

Geoteknisk rapport

Hille Melbye Arkitekter AS

**Jordal amfi - Forprosjekt bygg
Kvikkleireutredning**

Oppdrag nr: 1350009421

Rapport nr. 02

Revisjon 1

Dato: 02.12.2015

Fylke Oslo	Kommune Oslo	Sted Jordal	UTM 05997 66428 (Euref 89, sone 32)
Byggherre Kultur- og idrettsbygg Oslo KF			
Oppdragsgiver Hille Melbye Arkitekter AS			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse av 26.04.15			
Antall sider 16	Tegn.nr 201-207	Vedlegg. 7	Antall bilag -

Prosjekt-tittel

Nye Jordal amfi

Rapport-tittel

Kvikkleireutredning

Oppdrag nr: 1350009 421	Rapport nr: 02	Rev: 01	Dato: 02.12.2015	Kontr: TFK
Oppdragsleder: Magnus Nilsen Haugland		Utarbeidet av: Tor-Ivan Granheim		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Det er kartlagt kvikkleire i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for bygging av nye Jordal amfi. I henhold til krav i NVEs kvikkleireveileder 7/2014 er det utført en utredning av områdestabiliteten samt etablert en kvikkleiresone i området. Stabilitetsberegninger viser at sikkerheten mot skred i dagens situasjon er tilfredsstillende.</p> <p>Basert på ROS-analyse vurderes skadekonsekvensklasse til <i>Meget alvorlig</i>, faregradklasse til <i>Lav</i> og risikoklasse til <i>3</i> for kvikkleiresonen.</p> <p>Soneavgrensningen i øst og nordøst er basert på skjønn, og kan revurderes ved supplerende undersøkelser.</p> <p>I reguleringsplanen er det tre foreslåtte plasseringer av nye Jordal amfi. Alternativ 1 består i å erstatte eksisterende Jordal amfi med et nytt bygg på samme område, men med noe større grunnflate. I forbindelse med dette tiltaket er det ønskelig å gjøre små inngrep inn i kvikkleiresonen. Disse inngrepene består i å etablere gangstier, trapper samt åpne en bekk i skråningen. Forutsatt at bekkeløpet etableres på en slik måte at det ikke oppstår erosjon av finkornige masser, vurderes tiltakene å ikke påvirke områdestabiliteten på en utilfredsstillende måte. Alternativ 1 vurderes derfor som gjennomførbart.</p> <p>Alternativ 2 består i å bygge nytt Jordal amfi i området øst for eksisterende Jordal amfi, dvs. midt i kvikkleiresonen. Det må påregnes omfattende sikringstiltak i form av spunt og kalksementstabilisering for å få etablert byggegrøp. Alternativet vurderes som omfattende og komplisert å gjennomføre fra et geoteknisk perspektiv.</p> <p>Alternativ 3 består i å bygge nytt Jordal amfi i området der hvor dagens Jordal idrettshall ligger. Dette tiltaket skjer i sin helhet utenfor kvikkleiresonen og vil ikke påvirke områdestabiliteten. Hallen vil også bli liggende utenfor det anslåtte utløpsområdet for et eventuelt skred. Alternativ 3 vurderes derfor som gjennomførbart.</p>				

INNHOOLD

1	INNLEDNING	- 5 -
1.1	PROSJEKT	- 5 -
1.2	OPPDRAK	- 5 -
1.3	INNHOOLD	- 5 -
2	GRUNNFORHOLD, TOPOGRAFI OG GRUNNVANN	- 6 -
2.1	GRUNNUNDERSØKELSER	- 6 -
2.2	TOPOGRAFI	- 6 -
2.3	GRUNNFORHOLD	- 6 -
2.4	PORETRYKKSFORHOLD	- 7 -
3	BEREGNINGSFORUTSETNINGER	- 7 -
3.1	GENERELT	- 7 -
4	MATERIALPARAMETERE	- 8 -
4.1	TYNGDETETHET	- 8 -
4.2	OVERKONSOLIDERING	- 8 -
4.3	UDRENERT SKJÆRSTYRKE	- 8 -
4.4	EFFEKTIVE STYRKEPARAMETERE	- 9 -
4.5	KVALITET AV GRUNNUNDERSØKELSENE	- 9 -
4.6	OPPSUMMERING AV MATERIALPARAMETERE	- 10 -
5	SONEAVGRENSING OG ROS-ANALYSE	- 10 -
5.1	SONEAVGRENSING	- 10 -
5.2	ROS-ANALYSE	- 10 -
6	STABILITETSANALYSER	- 11 -
6.1	PROFIL A-A	- 11 -
6.1.1	Dagens terreng	- 11 -
6.1.2	Alternativ 1: Erstatte dagens Jordal amfi	- 11 -
6.1.3	Alternativ 2: Bygge nytt Jordal amfi øst for eksisterende bygg	- 11 -
6.1.4	Alternativ 3: Erstatte Jordalhallen	- 12 -
6.2	PROFIL B-B	- 12 -
6.2.1	Dagens terreng	- 12 -
6.2.2	Alternativ 1: Erstatte dagens Jordal amfi	- 12 -
6.2.3	Alternativ 2: Bygge nytt Jordal amfi øst for eksisterende bygg	- 12 -
6.2.4	Alternativ 3: Erstatte Jordalhallen	- 12 -
7	AVGRENSNING AV UTLØPSOMRÅDE	- 12 -
7.1	PROFIL A-A	- 12 -
7.2	PROFIL B-B	- 13 -
8	KONKLUSJON	- 15 -
9	REFERANSER	- 16 -

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
201		Oversiktstegning	1:50 000
202		Situasjonsplan med stabilitetsprofiler	1:500
203		Situasjonsplan med kvikkleiresone og utløpssone	1:1 500
204		Profil A-A, Dagens situasjon, ADP-analyse	1:200
205		Profil A-A, Dagens situasjon, AFI-analyse	1:200
<u>206</u>		<u>Profil B-B, Dagens situasjon, ADP-analyse</u>	<u>1:400</u>
<u>207</u>		<u>Profil B-B, Dagens situasjon, AFI-analyse</u>	<u>1:400</u>

VEDLEGG:

- 1 ROS-analyse
- 2 Utdrag av grunnundersøkelser fra Oslo VAV undergrunnskartverket
- 3 Tolkning av CPTU
- 4 CPTU-kvalitet
- 5 Tolkning av ødometerforsøk
- 6 Tolkning av treaksialforsøk
- 7 Skisser av alternative plasseringer av bygg

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

Oslo kommune ved Kultur- og idrettsbygg KF planlegger bygging av nytt Jordal amfi. Det skal vurderes tre forskjellige alternative plasseringer av det nye bygget.

1.2 Oppdrag

Rambøll har, i samarbeid med Hille Melbye Arkitekter AS og Bjørbekk & Lindheim AS, fått i oppdrag å bistå med forprosjekt. Formålet med forprosjektet er blant annet å levere kostnadsberegning med usikkerhetsanalyse, løsningsforslag med prinsippskisser og tegninger, konseptuelle skisser og løsninger med tanke på reguleringsplanarbeidet m.m.

Da det er avdekket kvikkleire på området i forbindelse med grunnundersøkelsene er det som en del av oppdraget foretatt en vurdering av områdestabiliteten i henhold til NVEs kvikkleireveileder 7/2014: *Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper /2/.*

1.3 Innhold

Denne rapporten inneholder avgrensning og utredning av kvikkleiresone ved Jordal amfi, samt en vurdering av alternative plasseringer for nye Jordal amfi i forbindelse med reguleringsplan.

All revidert tekst i revisjon 1 er understreket.

2 GRUNNFORHOLD, TOPOGRAFI OG GRUNNVANN

2.1 Grunnundersøkelser

Det vises til grunnundersøkelser presentert i /3/. Det er også innhentet grunnlag fra tidligere undersøkelser fra undergrunnskartverket til Oslo kommune, se vedlegg 2.

2.2 Topografi

Eksisterende Jordal amfi ligger i en skråning der terrenget faller fra ca. kote +52 i nordvest til ca. kote +38 i sørøst. Sørøst for bygget ligger Jordal idrettspark der terrenget er horisontalt. Skråningen øst for bygget fremstår i hovedsak som delt, med et horisontalt platå på ca. kote +43. Gjennomsnittlig helning for skråningen på oversiden av platået er ca. 1:2. For delen nedenfor platået er gjennomsnittlig helning ca. 1:3,5. Inn mot selve bygget faller skråningen jevnt med en gjennomsnittlig helning på ca. 1:5. Det er i tillegg en høydeforskjell i sørvest der terrenget inn mot vestsiden av trappehuset er opp til ca. kote +45, mens terrenget på østsiden av trappehuset er på kote +38.

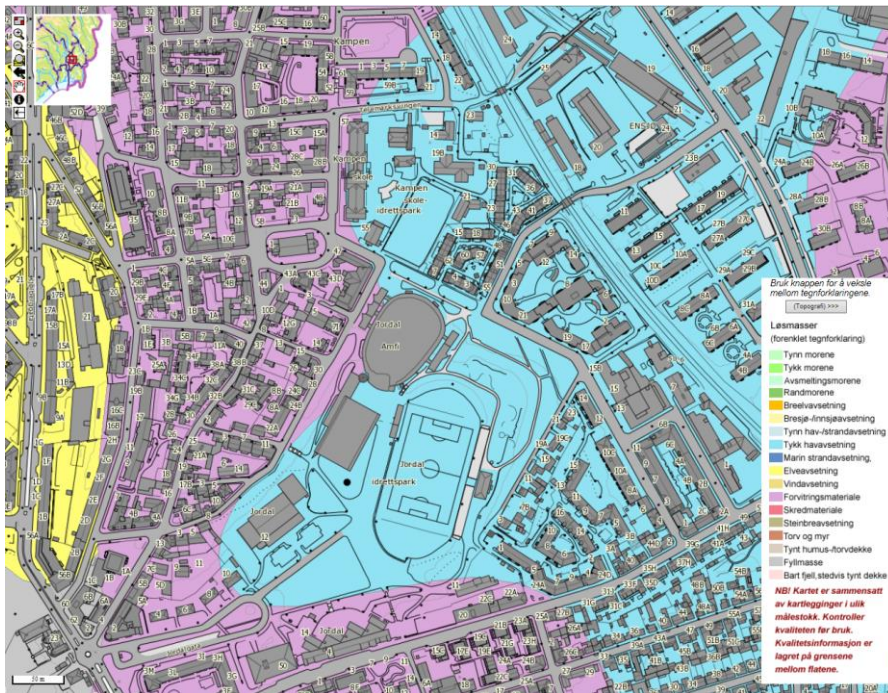
Områdets topografi slik det fremstår i dag fremstår som vesentlig endret i forhold til naturlig topografi. Dette skyldes i hovedsak tidligere teglverksdrift på området samt at to bekker i området har blitt lagt i rør, og bekkedalene fylt igjen. Bekkenes trase før de ble lukket er hentet fra kart fra 1881 funnet på www.finn.no. Traseene er også antydnet på tegning 203.



Figur 1: Historisk kart fra 1881 (www.finn.no)

2.3 Grunnforhold

Ifølge kvartærgeologisk kart fra www.ngu.no består de naturlig avsatte løsmassene i området vest for eksisterende hall av forvitningsmateriale. I området nord, øst og sør er det kartlagt tykk havavsetning. Det er ifølge www.skrednett.no ikke registrert noen kvikkleiresoner i området.



Figur 2: Kvartærgeologisk kartverk fra www.ngu.no

De utførte undersøkelsene antyder generelt grovkornete masser i områdene rett nord, vest og sør for eksisterende Jordal amfi. I skråningen øst for bygget er det i hovedsak tørrskorpeleire over leire og stedvis kvikkleire til berg. Leiren klassifiseres som fast og middels fast i de øvre lag før den stedvis klassifiseres som bløt og kvikk i dypere lag. Basert på sonderingene antas lommen med kvikkleire å gå omtrent halvveis inn i skråningen til ca. punkt 9.

Fra tidligere undersøkelser kan man konstatere at det i tillegg er kvikkleire videre nedover langs det tidligere bekkedraget. Basert på tidligere sonderinger som viser berg under kote 40 i området nordøst for bygget, eldre prøveserier som viser økende sensitivitet med dybden ned mot kote 40, samt en vurdering av områdets naturlige topografi, er det vurdert at det også er kvikkleire i området nordøst for eksisterende skråning.

Det er utført ødometerforsøk på to prøver av leiren, en i punkt 8 og en i punkt 10. I punkt 8 er det ikke mulig å lese ut noen klar prekonsolideringsspenning fra forsøket. I punkt 10 derimot, antyder forsøket en prekonsolideringsspenning på ca. 67 kPa på 3,4 meters dybde. Med antatt grunnvannstand 1 meter under terreng gir dette $OCR = 1,4$.

For å tolke styrkeparametrene til leiren, har Rambøll i tillegg utført to treaksialforsøk samt en CPTU-sondering i bunnen av skråningen i punkt 10. Tolkningen av CPTU-sonderingen er presentert i vedlegg 3. Det er også benyttet eldre prøveserier samt SHANSEP-korrelasjon for vurdering av skjærstyrke der vi ikke har tilgang på prøveserier.

2.4 Poretrykksforhold

Det er ikke utført registrering av poretrykksforholdene på tomten i forbindelse med grunnundersøkelsene. I CPTU-tolkningen, samt i beregningene er det antatt at grunnvannstanden er ca. 1,5-3 meter under terrengnivå og at poretrykksfordelingen med dybden er 110 % av hydrostatisk poretrykk.

3 BEREGNINGSFORUTSETNINGER

3.1 Generelt

Stabilitetsberegningene er utført med:

- Totalspenningsanalyse - ADP (udrenert korttidstilstand)
- Effektivspenningsanalyse (drenert langtidstilstand)

Totalspenningsanalysen vurderes som kritisk ved de opptredende grunnforhold med leire, stedvis kvikk eller sensitiv, for å ta hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen.

Effektivspenningsanalysen vurderes som representativ for langtidssituasjonen for skråningene slik de fremstår i dag.

Stabilitetsanalysene utføres med beregningsprogrammet Geosuite Stabilitet, som er en del av Geosuite-pakken. Geosuite Stabilitet baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater. Beregninger utføres for både sirkulære og sammensatte skjærflater.

Stabilitetsberegningene utføres for en plan tilstand i profilene.

Det er utført beregning for to profiler.

- Profil A-A er vurdert som kritisk for skråningen øst for Jordal amfi slik den fremstår i dag.
- Profil B-B er vurdert som kritisk i forhold til vurdering av områdestabiliteten samt utløpsområdet nedstrøms sonen.

Beliggenheten av profilene er vist på situasjonsplanen på tegning 202.

Lagdelingen i profilene er tegnet med bakgrunn i grunnundersøkelsene som er utført av Rambøll i 2015 samt ingeniørfirmaet Bj. Haukelid i 1950.

4 MATERIALPARAMETERE

4.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet for bruk i stabilitetsberegningene er for de stedlige massene bestemt ut fra laboratorieundersøkelser på uforstyrrede prøver. For tørrskorpeleire er det valgt parametere fra erfaringsverdier funnet i figur 2.39 i /4/.

Det vises til beregningsprofilene for benyttet tyngdetetthet.

4.2 Overkonsolidering

Det er utført to ødometerforsøk i to forskjellige punkt i forbindelse med Rambølls undersøkelse i 2015, se /3/. Ødometerforsøket på prøven i punkt 8 er utført på leire med gruskorn. Prøven viser ingen tydelig prekonsolideringsspenning, og dette antas å skyldes innholdet av grus i prøven. Verdien for prekonsolideringsspenningen her er derfor satt i parentes.

Tabell 1: OCR fra ødometerforsøk

Punkt	Dybde [m]	P_c' [kPa]	OCR
8	5,40	(100)	1,4
10	3,40	70	1,4

4.3 Udrenert skjærstyrke

Udrenert skjærstyrke som benyttes i beregningene er valgt på bakgrunn av tolket CPTU-sondering i punkt 10, enaks- og konusforsøk utført på prøver tatt fra både punkt 8 og 10 samt treaksialforsøk utført på to uforstyrrede 54 mm prøver i punkt 10. Det er tillegg benyttet eldre undersøkelser fra undergrunnskartverket, i hovedsak prøveseriene, 121H, 122H og 104H. Til slutt er det benyttet SHANSEP-korrelering for de dybdene på toppen av skråningen som ikke er dekt av prøveserier. SHANSEP-verdiene er valgt på bakgrunn av CPTU-sonderingen i punkt 10. Verdiene som er lagt til grunn i beregningene er $\alpha=0,32$ og $\beta=0,8$.

Tolkning av CPTU er utført på grunnlag av poretryksfaktoren $N_{\Delta u}$ og spissmotstandsfaktoren N_{kt} . Generelt er $N_{\Delta u}$ benyttet ved B_{q-} -verdier (poretrykksrespons) høyere enn 0,5 og N_{kt} er benyttet ved B_{q-} -verdier lavere enn 0,5.

For bestemmelse av faktorene $N_{\Delta u}$ og N_{kt} er korrelasjoner basert på CAUC-treaksialforsøk på blokkprøver av høy kvalitet benyttet. De valgte korrelasjonene for $N_{\Delta u}$ og N_{kt} er utarbeidet for leire med sensitivitet over 15.

Ved tolkning av CPTU er det benyttet romvekt fra 18,5 – 20 kN/m³.

In situ poretrykk er ikke registrert. Det er derfor i CPTU-tolkningen antatt en grunnvannstand i overgangen mellom tørrskorpeleire og leire og en poretrykksfordeling med dybden som tilsvarer 110 % av hydrostatisk poretrykk. OCR er valgt som en funksjon av $\Delta p'$. Basert på ødometerforsøket i punkt 10 er det benyttet $\Delta p' = 20$ kPa.

Følgende korrelasjoner er lagt til grunn for bestemmelse av poretrykks- og spissmotstandsfaktorene:

$$N_{\kappa T} = 8,5 + 2,5 \cdot \log(\text{OCR}), S > 15$$

$$N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log(\text{OCR}), S > 15$$

Se for øvrig vedlegg 3 for tolket su-profil.

I beregningene tas det også høyde for leiras spenningsanisotropi (ADP-analyse). Utgangspunktet i beregningene er den udrenerte skjærstyrken som presentert i ovennevnte vedlegg. Direkte og passiv skjærstyrke er så beregnet ved hjelp av følgende faktorer:

$$\text{Leire, } S < 15: c_{ud} = 0,65 \cdot c_{ua} \text{ og } c_{up} = 0,37 \cdot c_{ua}.$$

$$\text{Leire, } S > 15: c_{ud} = 0,63 \cdot c_{ua} \text{ og } c_{up} = 0,35 \cdot c_{ua}.$$

Anisotropiforholdet er basert på anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering av norske leirer, ref. /5/. Det er ikke utført spesielle forsøk eller vurderinger for å kunne benytte andre verdier for prosjektet.

Udrenert, aktiv skjærstyrke i lag med antatt kvikkleire eller sprøbruddmateriale er redusert med 15 % sammenlignet med tolkede aktive verdier, iht. til anbefaling i ref. /2/. I beregningene er reduksjonen inkludert i ADP-forholdet, og ikke i de oppgitte skjærstyrkeprofilene.

I punkt 8 er det ikke utført CPTU. I dette punktet er tolkning av skjærstyrkeprofilen basert på resultater fra konus- og enaksialforsøk på opptatte prøver. Det er ikke registrert sprøbruddmateriale i punktet.

4.4 Effektive styrkeparametere

For effektivspenningsanalysene er det for leiren benyttet tolkede verdier fra treaksialforsøk utført på to prøver tatt i punkt 10. Tolkning av treaksialforsøkene er vist i vedlegg 6.

For tørrskorpeleiren er det valgt å benytte anbefalte verdier fra ref. /4/. Det er benyttet kohesjon lik 10 kPa for tørrskorpeleiren på trykksiden av skjærflatene. For morenelaget er det valgt verdier som sørger for at bruddflatene ikke går gjennom laget.

4.5 Kvalitet av grunnundersøkelsene

54 mm sylindprøver av sensitiv/kvikk leire vurderes å ligge i kvalitetsklasse 1-2 iht. NGFs veiledning for prøvetaking, ref. /6/.

Vurdering av kvaliteten på treaksialforsøkene er vist i tabell 2. Bestemmelse av prøve kvalitet er basert på overkonsolideringsgrad og volumtøyning iht. tabell 6 i ref. /6/.

Tabell 2: Kvalitetsvurdering av utførte treaksialforsøk

Punkt	Dybde [m]	Treaksialforsøk	$\Delta e/e_0$	OCR [-]	Kvalitet
10	4,40	CAUc	0,014	1,4	Veldig god til utmerket
10	4,50	CAUc	0,024	1,4	Veldig god til utmerket

Kvaliteten av treaksialforsøkene er iht. til ref. /6/ veldig god. Forsøkene er utført på 54 mm sylindprøver. Tolkning av treaksialforsøkene antyder skjærfasthet ca. tilsvarende målt skjærfasthet fra rutineundersøkelser (konus/enaks). Da CPTU er korrelert mot blokkprøver, er tolket designlinje lagt noe over tolkede parametere fra treaksialforsøkene.

Kvaliteten på trykksonderingen (CPTU) tilfredsstillende anvendelsesklasse 2 for spissmotstand, og 1 for sidefriksjon og poretrykk. Da den delen av skjærstyrkeprofilen som er tolket fra spissmotstand også er korrelert opp mot utførte konus- og enaksialforsøk, vurderes det at verdiene her også kan benyttes for tolkning av skjærstyrke. Dokumentasjon for CPTU-kvalitet er vist i vedlegg 4.

4.6 Oppsummering av materialparametere

Tabell 3: Benyttede materialparametere

Profil A og B							
	γ [kN/m ³]	Φ [grader]	c' [kPa]	$c_{uA_konstant}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	20	30	0/10	-	-	-	-
Leire	19	20,3	10,7	c-profiler	1	0,63	0,35
Kvikkleire	18,5	20,3	10,7	c-profiler	0,85	0,63	0,35
Morene	20	30	5,0	-	-	-	-

5 SONEAVGRENSING OG ROS-ANALYSE

Det er i dag ikke kartlagt noen kvikkleiresone i området. Det er derfor gjort en vurdering av utbredelsen av kvikkleire og eventuelle løsn- og utløpsområder for en ny sone i området, samt gjort en ROS-analyse for denne.

5.1 Soneavgrensing

Historiske kart fra www.finn.no fra 1881 viser traseen til Hovinbekken slik den fremstod før den senere ble lagt i rør. Basert på de undersøkelsene Rambøll har tilgang til er det kun registrert kvikkleire i prøveserier øst for denne traseen. I tillegg er det ikke antydning til kvikkleire i punkt 8 i 3/, som ligger på toppen av skråningen øst for bekken og eksisterende Jordal amfi. Det er derimot prøveserier tatt lengre ned i skråningen som viser kvikkleire, se 121H og 122H fra undergrunnskartverkets arkiver. Det er også antydning til sensitiv leire i borpunkt 9 i 3/. I tillegg virker det på eldre sonderinger at det er et høydedrag i bergnivå rett øst for eksisterende Jordal amfi. Da eksisterende Jordal amfi i hovedsak er gravd ut fritt og fundamentert på berg er det derfor antatt at kvikkleiren avgrenses mot denne bergterskelen. Mot sør og øst har ikke Rambøll tilgang til prøveserier, men basert på kartet fra 1881 lå det en bekk også i dette området. Kvikkleirens utbredelse antas derfor å være avgrenset mot denne eldre traseen i sør og øst. Mot nordøst viser de eldre sonderingene stedvis 20 meter fra terreng til berg. Rambøll har tilgang på en prøveserie i dette området i punkt 104H. Prøveserien er tatt fra 0 -10 m, og viser ca. 2 m tørrskorpeleire over en fast til middels fast og lite til middels sensitiv leire ned til 10 meters dybde under terreng. Siden sensitiviteten er økende med dybden er det antatt at leiren her i likhet med leiren lengre sørvest går over til å bli sprøbruddmateriale/kvikkleire fra denne dybden og ned til berg.

Når det gjelder løsneområde for kvikkleire antas dette basert på eksisterende topografi å være begrenset til skråningen øst for eksisterende Jordal amfi. Avgrensningen mot nordøst vurderes til ca. 100 m fra toppen av skråningen. Se kapittel 7.2 for vurdering av retrogresjon. Ellers på området ble begge de gamle bekkedalene gjenfylt på 1800-tallet, og området her framstår i dag hovedsakelig som horisontalt. Der antas derfor ikke noen mulighet for løsnings av skred her.

Grunnlaget for avgrensning av kvikkleiresonen i området på toppen av skråningen og mot nordøst er i hovedsak basert på topografi. Vi mener likevel grunnlaget for parametervalgene for leiren er tilstrekkelig da vi har tilgang til flere eldre prøveserier i området samt at det er utført både prøvetaking og CPTU for det aktuelle prosjektet.

5.2 ROS-analyse

Basert på utførte grunnundersøkelser og befaring er det gjort en ROS-analyse for sonen. Skadekonsekvensklasse vurderes til meget alvorlig, mens faregradsklasse vurderes til lav.

Risikoklasse er skadekonsekvens*faregrad. Denne vurderes til 3 på en skala fra 1-5, der 5 er verst. Se for øvrig vedlagte ROS-analyse.

6 STABILITETSANALYSER

Stabilitetsberegningene er utført ved hjelp av dataprogrammet GeoSuite Stability. Det er utført total- og effektivspenningsanalyse med utgangspunkt i dagens terreng samt med foreslåtte inngrep som følge av tre forskjellige lokasjoner for etablering av nytt Jordal amfi. Totalspenningsanalysen tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, mens effektivspenningsanalysen er representativ for langtidssituasjonen.

Det er utført stabilitetsberegninger i to profiler som vurderes som representative/kritiske for kvikkleiresonen. Profilenes beliggenhet er vist på situasjonsplanen, tegning 102.

Terrenget i profilene er generert fra digitalt kartgrunnlag mottatt fra oppdragsgiver. Høydereferanse er i NN1954. Tiltaksklasse er K4 i henhold til tabell 5.2 i /2/.

6.1 Profil A-A

For profilets plassering, se situasjonsplanen på tegning 202.

6.1.1 Dagens terreng

Kravet i henhold til NVE veilederen er 1,4 for skjærflater som går gjennom kvikkleire, mens kravet gjennom lite sensitive materialer vurderes lik 1,3. Sikkerhetsfaktoren for effektivspenningsberegningen er 1,38 gjennom kvikkleiren og 1,32 gjennom lag som ikke inkluderer kvikkleire. Stabiliteten vurderes likevel som ok uten videre tiltak. For beregningen på totalspenningsbasis er sikkerhetsfaktoren ok for alle skjærflater.

Tabell 4: Oppsummering av sikkerhetsfaktor for kritiske skjærflater dagens situasjon, profil A-A

Tegningsnummer	Profil	Sikkerhetsfaktor, F	Krav iht. NVE, F	Kommentar
204	DS ADP	1,49	1,4	Stabilitet ok
205	DS AFI	1,32 (Ikke kvikkleire) 1,38 (kvikkleire)	1,3 (Ikke kvikkleire) 1,4 (Kvikkleire)	Stabilitet ok

6.1.2 Alternativ 1: Erstatte dagens Jordal amfi

Alternativ 1 i reguleringsplanen er å erstatte dagens Jordal amfi med et nytt bygg. Det nye bygget vil få et større grunnareal, og det er behov for å ta ut løsmasser og berg for å etablere byggegropen. Disse gravearbeidene vil stort sett foregå utenfor kvikkleiresonen, og utenfor profilet. Det som skal gjøres innenfor kvikkleiresonen er å etablere nye gangveier og trapper samt et dekke ved siden av bygget. I tillegg skal det åpnes en bekk som i dag går i overvannsrør rett øst for bygget. Vår vurdering er at disse tiltakene ikke vil føre til en forverring av stabiliteten i området. Dette forutsetter at man etablerer bekken på en slik måte at det ikke vil oppstå erosjon av de lokale leirmassene i vassdraget samt at anleggsgjennomføringen planlegges på en slik måte at stabiliteten ikke vil bli utilfredsstillende i denne perioden.

6.1.3 Alternativ 2: Bygge nytt Jordal amfi øst for eksisterende bygg

I dette alternativet skal det etableres et nytt bygg i området øst for eksisterende Jordal amfi. Dette medfører sannsynligvis behov for å etablere byggegrop som kommer ned i kvikkleiren. For å ivareta stabiliteten i profilet, samt generelt for byggegropen, må det etableres spunt rundt store deler av byggegropen. Spunten må rammes ned i berg og støttes opp med bakforankrede stag. I tillegg vil det sannsynligvis bli behov for kalksementstabilisering i kvikkleiren innenfor byggegropen for å ivareta trauret i forbindelse med anleggsgjennomføringen.

6.1.4 Alternativ 3: Erstatte Jordalhallen

Dette alternativet medfører etablering av nytt Jordal amfi utenfor kvikkleiresonen og får dermed ingen innvirkning på stabiliteten i profilet.

6.2 Profil B-B

For profilets plassering, se situasjonsplanen på tegning 202.

6.2.1 Dagens terreng

For dagens terreng oppnås det tilfredsstillende stabilitet for profilet både på effektiv- og totalspenningsbasis.

Tabell 5: Oppsummering av sikkerhetsfaktor for kritiske skjærflater dagens situasjon, profil B-B

Tegningsnummer	Profil	Sikkerhetsfaktor, F	Krav iht. NVE, F	Kommentar
206	DS ADP	1,49	1,4	Stabilitet ok
207	DS AFI	2,04	1,4	Stabilitet ok

6.2.2 Alternativ 1: Erstatte dagens Jordal amfi

Gjennomføring av alternativ 1 vil ikke ha innvirkning på stabiliteten i profilet.

6.2.3 Alternativ 2: Bygge nytt Jordal amfi øst for eksisterende bygg

I dette alternativet skal det etableres et nytt bygg i området øst for eksisterende Jordal amfi. Dette medfører sannsynligvis behov for å etablere byggegrop som kommer ned i kvikkleiren. For å ivareta stabiliteten i profilet, samt generelt for byggegropen, må det etableres spunt rundt store deler av byggegropen. Spunten må rammes ned i berg og støttes opp med bakforankrede stag. I tillegg vil det sannsynligvis bli behov for kalksementstabilisering i kvikkleiren innenfor byggegropen for å ivareta trauret i forbindelse med anleggsgjennomføringen.

6.2.4 Alternativ 3: Erstatte Jordalhallen

Dette alternativet medfører etablering av nytt Jordal amfi utenfor kvikkleiresonen og får dermed ingen innvirkning på stabiliteten i profilet.

7 AVGRENSNING AV UTLØPSOMRÅDE

7.1 Profil A-A

I det følgende vurderes kvikkleiras utbredelse og volum i profil A-A. Børpunktene i profilet er tegnet inn med sitt virkelige terrengnivå.

Ut fra profilet er følgende hovedtrekk vurdert:

- Gjennomsnittlig terrengforløp
- Gjennomsnittlig overdekning over kvikkleira (overdekning med tørrskorpe og annen leire)
- Mektighet og kontinuitet av kvikkleirelaget

I området mot fotballbanen er mektigheten av kvikkleiren ca. 3,5 m. Lengre opp i profilet kiler kvikkleirelaget ut et sted mellom børpunkt 8 og 9. Det er til dels stor overdekning av tørrskorpe og vanlig leire i denne delen av skråningen.

Kvikkleira i området er definisjonsmessig bløt til middels fast. Sensitiviteten varierer fra 23 til 90 i de opptatte prøvene i og omkring profil A. Dette innebærer at leira vil være flytende og ha svært lav viskositet i omrørt tilstand. Det kan her vises til litteratur utarbeidet av Vikas Thakur i Vegdirektoratet, ref. /7/ for en nærmere beskrivelse av leiras oppførsel i omrørt tilstand.

Da profil B-B innebærer skred i samme skråning som profil A-A, men sannsynligvis involverer større mengder kvikkleire, er utløpsområdet kun avgrenset ved hjelp av beregninger i dette profilet.

7.2 Profil B-B

I det følgende vurderes kvikkleiras utbredelse og volum i profil B-B.

Ut fra profilet er følgende hovedtrekk vurdert:

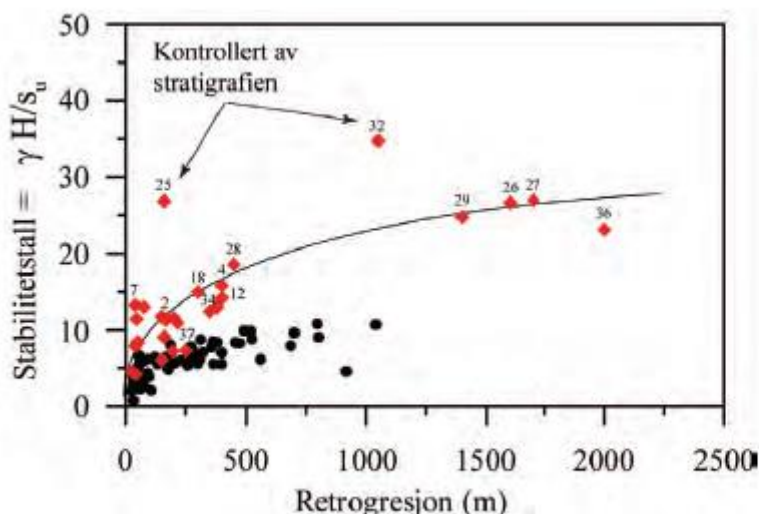
- Gjennomsnittlig terrengforløp
- Gjennomsnittlig overdekning over kvikkleira (overdekning med tørrskorpe og annen leire)
- Mektighet og kontinuitet av kvikkleirelaget

Mektigheten av kvikkleirelaget er relativt stor i bunnen av profilet, i området mot fotballbanen. Her er mektigheten av kvikkleiren ca. 3,5 m. I området fra toppen av skråningen og videre nordøst mot jernbanen har vi kun prøveserier ned til maksimalt 10 meters dybde under terreng. Basert på sonderinger i området er mektigheten av løsmasser her opp mot 20-25 m. Prøveseriene som Rambøll har tilgang til viser avtagende omrørt skjærstyrke samt økende sensitivitet med dybden, selv om det ikke er kartlagt kvikkleire her. Historiske kart viser også at det naturlige terrenget i området var jevnt fallende i retning nordøst-sørvest og at det ikke har vært noe som skulle tilsi at det er en naturlig avgrensning av kvikkleiren i denne retning. Den antatte kvikkleiren har også her til dels stor overdekning av tørrskorpe og vanlig leire (~10 m).

Kvikkleira i området er bløt til middels fast. Sensitiviteten varierer fra 23 til 90 i de opptatte prøvene i og omkring profil B-B. Dette innebærer at leira vil være flytende og ha svært lav viskositet i omrørt tilstand.

Ved en vurdering av topografi og kvikkleireutbredelse i plan og dybde for området omkring profil B, har vi kommet fram til en omtrentlig avgrensning av antatt største skredomfang som vist inntegnet på tegning 203. Det viste omfanget anses som et verst tenkte tilfelle.

Det viste omfanget er basert på at det inntreffer et initialscred langs en sammensatt bruddflate som vist på tegning 206. For å vurdere hvor mye retrogresjon skredet vil kunne få, er stabilitetstallet, N_s beregnet og retrogresjonen deretter vurdert i henhold til figur 8 i /8/. Gjennomsnittlig tyngdetetthet er antatt lik 19 kN/m^3 , skråningshøyde er 13 meter og gjennomsnittlig direkte skjærstyrke i leiren antas lik 25 kPa. Dette gir stabilitetstall $N_s = 10$. Basert på figuren under får vi da en retrogresjonsdistanse fra topp av opprinnelig skråning på ca. 100 m.



Figur 8. Retrogresjonslengde i forhold til stabilitetstall for norske skred i sensitive leiravsetninger. De svarte punktene er fra Mitchell & Markell (1974) for skred i Canada.

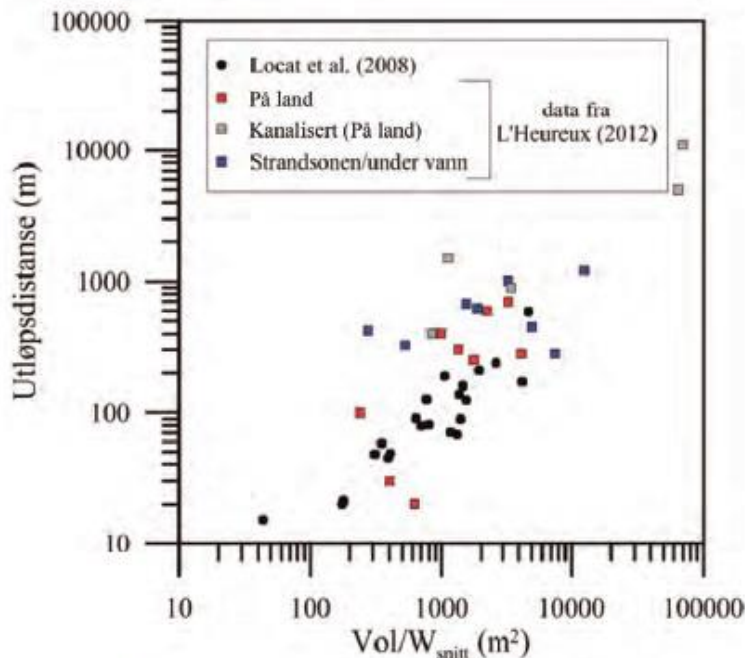
Det antas derfor at et eventuelt skred i kvikkleiren i dette profilet vil kunne bre seg bakover til området ved jernbanen. Det påpekes at utbredelsen av løseområdet muligens kan avgrenses ytterligere ved mer omfattende grunnundersøkelser i området på toppen av skråningen.

Tørrskorpelaget og de fastere leiravsetningene over kvikkleira, vil i en eventuell skredsammenheng utgjøre store flak. I en skredsituasjon antas det at disse flakene stopper opp tidlig, mens den underliggende kvikkleira presses lengre fram. Vi har i denne sammenhengen vurdert at et skred som utvikler seg fra en sammensatt glideflate slik som beregnet i profilet, se tegning 206, vil gi størst andel skredmateriale i området nedstrøms skredet. I et slikt skred vil de ovenforliggende massene av leire og tørrskorpe gli ned i skredgropa og fortrenge kvikkleira som presses ut i foten av skråningen og strømmer videre utover utløpsområdet. På tegning 203 er vist retningen skredmaterialet sannsynligvis vil følge og hvordan disse vil fordele seg over området. Volumet av det potensielle skredmaterialet som består av lite viskøs kvikkleire, er beregnet ved at arealet av kvikkleire innenfor den sammensatte skjærflaten på tegning 206 er summert med arealet av antatt kvikkleire i en avstand lik den retrogressive distansen fra fra toppen av initialscredet ($l \sim 100$ m). Dette tallet er multiplisert med en tenkt utbredelse av skredet ut av planet. Hvis det antas at sektorens bredde er ca. 100 meter og arealet av kvikkleire innenfor den kritiske glideflaten er ca. 1000 m^2 , gir dette et volum av kvikkleire på ca. $100\,000 \text{ m}^3$.

I rasvurderingen er det lagt til grunn at 25 % av det totale kvikkleirevolumet vil strømme ut av skredgropa og ut over fotballbanen. Hovedargumentet her er at området nedenfor skredet er forholdsvis flatt samt at kvikkleiren ligger dypt i skråningen. Vår vurdering er at dette medfører at mesteparten av kvikkleiren vil forbli i skredgropen.

Mulig utstrømningslengde for skredet er vurdert med utgangspunkt i erfaringsdokumentasjon fra figur 14 i /8/. Hvis det antas at mobilisert volum av kollapset sediment er $25\,000 \text{ m}^3$ og at gjennomsnittlig bredde på skredet er 100 meter, blir $\text{Vol}/W_{\text{snitt}}$ lik 250. I tillegg er det sannsynlig at skredmassene vil bre seg ut over fotballbanen, noe som også vil begrense utløpsdistansen. Maksimal utløpsdistanse vurderes derfor til 100 meter.

Arealet av området som vil kunne dekket av skredmasser er dermed vurdert å være ca. $10\,000 \text{ m}^2$.



Figur 14. Mobilitet (utløpsdistanse) estimert for skred i norske leirer som funksjon av mobilisert volum av kollapset sediment per breddeenheter (skredgropas bredde). Data er sammenlignet med skredhendelser i østlige Canada (Locat et al. 2008).

8 KONKLUSJON

Det er kartlagt kvikkleire i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for bygging av nye Jordal amfi. For å tilfredsstillere krav i NVEs kvikkleireveileder 7/2014 er det utført en utredning av områdestabiliteten samt etablert en kvikkleiresone i området. Stabilitetsberegninger viser at sikkerheten mot skred i dagens situasjon er tilfredsstillende.

Basert på ROS-analyse vurderes skadekonsekvensklasse til *Meget alvorlig*, faregradklasse til *Lav* og risikoklasse til 3.

Soneavgrensningen i øst og nordøst er basert på skjønn, og kan muligens avgrensnes ytterligere ved supplerende undersøkelser.

I reguleringsplanen er det tre foreslåtte plasseringer av nye Jordal amfi. Alternativ 1 består i å erstatte eksisterende Jordal amfi med et nytt bygg på samme område, men med noe større grunnflate. I forbindelse med dette tiltaket er det ønskelig å gjøre små inngrep inn i kvikkleiresonen. Disse inngrepene består i å etablere gangstier, trapper samt åpne en bekk i skråningen. Forutsatt at bekkeløpet etableres på en slik måte at det ikke oppstår erosjon av finkornige masser, vurderes tiltakene å ikke påvirke områdestabiliteten på en utilfredsstillende måte. Alternativ 1 vurderes derfor som gjennomførbart.

Alternativ 2 består i å bygge nytt Jordal amfi i området øst for eksisterende Jordal amfi, dvs. midt i kvikkleiresonen. Det må påregnes omfattende sikringstiltak i form av spunt og kalksementstabilisering for å få etablert byggegrop. Alternativet vurderes som omfattende og komplisert å gjennomføre fra et geoteknisk perspektiv.

Alternativ 3 består i å bygge nytt Jordal amfi i området der hvor dagens Jordal idrettshall ligger. Dette tiltaket skjer i sin helhet utenfor kvikkleiresonen og vil ikke påvirke områdestabiliteten. Hallen vil også bli liggende utenfor det anslåtte utløpsområdet for et eventuelt skred. Alternativ 3 vurderes derfor som gjennomførbart.

9 REFERANSER

1. NGI-rapport 20001008-2, *Program for økt sikkerhet mot leirskred: Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire*. Revisjon 3., datert 08.oktober 2008.
2. *NVE-veileder: Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*. Vedlegg 1 til NVEs retningslinjer: Flom- og skredfare i arealplaner, datert april 2014.
3. Rambøll-rapport *G-rap-001 1350010445*, Geoteknisk datarapport, datert 18.08.2015
4. *Statens vegvesens Håndbok V220*, datert juni 2014.
5. NVE-rapport 14/2014: *Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering av norske leirer*, datert 30.01.2014.
6. NGF-melding nr. 11/1997. *Veiledning for prøvetaking*, revidert 2013.
7. Vikas Thakur, *Utbredelse av skred i sensitive leirer*, Teknologidagene Statens vegvesen 2012.
8. NVE-rapport 21/2013. *Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire. Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge*. 2012



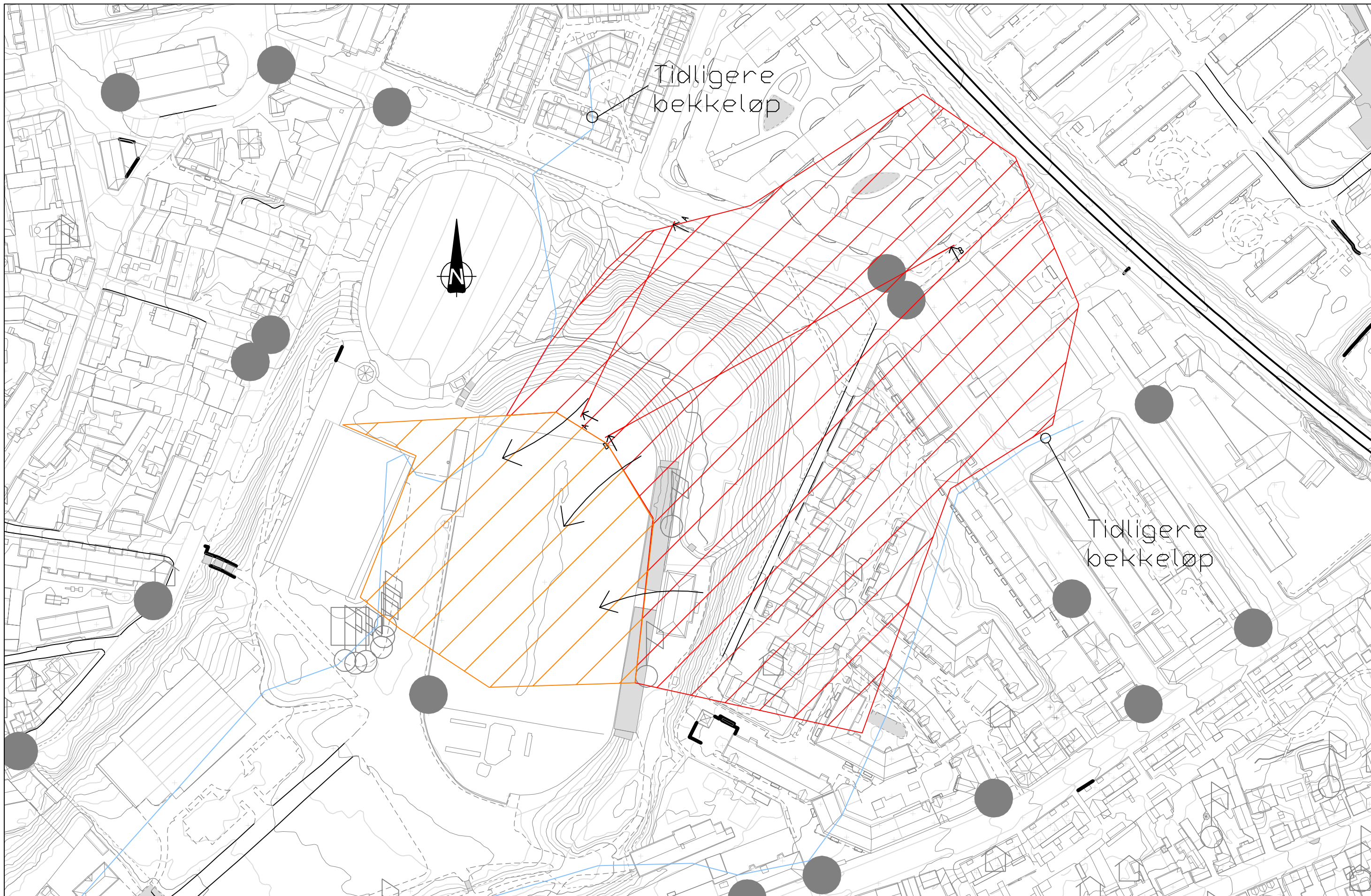
00	11.09.2015		TIG	TFK	MANH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Nye Jordal amfi
 OPPDRAGSGIVER
Hille Melbye Arkitekter AS

INNHold
Situasjonsplan med stabilitetsprofiler
 ⊕ Totalsondering
 ∇ CPT-sondering
 ⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350009421	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 202	REV. 0



00	11.09.2015		TIG	TFK	MANH
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

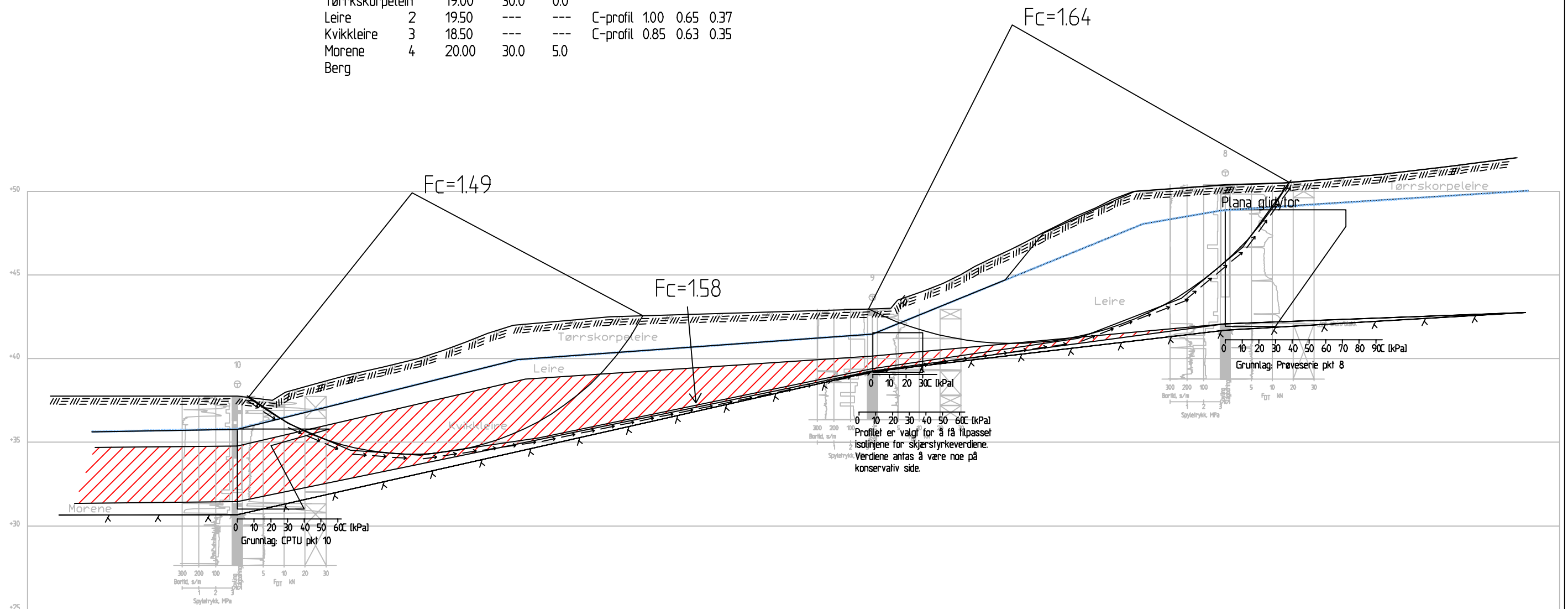
RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Nye Jordal amfi
 OPPDRAGSGIVER
Hille Melbye Arkitekter AS

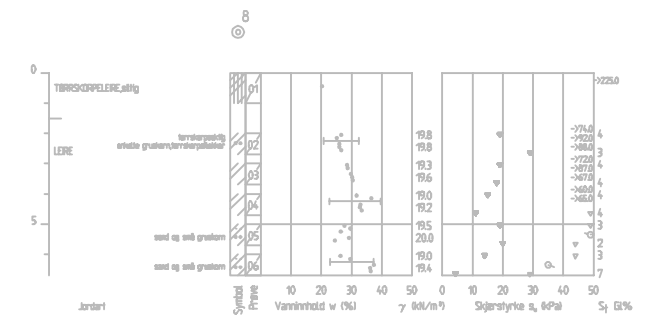
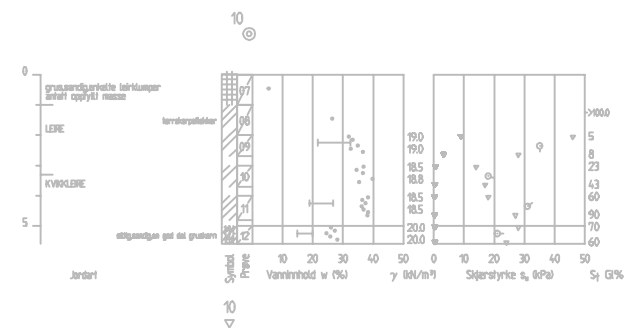
INNHOOLD
Kvikkleiresone og utløpsområde
 Kvikkleiresone
 Utløpsområde

OPPDRAG NR. 1350009421	MÅLESTOKK 1:1 500	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 203	REV. 0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
tørrskorpe	5	19.00	30.0	10.0	← Gjelder kun på trykkside			
Tørrskorpeleir		19.00	30.0	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire	3	18.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Morene	4	20.00	30.0	5.0				
Berg								



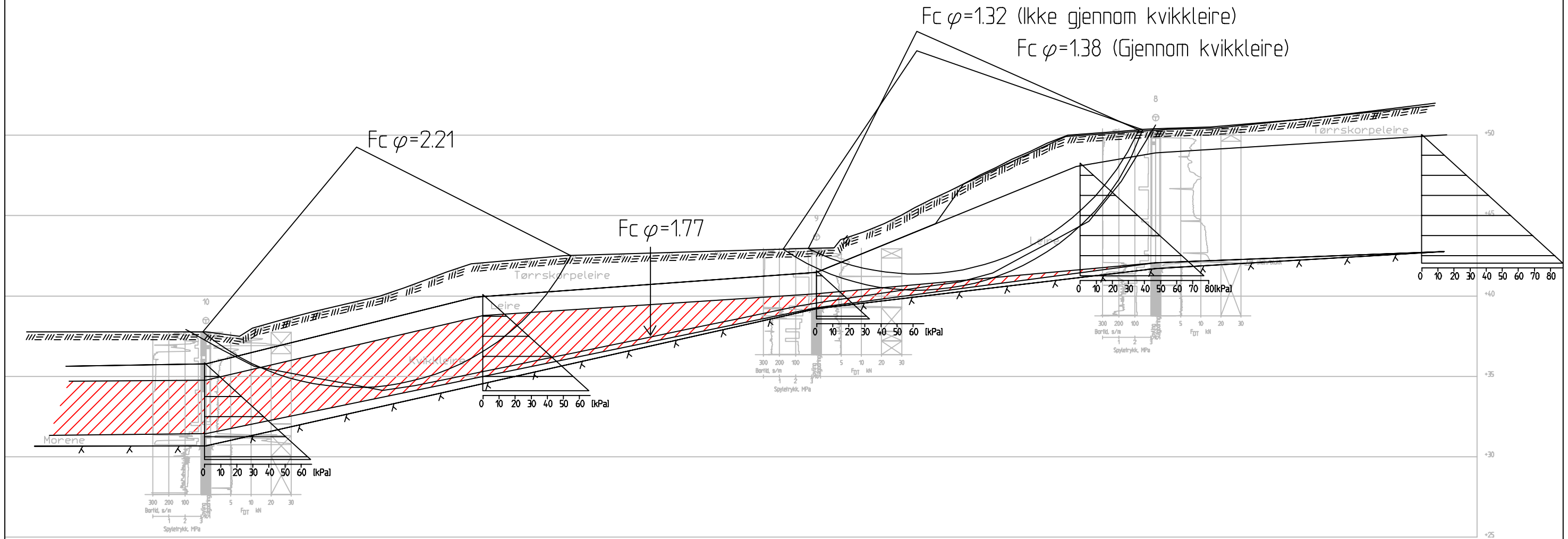
Profil A-A
1: 100



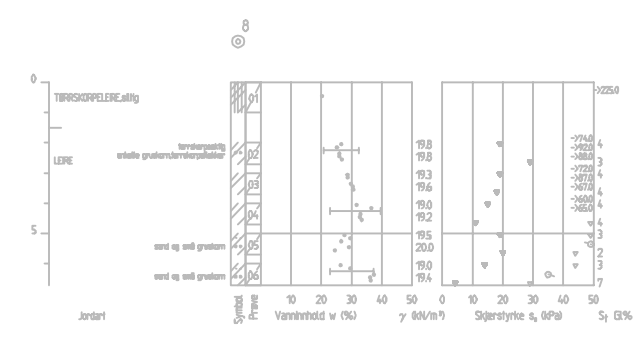
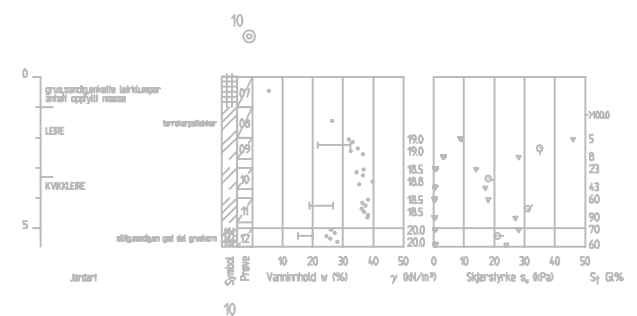
11.09.2015			TIG	TFK	MANH	OPPDRAG	Nye Jordal amfi		INNHOOLD	Stabilitetsberegning profil A-A		OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	OPPDRAGSGIVER	Hille Melbye Arkitekter AS		Dagens situasjon ADP-analyse		1350009421	1:250	01	01	
TEGNINGSSTATUS												TEGNING NR.		REV.	
												204			

RAMBOLL
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Material	no	Un.Weigh	Fi	C'
Tørrskorpe	5	19.00	30.0	10.0 ← Gjelder kun på trykkside
Tørrskorpeleir	19.00	30.0	0.0	
Leire	2	19.50	20.3	10.7
Kvikkleire	3	18.50	20.3	10.7
Morene	4	20.00	30.0	5.0
Berg				



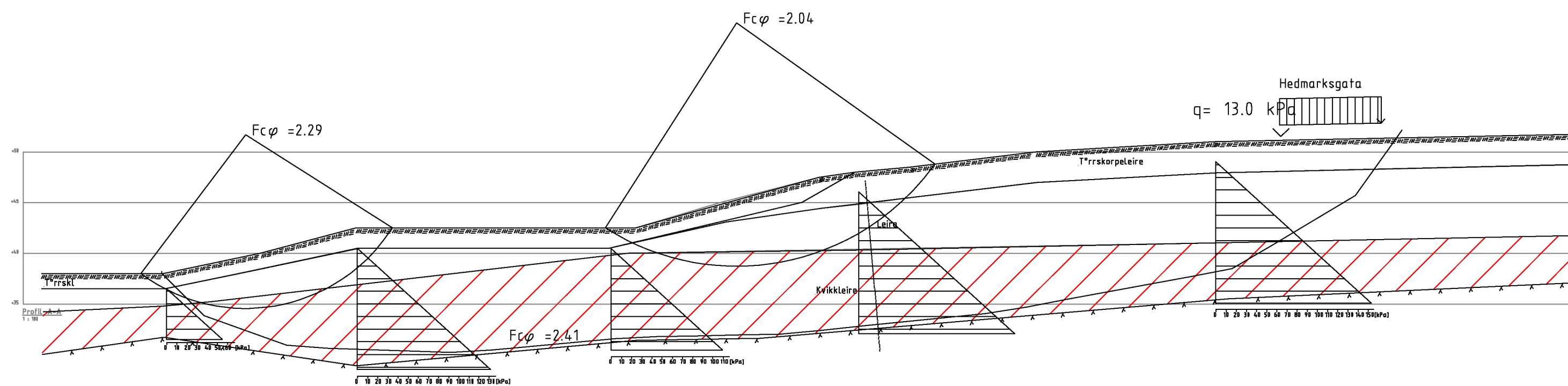
Profil A-A
: 100



			OPPDRAG Nye Jordal amfi			INNHOOLD Stabilitetsberegning profil A-A			OPPDRAG NR. 1350009421		MÅLESTOKK 1:250		BLAD NR. 01		AV 01	
Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no			OPPDRAGSGIVER Hille Melbye Arkitekter AS			Dagens situasjon AFI-analyse			TEGNING NR. 205							
11.09.2015 REV. DATO ENDRING			TIG TFK MANH TEGN KONTR GODKJ						REV.							
TEGNINGSSTATUS																

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskl	4	19.00	30.0	10.7
Tørrskorpeløire	19.00	30.0	0.0	
Leire	2	19.50	20.3	10.7
Kvikkleire	3	18.50	20.3	10.7
Berg				

Gjelder kun trykkside.



1	02.12.2015	Tørrskorpelaget flyttet iht. 3.partskontroll	TIG	TFK	MANH
	09.11.2015		TIG	TFK	MANH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Nye Jordal amfi
 OPPDRAGSGIVER
Hille Melbye Arkitekter AS

INNHOOLD
 Stabilitetsberegning profil B-B
 Dagens situasjon
 AFI-analyse

OPPDRAG NR. 1350009421	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 207		REV.	

ref: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, Metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire"
 20001008-2 datert 31 august 2001. Revisjon 3 datert 8 oktober 2008

Skadekonsekvens

Forklaring

vurdering:			
Faktor	vektall	Analyse	kommentar
Boligheter	4	3	
Næringsbygg, personer	3	3	
Annen Bebyggelse, verdi	1	1	
Vei	2	1	
Toglinje	2	3	
Kraftnett	1	0	
Oppdemming/flom	2	0	

Faktor	vektall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Poeng (score x vektall): 30

Beregnet skadekonsekvensklasse: Meget Alvorlig
 Skadekonsekvens 0,67

Faregradsklasser (sannsynlighet)

Forklaring

vurdering:			
Faktor	vektall	Analyse	kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	0	
Skråningshøyde	2	0	
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	2	
Poretrykk, overtrykk	3	1	
Poretrykk, undertrykk	-3	0	
Kvikkleiremektighet	2	2	
Sensitivitet	1	2	
Erosjon	3	0	
Inngrep, forverring	3	2	inngrep i skråning
Inngrep, forbedring	-3	2	oppfylte bekkedaler

Faktor	vektall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen

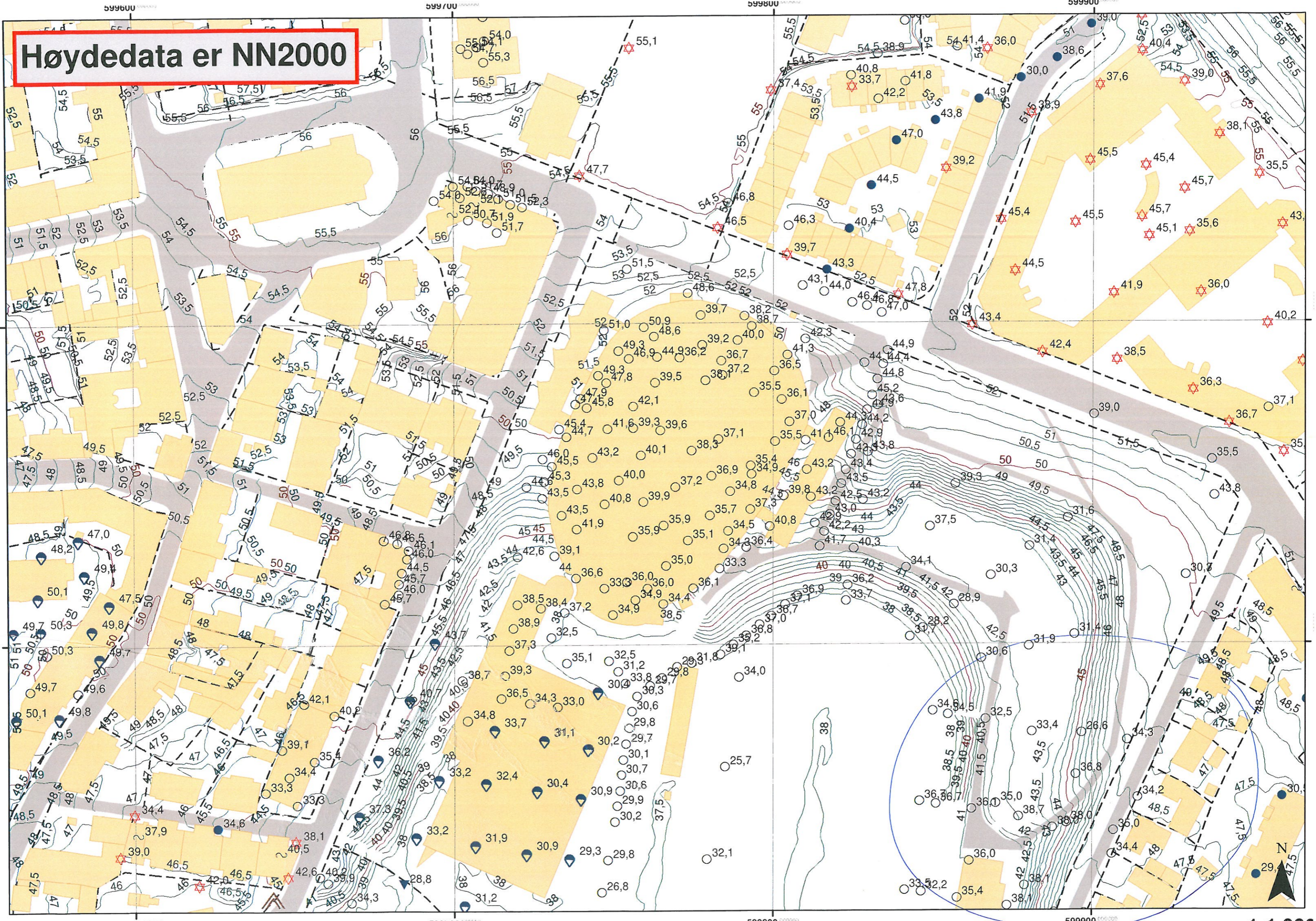
Poeng (score x vektall): 13

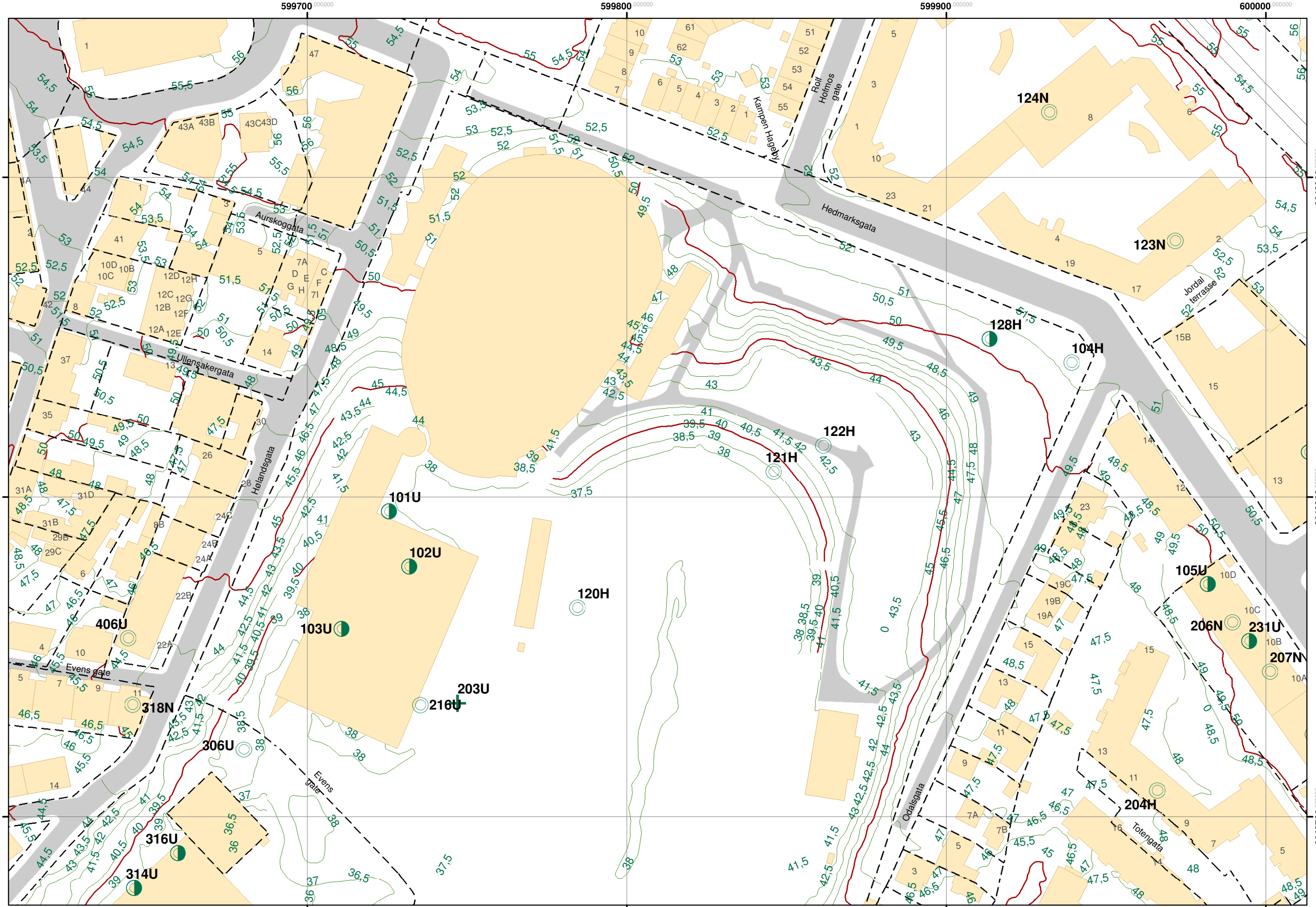
Beregnet faregradsklasse: Lav
 Faregrad 0,25

Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 1699

Risikoklasse: 3

Høydedata er NN2000





Oppdrag: JORDAL BYFornyelse

OBOS SO: E.T.I

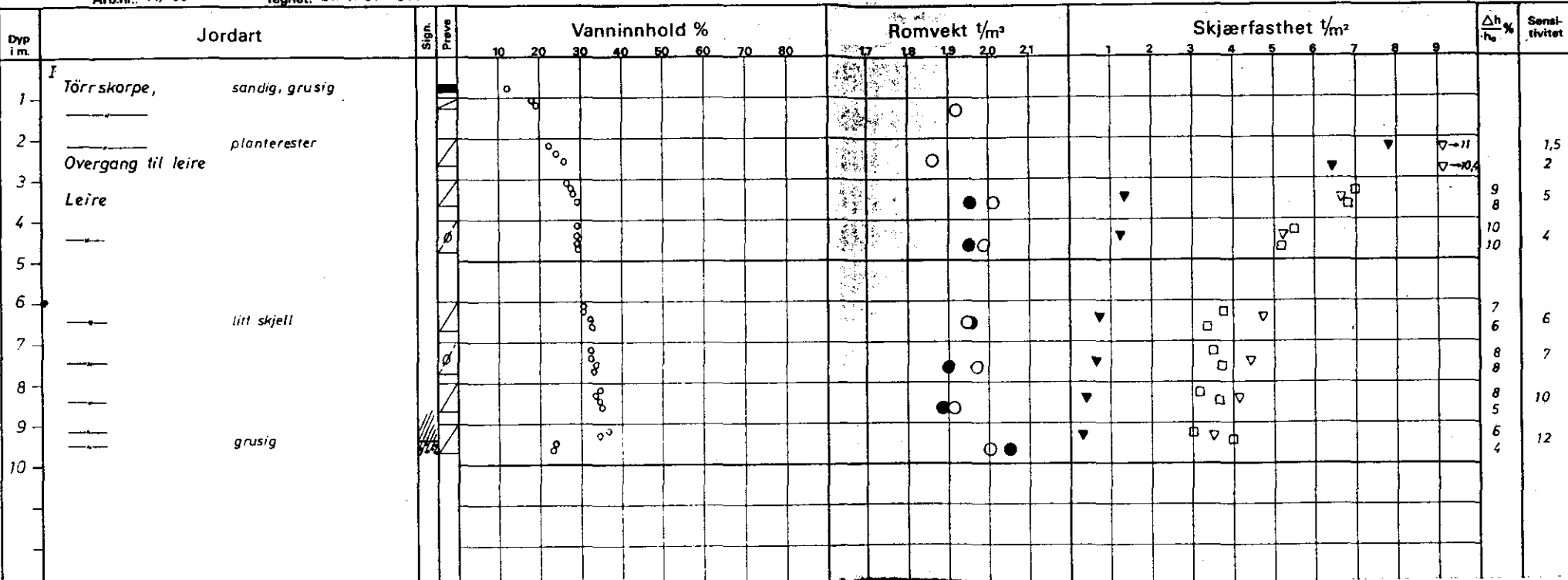
Arb.nr.: 41/80

Tegnet: 21. 1. 81. O.M.

Hull	Opptak med:	Dyp i m. regnet fra:	Grunnvannstand
I	54 mm	Kote: 51,0	

TEGNFORKLARING

- w = vanninnhold
w_D = utrullingsgrense
w_L = flytegrense
Ø = edometerforsøk
- Romvekt:
O = hele prøven
● = lokalt i prøven
- = enkelt trykkforsøk
▽ = konusforsøk
+ = vingebor
△h/h₀ % = bruddeformasjon ved trykkforsøk



104H

105U SOE1
LARGE 1522
1934
(side 1)

, 14. nov. 1934.

Til entreprenørene Bakke & Dybvik.

Ad: Hedemarksgt. 10.

SO: E 7 I

I henhold til Deres ærede opdrag har jeg utført 12 grunnboringer for Hedemarksgt. 8 og 10 B, og oversender jeg vedlagt den utførte boringsplan-blad 1522 med 3 blader boringstabeller.

De utførte boringer viser at fjellgrunnen i hovedtrekk er ganske overordentlig jevn, men boringene er for få til å angi detaljene. ^{58.36} Også de løse jordlag er meget jevne og ensartet. Det fremgår klart av vedlagte bl. 1523, hvor resultatene er inntegnet i profiler. Boringens ~~resultat~~ ^{resultat} å være riktige. De stemmer godt med stedets gamle topografi. Størparten av fyllingen er utlagt før 1921 ved hvilket år terrensoverflaten var den samme som nu. Endel av fyllingen langs bekken er utlagt mellom 1881 og 1911.

Stolpeleren er meget fast. Den har en tykkelse på omkring 4 til 6 m., hvorav de øverste 2 m. er gul, sterkt forvitret ler, og de derpå følgende 2 til 4 m. er fast, blå ler med enkelte tørkesprekker. Under dette kommer bløt ler, mildels meget bløt. Den inneholder endel finsand, er plastisk og litt seig. Den lar sig sammenpresse en smule ved tilleggsbelastning. En bygningsbelastning på 1 kg. pr. cm² anses for passende. Men byg innskillestet bør da deles i 2 blokker med fuger gjennom punktene 4 og 9.

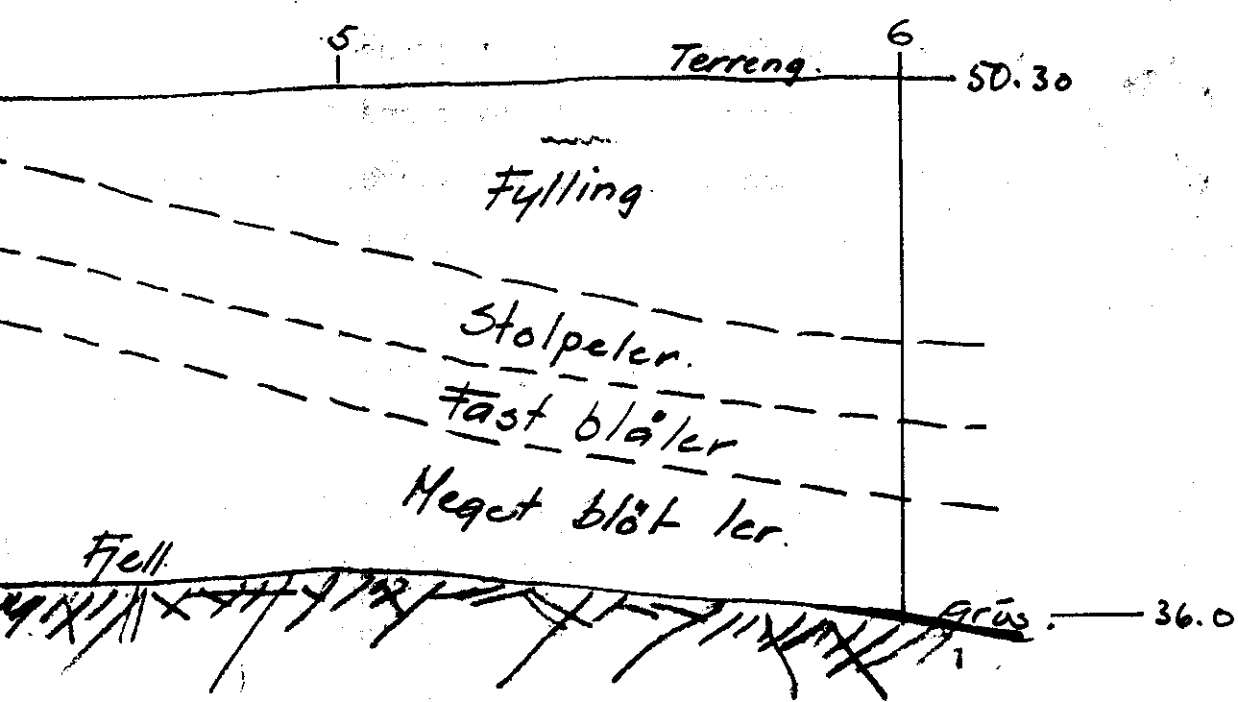
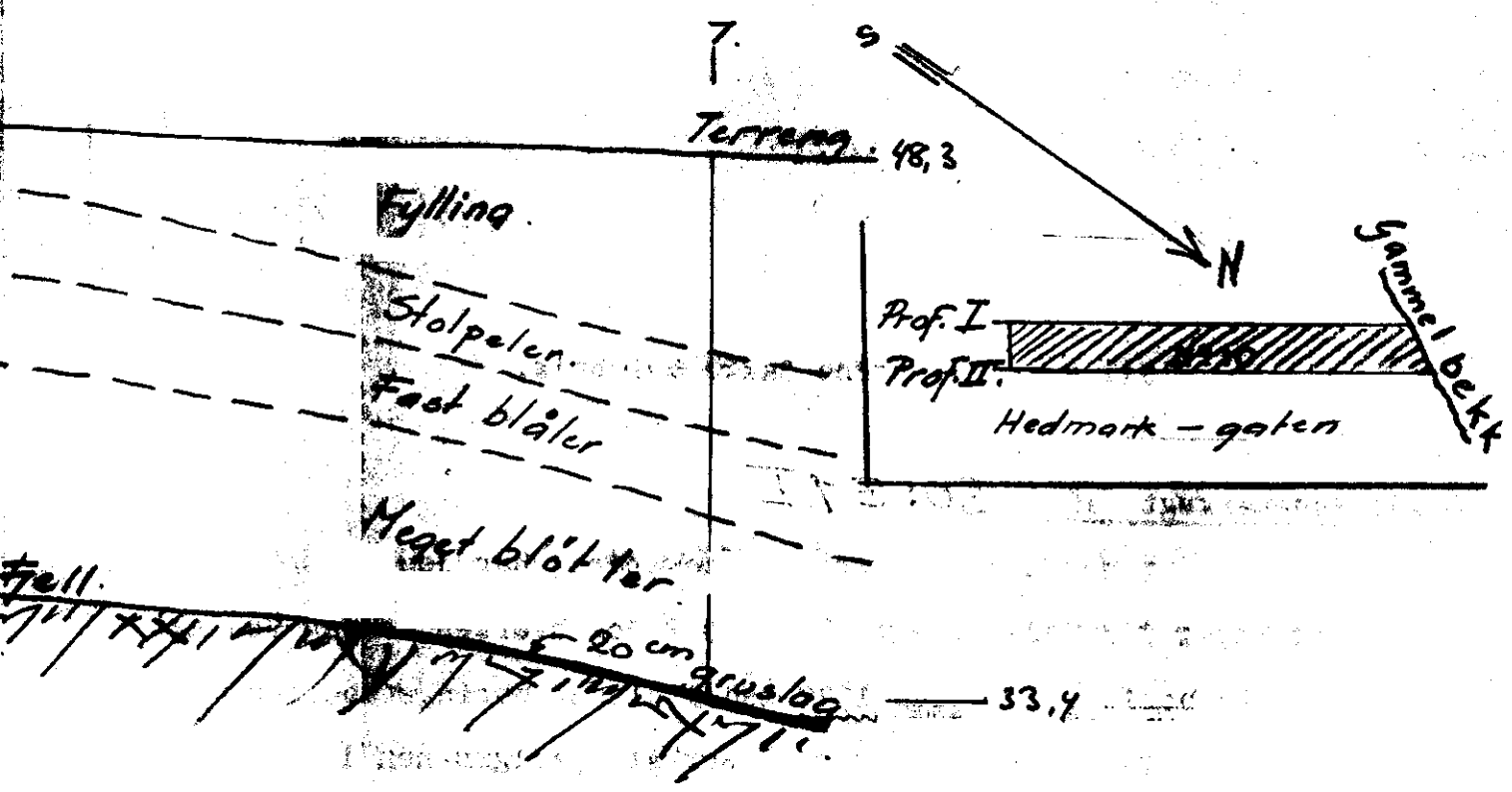
Jernbetong forutsettes anvendt.

Arbødigst

vend

Proft

1:20



Oslø 14/11-34
Escarbasse
Duo

105U SOE1
LARGE 1522
1934
(side 2)

Prøvehull III

120H

Jordart.	Dyp m.	Vannpst. av total subst.	Vannpst. av forr. subst.	H ₂	H ₁	F	K	O	G	pH	g
Leire / malsand. Enkl. sand og gruskorn.	2	17.7	21.5	284	174	39	5.3			7.4	2.05
	3	21.3	27.1	207	104	35	4.3				2.05
Kvikkleire.	4	25.9	35.0	34	1.2	29	1.0				1.86
	5	23.7	31.1	32	0.8	25	0.9			7.6	1.86
	6	24.0	31.6	36	0.8	26	1.0				1.85
	7	26.5	36.0	44	0.8	29	1.2				1.84
— " — / mosand, sand og gruskorn.	8	24.3	32.1	101	0.6	26	2.5				1.90
	9	24.5	32.4	56	1.2	27	1.6			8.0	1.90

Prøvehull IV

121H

Jordart.	Dyp m.	Vannpst. av total subst.	Vannpst. av forr. subst.	H ₂	H ₁	F	K	O	G	pH	g
Leire, løs, seig, ensartet. Kvikklattig.	2	24.6	32.7	35	1.3	28	7.0			7.6	1.91
Kvikkleire.	3	24.2	32.0	(19)	0.6	26	(0.6)				1.81
	4	25.2	33.8	47	0.6	27	1.3				1.87
— " — sandblandet.	5	21.9	26.3	54	0.5	21	1.2			7.8	1.92
— " — 1/3 sand og grus.	6	18.7	23.0	48	0.9	19	1.4				2.01
— " — 1/2 sand og enkl. gruskorn.	7	23.1	30.2	46	0.9	25	1.3				1.90
— " — 1/2 sand og grus.	8	23.1	30.2	64	1.2	25	1.7				1.96
— " — Beholdelig mosand, 1/2 sand og grusk. Kvikklattig.	9	18.0	21.9	(49)	(0.7)	(19)	(1.4)			7.6	1.95

Prøvehull I

122H

Jordart.	Dyp m.	Vannpst. av total subst.	Vannpst. av forr. subst.	H ₂	H ₁	F	K	O	G	pH	g
Fylling. Leire / malsand. Enkl. gruskorn.	2	17.9	21.8	463			7.0			7.1	2.03
Leire. Enkl. sandkorn. Meget fast.	3	16.6	19.9	1050			9.6			7.1	2.10
— " — Fast.	4	21.2	27.0	245	107	36	4.8				2.00
— " — 1/2 malsand og finmo. løs, seig.	5	24.6	32.7	37	9.6	32	1.1			7.8	1.90
Kvikkleire.	6	23.9	31.4	25	0.8	25	0.8				1.93
	7	25.0	33.5	39	0.7	27	1.1				1.90
	8	25.3	33.9	41	0.6	27	1.2				1.89
— " — omport	9	24.8	33.0	(8)	0.7	27	(0.2)				1.87
— " — 1/2 sand og grus.	10	21.8	27.8	68	0.9	23	1.8			8.0	1.92
	11	20.8	26.3	52	1.0	18	1.4				1.96

Korr. 1/6 - 50 V.F.

Jordal Stadion.
 SO: E 1 I

1/ Ing. E. N. Hylland.

INGENIØR-FIRMAET BJ. HAUKEID - O
 GRUNNUNDERSØKELSER

KR. AUGUSTGT. 18. VL TLF. NR. 3324 00

M 1:500 Teg. 23/5 - SO. GH T.nr. 1061A

Haukelid
1089

Hedemarks gt.

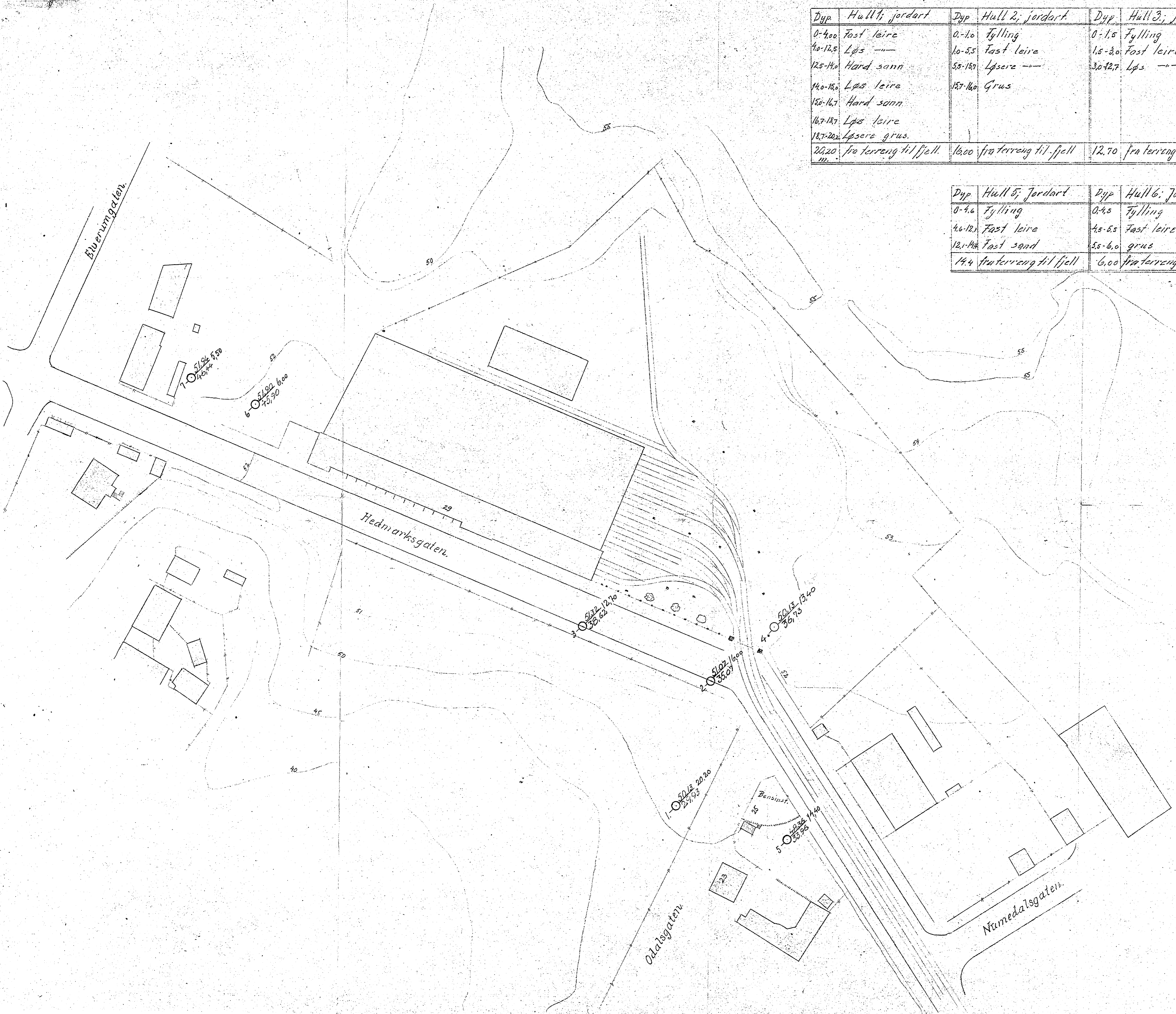
v/ nr 29

SO: E 1 I



Dyp	Hull 1; jordart	Dyp	Hull 2; jordart	Dyp	Hull 3; jordart	Dyp	Hull 4; jordart
0-4,00	Fast leire	0-1,0	Fylling	0-1,5	Fylling	0-5,0	Fylling
4,0-12,5	Løs —	1,0-5,5	Fast leire	1,5-3,0	Fast leire	5,0-6,0	Fast leire
12,5-14,0	Hard sann	5,5-15,7	Løse —	3,0-12,7	Løs —	6,0-13,4	Løs —
14,0-15,0	Løs leire	15,7-16,0	Grus				
15,0-16,7	Hard sann						
16,7-18,7	Løs leire						
18,7-20,2	Løse grus						
20,20 m.	fra terrang til fjell	16,00	fra terrang til fjell	12,70	fra terrang til fjell	13,40	fra terrang til fjell

Dyp	Hull 5; jordart	Dyp	Hull 6; jordart	Dyp	Jordart
0-4,6	Fylling	0-4,5	Fylling	0-5,50	Fylling
4,6-12,1	Fast leire	4,5-5,5	Fast leire		
12,1-14,4	Fast sand	5,5-6,0	grus		
14,4	fra terrang til fjell	6,00	fra terrang til fjell	5,50	fra terrang til fjell



Tilhører Undergrunds kartverket
 818 ikke fjernes

OBS! Punktene er ikke kartlagt av
 oppmålingskontoret.
 Fm. nr. 219. Østerdalsgt. H = 52,337.

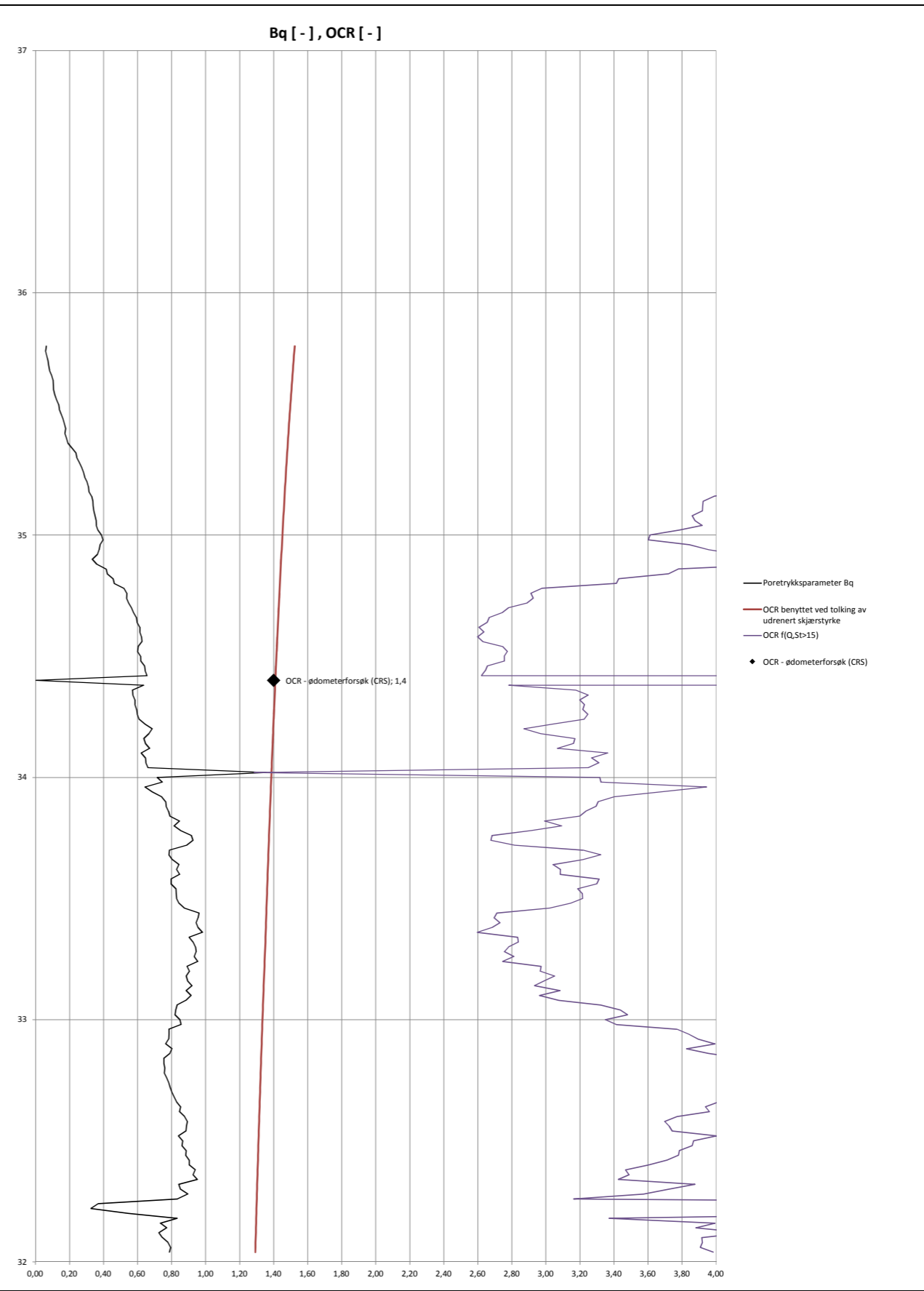
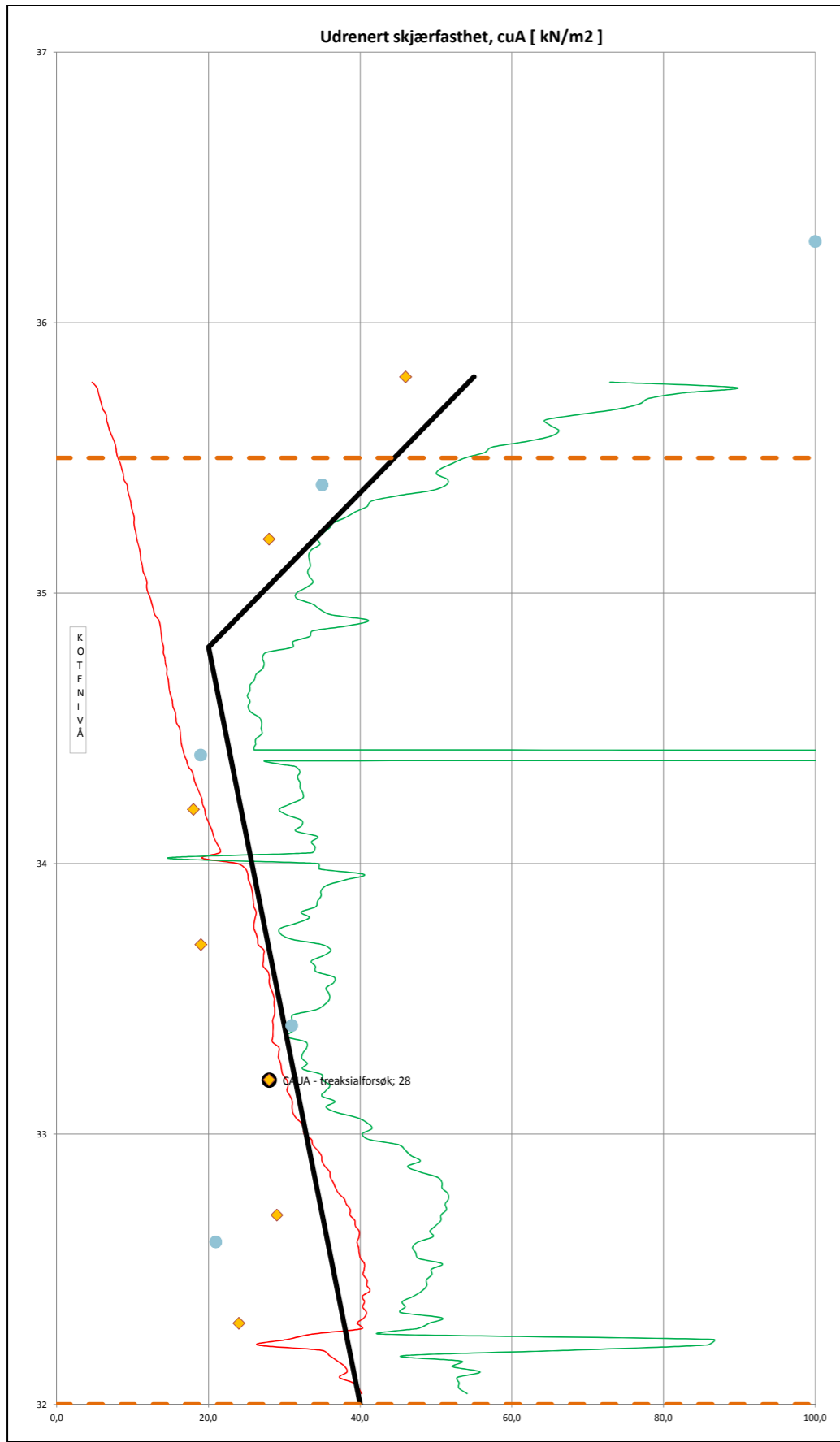
○ x	= Bor hull.
x	= Dypde til fjell.
y	= Kote terrang.
z	= — fjell.
⊖	= Prøvehull.
V _v	= Vanpct. av totalvolum.
H ₁	= Rel. holdfasthet naturlig leire
H ₂	= — — — omsatt
F	= finkverttall.
K	= Kohasjon i tonn / m ²
O	= Organiske bestanddeler (Huminstoffer i pct. av totalvolum)
G	= ledetap.
pH	= Surhetsgrad.
ρ	= Rumbvkt.

Hedmarksgt.
 ved Sporvegs hallen.

Oslo Kommune.
 Forstads og tunnelbanedriftskontoret.


INGENIØR-FIRMAET BJ. HAUKEID - OSLO
 GRUNNUNDERSØKELSER
 KR. AUGUSTGT. 12, VI. TLF. NR. 332460

M = 1:500 Teg. 25/7-50 T.nr. 1089.

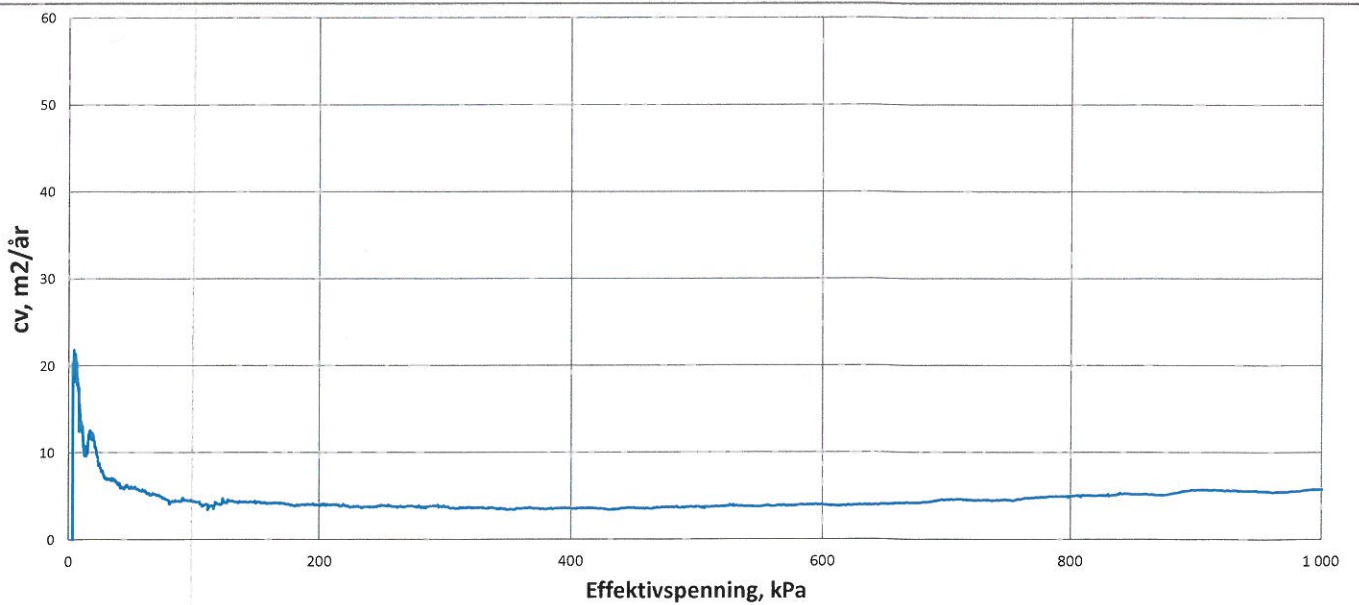
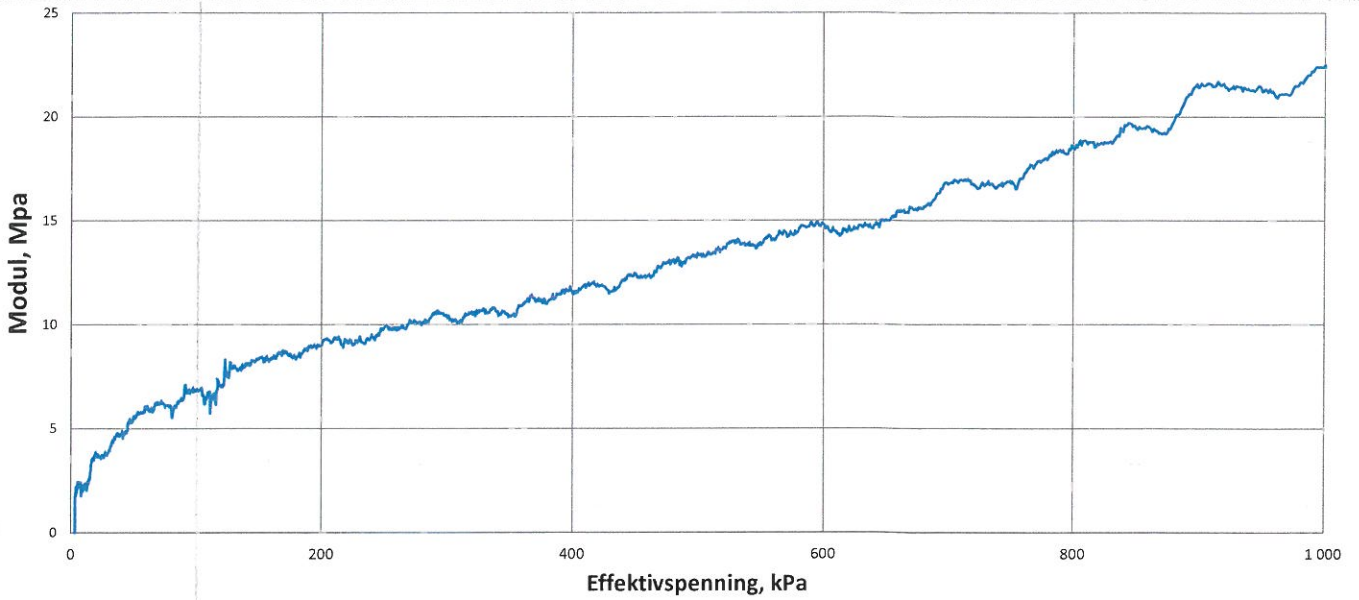
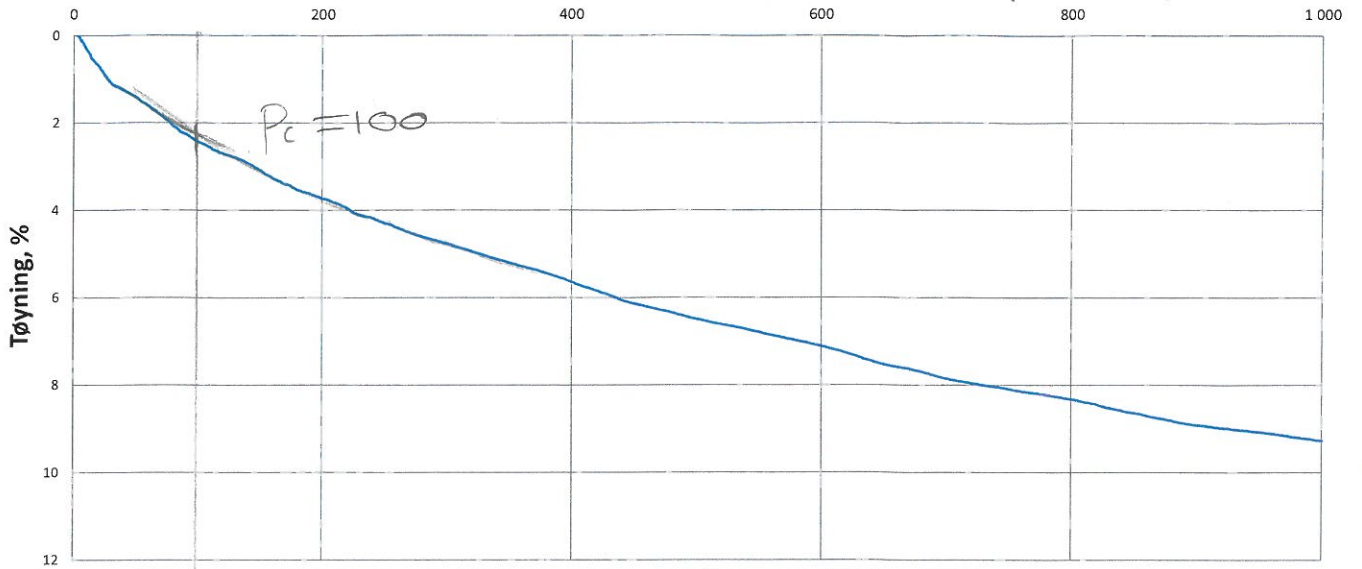


	Hille Melbye Arkitekter AS		Oppdrag
	Jordal amfi		1350009421
	Borpunkt: 10	Terrengkote: 37,8	Tegn./kontr.
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		TIG/TFK
		Dato	Vedlegg
		31.08.2015	3
			Tegn. Nr.
			-

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,841	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	22.09.2015	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5775	0,0102	0,0219
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	56,595	1,0098	0,5913
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	10	Dato:	01.07.2015
Borleder:	Riise, Jonas	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiler	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	29,3
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	18,9
Sum boring [m]:	5,76	Kontroll skriver [m]:	5,76
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,78
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	14,7147	0,2625	0,1537
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0358	0,6	-1,1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	51,0922	0,8727	1,2756
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	2	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Hille Melbye Arkitekter AS Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: Nye Jordal amfi		
Borpunkt nr.:	10	Sonde:	4353
	Dato: 01.07.2015	Tegnet: Riise, Jonas	Kontrollert: Tor-Ivan Granheim
	Oppdragsnr.: 1350009421	Vedlegg nr.: 4	

Effektivspenning, kPa



pkt 8 lab 5 dybde 5,40m Leire med små gruskorn



Jordal amfi

Ødometer

Tegn./kontr.
HAOH/TIG

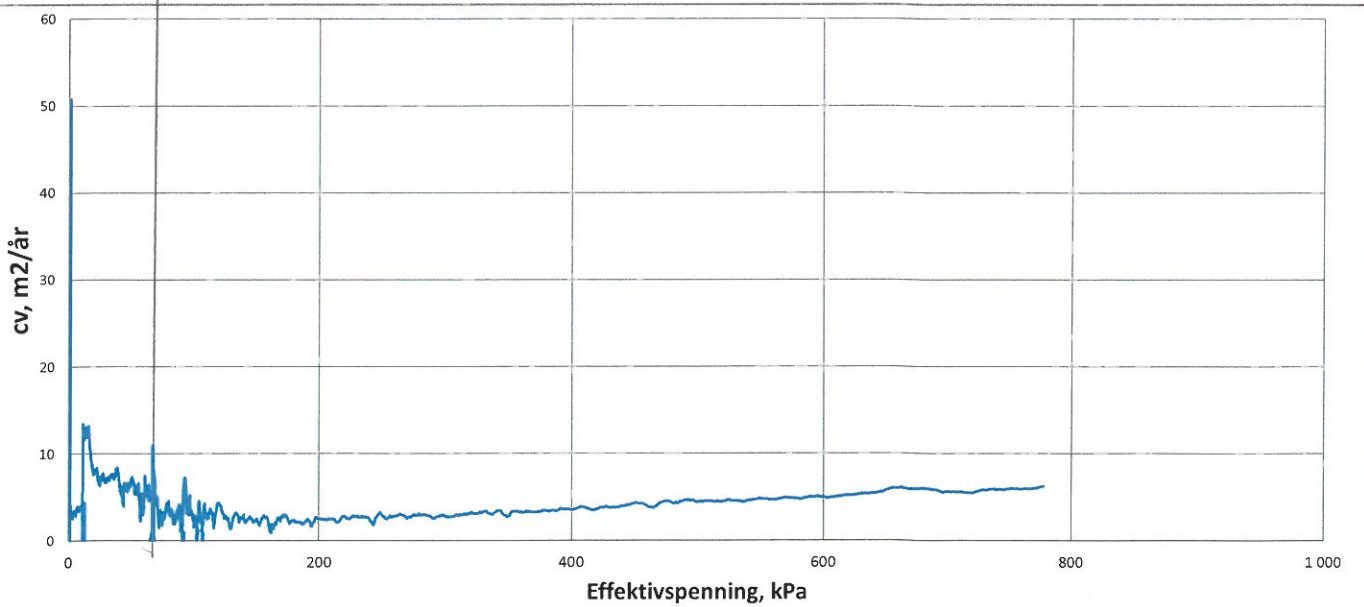
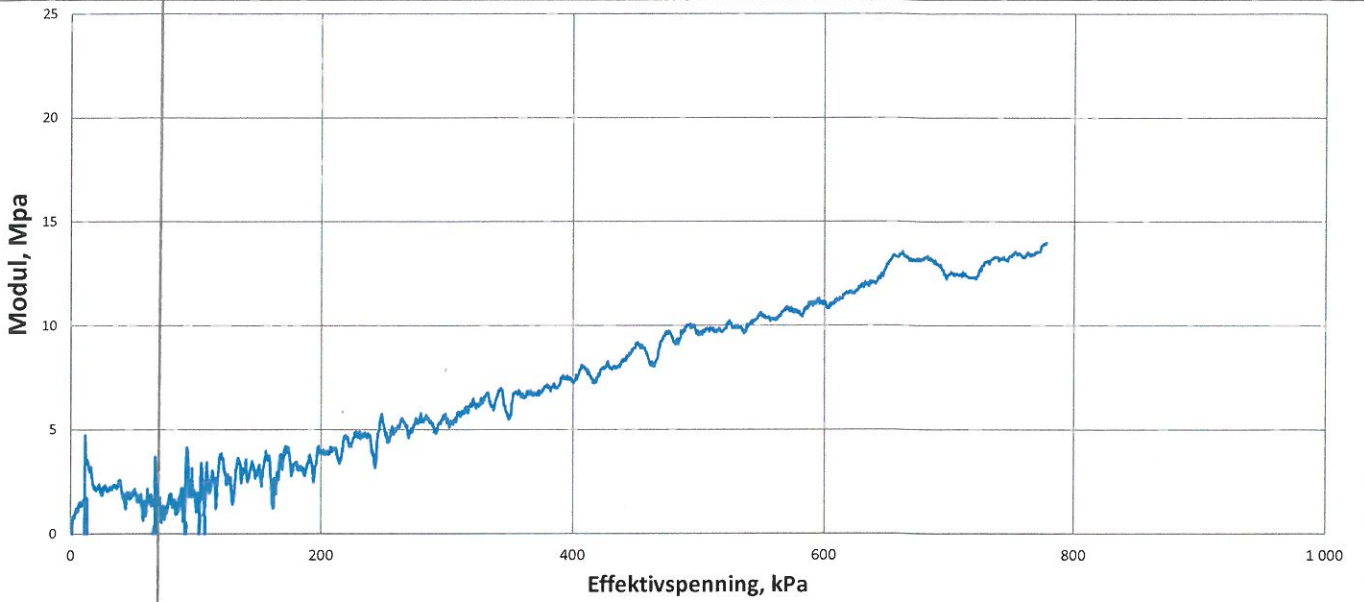
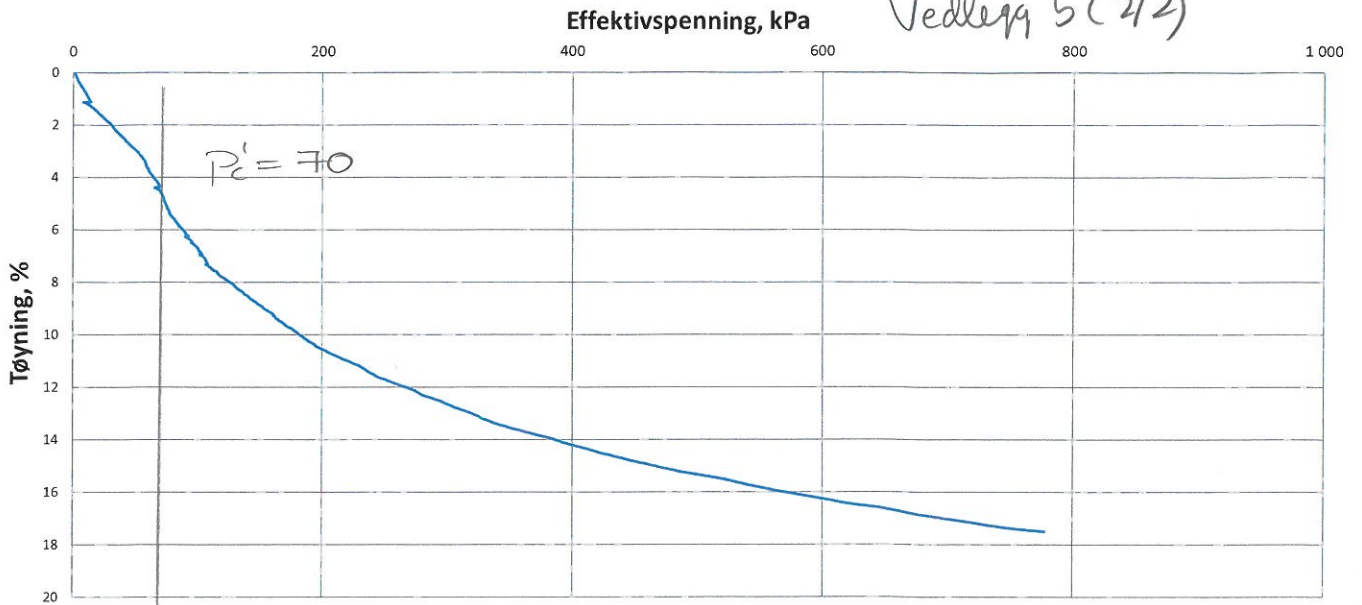
Dato
15.07.2015

Oppdrag
1350010445

Bilag

Tegn. Nr.

109



pkt 10 lab 10 dybde 3,40m Kvikkleire



Jordal amfi

Ødometer

Tegn./kontr.
HAOH/TIG

Dato
15.07.2015

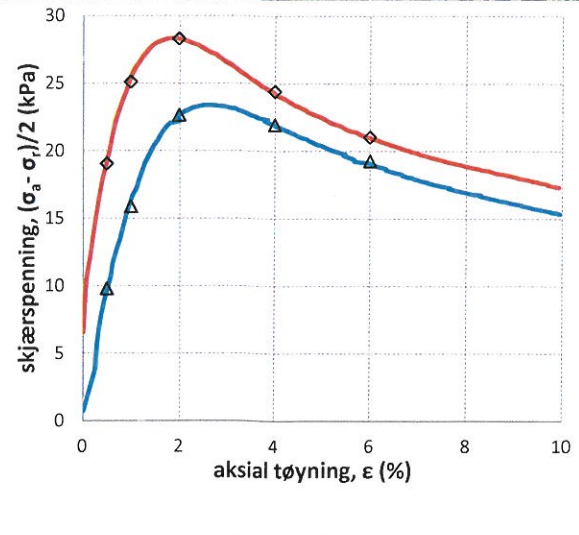
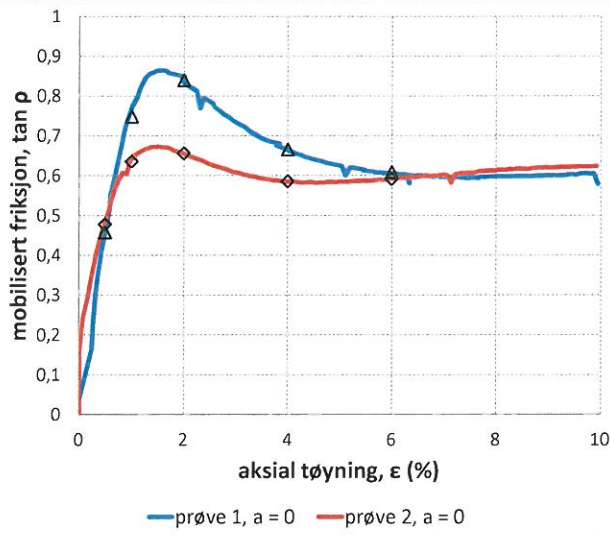
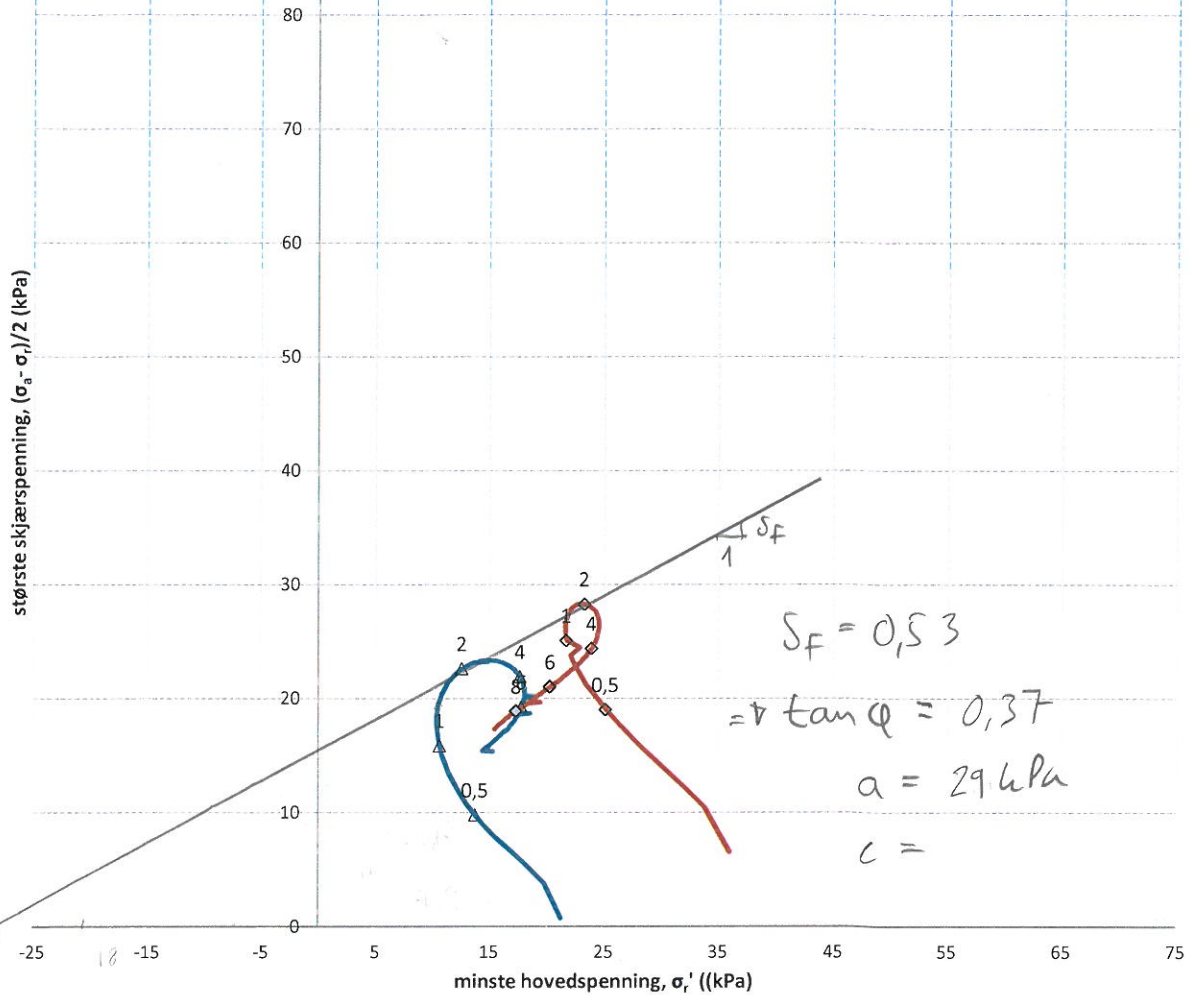
Oppdrag
1350010445

Bilag

-

Tegn. Nr.
~~110~~

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	10	11	4,40m	CAUc	36,7	0,7	0,014	65	23	21	Kvikkleire
2	◇	10	11	4,50m	CAUc	36,4	1,2	0,024	66	49	36	Kvikkleire



Jordal amfi

TREAKSIALFORSØK

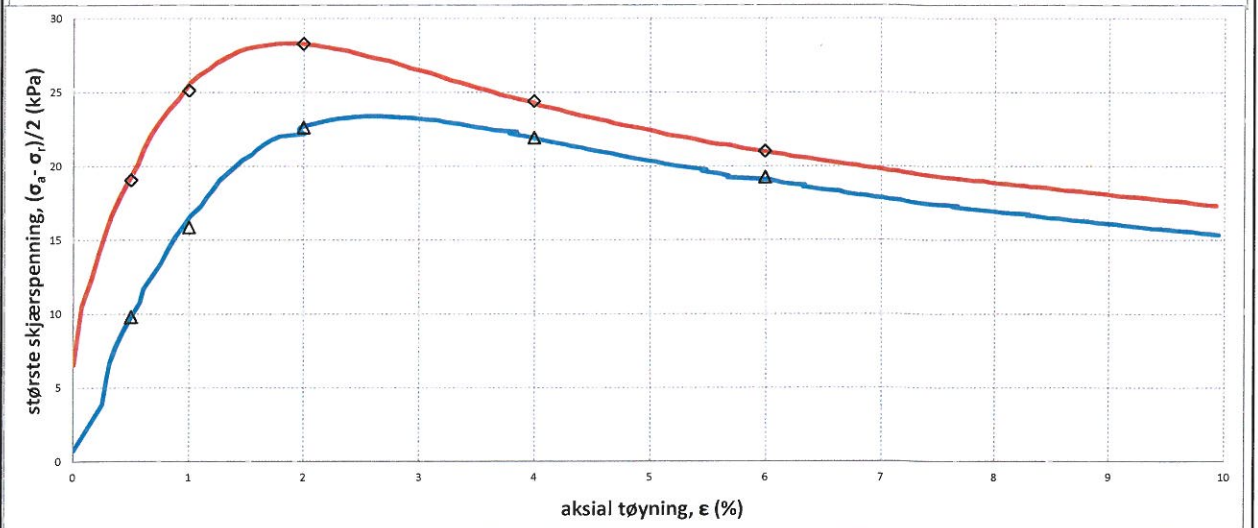
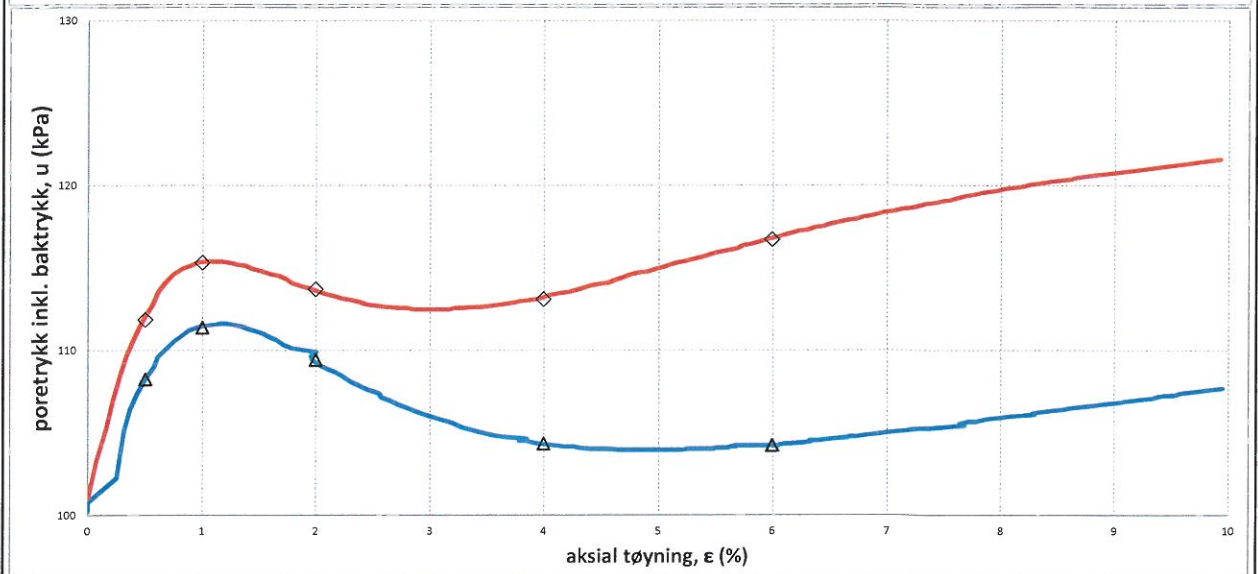
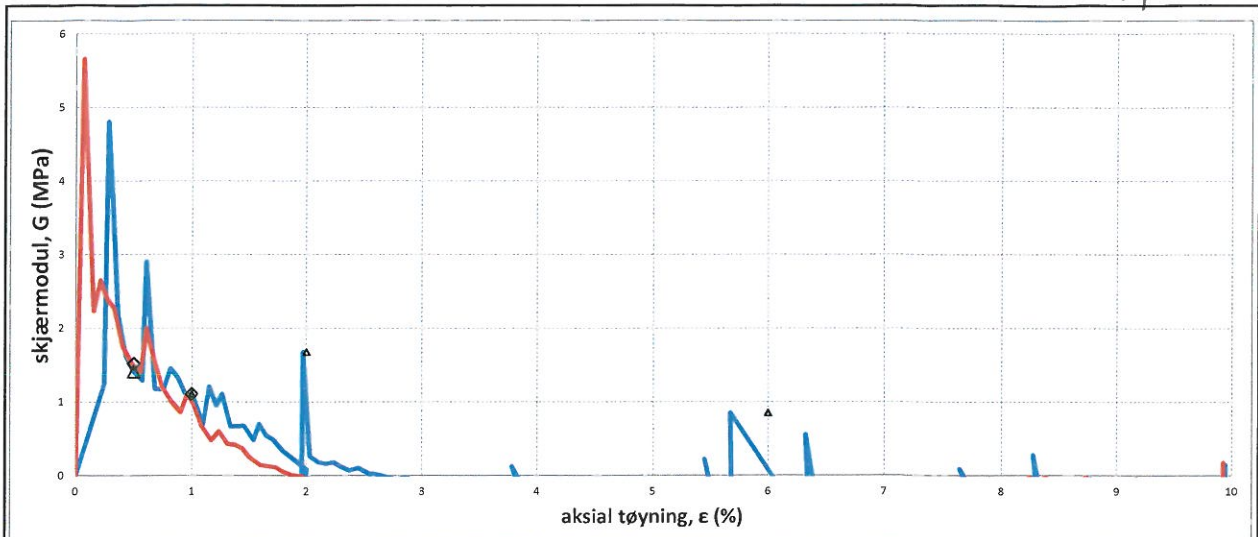
Oppdrag
1350010445

Tegn./kontr.
HAOH/TIG

Bilag
-

Dato
14.07.2015

Tegn. Nr.
111(Ark1)



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀ (kPa)	pₐ (kPa)	p' (kPa)	
1	Δ	10	11	4,40m	CAUc	36,7	0,7	0,014	65	23	21	Kvikkleire
2	◊	10	11	4,50m	CAUc	36,4	1,2	0,024	66	49	36	Kvikkleire



Jordal amfi

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350010445

Tegn./kontr.
HAOH/TIG

Dato
14.07.2015

Bilag
-

Tegn. Nr.
111(Ark 2)







