

KAPASITETSØKENDE TILTAK TRØNDERBANEN MELHUS OG SØBERG

Geoteknisk vurdering for reguleringsplan Utredning av områdestabilitet

<input checked="" type="checkbox"/>	Akseptert
<input type="checkbox"/>	Akseptert m/kommentarer
<input type="checkbox"/>	Ikke akseptert / kommentert Revider og send inn på nytt
<input type="checkbox"/>	Kun for informasjon
Sign: Alexei Borchtchev, 23.06.2022 16:07:06	

02B	Revidert med plankart over eksisterende geoteknisk gr.lag	17.06.2022	BAGJ	TROR	STNI
01B	Revidert etter tilbakemelding fra uavhengig kontrollør	20.05.2022	BAGJ	TROR	STNI
00B	Første utgave	05.04.2022	BAGJ	TROR	STNI
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Dovrebanen Støren - Trondheim Melhus og Søberg Geoteknisk vurdering for reguleringsplan Utredning av områdestabilitet		Ant. sider			
		64			
		Produsent	Rambøll Norge AS		
		Prod. dok. nr.			
		Erstattet av			
Prosjekt: 60034611 Parsell: 20 Melhus og Søberg		Dokument nr. KTT-20-A-10114		Rev. 02B	
		FDV dokument nr. N/A		FDV-rev. N/A	

1	INNLEDNING.....	3
1.1	OVERORDNET BESKRIVELSE AV PROSJEKTET	3
1.2	FORELIGGENDE RAPPORT	3
2	PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER	5
2.1	GJELDENDE REGELVERK	5
2.2	GRUNNLAG FOR BEREGNINGER OG VURDERINGER.....	5
2.2.1	<i>Toglinje og profilnummerering</i>	<i>5</i>
2.2.2	<i>Laster</i>	<i>5</i>
2.2.3	<i>Jordskjelv</i>	<i>5</i>
2.2.4	<i>Flom og skredfare</i>	<i>5</i>
3	KVIKKLEIRE OG NVE'S VEILEDER 1/2019	7
3.1	OPPSUMMERING AV PROSEDYREN	7
3.2	TERRENG SOM KAN VÆRE UTSATT FOR OMRÅDESKRED	7
3.3	BEFARING	7
3.4	KLASSIFISERING AV FARESONE	8
3.5	TILTAKSKATEGORI, SIKKERHETSKRAV OG KRAV TIL KONTROLL.....	9
3.6	KRITISKE SNITT.....	10
3.7	SKREDMEKANISMER.....	10
3.8	LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE.....	11
4	TOPOGRAFI, KVARTÆRGEOLOGI OG MARIN GRENSE	13
4.1	TOPOGRAFI.....	13
4.2	KVARTÆRGEOLOGI OG MARIN GRENSE	13
5	GRUNNUNDERSØKELSER OG GRUNNFORHOLD	15
5.1	TIDLIGERE UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	15
5.2	UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER.....	15
5.3	KVALITET PÅ UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER.....	15
5.4	GRUNNFORHOLD	16
6	STABILITETSBEREGNINGER	18
6.1	GEOMETRI I PROFILENE.....	18
6.2	MATERIALPARAMETERE	18
6.2.1	<i>Totalspenningsparametere</i>	<i>18</i>
6.2.2	<i>Effektivspenningsparametere</i>	<i>18</i>
6.2.3	<i>Poretrykksforhold</i>	<i>19</i>
6.2.4	<i>Oppsummering</i>	<i>19</i>
6.3	RESULTATER.....	19
6.3.1	<i>Profil B</i>	<i>20</i>
6.3.2	<i>Profil E</i>	<i>20</i>
6.4	ANLEGGSFASER	20
7	KONKLUSJON	21
8	TEGNINGS- OG VEDLEGGSLISTE	22
8.1	TEGNINGER.....	22
8.2	VEDLEGG	22
9	REFERANSER	23

1 INNLEDNING

1.1 Overordnet beskrivelse av prosjektet

«Melhus og Søberg»-prosjektet er en del av prosjektporteføljen «Kapasitetsøkende tiltak Trønderbanen». Porteføljen har som ambisjon å realisere to regiontog i timen på strekningen Melhus – Trondheim – Steinkjer innen 2027 (R2028). Denne frekvensøkningen av personreiser mellom Melhus og Steinkjer krever i tillegg tiltak for å sikre framføring og tilstrekkelig restkapasitet til å videreutvikle andre togprodukter, som godstog og fjerntog.

Alle prosjektene i porteføljen må ses i sammenheng og skal til sammen oppnå kapasitetsmålene. «Melhus og Søberg»-prosjektet skal bidra til målene ved å etablere et kryssingsspor og et vendespor på Melhus i tillegg til et kryssingsspor på Søberg.

Rambøll er engasjert av Bane Nor for å gjennomføre forenklet hovedplan og teknisk detaljplan for nytt kryssingsspor ved Melhus Skysstasjon og forlengelse av eksisterende kryssingsspor ved Søberg stasjon.

1.2 Foreliggende rapport

Foreliggende rapport inneholder kun utredning av områdestabilitet ved Loddbekken og for Melhus bru da det under grunnundersøkelsene ble påvist sprøbruddmateriale i begge områdene. Det er i tillegg påvist sprøbruddmateriale ved Lamoen og Kari-vollen, men da det ikke er besluttet hvilke tiltak som skal utføres er ikke dette området inkludert i rapporten per nå. Utredning av områdestabilitet følger NVE's veileder 1/2019 /1/. Langs resten av banestrekningen er det ikke påvist sprøbruddmateriale og/eller topografiske forhold gjør at dette ikke er relevant.

Det foreligger tilstrekkelig med tidligere utførte grunnundersøkelser i offentlige og Rambølls arkiver til å avkrefte områdestabilitetsproblematikk, med unntak av Lamoen, Melhus bru og Loddbekken. Lamoen er satt på «hold» i prosjektet og derfor ikke nærmere utredet her og ved Melhus bru er terrenget så flatt at det ikke defineres som aktsomhetsområde. Dermed gjenstår kun området rundt Loddbekken som relevant for vurdering av områdestabilitet.

Øvrige geotekniske vurderinger vil utføres i fagrapport for teknisk detaljplan.

Ved Loddbekken planlegges det nytt kryssingsspor, forlengelse av eksisterende kulvert og ny flomoverløpkulvert for Loddbekken, forlengelse av landbrukskulvert og flytting av landbruksveg over Loddbekken. Utklipp av nye tiltak fra prosjektets modell er vist i Figur 1.

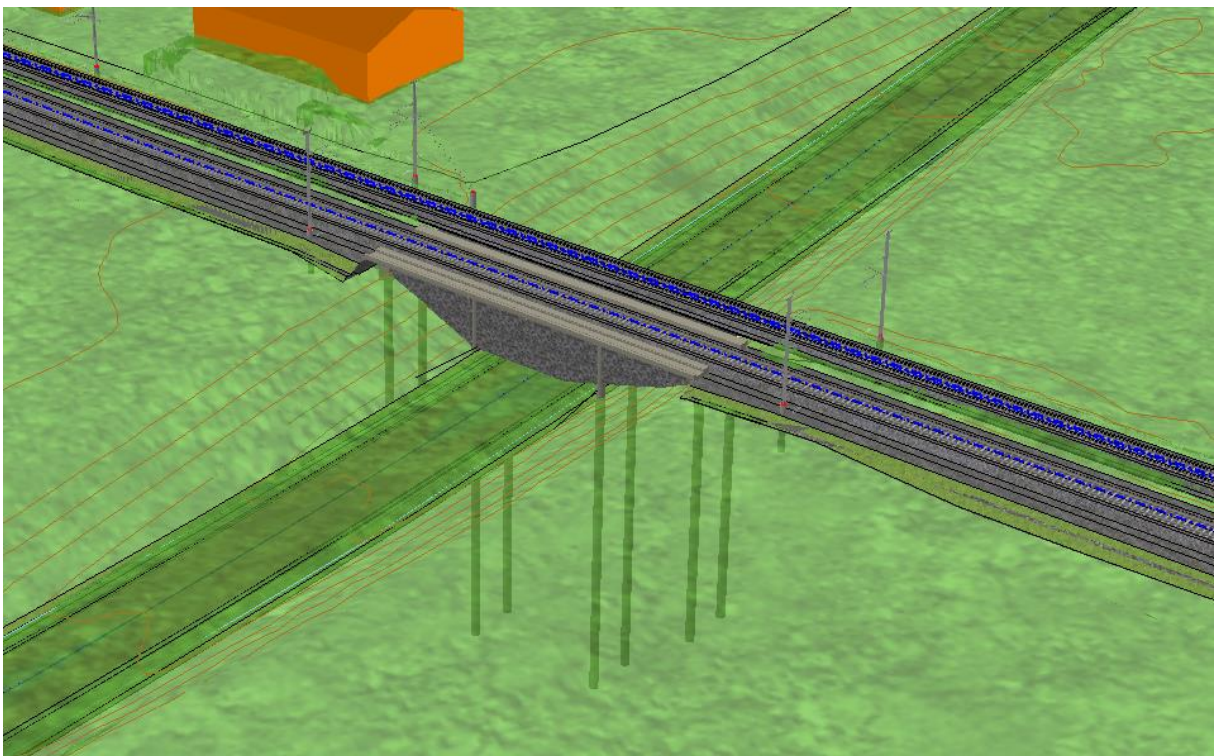
Ved Melhus bru planlegges ny jernbanebru for nytt kryssingsspor. Utklipp av ny bru er vist i Figur 2.

Revisjon 02A er tillagt situasjonsplaner som viser tilgjengelige tidligere utførte grunnundersøkelser langs tiltaket med hensyn på områdestabilitet og relevante vurderinger av områdestabilitet. Grunnundersøkelsene og vurderingene er også oppsummert i

vedlegg 9. Navnet på jernbanebrua over Hølundvegen er også endret fra *Potten bru* til *Melhus bru*. Revidert tekst vises ved revisjonsstrek i marginen.



Figur 1: Utklipp av modell som viser prosjekterte tiltak ved Loddbekken. Eksisterende spor ligger i bakkant. Kilde: Prosjektet.



Figur 2: Utklipp av modell som viser ny Melhus bru. Eksisterende bru ligger i bakkant. Kilde: Prosjektet.

2 PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

2.1 Gjeldende regelverk

Dokumenter listet nedenfor utgjør regelverket som ligger til grunn for prosjekteringen.

- Bane NORs Tekniske Regelverk /2/
- Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner /3/
- Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1 /4/ og 2 /5/
- Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning /6/
- NVEs retningslinjer 2/2011 Flaum- og skredfare i arealplanar /7/ med tilhørende teknisk veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred /1/
- Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging /8/
- Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skrån timer /9/
- Håndbok N200 Vegbygging /10/

2.2 Grunnlag for beregninger og vurderinger

2.2.1 Toglinje og profilnummerering

Loddbekken og Melhus bru ligger langs Trønderbanen på strekningen (Støren) - Trondheim. Loddbekken krysser under banen ved km. 530,790 og over Melhus bru ved km. 531,212-531,251.

2.2.2 Laster

Det er for enkeltspor benyttet karakteristisk last $q = 110 \text{ kN/m}$ iht. generelle tekniske krav i Teknisk regelverk /2/. I beregninger med dobbelspor er det benyttet last $q = 90 \text{ kN/m}$ for det gunstigste sporet. Lasten er spredd over en svillebredde på 2,5 meter.

For jordbruksvegen er det benyttet karakteristisk trafikklast på 15 kPa iht. HB N200 /10/.

Laster i ugunstig situasjon er dimensjonert med lastfaktor 1,3.

2.2.3 Jordskjelv

Innenfor aktsomhetsområde for skred ved Loddbekken er det ingen konstruksjoner som skal dimensjoneres for jordskjelv. Det er dermed heller ikke utført stabilitetsberegninger med seismiske laster i denne rapporten.

2.2.4 Flom og skredfare

I henhold til TEK17 § 7-1(1) /11/ og NVE's retningslinjer 2/2011 /7/ skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom og skred).

Tiltaket ligger ikke i noen registrert kvikkleiresone, men det er tidligere påvist sprøbruddmateriale ved E6-brua som krysser Loddbekken i vest, se Figur 3. Også utførte grunnundersøkelser i prosjektet ved jernbanen viser sprøbruddmateriale. Videre utredning av skredfare for kvikkleire er vist i denne rapporten.

Flom og øvrig skredfare ut over kvikkleire vurderes av prosjektets hydrologer og ingeniørgeologer.

Det er opplyst fra prosjektets hydrolog at flomnivå nedstrøms jernbanen ved Lodbekken vil kunne stå opp til kote +10,9.



Figur 3: Utsnitt av kart for aktsomhetsområder for kvikkleire. Lilla skravur er registrerte områder med kvikklere av Statens vegvesen. Kilde: atlas.nve.no.

3 KVIKKLEIRE OG NVE'S VEILEDER 1/2019

3.1 Oppsummering av prosedyren

Iht. NVE's veileder 2019 /1/ skal utredning av fare for områdeskred følge prosedyren i veilederens tabell 3.1. I Tabell 1 er stegene i prosedyren gjengitt sammen med henvisning til kapitlene der vurderingene rundt hvert trinn er oppsummert.

Tabell 1: Oppsummering av prosedyren for områdestabilitetsvurderinger

Steg i prosedyren	Kapittel
1 Undersøke om det finnes registrerte faresoner i området	2.2.4
2 Avgrens områder med mulig marin leire	2.2.4 og 4.2
3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	3.2
4 Bestem tiltakskategori	3.5
5 Gjennomgang av grunnlag og identifisere kritiske skråninger og mulig løsneområde	3.6
6 Befaring	3.3
7 Gjennomføre grunnundersøkelser	5 og tegning 202
8 Vurdering av aktuelle skredmekanismer og avgrensing av mulig løsne- og utløpsområder	3.8
9 Klassifisere faresoner	3.4 og vedlegg 7
10 Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	6
11 Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	3.1

Når rapporten er godkjent av uavhengig kvalitetssikrer vil faresone meldes inn. Grunnundersøkelser meldes inn når øvrige deler av prosjektet er ferdigstilt.

3.2 Terreng som kan være utsatt for områdeskred

Iht. veilederens /1/ del 3 av prosedyren ligger planområdet i terreng som kan være utsatt for områdeskred. Høyden på skråningene ved Loddbekken er høyere enn 5 meter.

Planområdet ligger ikke i terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred med hensyn på topografien. Området øst for planområdet er tilnærmet flatt 7-900 meter før terrenget stiger mot nord/øst.

Det er også påtruffet et tynt lag med sprøbruddmateriale ved Melhus bru, men dette ligger her dypt. Det er i tillegg utført stabilitetsberegninger av Rambøll i 2018 /12/ ned mot Gaula fra E6 som viser at det er tilstrekkelig stabilitet mot områdeskred. Utførte grunnundersøkelser viser også at det ikke er et sammenhengende lag med sprøbruddmateriale opp til Melhus bru. Det utføres dermed ikke videre vurderinger for Melhus bru.

3.3 Befaring

Det er gjennomført befaring ved utløpet av kulverten på Loddbekken 13.09.21, 20.10.2021 og 08.12.2021 hhv. for plassering av borpunkter, tilkomst boring i bekken

og under kranløft av borerigg før boring. Det er i tillegg utført befaring 19.04.2022 da snøen var smeltet som er videre oppsummert under og med bilder i vedlegg 8.

Loddbekken er bred rett etter utløpet fra kulverten og danner med det et naturlig basseng som bremser hastigheten på vannet. Videre nedstrøms blir bekken smalere og hastigheten på vannet øker noe da det blir noe mer gradient på vannet ned mot E6. Det er ikke registrert noen djupåler langs bekken, men det er etablert en mindre naturlig terskel av et tre som har falt over bekken (bilde 7). Det er også observert tegn til bever langs Loddbekken (bilde 14).

Det er ikke observert tegn til tydelig pågående erosjon, men i henhold til /13/ er det påvist områder som kan klassifiseres som «litt erosjon». Bilder over områder med litt erosjon er vist i vedlegg 8. Bekkebunn ser ut til å være naturlig erosjonssikret med elvegrus, men langs sidene er det som bildene viser flere steder hvor det er eroderbare masser. Observasjoner fra samtlige befaringer viser at vannet i bekken er klart.

Langs det meste av sideskråningene observeres det trær som står på skakke, eller der trærne ved rota er skjeve. Det er ingen tegn til at det har gått skred eller overflateutglidninger den siste tiden, men det forventes at erosjon kan gi små overflateglidninger med tiden, all den tid Loddbekken har naturlig gravd seg ned i bekkedalene.

Basert på observasjoner og tabell A5 i /13/ vurderes dermed erosjonen til «noe» hovedsakelig basert på at det er observert lett eroderbare masser i mindre områder. Disse medfører da en forverring i foten av skråningen.

Det bemerkes at kartlegging av erosjonsforhold kun er en øyeblikksvurdering, og at det kan være endringer i forholdene med tiden. Framfor å erosjonssikre bekkeløpet anbefales det som en del av inspeksjonen av banen å kontrollere hvorvidt det er tegn til endringer eller større erosjon og/eller utglidninger nedstrøms kulverten. Det må spesielt utføres inspeksjon etter kraftig nedbør og ved stor vannføring i bekken under smelteperioder.

3.4 Klassifisering av faresone

Klassifisering av faresonen ved Loddbekken er utført iht. NVE Ekstern rapport 9/2020 /13/.

Det er ikke registrert skred i Loddbekken tidligere, men konservativt er det vurdert at skredaktiviteten er lav da bekken er erodert fram, og det er sannsynlig at det kan gå mindre utglidninger i sideskråningene.

Skråningshøyden er vurdert fra sporet og ned til bunnen av Loddbekken. Denne høyden er ca. 11 meter. OCR-forholdet er undersøkt ved hjelp av 2 ødometerforsøk som viser at overkonsolideringen er på godt over 2. Ødometerforsøkene er tolket i henhold til NIFS-rapport 41/2013 /19/, og tolkning er vist i vedlegg 5 og 6.

Poretrykksforholdet er undersøkt både på toppen av den nordlige skråningen og nede i bekken. I bekken er det målt tilnærmet hydrostatisk poretrykk fra terreng. På skråningstoppen er det på 6 og 12 meters dybde målt noe poreundertrykk, men det er konservativt valgt hydrostatisk for faregradsvurderingen.

Sprøbruddmaterialet ligger ca. 2 meter under terreng i bekken og på tilnærmet samme nivå i tilstøtende borpunkter. Basert på høyeste skråningsforskjell er tykkelsen vurdert til ca. 2,5 meter iht. /13/. Dette medfører at tykkelsen på laget blir mindre enn $H/4$. Sensitiviteten er for de fleste målte verdiene større enn 100.

Det er lite erosjon i bekken av det som er undersøkt. Vannet er klart, og det er ikke observert klare utglidninger iht. veiledning i /13/. Trær i bekkeleiet og i sideskråninger er litt skjeve, og bekkebunnen består i hovedsak av elvegrus/-stein og sand som samsvarer godt med at bekken er angitt som et godt gyteområde for sjørørret. Vannet har ved befaringer framstått som klart, og fra skråningstopp over kulvertutløp kan en se elvegrusen/-steinen tydelig. Da hele bekkeleiet ikke er befart er erosjon konservativt satt til «noe erosjon».

Erosjon i Gaula er vurdert til ikke relevant å undersøke da det iht. nettsiden atlas.nve.no ble utført erosjonssikring av elva i området forbi Lodbekken bru.

Samlet sett medfører dette at faregraden blir **Lav**.

Konsekvensklassen vurderes ut fra hva som rammes av et eventuelt skred. Konsekvensklassen settes til **Meget alvorlig**.

Kombinasjon av lav faregrad og meget alvorlig konsekvensklasse gir **Risikoklasse 3**.

Klassifiseringen er vist skjematisk i vedlegg 7.

3.5 Tiltakskategori, sikkerhetskrav og krav til kontroll

NVE har utarbeidet en veileder, 1/2019 «*Sikkerhet mot kvikkleireskred*» /1/ som skal legges til grunn ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Ifølge veilederen skal de delene av planlagte tiltak som blir berørt av sprøbruddmaterialet plasseres i en tiltakskategori, K0 - K4, der K0 er laveste og K4 er høyeste kategori, avhengig av utbyggingstiltakets omfang og påvirkning av områdets stabilitet.

Iht. Teknisk regelverk plasseres «Forlengelse eller nyetablering av krysningsspor langs eksisterende jernbane» i **tiltakskategori K3**, og følgelig må områdestabiliteten tilfredsstillende krav til K3-tiltak.

Tiltaket er vurdert til **faregrad lav** iht. utført faregradsevaluering (vedlegg 7). Veilederen stiller da følgende krav til områdestabilisering for K3-tiltak:

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

Eller

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis.

I tillegg gjelder følgende:

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{cp} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal F_{cp} og F_{cu} økes prosentvis.

Med bakgrunn i at området er vurdert til **lav faregrad**, planlagt tiltak tilhører tiltaks-kategori K3 og at tiltaket forverrer stabiliteten, stilles det krav til absolutt sikkerhetsfaktor. Sideskråninger som ligger utenom tiltakets influensområde, må vurderes etter robusthetskravet.

For alle tiltak gjelder det at erosjon som kan utløse områdeskred som kan ramme tiltaket må forebygges.

Iht. veilederen skal det gjennomføres kvalitetssikring av uavhengig foretak.

Fra Bane NORs Teknisk regelverk /2/ gjelder egne krav til sikkerhet. Ved Lodbekken vil det bli utført grunn og fundamenteringsarbeider i område med kvikkleire, og konsekvensklasse settes dermed til CC3. For CC3 og sprø bruddmekanisme kreves det sikkerhetsfaktor på 1,60 på både total- og effektvispenningsbasis.

3.6 Kritiske snitt

Kritiske beregningssnitt er vurdert å være langs profil B og E, vist på tegning 202-203 og i profil på tegning 210-213.

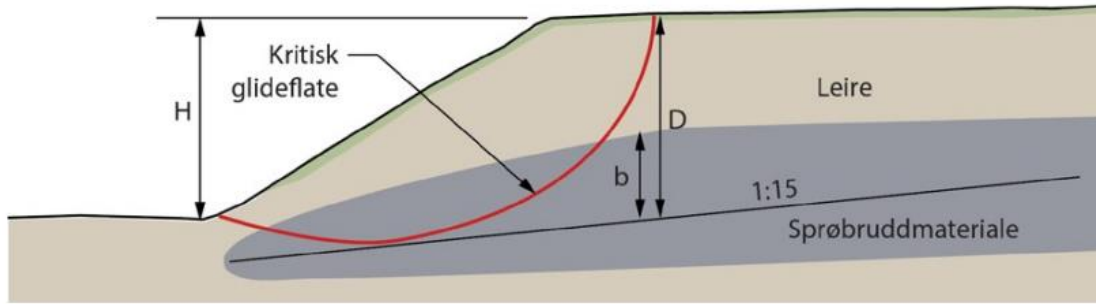
Vurderingene baserer seg på hvor det skal komme ny fylling, og i hvilken retning stabiliteten blir forverret for profil B

Profil E er det utført kontrollberegning av robustheten i sideskråningene nedstrøms fyllingen. Sideskråningene ligger utenfor influensområdet til ny fylling.

3.7 Skredmekanismer

Skred blir enten forårsaket av menneskelige inngrep eller utløst av naturkrefter. Skredtypers hendelsesforløp avhenger av utløsningsårsak, omrørt skjærfasthet og overdekningslag (løsmasstype og tykkelse) over sprøbruddmaterialet og sprøbruddmaterialets beliggenhet og tykkelse.

Retrogressive skred karakteriseres ved en serie av bakovergripende skred utløst ved et monolittisk initialscred. Bakoverrettede skalkskred går bakover i skalker som glir ut av en skredgrop. Disse opptrer erfaringsmessig når mektigheten av sprøbruddmaterialene er mer enn 40 % ($b/D > 40\%$), se Figur 4, over bunnen av kritisk glideflate. Utstrømning av leire opptrer når omrørt skjærfasthet er lavere enn 0,69 kPa iht. konusstandard «ISO 17892-6» /1/.



Figur 4: Prinsipp for vurdering av b/D for platåskråning /1/

Rotasjons- eller flakskred karakteriseres ved at alt areal som er innenfor de kritiske skjærflater defineres som løснеområde. Rotasjonsskred uten videre retrogressiv skredutvikling opptrer vanligvis når mektighet av sprøbruddmaterialer er under 40 % i forhold til bunnen av kritisk glideflate.

Flakskred forekommer vanligvis når det er svake lag i grunnen, typisk sprøbruddmateriale, parallelt med terrenget og/eller berg, og når laget har liten mektighet og overdekningen av andre løsmasser er stor. Flakskred opptrer typisk når det er en overbelastning som medfører progressiv bruddutvikling i det svake laget, og selve skredet utløses ikke før glideflaten er fullstendig mobilisert. Flakskred kan opptre både som fremoverrettet (overbelastning i bakkant av skråningen) eller bakoverrettet (overbelastning i foten av skråningen).

Basert på betraktning av b/D -forholdet og omrørt skjærfasthet, vil det ikke kunne opptre retrogressiv skred i profil B og E. Mektigheten av sprøbruddmaterialet er tilnærmet ingenting i forhold til den totale mektigheten av løsmassene over bruddflaten. Det vises til tegning 210-213 som viser plassering av sprøbruddmaterialet. Omrørt skjærfasthet i sprøbruddmaterialet er i BP122 og 126 målt til $c_{ur} \leq 1,0$ kPa (ISO 17892-6).

Sikkerhet mot flakskred gjennom sprøbruddmaterialet er ikke aktuelt å kontrollere da det ikke er lag med lavere fasthet i profilene.

Aktuell skredmekanisme vurderes dermed å være rotasjonsskred

3.8 Løsne- og utløpsområde

I kapittel 3.7 ble aktuelle skredmekanismer vurdert til å være rotasjonsskred.

Løsneområdet for et rotasjonsskred strekker seg oftest inntil 5 ganger høyden av skråningen ($5 < L/H$) bakover fra skråningståen hvor kritisk glideflate kommer ut, og erfaringsmessig er lengden mindre enn 100 meter. Det er ingen beskrivelse på hvor lite løsneområdet kan være, men det er konservativt tegnet opp løsneområde tilsvarende $5 \cdot H$ for sidene, og bak til Lodbekken oppstrøms jernbanen.

Bredden av løsneområdet vurderes konservativt å kunne strekke seg et godt stykke ned langs Lodbekken, men at det avsluttes før Lodbekken bru hvor sonderinger utført av COWI tyder på at lag av sprøbruddmateriale er mindre sammenhengende, og at skråningene ved Lodbekken bru er iht. veilederen /1/ for nye E6.

Utløpsområdet er vurdert å kunne strekke seg noe opp i skråning på motsatt side. $L_u = 0,5L$ er ikke relevant her. Nedstrøms strekke utløpet seg noe lenger enn løsneområdet.

Løsne- og utløpsområde er skissert inn på tegning 203.

4 TOPOGRAFI, KVARTÆRGEOLOGI OG MARIN GRENSE

4.1 Topografi

Loddbekken renner gjennom en elveslette som hovedsakelig fremstår flatt i området rundt tiltaket. Området rundt Loddbekken ligger hovedsakelig på kote +14 - +16, men på vestsiden av jernbanen sør for bekken ligger terrenget noe høyere på ca. kote +19 før terrenget skråner ned mot E6 og Gaula i vest. Gaula ligger i området på ca. kote +5, men avhenger av evt. flomsituasjon. Se også topografisk kart i Figur 5.

Som grunnlag for terrenghøyder er det benyttet sosi-data fra siste laserscanning av område i 2015. Sammenligning av terrenget med bilder fra befaring og geometri i profilene tyder på at bekkebunn er registrert. Ved befaring var det tydelig at bekken hadde beskjeden dybde. Høydedataene samsvarer dermed godt med profil E på tegning 213 hvor det ses et lite «platå» til høyre i bunn av bekkedalen der borpunkt 122 er, og en forsenkning til venstre i bekkedalen der Loddbekken renner. Det vises for øvrig til vedlegg 8 for bilder fra befaring.

Alle høyder i notatet refererer til høydesystem NN2000. Koordinater er opplyst iht. Euref89 NTM sone 10.



Figur 5: Topografi ved Loddbekken (kilde: norgeskart.no)

4.2 Kvartærgeologi og marin grense

Kvartærgeologisk kart, se Figur 6, viser at toppmassene hovedsakelig består av «Elveavsetning» med «Tykk havavsetning» mot nord og sørøst.

For elveavsetninger vil det normalt være sand og elvegrus som dominerer, spesielt i øvre lag. Videre i dybden vil det kunne påtreffes mer finkornete masser som leire og silt som er avsatt før elveavsetningene. Det bemerkes at kvartærgeologisk kart i

området har en egnet målestokk på 1 : 50 000, og at det er en viss grad av usikkerhet i overgangen mellom løsmassetypene som må hensyntas.

Hele området ligger under marin grense, se Figur 6.



Figur 6: Kvartærgeologi ved Loddbekken, stiplet blå linje i øst markerer marin grense, rød ring markerer tiltaksområdet (kilde: ngu.no)

5 GRUNNUNDERSØKELSER OG GRUNNFORHOLD

5.1 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er tidligere utført en lang rekke med grunnundersøkelser i og ved Melhus sentrum. Det er også utført et stort antall grunnundersøkelser i forbindelse med etablering av ny E6 i 2005 og videre utvidelse i 2022. En oversikt er vist på tegning 220-222, og egen referanseliste er gitt i vedlegg 9.

En god del av sonderingene er tegnet ut på tegning 220-222. Dette gjelder en rekke sonderinger fra SVV med prefiks SV1-SV4 (ikke alle, og disse er ikke sortert etter rapporter), og fra Rambøll og COWI, med prefiks henholdsvis R og C, som er utført for utvidelse av E6.

I forbindelse med vurdering av områdestabilitet ved Lodbekken og Melhus bru er det lagt spesielt vekt på følgende rapporter:

- Statens vegvesen: E6 Melhus Lodbekken bru /14/
- Rambøll: E6 Trøndelag /15/
- Cowi: E6 Kvål-Melhus /16/

5.2 Utførte grunnundersøkelser

I forbindelse med prosjektet KTT ble det gjennomført grunnundersøkelser /17/ langs hele tiltaksområdet inkludert ved Lodbekken og Melhus bru for etablering av kryssningsspor. Ved Lodbekken ble det gjennomført grunnundersøkelser i 8 punkter hovedsakelig fordelt rundt bekken, men det ble også undersøkt i bekken. Disse er vist på tegning 210-211. Ved ny Melhus bru ble det gjennomført grunnundersøkelser i de 4 bruaksene.

Samtlige grunnundersøkelser fra /17/ er vist på tegning 220-222. Disse strekker seg langs sporet ved Søberg, og fra Lodbekken til Lamoen i Melhus sentrum.

5.3 Kvalitet på utførte grunnundersøkelser

Målenøyaktigheten for utførte trykksonderinger (CPTU) er vurdert å ligge i anvendelsesklasse 1, foruten for poretrykk i BP126 hvor anvendelsesklasse for absolutt nøyaktighet ligger i klasse 2. Avviket er lite, og det vurderes at CPTU'en fortsatt kan benyttes til tolkning av udrenert skjærfasthet.

Prøvekvaliteten på opptatte sylinderprøver er vurdert på utførte enaksialforsøk iht. NGF-melding 11 /18/. Enaksialforsøkene går til brudd ved mellom 4 og 9 % tøyning hvor hoveddelen av prøvene har brudd fra 5 % og høyere. Prøvekvaliteten varierer dermed mellom middels og dårlig.

Utførte ødometerforsøk i BP122 og BP126 viser iht. $\Delta e/e_0$ -forholdet /19/ for ødometer at prøvene hhv. vurderes til «meget god til perfekt» og «god til ganske god». Derimot viser M_0/M_L -forholdet hhv. «god til ganske god» og «dårlig». Basert på at leirprøvene her viser svært høy stivhet i forsøkene kan det godt tenkes at stivheten ville vært høyere med perfekte prøver.

For treaksialforsøk i BP122 og BP126 viser $\Delta e/e_0$ -forholdet /18/ for treaks at 3 av 4 prøver er «veldig dårlig» med bakgrunn i at OCR er høyere enn 4. Det siste forsøket (i BP122) vurderes til «god til brukbar». Prøve 1 i BP122 ser ut til å kollapse etter ca. 0,5 % tøyning. Prøven benyttes i vurderingene da bruddlinjen legges på 0,5 % tøyning.

5.4 Grunnforhold

Det er ikke påvist grunnforhold og/eller topografiske forhold som tilsier at det er områdestabilitetsproblem annet enn ved Lodbekken, Melhus bru og Lamoen/Karivollen. Området Lamoen/Karivollen er foreløpig satt på hold i påvente av løsning.

Ved Søberg består grunnen i hovedsak av sand og grus. Det er påtruffet enkelte lommer med silt og leire eller leir- og siltholdig sand og grus.

Sør for Lodbekken viser grunnundersøkelsene hovedsakelig øvre lag av sand og grus med overgang til meget lagdelte løsmasser av antatt leire/silt og sand.

Ved Lodbekken viser utførte grunnundersøkelser hovedsakelig et topplag av sand med innslag av gruskorn og planterester. Under topplaget er løsmassene svært lagdelt, men dominert av lagvis leire og silt av sprøbruddkarakter, delvis kvikk, med lag av finsand. I dybden påtreffes det lag av friksjonsmasser med fastere karakter. Poretrykket er målt i 2 dybder i 2 borpunkt, og viser tilnærmet hydrostatisk poretrykk i Lodbekken og noe under hydrostatisk på topp av den nordlige skråningen. Berg er ikke påtruffet i noen av sonderingene som er avsluttet ned mot 40 meters dybde. Ved Lodbekken bru for E6 er det i /15/ utført sondering til 95 meters dybde uten at berg er påtruffet. Det antas at berget ligger dypt i området.

Ved Melhus bru er tidligere terreng gravd ut for ny veg under jernbanen i forbindelse med utbygging av E6 i 2003-2005. Grunnundersøkelsene viser at løsmassene ved endene av Melhus bru består av et øvre lag av silt/leire over et fast lag av antatt grus/-sand. Basert på høydeforskjellen mellom borpunktene antas det at det er det samme faste laget som påtreffes under vegfyllingen under brua. Under det faste laget påtreffes det for samtlige boringer vekselvis leire og silt med innslag av sandlag. Det er påvist sprøbruddmateriale i en prøve. Videre i dybden blir løsmassene fastere og med større innhold av antatt sand/grus. Berg er ikke påtruffet ved sondering 40-45 meter under terreng, og antas å ligge dypt.

Langs E6 mellom Lodbekken og Melhuskrysset er det påvist sprøbruddmateriale ned mot Gaula.

Grunnundersøkelser viser at det ikke er påtruffet sprøbruddmateriale under arbeidet med ny E6 fra Melhuskrysset og til Lamoen. Både tidligere og nye undersøkelser viser at løsmassene under jernbanen og E6 hovedsakelig består av et øvre lag av leire over sand og grus til stor dybde.

Fra Lamoen og mot Karivollen er det registrert lag av sprøbruddmateriale og delvis kvikkleire med økende omfang mot nord. For øvrig er løsmassene stort sett lagdelte mellom leire, silt og finsand med fastere og grovere masser i dybden.

Berg er registrert langs sporet i bakkant av grustaket på Søberg og i Gaula under Melhusbrua. Ved Søberg er det berg i dagen som er gravd fram i grustaket. I Gaula er berg påvist ved sonderinger ned til kote -17 - -30.

6 STABILITETSBEREGNINGER

Det er gjennomført stabilitetsberegninger i 2 profiler ved Loddbekken, profil B og E, vist på tegning 202. For profil E går profilet gjennom skråningen ned mot Loddbekken både fra sør og fra nord. I profil B er både dagens og utbygd situasjon vurdert. I profil E er det kun dagens situasjon som er relevant å undersøke.

Lagdeling og resultater fra stabilitetsberegningene er vist på tegning 210-213.

Det er for de utførte beregningene benyttet GeoSuite Stabilitet, versjon 16.1.5 til stabilitetsanalysene. Beregningene er utført for både sirkulære- og sammensatte glideflater der dette er relevant.

6.1 Geometri i profilene

For begge profilene er dagens terreng hentet fra prosjektets digitale kart. For nytt kryssingsspor og mur mot Loddbekken er terrenget hentet fra prosjektets modell hvor spor, veg og LARK har utarbeidet terrenget i samarbeid.

6.2 Materialparametere

Styrkeparametere i løsmassene er i stor grad tolket ut fra utførte grunnundersøkelser og laboratorieforsøk (se kapittel 5 og nevnte datarapporter), samt erfaringsverdier i henhold til SVV HB V220 /8/.

Tolkete styrkeparametere er oppsummert i Tabell 2 i kapittel 6.2.4.

6.2.1 Totalspenningsparametere

Udrenert skjærfasthet er valgt på grunnlag av utførte trykksonderinger (CPTU) og undersøkelser fra laboratoriet. Tolkete CPTU'er er vist i vedlegg 1-2.

Benyttet skjærfasthet for profilene er vist i tolkningsdiagrammet som designlinje. Det er for leirlag under dybden av undersøkt nivå benyttet lik stigning for designlinjen som for undersøkt område.

Det er angitt på hvert profil hvilken tolkning som ligger til grunn i skjærfasthetsprofilene. Verdier for konus- og enaksialforsøk anses som representative for direkte skjærfasthet, og er derfor korrigert med anisotropiforhold som beskrevet nedenfor.

I beregningene tas det hensyn til leiras spenningsanisotropi (ADP-analyse) i henhold til NIFS-rapport 14/2014 /20/. Utgangspunktet i beregningene er drenert aktiv skjærfasthet for leire hvor det er benyttet faktor 1,00, og det er benyttet faktorer 0,63 og 0,35 for henholdsvis direkte og passiv skjærfasthet i samsvar med at plastisitetsgrensen er målt til under 10 for samtlige forsøk.

I profil B vil det være en forbedring mot eksisterende banefylling, men fyllingen vil gi en forverring nedstrøms bekken. Det er dermed hensyntatt sprøhetsforholdet på sikkerhetsfaktorene for de udrenerte beregningene.

6.2.2 Effektivspenningsparametere

Friksjonsvinkel og attraksjon i leire-/sprøbrudd-/kvikkleirelagene er tolket fra utførte treaksialforsøk, vist i vedlegg 3-4. Utførte forsøk viser spredning i tolket friksjons-

vinkel og attraksjon. Det er derfor benyttet en middelvei av både friksjonsvinkel og attraksjon i beregningene iht. Tabell 2.

6.2.3 Poretrykksforhold

Poretrykket er målt i 2 dybder både på topp av skråning på nordsiden i BP126 og nede i bekken i BP122. Målingene er utført over en periode på ca. 2 måneder iht. datarapporten /17/ og viser at i BP122 er det tilnærmet hydrostatisk poretrykk fra terreng. I BP126 viser poretrykket under hydrostatisk mellom 6 og 12 meter under terreng. Over og under denne dybden er poretrykket konservativt modellert hydrostatisk.

I bekken er det prosjektert inn en terskel for fiskevandring på kote +10,9. Denne terskelen medfører at det i en flomsituasjon kan stå vann opp langs prosjektert mur. Det er utført en kontrollberegning for å undersøke om flomsituasjon kan innvirke negativt på stabiliteten.

6.2.4 Oppsummering

Tolkete materialparametere som er benyttet i profil B og E er oppsummert i Tabell 2. Det er ikke alle materialeparametere som er benyttet i profil E, og det henvises til de forskjellige tegningene, 210-213, for aktuelle materialparametere.

Tabell 2: Parametere benyttet i stabilitetsberegning Profil B og E

Lag	γ [kN/m ³]	φ' [°]	a (c) [kPa]	S _u [kPa]	Grunnlag for valg av parameter
Fylling	19,0	38,0	5,0 (3,9)	-	HB V220 / Erfaring
Sand	19,0	33,0	2,5 (1,6)	-	HB V220 / Erfaring / Lab
Sprøbrudd- materiale/ kvikkleire	19,0	28,8	10,0 (5,5)	C-profil (ADP)	Lab / CPTU / Erfaring
Skumglass	3,5	40,0	0,0 (0,0)	-	HB V221 / Erfaring
Lettklinker	5,5	35,0	0,0 (0,0)	-	HB V221 / Erfaring

6.3 Resultater

Resultater fra beregningene i profil B og E er vist på tegning 210-213. De oppnådde sikkerhetsfaktorene er oppsummert i Tabell 3-Tabell 4.

6.3.1 Profil B

For dagens situasjon oppnås det tilstrekkelig sikkerhet etter Eurokode og NVE's veileder, men ikke etter Teknisk regelverk da sikkerheten på effektivspenningsbasis er for lav. Ved utfylling av lette fyllmasser til kryssingsspor og ny landbruksveg økes stabiliteten slik at den tilfredsstillende alle gjeldende regelverk.

Tabell 3: Oppsummering av resultater for stabilitetsberegningene i profil B hvor kritisk sikkerhetsfaktor er angitt

Situasjon	Analyse	Sikkerhetsfaktor	Sikkerhetskrav
Dagens situasjon	Effektivspenning	1,29*/1,63**	1,60
	Totalspenning	1,82*/2,26**	1,60
Kryssingsspor og mur	Effektivspenning	1,70*	1,60
	Totalspenning	2,12*	1,61
Flomsituasjon	Effektivspenning	1,68*	1,60
	Totalspenning	2,19*	1,61

*Sirkulære glideflater, ** Sammensatte, plane glideflater

Sikkerhetskrav er vurdert å være en kombinasjon av områdestabilitet og lokal stabilitet slik at minste tillatte sikkerhetsfaktor skal tilfredsstillende både Teknisk regelverk /2/ og NVE's veileder /1/.

6.3.2 Profil E

For dagens situasjon oppnås det tilstrekkelig robusthet etter NVE's veileder for skråninger som ligger utenfor influensområdet. Skråningene langs Loddbekken ned mot E6 ligger nedstrøms ny fylling og vil dermed ikke påvirke utfyllingen.

Tabell 4: Oppsummering av resultater for stabilitetsberegningene i profil E hvor kritisk sikkerhetsfaktor er angitt

Situasjon	Analyse	Sikkerhetsfaktor	Sikkerhetskrav
Dagens situasjon sør	Effektivspenning	1,55*	1,4
	Totalspenning	1,68*	1,4
Dagens situasjon nord	Effektivspenning	1,54*	1,4
	Totalspenning	2,45*	1,4

*Sirkulære glideflater, ** Sammensatte, plane glideflater

Krav til sikkerhetsfaktor for sideterreng iht. Teknisk regelverk /2/ er 1,4 som overstiger kravet til robusthet iht. veilederen /1/.

6.4 Anleggsfaser

Anleggsfaser skal vurderes i byggeplan når nærmere detaljer for anleggsgjennomføringen foreligger.

7 KONKLUSJON

Det er registrert kvikkleire ved Loddbekken og sprøbruddmateriale ved Melhus bru.

Ved Melhus bru er sikkerheten mot skred tidligere dokumentert tilfredsstillende ned mot Gaula for utvidelsen av E6.

Ved Loddbekken er det utført stabilitetsberegninger som viser at sikkerheten for nytt kryssningsspor og omlegging av landbruksveg er tilstrekkelig og tilfredsstillende alle regelverk. Stabilitet av skråninger i anleggsfaser skal vurderes i byggeplan når nærmere detaljer for anleggsgjennomføringen foreligger.

Det er vurdert at det er noe erosjon i Loddbekken. Framfor å erosjonssikre bekkeløpet anbefales det at som en del av inspeksjonen av banen kontrolleres hvorvidt det er tegn til endringer eller større erosjon og/eller utglidninger nedstrøms kulverten. Det må spesielt utføres inspeksjon etter kraftig nedbør og ved stor vannføring i bekken i smelteperioder. Det bemerkes at kartlegging av erosjonsforhold kun er en øyeblikksvurdering.

Denne rapporten må kvalitetssikres av et uavhengig geoteknisk foretak iht. NVE's veileder 1/2019 før den kan godkjennes.

8 TEGNINGS- OG VEDLEGGLISTE

8.1 Tegninger

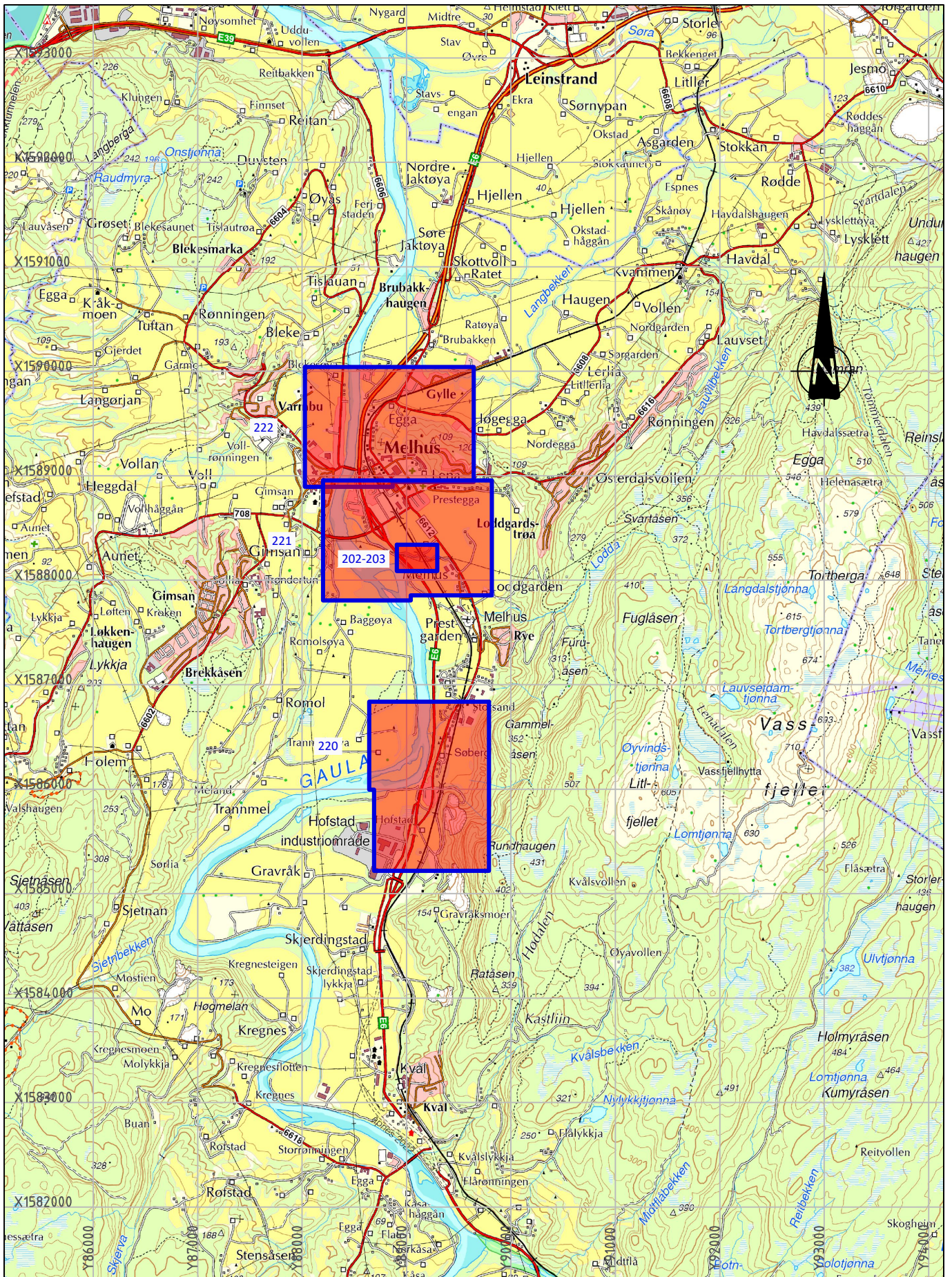
Tegning	Beskrivelse	Målestokk
201_rev01	Oversiktskart	1 : 50 000 (A4)
202	Situasjonsplan - Stabilitetsprofil B og E - Lodbekken - Med planlagte tiltak	1 : 1000 (A3)
203	Situasjonsplan - Lodbekken - Løsne- og utløpsområde	1 : 1000 (A3)
210	Stabilitetsberegning - Profil B - Total- og effektivspenningsanalyse - Dagens situasjon	1 : 400 (A3L)
211	Stabilitetsberegning - Profil B - Total- og effektivspenningsanalyse - Krysningsspor og mur	1 : 400 (A3L)
212	Stabilitetsberegning - Profil B - Total- og effektivspenningsanalyse - Flomsituasjon	1 : 400 (A3L)
213	Stabilitetsberegning - Profil E - Total- og effektivspenningsanalyse - Dagens situasjon	1 : 400 (A3)
220	Tidligere grunnundersøkelser - Søberg	1: 2 000 (A1)
221	Tidligere grunnundersøkelser - Lodbekken og Melhus sentrum sør	1: 2 000 (A1)
222	Tidligere grunnundersøkelser - Melhus sentrum nord, Melhus stasjon, Lamoen og Karivollen	1: 2 000 (A1)

8.2 Vedlegg

- Vedlegg 1: Tolkning CPTU, BP122
- Vedlegg 2: Tolkning CPTU, BP126
- Vedlegg 3: Tolkning treaksialforsøk, BP122, prøve
- Vedlegg 4: Tolkning treaksialforsøk, BP126, prøve
- Vedlegg 5: Tolkning ødometerforsøk, BP122, prøve
- Vedlegg 6: Tolkning ødometerforsøk, BP126, prøve
- Vedlegg 7: Evaluering av faregrad og skadekonsekvens for kvikkleireområder - Profil B og E
- Vedlegg 8: Bilder og oversiktskart fra befaringer
- Vedlegg 9: Referanseliste grunnundersøkelser og relevante vurderinger

9 REFERANSER

- Ref. /1/ NVE Veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», NVE, datert desember 2020
- Ref. /2/ Bane NOR «Teknisk regelverk» Nettside. Hentet fra: trv.banenor.no (Lastet ned 01.04.2022)
- Ref. /3/ NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0), «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner», Standard Norge, datert 01.05.2016
- Ref. /4/ NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7), «Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler», Standard Norge, datert 18.12.2020
- Ref. /5/ NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 (Eurokode 7), «Geoteknisk prosjektering - Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver», Standard Norge, datert 01.07.2008
- Ref. /6/ NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8), «Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger», Standard Norge, datert 30.06.2021
- Ref. /7/ NVE Retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar», NVE, datert 15.04.2011
- Ref. /8/ Statens vegvesen Håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging», Vegdirektoratet, datert 2018
- Ref. /9/ Statens vegvesen Håndbok V221 «Grunnforsterkning, fylling og skråninger», Vegdirektoratet, datert 2014
- Ref. /10/ Statens vegvesen Håndbok N200 «Vegbygging», Vegdirektoratet, datert 22.06.2021
- Ref. /11/ Byggteknisk forskrift (TEK17) - Veiledning om tekniske krav til byggverk, Direktoratet for byggkvalitet (DiBK)
- Ref. /12/ G-rap-001 1350025766 «E6 Kvål - Melhus, Geoteknisk rapport til reguleringsplan», Rambøll Norge AS, datert 02.03.2018
- Ref. /13/ NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred», NVE og NGI, datert desember 2020
- Ref. /14/ Ud 800A3 Datarapport grunnundersøkelser «E6 Melhus Lodbekken Bru», Statens vegvesen, datert 25.02.2002
- Ref. /15/ G-rap-004 1350022987 Geoteknisk datarapport «E6 Ulsberg - Åsen, delstrekning Kvål - Melhus», Rambøll Norge AS, datert 02.03.2018
- Ref. /16/ RAP-RIG-001-V4 A114548 Geoteknisk datarapport «E6 Kvål-Melhus», Cowi, datert 14.05.2020
- Ref. /17/ KTT-20-A-10010 60034611 Datarapport - Grunnundersøkelser «Kapasitetsøkende tiltak Trønderbanen - Melhus og Søberg», Rambøll Norge AS for Bane NOR SF, datert 08.02.2022
- Ref. /18/ NGF Melding 11 «Veiledning for prøvetaking», NGF, datert 2013
- Ref. /19/ NIFS-rapport 41/2013 «State-of-the-art: Blokkprøver», utarbeidet av NGI for NVE, datert 20.12.2012
- Ref. /20/ NIFS-rapport 14/2014 «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», NVE m.fl., datert 30.01.2014



Rev	Dato	Tekst	Utb	Kontr	Godkj
1	16.06.2022	Nye situasjonsplaner	BAGJ	TROR	STNI
0	05.04.2022		BAGJ	TROR	STNI

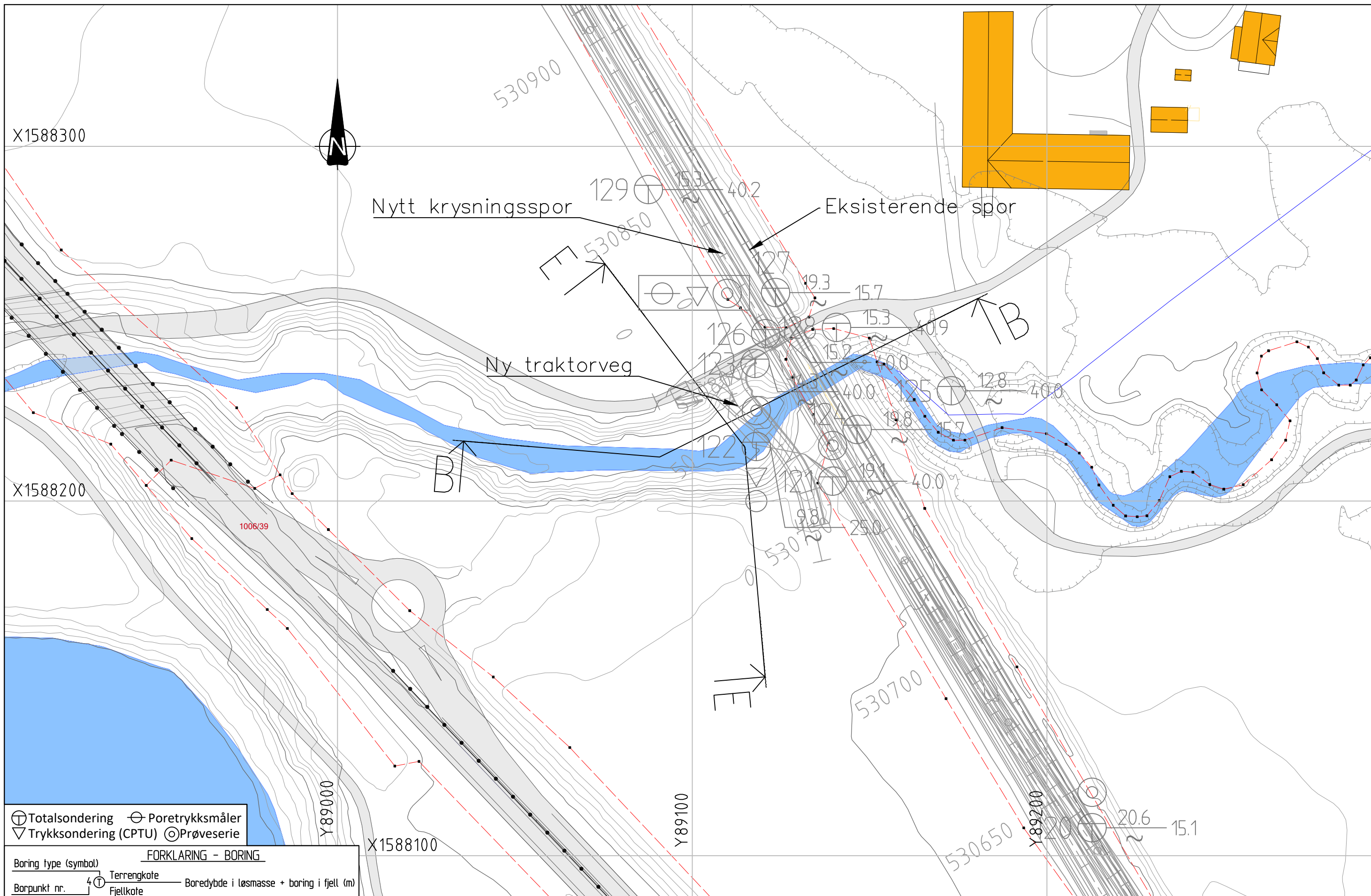
Oppdrag nr: 1350046287 Målestokk: 1: 50 000 Status:

Melhus og Søberg
Bane NOR SF

OVERSIKTSKART
NTM10 (EUREF89): 15882 00891

RAMBOLL
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00

Tegning nr: 201 Rev: 1



⊕	Totalsondering	⊖	Poretrykksmåler
▽	Trykksondering (CPTU)	⊙	Prøveserie

FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr.	Fjellkote
Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)	

0	05.04.2022		BAGJ	TROR	STNI
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL

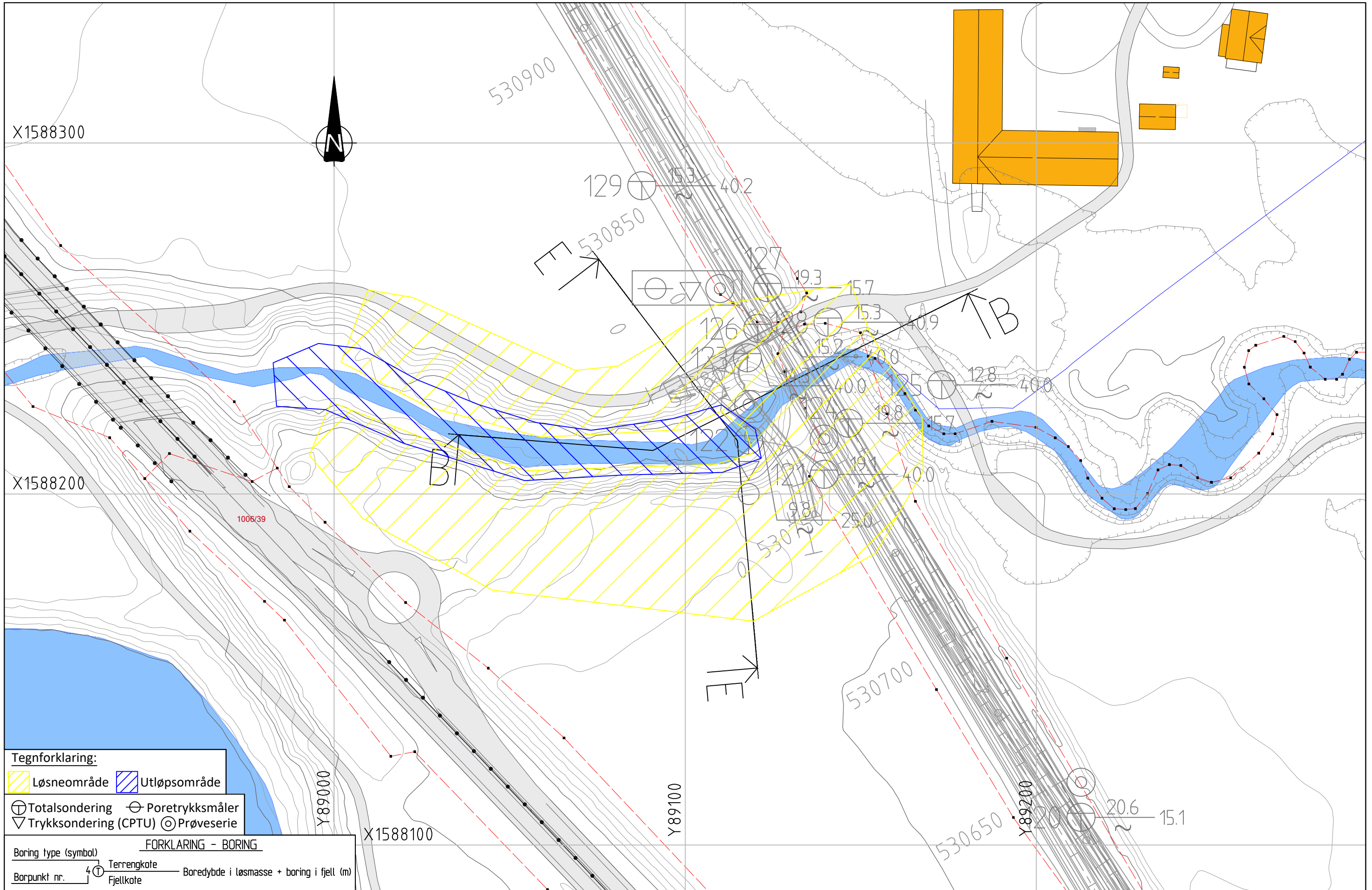
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

OPPDRAG
Melhus og Sjøberg

OPPDRAGSGIVER
Bane NOR SF

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
Stabilitetsprofil B og E
Loddbekken
Med planlagte tiltak

OPPDRAG NR. 1350046287	MÅLESTOKK 1:1000 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 202	REV. 0



Tegnforklaring:

Løsneområde
 Utløpsområde

⊕ Totalsondering
 ⊖ Poretrykksmåler

▽ Trykksondering (CPTU)
 ⊙ Prøveserie

FORKLARING - BORING

Boring type (symbol) ⊕ Terrengkote

Borpunkt nr. ⊕ Fjellkote

Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)

0	05.04.2022						
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	BAGJ	TROR
TEGNINGSSTATUS							

RAMBOLL

Rambøll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Melhus og Søberg

OPPDRAGSGIVER
Bane NOR SF

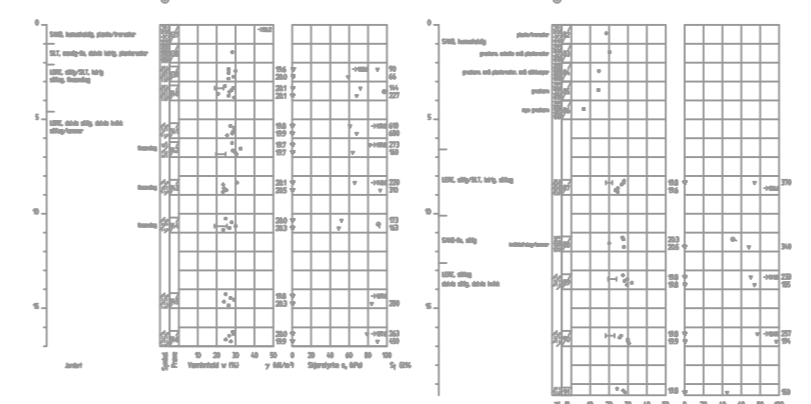
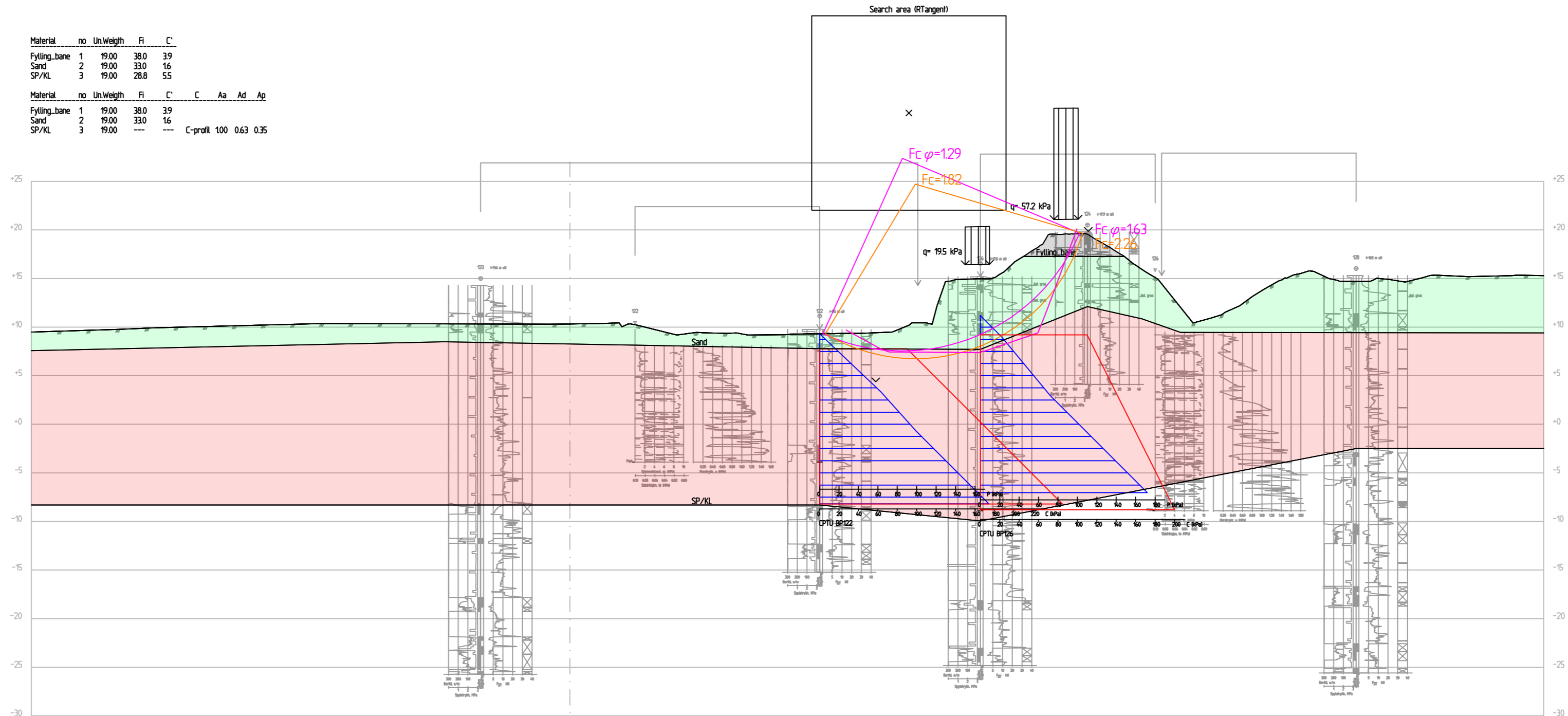
INNHold
SITUASJONSPLAN

Loddbekken
 Løsne- og utløpsområde

OPPDRAG NR. 1350046287	MÅLESTOKK 1:1000 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 203	REV. 0

Material	no	Un	Weight	Fi	C
Fylling_bane	1	19.00	38.0	39	
Sand	2	19.00	33.0	16	
SP/KL	3	19.00	28.8	55	

Material	no	Un	Weight	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Fylling_bane	1	19.00	38.0	39				
Sand	2	19.00	33.0	16				
SP/KL	3	19.00	---	---		C-profil	100	0.63 0.35



0	05.04.2022		BAGJ	TROR	STNI
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Rambøll i Norge AS
 Kobbegate 2, 7042 Trondheim
 Pb. 9420 Torgarden, 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

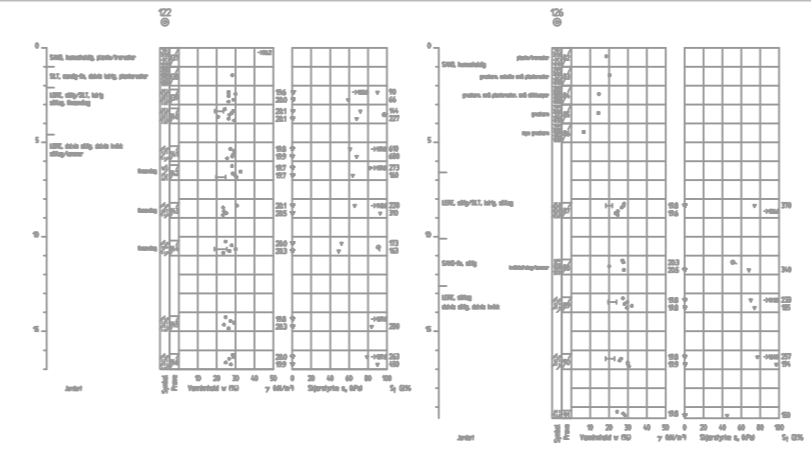
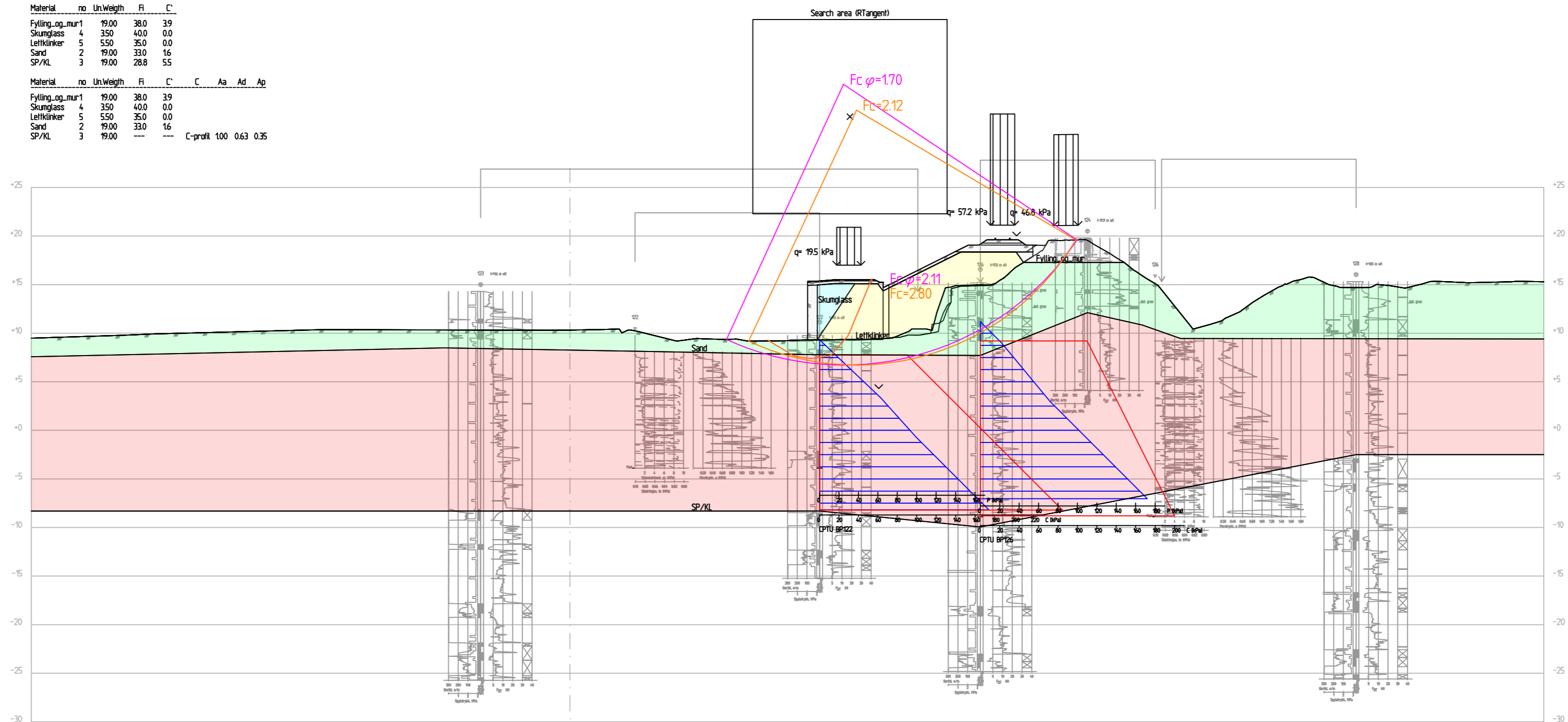
OPPDRAG
Melhus og Søberg
 OPPDRAGSGIVER
Bane NOR SF

INNHOOLD
STABILITETSBEREGNING
 Profil B
 Total- og effektivspenningsanalyse
 Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350046287	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 210	REV. 0

Material	no	Un	Weight	F	C
Fylling_og_mur1	19.00	38.0	39		
Skunglass	4	350	40.0	0.0	
Lettklinker	5	550	35.0	0.0	
Sand	2	19.00	33.0	16	
SP/KL	3	19.00	28.8	55	

Material	no	Un	Weight	F	C	C	Aa	Ad	Ap	
Fylling_og_mur1	19.00	38.0	39							
Skunglass	4	350	40.0	0.0						
Lettklinker	5	550	35.0	0.0						
Sand	2	19.00	33.0	16						
SP/KL	3	19.00	---	---			C-profil	100	0.63	0.35



0	05.04.2022		BAGJ	TROR	STNI
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Rambøll i Norge AS
 Kobbegate 2, 7042 Trondheim
 Pb. 9420 Torgarden, 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

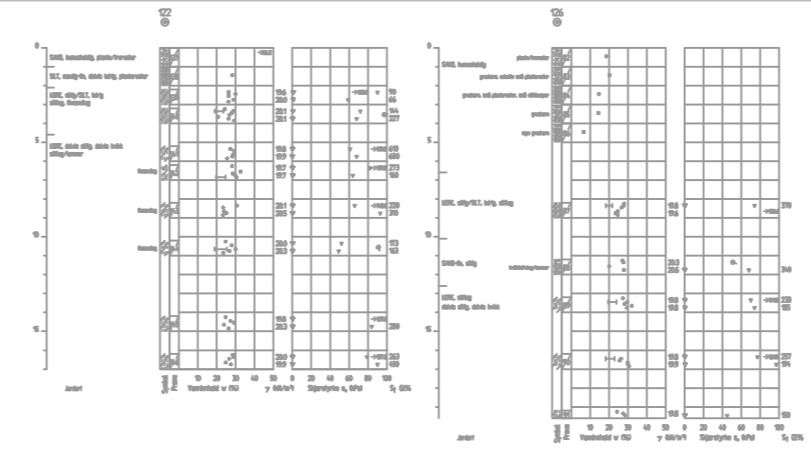
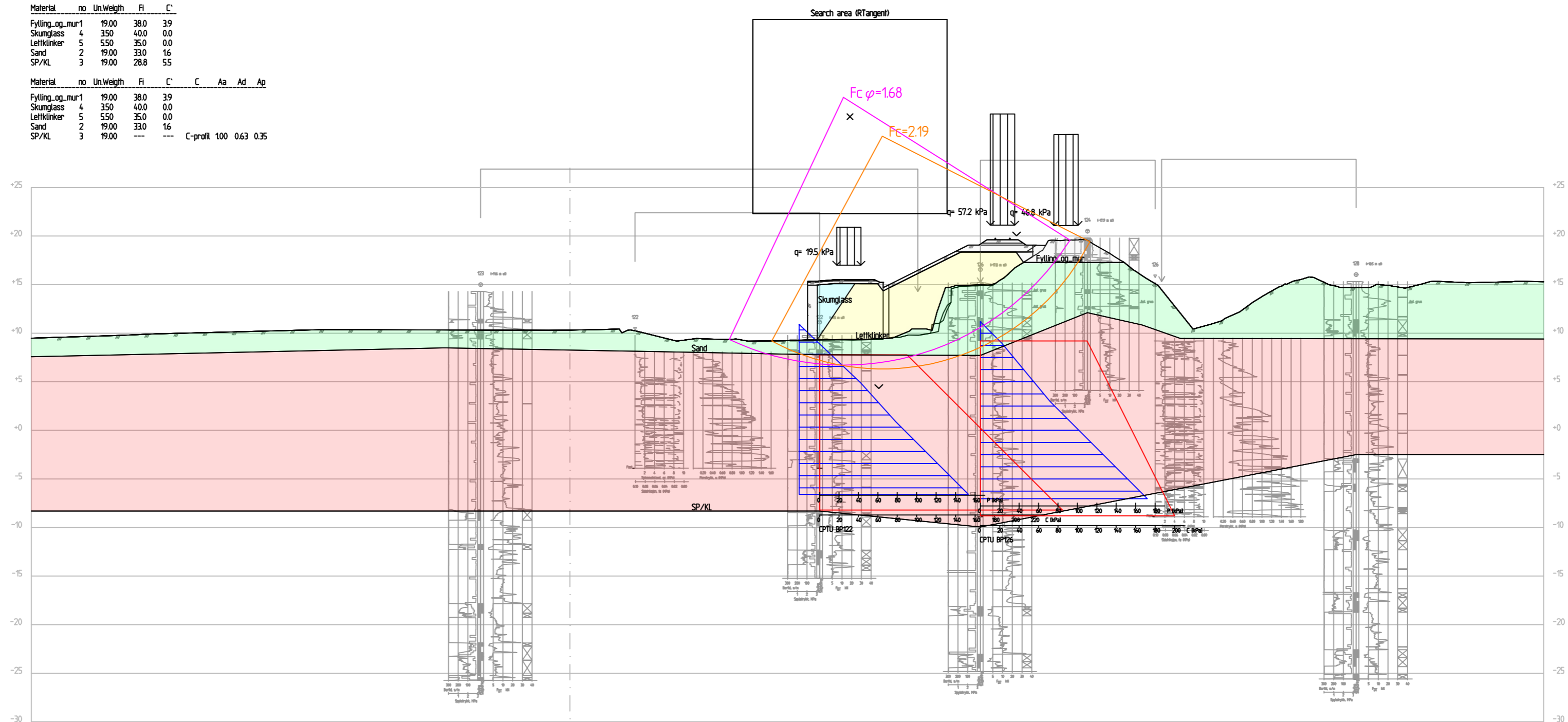
OPPDRAG
Melhus og Søberg
 OPPDRAGSGIVER
Bane NOR SF

INNHOOLD
STABILITETSBEREGNING
 Profil B
 Total- og effektivspenningsanalyse
 Krysningsspor og mur

OPPDRAG NR. 1350046287	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 211	REV. 0

Material	no	Un	Weight	F	C
Fylling_og_mur1	19.00	38.0	39		
Skunglass	4	350	40.0	0.0	
Lettklinker	5	550	35.0	0.0	
Sand	2	19.00	33.0	16	
SP/KL	3	19.00	28.8	55	

Material	no	Un	Weight	F	C	C	Aa	Ad	Ap	
Fylling_og_mur1	19.00	38.0	39							
Skunglass	4	350	40.0	0.0						
Lettklinker	5	550	35.0	0.0						
Sand	2	19.00	33.0	16						
SP/KL	3	19.00	---	---			C-profil	100	0.63	0.35



0	05.04.2022		BAGJ	TROR	STNI
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Rambøll i Norge AS
 Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
 Pb. 9420 Torgarden, 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

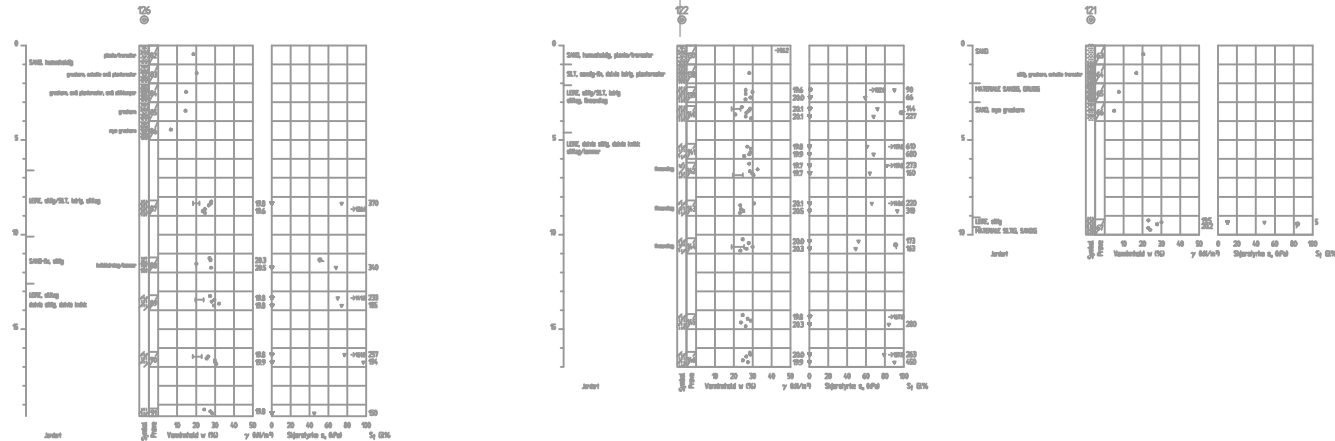
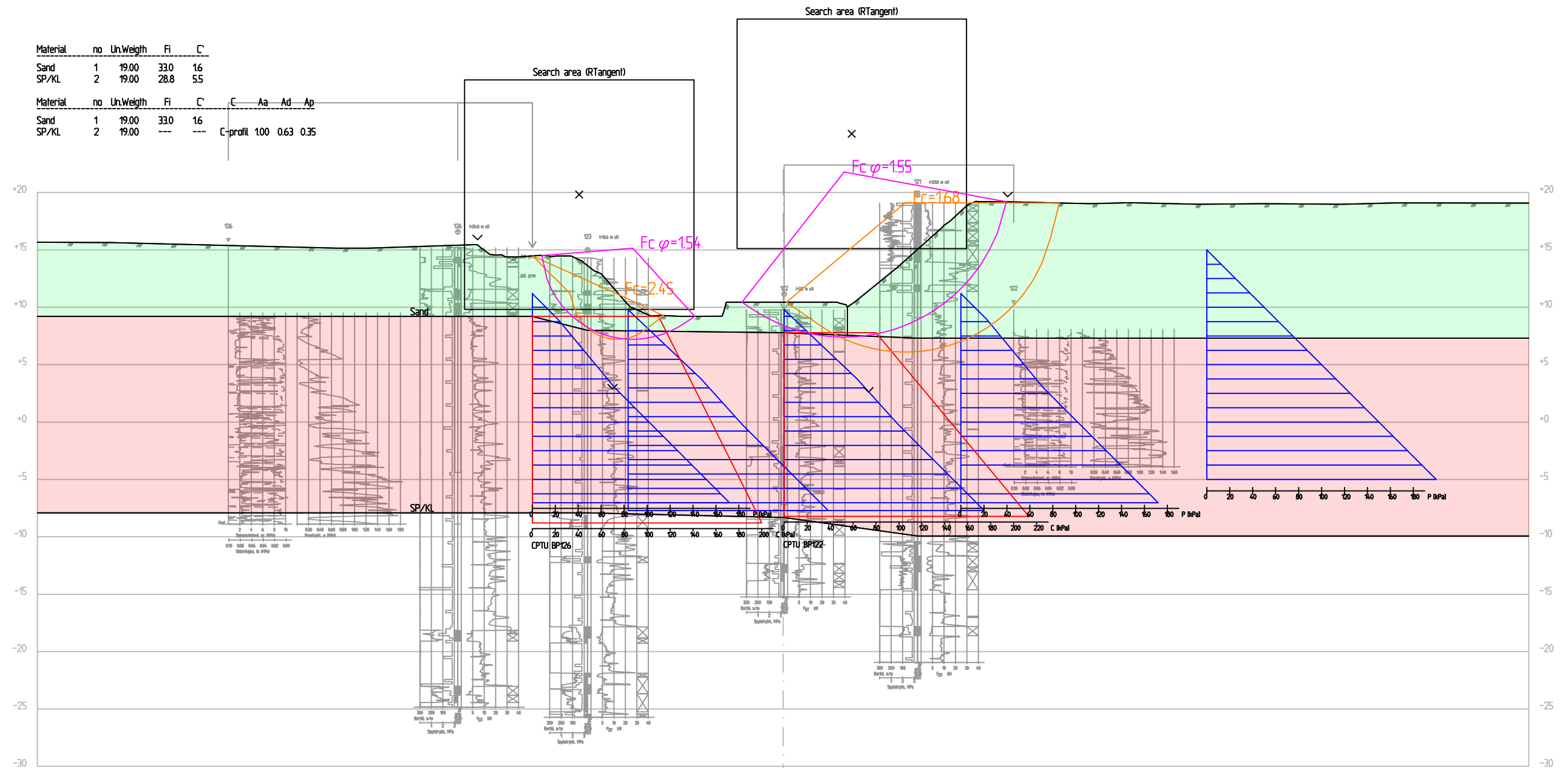
OPPDRAG
Melhus og Sjøberg
 OPPDRAGSGIVER
Bane NOR SF

INNHOVD
STABILITETSBEREGNING
 Profil B
 Total- og effektivspenningsanalyse
 Flomsituasjon

OPPDRAG NR. 1350046287	MÅLESTOKK 1:400 (A3L)	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 212	REV. 0

Material	no	Un.Weight	Fi	C'
Sand	1	19.00	33.0	16
SP/KL	2	19.00	28.8	5.5

Material	no	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1	19.00	33.0	16				
SP/KL	2	19.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35



0	05.04.2022		BAGJ	TROR	STNI
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Rambøll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Melhus og Sjøberg
 OPPDRAGSGIVER
Bane NOR SF

INNHOOLD
STABILITETSBEREGNING
 Profil E
 Total- og effektivspenningsanalyse
 Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350046287	MÅLESTOKK 1:400 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 213	REV. 0



X1595600

X1595600

X15956400

X15956200

X15956000

X1595600

X1595600

X1595600

0	16.06.2022		BAGJ	TROR	STNI
REV.	DATE	ENDING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Ramboll i Norge AS
 Kobbes gate 2, 7042 Trondheim
 Pb. 9420 Torshågen, 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPRAG
Melhus og Søberg
 OPPDRAGSGIVER
Bane NOR SF

INNHOLD
TIDLIGERE GRUNNUNDERSØKELSER
 Søberg

OPPRAG NR. 1350046287	MÅLSTOKK 1:2000 (A1)	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 220	REV. 0

00968A

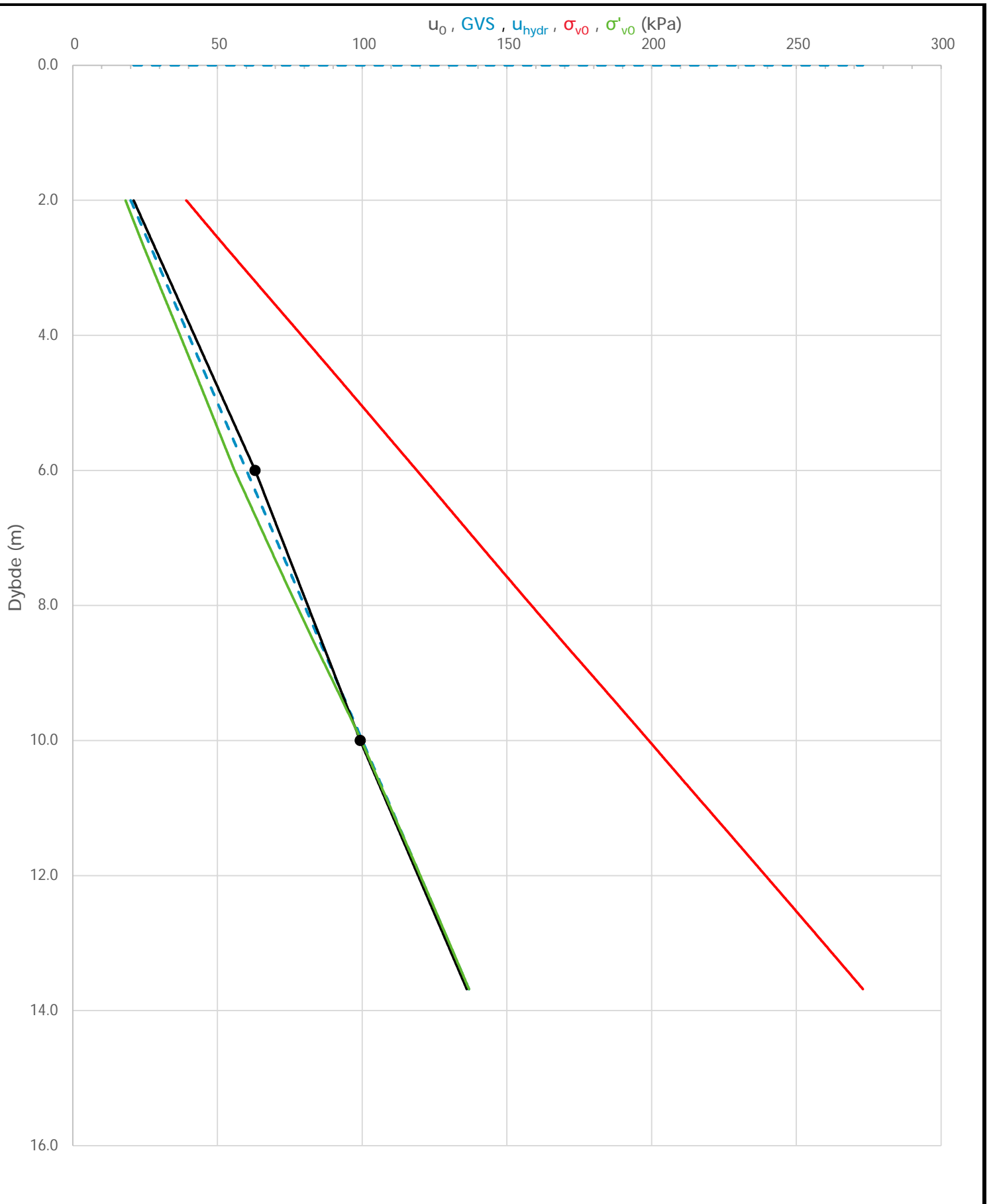
00968A

00268A

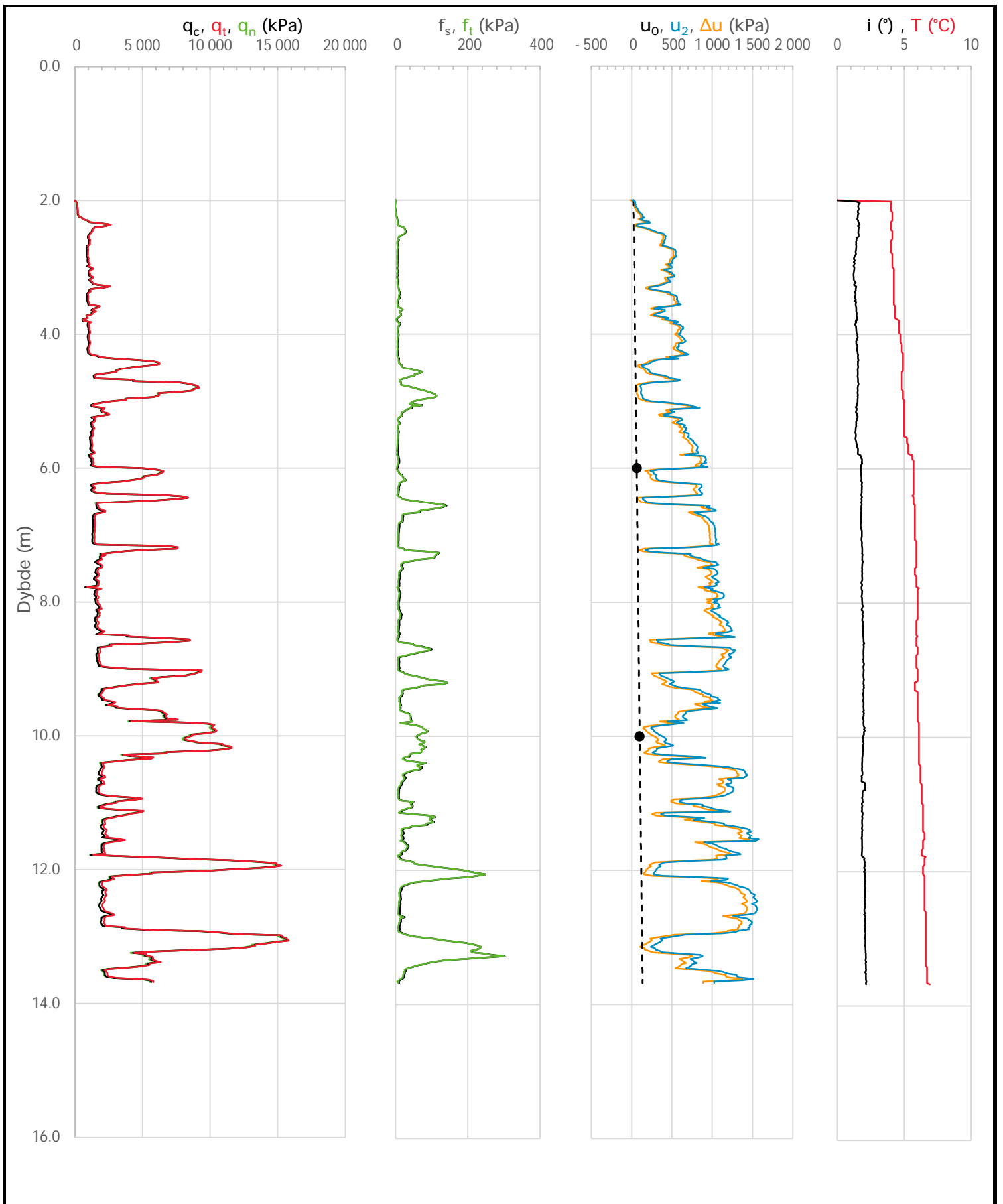
00068A


00888A

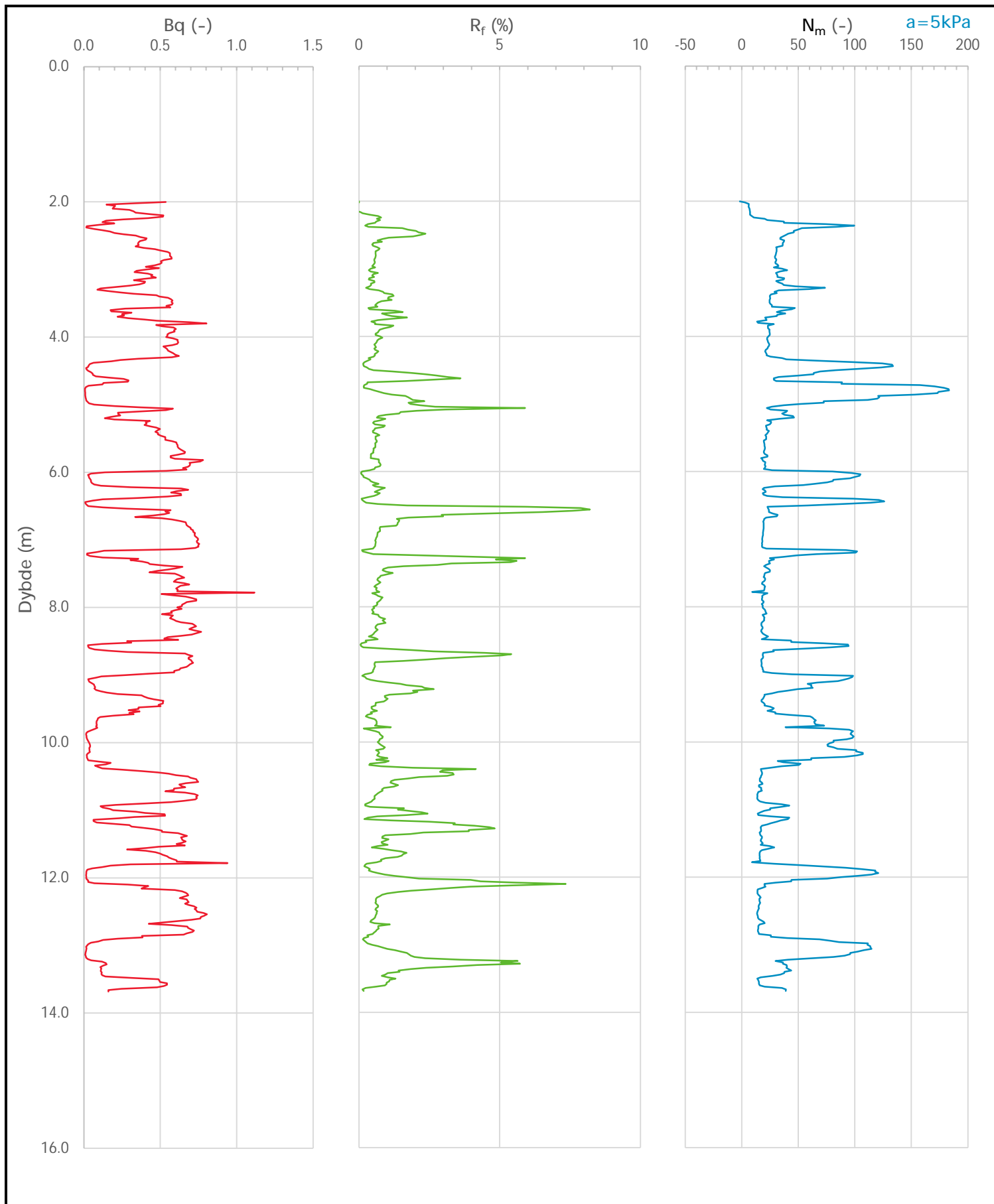
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5049		Boreleder		jlk	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		6.9	
Kalibreringsdato	05.05.2021		Maks helning (°)		2.2	
Dato sondering	07.12.2021		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1573		3783		3967	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.485		0.0101		0.0192	
Arealforhold	0.8480		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	15.027		0.282		0.672	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	6070.4		128.0		235.2	
Registrert etter sondering (kPa)	-3.8		-0.7		0.2	
Avvik under sondering (kPa)	3.8		0.7		0.2	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2.6		0.0		0.1	
Maksverdi under sondering (kPa)	15777.9		302.8		1576.5	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	6.9	0.0	0.8	0.3	0.3	0.0
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 Melhus og Sørberg					Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Borhull Kote +9.8 122	
Tegnet BAGJ					Sondennummer 5049	
Kontrollert TROR					Anvend.klasse 1	
Godkjent STNI					Vedlegg 1-1	
Regneark utviklet av Statens vegvesen					Dato sondering 07.12.2021	
Rev. dato 05.04.2022					Revisjon 00	
Rev. dato 05.04.2022					Rev. dato 05.04.2022	




Prosjekt		Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114		Borhull	Kote +9.8
Melhus og Søberg				122	
Innhold		In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer	5049
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BAGJ	TROR	STNI		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	1-2
	Statens vegvesen	07.12.2021	00 Rev. dato 05.04.2022		



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114		Borhull	Kote +9.8
Melhus og Søberg				122	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5049	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BAGJ	TROR	STNI		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	1-3
	Statens vegvesen	07.12.2021	00 Rev. dato 05.04.2022		



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114		Borhull	Kote +9.8
Melhus og Søberg				122	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5049	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BAGJ	TROR	STNI		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	1-4
	Statens vegvesen	07.12.2021	00 Rev. dato 05.04.2022		

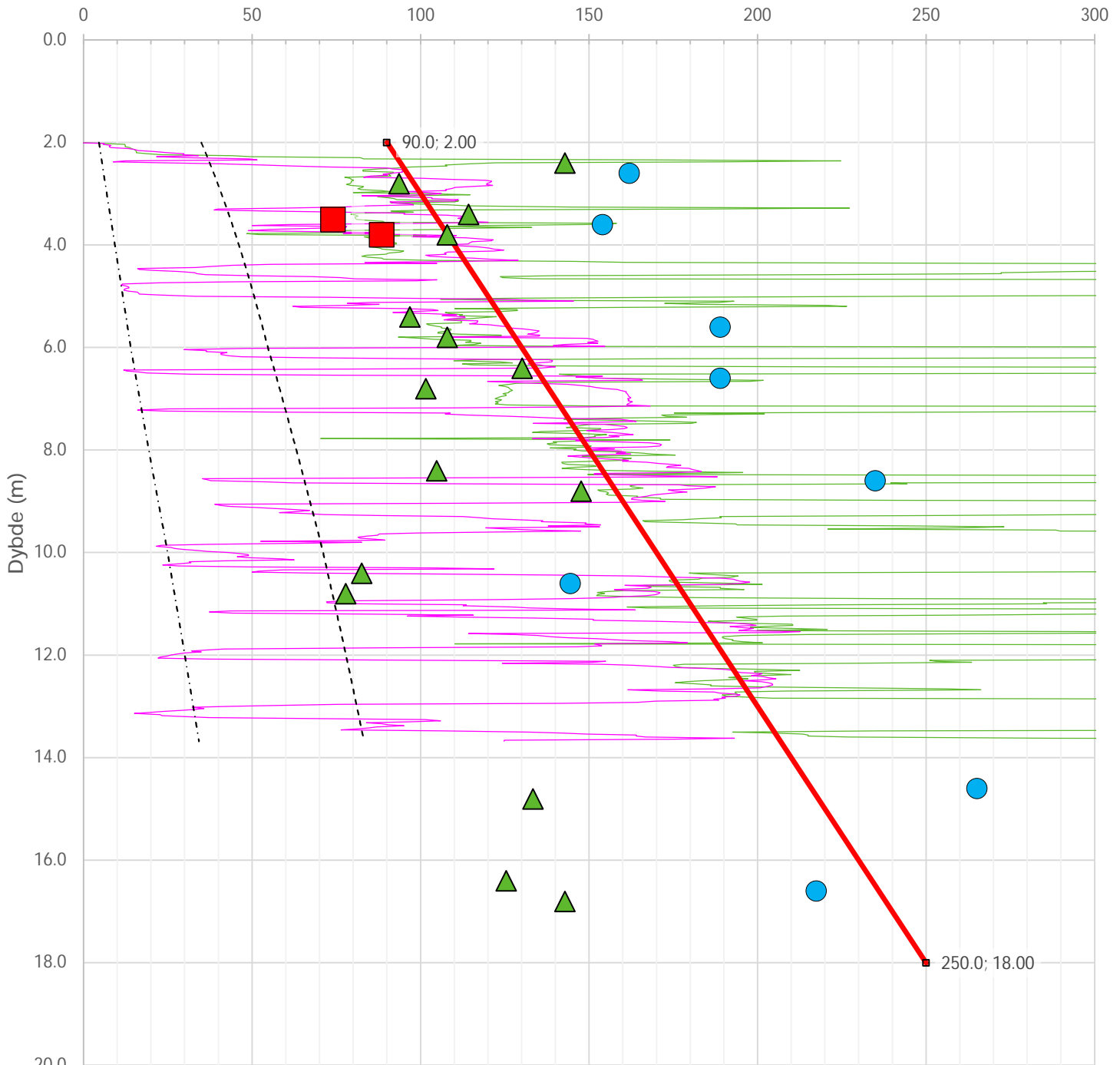
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 122: $c_uC/cucptu = 1.000$

Enaks BH 122: $cuuc/cucptu = 0.630$

Konus BH 122: $cufc/cucptu = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



— Nkt.K=[7.8/8.5]+2.5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.082/0]·lp

— NΔu.K=[6.9/9.8]-[4/4.5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.07/0]·lp

- - - - SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=0.25$, $m=0.65$)

- - - - - cuNC: $0.25 \cdot \sigma'v0$

■ Treaks BH 122

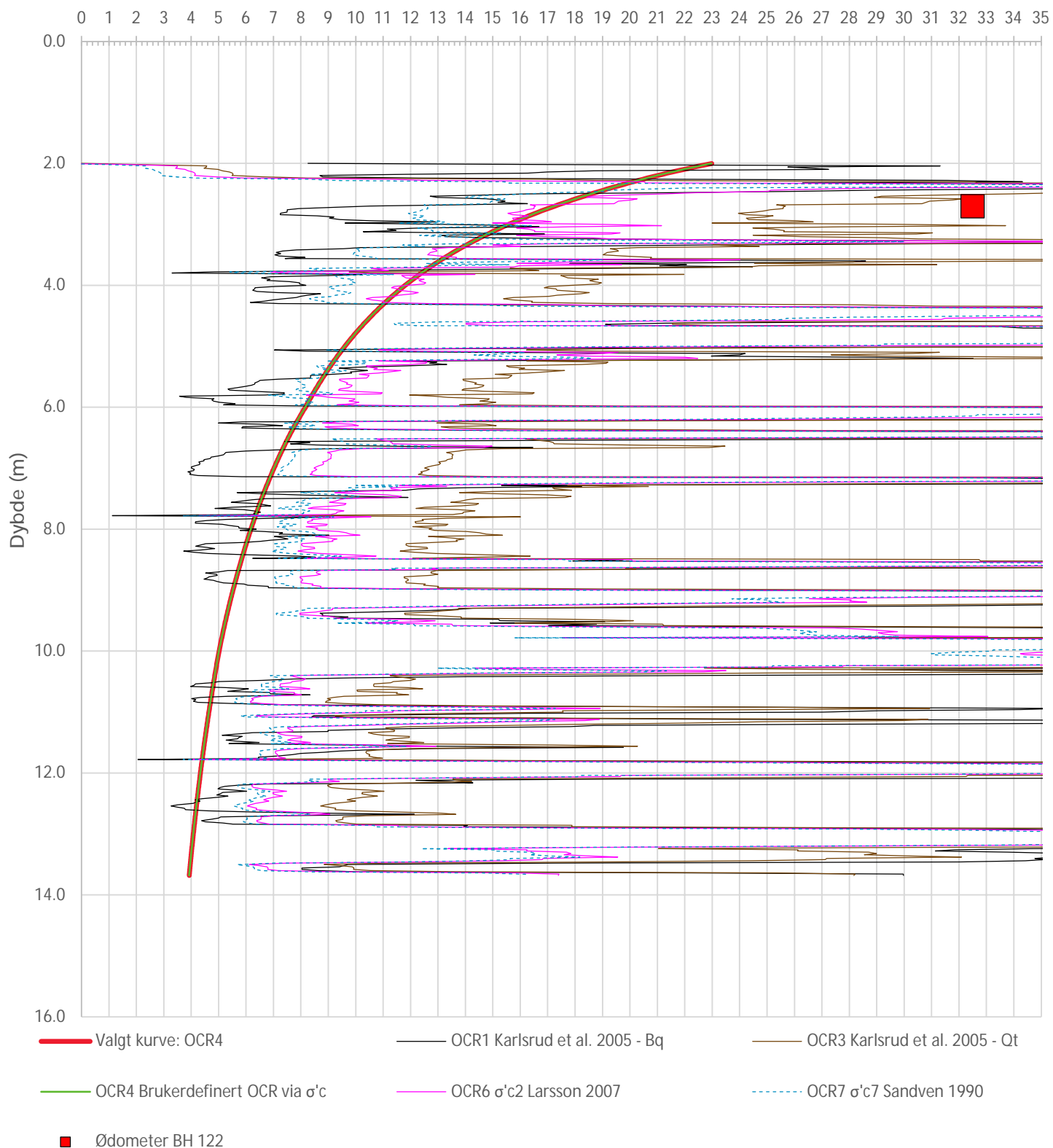
● Enaks BH 122

▲ Konus BH 122


—■— Designlinje

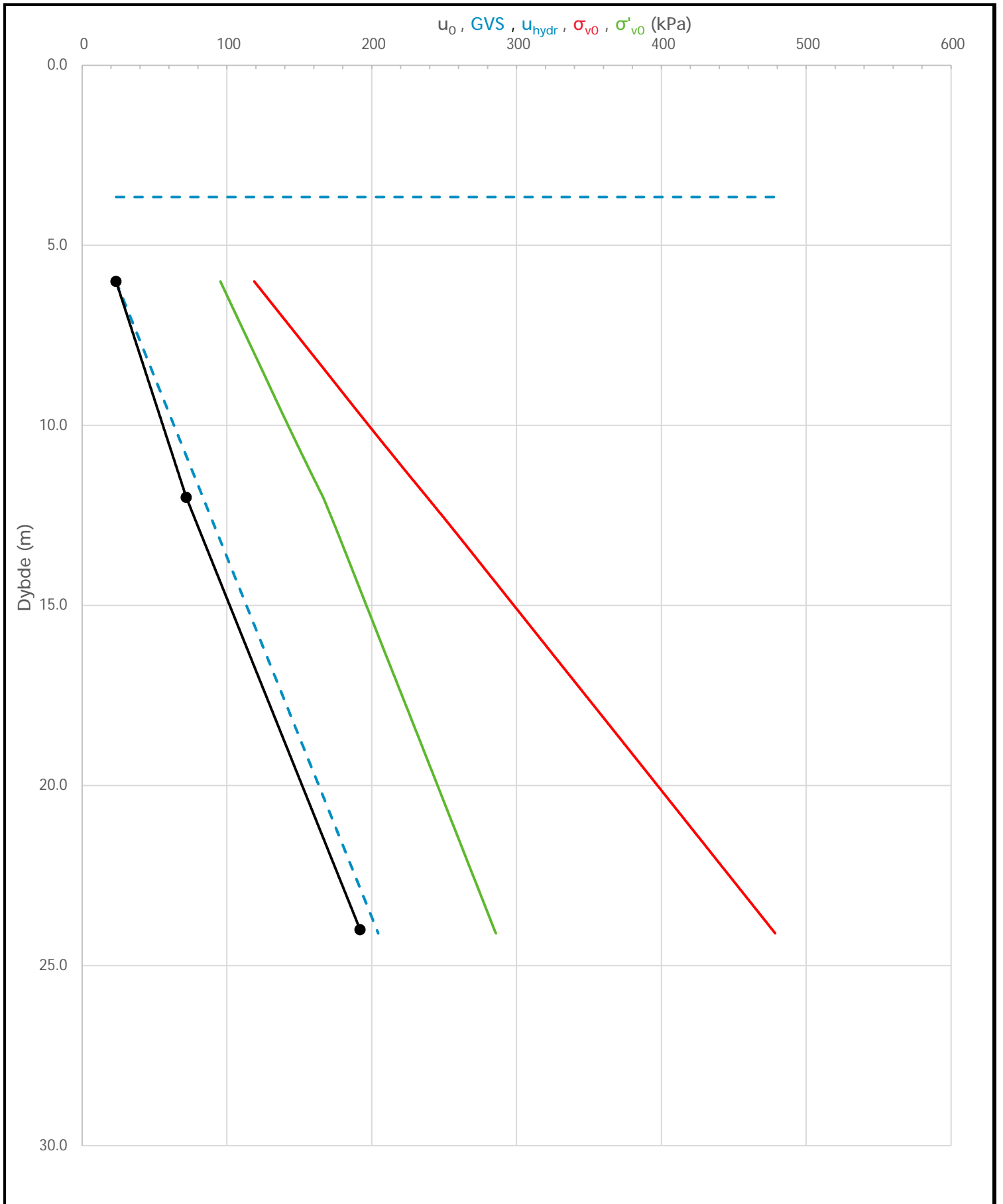
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114		Borhull	Kote +9.8
Melhus og Søberg				122	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5049	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BAGJ	TROR	STNI		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	1-5
	Statens vegvesen	07.12.2021	00 Rev. dato 05.04.2022		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)

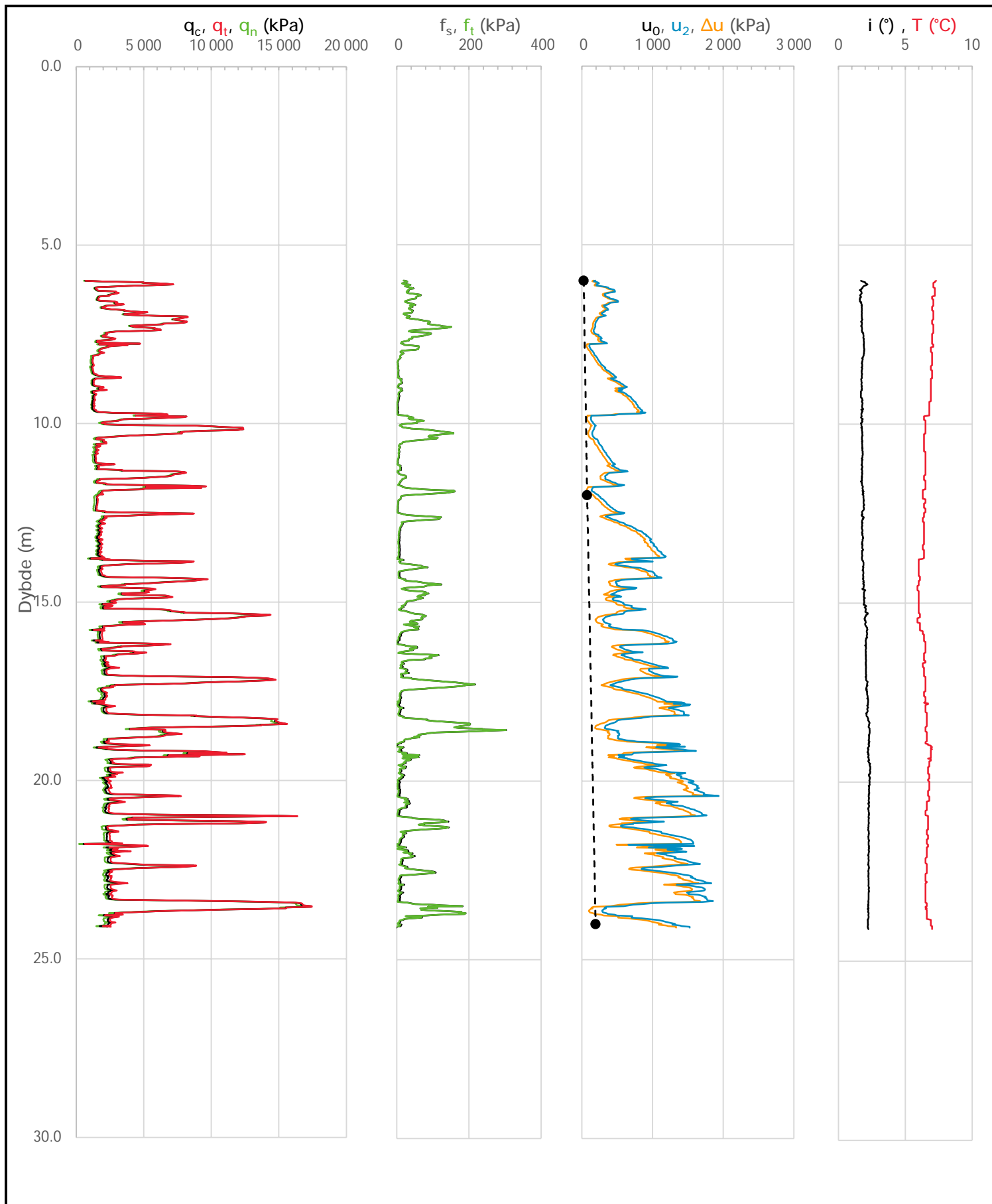



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114		Borhull	Kote +9.8
Melhus og Sørberg				122	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5049	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BAGJ	TROR	STNI		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	1-6
	Statens vegvesen	07.12.2021	00 Rev. dato 05.04.2022		

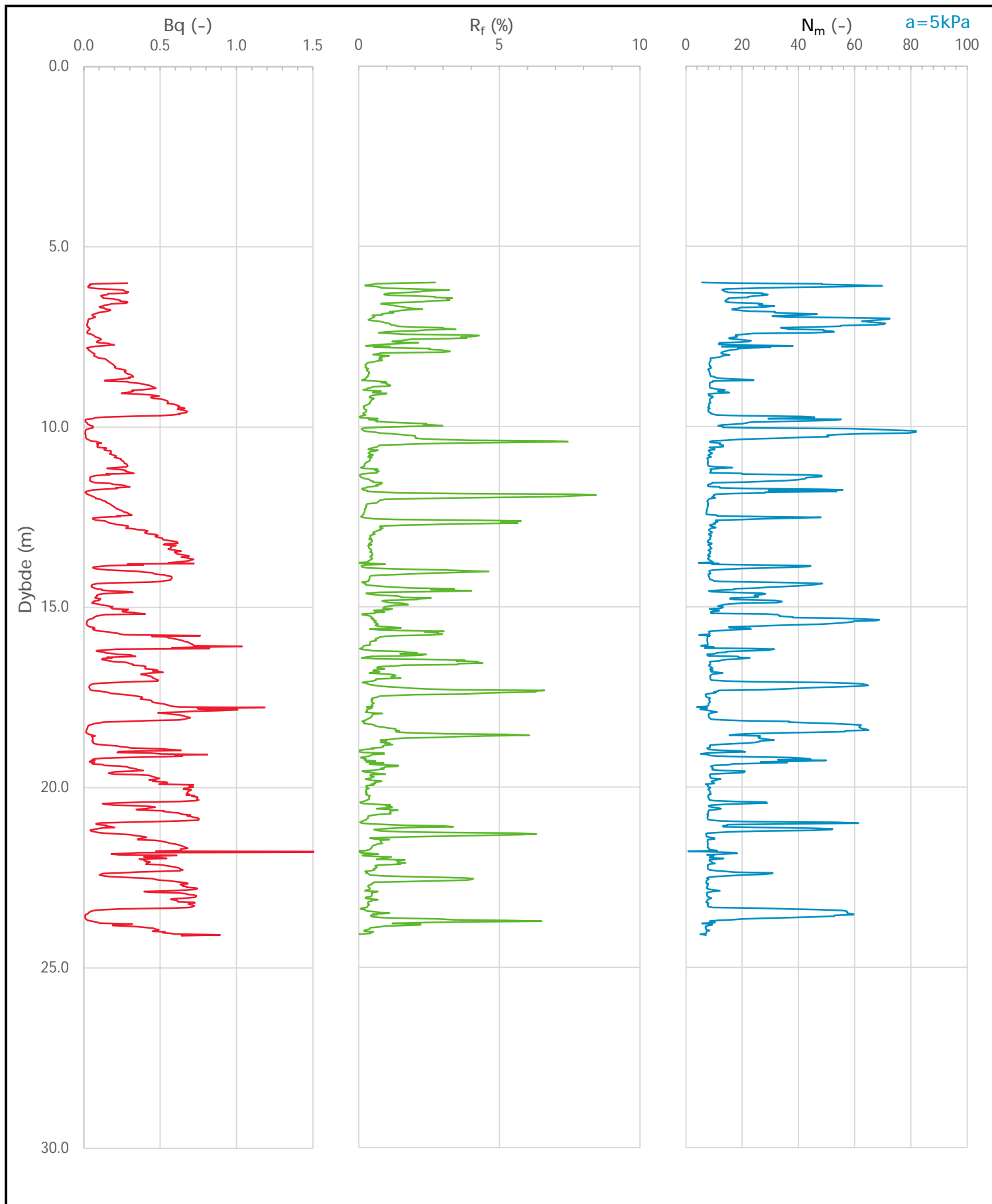
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5049		Boreleder		jlk	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		1.4	
Kalibreringsdato	05.05.2021		Maks helning (°)		2.4	
Dato sondering	03.11.2021		Maks avstand målinger (m)		0.02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0.5		2	
Måleområde (MPa)	50		0.5		2	
Skaleringsfaktor	1573		3783		3967	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0.485		0.0101		0.0192	
Arealforhold	0.8480		0.0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	15.027		0.282		0.672	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	5987.5		129.8		247.8	
Registrert etter sondering (kPa)	-1.9		-2.7		-10.7	
Avvik under sondering (kPa)	1.9		2.7		10.7	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0.5		0.0		0.0	
Maksverdi under sondering (kPa)	17404.2		303.5		1937.6	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	2.9	0.0	2.7	0.9	10.7	0.6
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	2	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Melhus og Søberg					Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Borhull Kote +15.2 126	
					Sondennummer 5049	
					Anvend.klasse 1	
Tegnet BAGJ		Kontrollert TROR		Godkjent STNI		
Regneark utviklet av Statens vegvesen		Dato sondering 03.11.2021		Revisjon 00 Rev. dato 05.04.2022		
					Tegning 2-1	




Prosjekt		Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114		Borhull	Kote +15.2
Melhus og Søberg				126	
Innhold		In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer	5049
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BAGJ	TROR	STNI		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Tegning	2-2
	Statens vegvesen	03.11.2021	00 Rev. dato 05.04.2022		



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114		Borhull	Kote +15.2
Melhus og Søberg				126	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5049	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BAGJ	TROR	STNI		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Tegning	2-3
	Statens vegvesen	03.11.2021	00 Rev. dato 05.04.2022		



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114		Borhull	Kote +15.2
Melhus og Søberg				126	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5049	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BAGJ	TROR	STNI		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Tegning	2-4
	Statens vegvesen	03.11.2021	00 Rev. dato 05.04.2022		

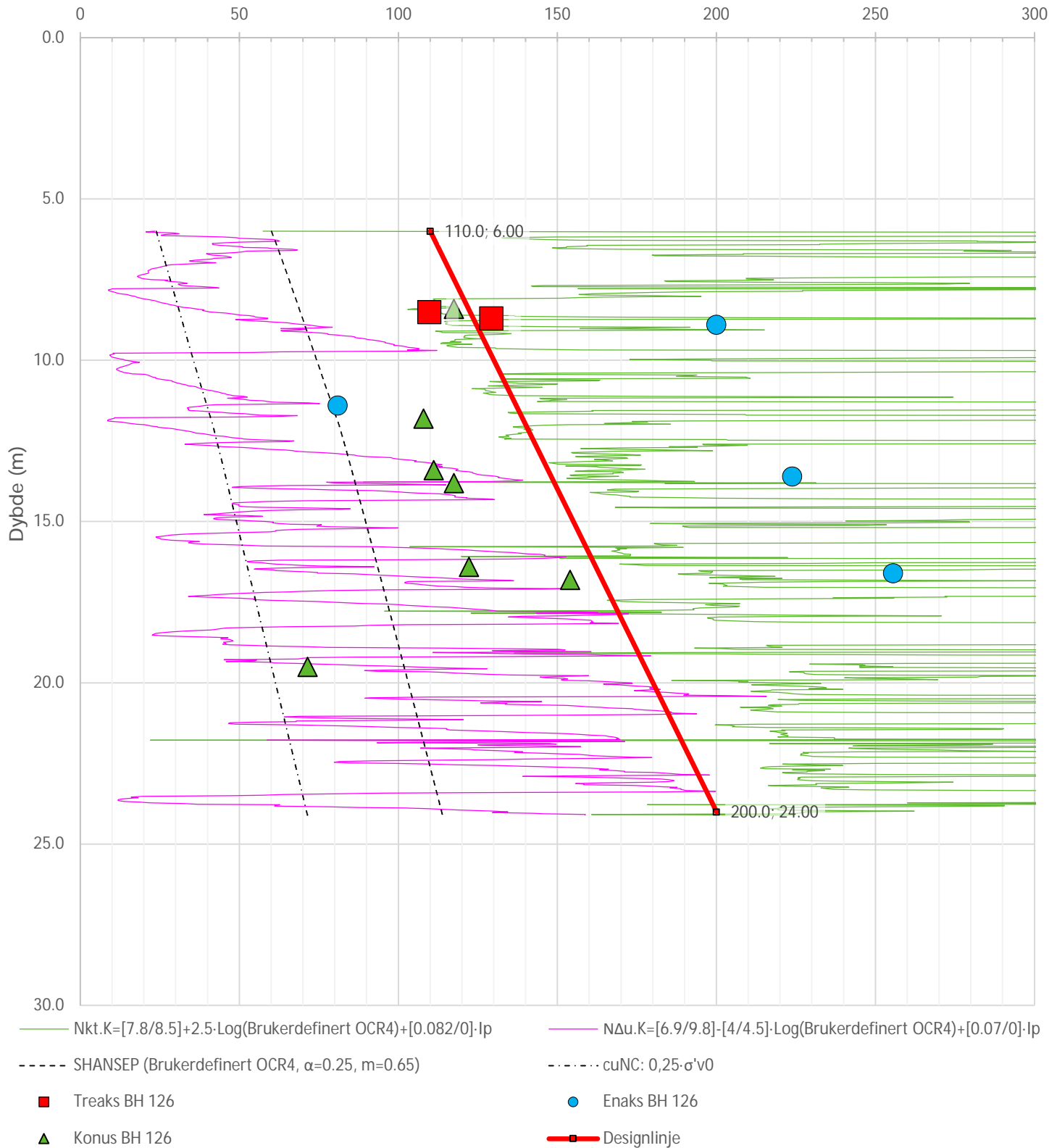
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 126: $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH 126: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0.630$

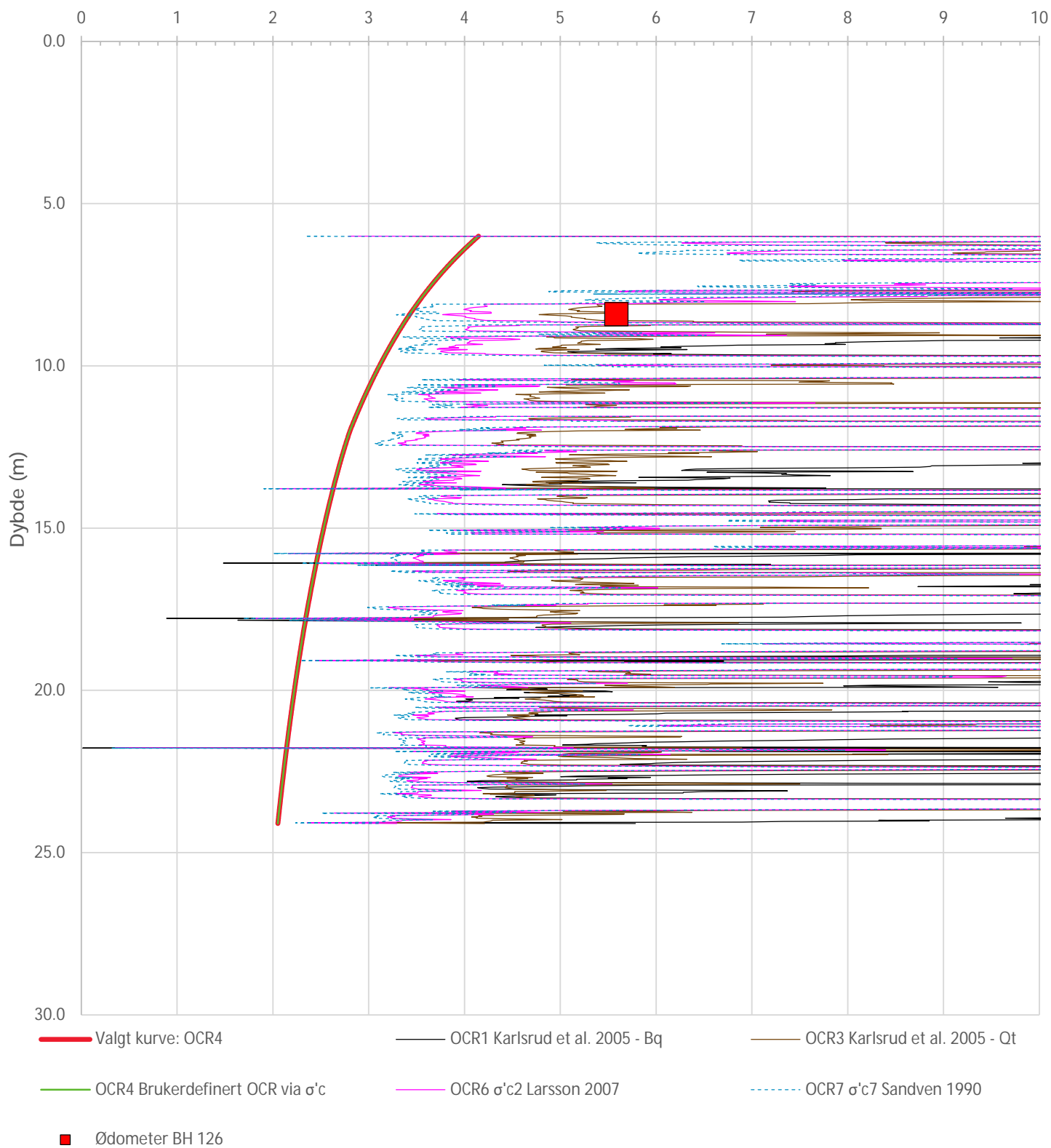
Konus BH 126: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



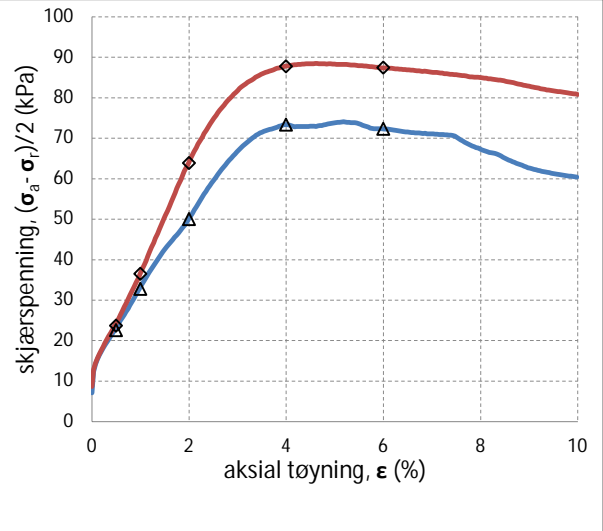
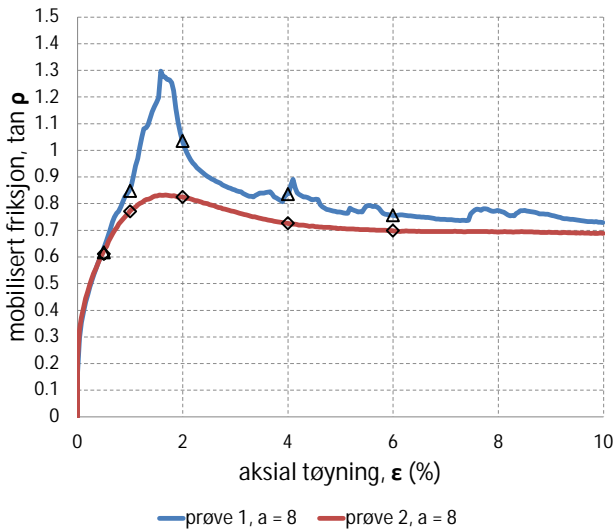
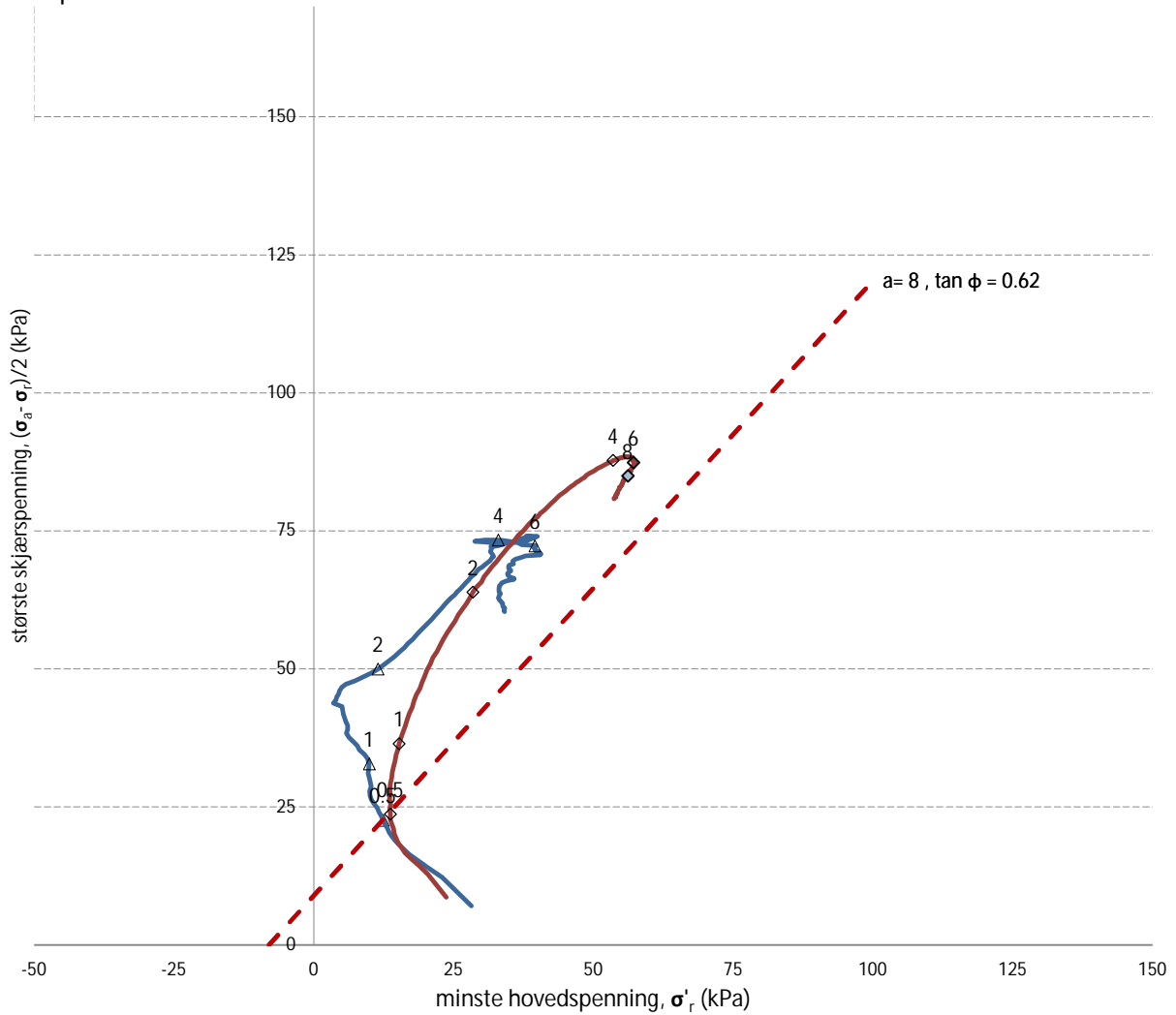
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114		Borhull	Kote +15.2
Melhus og Søberg				126	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5049	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BAGJ	TROR	STNI		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Tegning	2-5
	Statens vegvesen	03.11.2021	00 Rev. dato 05.04.2022		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350046287 Rapportnummer: KTT-20-A-10114		Borhull	Kote +15.2
Melhus og Søberg				126	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5049	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	TROR	STNI	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Tegning	
	Statens vegvesen	03.11.2021	00	2-6	
			Rev. dato	05.04.2022	

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	122	140	3,50m	CAUA	26.5	8.4	0.194	35	42	28	Leire, siltig
2	◇	122	140	3,80m	CAUA	26.0	1.1	0.025	38	41	24	Silt, leirig



Melhus og Sørberg

Bane NOR SF

TREAKSIALFORSØK

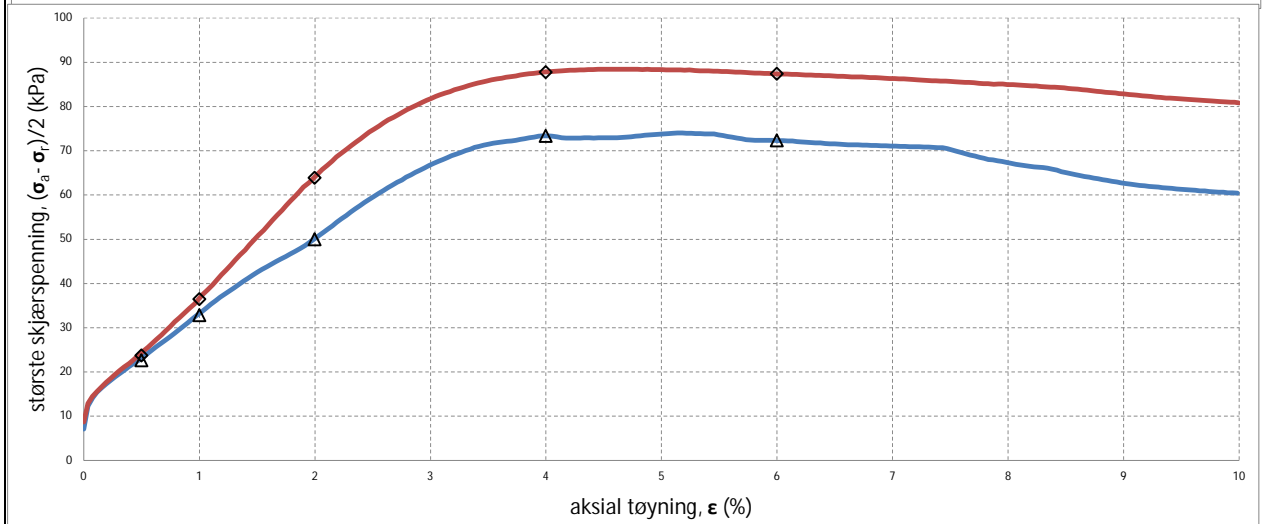
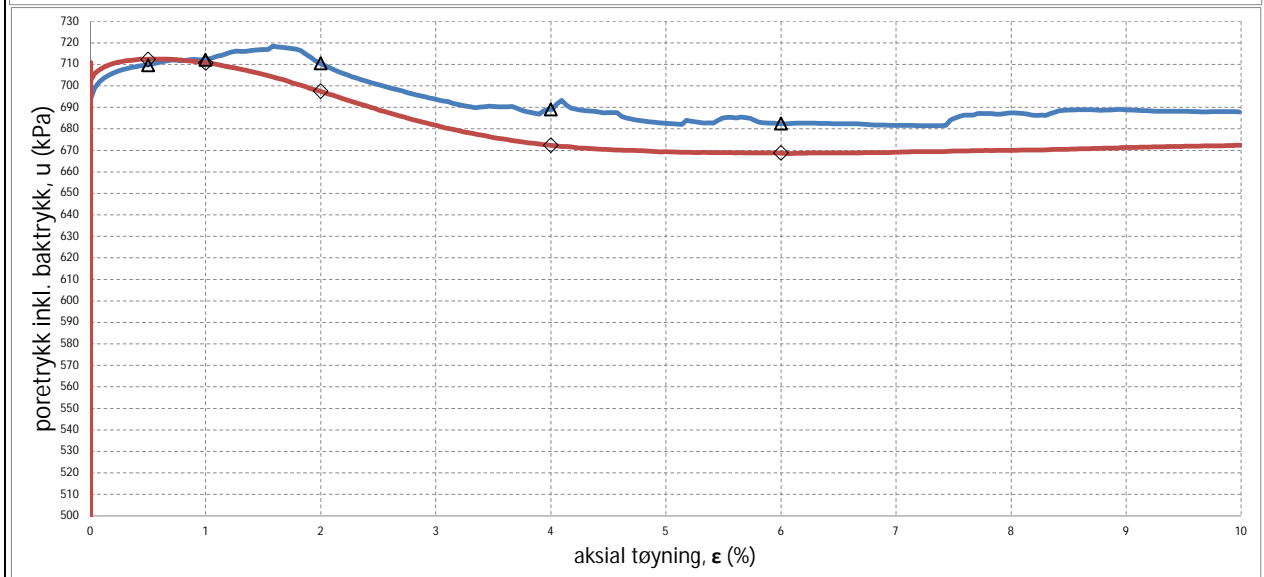
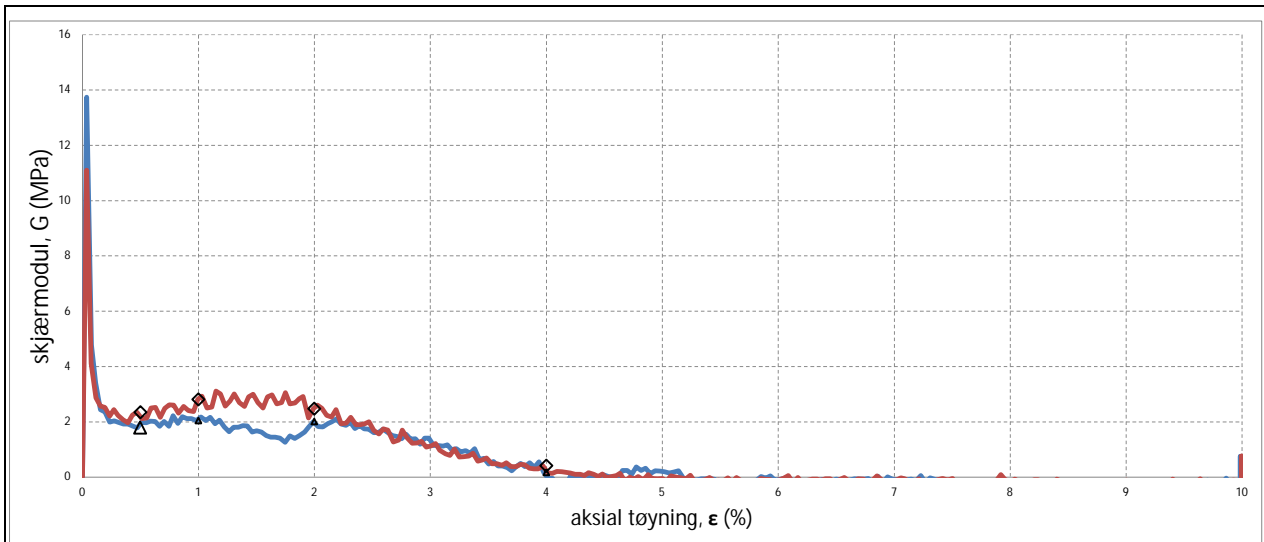
Tegn./kontr.
BAGJ/TROR

Dato
05.04.2022

Oppdrag
1350046287

Vedlegg
3

Tegn. Nr.
-



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	122	140	3,50m	CAUA	26.5	8.4	0.194	35	42	28	Leire, siltig
2	◇	122	140	3,80m	CAUA	26.0	1.1	0.025	38	41	24	Silt, leirig



Melhus og Sørberg

Bane NOR SF

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350046287

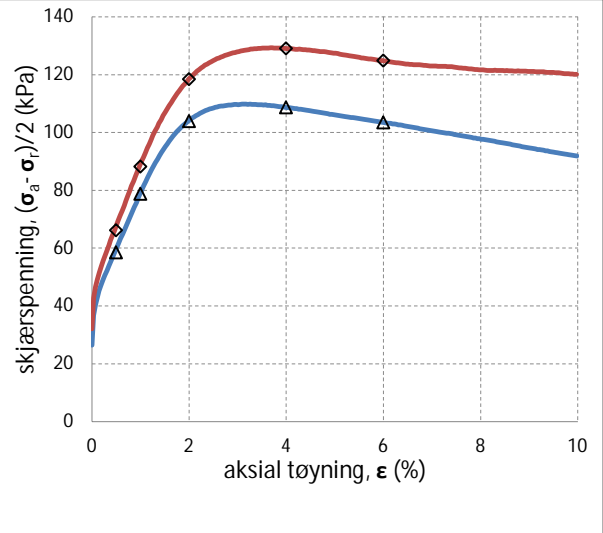
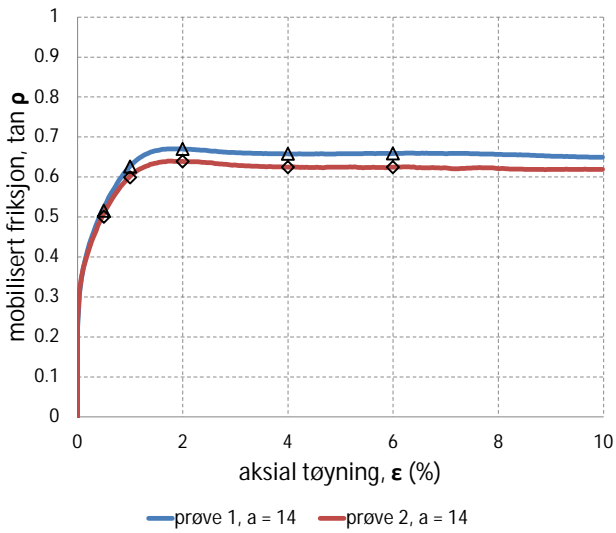
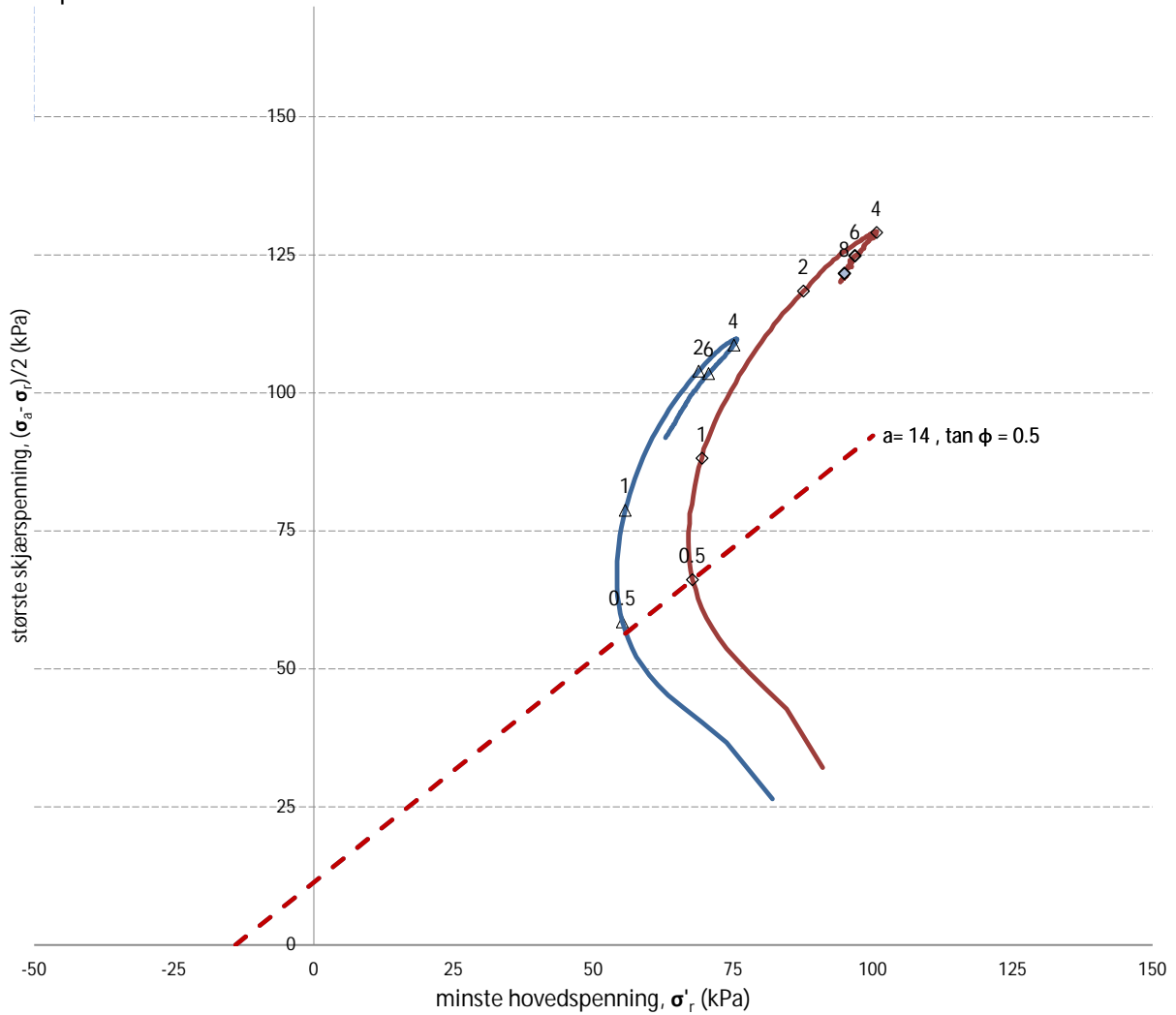
Tegn./kontr.
BAGJ/TROR

Dato
05.04.2022

Vedlegg
3

Tegn. Nr.
-

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	126	87	8,50m	CAUA	25.8	8.6	0.204	131	134	82	Leire, siltig
2	◇	126	87	8,70m	CAUA	24.9	5.7	0.138	132	154	91	Leire, siltig



Melhus og Sørberg

Bane NOR SF

TREAKSIALFORSØK

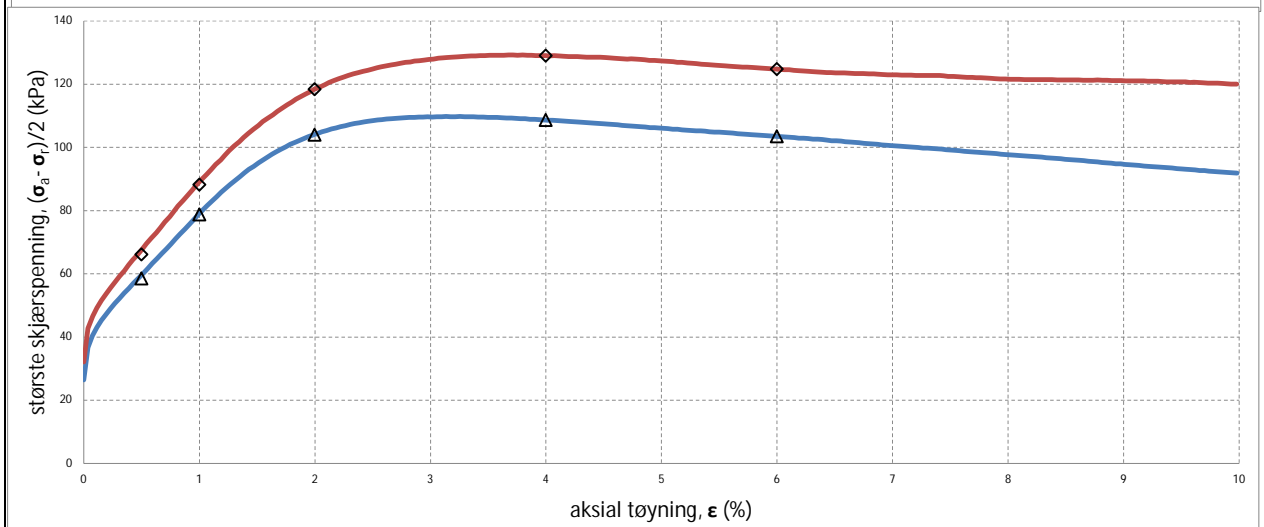
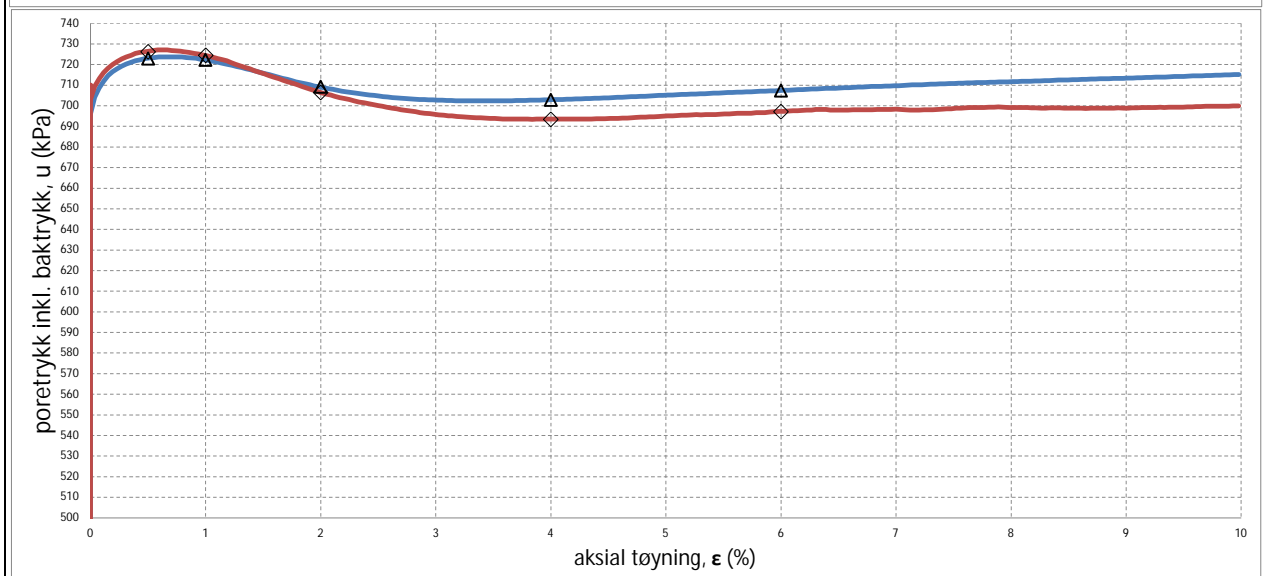
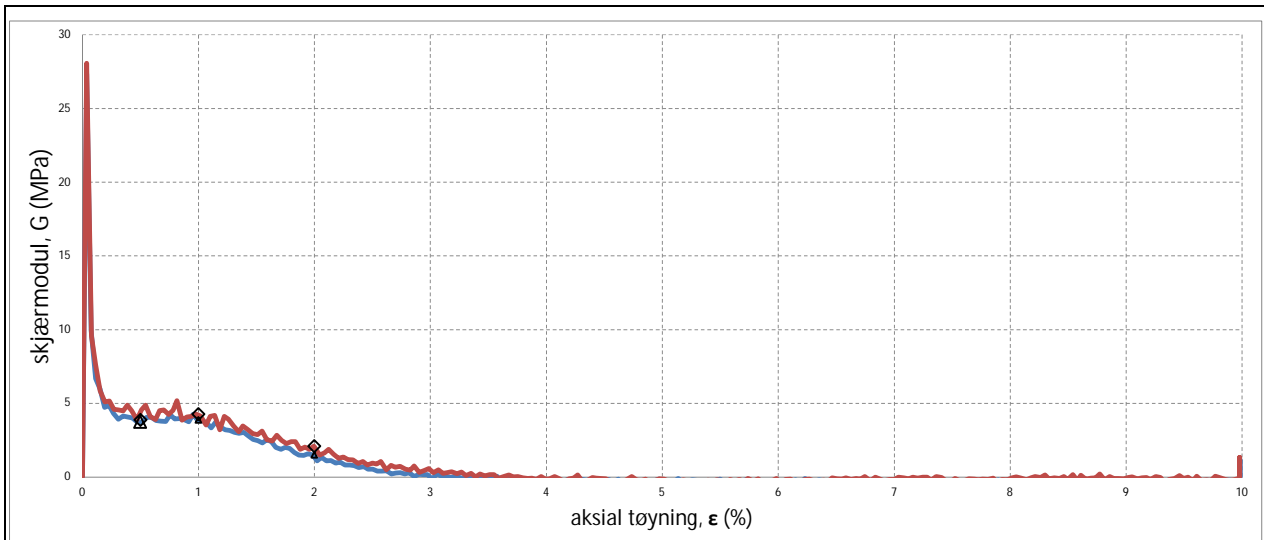
Oppdrag
1350046287

Tegn./kontr.
BAGJ/TROR

Dato
05.04.2022

Vedlegg
4

Tegn. Nr.
-



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	126	87	8,50m	CAUA	25.8	8.6	0.204	131	134	82	Leire, siltig
2	◇	126	87	8,70m	CAUA	24.9	5.7	0.138	132	154	91	Leire, siltig



Melhus og Sørberg

Bane NOR SF

TREAKSIALFORSØK

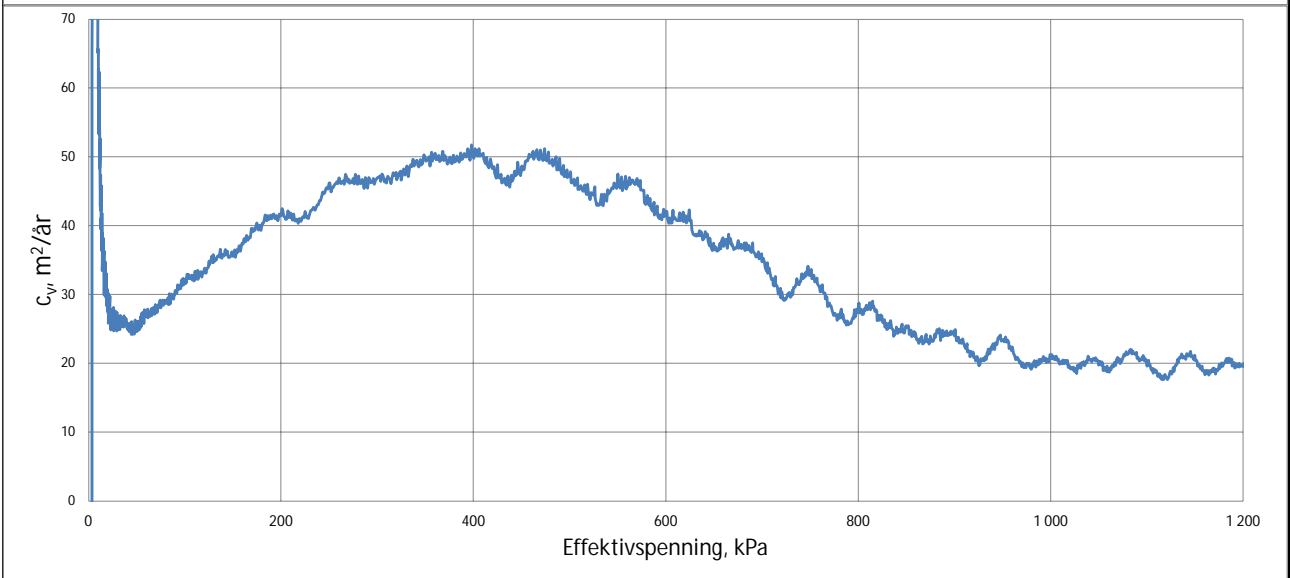
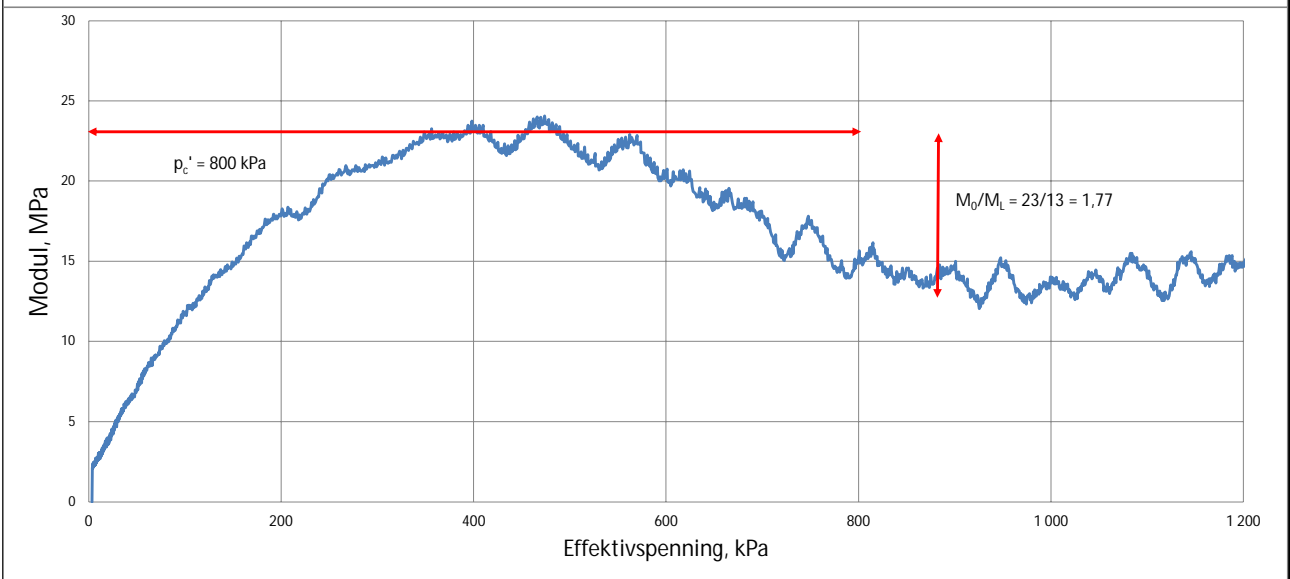
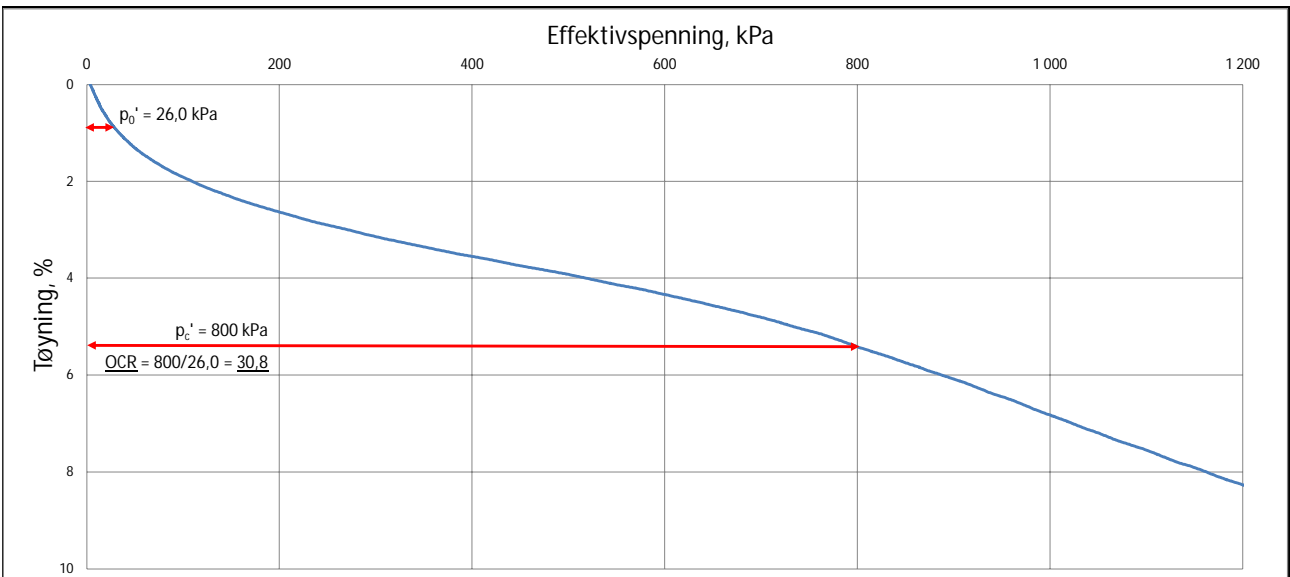
Oppdrag
1350046287

Tegn./kontr.
BAGJ/TROR

Dato
05.04.2022

Vedlegg
4

Tegn. Nr.
-



pkt 122 lab 139 dybde 2,70m Leire



Melhus og Sørberg

Bane NOR SF

Ødometerforsøk

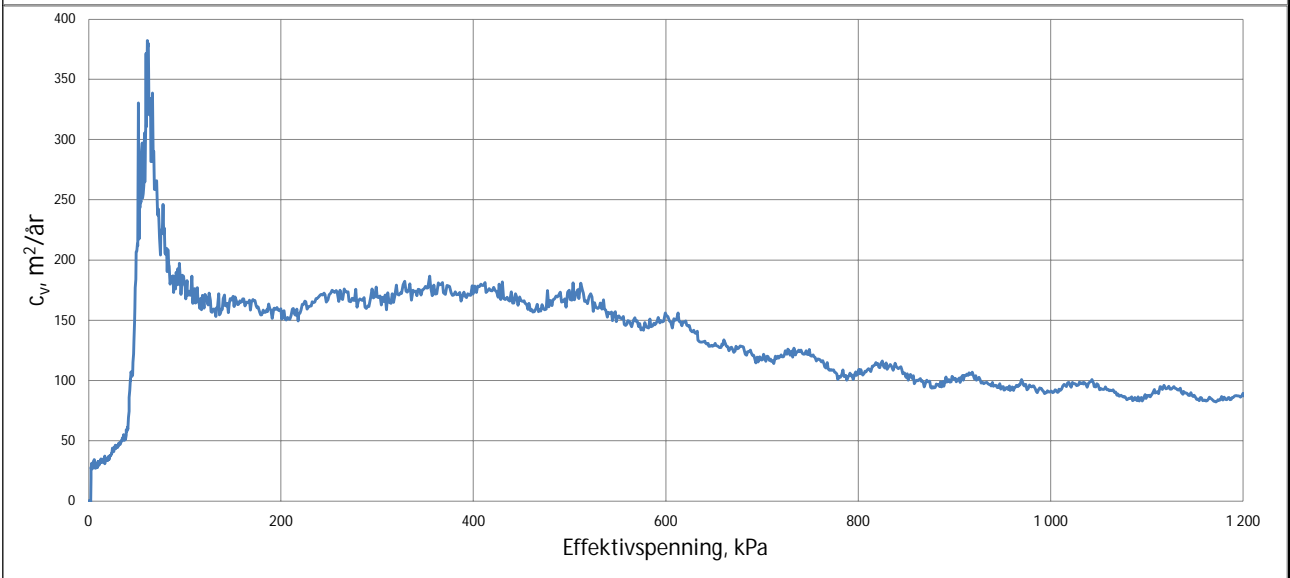
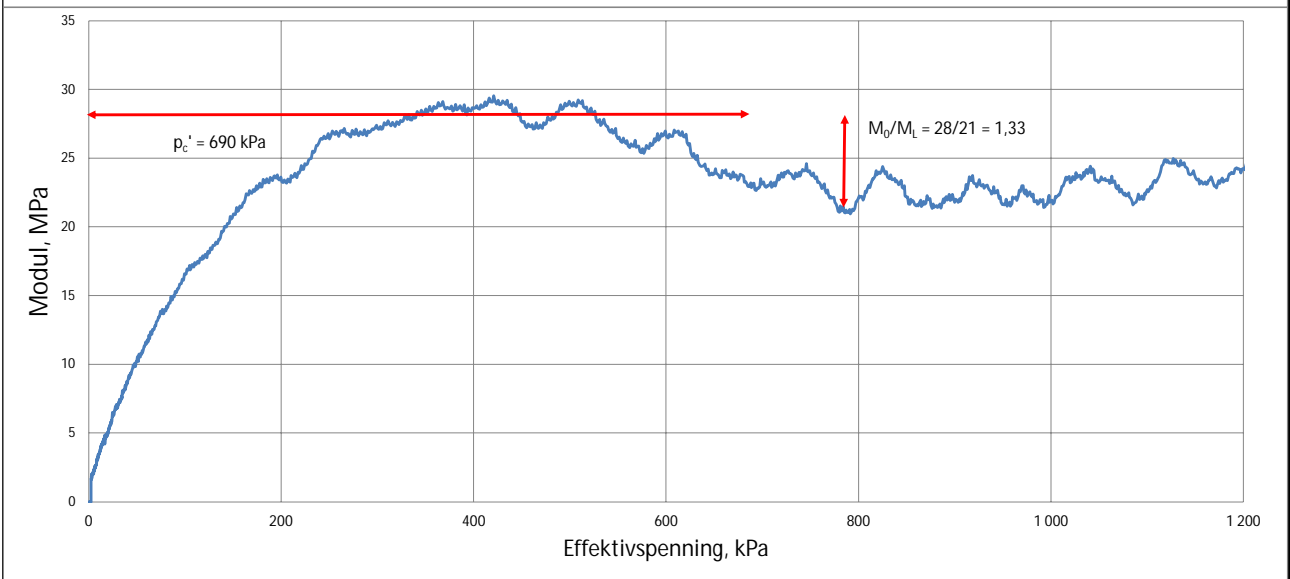
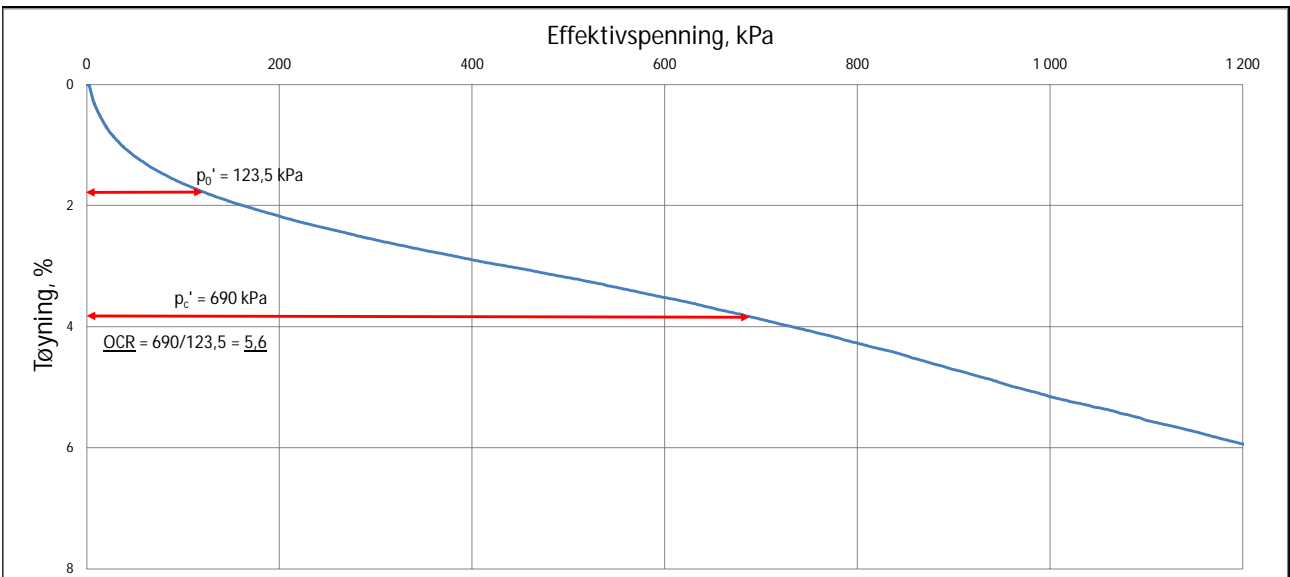
Oppdrag
1350046287

Tegn./kontr.
BAGJ/TROR

Dato
05.04.2022

Vedlegg
5

Tegn. Nr.
-



pkt 126 lab 87 dybde 8,40m Leire



Melhus og Sørberg

Bane NOR SF

Ødometerforsøk

Oppdrag
1350046287

Tegn./kontr.
BAGJ/TROR

Dato
05.04.2022

Vedlegg
6

Tegn. Nr.
-

Ref: "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred"
 NVE Ekstern rapport 9/2020 datert desember 2020. Revisjon 4 datert 27.11.2020

Gjelder profil B og E

Skadekonsekvens Forklaring

Vurdering:				Konsekvens, score					
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar	Faktor	vektttall	3	2	1	0
Boligheter	4	1	Nedre- og Øvre Melhus gård i nærheten --> Spredt <5	Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	1	Nedre- og Øvre Melhus gård i nærheten --> <10	Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	Ingen kjente bygninger av spesiell verdi.	Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei	2	3	E6 ligger i nært med ÅDT = 12 000	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje	2	3	Persontrafikk langs Trønderbanen krysser over Loddbekken	Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godtrafikk	Normalt ingen	Ingen
Kraftnett	1	2	2 høyspentlinjer på 24 og 72kV. 72kV angitt til regional	Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flom	2	3	Oppdemming kan gi flombølge mot bru på E6 og flom oppstrøms bekken	Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Poeng (score x vektall): 27

Beregnet skadekonsekvensklasse: Meget Alvorlig
 Skadekonsekvens 0.60

Faregradsklasser (sannsynlighet) Forklaring

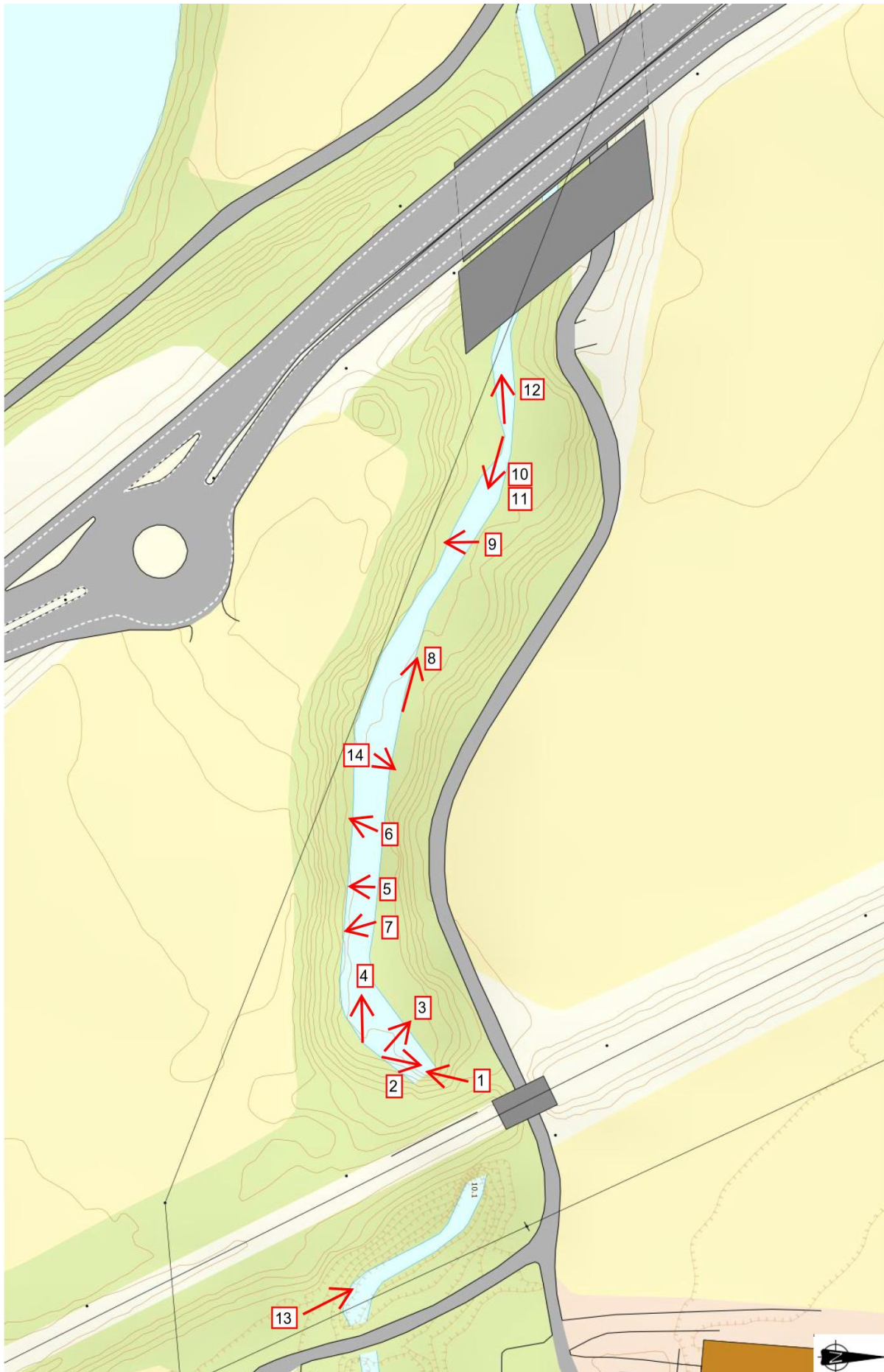
Vurdering:				Faregrad, score					
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar	Faktor	vektttall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	1	Ingen spesielle tegn, men antar noe overflateskred fra erosjon i bekken	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	0	H tatt fra topp jernbane til antatt bekkebunn, ca. 11 meter	Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	0	Ødometer viser OCR langt over 2,0, også i dybden	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk	3	0	Poretrykk målt til hydrostatisk ved bekk.	Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk	-3	0	I skråning mot nord er det målt noe u.trykk, men det velges konservativt 0 for kr. flate	Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	1	Tykkelse innenfor H/2 under skråningsfot: 2,5 meter --> Tykkelse < H/4	Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	3	Høyeste registrerte sensitivitet > 100 for de fleste målte verdier	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	2	Erosjonsforholdet er beskrevet i rapporten. Konservativt valgt noe.	Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	1	Det skal fylles med lette masser i bekken. Ingen endring i terreng høyde.	Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	0		Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen

Poeng (score x vektall): 15

Beregnet faregradsklasse: Lav
 Faregrad 0.29

Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 1765

Risikoklasse: 3



Oversiktsbilde: Markeringer med ca. plassering av hvor etterfølgende bilder er fotografert



Bilde 1: Bilde tatt fra over utløpet av kulvert nedstrøms jernbanen og viser "platå" hvor BP122 er utført



Bilde 2: Utløp fra kulvert under jernbanen



Bilde 3: Litt erosjon under roten ved nordre bekkekant



Bilde 4: Litt til ingen tegn til erosjon langs nordre bekkekant



Bilde 5: Litt til ingen erosjon langs søndre bekkekant, noe finstoff midt i bildet uten vegetasjon



Bilde 6: Noe (litt?) erosjon langs søndre bekkekant



Bilde 7: Terskel anlagt av tre som har fallt. Antas litt erosjon under røtter/treverk på søndre bekkekant



Bilde 8: Ingen erosjon langs nordre bekkekant (til høyre). Litt erosjon langs søndre bekkekant (til venstre)



Bilde 9: Nærbilde av søndre bekkekant fra Bilde 8



Bilde 10: Ned mot E6-brua er det ingen tegn til erosjon langs søndre bekkekant



Bilde 11: Det er også ingen tegn langs nordre bekkekant ned mot E6-brua



Bilde 12: Bru over Loddbekken for E6. Bildet viser også klart vann uten transport av sedimenter.



Bilde 13: Oppstrøms Loddbekken er bekkesidene erosjonssikret. Innløp til kulvert under jernbanen til venstre i enden av bekken



Bilde 14: Tegn på aktivitet fra bever

Vedlegg 9

Rapportnr.	Navn	Dato
Utført av: NSB		
GK79 (dok.nr.: KU-026950-000_000_001)	«Veikrysning ved Melhus stasjon» ca. km 532,527	12.12.1929
GK79 (dok.nr.: KU-026950-000_000_002)	«Veiundergang ved Melhus stasjon, ca. km 531,734»	31.03.1930
Utført av: Statens vegvesen		
U23	«Grunnundersøkelser for tunnel gjennom Meeggen»	01.11.1966
Ud096A	«Tunnel gjennom Meeggen - Grunnforhold - Gjennomførbarhet»	05.04.1990
Ud323Ar01	«Grunnundersøkelser - Gangveg langs E6 ved Sjøberg»	30.05.1979
Ud418Ar01	«Grunnundersøkelser - Rv. 709 Gangveg Melhus sentrum»	24.02.1982
Ud632Ar01	«Grunnundersøkelser - E6 Omlegging ved Sjøberg» <i>(Ikke markert i kart, langs dagens trasé Sjøberg - Melhus S)</i>	15.11.1995
Ud632Ar02	«Grunnundersøkelser E6 Skjeringstad-Melhus S.» <i>(Ikke markert i kart, langs dagens trasé Sjøberg - Melhus S)</i>	30.01.1997
Ud636Ar01	«Grunnundersøkelser Hovedplan EV. 708 Ny bru over Gaula» <i>(Ikke markert i kart, ved Melhuskrysset og over Gaula)</i>	07.01.1991
Ud636Ar02	«Grunnundersøkelser – RV 708 Melhus sentrum»	26.10.1996
Ud637A	«Grunnundersøkelser - E6 utglidning ved Meeggen bru»	26.03.1991
Ud637B	«Grunnundersøkelser - E6 utvidelse av Meggen bru»	07.02.1991
Ud652Ar01	«Grunnundersøkelser - E6 omlegging i Melhus sentrum» <i>(Ingen nye grunnundersøkelser, men sammenstilling av tidligere + beskrivelse av en undersøkelse fra NTH i Gaula)</i>	14.05.1991
Ud731Ar01	«Grunnundersøkelser - E6 Jaktøyen - Gimse bru» <i>(Ikke markert i kart, Melhuskrysset til Lamoen)</i>	08.04.1994
Ud731Ar02	«Grunnundersøkelser - E6 Melhus Jaktøyen-Melhusbrua» <i>(Ikke markert i kart, Melhuskrysset til Lamoen)</i>	09.01.1998
Ud731Ar03	«Grunnundersøkelser - E6 Melhus Alt. 2 Samsonmælen» <i>(Ikke markert i kart, Melhuskrysset til Lamoen)</i>	12.10.1997
Ud731Ar04	«Grunnundersøkelser datarapport - E6 Melhus Samsonmælen alt 1» <i>(Ikke markert i kart, Melhuskrysset til Lamoen)</i>	06.11.1997
Ud731Ar05	«Grunnundersøkelser - E6 Melhus - Tverrforbindelse RV 708» <i>(Ikke markert i kart, Melhuskrysset til Lamoen)</i>	07.04.2000
Ud800Ar02	«Grunnundersøkelser - E6 Melhus» <i>(Ikke markert eksakt i kart, men punktvis langs veglinje for å vise linje hvor det er undersøkt)</i>	15.10.2002
Ud800Ar03	«Grunnundersøkelser - E6 Melhus Loddbekken bru»	25.02.2002
Ud800Ar08	«Grunnundersøkelser - E6 Melhus Mælabrua»	25.06.2002
Ud800Ar17	«Grunnundersøkelser - Ny E6 Melhus HøIndavegen-Jagtøya» <i>(Mange av de samme boringene som i Ud800Ar02 samt noen nye. Ikke markert eksakt i kart, men punktvis langs veglinje for å vise linje hvor det er undersøkt)</i>	09.07.2003
Ud800Br01	«E6 Melhus - Melhusbrua, revidert datarapport»	18.04.2001
Ud800Br03	«RV708 Jernbanebru - Potten bru»	23.03.2001

Vedlegg 9

Ud800Br04	«Grunnundersøkelser E6 Melhus-RV 708 Tverrforbindelsen»	09.04.2001
Ud817Ar01	«Grunnundersøkelser Datarapport - E6 Melhus»	10.03.1999
Utført av: Kummeneje, Scandiaconsult og Rambøll		
O.0737	«Nybygg - Melhus Elektrisitetsverk, Melhus»	16.12.1967
O.2697-A	«Reguleringsplan Høgegga»	30.03.1978
O.2987	«Melhus Rådhus»	23.02.1979
O.3890	«Melhus Servicestasjon»	16.06.1982
O.3954	«Melhus sparebank - Nybygg, Melhus sentrum»	21.12.1982
O.4008	«Grunnundersøkelse i industriområde Melhus sentrum»	01.11.1982
O.4095	«Butikksenter, Melhus sentrum»	01.03.1983
O.4203	«Melhus mølle»	19.08.1983
O.5032.01	«Gangveg langs RV 708 - Tunnel under Dovrebanen»	30.08.1984
O.7885.01	«Ramox Aluminium - Industribygg Melhus»	13.02.1990
O.8182.01	«Industriområde Sjøberg	02.11.1990
O.8736.01	«Melhus trafikkservicesenter»	21.02.1992
6040031A-01	«Melhus kjøpesenter - Bygetrinn 2»	02.03.2004
6050283-01	«Leiligheter Lidarende, Melhus»	12.07.2005
6060207-01	«Foretningsbygg, Lena - Melhus»	06.04.2006
6070536-01	«Doktorgården Melhus»	05.09.2007
6110291 G-rap-001	«Thoragården, Melhus»	06.09.2011
6111187 G-rap-001	«Melhusvegen 408»	13.03.2012
6120853 G-rap-001	«Almåsgården Melhus»	28.02.2013
6120994 G-rap-001	«Losjevegen 4, Melhus»	16.04.2013
6130061 G-rap-001	«Høvdingen»	05.04.2013
1350007364 G-rap-001	«Doktorgården Melhus»	30.01.2015
1350022987 G-rap-004	«E6 Ulsberg - Åsen, delstrekning Kvål - Melhus» (Boringer tegnet med prefiks RXXXX)	02.03.2018
1350024561 G-rap-001	«Stabilitet ledningstrasé ved jernbane, Melhus»	22.11.2017
1350025766 G-rap-001	«E6 Kvål - Melhus, Geoteknisk rapport til reguleringsplan»	02.03.2018
1350041581 G-rap-001	«Losjevegen park»	16.10.2020
KTT-20-A-10010 (Oppdrag 1350046287)	«Kapasitetsøkende tiltak Trønderbanen - Melhus og Sjøberg» - Datarapport - Grunnundersøkelser (Boringer tegnet uten prefiks)	08.02.2022
Utført av: Multiconsult		
411760-1	«Grunnundersøkelser Melhus - Kvikkleirekartlegging Melhus» - Datarapport	03.07.2006
416813-1-RIG-RAP-002	«Grunnundersøkelser for Logistikknutepunkt i Trondheimsregionen» - Datarapport	05.12.2014
10207428-RIG-RAP-001_rev01	«Melhustunet BT1 - Grunnundersøkelser» - Datarapport	06.09.2019
10220537-RIG-RAP-001	«Melhusbanken, Melhus» - Datarapport	17.09.2020
10223193-RIG-RAP-001	«Ny gang- og sykkelbru over Gaula» - Datarapport	03.02.2021
Utført av: COWI		
A114548 RAP-RIG-001-V4	«E6 Kvål-Melhus» - Geoteknisk datarapport (Boringer tegnet med prefiks CXXXX)	14.05.2020

Vedlegg 9**Referanseliste grunnundersøkelser og relevante vurderinger Kapasitetsøkende tiltak Trønderbanen - Melhus og Sjøberg**
Side 3 av 3 KTT-20-A-10114 - Geoteknisk vurdering for reguleringsplan

Utført av: NGI og Rambøll		
20051784-2	«Risiko for kvikkleireskred Melhus kommune - Sone Bortn, Flå kirke, Engan, Høyeggen»	30.03.2007
Utført av: NGI		
20170235-01-R	«Områdeplan Melhus sentrum - Skredfarevurdering» <i>Ikke grunnundersøkelser</i>	23.06.2017