

SO:(G13,)H13,H14,H15

inngitt 28.06.93
(500G13)
overført arkiveres her
28.06.93/BJH

OSLO KOMMUNE
GEOTEKNISK KONTOR



OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor
KINGOS GT. 22, OSLO 4
Telf. 35 59 60

RAPPORT OVER:

LJABRUEIEN,
utvidelse

R-1635-1

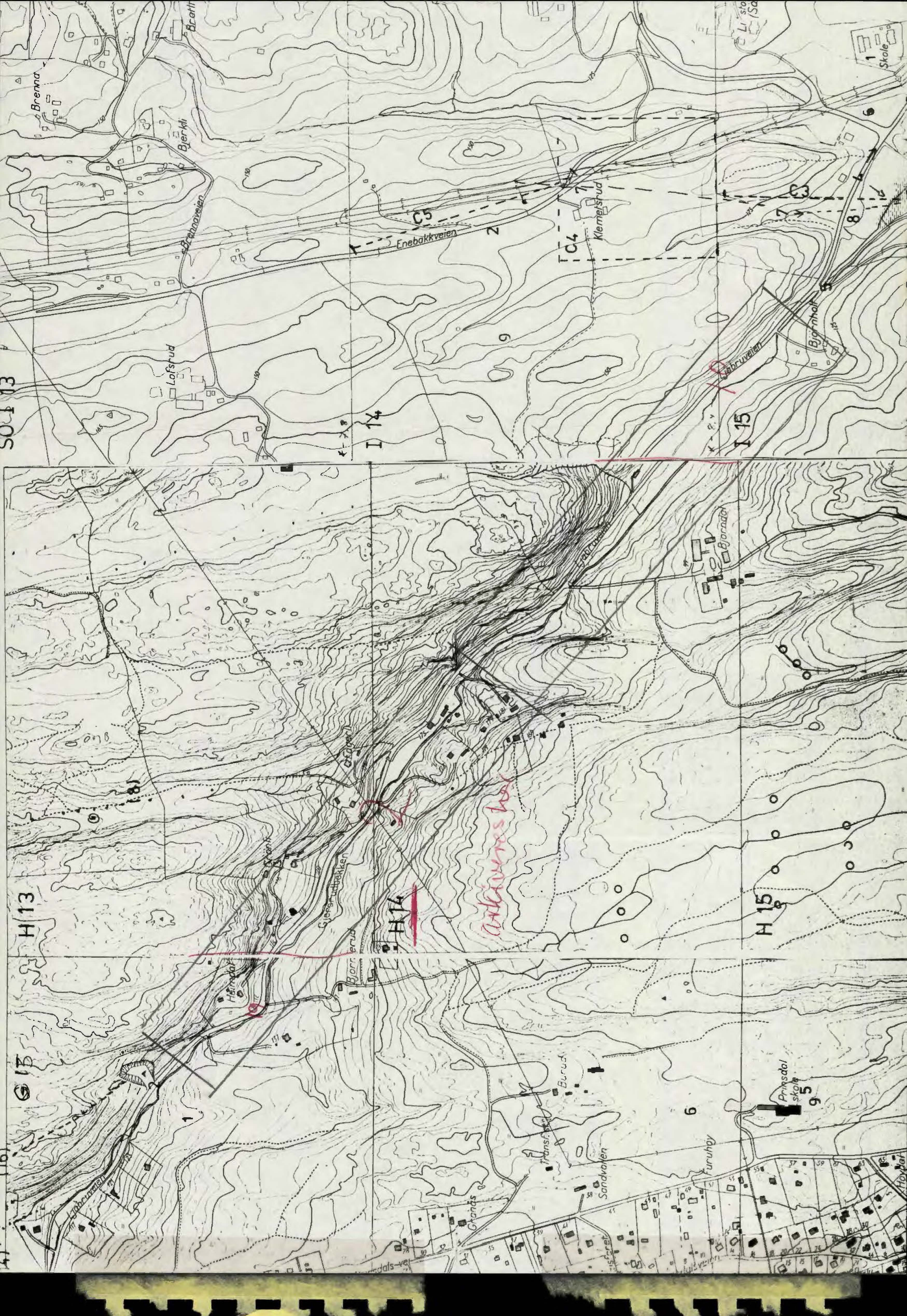
24. nov. 1980.

1. del. Orienterende undersøkelse.

INNHold:

SAMMENDRAG	s 2
INNLEDNING	s 3
MARKARBEID	s 3
LABORATORIEUNDERSØKELSER	s 3
TERRENG- OG GRUNNFORHOLD	s 5

Bilag	0: Beskrivelse av bormetoder og laboratorieundersøkelser
"	1: Situasjons- og borplan (Hauketo - Bjørndal)
"	2: " " (Bjørndal - Klemetsrud)
"	3: Lengdeprofil (Hauketo - Bjørndal)
"	4: " (Bjørndal - Klemetsrud)
"	5: Diverse profiler
"	6: Borprofil (hull 20)
"	7: " (hull 30)
"	8-9: Ødometer-resultater (hull 30)
"	10: Borprofil (hull 57)
"	11-12: Ødometer-resultater (hull 57)
"	13: Skovlprøver



SOU 13

H13

H14

H14

H15

C5

C4

I 14

I 15

Anlægsarbeid

Skole

Prinsdal skole

Klemesrud

Bjørn

Bjørnhol

Lofsrud

Brenna

Bjørnhol

Gjesrudbekken

Bjørn

Burud

Sandvålen

Furuøy

Grans

dals-ve

SAMMENDRAG:

Veivesenet ønsker å foreta en utvidelse og forbedring av Ljabruveien mellom Hauketo og Klemetsrud for å kunne ta den økende trafikk som forventes der. I den forbindelse har Geoteknisk kontor foretatt en geoteknisk undersøkelse for traséen.

Undersøkelsen anses å være orienterende, da det foreløpig ikke er laget lengdeprofiler, men bare plantegninger for de arbeider som skal utføres på Ljabruveien.

Den delen av Ljabruveien som omfattes av foreliggende rapport er ca. 2 km lang. Den er av praktiske hensyn oppdelt i avgrensede strekninger som under avsnittet TERRENG- OG GRUNNFORHOLD omtales hver for seg.

På to strekninger kan grunnforholdene sies å være dårlige. Grunnen består der av bløt leire i relativt stor mektighet. I disse områdene er det av stabilitetshensyn angitt maksimale fyllingshøyder som ikke må overskrides uten at det treffes spesielle tiltak. Setningene er også vurdert i disse områdene, men langs en vei med forholdsvis myke overganger mellom fjell og løsmasser som finnes her, anses ikke dette for å være en dimensjonerende faktor.

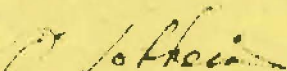
Forøvrig vil en utvidelse av eksisterende Ljabruveien forårsake en del høye skjæringer og mindre fyllinger der grunnen består av fjell eller relativt faste (gode) løsmasser.

Eksisterende planer vil medføre at Gjersrubbekken flere steder blir gjenfylt. Det synes mulig å legge om bekken der dette måtte ønskes uten særlige store geotekniske problemer.

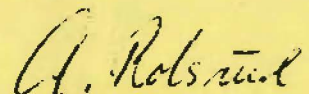
Våre vurderinger og foreslåtte løsninger er gjort ut fra geotekniske hensyn. Hvis veitekniske hensyn skulle tilsi at andre løsninger kan benyttes bør dette diskuteres under detaljprosjekteringen.

Vi forutsetter nærmere vurdering av planene når forslag til vertikal linjeføring foreligger.

Geoteknisk kontor



O. Tokheim



/ A. Robsrud

INNLEDNING:

I henhold til rekvisisjon nr. 24212 av 5. juni 1980 og brev av 5. nov. 1979 fra Veivesenet har Geoteknisk kontor foretatt grunnundersøkelser langs Ljabruveien mellom Hauketo og Klemetsrud.

Hensikten med undersøkelsen har vært å framskaffe oversikt over grunnforholdene langs traséen og lokalisere evt. steder hvor problemer av geoteknisk art kan oppstå. Således er boringene konsentrert i områder hvor vi antar at veien vil medføre skjæring eller oppfylling.

Grunnlaget for undersøkelsene er en plantegning av 11. juni 1979 fra Byplankontoret (bilag 1 og 2), samt en befaringsammen med Veivesenet langs den aktuelle traséen. Da lengdeprofilen ennå ikke er utarbeidet, må dette bli å betrakte som en orienterende undersøkelse.

Vi har ikke foretatt egne undersøkelser eller vurderinger for gang- og sykkelveien som planlegges i tilknytning til Ljabruveien. Denne vil få en mykere linjeføring enn Ljabruveien, og en burde derfor kunne unngå større terrenginngrep. Skulle det imidlertid vise seg at denne vil medføre skjæringer eller oppfylling av betydning, bør disse partier vurderes nærmere.

MARKARBEID:

Markarbeidet ble utført av mannskap fra vårt kontor i tiden 11. mars til 22. april 1980. Arbeidet omfatter 34 dreiesonderinger, 32 enkle sonderinger, 2 skovlboringer og opptak av 3 uforstyrrede prøveserier. Borpunktens plassering samt resultater er vist på bilagene 1-5.

I tillegg til plantegningen av 11. juni 1979 som ble benyttet under utarbeidelsen av borplanen ble det foretatt befaringer i marken. Borpunktens plassering ble valgt der det på bakgrunn av vegetasjon- og terrengforhold ble antatt at gjennomføringen av de foreliggende planer kunne være problematiske. Som eksempel kan nevnes at borpunktene for en stor del ligger på sydsiden av veitraséen fordi dybdene til fjell antas å være størst på den siden.

Borpunktene er ikke koordinatbestemt, men de er satt ut med teodolitt hvor vinkler og avstander ble målt ut fra situasjonsplanen (M 1:1000). Nivellement ble utført med utgangspunkt i FM 529, FM 1481, PP 4731 og FM 583, med høyde henholdsvis $h=87,628$, $h=93,552$, $h=109,698$ og $h=110,602$.

LABORATORIEUNDERSØKELSER:

Alle skovlprøvene ble klassifisert og vanninnholdet ble bestemt. Resultater på bilag 13. Disse prøvene ble primært utført for å registrere eventuell torv i området.

Prøvene fra de uforstyrrede prøveseriene ble også klassifisert. I tillegg ble det på disse målt vanninnhold og romvekt. Videre ble plastisk område og udrenert skjærstyrke bestemt. Udrenert skjærstyrke ble bestemt ved konusforsøk og enaksialt trykkforsøk.

Omrørt skærstyrke ble også bestemt ved konusforsøk, hvoretter sensitiviteten er angitt. Resultatet av disse undersøkelsene er angitt på bilagene 6, 7 og 10.

På prøvene fra hull 30 og 57 ble det også utført tilsammen 6 ødometerforsøk, 3 fra hvert hull. Resultatet av disse er vist på bilagene 8, 9, 11 og 12.

Laboratorieforsøkene er nærmere beskrevet på bilag 0.

Tolking av ødometerforsøkene

I hull 30 er ødometerforsøkene utført med leire i dybdeintervallet 4,3 - 6,3 meter. Resultatet på bilagene 8 og 9 viser at leiren er noe overkonsolidert, og mgd et forkonsolideringstrykk, p_c' i overkant av 200 kN/m^2 (20 t/m^2). Idealiserte kurver for kompresjonmodul M er innlagt på figurene.

Representative verdier:

$$p_c' = 200 \text{ kN/m}^2$$
$$M = 4,5 \text{ MN/m}^2 \text{ for spenning } \sigma' \leq p_c'$$

$$M = m (\sigma' - p_c') \text{ for } \sigma' > p_c'$$

hvor: $m = 13$

p_o' = effektivt overlagringstrykk

Forsøkene tyder på et tilnærmet konstant forkonsolideringstrykk $p_c' \approx 200 \text{ kN/m}^2$ gjennom leirlaget ned til ca. 7 meters dybde. I større dybde finnes leire med sandlag. Her viser borprofilen (bilag 7) betydelig lavere vanninnhold og lavere udrenert skjærstyrke, S_u , ut fra konusforsøk. Med mindre prøvene fra dette laget i betydelig grad er forstyrret, tyder de lave S_u -verdier på at leiren her er tilnærmet normalkonsolidert.

I hull 57 finnes leire, stedvis siltig, ned til ca. 14 meters dybde hvor leirig sand er påtruffet. Også her synes leiren ut fra ødometerforsøkene noe overkonsolidert. Representative verdier:

$$p_c' = 130 \text{ kN/m}^2$$
$$M = 3,5 \text{ MN/m}^2 \text{ for } \sigma' \leq p_c'$$

$$M = m (\sigma' - p_c') \text{ for } \sigma' > p_c'$$

hvor: $m = 16$.

Merk at de relativt lave S_u -verdiene angitt i borprofilen (bilag 10) tyder på at leiren er tilnærmet normalkonsolidert. Ved valg av representativ udrenert skjærstyrke (se borprofilen) har vi ikke tatt nevneverdig hensyn til den gevinst i skjærstyrke som en overkonsolidering skulle tilsi. Dertil anses ikke forsøksmaterialet tilstrekkelig.

Komprisjonsmodul M i spenningsområdet under p_c' er skjønnsmessig antatt noe høyere enn de målte verdier p.g.a. prøveforstyrrelser.

TERRENG- OG GRUNNFORHOLD:

Grunnforholdene varierer i betydelig grad langs traséen. Vi har valgt i det følgende å beskrive forholdene fortløpende langs traséen fra Hauketo mot Klemetsrud. Samtidig vil vi trekke frem de problemer av geoteknisk art som bør tas hensyn til i den videre planleggingen.

Som nevnt innledningsvis foreligger det ennå ikke forslag til linjeføring i vertikalplanet. Da den nye traséen i hovedsak følger den gamle Ljabruveien i horisontalplanet har vi imidlertid antatt at den også i stor utstrekning også vil følge den eksisterende Ljabruveien i vertikalplanet.

I følge den reguleringsplanen som er benyttet som grunnlag for undersøkelsen, omfattes ikke de første 300 m fra krysset Ljabruveien/Nedre Prinsdalsvei mot Klemetsrud i dette oppdraget. Det er imidlertid et av de stedene hvor grunnforholdene er vanskelige. Hvis Ljabruveien utvides eller flyttes mot nord blir den liggende i et meget bløtt myrlendt terreng hvor Ljanselva og Gjersrubbekken møtes. Dette området kan unngås hvis veien flyttes mot syd, men da vil den forårsake en høy skjæring i terrenget på sydsiden av veien. Dette området må eventuelt undersøkes senere.

Strekningen fra Hauketo frem til steinbruddet.

Ca. 300 m vest for steinbruddet finnes grensen for den reguleringsplanen som er grunnlaget for denne undersøkelsen. På denne strekningen er det ikke foretatt boringer fordi veien stort sett ligger på fjellgrunn med fjell i dagen på begge sider. Den nye veien følger forøvrig den gamle og selv om det kan bli nødvendig med noe oppfylling eller skjæring på grunn av breddeutvidelse, antas ikke dette å medføre problemer.

Strekningen fra steinbruddet til den nye avkjøringen til Bjørnerud.

Fra steinbruddet og østover vil veien medføre gradvis høyere skjæring på nordsiden. Hvis den nye veien blir liggende på omtrent samme nivå som den gamle, blir skjæringshøyden like øst for borpunkt 1 ca. 8 m. Videre mot øst vil skjæringshøyden avta noe fram mot det planlagte krysset.

De utførte boringene (1 og 2) langs senterlinjen på den nye veien indikerer små dybder til fjell. Det meste av skjæringen antas derfor å komme i fjell. På grunn av at terrenget faller sterkt mot veien, må en regne med å renske bort løsmasser over fjell langs mesteparten av skjæringstoppen.

Sikringstiltak i den høye fjellskjæringen kan komme på tale.

Avkjøringen til Bjørnerud.

Lengdeprofil i senterlinjen på avkjøringen er vist på bilag 5. Dybdene til antatt fjell varierer og løsmassene er stort sett meget faste. Ved borpunkt 16 er imidlertid dreiebormotstanden liten til middels, noe som tyder på mindre faste masser.

Linjeføringen i vertikalplanet vil være avgjørende for den endelige vurdering av avkjøringen. Hvis den plasseres slik at det blir en skjæring gjennom høyderyggen og en fylling over forsenkningen, anses grunnforholdene tilstrekkelig gode til at dette kan gjennomføres uten spesielle tiltak.

Avkjøringen krysser Gjersrubbekken og denne må lukkes enten med rør eller kulvert. Dybden til fjell er ifølge boringene ca. 1,5 m, så setningsproblemer vil ikke oppstå her.

Strekningen fra den nye avkjøringen til Bjørnerud og til den planlagte avkjøringen til Grønli.

Ved Heimdal vil det bli en meget høy skjæring gjennom en rygg. Et tverrprofil ved punkt 4 er vist på bilag 5. Dette profilet tilsier at skjæringen blir i løsmasser med enten naturlig fjellforløp som skjæringsvegg på nordsiden eller utsprengt fjellskjæring. Forøvrig antas det at fjellet må renskes for løsmasser på toppen av skjæringskanten et stykke nordover på grunn av det steile terrengforløpet. Andre problemer forventes ikke gjennom denne høyderyggen.

Ved den planlagte avkjøringen til Grønli vil den nye veien bli liggende over Gjersrubbekken. Denne må enten omlegges eller legges i rør/kulvert over en strekning på ca. 60 meter. Dybdene til fjell er små i dette området, så eventuelle setninger på kulvert eller rør vil bli meget små.

Ved en evt. omlegging kan en her komme i kontakt med fjell. Forholdene bør her vurderes nærmere før en tar stilling til spørsmålet om omlegging eller rør/kulvert bør velges.

Strekningen fra den planlagte avkjøringen til Grønli og til Stubberud.

Denne strekningen er bevokst med løvskog (kratt) mellom Gjersrubbekken og Ljabruveien. Det ble besluttet å foreta en relativt omfattende undersøkelse her fordi vegetasjonen og terrenget forøvrig indikerte at grunnforholdene kunne være dårlige.

Dybdene til fjell i borpunktene øker fra ca. 5 m ved den planlagte avkjøringen ved Grønli og til maksimalt ca. 17 m lengre øst. Ved Stubberud er det imidlertid bare registrert 1-2 meter løsmasse like nord for den planlagte veien.

Det ble tatt opp en prøveserie i hull 20 og resultatet av denne er vist på bilag 6. Det finnes øverst et lag med tørrskorpeleire med en mektighet på ca. 2,0 m. Under dette finnes ca. 3,5 m med lite sensitiv, middels fast sandig leire med udrenert skjærstyrke på mellom 30 og 40 kN/m² (3,0 - 4,0 t/m²). De nederste 2 m over fjell

antas å bestå av sand eller grus. Resultatet av prøveserien tilsier at moderert oppfylling (< 5-6 meter) ikke skulle medføre stabilitetsproblemer i dette området.

Ved borpunkt 21 ligger et hus i ca. 3 meters avstand for den planlagte veien. Vi antar at det her vil bli 2-3 meter skjæring i løsmasser mot huset. Forholdene bør her vurderes nærmere under detaljplanleggingen.

Ca. 80 m vest for Stubberud vil den nye Ljabruveien bli liggende over Gjersrubbekken. Her er grunnforholdene og terrenget passende for en omlegging av elveleiet. Omleggingen vil bli ca. 20 m lang og vil ikke komme i konflikt med fjell. Breddene bør imidlertid steinsettes for å sikre mot erosjon da elveleiet må graves ut i leire.

Det antas at det blir nødvendig med en liten støttemur for at hovedhuset på Stubberud kan bli stående.

Strekningen fra Stubberud og 120 m mot øst.

Den nye Ljabruveien er her planlagt på sørsiden av eksisterende vei over et flatt område. Boringer som ble utført viser varierende dybder til ant. fjell, opptil ca. 17 m. Skovlprøvene som ble tatt i hull 30 a viser at den øverste meteren består av grusig tørrskorpeleire (bilag 13). Prøveserien (bilag 7) fra hull 30 viser at løsmassene består av 2-3 m humusholdig grusig leire over en lite sensitiv, bløt siltig leire. Representativ udrenert skjærstyrke øker fra ca. 20 til ca. 30 kN/m² (2,0 til 3,0 t/m²) fra 3 til 7 m dybde. Under 7 m dybde inneholder leiren flere sandlag og vanninnholdet synker fra ca. 40 % til ca. 20 %. Den representative udrenerte skjærstyrken er fra denne dybden lavere enn i de ovenforliggende massene. Se forøvrig avsnittet om tolkning av ødometerforsøkene. De to nederste metrene over fjell antas å bestå av sand og grus.

Av stabilitetshensyn må fyllinger i dette området overslagsmessig begrenses til 4 m høyde hvis det ikke treffes spesielle tiltak. Dette må en evt. komme tilbake til dersom det skulle bli aktuelt.

Under avsnittet om laboratorieforsøk ble det påvist at leiren fra hull 30 er noe overkonsolidert, i alle fall øverst. Dette har betydning for de setninger som kan forventes ved oppfylling. Med de data som er angitt under "laboratorieforsøk" anslås setninger på 5-10 cm. pr. meter oppfylling med vanlige mineralske masser for fyllingshøyder inntil 4 meter. Data for setningsberegningene er imidlertid usikre slik at det kan bli aktuelt med mer nøyaktige undersøkelser og vurderinger under detaljprosjektering av veien.

Strekningen fra 120 m øst for Stubberud til 170 m øst for den nye avkjøringen til Bjørndal.

Langs denne strekningen er dybdene til fjell i borpunktene maksimalt 5 m, og løsmassene synes meget faste. Veien skal flyttes og utvides hovedsakelig mot nord på denne strekningen. På grunn

av at terrenget mange steder faller ganske steilt med helning på ca. 1:2 ned mot Ljabruveien, vil det bli tildels høye skjæringer (5-8 m) både i fjell og løsmasser. Det kan bli nødvendig med noe sikring av fjellskjæringer, men dette må vurderes fra sted til sted. Støttemurer kan også bli nødvendig. Forøvrig forventes ikke problemer av geoteknisk art på denne strekningen.

Den nye avkjøringen til Bjørndal.

Avkjøringen er vist i profil på bilag 5. Profilet viser at det kan bli nødvendig med en fylling på 5-6 m der rampen krysser Gjersrudbekken. Dette er avhengig av linjeføringen i vertikalplanet, men med de grunnforholdene boringene gir inntrykk av i dette området, vil en slik fylling kunne aksepteres. Noe setning vil oppstå, men dette må man komme tilbake til i forbindelse med detaljprosjekteringen av veien.

Gjersrudbekken må legges i rør under avkjøringsrampen, men det antas at også dette kan aksepteres uten store setningsproblemer med de relativt små fjelldybden. Dette bør imidlertid sees nærmere på etter at linjeføringen er bestemt.

Strekningen fra 170 m øst for den nye avkjøringen ved Bjørndal til avkjøringen ved Bjørnholt.

Denne delen av den nye Ljabruveien følger stort sett den gamle traséer, men utvides noe mot syd. Den nye gang- og sykkelveien vil også følge på sydsiden av den eksisterende veien.

Dette området syd for og langs den gamle Ljabruveien er flatt, lite bevokst og ligner et myrområde. Prøveserien fra hull 57 viser imidlertid at de øverste 3-4 m ikke inneholder torv, men består av en sandig tørrskorpeleire. Under tørrskorpen finnes en middels sensitiv, bløt siltig leire med en representativ udregnet skjærstyrke økende fra ca. 13 kN/m^2 ($1,3 \text{ t/m}^2$) til 35 kN/m^2 ($3,5 \text{ t/m}^2$) i dybdeintervaller 4 m til 17 m. Det antas at de nederste 3 m over fjell består av sand eller grus. Resultatet av skovlprøven fra punkt 62 er vist på bilag 13. Den viser at løsmassene inneholder sandig, grusig leire ned til minst 3 m under terreng.

Dybden til fjell på denne strekningen varierer ifølge boringene betydelig, og største borybde er her 25 meter. De dreieboringerne som er utført viser at dreiebormotstanden er meget liten, spesielt i den østre delen av området. Dreiebormotstanden ved punkt 57 der prøveserien ble tatt er noe større og dette indikerer at grunnforholdene lenger øst kan være dårligere enn hva prøveserien viser. Resultatene av boringene er vist i et tverrprofil nord/øst for Bjørndal (punkt 57) på bilag 5. Med de grunnforhold som er påvist i punkt 57 kan ikke grunnen av stabilitets-hensyn belastes med mer enn 50 kN/m^2 . Dette tilsvarer en 2,5 m høy fylling med vanlige mineralske masser. Dersom det skulle bli aktuelt å fylle høyere må det trolig settes i verk spesielle tiltak.

Som spesielle tiltak kan nevnes utlegging av kontrafyllinger,

trinnvis oppfylling eller bruk av lette masser. Disse alternativene må evt. vurderes nærmere i hvert enkelt tilfelle.

Som nærmere beskrevet under "laboratorieforsøk" synes leiren i området noe overkonsolidert. Data for setningsberegninger er imidlertid sparsomme og relativt usikre. Vi vil likevel også her grovt anslå setningene til 5-10 cm. pr. oppfylling for inntil 2,5 meters oppfylling med vanlige mineralske masser. Også i dette området bør det foretas mer nøyaktige setningsberegninger når endelige planer foreligger. Gang- og sykkelveien som her er planlagt på sydsiden av den nye Ljabruveien medfører at Gjersrudbekken må lukkes eller legges om over en strekning på ca. 50 m ca. 140 m vest for avkjøringen til Bjørnholt. Boringene og terrenget forøvrig tilsier at en bekkeomlegging kan utføres uten spesielle geotekniske probelemer. Et nytt bekeleie skulle heller ikke medføre behov for sprenging. Det er en forutsetning at eventuelle erosjonsmuligheter forhindres med steinsetting.

Strekningen 100 m østover fra avkjøringen til Bjørnholt.

Denne delen av den nye Ljabruveien er bare ca. 100 m lang, og ligger stort sett i den samme traséen som den gamle. Videre vurderes grunnforholdene å være forholdsvis gode med fjell i dagen eller små dybder til fjell. Eventuelle skjæringer i forbindelse med veiutvidelsen må forventes å foregå i fjell.

Reguleringsplanen som benyttes som grunnlag for dette oppdraget omfatter hele krysset ved Klemetsrud, men da dette krysset allerede er delvis ferdig bygget, ble det i samråd med Veivesenet besluttet å avslutte ca. 100 m øst for avkjøringen til Bjørnholt.

STANDARD BESKRIVELSER

BESKRIVELSE AV BORMETODER

Enkel sondering betegner neddriving av stålstenger uten registrering av motstand, for eks. slagsondering med slegge eller slagbormaskin.

Dreieboring utføres ved å måle synkninger under dreining når boret er lastet med 100 kg. Synker det for mindre last dreies ikke. Boret er forsynt med en pyramideformet spiss som er vridd en omdreining. Lengden av spissen er 20 cm og sidekanten er 3 cm. Under opptegning av resultatene angis antall omdreininger pr. m synkning på høyre side av hullet, og lasten på boret på venstre side.

Fjellkontrollboringer utføres med trykkluftdrevet bergbor. Både topphammer og senkborhammer kan brukes. Fjellkontrollen består i å registrere når man har fått en langsom og relativt jevn synkning av boret idet dette er en sterk indikasjon på at boret er i fjell. Det bores vanligvis 3 m for å konstatere at det ikke er en stor stein.

Vingeboring brukes til å måle jordartens udrenerte skjærfasthet direkte i grunnen. Skjærfastheten beregnes utfra målt torsjonsmoment på et vingekor som presses ned i ønsket dybde og dreies rundt inntil brudd oppstår. Grunnens fasthet bestemmes først i uforstyrret, og etter brudd i omrørt tilstand. Resultatene kan i sterk grad påvirkes av sand, grus og stein ved vingekorset. Det skal også bemerkes at resultatene av andre grunner i mange tilfelle må korrigeres før fasthetsverdiene brukes i stabilitetsberegninger.

Prøvetaking kan utføres med forskjellig utstyr. Ønskes "uforstyrrede" prøver brukes en ϕ 54 mm sylindrerprøvetaker som er forsynt med et tette sluttende stempel. Prøven skjæres ved at sylindere skyves nedover i grunnen mens stemplet holdes tilbake. Sylindere med prøve blir trukket opp igjen, forseglet i begge ender, og bragt til laboratoriet. Ønskes bare såkalte "representative" prøver, brukes enklere utstyr som skovelbor og kannebor. Felles for disse er at massen skaves inn i en beholder som deretter tas opp. Tilsvarende prøver kan også tas ved å skru en stålskrue ned i grunnen og trekke den opp igjen.

Poretrykksmåling går ut på å måle trykket i de vannfylte porene i jordarten. Dette gjøres ved å føre ned til ønsket dybde et såkalt piezometer som består av et stålrør med et porøst filter i enden. Vann fra jordarten vil kunne trenge inn gjennom filteret mens jordpartiklene blir holdt tilbake. På innsiden av filteret kan man så enten ha en elektrisk trykkmåler som registrerer det vanntrykket som bygges opp og som balanserer med poretrykket utenfor, eller filteret er forbundet med en tynn slange inne i stålrøret. Stigehøyden av vannet i slangen er da porevannstrykket i filterets nivå. Ved fremstilling av resultatene angis som regel det nivå (m.o.h.) som vannet stiger til (poretrykksnivået).

BESKRIVELSE AV LABORATORIEUNDERSØKELSER

I laboratoriet blir prøvene først beskrevet på grunnlag av besiktigelse. Deretter blir følgende undersøkelser rutinemessig utført, (undersøkelser merket ^x) kan bare utføres på uforstyrrede prøver):

Romvekt ^x γ (t/m^3) av naturlig fuktig prøve.

Vanninnhold w (%) angir vekt av vann i prosent av vekt av fast stoff. Det blir utført flere bestemmelser av vanninnhold fordelt over prøvens lengde.

Flytegrensen w_L (%) og utrullingsgrensen w_p (%) angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område av omrørt materiale. Plastisitetsindeksen I_p er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Disse konsistensgrensene er viktige ved bedømmelse av jordartens egenskaper. Konsistensgrensene blir vanligvis bestemt på annenhver prøve.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter plastisitet:

Lite plastisk leire	I_p	< 10
Middels plastisk leire	I_p	= 10-20
Meget plastisk leire	I_p	> 20

Skjærfastheten s (t/m^2) bestemmes ved enaksede trykkforsøk. Normalt blir det skåret ut et prøvestykke med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm og høyde 10 cm på midten av sylinderprøven. Unntaksvis blir fullt tverrsnitt (ϕ 54 mm) benyttet. Det tas hensyn til prøvens tverrsnittsøking under forsøket. Skjærfastheten settes lik halve trykkfastheten.

Videre blir uforstyrret skjærfasthet s og omrørt skjærfasthet s' bestemt ved konusforsøk. Dette er en indirekte metode til bestemmelse av skjærfastheten, idet nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell. Både trykkforsøk og konusforsøk gir udrenert skjærfasthet.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter udrenert skjærfasthet:

Meget bløt leire	$s < 1,25 t/m^2$	\approx	12,5 kN/m ²
Bløt leire	$s = 1,25 - 2,5 t/m^2$	\approx	12,5 - 25 """"
Middels fast leire	$s = 2,5 - 5,0 t/m^2$	\approx	25 - 50 """"
Fast leire	$s = 5,0 - 10,0 t/m^2$	\approx	50 - 100 """"
Meget fast leire	$s > 10 t/m^2$	\approx	100 """"

Sensitiviteten $s'_t = \frac{s}{s}$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand.

Følgende skala benyttes til å klassifisere leire etter sensitivitet:

Lite sensitiv leire	$S_t < 8$
Middels sensitiv leire	$S_t = 8 - 30$
Meget sensitiv leire	$S_t > 30$

Følgende spesielle forsøk blir utført etter nærmere vurdering i hvert tilfelle:

Ødometerforsøk s'_t utføres for å finne en jordarts sammentrykkbarhet. Prinsippet ved ødometerforsøkene er at en skive av jordarten med diameter 5 cm og høyde 2 cm belastes vertikalt. Prøven er innesluttet i en sylinder og ligger mellom 2 porøse filtersteiner. Lasten påføres trinnvis, og sammentrykkingen av prøven observeres som funksjon av tiden for hvert lasttrinn. Resultatene fremstilles ved å tegne opp den relative sammentrykking ϵ som funksjon av belastningen. Setningsutviklingen tegnes opp i tidsdiagram. Dette gir grunnlag for beregning både av setningenes størrelse og tidsforløp. Tidsforløpet er imidlertid særlig usikkert på grunn av mange ukjente faktorer som spiller inn.

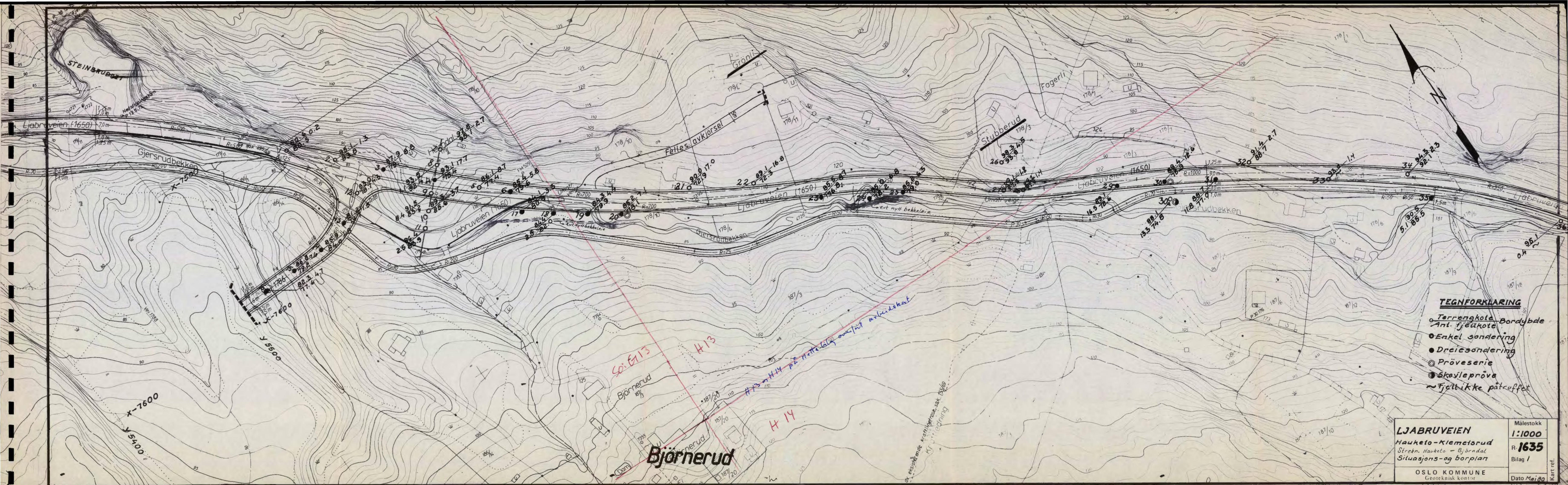
Kornfordelingsanalyser av friksjonsjordarter (grovere enn silt og leire) utføres ved sikting, som regel i helt tørt tilstand. Inneholder massen en del finere stoff blir den våtsiktet. For silt og leire benyttes hydrometeranalyse. En viss mengde tørt materiale oppslemmes i en bestemt mengde vann. Ved hjelp av hydrometer bestemmes synkehastigheten av de forskjellige kornfraksjoner og på grunnlag av Stoke's lov kan kornstørrelsen tilnærmet beregnes.

Fortorvningsgraden i organiske jordarter bestemmes ved besiktigelse og krysting av materiale mellom fingrene. Graderingen skjer i henhold til von Post's ti-delte skala H 1 - H 10. Torv kan deles i følgende grupper:

Fibertorv	H 1 - H 4, planterester lett synlig
Mellomtorv	H 5 - H 7, planterester svakt synlig
Svarttorv	H 8 - H 10, planterester ikke synlig.

Organisk innhold (humusinnhold) bestemmes vanligvis ved glødning av tørt materiale. Glødetapet (vekttapet) angis i prosent av tørt materiale.

Proctorforsøk brukes til å undersøke pakningsegenskapene hos jordarter, spesielt hos velgraderte friksjonsmasser. Maasen blir stampet lagvis inn i en stålsylinder av bestemt volum, og tørr romvekt beregnet etter tørking av prøven. Avhengig av pakkingsarbeidet skilles mellom standard Proctor og modifisert Proctor. Den siste innebærer størst pakkingsarbeid. Forsøkene utføres med varierende vanninnhold, og det vanninnhold som gir høyest tørr romvekt kalles optimalt. Den høyeste romvekt kalles 100% Proctor.



TEGNFORKLARING

- Terrengkote Bordybde
- Ant. fjellkote
- Enkel sondering
- Dreisondring
- Prøveserie
- Skøyleprøve
- Fjell ikke påtroffet

LJABRUEIEN Hauketo-Klemetsrud Strekn. Hauketo - Bjørndal Situasjons- og borplan	Målestokk
	1:1000
	R-1635
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Bilag 1
	Dato Mai 80

*av eksisterende grunnkrets sak 15/80
NY utbedring*

H13
H14
H15
H16
50: E113
413 på H14 på H15 og H16

Bjørnerud

Fettes avkjørsel

Stubberud

Grønli

Fogerli

STEINBRUDET

Ljabruveien (1650)

Gjersrubbekken

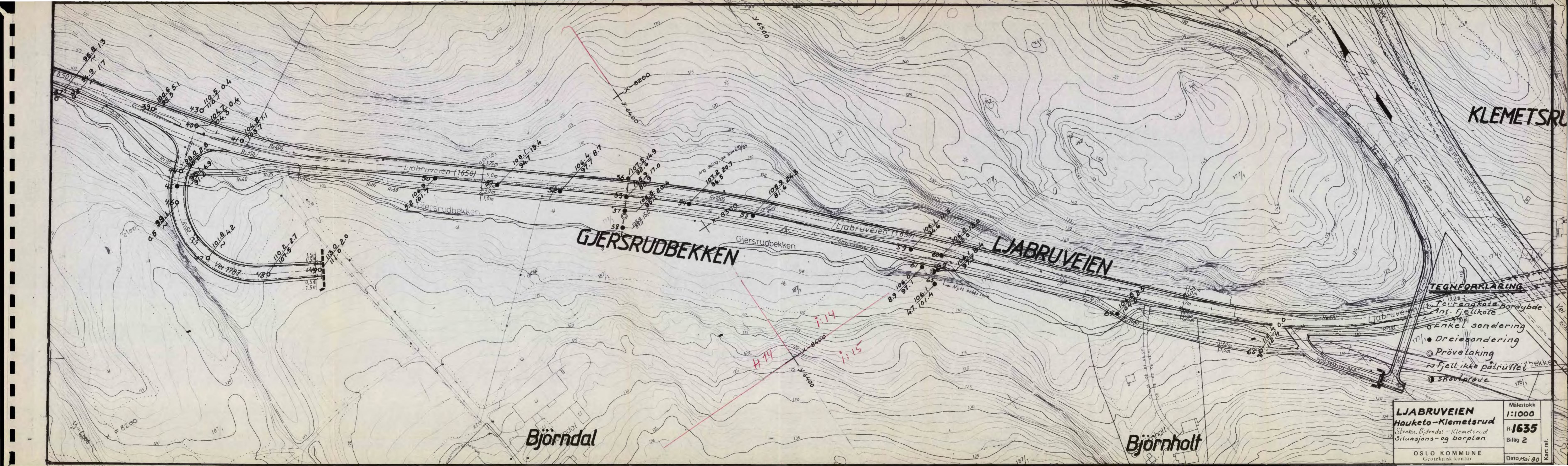
Ljabruveien (1650)

Ljabruveien (1650)

Ljabruveien

Bjørnerud

(Dom) Bjørnerud



KLEMETSRU

GJERSRUBBEKKEN

LJABRUEIEN

Bjørndal

Bjørnholt

TEGNEFORKLARING

- 10 Terrangate Bordybde
- 11 Ant. fjelkote
- 12 Enkel sondering
- 13 Dreiesondering
- 14 Prøvetaking
- 15 Fjelt ikke påtruffet
- 16 Skovprøve

LJABRUEIEN
 Hauketo-Klemetsrud
 Streken Bjørndal - Klemetsrud
 Situasjons- og borplan

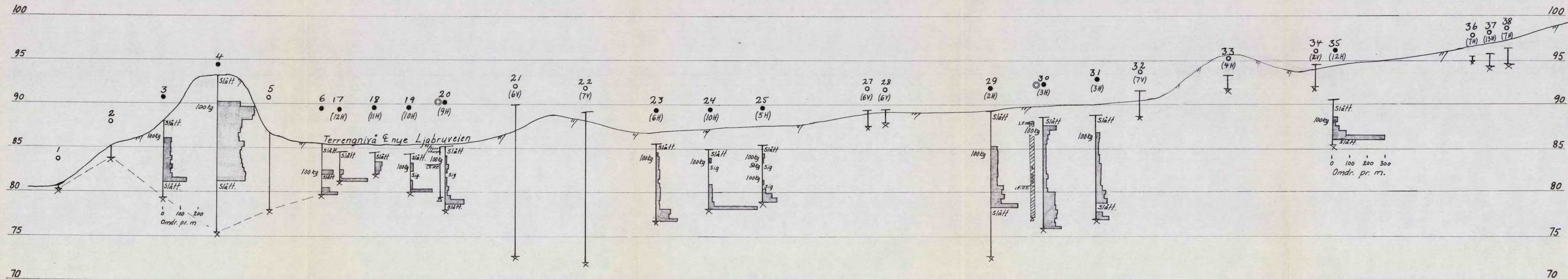
Målestokk
1:1000

R. **1635**
 Bilag 2

OSLO KOMMUNE
 Geoteknisk kontor

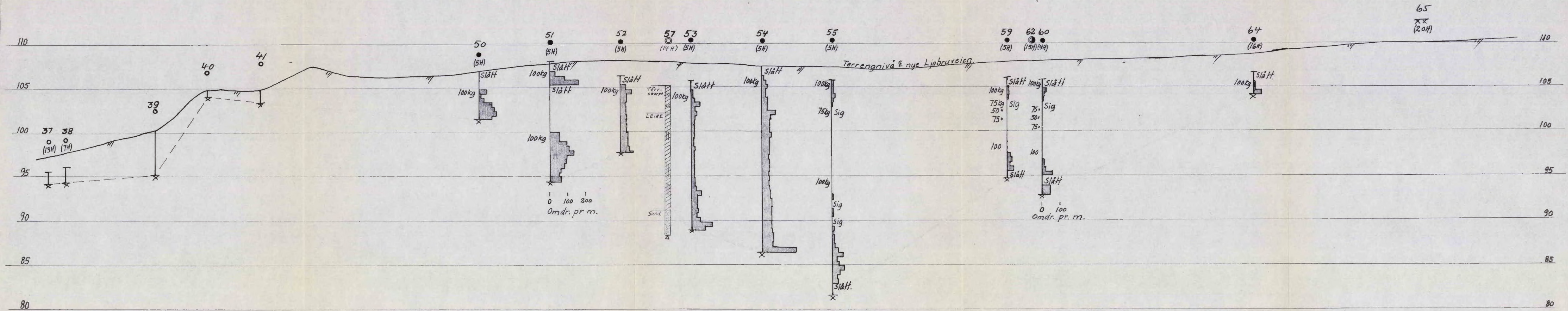
Dato **Mai 80**

Kart ref.



TEGNFORKLARING:
 ○ Enkel sondering
 ● Dreiesondering
 ⊙ Prøveserie
 ✕ Antatt fjell
 (6V) 6m til venstre for
 ✕ Antatt sten

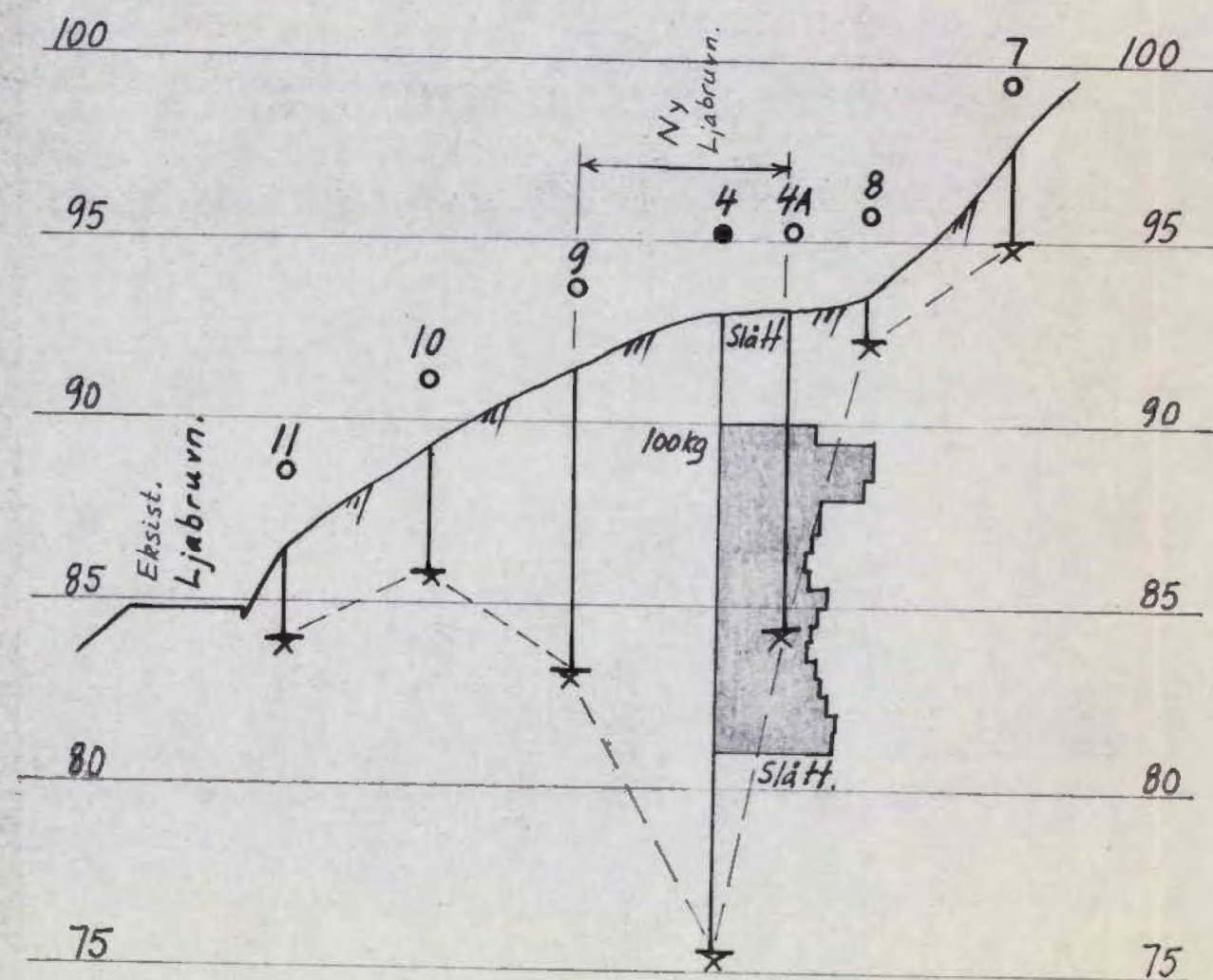
LIABRUEIEN Hauketo-Klemetsrud Strekn. Hauketo-Bjørndal Lengdeprofil.	Målestokk L.M 1:1000	Kart ref.
	R. 1635	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	Bilag 3	Dato juni 80



TEGNFORKLARING:
 ○ Enkel sondering
 ○ Dreiesondering
 ⊙ Prøveserie
 ● Skovlprøve
 ✕ Antatt fjell
 (5H) 5m til høyre for &
 ✕ Antatt sten

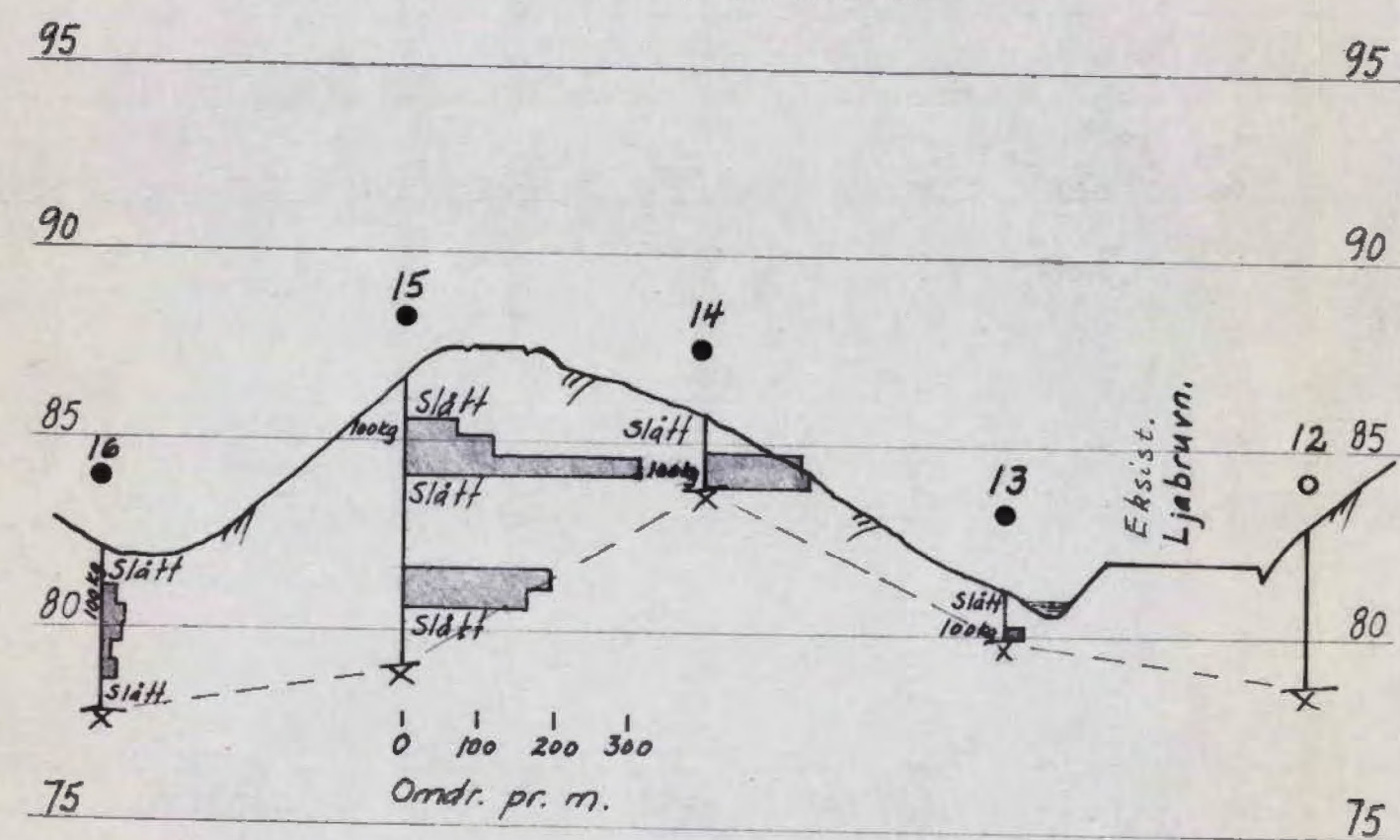
LIABRUYEIE Hauketo-Klemetsrud Strekn. Bjørndal - Klemetsrud Lengdeprofil.	Målestokk L.M 1:1000
	H.M 1:200
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor	R. 1635 Bilag 4
Dato juni 80	Kart ref.

TVERRPROFIL V/HEIMDAL



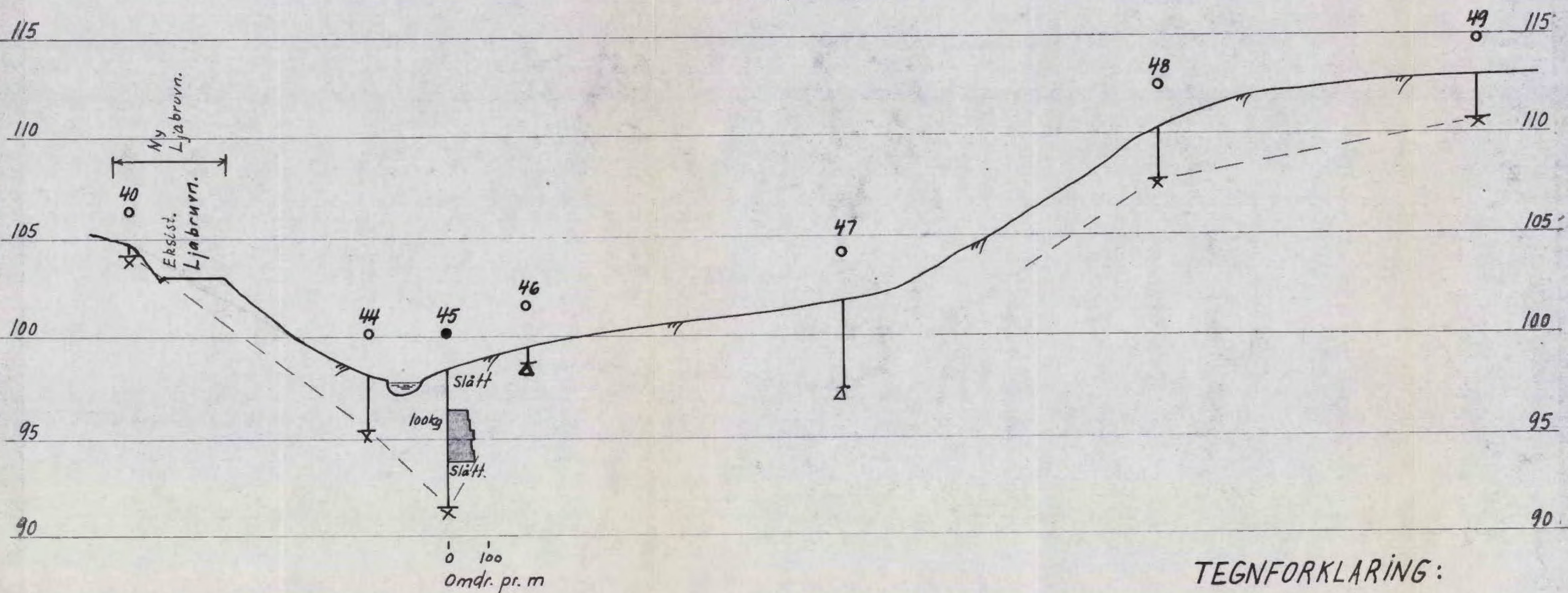
AVKJØRING V/BJØRNERUD.

LENGDEPROFIL

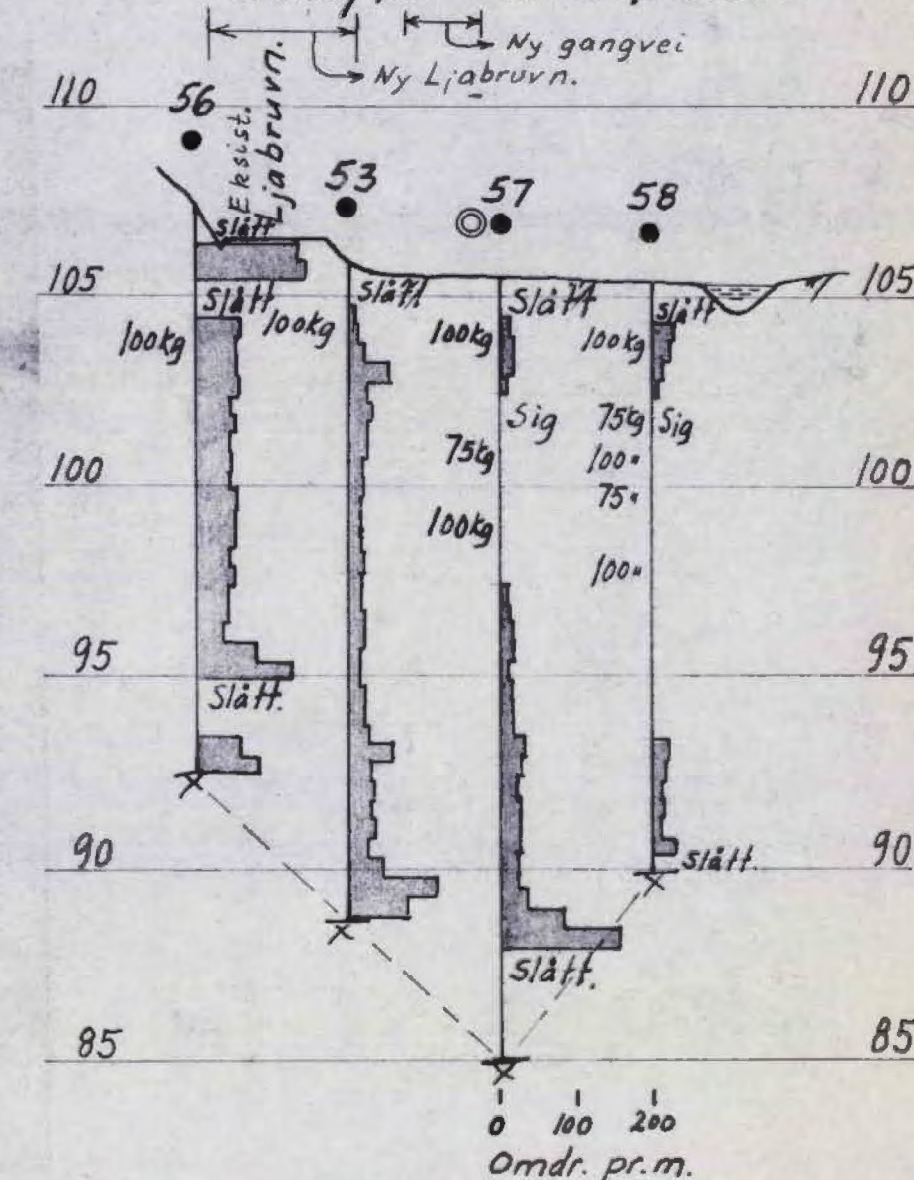


AVKJØRING V/BJØRNDAL

LENGDEPROFIL



TVERRPROFIL
NORD/ØST FOR BJØRNDAL



TEGNFORKLARING:

- Enkel sondering
- Dreiesondering
- x Antatt fjell
- △ Antatt sten

LJABRUEIEN
Hauketo-Klemetsrud
PROFILER

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Målestokk
L M 1:500
H.M. 1:200
R. 1635
Bilag 5
Dato juni 80

Nart ref.

BORPROFIL

Sted: **LJABRUYELEN**

Hull : **20**

Nivå : **85.15**

Prø : **54 mm**

Aksialdeformasjon %



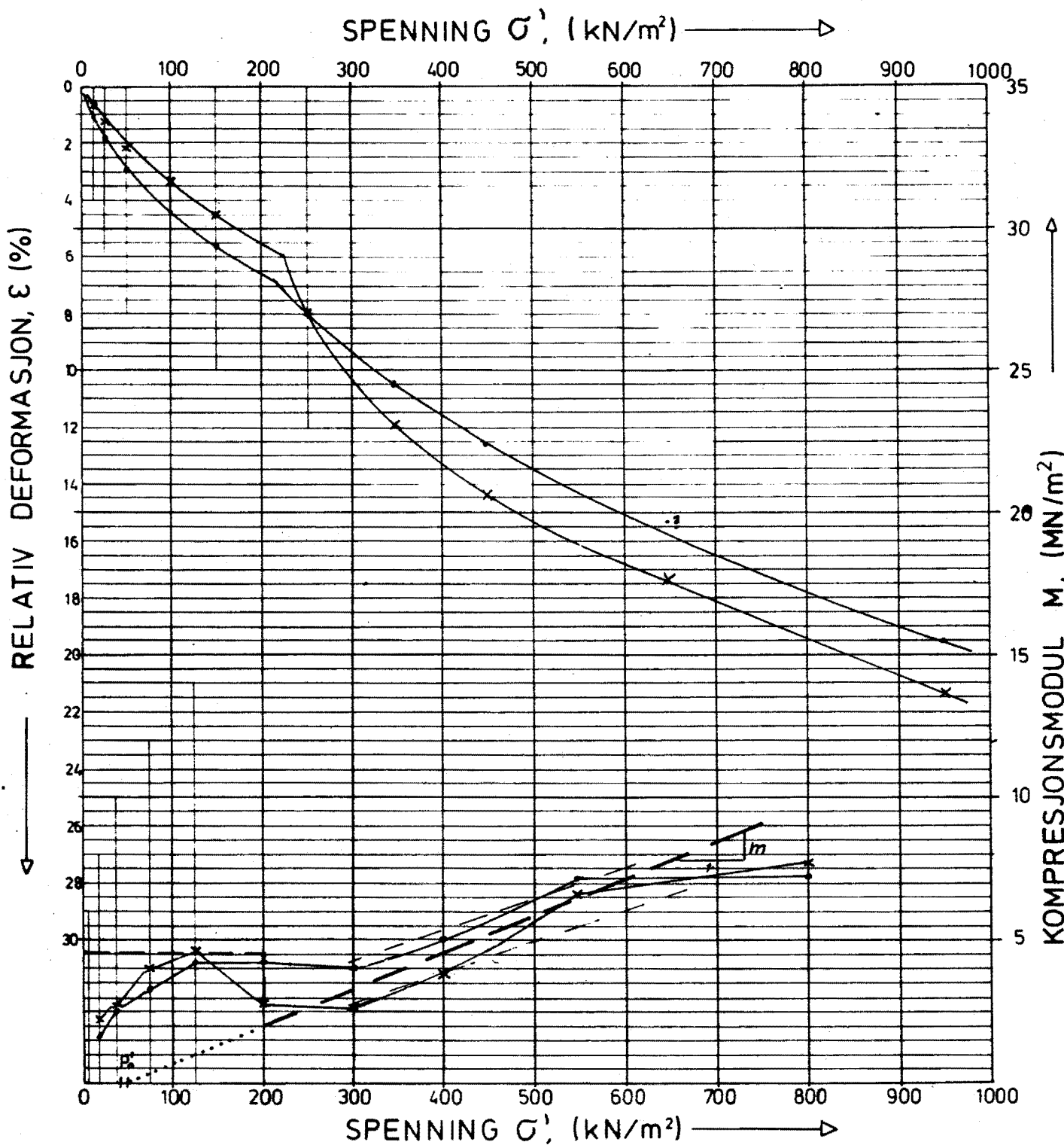
Bilag : **6**

Oppdrag: **R-1635**

Dato : **Apr. 80**

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Romvekt γ/m^3	Skjærfesthet ved trykkforsøk				Sensitivitet	
				Plastisk område		w_p	w_L		Konusforsøk ∇ , Vingeboring		\odot	$+$		
				20	30	40	50%		2	4	6	8	10 γ/m^2	
	TØRRESKORPE													
	Sandig													
	Trebiter, humus							1.08						3
	LEIRE													
	Enk. sandkorn							1.84						5
	— — —							1.92						5
	— — —							1.90						4
5	Sandlag							2.04						3
	— — —							2.06						2
	Avsluttet													
	XXX Fjell iflg. dreie- sondering													
10														
15														
20														
25														

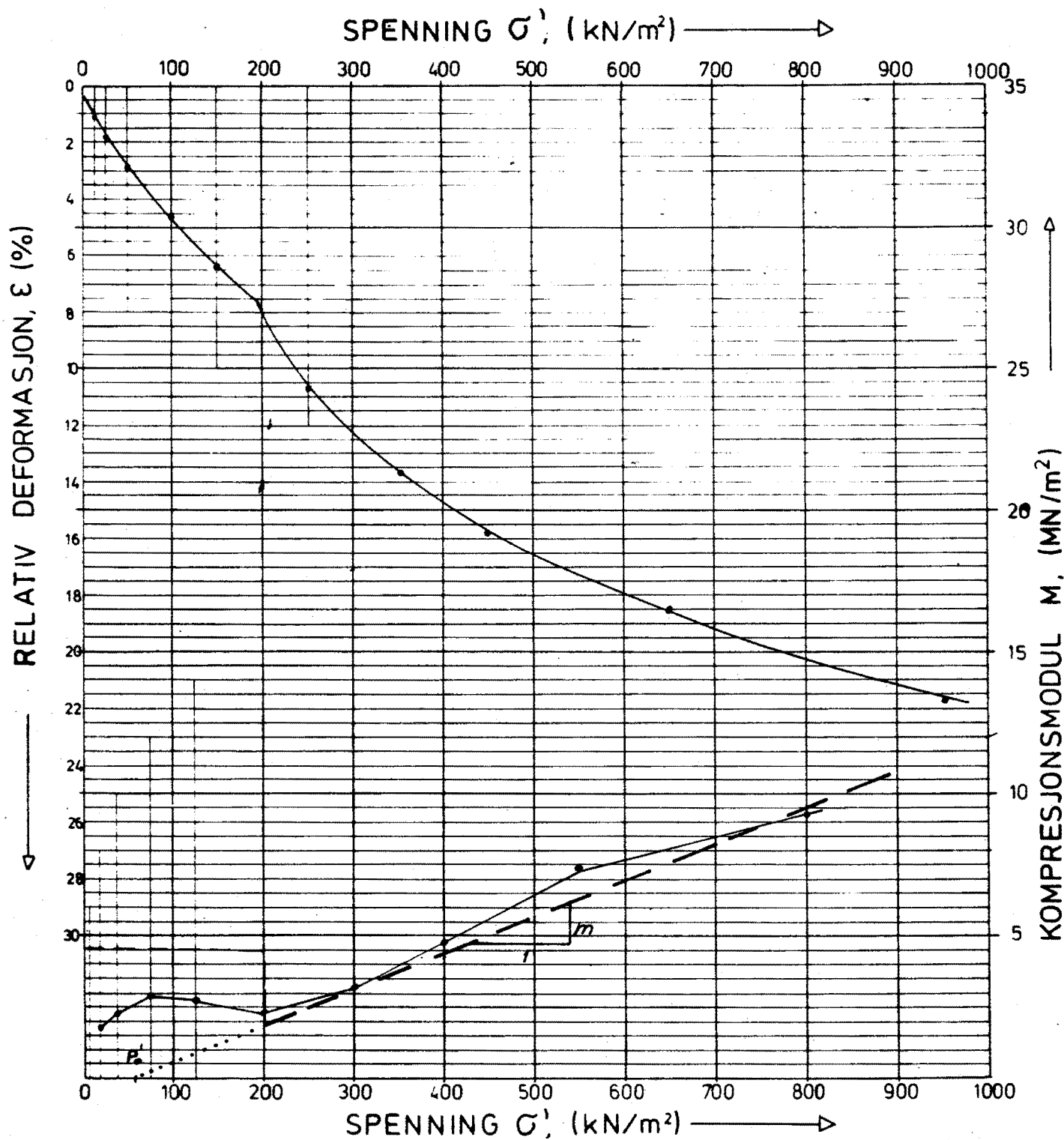
representativ



HULL NR.	LAB. NR.	DYBDE	p_0 (kN/m ²)	p_i (kN/m ²)	OCR P_c/P_0	JORDART	ANM.
30	15/80	4.3	42	210	≈ 5.0	LEIRE siltig $m \approx 13$	•
30	16/80	5.3	51	220	4.0-4.5	LEIRE -- $m \approx 13$	x

Idealiserte kurver

<p>LJABR UVEIEN</p> <p>Ødometer forsøk</p>		Målestokk	Kart.ref.
		R-1635	
OSLO KOMMUNE Geoteknisk kontor		Bilag 8	
		Dato: juli 80	



HULL NR.	LAB. NR.	DYBDE	P_0 (kN/m ²)	P_c (kN/m ²)	OCR P_c/P_0	JORDART	ANM
30	17/80	6.3	60	200	3.0-3.5	LEIRE, siltig $m \approx 13$	•

Idealiserte kurver

LJABRUV EIEN

Ødometerforsök

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Målestokk

R - 1635

Bilag 9

Dato, juni 80

Kart. ref.

BORPROFIL

Sted: **LIABRUVVEIEN**

Hull: 57

Nivå: 105.5

Prø: 54 mm

Aksialdeformasjon %



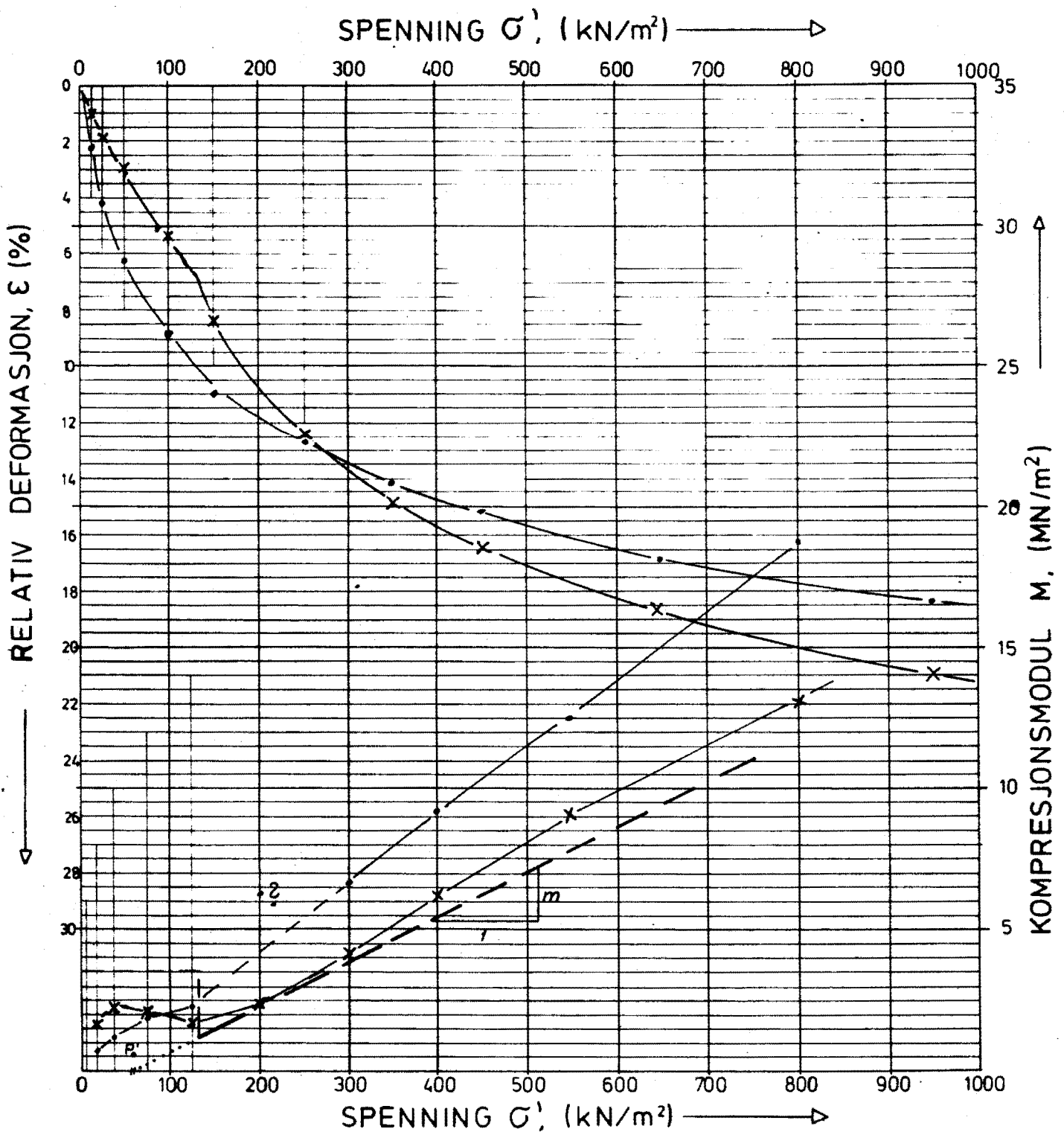
Bilag: 10

Oppdrag: R-1635

Dato: 20/5-80

Dybde m	Jordart	Symbol	Pr. nr.	Vanninnhold w				Plastisk område $w_p \rightarrow w_L$	Romvekt γ_m	Skjærfesthet ved trykkforsøk				Sensitivitet
				20	30	40	50%			Konusforsøk ∇	Vingeboring $+$	10	γ_m^2	
0	Tørrskorpeleire													
0.5	sandkorn		1					2.0						3
1.0	LEIRE		2					1.92						4
1.5			3					1.94						7
2.0	siltig		4					1.89						3
2.5			5					1.86						6
3.0			6					1.81						10
3.5	siltig		7					1.81						10
4.0			8					1.84						7
4.5	siltig		9					1.83						3
5.0			10					1.88						8
5.5	sandig		11					2.07						13
6.0			12					2.08						13
6.5	SAND		13					2.11						11
7.0	leirig		14					2.09						4
7.5			15					2.31						1
8.0	Avsluttet													
8.5	Fiell ifgl. sondering													

representativ



HULL NR.	LAB. NR.	DYBDE	p_0 (kN/m ²)	p_i (kN/m ²)	OCR $\frac{p_i}{p_0}$	JORDART	ANM.
57	30/80	6.3 m	59			LEIRE, siltig	•
57	31/80	7.4 m	68	135	≈ 2.0	— " — " — grusig, $m \approx 16$	x
						Idealiserte kurver	==

LJABRUV EIEN

Ødometer forsøk

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

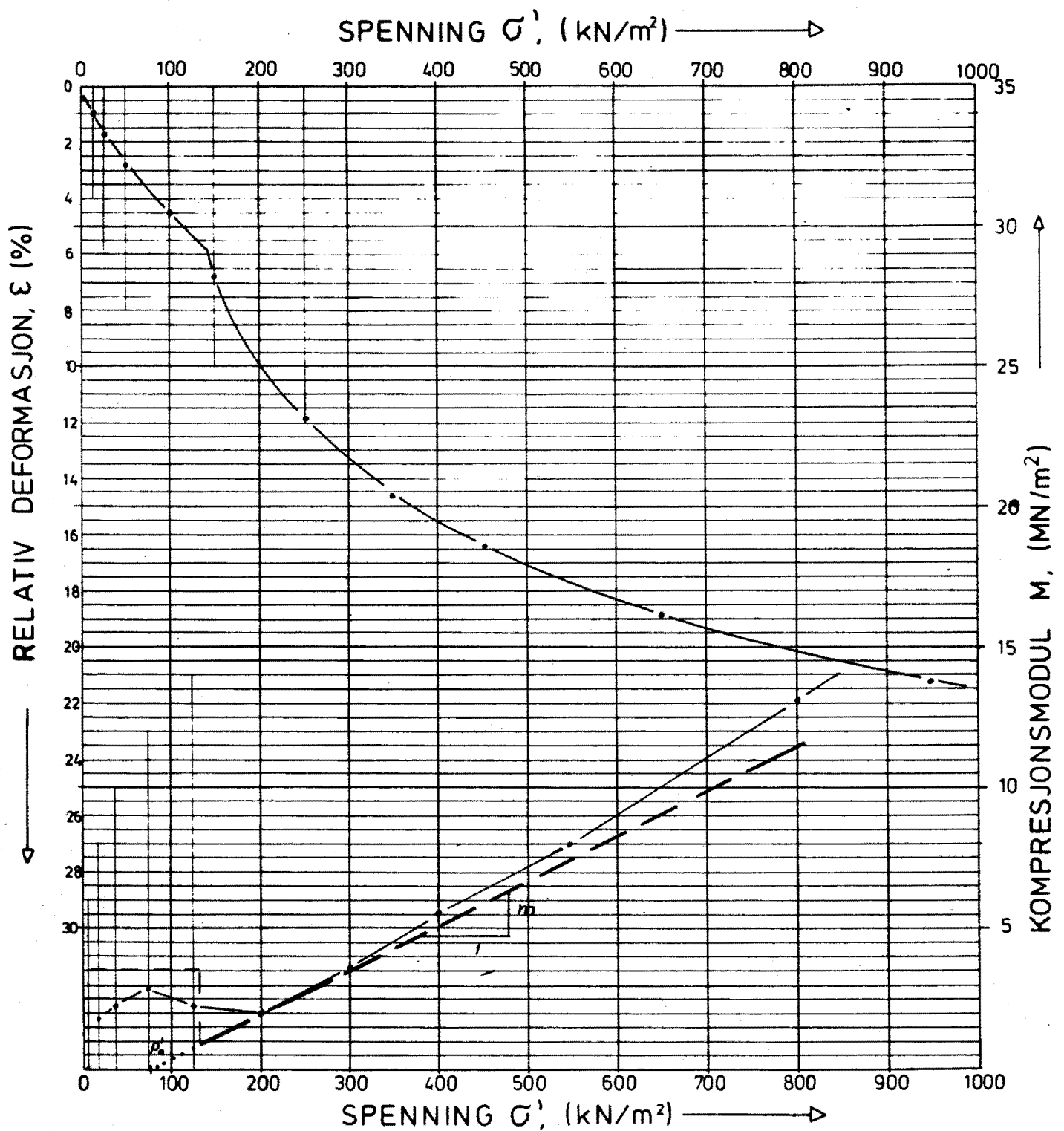
Målestokk

R-1635

Blatt 11

Dato juni 80

Kart ref.



HULL NR.	LAB. NR.	DYBDE	p_0 (kN/m ²)	p_i (kN/m ²)	OCR $\frac{p_i}{p_0}$	JORDART	ANM
57	32/80	8.7 m	79	145	≈ 2.0	LEIRE, siltig, grusig $m \approx 16$	

Idealiserte kurver

LJABRUEIEN

Odometer forsök

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Målestokk

R - 1635
Bilag 12

Dato, juni 80

Kart. ref.

SKOVLPRØVER

Hull 30a

Dybde	Jordart	Vanninnhold w i %
0,5 m	Tørrskorpeleire (grusig)	28 %
1,0 m	" " " (")	29 %

Hull 62

4180

Dybde	Jordart	Vanninnhold w i %
0,5 m	Leire, sandig (bløt)	43 %
1,0 m	Leire, sandig, grusig (bløt)	20 %
1,5 m	Leire, (fast)	27 %
2,0 m	Leire, (fast)	27 %
2,5 m	Leire, sandig, grusig (fast)	26 %
3,0 m	Leire, sandig, grusig (fast)	29 %

Ljabruveien

Hauketo-Klemetsrud

Skovlprøver

OSLO KOMMUNE
Geoteknisk kontor

Målestokk

R- 1635

Bilag 13

Dato juni 80

Kart ref.