

Serklau - utvikling industriområde

Geoteknisk vurderingsrapport

Reguleringsplan

Dokumentnr. 25017-RIG02

Versjon 2

11.4.2025



Prosjekt

Prosjektnavn: Serklau - utvikling industriområde
Prosjektfase: Reguleringsplan - område
Oppdragsgiver: MOSTER EIENDOM AS
Kontaktperson: MARTIN LAURHAMMER

Vårt oppdrag

Oppdragsnummer: 25017A
Oppdragsleder: Fredrik Kolsgaard
Fagansvarlig: Magne Bonsaksen

Dokument

Dokumenttype: Geoteknisk vurderingsrapport reguleringsplan

Versjoner

Indeks	Dato	Beskrivelse	Ansvarlig	Kontroll
1	26.3.2025	Til kunde	Fredrik Kolsgaard	Magne Bonsaksen
2	11.04.2025	Revidert etter kommentarer Bømlo kommune	Fredrik Kolsgaard	Magne Bonsaksen

Sammendrag

Det skal reguleres utvidelse av næringsområde på Serklau i Mosterhamn i Bømlo kommune, ifm. utvidelse av kystindustri. Forslag til reguleringsplanen består av nye utfylte områder i sjø som skal bli næringsarealer på land, i tillegg til opplagsområder i sjø. I nordvestre del av tiltaksområdet er det i reguleringsplanen to kaier.

Multiconsult utførte i 2024 en innledende vurdering av områdestabilitet med konklusjon at det måtte utføres grunnundersøkelser i sjø for grunnlag til videre vurdering av sikkerhet mot kvikkleireskred.

ERA Geo og Lingen grunnboring har utført geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser ifm. reguleringsplanen i sjø. ERA Geo er i den forbindelse engasjert for geoteknisk vurdering ifm. reguleringsplan.

Sjøfylling mot øst vurderes som mulig basert på grunnundersøkelser, da det er korte dybder til berg. I nordvestre del er det påvist sprøbruddmateriale, og fare for kvikkleireskred kan ikke utelukkes. ERA Geo anbefaler derfor at det ikke fylles her. Kaianlegg på vestsiden bør fundamenteres direkte på berg, og videre sjøbunnsinmåling anbefales for bedre oversikt over bergformasjoner. I sørvestre bukt er det ikke fare for områdeskred, men det kan være løst lagrede sedimenter og setningsømfintlige masser som må hensyntas ved prosjektering.

Konklusjon: Sjøfylling i øst og sørvest vurderes som gjennomførbart, mens fylling i nordvest frarådes. Fundamenterings- og fyllingsarbeider må prosjekteres av geotekniker og må hensynta i særlig grad området med sprøbruddmateriale.

Versjon 2: Rettet skrivefeil og presisert unøyaktigheten til soneinndeling i figur

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Beskrivelse av tiltaket og tomten	4
3	Grunnforhold	6
3.1	Løsmassekart NGU	6
3.2	Historiske bilder	7
3.3	Geotekniske undersøkelser.....	8
3.4	Grunnvann	9
4	Regelverk, laster og faktorer	9
4.1	Standarder.....	9
4.2	Partialfaktor	10
5	Naturfare	10
6	Geotekniske vurderinger	11
6.1	Område 1 – Sørvestre del.....	11
6.1.1	Områdestabilitet – sikkerhet mot kvikkleireskred	11
6.1.2	Lokal stabilitet og setninger – innledende vurdering	12
6.2	Område 2 – østsiden.....	12
6.2.1	Områdestabilitet	12
6.2.2	Lokal stabilitet og setninger – innledende vurdering	13
6.3	Område 3 – nordvest	13
6.3.1	Områdestabilitet	14
6.3.2	Kaianlegg	15
6.4	Områdestabilitet - oppsummering.....	16
6.5	Bæreevne for evt. nybygg	17
6.6	Fylling	17
6.7	Seismiske laster	17
7	Konklusjon	18
8	Referanser	20

Vedlegg

- Tegning V102 Situasjonsplan grunnundersøkelser og snitt
- Stabilitetsberegning V301 Snitt 1
- Tolkning CPTU E11

Foreliggende rapport er utarbeidet av ERA Geo AS, som har opphavsrett til hele og deler av rapporten. Rapporten er utarbeidet for gitt prosjekt basert på en konkret problemstilling. Geoteknikere fra andre selskaper og andre som evt. bruker rapporten videre må være kritisk til innholdet og står selv ansvarlig for egne vurderinger. Rapporten kan ikke endres uten vårt samtykke.

1 Innledning

ERA Geo er engasjert av Moster eiendom AS ifm. ny reguleringsplan for industriområdet på Serklau i Mosterhamn i Bømlo kommune.

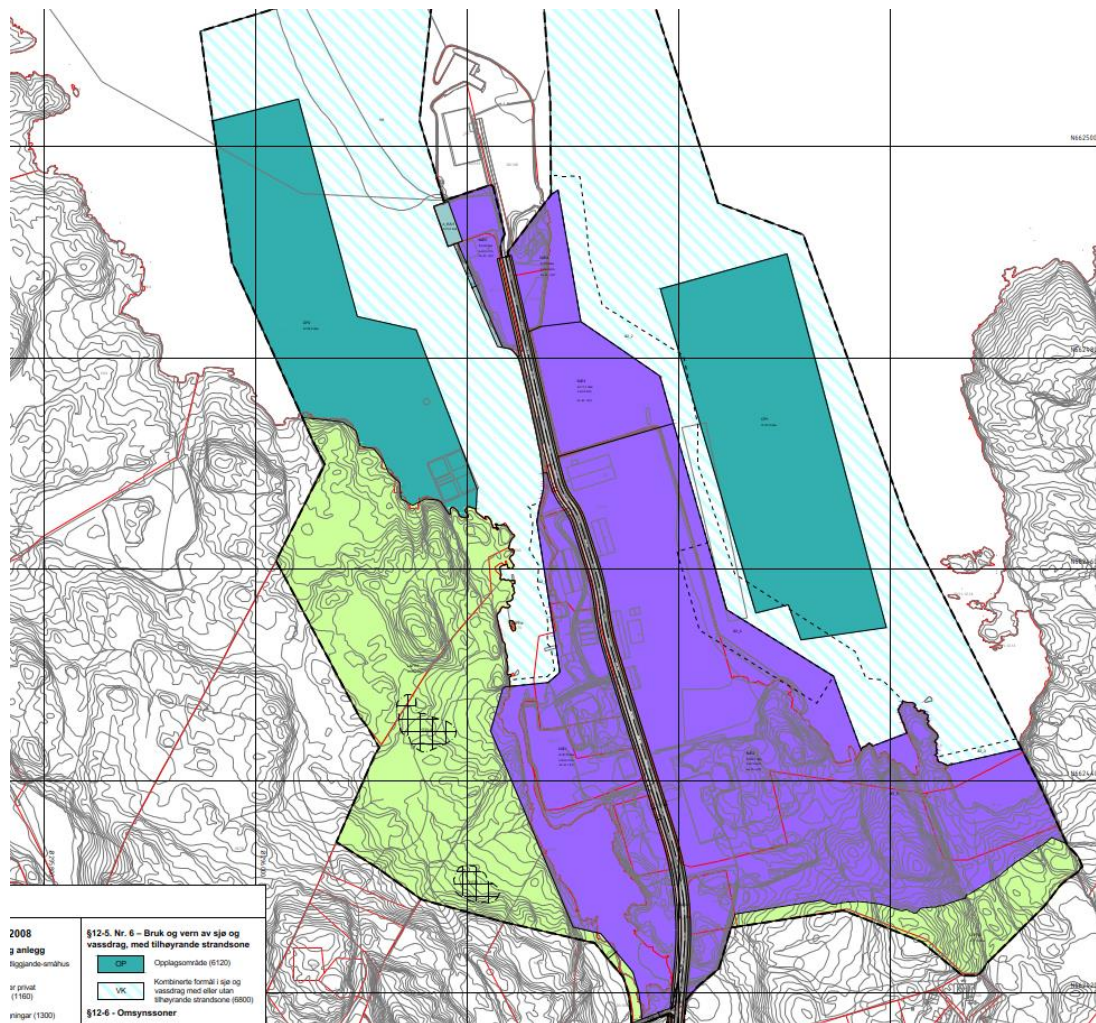
Multiconsult utførte ei 2024 en innledende vurdering av områdestabilitet med konklusjon at det måtte utføres grunnundersøkelser i sjø for grunnlag til videre vurdering av sikkerhet mot kvikkleireskred.

ERA Geo og Lingen grunnboring har utført geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser ifm. reguleringsplanen i sjø.

ERA Geo er i den forbindelse engasjert for geoteknisk vurdering for ny reguleringsplan.

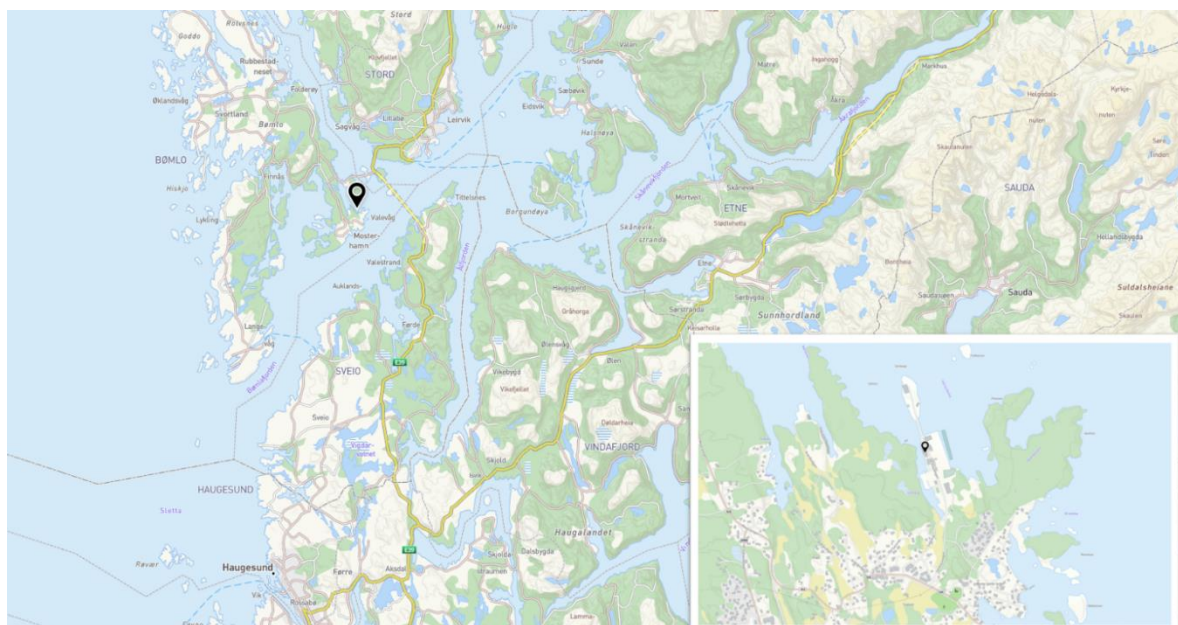
2 Beskrivelse av tiltaket og tomten

Det skal reguleres et område på Serklau i Mosterhamn i Bømlo kommune, ifm. utvidelse av kystindustri. Utklipp fra oversendt reguleringsplankart er vist Figur 1. Reguleringsplanen består av nye utfylte områder i sjø som skal bli næringsarealer på land, i tillegg til opplagsområder i sjø. I nordvestre del av tiltaksområdet er det i reguleringsplanen to kaier. Det er tatt utgangspunkt i utkast til reguleringsplan fra ABO Plan & Arkitektur oversendt 7.3.2025, som vist utklipp av i Figur 1.



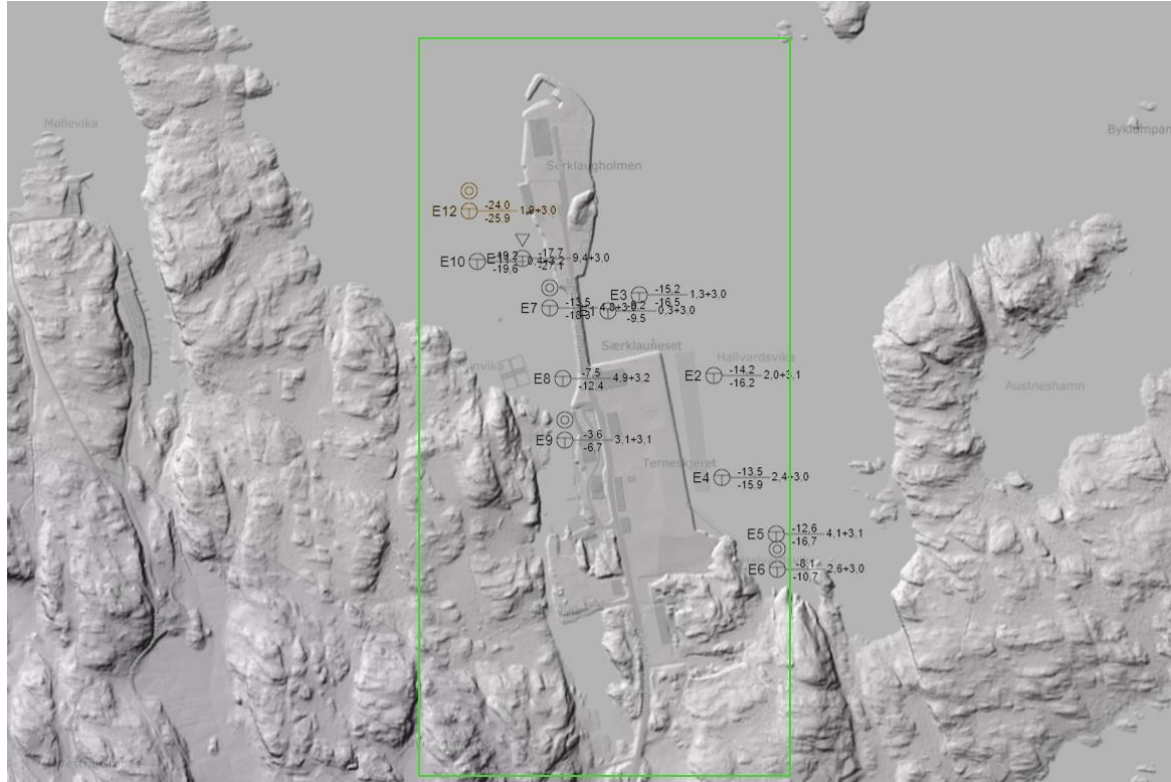
Figur 1 Utkast reguleringsplan (Utarbeidet Abo Plan & Arkitektur 07.3.2025). Lilla skravur «Næringsbygninger (1300), Turkis skravur: «Opplagsområde (6120), lysgrønn skravur: LNFR (5100).

Tiltaksområdets beliggenhet i Bømlo kommune er vist i Figur 2.



Figur 2: Tiltakets beliggenhet i Bømlo kommune (Kartverket, 14.03.2025)

Dagens næringsområde består i stor grad av utfylt areal i sjø. Topografisk kart med skyggerelieff er vist i Figur 3, og viser tydelige bergformasjoner rundt tiltaksområdet, bortsett fra næringsområdet som er tilnærmet flatt.

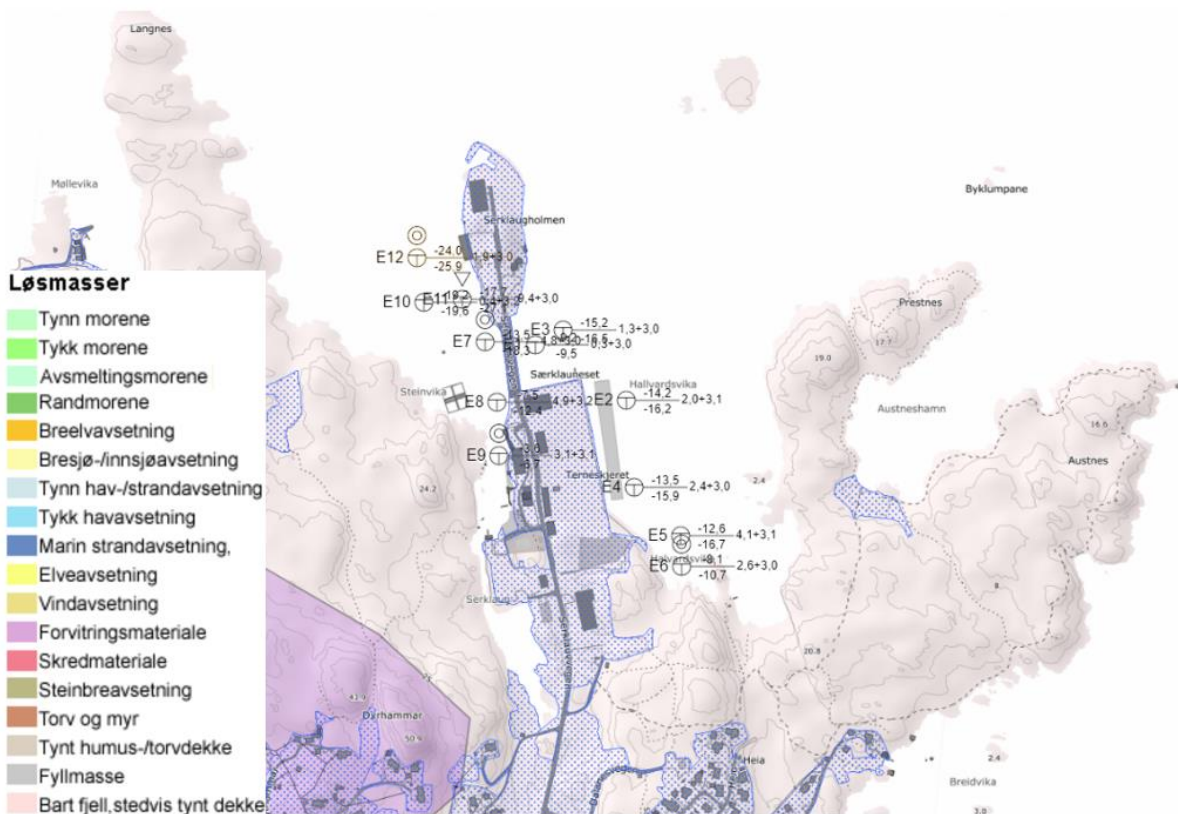


Figur 3: Topografisk kart med skyggerelieff (NVE, 17.03.2025)

3 Grunnforhold

3.1 Løsmassekart NGU

Løsmassekart fra NGU indikerer at tiltaksområdet og området på land i sør, vest og øst for tiltaksområdet ligger på bart berg, se Figur 4.

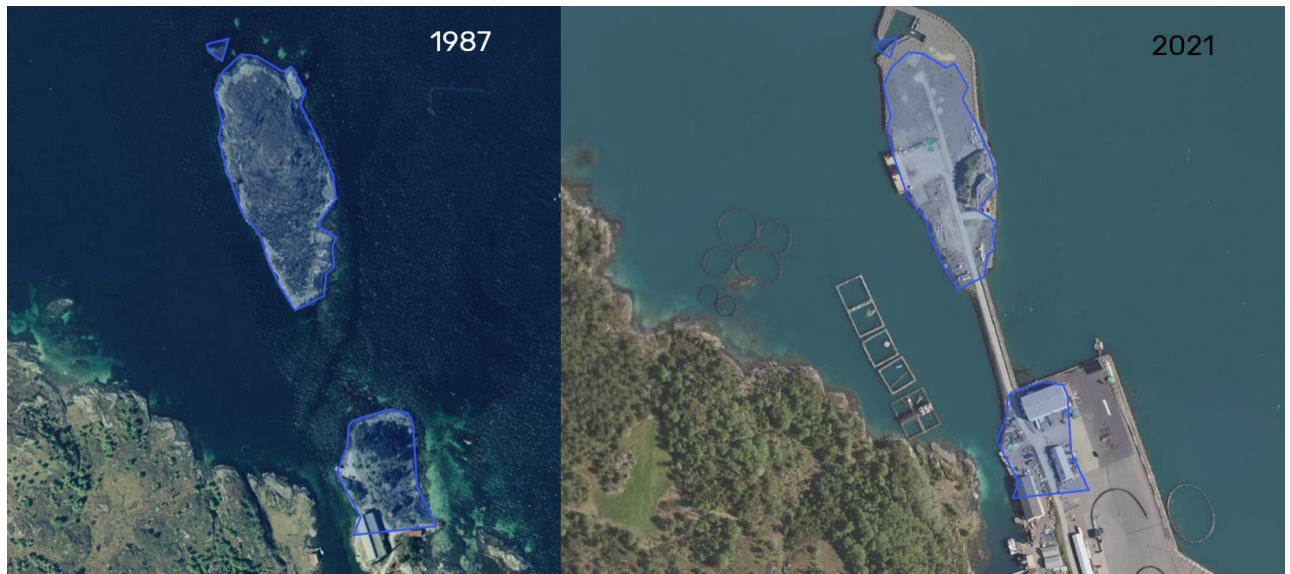


Figur 4: Løsmassekart (NGU, 14.03.2025)

Selv om NGUS løsmassekart indikerer bart berg i hele tiltaksområdet, kan man se av blå skravur på Figur 4 at NVEs faresonekart indikerer at hele tiltaksområdet ligger i aktsomhetsområde for «sammenhengende forekomst av marin leire».

3.2 Historiske bilder

En gjennomgang av historiske flyfoto viser at flyfoto fra 1987 viser tydelig berg i dagen rundt hele nordre øya som i dag er ytre delen av industriområdet. Sammenligning av flyfoto fra 1987 og 2021 indikerer at det kun er nordenden av nordre delen som er fylt utenfor berget, se Figur 5.



Figur 5 Flyfoto 1987 og 2021 (Hentet fra finn.no/map, 14.3.2025)

Sammenligning av de samme historiske bildene for sørlige delen av næringsområdet, ser man at det er fylt ut mye i sjø på østsiden (Ø), i tillegg til en utfylling på sørvestdelen (SV). Historiske bilder indikerer at SV-utfyllingen ble påbegynt i 2008/2009, men at den har blitt utført i flere etapper.

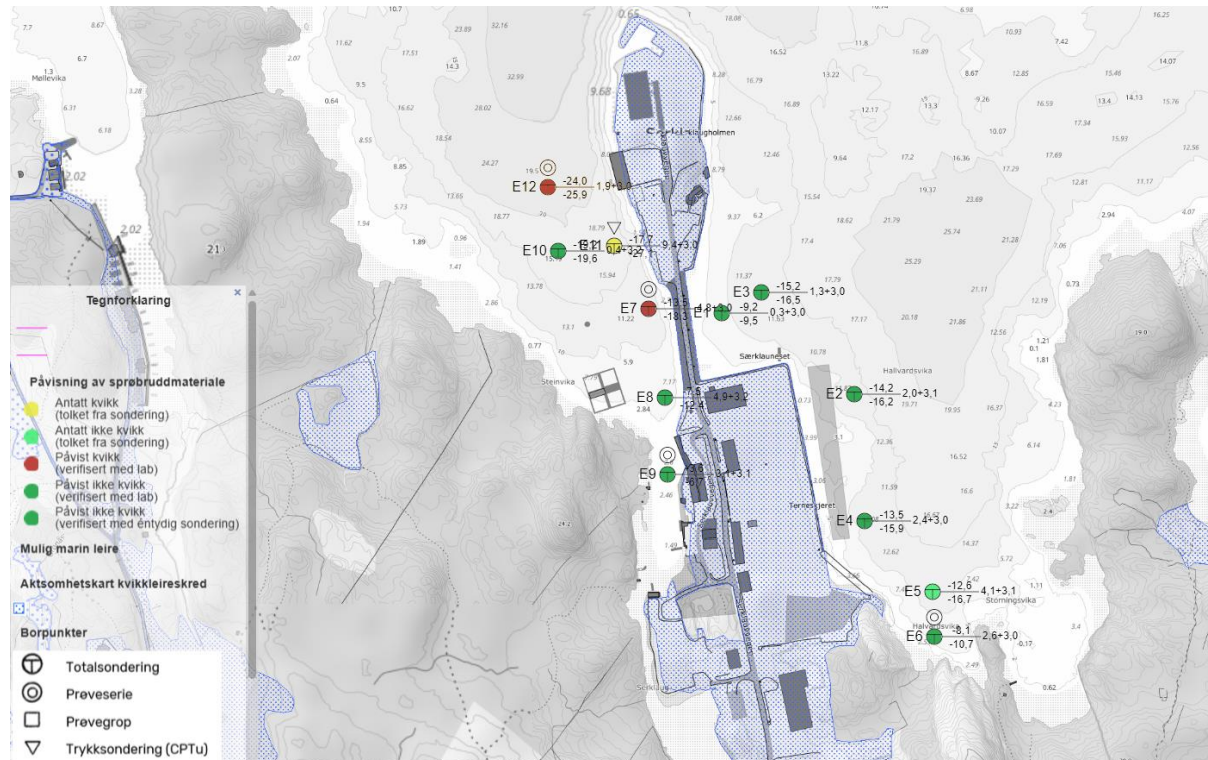


Figur 6 Flyfoto 1987 og 2021 (Hentet fra finn.no/map, 14.3.2025)

3.3 Geotekniske undersøkelser

Lingen grunnboring har ifm. reguleringsplanen utført grunnundersøkelser på sjø i februar 2025. ERA Geo har utført geotekniske laboratorieundersøkelser.

Det ble utført totalsondering i 11 borpunkter, prøvetaking i fire borpunkter og CPTU i ett borpunkt. Data fra felt- og laboratorieundersøkelsene er presentert i sin helhet i 25017-RIG01 Geoteknisk datarapport (1). Situasjonsplan med tolkning av sprøbruddmateriale er vist i Figur 7.



Figur 7 Oversikt over grunnundersøkelser og påvisning av sprøbruddmateriale i borpunkter.

Totalsonderinger i E1 og E10 er boret omtrent rett på berg, med mindre enn halv meter løsmasser. På østsiden (E1-E6) er det boret inntil 4,1 m i løsmasser før bergpåvisning. Sonderingene på østsiden indikerer ca. 1 meter med løst lagret havbunn over sandige grusige masser.

I borpunkt E8 og E9 er det boret inntil 1,5 m i løst lagrede masser (silt, sandig) over fastere masser hvor det er benyttet spyling og slag. Det er ikke påvist eller indikert sprøbruddmateriale i disse to borpunktene.

Borpunkt E7 og E12 er det påvist sprøbruddmateriale ved laboratorieforsøk, og CPTU i E11 gir sterke indikasjoner på sprøbruddmateriale helt ned til 9 m dybde. E11 er antagelig boret i en bergrenne hvor det er avsatt løsmasser, ettersom det i E10 er boret omtrent rett på berg og øst ved dagens kaianlegg viser flyfoto at det har vært tydelig svaberg tidligere.

I E3 og E12 viser sonderingene løse masser med mektighet 1,3-1,8 m over antatt berg. For øvrige posisjoner viser totalsonderingene et lag med løse masser over lagvis løse og faste masser ned til berg. Det er påvist sprøbruddegenskaper for materiale fra E7 og E12.

3.4 Grunnvann

Vannstand iht. sjønivå.

4 Regelverk, laster og faktorer

4.1 Standarder

Reguleringsplan av næringsareal med nye sjøfyllinger og kai-areal vurderes plassert i følgende kategorier, iht. gjeldende regelverk:

- Pålitelighetsklasse CC/RC 2
- Tiltaksklasse 2
- Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse 2

- Geoteknisk kategori 2

Kategorisering må vurderes/revideres ved prosjektering av de enkelte tiltak i senere fase, og kan måtte justeres avhengig av hva som skal bygges.

Tiltaket omfatter konvensjonelle konstruksjoner uten unormale risikoer. Videre er grunnforholdene kartlagt i tilfredsstillende omfang og vurderes oversiktlige og forutsigbare. Tiltaket anbefales p.t. plassert i konsekvens- og pålitelighetsklasse 2 samt geoteknisk kategori 2.

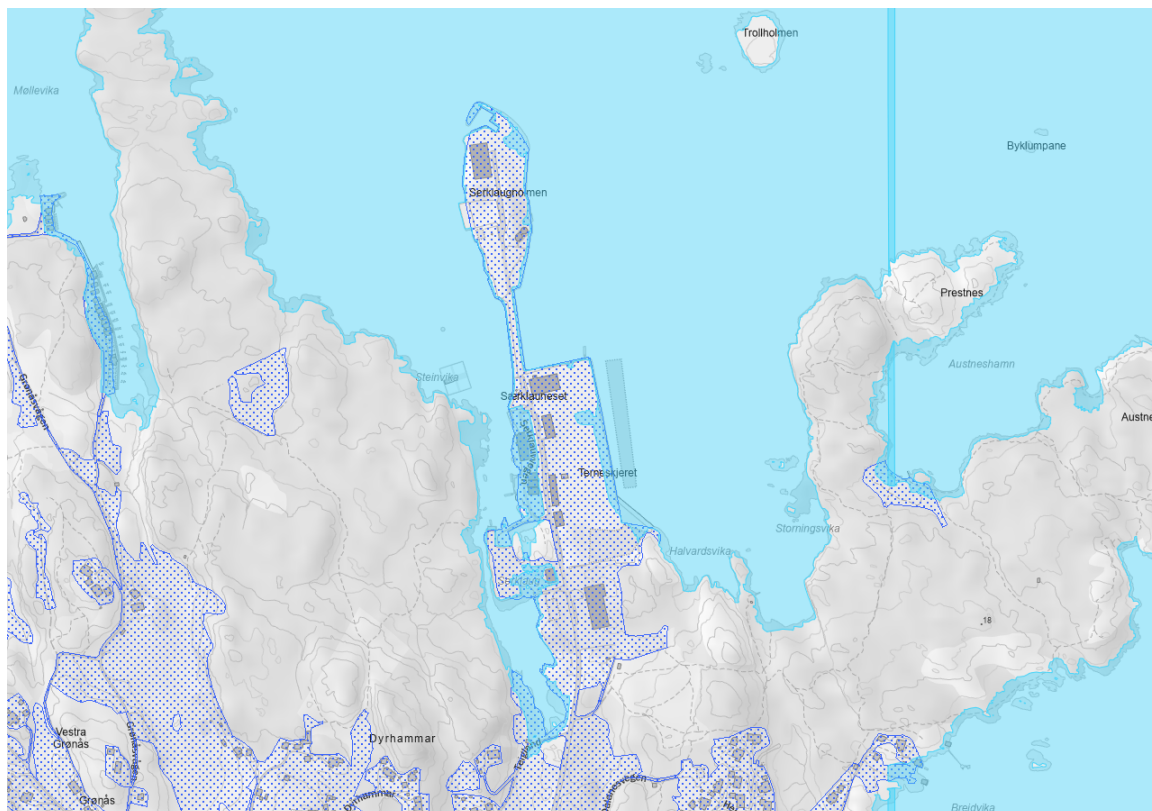
Ved tiltaksklasse 2 skal det i henhold til Byggesaksforskriften § 14-7 (2) utføres uavhengig kontroll på byggesaksnivå. I tillegg settes det krav til intern systematisk kontroll og utvidet kontroll for tiltak i kontrollklasser 1-3 i henhold til Eurokode 0. Kontrollomfanget er gitt i de respektive regelverkene/standardene. Det er ikke krav til uavhengig kontroll på reguleringsplannivå, om ikke kommunen ønsker en uavhengig vurdering.

4.2 Partialfaktor

I henhold til Eurokode 7-1 (3), Tabell NA.A.4, er kravet til partialfaktor 1,25 for effektivspenningsanalyser og 1,4 for totalspenningsanalyser.

5 Naturfare

Det er undersøkt for registrerte naturfarer på NVEs karttjeneste Atlas, se Figur 8.



Figur 8 Registrerte naturfarer iht. NVE Atlas: Stormflo 200 års i år 2100 og aktsomhetsområde marin leire.

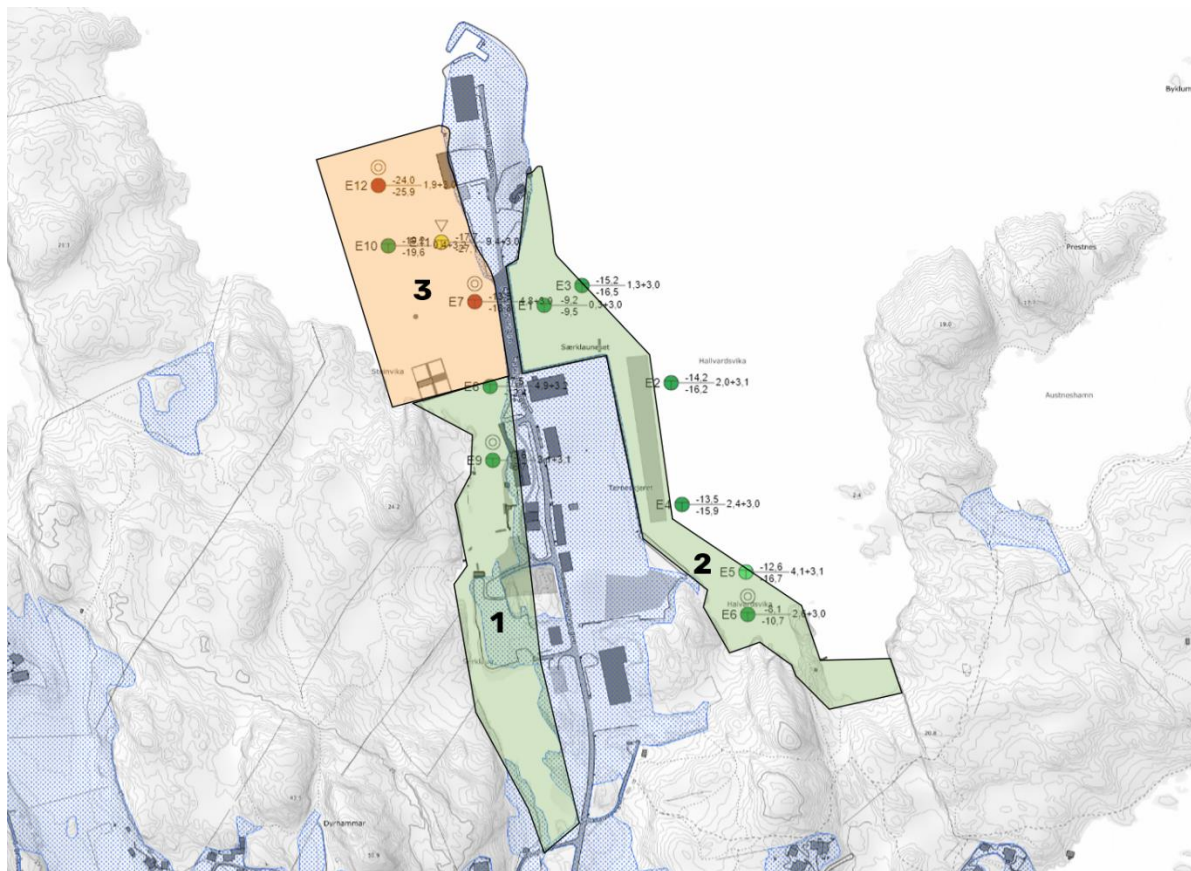
NVEs faresonekart indikerer at hele tiltaksområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for marin leire, og deler av området ligger innenfor aktsomhetsområde for stormflo.

Sikkerhet mot kvikkleireskred iht. NVE Veileder 1/19 vurderes i denne rapporten. Planlegging av tiltak slik at de oppnår tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra flom og stormflo må ivaretas ifm. reguleringsplanen og videre prosjektering.

6 Geotekniske vurderinger

Multiconsult AS har tidligere utført en innledende kvikkleirevurdering for Serklau industriområde (4). Multiconsult dokumenterte sikkerhet mot kvikkleireskred for utbedring av veger og tomteopparbeidelse på land, men hadde ikke tilstrekkelig grunnlag for å vurdere sikkerhet mot kvikkleireskred for utfylling i sjø.

Lingen grunnboring utførte geotekniske feltundersøkelser i sjø i februar 2025, og ERA Geo utførte geotekniske laboratorieundersøkelser, som oppsummert i kapittel 3. Basert på resultatene fra grunnundersøkelsene er planområdet i sjø delt inn i 3 soner, som vist i Figur 9.



Figur 9 Inndeling av soner for vurdering, basert på resultater fra grunnundersøkelsene. Reguleringsplankart i figur 1 er gjeldende geometri benyttet som grunnlag.

6.1 Område 1 – Sørvestre del

6.1.1 Områdestabilitet – sikkerhet mot kvikkleireskred

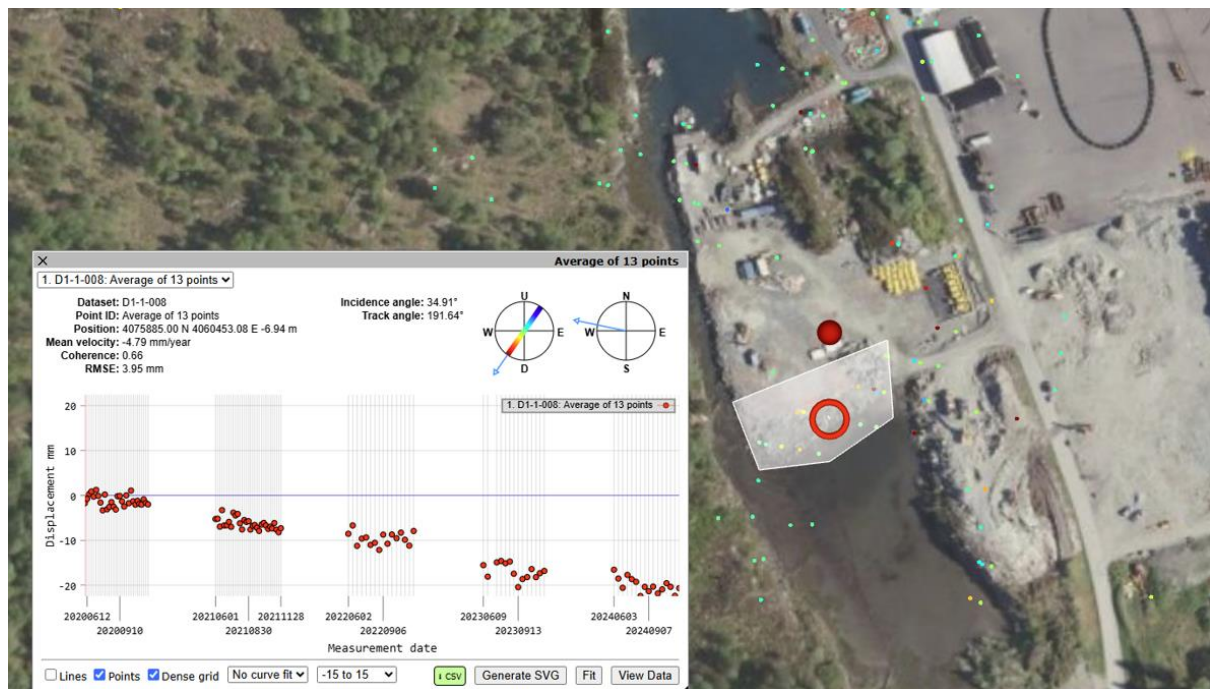
Sørvestre del av planområdet som i dag består av en vik og en kanal langs eksisterende fylling i sørvestre del, er foreslått utfyllt og regulert til næringsareal. Dette forutsetter at vann som renner ut i denne bukten fra land ivaretas i prosjekteringen av ny utfylling.

Det ble ikke utført grunnundersøkelser inne i bukten, pga. grunt sjønivå og dermed vanskeligheter med oppstilling for lekter/båt. Det ble i stedet for boret pkt. E8 og E9, for å avgrense evt. forekomst av marin leire mot sjø. I disse er det ikke påvist sprøbruddmateriale.

Flyfoto har vist at det er berg i dagen både vest og øst for bukten, men det kan ikke utelukkes at det finnes sprøbruddmateriale inne i bukten i sør. I så tilfelle ligger avsetningene i et helt flatt område med dokumentert bergterskel i nord (borpunkt E8-E9). ERA Geo vurderer at det dermed er ingen fare for områdestabilitet iht. krav til terrengkriterier i NVE Veileder 1/19.

6.1.2 Lokalstabilitet og setninger – innledende vurdering

Antagelig består bassenget i sørvest av løst lagrede finstoffholdige masser avsatt fra bekken som kommer fra sør. Satellittdata fra INSAR indikerer at sørlige delen av eksisterende utfylling i dette bassenget har hatt ca. 20 mm setninger i perioden 2020-2024.



Figur 10 INSAR-data for søndre del av eksisterende fylling i bukt. (Insar.ngu.no, hentet 17.3.2025)

Ettersom bergnivået antagelig stiger mot sør kan det være fornuftig å utføre utfylling fra nord mot sør for lokal stabilitet av utfylling. Utfylling må utføres fra tipp eller utlegging med graver, og detaljprosjekteres av geotekniker i senere fase.

Det foreligger per nå ikke informasjon om egenskapene til massene i dette bassenget, og basert på satellittdata må evt. løsmasser antas å være setningsømfintlige. ERA Geo anbefaler at det settes opp et måleprogram for setninger ifm. prosjektering av utfylling. Forbelastning med fyllingsoverhøyde kan vurderes i areal for evt. nye bygg, og må sees i sammenheng med tekniske krav til evt. bygg. Det må vurderes i neste fase om det er behov for supplerende grunnundersøkelser i dette området, eller om det kan prosjekteres en robust løsning med det grunnlaget som foreligger.

6.2 Område 2 – østsiden

Borpunkt E1-E6 er utført langs østsiden av planområdet. ERA Geo har fått oversendt innmålt sjøbunn for denne delen av området som er benyttet ifm. de geotekniske vurderingene.

6.2.1 Områdestabilitet

Det er i borpunktene på denne siden ikke indikasjoner på kvikkleire- eller sprøbruddmateriale. Områdestabilitet for utvidelse mot øst iht. oversendt planutkast vurderes som ivaretatt, ettersom det vurderes at det ikke er sprøbruddmateriale på denne siden basert på grunnundersøkelsene og sjøbunnsinnmåling.

Ved evt. utvidelse videre ut i bassenget enn skissert av ABO plan og arkitektur (Figur 1), må det på nytt vurderes fare for forekomst av sprøbruddmateriale.

6.2.2 Lokal stabilitet og setninger - innledende vurdering

Fylling i sjø på denne siden vil ifølge utførte grunnundersøkelser og sjøbunnsinnmåling plasseres rett på berg eller på inntil 2 m med løsmasser. Øverste lag med svært lav sonderingsmotstand er tolket som løst lagret sjøbunn, og vil antagelig fortrenses med utfylling med sprengstein, litt avhengig av metode. Det vurderes derfor at utfylling på denne siden havner på enten friksjonsmaterialer eller berg.

Sjøbunnen her er i hovedsak relativt slak. Utfylling i sjø må detaljprosjekteres, og sees i sammenheng med tiltak som skal bygges på sjøbunn. Høyde på sjøfylling og evt. plastring må hensynta dimensjonerende flomnivå og evt. bølgepåkjenning.

Det er utført en stabilitetsberegning langs profil 1 på østsiden. Situasjonsplan som viser plassering av profil, og stabilitetsberegning er vist i vedlegg. Det er beregnet tilstrekkelig stabilitet iht. krav i Eurokode 7 for drenert tilfelle. Det er tolket drenerte materialer på denne siden, ettersom opptatt prøve i E6 av det løseste laget er ble klassifisert som *humusholdig veldig sandig noe grusig SILT*. Det er dermed ikke utført udrenert beregning.

Materialparametere benyttet er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Materialparametere for stabilitetsanalyse, østsiden.

Materiale	Tyngdetetthet (kN/m ³)	Friksjons-vinkel (°)	Attraksjon (kPa)	Kohesjon (kPa)
Fylling, sprengstein	19	42	5	4,5
Sand / siltig Løs sjøbunn	18	31	0	0
Sand grusig fast	19	34	5	3,37
Morene	20	38	20	15,6

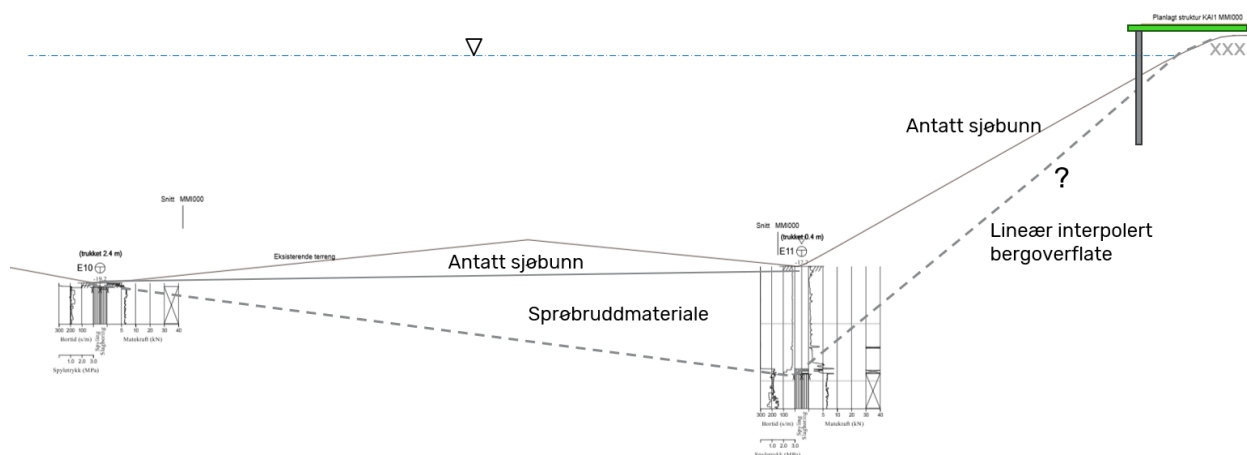
*Erfaringsverdi/V220 (5)

**Verdi utregnet fra laboratorieanalyse, basert på empirisk formel

***Tolket fra laboratorieanalyse/grunnundersøkelse

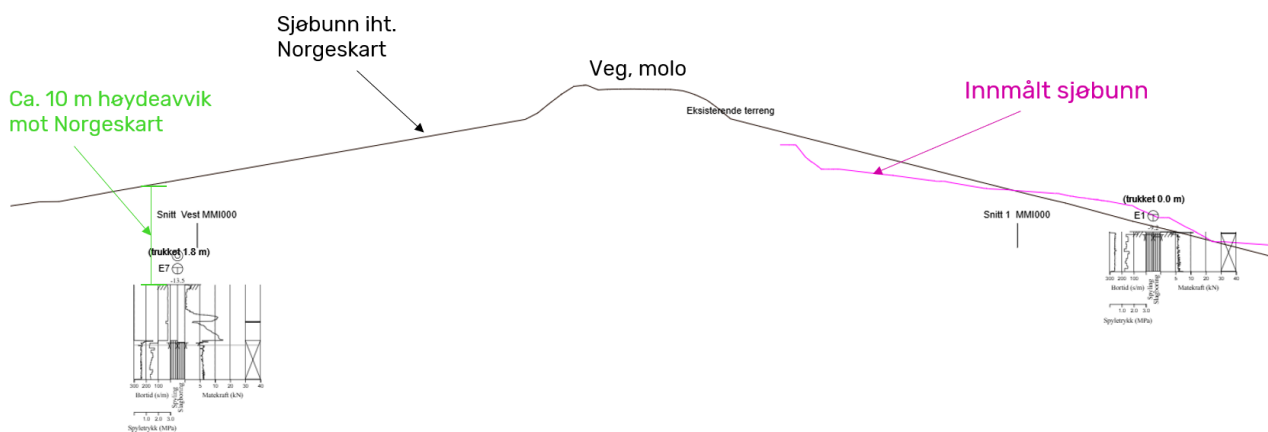
6.3 Område 3 - nordvest

Det er i borpunktene E7 og E12 påvist sprøbruddmateriale ved laboratorieforsøk, i tillegg er det tolket sprøbruddmateriale i borpunkt E11 basert på trykksondering (CPTU). Flyfoto har vist berg i dagen langs vestsiden av nordre holmen, altså øst for boring E7-E11, og borpunkt E10 som ligger vest for borpunkt E11 er boret i berg uten noe særlig løsmasser over. Oversikt over tolkning av sprøbrudd er vist i Figur 11.



Figur 12 Tverrprofil fra vest mot øst gjennom E10-E11, her også skissert mulig kaikonstruksjon. (Snitt Vest 1 på situasjonsplan V102)

Terrengprofil gjennom borpunktene E7 og E1 og vegen som ligger på molo, viser at det er stor usikkerhet knyttet til sjøbunnsnivå og lagdeling på vestsiden av molo, da det ikke er utført sjøbunnsinmåling på denne siden. Sjøbunnsinmåling på østsiden indikerer at moloen er fylt på berg. Det er ganske bratt opp fra bergnivå i E7 og opp mot molo, og de bløte massene i E7 har ikke styrke til å ligge så bratt. Det forventes at dette laget er slakere avsatt, og det vurderes derfor som lite sannsynlig at dette laget ligger under veg/molo.

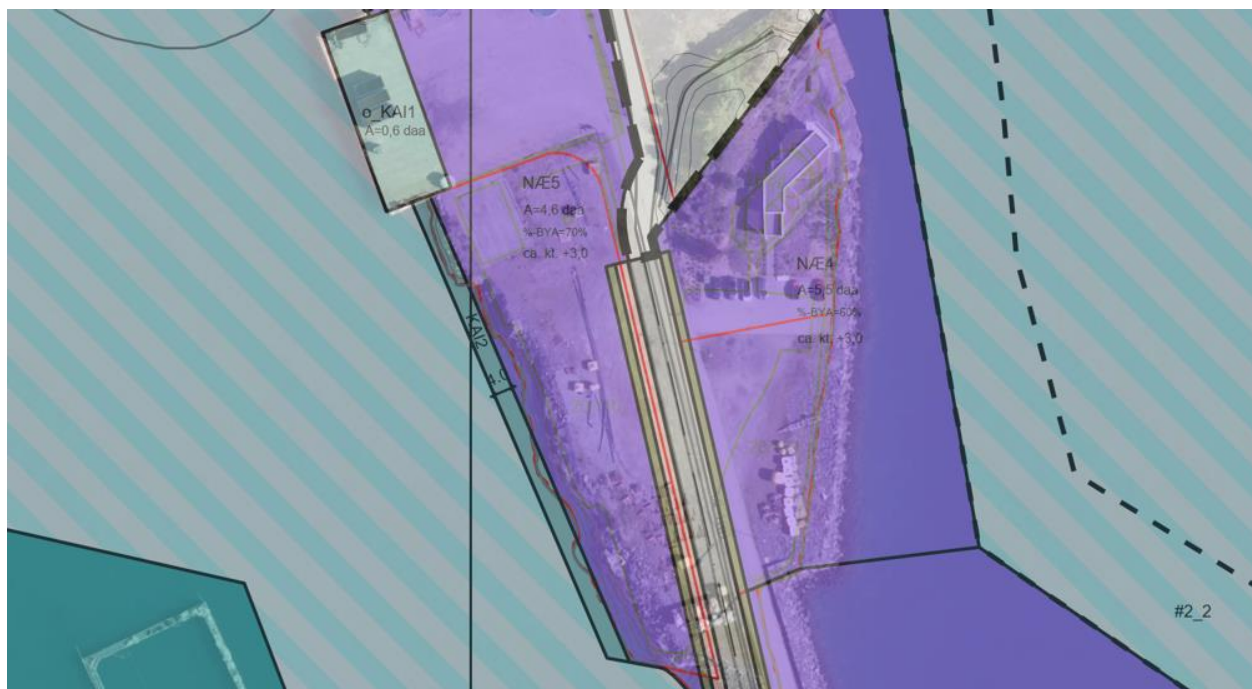


Figur 13 Snitt vest 2.

I borpunktene er det installert foringsrør fra lekter og ned til sjøbunn, og så er topp av foringsrør med GPS. Det gir derfor troverdige sjødybder i disse punktene, og vurderes dermed som langt mer pålitelig enn Norges kart sitt dybdekart på sjø.

6.3.2 Kaianlegg

Det er i utkast til reguleringsplanen skissert to områder med kaianlegg, hvorav område o_KAI1 er det i dag en eksisterende kai. Området KAI2 er det i dag ingen kai, men noe berg i dagen og fylling. Utkast til reguleringsplan fra ABO plan & arkitektur er lagt utenpå flyfoto og vist i Figur 14.



Figur 14 Utkast reguleringsplan ABO plan & arkitektur lagt manuelt på flyfoto.

Ved å se på et snitt fra KAI2 området og vestover gjennom borpunkt E11 og E10 (se Figur 12), ser man at det kan forventes bratt bergnivå. Det er ikke utført sjøbunnsinmåling på denne delen av planområdet, dermed heftet stor usikkerhet knyttet til både bergnivå og plasseringen av løsmassesjakten/bergsenkningen med sprøbruddmateriale som påvist i E7, E11 og E12.

For videre vurdering rundt kaianlegg anbefales det sjøbunnsinmåling på denne delen av planområdet. Det vurderes gjennomførbart med kaikonstruksjon på berg, antagelig pelet, men det er ikke tilstrekkelig grunnlag p.t. for nærmere vurdering av fundamenteringsmetode. Peling på skrått berg kan være utfordrende og kostnadsdrivende. Kaianlegg må ikke medføre noe utfylling i sjø i dette området, før evt. områdestabiliteten er klarert for dette området, noe det p.t. ikke er.

6.4 Områdestabilitet - oppsummering

Basert på vurderingene som er presentert i kapittelet 6, så er planområdet på østsiden (område 2) uten kvikkleire/sprøbruddmateriale, og sprøbruddmateriale som er påvist i nordvestre del er avgrenset mot sør ved borpunkt E8.

Planområdet i sørvest (område 1) er avgrenset med bergterskel i borpunkt E9 og E8, og berg i dagen mot øst. Områder sørover på land viser stort sett berg i dagen langs sjø. Det er ukjent dybde med løsmasser inne i bassenget/vika i sørvest, men selv om evt. løsmasser er sprøbruddmateriale, er det ikke helning nok på dette laget til å kunne kvalifisere som løsneområde iht. NVE Veileder 1/19, hvor kravet er jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell mer enn 5 meter.

For området i nordvest (område 3) er det p.t. ikke tilstrekkelig grunnlag for å kunne dokumentere sikkerhet mot kvikkleireskred, ettersom det er påvist sprøbruddmateriale i 3 av 4 borpunkter.

ERA Geo anbefaler at det ikke utføres noe utfylling i område 3. Hvis man senere ønsker å undersøke dette området nærmere vil det i første omgang kreves sjøbunnsinmåling, og antagelig supplerende grunnundersøkelser for avgrensning av sprøbruddmateriale.

Basert på disse vurderingene er områdestabiliteten vurdert som ivaretatt for område 1 og 2 jamfør NVE 1/19 (6). Vurderingene krever ingen uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/19. For område 3 er det ikke dokumentert sikkerhet mot kvikkleireskred i sjø p.t.

Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred iht. NVE 1/19 er utført av foretak med tilstrekkelig kompetanse. Utredningen er utført av Fredrik Kolsgaard. Fagansvarlig for utredningen er Magne Bonsaksen, som har mer enn 5 års erfaring som geotekniker og har flere referanseprosjekter å vise til. Kompetansekravet for å kunne gjennomføre utredningen er derfor ivaretatt iht. Kap. 3.1 i NVE 1/19.

6.5 Bæreevne for evt. nybygg

Gjeldende rapport gjelder for områderegulering, og det er ikke tegnet ut noen bygninger ERA Geo bekjent. Men det forventes at utvidelse av tomten gir grunnlag for bygging av nye næringsbygninger/konstruksjoner.

Generelt om bæreevne anbefales å sikre gode fundamenteringsforhold ved å undersøke for dårlige masser på tomten. Det bør gjøres en vurdering om matjord, humusholdige masser eller dårlige fyllmasser er tilstrekkelig masseutskiftet under fremtidige fundamenter. Dette vurderes og verifiseres av utførende entreprenør ved utførelse, men må hensyntas i prosjektering av tiltak.

For prosjektering av fundamentering for bygg kan det generelt anbefales at fundamenter settes på komprimert kvalitetsfyllmasser av velgradert sprengstein. Det kan som innledende benyttes et grunntrykk på 400 kPa for fundamenter i sprengstein som har tilstrekkelig avstand til fyllingskant. Dersom bygg kommer nærme fyllingskant må last vurderes mht. skråningsstabilitet i tillegg til bæreevneberegning. Ved plassering av bygg med store laster i nærhet av skråningskant, kan det være behov for slakere fyllingskant i sjø.

For estimat på 400 kPa tillatt grunntrykk forutsettes minimum 0,5 meter brede fundamenter og minimum 0,5 meter med tunge masser over fundamentene.

6.6 Fylling

Utfylling i sjø må prosjekteres iht. Eurokode og anbefalinger i håndbok V221 (7) kapittel 3.2.4 for fyllinger i sjø.

Fyllmasser bør bestå av kvalitetsmasser av velgradert sprengstein med steinstørrelse $D \leq 2/3$ av lagtykkelsen (7). Anbefalt lagtykkelse for hver komprimering er 1 meter, avhengig av komprimeringsutstyr. Komprimering utføres iht. NS 3458 (8). Komprimering gjelder for utfylling over sjønivå.

6.7 Seismiske laster

Spissverdi for berggrunnens akselerasjon er i området $a_g R = 0.6 \text{ m/s}^2$ iht. Tabell NA.3.2 (907), noe som er relativt høy verdi i Norge.

I henhold til punkt NA.3.2.1(5)P (7) er det ikke krav til dimensjonering for seismiske påkjenninger når $a_g S \leq 0,5 \text{ m/s}^2$, men punkt NA.3.2.1(4) (7) påpeker at byggverk kan dimensjoneres for lav seismisitet når $a_g S \leq 1,0 \text{ m/s}^2$. Konstruksjoner i seismisk klasse 1 utelukkes fra seismisk dimensjonering.

Erfaringsmessig vil verdier for berggrunnen akselerasjon $a_g R$ fra NORSAR-kart gi lavere verdier enn det som er oppgitt i Eurokoden. For tiltak som plasseres mindre enn 5 meter over berg kan grunntype A benyttes. For tiltak som plasseres i seismisk klasse 2 eller høyere må det utføres seismisk dimensjonering, og det bør vurderes å anskaffe NORSAR-verdier for å se om disse gir utelatelse iht. NA.3.2.1(5) (7). For tiltak i seismisk klasse 2 eller høyere som

plasseres i nærheten av fyllingskant må det dokumenteres tilstrekkelig motstand mot seismisk påvirkning også for fylling som påvirkes av tiltaket.

Krav til seismisk dimensjonering er gitt i Eurokode 8-1 (7) blant annet basert på produktet $a_g S$
 $= \gamma_I a_{gR} S$.

7 Konklusjon

Utvidelse av dagens næringsområde med sjøfylling mot øst vurderes å være mulig basert på utførte grunnundersøkelser og sjøbunnsinmåling. På denne delen er det korte dybder til berg.

I nordvestre del av planområdet er det påvist sprøbruddmateriale, og det kan ikke utelukkes fare for kvikkleireskred i sjø ved påvirkning i dette området. Med det grunnlaget som foreligger per nå anbefaler ERA Geo at det ikke fylles i dette området. Dette området er avgrenset mot sør i borpunkt E8.

Kaianlegg på vestsiden av nordre øya bør fundamenteres direkte på berg, og det må ikke fylles ut eller fundamenteres på løsmasser. For prosjektering anbefales sjøbunnsinmåling i dette området for å få bedre oversikt over bergformasjoner under vann. Dykkerinspeksjon og bruk av ROV kan også være nyttig ifm. dokumentasjon av bergformasjoner under vann.

I det sørvestre området, i dagens bukt innenfor utfylt areal, er det ikke fare for områdeskred, men det kan ikke utelukkes løst lagrede sedimenter i dette bassenget. Det er ikke utført grunnundersøkelser her pga. lav vanndybde og vanskelig tilkomst. Det må forventes setningsømfintlige masser, og prosjektering av utvidelse i dette området bør hensynta dette.

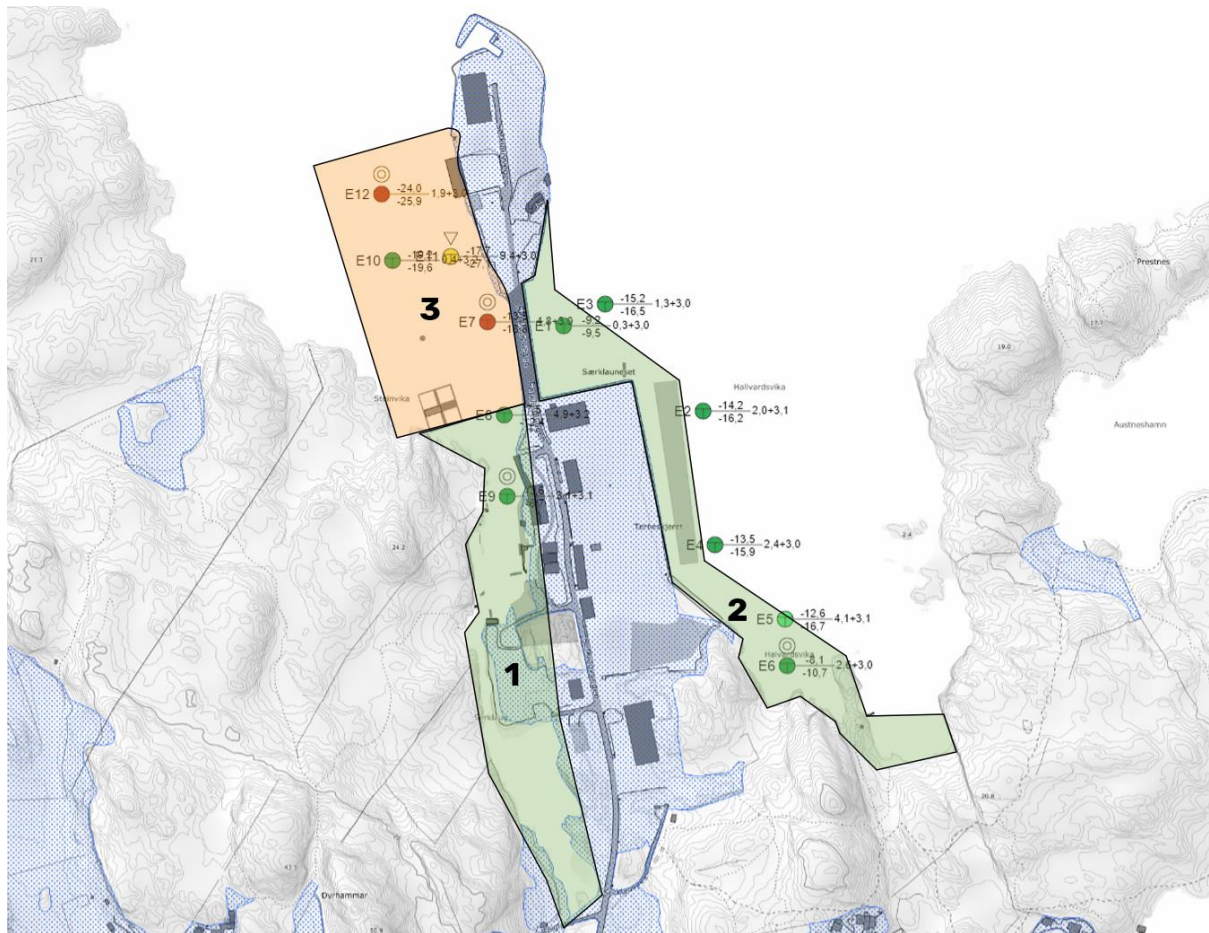
Fylling i sjø på østsiden av næringsområdet og i bukten i sørvestre del vurderes som gjennomførbart. Kaianlegg på bergfundamentering i nordvestre del vurderes som gjennomførbart, men det mangler p.t. grunnlag for nærmere vurdering av fundamenteringsmetode. Fyllingsarbeider og fundamenteringsarbeider må prosjekteres av geotekniker i neste fase, og det må tas hensyn til sonen i sjø hvor det er påvist sprøbruddmateriale.

Oppsummering sikkerhet mot kvikkleireskred

Område 1: Sikkerhet mot kvikkleireskred **ivaretatt** iht. NVE Veileder 1/19 ved utfylling i sjø.

Område 2: Sikkerhet mot kvikkleireskred **ivaretatt** iht. NVE Veileder 1/19 ved utfylling i sjø.

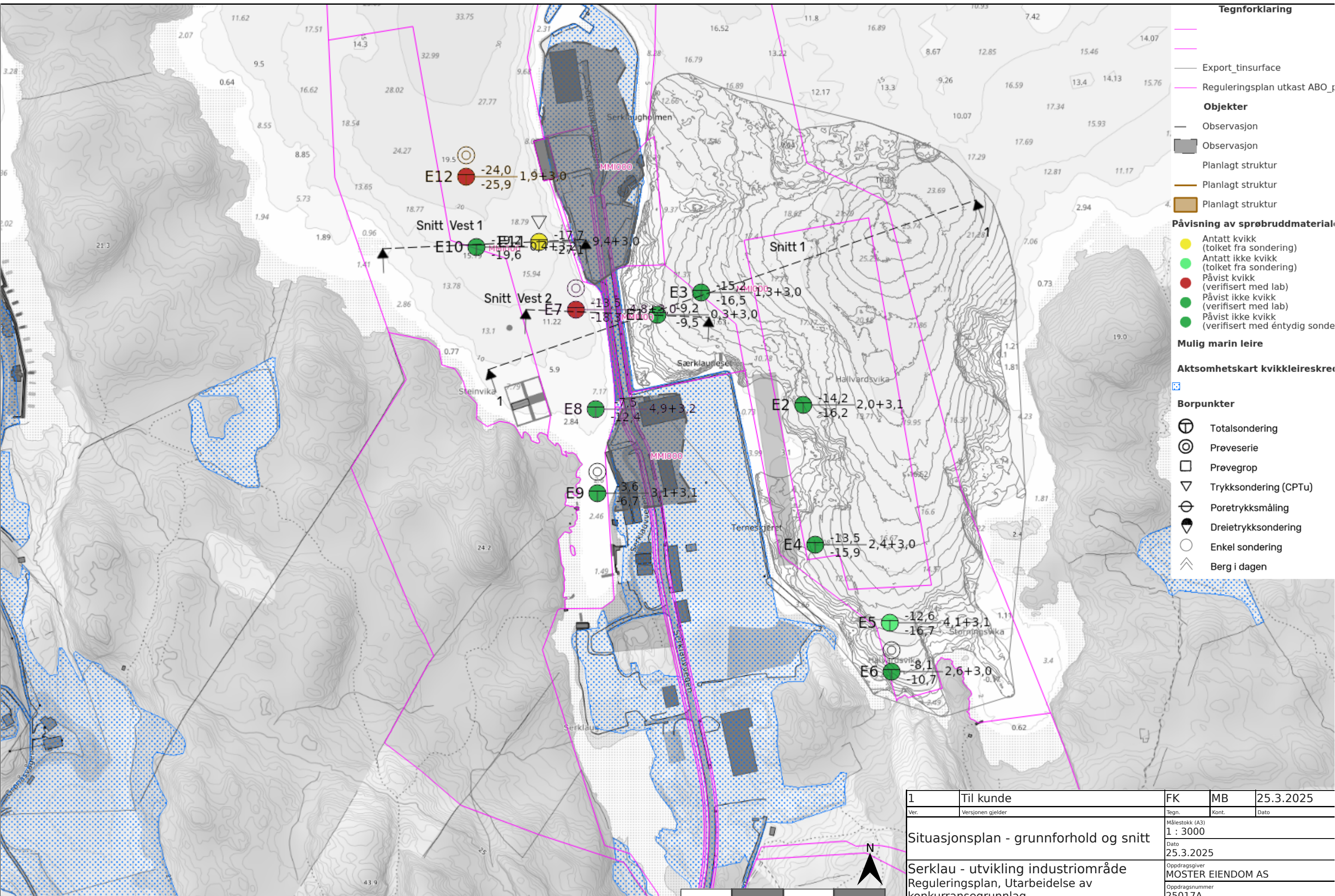
Område 3: Sikkert mot kvikkleireskred **ikke** ivaretatt iht. NVE Veileder 1/19 ved utfylling i sjø.



Figur 15 Oversikt områder – sikkerhet mot kvikkleireskred iht. NVE Veileder 1/19. Arealer er veiledende, se reguleringsplansutklipp for korrekte areal.

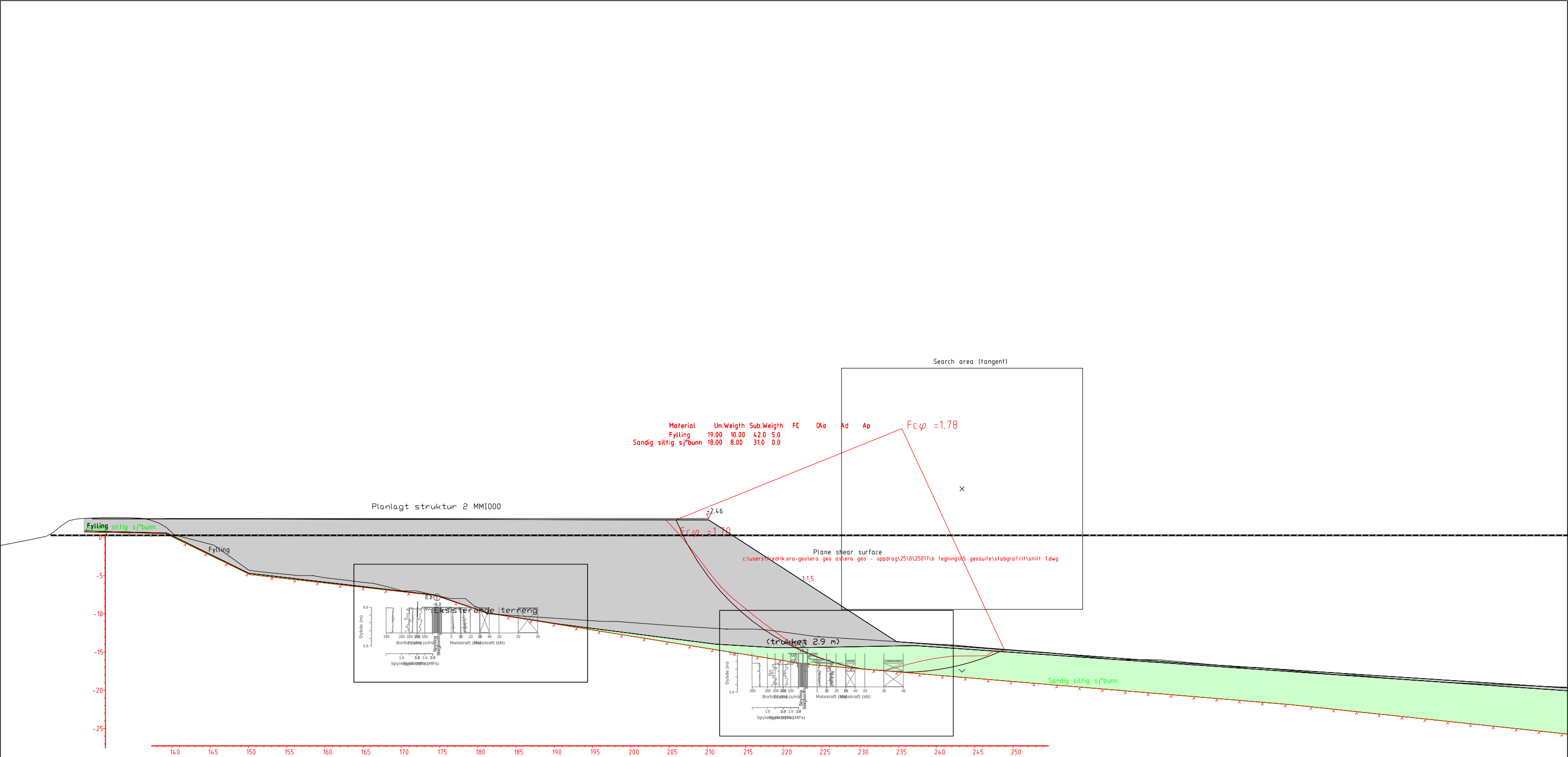
8 Referanser

1. **ERA Geo AS.** *25017-RIG01 Geoteknisk datarapport.* s.l. : Moster Eiendom , 2025.
2. **Direktoratet for byggkvalitet.** *Byggesaksforskriften (SAK10) - Publikasjonsnummer: HO-1/2011.* 2011.
3. **Standard Norge.** *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler.* 2020.
4. **Multiconsult .** *Serklau industriområde: Innledende kvikkleirevurdering; 10262478-01-RIG-NOT-001.* s.l. : Bømlo kommune, 2024.
5. **Statens vegvesen.** *Veiledning N-V220 Geoteknikk i vegbygging.* 2023.
6. **Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE.** *Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.* 2020.
7. **Statens vegvesen.** *Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger.* 2012.
8. **Standard Norge.** *NS 3458:2004 Komprimering - Krav og utførelse.* 2004.



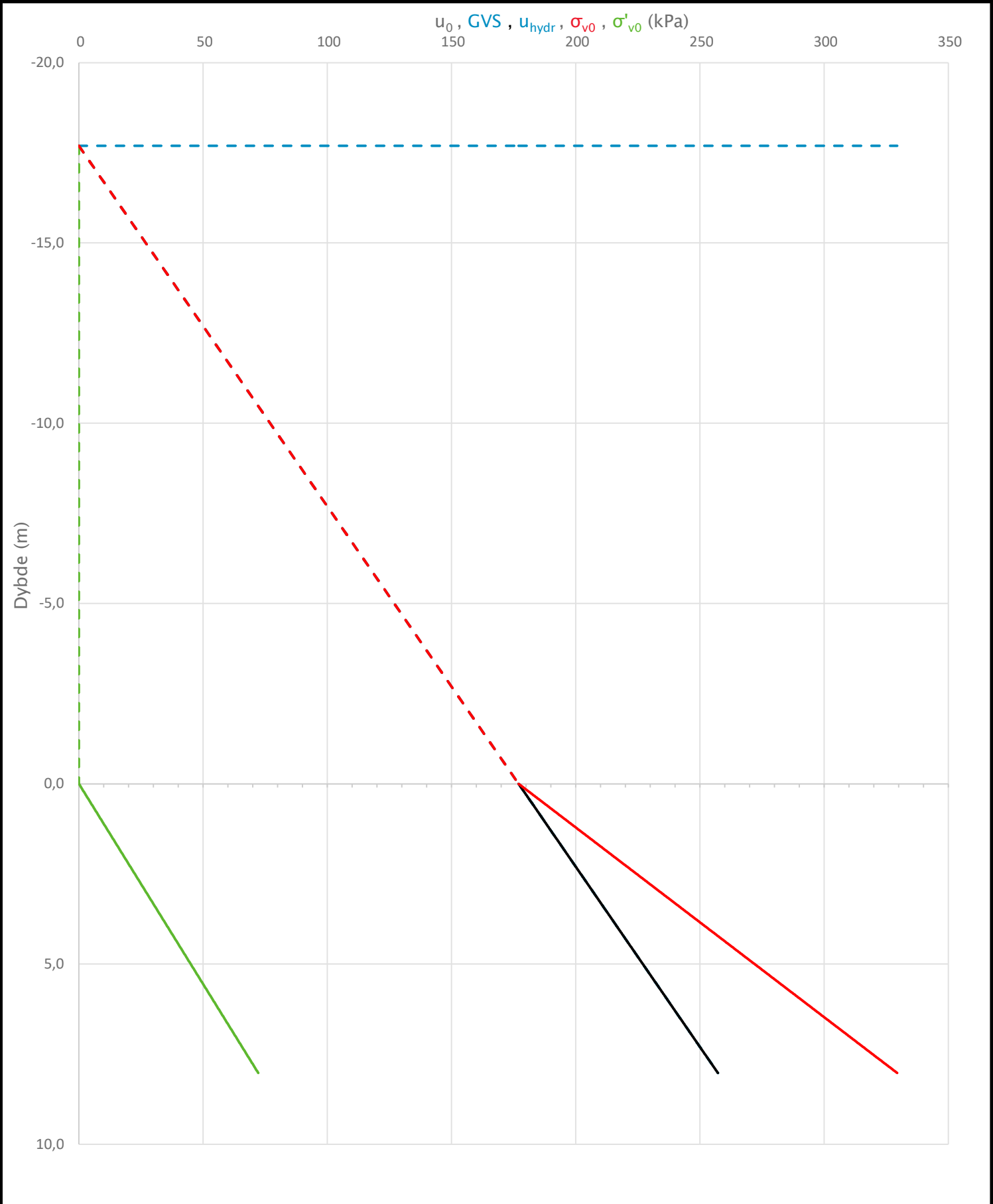
- Tegnforklaring**
- Export_tinsurface
 - Reguleringsplan utkast ABO_f
- Objekter**
- Observasjon
 - Observasjon
 - Planlagt struktur
 - Planlagt struktur
 - Planlagt struktur
- Påvisning av sprøbruddmaterial**
- Antatt kvikk (tolket fra sondering)
 - Antatt ikke kvikk (tolket fra sondering)
 - Påvist kvikk (verifisert med lab)
 - Påvist ikke kvikk (verifisert med lab)
 - Påvist ikke kvikk (verifisert med éntydig sonde)
- Mulig marin leire**
- Aktomhetskart kvikkleireskred**
- Borpunkter**
- Totalsondering
 - Prøveserie
 - Prøvegrop
 - Trykksondering (CPTu)
 - Poretrykksmåling
 - Dreietrykkssondering
 - Enkel sondering
 - Berg i dagen

1	Til kunde	FK	MB	25.3.2025
Ver.	Versionen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Situasjonsplan - grunnforhold og snitt		Målestokk (A3) 1 : 3000		
		Dato 25.3.2025		
Serklau - utvikling industriområde		Oppdragsgiver MOSTER EIENDOM AS		
Reguleringsplan, Utarbeidelse av konkurransegrunnlag		Oppdragsnummer 25017A		
		Vedlegg til 25017-RIG02		
		V102	1	

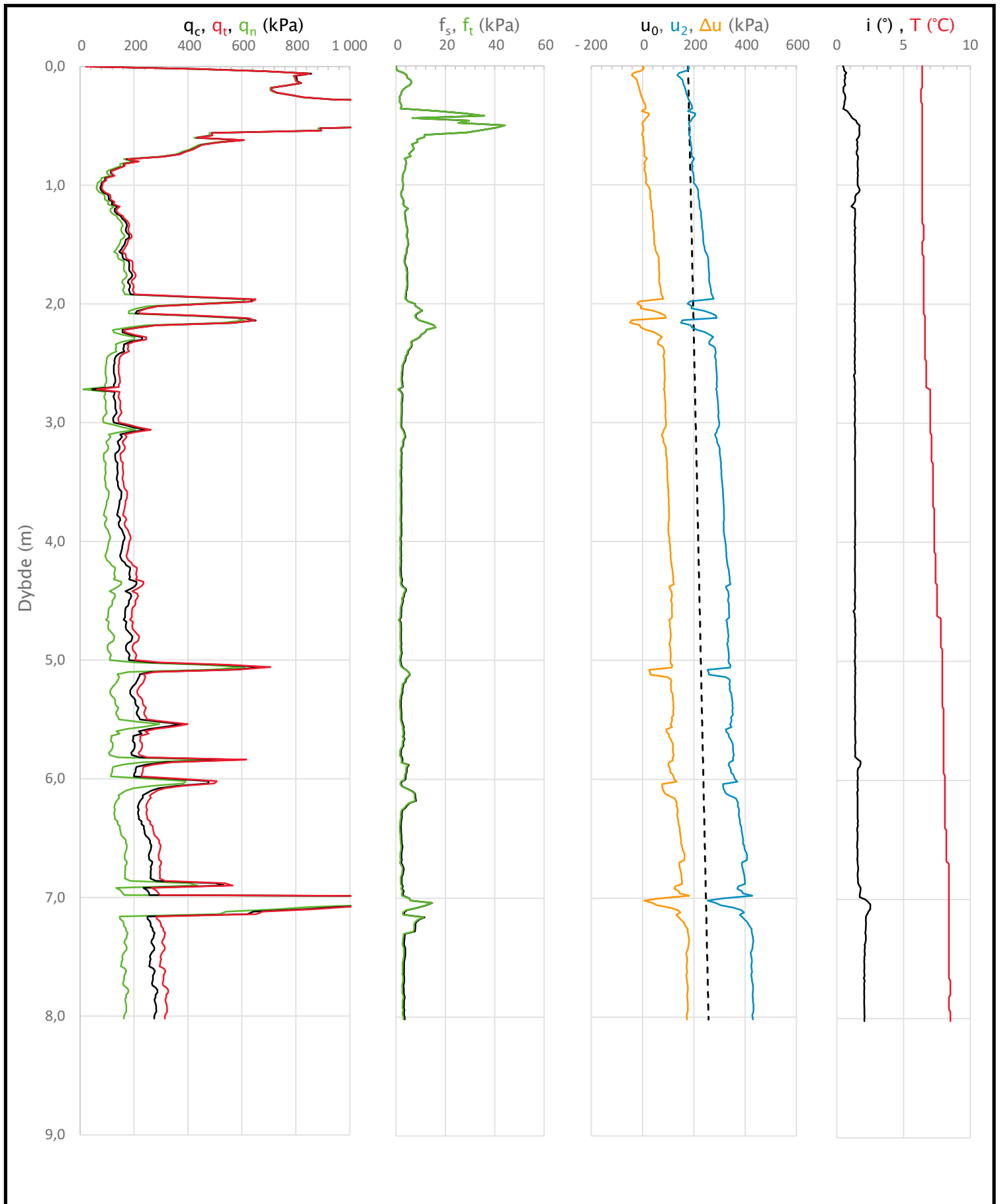


Vxx	Til reguleringsplan	FK	MB	24.3.2025
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Stabilitetsberegning sjøfylling Snitt 1		Målestokk (A3) 1:500		
		Dato 24.3.2025		
Serklau - reguleringsplan industriområde Østre del		Kunde Moster Eiendom AS		
		Oppdragsnr. 25017		
ERA Geo 70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
		V301		1

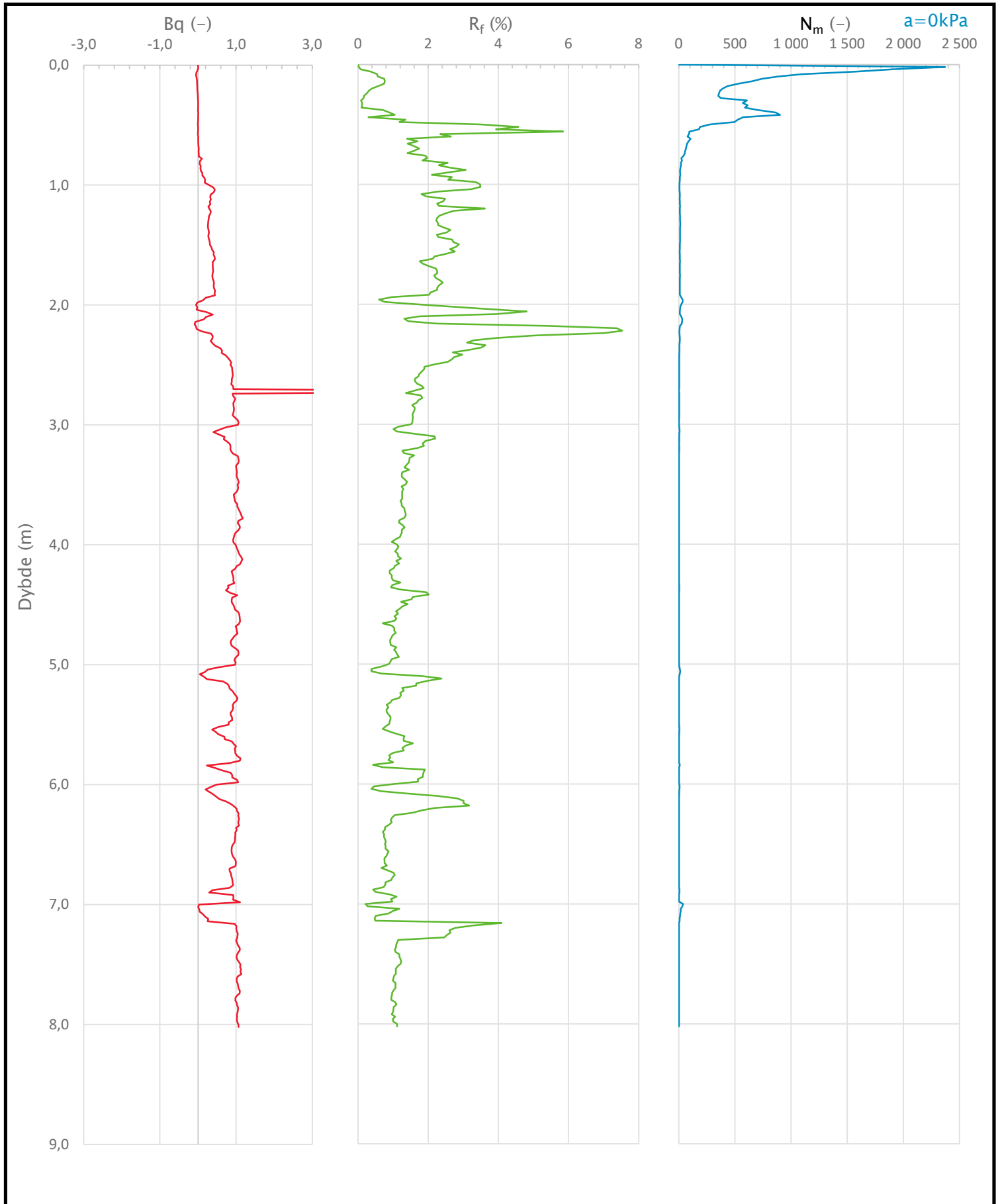
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5748		Boreleder		Kristoffer	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		2,2	
Kalibreringsdato	09.10.2024		Maks helning (°)		2,5	
Dato sondering	26.02.2025		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1256		3988		3574	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,6074		0,0096		0,0213	
Arealforhold	0,8430		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	10,32		0,181		1,024	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7583,1		117,6		439,2	
Registrert etter sondering (kPa)	-7,3		1,9		4,1	
Avvik under sondering(kPa)	7,3		1,9		4,1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,6		0,0		0,1	
Maksverdi under sondering (kPa)	3417,3		44,1		433,2	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	8,6	0,3	1,9	4,4	4,2	1,0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt					Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02	
Serklau – utvikling industriområde					Borhull Kote -17,7	
Innhold					E11	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer	
					5748	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	FK		MB			
	Divisjon		Dato sondering		Revisjon	
Ekstern konsulent		26.02.2025		1		Figur
				Rev. dato 11.03.2025		1



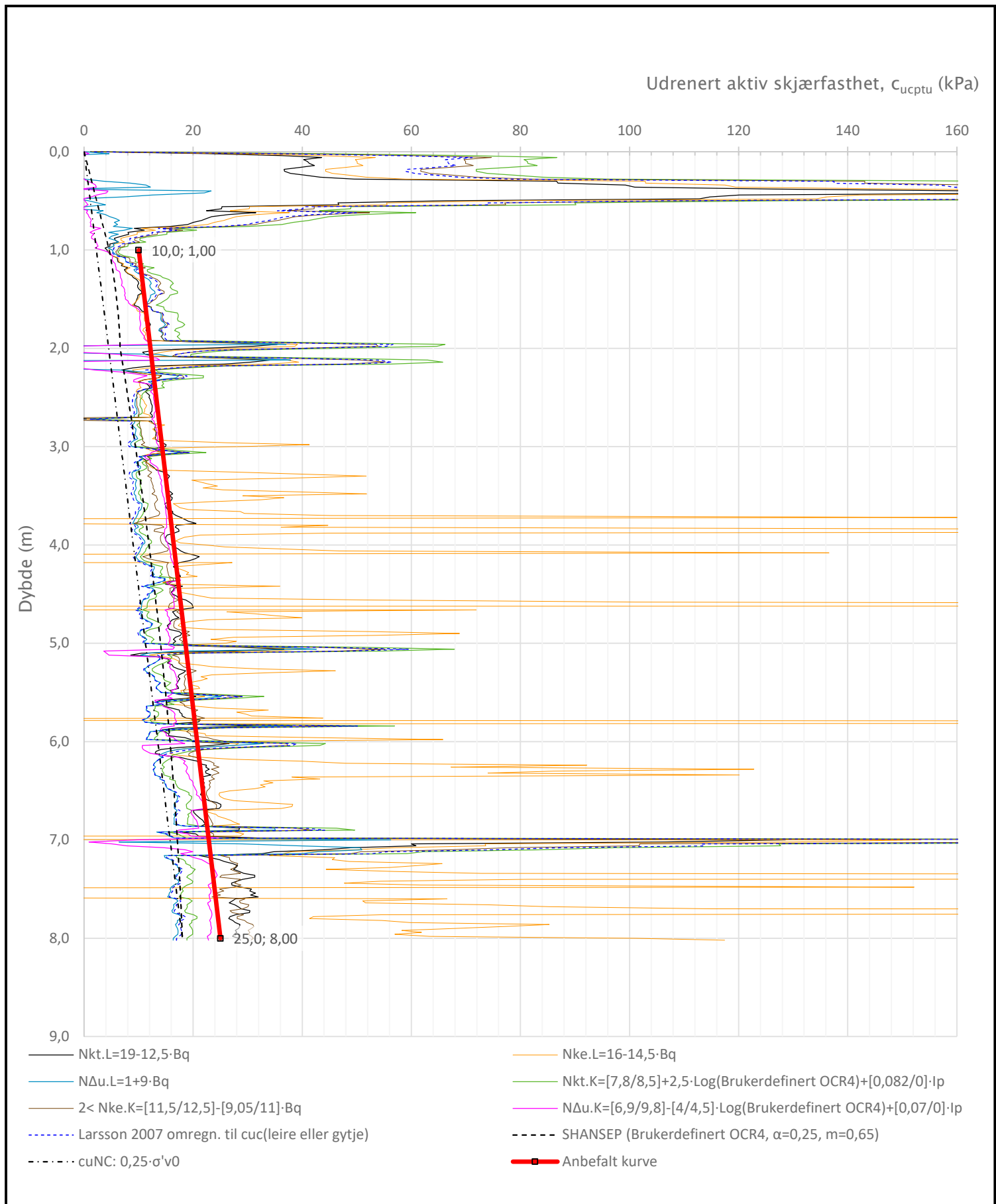
Prosjekt		Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote -17,7
Serklau – utvikling industriområde				E11	
Innhold				Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				5748	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	FK	MB		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent		26.02.2025	1 Rev. dato 11.03.2025	2	



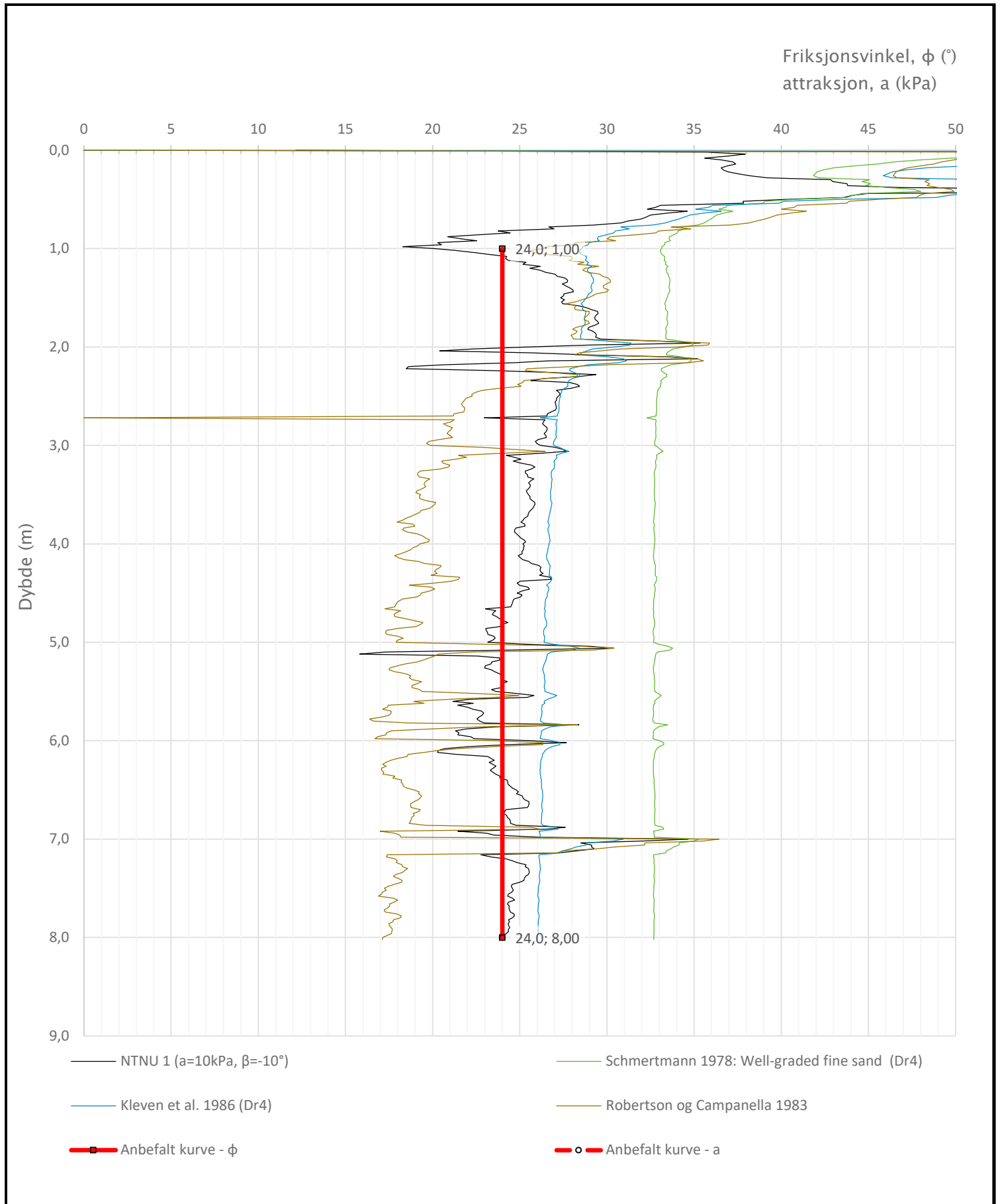
Prosjekt		Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote -17,7
Serklau – utvikling industriområde				E11	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5748	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	FK	MB		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	26.02.2025	1 Rev. dato 11.03.2025	3	



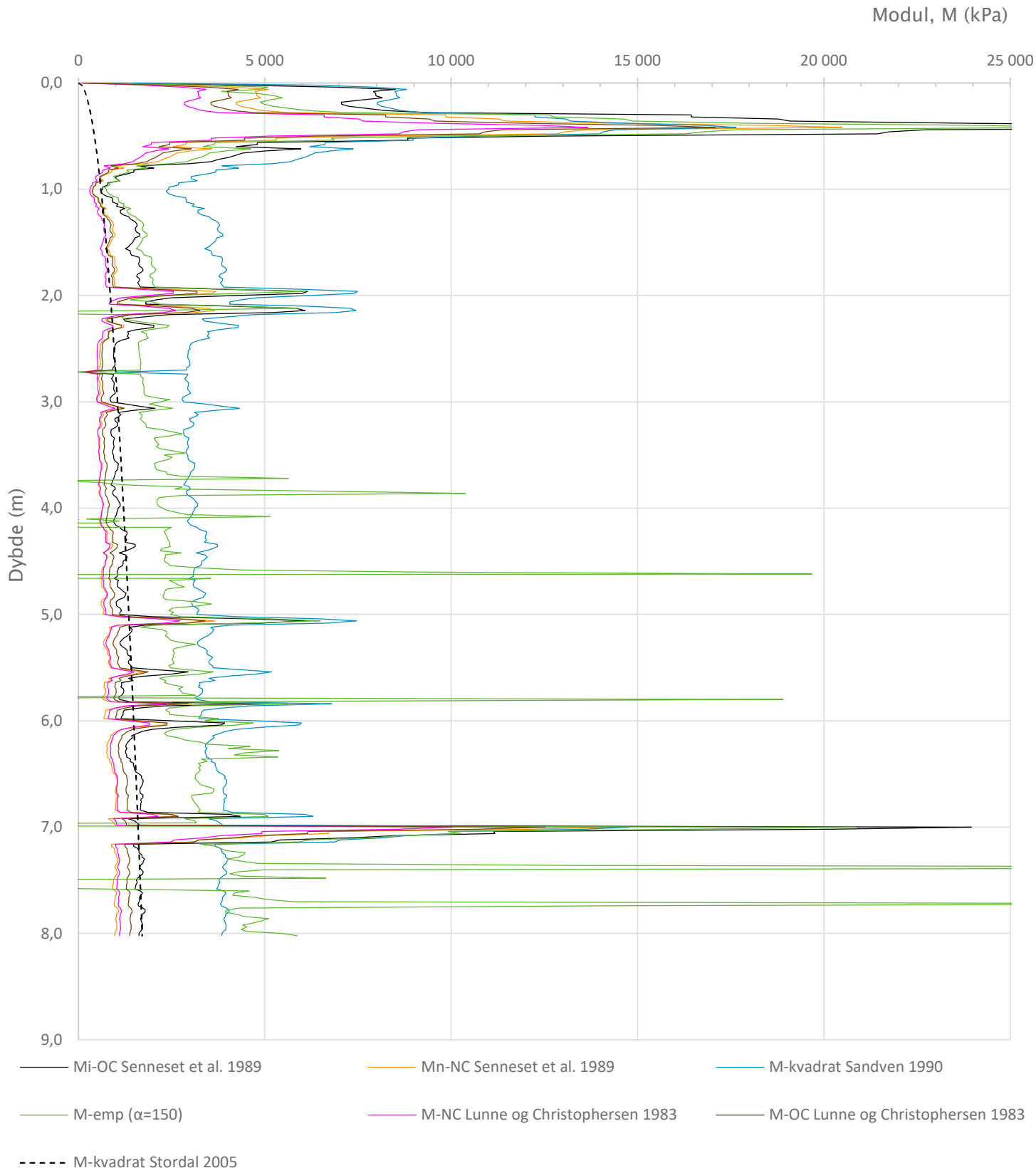
Prosjekt		Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote -17,7
Serklau – utvikling industriområde				E11	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5748	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	FK	MB		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	26.02.2025	1 Rev. dato 11.03.2025	4	



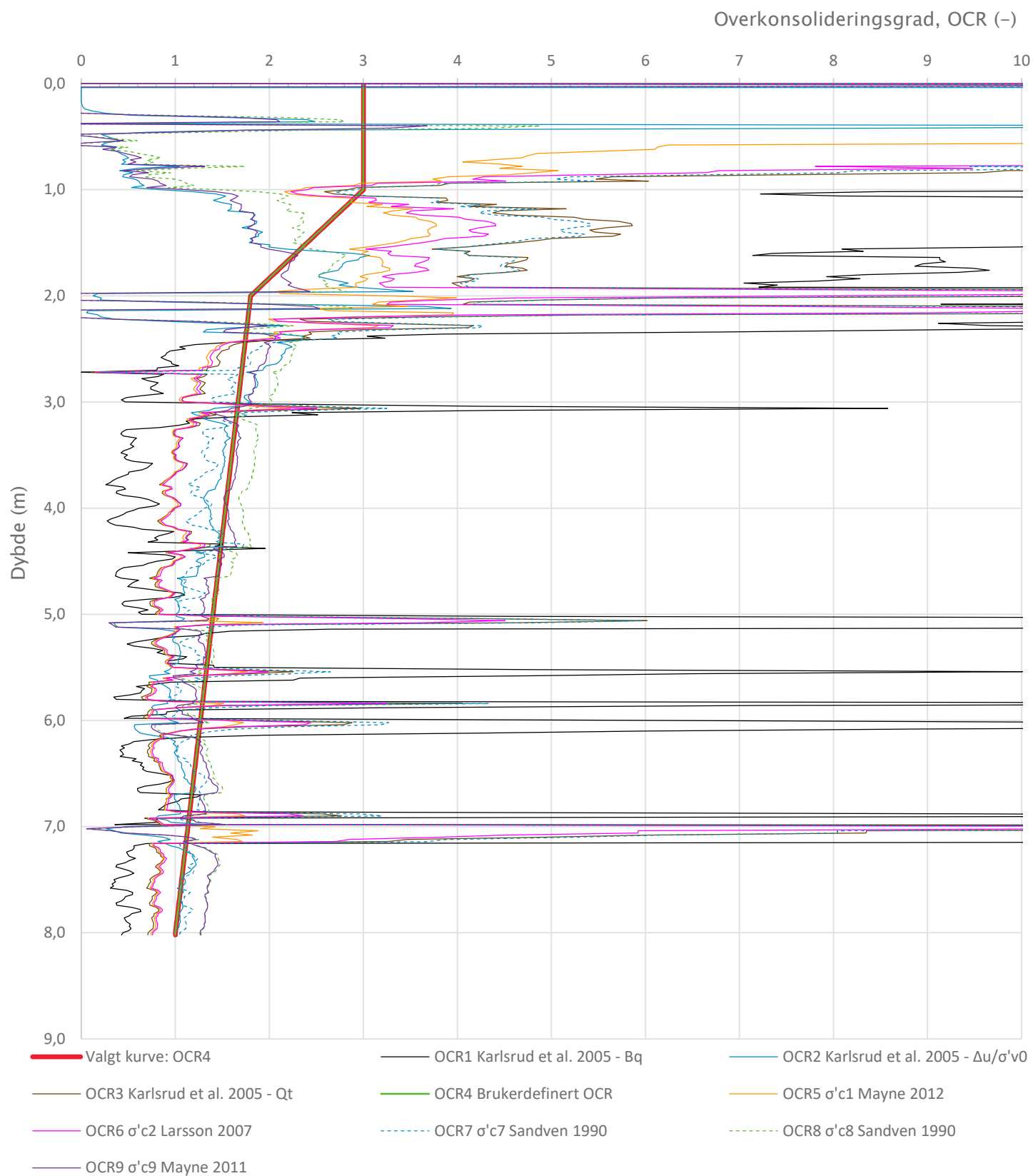
Prosjekt			Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote -17,7
Serklau – utvikling industriområde					E11	
Innhold					Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					5748	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	FK	MB		1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Ekstern konsulent	26.02.2025	Rev. dato	5		



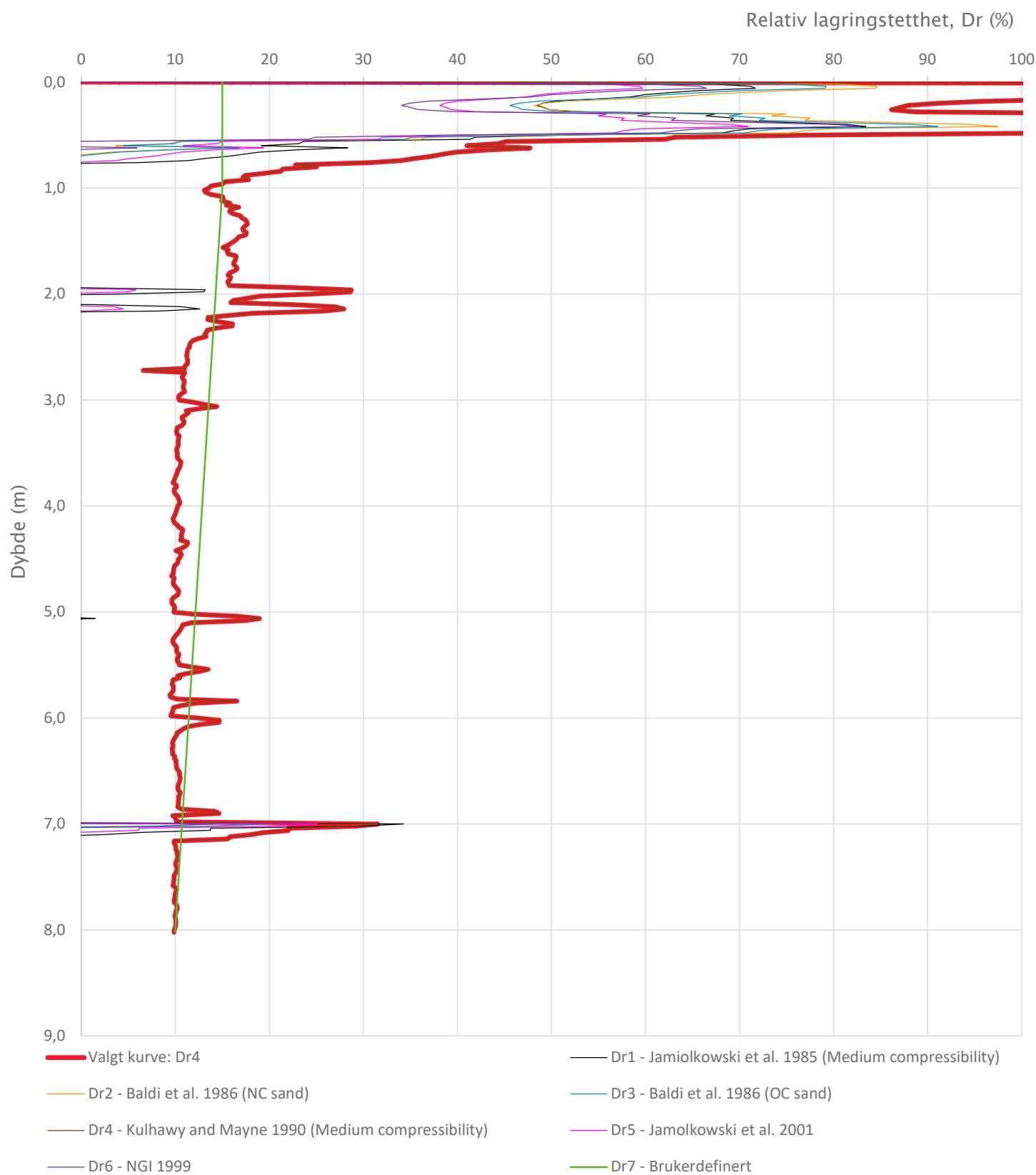
Prosjekt		Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote -17,7
Serklau – utvikling industriområde				E11	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				5748	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	FK	MB		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent		26.02.2025	Rev. dato		
				6	



Prosjekt			Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote -17,7
Serklau – utvikling industriområde					E11	
Innhold					Sondenummer	
Tolkning av modul					5748	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	FK	MB		1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Ekstern konsulent	26.02.2025	Rev. dato	7		

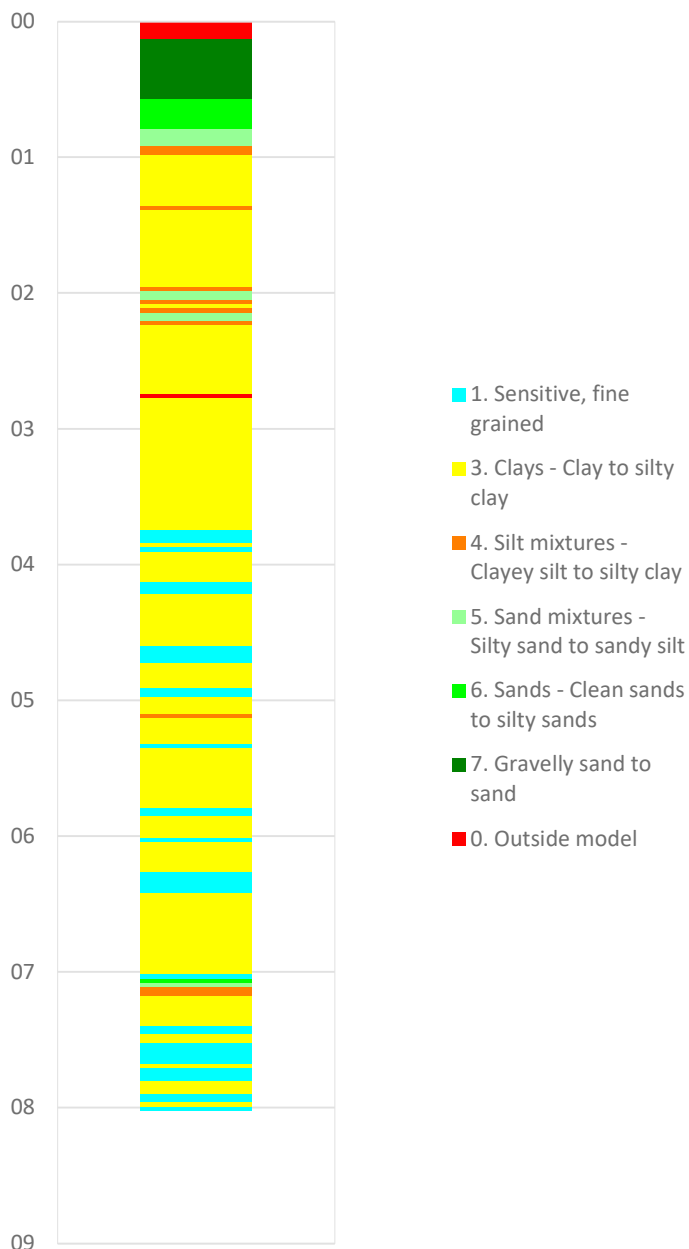


Prosjekt		Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote -17,7
Serklau - utvikling industriområde				E11	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5748	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	FK	MB		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent		26.02.2025	Rev. dato	8	

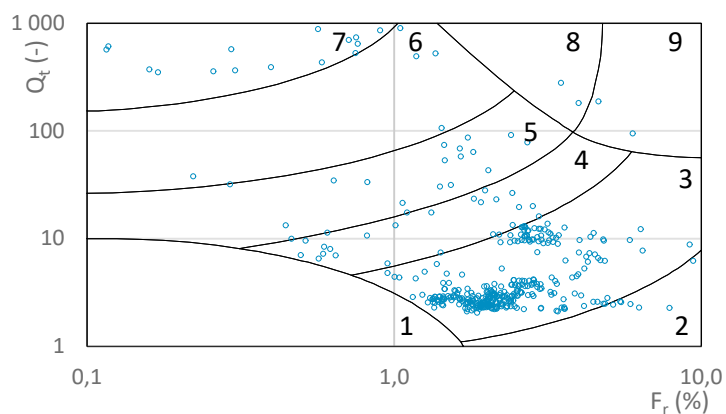
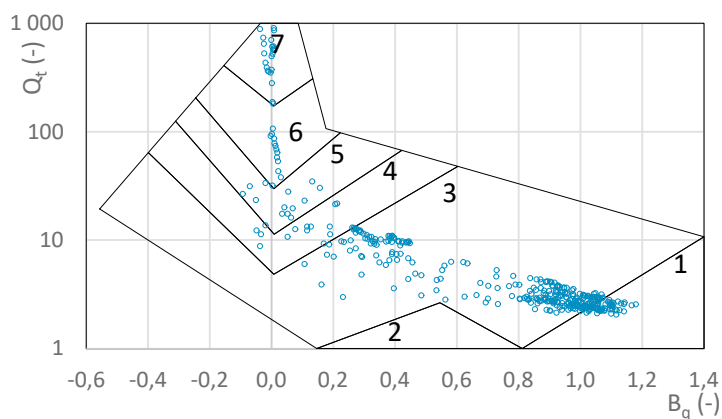
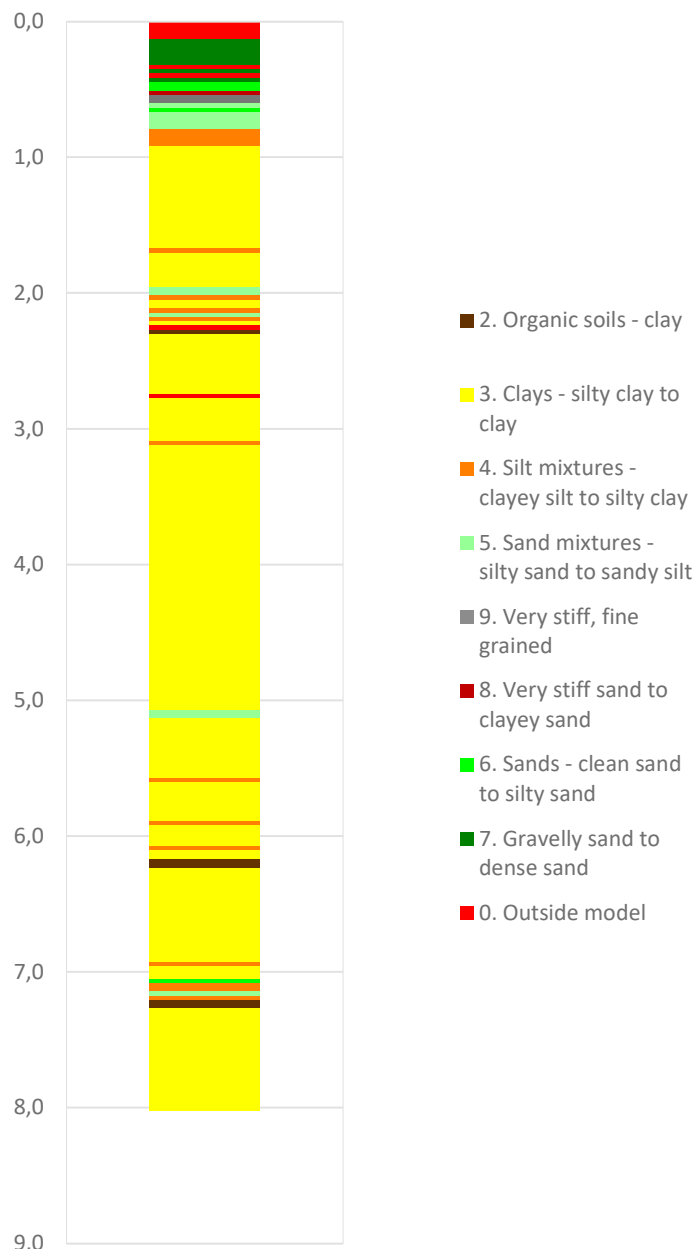


Prosjekt			Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote -17,7
Serklau – utvikling industriområde					E11	
Innhold					Sondennummer	
Relativ lagringstetthet, Dr					5748	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	FK	MB		1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Ekstern konsulent	26.02.2025	Rev. dato	10		

Robertson 1990 (Bq-Qt)

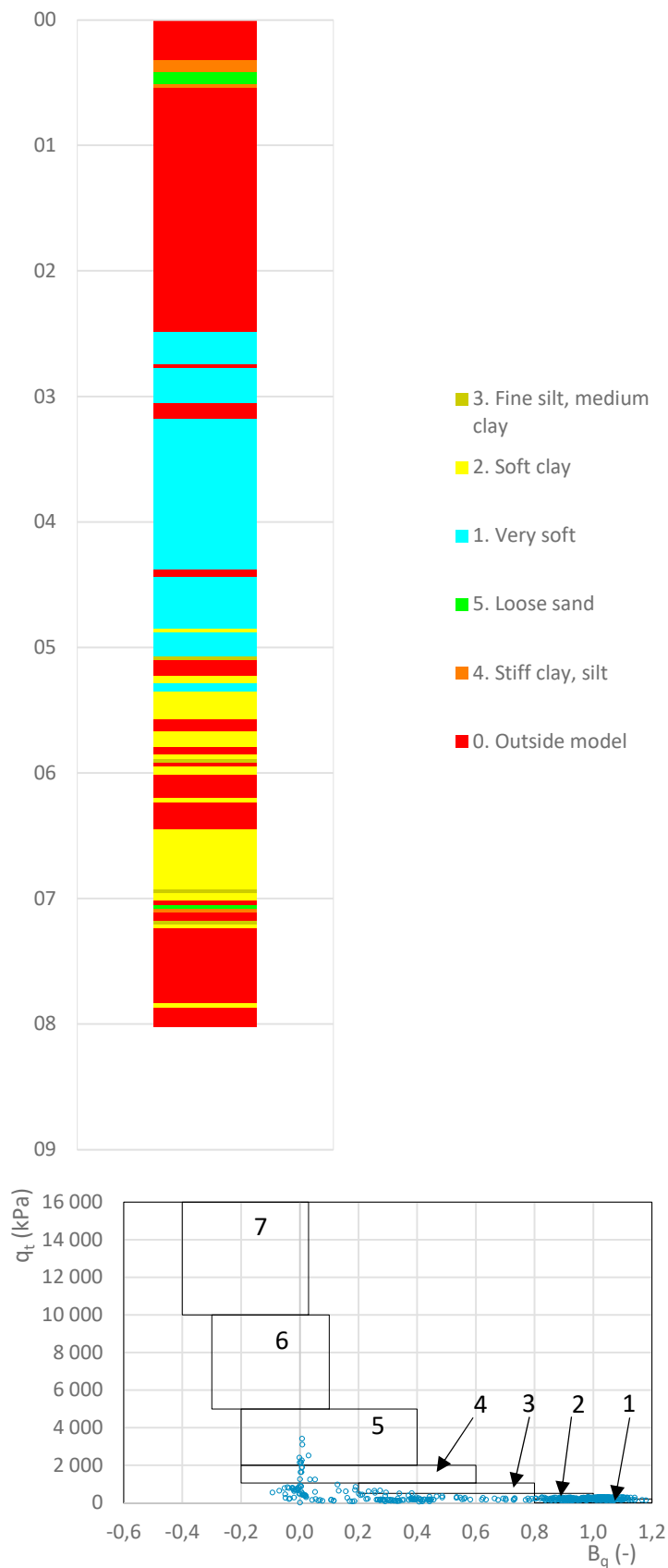


Robertson 1990 (Fr-Qt)



Prosjekt			Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote -17,7
Serklau – utvikling industriområde					E11	
Innhold					Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990					5748	
	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	FK	MB			1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur	
Ekstern konsulent		26.02.2025	Rev. dato		16	

Senneset et al. 1989 (Bq-qt)



Prosjekt			Prosjektnummer: 25017 Rapportnummer: RIG02		Borhull	Kote -17,7
Serklau – utvikling industriområde					E11	
Innhold					Sondenummer	
Jordartsklassifisering etter Senneset et al. 1989					5748	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	FK	MB		1		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	Ekstern konsulent	26.02.2025	Rev. dato	19		



Vi gir deg trygg grunn.

ERA Geo er et uavhengig spesialiselskap innenfor geoteknikk, som jobber aktivt i det geotekniske miljøet. Vi bistår i prosjekter over hele Norge.

ERA Geo AS

era-geo.no

Verftsgata 10
6416 Molde

Tel.: 70 23 89 00
post@era-geo.no

Org.nr. NO 920 591 035 MVA

