

Ullensaker kommune

Hovin kirke, gravplass

22554 Rapport nr. 2 Vurdering av områdestabilitet



Område for planlagt utvidelse av kirkegård

Prosjektnr: 22554	Dato: 26.06.2023	Saksbehandler: Karsten Engdal Mykleset
Kundenr: 10118	Dato: 27.06.2023	Kollegakontroll: Stian Kalstad

Fylke: Viken	Kommune: Ullensaker	Sted: Hovingrenda
Adresse: Hovinvegen 8	Gnr/Bnr: 140/1,2,4 og 138/1	

Tiltakshaver: Ullensaker kommune
Oppdragsgiver: Ullensaker kommune v/ Renate Johansen
Rapport: 22554 Rapport nr. 2 Vurdering av områdestabilitet
Rapporttype: Geoteknisk rådgivning
Stikkord: Områdestabilitet
Euref UTM: Sone 32V – Ø618100, N6669000

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Første utgave	30.06.2023
01	Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kvalitetssikrer	07.09.2023

Sammendrag

Ullensaker kommune planlegger å utvide kirkegården ved Hovin kirke i Ullensaker kommune. Det planlegges utvidelse med ca. 1000 graver, hvorav ca. 60 % er kistegraver, mens resterende graver er urnegraver. For å muliggjøre utvidelsen er det behov for enten ca. 2 meter masseutskifting, ca. 2 meter oppfylling eller en kombinasjon av disse.

Utførte grunnundersøkelser viser at det er forekomster av kvikkleire og sprøbruddmateriale i området hvor utvidelsen er planlagt. Faren for områdeskred er i denne rapporten utredet iht. NVEs veileder nr. 1/2019 [1]. Forekomstene av kvikkleire og sprøbruddmateriale ligger relativt dypt og har en begrenset mektighet. Utredningen viser at et eventuelt områdeskred vil arte seg som rotasjonsskred.

Klassifisering av ny faresone er vist i tillegg 1.6. Ny- og eksisterende faresoner er vist på tegning R02A02–R02A03.

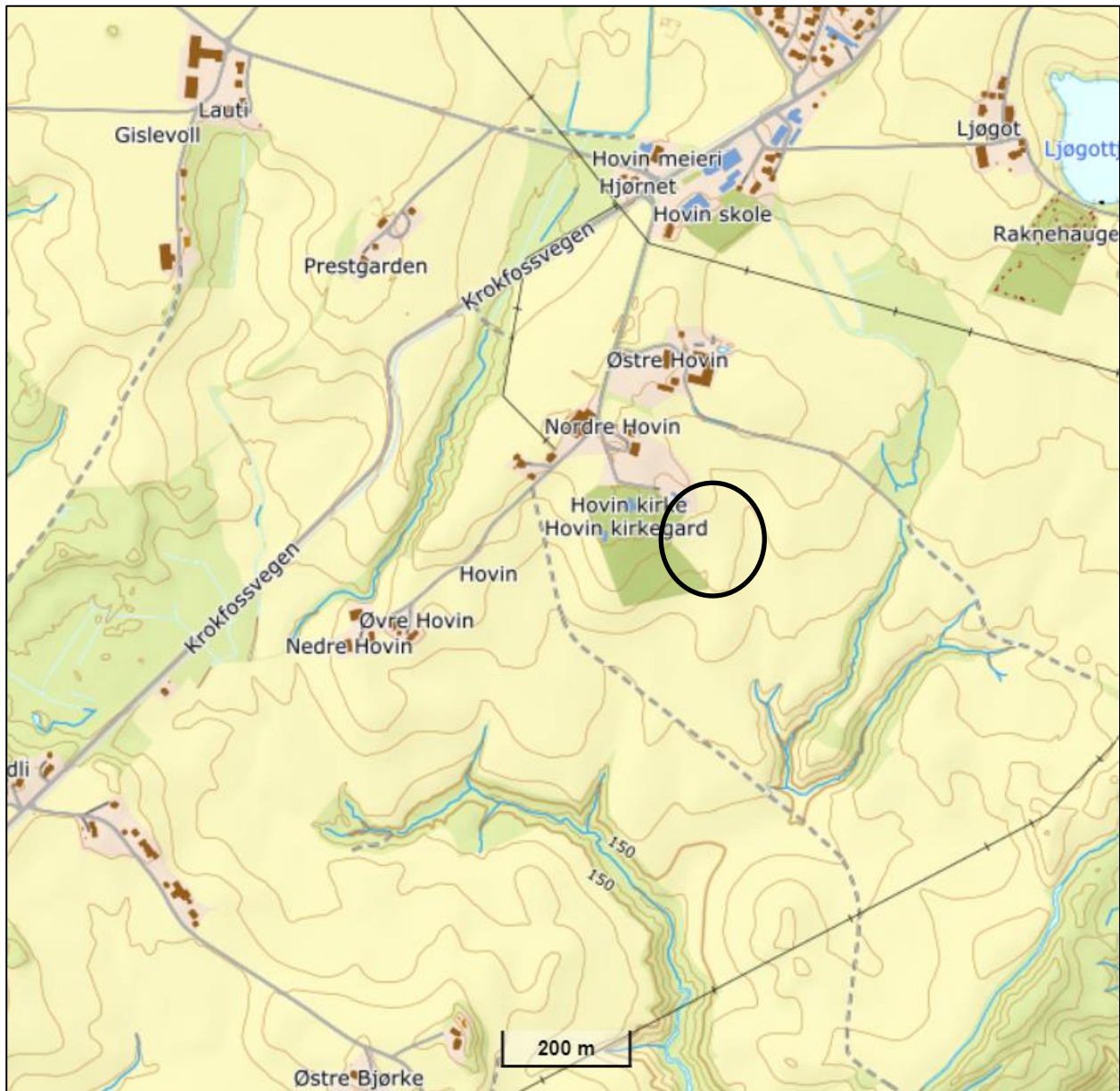
Tilfredsstillende sikkerhet for eventuell masseutskifting og oppfylling innenfor tiltaksområdet er vurdert i stabilitetsberegninger i profil L og M. Stabiliteten anses som ivaretatt, forutsatt at anvisninger fra geotekniker følges under utførelsen.

Det må utføres uavhengig kvalitetssikring av foreliggende vurdering iht. NVE sin veileder 1/2019.

Utstrekning av faresone 125 Hovin er foreslått revidert. Basert på grunnundersøkelser i borpunkt L9 og L10 virker det som om sone 125 Hovin, og potensielt sone 126 Hovin Nedre, kan revideres ytterligere, men det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser i området dersom dette skal gjøres i detalj. Det er ikke behov for å revidere disse sonene i forbindelse med utvidelsen av kirkegården.

Sweco har utført uavhengig kvalitetssikring av foreliggende rapport. Rapporten er oppdatert etter utført kvalitetssikring iht. kommentarer fra Sweco. Endringer i revisjon 01 er skrevet i kursiv.

Oversiktskart



Figur 0.1: Oversiktskart [2]

Tegninger

Beskrivelse	Tegn. nr.
Situasjonsplan med boringer og beregningsprofiler	R02A01
Kart med løsneområder	R02A02
Kart med løsne- og utløpsområder	R02A03
Profil A-A. Lagdeling og vurdering av løsneområde	R02D01
Profil B-B. Lagdeling og vurdering av løsneområde	R02D02
Profil D-D. Lagdeling og vurdering av løsneområde	R02D03
Profil E-E. Lagdeling og vurdering av løsneområde	R02D04
Profil H-H. Lagdeling og vurdering av løsneområde	R02D05
Profil I-I. Lagdeling og vurdering av løsneområde	R02D06
Profil L: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R02E01
Profil L: Stabilitetsberegning 2 meter oppfylling ADP og AFI	R02E02
Profil L: Stabilitetsberegning masseutskifting ADP og AFI	R02E03
Profil M: Stabilitetsberegning dagens situasjon ADP og AFI	R02E04
Profil M: Stabilitetsberegning 2 meter oppfylling ADP og AFI	R02E05

Tillegg

- 1.1 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTu
- 1.2 Tolkning av sprøbruddmateriale fra CPTu iht. NIFS 126/2015
- 1.3 Tolkning av treaksialforsøk
- 1.4 Tolkning av ødometerforsøk
- 1.5 Bilder fra befaring
- 1.6 Skjema for faregradsklassifisering

Innholdsfortegnelse

Oversiktskart	3
1 Innledning	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Rapportens innhold.....	6
2 Eksisterende faresoner	7
3 Avgrens områder under marin grense.....	7
4 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	7
4.1 Topografi.....	7
5 Tiltakskategori	8
6 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde.....	8
7 Befaring	8
8 Gjennomfør grunnundersøkelser	8
8.1 Grunnforhold	10
8.1.1 Kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale	11
8.2 Geotekniske dimensjoneringsparametere (Grunnlag for stabilitetsberegninger).....	12
8.2.1 Lag med drenert oppførsel (tørreskorpe, sand, silt, grus og avfallsfylling).....	12
8.2.2 Leire	12
8.3 Poretrykksforhold.....	15
9 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder.....	16
9.1 Skredmekanismer	16
9.2 Avgrensning av faresoner.....	16
9.2.1 Faresone Hovin øst.....	18
9.2.2 Eksisterende faresoner 125 Hovin og 126 Hovin Nedre.....	20
10 Klassifiser faresoner	21
10.1 Faresone Hovin øst.....	21
11 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet.....	21
11.1 Stabilitetsberegninger lokalstabilitet	21
11.2 Anbefalte tiltak for å ivareta stabilitetsforholdene	23
11.2.1 Masseutskifting	23
11.2.2 Oppfylling	23
12 Konklusjoner og videre arbeid.....	23
13 Referanser	24

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Ullensaker kommune planlegger å utvide kirkegården ved Hovin kirke i Ullensaker kommune. Det planlegges utvidelse med ca. 1000 graver, hvorav ca. 60 % er kistegraver, mens resterende graver er urnegraver. Prosjektets beliggenhet er vist på oversiktskart i figur 0.1. Ønsket utvidelse er vist i figur 1.1. Den planlagte utvidelsen er ca. 10 daa inkludert parkeringsplasser, toaletter, driftsbygning osv.

Løvlien Georåd AS har fått i oppdrag å bistå med geotekniske grunnundersøkelser, samt vurdering av område- og lokalstabilitet for den planlagte utvidelsen.

For å kunne benytte den planlagte utvidelsen som gravlund/kirkegård er det nødvendig å enten utføre ca. 2 meter masseutskifting, ca. 2 meter oppfylling eller en kombinasjon av disse. Dette må gjøres for at massene skal være tilstrekkelig åpne til at området er egnet som gravlund.



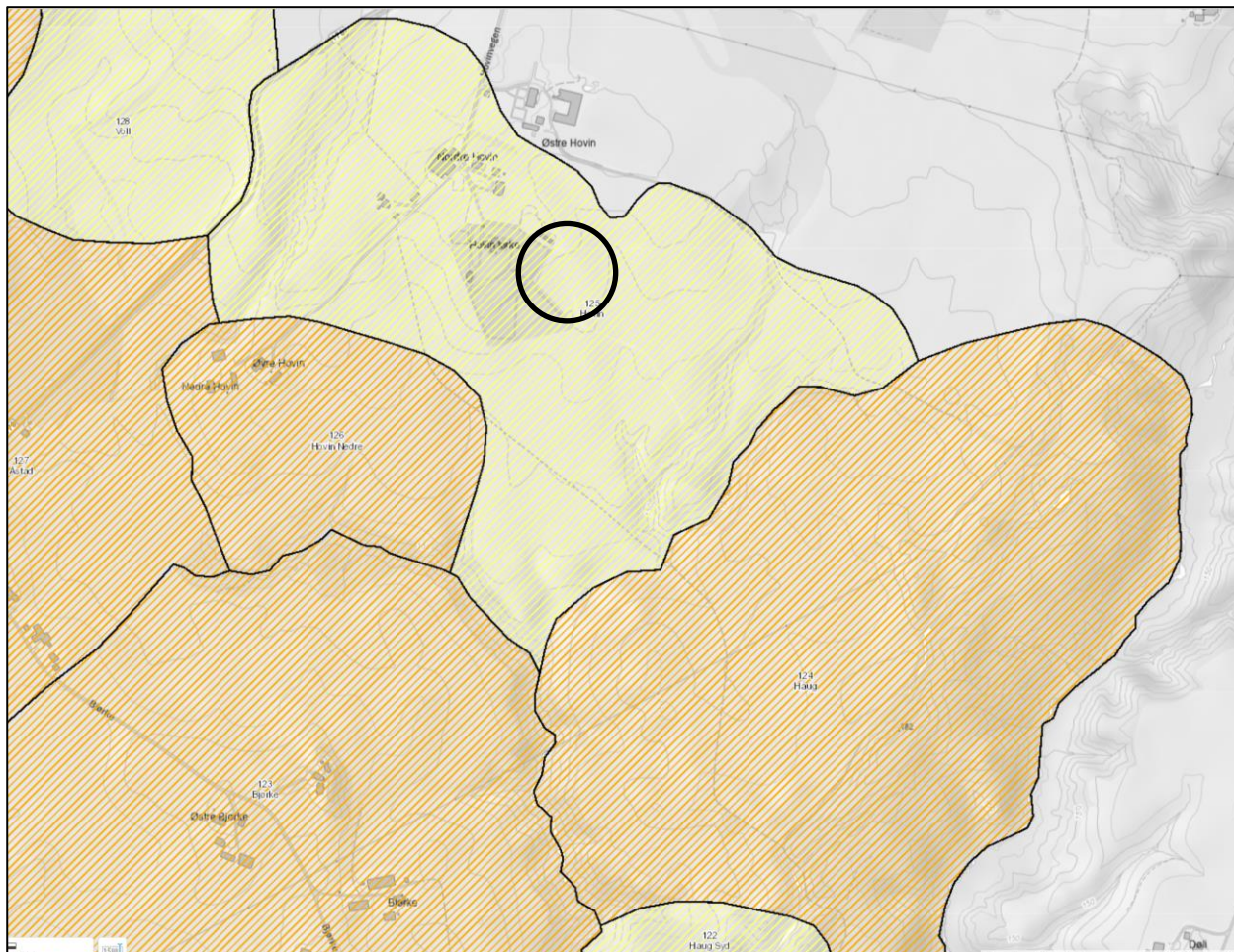
Figur 1.1 Situasjonsplan av planlagt utvidelse

1.2 Rapportens innhold

Foreliggende rapport omhandler utredning av områdestabilitet iht. TEK17 §7-3 og NVEs veileder nr. 1/2019- *Sikkerhet mot kvikkleireskred* [1]. Rapporten bruker geotekniske definisjoner som krever faglig geoteknisk kompetanse. Kapittelinnholdet i rapporten følger den stegvise prosedyren for utredning av områdeskredfare iht. NVEs veiledning.

2 Eksisterende faresoner

Hovin kirke og tilhørende gravlund ligger innenfor faresone 125 Hovin, registrert med lav faregrad [3]. Det er kartlagt en rekke faresoner i nærområdet, se figur 2.1.



Figur 2.1 Faresoner fra NVE Atlas [3]

3 Avgrens områder under marin grense

Hele området ligger under aktsomhetsområde for marin leire iht. NVE Atlas [3].

4 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

4.1 Topografi

Området består hovedsakelig av kirkegård, kirkebygg og jordbruksarealer med noe skog og bebyggelse. Hovin skole ligger ca. 400 m nord for kirka og det er ravinesystemer mot vest, sør og øst. Området er kupert, men faller hovedsakelig mot nærliggende raviner.

Hovin kirke ligger på en høyde på ca. kote +185. Høydeforskjellen fra kirka til bunnen av ravinene i øst og i sør er ca. 35–40 meter. Høydeforskjellen fra kirka til bunnen av ravina mot vest er ca. 17–20 meter. Den bratteste delen ned mot ravinene i øst og sør har helning ca. 1:2,5 over ca. 9 høydemeter. Den nedre delen av ravina mot vest er på det bratteste ca. 1:1,5 over 15 høydemeter. Området hvor det er planlagt utvidelse av kirkegården ligger på ca. kote +176 i nord og nordvest, og faller mot sør til ca. kote +170.

Prosjektleder hos Ullensaker kommune har vært i kontakt med landbrukskontoret i kommunen, for å vurdere eventuell bakkeplanering i område. Det er oppgitt av kommunen at det basert på bilder og kart ser ut som at det ikke er gjort noen omfattende bakkeplanering.

Det er tegnet 13 terrengprofiler i området rundt den planlagte utvidelsen (Profil A til M) med beliggenhet som vist i tegning R02A01. Det er kun valgt å vise profilene som er vurdert å være relevante for vurdering av område- og lokalstabiliteten, se tegning R02D01–R02D06 og R02E01–R02E05.

På bakgrunn av topografien i området vurderes det at den planlagte utvidelsen ligger i et aktsomhetsområde for områdeskred. Kirka og deler av eksisterende kirkegård ligger høyere i terrenget, og planlagt utvidelse er dermed innenfor et mulig utløpsområde. Det er dermed nødvendig å gjøre en videre utredning av områdeskredfaren for det planlagte tiltaket.

5 Tiltakskategori

Den planlagte utvidelsen av kirkegården medfører ca. 1000 ekstra gravplasser, nye parkeringsplasser og toaletter, samt driftsbygning. Løvlien Georåd mener at en utvidelse av denne størrelsen medfører økt personopphold, og utvidelsen plasseres dermed i *tiltakskategori K3*.

6 Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

Ut fra terrengprofiler og utførte grunnundersøkelser vurderes det at hele området kan ligge innenfor et mulig løsne- og utløpsområde for områdeskred. Avgrensning av løsne- og utløpsområde er beskrevet videre i kapittel 9.

7 Befaring

Geoteknikere Kjetil G. Eppeland og Karsten Engdal Mykleset befarte tiltaksområdet 24.02.2023, sammen med Ullensaker kommune. Det ble ikke utført erosjonsbefaring.

I forbindelse med prosjektet *Forenklet soneutredning Ullensaker*, i regi av NVE, har NVE og Multiconsult befart flere raviner i området. Løvlien Georåd har tilgang til GIS-data fra befaringene pga. rollen som uavhengig kvalitetssikrer i prosjektet. Multiconsult har kartlagt *litt* til *noe* erosjon i ravina sørøst for planlagt utvidelse (score 1 til 2 iht. NVE 9/2020 [4]).

Langs ravina i sør er erosjon kartlagt av NVE. Det er generelt *noe* erosjon i området, med enkelte områder med *litt* erosjon. Det er også registrert flere tidligere skredhendelser og -groper. Langs ravina i vest er det kartlagt *litt* erosjon.

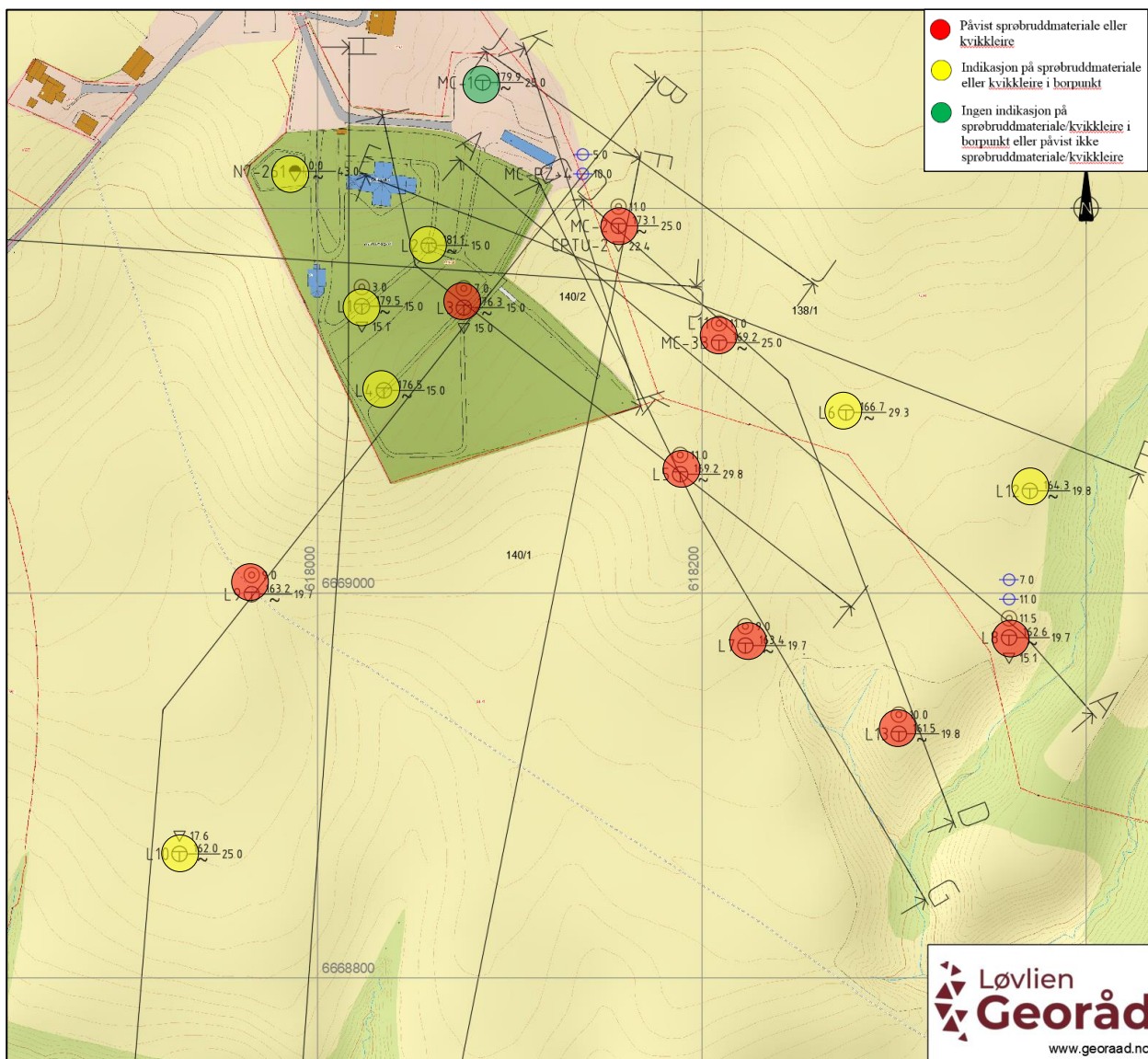
Bilder fra Multiconsult sin befaring, samt erosjon kartlagt av NVE og Multiconsult, er vist i tillegg 1.5.

8 Gjennomfør grunnundersøkelser

Det er opp gjennom årene utført grunnundersøkelser i flere omganger i området rundt Hovin kirke. Figur 8.1 viser en oversikt over utførte borpunkt med markering av hvor det påvist- eller indikasjon på kvikkleire/sprøbruddmateriale (røde og gule sirkler), samt hvilke borpunkt hvor det ikke er påvist eller ikke indikasjon på kvikkleire eller sprøbruddmateriale (grønne sirkler). En mer detaljert fremstilling er vist på situasjonsplaner i tegning R02A01–R02A03. Lagdeling med tolkning av kvikkleireforekomster i de ulike borpunktene vist i profilene i tegning R02D01–

R02D06, og i beregningsprofiler på tegning R02E01–R02E05. Følgende rapporter er benyttet som grunnlag for vurdering av områdeskredfaren:

1. **Ullensaker kommune** [5]
Hovin kirke, Ullensaker
Grunnundersøkelser
22554 Rapport nr. 1
Løvlien Georåd AS, 18. mai 2023
Borpunkt L1–L13
2. **Plan1 AS** [6]
Hovin kirke
127899-RIG-RAP-001 Geoteknisk datarapport
Multiconsult, 10. september 2015
MC-1–MC-4
3. **Statens naturskadefond** [7]
Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred – Kartbladet Ullensaker
860019-2 Boreresultater
NGI, 31. mai 1990
Borpunkt N7-261 og N7-296



Figur 8.1 Utførte grunnundersøkelser med markering av punkter hvor det er påvist eller antatt forekomst av kvikkleire eller sprøbruddmateriale samt punkter hvor det ikke er indikasjon på dette.

8.1 Grunnforhold

Utførte grunnundersøkelser indikerer at grunnen består av et topplag av sand og grus ved kirkegården, og antatt tørrskorpeleire og sand på jordene. Mektigheten til topplaget er ca. 1–5 meter i borpunktene. Videre påtreffes hovedsakelig leire med spredte lag av antatte friksjonsmasser og innskutte lag av silt. Det er påvist både sprøbruddmateriale og kvikkleire i flere borpunkt.

Det er kun i prøveserier øst for dagens kirkegård hvor det er påvist kvikkleire. Inne på kirkegården og mot sør er det kun påvist sprøbruddmateriale.

Det er ikke boret til eller i berg. Den dypeste boringen utført i nyere tid er avsluttet i ca. 30 meters dybde. Dreietrykksondering utført ved kirka i 1988 ble avsluttet i et fast lag i 43 meter dybde [7].

Leira kan generelt karakteriseres som *meget bløt* til *fast* og *lite* til *meget sensitivt*. Målt vanninnhold (w) varierer i all hovedsak mellom 30 % til 40 %, men noe høyere vanninnhold er målt i enkelte prøver. Det er også målt lavere vanninnhold i grunne prøver, samt i borpunkt L8.

8.1.1 Kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale

Kvikkleire: Leire som i omrørt tilstand har skjærfasthet mindre enn 0,5 kPa etter gammel konus-standard (NS8015, tilbaketrukket i 2017). Etter ny konus-standard (ISO 17892-6:2017 [8]) tilsvarer dette omrørt skjærfasthet på 0,33 kPa.

Sprøbruddmateriale: Leire som i omrørt tilstand har skjærfasthet mindre enn 2,0 kPa etter gammel konus-standard (NS8015, tilbaketrukket i 2017). Etter ny konus-standard (ISO 17892-6:2017 [8]) tilsvarer dette omrørt skjærfasthet på 1,27 kPa. Kvikkleire er en type sprøbruddmateriale.

Kartlegging av forekomster av kvikkleire og sprøbruddmateriale er basert på opptatte prøver og sonderingsresultat fra CPTu-sonderinger, totalsonderinger og dreietrykkssonderinger. Avsetningene er stedvis lagdelte med marine avsetninger (leire, silt) og flere lag av sand om hverandre. Dette gjør at tolkning av sonderingsresultatene er utfordrende. Tolkning av kvikkleire/sprøbruddmateriale fra sonderingsresultatene er derfor utført med forsiktighet.

Tolkning av lagdeling er vist i profiler på tegning R02D01–R02D06 og i beregningsprofil på tegning R02E01–R02E05.

8.1.1.1 Måling av omrørt skjærfasthet fra laboratorieundersøkelser

Løvlien Georåd sitt laboratorium tok i bruk den nye konus-standard fra august 2017. Kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale fra laboratorieundersøkelsene som er utført i forbindelse med vår datarapport 22554 Rapport nr. 1 [5] er dermed basert på den nye standarden.

Kartlegging av kvikkleire og sprøbruddmateriale fra de gamle undersøkelsene som er utført av Multiconsult i 2015 og kartleggingen til NGI følger den gamle konus-standard [6] [7].

Fra laboratorieundersøkelser er det kartlagt forekomster av kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale i borpunkt L3, L5, L7, L8, L9, L11, L13 og MC-2.

8.1.1.2 CPTu-sonderinger

Fra CPTu-sonderingene er poretrykksforholdet, B_{q1} , sammen med revidert spissmotstandstill, N_{mc} , benyttet som en indikasjon på kvikkleire/sprøbruddmateriale. Iht. NIFS 126/2015 [9] er følgende kriterier satt for *mulig sprøbruddmateriale* og *sannsynlig kvikkleire* for B_{q1} og N_{mc} :

- $N_{mc} \leq 3,5$ og $B_{q1} \geq 0,75$: *Mulig sprøbruddmateriale*
- $N_{mc} \leq 2,5$ og $B_{q1} \geq 1,00$: *Sannsynlig kvikkleire*

Tolkning av sprøbruddmateriale iht. NIFS 126/2015 [9] er vist i tillegg 1.2.

CPTu-sonderingene viser at poretrykket generelt faller raskt idet sonden presses gjennom et sandlag, og poretrykket bygger seg opp igjen når sonden presses videre ned i den underliggende leira. I de områdene hvor sandlagene forekommer hyppig mot dybden er det usikkert hvorvidt filteret klarer å bygge opp riktig poretrykk før neste sandlag påtreffes, både fordi det tar tid før poretrykket bygges opp, og fordi metningen av poretrykksfilteret kan være påvirket. Dette kan føre til for lave B_q -verdier. Vurdering av forekomster av sprøbruddmateriale og kvikkleire fra CPTu-sonderinger er derfor gjort med forsiktighet.

8.1.1.3 Totalsonderinger og dreietrykksonderinger

Fra totalsonderinger og dreietrykksonderinger er det antatt forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale i dybdeintervall der sonderingene viser konstant eller avtakende sonderingsmotstand mot dybden, med mindre det er avkrefte av prøveserier.

8.2 Geotekniske dimensjoneringsparametere (Grunnlag for stabilitetsberegninger)

Følgende avsnitt beskriver geotekniske dimensjoneringsparametere som er lagt til grunn for stabilitetsberegningene.

8.2.1 Lag med drenert oppførsel (tørrskorpe, sand, silt, grus og avfallsfylling)

Materialparametere for lag med drenert oppførsel er gitt i tabell 8.1. Forekomstene av disse lagene er hovedsakelig basert på sonderingsresultat fra totalsonderinger og CPTu-sonderinger. Materialparametere for tørrskorpeleire er basert på anbefalingene i NVEs veiledning for å ta høyde for mulig oppsprekking i tørrskorpelaget [1].

Materialparametere for fyllmasser og sand er basert på erfaringsverdier fra Statens vegvesen sin *Håndbok V220* [10].

Det er ikke bestemt hva som eventuelt skal benyttes som fyllmasser, og friksjonsvinkel og attraksjon i disse massene er derfor satt lavere enn kvalitetsmasser av sprengstein. Fyllmassenes styrkeegenskaper har liten påvirkning på beregnet sikkerhet, med unntak av tyngden av massene.

Tabell 8.1 Materialparametere for lag med antatt drenert oppførsel

	Tyngdetetthet	Effektiv tyngdetetthet	Friksjonsvinkel	Kohesjon
Materialer	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	c' (kN/m ²)
Fylling	19	9	35	2,0
Tørrskorpe	19	9	30	0
Sandlag	18	8	33	2,0

8.2.2 Leire

Leira er i stabilitetsberegningene modellert med både udrenert og drenert materialoppførsel.

8.2.2.1 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet(γ) i leira varierer fra ca. 18–19 kN/m³ på de høyereliggende delene, og 19–20 kN/m³ nærmere ravinene (borpunkt L8 og L13). I stabilitetsberegningene er det forenklet lagt til grunn $\gamma = 19$ kN/m³ i leire og kvikkleire.

8.2.2.2 Prekonsolidering (OCR)

Det er utført til sammen 3 ødometerforsøk i 2015 og 2023 for vurdering av leiras kompressibilitet og prekonsolideringsspenning. Ødometerforsøket i dybde 7,3 meter i punkt L8 antyder noe prøveforstyrrelse pga. liten forskjell i M_{oc} og området for prekonsolidering. Det er allikevel utført tolkning av forsøket. Ødometer i dybde 10,9 meter i punkt L8 og i dybde 4,5 meter i punkt MC-2 antyder prøveforstyrrelse. Siden alle ødometerforsøkene indikerer prøveforstyrrelse eller dårlig kvalitet er det ikke lagt vekt på disse ved tolkning av OCR. OCR er tolket basert på korrelasjoner for CPTu.

Tolkning av ødometerforsøk i dybde 7,3 meter i punkt L8, samt resultater fra de to andre ødometerforsøkene, er vist i tillegg 1.4.

8.2.2.3 Udrenert skjærfasthet

Borpunkt	Anvendelsesklasse iht. [3]		
	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
L1	1	1	1
L3	1	1	1
L8	1	1	1
L10	1	2	1

Figur 8.2 Anvendelsesklasse fra i utførte CPTu-sonderinger

Vurdering av aktiv udrenert skjærfasthet (s_u^A) er basert på treaksialforsøk fra borpunkt L8 og MC-2 og tolkning av CPTu-sonderinger som er utført i området. Treaksforsøk i punkt MC-2 er lite vektlagt siden prøvene framstår som forstyrrede. Der det ikke foreligger resultat fra grunnundersøkelser, er udrenert skjærfasthet basert på forsiktige beregninger etter SHANSEP-prosedyren.

Anvendelsesklasse på utførte CPTu-sonderinger er gitt i figur 8.2. Resultater fra CPTu-sondering i punkt L10 indikerer dårlig metning av filteret. Resultater fra L10 er ikke benyttet i stabilitetsberegninger.

Aktiv udrenert skjærfasthet (s_u^A) tolket fra CPTu-sonderinger er basert på korrelasjoner for norske leirer som er utarbeidet av Paniagua m.fl. [11]. Verdier for sensitivitet og plastisitetsindeks er valgt på bakgrunn av målinger fra laboratorieforsøk. OCR-profil som inngår i korrelasjonsfaktorene velges på bakgrunn av følgende i prioritert rekkefølge:

1. OCR-profil beregnet ut fra antatt opprinnelig terrengnivå for de marine avsetningene
2. Beregnet OCR-profil basert på CPTu-sondering (Q_t , k , w og u)
(beregnet etter prosedyrer foreslått av Paniagua m.fl. [11])

OCR-profilene fra CPTu-sonderingene indikerer at tidligere terrengnivå i området lå opp mot kote +190. OCR-profil er basert på korrelasjoner fra CPTu-sonderingene, siden ødometerforsøkene generelt er av dårlig kvalitet. OCR-profilene er tolket individuelt i hver CPTu-sondering og er vist i tillegg 1.1.

SHANSEP-prosedyren (Stress History and Normalized Soil Engineering Properties) relaterer udrenert skjærstyrke mot overkonsolideringsgraden, OCR. Generelt uttrykkes udrenert skjærstyrke etter SHANSEP-prosedyren med følgende formel:

$$s_u = \sigma'_{v0} \cdot S \cdot OCR^m$$

Hvor: s_u er udrenert skjærstyrke

σ'_{v0} er effektiv vertikalspenning

S er SHANSEP-normaliseringsparameter

m er SHANSEP-potensparameter

OCR er overkonsolideringsgrad, her samlet verdi for geologisk overlaging og overkonsolidering som skyldes kryp

Ut fra utførte undersøkelser (CPTu) er det valgt å legge til grunn følgende SHANSEP-parametere for beregning av aktiv udrenert skjærfasthet i leire og kvikkleire:

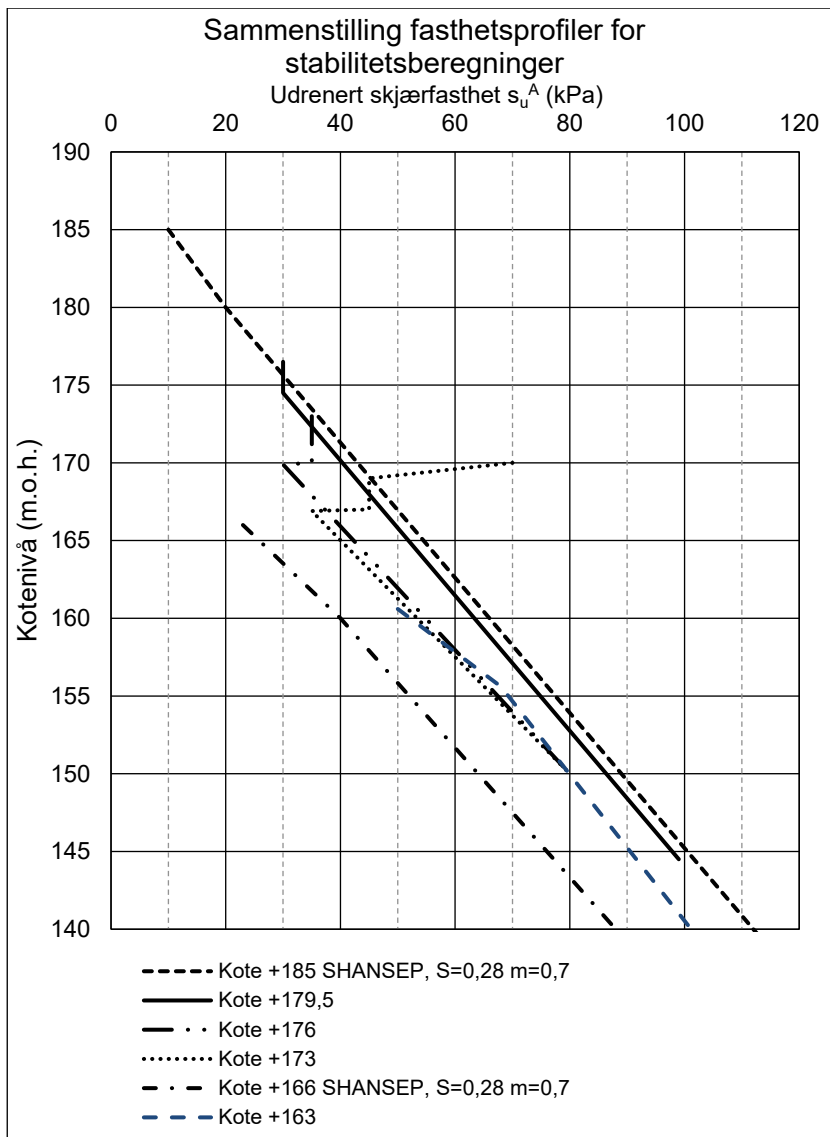
- $m = 0,70$
- $S = 0,28$

- Tidligere terrengnivå ca. +191 ved kirka og ca. +186 mot ravinene
- Grunnvannstand 1 m under terreng, poretrykksutvikling mot dybden: 10 kPa/m

Valgte SHANSEP-parametere gir noe lavere udrenert skjærfasthet enn utførte CPTu-sonderinger og vurderes dermed som tilstrekkelig konservative.

Tolkning av udrenerte skjærfasthetsprofiler som er lagt til grunn i stabilitetsberegningene er vist i tillegg 1.1, og en sammenstilling av profiler for aktiv udrenert skjærfasthet er vist i figur 8.3.

Det er valgt å legge til grunn lavere udrenert skjærfasthet på kote +166 mot øst enn på kote +163 ved skråningstopp mot øst. SHANSEP-profilet ved kote +166 ligger en del lavere enn tolket skjærfasthetsprofil fra CPTu i borpunkt L8, som er utført på kote +163. SHANSEP-profilet gir imidlertid grei overensstemmelse med tolket skjærfasthet fra CPTu i borpunkt L10. Det velges derfor å benytte SHANSEP-profilet i stabilitetsberegningene siden det vil være på forsiktig side. Udrenert skjærfasthet for kote +166 er kun benyttet i stabilitetsberegning i nedre del av profil M, hvor det oppnås tilstrekkelig stabilitet også med konservativt antatt skjærfasthet.



Figur 8.3 Sammenstilling aktiv udrenert skjærfasthet benyttet i stabilitetsberegninger

8.2.2.4 ADP-faktorer

Forholdet mellom aktiv, direkte, og passiv skjærstyrke velges på bakgrunn av NIFS-rapport: «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer» [12].

Tabell 8.2 Målt plastisitetsindeks, I_p

Borpunkt	Dybde [m]	Klassifisering av materiale	Målt plastisitetsindeks, I_p [%]
MC-2	2,8	Leire, siltig	27*
MC-2	4,8	Leire, siltig	11*
MC-2	6,7	Kvikkleire, siltig	9*
MC-2	9,7	Kvikkleire, siltig	7*
MC-2	10,7	Kvikkleire, siltig	8*
L3	2,6	Leire	16,5
L3	4,3	Leire	12,1
L3	6,6	Leire, sprøbruddmateriale	15,2
L8	7,7	Leire	7,2
L8	8,5	Kvikkleire	3,9
L8	10,8	Kvikkleire	4,1

*Anslått fra løsmasseprofil i ref. [6]

Ut fra målinger, se tabell 8.2, er det valgt å legge til grunn $I_p = 12\%$ i leire og $< 10\%$ i kvikkleire (og sprøbruddmateriale), som gir følgende anisotropiforhold:

Tabell 8.3 Anisotropiforhold i leire

Materiale	s_u^D / s_u^A	s_u^P / s_u^A
Leire	0,64	0,36
Kvikkleire	0,63	0,35

8.2.2.5 Effektivspenningsparametere i leire

Effektivspenningsparametere i leira er basert på treaksialforsøkene ved borpunkt L8 og MC-2. Tolkning av treaksialforsøkene er vist i tillegg 1.3. Tolkning av treaksialforsøkene indikerer høy friksjonsvinkel (ca. 32–35°). Det er valgt å legge til grunn noe redusert verdi for friksjonsvinkel i leire og kvikkleire, basert på erfaringsverdier fra V220 [10]. Effektivspenningsparametere som er lagt til grunn i stabilitetsberegningene er vist i tabell 8.4.

Tabell 8.4 Effektivspenningsparametere i leire

Materiale	Friksjonsvinkel	Kohesjon
	ϕ (°)	c' (kN/m ²)
Leire	31	3,0
Kvikkleire	28	2,7

8.3 Poretrykksforhold

Det er installert 2 hydrauliske poretrykksmålere på toppen av ravina mot øst i borpunkt L8 [5]. Det er også 2 hydrauliske poretrykksmålere installert av Multiconsult nord for planlagt utvidelse. Målere i punkt L8 indikerte grunnvannstand ca. 4 meter under terreng og en økning mot dybden på ca. 4,5 kPa/m ca. én uke etter installasjon. Den 29.06.2023 (ca. 2,5 måned etter installasjon)

ble det målt til 6 meter dybde i begge rørene uten at poretrykket ble registrert. Grunnet problemer med utstyr ble det ikke målt dypere enn 6 meter.

Ved tiltaksområdet indikerte poretrykkmålerne i 2015 grunnvannstand ca. 0,5 meter under terreng, og en tilnærmet hydrostatisk poretrykksfordeling mot dybden [6]. Måling 29.06.2023 indikerer grunnvannstand ca. 1,5 meter under terreng. I stabilitetsberegninger er grunnvannstand lagt ca. i overgangen mellom topplaget (tørrskorpe/fyllmasser) og den underliggende leira. Der topplaget er flere meter tykt er grunnvannstand satt noe opp i dette laget for å være tilstrekkelig konservativ. Det er antatt hydrostatisk poretrykksfordeling mot dybden.

9 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

I borpunkt L5, L7, L8, L11 og L13 tilsier målinger av omrørt skjærfasthet at et retrogressivt skred kan oppstå ($c_{u,r} \leq 0,69$ kPa). I borpunkt L3 og L9 er det ikke registrert omrørt skjærfasthet $c_{u,r} \leq 0,69$ kPa.

For å kunne vurdere andelen av kvikkleire/ sprøbruddmateriale over kritisk glideflate er det benyttet prinsippet med 1:15-linje som starter $0,25 \cdot H$ under skråningsfot iht. 1/2019 [1]. H er vurdert i hvert enkelt profil som høyden på antatt kritisk glideflate (initialskred).

9.1 Skredmekanismer

Det er vurdert b/D-forhold i fire aktuelle profiler, to mot ravina i øst, ett fra kirka mot sør og ett inne på tiltaksområdet. Beregnet b/D-forhold for de aktuelle profilene er oppsummert i tabell 9.1.

I samtlige av de undersøkte profilene er b/D-forholdet mindre enn 40 %, dvs. at det er rotasjonsskred som er aktuell skredmekaniske. Maksimal løsnedistans for rotasjonsskred vil være 5 ganger høydeforskjellen (H) fra bunn bekkedal til topp kritisk skråning iht. NVE 1/2019.

I profil B og H har man ikke grunnlag til å vurdere b/D-forhold ved skråningstopp mot ravina i sør, og det er derfor lagt til grunn maksimal løsnedistans for retrogressivt skred etter NGI-metoden (1:15 og 1:3) i disse profilene.

Tabell 9.1 Oppsummering b/D-forhold

Tegningsnr.	Profil	b/D-forhold [%]	Kommentar
R02D01	A	28	Mot ravina i øst
R02D03	D	33	Mot ravina i øst
R02D05	H	38	Profil fra kirka mot sør, b/D vurdert mot kirka
R02D05	I	33	Inne på tiltaksområdet, ved punkt L1.
		12	Inne på tiltaksområdet, ved punkt L3.

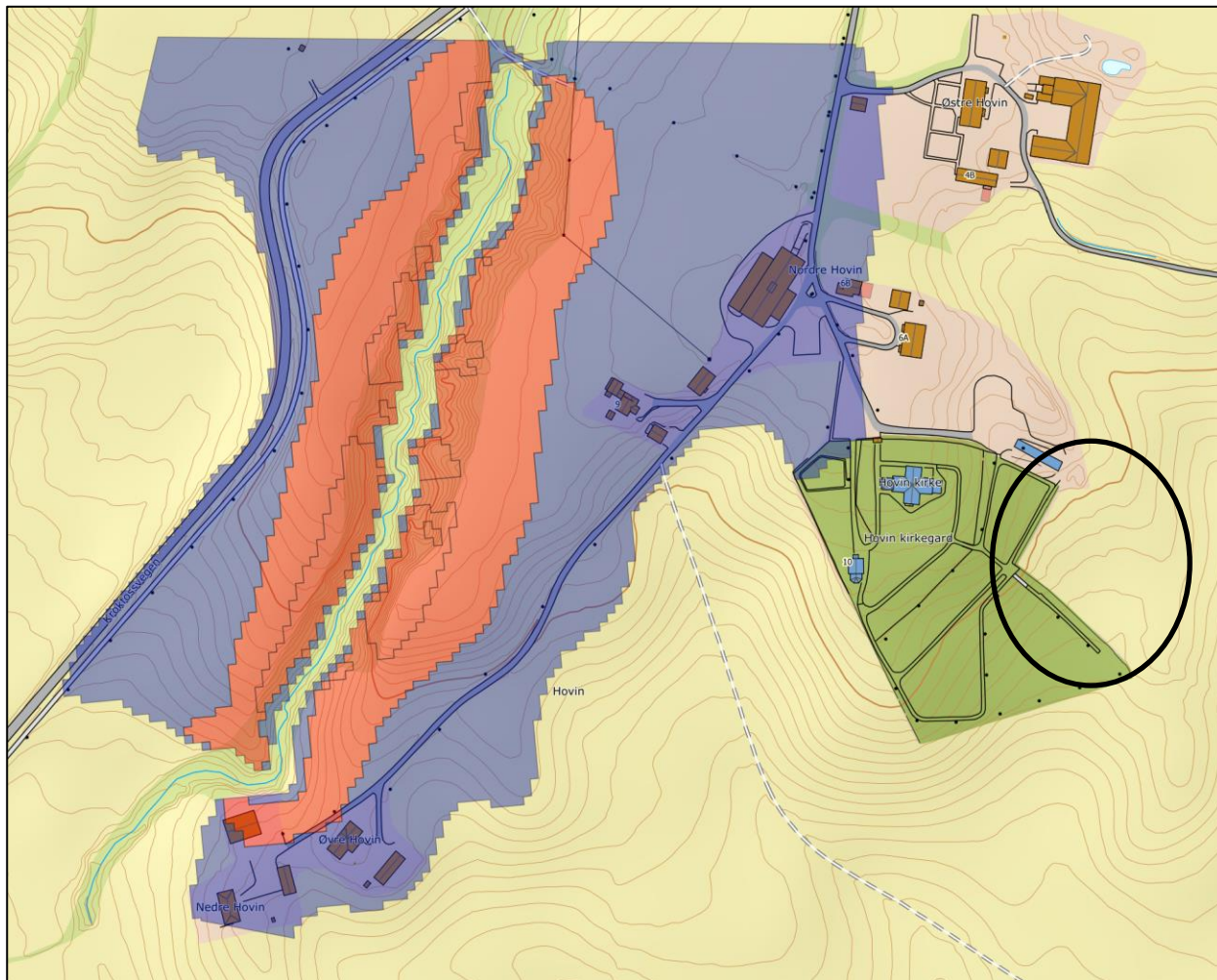
9.2 Avgrensning av faresoner

Som grunnlag for opptegning av faresoner er løsneområde vurdert i profil A–K. En oppsummering av aktuelt løsneområde i hvert profil er vist i tabell 9.2.

Det er også benyttet NVE Terrengkriterier for å avgrense soner ved bruk av terrengkriteriet 1:15 eller 1:5 [13]. NVE Terrengkriterier er en applikasjon hvor man definerer en linje (typisk en bekk eller elv i bunn ravine) og dybde i bekk/elv. Deretter genererer appen 1:5-, 1:15- og 1:20 linjer til gjeldende terrengmodell for det aktuelle området.

Tabell 9.2 Avgrensning av løsneområde i profiler

Profil	Avgrensning av løsneområde i profilet
A	Rotasjonsskred, avgrenses utenfor tiltaksområdet. Tiltaket mer enn 2H bak skråningstopp.
B	Ikke påvist $c_{u,r} \leq 0,69$ kPa i borpunkt L9 mot sør. 1:15 + 0,25*H fra bunnen av profilet treffer over sprøbruddmaterialet på flatt parti midt i området (ved punkt L9), derfra 1:3-linje til terreng. Planlagt utvidelse påvirker ikke stabiliteten i profilet.
C	1:15-linje avgrenses utenfor tiltaksområdet, se blå skravur i figur 9.1. Terrengkriteriet er kontrollert i profil C-C, men det er valgt å ikke presentere dette profilet i foreliggende rapport.
D	Rotasjonsskred, avgrenses utenfor tiltaksområdet. Tiltaket mer enn 2H bak skråningstopp.
E	1:15 + 0,25*H går ikke ned i sprøbruddmaterialet ved borpunkt L12, se tegning R02D04.
F	1:15-linje avgrenses utenfor tiltaksområdet pga. slakt terreng sør for tiltaksområdet, se foreslått avgrensning av faresone 125 Hovin på tegning R02A02.
G	Følger sideravine i øst. Dekkes av profil A-A og D-D. Rotasjonsskred aktuell mekanisme i profilet.
H	<p>Ikke påvist $c_{u,r} \leq 0,69$ kPa mot sør. 1:15 + 0,25*H treffer over sprøbruddmaterialet på flatt parti midt i området, derfra 1:3-linje til terreng. b/D-forhold i øvre del er mindre enn 40 %, som tilsier rotasjonsskred. Planlagt utvidelse påvirker ikke stabiliteten i profilet.</p> <p><i>Flakskred er ikke vurdert som mulig skredmekanisme i snitt H-H. Et eventuelt flakskred vil ikke ha noen betydning for utredningen ettersom hele skråningen opp mot kirka i snittet allerede er inkludert i løsneområdet. Det er vurdert at den planlagte utvidelsen ikke påvirker stabiliteten i snitt H-H, uavhengig av om det er rotasjonsskred eller flakskred.</i></p> <p><i>Typiske faktorer for at flakskred skal oppstå er ikke til stede i snittet; gjennomgående svake lag som ligger parallelt med terrenget og fritt utløp av skredmasser (åpent terreng). Fare for flakskred er spesielt viktig å utrede ved terrengbelastning. Siden utvidelsen ikke vil påvirke stabiliteten i denne retningen vurderes det ikke som en relevant problemstilling.</i></p>
I	1:15 + 0,25*H går ikke ned i sprøbruddmaterialet.
J	1:15 + 0,25*H går ikke ned i sprøbruddmaterialet.
K	1:15 + 0,25*H går ikke ned i sprøbruddmaterialet.



Figur 9.1 Løsneområde for bekk i vest fra NVE Terrengkriterier [13] (rødt er 1:5 og blått er 1:15). Hensyntatt 0,5 meter dybde i bekken.

9.2.1 Faresone Hovin øst

9.2.1.1 Profil A

Profil A strekker seg fra øst for Hovin kirke, gjennom tiltaksområdet, ned til ravina i øst. Profilet går gjennom en av de mest kritiske delene av skråningen ned mot ravina. Høydeforskjellen i den bratteste delen mot ravina er ca. 10 meter. Det er ikke utført stabilitetsberegninger i profilet siden b/D-forholdet er beregnet til 28 %, som gjør at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred. Dette fører til at mulig løsneområde i profilet avgrenses utenfor tiltaksområdet. Profilet er vist på tegning R02D01.

9.2.1.2 Profil D

Profil D går fra tiltaksområdet mot ravina i sørøst (børpunkt L13). Profilet representerer den sørlige delen av ravina i øst. Høydeforskjellen i den bratteste delen mot ravina er ca. 12 meter. Det er ikke utført stabilitetsberegninger i profilet siden b/D-forholdet er beregnet til 33 %, som gjør at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred. Dette fører til at mulig løsneområde i profilet avgrenses utenfor tiltaksområdet. Profilet er vist på tegning R02D03.

9.2.1.3 Profil E

Profil E går fra Hovin kirke gjennom tiltaksområdet mot ravina i øst. Profilet representerer den nordlige delen av ravina mot øst der høydeforskjellen ned til ravina er mindre- og terrenget

mellom tiltaksområdet og ravina i øst er slakere enn lenger sør. Høydeforskjellen i den bratteste delen mot ravina er ca. 9 meter. Linja med helning 1:15 + 0,25*H går ikke ned i sprøbruddmaterialet ved borpunkt L12. Det er allikevel valgt å forlenge den nye faresonen nord for borpunkt L12 siden det ikke er gjort prøvetaking i dette punktet, og at det dermed er noe usikkerhet knyttet til tolkningen av kvikkleire. Profilet er vist på tegning R02D04.

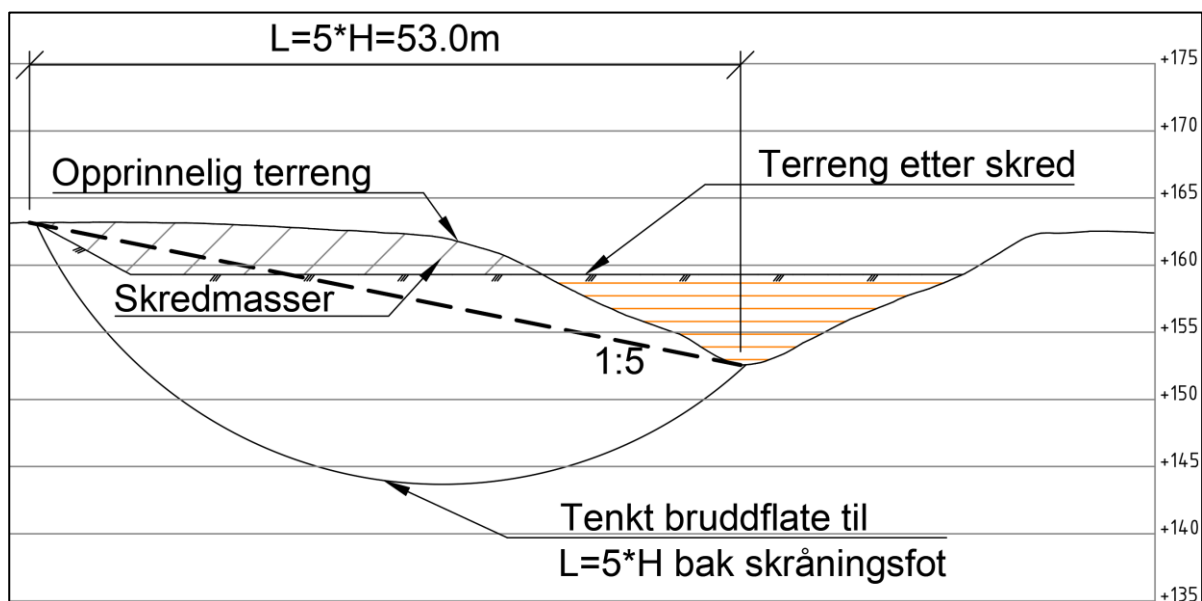
9.2.1.4 Avgrensning av faresone Hovin øst

Vurdering av b/D-forholdet basert på metoden med 1:15-linje fra 0,25*H under skråningsfoten viser at områdeskred vil arte seg som rotasjonsskred. Maksimal løsnedistanse for rotasjonsskred er $L = 5 \cdot H$ iht. NVE 1/2019, hvor H er skråningshøyde på kritisk skråning målt fra fot av skråning (høyde på initialskredet). Det er brukt verktøyet NVE Terrengekriterier [13] for å avgrense faresonen. Det er hensyntatt 0,5 meter dybde i bekken ved bruk av verktøyet. Resultatene fra verktøyet er verifisert i profil A, D og E. Mot nord er sonen avgrenset der høydeforskjellen i ravina er mindre enn 5 meter. Forslag til ny faresone er vist på tegning R02A02 og R02A03.

9.2.1.5 Avgrensning av utløpsområde Hovin øst

Utløpsdistansen er $L_u = 0,5 \cdot L$ iht. NVE 1/2019, hvor L er løsnedistansen for et rotasjonsskred. Utløpsdistansen vil også kunne begrenses av høyereliggende terreng på motsatt side av bekkedalen. Ravina i bunn av den nye faresonen heller mot sør. Eventuelle skredmasser vil trolig fylle igjen ravina og drive mot sør.

Utløpsområdet for ny faresone er vurdert med bakgrunn i et tenkt rotasjonsskred i profil A. Basert på det maksimale volumet som kan tenkes å løsne (rotasjonsskred til $L=5 \cdot H$ fra skråningsfot) er det funnet at massene kan fylle opp ravina til ca. kote +159 i profilet, se figur 9.2. Basert på denne vurderingen er utløpsområdet lagt til ca. kote +159 langs ravina. I den sørlige enden av faresonen faller terrenget videre langs ravina mot øst og mot åpent jordbruksområde mot sør. I dette området er utløpsområdet tilpasset til terrenget. Utløpsområdet for den nye faresonen er vist i plan på tegning R02A03.

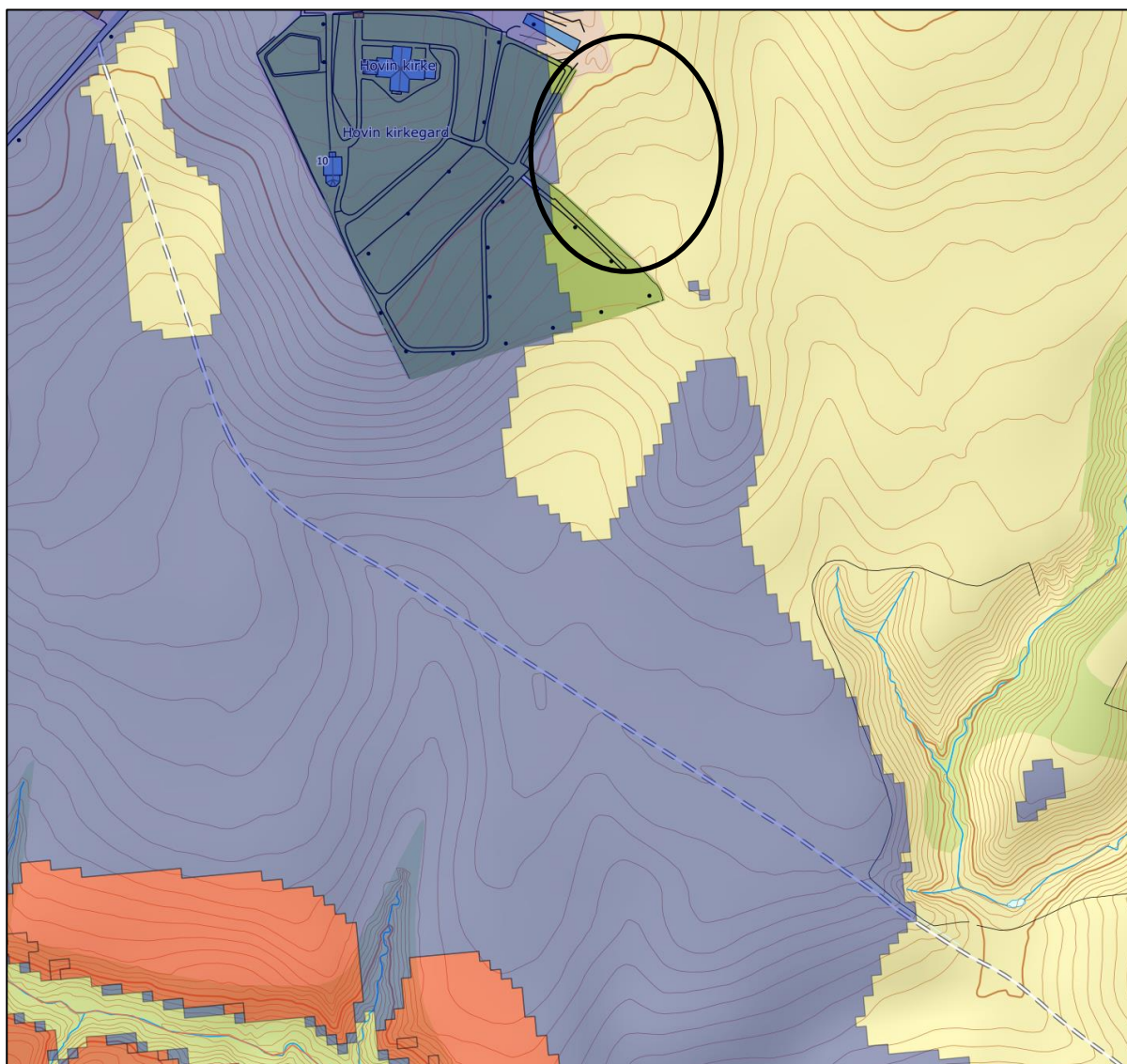


Figur 9.2 Skredmekanisme og oppfylling av ravine

9.2.2 Eksisterende faresoner 125 Hovin og 126 Hovin Nedre

Borpunkt L9 og L10 vurderes ikke å gi tilstrekkelig informasjon til å endre utstrekning på sone 125 Hovin og 126 Hovin nedre i detalj. Det er derfor i all hovedsak valgt å beholde utstrekningen av disse sonene, og tiltaket er vurdert med bakgrunn i eksisterende utstrekning av faresoner. Unntaket er området sør for tiltaksområdet, hvor sone 125 Hovin er snevret inn noe basert på terrengkriteriet med helning 1:15 fra ravina i sør. Det er benyttet NVE Terrengkriterier [13] for å gjøre denne endringen, se figur 9.3 og tegning R02A02–R02A03. Det er hensyntatt 0,5 meter dybde i alle bekker ved bruk av verktøyet. Resultater fra NVE Terrengkriterier er verifisert i profil B, F og H.

Deler av det skisserte løsneområdet går innenfor tiltaksområdet. Det anses som lite sannsynlig at dette er reelt, siden omrørt skjærfasthet i borpunkt L9 tilsier ikke retrogressiv oppførsel ($c_{u,r} \geq 0,69$ kPa.). Det er også trolig lavt b/D-forhold sør og sørvest for eksisterende gravplass, se profil H på tegning R02D05, men borpunkt L9 og L10 anses ikke som tilstrekkelig omfang av grunnundersøkelser for å lage en detaljert avgrensning av eksisterende faresone 125 Hovin. Det er derfor valgt å beholde sonen i sin helhet, med unntak av området sør for tiltaksområdet som kan utelukkes basert på terrengkriteriet med helning 1:15.



Figur 9.3 Løsneområde for bekk i sør fra NVE Terrengkriterier [13] (rødt er 1:5 og blått er 1:15). Hensyntatt 0,5 meter dybde i bekken.

10 Klassifiser faresoner

Klassifisering av ny faresone *Hovin øst* er gjort i profil A og profil D i tillegg 1.6, med følgende resultat:

10.1 Faresone Hovin øst

- Risikoklasse: 1
- Konsekvensklasse: Mindre alvorlig
- Faregrad lav

10.2 Faresone 125 Hovin

Det vurderes at borpunkt L10 (og L9) ikke gir tilstrekkelig grunnlag til å reklassifisere sone 125 Hovin. Årsaken til dette er at det er en sone med svært stor utstrekning. Det pågår en forenklet soneutredning i sone 125 Hovin i regi av NVE, der Multiconsult utfører grunnundersøkelser og vurderer eventuelt behov for sikring i denne- og andre soner i Ullensaker kommune. Faregrad lav beholdes for sonen.

11 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Tiltaket ligger potensielt innenfor kvikkleiresone *125 Hovin*, registrert med faregrad lav. For tiltakskategori K3 ved lav faregrad er kravene til sikkerhet lik som for tiltakskategori K1: «*Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 * f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$...*».

Bruddflater som påvirkes av tiltaket utenfor faresonene skal ha sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} = 1,25$ iht. Eurokode 7 [14]

11.1 Stabilitetsberegninger lokalstabilitet

Det er utført stabilitetsberegninger i 2 beregningsprofiler (profil L og M) for å vurdere lokalstabiliteten rundt tiltaksområdet. Det er ikke utført stabilitetsberegninger av hensyn til områdestabiliteten, siden tiltaket ikke påvirker de kritiske skråningene. Profil L går fra kirka, gjennom tiltaksområdet og videre mot ravina i sørøst. Profil M går gjennom østre del av tiltaksområdet der terrenget faller brattest mot sør/sørvest, se tegning R02A01. Profilene brukes til å vurdere lokalstabiliteten for planlagt utvidelse av kirkegården.

Beregninger er utført for dagens situasjon og tilfellet med 2 meter oppfylling innenfor tiltaksområdet i begge snittene. Det er også utført beregninger for 2 meter masseutskifting med bredde 10 og 20 meter i profil L. Det er ikke utført beregninger for masseutskifting i profil M, siden masseutskifting medfører avlastning av skråningstoppen i dette profilet.

I profil L forbedrer oppfyllingen stabiliteten for øvre del av skråningen og det er derfor ikke beregnet stabilitet opp mot kirka ved fylling i profilet. Ved utgraving for masseutskifting forbedres stabiliteten mot nedre del av skråningen og det er derfor ikke beregnet stabilitet mot nedre del ved utgraving i profil L.

Stabilitetsberegningene er utført i GeoSuite Stability og BEAST som beregningsverktøy [15]. Det er utført beregninger for totalspenningsbasis (udrenert tilstand i leire og kvikkleire) og effektivspenningsbasis (drenert langtidstilstand i leire og kvikkleire). Både sirkulærsylindriske og sammensatte glideflater er kontrollert og presentert i beregningene. Det er ikke tatt hensyn til eventuelle positive bidrag fra geometrieffekter i beregningene (3D-effekter).

Stabilitetsberegningene er vist i tegning R02E01–R02E05. Lagdeling og materialparametere er vist i beregningene. Beregningsmessig sikkerhet for dagens situasjon, samt eventuell oppfylling eller masseutskifting er oppsummert i tabell 11.1.

Tabell 11.1 Beregnet sikkerhetsfaktor for dagens situasjon

Tegningsnr.	Profil	Beregningsmet.	Beregnet F
R02E01	L	ADP / AFI	1,34 / 2,86 (Øvre del av tiltaksområdet) 2,40 / 4,22 (Nedre del av tiltaksområdet)
R02E03	L	ADP / AFI	2,04 / 4,00 (Nedre del av tiltaksområdet med 2 meter oppfylling)
R02E03	L	ADP / AFI	1,26 / 2,58 (Øvre del av tiltaksområdet med 10 m masseutskifting) 1,21 / 2,36 (Øvre del av tiltaksområdet med 20 m masseutskifting)
R02E04	M	ADP / AFI	2,52 / 4,32 (Nedre del av tiltaksområdet)
R02E05	M	ADP / AFI	1,96 / 3,84 (Nedre del av tiltaksområdet med 2 meter oppfylling)

Det er i profil L beregnet udrenert sikkerhet $F_{cu} = 1,34$ for dagens situasjon. Med 10 og 20 meter bredde masseutskifting senkes beregningsmessig sikkerheten til hhv. $F_{cu} = 1,26$ og $F_{cu} = 1,21$. Kravet til sikkerhet anses allikevel som ivaretatt for eventuell masseutskifting, forutsatt at masser som skal benyttes til utskifting kjøres inn i området på forhånd, og at disse plasseres i ranker ved siden av området som skal masseutskiftes. Ved en eventuell masseutskifting må massene som kjøres inn ha tilstrekkelig med luft til at råtningsprosessen starter. Dette kan føre til at tilkjørte masser er lettere enn de stedligere massene. Derfor bør det fylles tilbake med overhøyde sammenlignet med dagens terreng. På denne måten sikrer man at massebalansen opprettholdes.

Kravet til sikkerhet anses også som ivaretatt for 2 meter oppfylling innenfor tiltaksområdet ettersom beregnet sikkerhet i profil L og M tilfredsstiller kravet til sikkerhet i 1/2019.

Et eventuelt skred utløst av erosjon i ravina mot øst vil ikke påvirke tiltaksområdet da faresonen er avgrenset utenfor tiltaksområdet. Et eventuelt skred utløst av erosjon i ravina i sør vil mest sannsynlig avgrenses til det flatere partiet sør for dagens kirkegård, eventuelt enda lenger sør ettersom borpunkt L9 indikerer at retrogressiv skredoppførsel ikke er aktuelt i området ($c_{u,r} \geq 0,69$ kPa). Dersom skredet allikevel utvikler seg videre til skråningen opp mot- og inne på kirkegården er det lite sannsynlig at den planlagte utvidelsen berøres, ettersom skredet trolig vil være et rotasjonsskred og profiler ved tiltaksområdet tilsier at kvikkleira ligger dypere enn $0,25 \cdot H$ under skråningsfot.

11.2 Laster

Det er beregnet lavest sikkerhet for skjærflater som går fra øvre del av tiltaksområdet og opp mot kirka. For disse skjærflatene vil eventuell anleggslast ha positiv innvirkning på beregnet sikkerhet og er derfor ikke hensyntatt.

Fra nedre del av tiltaksområdet er det beregnet høy sikkerhet, selv med en fylling som er 2 meter over hele tiltaksområdet. Det er lite sannsynlig at man ender opp med å fylle opp så mye. Kombinasjonen høy sikkerhetsfaktor og konservativt fyllingsvolum gjør at en eventuell lokal anleggslast anses som ivaretatt for den nedre delen.

Eventuell anleggslast inkluderes i detaljprosjekteringen der den virker ugunstig på stabiliteten.

11.3 Anbefalte tiltak for å ivareta stabilitetsforholdene

11.3.1 *Masseutskifting*

For å ivareta stabiliteten ved tiltaksområdet må masseutskifting begrenses til bredde på ca. 10–15 meter. Stripene begrenses til ca. 5 meter langs med skråningen. Områdestabiliteten ivaretas ved at man opprettholder massebalansen til enhver tid (*ikke forverring*). For at dette skal oppnås må masser legges til side langs med skråningen. Masser som skal benyttes til masseutskifting bør kjøres inn før man begynner å grave ut sånn at det gjøres en liten forbedring av stabiliteten lokalt før utgravningen begynner. Plassering av innkjørte masser må avtales med geotekniker før oppstart. Tyngdetettheten av tilkjørte masser må vurderes opp mot tyngdetettheten av stedlige masser, og det kan bli behov for å masseutskifte med overhøyde i forhold til dagens terreng.

11.3.2 *Oppfylling*

Stabilitetsberegninger viser at inntil 2 meter oppfylling for utvidelse av kirkegården tilfredsstiller krav til sikkerhet iht. 1/2019. Dersom man velger å fylle opp må plan for oppfylling avklares med geotekniker før oppstart.

11.3.3 *Videre arbeid*

Planlagt tiltak må detaljprosjekteres når løsningen med masseutskifting/oppfylling er bestemt. Lokalstabiliteten må beregnes og vurderes av geotekniker. Geotekniker må følge opp arbeidene under utførelsen.

12 **Konklusjoner og videre arbeid**

Utførte grunnundersøkelser viser forekomster av kvikkleire og sprøbruddmateriale i området rundt eksisterende kirke og ved raviner i området. Faren for områdeskred er utredet iht. NVEs veileder nr. 1/2019. Utredningen viser at et eventuelt områdeskred vil arte seg som rotasjonsskred som følge av begrenset mektighet av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

Tilfredsstillende sikkerhet for eventuell masseutskifting og oppfylling innenfor tiltaksområdet er påvist i stabilitetsberegninger i profil L og M, forutsatt at anvisninger fra geotekniker følges under utførelsen.

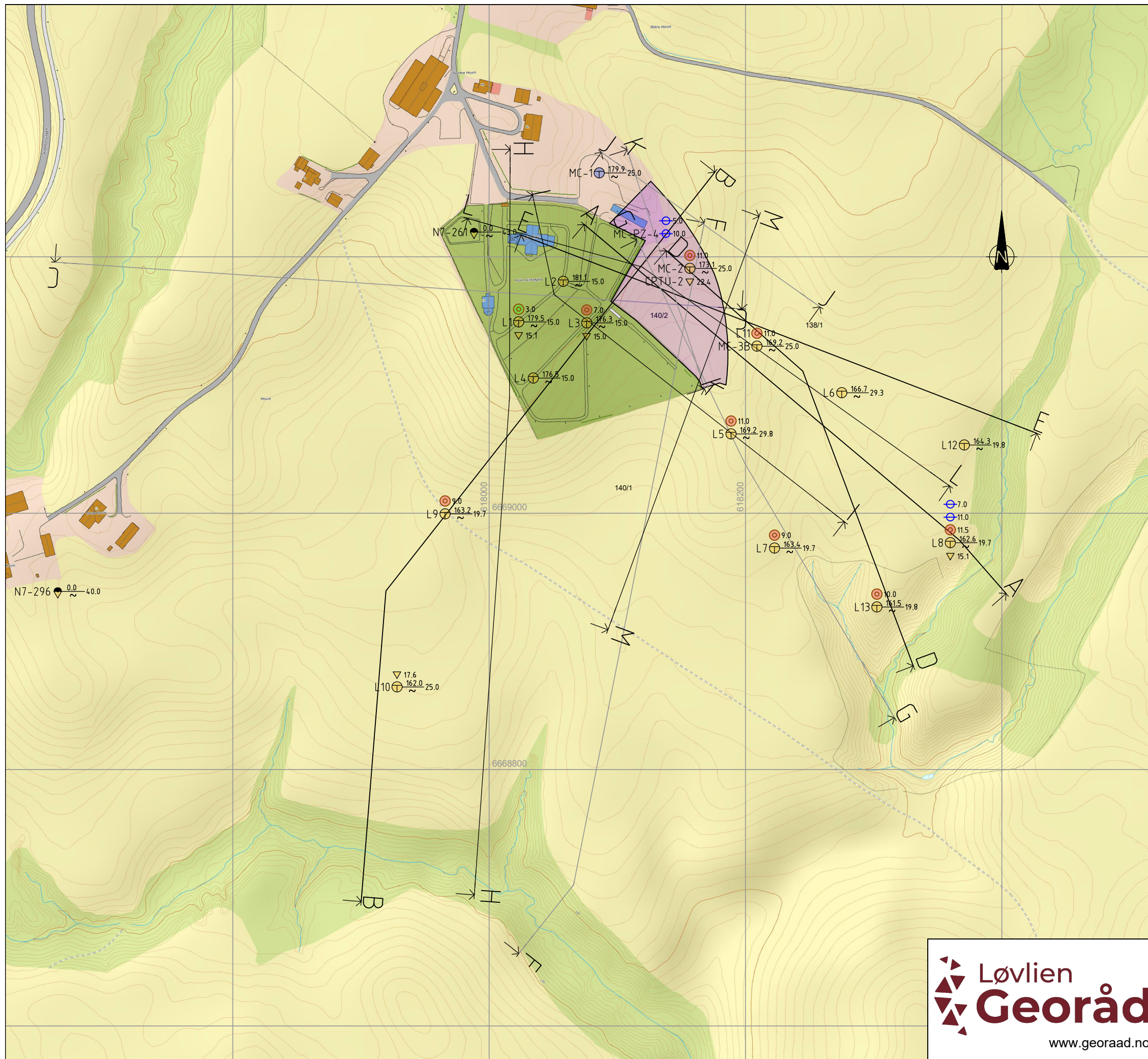
Det må utføres uavhengig kvalitetssikring av foreliggende vurdering iht. NVE sin veileder 1/2019.

Utstrekning av faresone 125 Hovin er foreslått revidert. Basert på grunnundersøkelser i borpunkt L9 og L10 virker det som om sone 125 Hovin og potensielt sone 126 Hovin Nedre kan revideres ytterligere, men det må eventuelt gjøres supplerende grunnundersøkelser i området dersom dette skal gjøres i detalj. Det er ikke behov for å gjøre dette i forbindelse med utvidelsen av kirkegården.

Planlagt tiltak må detaljprosjekteres når løsningen med masseutskifting/oppfylling er bestemt. Lokalstabiliteten må beregnes og vurderes av geotekniker. Geotekniker må følge opp arbeidene under utførelsen.

13 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder nr.1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» 2020.
- [2] Kartverket, Geovekst og kommuner, «Norgeskart,» [Internett]. Available: <https://norgeskart.no/>.
- [3] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «NVE Atlas,» 2023. [Internett]. Available: <http://atlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas>.
- [4] Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE), «Ekstern rapport nr. 9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.,» 2020.
- [5] Løvlien Georåd AS, «22554 Rapport nr. 1 - Hovin kirke, geoteknisk datarapport,» 18.05.2023.
- [6] Multiconsult, «127899-RIG-RAP-001 Hovin kirke - Geoteknisk datarapport,» 10.09.2015.
- [7] NGI, «860019-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred - Kartbladet Ullensaker,» 31.05.1990.
- [8] Standard Norge, «NS-EN ISO 17892-6:2017 Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser. Laboratorieprøving av jord. Del 6: Konusprøving.»
- [9] NIFS, «Rapport 125/2015 Detektering av kvikkleire-Sluttrapport.,» 2015.
- [10] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Håndbok V220 - Geoteknikk i vegbygging,» 2014.
- [11] M. D. J.-S. L. T. L. K. K. Priscilla Paniagua, «CPTU correlations for Norwegian clays: an update,» 26.04.2019.
- [12] Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire, «Rapport 14-2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» 2014.
- [13] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «NVE-Terrengekriterier-app,» 2023. [Internett]. Available: <https://terrengekriterier-webapp.azurewebsites.net/>.
- [14] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler.
- [15] Trimble - Novapoint , «BEAST. A Computer Program for Limit Equilibrium Analysis by the Method of Slices. Documentation.,» Report 8302-2, rev. 3. 10. aug. 2000.



MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:

- Borpunkt L1 - L13: Grunnundersøkelser utført av Løvlien Georåd i 2023, 22554 Rapport nr. 1
- Borpunkt MC-X: Grunnundersøkelser utført av Multiconsult i 2015, 127899-RIG-RAP-001 Hovin kirke - Geoteknisk datarapport
- Borpunkt N7-X: Grunnundersøkelser utført av NGI i 1990, Rapport 860019-2

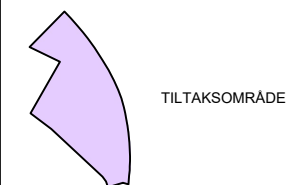
- DREIETRYKKSONDERING
- VANNSTANDSRØR
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- CPTU

IKKE PÅVIST SPRØBRUDDMATERIALE/KVIKKLEIRE NED TIL ANGITT PRØVEDYBDE

SONDERING GIR IKKE INDIKASJON PÅ KVIKKLEIRE ELLER SPRØBRUDDMATERIALE

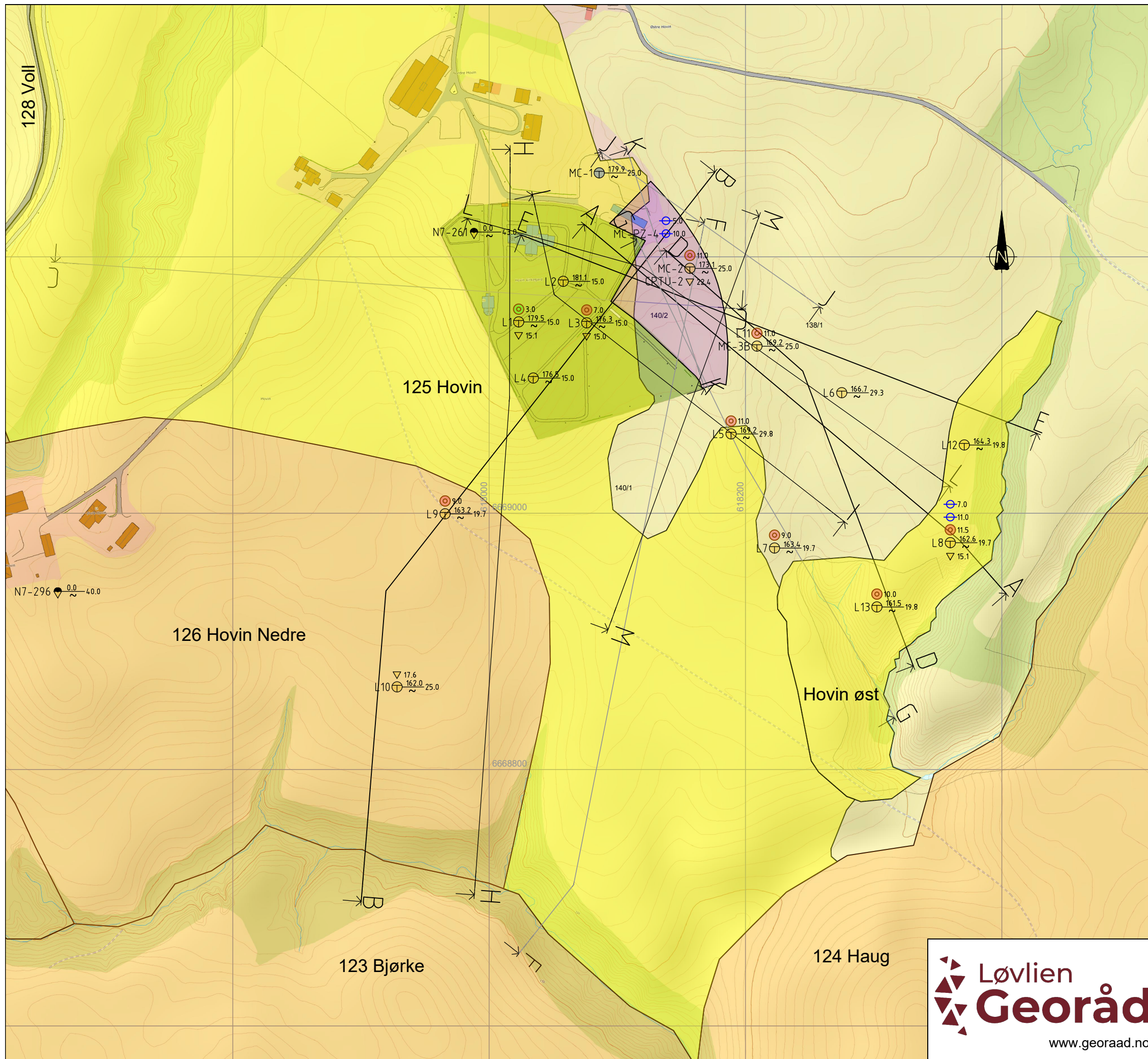
SONDERING INDIKERER FOREKOMST AV KVIKKLEIRE ELLER SPRØBRUDDMATERIALE

PÅVIST KVIKKLEIRE ELLER SPRØBRUDDMATERIALE FRA PRØVESERIE



00	Original	30.06.2023	KEM	SKa
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver Ullensaker kommune			Tegning nr. R02A01	
Oppdragsgiver Ullensaker kommune			Prosjekt nr. 22554	
Prosjekt Hovin kirke, gravplass			Format / Målestokk A3 / 1:3000	
Tegningstittel Situasjonsplan med borer og profiler			Status	





MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:

- Borpunkt L1 - L13: Grunnundersøkelser utført av Løvlien Georåd i 2023, 22554 Rapport nr. 1
- Borpunkt MC-X: Grunnundersøkelser utført av Multiconsult i 2015, 127899-RIG-RAP-001 Hovin kirke - Geoteknisk datarapport
- Borpunkt N7-X: Grunnundersøkelser utført av NGI i 1990, Rapport 860019-2

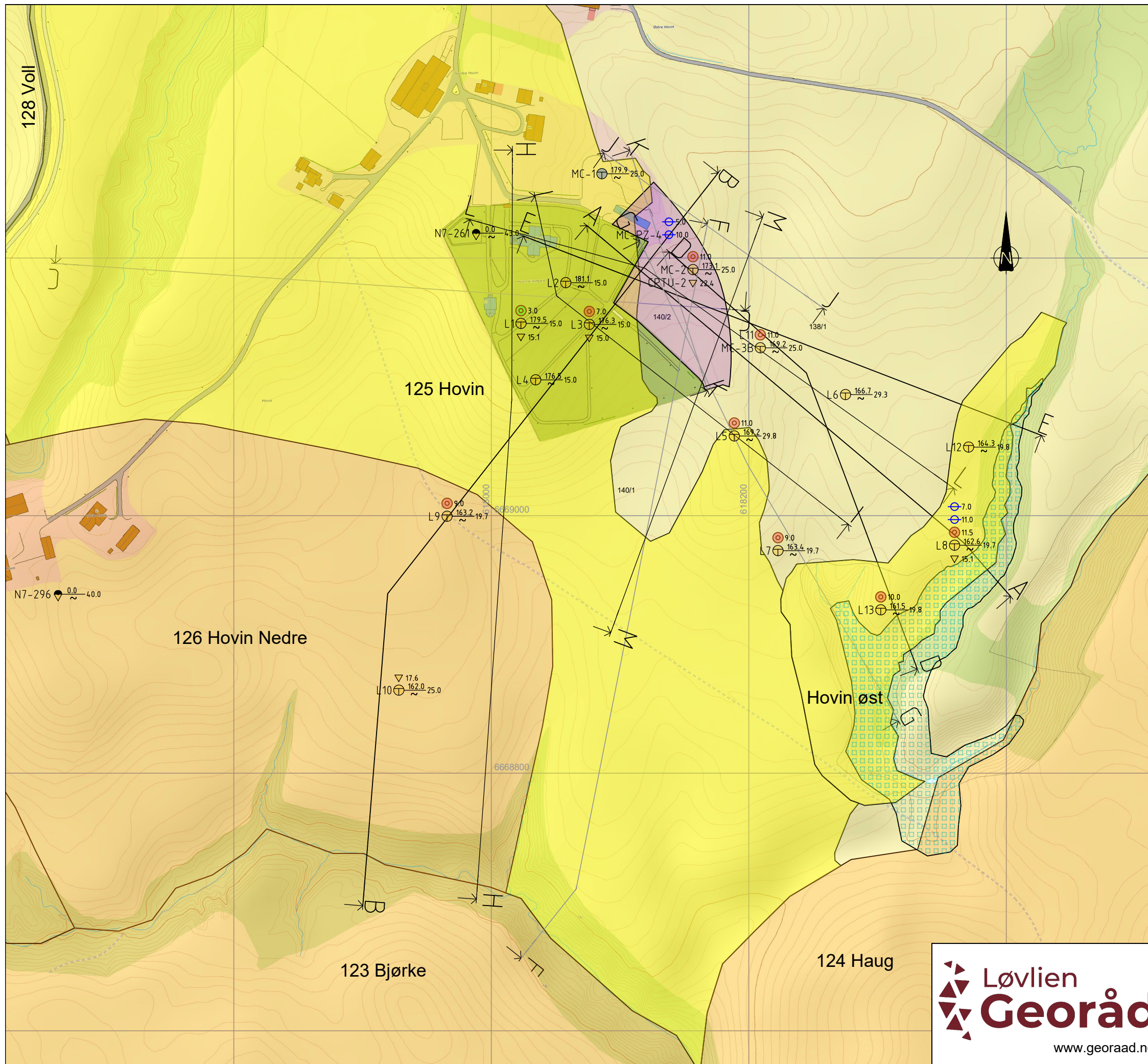
- DREIETRYKKSONDERING
- VANNSTANDSRØR
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- CPTU

- IKKE PÅVIST SPRØBRUDDMATERIALE/KVIKLEIRE NED TIL ANGITT PRØVEDYBDE
- SONDERING GIR IKKE INDIKASJON PÅ KVIKLEIRE ELLER SPRØBRUDDMATERIALE
- SONDERING INDIKERER FOREKOMST AV KVIKLEIRE ELLER SPRØBRUDDMATERIALE
- PÅVIST KVIKLEIRE ELLER SPRØBRUDDMATERIALE FRA PRØVESERIE

- TILTAKSOMRÅDE
- REVIDERT FARESONE 125 HOVIN
- NY FARESONE HOVIN ØST, FAREGRAD LAV

00	Original	30.06.2023	KEM	SKa
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver			Tegning nr.	
Ullensaker kommune			R02A02	
Oppdragsgiver			Prosjekt nr.	
Ullensaker kommune			22554	
Prosjekt			Format / Målestokk	
Hovin kirke, gravplass			A3 / 1:3000	
Tegningsstittel			Status	
Situasjonsplan med løsneområder				





MERKNADER:

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000

FORKLARINGER:

- Borepunkt L1 - L13: Grunnundersøkelser utført av Løvlien Georåd i 2023, 22554 Rapport nr. 1
- Borepunkt MC-X: Grunnundersøkelser utført av Multiconsult i 2015, 127899-RIG-RAP-001 Hovin kirke - Geoteknisk datarapport
- Borepunkt N7-X: Grunnundersøkelser utført av NGI i 1990, Rapport 860019-2

- DREIETRYKKSONDERING
- VANNSTANDSRØR
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- CPTU

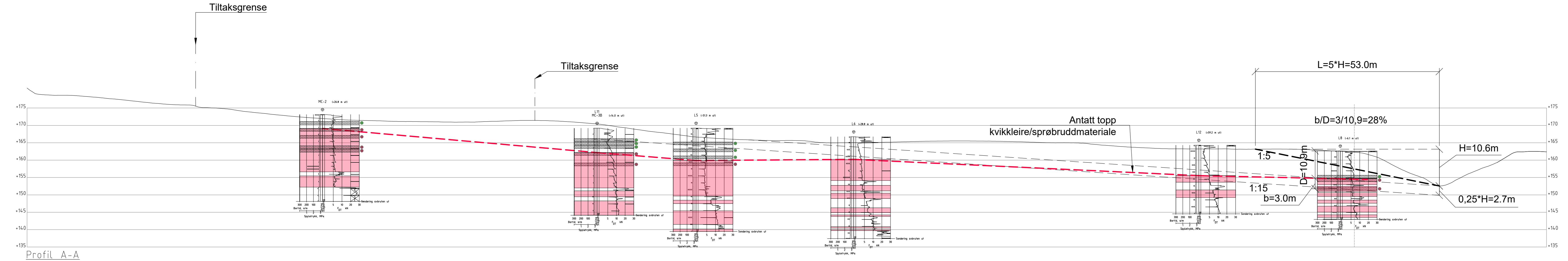
- IKKE PÅVIST SPRØBRUDDMATERIALE/KVIKLEIRE NED TIL ANGITT PRØVEDYBDE
- SONDERING GIR IKKE INDIKASJON PÅ KVIKLEIRE ELLER SPRØBRUDDMATERIALE
- SONDERING INDIKERER FOREKOMST AV KVIKLEIRE ELLER SPRØBRUDDMATERIALE
- PÅVIST KVIKLEIRE ELLER SPRØBRUDDMATERIALE FRA PRØVESERIE

- TILTAKSOMRÅDE
- REVIDERT FARESONE 125 HOVIN
- NY FARESONE HOVIN ØST, FAREGRAD LAV
- UTLØPSOMRÅDE FOR FARESONE HOVIN ØST

00	Original	30.06.2023	KEM	SKa
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver Ullensaker kommune			Tegning nr. R02A03	
Oppdragsgiver Ullensaker kommune			Prosjekt nr. 22554	
Prosjekt Hovin kirke, gravplass			Format / Målestokk A3 / 1:3000	
Tegningsstittel Situasjonsplan med løсне- og utløpsområder			Status	

Løvlien Georåd

www.georaad.no



Profil A-A

MERKNADER:

Høyderefernse: NN2000

FORKLARINGER:

- Prøvetaking
- Toket sprøbruddmateriale/kvikkleire
- Påvist ikke sprøbruddmateriale
- Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire

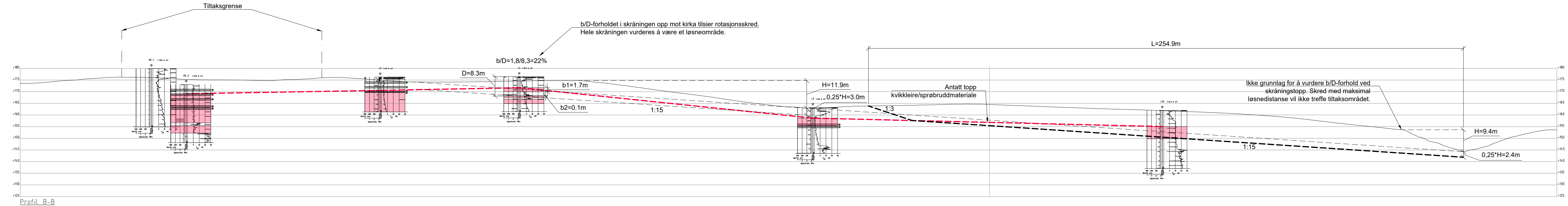
HENVISNINGER:

- 22554 Rapport nr. 1 Hovin kirke, gravplass - Geoteknikk datarapport
- 127899-RIG-RAP-001 Hovin kirke - Geoteknikk datarapport
- 860019-2 Kartbladet Ullensaker

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.06.2023	KEM	SKa

Tiltakshaver	Ullensaker kommune	Tegning nr.	R02D01
Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
Prosjekt	Hovin kirke, gravplass	Format / Målestokk	A3-L / 1:500
Tegningstittel	Profil A-A. Lagdeling og vurdering av løseområde	Status	-





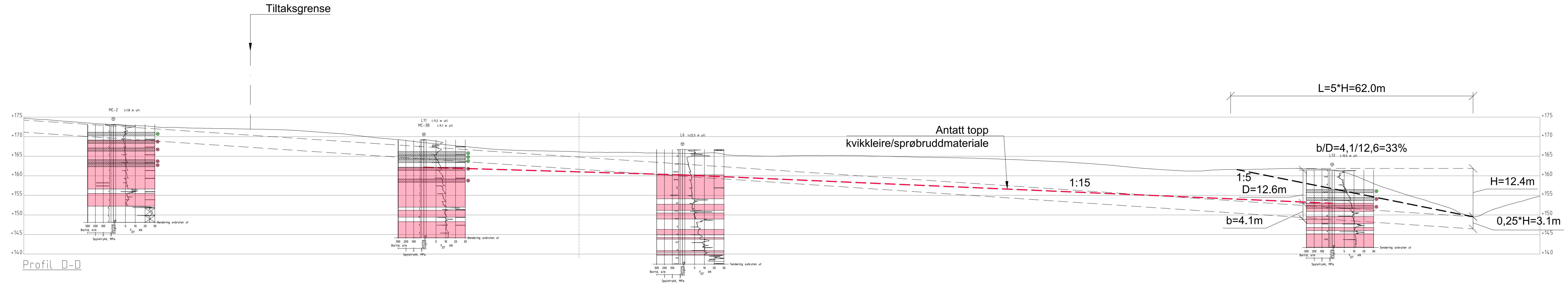
- MERKNADER:**
 Høydereferanse: NN2000
- FORKLARINGER:**
- Prøvetaking
 - Tøkket sprøbruddmateriale/kvikkleire
 - Påvist ikke sprøbruddmateriale
 - Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire

- HENVISNINGER:**
- 22554 Rapport nr. 1 Hovin kirke, gravplass - Geoteknikk datarapport
 - 127899-RIG-RAP-001 Hovin kirke - Geoteknikk datarapport
 - 860019-2 Kartbladet Ullensaker

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.06.2023	KEM	SKa

Tiltakshaver	Ullensaker kommune	Tegning nr.	R02D02
Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
Prosjekt	Hovin kirke, gravplass	Format / Målestokk	A3-L / 1:700
Tegningstittel	Profil B-B. Lagdeling og vurdering av løseområde	Status	-



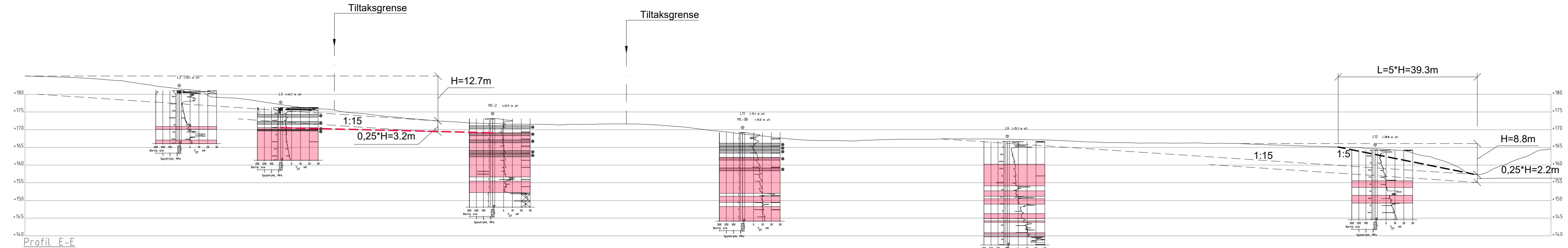


- MERKNADER:**
 Høydereferanse: NN2000
- FORKLARINGER:**
- Prøvetaking
 - Toket sprøbruddmateriale/kvikkleire
 - Påvist ikke sprøbruddmateriale
 - Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire
- HENVISNINGER:**
- 22554 Rapport nr. 1 Hovin kirke, gravplass - Geoteknisk datarapport
 - 127899-RIG-RAP-001 Hovin kirke - Geoteknisk datarapport
 - 860019-2 Kartbladet Ullensaker

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.06.2023	KEM	SKa

Tiltakshaver	Ullensaker kommune	Tegning nr.	R02D03
Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
Prosjekt	Hovin kirke, gravplass	Format / Målestokk	A3-L / 1:400
Tegningstittel	Profil D-D. Lagdeling og vurdering av løseområde	Status	-

Løvlien
Georåd
 www.georaad.no



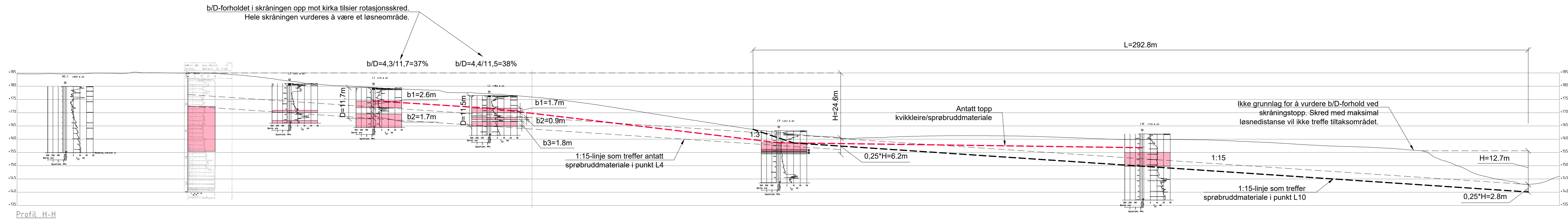
- MERKNADER:**
 Høyderefernse: NN2000
- FORKLARINGER:**
- Prøvetaking
 - Tøket sprøbruddmateriale/kvikkleire
 - Påvist ikke sprøbruddmateriale
 - Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire

- HENVISNINGER:**
- 22554 Rapport nr. 1 Hovin kirke, gravplass - Geoteknikk datarapport
 - 127899-RIG-RAP-001 Hovin kirke - Geoteknikk datarapport
 - 860019-2 Kartbladet Ullensaker

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.06.2023	KEM	SKa

Tiltakshaver	Ullensaker kommune	Tegning nr.	R02D04
Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
Prosjekt	Hovin kirke, gravplass	Format / Målestokk	A3-L / 1:500
Tegningstittel	Profil E-E. Lagdeling og vurdering av løseområde	Status	-





Profil H-H

- MERKNADER:**
Høydereferanse: NN2000
- FORKLARINGER:**
 Prøvetaking
 Tøket sprøbruddmateriale/kvikkleire
 Påvist ikke sprøbruddmateriale
 Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire

- HENVISNINGER:**
- 22554 Rapport nr. 1 Hovin kirke, gravplass - Geoteknikk datarapport
 - 127899-RIG-RAP-001 Hovin kirke - Geoteknikk datarapport
 - 860019-2 Kartbladet Ullensaker

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.06.2023	KEM	SKa

Tiltakshaver	Ullensaker kommune	Tegning nr.	R02D05
Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
Prosjekt	Hovin kirke, gravplass	Format / Målestokk	A3-L / 1:600
Tegningstittel	Profil H-H. Lagdeling og vurdering av løsneområde	Status	-



b/D-forholdet i skråningen opp mot kirka tilsier rotasjonsskred.
Hele skråningen vurderes å være et løsneområde.

$$b/D=2,5/7,5=33\%$$

$$b/D=0,8/6,6=12\%$$



Profil I-I

MERKNADER:

Høyderefernse: NN2000

FORKLARINGER:

- Prøvetaking
- Toket sprøbruddmateriale/kvikkleire
- Påvist ikke sprøbruddmateriale
- Påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire

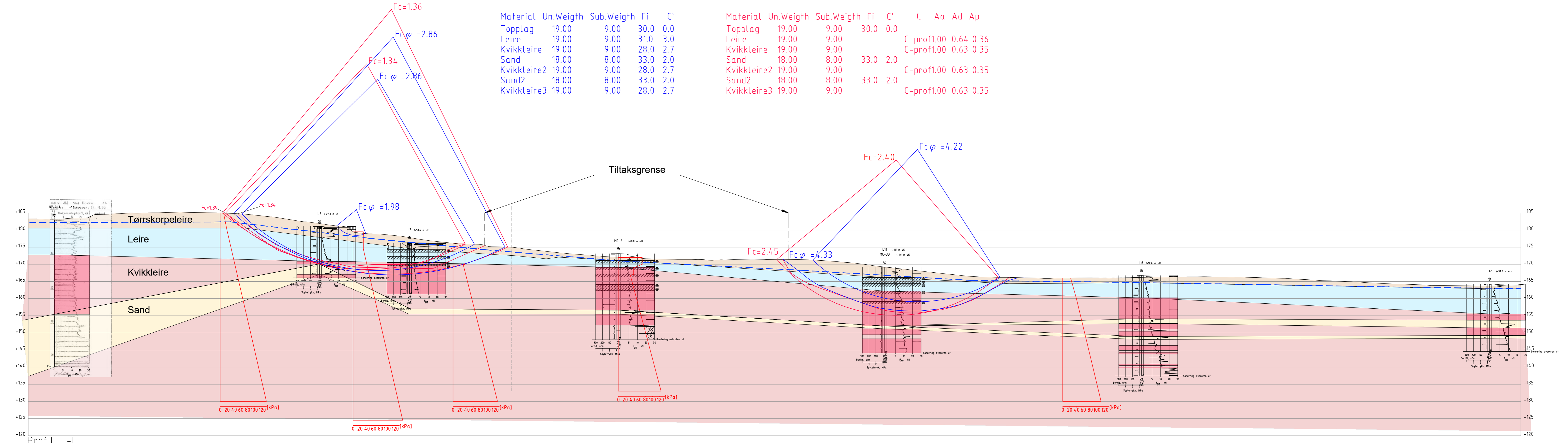
HENVISNINGER:

- 22554 Rapport nr. 1 Hovin kirke, gravplass - Geoteknikk datarapport
- 127899-RIG-RAP-001 Hovin kirke - Geoteknikk datarapport
- 860019-2 Kartbladet Ullensaker

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.06.2023	KEM	SKa

Tiltakshaver	Ullensaker kommune	Tegning nr.	R02D06
Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
Prosjekt	Hovin kirke, gravplass	Format / Målestokk	A3-L / 1:400
Tegningstittel	Profil I-I, Lagdeling og vurdering av løsneområde	Status	-





Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0
Leire	19.00	9.00	31.0	3.0
Kvikkleire	19.00	9.00	28.0	2.7
Sand	18.00	8.00	33.0	2.0
Kvikkleire2	19.00	9.00	28.0	2.7
Sand2	18.00	8.00	33.0	2.0
Kvikkleire3	19.00	9.00	28.0	2.7

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof1.00	0.64	0.36	
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	
Sand	18.00	8.00	33.0	2.0				
Kvikkleire2	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	
Sand2	18.00	8.00	33.0	2.0				
Kvikkleire3	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	

FORKLARINGER:
 Røde glideflater: Udrenert analyser
 Blå glideflater: Drenerte analyser

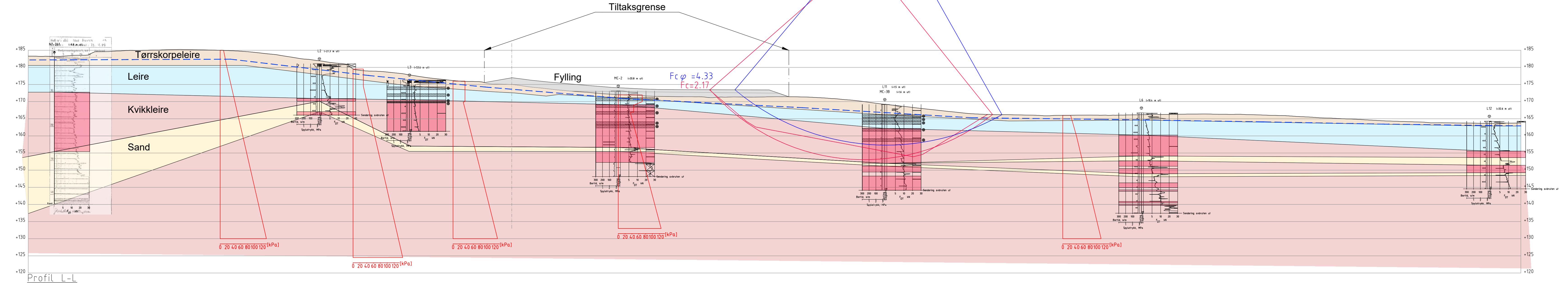
- Tørrskorpeleire
- Leire
- Kvikkleire
- Sand og grus

00	Original	30.06.2023	KEM	SKa
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansv.ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver		Tegning nr.		
Ullensaker kommune		R02E01		
Oppdragsgiver		Prosjekt nr.		
Ullensaker kommune		22554		
Prosjekt		Format / Målestokk		
Hovin kirke, gravplass		A3-L / 1:500		
Tegningstittel		Status		
Profil L-L. Stabilitetsberegning dagens situasjon		-		



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'
Fylling	19.00	9.00	35.0	2.0
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0
Leire	19.00	9.00	31.0	3.0
Kvikkleire	19.00	9.00	28.0	2.7
Sand	18.00	8.00	33.0	2.0
Kvikkleire2	19.00	9.00	28.0	2.7
Sand2	18.00	8.00	33.0	2.0
Kvikkleire3	19.00	9.00	28.0	2.7

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	35.0	2.0				
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof1.00	0.64	0.36	
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	
Sand	18.00	8.00	33.0	2.0				
Kvikkleire2	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	
Sand2	18.00	8.00	33.0	2.0				
Kvikkleire3	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	



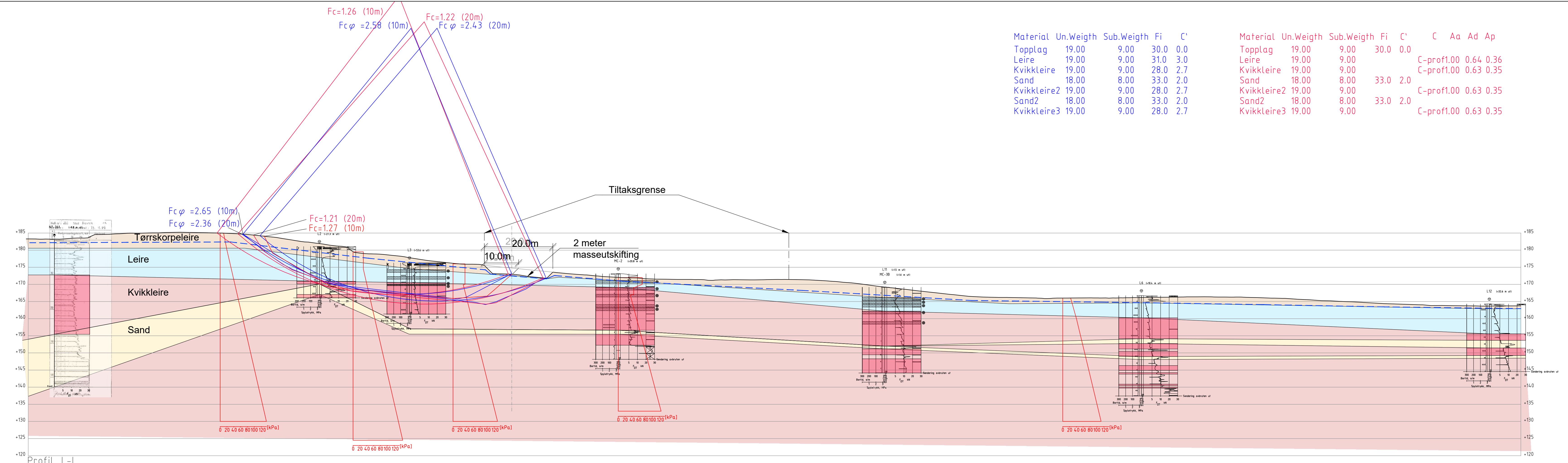
FORKLARINGER:
 Røde glideflater: Udrenert analyser
 Blå glideflater: Drenerte analyser

- Tørskorpeleire
- Leire
- Kvikkleire
- Sand og grus
- Steinfylling

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.06.2023	KEM	SKa

Løvlien Georåd
 www.georaad.no

Tiltakshaver	Ullensaker kommune	Tegning nr.	R02E02
Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
Prosjekt	Hovin kirke, gravplass	Format / Målestokk	A3-L / 1:500
Tegningstittel	Profil L-L. Stabilitetsberegning 2 meter oppfylling	Status	-



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0
Leire	19.00	9.00	31.0	3.0
Kvikkleire	19.00	9.00	28.0	2.7
Sand	18.00	8.00	33.0	2.0
Kvikkleire2	19.00	9.00	28.0	2.7
Sand2	18.00	8.00	33.0	2.0
Kvikkleire3	19.00	9.00	28.0	2.7

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof1.00	0.64	0.36	
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	
Sand	18.00	8.00	33.0	2.0				
Kvikkleire2	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	
Sand2	18.00	8.00	33.0	2.0				
Kvikkleire3	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	

FORKLARINGER:
 Røde glideflater: Udrenert analyser
 Blå glideflater: Drenerede analyser

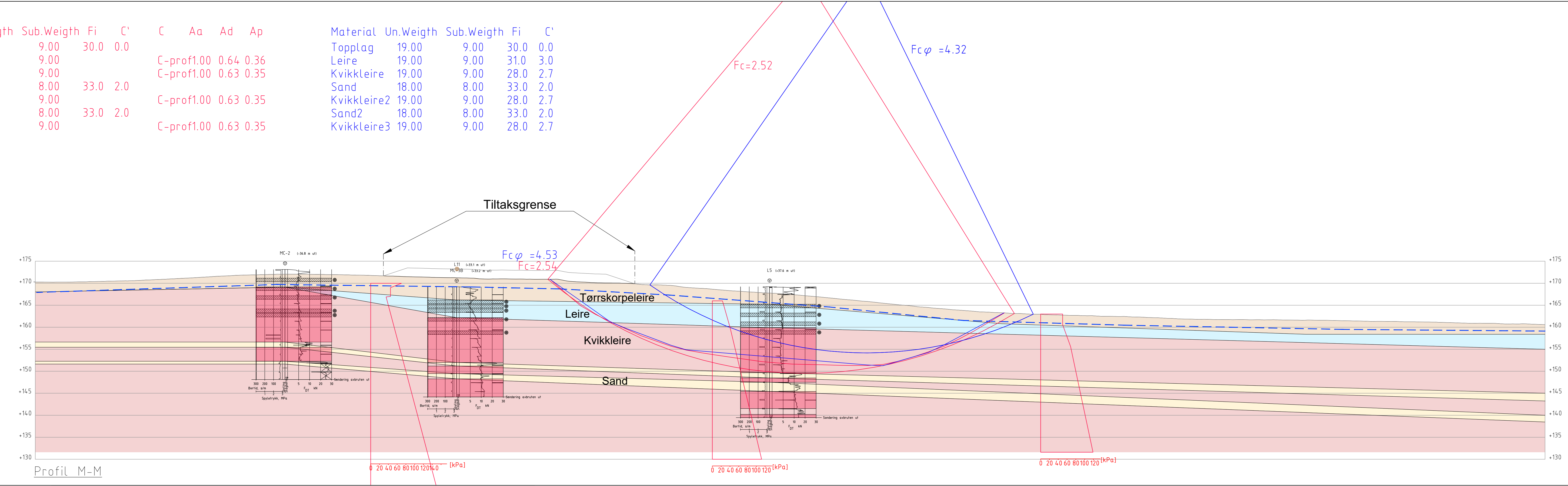
- Tørskorpeleire
- Leire
- Kvikkleire
- Sand og grus

00	Original	30.06.2023	KEM	SKa
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
Tiltakshaver		Tegning nr.		
Ullensaker kommune		R02E03		
Oppdragsgiver		Prosjekt nr.		
Ullensaker kommune		22554		
Prosjekt		Format / Målestokk		
Hovin kirke, gravplass		A3-L / 1:500		
Tegningstittel		Status		
Profil L-L. Stabilitetsberegning masseutskifting		-		



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof1.00	0.64	0.36	
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	
Sand	18.00	8.00	33.0	2.0				
Kvikkleire2	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	
Sand2	18.00	8.00	33.0	2.0				
Kvikkleire3	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0
Leire	19.00	9.00	31.0	3.0
Kvikkleire	19.00	9.00	28.0	2.7
Sand	18.00	8.00	33.0	2.0
Kvikkleire2	19.00	9.00	28.0	2.7
Sand2	18.00	8.00	33.0	2.0
Kvikkleire3	19.00	9.00	28.0	2.7



FORKLARINGER:
 Røde glideflater: Udrenert analyser
 Blå glideflater: Drenerte analyser

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Kvikkleire
- Sand og grus

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.06.2023	KEM	SKa

Tiltakshaver	Ullensaker kommune	Tegning nr.	R02E04
Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
Prosjekt	Hovin kirke, gravplass	Format / Målestokk	A3-L / 1:400
Tegningstittel	Profil M-M. Stabilitetsberegning dagens situasjon	Status	-



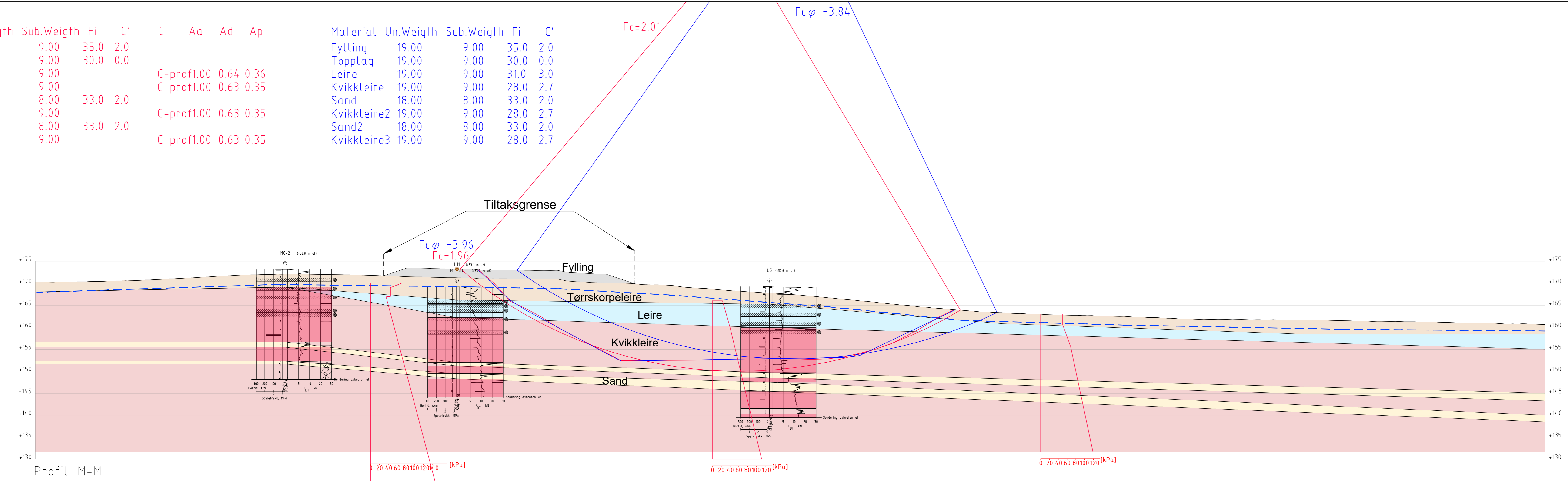
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	35.0	2.0				
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof1.00	0.64	0.36	
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	
Sand	18.00	8.00	33.0	2.0				
Kvikkleire2	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	
Sand2	18.00	8.00	33.0	2.0				
Kvikkleire3	19.00	9.00			C-prof1.00	0.63	0.35	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Fylling	19.00	9.00	35.0	2.0
Topplag	19.00	9.00	30.0	0.0
Leire	19.00	9.00	31.0	3.0
Kvikkleire	19.00	9.00	28.0	2.7
Sand	18.00	8.00	33.0	2.0
Kvikkleire2	19.00	9.00	28.0	2.7
Sand2	18.00	8.00	33.0	2.0
Kvikkleire3	19.00	9.00	28.0	2.7

$F_c = 2.01$

$F_c \phi = 3.84$

$F_c \phi = 3.96$
 $F_c = 1.96$



Profil M-M

FORKLARINGER:

Røde glideflater: Udrenert analyser
Blå glideflater: Drenerte analyser

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Kvikkleire
- Sand og grus
- Steinfylling


Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	30.06.2023	KEM	SKa

Løvlien Georåd
www.georaad.no

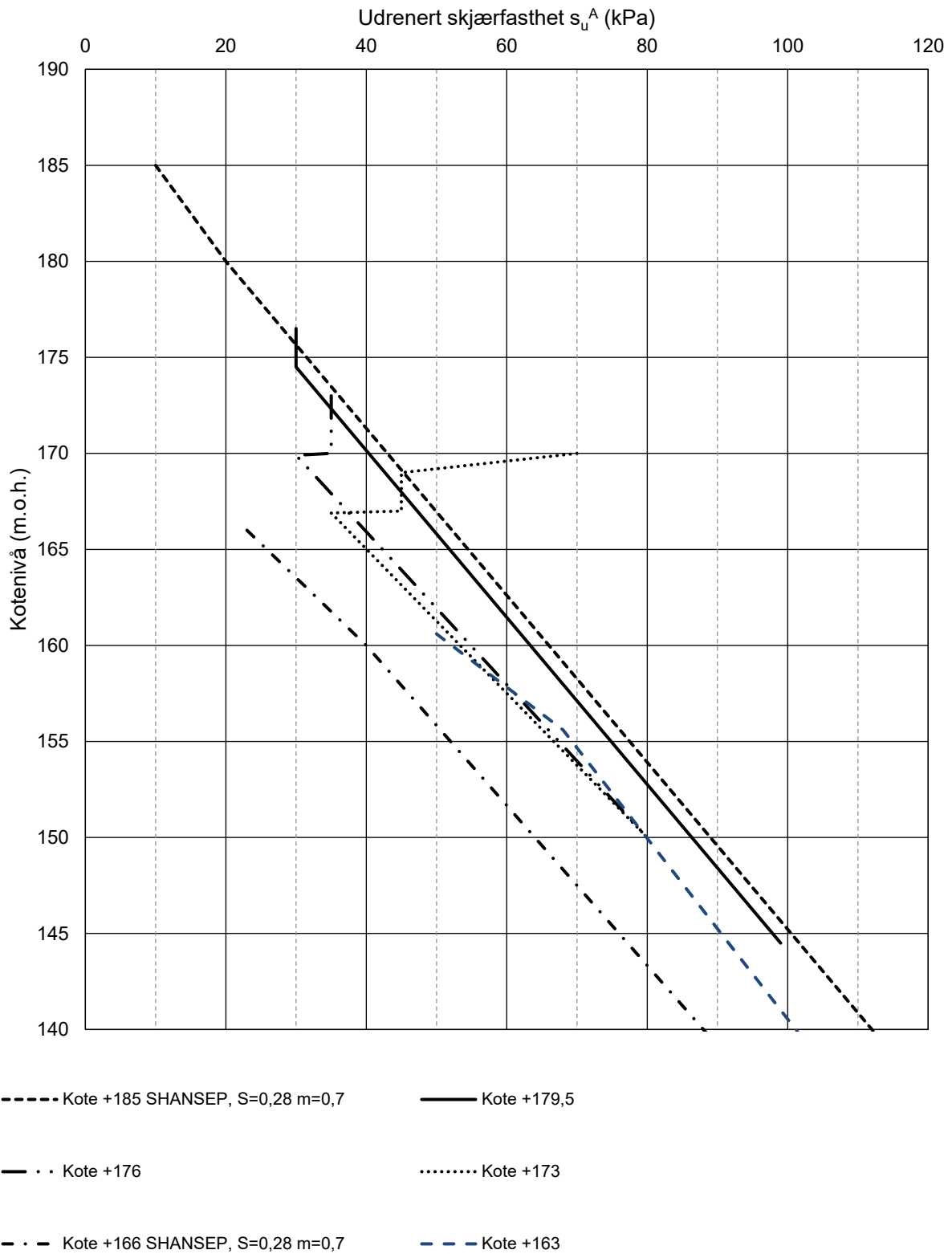
Tiltakshaver	Ullensaker kommune	Tegning nr.	R02E05
Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
Prosjekt	Hovin kirke, gravplass	Format / Målestokk	A3-L / 1:400
Tegningstittel	Profil M-M. Stabilitetsberegning 2 meter oppfylling	Status	-

Tillegg 1.1

Tolkning av udrenert skjærfasthet

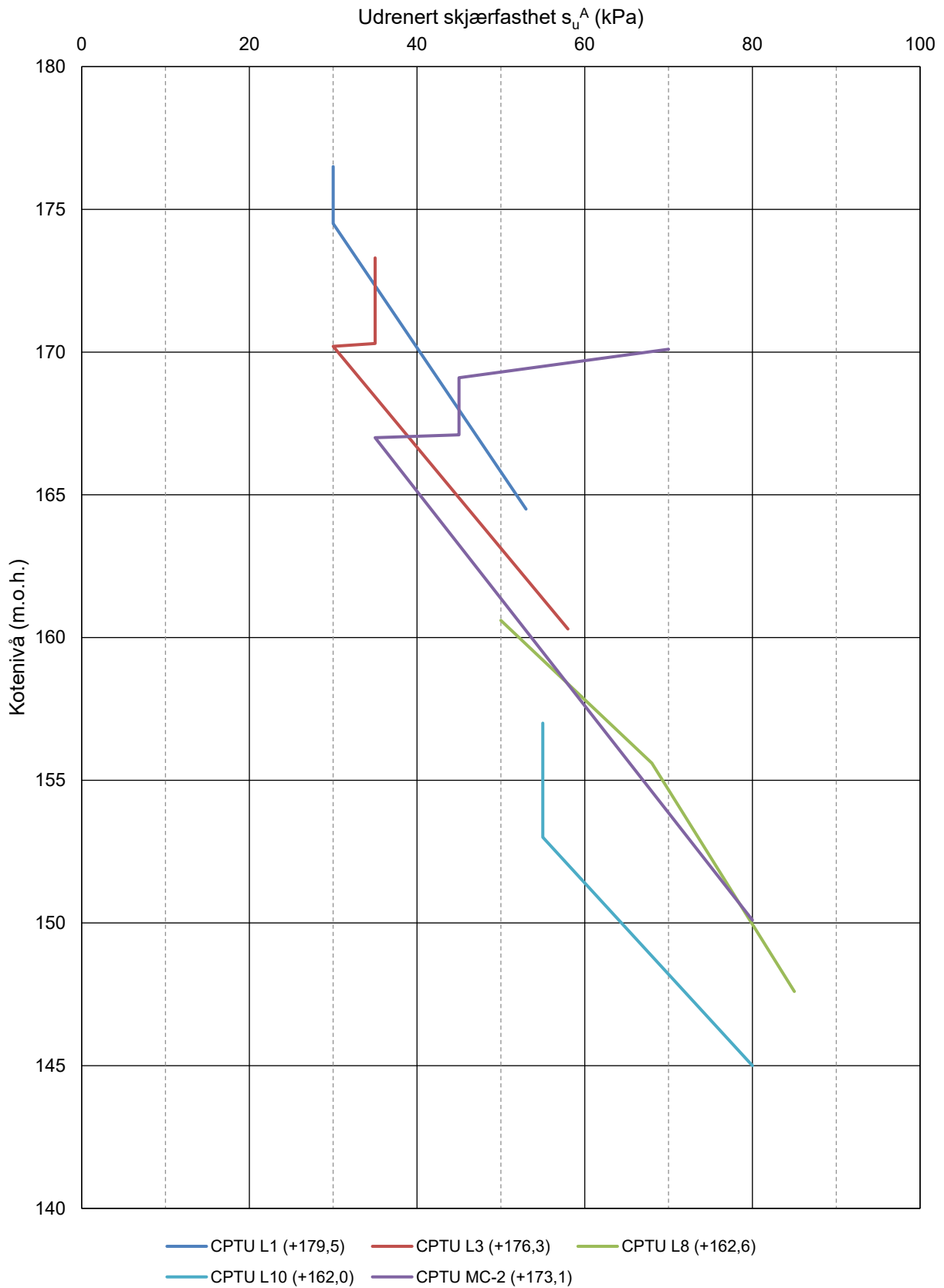
 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ullensaker kommune	Prosjekt nr. 22554	Tillegg nr. 1.1
	Prosjekt Hovin kirke, gravplass	Dato 30.06.2023	Revisjon 00
	Tittel Tolkning av udrenert skjærfasthet	Ansvarlig KEM	Kontrollert SKa

Sammenstilling fasthetsprofiler for stabilitetsberegninger



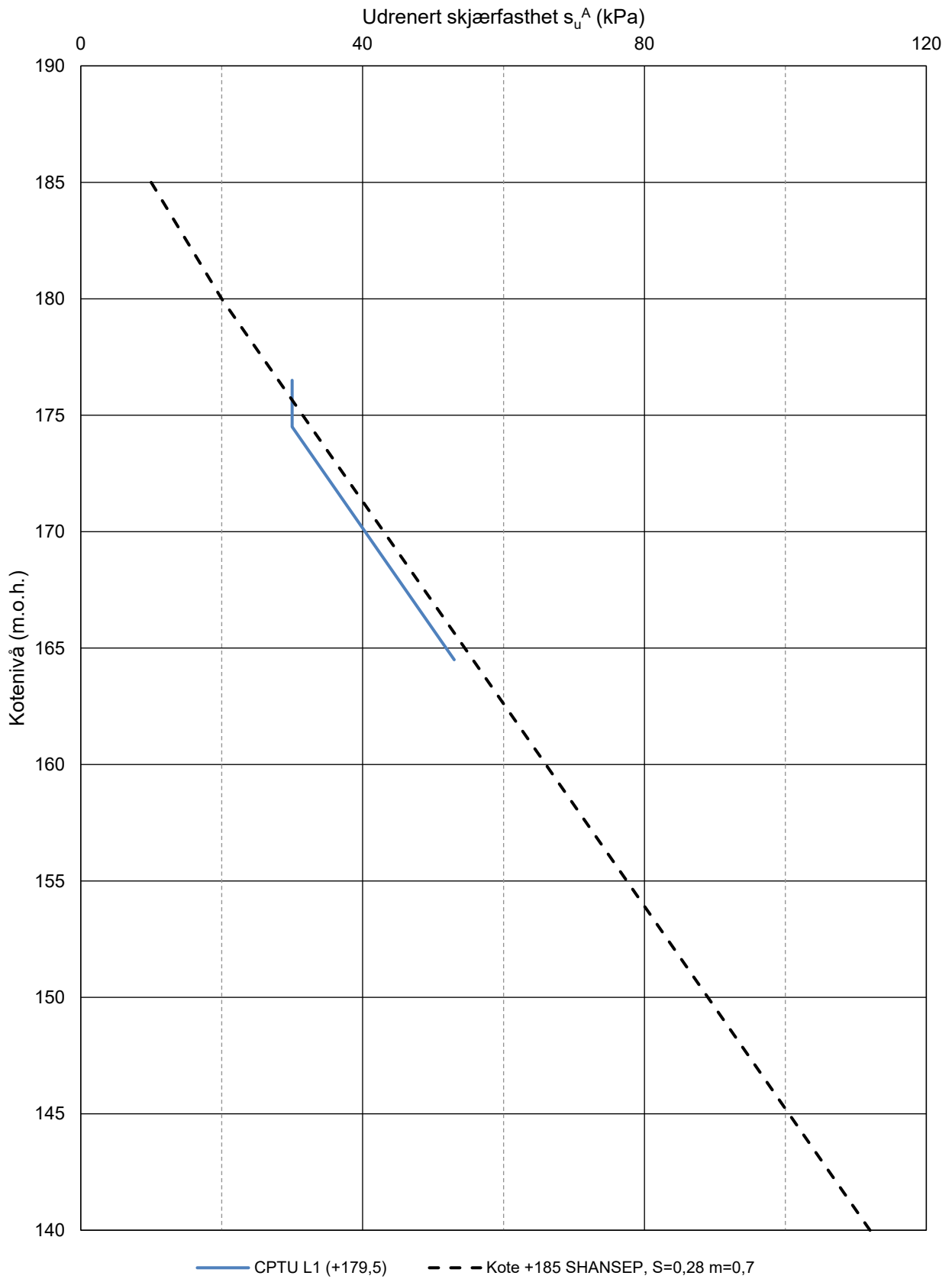
Sammenstilling av valgte skjærfasthetsprofil for stabilitetsberegninger. Ved bruk av SHANSEP er tidligere terreng lagt på kote +191 for dagens kote +185, og på kote +186 for dagens kote +166.

Tolkning av alle CPTU-sonderinger



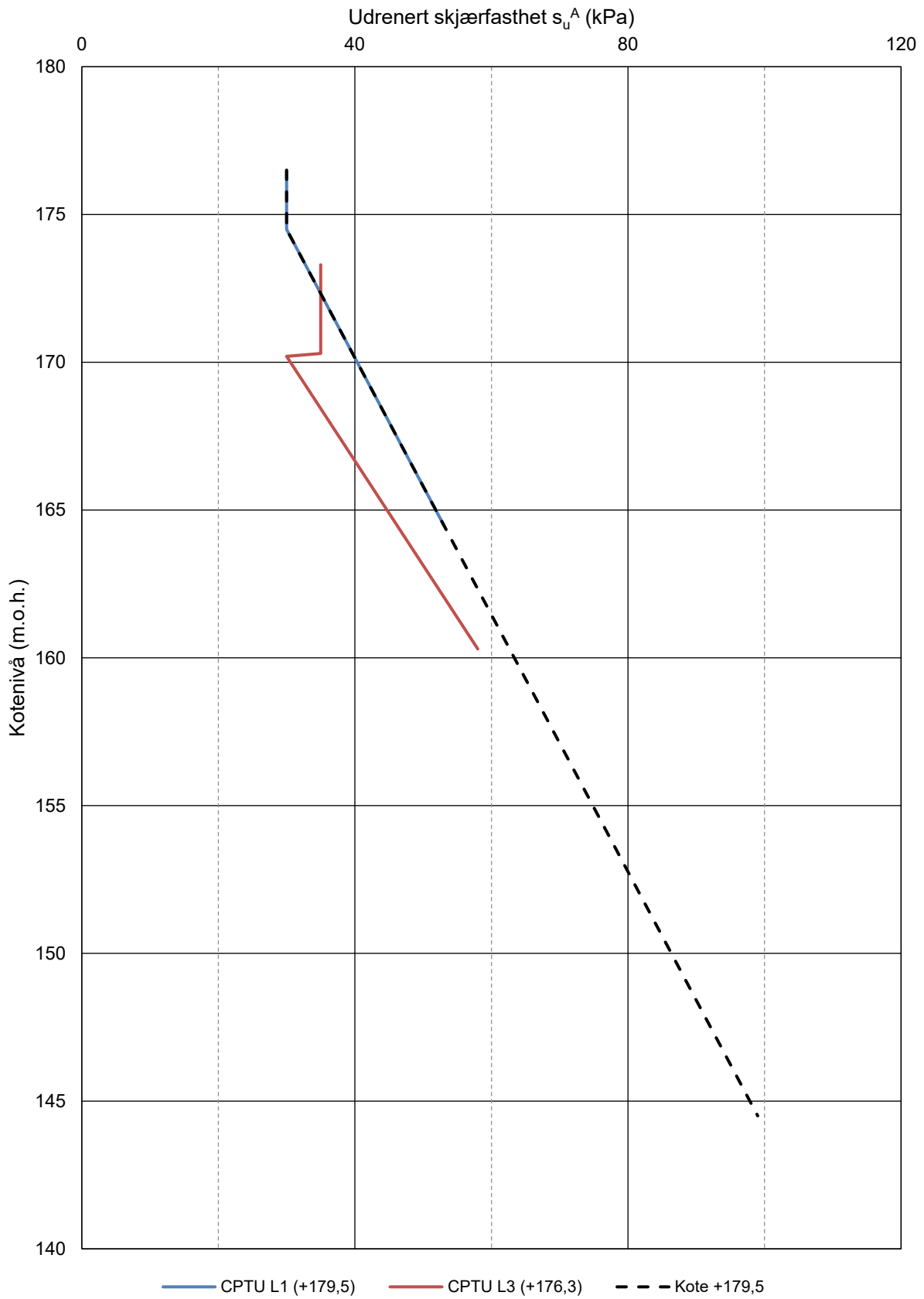
Sammenstilling tolkning av alle CPTU-sonderinger fra området

Kote +185



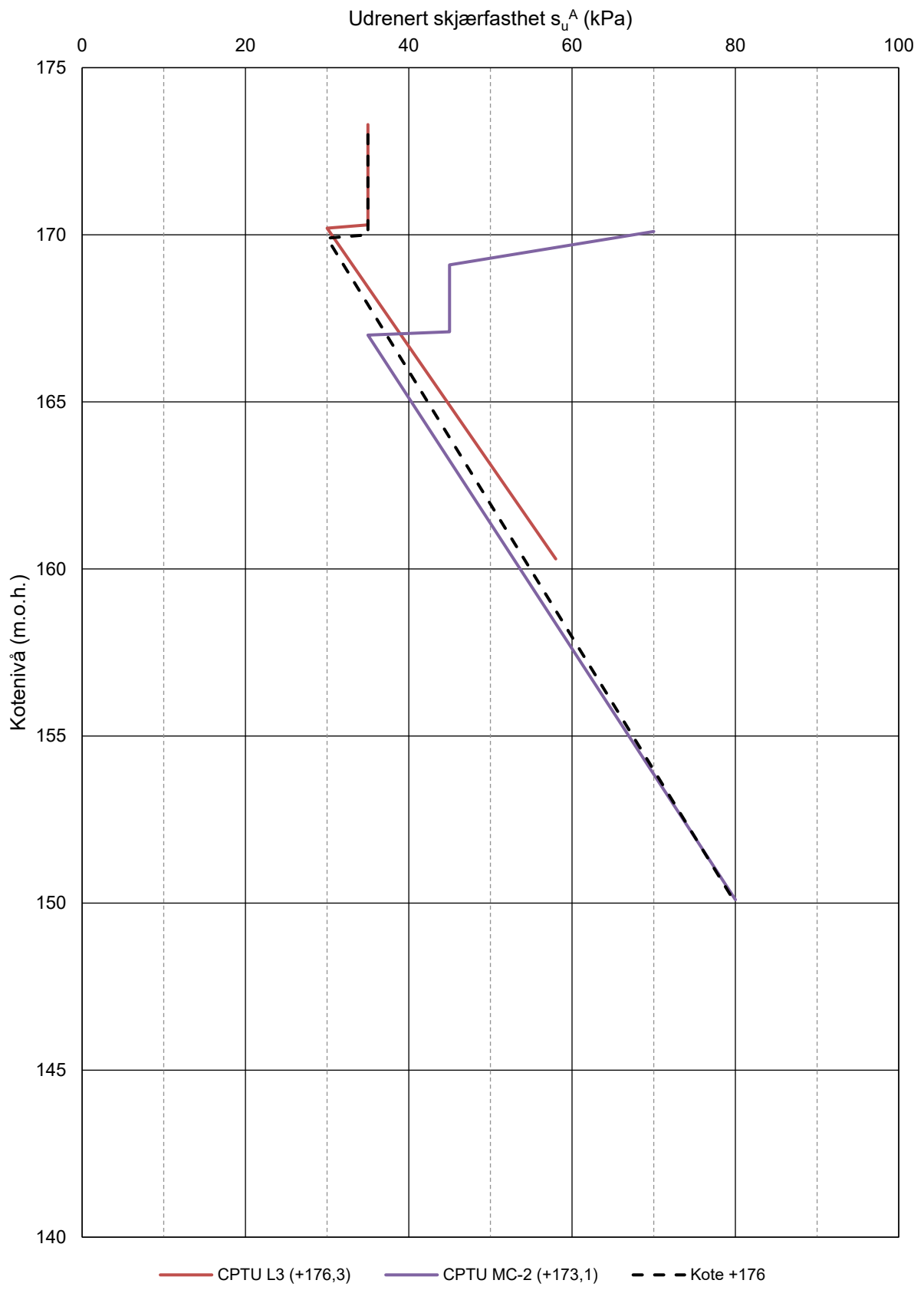
Sammenstilling tolkning av CPTU-sondering, treaksialforsøk og SHANSEP for kote +185 (topp skråning). Tidligere terreng satt til kote +191 ved bruk av SHANSEP.

Kote +179,5



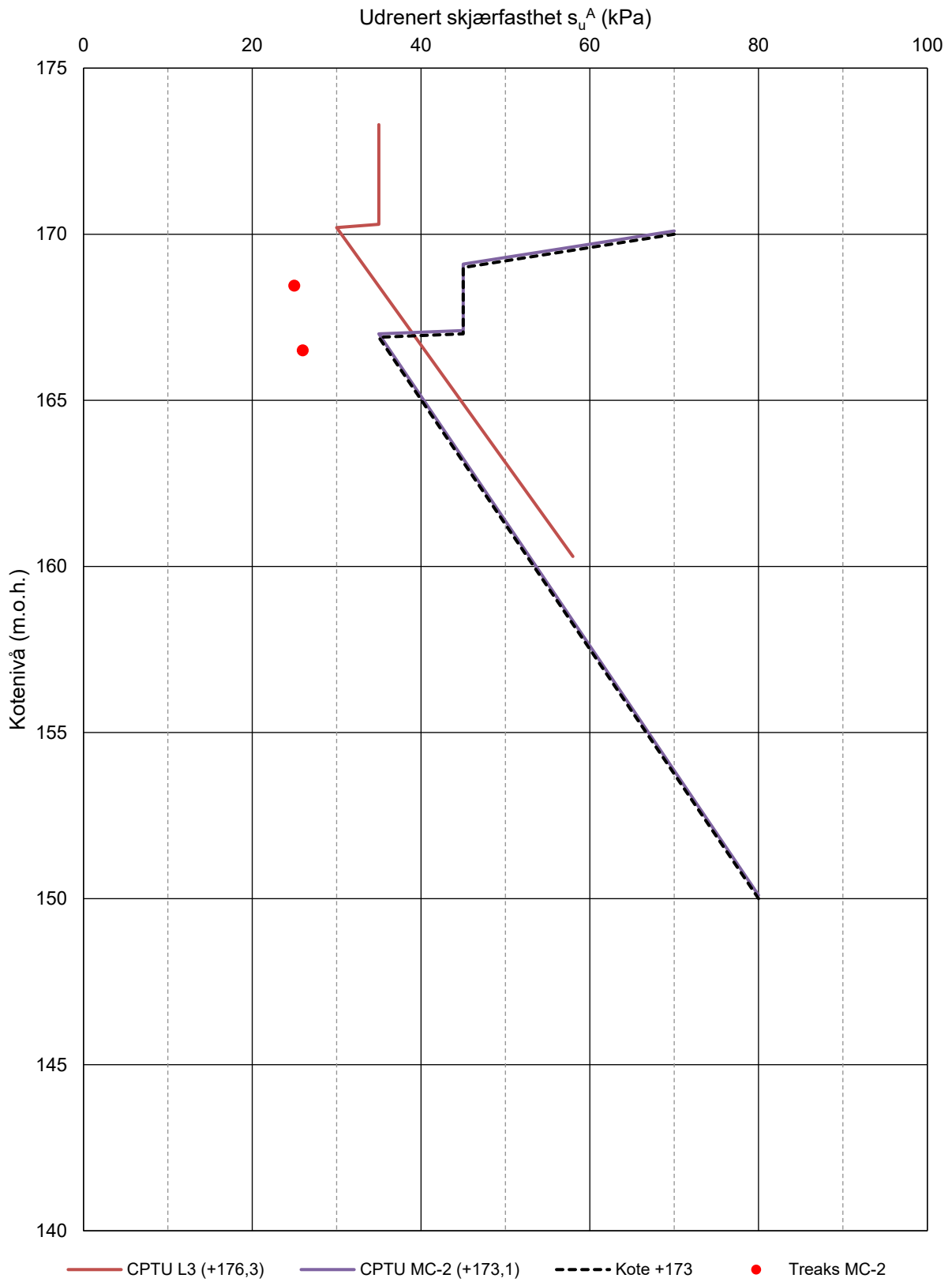
Sammenstilling tolkning av CPTU-sonderinger og resultat fra treaksialforsøk ved kirka (ca. kote +179,5)

Kote +176



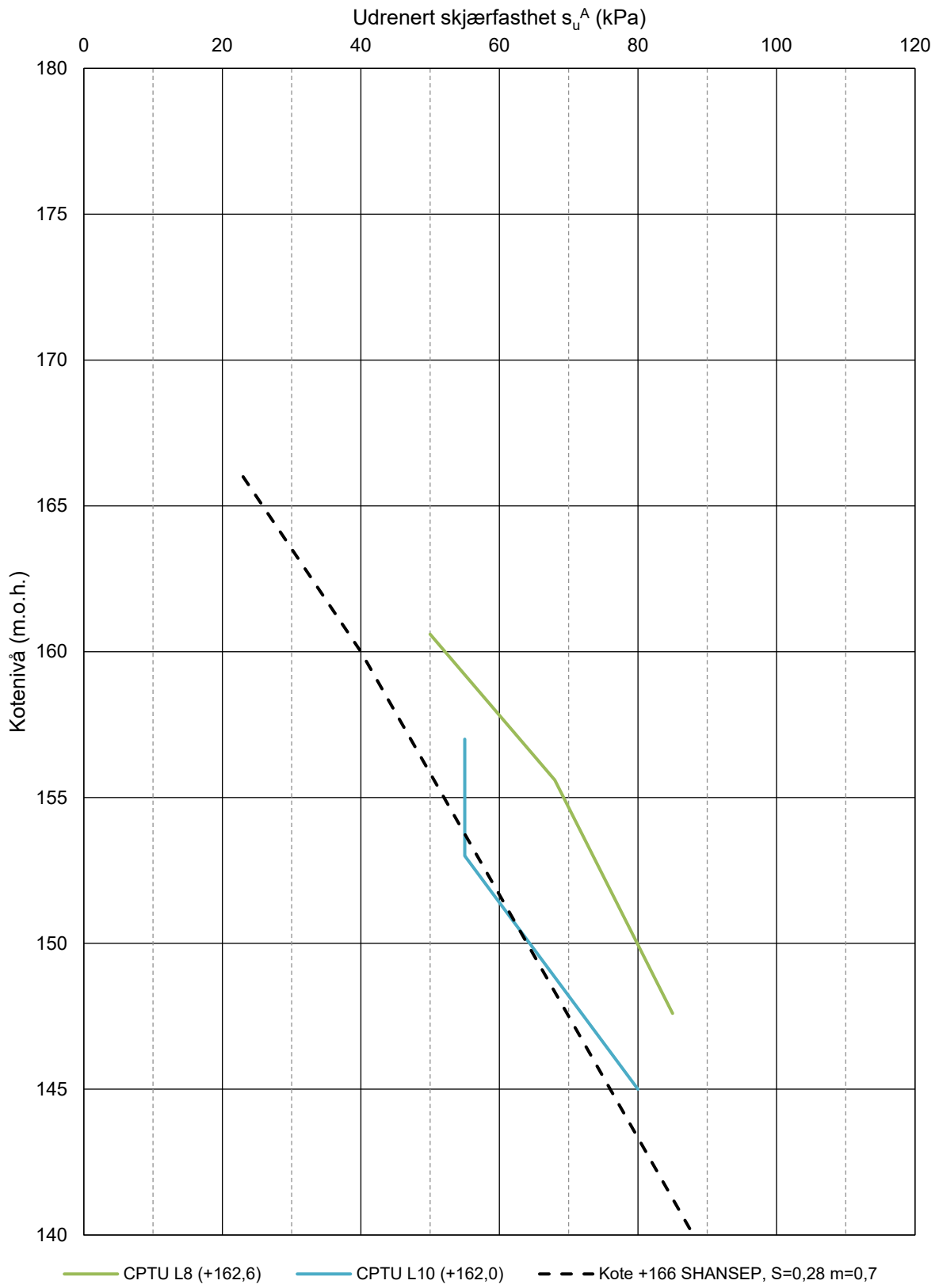
Sammenstilling tolkning av CPTU-sonderinger kote +176

Kote +173



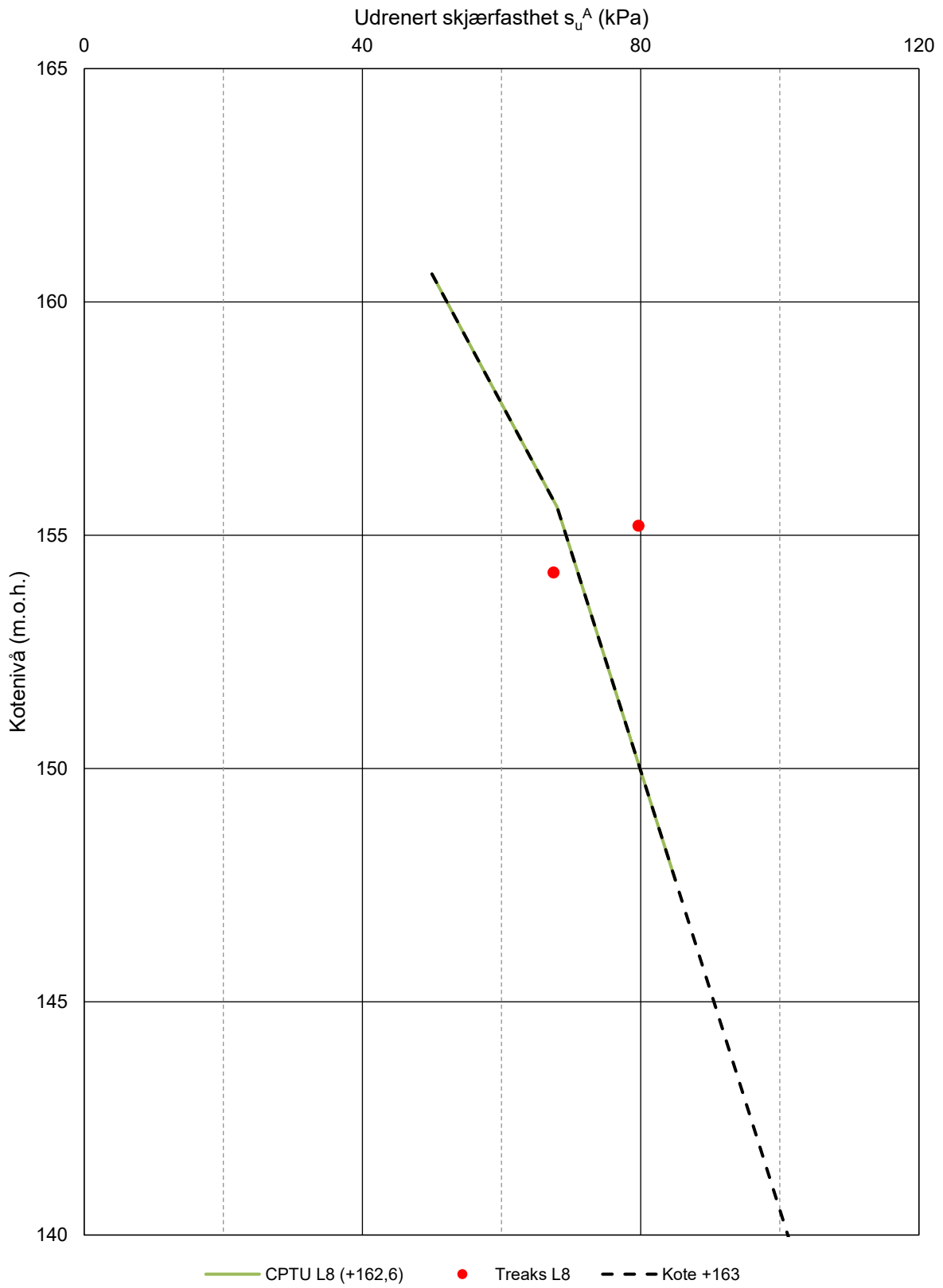
Sammenstilling tolkning av CPTU-sonderinger og resultat fra treaksialforsøk ved kote +173. Treaksialforsøk i punkt MC-2 antyder prøveforstyrrelse.

Kote +166

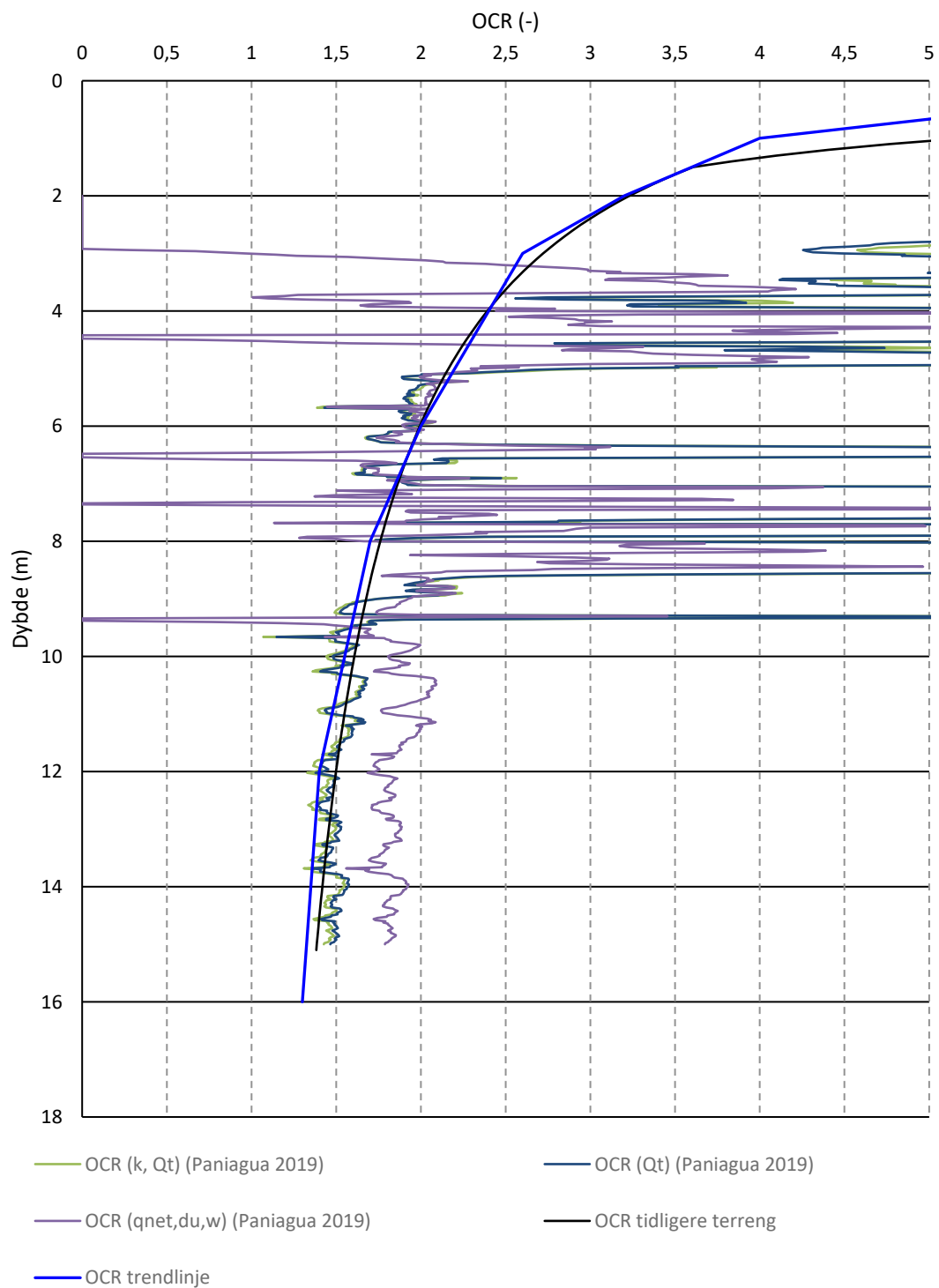


Tolkning av CPTU-sonderinger, resultater fra treaksialforsøk og Shansep for kote +166. Tidligere terreng satt til kote +186 ved bruk av SHANSEP.

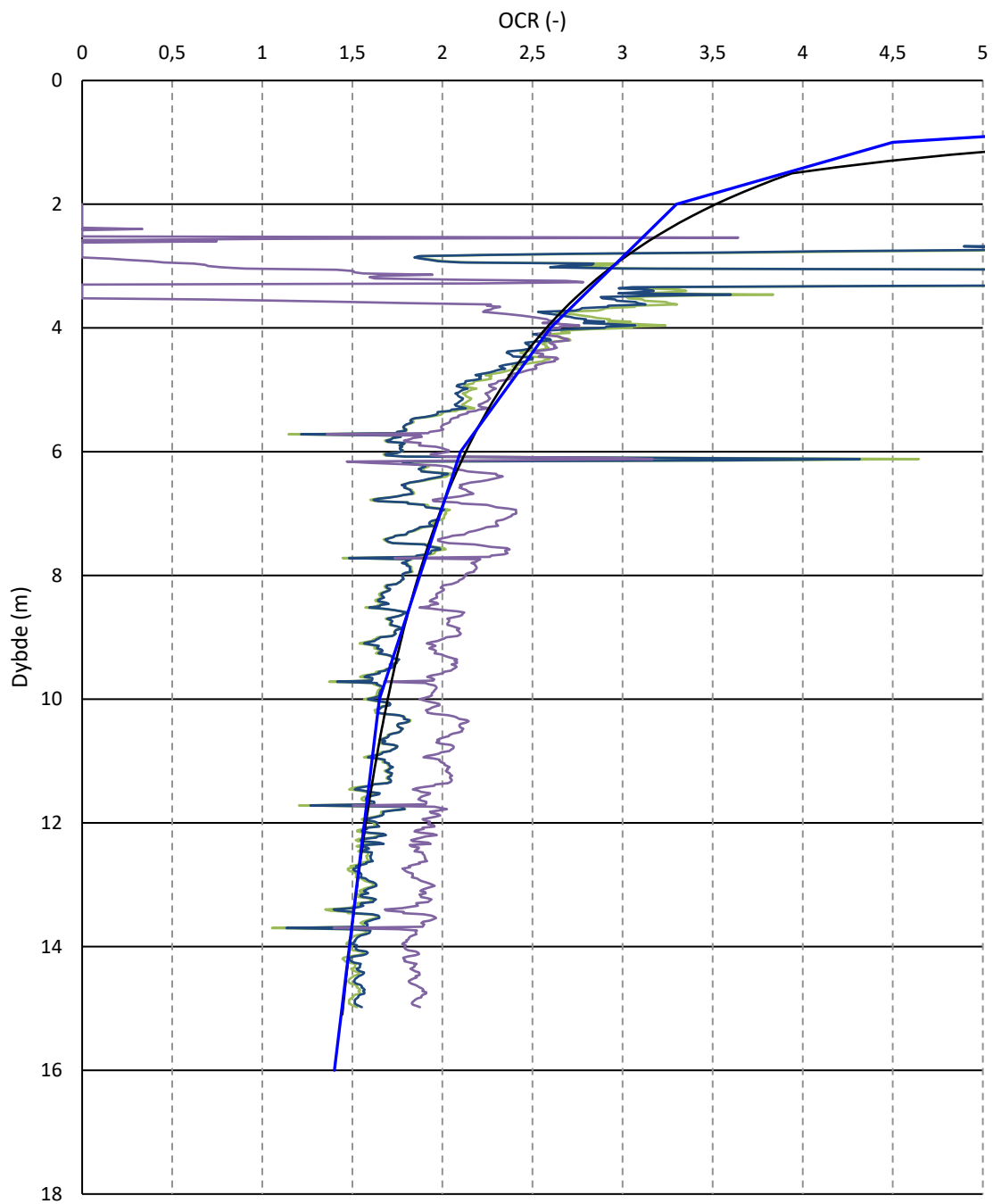
Kote +163



Tolkning av CPTU-sondering og resultater fra treaksialforsøk for kote +163



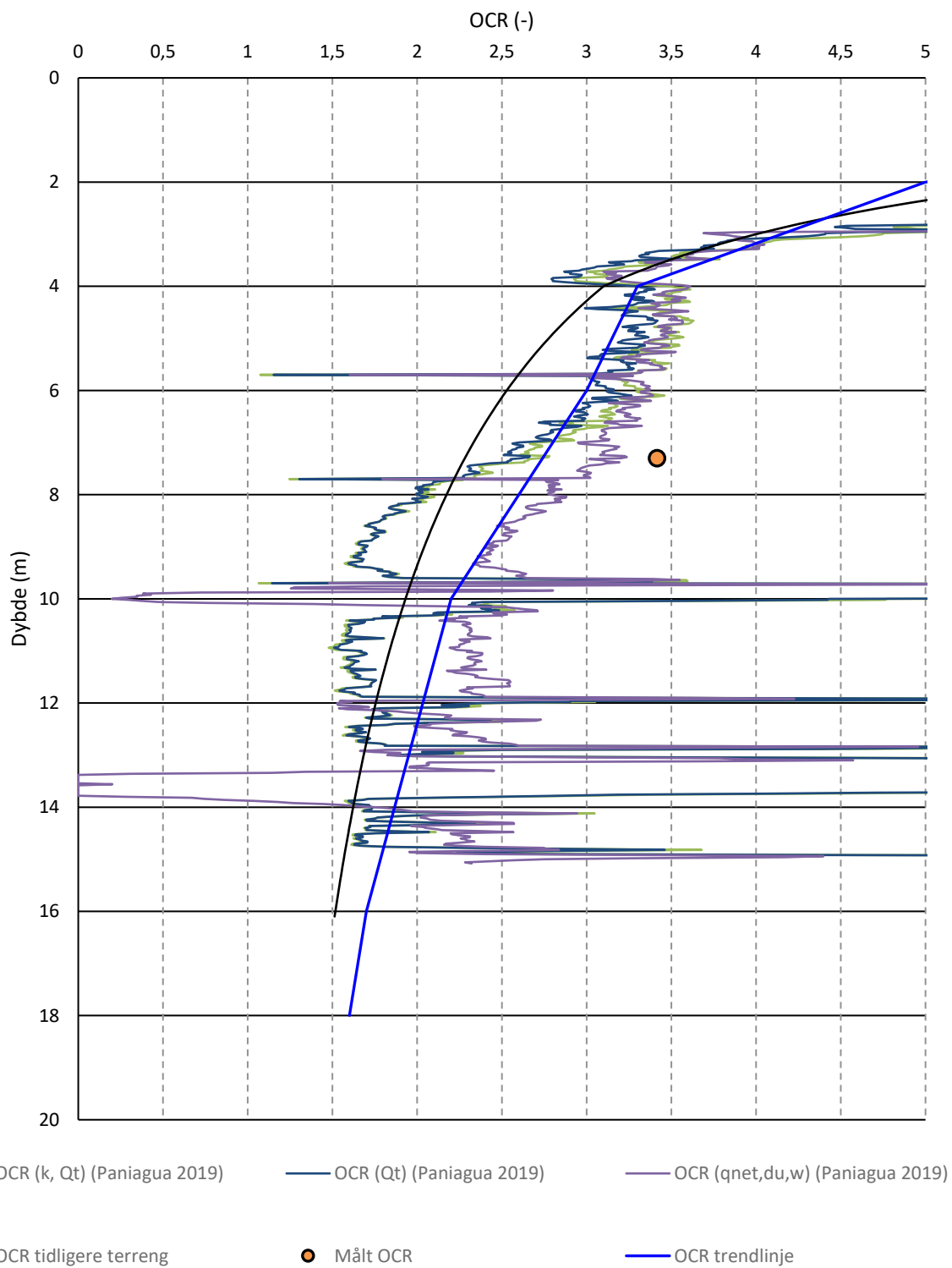
OCR-profil borpunkt L1 (kote +179,5). Blå linje viser valgt OCR-profil. OCR fra tidligere terreng på kote +191.



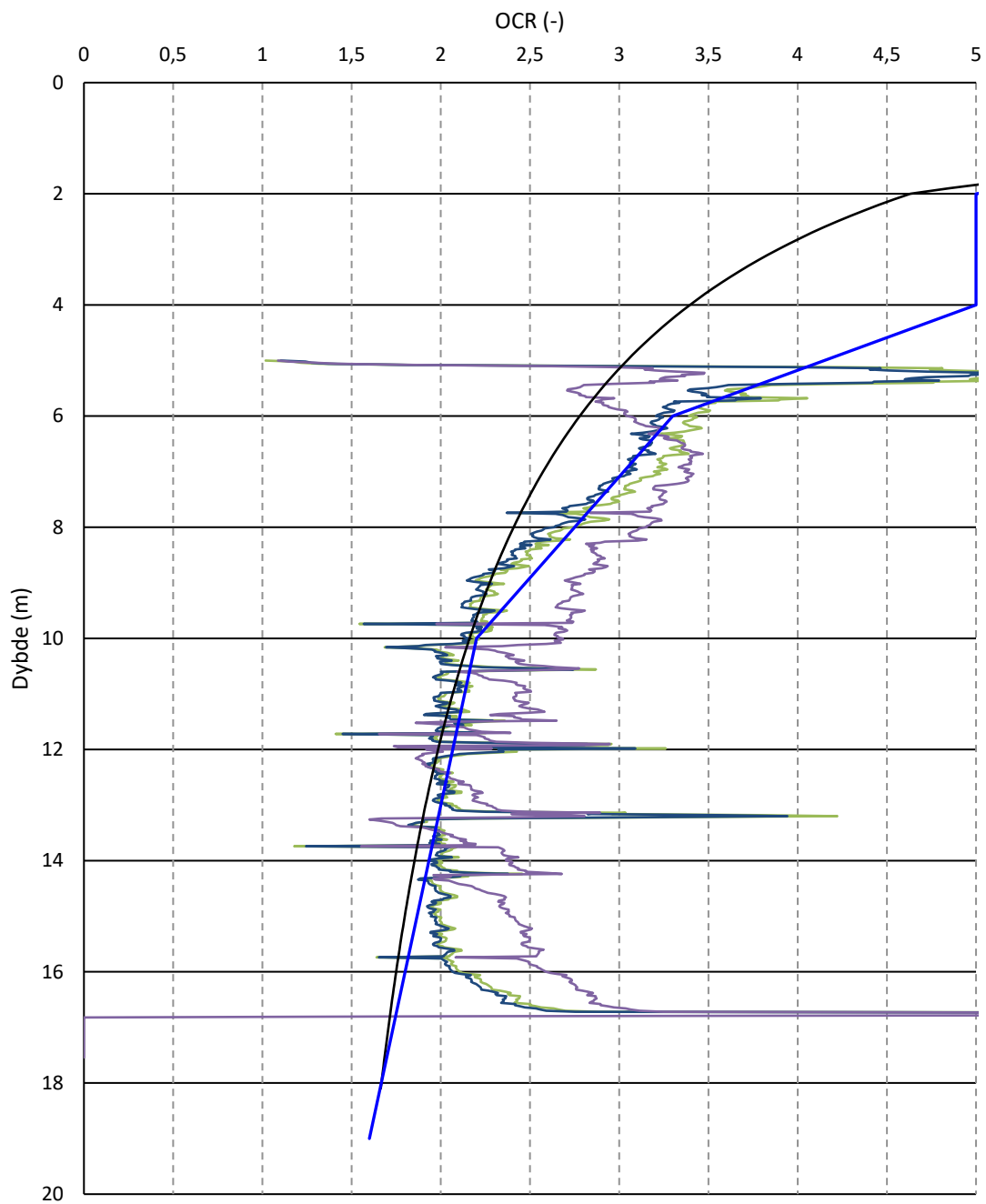
— OCR (k, Qt) (Paniagua 2019) — OCR (Qt) (Paniagua 2019) — OCR (qnet,du,w) (Paniagua 2019)

— OCR tidligere terrenng — OCR trendlinje

OCR-profil borpunkt L3 (kote +176,3). Blå linje viser valgt OCR-profil. OCR fra tidligere terrenng på kote +189.

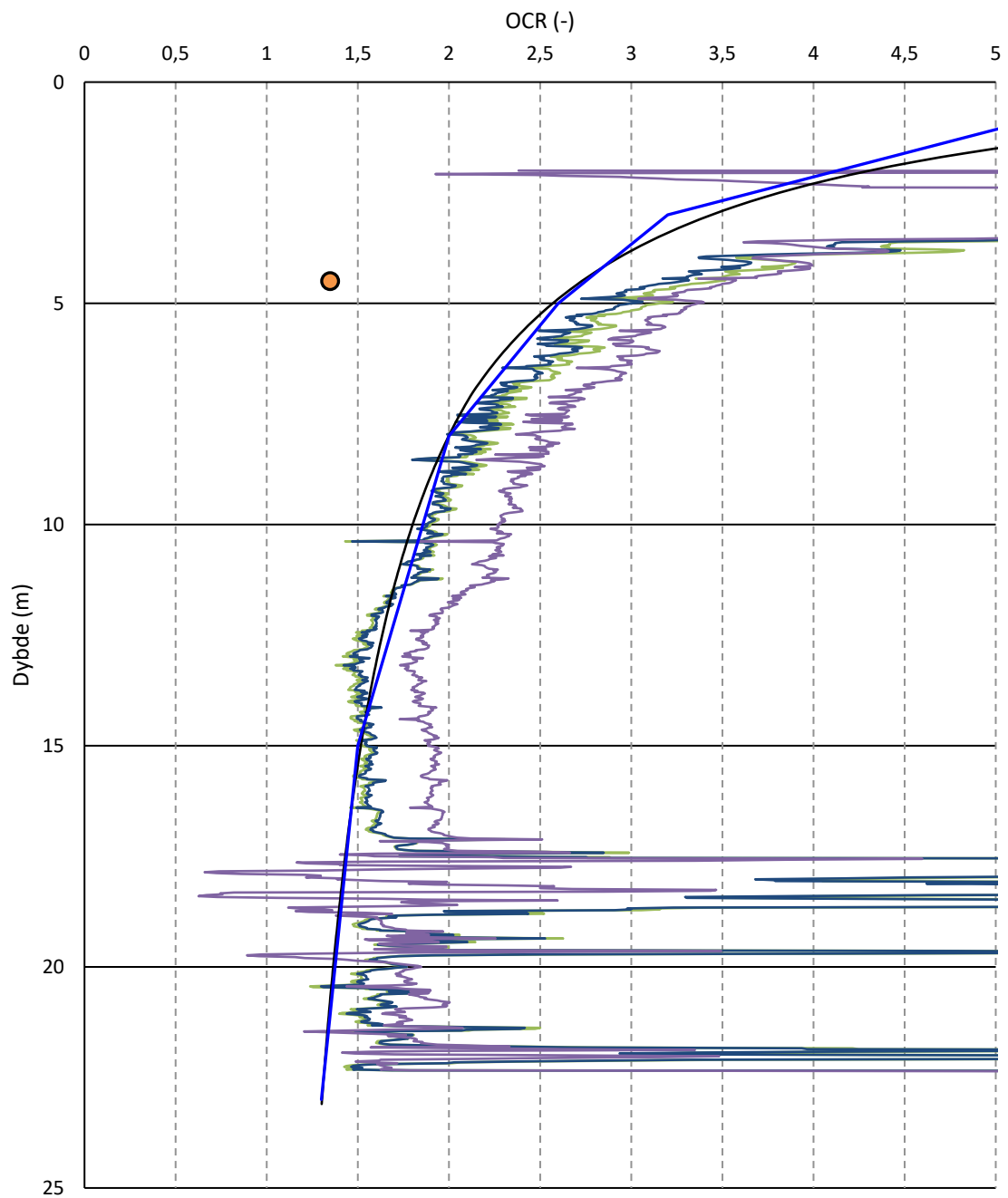


OCR-profil borpunkt L8 (kote+162,6). Blå linje viser valgt OCR-profil. OCR fra tidligere terrenng på kote +190



- OCR (k, Qt) (Paniagua 2019)
- OCR (Qt) (Paniagua 2019)
- OCR (qnet,du,w) (Paniagua 2019)
- OCR tidligere terreng
- OCR trendlinje

OCR-profil borpunkt L10 (kote +162). Blå linje viser valgt OCR-profil. OCR fra tidligere terreng på kote +180.




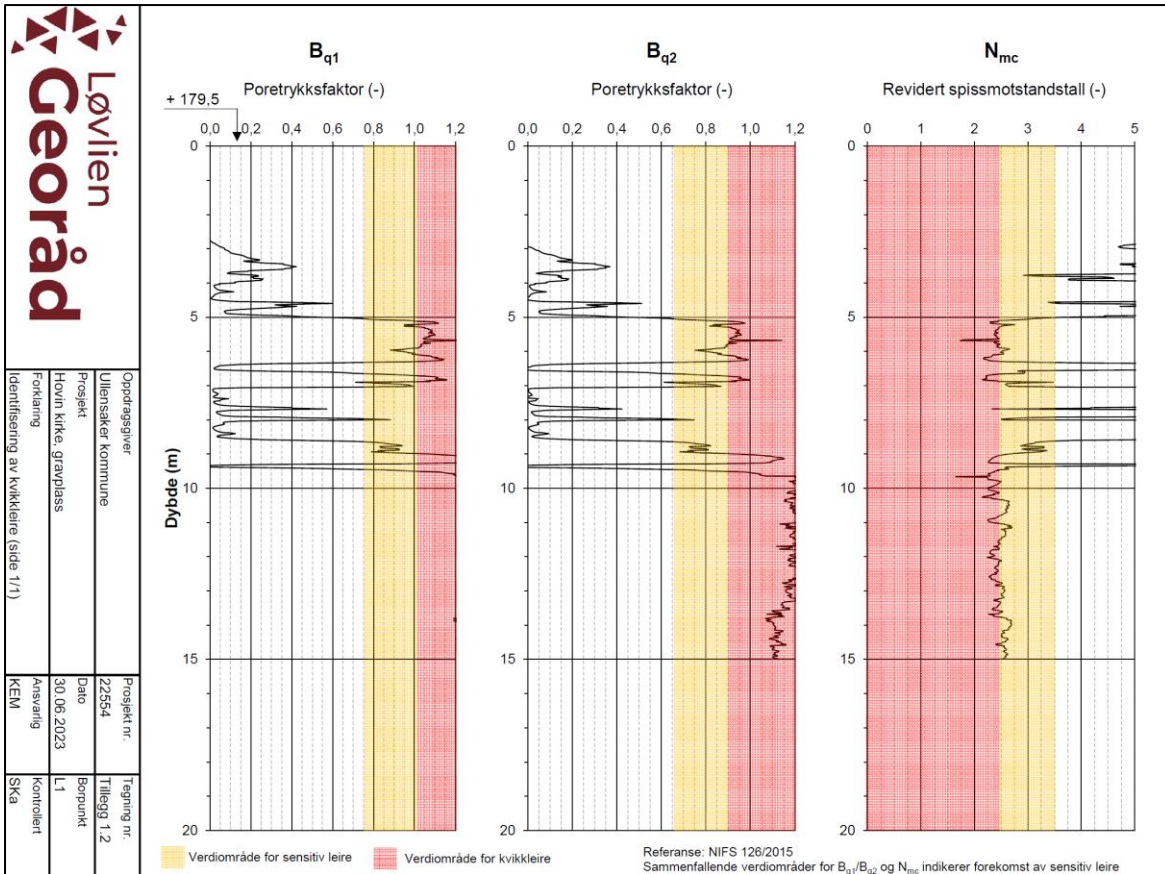
— OCR (k, Qt) (Paniagua 2019)
 — OCR (Qt) (Paniagua 2019)
 — OCR (qnet,du,w) (Paniagua 2019)
— OCR tidligere terreng
 ● Målt OCR
— OCR trendlinje

OCR-profil borpunkt MC-2 (kote +173,1). Blå linje viser valgt OCR-profil. OCR fra tidligere terreng på kote +187.

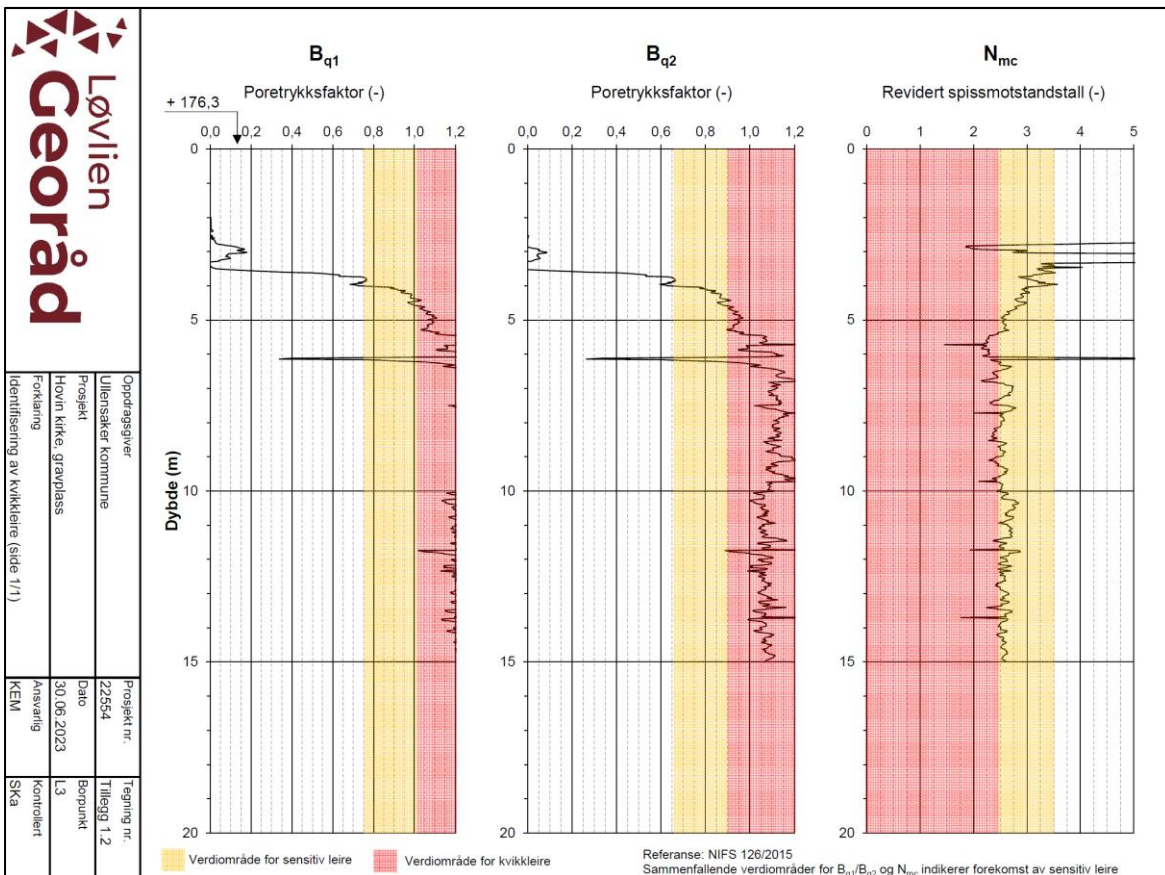
Tillegg 1.2

Tolkning av sprøbruddmateriale fra CPTu iht. NIFS 126/2015

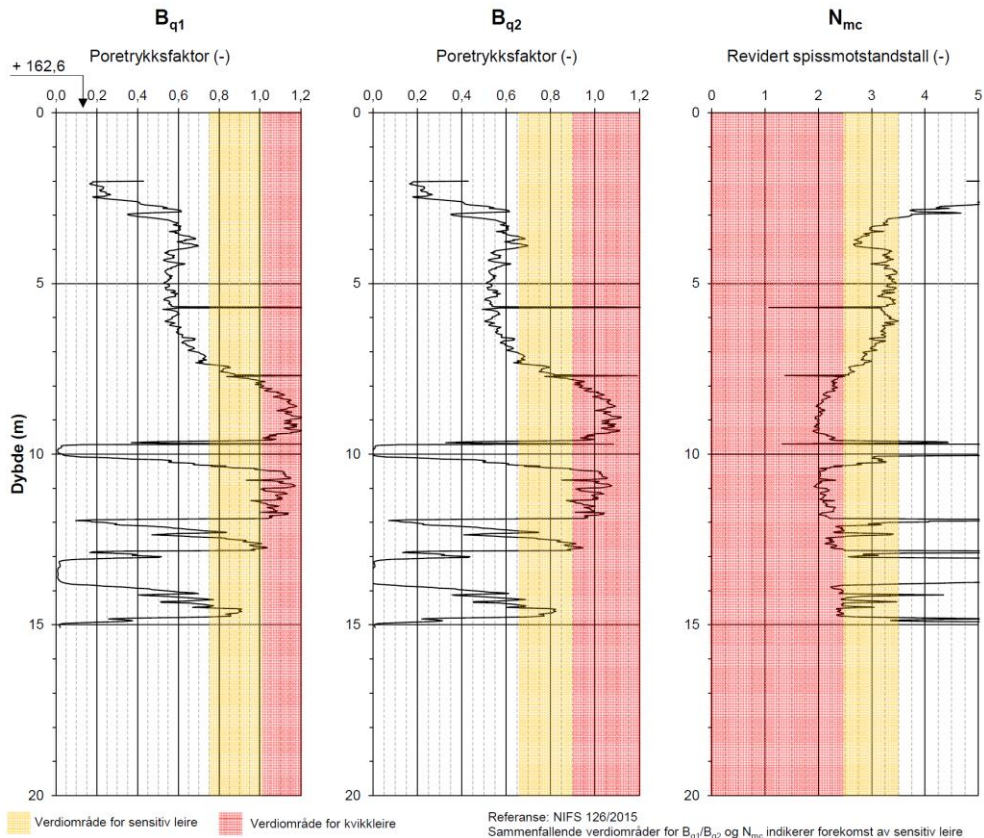
 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ullensaker kommune	Prosjekt nr. 22554	Tillegg nr. 1.2
	Prosjekt Hovin kirke, gravplass	Dato 30.06.2023	Revisjon 00
	Tittel Tolkning av sprøbruddmateriale fra CPTu iht. NIFS 126/2015	Ansvarlig KEM	Kontrollert SKa



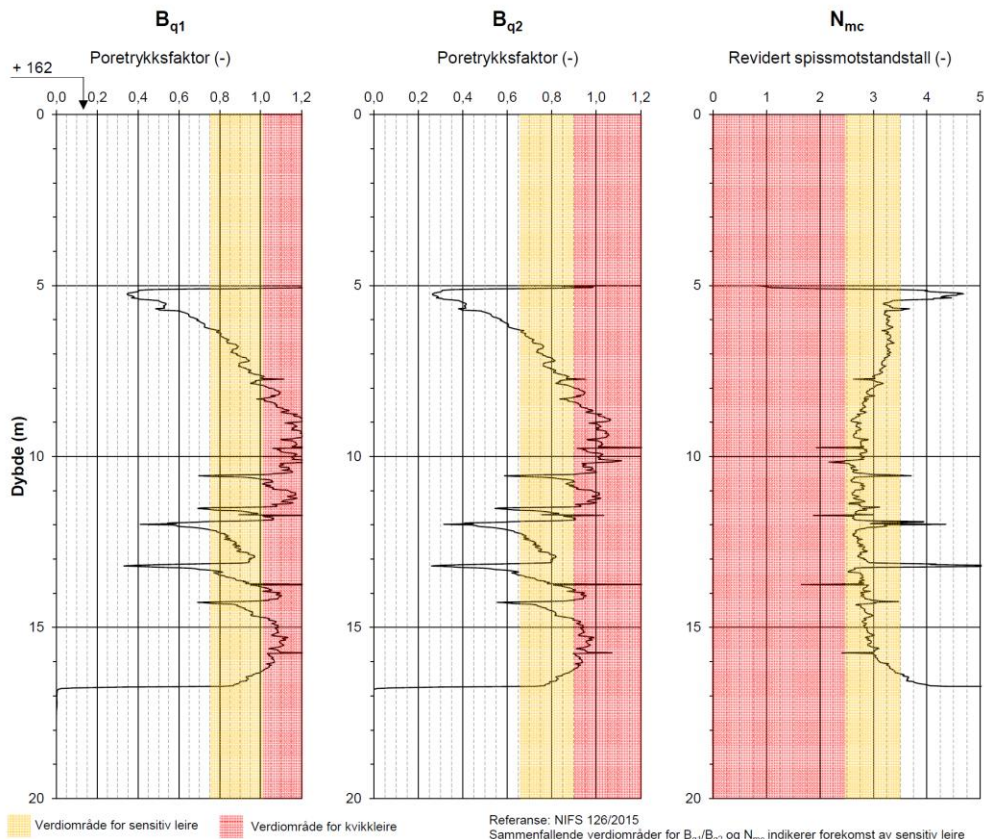
CPTu punkt L1 (B_{q1} er større enn 1,2 fra ca. 10 meters dybde)



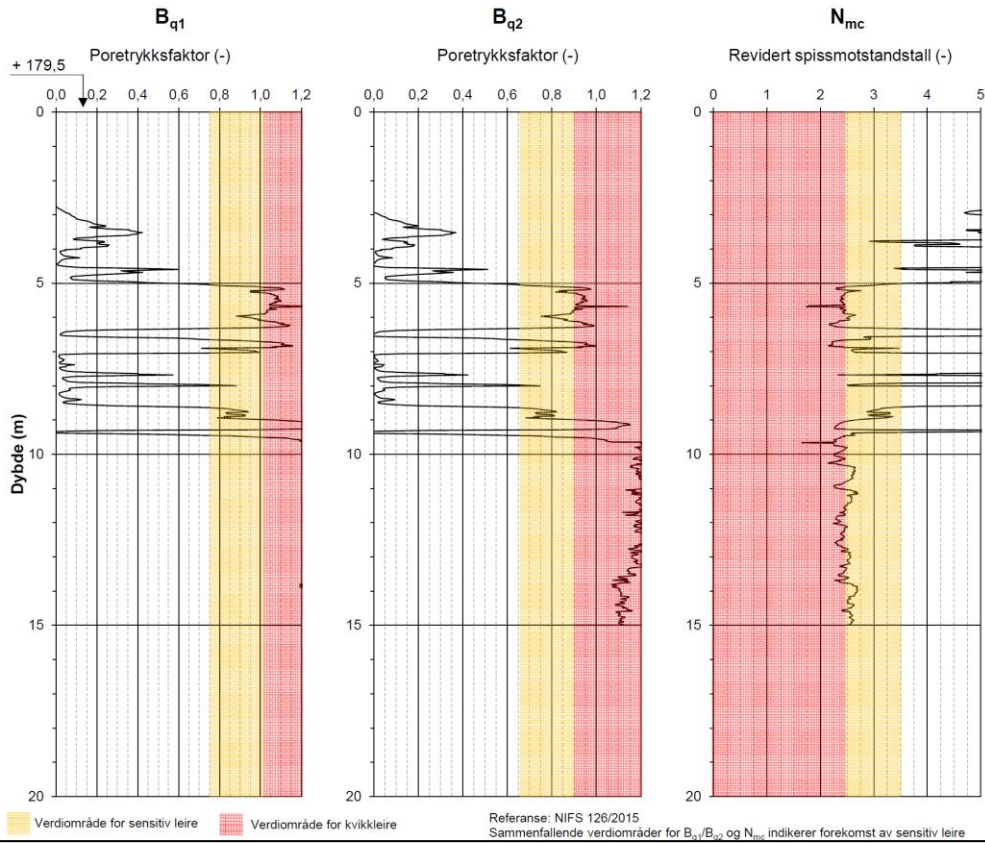
CPTu punkt L3



CPTu punkt L8




CPTu punkt L10



CPTu punkt MC-2

Tillegg 1.3

Tolkning av treaksialforsøk

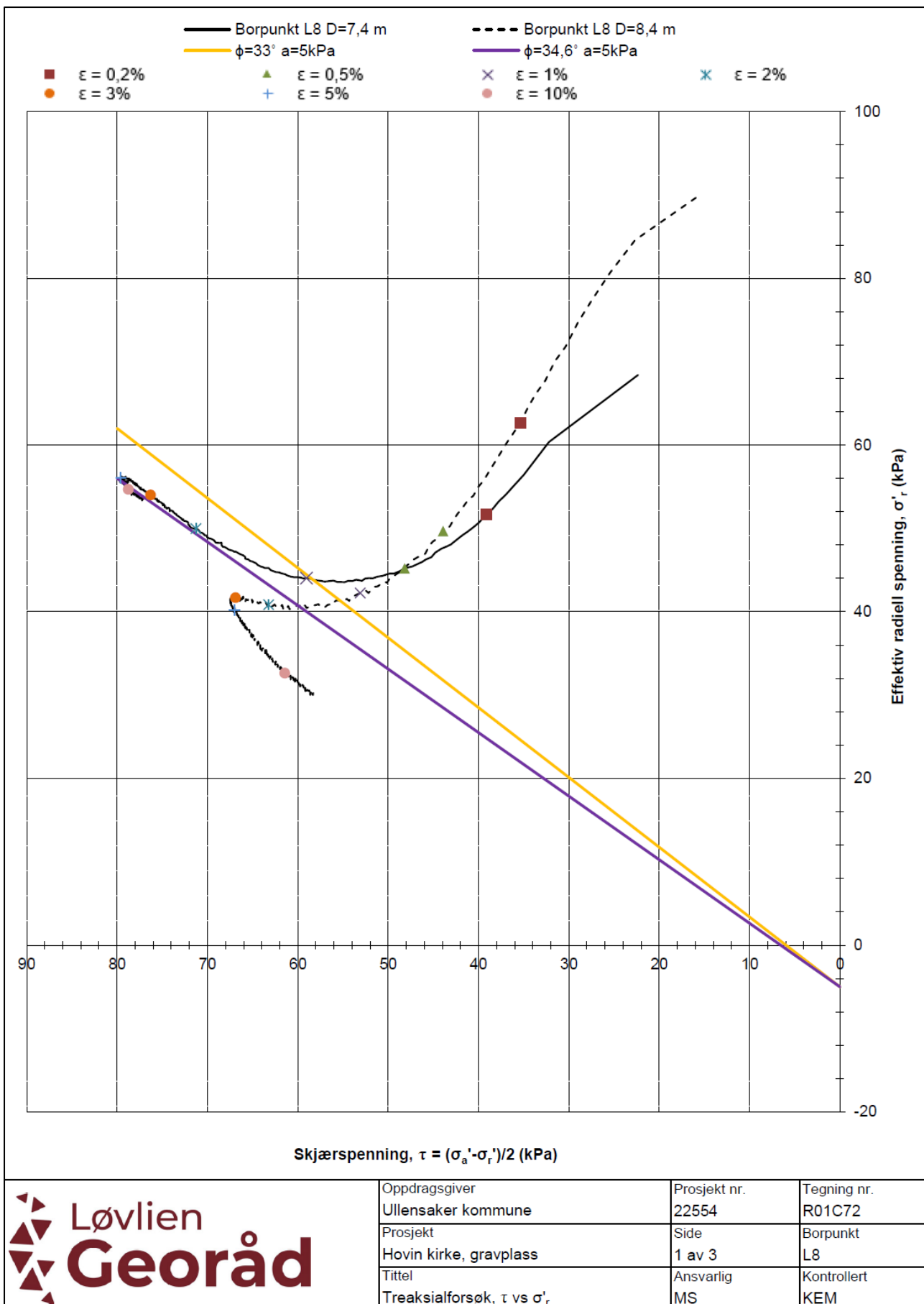
 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ullensaker kommune	Prosjekt nr. 22554	Tillegg nr. 1.3
	Prosjekt Hovin kirke, gravplass	Dato 30.06.2023	Revisjon 00
	Tittel Tolkning av treaksialforsøk	Ansvarlig KEM	Kontrollert SKa

Sammenstilling treaksialforsøk

Punkt	Dybde (m)	Kote	Type forsøk	$\Delta V/V_0$ (%)	$\Delta e/e_0$ (-)	OCR (-)	σ_a (kPa)	σ_r (kPa)	K_0 (-)	Målt s_u^A (kPa)	Brudd.tøyn. ε_f (%)	B
L8	7,4	155,2	CAUC	1,08	0,024	2,6	113,1	68,4	0,60	79,7	5,74	0,95
L8	8,4	154,2	CAUC	2,27	0,050	2,4	121,6	89,7	0,74	67,5	3,63	0,90
MC-2	4,65	168,45	CAUC	4,75	0,096	3	62,6	38,8	0,62	24	7	
MC-2	6,6	166,5	CAUC	7,03	0,14	2,6	78,5	47,8	0,61	26	8	

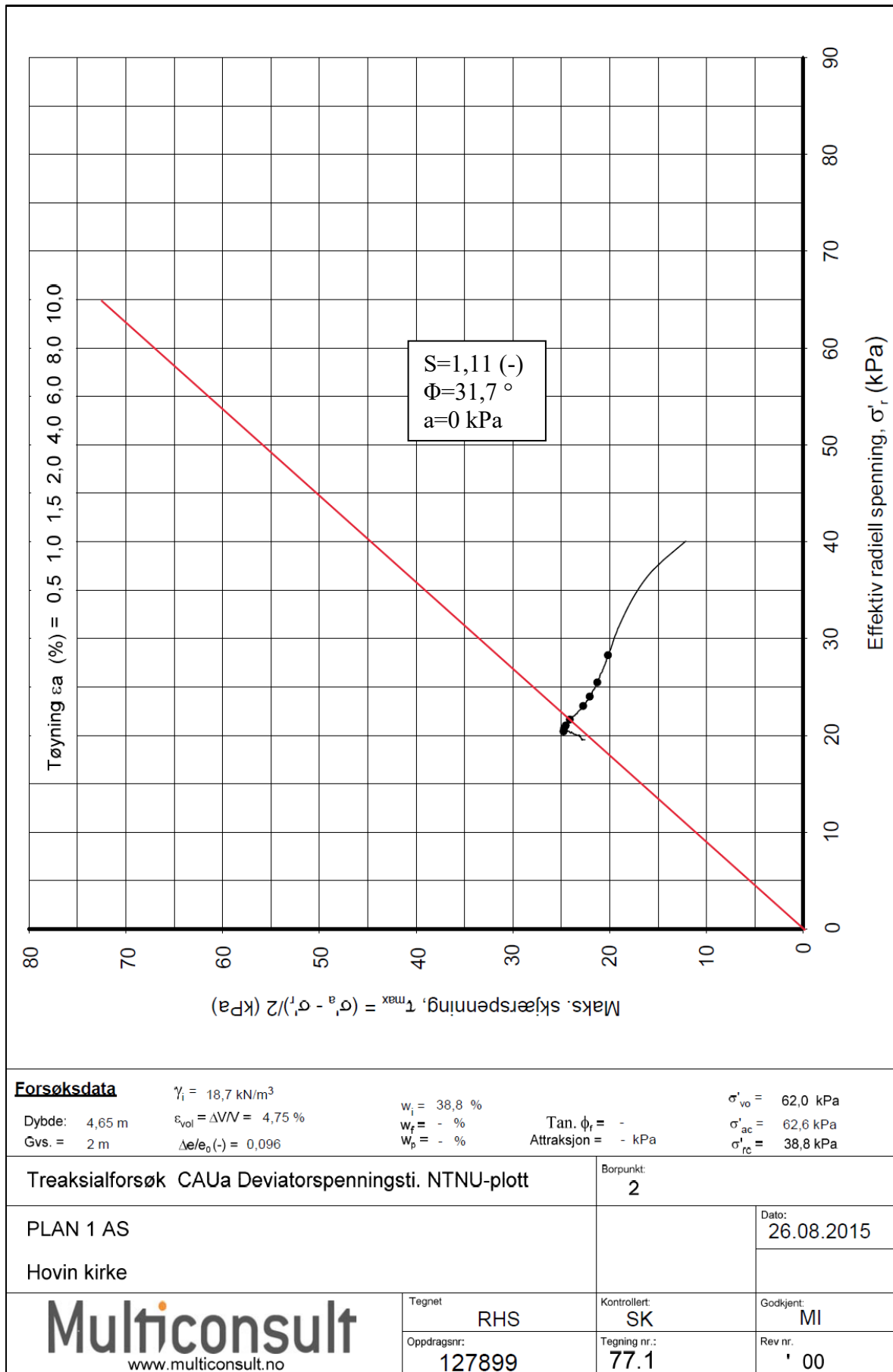
Sammenstilling kvalitet

Punkt	Forsøkskvalitet ut fra utpresset porevann (jfr. Tabell 2-4 i Statens vegvesen håndbok V220)	Forsøkskvalitet ut fra OCR og porettall (jfr. Tabell 6 i NGF melding nr. 11)
L8_7,4	Meget god til ypperlig	Veldig god til utmerket
L8_8,4	God til bra	Dårlig
MC-2_4,65	Dårlig	Dårlig
MC-2_6,6	Dårlig	Veldig dårlig

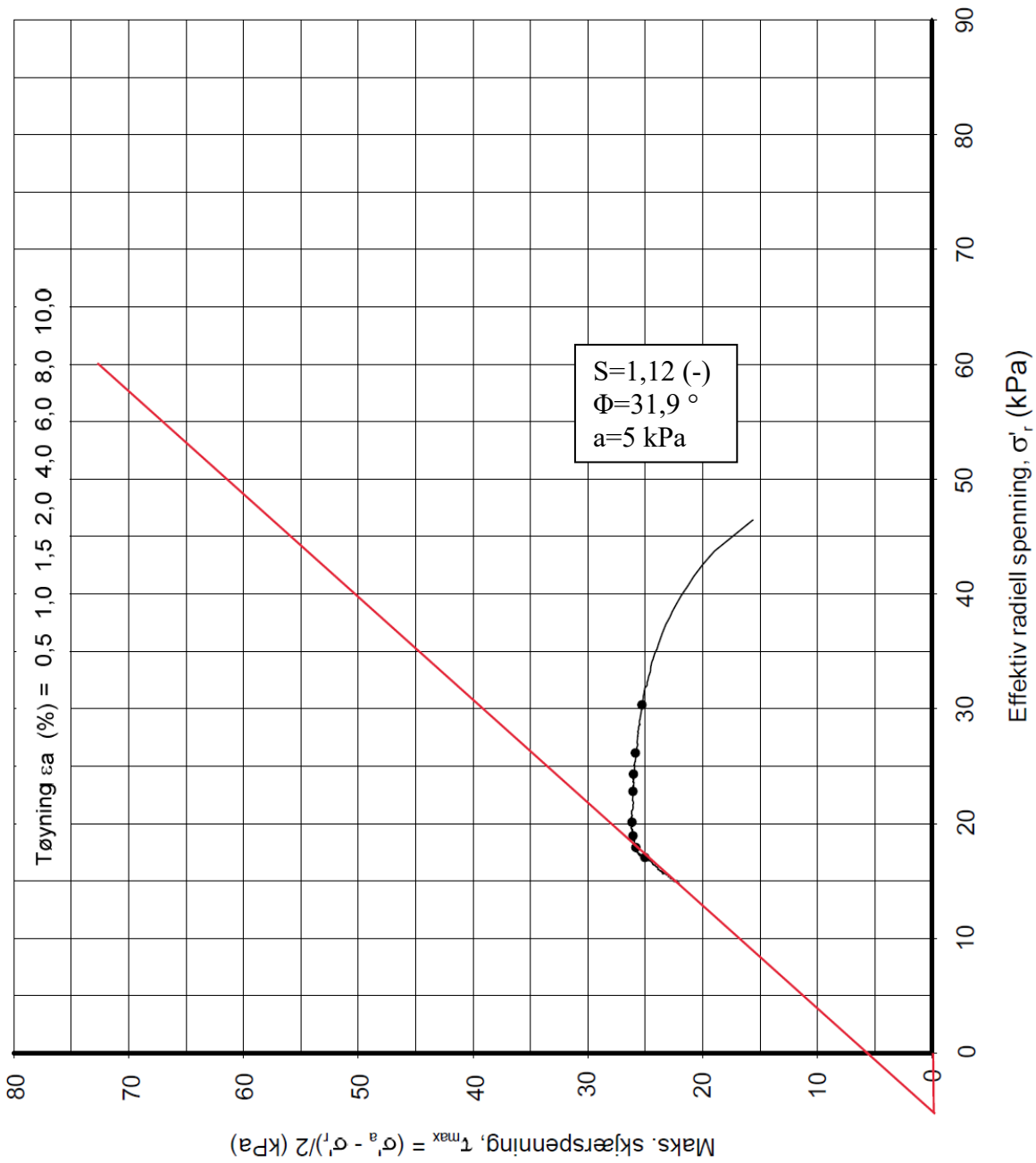


Oppdragsgiver Ullensaker kommune	Prosjekt nr. 22554	Tegning nr. R01C72
Prosjekt Hovin kirke, gravplass	Side 1 av 3	Borpunkt L8
Tittel Treaksialforsøk, τ vs σ'_r	Ansvarlig MS	Kontrollert KEM

Treaksialforsøk punkt L8, dybde 7,4 og 8,4 m



Treaksialforsøk punkt MC-2, dybde 4,65 m



Forsøksdata

$\gamma_i = 18,1 \text{ kN/m}^3$
 $w_i = 36,0 \%$
 $\sigma'_{vo} = 79,0 \text{ kPa}$
 Dybde: 6,60 m $\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 7,03 \%$
 $w_f = - \%$
 $\sigma'_{ac} = 78,5 \text{ kPa}$
 Gvs. = 2 m $\Delta e/e_0 (-) = 0,140$
 $w_p = - \%$
 Tan. $\phi_f = -$
 Attraksjon = - kPa $\sigma'_{rc} = 47,8 \text{ kPa}$

Treaksialforsøk CAUa Deviatorspenningsti. NTNU-plott

Borpunkt:
2

PLAN 1 AS

Dato:
26.08.2015

Hovin kirke

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet
RHS
Oppdragsnr:
127899


Kontrollert:
SK
Tegning nr.:
78.1

Godkjent:
MI
Rev nr.
' 00

Treaksialforsøk punkt MC-2, dybde 6,6 m

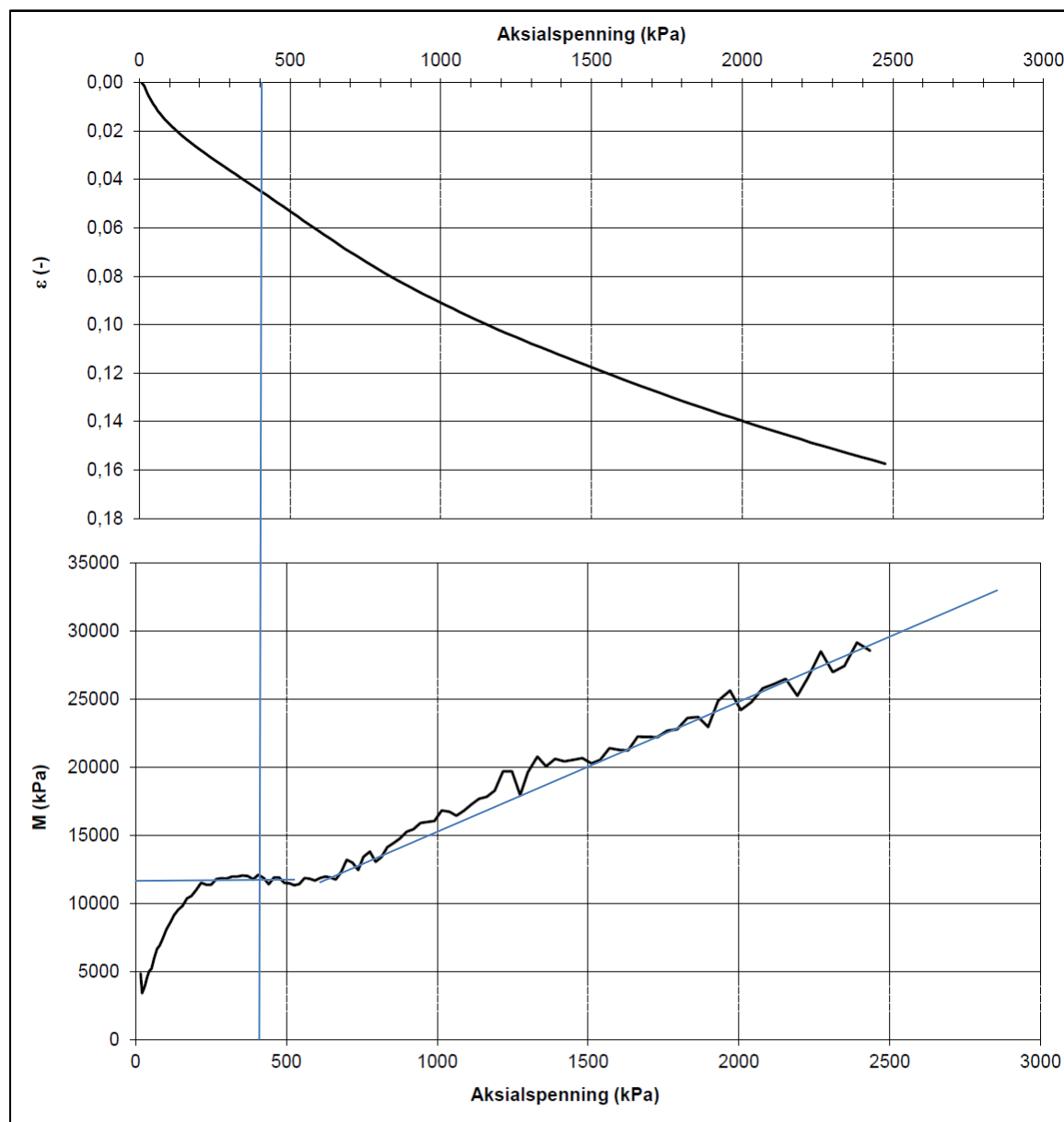
Tillegg 1.4

Tolkning av ødometerforsøk

 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ullensaker kommune	Prosjekt nr. 22554	Tillegg nr. 1.4
	Prosjekt Hovin kirke, gravplass	Dato 30.06.2023	Revisjon 00
	Tittel Tolkning av ødometerforsøk	Ansvarlig KEM	Kontrollert SKa

Sammenstilling ødometerforsøk

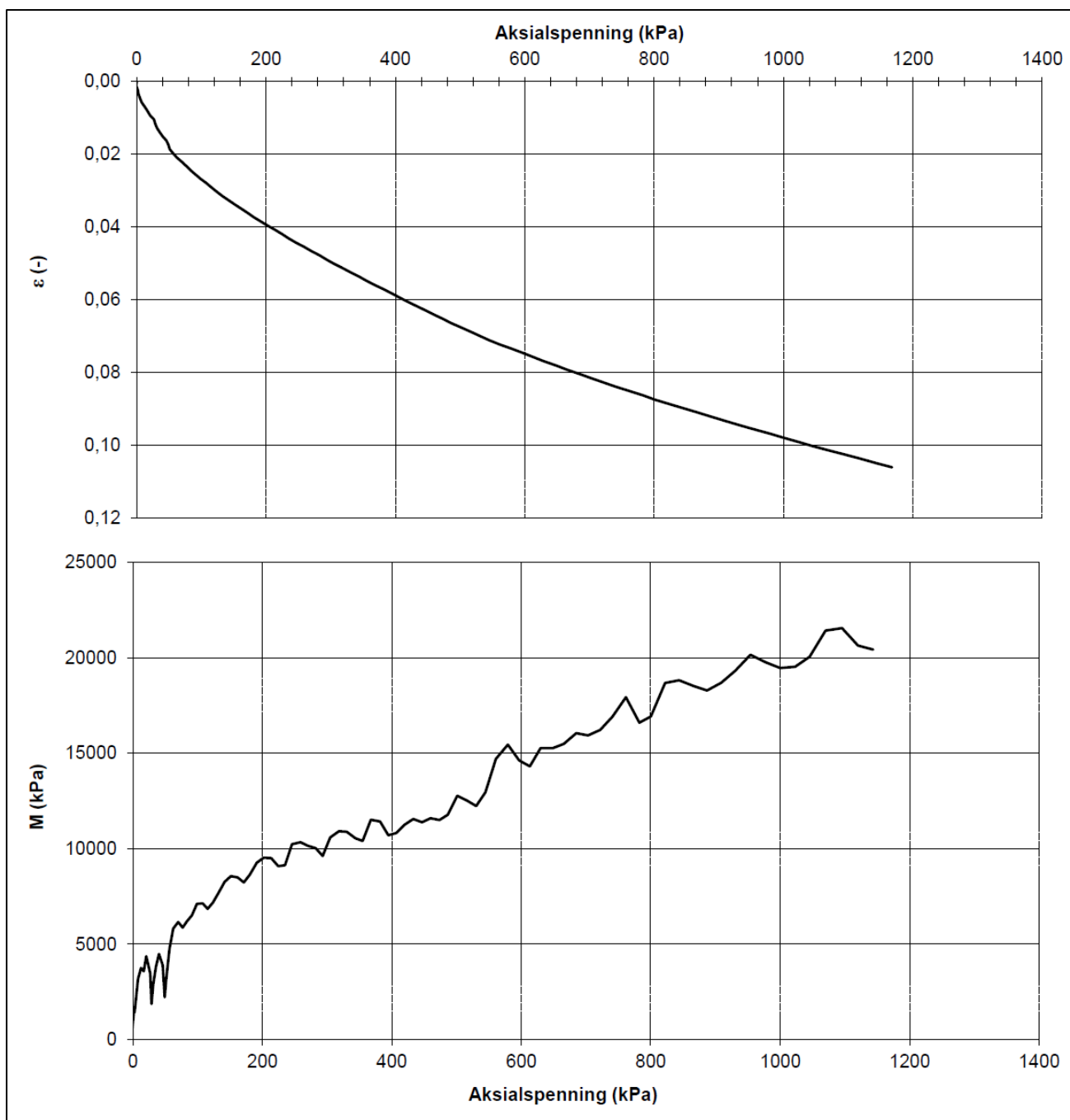
Punkt	Dybde (m)	Kote (m.o.h)	p_0' (kPa)	p_c' (kPa)	M_{oc} (kPa)	m (-)	OCR (-)	POP (kPa)
L8	7,3	155,3	117	400	12000	10	2,6	183
L8	10,9	151,7						
MC-2	4,5	168,6						




Dato prøvetagning	17.04.2023	Dato forsøk	08.05.2023
Dybde (m)	7,3	Prøve nr.	1
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19	Kommentar	LEIRE
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	30,8		

	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ullensaker kommune	22554	R01C61
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Hovin kirke, gravplass	1 av 2	L8
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ε & M vs σ'	MS	KMK	

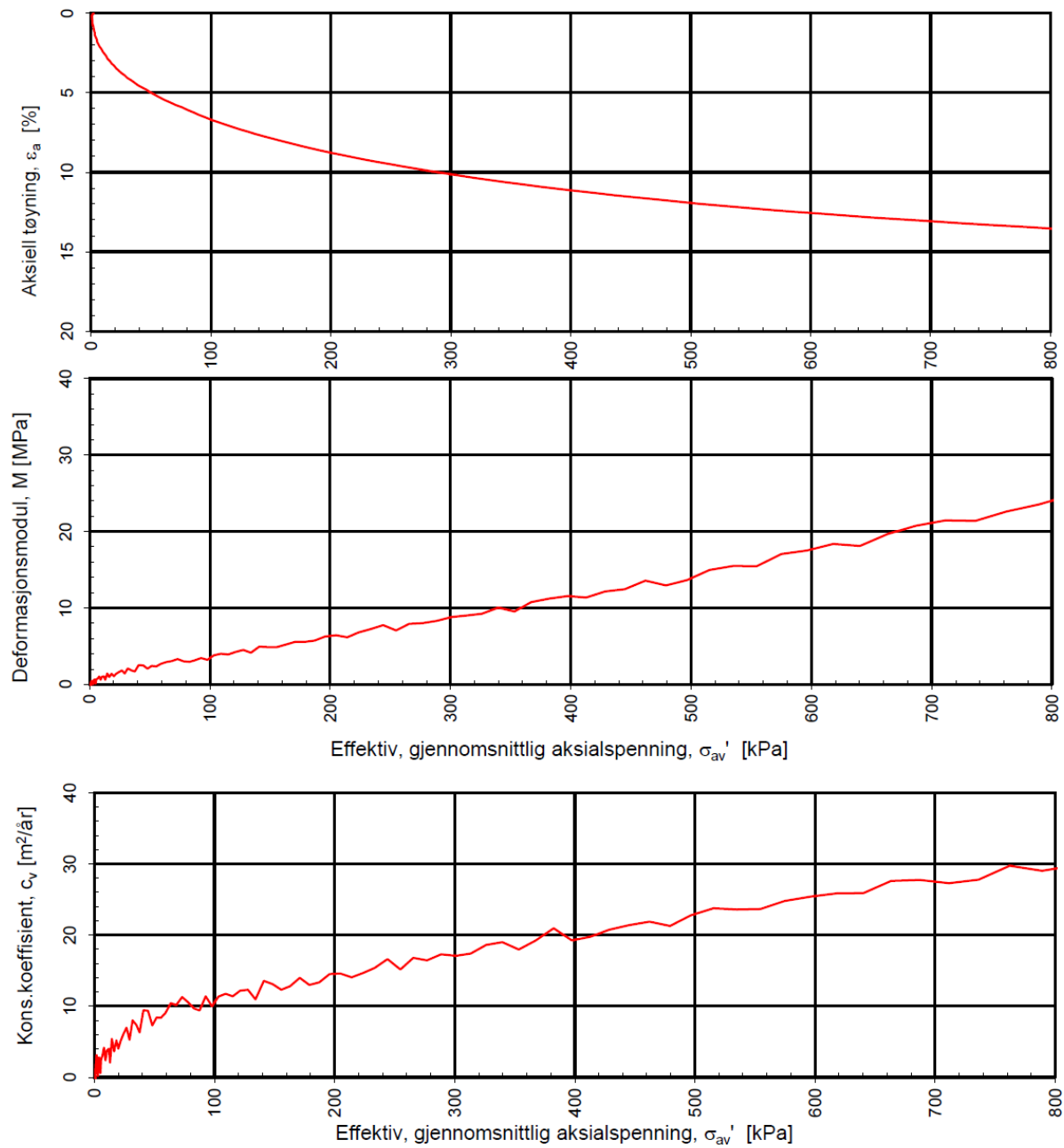
Ødometerforsøk punkt L8, dybde 7,3 meter



Dato prøvetagning	17.04.2023	Dato forsøk	08.05.2023
Dybde (m)	10,9	Prøve nr.	3
Tyngdetetthet ved start av prøving γ (kN/m ³)	19,2	Kommentar	KVIKKLEIRE, siltlag gjennomgående
Vanninnhold ved start av prøving w (%)	30		
	Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Tegning nr.
	Ullensaker kommune	22554	R01C62
	Prosjekt	Side	Borpunkt
	Hovin kirke, gravplass	1 av 2	L8
Tittel	Ansvarlig	Kontrollert	
Ødometerforsøk, ε & M vs σ'	MS	KMK	

Ødometerforsøk punkt L8, dybde 10,9 meter

Effektiv gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm³): **1,97**
 Vanninnhold w (%): **34,84** Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa): **62,7**

PLAN 1 AS
Hovin kirke

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

Tegningens filnavn:

.xlsx



MULTICONSULT AS
 Box 265 Skøyen
 N-0213 OSLO
 Tlf.: 21 58 50 00


Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	Godkjent: MI Programrevisjon: 07.01.2014
24.08.2015	4,50	2	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	
1	UT	GUOO	
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	
127899	75.1	CRS	

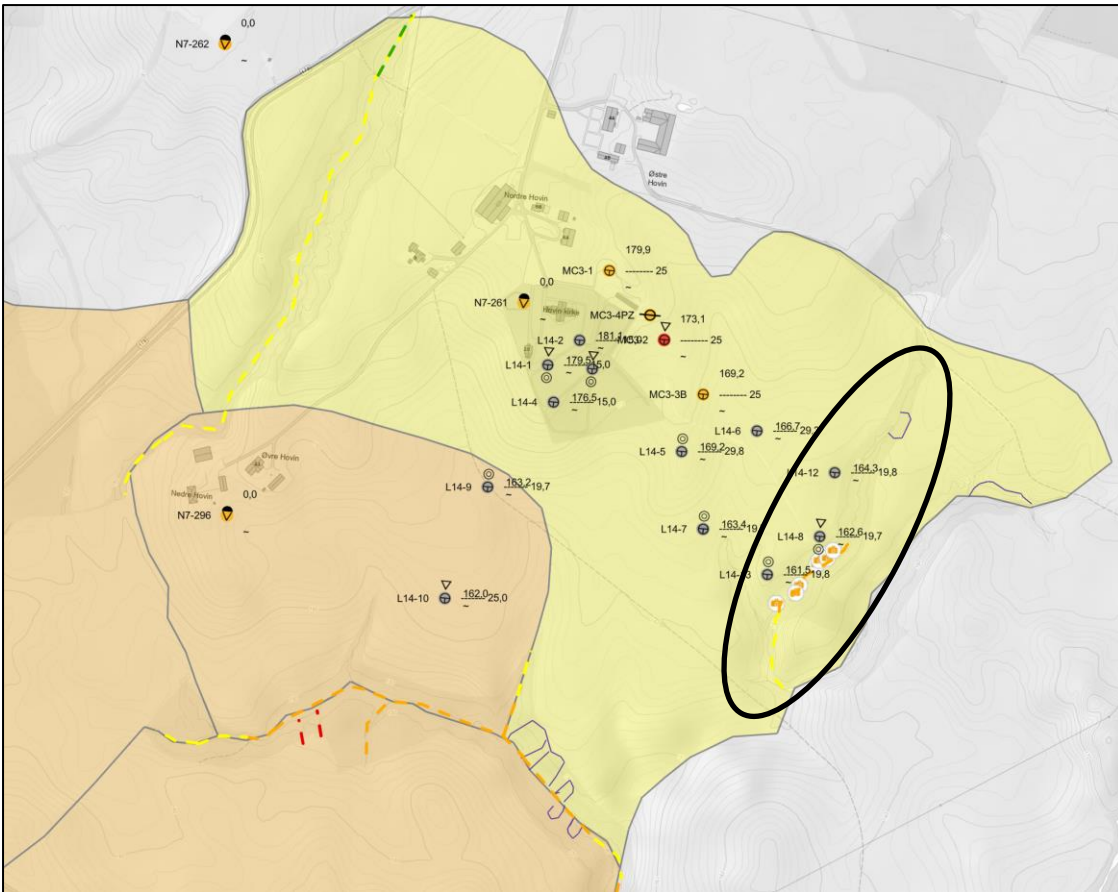
Ødometerforsøk punkt MC-2, dybde 4,5 meter

Tillegg 1.5

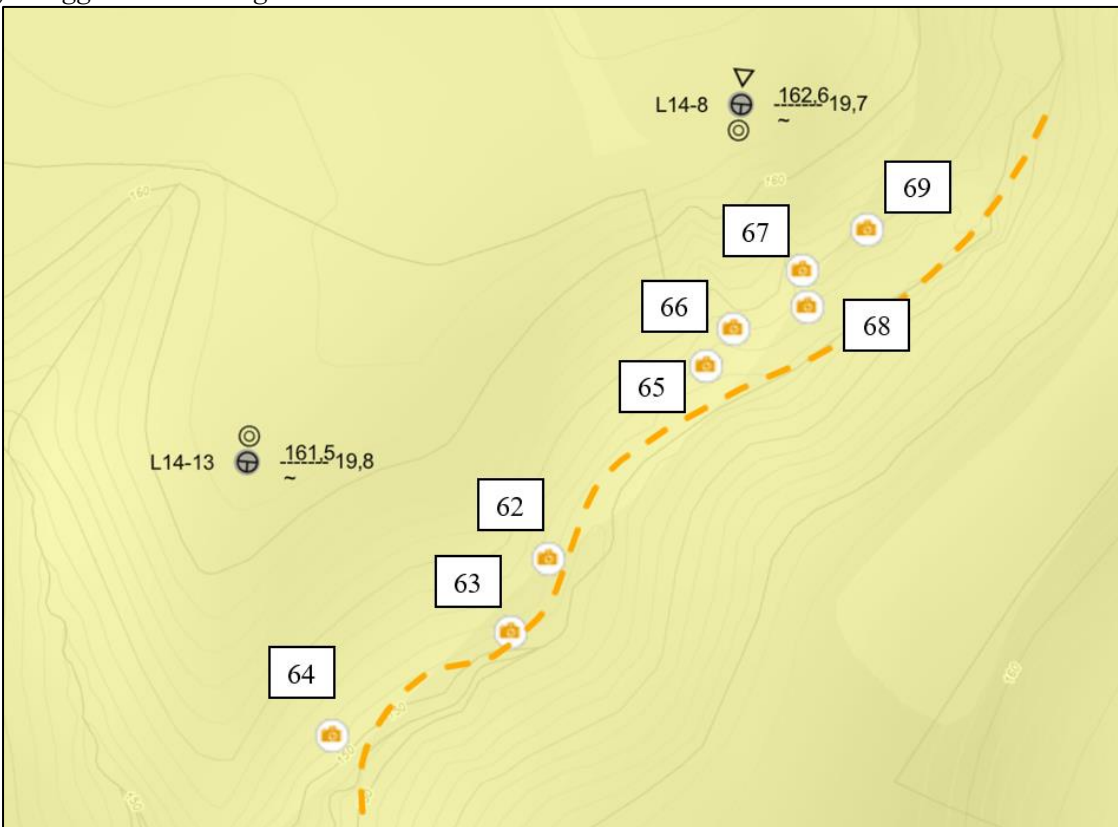
Bilder fra befaring

Alle bilder er hentet fra Multiconsult sine befaringer i forbindelse med prosjektet *Forenklet
soneutredning Ullensaker*

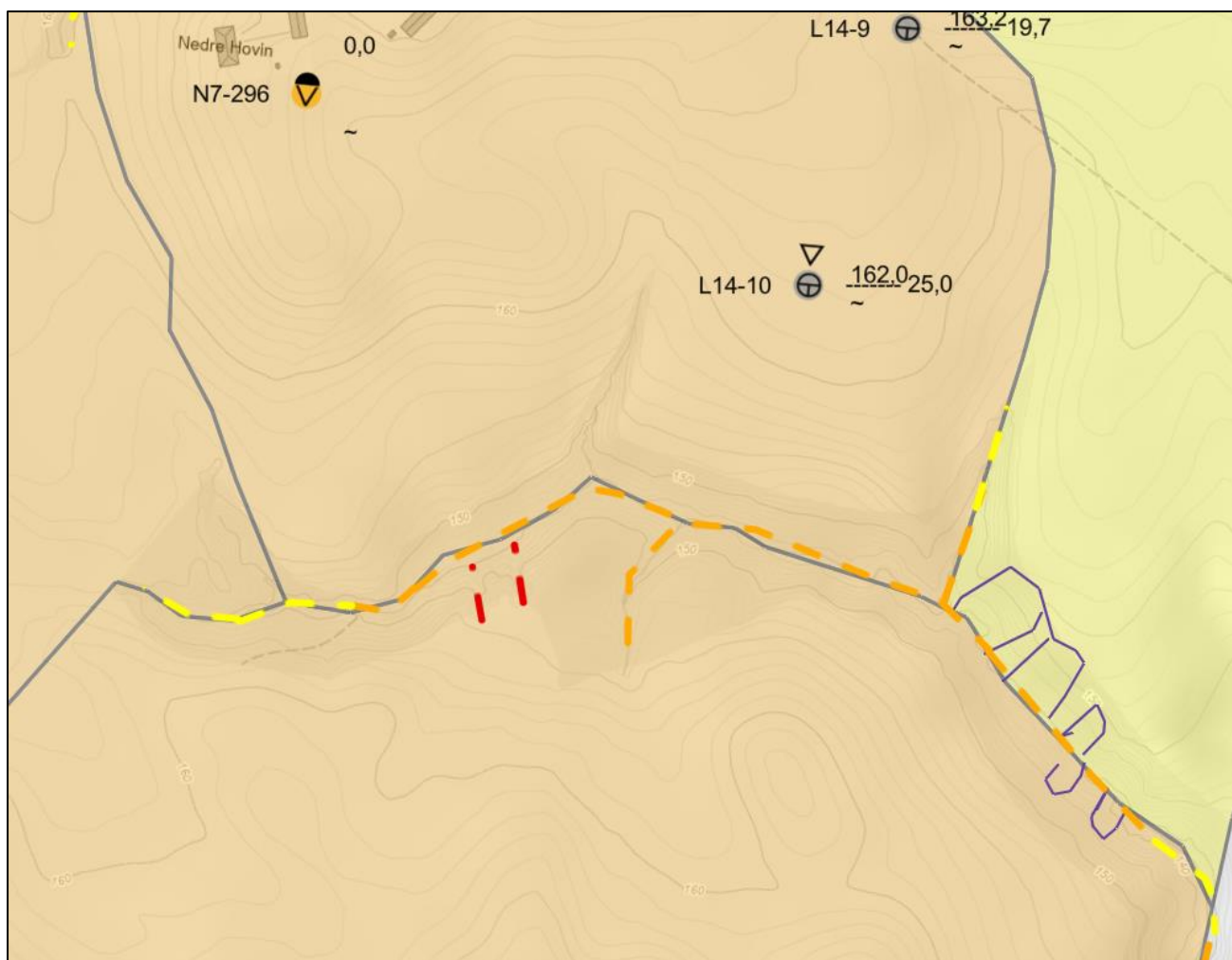
 Løvlien Georåd	Oppdragsgiver Ullensaker kommune	Prosjekt nr. 22554	Tillegg nr. 1.5
	Prosjekt Hovin kirke, gravplass	Dato 30.06.2023	Revisjon 00
	Tittel Bilder fra befaring	Ansvarlig KEM	Kontrollert SKa



Oversiktskart som viser hvilke områder det er utført erosjonsbefaring. Det aktuelle området for foreliggende utredning er markert over.



Oversiktskart som viser hvor bildene er tatt og grad av erosjon i ravina øst for tiltaksområdet. Oransje linje betyr noe erosjon.



Kartlagt erosjon mot ravine i sør. Gult er lite erosjon, oransje er noe erosjon og rød er kraftig erosjon. Blå streker er tidligere skredgroper.



Bilde 64 (noe erosjon)



Bilde 63 (noe erosjon)



Bilde 62 (noe erosjon)



Bilde 65 (noe erosjon)



Bilde 66 (noe erosjon)



Bilde 67 (noe erosjon)



Bilde 68 (noe erosjon)



Bilde 69 (noe erosjon)

Evaluering av skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligheter, antall	0	4	0	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	0	3	0	>50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	0	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	0	2	0	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, baneprioritet	0	2	0	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	0	1	0	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	0	2	0	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum			0	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			0 %				
Konsekvensklasse:			Mindre alvorlig				

Evaluering av faregrad				Faregrad, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	2	1	2	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	0	2	0	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	2	0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	0	3 -3	0	> +30 > -50	10 - 30 -(20 - 50)	0 - 10 -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	3	2	6	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	2	3	6	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	0	3 -3	0	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen
Sum			17	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			33 %				
Faregrad:			Lav faregrad				

Risikoverdi (skadekons. x faregrad):	-	Risikoklasse: 1
Risikoklasse 1	0	170
Risikoklasse 2	171	630
Risikoklasse 3	631	1900
Risikoklasse 4	1901	3200
Risikoklasse 5	3201	10000

Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
	Prosjekt		Hovin kirke, gravplass
Forklaring	Klassifisering faresone Hovin Profil A (s. 1/2)	Ansvarlig	KEM
			Dato
Kontrollert	Ska	Revisjon	00
			Vedlegg nr.

Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Boligheter, antall	0	Ingen, forutsatt rotasjonsskred med b/D=28 %
Næringsbygg, personer	0	Ingen, forutsatt rotasjonsskred med b/D=28 %
Annen bebyggelse, verdi	0	Ingen, forutsatt rotasjonsskred med b/D=28 %
Vei, ÅDT	0	Ingen, forutsatt rotasjonsskred med b/D=28 %
Toglinje, baneprioritet	0	Ingen
Kraftnett	0	Ingen
Oppdemning, flom	0	Kan bare oversvømme områder uten bebyggelse og infrastruktur. 9/2020 kap. 5.3

Evaluering av faregrad

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Tidligere skredaktivitet	2	Registrert skred av MC i ravine nordøst for gravplassen og i naboravine mot øst. Ingen i profilet.
Skråningshøyde, meter	0	Ca. 11 meter i Profil A-A.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	2-3 fra CPTU i punkt L8.
Poretrykk	0	Avlesning i punkt L8 indikerer poreundertrykk. Antar hydrostatisk for robusthet.
Kvikkleiremektighet	3	8 meter med antagelse om at alt er KL fra 7,9 meters dybde.
Sensitivitet	3	Påvist over 600 i punkt L8.
Erosjon	2	Kartlagt lite og noe av MC i den aktuelle ravina.
Inngrep	0	Ullensaker kommune har vært i kontakt med landbrukskontoret og grunneier. Ingen inngrep.

Evaluering av skadekonsekvens				Konsekvens, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Boligheter, antall	0	4	0	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	0	3	0	>50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	0	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	0	2	0	>5000	1001 - 5000	100 - 1000	Ingen
Toglinje, baneprioritet	0	2	0	1 - 2	3 - 4	5	Ingen
Kraftnett	0	1	0	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	0	2	0	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum			0	45	30	15	0
% av maksimal poengsum:			0 %				
Konsekvensklasse:			Mindre alvorlig				

Evaluering av faregrad				Faregrad, score			
Faktorer	Valgt verdi	Vekttall	Vektet verdi	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	2	1	2	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	0	2	0	> 30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	2	0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Poretrykk	0	3 -3	0	> +30 > -50	10 - 30 -(20 - 50)	0 - 10 -(0 - 20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	3	2	6	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	3	1	3	>100	30 - 100	20 - 30	<20
Erosjon	2	3	6	Aktiv/glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep	0	3 -3	0	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen
Sum			17	51	34	16	0
% av maksimal poengsum:			33 %				
Faregrad:			Lav faregrad				

Risikoverdi (skadekons. x faregrad):	-	Risikoklasse: 1
Risikoklasse 1	0	170
Risikoklasse 2	171	630
Risikoklasse 3	631	1900
Risikoklasse 4	1901	3200
Risikoklasse 5	3201	10000

Oppdragsgiver	Ullensaker kommune	Prosjekt nr.	22554
	Prosjekt		Hovin kirke, gravplass
Forklaring	Klassifisering faresone Hovin Profil D (s. 1/2)	Ansvarlig	KEM
			Dato
Kontrollert	Ska	Revisjon	00
			Vedlegg nr.

Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Boligheter, antall	0	Ingen, forutsatt rotasjonsskred med b/D=33 %
Næringsbygg, personer	0	Ingen, forutsatt rotasjonsskred med b/D=33 %
Annen bebyggelse, verdi	0	Ingen, forutsatt rotasjonsskred med b/D=33 %
Vei, ÅDT	0	Ingen, forutsatt rotasjonsskred med b/D=33 %
Toglinje, baneprioritet	0	Ingen
Kraftnett	0	Ingen
Oppdemning, flom	0	Kan bare oversvømme områder uten bebyggelse og infrastruktur. 9/2020 kap. 5.3

Evaluering av faregrad

Faktorer	Valgt verdi	Kommentar:
Tidligere skredaktivitet	2	Registrert skred av MC i ravine nordøst for gravplassen og i naboravine mot øst. Ingen i profilet.
Skråningshøyde, meter	0	12,4 meter.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	0	2-3 fra CPTU i punkt L8.
Poretrykk	0	Avlesning i punkt L8 indikerer poreundertrykk. Antar hydrostatisk for robusthet.
Kvikkleiremektighet	3	4 lag ned til $1,5 \cdot H$ ($2,3+0,8+1,8+2,1=7m$) => > H/2
Sensitivitet	3	Over 100 i punkt L13.
Erosjon	2	Kartlagt lite og noe av MC i den aktuelle ravina.
Inngrep	0	Ullensaker kommune har vært i kontakt med landbrukskontoret og grunneier. Ingen inngrep.