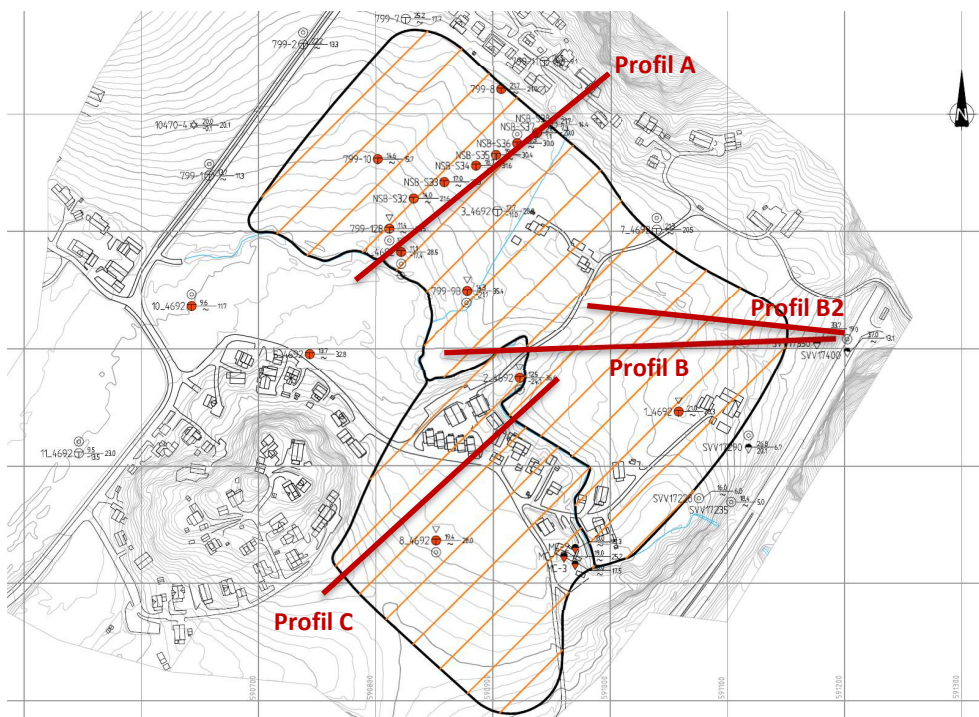
Figur 3-5 Utsnitt av kvikkleirekart - faresoner (kilde: atlas.nve.no)

NGI har tidligere utført vurdering av utløp av skredmasser basert på tilgjengelige grunnundersøkelser [19]. Skredmassens volum er konservativt antatt å innbefatte hele kvikkleiresonen. Byggetrinn B1-K1 ligger i utløpsområdet for et eventuelt skred fra kvikkleirefaresonen «Sandvang», se Figur 3-6.

Videre har Rambøll videre regnet stabilitet i flere profiler i det aktuelle øvre løsneområdet for skred ut fra kvikkleiresonen [20]. Det er funnet tilstrekkelig stabilitet med $\gamma_M > 1,4$ for de skred som er skissert i kartet for maksimalutløpsområdet. Det er dermed lite sannsynlig at området for byggetrinn B1-K1 vil bli truffet av et eventuelt skred fra de kjente kvikkleiresonene.



Figur 3-6 Skredmassers bevegelsesretning og antatt maksimalt utløp, hentet fra [19]



Figur 3-7 Beregningsprofiler for tidligere stabilitetsberegninger av ovenfor liggende kvikkleiresone [20]

3.5 Grunnforhold

3.5.1 Grunnforhold på landsiden

Det er stor løsmassemektighet i mesteparten av området. Unntatt helt nord i området har grunnen i hovedtrekk følgende lagdeling:

- Et topplag av fin til dels siltig sand til ca. kote -10 (hvorav øverste ca. 4 m er oppfylte masser)
- Derunder et ca. 3-5 m tykt lag av silt (tykkelse av siltlaget øker til ca. 8-10 m mot sjøen)
- Leire fra ca. kote -15 til -35, med sensitiv/kvikk leire øverste ca. 7-15 m (tykkelse av leirlaget reduserer mot Malvikvegen)
- Morene fra ca. kote -35 med varierende mektighet fra 5 m til flere titalls meters over berg
- Berg er antatt i dybde fra ca. 45 til ca. 60 m under terreng

Helt nord i området, i nordlige halvdel av gnr/bnr 54/228, er løsmassemektheten/dybde til berg eller faste masser mindre og helt ned mot ca. 15 m i ett borpunkt (borpunkt 1 fra datarapport 415530-RIG-RAP-001_rev00, datert 17.10.2012).

3.5.2 Grunnforhold fra strandkanten og ut i sjø

Grunnundersøkelser utført nærmest strandlinje viser grunnforhold bestående av et topplag av sand med mektighet rundt 10-15 m. Sandlaget antas å avslutte mellom ca. 60 og 80 m fra strandlinje ut mot sjøen. Under topplaget er det et ca. 5 m tykt lag av silt. Videre i dybde tolkes det et lag av sprøbruddmateriale med ca. 12 m mektighet over et lag av leire. Mektigheten av sprøbruddmateriale og leirelag avtar nord- og nord-vestover.

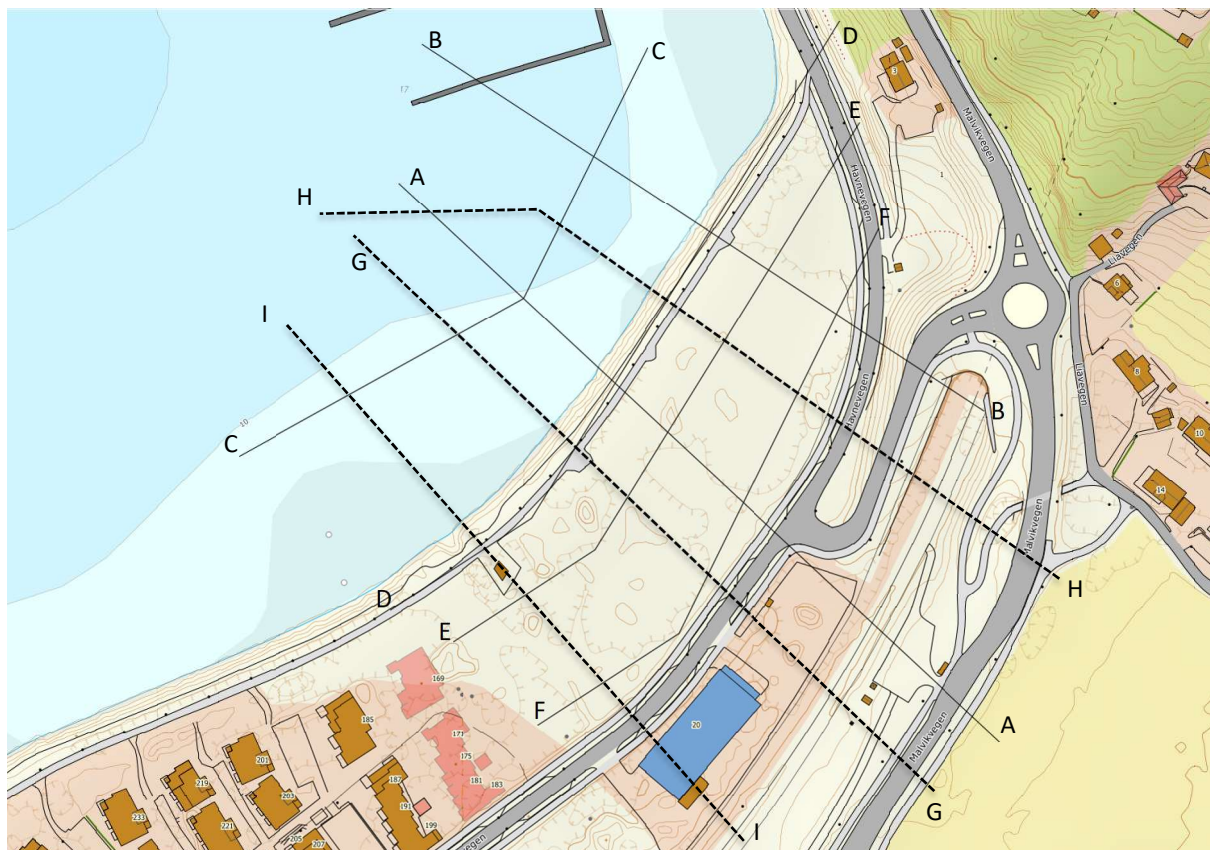
Grunnundersøkelser utført utover i sjøen viser at løsmassene i området generelt består av et topp lag av sandig, siltig, leirig materiale med små skjellrester, over et lag av silt. Videre i dybden indikerer sonderingene sprøbruddmateriale over et leirelag før det påtreffes fastere lag av antatt morene over berg. Mektigheten av sprøbruddmateriale tolkes å være ca. 12 m i borpunktene nærmest sjøkanten, som avtar ned til ca. 2-5 m mektighet nord- og nord-vestover.

For en mer detaljert oversikt over grunnforholdene på tomta vises det til geotekniske datarapporter 415530-RIG-RAP-001_rev00 datert 17. oktober 2012 [7], 417941-RIG-RAP-001_rev01 datert 31.10.2019 [2] og 417941-RIG-RAP-008_rev00 datert 17.11.2020 [31].

3.5.3 Tolkning av lagdeling i terrengprofiler

For å vise grunnforhold i hele området for byggetrinn B1-K1, er det valgt å tolke lagdeling i flere profiler basert på tilgjengelige grunnundersøkelser. Det vises her til tegninger 417941-RIG-TEG-700, -701, -702, -703, -704 og -705. Plassering av profilene er vist med svarte linjer i Figur 3-8. Generell tankegang for tolkning av representative lagdelinger i beregningsprofilene A og B har vært å bruke en representativ gjennomsnittlig lagdelingstolkning for hver av profilene C, D E og F langsetter sjøsiden i området.

Profiler A, B og C inkluderer resultater fra supplerende grunnundersøkelser utført i oktober 2020. I tillegg er det valgt å utføre tolkning av lagdeling i flere profiler, for å beregne dagens stabilitetsforhold og omfang av nødvendig stabiliserende tiltak. Plassering av profiler G, H og I er vist med stiplede linjer i Figur 3-7. Det henvises til tegninger 417941-RIG-TEG-706 t.o.m. -708 for tolket lagdeling i disse profilene.



Figur 3-8 Omtrentlig plassering av profilene med tolket lagdeling

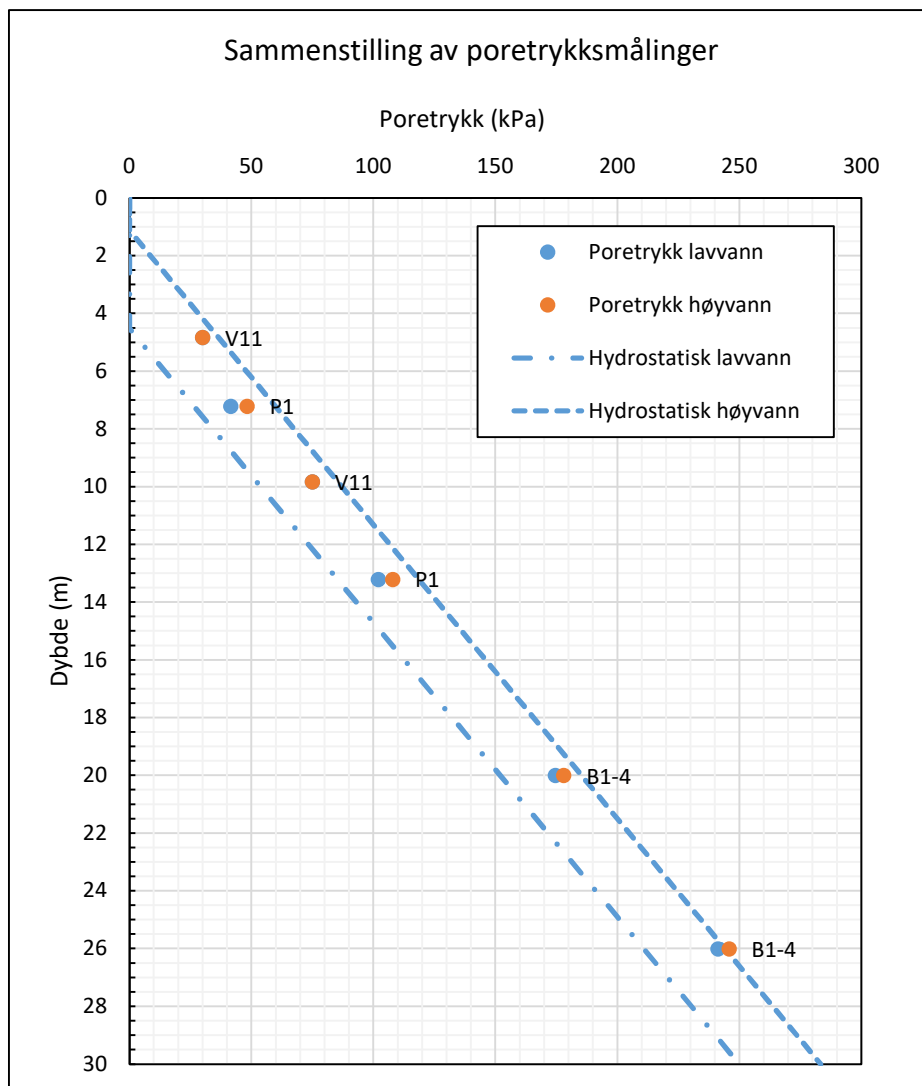
3.6 Grunnvannstand/poretrykk

To stk. poretrykksmålere med minne ble installert i tilknytning ved borpunkt B1-4 (ref. [2]) den 31. juli 2019. Poretrykksmålerne er installert i leira på 20 og 26 m dybde, og logger poretrykket en gang i timen.

Poretrykket varierer med tidevannet. Målingene virker upåvirket av nedbør. Det er ikke foretatt målinger av grunnvannstand. Toppmassene er permeable, og det antas derfor at grunnvannstanden også varierer med tidevannet (kote $\pm 1,7$ i NN2000). Poretrykket antas å øke hydrostatisk med dybden fra grunnvannstand.

På naboområde B2-6 mot sørvest, har imidlertid NGI tidligere utført poretrykksmåling (borpunkt V11, ref. [5]). Av NGI sin rapport 20140383-01-R fremkommer det et grunnvannsnivå på mellom ca. kote +0,5 og +1,0 over en periode på ca. 4 uker i juli 2014. Noen nærmere sammenheng med nedbør og/eller havnivå syns å ikke være vurdert. I tillegg ble det installert poretrykksmålere på området for Hommelvik Sjøside Bolig AS i forbindelse med byggetrinn 1 (borpunkt P1 i NGI sin rapport 20091922-00-19-R [10]).

Alle poretrykksmålingene er sammenstilt i Figur 3-9. Dybdene i V11 og P1 er korrigert til å stemme overens med terrengnivået for B1-4. Resultatene synes fornuftige med mindre innvirkning av høyvann/lavvann i dybden der poretrykket går mot hydrostatisk poretrykkslinje tegnet fra høyvannsnivået.



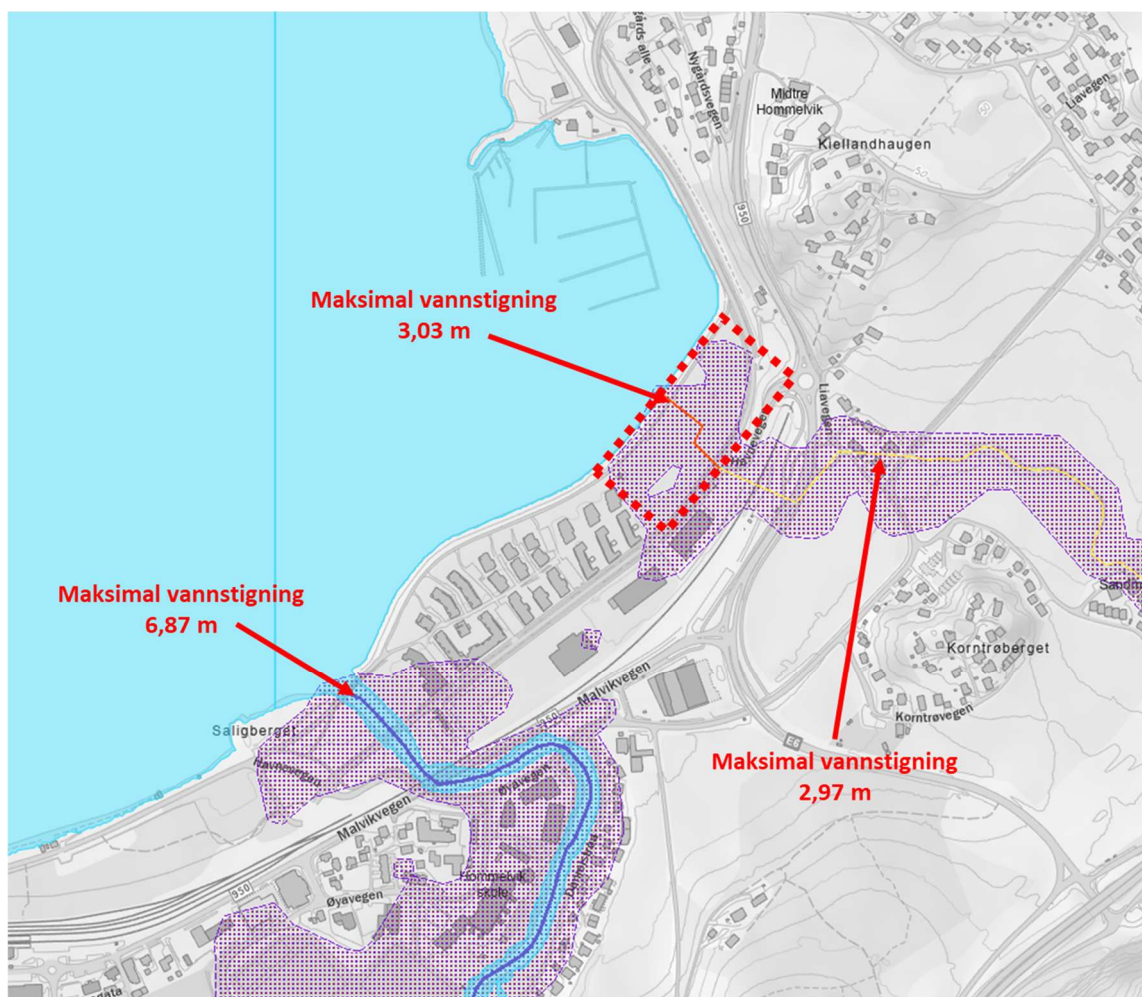
Figur 3-9 Sammenstilte poretrykksmålinger. Alle dybder er justert mot B1-4 som referansenivå.

3.7 Sikkerhet mot flom

Paragraf 7-2 i TEK 17 [23] gir bestemmelser mot flom og stormflo. Iht. annet ledd skal det fastsettes sikkerhetsklasse for flom og etter tabellen gitt i bestemmelsesteksten. Iht. veiledninger til annet ledd er preaksepterte ytelser for byggverk i sikkerhetsklasse F2 bl.a. boliger, fritidsboliger og campinghytter. Planlagt tiltak er boligblokker, noe som medfører sikkerhetsklasse F2.

Sikkerhetsklasse F2 angir 200 års-flom som dimensjonerende.

Fare for naturpåkjenninger er sjekket mot NVEs karttjenester, se Figur 3-10.



Figur 3-10 – Aktomshetssone for flom (kilde: atlas.nve.no). Byggetrinn B1-K1 markert med rød stiplet linje.

Kartverket har definert kotenivå for sikkerhetsklasse 2 (200 års-hendelse) med klimapåslag (landheving inkludert havstigning) for bruk i prosjektering. Kartverkets vannstandstabell angir et vannstands nivå på kote +2,82 m (NN2000) for bruk av prosjektering i Hommelvik (kilde: www.kartverket.no).

Området som planlegges bebygd, er relativt flatt rundt kote +3. Kjellernivå er planlagt i ca. kote 1,8 og kote +2,4.

Dette tilsier at konstruksjonene må utføres med tett kjeller og det må i detaljfasen hensynta og avklare problematikk vedrørende oppdrift.

4 Soneavgrensning og klassifisering

4.1 Innledning

I området for byggetrinn B1-K1, samt noe mer sørvest og øst, er kvikkleire og sprøbruddmateriale påvist i flere punkter. I forbindelse med detaljregulering av den aktuelle tomte er det nødvendig at områdestabilitet utredes både med tanke på skredfare ned mot området og for eventuell utløsning av skred ved utbygging.

Stabilitetsberegninger omtalt i kapittel 7, utført med bakgrunn i grunnundersøkelsene presentert i Tabell 2-1, og vurderingene i foreliggende kapittel danner et tilstrekkelig grunnlag for å kunne utrede kvikkleiresone i området.

4.2 Metodebeskrivelse

4.2.1 Løsne- og utløpsområder

En vesentlig del av en kvikkleiresoneutredning er avgrensning av løsne- og utløpsområder. Lengden på sonenes løsneområde vurderes i utgangspunktet ved hjelp av metoden beskrevet i NIFS rapport nr. 14/2016 [21]. Metoden forutsetter at det er utført stabilitetsberegninger i representative snitt, slik at resultatet kan benyttes som grunnlag for å estimere løsneområdets størrelse. Rapporten forklarer at: «Metoden er basert på data fra en rekke historiske skredhendelser i Norge, og det er utarbeidet et klassifiseringssystem som ivaretar de viktigste parameterne som har betydning for utbredelse av kvikkleireskred. Det er i så måte lagt vekt på kvikkleiras morfologi, terrengforhold i utløpsområdet og leiras fasthet. Basert på de forskjellige parameterne med tilhørende vektall, oppnås en samlet poengsum som gir en størrelse av løsneområdet relativt til skråningens høyde (L/H– forhold)». Parametere som må vurderes og kvantifiseres er oppsummert i Tabell 4-1, hentet fra ref. [21].

Tabell 4-1 Oversikt over parametere som inngår i poengsystemet for avgrensning av løsneområder

Indikator	Vektall	Stor L/H	Middels L/H	Lav L/H	Null
		3	2	1	0
b/D ved L1	1	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
b/D ved 3L1	2	> 0,5	0,25-0,5	Opptil 0,25	0
Avstand fra skråningsfot til kvikkleirelomma	1	$x_1 < L_1$	$x_1 \sim L_1$	$x_1 > L_1$	—
Forhold ved skredporten	2	Stor elv eller dal	Bekkedal/ravine med bredde av samme størrelse som skredporten	Flere hindringer og/eller veldig trang ravine	—
Tidligere skredhendelser	1	$L/H > 10$	$5 < L/H < 10$	$L/H \leq 5$	—
$s_u/\gamma \cdot D$	1	$s_u/\gamma \cdot D < 0.1$	$0.1 \leq s_u/\gamma \cdot D \leq 0.25$	$s_u/\gamma \cdot D > 0.25$	—
SUM	—	24	16	8	5

Vurderingene vedrørende ovennevnte betraktning for avgrensning av løsneområder er beskrevet for den aktuelle sonen.

Utløpsområder er vurdert ut fra topografi, skredtype og geoteknisk skjønn, i tråd med anbefalingene i NIFS rapport nr. 14/2016 (ref. [21]). Lengde på utløpsområder basert på topografi og skredtype vurderes som vist i Figur 4-1.

Ved retrogressive skred i kanalisert terreng:
$$\text{Utløpsdistanse (Lu)} = 3 * \text{Løsnedistanse (L)}$$
Ved retrogressive skred i åpent terreng:
$$\text{Utløpsdistanse (Lu)} = 1,5 * \text{Løsnedistanse (L)}$$
Ved flaskskred eller rotasjonsskred, i alle typer terreng:
$$\text{Utløpsdistanse (Lu)} = 0,5 * \text{Løsnedistanse (L)}$$

Figur 4-1 Utsnitt fra NIFS rapport nr. 14/2016

4.2.2 Vurdering av faregrad, konsekvens- og risikoklasse

Vurdering av faregrad, konsekvens- og risikoklasse utføres i et regneark. Regnearket baseres på klassifiseringssystem for skadekonsekvens, faregrad og risikoklasse for kvikkleire (områdestabilitet ved kvikkleiresoner), som definert i NGI-rapport nr 20001008-2_rev3 [22].

4.3 Avgrensning av løснеområde

Inne på selve utbyggingsområdet for byggetrinn B1-K1 er det påvist kvikkleire i flere punkt [2], [6], [7]. Disse indikerer sammenhengende lag med sprøbruddmateriale/kvikkleire over store deler av området. Dette materialet ligger generelt dypt i jordprofilet.

Kummeneje har utført borer på sjøbunnen utenfor det oppfylte området (ref. [14], [15] og [16]). Disse er tolket som sand og silt. Sanden er omtalt som løst lagret, og at den således kan være ømfintlig for flyteskred. I forbindelse med dette oppdraget er det utført en ny dreietrykksondering (B1-7) som er plassert mellom boring nr. 3 og 5 i profil E og F i rapport [14]. Det er lite motstand i massene. Sprøbruddmateriale/kvikkleire indikeres fra ca. 17 m til 35 m dybde i B1-7.

Basert på grunnundersøkelser i sjø utført i 2020, tolkes mektigheten av sprøbruddmateriale å være ca. 12 m i borpunktene nærmest sjøkanten, som avtar ned til ca. 2-5 m mektighet nord- og nord-vestover.

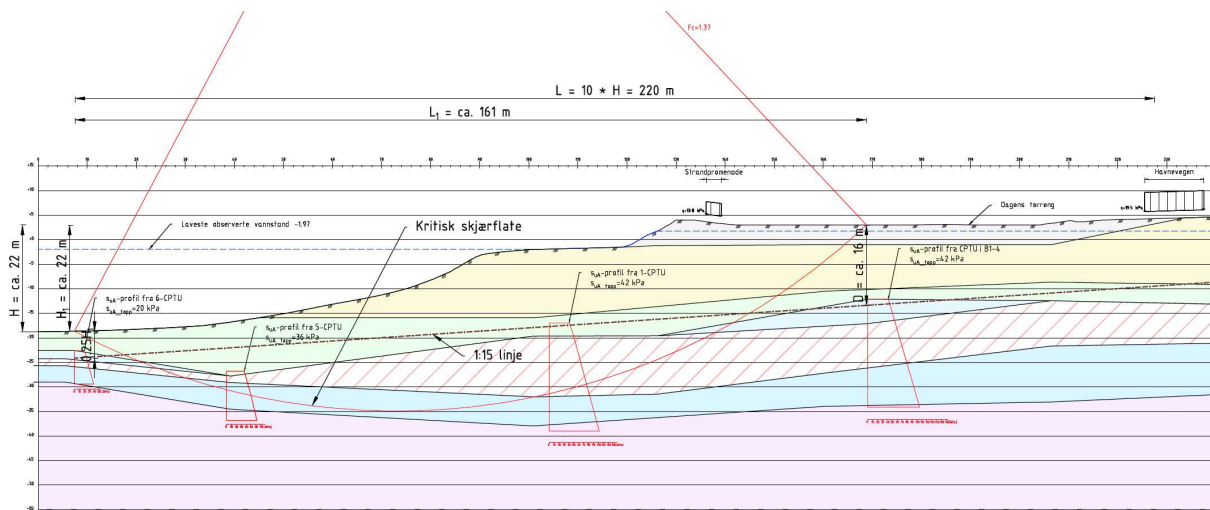
Sprøbruddmateriale/kvikkleire forekomst er også tolket noe mer sørvest og øst for byggetrinn B1-K1. Dreietrykksonderingene og totalsonderingene utført av Rambøll [11] og NSB [12] indikerer at kvikkleirelaget kiler ut innunder jernbanen før den går inn i Gevingåsen tunnel og inn i skråningen nedenfor Malvikvegen like nord for rundkjøringen.

Beregningsprofil A er representativ for kvikkleiresone. I tillegg ble det utført en vurdering av løснеområde for kvikkleireskred i profil H, men siden resultater av vurderingene blir samme som for Profil A, er betraktning for Profil H ikke vist i foreliggende rapport. Betraktningen iht. kapittel 4.2.1 for Profil A vises i Tabell 4-2. Figur 4-2 viser geometrien som ligger til grunn for betraktningen i Tabell 4-2.

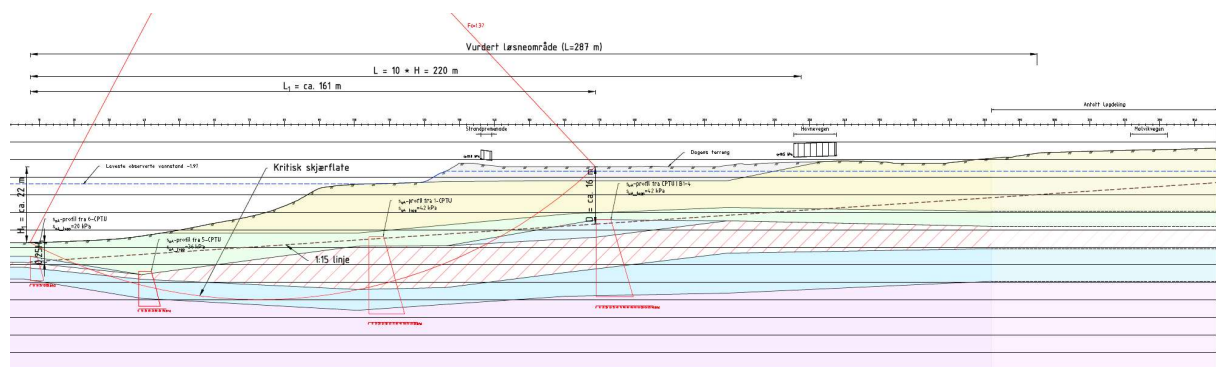
Tabell 4-2 Tabell med parametere og resultat av L/H betraktningen for Profil A i ny kvikkleiresone

Indikator	Vekttall	Profil A		
		Verdi	Score	Poeng
b/D ved L_1	1	0*	1	1
b/D ved $2L_1$ eller $3L_1$	2	0	0	0
Avstand fra foten av initial skred til kvikkleirelomma	1	0 m ($x_1 < L_1$)*	3	3
Forhold ved skredporten	2	Sjø	3	6
Tidligere skredhendelser	1	Tidligere skredaktivitet i sjøen	3	3
$c_u/\gamma \cdot D$	1	0,14*	2	2
Sum	-	-	15	
L/H- kategori	-	-	Middels	
Maksimal L/H	-	-	10	

*Parametere markert med * er beheftet med usikkerhet på beliggenhet av kvikkleire/sprøbruddmateriale laget



Figur 4-2 Geometrien som ligger til grunn for betraktningen i tabell 4-2.



Figur 4-3 Lagdeling i kritisk profil opp mot bakkant av det vurderte løseområdet

I henhold til verdiene i Tabell 4-2 kan løsneområdet ved Profil A være opptil 10 ganger skråningshøyden ved sjøen, det vil si $10 \times 22 = 220$ m. Dette betyr at løsneområdet strekker seg litt øst for Havnevegen. Ettersom terrenget øst for Havnevegen stiger litt mot Malvikvegen, og totalsondering i borpunkt R3-G4 indikerer mulig sprøbruddmateriale fra ca. 18 m til 26 m dybde under terreng, er det valgt å avgrense løsneområdet mellom Havnevegen og Malvikvegen i Profil A, se Figur 4-3 og Figur 4-4.

Det kan ikke utelukkes at det finnes sprøbruddmateriale/kvikkleire i noen grunnundersøkelser utført i flere etapper i utbyggingsområdet vest for byggetrinn B1-K1 (ref. [3], [5], [8], [9]), selv om det ikke er nevnt i noen av tilgjengelige rapportene. Basert på disse undersøkelsene antas det at det sammenhengende laget med sprøbruddmateriale/kvikkleire kiler ut i vestlig retning mot borpunktene V5, V6, V16, V15. [8]. På bakgrunn av dette avgrenses kvikkleiresonen mellom overnevnte borpunkt og V12 – V9. [5].

Figur 4-4 under viser foreslått avgrensning av løsneområde. Vår tolkning av avgrensning av ny kvikkleiresone er også vist i tegning RIG-TEG-003.



Figur 4-4 Avgrensning av lørneområdet av ny kvikkleiresone (utsnitt av tegning 417941-RIG-TEG-003)

4.4 Avgrensning av utløpsområdet

Sannsynlig utløpsområde for skredmasser er vurdert ut ifra lørneområdets utstrekning, skredmekanismer og topografi.

Utløpsområdet til ny kvikkleiresone ligger i sjøen og trenger derfor ikke å være avgrenset.

Multiconsult har gjort et tildekkingstiltak i området i nærheten, for å lukke inn forurensning på sjøbunn. Selv om det er avgrenset et utløpsområde fra mulig områdeskred i sjø, er tildekkingstiltak sikret mot en slik hendelse ved at det etableres en motfylling som ivaretar områdeskredproblemstillingen.

4.5 Klassifisering

Klassifisering er gjennomført i henhold til kriterier gitt i NVEs veileder 1/2019 [1]. Resultater fra regneark er vist i Vedlegg A. En oppsummering av resultatene er vist i Tabell 4-3.

Tabell 4-3 Oppsummering av klassifisering av utredet kvikkleiresone i området

Sonenummer	Sonenavn	Faregrad	Konsekvensklasse	Risikoklasse
-	Indre Hommelvik, øst	Høy	Alvorlig	4

I dagens tilstand havner sonen i faregradsklasse «høy», konsekvensklasse «alvorlig» og risikoklasse 4. Det gjøres oppmerksom på at sonens faktaark i Vedlegg A beskriver sonen i dagens tilstand, ikke etter utbygging.

5 Sikkerhetskrav for planlagt tiltak

Reguleringsplanen for tiltaket er underlagt krav i lover og forskrifter:

- Plan- og bygningsloven (PBL)
- Byggteknisk forskrift (TEK17)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7, del 1)

Plan- og bygningsloven §21-8, stiller krav til at «grunn kan bare bebygges, eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold».

Byggteknisk forskrift §7-1 sier at «Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger». Videre sier §7-1 at «Tiltak skal prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for fare for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket».

Byggteknisk forskrift §7-3 sier at «Byggverk hvor konsekvensen av skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område». Videre sier §7-3 at «For byggverk i skredfareområde skal det fastsettes sikkerhetsklasse for skred [...]. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle sannsynlighet [...] ikke overskrides».

For kvikkleireskred sier §7-3 at krav til sikkerhet bestemmes ut ifra tiltakskategori gitt etter NVEs retningslinjer 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» [24] med tilhørende veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», [1].

NVEs veileder nr. 1/2019 [1] beskriver hvordan kravene i kapittel 3 «Sikkerhet mot naturpåkjenninger» i Byggteknisk forskrift (TEK17) skal tilfredsstilles for områdeskred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (kvikkleireskred). I tillegg til å vurdere områdestabiliteten, så må det påses at lokalstabiliteten er tilfredsstillende iht. Eurokode 7 slik at ev. mindre utglidninger ikke forplanter seg og utvikler seg til områdeskred.

5.1 Klassifisering av tiltaket

Byggetrinn B1-K1 medfører tilflytting/personopphold, og utbyggingen plasseres i tiltakskategori K4 iht. NVEs veileder 1/2019 [1]. *Kvikkleiresonen klassifiseres i henhold til kap. 4 i NVEs rapport 9/2020 [32] som kvikkleiresone med høy faregrad.*

5.2 Krav til sikkerhet

Eurokode 7 [28] stiller krav til at stabilitetsberegninger på totalspenningsbasis tilfredsstiller en sikkerhetsfaktor større eller lik 1,40, og på effektivspenningsbasis større eller lik 1,25. Dette gjelder ved nybygg og ved bruksendring.

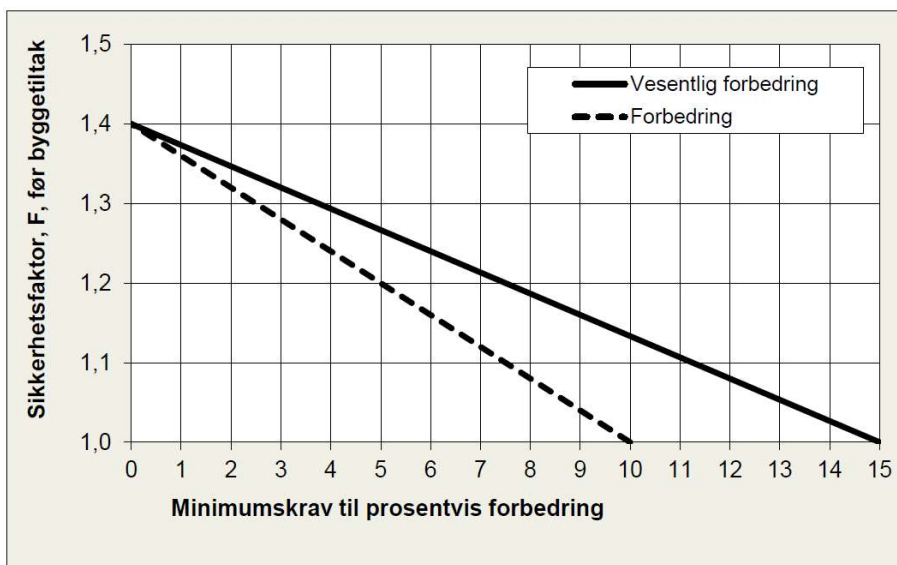
Iht. NVEs veileder 1/2019 [1] for tiltak i tiltakskategori K4 i kvikkleiresoner med høy faregrad stilles det krav om:

- a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F_{cu} \geq 1,40 \times f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ for tiltak som forverrer stabiliteten, hvor f_s er sprøhetsforholdet = 1,15. Nødvendig udrenert sikkerhetsfaktor blir da for dette tilfellet $F_{cu} \geq 1,60$.
- b) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ for tiltak som ikke forverrer stabiliteten.

Utredningen skal kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Forbedring kan oppnås i henhold til forhåndsdefinerte kriterier vist i Figur 5-1. Kvikkleiresonen klassifiseres med høy faregrad.

Bruk av prosentvis er lite aktuelt i foreliggende prosjekt siden enhver oppfylling og utbygging i seg selv virker direkte inn på de aktuelle stabilitetsmekanismene i området, og utgjør en forverring av områdestabiliteten.



Figur 5-1 Krav til prosentvis forbedring i henhold til opprinnelig sikkerhetsfaktor. Fra NVEs veileder 1/2019.

5.3 Kvalitetssikring av utredningen

Utredning av områdestabilitet for tiltak i tiltakskategori K4 medfører krav om uavhengig kvalitetssikring. Kontrollen skal gjennomføres av et uavhengig foretak og i henhold til NVEs veileder 1/2019 [1].

6 Grunnlag for stabilitetsvurderinger

6.1 Generelt

Stabilitet beregnes i dagens tilstand, med både total- og effektivspenningsparametere. I tillegg beregnes stabilitet etter stabiliserende tiltak i form av en motfylling i sjø. Ulike prinsipper for behandling av inputparametere på styrke i leire og silt er vurdert i beregning av stabiliteten for utglidning mot sjøsiden:

- Korttidstilstand: representerer en full udrenert tilstand i leire, men en drenert oppførsel i siltlaget;
- Langtidstilstand: representerer en full drenert tilstand i alle materialer.

Bakgrunnen for å regne drenert tilstand i sillaget er at det er usikkert hvorvidt siltlaget vil kunne karakteriseres som udrenert. Relevante CPTU-sonderinger gir lav B_q og indikerer slik sett at materialet ikke oppfører seg udrenert, men f.eks. ved hurtig pålasting kan det ikke entydig utelukkes. *Ved å regne på drenert oppførsel i siltlaget, fordres det god kontroll på ev. poretrykksoppbygging i anleggsfase.*

Beregninger er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 22.0.1.0, med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden 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.

6.2 Beregningsprofiler

Stabilitetsberegninger utføres i fem profiler, for å skaffe et detaljert bilde av dagens stabilitetsforhold, samt for å avgrense omfang av nødvendig stabiliserende tiltak.

Plassering av profilene er vist i tegning 417941-RIG-TEG-002_rev01.

Stabilitetsberegningene er utført ved:

- Effektivspenningsanalyse
- Totalspenningsanalyse – ADP

Effektivspenningsanalysen vurderes å representere langtidstilstanden og er benyttet ved stabilitetsberegninger av områdestabilitet ved dagens situasjon, samt langtidstilstanden etter motfylling i sjø.

Totalspenningsanalyse av massene er også utført for å kontrollere at stabiliteten også ivaretas også for den udrenerte korttidstilstanden i leira. Denne er benyttet i stabilitetsanalysene både for områdestabilitet ved dagens situasjon og etter motfylling i sjø.

6.3 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 tegning 417941-RIG-TEG-700_rev01 og -701_rev01, samt -706_rev00 t.o.m. -708_rev00. I tillegg er det utført lagdeling i flere profiler for å vise grunnforhold i området. Det henvises til tegninger 417941-RIG-TEG-702_rev01, -703_rev00 t.o.m. -705_rev00.

6.4 Laster

Trafikklasten på vei er inkludert i beregningene.

Iht. Håndbok N200 [25] skal det benyttes jevnt fordelt karakteristisk last på 10 kPa på gang- og sykkelveger, og 15 kPa over hele vegbredden, inkl. vegskulder. Dimensjonerende trafikklasten på 13 kPa er benyttet på strandpromenade, og 19,5 kPa på Havnevegen i beregningsprofiler.

I foreliggende rapport er det lagt til grunn beregninger uten bidrag fra bygningslasten. Det vil si at det i utgangspunktet forutsettes pelefundamentering for byggene.

6.5 Materialparametere

I stabilitetsberegningene er det benyttet materialparametere som vist i Tabell 6-1. Detaljer om tolkning av materialparametere er vist i Vedlegg B.

Tabell 6-1 Materialparametere og laginndeling brukt i stabilitetsberegning

Material/lag	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, ϕ [°]	Kohesjon, c [kPa]	Attraksjon, a [kPa]	Skjærfasthet, c_u [kPa]
Nytt terreng	19	42	0	0	-
Motfylling	19	42	0	0	-
Eksisterende fyllmasser	19	33	0	0	-
Sand	19	33	0	0	-
Silt	19	29	0	0	c-profil
Kvikkleire/sprøbrudd	20,2	26,5	2,5	5	c-profil
Leire	20,2	26,5	2,5	5	c-profil
Morene	18	40	5	6	-

Det gjøres oppmerksomhet at det er heftet noe usikkerhet knyttet til tolkning av jordparametere. Tolkningen anses rimelig, men konservativ.

6.6 Anisotropi og tøyningsskompatibilitet

I totalspenninganalysene tas det hensyn til spenningsanisotropi i leira. Dette betyr at udrenert skjærfasthet (c_u) varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet for fastsetting av skjærstyrke i de forskjellige hovedspenningsretningene er udrenert aktiv skjærfasthet.

For leira er direkte og passiv skjærfasthet beregnet ut ifra følgende sammenheng:

- $c_{uD} = 0,63 \cdot c_{uA}$ (direkte hovedspenningsretning)
- $c_{uD} = 0,35 \cdot c_{uA}$ (passiv hovedspenningsretning)

Dette er i henhold til NIFS rapport 14/2014, ref. [26].

7 Stabilitetsvurderinger

Det gjøres beregning for drenert og udrenert tilstand. Det antas drenert oppførsel i siltlaget i alle beregningsprofil. Dette fordrer overvåkning og god kontroll på poretrykksoppbygging ved ramming av peler i anleggsfasen.

Det regnes stabilitet i 5 profiler- profil A, B, G, H og I. Kritiske glideflater for dagens tilstand beregnes med tilsvarende stabilitet. Dimensjonering av motfylling utføres slik at den gir sikkerhetsfaktor på kritiske glideflater lik eller over kravet i alle profiler. Det gjøres beregninger for påvisning av nødvendig sikkerhet for lokalstabiliteten av motfylling. Resultater av lokalstabilitet er ikke gjengitt i tabellene under, men finnes i tegningsvedleggene.

De generelle sikkerhetskravene er oppsummert i kapittel 5. Generelt er det udrenert tilfelle som blir styrende. Tiltak som forverrer områdestabilitet krever $F_s > 1,60$. Tiltak som ikke forverrer områdestabiliteten krever $F_s > 1,40$. Vurderinger knyttet opp mot om tiltak forverrer eller ikke er som følger:

Bygninger:

Sikkerhetsfaktoren til (sammensatte) skjærflater øker med avstand fra sjøfronten. Som prinsipp er det valgt å utforme stabiliserende tiltak (motfylling) slik at skjærflater med for lav sikkerhetsfaktor ($< 1,60$) ikke når byggenes plassering ettersom «tiltaket» er oppføring av nye bygg (hvor peleinstallasjon er det som midlertidig forverrer skråningsstabilitet). På den måten vil krav til NVEs nye kvikkleireveileder 1/2019 [1] være oppfylt.

Generell terrengheving:

I foreliggende planer er det introdusert terrengheving mellom sjøfronten og ny bygningsmasse, noe som introduserer samme krav som skissert over, knyttet til skjærflater som treffer områder hvor terreng skal heves. Som prinsipp er det valgt å utforme stabiliserende tiltak (motfylling) slik at skjærflater oppnår 1,60 i sikkerhetsfaktor. Det er valgt å benytte en høy tyngdetetthet (19 kN/m^3) i denne fasen. Optimalisering av terrengheving med bruk av lette masser må utføres i detaljfasen og eventuelt redusere motfyllingsbehovet.

7.1 Profil A

Det er utført både effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse for dagens tilstand, og etter etablert motfylling. Sikkerhet i effektivspenningsanalyse (full drenert) anses ikke å være kritisk. Resultater fra stabilitetsberegninger er vist i Tabell 7-1.

Tabell 7-1 Oversikt over resultater fra stabilitetsberegninger i Profil A

Profil	Tegning	Terreng	Analyse	Stabilitet i kritisk* glideflate
A	RIG-TEG-800.1_rev02	Dagens	Korttidstilstand: udrenert, totalspenningsanalyse i leire, men drenert, effektivspenningsanalyse i silt	1,41
A	RIG-TEG-800.1_rev02	Dagens	Langtidstilstand: drenert, effektivspenningsanalyse	2,61
A	RIG-TEG-800.2_rev02	Med motfylling	Korttidstilstand: udrenert, totalspenningsanalyse i leire, men drenert, effektivspenningsanalyse i silt	1,59 / 1,61**

A	RIG-TEG-800.2_rev02	Med motfylling	Langtidstilstand: drenert, effektivspenningsanalyse	2,52
---	---------------------	----------------	---	------

* kritisk glideflate anses å ha den laveste sikkerhetsfaktoren

** kritisk glideflate sett vekk ifra terrengheving

Beregningsmessig stabilitet av skråningen mot sjøen i udrenert tilstand for dagens situasjon er ikke tilfredsstillt med sikkerhetsfaktoren på 1,41 (sammensatte glideflate). Det vises til tegning RIG-TEG-800.1_rev02. Etter etablert motfylling er stabiliteten i Profil A svært nærme kravet i regelverket. Dersom terrengheving utelukkes er planlagt bygg plassert bak linja med sikkerhetsfaktor $F_s > 1,60$ i udrenert tilstand, og da vil stabiliteten i profilet være tilfredsstillende. Det kan trolig også fikses med lette masser, optimalisering på motfylling eller godkjennes fra en helhetsvurdering av stabilitetsberegninger i alle de fem profilene.

Det vises til tegning RIG-TEG-800.2_rev02.

Lokalstabilitet av motfylling oppfylt.

7.2 Profil B

Det er utført både effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse for dagens tilstand, og etter etablert motfylling. Sikkerhet i effektivspenningsanalyse (full drenert) anses ikke å være kritisk. Resultater fra stabilitetsberegninger er vist i Tabell 7-2.

Tabell 7-2 Oversikt over resultater fra stabilitetsberegninger i Profil B

Profil	Tegning	Terreng	Analyse	Stabilitet i kritisk* glideflate
B	RIG-TEG-801.1_rev01	Dagens	Korttidstilstand: udrenert, totalspenningsanalyse i leire, men drenert, effektivspenningsanalyse i silt	1,20
B	RIG-TEG-801.1_rev01	Dagens	Langtidstilstand: drenert, effektivspenningsanalyse	2,12
B	RIG-TEG-801.2_rev01	Med motfylling	Korttidstilstand: udrenert, totalspenningsanalyse i leire, men drenert, effektivspenningsanalyse i silt	1,58/1,62**
B	RIG-TEG-801.2_rev01	Med motfylling	Langtidstilstand: drenert, effektivspenningsanalyse	2,46

* kritisk glideflate anses å ha den laveste sikkerhetsfaktoren

** kritisk glideflate sett vekk ifra terrengheving

Beregningsmessig stabilitet av skråningen mot sjøen i udrenert tilstand for dagens situasjon er ikke tilfredsstillt med sikkerhetsfaktoren på 1,20 (sammensatte glideflate). Det vises til tegning RIG-TEG-801.1_rev01.

Etter etablert motfylling er stabiliteten i Profil svært nærme kravet i regelverket. Dersom terrengheving utelukkes er planlagt bygg plassert bak linja med sikkerhetsfaktor $F_s > 1,60$ i udrenert tilstand, og da vil stabiliteten i profilet være tilfredsstillende. Det kan trolig også fikses med lette masser, optimalisering på motfylling eller godkjennes fra en helhetsvurdering av stabilitetsberegninger i alle de fem profilene.

Det vises til tegning RIG-TEG-801.2_rev01.

Lokalstabilitet av motfylling oppfylt.

7.3 Profil G

Det er utført både effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse for dagens tilstand, og etter etablert motfylling. Sikkerhet i effektivspenningsanalyse (full drenert) anses ikke å være kritisk.

Resultater fra stabilitetsberegninger er vist i Tabell 7-3.

Tabell 7-3 Oversikt over resultater fra stabilitetsberegninger i Profil G

Profil	Tegning	Terreng	Analyse	Stabilitet i kritisk* glideflate
G	RIG-TEG-806.1_rev01	Dagens	Korttidstilstand: udrenert, totalspenningsanalyse i leire, men drenert, effektivspenningsanalyse i silt	1,37
G	RIG-TEG-806.1_rev01	Dagens	Langtidstilstand: drenert, effektivspenningsanalyse	2,68
G	RIG-TEG-806.2_rev01	Med motfylling	Korttidstilstand: udrenert, totalspenningsanalyse i leire, men drenert, effektivspenningsanalyse i silt	1,60
G	RIG-TEG-806.2_rev01	Med motfylling	Langtidstilstand: drenert, effektivspenningsanalyse	2,77

* kritisk glideflate anses å ha den laveste sikkerhetsfaktoren

** kritisk glideflate sett vekk ifra terrengheving

Beregningsmessig stabilitet av skråningen mot sjøen i udrenert tilstand for dagens situasjon er ikke tilfredsstillende med sikkerhetsfaktoren på 1,37 (sammensatte glideflate). Det vises til tegning RIG-TEG-806.1_rev01.

Etter etablert motfylling er stabiliteten i Profil G tilfredsstillende, med sikkerhetsfaktor $F_s > 1,60$ i udrenert tilstand. Det vises til tegning RIG-TEG-806.2_rev01.

I tillegg er lokalstabilitet av motfylling oppfylt.

7.4 Profil H

Det er utført både effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse for dagens tilstand, og etter etablert motfylling. Sikkerhet i effektivspenningsanalyse (full drenert) anses ikke å være kritisk. Resultater fra stabilitetsberegninger er vist i Tabell 7-4.

Tabell 7-4 Oversikt over resultater fra stabilitetsberegninger i Profil H

Profil	Tegning	Terreng	Analyse	Stabilitet i kritisk* glideflate
H	RIG-TEG-807.1_rev01	Dagens	Korttidstilstand: udrenert, totalspenningsanalyse i leire, men drenert, effektivspenningsanalyse i silt	1,31
H	RIG-TEG-807.1_rev01	Dagens	Langtidstilstand: drenert, effektivspenningsanalyse	2,39
H	RIG-TEG-807.2_rev01	Med motfylling	Korttidstilstand: udrenert, totalspenningsanalyse i leire, men drenert, effektivspenningsanalyse i silt	1,60
H	RIG-TEG-807.2_rev01	Med motfylling	Langtidstilstand: drenert, effektivspenningsanalyse	2,47

* kritisk glideflate anses å ha den laveste sikkerhetsfaktoren

** kritisk glideflate sett vekk ifra terrengheving

Beregningsmessig stabilitet av skråningen mot sjøen i udrenert tilstand for dagens situasjon er ikke tilfredsstillende med sikkerhetsfaktoren på 1,31 (sirkulær og sammensatte glideflate). Det vises til tegning RIG-TEG-807.1_rev01.

Etter etablert motfylling er stabiliteten i Profil H tilfredsstillende, med sikkerhetsfaktor $F_s > 1,60$ i udrenert tilstand. Det vises til tegning RIG-TEG-807.2_rev01.

I tillegg er lokalstabilitet av motfylling oppfylt.

7.5 Profil I

Det er utført både effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse for dagens tilstand. Sikkerhet i effektivspenningsanalyse (full drenert) anses ikke å være kritisk. Resultater fra stabilitetsberegninger er vist i Tabell 7-5.

Tabell 7-5 Oversikt over resultater fra stabilitetsberegninger i Profil I

Profil	Tegning	Terreng	Analyse	Stabilitet i kritisk* glideflate
I	RIG-TEG-808.1_rev01	Dagens	Korttidstilstand: udrenert, totalspenningsanalyse i leire, men drenert, effektivspenningsanalyse i silt	1,49
I	RIG-TEG-808.1_rev01	Dagens	Langtidstilstand: drenert, effektivspenningsanalyse	2,91
I	RIG-TEG-808.2_rev00	Med motfylling	Korttidstilstand: udrenert, totalspenningsanalyse i leire, men drenert, effektivspenningsanalyse i silt	1,59/1,60**
I	RIG-TEG-808.2_rev00	Med motfylling	Langtidstilstand: drenert, effektivspenningsanalyse	2,73

* kritisk glideflate anses å ha den laveste sikkerhetsfaktoren

** kritisk glideflate sett vekk ifra terrengheving

Beregningsmessig stabilitet av skråningen mot sjøen for dagens situasjon er ikke tilfredsstillende for totalspenningsanalyse. Det vises til tegning RIG-TEG-808.1_rev01.

Etter etablert motfylling er stabiliteten i Profil I svært nærme kravet i regelverket. Dersom terrengheving utelukkes er planlagt bygg plassert bak linja med sikkerhetsfaktor $F_s > 1,60$ i udrenert tilstand, og da vil stabiliteten i profilet være tilfredsstillende. Det kan trolig også fikses med lette masser, optimalisering på motfylling eller godkjennes fra en helhetsvurdering av stabilitetsberegninger i alle de fem profilene. Det vises til tegning RIG-TEG-808.2_rev00.

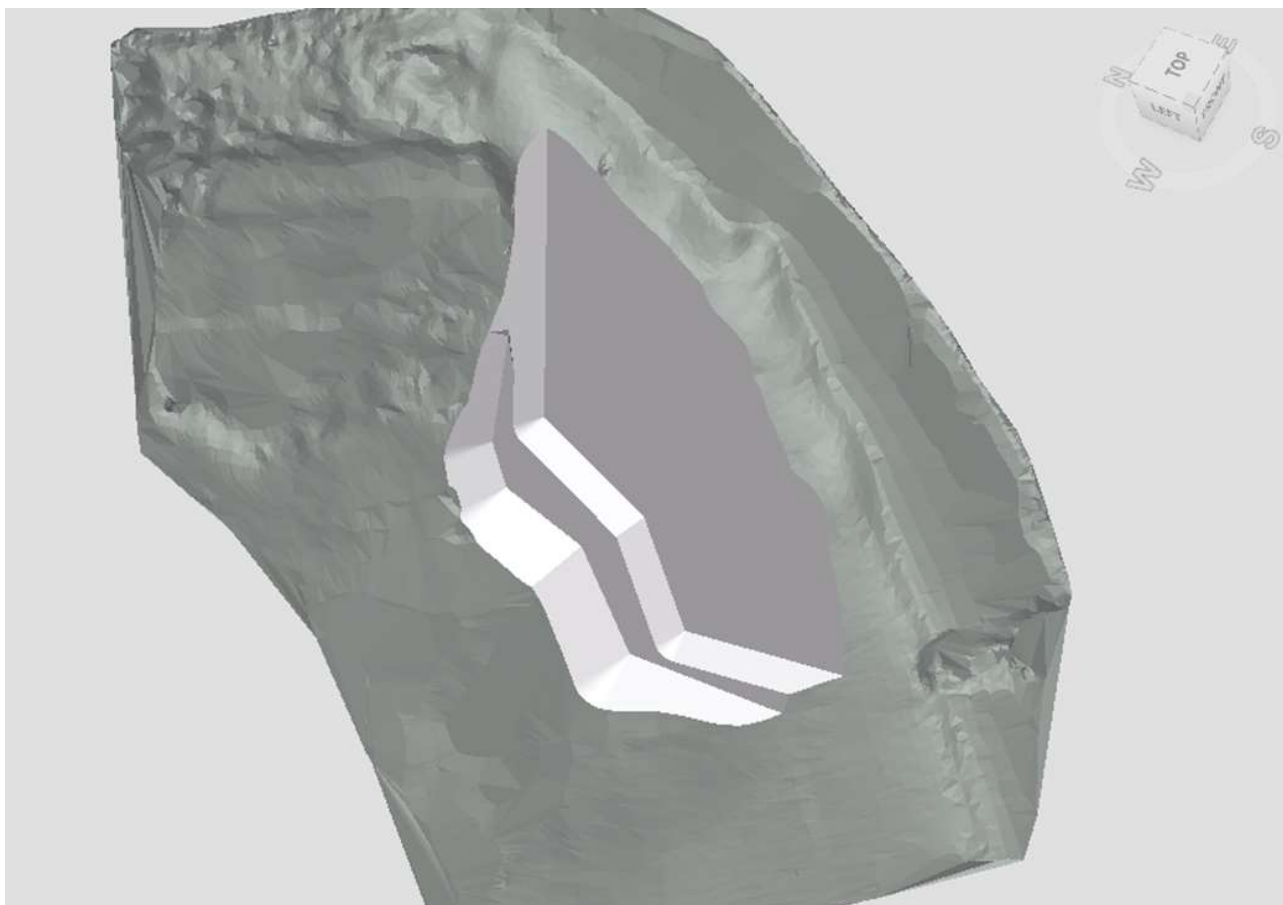
Lokalstabilitet av motfylling er oppfylt.

7.6 Stabiliserende tiltak

Det mest aktuelle stabiliserende tiltak er vurdert å være motfylling i sjø. Dimensjonering av tiltaket er utført med tanke på krav til områdestabilitet for kvikkleireskred, lokalstabilitet på tomte, samt for lokalstabilitet av fyllingen.

Motfyllingens geometri er tiltenkt å avtrappes ned fra topp på kote -11,0, og nedre nivå på kote -14. Slake skråninger med helning på ca. 1:3.2. Med den foreliggende modellen er det beregnet et totalt fyllingsvolum på ca. 57 000 m³. Ferdig oppfylt område vises i Figur 7-1. Omfanget av stabiliserende tiltak er også vist på tegning RIG-TEG-004_rev01.

Imidlertid må tiltaket detaljprosjekteres. I forbindelse med detaljprosjektering kan det være aktuelt å optimalisere geometri av motfyllingen.



Figur 7-1 Utsnitt av 3D-modellen som viser terrengoverflate på sjøbunn og etablert motfylling.

8 Konklusjon

8.1 Utløpsområde

Stabiliteten i kvikkleiresonen Sandvang er tilfredsstillende (sikkerhetsfaktor $> 1,60$, ref. [20]). Området for byggetrinn B1-K1 befinner seg således ikke innenfor utløpsområde for skred.

8.2 Områdestabilitet

Et områdeskred kan utløses enten i marbakken, eller som følge av overbelastning på eller utenfor utbyggingsområdet. Avgrensningen på det nye løsneområdet for områdeskred er basert på foreliggende grunnundersøkelser. Det er heftet usikkerhet til avgrensningen sørover under jernbanelinjen. Dette bør undersøkes nærmere for om mulig kunne begrense utstrekningen av den nye kvikkleiresonen.

I tidligere grunnundersøkelsesrapporter og geotekniske vurderingsrapporter er massene i strandlinjen tolket som løst lagret sand eller silt. Overbelastning kan føre til skred i slike masser. Slike skred vil som oftest være grunne, og omtales ofte som overflateskred. I sjø vil utløpsdistansen for slike skred bli lenger enn på land. Dermed vil dette kunne medføre at stabiliteten i skredgropen reduseres. Dersom slik løst lagret sand/silt ligger i tilknytning til kvikkleire, så kan et overflateskred/initialskred i sanden/siltten utvikle seg til et kvikkleireskred.

De nye grunnundersøkelsene indikerer at mektigheten av sprøbruddmateriale kan være ca. 12 m i borpunktene nærmest sjøkanten, og avtar ned til ca. 2-5 m mektighet nord- og nord-vestover. Erosjon av marbakken kan utløse en rotasjonsglidning i dette området.

Basert på en gjennomgang av grunnundersøkelser og skredtekniske vurderinger foreslås det å etablere en ny kvikkleiresone i området – «Indre Hommelvik, øst», med avgrensning som vist i tegning RIG-TEG-003_rev01. Det er vurdert at løsneområdet til et eventuelt skred med start i strandsona ikke vil kunne bre seg lenger bak enn litt nedenfor Malvikvegen. Altså er konklusjonen at det ikke vil dra med seg eller influere mot den offisielle kvikkleiresona lenger opp i Hommelvika (sone Sandvang og Sandmark).

Fra de tilgjengelige sonderingene er det også mest trolig avgrenset løsneområdet vestover til et sted i nærheten av byggetrinn som er under oppføring nå.

I tillegg er det utført en skadekonsekvens og faregradsevaluering av den sonen som konkluderer med alvorlig skadekonsekvens, høy faregrad og risikoklasse 4.

8.3 Stabilitetsberegninger og videre arbeid

Utførte stabilitetsberegninger viser at dagens stabilitetsforhold ikke tilfredsstiller krav til områdestabilitet gitt i NVEs veileder 1/2019. Ønskes utbygging på tomte må det utføres tiltak for å sikre stabiliteten. Det mest aktuelle tiltaket, som er motfylling i sjø, er vurdert i foreliggende rapport for å regulere nødvendig omfang av stabiliserende tiltak. Tiltaket må detaljprosjekteres og beskrives for utførelsesfase.

Stabilitetsanalysene viser at byggene er planlagt plassert tilstrekkelig bak på tomte for å tilfredsstille kravene til sikkerhetsfaktor etter NVE 1/2019. På grunn av at all tilført vekt virker destabiliserende vil aktuell fundamenteringsmetode på tomte være pelefundamentering, som ikke tilfører permanent vekt på tomte. Pelene må føres til spissbæring i morenelagene og prosjekteres for påhengslaster på grunn av oppfylling/setninger. Siden pelene installeres bak « $F_s=1,60$ -linja» anses konseptet tilstrekkelig robust til å ikke vesentlig destabilisere stabilitetssituasjonen også i anleggsfasen.

Peleinstallasjon må uansett følges opp med poretrykksmålinger i siltlaget i anleggsfasen for å verifisere at materialet har en drenert oppførsel i anleggsfasen.

Terrengheving mellom sjøfronten og nybyggene utgjør også en destabilisering av stabilitetssituasjonen. Stabilitetsanalysene viser at sikkerhetsfaktor for skjærflater i dette området er høy og enten er på kravet eller svært tett opp mot kravet ($F_s=1,58 < 1,60$). Dersom terrengheving utelukkes vil stabiliteten i profilet være tilfredsstillende. I enkelte av profilene er det også ingen eller svært begrenset terrengheving innenfor de skjærflater som gir $F_s < 1,60$, noe som i utgangspunktet ikke ville kreve så høye sikkerhetsfaktorer. Vi mener konseptet da også kan godkjennes fra en helhetsvurdering av stabilitetsberegninger i alle de fem profilene. Vi anser også at situasjonen eventuelt kan fikses med lette masser i terrenghevingen eller ytterligere optimalisering på motfylling.

Gjennomførbarhetsvurderingen anses tilstrekkelig for detaljreguleringsfasen. Videre optimalisering med bruk av ev. lette masser, og/eller justering av terrenghøyde, må utføres i prosjektets detaljfase.

Risikovurdering og input til kontrollplan for arbeidene må utføres i forbindelse med detaljprosjektering.

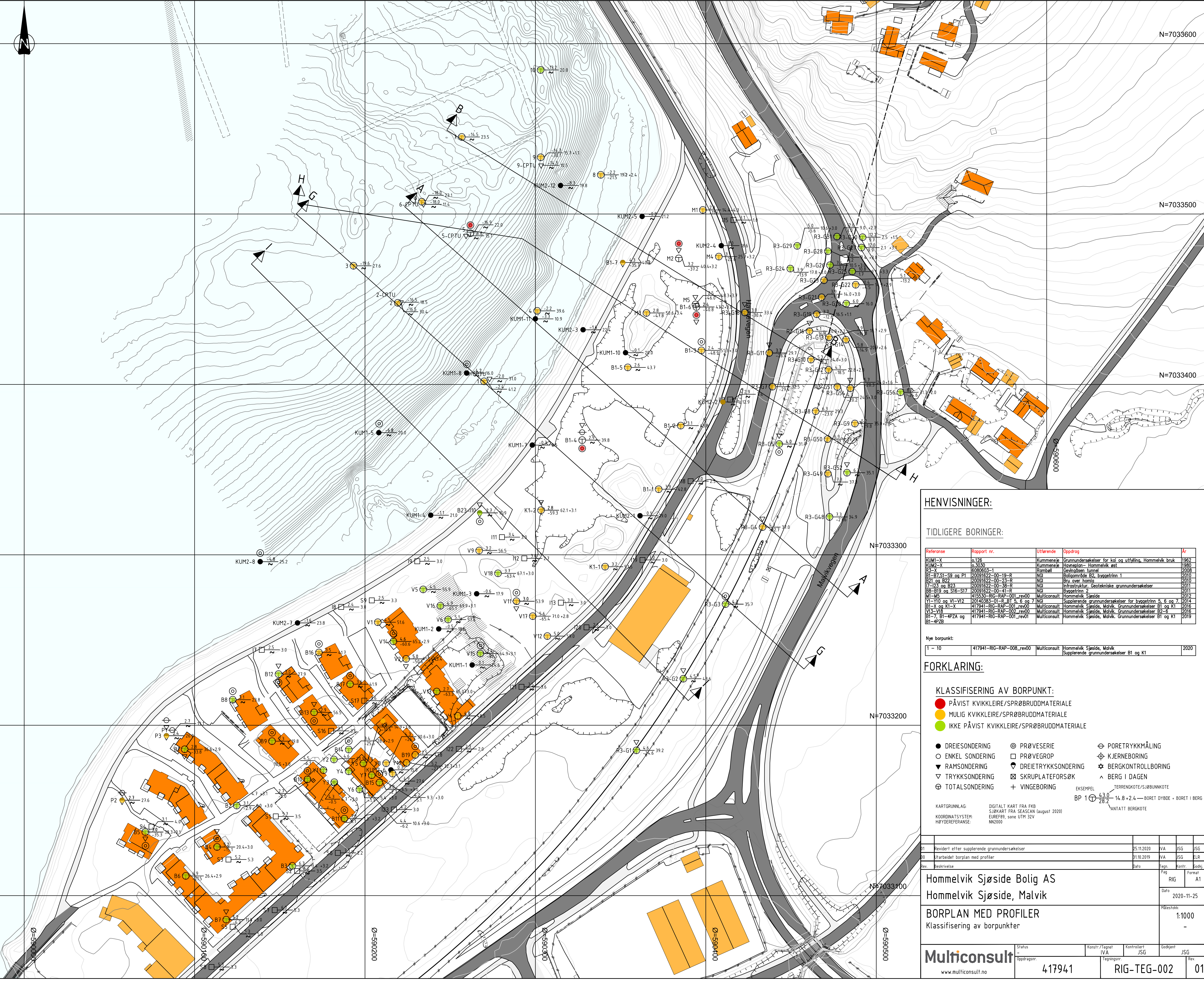
Foreliggende utredning av områdestabilitet må kvalitetssikres av uavhengig foretak i henhold til NVEs veileder 1/2019, ref. [1].

9 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE (2020). NVEs veileder nr. 1-2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred, datert des. 2020
- [2] Multiconsult AS (2019). «Hommelvik Sjøside, B1 og K1. Grunnundersøkelser geoteknikk», 417941-RIG-RAP-001_rev01, november 2019
- [3] Multiconsult AS (2016). «Hommelvik Sjøside B2-6. Grunnundersøkelser geoteknikk.», 417941-RIG-RAP-002, jun. 2016.
- [4] Rambøll (2014). «Kvikkleireområde Lia Hommelvik. Grunnundersøkelser. Datarapport.», 1350004692-1, sep. 2014.
- [5] NGI (2014). «Datarapport. Supplerende grunnundersøkelser for byggetrinn 5, 6 og 7.», 20140383-01-R, aug. 2014.
- [6] NGI (2013). «Hommelvik tomt 54/228. Geotekniske grunnundersøkelser. FORELØPIG VERSJON.», 20120409-01-R, jul. 2013.
- [7] Multiconsult AS (2012). «Hommelvik Sjøside. Grunnundersøkelser. Datarapport», 415530-RIG-RAP-001_rev00, oktober 2012
- [8] NGI (2011). «Byggetrinn 2. Geotekniske grunnundersøkelser, datarapport.», 20091622-00-41-R, des. 2011.
- [9] NGI (2011). «Infrastruktur. Geotekniske grunnundersøkelser, datarapport.», 20091622-00-38-R, nov. 2011.
- [10] NGI (2010). «Boligområde B2 – Byggetrinn 1. Geotekniske grunnundersøkelser, datarapport.», 20091622-00-19-R, jun. 2010.
- [11] Rambøll (2008). «Gevingåsen tunnel. Datarapport fra grunnundersøkelse.», 6080603-1, nov. 2008.
- [12] NSB Bane Ingeniørtjenesten (1994). «Meråkerbanen, Hommelvik-Hell Gevingåsen jernbanetunnel. Grunnundersøkelser km. Ca. 23,17-31,56.», Gk4440-1, des. 1994.
- [13] Statens vegvesen (1988). «E6 Øst Hommelvik. Sandanvegen og Korntrøvegen», Ud540E_5776-5, jun. 1988.
- [14] Kummeneje (1983). «Hommelvik Bruk industriområde. Undersøkelse av mudringsområde.», O.4138-1, jul. 1983.
- [15] Kummeneje (1980). «Havneplan – Hommelvik øst. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering.», O.3030, jan. 1980.
- [16] Kummeneje (1962). «Grunnundersøkelse for kai og utfylling, Hommelvik Bruk A/S», O.126, jun. 1962.
- [17] Kummeneje (1984). «Utrasing 15.03.1984 på veganlegg til Nygården, Hommelvik», 28. mars 1984.
- [18] NGU (2005). «Skredkartlegging langs kystsonen i Trondheimsområdet, datagrunnlag og morfologi», 2005.054., okt. 2005.
- [19] NGI (2011). «Skredmassers utløp ved eventuelt kvikkleireskred i området Lia-Skjelbreda (Liavegen)», 20091622-00-28-TN, januar 2011
- [20] Rambøll (2015). «Malvik kommune, Lia Hommelvik, Geoteknikk vurdering av kvikkleireområde», 1350004692-2, januar 2015
- [21] NIFS (2016). Rapport 14/2016 «Metode for vurdering av løse- og utløpsområder for områdeskred»

- [22] NGI (2001). «Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire». Rapport 20001008-2, Revisjon 3, datert 8. oktober 2008
- [23] Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift TEK17, 2017
- [24] Norges vassdrag- og energidirektorat, NVE (2011). «Retningslinjer 2/2011 Flaum og skredfare i arealplaner», revidert 22. mai 2014
- [25] Statens vegvesen, SVV (2022). «Håndbok N200: Vegbygging», Vegdirektoratet
- [26] NIFS rapport 14/2014, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropiforhold i prosjektering i norske leirer», NVE, 30.01.2014.
- [27] Standard Norge (2016). Eurokode 0 «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner». NS-EN-1990:2002+NA:2016
- [28] Standard Norge (2020). Eurokode 7 «Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler». NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020
- [29] Standard Norge (2008). Eurokode 7 «Geoteknisk prosjektering - del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver». NS-EN-1997-2:2007+NA2008
- [30] Statens vegvesen, SVV (2023). «Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging», Vegdirektoratet
- [31] Multiconsult AS (2020). «Hommelvik Sjøside, Malvik. Datarapport – geotekniske grunnundersøkelser på sjø», 417941-RIG-RAP-008_rev00, november 2020
- [32] NVE (2020). «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse», 27. nov. 2020.

V:\Innsatser\41794_Projekt\Nytt i 1794-2024\1794-2024-43 ARBEIDSGRUNDLAG\1794-2024-43 TEGNINGER\1794-2024-43 BORPLAN MED PROFILER.dwg - Layout: 0001- Tegning (A1) - Plottet av: rix. Dato: 2024.11.25 kl. 8:49



HENVISNINGER:

TIDLIGERE BORINGER:

Referanse	Rapport nr.	Utførende	Oppdrag	År
KUM1-X	6.126	Kommune	Grunnundersøkelser for kai og utfylling, Hommelvik bruk	1982
KUM2-X	6.3030	Kommune	Harveplan- Hommelvik øst	1980
R3-X	6080603-1	Rambøll	Reinhåsen tunnel	2008
B1-1, B1-2, B1-3 og B1-4	20091622-00-19-R	NGI	Radionde B2, byggetrinn 1	2010
B21 og B22	20091622-00-23-R	NGI	Bru over homlo	2010
B23 og B24	20091622-00-38-R	NGI	Infrastruktur, Geotekniske grunnundersøkelser	2011
B25-B28 og B29-B32	20091622-00-41-R	NGI	Byggetrinn 2	2011
M1-M5	415530-RIG-RAP-001_rev00	Multiconsult	Hommelvik Sjøside	2012
V1-V10 og V1-V12	20140383-01-R, B1-5, 6 og 7	NGI	Supplerende grunnundersøkelser for byggetrinn 5, 6 og 7	2014
B1-X og K1-X	417941-RIG-RAP-001_rev00	Multiconsult	Hommelvik Sjøside, Malvik, Grunnundersøkelser B1 og K1	2016
V13-V17	417941-RIG-RAP-002_rev00	Multiconsult	Hommelvik Sjøside, Malvik, Grunnundersøkelser B2-8	2016
B1-7, B1-4PZA og B1-4PZB	417941-RIG-RAP-001_rev01	Multiconsult	Hommelvik Sjøside, Malvik, Grunnundersøkelser B1 og K1	2019

Nye borpunkt:

1 - 10	417941-RIG-RAP-008_rev00	Multiconsult	Hommelvik Sjøside, Malvik, Supplerende grunnundersøkelser B1 og K1	2020
--------	--------------------------	--------------	--	------

FORKLARING:

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- DREIESONDERING

ENKEL SONDERING

RAMSONDERING

TRYKKSONDERING

TOTALSONDERING
- PRØVESERIE

PRØVEGRUPP

DREIETRYKKSONDERING

SKRUPLATEFORSØK

VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING

KJERNEBORING

BERGKONTROLLBORING

BERG I DAGEN
- TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE

BØRET DYBDE + BØRET I BERG

VANTATT BERGKOTE
- BP 1

4.3.0

28.2

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA FKB
SØKART FRA SEASCAN (august 2020)
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone UTM 32V
HØYDEREFERANSE: NN2000

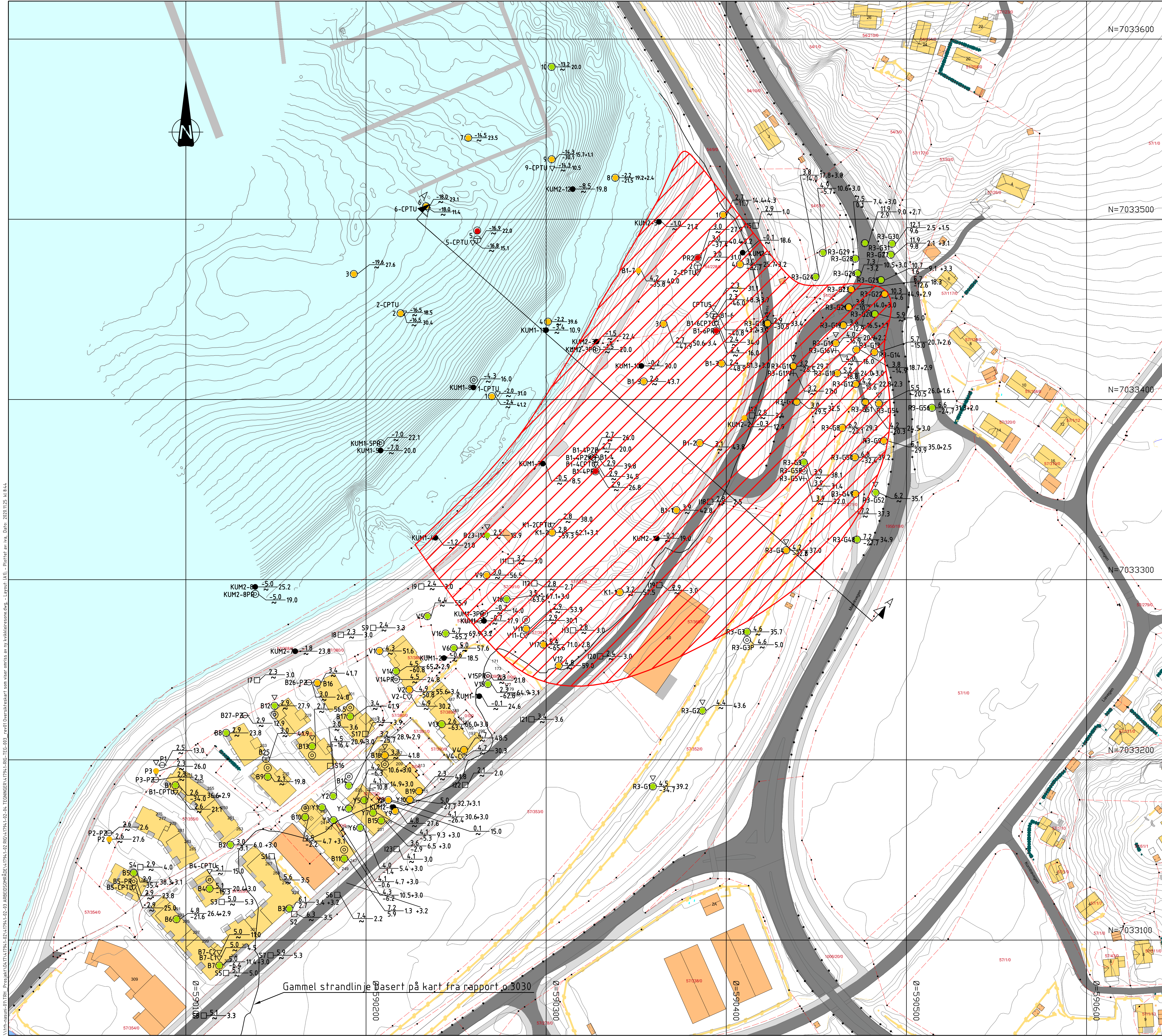
01	Revidert etter supplerende grunnundersøkelser	25.11.2020	VA	JSG	JSG
02	Utarbeidet borplan med profiler	31.10.2019	VA	JSG	ELR

Rev.	Beskrivelse	Dato	Teg.	Kontr.	Godkj.
			RIG		A1

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik

BORPLAN MED PROFILER
Klassifisering av borpunkter

Multiconsult	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Oppdragsnr.	417941	Tegningsnr.	JSG
www.multiconsult.no				Rev.
				01



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING

○ ENKEL SONDERING

▼ RAMSONDERING

▽ TRYKKSONDERING

⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE

□ PRØVEGROP

⬇️ DREIETRYKKSONDERING

⊞ SKRUPLATEFORSØK

⊕ VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMÅLING

⊞ KJERNEBORING

⊞ FJELLKONTROLLBORING

⊞ BERG I DAGEN
- KARTGRUNNLAG:
KORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
BØRBOK NR:
LAB.BOK NR:

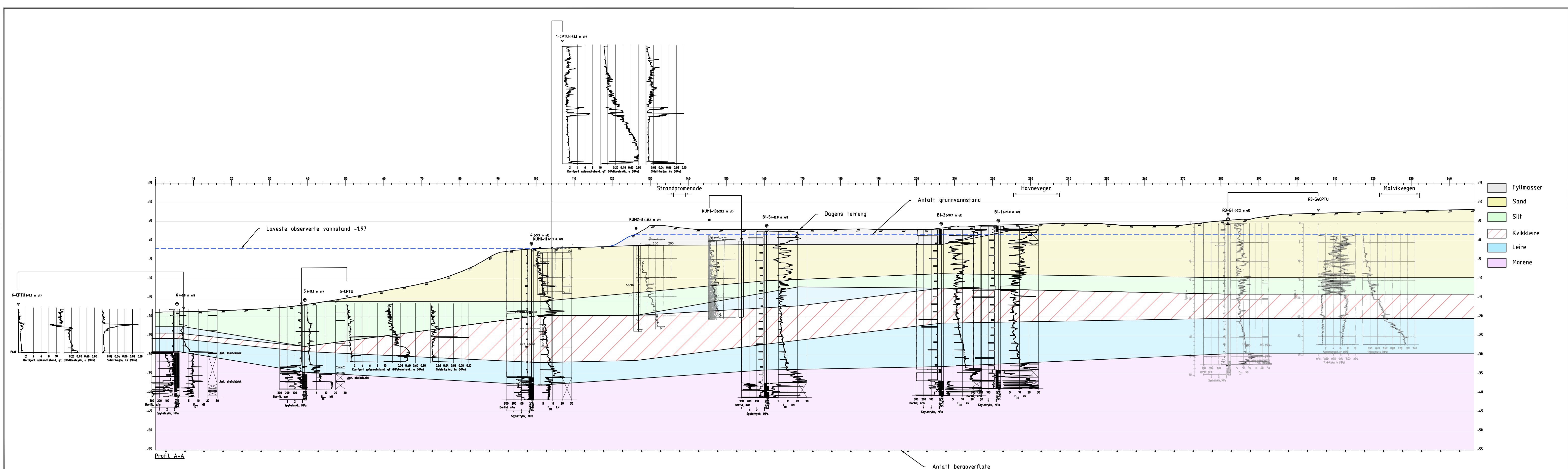
Digitalt kart fra oppdragsleverantør: NN 1954
UTM Sone 32V
NN 1954
GPS GLONAS CPOS
Digital

TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
EKSEMPEL
BP 1 ⊕ 430
28.2 - 14.8+2.4 - BØRET DYBDE + BØRET I BERG
YANTATT BERGKOTE
- KLASSIFISERING AV BØRPUNKT:
- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

● MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

● IKKE PÅVIST ELLER INDIKERT KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- Vurdert løseområde
- TIDLIGERE BØRINGER:
- | Referanse | Rapport nr. | Utlørende | Oppdrag | År |
|---------------------------|---------------------------|--------------|---|------|
| KUM1-X | 6.126 | Kommune | Grunnundersøkelser for kai og utfylling, Hommelvik bruk | 1962 |
| KUM2-X | 6.303 | Kommune | Havnegården - Hommelvik øst | 1980 |
| B1-B7 | 6090603-1 | Rambøll | Levnesen tunnel | 2008 |
| B1-B7 | 20091622-00-19-R | NGI | Boligområde B2, byggetrinn 1 | 2010 |
| B21 og B22 | 20091622-00-23-R | NGI | Brå over homli | 2010 |
| B7-B14 og B23 | 20091622-00-36-R | NGI | Infrastruktur, Geotekniske grunnundersøkelser | 2011 |
| B8-B19 og S16-S17 | 20091622-00-41-R | NGI | Byggetrinn 2 | 2011 |
| B1-B5 | 415532-RIG-RAP-001-rev00 | Multiconsult | Hommelvik Sjøside | 2012 |
| B1-B10 og B1-V12 | 20140363-0-R B1 5, 6 og 7 | NGI | Hommelvik Sjøside | 2014 |
| B1-X og K1-X | 417941-RIG-RAP-001-rev00 | Multiconsult | Supplerende grunnundersøkelser for byggetrinn 5, 6 og 7 | 2016 |
| B12-B18 | 417941-RIG-RAP-002-rev00 | Multiconsult | Hommelvik Sjøside, Malvik, Grunnundersøkelser B1 og K1 | 2016 |
| B1-B7, B1-4P2A og B1-4P2B | 417941-RIG-RAP-001-rev01 | Multiconsult | Hommelvik Sjøside, Malvik, Grunnundersøkelser B1 og K1 | 2019 |
- | Nye borpunkt: | | | | |
|---------------|--------------------------|--------------|---------------------------|------|
| 1 - 10 | 417941-RIG-RAP-008-rev00 | Multiconsult | Hommelvik Sjøside, Malvik | 2020 |
- | | | | | | |
|---|--|----------------|-------------|------------|--------|
| 01 | Revidert etter supplerende grunnundersøkelser | 25.11.2020 | IVA | JSG | JSG |
| 00 | Utarbeidet oversiktskart med omriss av ny kvikkleiresone | 31.10.2019 | IVA | JSG | ELR |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| Hommelvik Sjøside Bolig AS | | | Fag | Format | |
| Hommelvik Sjøside, Malvik | | | Geoteknikk | A1 | |
| Oversiktskart med omriss av ny kvikkleiresone | | | Dato | 2020-11-25 | |
| | | | Format | Målestokk: | |
| | | | | 1:1000 | |
| Status | | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent | |
| Oppdragsnr. | | IVA | JSG | JSG | |
| 417941 | | Tegningnr. | JSG | Rev. | |
| RIG-TEG-003 | | | | | |
| www.multiconsult.no | | | | | |
- V:\Prosjekter\2020\417941-RIG-RAP-008-rev00\Oversiktskart med omriss av ny kvikkleiresone.dwg - Layout (A1) - Plottet av: via, Dato: 2020.11.25 kl 8.44

\\rh-nasuni-01\TRH_Projekter\04\TV\1794-02\1794-02-03 ARBEIDSRAPPORT\1794-02-03 RIG\1794-02-04 TEGNINGER\1794-02-04 RIG-TEG-700_rev01 Profil A Tolket lagdeling.dwg - Layout: 600-tegning [Profiler - A3(L)] - Plottet av: iva, Dato: 2020-11-25



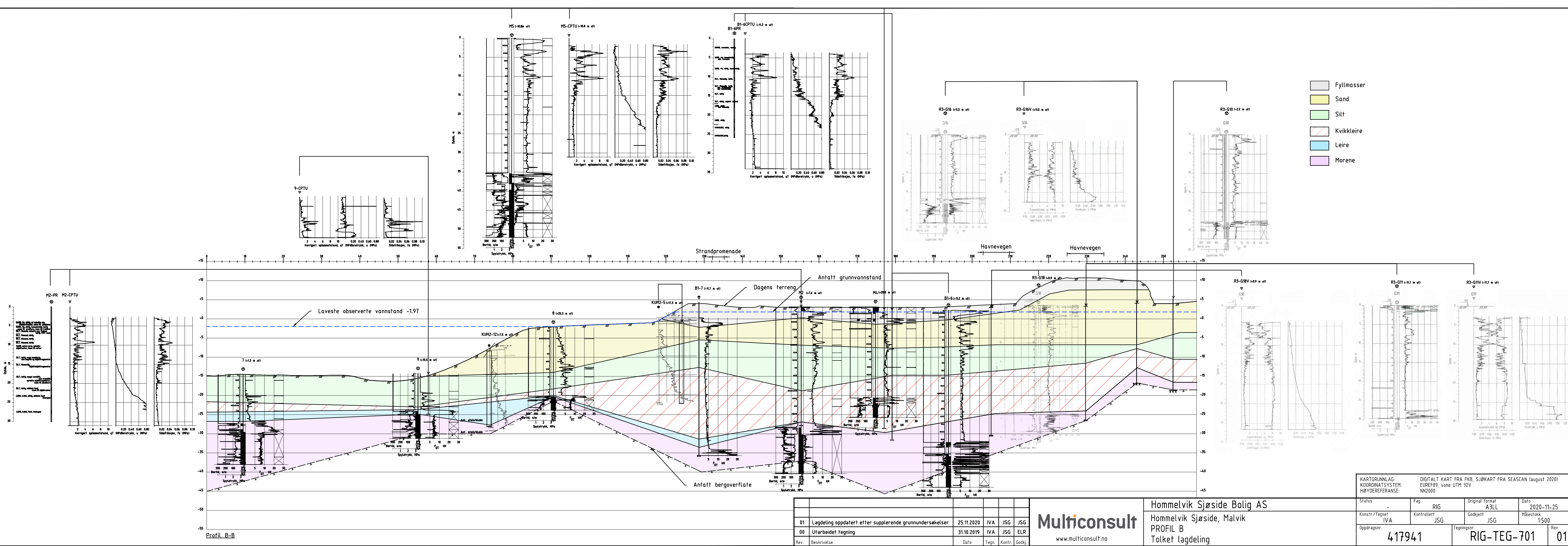
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Lagdeling oppdatert etter supplerende grunnundersøkelser	06.11.2020	IVA	JSG	JSG
00	Utarbeidet tegning	31.10.2019	IVA	JSG	ELR

Multiconsult

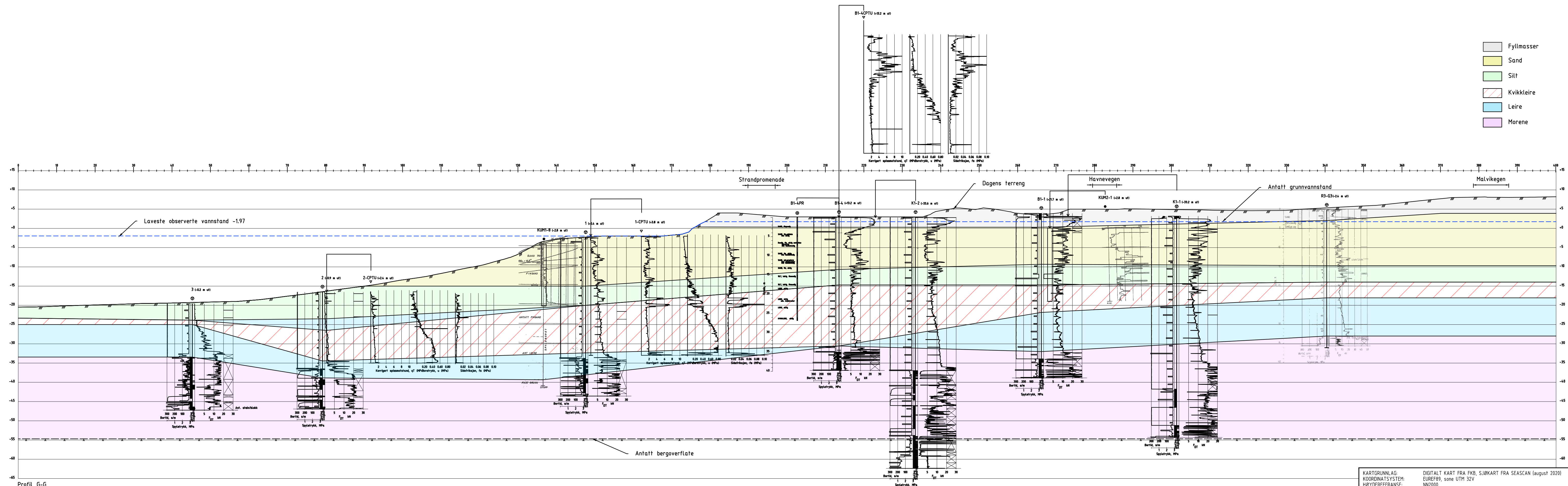
www.multiconsult.no

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik
PROFIL A
Tolket lagdeling

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB, SJØKART FRA SEASCAN (august 2020) EUREF89, sone UTM 32V NN2000		
Status	-	Fag	RIG	Original format
Konstr./Tegnet	IVA	Kontrollert	JSG	A3LL
Oppdragsnr.	417941	Tegningsnr.	RIG-TEG-700	Dato
Rev.				2020-11-25
				Målestokk
				1:500
				Rev.
				01



\\rh-nasuni-01\TRH_Projekt\04\TV\1794-02\1794-02-03 ARBEIDSRAPPORT\1794-02-04 TEGNINGER\1794-02-04 TEG-706_rev01 Profil G Tolket lagdeling.dwg - Layout: 1600-legning (Profil - A3L); - Plottet av: iva, Dato: 2020-11-25

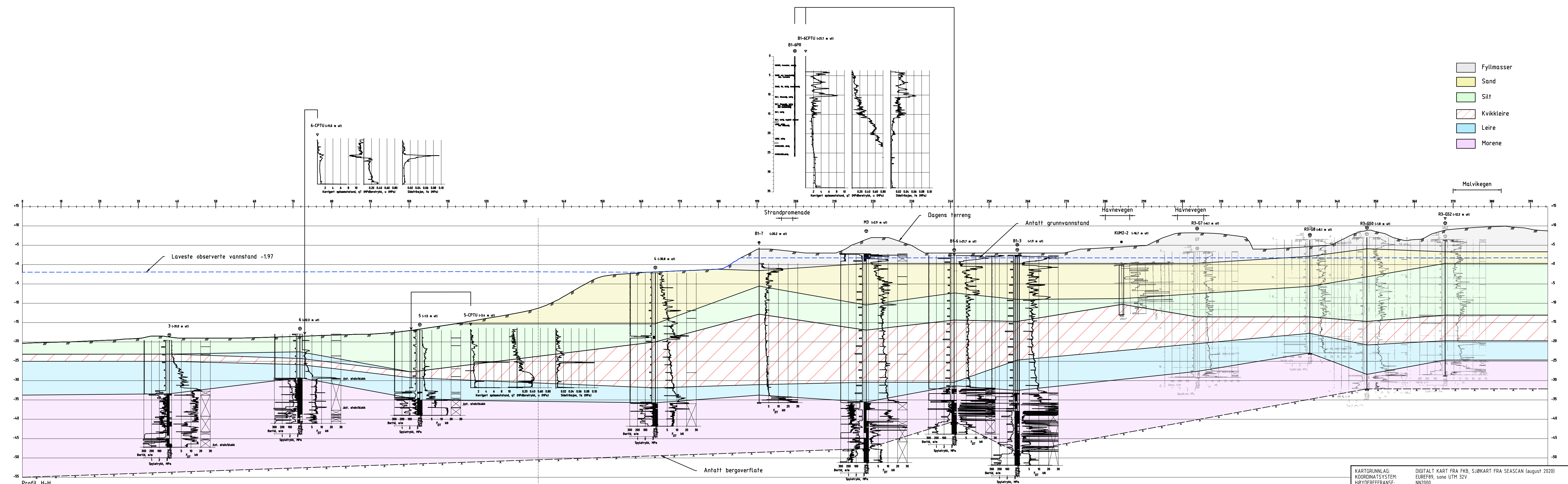


00	Utarbeidet tegning	25.11.2020	IVA	JSG	JSG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik
PROFIL G
Tolket lagdeling

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB, SJØKART FRA SEASCAN (august 2020) EUREF89, sone UTM 32V NN2000			
Status	-	Fag	RIG	Original format	A3LL
Konstr./Tegnet	IVA	Kontrollert	JSG	Godkjent	JSG
Oppdragsnr.	417941	Tegningsnr.	RIG-TEG-706	Dato	2020-11-25
Rev.				Målestokk	1:500
					00



00	Utarbeidet tegning	25.11.2020	IVA	JSG	J
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Go

Multiconsult
www.multiconsult.no

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik
PROFIL H
Tolket lagdeling

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB, SJØKART FRA SEASCAN (august 2020) EUREF89, sone UTM 32V NN2000					
Status	-	Fag	RIG	Original format	A3LL	Dato	2020-11-25
Konstr./Tegnet	IVA	Kontrollert	JSG	Godkjent	JSG	Målestokk	1:500
Oppdragsnr.		417941		Tegningsnr.		RIG-TEG-707	
						Rev.	
						00	

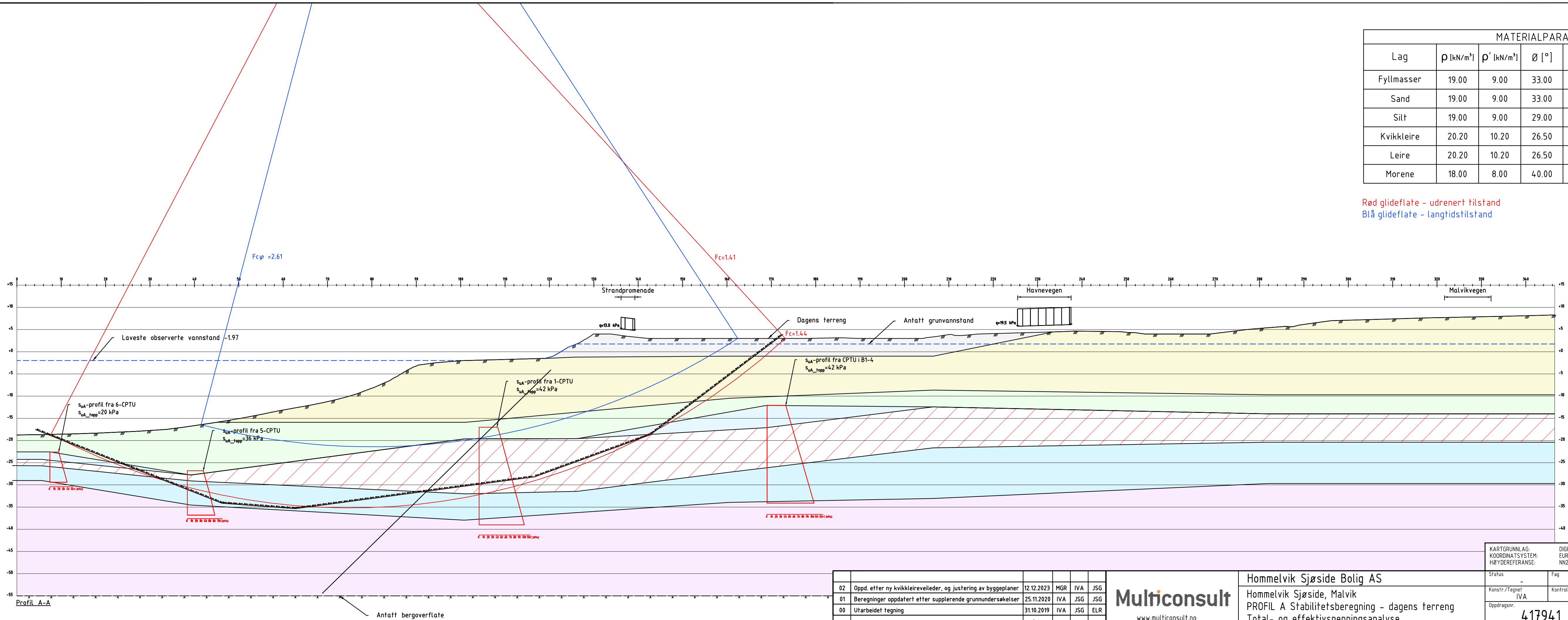


Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik
PROFIL I
Tolket lagdeling

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB, SjøKART FRA SEASCAN (august 2020) EUREF89, sone UTM 32V NN2000		
Status	-	Fag	RIG	Original format A3LL
Dato	2020-11-25			
Konstr./Tegnet	IVA	Kontrollert	JSG	Godkjent
Målestokk	1:500			
Oppdragsnr.	417941		Tegningsnr.	RIG-TEG-708
Rev.	00			

MATERIALPARAMETRE							
Lag	ρ [kN/m³]	ρ' [kN/m³]	$\emptyset$ [°]	c' [kPa]	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	33.00	0.00			
Sand	19.00	9.00	33.00	0.00			
Silt	19.00	9.00	29.00	0.00	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.20	10.20	26.50	2.50	1.00	0.63	0.35
Leire	20.20	10.20	26.50	2.50	1.00	0.63	0.35
Morene	18.00	8.00	40.00	5.00			

Rød glideflate - udrenert tilstand
Blå glideflate - langtidstilstand



02	Oppd. etter ny kvikkleireveileder, og justering av byggeplaner	12.12.2023	MGR	IVA	JSG
01	Beregninger oppdatert etter supplerende grunnundersøkelser	25.11.2020	IVA	JSG	JSG
00	Utarbeidet tegning	31.10.2019	IVA	JSG	ELR
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

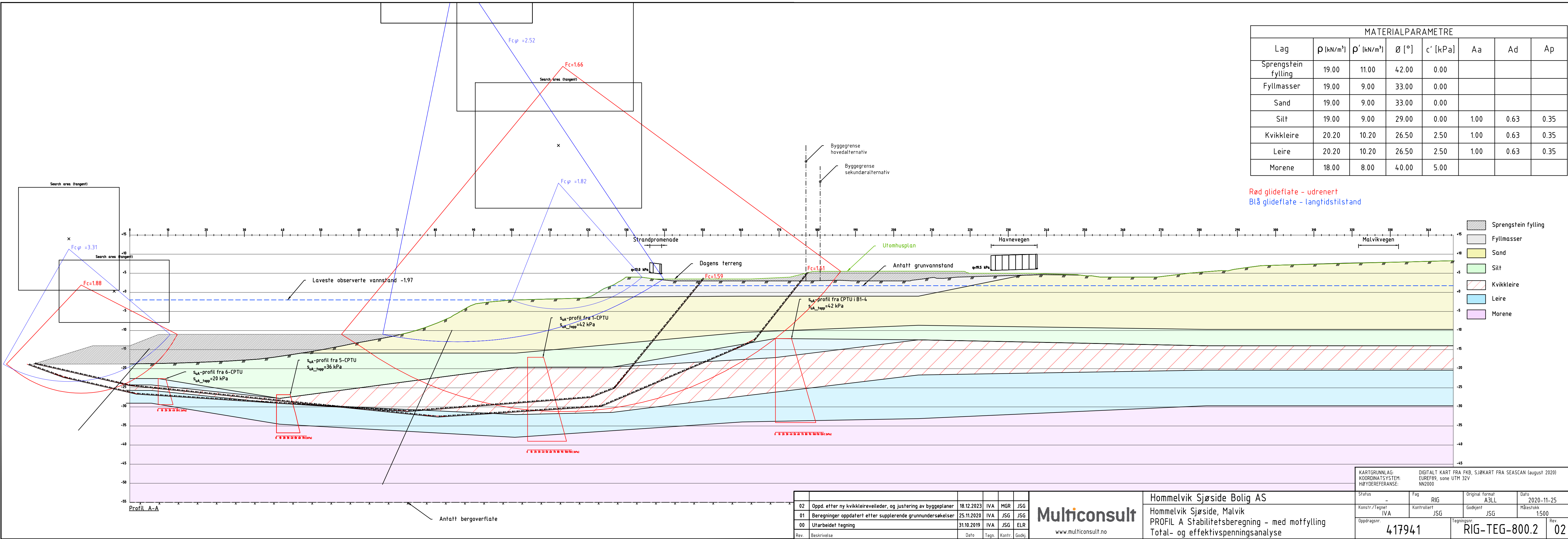
Multiconsult
www.multiconsult.no

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik
PROFIL A Stabilitetsberegning - dagens terreng
Total- og effektivspenningsanalyse

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB, SJØKART FRA SEASCAN (august 2020) EUREF89, sone UTM 32V NN2000		
Status	-	Fag	RIG	Original format
Konstr./Tegnet	IVA	Kontrollert	JSG	A3LL
Oppdragsnr.	417941	Tegningsnr.	ELR	Dato
				2019-10-31
				Målestokk
				1:500
				Rev.
				02

MATERIALPARAMETRE							
Lag	ρ [kN/m³]	ρ' [kN/m³]	$\emptyset$ [°]	c' [kPa]	Aa	Ad	Ap
Sprengstein fylling	19.00	11.00	42.00	0.00			
Fyllmasser	19.00	9.00	33.00	0.00			
Sand	19.00	9.00	33.00	0.00			
Silt	19.00	9.00	29.00	0.00	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.20	10.20	26.50	2.50	1.00	0.63	0.35
Leire	20.20	10.20	26.50	2.50	1.00	0.63	0.35
Morene	18.00	8.00	40.00	5.00			

Rød glideflate - udrenert
Blå glideflate - langtidstilstand

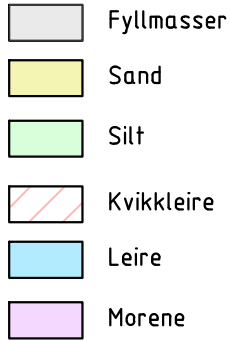


02	Oppd. etter ny kvikkleireveileder, og justering av byggeplaner	18.12.2023	IVA	MGR	JSG
01	Beregninger oppdatert etter supplerende grunnundersøkelser	25.11.2020	IVA	JSG	JSG
00	Utarbeidet tegning	31.10.2019	IVA	JSG	ELR
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik
PROFIL A Stabilitetsberegning - med motfylling
Total- og effektivspenningsanalyse

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB, SJØKART FRA SEASCAN (august 2020) EUREF89, sone UTM 32V NN2000	
Status	-	Fag	RIG
Konstr./Tegnet	IVA	Kontrollert	JSG
Oppdragsnr.	417941	Tegningsnr.	RIG-TEG-800.2
		Dato	2020-11-25
		Godkjent	JSG
		Målestokk	1:500
		Rev.	02



MATERIALPARAMETRE							
Lag	ρ [kN/m³]	ρ' [kN/m³]	$\emptyset$ [°]	c' [kPa]	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	33.00	0.00			
Sand	19.00	9.00	33.00	0.00			
Silt	19.00	9.00	29.00	0.00	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.20	10.20	26.50	2.50	1.00	0.63	0.35
Leire	20.20	10.20	26.50	2.50	1.00	0.63	0.35
Morene	18.00	8.00	40.00	5.00			

Rød glideflate - udrenert
Blå glideflate - langtidstilstand

01	Oppd. etter ny kvikkleireveileder, og justering av byggeplaner	12.12.2023	MGR	IVA	JSG	
00	Utarbeidet tegning	25.11.2020	IVA	JSG	JSG	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	

Multiconsult
www.multiconsult.no

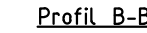
Hommelvik Sjøside Bolig AS

Hommelvik Sjøside, Malvik

PROFIL B Stabilitetsberegning - dagens terreng

Total- og effektivspenningsanalyse

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB, SJØKART FRA SEASCAN (august 2020) EUREF89, sone UTM 32V NN2000	
Status	Fag	Original format	Dato
-	RIG	A3LL	2020-11-25
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
IVA	JSG	JSG	1:500
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.
417941		RIG-TEG-801.1	01



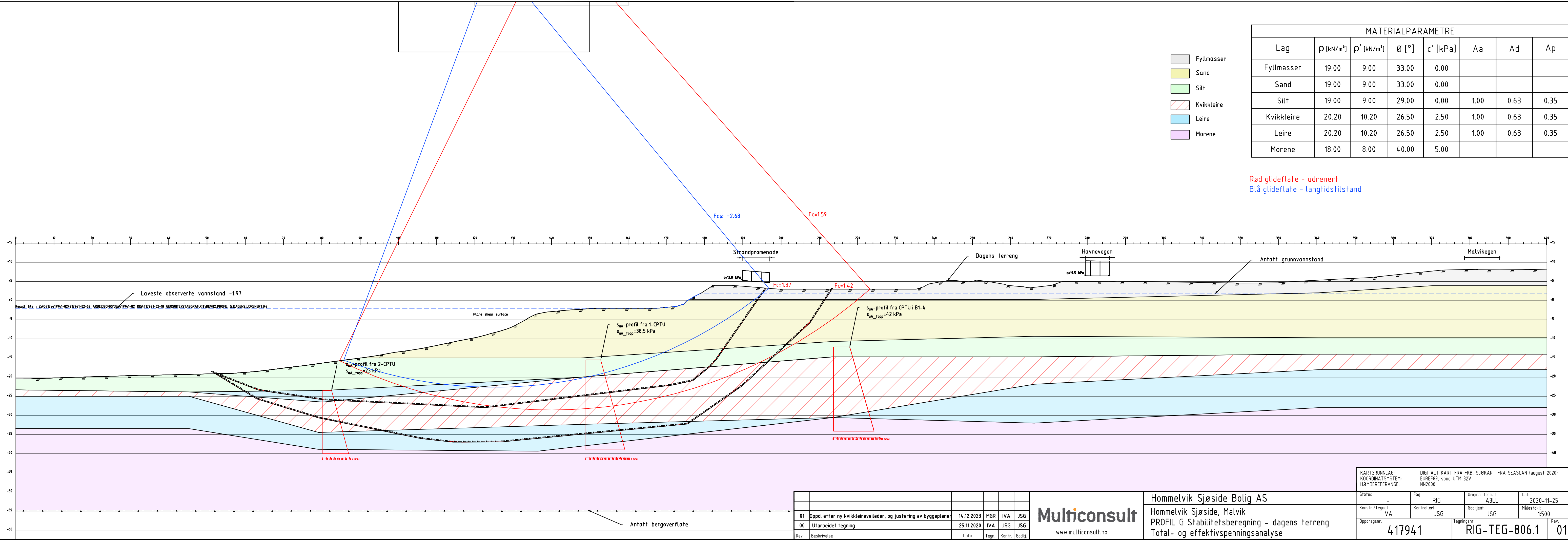
KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB, SJØKART FRA SEASCAN (august 2020) EUREF89, sone UTM 32V NN2000		
Status	-	Fag	Original format	Dato
		RIG	A3LL	2020-11-25
Konstr./Tegnet	IVA	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
		JSG	JSG	1:500
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.
417941		RIG-TEG-801.2		01

- Fyllmasser
- Sand
- Silt
- Kvikkleire
- Leire
- Morene

MATERIALPARAMETRE							
Lag	ρ [kN/m³]	ρ' [kN/m³]	$\emptyset$ [°]	c' [kPa]	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	33.00	0.00			
Sand	19.00	9.00	33.00	0.00			
Silt	19.00	9.00	29.00	0.00	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.20	10.20	26.50	2.50	1.00	0.63	0.35
Leire	20.20	10.20	26.50	2.50	1.00	0.63	0.35
Morene	18.00	8.00	40.00	5.00			

Rød glideflate - udrenert

Blå glideflate - langtidstilstand



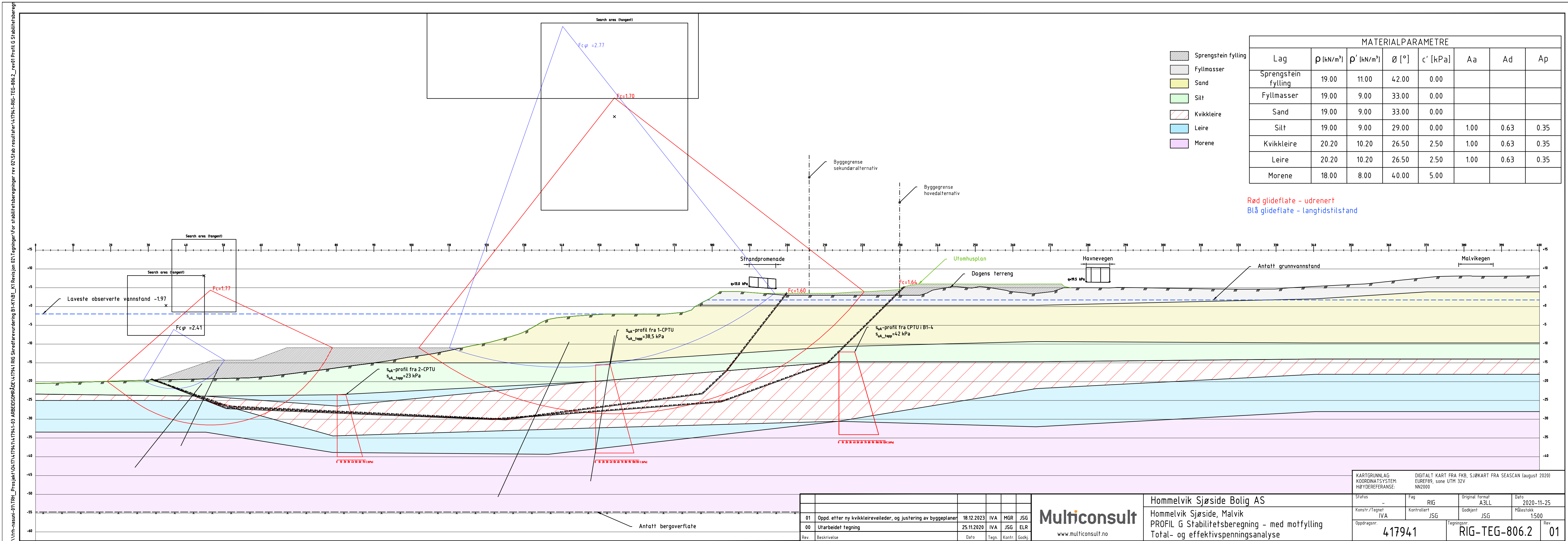
01	Oppd. etter ny kvikkleireveileder, og justering av byggeplaner	14.12.2023	MGR	IVA	JSG
00	Utarbeidet tegning	25.11.2020	IVA	JSG	JSG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

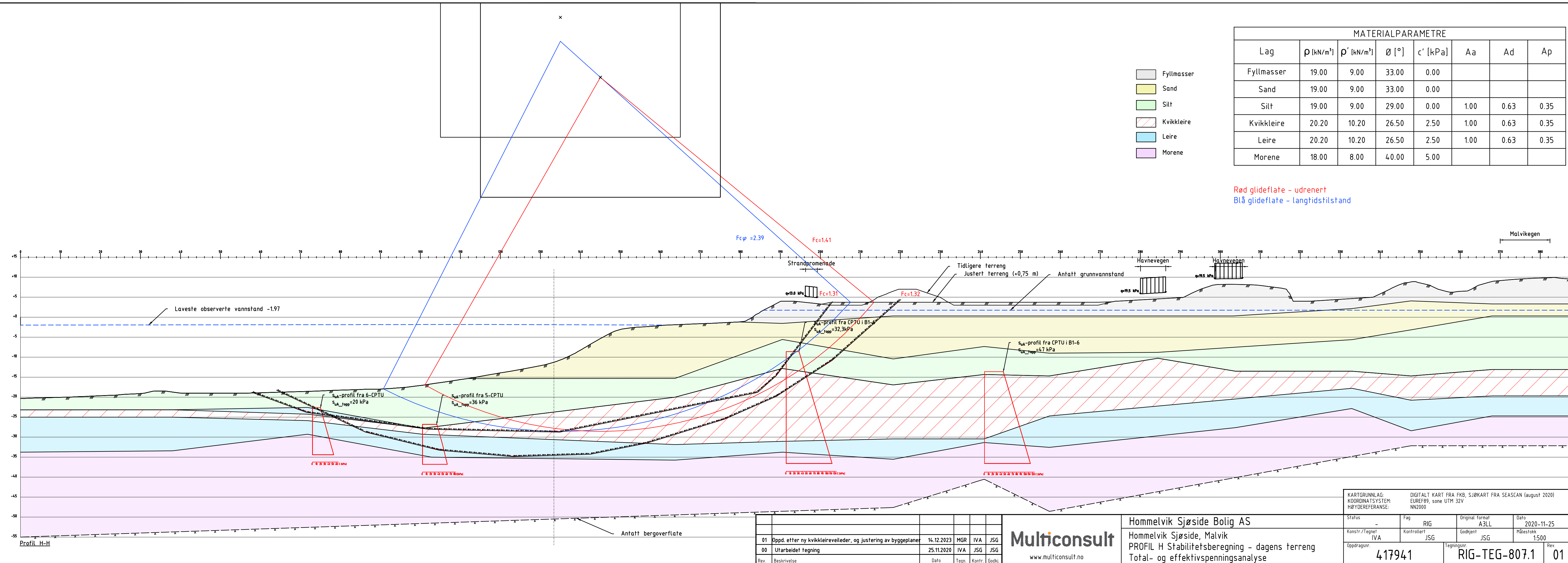
Multiconsult
www.multiconsult.no

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik
PROFIL G Stabilitetsberegning - dagens terreng
Total- og effektivspenningsanalyse

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB, SJØKART FRA SEASCAN (august 2020) EUREF89, sone UTM 32V NN2000			
Status	-	Fag	RIG	Original format	A3LL
Konstr./Tegnet	IVA	Kontrollert	JSG	Godkjent	JSG
Oppdragsnr.	417941	Tegningsnr.	RIG-TEG-806.1	Dato	2020-11-25
Rev.		Målestokk	1:500		

01

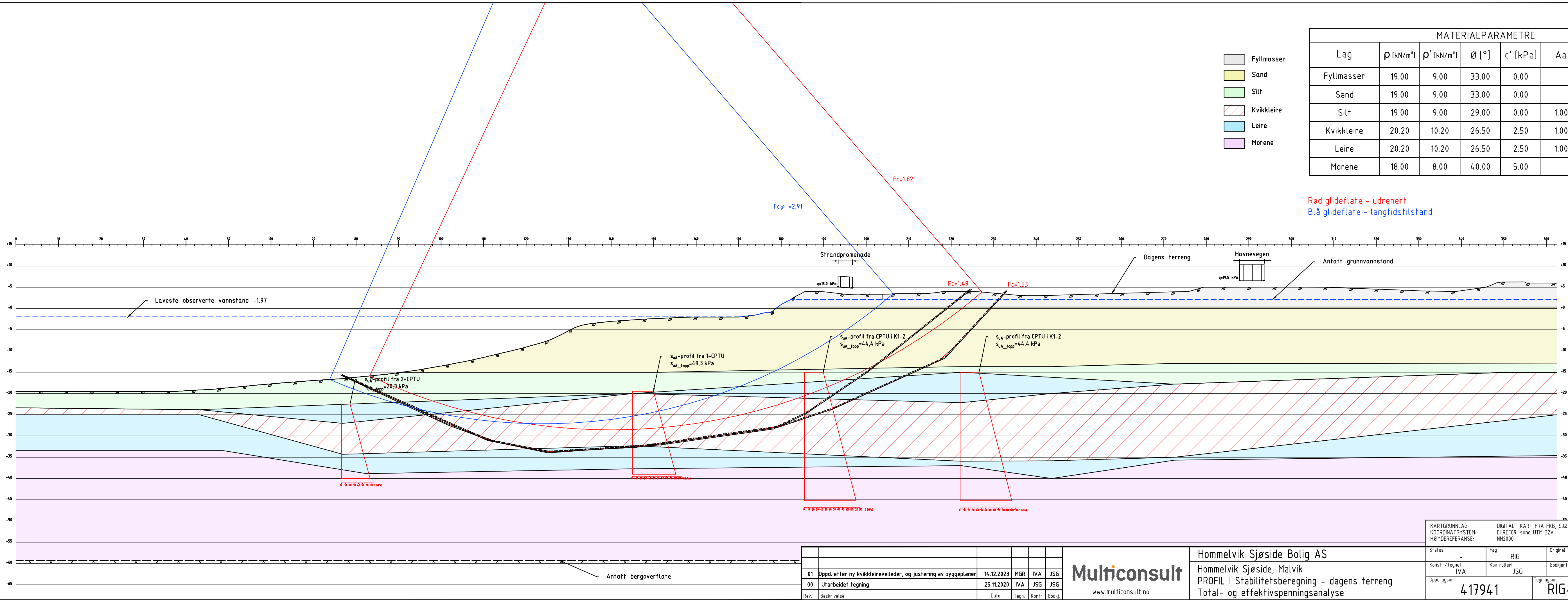




- Fyllmasser
- Sand
- Silt
- Kvikkleire
- Leire
- Morene

MATERIALPARAMETRE							
Lag	ρ [kN/m³]	ρ' [kN/m³]	ϕ [°]	c' [kPa]	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	33.00	0.00			
Sand	19.00	9.00	33.00	0.00			
Silt	19.00	9.00	29.00	0.00	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	20.20	10.20	26.50	2.50	1.00	0.63	0.35
Leire	20.20	10.20	26.50	2.50	1.00	0.63	0.35
Morene	18.00	8.00	40.00	5.00			

Rød glideflate - udrenert
Blå glideflate - langtidstilstand



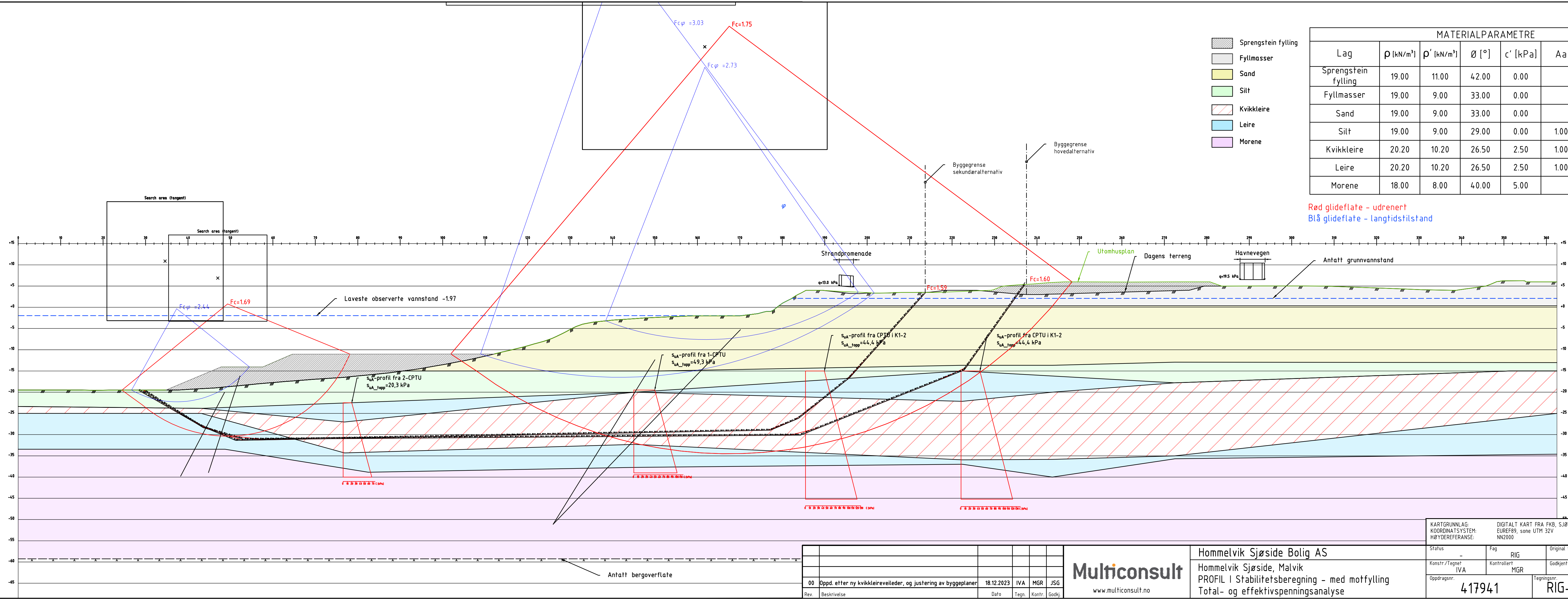
KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART FRA FKB, SJØKART FRA SEASCAN (august 2020) EUREF89, sone UTM 32V NN2000		
Status	-	Fag	RIG	Original format
Konstr./Tegnet	IVA	Kontrollert	JSG	A3LL
Oppdragsnr.	417941	Tegningsnr.	JSG	Dato
				2020-11-25
				Målestokk
				1:500
				Rev.
				01

01	Oppd. etter ny kvikkleireveileder, og justering av byggeplaner	14.12.2023	MGR	IVA	JSG
00	Utarbeidet tegning	25.11.2020	IVA	JSG	JSG
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik
PROFIL I Stabilitetsberegning - dagens terreng
Total- og effektivspenningsanalyse

\\h-nasuni-01\TRH_Projekt\1047\1\794\1\794-1\3 ARBEIDSDOKUMENTER\1\794-1\3 RIG Snekkefylling\02 Tegninger\02 Stabilitetsberegninger rev 02\Stab resultat\41794-1-RIG-TEG-808.2_rev00 Profil i Stabilitetsberegning



Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire

Prosjektnummer:	417941
Prosjektnavn:	Hommelvik Sjøside, B1 og K1
Utført av:	IVA
Kontrollert av:	JSG

Ref: [NGI, rapport: 20001008-2 rev 3 oktober 2008](#)

Dato:	10.12.2020
Rev:	01

Skadekonsekvens		Skadekonsekvens, score					Valgt score for prosjektet	Merknad/vurdering	Resulterende skadekonsekvens for prosjektet
Faktorer	Vektet tall	3	2	1	0				
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	0		Området innenfor kvikkleiresone er ikke bebygget per i dag.	0
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	2		Rema 1000 i sørlige delen av sone. Antall antatt.	6
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0		Ingen bebyggelse per i dag.	0
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	2		Kommunale veier.	4
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen	3		Nordlandsbanen. Baneprioritet 2.	6
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1		Distribusjonsnett.	1
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	1		Utløpsområdet ligger i sjøen. Eventuell flodbølge kan oversvømme område med vei (Havnevegen).	2
Sum		45	30	15	0				19
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %				42 %

Konsekvensklasse mindre alvorlig	Sum: 0-6
Konsekvensklasse alvorlig	Sum: 7-22
Konsekvensklasse meget alvorlig	Sum: 23-45

Evalueringen resulterer i følgende konsekvensklassifisering:
Konsekvensklasse alvorlig

Evaluering av faregrad		Faregrad, score					Valgt score for prosjektet	Merknad/vurdering	Resulterende faregrad for prosjektet
Faktorer	Vektet tall	3	2	1	0				
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3		Skred i 1964 i forbindelse med utfylling i sjøen på Nygården (nord for aktuelt område). Skred i 1942 i vestre del av bukta i Hommelvik. I 2005 NGI funnet spor etter store skred i fjorden utenfor Hommelvik.	3
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2		Total høydeforskjell i kritisk profil er ca. 21 m.	4
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1.0-1.2	1.2-1.5	1.5-2.0	>2.0	3		På grunn av dårlig kvalitet på de fleste ødometerforsøkene, er det vanskelig å si med sikkerhet hvilken overkonsolidering som gjelder for området. Siden leiren ligger såpass dypt, er det konservativt antatt leiren er normalkonsolidert.	6
Poretrykk	Overtrykk, kPa:	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	Målte poretrykk viser hydrostatisk fordeling med dybde.	0
	Undertrykk, kPa:	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		0
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3		Mektigheten på kvikkleirelaget varierer mellom 7 og 15 m i kritisk profil.	6
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3		Sensitivitet i kvikkleire målt høyere enn 100.	3
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0		Ingen tegn til erosjon.	0
Inngrep		3	Stor	Noe	Liten	2		Området er for en stor del oppfylt. Utenfor opprinnelig strandlinje er det foretatt innspyling av sand tatt opp fra sjøen. Etter hva vi kjenner til ble de innspylte sandmassene oppmudret utenfor Homlas utløp på 1980-tallet. Innenfor den opprinnelige strandlinjen og over de innspylte massene er det fylt opp med masser fra landsiden. Oppfylling av området vurderes å ha noe forverring av stabiliteten av skråningen mot sjøen.	6
	Forverring Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0		0
Sum		51	34	17	0				28
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %				55 %

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

Evalueringen resulterer i følgende faregradsklassifisering:
Faregradklasse høy

Risikoklasse (skadekonsekvens x faregrad)	2318
---	------

Risikoklasse 1	Tallverdi: 0 - 170
Risikoklasse 2	Tallverdi: 170 - 630
Risikoklasse 3	Tallverdi: 630 - 1900
Risikoklasse 4	Tallverdi: 1901 - 3200
Risikoklasse 5	Tallverdi: 3201 - 10 000

Evalueringen resulterer i følgende risikoklassifisering:
Risikoklasse 4

Vedlegg B

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Tolkning av materialparametere	3
1.1	Generelt	3
1.2	Tyngdetetthet	3
1.3	Forkonsolidering	3
1.3.1	Tolkningsmetoder	3
1.3.2	CPTU-tolkning	5
1.4	Udrenerte styrkeparametere	5
1.4.1	c_u fra enaks og konus	5
1.4.2	c_u fra treaksialforsøk	6
1.4.3	c_{uA} fra CPTU-sonderinger	6
1.4.4	SHANSEP	6
1.4.5	Anisotropiforhold	6
1.5	Drenerte materialparametere	7
1.6	Grunnvannsnivå og poretrykksforhold	7
2	Kvalitet grunnlagsdata	9
2.1	CPTU	9
2.2	Rutinedata	9
2.3	Ødometerforsøk	9
2.4	Treaksialforsøk	10

TEGNINGER

417941-RIG-TEG	-500.5	1-CPTU, Prekonsolideringstrykk σ'_c
	-500.6	1-CPTU, Overkonsolideringsgrad, OCR
	-500.7	1-CPTU, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
	-500.8	1-CPTU, Bæreevnemfaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet
	-501.5	2-CPTU, Prekonsolideringstrykk σ'_c
	-501.6	2-CPTU, Overkonsolideringsgrad, OCR
	-501.7	2-CPTU, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
	-501.8	2-CPTU, Bæreevnemfaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet
	-502.5	5-CPTU, Prekonsolideringstrykk σ'_c
	-502.6	5-CPTU, Overkonsolideringsgrad, OCR
	-502.7	5-CPTU, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
	-502.8	5-CPTU, Bæreevnemfaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet
	-503.5	6-CPTU, Prekonsolideringstrykk σ'_c
	-503.6	6-CPTU, Overkonsolideringsgrad, OCR
	-503.7	6-CPTU, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
	-503.8	6-CPTU, Bæreevnemfaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet
	-504.5	9-CPTU, Prekonsolideringstrykk σ'_c
	-504.6	9-CPTU, Overkonsolideringsgrad, OCR
	-504.7	9-CPTU, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
	-504.8	9-CPTU, Bæreevnemfaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet
	-505.5	B1-4, Prekonsolideringstrykk σ'_c
	-505.6	B1-4, Overkonsolideringsgrad, OCR
	-505.7	B1-4, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
	-505.8	B1-4, Bæreevnemfaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet
	-506.5	B1-6, Prekonsolideringstrykk σ'_c
	-506.6	B1-6, Overkonsolideringsgrad, OCR
	-506.7	B1-6, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
	-506.8	B1-6, Bæreevnemfaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet
	-507.5	K1-2, Prekonsolideringstrykk σ'_c
	-507.6	K1-2, Overkonsolideringsgrad, OCR
	-507.7	K1-2, Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet

-507.8	K1-2, Bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet
-400.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, BP. 5, d=10,7 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
-400.2	Ødometerforsøk, CRS-rutine, BP. 5, d=10,7 m. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ
-450.1	Aktivt treksialforsøk, BP. 5, d=10,4m, Spenningssti i skjærfase, $\sigma'_r - \tau$ plott (NTNU). Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon
-075.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, B1-4, d=23,38 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
-076.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, B1-4, d=26,45 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
-075.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, B1-6, d=21,35 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
-075.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, B1-6, d=23,60 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
20120409-01-R	-F1 Oedometer test (CRSC), Borhull 2, d=21,23 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
	-F2 Oedometer test (CRSC), Borhull 2, d=21,23 m. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ
20091622-00-19-R	-H1 Oedometer test (CRSC), Borhull 4, d=12,46 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
	-H3 Oedometer test (CRSC), Borhull 4, d=12,46 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
	-H4 Oedometer test (CRSC), Borhull 4, d=14,35 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
	-H6 Oedometer test (CRSC), Borhull 4, d=14,35 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
20091622-00-41-R	-F2 Oedometer test (CRSC), Borhull 18, d=19,23 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
	-F3 Oedometer test (CRSC), Borhull 18, d=19,23 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
	-F5 Oedometer test (CRSC), Borhull 18, d=21,2 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
	-F6 Oedometer test (CRSC), Borhull 18, d=21,2 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
	-F8 Oedometer test (CRSC), Borhull 18, d=23,43 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
	-F9 Oedometer test (CRSC), Borhull 18, d=23,43 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v . Tolkning av σ_c' og OCR
6080603	-134 Trinnavis ødometer. Borpunkt G5, d=22,45 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, og M. Tolkning av σ_c' og OCR
	-135 Trinnavis ødometer. Borpunkt G5, d=23,65 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, og M. Tolkning av σ_c' og OCR
	-136 Trinnavis ødometer. Borpunkt G5, d=25,45 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, og M. Tolkning av σ_c' og OCR
	-137 Trinnavis ødometer. Borpunkt G5, d=31,45 m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, og M. Tolkning av σ_c' og OCR

1 Tolkning av materialparametere

1.1 Generelt

Tolkning av beregningsparametere er utført med bakgrunn i resultat av utførte CPTU-sonderinger, opptatte 54 mm prøveserier som er rapportert i datarapporter i Tabell 2-1 i hovedtekst og empiriske korrelasjoner. Tidligere CPTU-sonderinger er tolket på nytt basert på oppdaterte poretryksdata fra piezometerne installert i borpunkt B1-4.

1.2 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. håndbok V220 [28].

Tyngdetettheten er satt til 19 kN/m³ i friksjonsmassene. I leirlaget er den satt til 20,2 kN/m³. I morene benyttes det tyngdetettheten på 18 kN/m³.

1.3 Forkonsolidering

1.3.1 Tolkningsmetoder

Forkonsolideringsspenning σ'_c og overkonsolideringsforhold OCR tolkes ut normalt i fra ødometerforsøk og CPTU-sonderingene. Data tolket fra CPTU benyttes til å inter- og ekstrapolere mellom resultatene fra ødometerforsøk mot dybden. Det kan benyttes tolkning fra CPTU både på spissmotstands- og poretrykksbasis. Følgende korrelasjoner benyttes i dette prosjektet som støtte til valg av designlinje:

Tabell 1 Tolkningsmetoder forkonsolideringsspenning

Referanse	Tolkningsmetode	Merknader	Forklaringer
Karlsrud et al. (2005)	$\sigma'_c = \sigma'_{v0} * OCR_i$	Spissmotstandsbasis og poretrykksbasis, semiteoretisk	$OCR_1 = 10^{\left(\frac{A-Bq}{B}\right)}$ $OCR_2 = 10^{\left(\frac{(\Delta u - \sigma'_{v0}) - A}{B}\right)}$ $OCR_3 = \left(\frac{Q_t}{A}\right)^B$

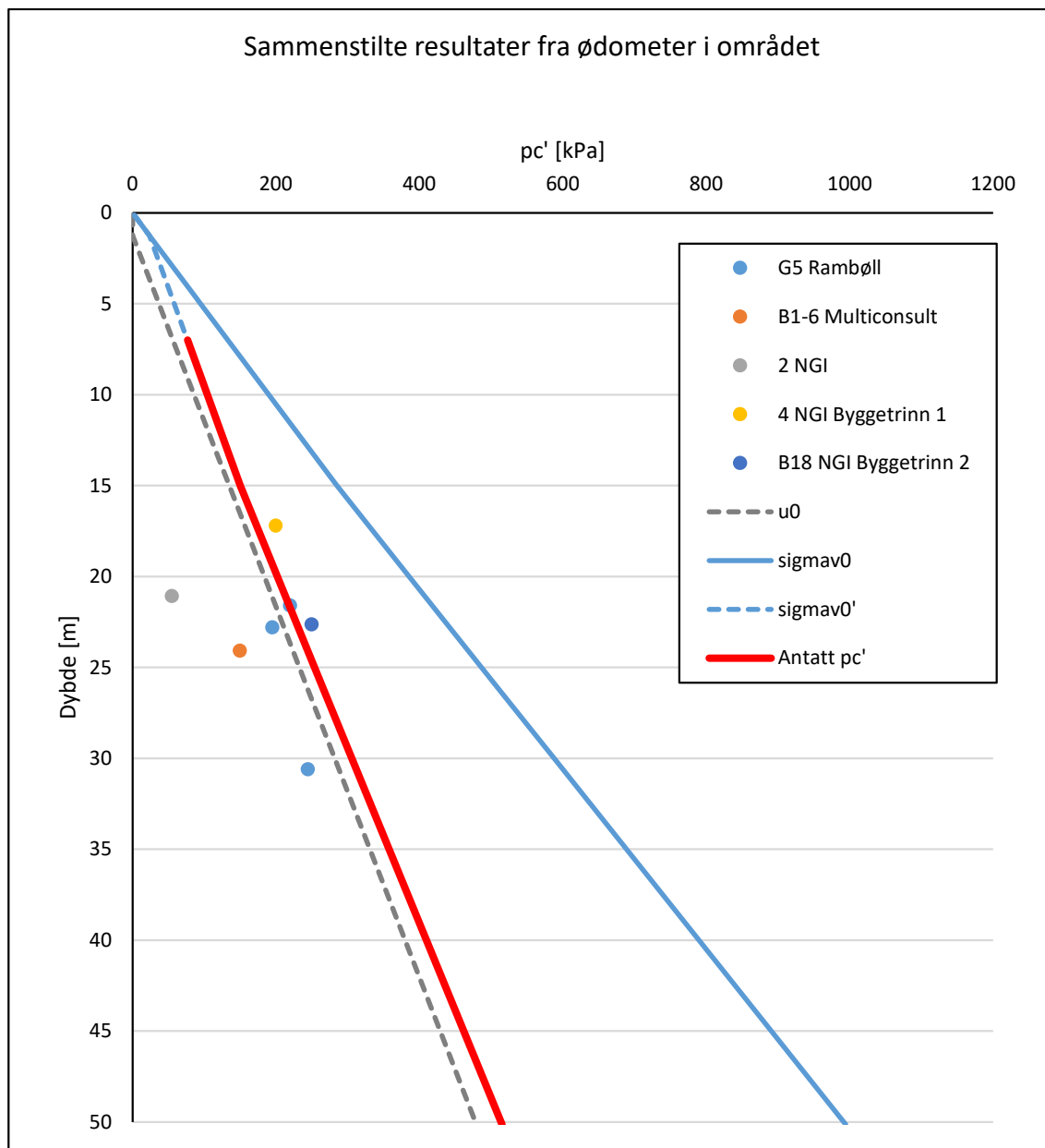
Tabell 2 A og B parametere (Karlsrud et al. 2005)

Referanse	S _t	A	B
OCR ₁	>15	1,15	0,67
	<=15	0,88	0,51
OCR ₂	>15	2,5	6,0
	<=15	2,4	4,0
OCR ₃	>15	2	1,11
	<=15	3	1,20

Marin grense i området ligger på ca. kote +175. Dermed er det sannsynlig at leiren i utbyggingsområdet er overkonsolidert. Ødometerforsøk utført på prøver fra området for byggetrinn B1-K1 og like i nærheten er gjennomgått. Det ble oppdaget svært dårlig kvalitet på de fleste forsøkene. Det er dermed vanskelig å si med sikkerhet hvilken overkonsolidering som gjelder for området. Tabell 3 viser tolkning av utførte ødometerforsøk som er vurdert som «tolkbar».

Figur 1 viser antatt forkonsolideringsspenning. Siden leiren ligger såpass dypt, er det konservativt antatt leiren er normalkonsolidert.

I forbindelse med supplerende grunnundersøkelser i oktober 2020, ble det utført ødometerforsøk i borpunkt 5 som ligger i sjøen på kote -16,8. Ødometerforsøk på prøve fra 10,7 m under sjøbunn viser en prekonsolideringsspenning på 150 kPa, og OCR på ca. 1,56.



Figur 1 Sammenstilling av resultater fra ødometerforsøk utført på området. Rød linje er antatt forkonsolideringsspenning som er lagt til grunn for antatt OCR-profil. Alle dybder er justert til B1-4.

Tabell 3 Tolkning av overkonsolideringsgrad fra ødometerforsøk

BP	Dybde (m)	σ_{v0}' (kPa)	Tolket fra ødometerforsøk			OCR [kPa]
			σ_c' (kPa)	M_{oc} (MPa)	m_{NC} (-)	
G5	22,45	232	220	6	8	0,9
G5	23,65	245	195	7,8	16	0,8

(G5)	(25,45)	263	Granulær oppførsel	-	(110)	-
B						
σ_{50}	31,45	326	245	9,4	7	0,8
r_{B1-6}	23,60	235	150	6,5	11	0,6
e_2	21,23	216	55	5	41	0,3
$v_n(4)$	(14,35)	171	(200)	-	(20)	1,2
$e(B18)$	(23,43)	244	(250)	-	(21)	1,0
f_{5a}	10,70	96,3	150	4	19	1,56

k

torer

1.3.2 CPTU-tolkning

Verdier for bæreevnefaktoren for CPTU-tolkninger av udrenert skjærstyrke kan etableres både empirisk og teoretisk. Vanligvis bestemmes verdier for bæreevnefaktor ut fra korrelasjoner etablert på resultater fra anisotropiske konsoliderte treaksialforsøk på blokkprøver med høy kvalitet som er benyttet som referanser. Korrelasjoner for tolkning av bæreevnefaktorer er angitt i Tabell 4 og Tabell 5, både på poretrykksbasis og basert på spissmotstand.

Tabell 4 Oversikt korrelasjoner for bæreevnefaktorer bestemt ut fra korrelasjoner mot B_q (Lunne et al. 1997)

Tolkningsmetode	Empirisk middelvariasjon bæreevnefaktor
Poretrykksbasis, $N_{\Delta u} = f(B_q)$	$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 \cdot B_q$
Spissmotstand, $N_{kt} = f(B_q)$	$N_{kt} = 18,7 - 12,5 \cdot B_q$
Effektivspissmotstandsbasis, $N_{ke} = f(B_q)$	$N_{ke} = 13,8 - 12,5 \cdot B_q$

Tabell 5 Oversikt korrelasjoner for bæreevnefaktorer bestemt ut fra korrelasjoner mot OCR, S_v , I_p og B_q for sensitivitet større enn 15 (Karlsrud et al. 2005)

Tolkningsmetode	Empirisk middelvariasjon bæreevnefaktor
Poretrykksbasis, $N_{\Delta u} = f(OCR, I_p)$	$N_{\Delta u} = 9,8 + 4,5 \cdot \log OCR$
Spissmotstand, $N_{kt} = f(OCR, I_p)$	$N_{kt} = 8,5 - 2,5 \cdot \log OCR$
Effektivspissmotstandsbasis, $N_{ke} = f(B_q)$	$N_{ke} = 12,5 - 11 \cdot B_q$

I tolkningsprosedyren viste det seg at tolkningene basert på N_{ke} -faktoren ga større variasjon og avvik fra forventede resultater, og ble derfor benyttet i mindre grad enn de andre to bæreevnefaktorer.

1.4 Udrenerte styrkeparametere

1.4.1 c_u fra enaks og konus

Verdier for c_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger betraktet som verdier for gjennomsnittlig skjærstyrke, c_u . Verdier er oppgitt som referanse i plot for c_{uA} -tolkning uten noen omregning. Verdiene er ikke tillagt særlig vekt i tolkning av profil for opptredende aktiv udrenert skjærfasthet, men er i større grad benyttet for å vurdere prøveforstyrrelse.

1.4.2 c_u fra treksialforsøk

Det er ikke utført treksialforsøk på noen av prøvene fra området.

1.4.3 c_{uA} fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærstyrke er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer ref. Tabell 4 og Tabell 5. For bløte, finkornige masser med relativt homogene forhold, betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis normalt som den mest egnede metoden. c_{uA} fra CPTU tolkes fra følgende korrelasjoner:

Tabell 6 Oversikt tolkningsmetoder aktiv skjærfasthet

Tolkningsmetode	Merknader	Forklaringer
$c_{uA} = \frac{q_n}{N_{kt}}$	Spissmotstandsbasis	N_{kt} = Bæreevnefaktor q_n = Netto spissmotstand fra CPTU sondering
$c_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}}$	Poretrykksbasis	$N_{\Delta u}$ = Bæreevnefaktor Δu = Poreovertrykk fra CPTU ($\Delta u = u_2 - u_0$)

1.4.4 SHANSEP

Udrenert skjærfasthet er nært relatert til in situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad OCR. Udrenert skjærfasthet øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av OCR. Udrenert skjærfasthet avhengig av OCR kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet (Ladd & Foott 1974):

$$c_{uA} = \alpha * OCR^m * \sigma'_0$$

Der:

- α = Stigningstall som varierer vanligvis mellom 0,27 og 0,32 for aktiv skjærstyrke
- OCR = Overkonsolideringsgrad = σ'_c / σ'_{v0}
- m = Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,6 og 0,9 avhengig av leire og forsøkstype
- σ'_{v0} = In situ vertikal effektivspenning

SHANSEP-parametere som best passer de øvrige CPTU-tolkninger i området på land er $\alpha = 0,28$ og $m = 0,70$, utsatt K1-2 hvor det er brukt $\alpha = 0,25$ og $m = 0,65$. For tolkninger av nye utførte CPTU sonderinger i sjø, passer best SHANSEP-parametere $\alpha = 0,30$ og $m = 0,70$.

I beregningene reduseres c_{uA} med 15% i laget med sprøbruddmateriale.

I beregningsprofiler er skjærfasthetsprofiler for B1-4, B1-6 og K1-2 benyttet for utbyggingsområdet. I marbakken er det benyttet skjærstyrkeprofiler for 1-CPTU-1, 2-CPTU, 5-CPTU, 6-CPTU og 9-CPTU.

Skjærstyrkeprofiler tolket fra CPTU vises i tegninger 417941-RIG-TEG-50X.7 på baksiden av dette vedlegget.

1.4.5 Anisotropiforhold

Tabell 7 oppsummerer anvendte ADP-faktorer i udrenerte materialer:

Tabell 7 Oversikt over valgte ADP-faktorer

Material	c_{uA} -koeffisient	c_{uD} -koeffisient	c_{uP} -koeffisient
Leire	1,00	0,63	0,35
Sprøbruddmateriale	0,85	0,63	0,35

Verdiene for anisotropikoeffisientene ligger på den konservative siden det antas at plastisitetsindeks IP alltid er mindre eller lik 10 %.

1.5 Drenerte materialparametere

Effektivspenningsparametere er valgt på grunnlag av erfaringsverdier fra Statens vegvesens håndbok V220, og fra utførte CPTU-sonderinger i sjøen. Friksjonsvinkel i løst lagret sand antas å være 33° ($\tan \phi_k = 0,65$), og i bløt silt 29° ($\tan \phi_k = 0,55$). Det antas attraksjon $a=0$ kPa.

Friksjonsvinkel i leirlaget er satt til $26,5^\circ$ og attraksjon til 5 kPa basert på utført treaksialforsøk i borpunkt 5 (prøve fra 10,4 m dybde under sjøbunn).

De gamle fyllmassene på toppen er lagt inn med samme friksjonsvinkel og tyngdetetthet som løst lagret sand.

Motfyllingen som skal etableres i sjø er lagt inn i beregningene med en friksjonsvinkel på 42° , attraksjon på 0 kPa, og tyngdetetthet 19 kN/m³.

Drenert materialparametere i de øvrige lagene er gitt i Tabell 8.

Tabell 8 Drenert materialparametere i de øvrige materialene benyttet i stabilitetsanalysene

Materiale	Tyngdetetthet γ [kN/m ³]	Tyngdetetthet effektiv γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	Kohesjon c [kPa]	Attraksjon a [kPa]
Sprengstein fylling	19	9	42	0	0
Fyllmasser	19	9	33	0	0
Sand	19	9	33	0	0
Silt	19	9	29	0	0
Kvikkleire/Sprøbrudd	20,2	10,2	26,5	2,5	5
Leire	20,2	10,2	26,5	2,5	5
Morene	18	8	40	5	6

1.6 Grunnvannsnivå og poretrykksforhold

Tidevannet i 2019 varierer mellom kote $\pm 1,7$ m i NN2000. Laveste vannstand er på -1,97 m basert på målinger i 1994. Laveste astronomiske tidevann er på -1,7 m. Laveste observerte vannstand er benyttet i stabilitetsberegningene.

Som utgangspunkt for modellering av grunnvannstand ble det benyttet målinger fra de installerte elektriske piezometerne ved borpunkt B1-4 (kote +2,9). Disse ble installert i leirlaget på 20 og 26 m dybde for bedre tolking av tidligere utførte CPTU. Disse logger poretrykket en gang i timen for å registrere ev. tidevanns- og sesongvariasjoner i poretrykket.

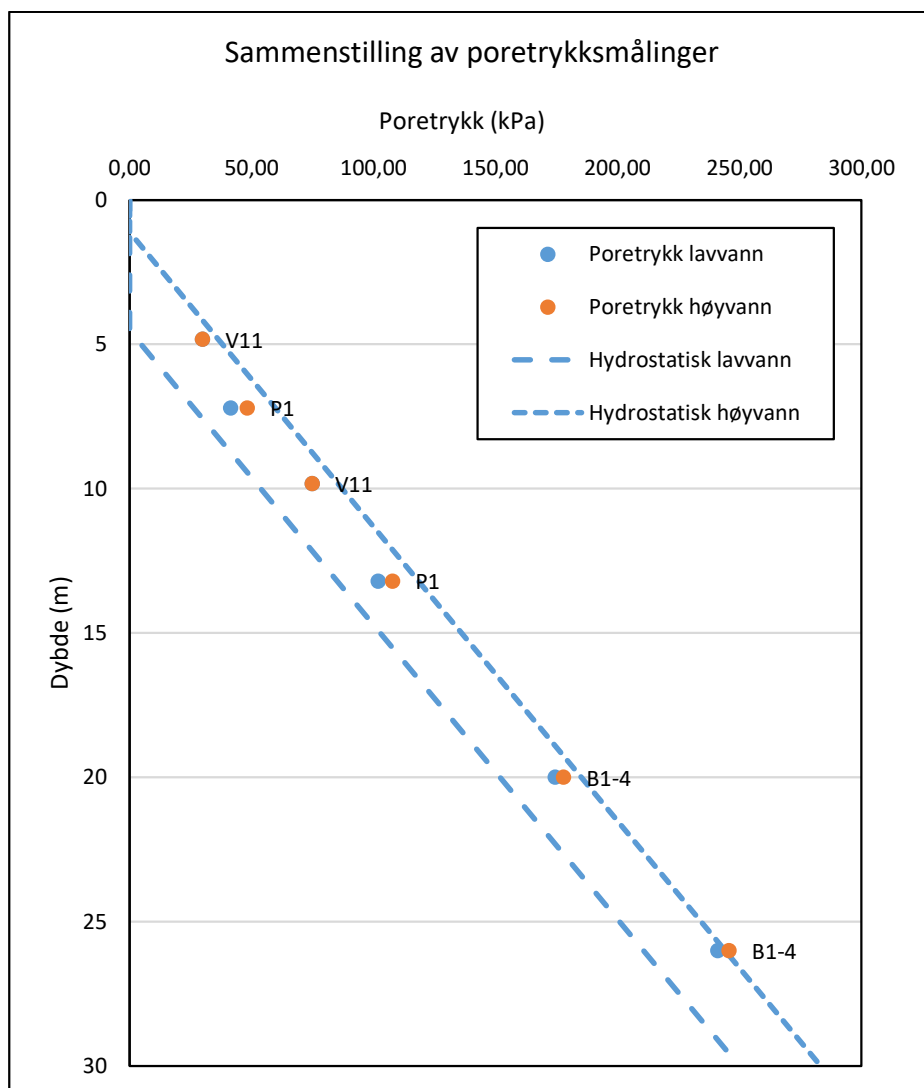
Det har vært tørt i området siden installasjon av poretrykksmålerne.

Poretrykket er påvirket av tidevannet. På 20 m er varierer det mellom 174,6 og 178,0 kPa, og på 26 m mellom 241,2 og 245,8 kPa. Poretrykket er ikke påvirket av nedbøsmengdene som kom i midten av august. I beregningene og tolking av CPTU legges det høyeste poretrykket til grunn.

Det vises til tegning nr.-350.1 i datarapport 417941-RIG-RAP-001_rev01 for detaljer vedr. de enkelte målepunkter og avlesninger.

På naboområde B2-6 mot sørvest, har imidlertid NGI tidligere utført poretrykksmåling (borpunkt V11, ref. [5]). Av NGI sin rapport 20140383-01-R fremkommer det et grunnvannsnivå på mellom ca. kote +0,5 og +1,0 over en periode på ca. 4 uker i juli 2014. Noen nærmere sammenheng med nedbør og/eller havnivå syns å ikke være vurdert. I tillegg ble det installert poretrykksmålere på området for Hommelvik Sjøside Bolig AS i forbindelse med byggetrinn 1 (borpunkt P1 i NGI sin rapport 20091922-00-19-R ref. [10]).

Alle poretrykksmålingene er sammenstilt i Figur 2. Dybdene i V11 og P1 er korrigert til å stemme overens med terrengnivået for B1-4.



Figur 2 Sammenstilte poretrykksmålinger. Alle dybder er justert til B1-4.

2 Kvalitet grunnlagsdata

2.1 CPTU

CPTU-sonderinger utførte i borpunkter B1-4, B1-6, K1-2, 1-CPTU-1, 2-CPTU, 5-CPTU, 6-CPTU og 9-CPTU i området for byggetrinn B1-K1 havner i anvendelsesklasse 1 og vurderes generelt å være av god kvalitet, ref. dokumentasjon måledata vedlagt datarapport 417941-RIG-RAP-001_rev01 og 417941-RIG-RAP-008_rev00.

CPTU-sonderinger utført i borpunkter M2 og M5 viser noe avvik i poretrykksresponsen, ref. datarapport 415530-RIG-RAP-001_rev00.

2.2 Rutinedata

Ut fra bruddtøying på enaksforsøkene vurderes generelt prøvene å være av god/akseptabel kvalitet. Dypere prøver som viser høy bruddtøying vurderes å være forstyrret.

Enaksiale trykkforsøk fra supplerende grunnundersøkelser utført i borpunkt 5 viser bruddtøying fra 7-10 %. I tillegg var sylinder som inneholder prøven fra 8,2 – 9,0 m dybde skadet, og måtte kappes ved prøveåpning. Det var ikke mulig å utføre treaksial- og ødometerforsøk da prøven var meget forstyrret. Prøven fra 14,2-15,0 m dybde er identifisert av laben som forstyrret.

2.3 Ødometerforsøk

Ødometerforsøk utført på prøver fra området for byggetrinn B1-K1 og like i nærheten er gjennomgått. Tabell 9 viser oppsummering av gjennomgått ødometerforsøk for tolkning av overkonsolidering.

Ødometerforsøk ved dybde 23,60 m i borpunkt B1-6 og ved 21,23 m dybde i borpunkt 2 viser enten en antydning eller en tydelig overgang fra normalkonsolidert- til overkonsolidert område. Andre forsøkene gir ikke noe tydelige resultater og disse testene kan ikke tolkes entydig.

Tabell 9 Ødometerforsøk gjennomgått for tolking av overkonsolidering

Virksomhet	Rapport nr.	Borhull	Dybde (m)	Byggetrinn	Kommentar	Tegning nr.
NGI	20091622-00-19-R	4	12,46 14,35	Byggetrinn 1	Ikke tolkbar Under tvil	H1, H3 H4, H6
NGI	20091622-00-41-R	B18	19,23 21,20 23,43	Byggetrinn 2	Ikke tolkbar Ikke tolkbar Under tvil	F2, F3 F5, F6 F8, F9
NGI	20120409-01-R (foreløpig)	2	21,23 23,45	B1-K1	Ok Ikke tolkbar	F1 F2
Multiconsult	417941-RIG-RAP-001	B1-4	23,38 26,45	B1-K1	Ikke tolkbar Ikke tolkbar	-075.1 -076.1
Multiconsult	417941-RIG-RAP-001	B1-6	21,35 23,60	B1-K1	Ikke tolkbar Ok	-077.1 -078.1
Rambøll	6080603-1	G5	22,45 23,65 25,45 31,45	Gevingsåsen tunnel	Ok Ok Under tvil Ok	134 135 136 137

Multiconsult	417941-RIG-RAP-008	5	10,7	B1-K1	Ok	-400.1, -400.2
--------------	--------------------	---	------	-------	----	-------------------

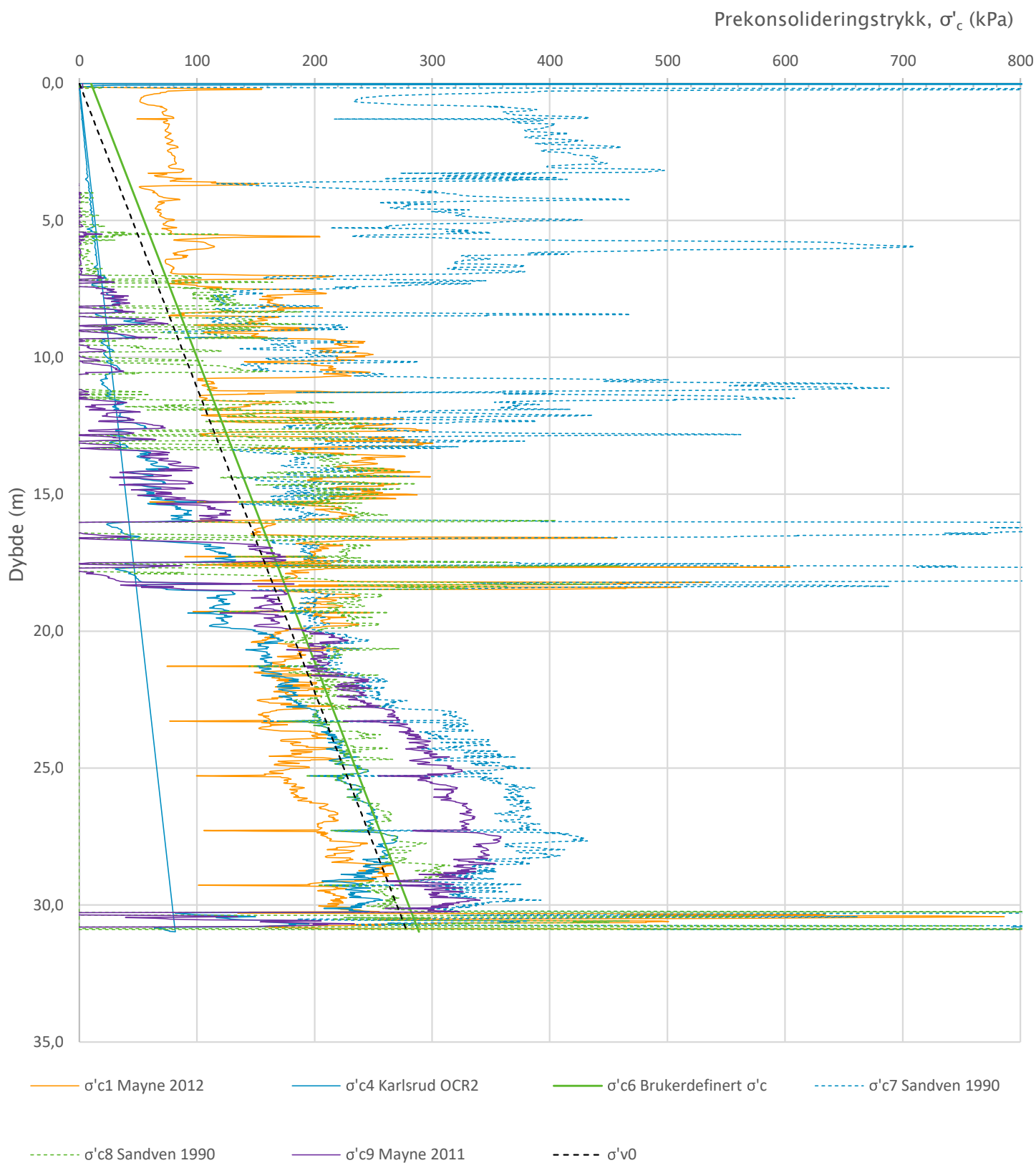
Tolkninger av prekonsolideringstrykk fra ødometerforsøk er vist i tegninger listet opp i Tabell 9. Tegningene finnes på baksiden av dette vedlegget.

2.4 Treksialforsøk

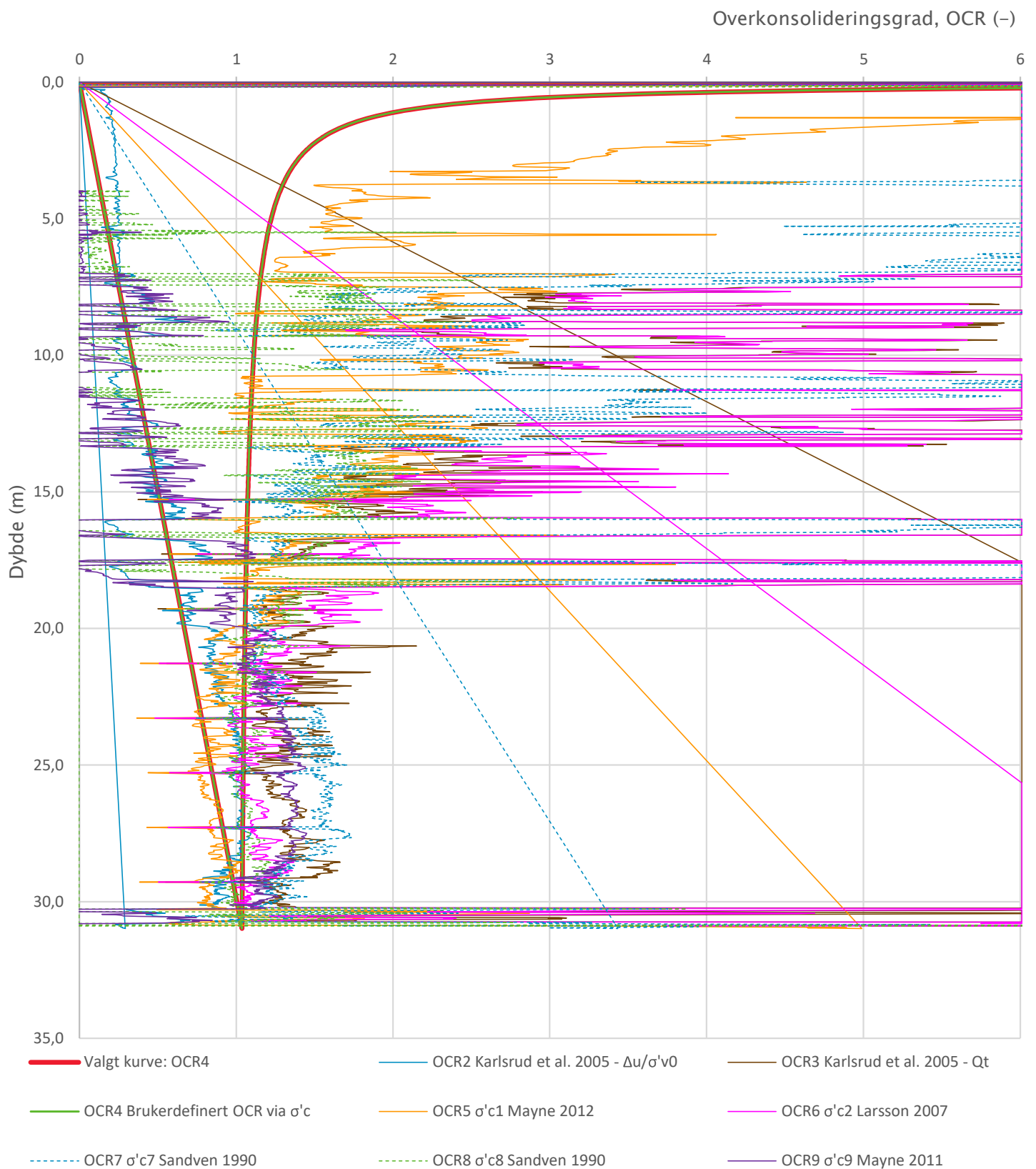
Treksialforsøk utført på prøver fra borhull 5 (supplerende grunnundersøkelser) viser dårlig prøve kvalitet, se Tabell 10.

Tabell 10 Klassifisering av treksialforsøk iht. NGF melding 11 og håndbok V220

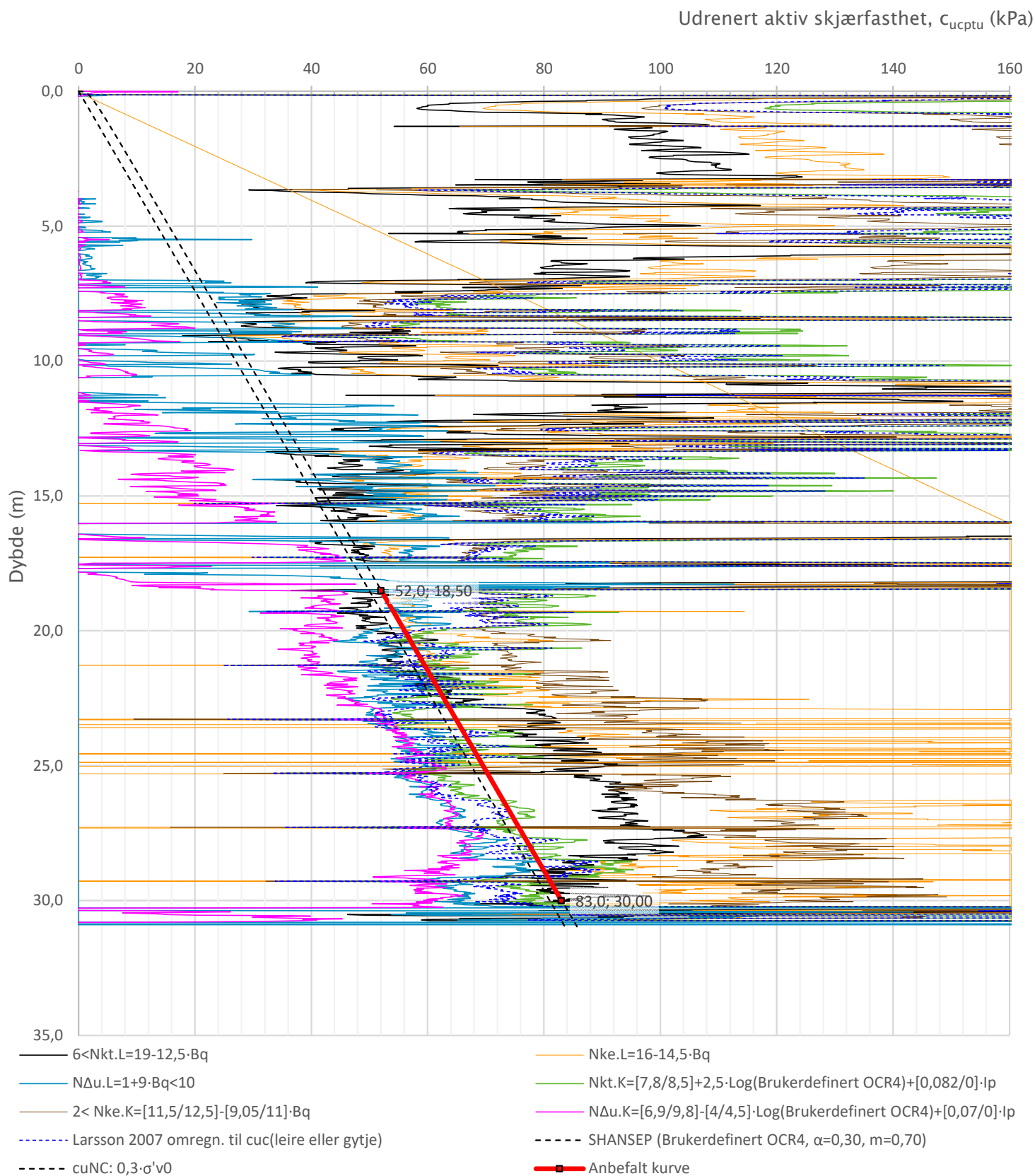
Borpunkt	Dybde [m]	Poretallsendring, $\Delta e/e_0$	Vurdering iht. NGF melding 11	Utpresset porevann, volum-%	Vurdering iht. håndbok V220
5	10,4	0,113	Dårlig	5,47	Dårlig forsøk



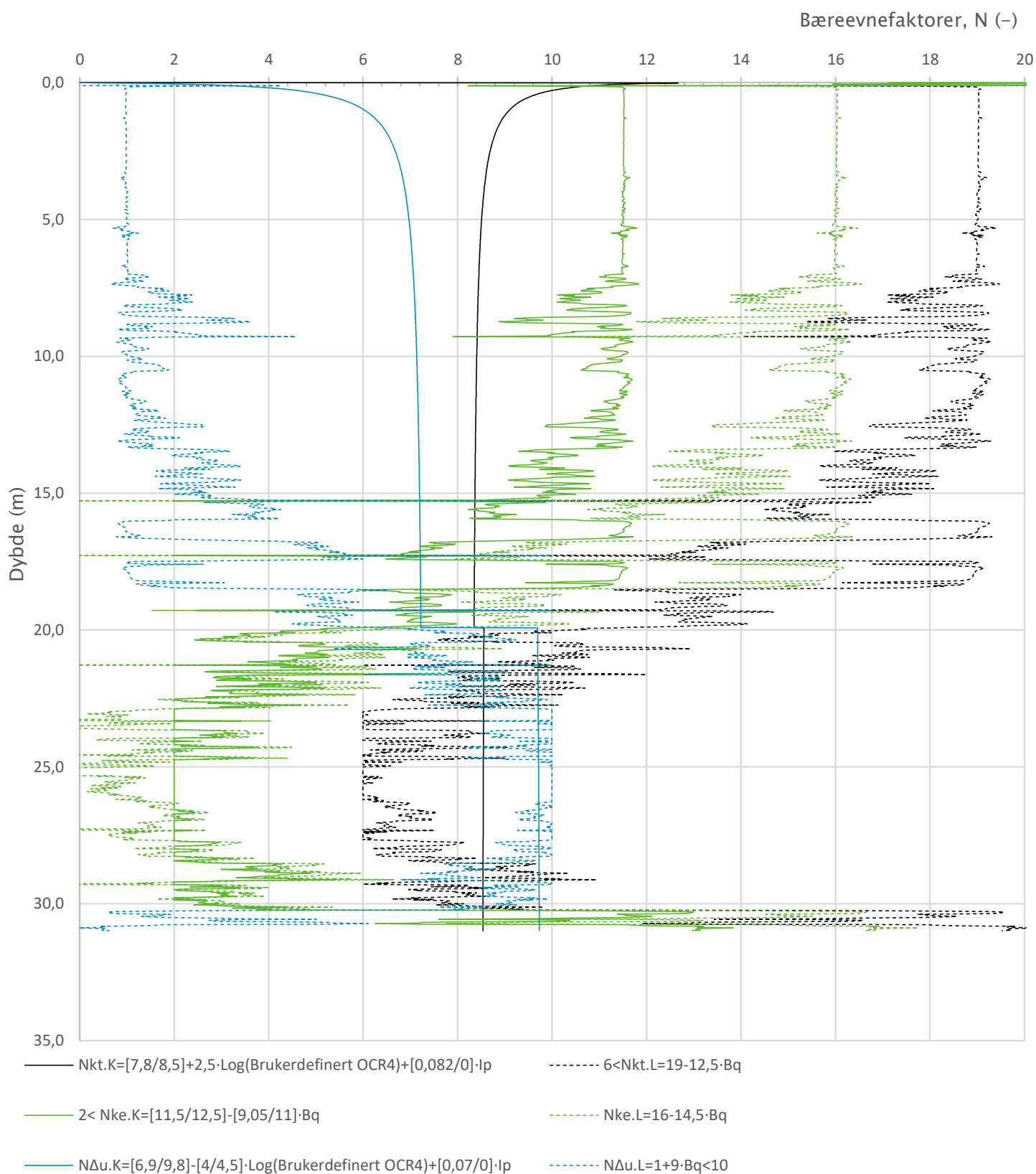
Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote -2
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1-K1							1-CPTU
Innhold							Sondenummer
Prekonsolideringstrykk, σ'c							5288
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse			
	IVA	ANG	JSG	1			
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG			
	Multiconsult	28.10.2020	0	500.5			
			Rev. dato	25.11.2020			



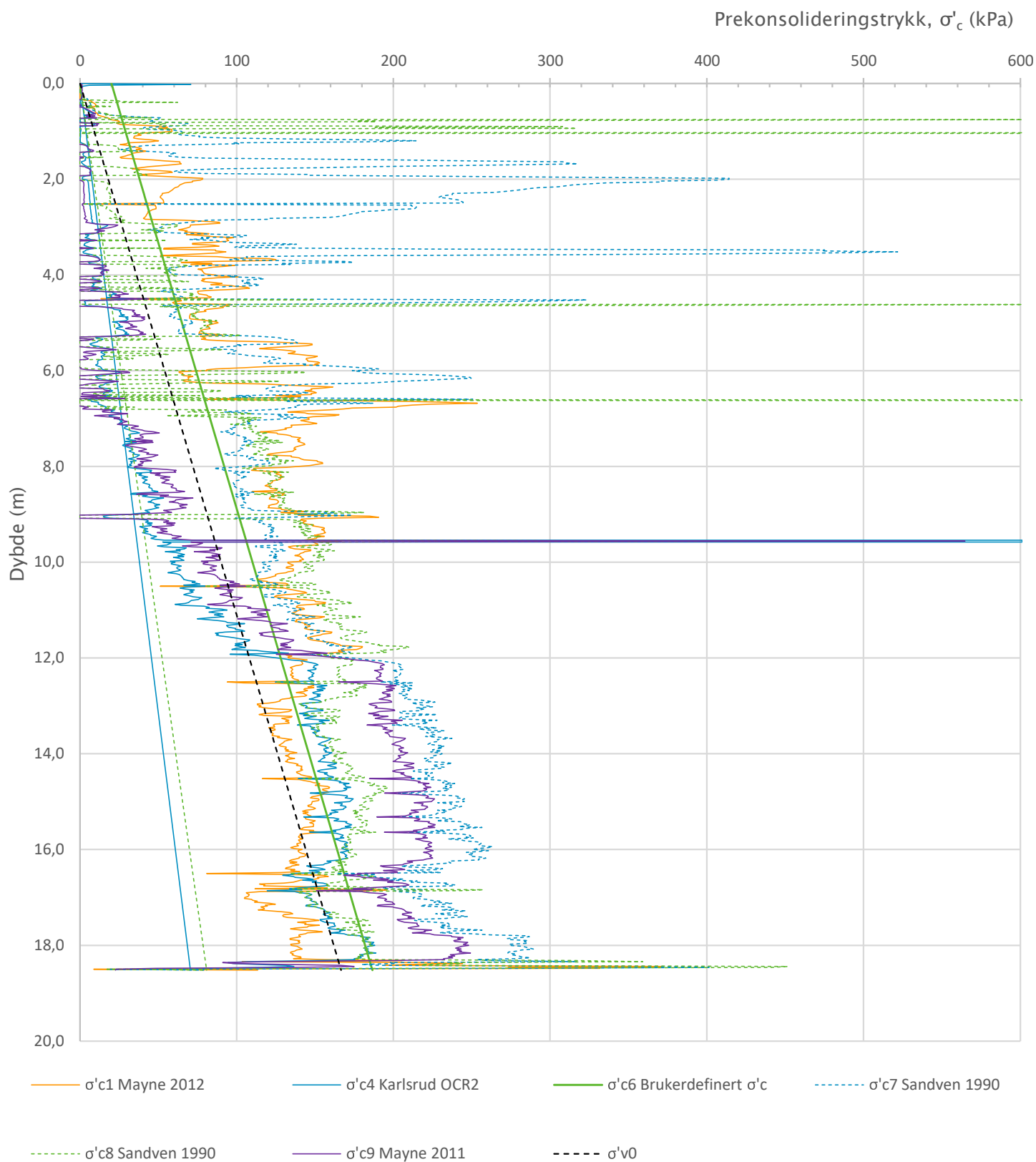
Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote -2
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1					1-CPTU	
Innhold					Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR					5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	IVA	ANG	JSG	1		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		
	Multiconsult	28.10.2020	0	500.6		
			Rev. dato	25.11.2020		



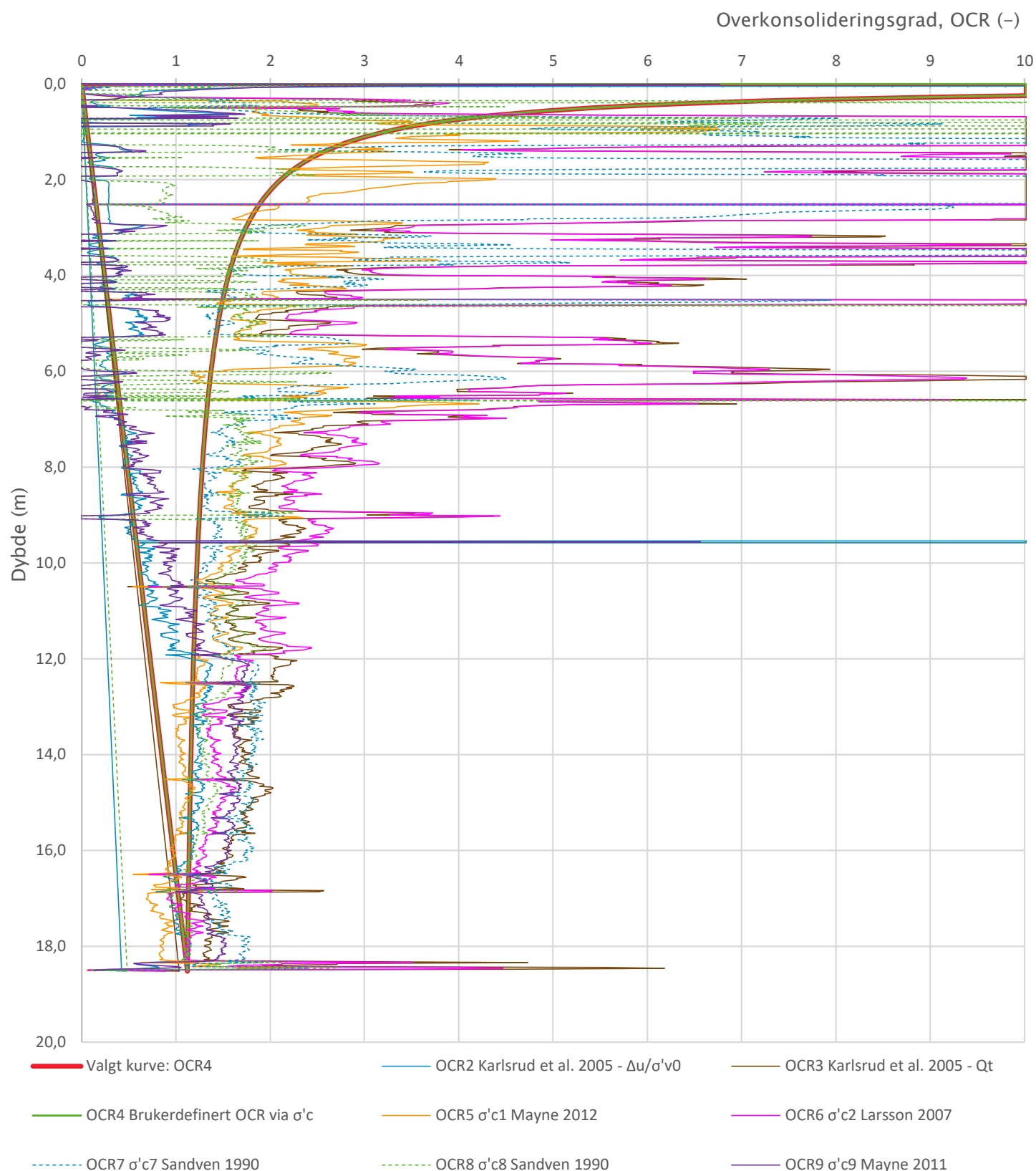
Prosjekt				Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01				Borhull		Kote -2	
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1								1-CPTU			
Innhold								Sondenummer			
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet								5288			
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent		Anvend.klasse		1		
	IVA		ANG		JSG						
	Utførende		Dato sondering		Revisjon		RIG-TEG		500.7		
	Multiconsult		28.10.2020		0						
					Rev. dato		25.11.2020				



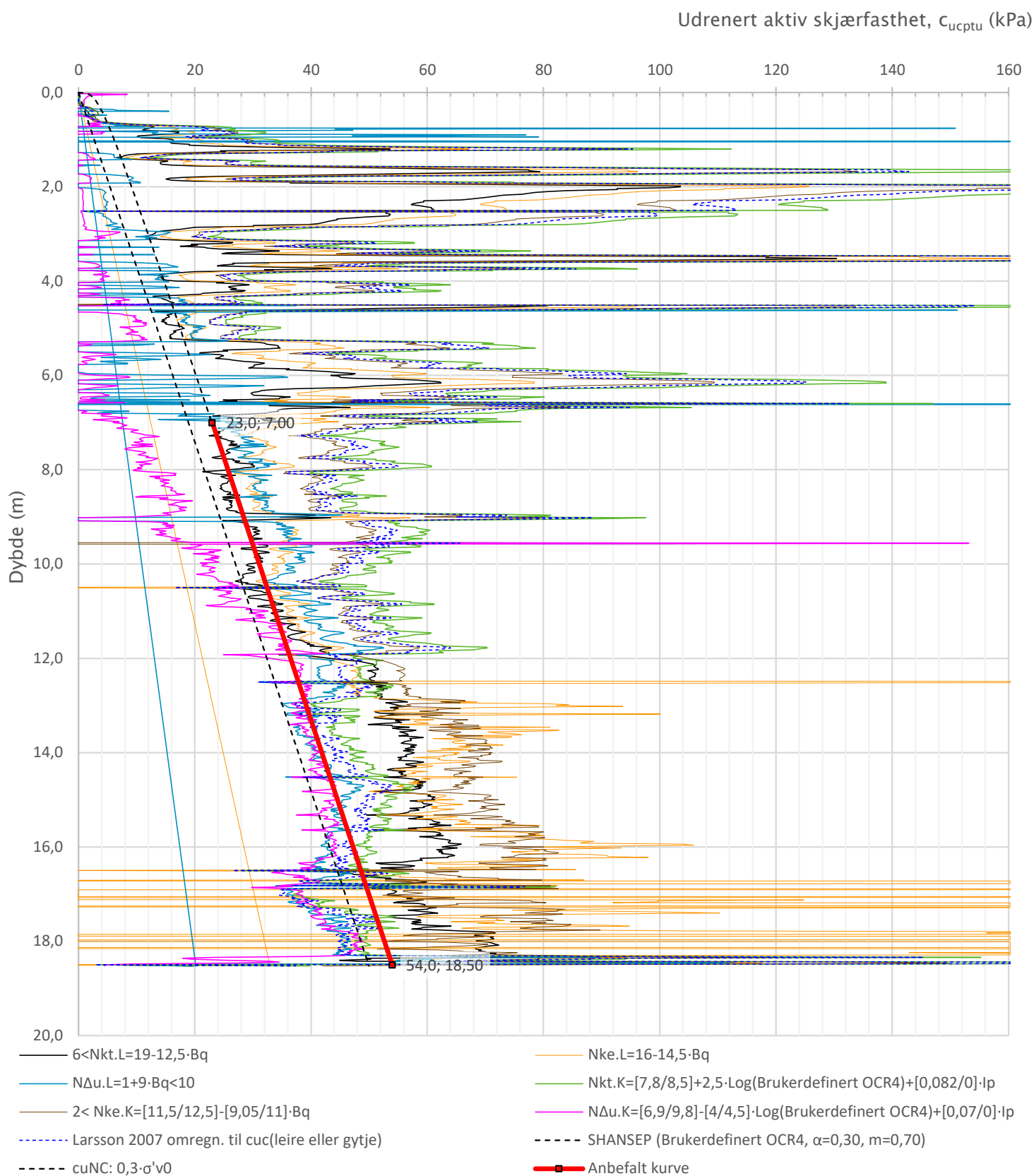
Prosjekt				Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01				Borhull		Kote -2	
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1								1-CPTU			
Innhold								Sondenummer			
Bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet								5288			
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent		Anvend.klasse				
	IVA		ANG		JSG		1				
	Utførende		Dato sondering		Revisjon		RIG-TEG		500.8		
	Multiconsult		28.10.2020		Rev. dato						
				0		25.11.2020					



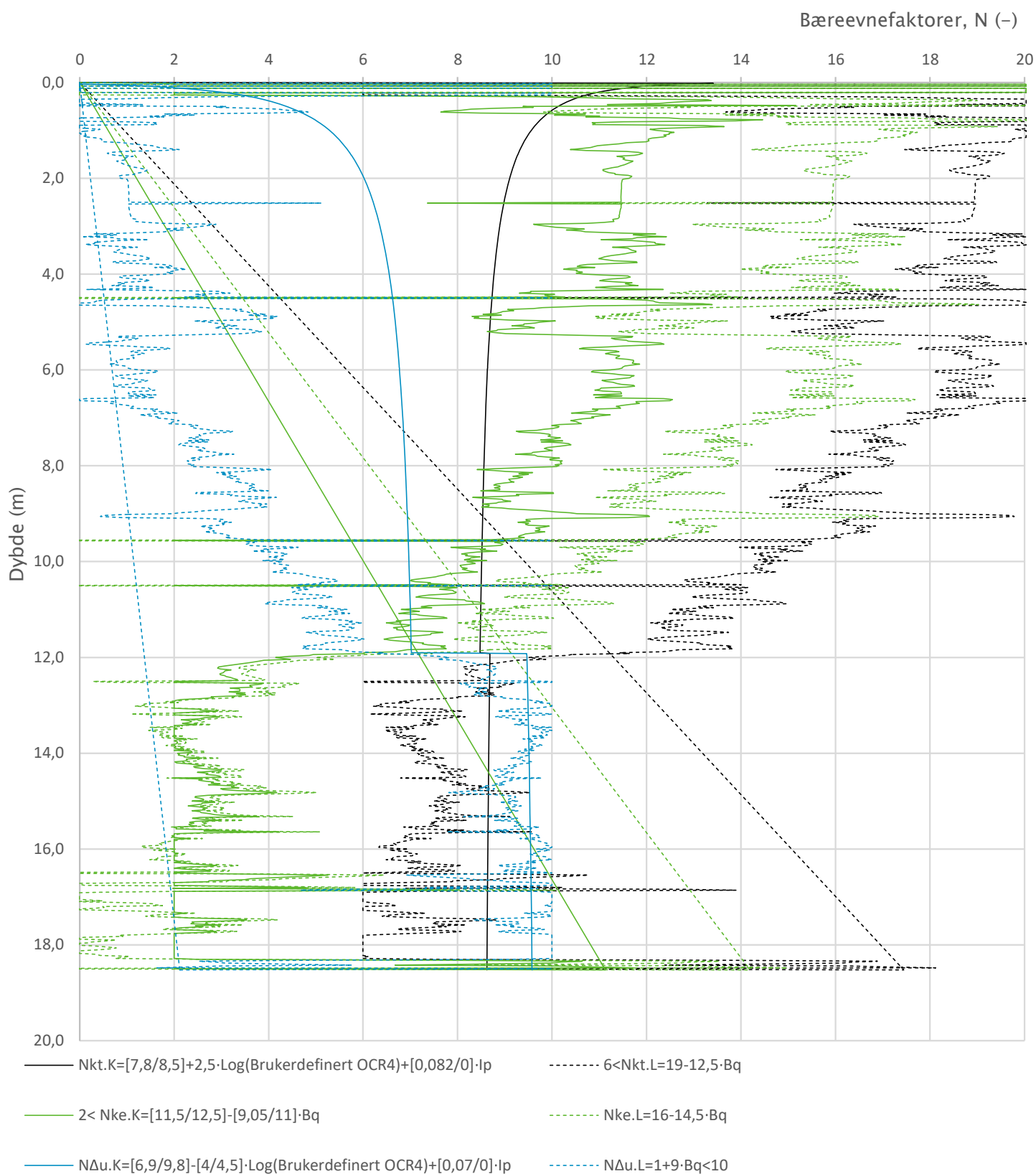
Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote -16,5
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1						2-CPTU	
Innhold						Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'c						5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse			
	IVA	ANG	JSG	1			
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG			
	Multiconsult	28.10.2020	Rev. dato	501.5			
			0				
			25.11.2020				



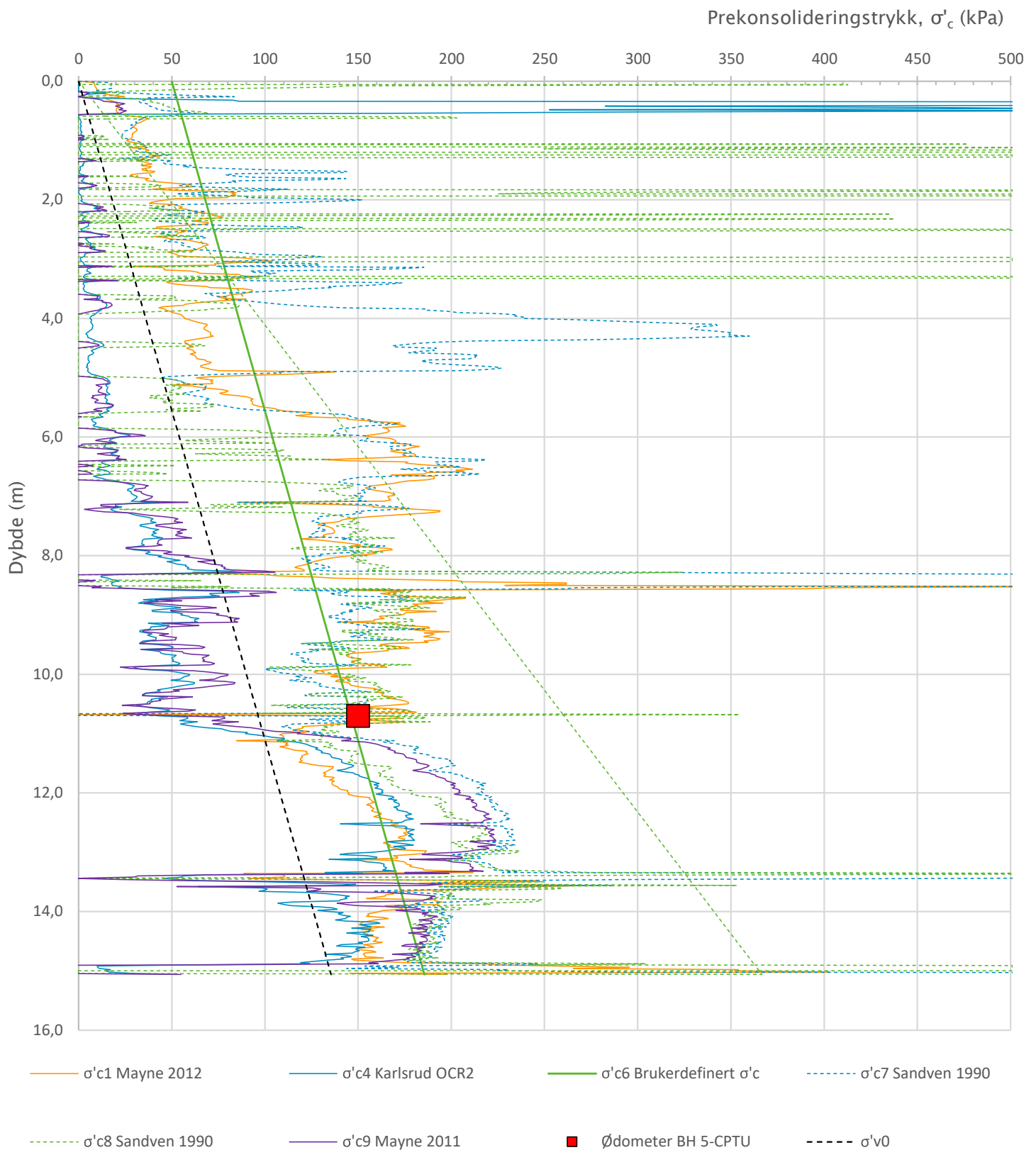
Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote -16,5
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				2-CPTU	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	IVA	ANG	JSG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	501.6
Multiconsult	28.10.2020	0 Rev. dato 25.11.2020			



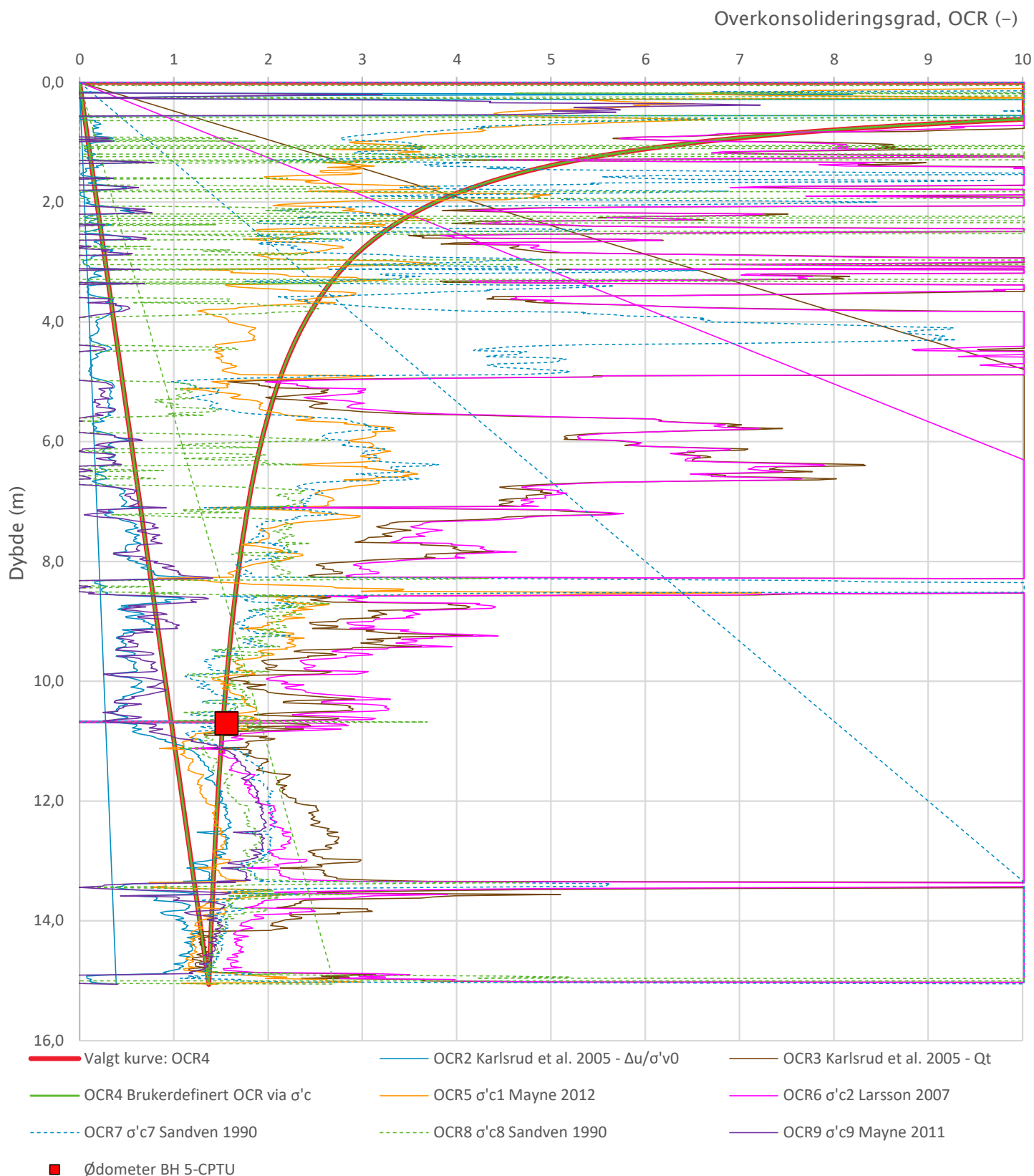
Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull		Kote -16,5	
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1						2-CPTU			
Innhold						Sondennummer			
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet						5288			
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1			
	IVA	ANG	JSG						
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		501.7			
	Multiconsult	28.10.2020	0						
			Rev. dato	25.11.2020					



Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote -16,5
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1						2-CPTU	
Innhold						Sondennummer	
Bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet						5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse			
	IVA	ANG	JSG	1			
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG			
	Multiconsult	28.10.2020	0	501.8			
			Rev. dato	25.11.2020			



Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote -16,8
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				5-CPTU	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'c				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	IVA	ANG	JSG	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	29.10.2020	0	502.5	
			Rev. dato	25.11.2020	



Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote -16,8
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1						5-CPTU	
Innhold						Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR						5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse			
	IVA	ANG	JSG	1			
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG			
	Multiconsult	29.10.2020	0	502.6			
			Rev. dato	25.11.2020			

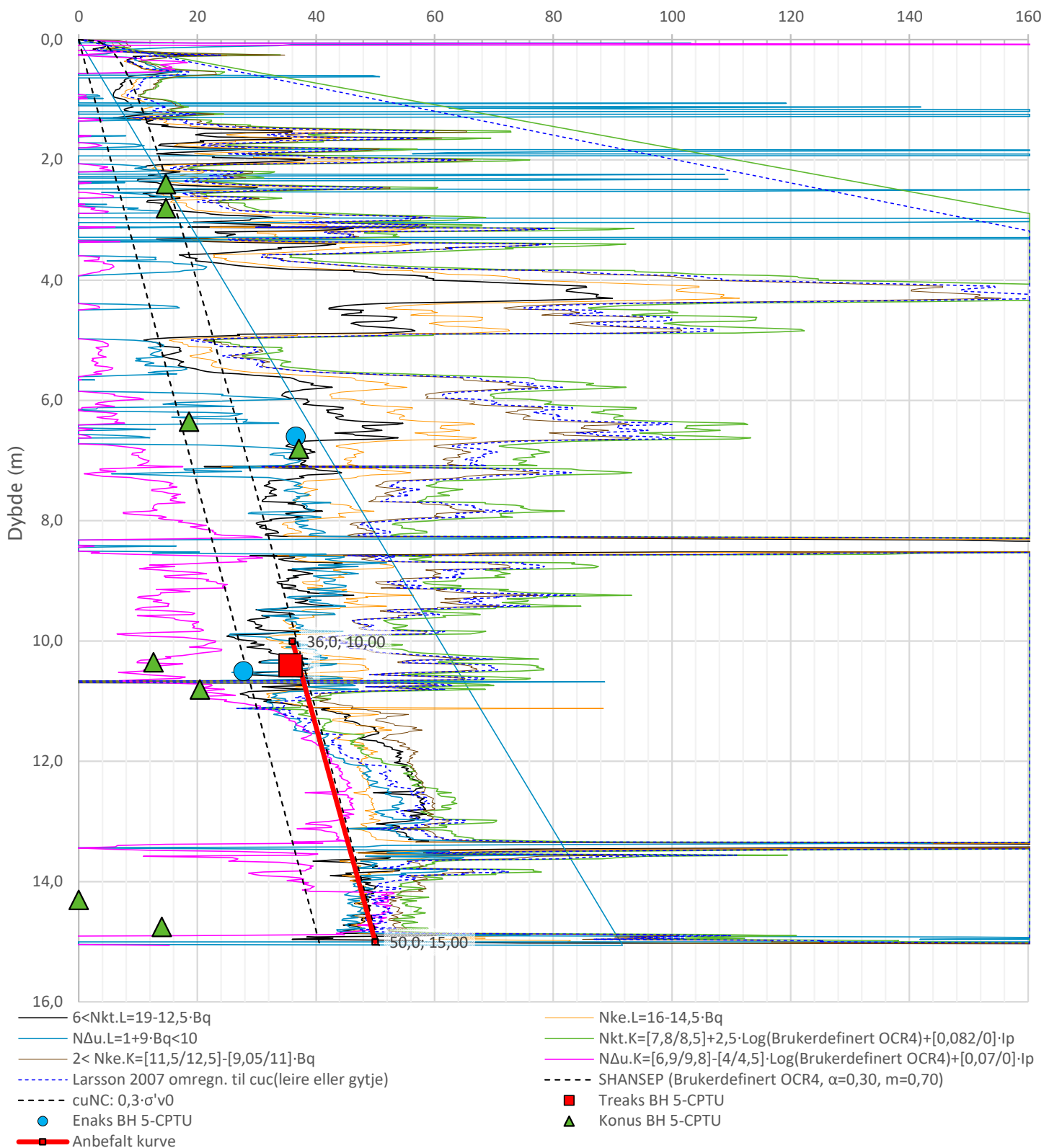
Anisotropiforhold i figur:

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

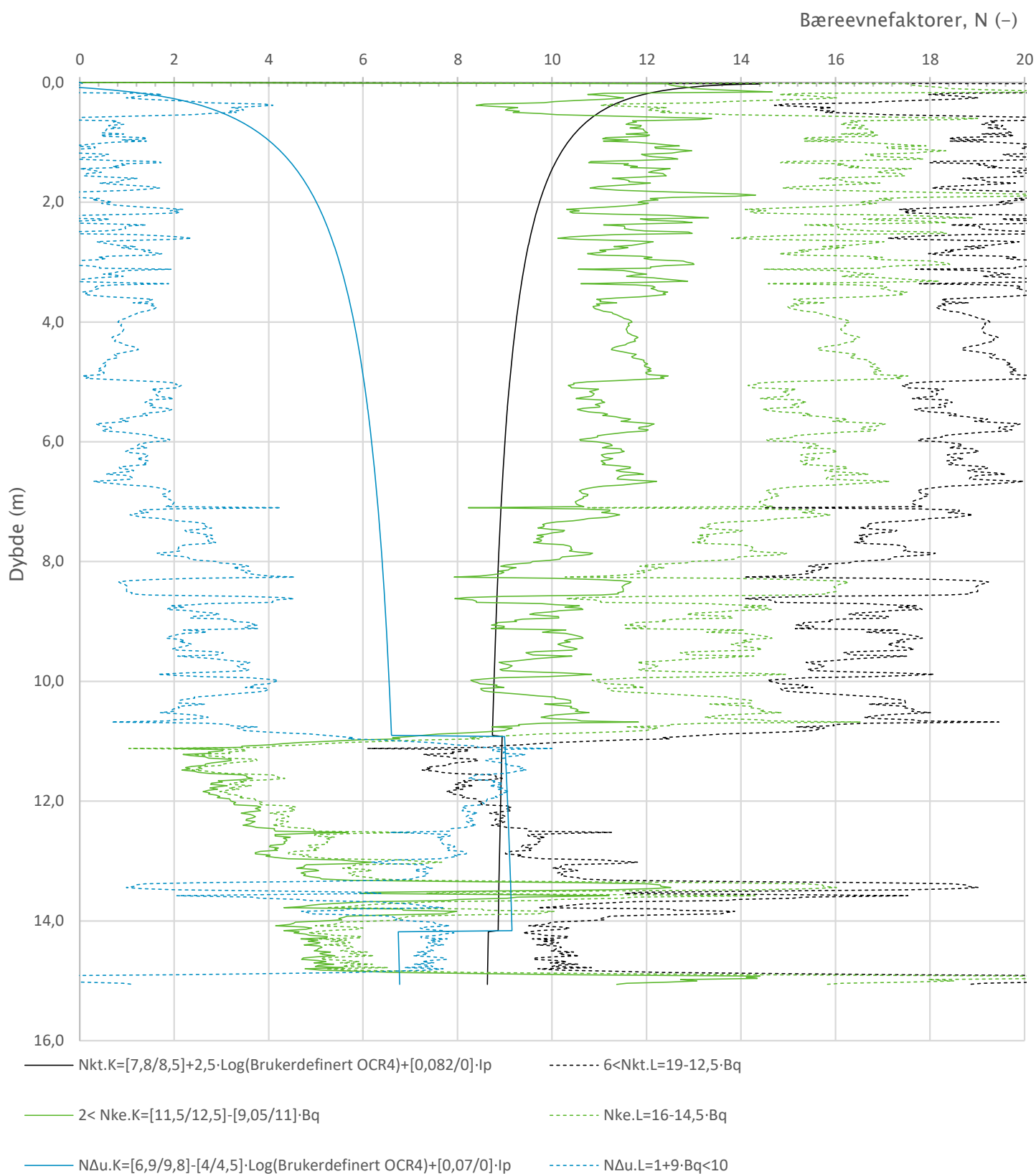
Enaks BH 5-CPTU: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 1,000$

Konus BH 5-CPTU: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

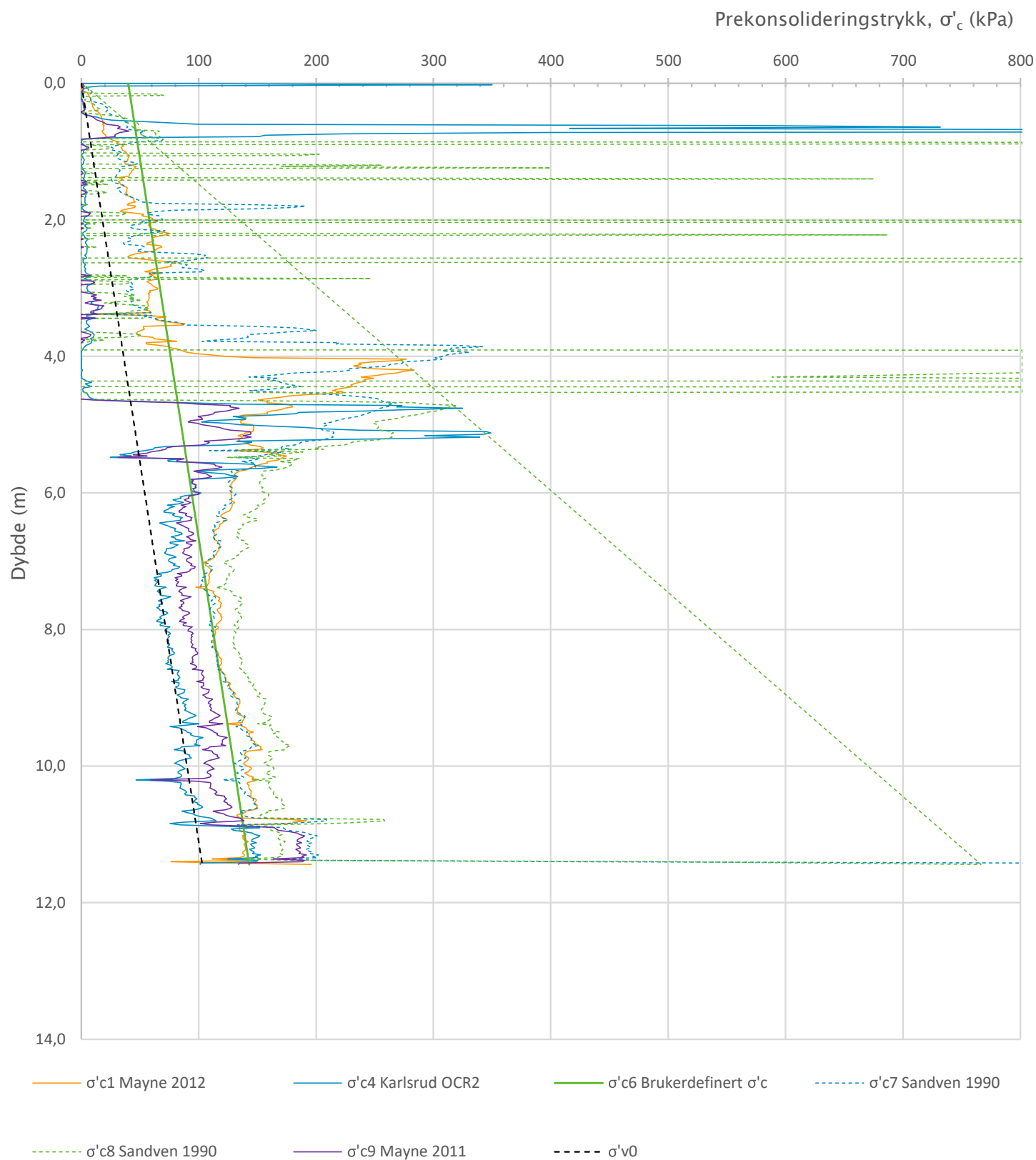
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



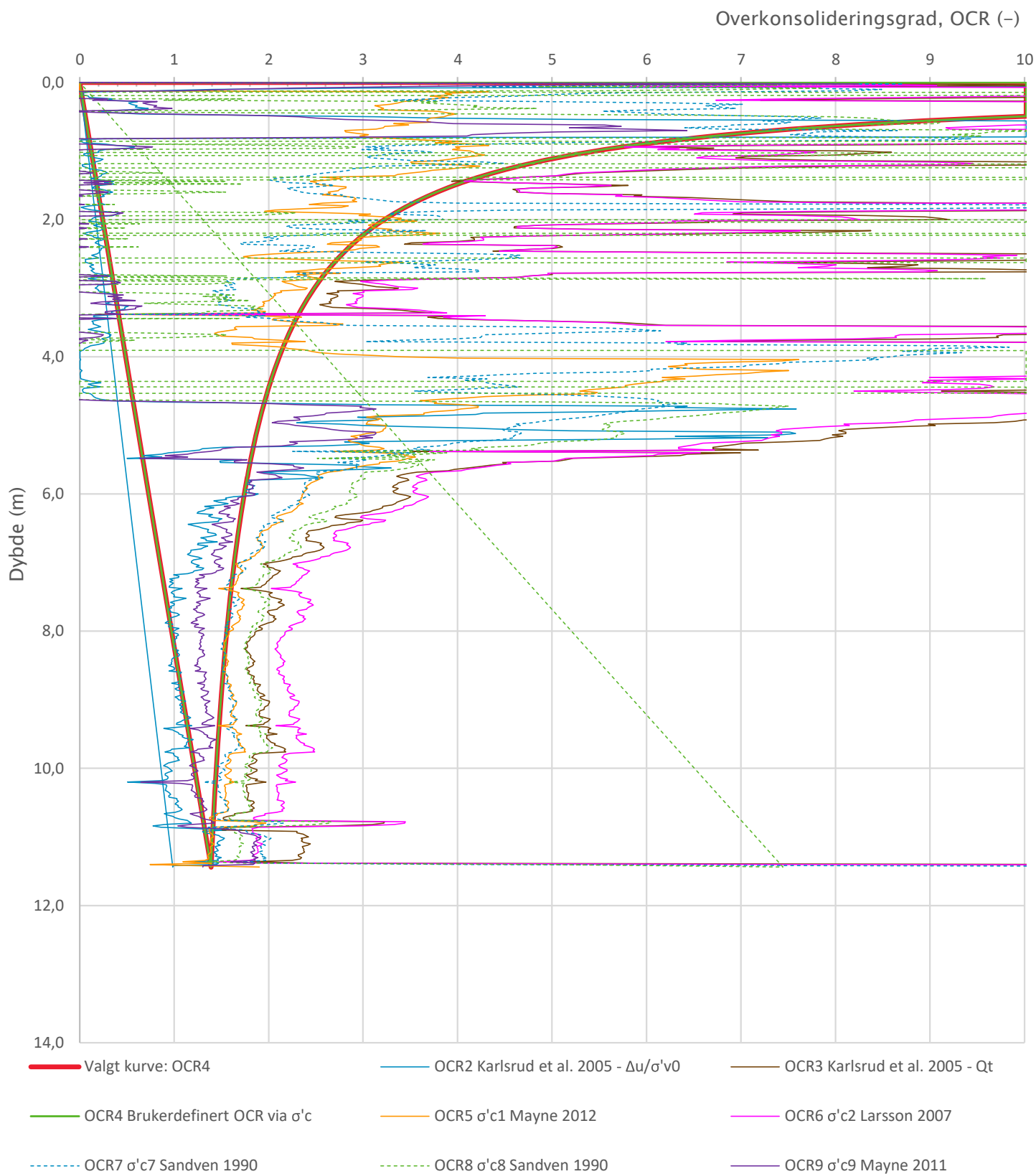
Prosjekt				Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01				Borhull		Kote -16,8	
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1								5-CPTU			
Innhold								Sondennummer			
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet								5288			
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent		Anvend.klasse		1		
	IVA		ANG		JSG						
	Utførende		Dato sondering		Revisjon		RIG-TEG		502.7		
	Multiconsult		29.10.2020		0 Rev. dato 25.11.2020						



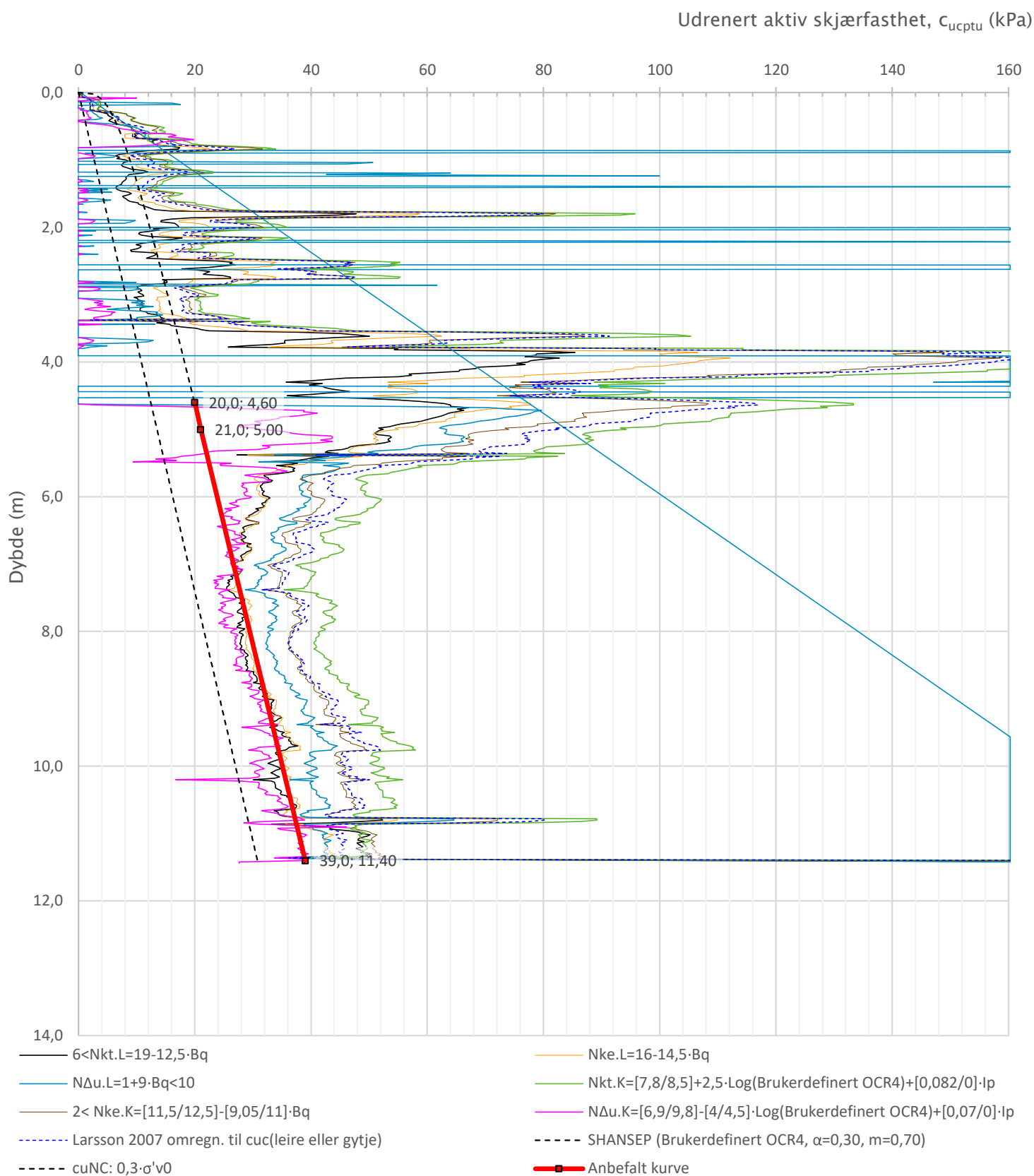
Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote -16,8
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1						5-CPTU	
Innhold						Sondenummer	
Bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet						5288	
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent		Anvend.klasse
	IVA		ANG		JSG		1
	Utførende		Dato sondering		Revisjon		RIG-TEG
	Multiconsult		29.10.2020		0		
				Rev. dato		25.11.2020	
						502.8	



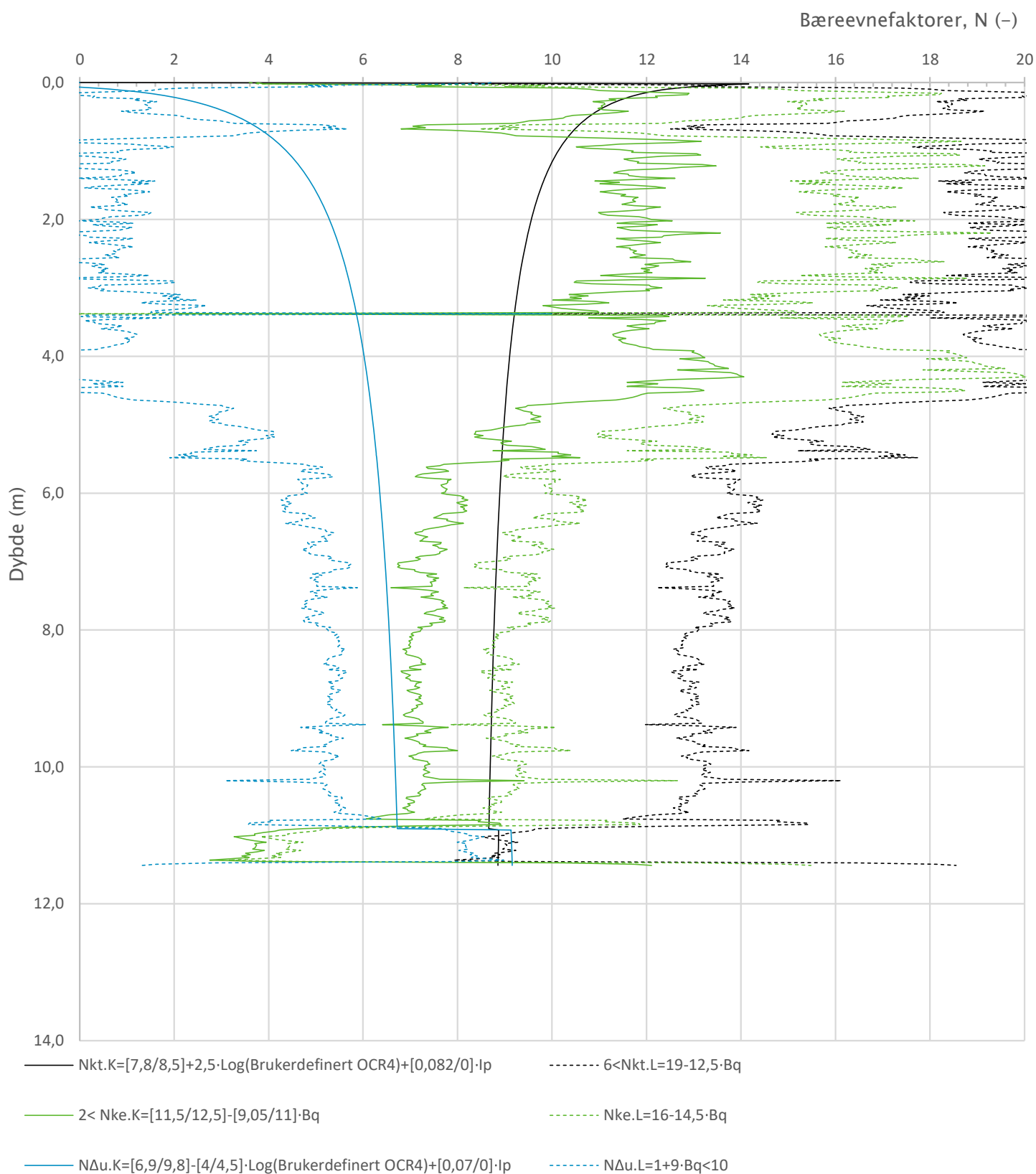
Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote -18
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1						6-CPTU	
Innhold						Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ' c						5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse			
	IVA	ANG	JSG	1			
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG			
	Multiconsult	29.10.2020	0	503.5			
			Rev. dato	25.11.2020			



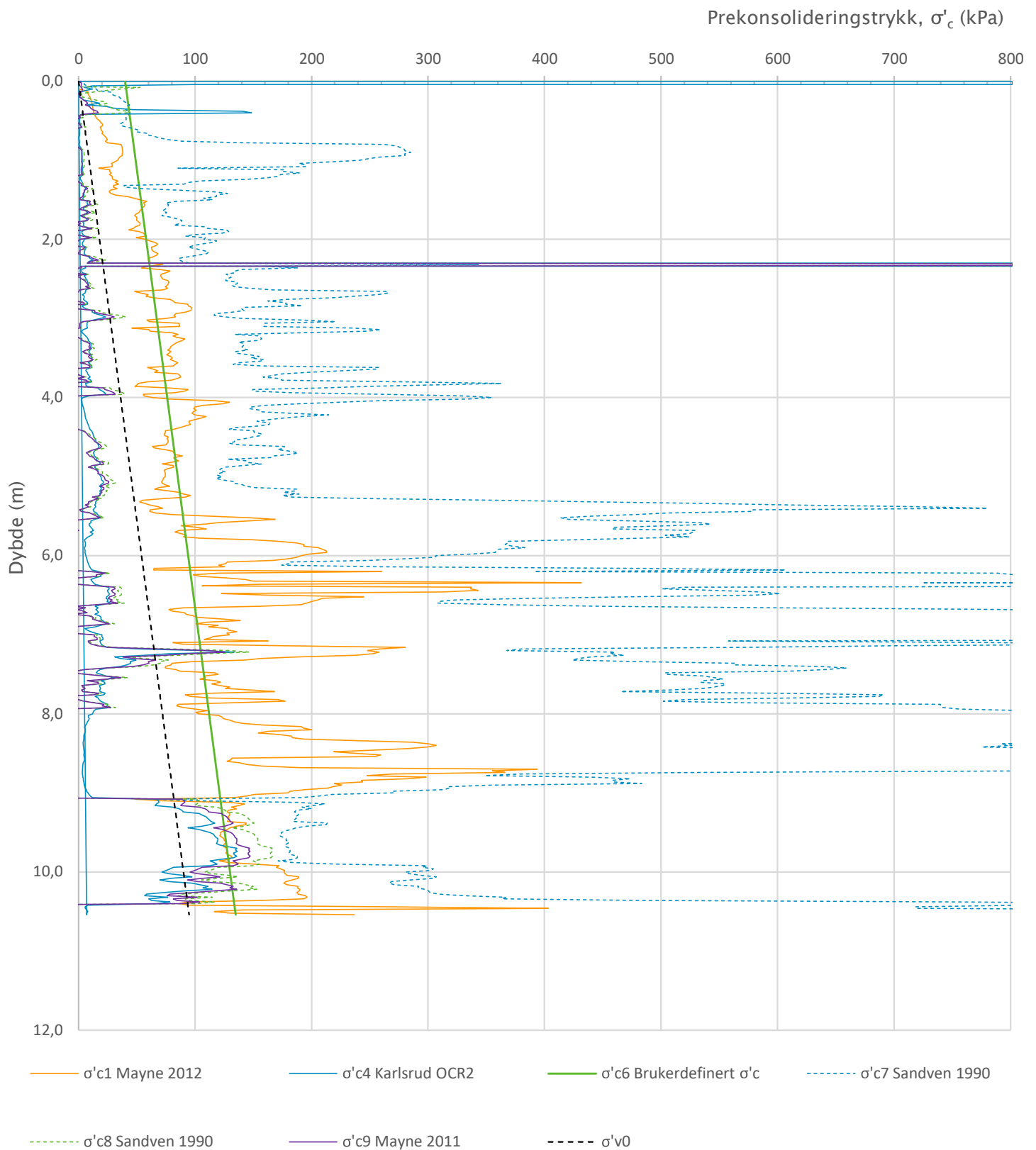
Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote -18
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				6-CPTU	
Innhold		Overkonsolideringsgrad, OCR		Sondennummer	
				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	IVA	ANG	JSG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	503.6
	Multiconsult	29.10.2020	Rev. dato 25.11.2020		



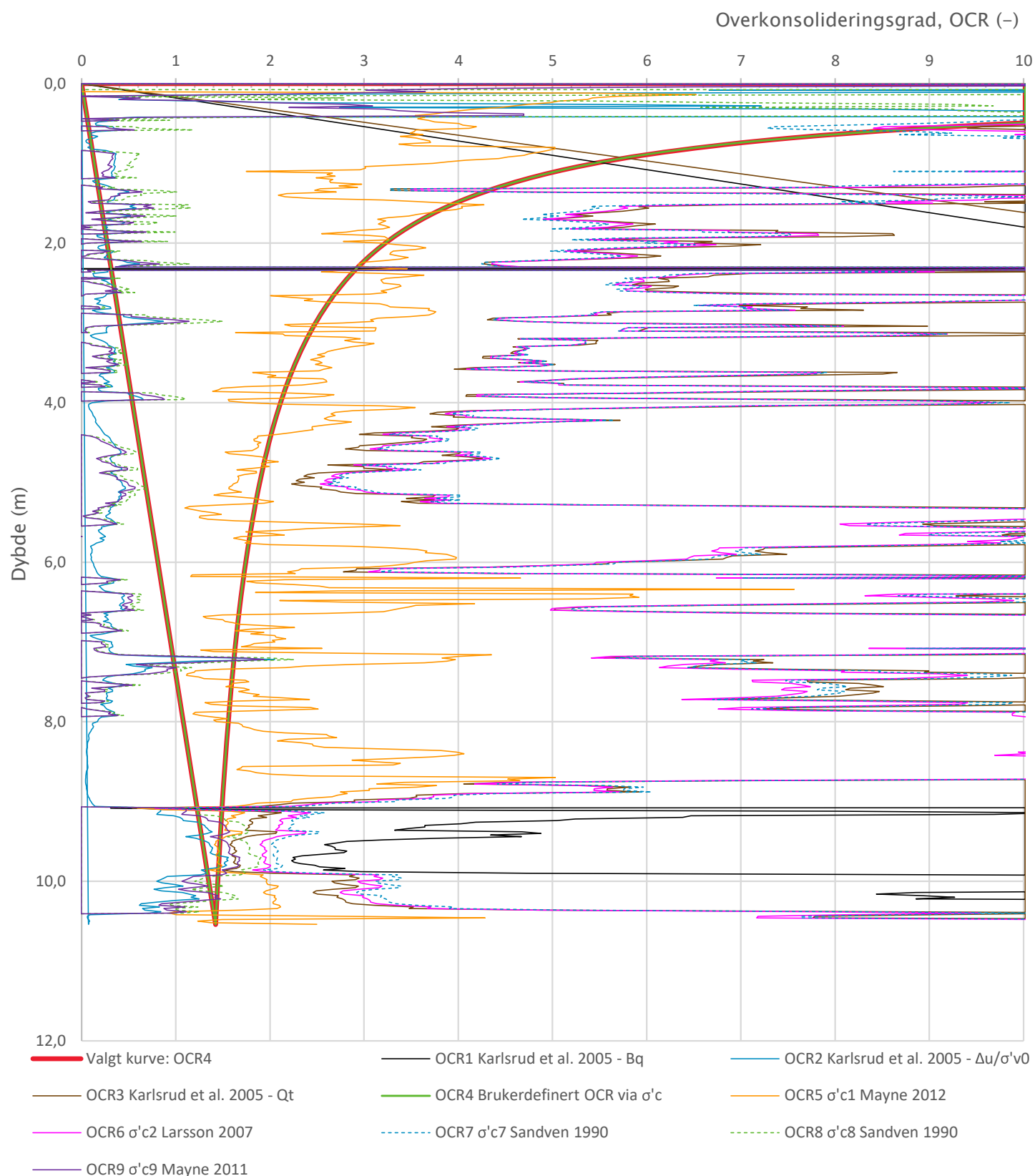
Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote -18
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				6-CPTU	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	IVA	ANG	JSG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	503.7
	Multiconsult	29.10.2020	Rev. dato		
			0		
			25.11.2020		



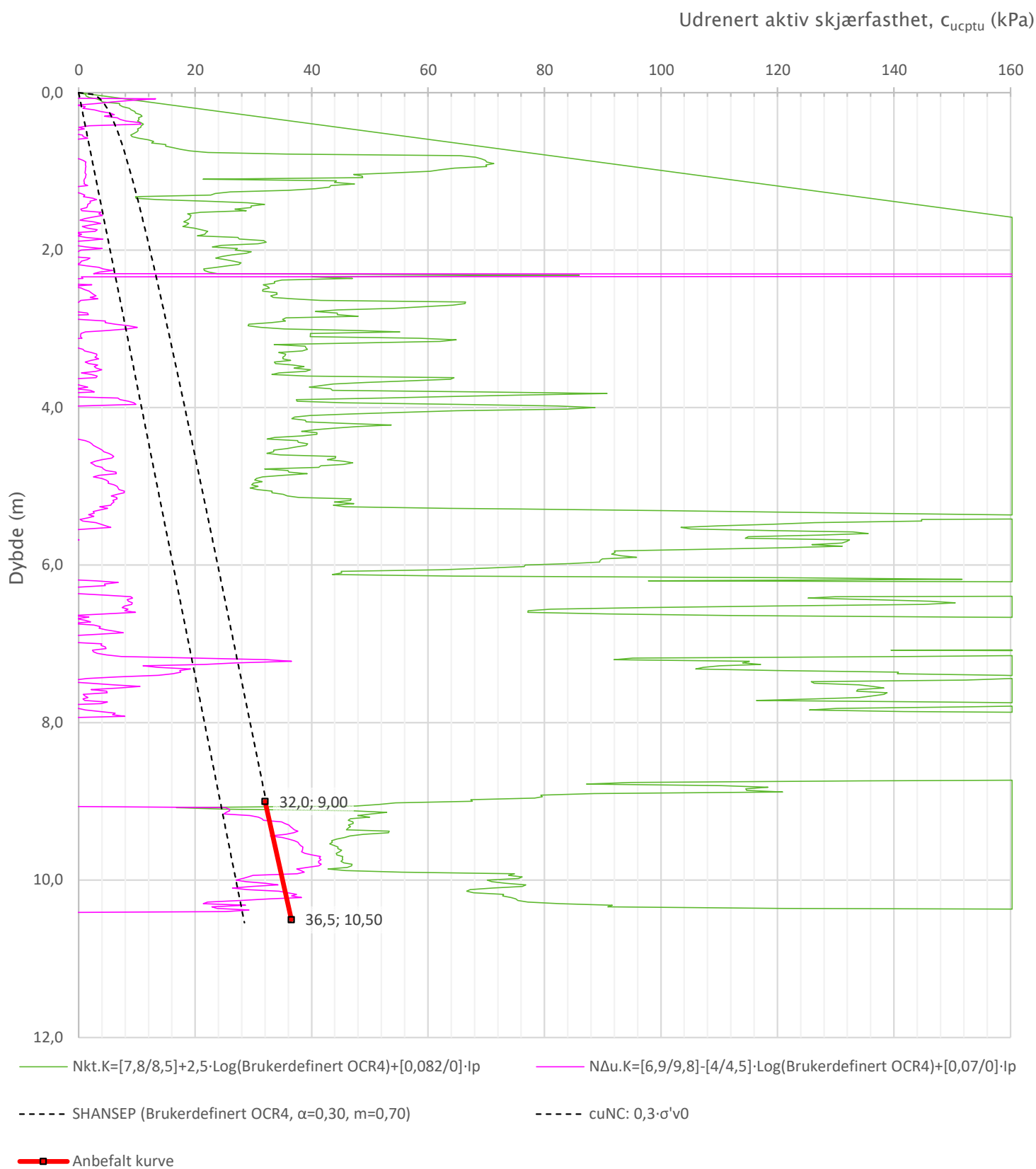
Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote -18
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1						6-CPTU	
Innhold						Sondennummer	
Bæreevnfaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet						5288	
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent		Anvend.klasse
	IVA		ANG		JSG		1
	Utførende		Dato sondering		Revisjon		RIG-TEG
	Multiconsult		29.10.2020		0		
				Rev. dato		25.11.202	
						503.8	



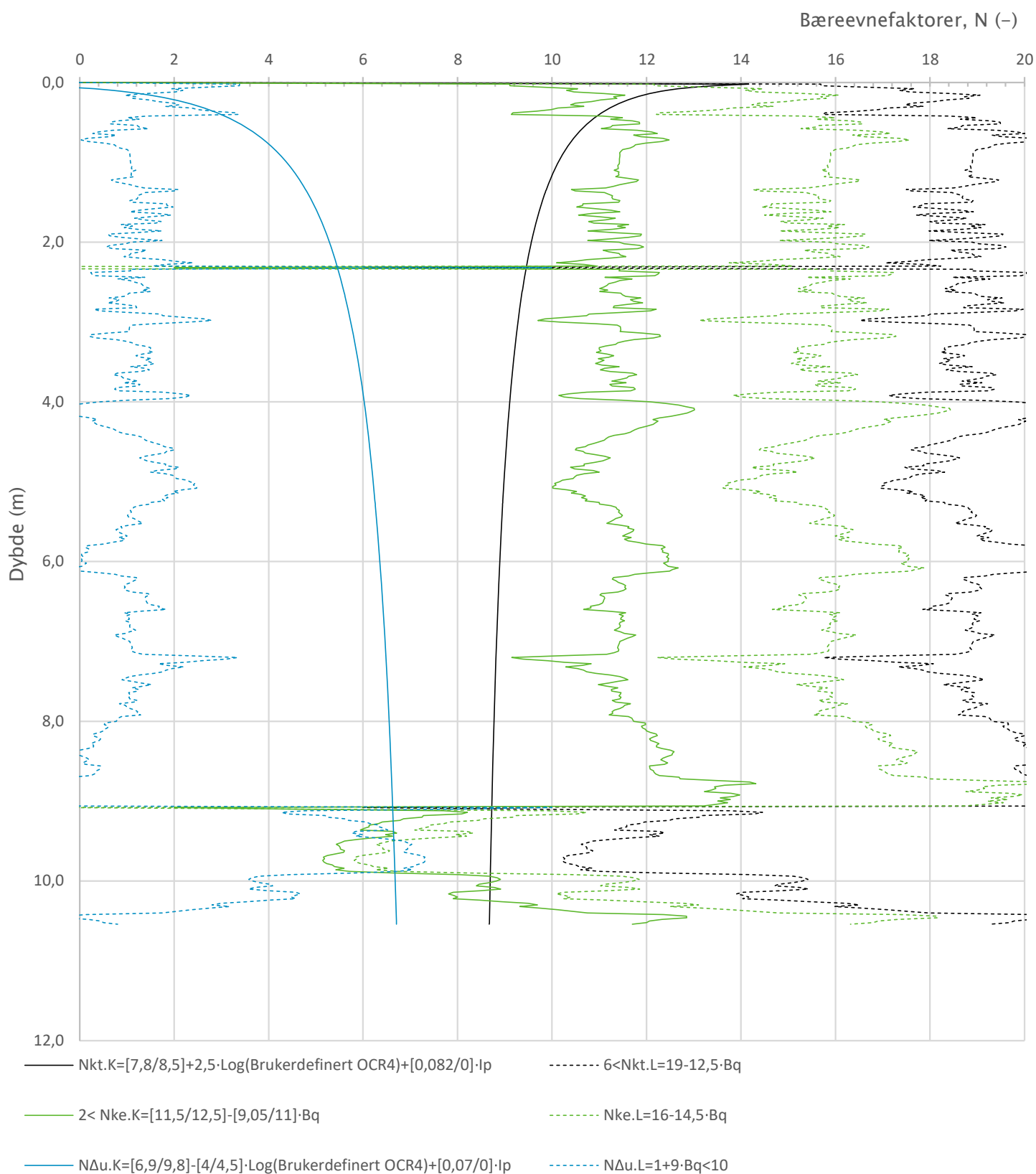
Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote -14,3
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1					9-CPTU	
Innhold					Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'c					5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	IVA	ANG	JSG	1		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		
	Multiconsult	29.10.2020	Rev. dato			
			0	504.5		
			25.11.2020			



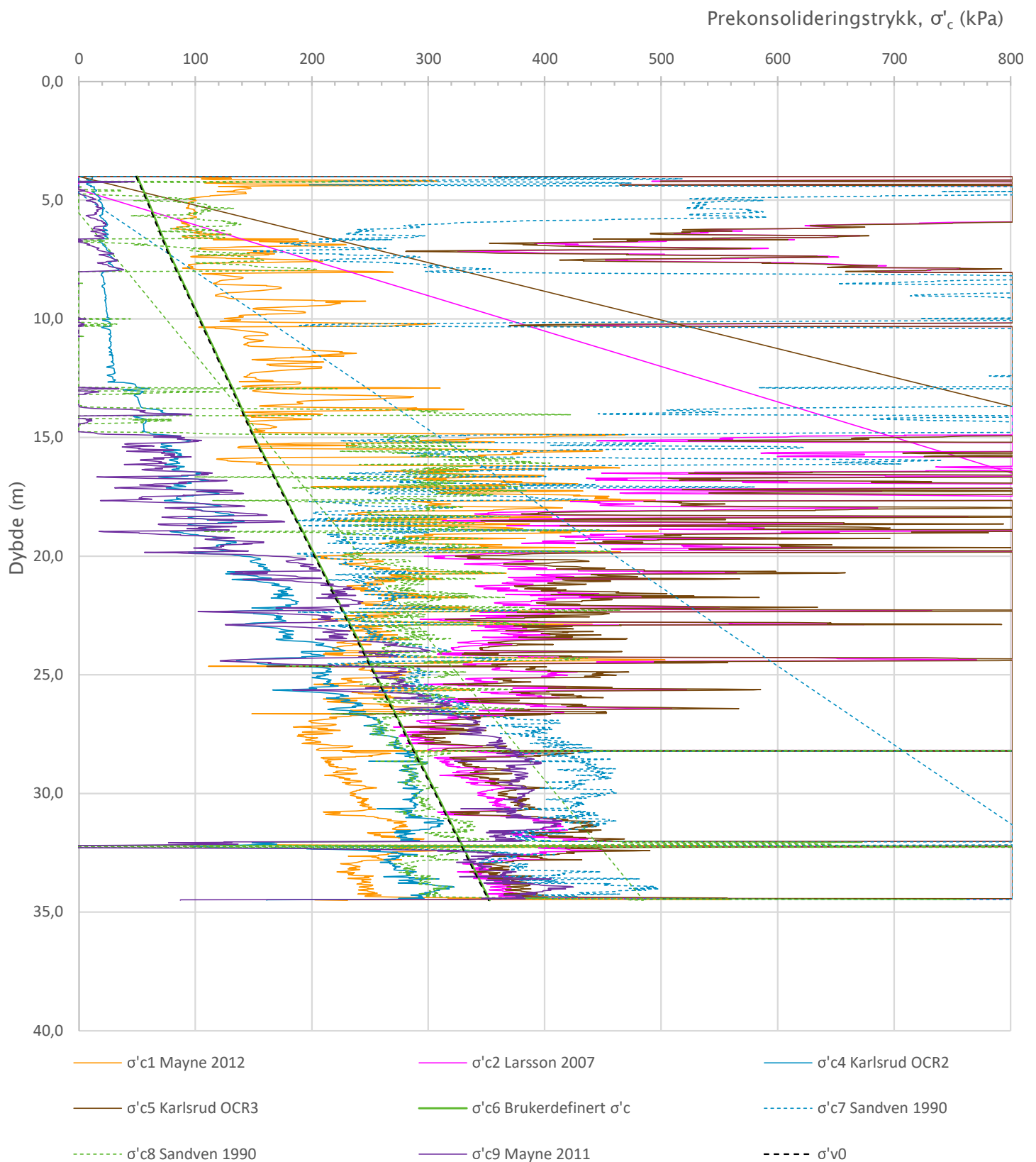
Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote -14,3
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				9-CPTU	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	IVA	ANG	JSG	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Multiconsult	29.10.2020	Rev. dato			
				504.6	



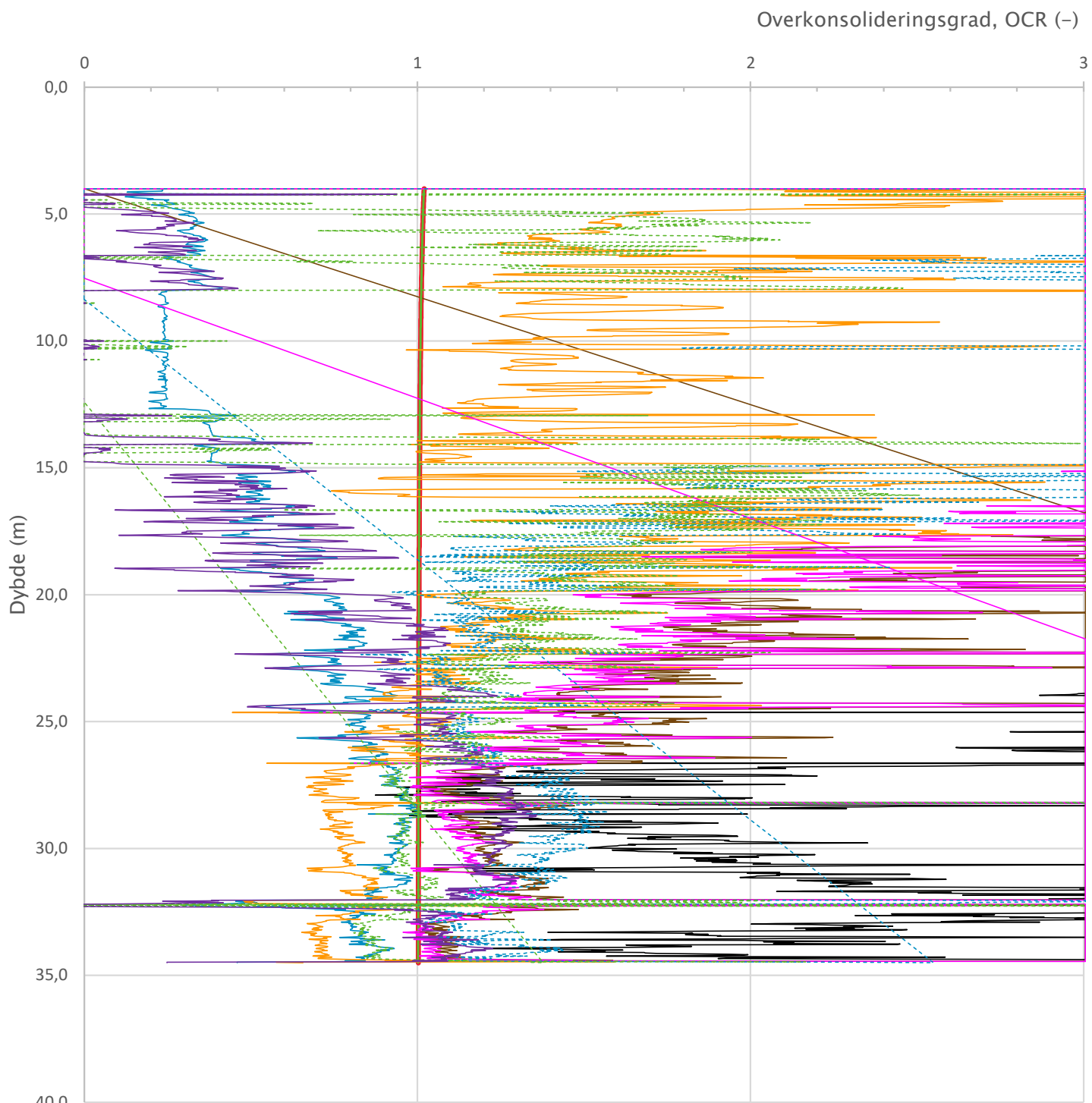
Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote -14,3
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				9-CPTU	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	IVA	ANG	JSG	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	29.10.2020	0	504.7	
			Rev. dato	25.11.2020	



Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote -14,3
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				9-CPTU	
Innhold				Sondennummer	
Bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	IVA	ANG	JSG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	504.8
Multiconsult	29.10.2020	Rev. dato			



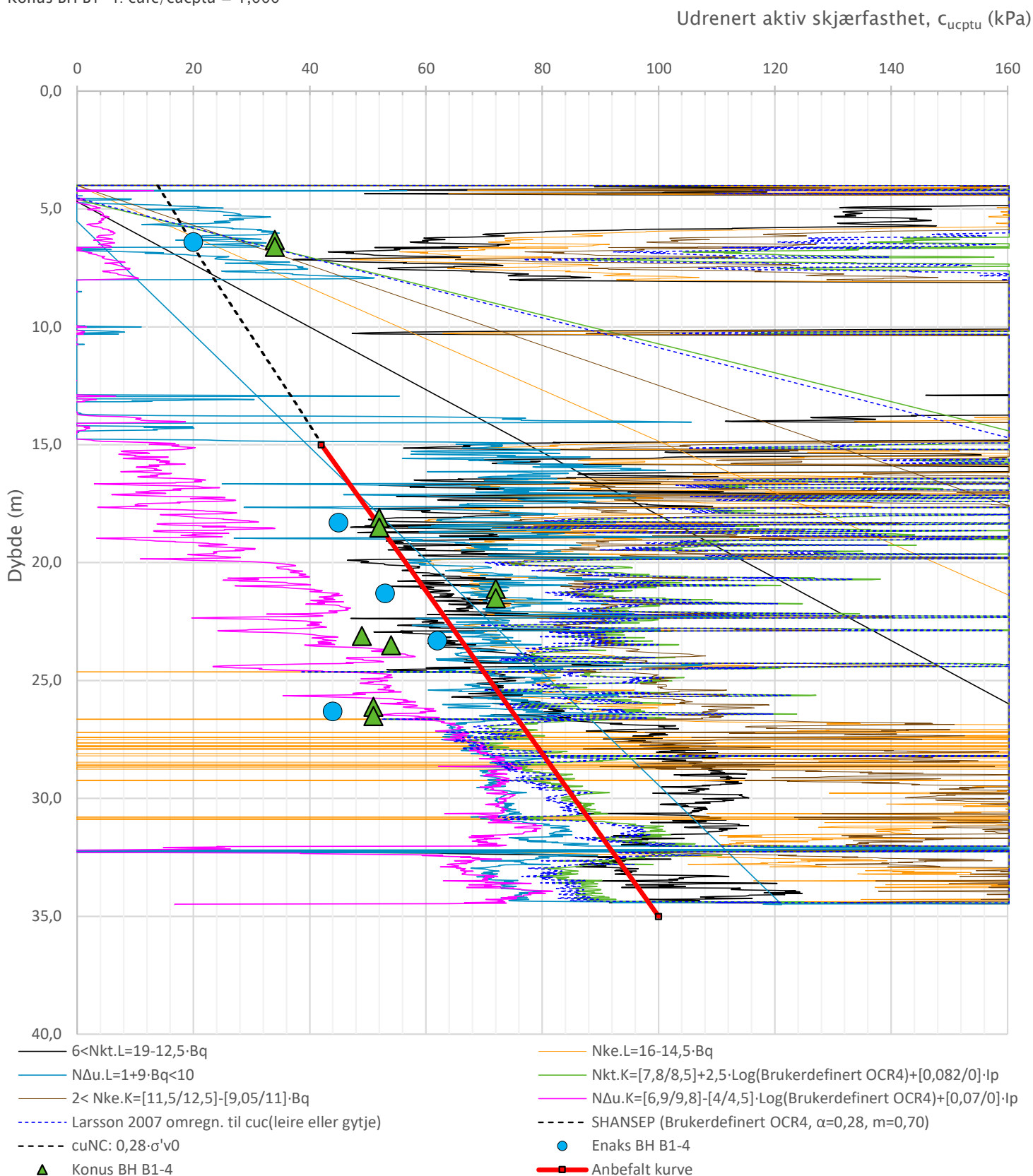
Prosjekt			Prosjektnummer: 417941	Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01	Borhull	Kote +2,9
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1			B1-4			
Innhold			Sondennummer			
Prekonsolideringstrykk, σ'_c			4446			
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	IVA	ANG	JSG	1		
Multiconsult	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		
	Multiconsult	10.05.2016	2 Rev. dato 25.11.2020	505.5		



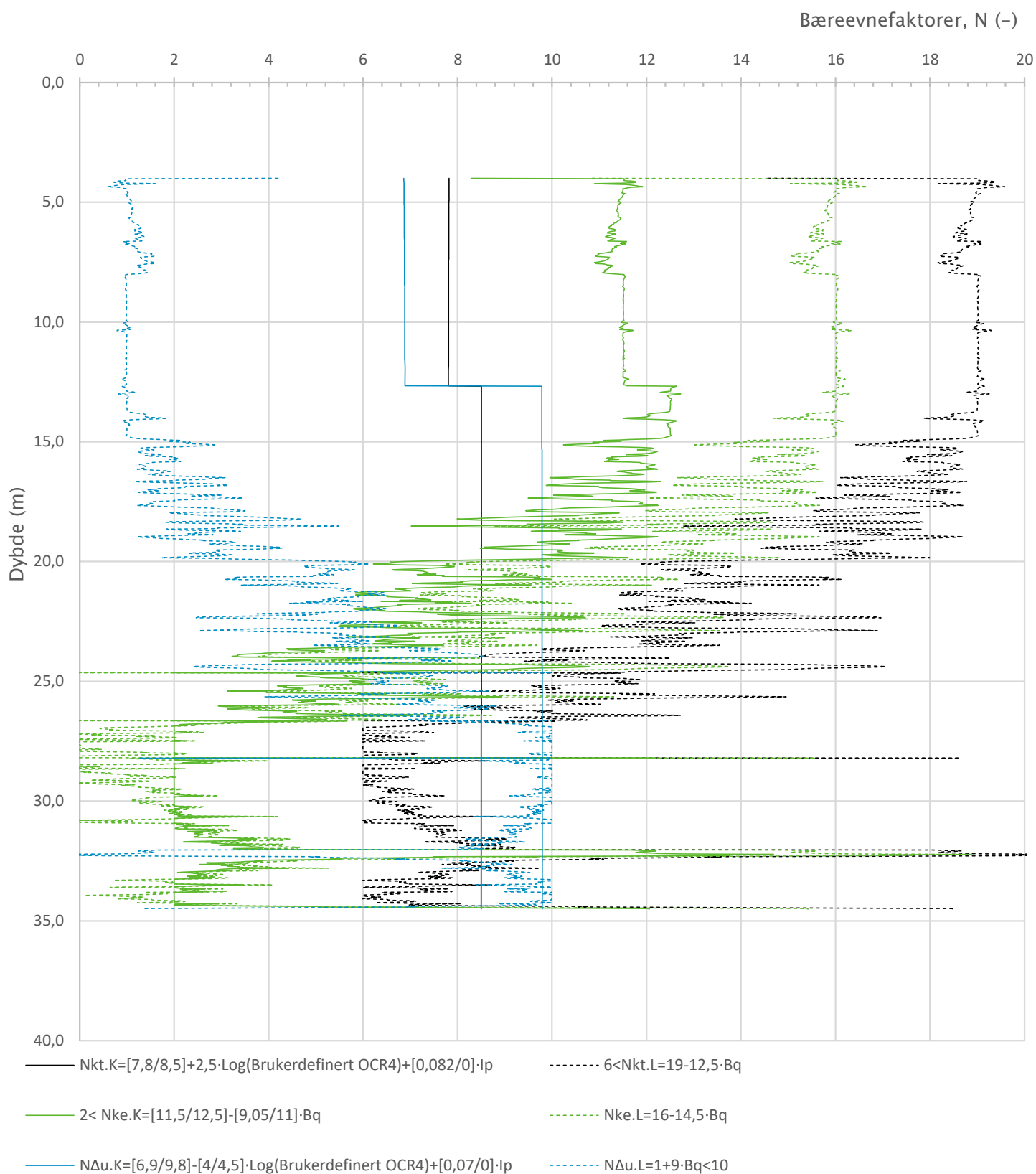
- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011

Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote +2,9
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				B1-4	
Innhold		Overkonsolideringsgrad, OCR		Sondennummer	4446
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	IVA	ANG	JSG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	505.6
	Multiconsult	10.05.2016	Rev. dato 25.11.2020		

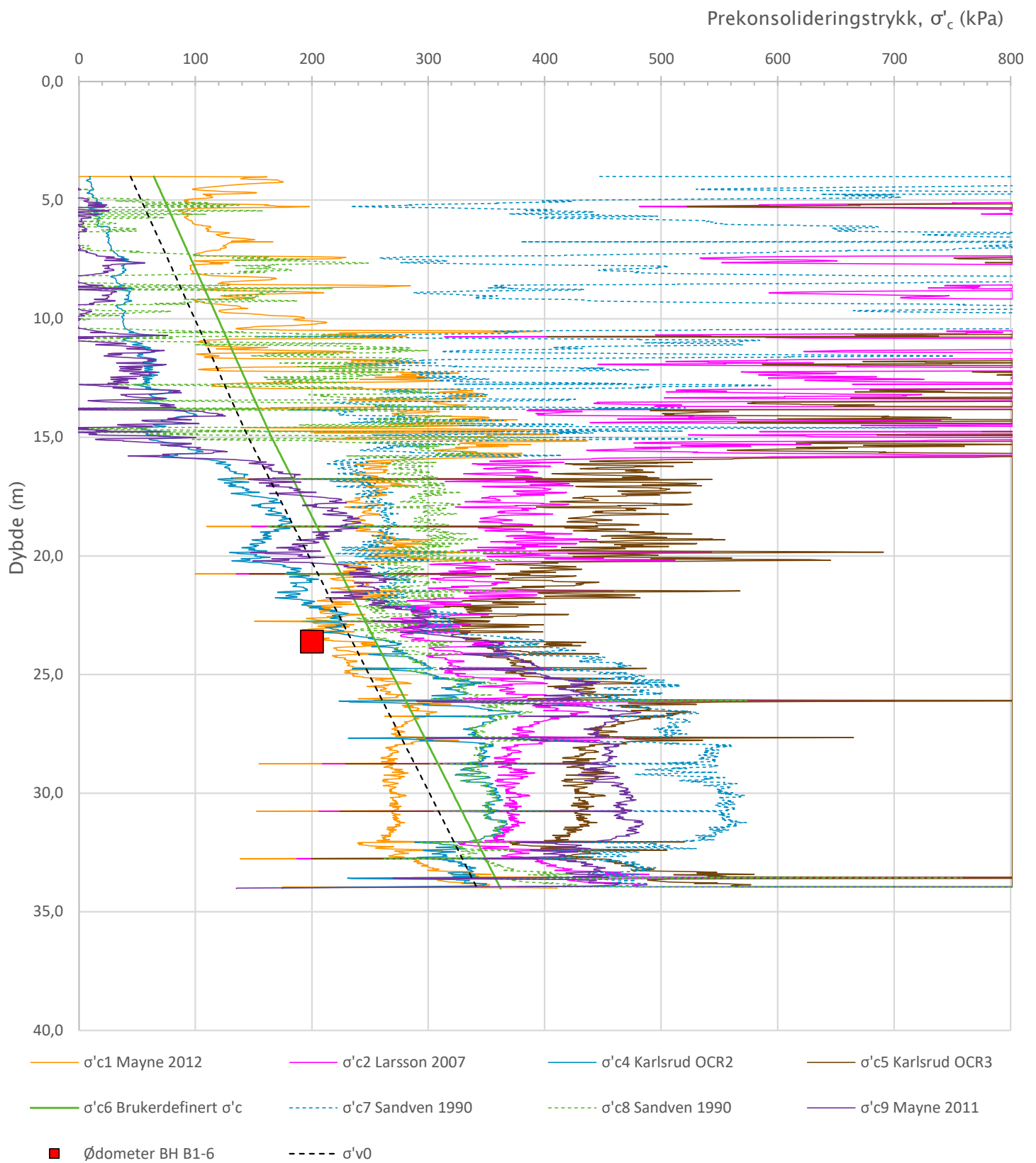
Anisotropiforhold i figur:
 Enaks BH B1-4: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$
 Konus BH B1-4: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$



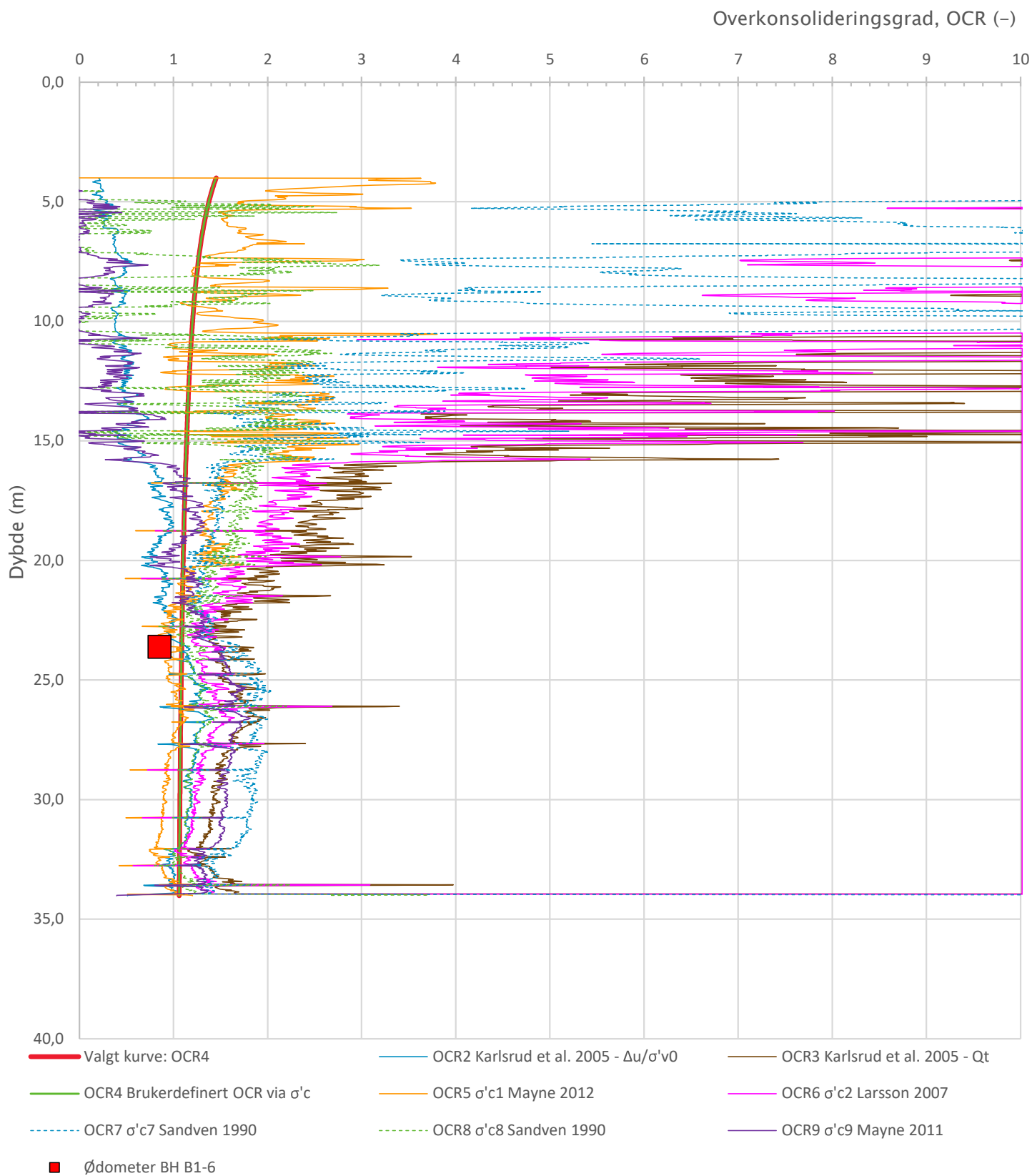
Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote +2,9
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				B1-4	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4446	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	IVA	ANG	JSG		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	505.7
	Multiconsult	10.05.2016	Rev. dato 25.11.2020		



Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote +2,9
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1						B1-4	
Innhold						Sondennummer	
Bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet						4446	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse			
	IVA	ANG	JSG	1			
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG			
	Multiconsult	10.05.2016	Rev. dato	2	505.8		
			25.11.2020				

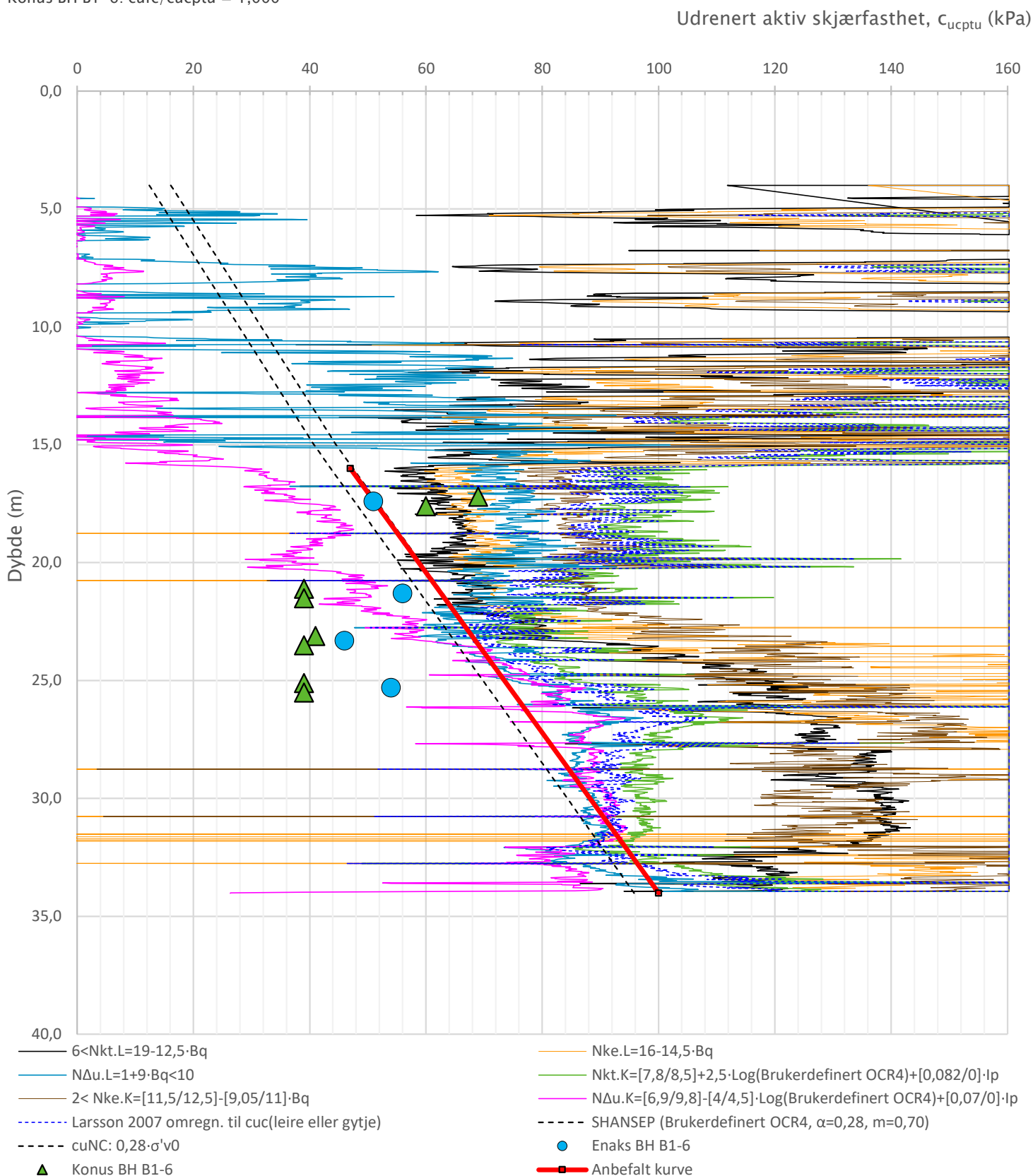


Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote +2,37
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				B1-6	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				4446	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	IVA	ANG	JSG		
Multiconsult	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	506.5
	Multiconsult	04.05.2016	2 Rev. dato 25.11.2020		

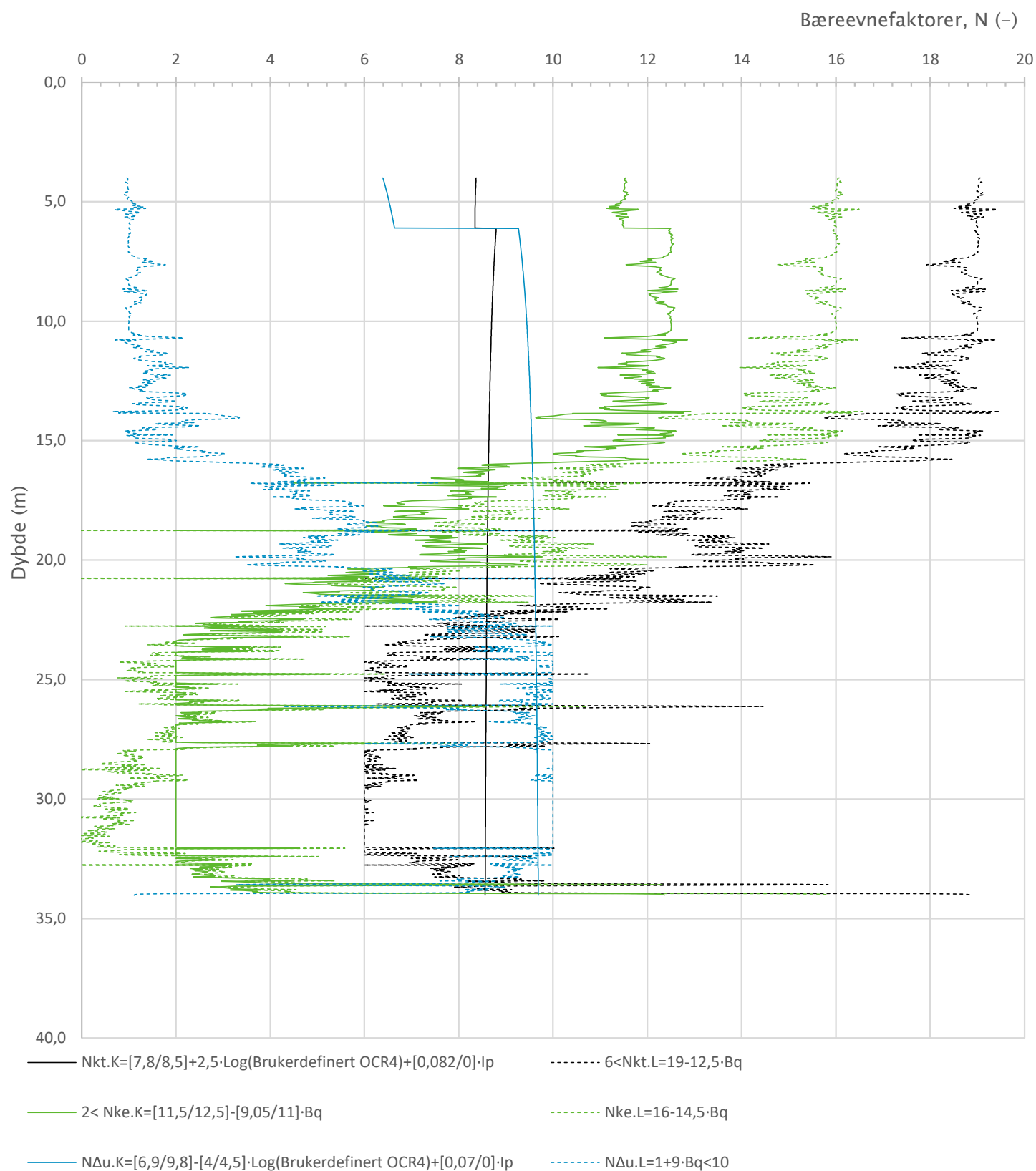


Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote +2,37
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				B1-6	
Innhold		Overkonsolideringsgrad, OCR		Sondennummer	
				4446	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	IVA	ANG	JSG		
Multiconsult	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	506.6
	Multiconsult	04.05.2016	2 Rev. dato 25.11.2020		

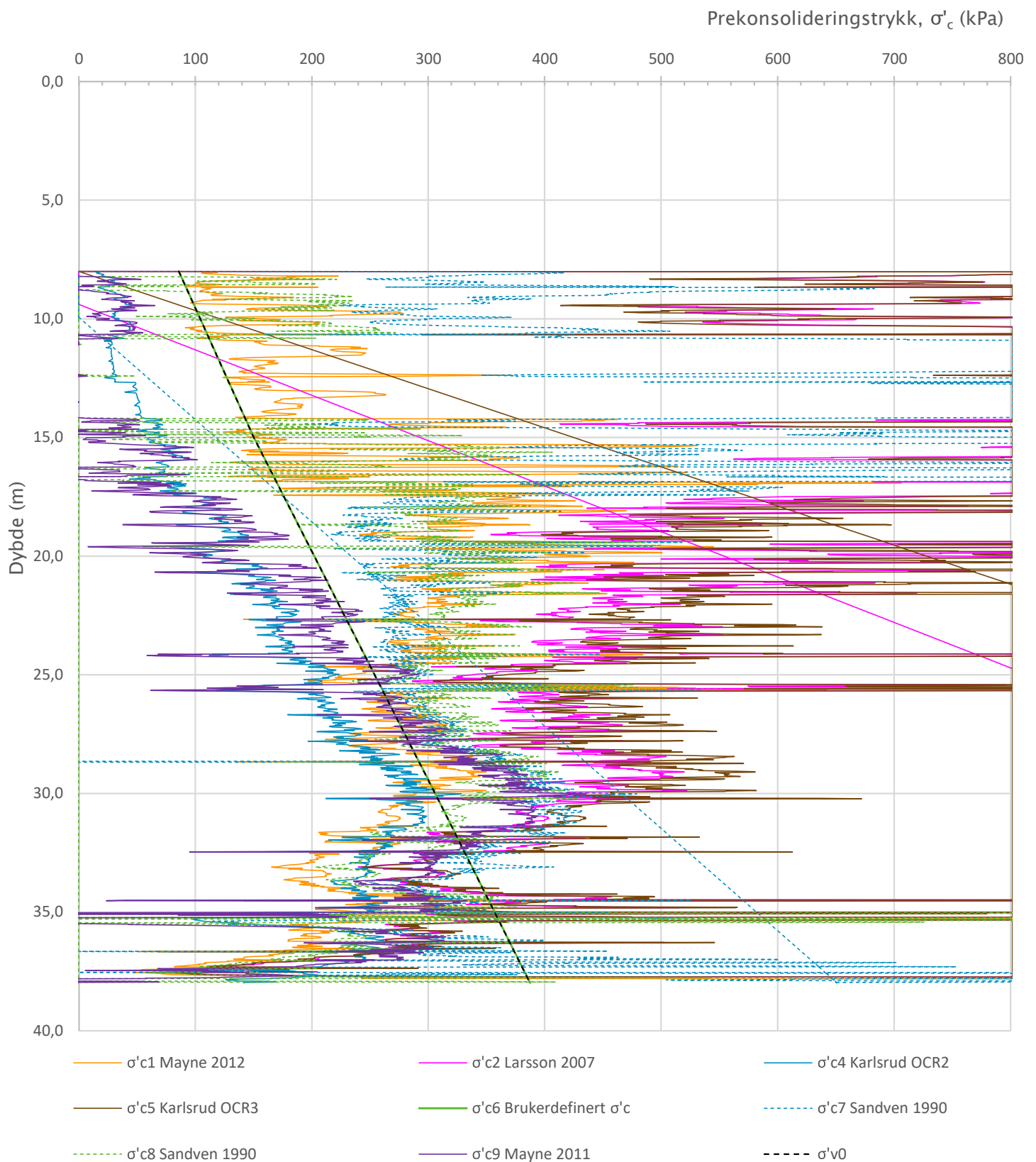
Anisotropiforhold i figur:
 Enaks BH B1-6: $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$
 Konus BH B1-6: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$



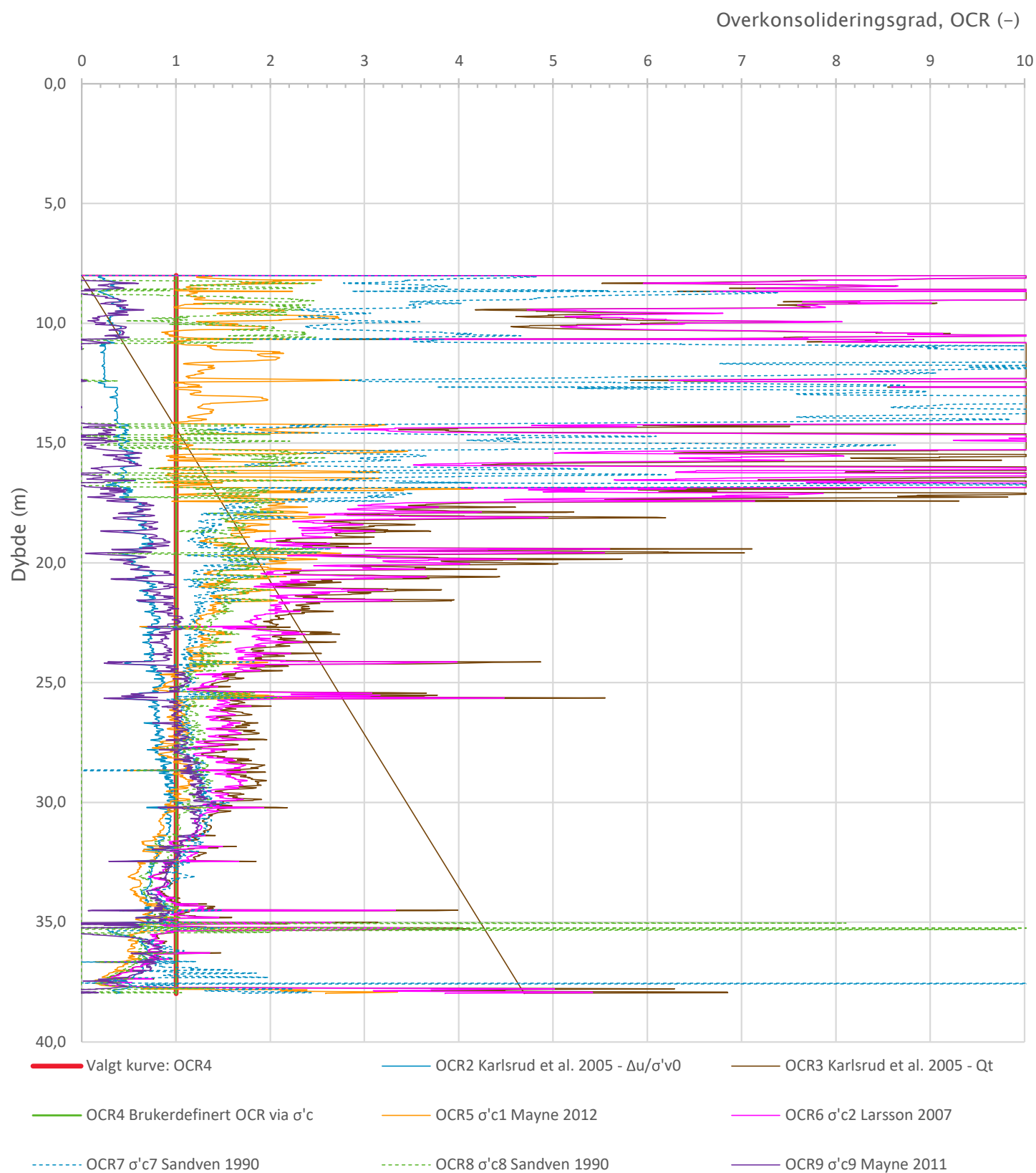
Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote +2,37
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				B1-6	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4446	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	IVA	ANG	JSG		
Multiconsult	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	506.7
		04.05.2016	2 Rev. dato 25.11.2020		



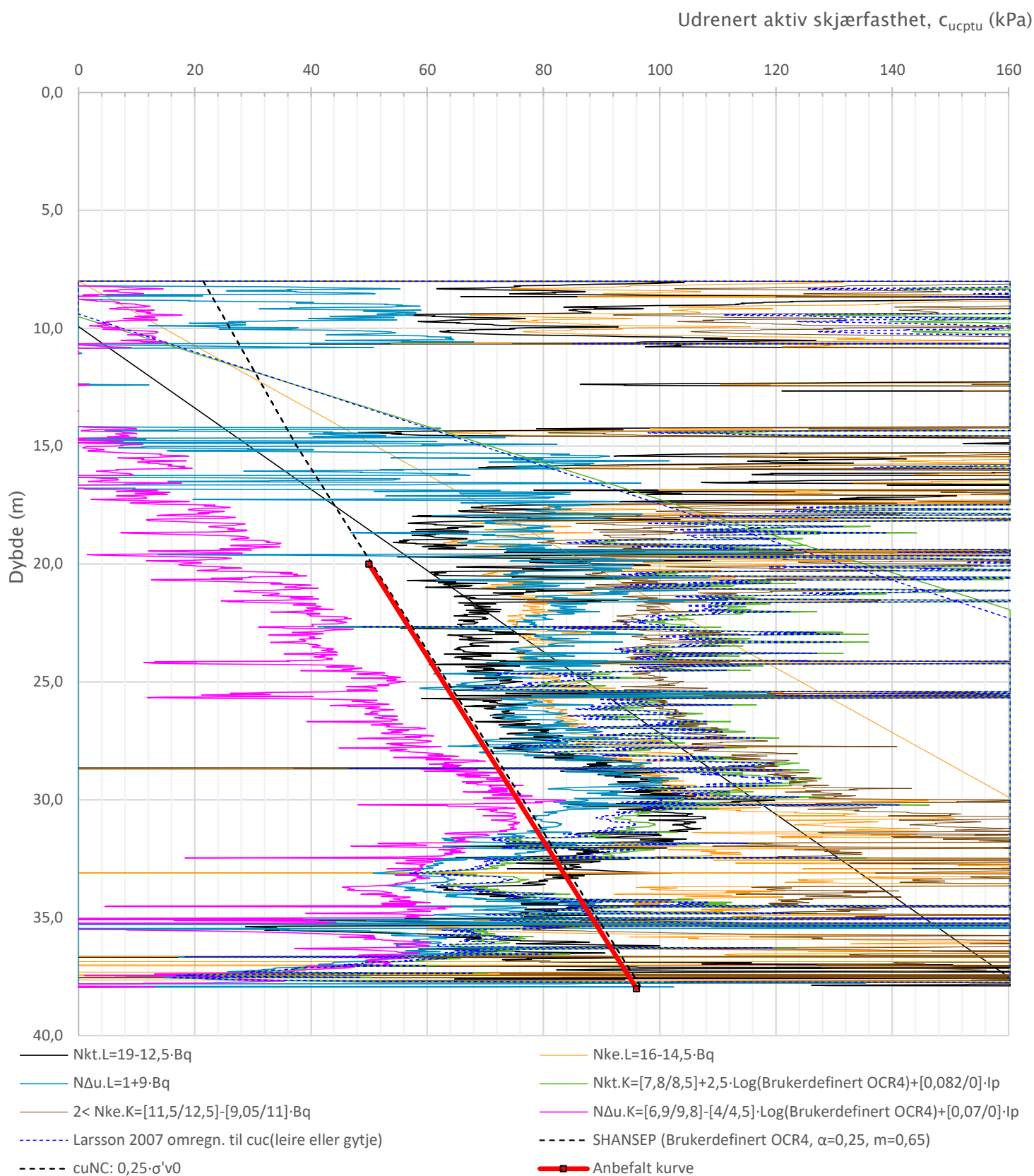
Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote +2,37
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				B1-6	
Innhold				Sondennummer	
Bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet				4446	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	IVA	ANG	JSG	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	04.05.2016	2 Rev. dato 25.11.2020	506.8	



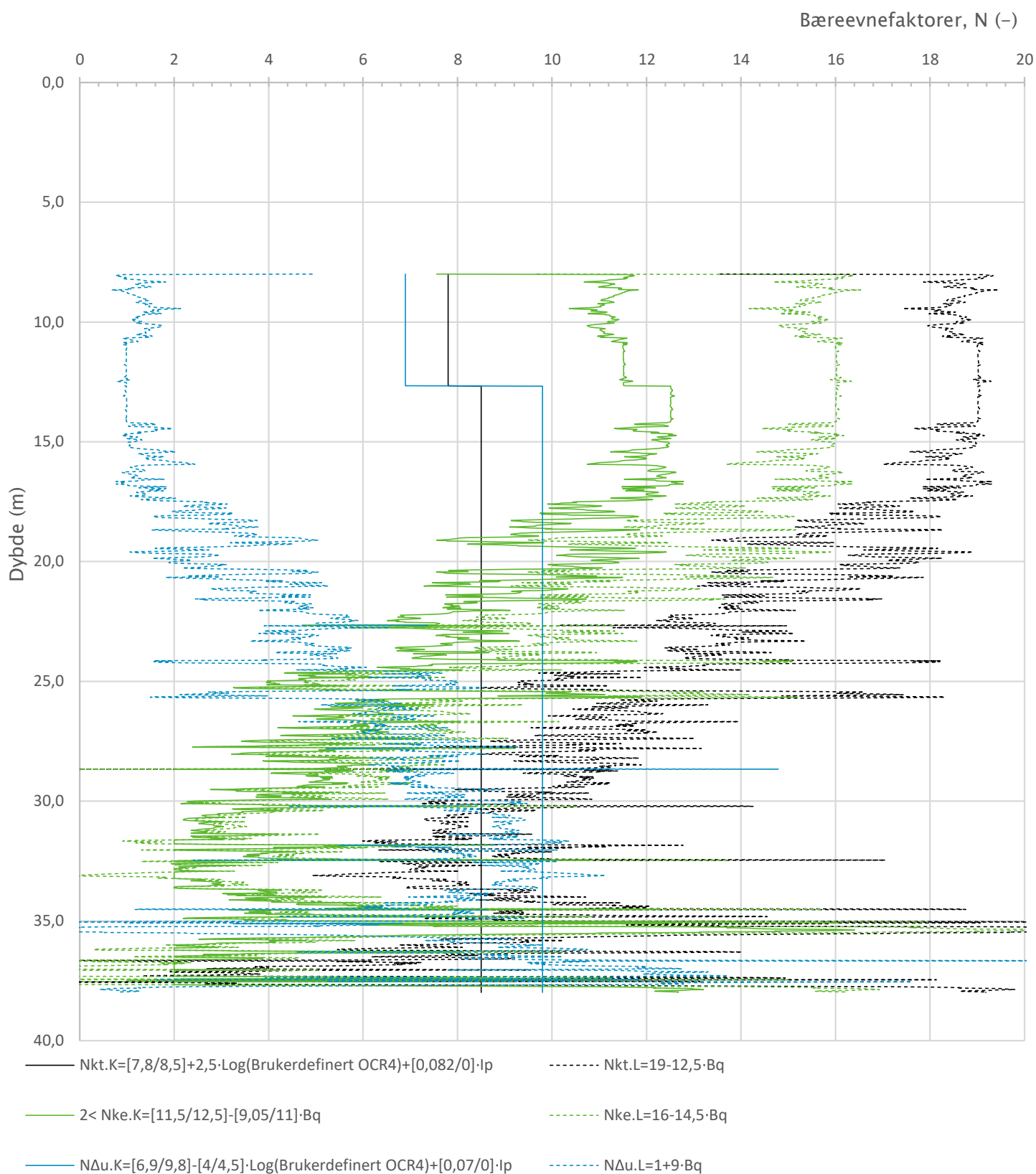
Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote +2,85
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1					K1-2	
Innhold					Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c					4446	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	IVA	AG	JSG	1		
Multiconsult	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		
	Multiconsult	04.05.2016	2 Rev. dato 25.11.2020	507.5		



Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote +2,85
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				K1-2	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4446	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	IVA	AG	JSG	1	
Multiconsult	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	04.05.2016	2 Rev. dato 25.11.2020	507.6	

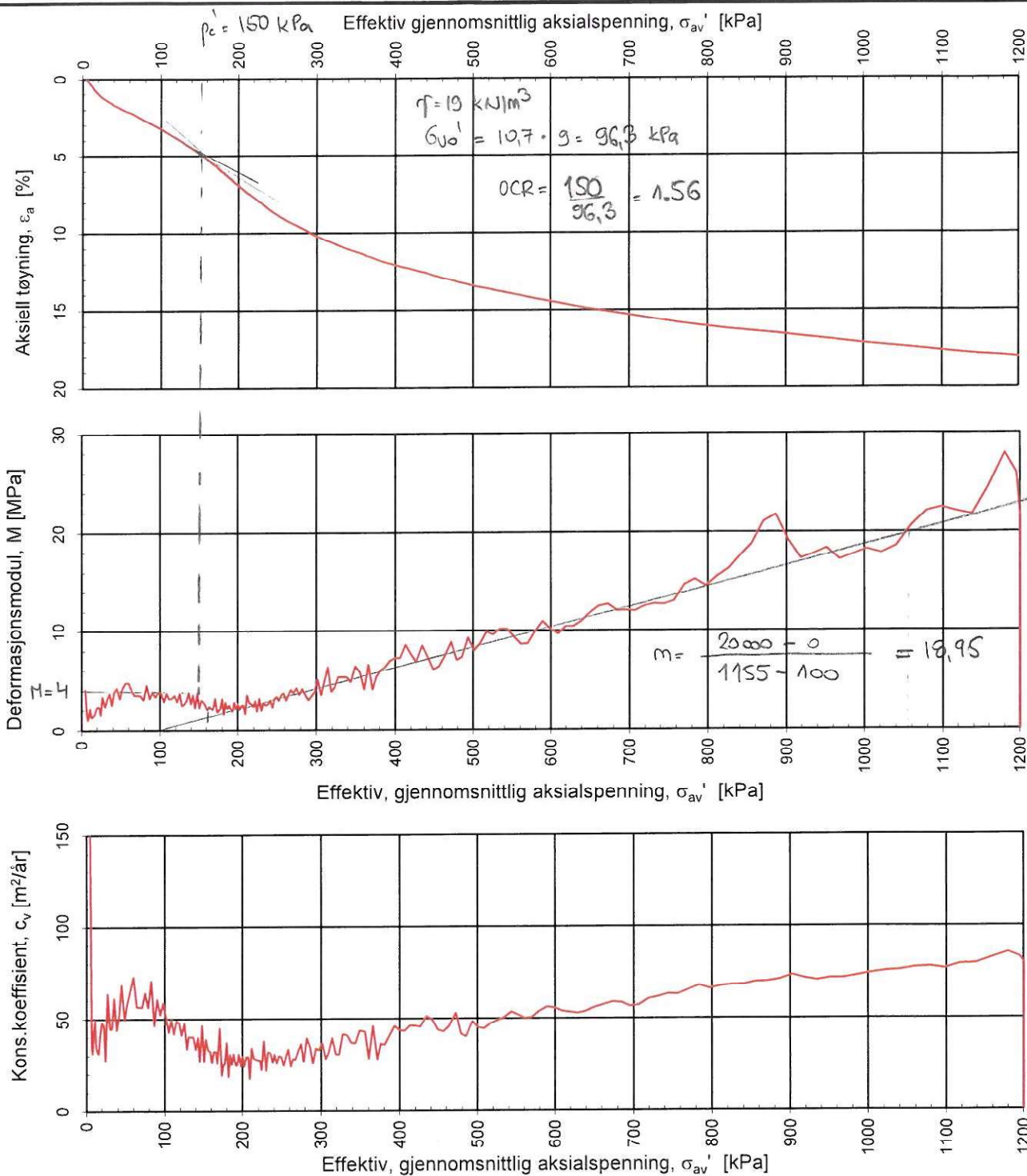


Prosjekt		Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01		Borhull	Kote +2,85
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1				K1-2	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4446	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	IVA	AG	JSG		
Multiconsult	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	507.7
		04.05.2016	2 Rev. dato 25.11.2020		



Prosjekt			Prosjektnummer: 417941 Rapportnummer: 417941-RIG-RAP-006_rev01			Borhull	Kote +2,85
Hommelvik Sjøside, Malvik. Skredfarevurdering B1 og K1						K1-2	
Innhold						Sondenummer	
Bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet						4446	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1	
	IVA	AG	JSG				
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		507.8	
	Multiconsult	04.05.2016	Rev. dato	2	25.11.2020		

13.11.2020 i va



Densitet ρ (g/cm³): 1,94
 Vanninnhold w (%): 32,00

Hommelvik Sjøside Bolig AS

Hommelvik Sjøside B1-K1 Grunnundersøkelser

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

MULTICONSULT
NORGE AS

Sluppenvegen 15,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00
 Faks: 73 10 62 00

Forsøksdato:

04.11.2020

Forsøknr.:

1

Oppdrag nr.:

417941

Dybde, z (m):

10,70

Tegnet av:

vt

Tegning nr.:

RIG-TEG-400.1

Borpunkt nr.:

5

Kontrollert:

truk

Prosedyre:

CRS

Tegningens filnavn:

417941-RIG-TEG-400_h5, d10,70m.xlsx

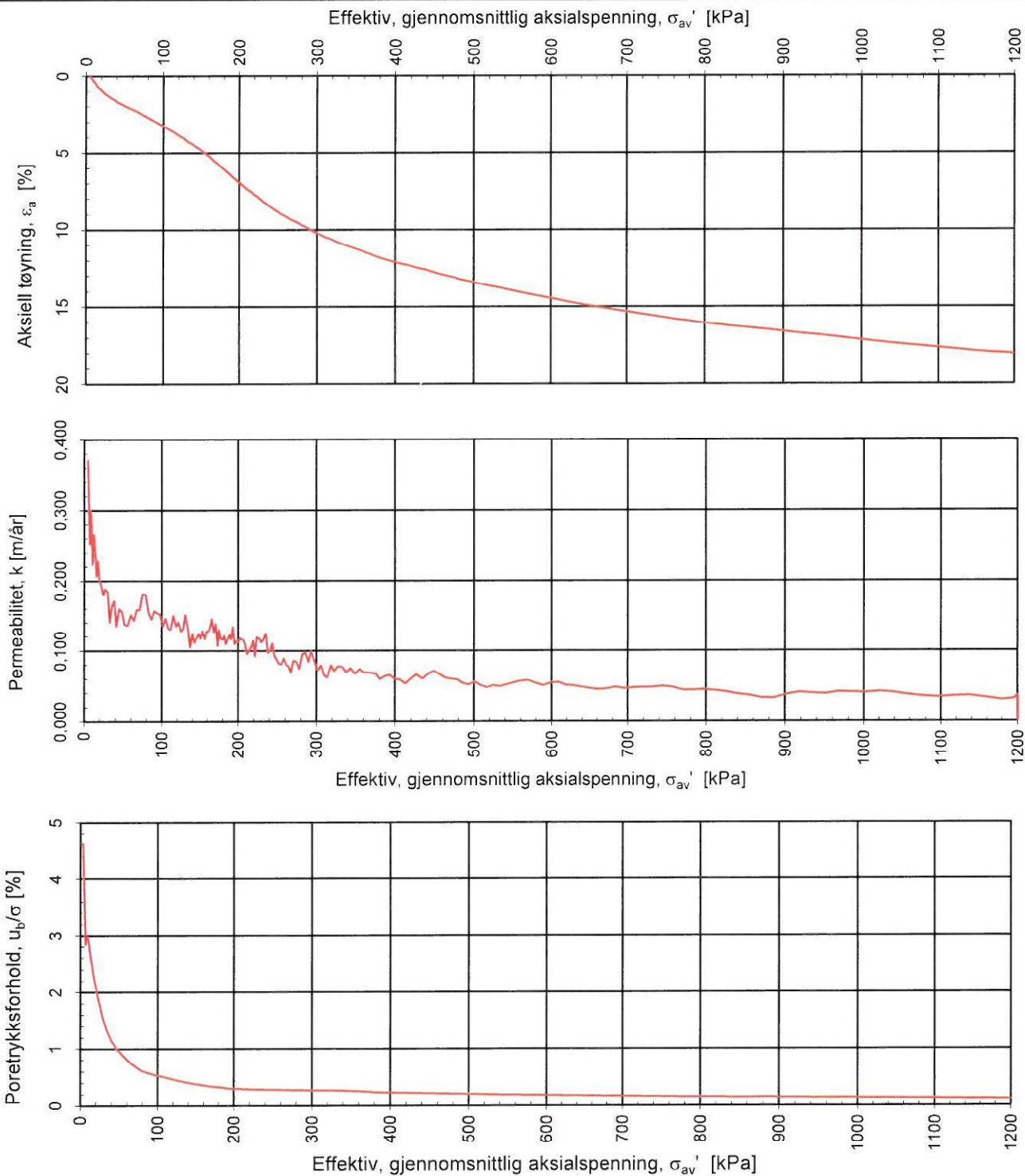
Multi
consult

Godkjent:

JSG

Programrevisjon:

16.07.2018



Densitet ρ (g/cm³): 1,94

Vanninnhold w (%): 32,00

Hommelvik Sjøside Bolig AS

Hommelvik Sjøside B1-K1 Grunnundersøkelser

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

417941-RIG-TEG-400_h5, d10,70m.xlsx

MULTICONSULT NORGE AS

Sluppenvegen 15
7486 TRONDHEIM
Tlf: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

04.11.2020

Dybde, z (m):

10,70

Borpunkt nr.:

5

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

vt

Kontrollert:

truk

Oppdrag nr.:

417941

Tegning nr.:

RIG-TEG-400.2

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

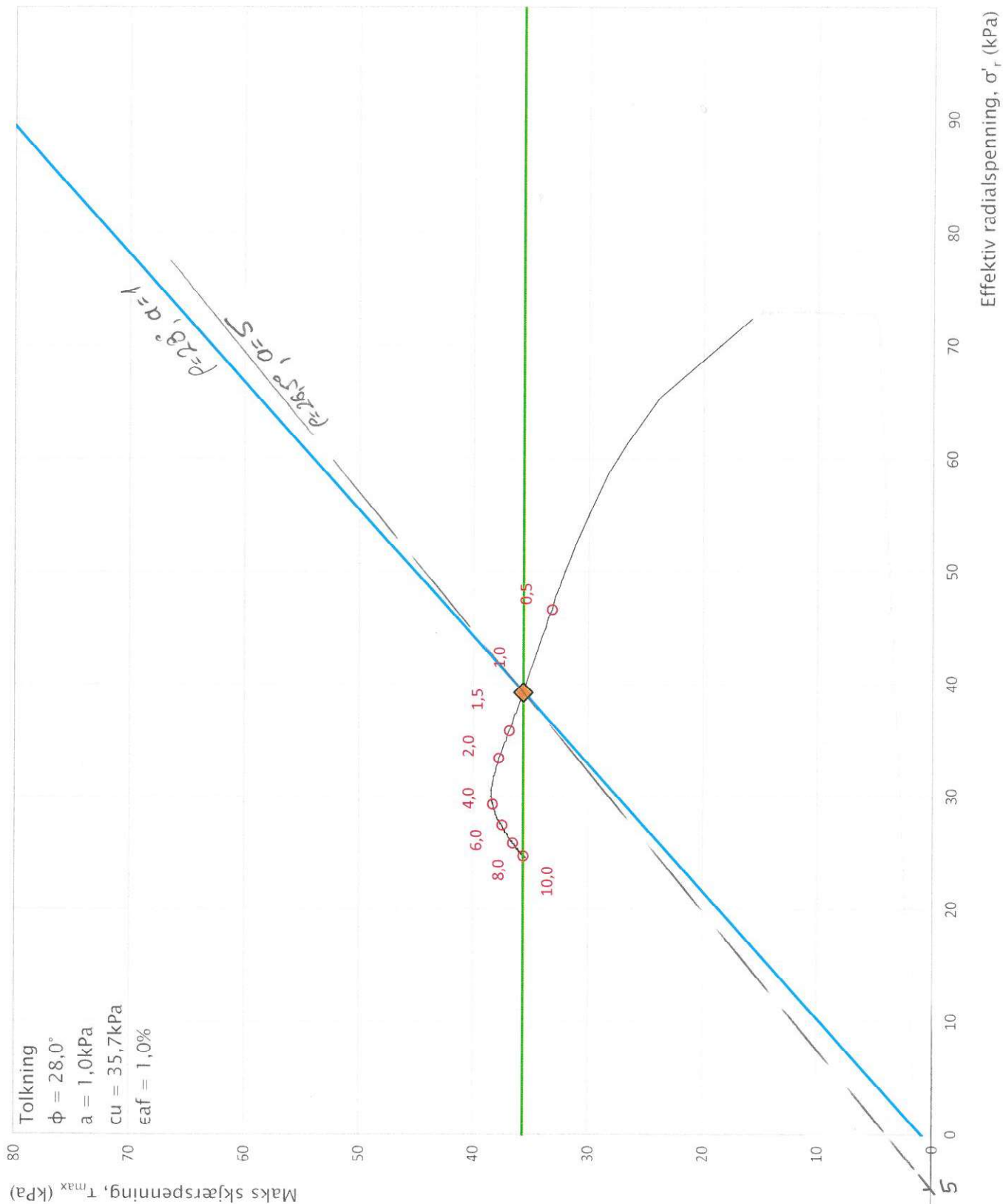
JSG

Programrevisjon:

16.07.2018

Multi
consult

13.11.2020 iua

 $\epsilon_a = 0,5 \quad 1,0 \quad 1,5 \quad 2,0 \quad 4,0 \quad 6,0 \quad 8,0 \quad 10,0 \quad (\%)$ 

Prosjekt Prosjektnummer: 417941. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00

Hommelvik Sjøside B1-K1 Grunnundersøkelser

Borhull

5

Innhold

Dybde (m)

Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)

10,40

Multiconsult

Utført

vt

Kontrollert

truk

Godkjent

JSG

Forsøkstype

CAUc

Region

Midt

Dato utført

06.11.2020

Revisjon

0

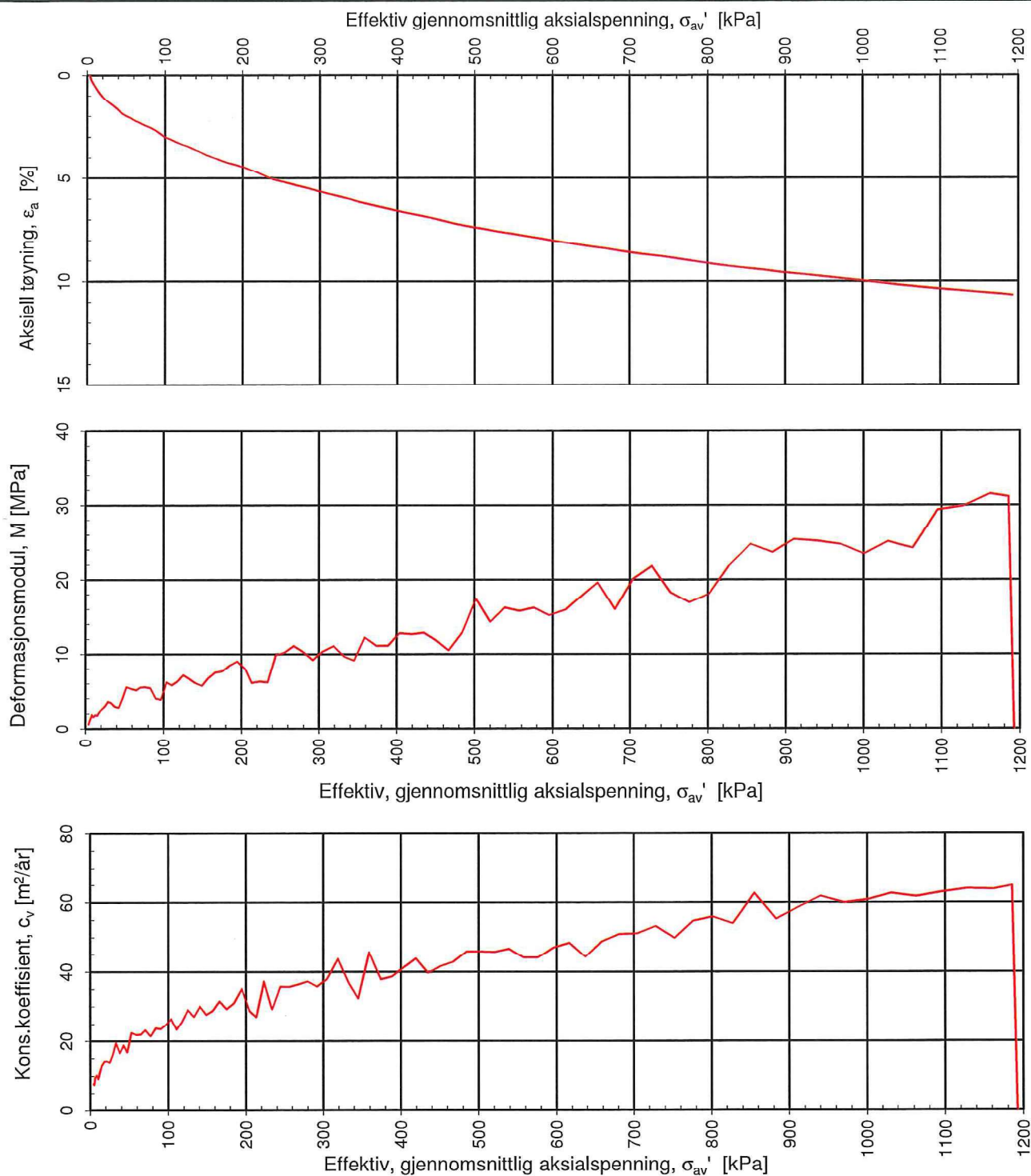
Rev. dato

09.11.2020

Figur

450.1

06.08.2019 TEH



Densitet ρ (g/cm³):
Vanninnhold w (%):

2.06
25.01

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

238.48

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik

Ikke tolkebar

Tegningens filnavn:

417941-RIG-TEG-075-hB1-4_d23,38m.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, M og c_v .

Multiconsult

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

15.06.2016

Dybde, z (m):

23.38

Borpunkt nr.:

B1-4

Forsøknr.:

1

Tegnet av/kontrollert lab:

kjt / truk

Kontrollert:

THVA

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

417941

Tegning nr.:

RIG-TEG-075.1

Prosedyre:

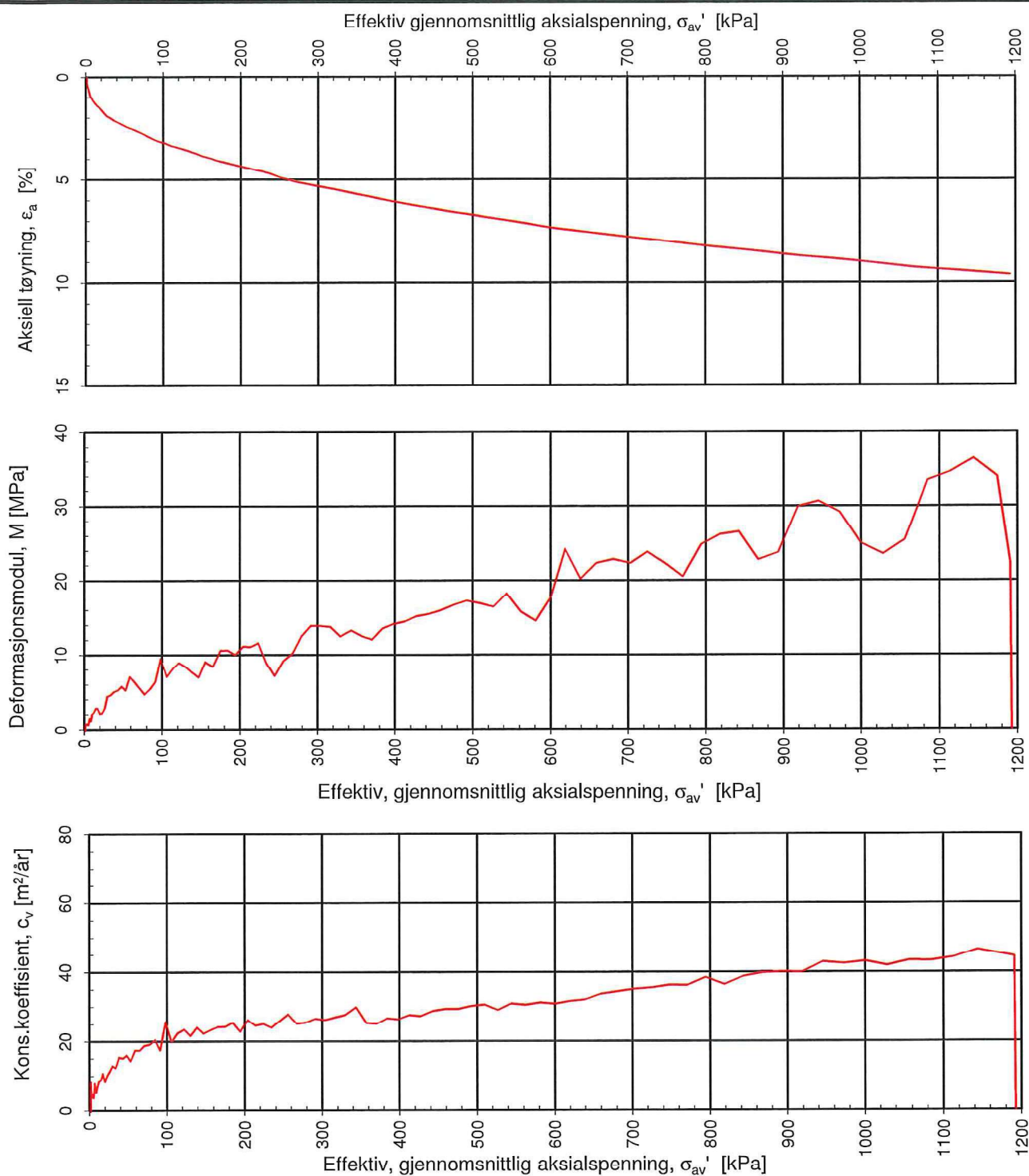
CRS

Programrevisjon:

07.01.2014

Multiconsult

06.08.2019 TEH



Densitet ρ (g/cm³): **2.06**
 Vanninnhold w (%): **23.81**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{v0}' (kPa): **269.79**

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik

Ikke tolkbar

Tegningens filnavn:

417941-RIG-TEG-076-hB1-4_d26.45m.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

Multiconsult

Sluppenvegen 15,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

15.06.2016

Dybde, z (m):

26.45

Borpunkt nr.:

B1-4

Forsøknr.:

2

Tegnet av/kontrollert lab:

kjt / truk

Kontrollert:

THVA

Oppdrag nr.:

417941

Tegning nr.:

RIG-TEG-076.1

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

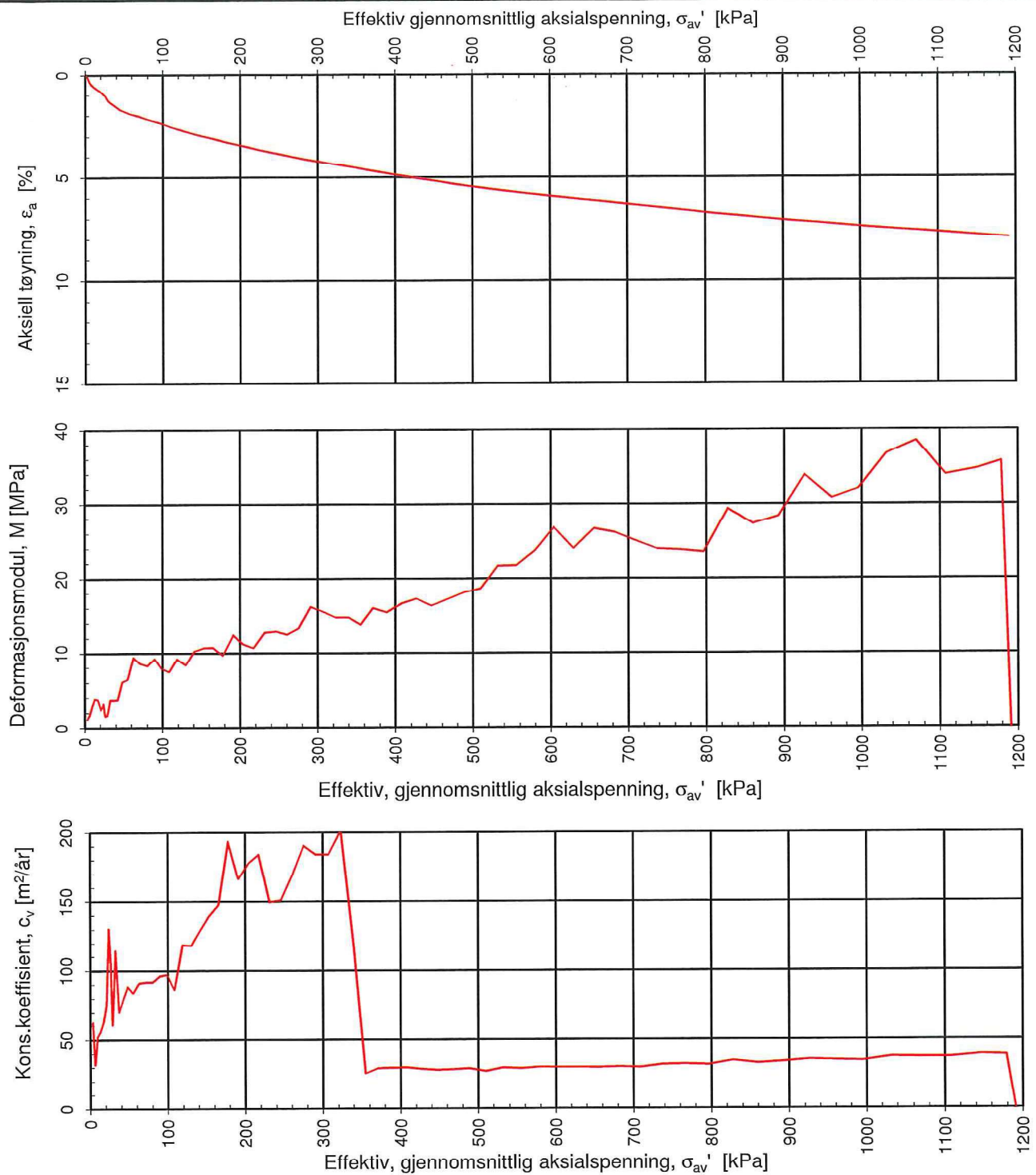
OAA

Programrevisjon:

07.01.2014

Multi
consult

06.08.2019 TTH



Densitet ρ (g/cm^3): **2.05**
 Vanninnhold w (%): **25.01**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{v0}' (kPa): **202.83**

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik

Ikke tolkebar

Tegningens filnavn:

417941-RIG-TEG-077-Hb6-d21,35m.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

Multiconsult

Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

31.05.2016

Dybde, z (m):

21.35

Borpunkt nr.:

B1-6

Forsøknr.:

3

Tegnet av/kontrollert lab:

kjt / truk

Kontrollert:

THVA

Oppdrag nr.:

417941

Tegning nr.:

RIG-TEG-077.1

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

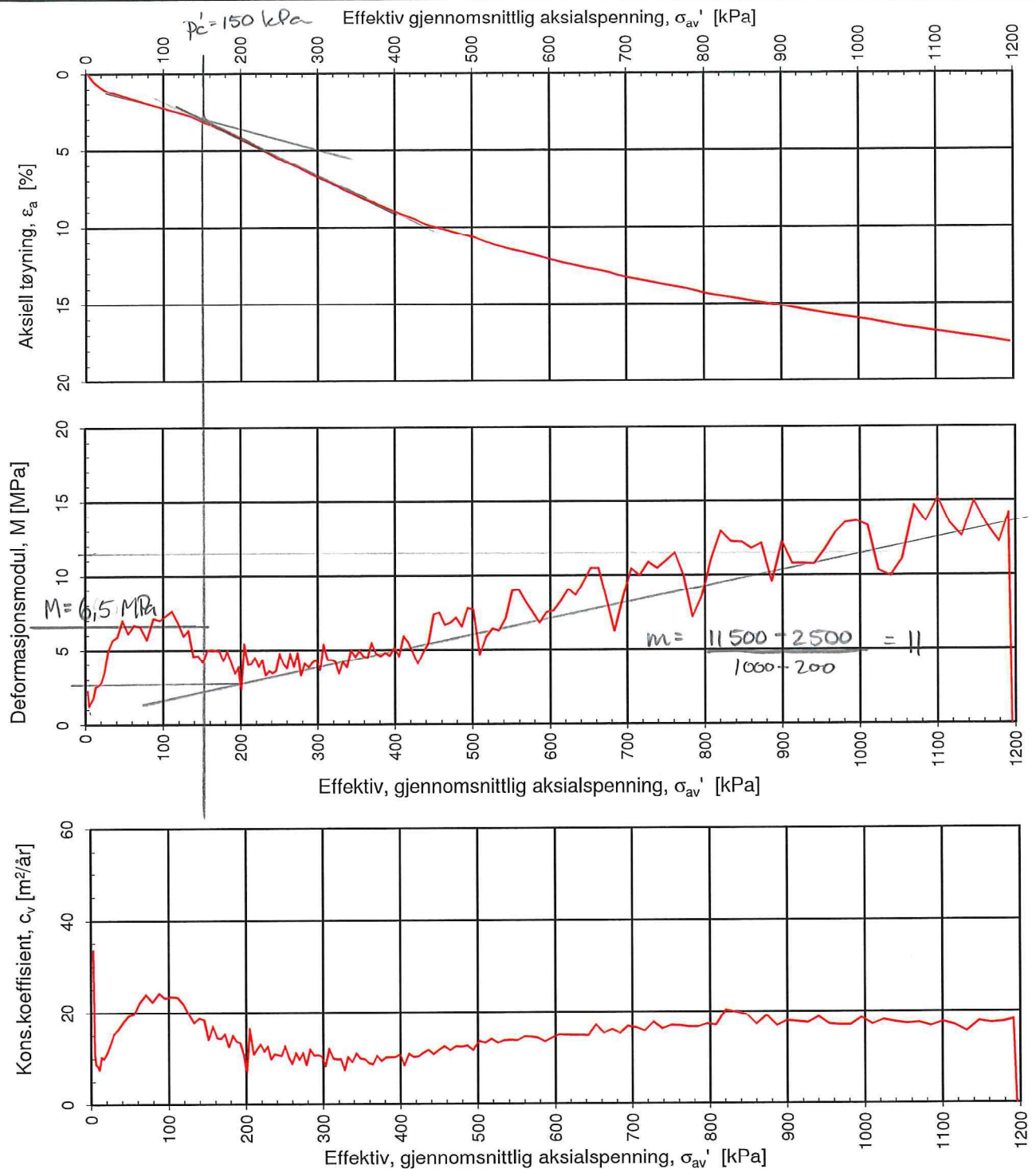
OAA

Programrevisjon:

07.01.2014

Multi
consult

06.08.2019



Densitet ρ (g/cm³):
Vanninnhold w (%):

2.05
31.76

Effektivt overlagringstrykk, σ_{vo}' (kPa):

236.00

Hommelvik Sjøside Bolig AS
Hommelvik Sjøside, Malvik

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

Multiconsult
Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:
31.05.2016

Forsøksnr.:
4

Oppdrag nr.:
417941

Dybde, z (m):
23.60

Tegnet av/kontrollert lab:
kjt / truk

Tegning nr.:
RIG-TEG-078.1

Borpunkt nr.:
B1-6

Kontrollert:
THVA

Prosedyre:
CRS

Tegningens filnavn:

417941-RIG-TEG-078-hB1-6_d23,60m.xlsx

Multi
consult

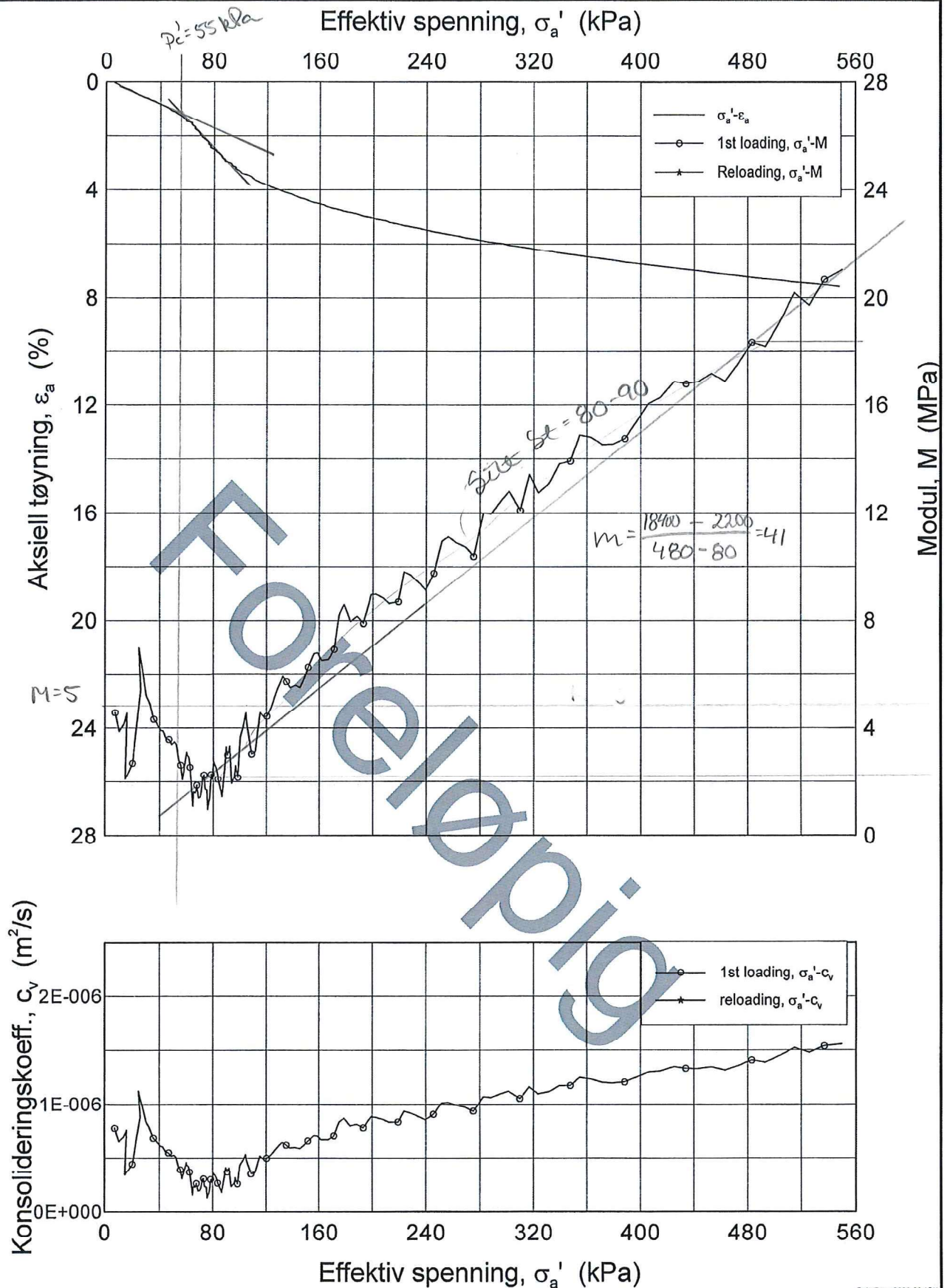
Godkjent:

OAA

Programrevisjon:

07.01.2014

06.08.2019 TET



Dato/Rev.: 2009-09-15/4

Hommelvik Sjøside AS, tomt 54/228, geotekniske grunnundersøkelser, datarapport

Dokumentnr.
20120409-01-R

Oedometer test (CRSC)

Dybde = 21.23 m

Borhull: 2

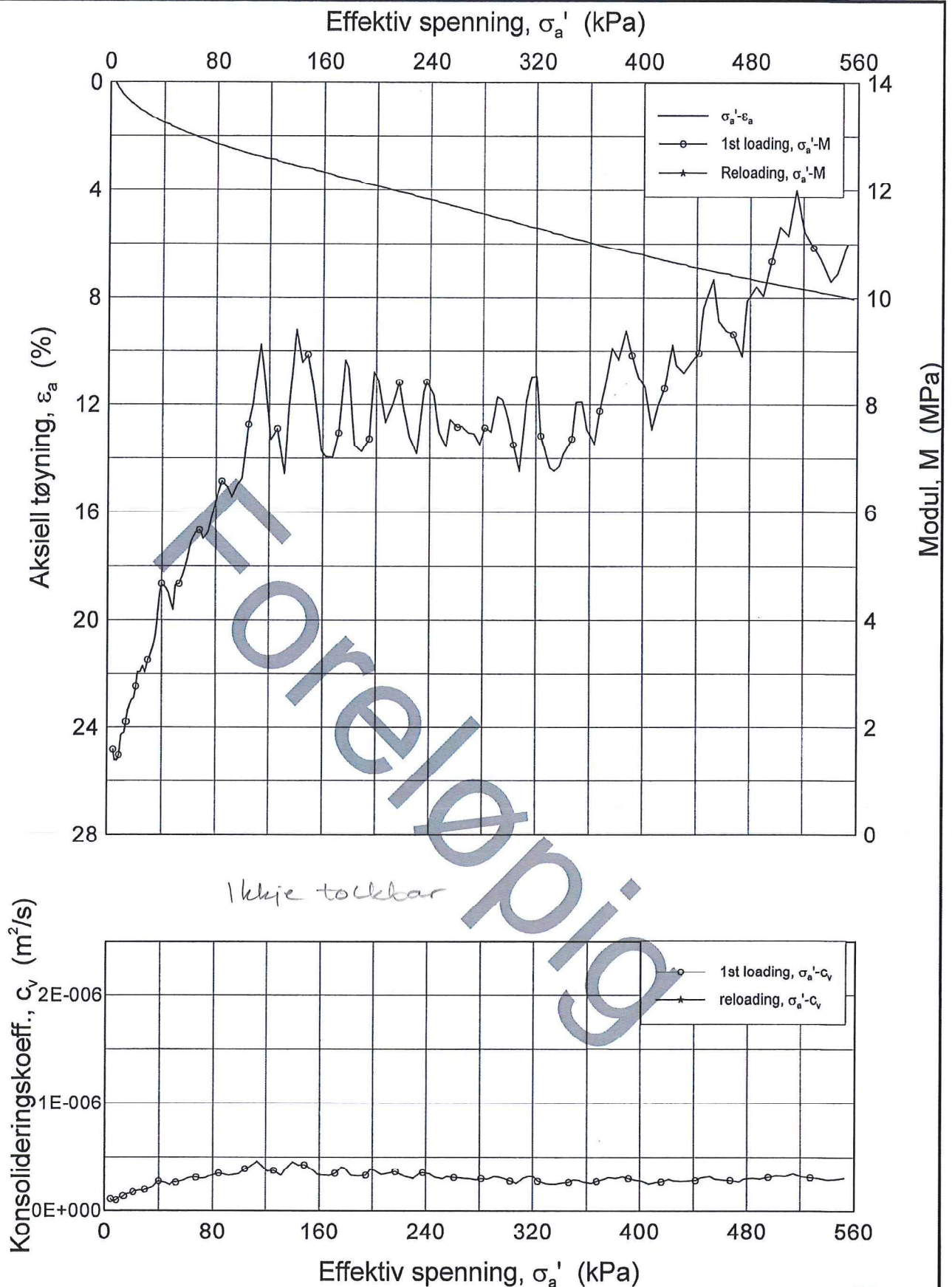
Sylinder: 10

 $p_o' = 202.0 \text{ kPa}$

Del: A

Test: 1

 $w_i = 24.95 \%$ Dato
2012-10-02Figurnr.
XX.XX F1Tegner
FPI/



Dato/Rev.: 2009-09-15/4

Hommelvik Sjøside AS, tomt 54/228, geotekniske grunnundersøkelser, datarapport

Dokumentnr.

20120409-01-R

Oedometer test (CRSC)

Dybde = 23.45 m

Dato

2012-10-02

Borhull: 2

Sylinder: 11

 $p_o' = 221.1$ kPa

Figurnr.

XX.XX F2

Del: B

Test: 1

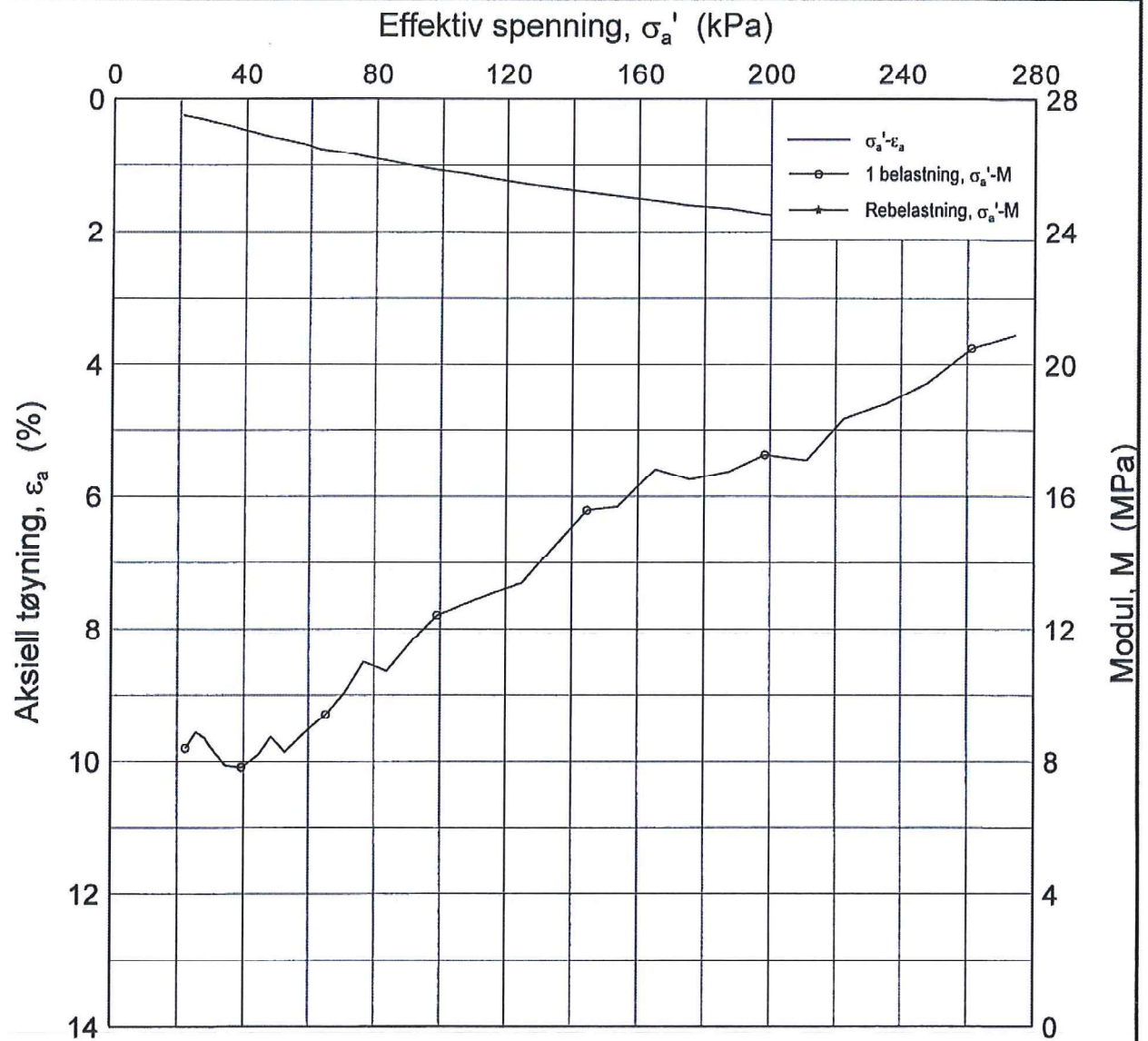
 $w_i = 26.05$ %

Tegner

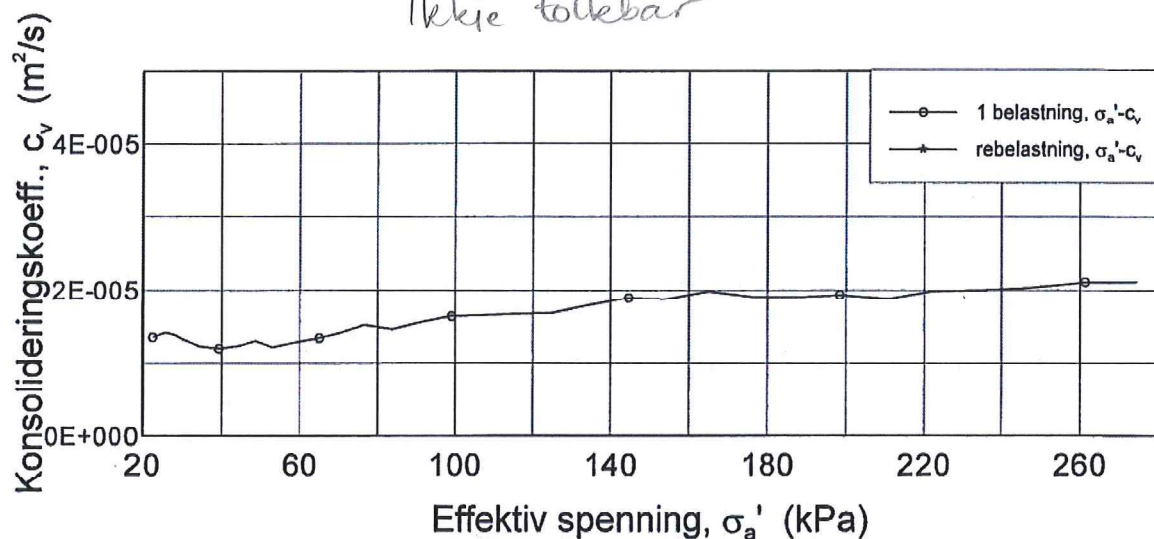
FPI AS



06.08.2019



Ikke tolkebar



Dato/Rev: 2009-09-15/4

HOMMELVIK SJØSIDE

Dokumentnr.

20091622

Dato

2010-06-16

Figurnr.

XX:XX- H1

Tegner

FP/



Oedometer test (CRSC)

Dybde = 12.46 m

Borhull: 4

Sylinder: 7

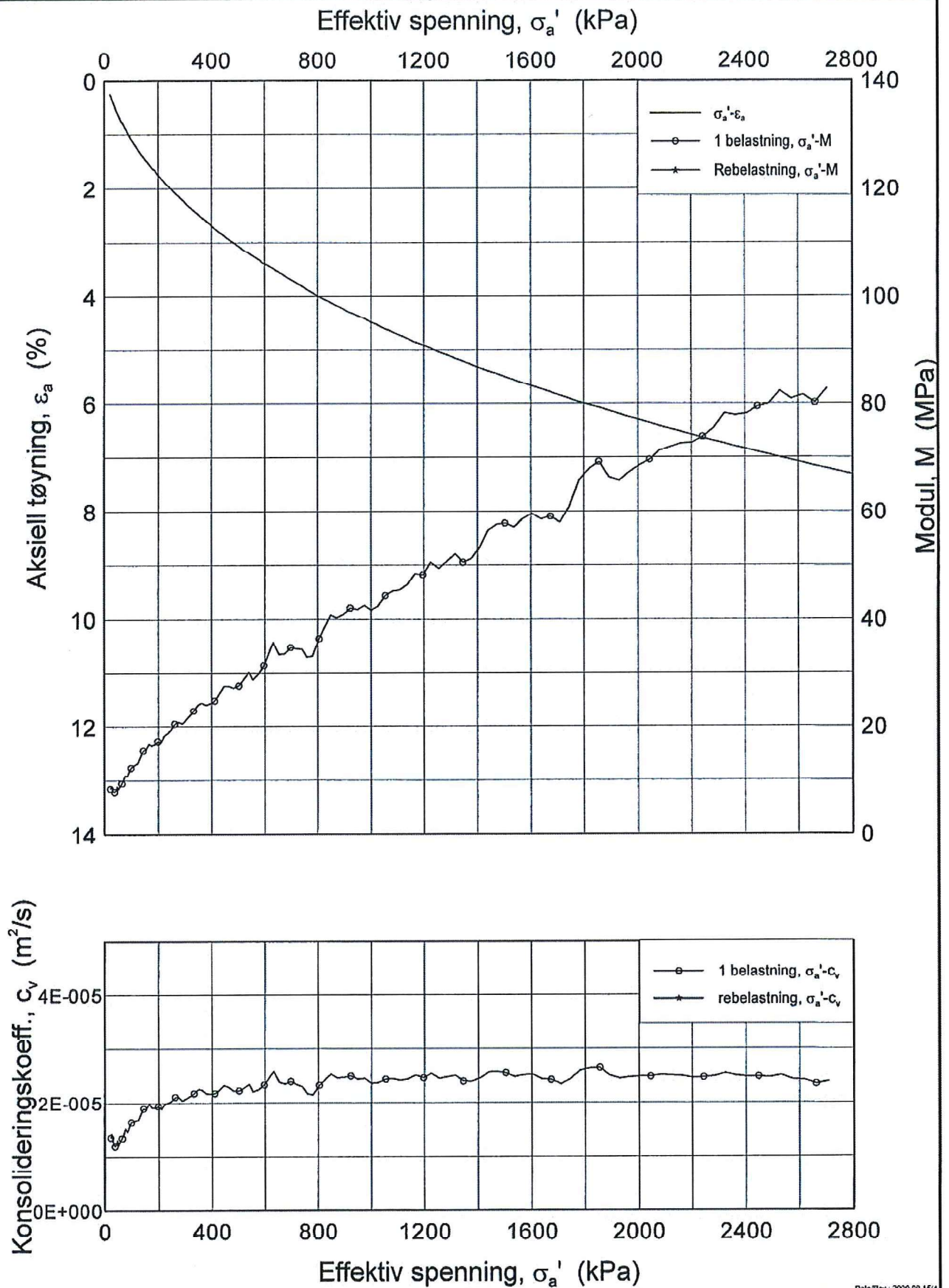
 $p_o' = 140.0$ kPa

Del: C

Test: 1

 $w_l = 24.35$ %

H:\LABDATA\2009\20091622\Oedom4-7-C-1 lin (crs1645).grf



Dato/Rev: 2009-09-15/4

HOMMELVIK SJØSIDE

Oedometer test (CRSC)

Borhull: 4

Sylinder: 7

Del: C

Test: 1

Dybde = 12.46 m

p_o' = 140.0 kPa

w_i = 24.35 %

Dokumentnr.
20091622

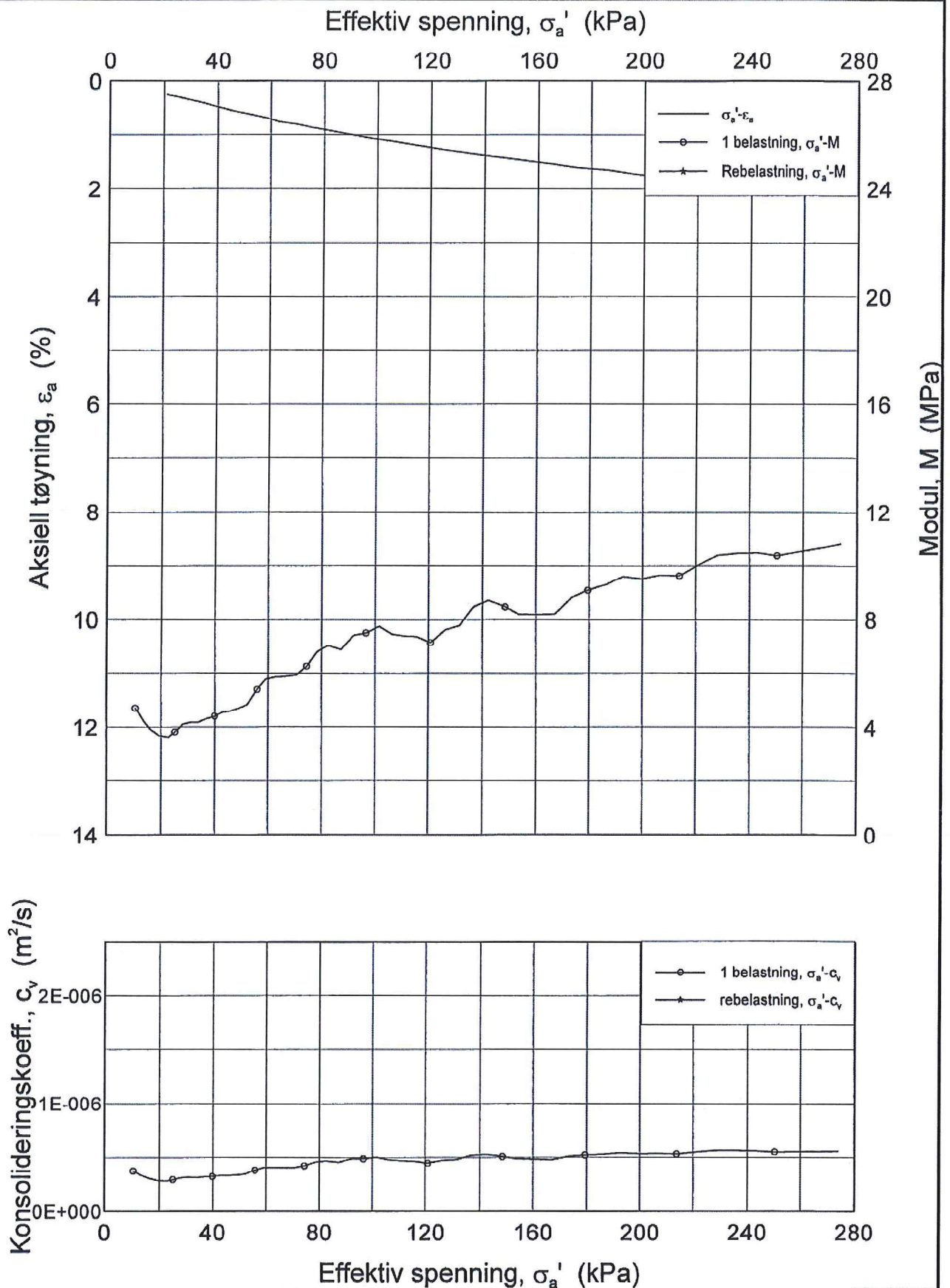
Dato
2010-06-15

Figurnr.
XX-XX- H3

Tegner
FPI



H:\LABDATA\2009\20091622\Oedom\4-9-B-1 lin-2 (crs1646).grf



Dato/Rev: 2009-09-15/4

HOMMELVIK SJØSIDE

Oedometer test (CRSC)

Borhull: 4

Sylinder: 9

Del: B

Test: 1

Dybde = 14.35 m

p_o' = 160.0 kPa

w_i = 26.41 %

Dokumentnr.

20091622

Dato

2010-06-16

Figurnr.

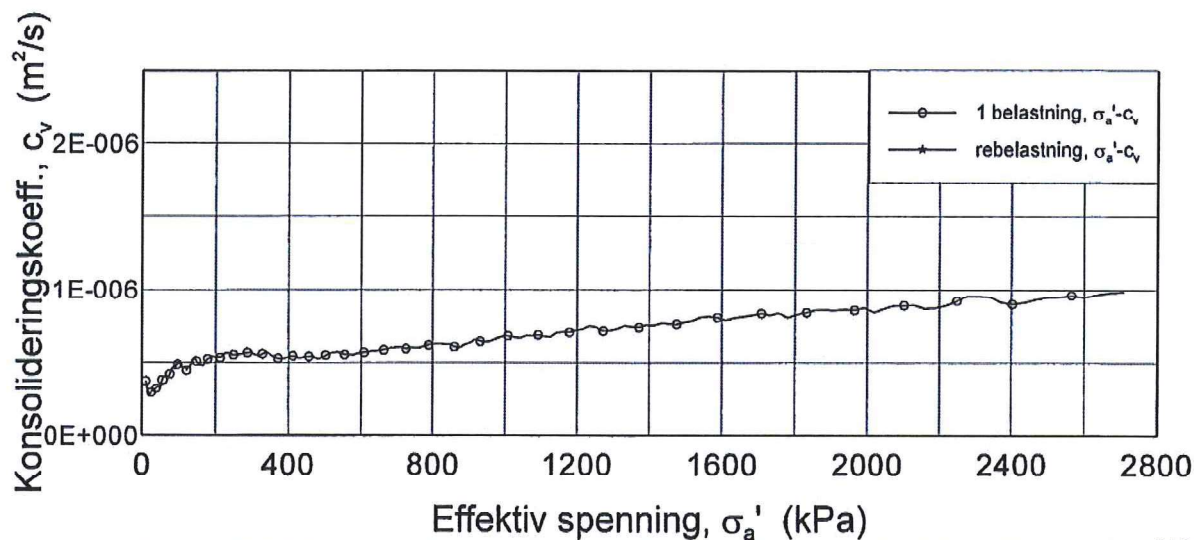
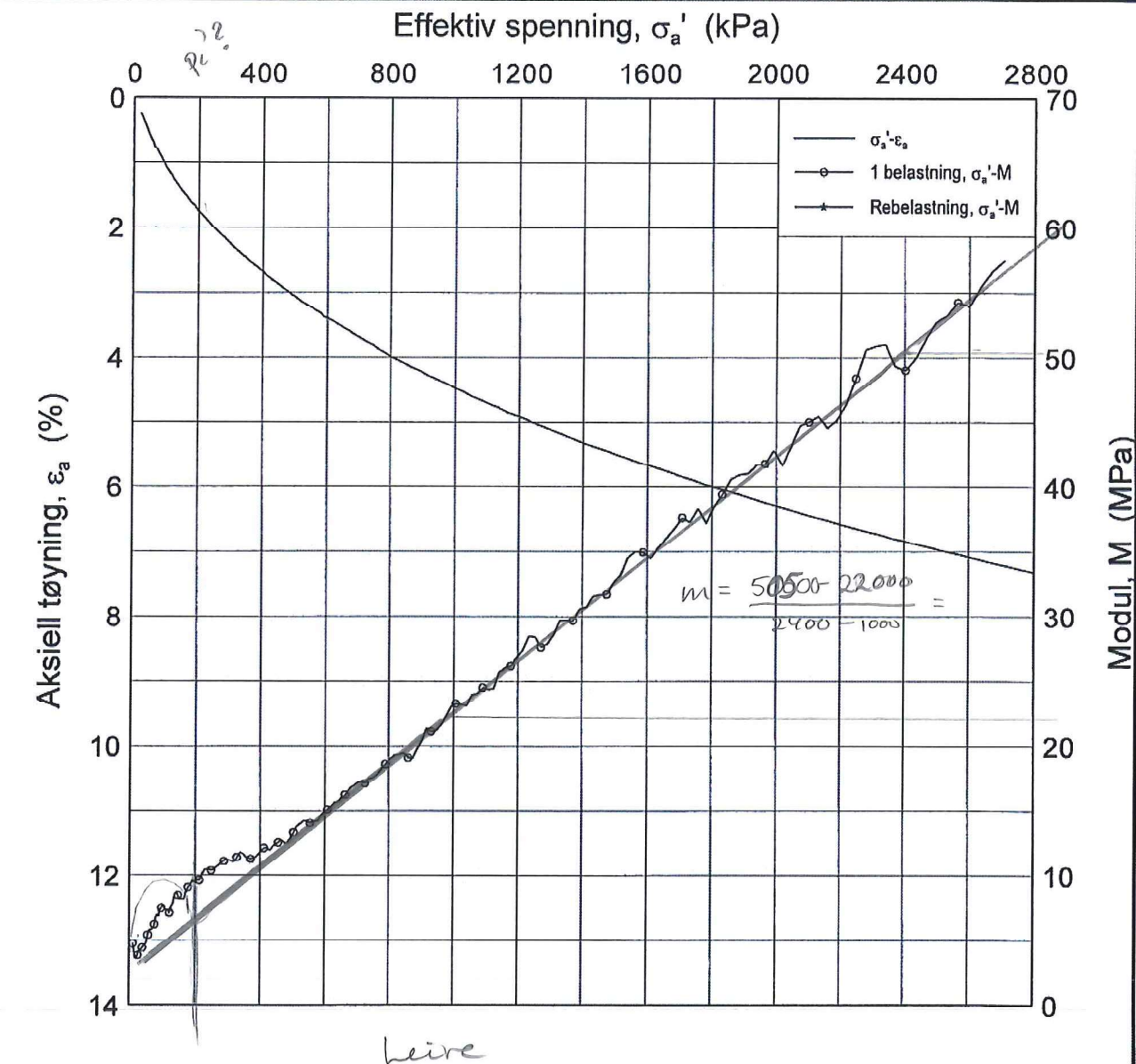
XX:XX- H4

Tegner

FP/



H:\LABDATA\2009\20091622\Oedom\4-9-B-1 lin (crs1646).grf



Dato/Rev: 2009-09-15/4

HOMMELVIK SJØSIDE

Dokumentnr.
20091622

Oedometer test (CRSC)

Dybde = 14.35 m

Dato
2010-06-15

Borhull: 4

Sylinder: 9

p_o' = 160.0 kPa

Figurnr.
XX-XX- H6

Del: B

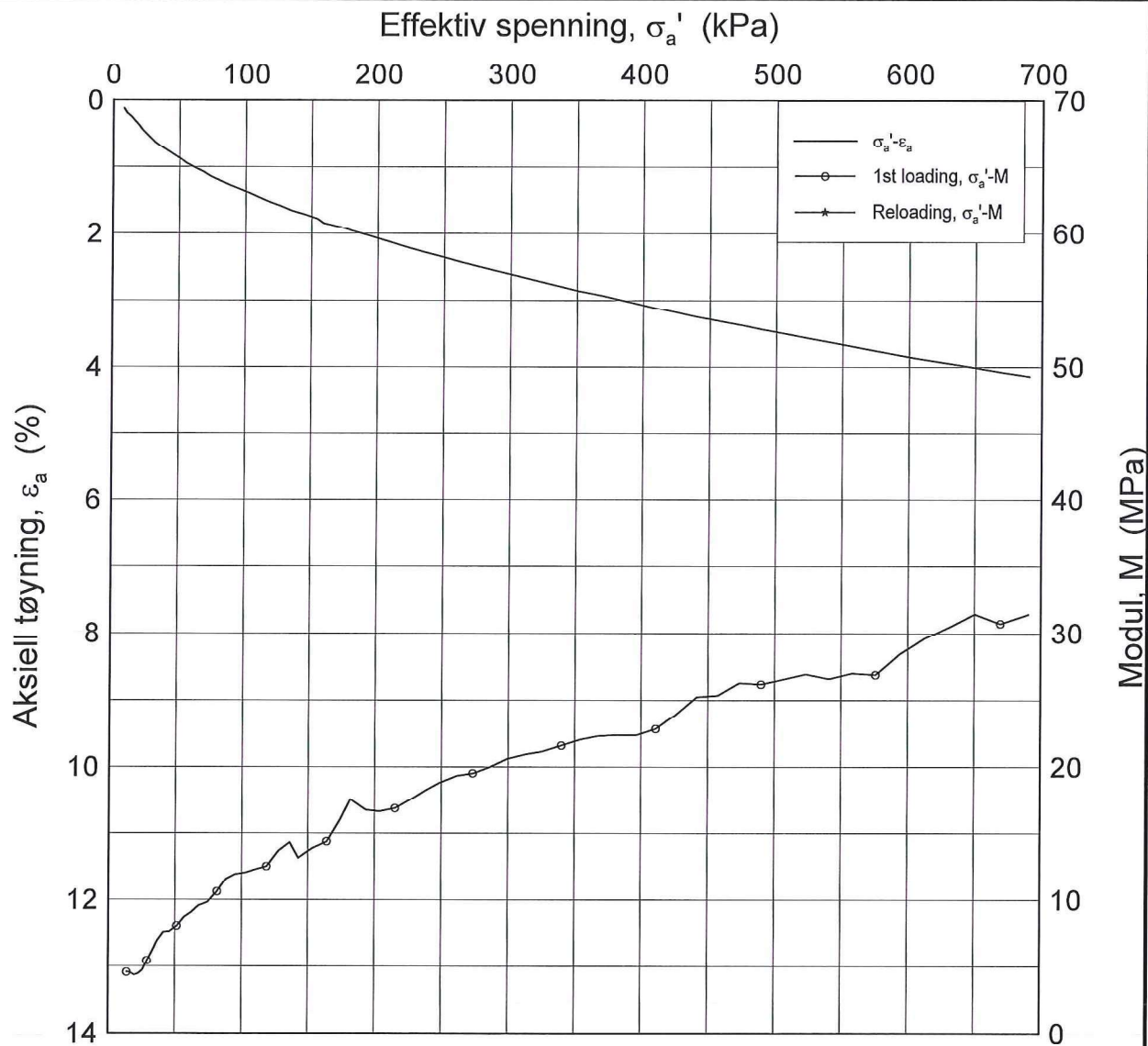
Test: 1

w_l = 26.41 %

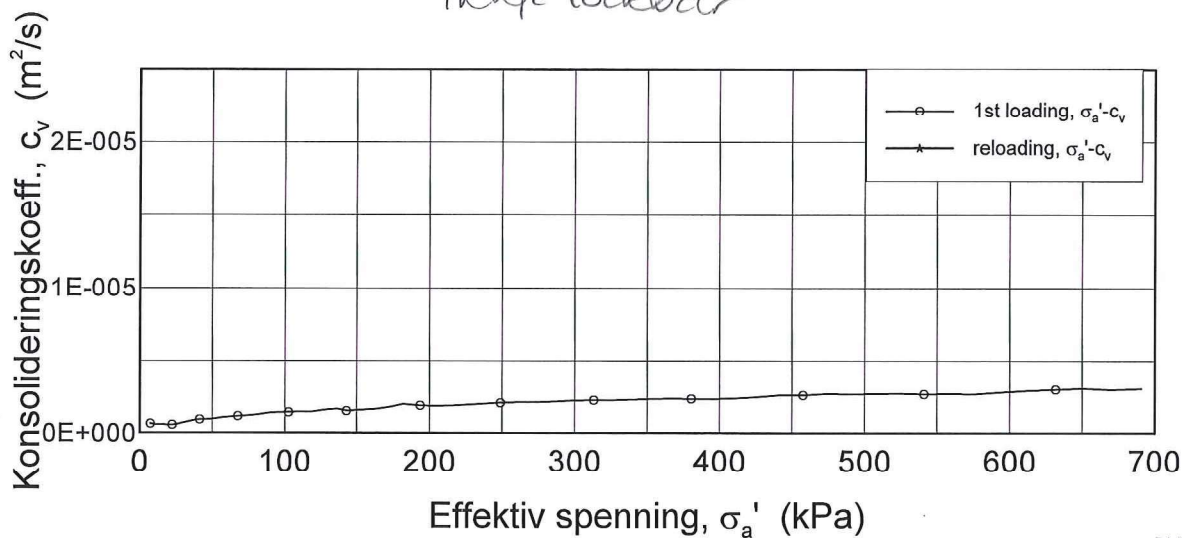
Tegner
FPI



06.08.2019 TEH



Ikke tolkebar



Dato/Rev.: 2009-09-15/4

Hommelvik Sjøside

Dokumentnr.

20091622-xx-00-R

Oedometer test (CRSC)

Dybde = 19.23 m

Dato

2011-11-11

Borhull: 18

Sylinder: 5

 $p_o' = 195.0$ kPa

Figurnr.

F'2

Del: A

Test: 1

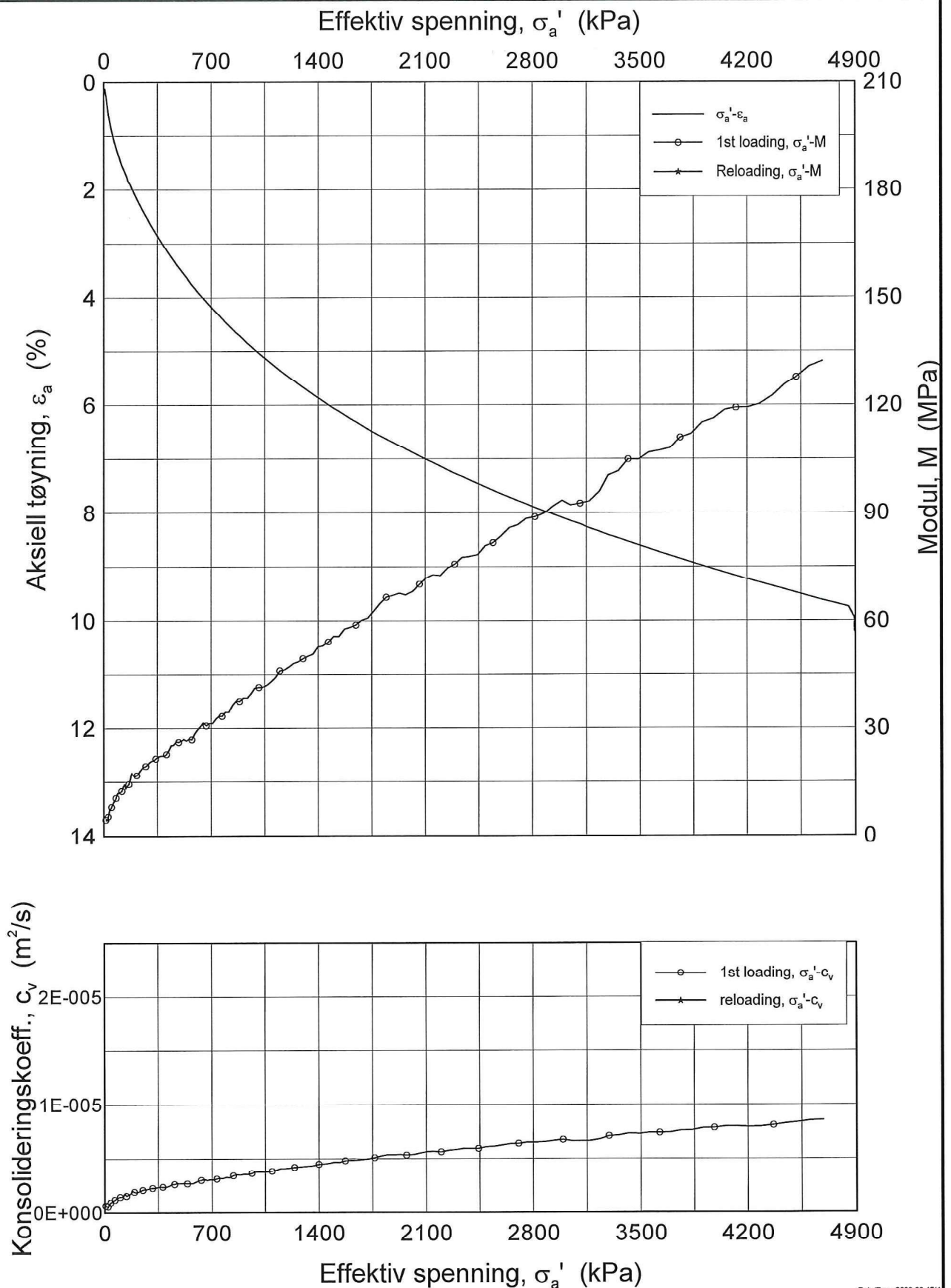
 $w_i = 25.23$ %

Tegner

FP/



06.08.2019 TET



Dato/Rev.: 2009-09-15/4

Hommelvik Sjøside

Dokumentnr.

20091622-xx-00-R

Oedometer test (CRSC)

Dybde = 19.23 m

Dato

2011-11-11

Borhull: 18

Sylinder: 5

 $p_o' = 195.0$ kPa

Figurnr.

F3

Del: A

Test: 1

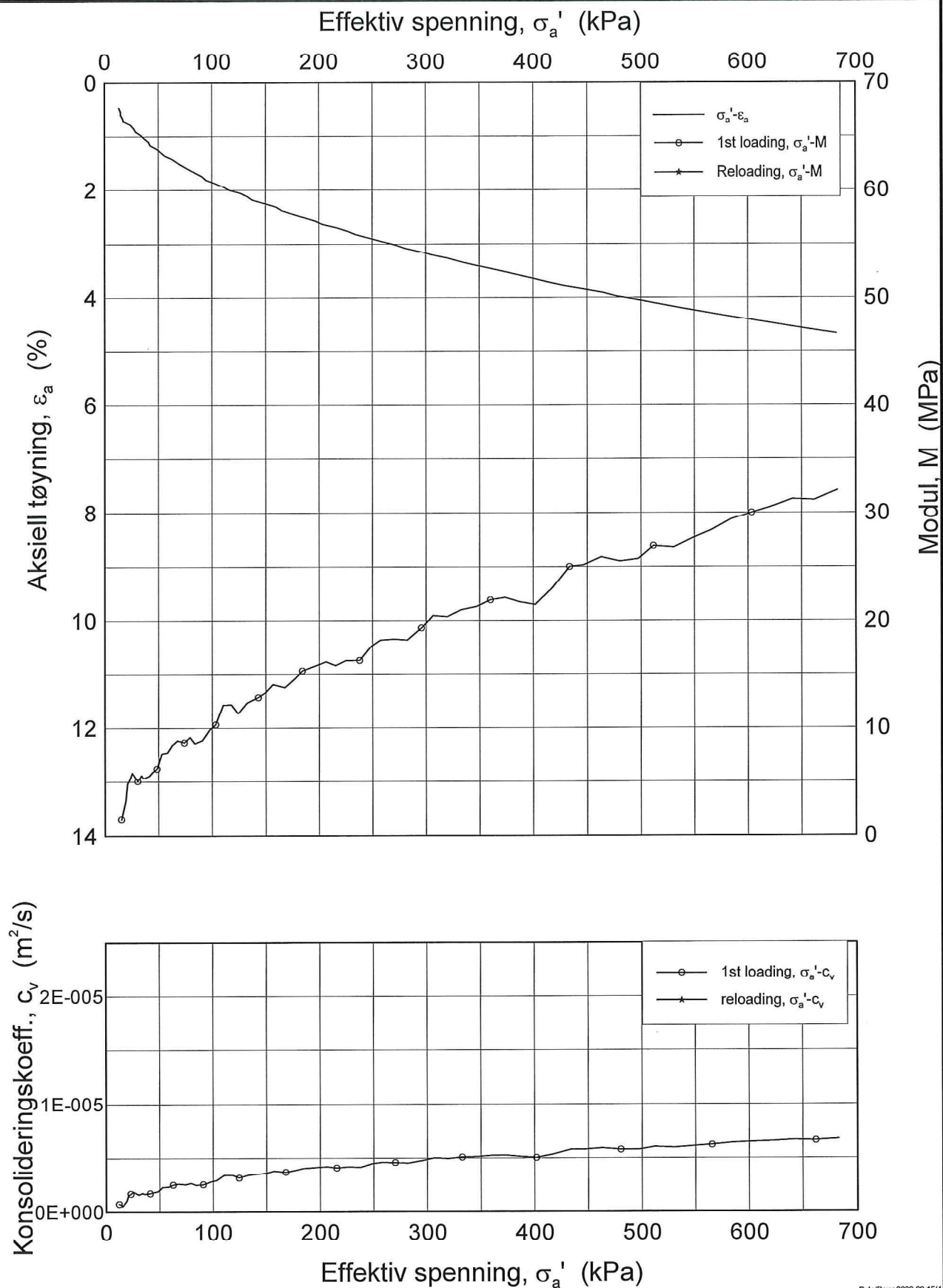
 $w_i = 25.23$ %

Tegner

FP/



H:\LABDATA\2009\20091622\2011-OKTOBER\Oedom\18-6-C-1 lin-1 (crs1922).grf



Dato/Rev.: 2009-09-15/4

Hommelvik Sjøside

Dokumentnr.
20091622-xx-00-R

Oedometer test (CRSC)

Dybde = 21.2 m

Dato
2011-11-11

Borhull: 18

Sylinder: 6

p_o' = 215.0 kPa

Figurnr.
F5

Del: C

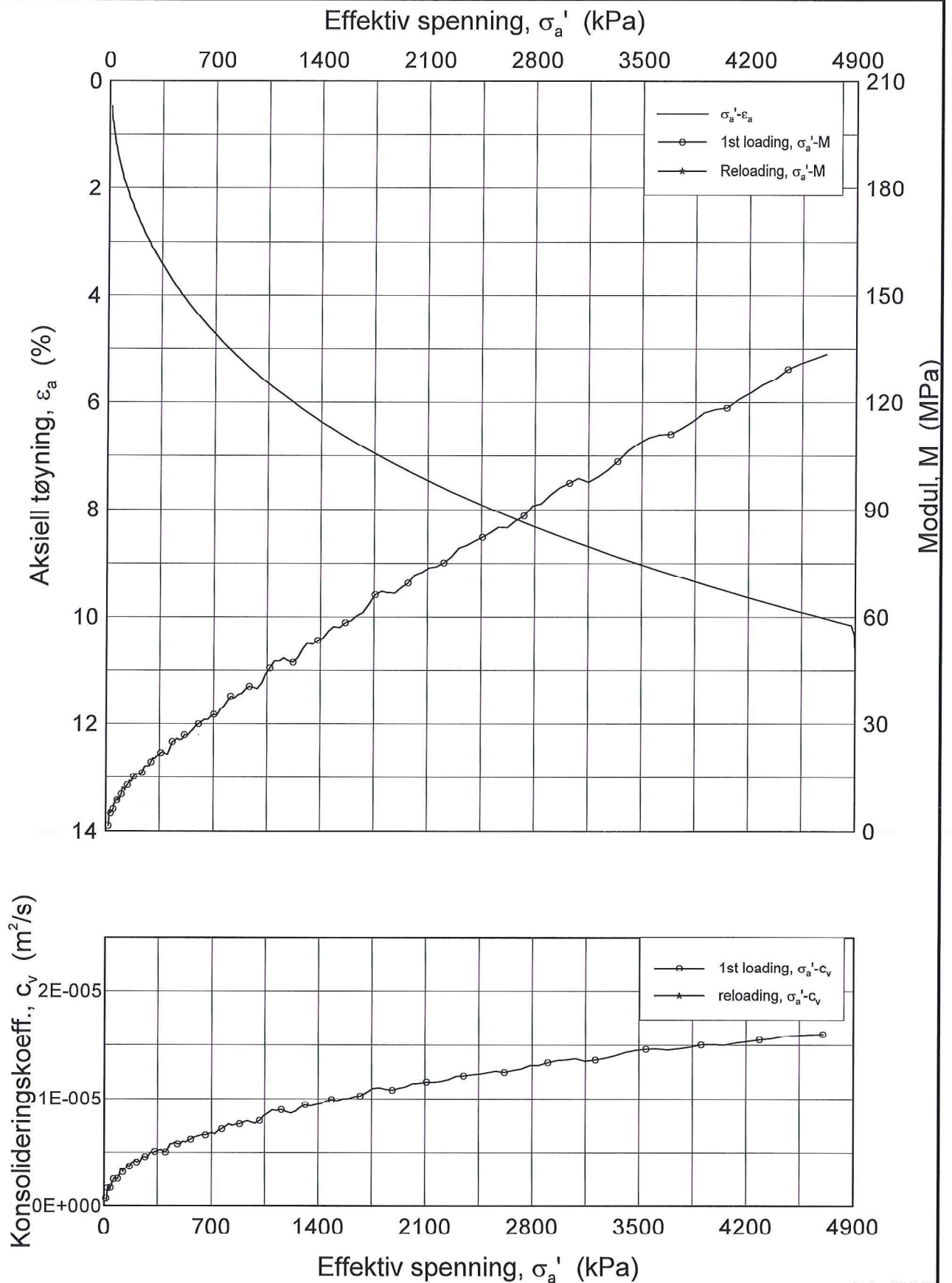
Test: 1

w_i = 25.95 %

Tegner
FP/



H:\LABDATA\2009\20091622\2011-OKTOBER\Oedom\18-6-C-1 lin (crs1922).grf



Dato/Rev.: 2009-09-15/4

Hommelvik Sjøside

Dokumentnr.
20091622-xx-00-R

Oedometer test (CRSC)

Dybde = 21.2 m

Dato
2011-11-11

Borhull: 18

Sylinder: 6

p_o' = 215.0 kPa

Figurnr.
F6

Del: C

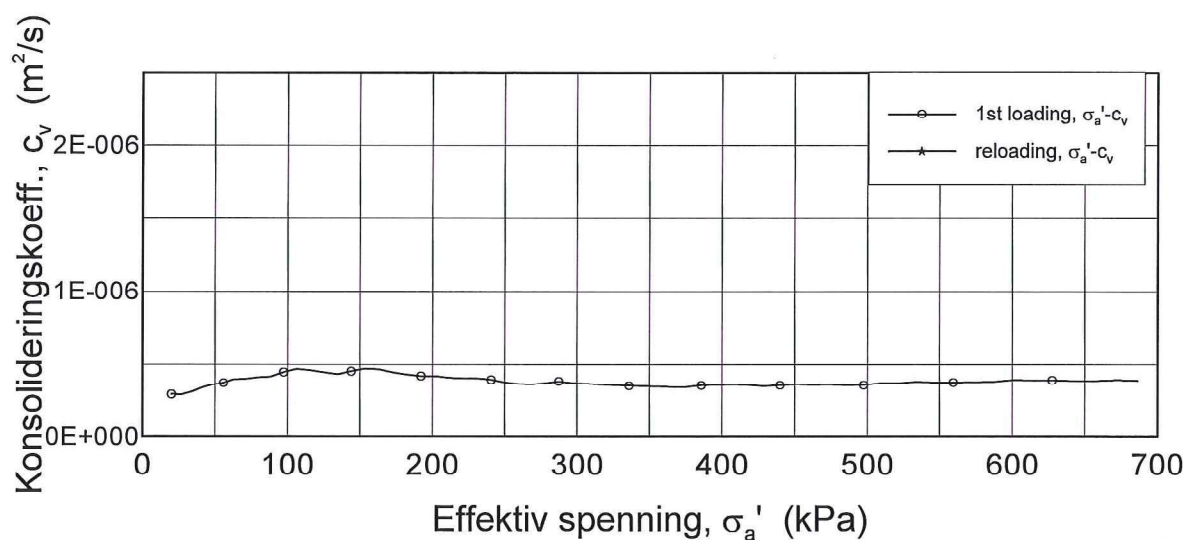
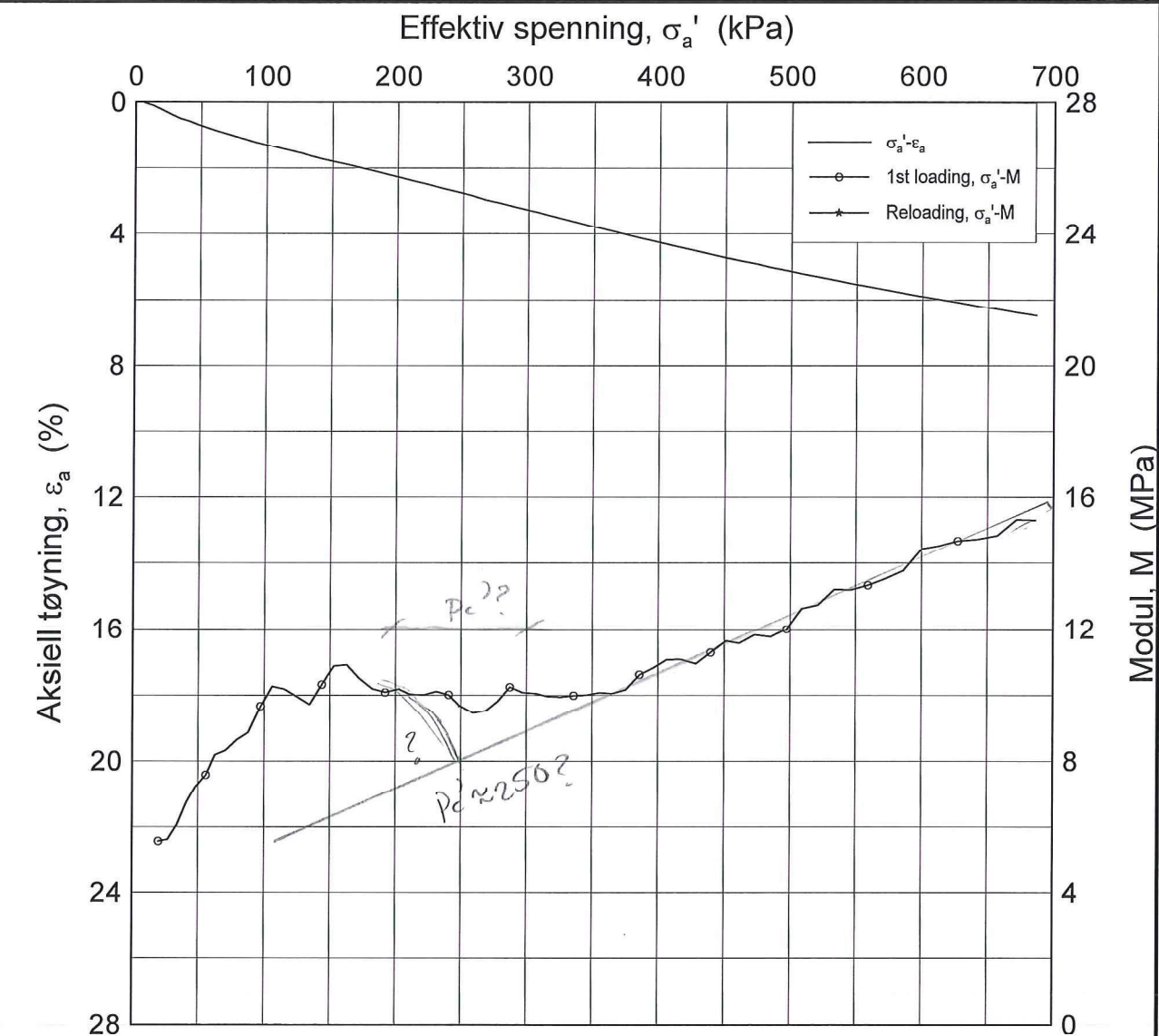
Test: 1

w_i = 25.95 %

Tegner
FP/



H:\LABDATA\2009\20091622\2011-OKTOBER\Oedom\18-7-B-1 lin-1 (crs1921).grf



Dato/Rev.: 2009-09-15/4

Hommelvik Sjøside

Dokumentnr.
20091622-xx-00-R

Oedometer test (CRSC)

Dybde = 23.43 m

Dato
2011-11-11

Borhull: 18

Sylinder: 7

p_o' = 235.0 kPa

Figurnr.
F8

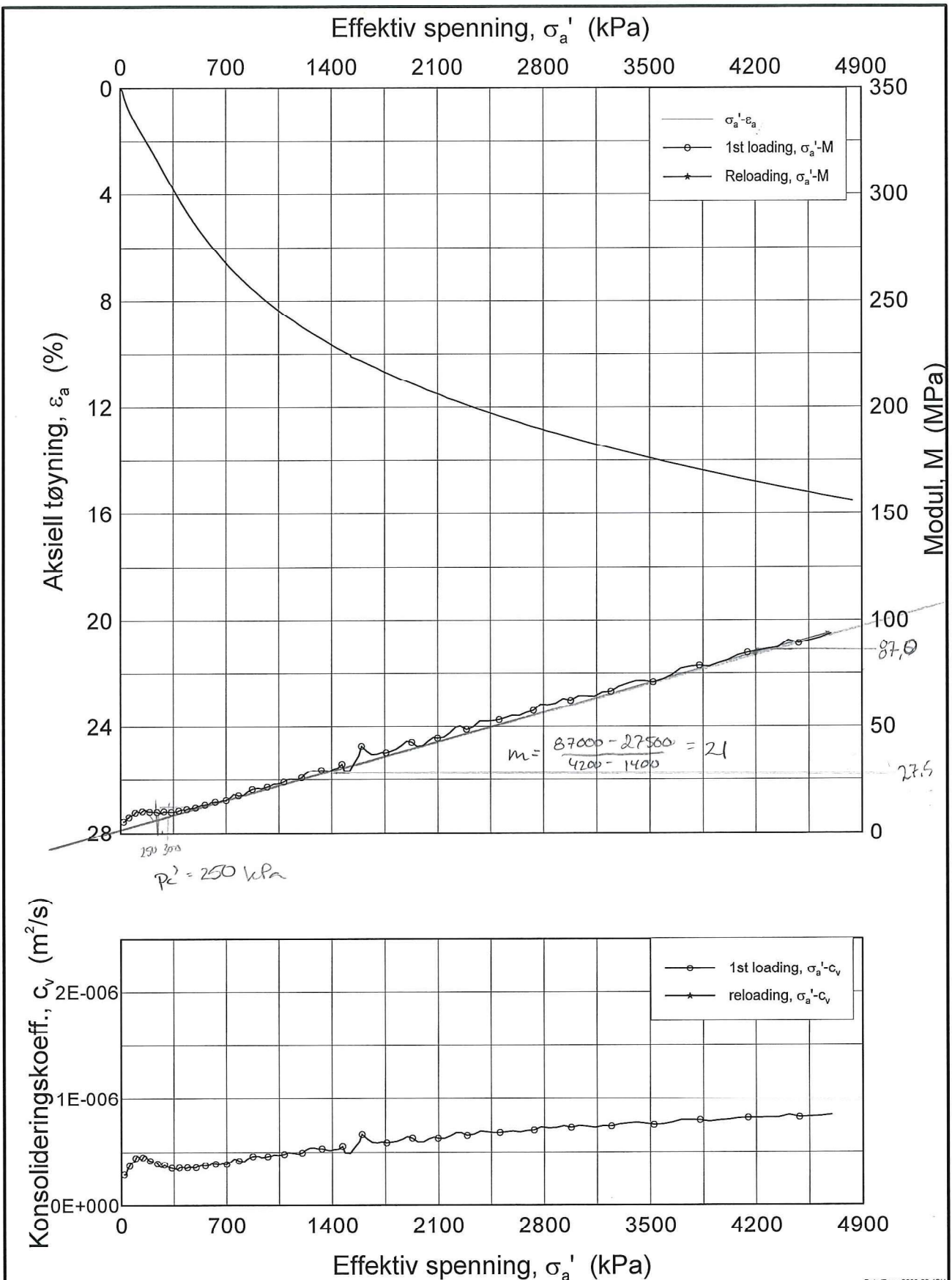
Del: B

Test: 1

w_i = 27.67 %

Tegner
FP/





Dato/Rev.: 2009-09-15/4

Hommelvik Sjøside

Oedometer test (CRSC)

Borhull: 18

Sylinder: 7

Del: B

Test: 1

Dybde = 23.43 m

 $p_o' = 235.0 \text{ kPa}$
 $w_i = 27.67 \%$

Dokumentnr.

20091622-xx-00-R

Dato

2011-11-11

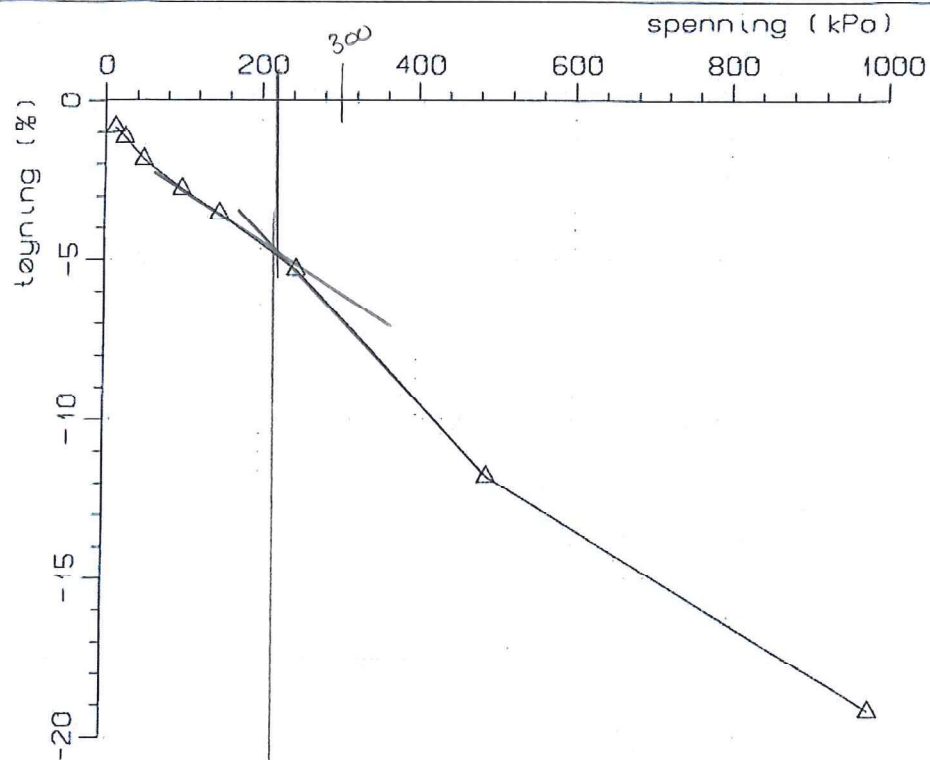
Figurnr.

F9

Tegner

FP/

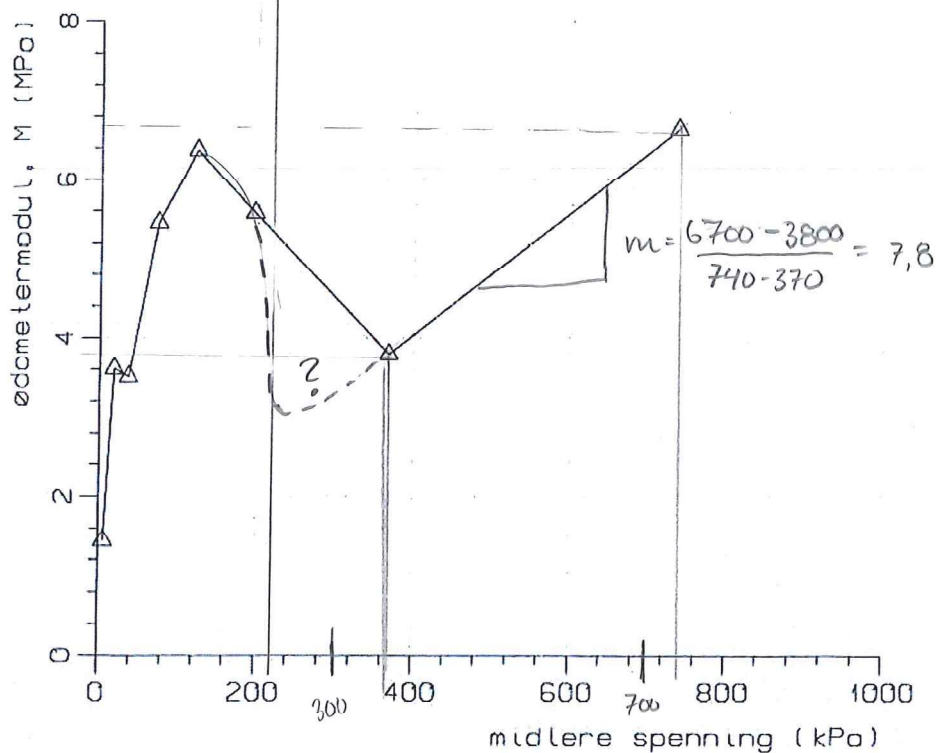




Gjennomsnittleg

$\gamma \in G5 (21-32m)$

$\gamma = 20,14 \text{ kN/m}^3$



Tolka $p_c' \approx 220 \text{ kPa}$

Tolka $M = 6 \text{ MPa}$

Tolka $m = 8,8$

Løb.nr. : 07
Pr.beskr. : Løtre

Dybde : 22.45m
Profil : G5

St = 9-11

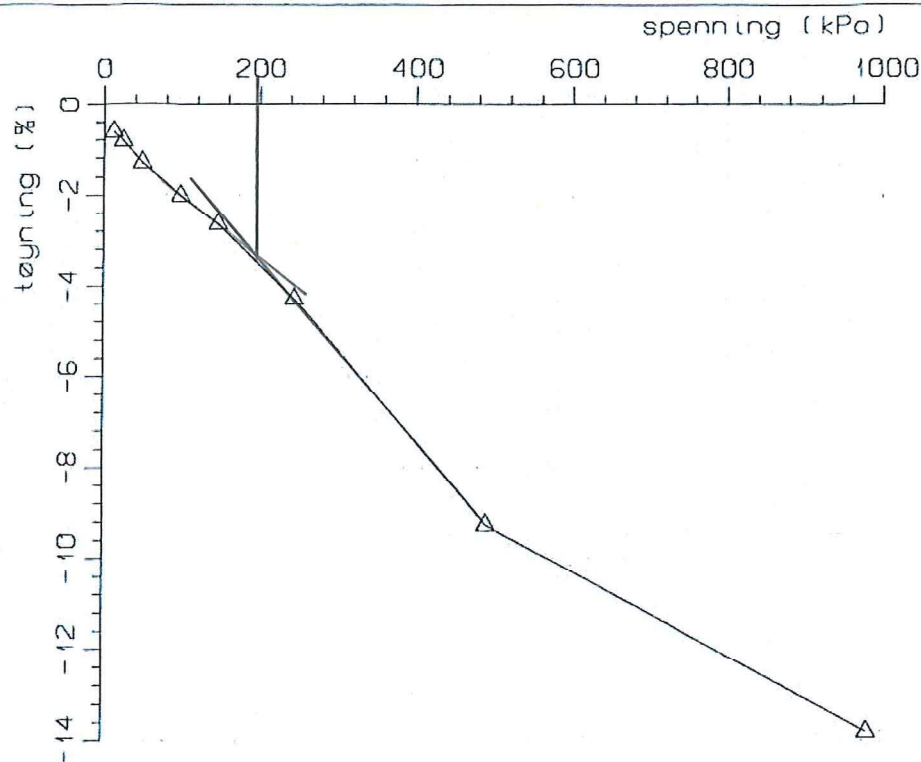
TRINNVIS ØDOMETER

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
6080603

Date
10-17-2008

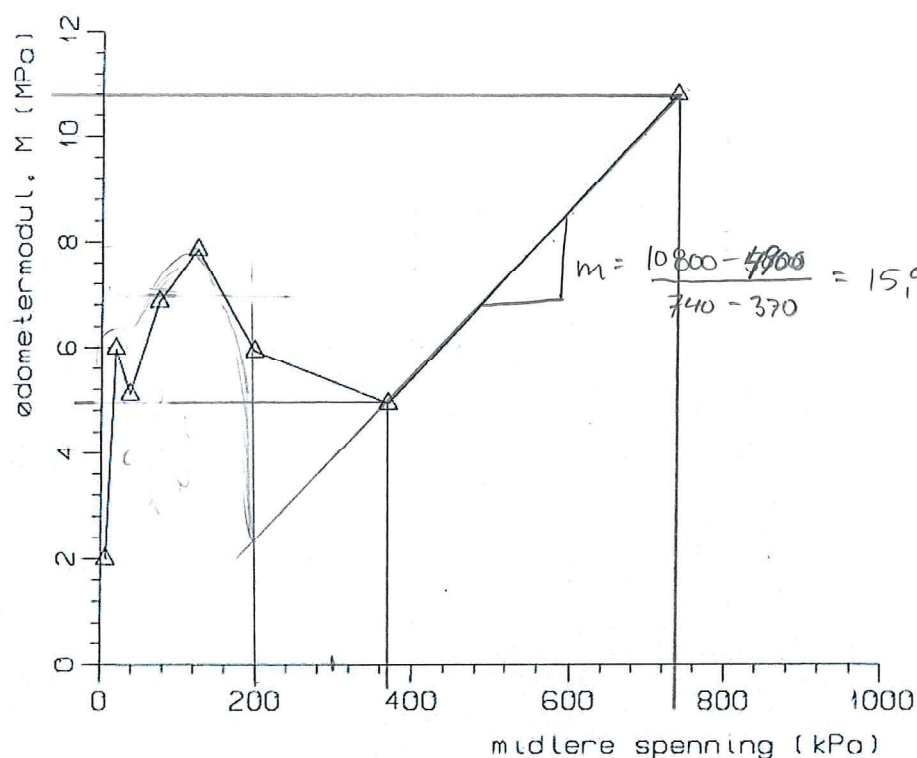
Fig.
134



06.08.2019
Tett

Gj. snittleg γ i G5

$\gamma = 20,14 \text{ kN/m}^3$



Tolka $p_c' \approx 195 \text{ kPa}$

Tolka $M = 7,8 \text{ MPa}$

Tolka $m = 16$

Løb.nr. : 08
Pr.beskr. : Løtne

Dybde : 23.65m
Profil : G5

St = 5-7

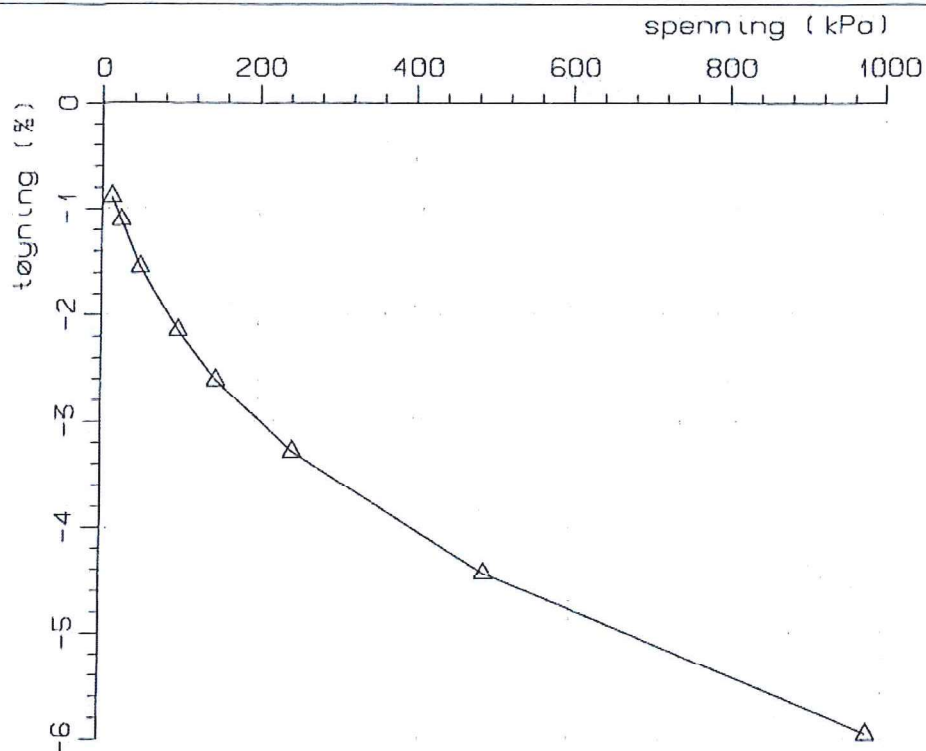
TRINNVIS ØDOMETER

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
6080603

Dato
10-17-2008

F.k.
135

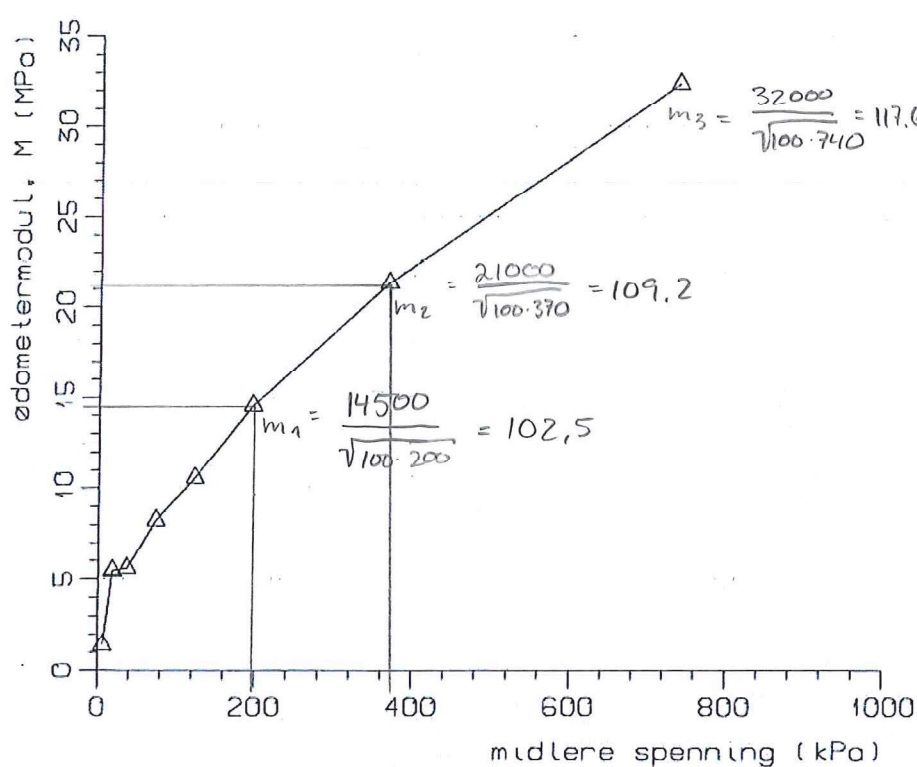


06.08.2019

TEH

A

Likner på oppførsel til granulært mater.



$$M = m \cdot \sqrt{\sigma'_a \cdot \sigma'}$$

$$m_3 = \frac{32000}{\sqrt{100 \cdot 740}} = 117.6$$

$$m = \frac{M}{\sqrt{\sigma'_a \cdot \sigma'}} = 110$$

$$m_2 = \frac{21000}{\sqrt{100 \cdot 370}} = 109.2$$

$$m_1 = \frac{14500}{\sqrt{100 \cdot 200}} = 102.5$$

A

Lab.nr. : 09
Pr.beskr. : Leire, siltig

Dybde : 25.45m
Profil : G5

TRINNVIS ØDOMETER

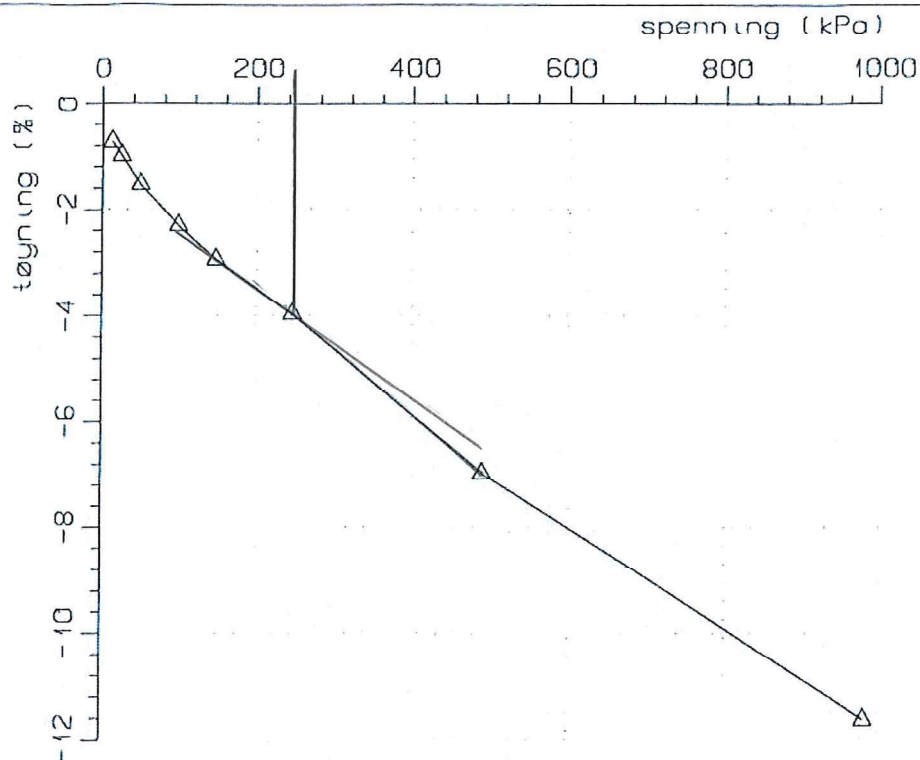
RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
6080603

Date
10-17-2008

Fig.

136



06.08.2019

TEtt

A

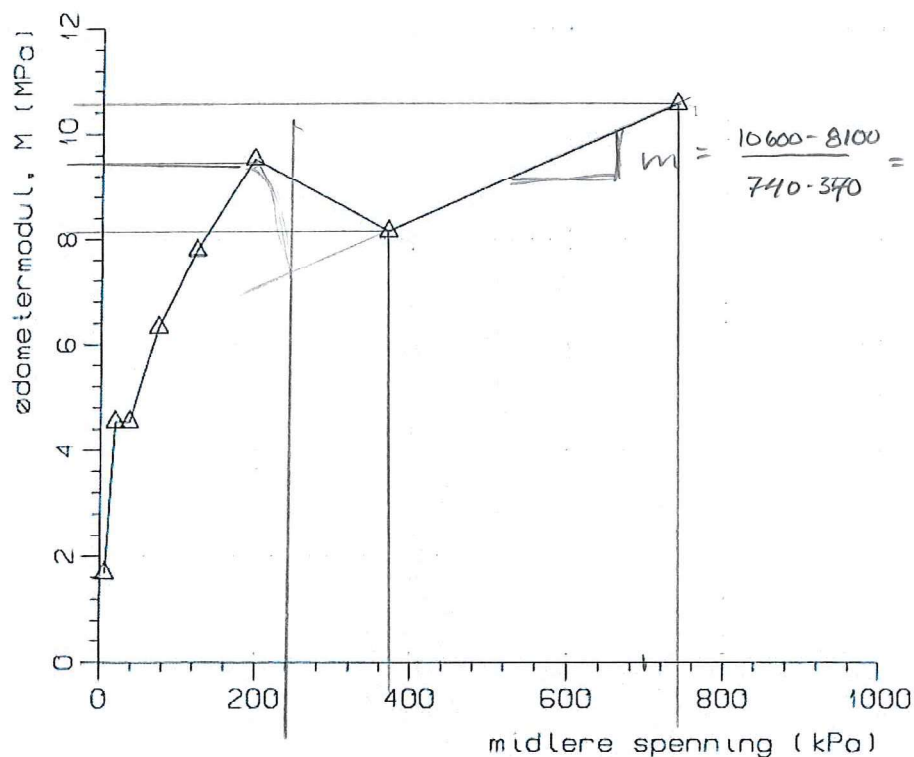
Gj.snittlegg γ_{GS}

$$\gamma = 20.14 \text{ kN/m}^3$$

Tolka $p_c' = 245 \text{ kPa}$

Tolka $M = 9.4 \text{ MPa}$

Tolka $m = 7$



A

Løb.nr. : 12
Pr.beskr. : Løire

Dybde : 31.45m
Profil : G5

St= 5-6

TRINNVIS ØDOMETER

RAMBØLL, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
6080603

Dato
10-17-2008

Fig.

137