

10

SO D6 I I

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Rapport over:

Grunnundersøkelser for omlegging

av Mosseveien på Bekkelaget.

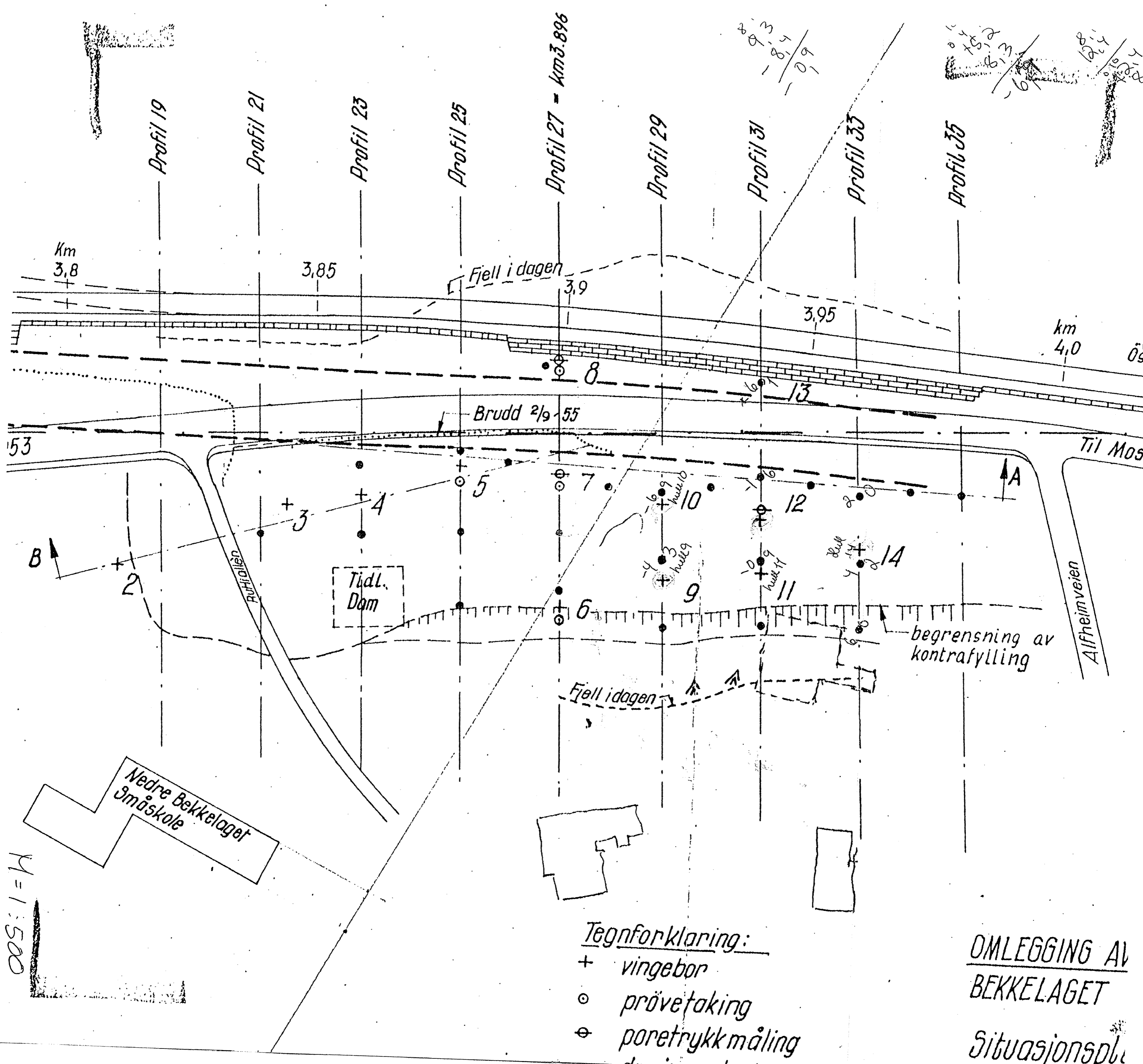
R 30 /

0.100.2

22. juni 1956.

SO.D6.D7

overf. SOD7 <sup>and</sup> / Aug 56



$$\begin{array}{r} 893.35 \\ - 18.1 \\ \hline 875.25 \end{array}$$

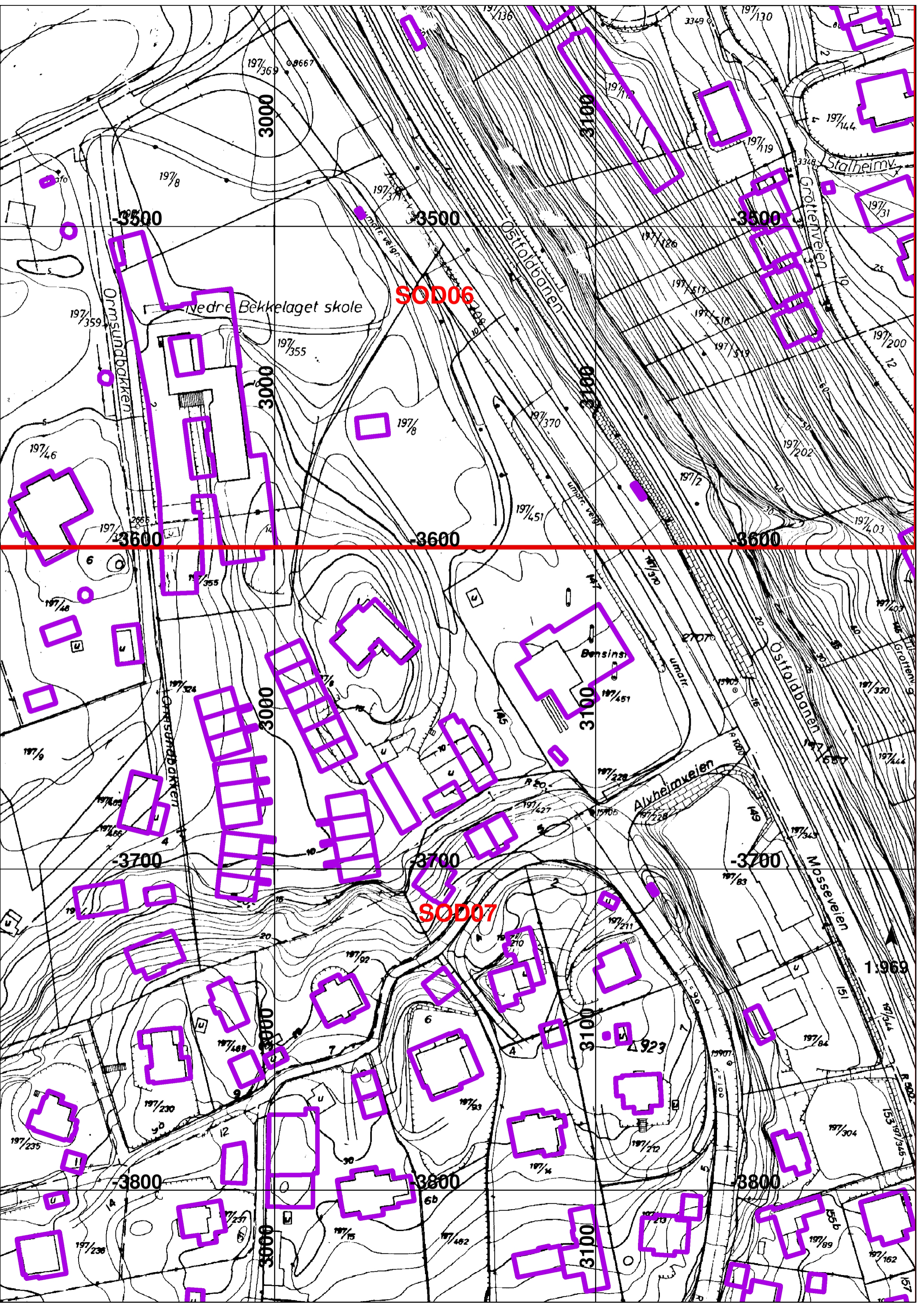
$$\begin{array}{r} 15.2 \\ 8.3 \\ \hline 23.5 \end{array}$$

M=1:500

- Tegnforklaring:
- + vingebor
  - ⊙ prøvetaking
  - ⊕ poretrykkmåling

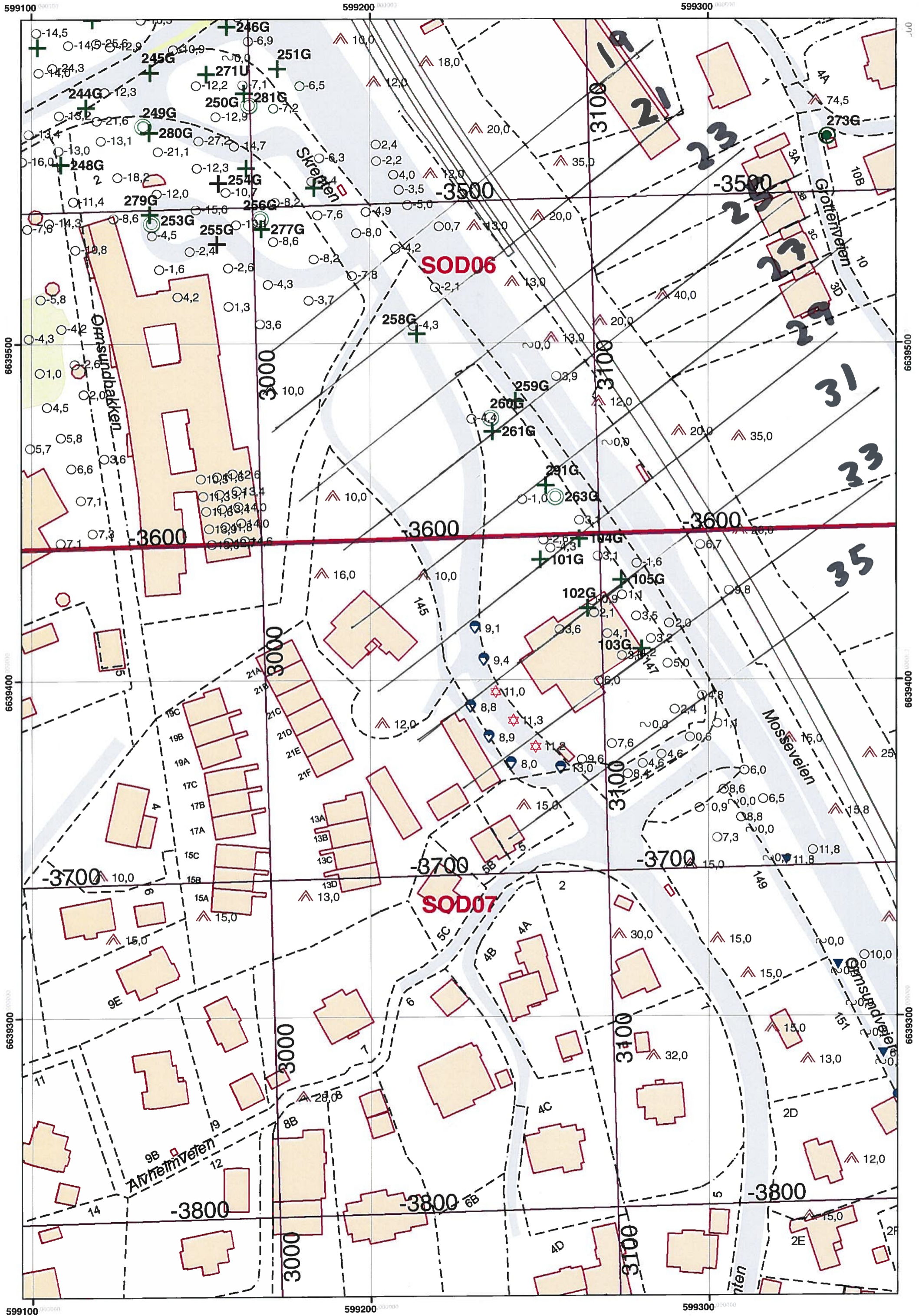
OMLEGGING AV  
BEKKELAGET

Situasjonspl.



SOD06

SOD07



R a p p o r t o v e r:

grunnundersøkelser for om-  
legging av Mosseveien på  
Bekkelaget.

0.100.2

22. Juni 1956.

INNHOLDSFORTEGNELSE.

	Side
1. Innledning .....	4
2. Utførte boringer og målinger.....	6
3. Laboratorieundersøkelser.....	8
4. Beskrivelse av grunnforholdene.....	9
5. Stabilitetsberegning for Østfoldbanens fylling og støttemur, C.b.km 3.885 - 3,980.....	12
6. Utvidelse av Mossevegen.....	17
7. Konklusjon .....	20

BILAGSFORTEGNELSE.

- Bilag 0 Tegnforklaring og normer.
- " 1 Situasjonsplan.
- " 2 Borprofil, hull 1.
- " 3-5 Vingebordiagram, hull 2, 3 og 4.
- " 6 Borprofil, hull 5.
- " 7 " " 6 og 7.
- " 8 " " 8.
- " 9 Vingebordiagram, hull 9 og 10.
- " 10 " " 11, 12 og 14.
- " 11 Triaksialforsök, sammenstilling i Mohr's diagram.
- " 12 Tverrprofil 21 og 23.
- " 13 " 25.
- " 14 " 27 og 29.
- " 15 " 31 og 33.
- " 16 Lengdeprofil A .
- " 17 Stabilitetsberegning, Profil C, skred 1953, c, $\phi$ -analyse.  
(Profil VI, N.G.I. Rapport O.100, 7.10.54.)
- " 18 Stabilitetsberegning profil 27, c, $\phi$ -analyse.
- " 19 Profil 31 med resultat av poretrykkmåling.
- " 20 Stabilitetsberegning profil 23, utglidning den 2. september  
1955, s<sub>u</sub>-analyse.
- " 21-25 Stabilitetsberegning profil 25, 27, 29, 31, 33  
s<sub>u</sub>-analyse. Prosjektert utvidelse av Mosseveien  
med kontrafylling.
- " 27 Profil D, skredgrop 1953. Prosjektert utvidelse av  
Mosseveien. (Profil V, NGI rapport O.100, 7.5.54).
- " 28 Profil E, skredgrop 1953. Prosjektert utvidelse av  
Mosseveien (Profil III, NGI rapport O.100, 7.5.54).
- " 29 Lengdeprofil Mossevegen, Pel 60 - 100.

1. Innledning.

Utglidning av Mosseveien 2. september 1955.

Den 2. september 1955 kl. 14.25 fant det sted en utglidning av ytre kant av Mosseveien like syd for Bekkelagskredet av 7. oktober 1953. Ytre fortau sank ned 0.5 - 0.8 m på en 30 - 40 m lang strekning og det slo sprekker i vegbanen innenfor. Oppsprekkingen langs kantsteinen var 60 - 70 m lang. Utglidningen og oppsprekkingen utvidet seg litt de par første dager etterpå. Det utglidde og oppsprukne parti strakte seg således ca. 75 m syddover fra Rutliallén, som vist på situasjonsplan i bilag 1.

Det var ikke noe markert synlig terrengheving på arealet utenfor det nedsunkne parti. I den gamle muren for tidligere dam, ca. 30 m fra Mosseveien, var det imidlertid tydlige friske sprekker. Etter skredets utseende er det sansynlig at glidningen har foregått relativt dypt og på et større parti utenfor Mosseveien.

Etter Bekkelagskredet av 1953 ble den midlertidige Mossevei bygget ved å legge veien ned i terreng høyde på skredarealet. Den tidligere før 1948 utførte planering for Mosseveien syd for skredet ble da tatt i bruk, idet man senket planumshøyden noe ved nedkjøringen til skredarealet. På det sted hvor utglidningen fant sted i september 1955, var således tidligere planeringshøyde blitt senket ca. 0.5 m og ytterkant av vegen trukket litt inn.

Med hensyn til årsaken til utglidningen kan det synes noe utforklarlig at fyllingsbelastningen på dette sted har vært nesten  $1 \text{ t/m}^2$  større tidligere, uten at det har funnet sted noe utglidning. I forhold til belastningen fra tidligere vegplanering har man imidlertid fått trafikklasten på vegen. Det er blitt opplyst at det ikke var noe trafikk på vegen på det tidspunkt da utglidningen fant sted.

Ved en vurdering av årsakene til utglidningen er det etter Instituttets mening nødvendig å ta i betraktning at det utglidde parti grenser opp mot et tidligere kvikkleireskred. På grunn av omrøringen ved skredet ble det satt opp poretrykk som med tiden kan forplante seg utover til sidene. Videre vil det ved den setning som finner sted på grunn av rekonsolideringen innenfor skredområdet fremkomme påhengskrefter på leira som grenser opp mot skredet.

Skredet fant sted etter en lengere tørkeperiode og tørkesprekkene i leira må ha vært større enn vanlig. Et kraftig regnvær gikk forut for skredet.

Umiddelbart etter at utglidningen hadde funnet sted ble Instituttet av Oslo Vegvesen anmodet om å fremkomme med forslag til sikring av vegen. Det ble besluttet å sikre vegen ved å legge ut en kontrafylling på arealet utenfor. Denne kontrafyllings tykkelse og utstrekning ble fastlagt ved skjønsmessig vurdering i marken. Samtidig ble ytre vegkant på det partiet som hadde glidd ut, trukket noe inn. Kontrafyllingen var i det vesentlige ferdig, og Mosseveien ble åpnet for trafikk igjen ca. 1 1/2 uke etter at utglidningen hadde funnet sted.

Jernbanefyllingen. Ö.b. Km 3,885 - 3.980.

Etter skredet på Bekkelaget i 1953 ble det besluttet å legge jernbanen i tunnel forbi raset og et stykke nordover. Syd for raset var det imidlertid forutsetningen å beholde nåværende trasé.

Etter skredet i 1953 foretok Norges Statsbaner en undersøkelse som viste at jernbanens forstøtningsmur ca 100 m syd for skredet ikke var fundamentert til fjell på en 95 m lang strekning. Det er her et lag med middels fast leire under forstøtningsmuren. Dette laget avtar i tykkelse sydover på strekningen.

De undersøkelser som Instituttet foretok i forbindelse med skredet i 1953 viste at det var blöt kvikkleire på yttersiden av Mosseveien syd for skredet.

I brev av 24. desember 1953 anmodet Norges Statsbaner Oslo Vegvesen om å foreta en sikring av foten av den nye Mossevei på dette parti. Statsbanene anså forövrig den nye planering for Mosseveien å gi tilfredsstillende sikkerhet for jernbanens forstøtningsmur og fylling.

Ved utglidningen i 1955 var det synlige sprekker i vegfortaudekket så langt syd som 8 m forbi nordre begrensning av jernbanens forstøtningsmur der denne ikke står på fjell.

Trafikken på ytre spor er som følge av utglidningen innstillet inntil videre.

Foranlediget av utglidningen foretok Statsbanene en stabilitets-

beregning for jernbanefyllingen i forhold til nåværende Mosseveiplanering. Under forutsetning av at veg- og jernbanefyllingen i tidsrommet 1920 - 1948 var omtrent i labil likevekt ga denne stabilitetsberegning som resultat at sikkerheten idag er 10% større. Dette ble av Statsbanene ikke ansett for å være tilstrekkelig, og det er fremmet et forslag for Oslo Vegvesen om å løfte nåværende Mossevei 0,7 m på det ugunstigste parti ved profil 27.

#### Instituttets oppdrag.

I brev av 20. oktober 1955 fra Oslo Kommune ved Den Geotekniske Konsulent, har Instituttet fått i oppdrag å foreta en undersøkelse for den vedtatte regulering av Mosseveien ved Bekkelaget. Ifølge reguleringen vil det bli foretatt en utvidelse av Mosseveien ved utfylling på partiet mellom Alfheimveien og Rutlialléen. Dessuten vil vegen bli trukket inn mot fjellet og hevet noe over skredområdet fra 1953.

Instituttet er videre anmodet om å ta stilling til Statsbanenes forslag om å heve Mosseveien, hvorvidt dette forslag er teknisk gjennomførlig og i så fall om den foreslåtte løftning av vegen gir en tilstrekkelig sikkerhet.

#### 2. Utførte boringer og målinger.

Markarbeidet er i det vesentlige utført i tiden 25.10 - 18.12 1955. Inntil 2.11 ble arbeidet ledet av tegner O. Aasebø fra Norges Statsbaner og etter denne tid av boretleder R. Larsen fra Instituttet. Hjelpemanskap ble stillet til rådighet av Oslo Vegvesen, som også har foretatt innmåling og nivellement av profiler over det undersøkte området.

Arbeidet i marken har bestått i dreiesondering i tilsammen 22 borhull, 9 vingeboringer og prøvetaking i 5 borhull. Videre er det foretatt installasjon for måling av poretrykket ved 3 borhull.

De enkelte boringer og installasjoner er orientert og innmålt i forhold til profilene 19 - 35 med beliggenhet som vist på situasjonsplanen i bilag 1.

### Dreiesondering.

Det anvendte sonderutstyr består av 20 mm borstenger som skrues sammen med glatte skjöter. Boret er nederst forsynt med en 20 cm lang pyramideformet spiss med største sidekant 3 cm, spissen er vridd en omdreining. Boret drives ned ved minimumsbelastning, idet belastningen økes stegvis opp til 100 kg. Hvis boret ikke synker for denne belastning, foretas dreining. Ved opptegning av resultatene er belastningen angitt på venstre side av borhullet og antall halve omdreininger av boret pr. 1 meter synkning på høyre side.

Samtlige dreiesonderinger er avsluttet på antatt fjell eller i meget fast grunn, og resultatet av den enkelte sonderinger er tegnet opp i diagrammer på profilene i bilagene 12 - 16.

### Vingeboring.

Skjærfastheten bestemmes i marken ved hjelp av vingebor. Et vingekors som er presset ned i grunnen dreies rundt med en bestemt og jevn hastighet inntil man oppnår brudd. Maksimalt torsjonsmoment under dreiningen gir grunnlag for beregning av skjærfastheten. Grunnens skjærfasthet bestemmes først i "uforstyrret" og etter brudd i omrørt tilstand. Målingene utføres for hver halv meter dybde.

Resultatet av de enkelte vingeboringene er tegnet opp ved diagrammer i bilagene 2 - 10, og er dessuten angitt på profilene i bilagene 12 - 15.

### Installasjon og måling av poretrykk.

Til måling av poretrykket i marken anvendes et utstyr som nederst består av et porøst  $\varnothing$  32 mm bronsefilter. Dette forlenges oppover ved påskrudde rør. Fra filteret føres en plastslange opp gjennom rørene. Filteret med forlengelsesrør presses eller rammes ned i grunnen. Systemet fylles med vann og man måler vanntrykket ved filteret ved å observere vannstanden i plastslangen.

Målingene blir utført i flere dybder, og forat vannet skal få tid til å innstille seg i den høyden som tilsvarer poretrykket ved filteret, blir ny nedpressing foretatt med flere døgn mellomrom avhengig av hvor hurtig likevektstilstand oppnås.

Resultatet av de utførte poretrykkmålinger fremgår av profilene i bilagene 18 og 19.

### Prøvetaking.

Med det anvendte prøvetakingsutstyr skjæres prøvene ut med tynnveggede stålrør, lengde 80 cm og diameter 54 mm. Prøvesylindren forsegles i begge ender med voks og gummihefter for den transporteres til laboratoriet.

Fra de 5 prøvetakingshull ble det tatt opp tilsammen 40 stk. såvidt mulig uforstyrrede prøver. Fra de øvre jordlag ble det tatt representative prøver på glass.

### 3. Laboratorieundersøkelser.

De opptatte uforstyrrede prøver er undersøkt på Instituttets laboratorium. Prøvene skyves ut av sylindrene, og ved besiktigelse blir det gitt en jordartsbeskrivelse. Videre er det utført følgende bestemmelser:

Vanninnholdet er angitt som vekt av vann i prosent av tørrvekt etter tørring ved  $110^{\circ}$  C. Det er utført 4-6 bestemmelser av vanninnholdet fordelt over prøvene.

Flytegrensen og utrullingsgrensen angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk område ved omrørt materiale.

Plastisitetsindeksen er differansen mellom flyte- og utrullingsgrensen. Det naturlige vanninnhold sett i relasjon til flyte- og utrullingsgrensen gir for en leire verdifulle opplysninger om jordartens konsistens. Således angir for eksempel et naturlig vanninnhold høyere enn flytegrensen at leire blir flytende ved omrøring.

Romvekt er angitt i  $t/m^3$ .

Skjærfastheten i  $t/m^2$  er bestemt ved enaksialt trykkforsök på prøver med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm og höyde 10 cm. Skjærfastheten er lik halve trykkfastheten. Videre er skjærfastheten av uforstyrret og omrört prøve bestemt ved konusforsök. Dette er en indirekte metode til bestemmelse av skjærfastheten, idet nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt måles, og den tilsvarende skjærfasthet tas ut av en tabell.

Sensitiviteten er forholdet mellom skjærfastheten av uforstyrret og omrört materiale. I laboratoriet er sensitiviteten bestemt på grunnlag av konusforsök.

Resultatet av de ovenfor nevnte laboratorieundersökelse fremgår av diagrammene i bilagene 2 - 8.

#### Triaksialforsök.

Det er utfört tilsammen 12 triaksialforsök på prøver fra borhull 8 i profil 27. Ved disse forsök bestemmes skjærfastheten med hensyn på effektive spenninger, som er definert som differensen mellom de totale spenninger og poretrykket. Resultatet av triaksialforsökene er sammenstillet i Mohrs diagram, bilag 11. Den inntegnede linje for skjærfastheten er representativ for leira under jernbanefyllingen.

#### 4. Beskrivelse av grunnforholdene.

De utförte undersökelse i forbindelse med oppdraget har vært konsentrert om området nedenfor Östfoldbanen mellom Rutlialléen og Alfheimveien. I forbindelse med Instituttets undersökelse etter Bekkelagskredet, hösten 1953 er det tidligere utfört omfattende undersökelse på området nedenfor jernbanelinjen mellom undergangsbroen (Ö.b.km.3,63) og Rutlialléen. Det ble hösten 1953 også foretatt enkelte boringer på området mellom Rutlialléen og Alfheimveien. Det vises til Instituttets rapport 0.100 av 7.februar 1954.

Over det undersøkte området er Östfoldbanen og Mosseveien fört frem tilnærmet parallelt. Jernbanens planering ligger mellom kote 19 og 20, og inntil skredet, 1953 var Mosseveiens nivå henholdsvis ca. kote 11 og kote 14 ved Rutlialléen og Alfheimveien. Ved omleggingen 1953 ble Mosseveiens planumshöyde senket ca. 4 m ved

Rutlialléen.

På tverrprofilene 21 - 33 som vist i bilagene 12 - 15 er det foruten nåværende terreng inntegnet terrenget slik det var pr. 1947 med Mosseveien inntil omleggingen etter skredet 1953. Beliggenheten av profilene fremgår av situasjonsplanen i bilag 1. På profilene er det angitt resultatene av de utførte dreiesonderinger og vingeboringer og angitt en jordartsbeskrivelse. I bilag 16 er det vist et lengdeprofil A langs Mosseveiens fyllingsfot.

På grunnlag av Norges geotekniske institutts undersøkelser 1955-56 og med støtte i tidligere undersøkelser utført av Norges Statsbaner og Instituttet, er det nedenfor gitt en beskrivelse av grunnforholdene på området nedenfor Østfoldbanen på strekningen mellom Rutlialléen og Alfheimveien.

#### Grunnforhold langs jernbanens støttemur.

Støttemuren for Østfoldbanens fylling er fundamentert på fjell frem til 0.b.km. 3,885, dvs. ca. profil 26. Videre sør- over er støttemuren på en strekning av ca. 95 m frem til km. 3,980 ikke fundamentert på fjell. Fra km. 3,980 er det fjell i dagen under støttemuren videre sydover. Grunnforholdene på den strekning hvor støttemuren ikke er fundamentert på fjell er beskrevet i NSB's rapport av 10. desember 1953 vedr. "Støttemuren like syd for Bekkelagsraset av 7/10 1953 Østfoldbanen km. 3,885 - 3,980".

Instituttets undersøkelser 1955 langs muren har bestått i boringene 8 og 13 ved profilene 27 og 31.

Prøver fra en skrå boring under støttemuren, borhull 8 i profil 27 (0.b.km. 3,896) viser at grunnen består av blokker, stein og grus ned til 1,6 m under Mosseveiens planering før omleggingen i 1953. Derunder er det ca. 2 m leirig sand og tørrskorpeleire ned til ca. 3,6 m dybde. Under tørrskorpeleira er det middels fast leire ned til et sand-gruslag ca. 1 m over antatt fjell som ble påtruffet 7,1 m under terreng.

Vanninnholdet i tørrskorpeleira og i leira er 35 - 40%. Flytegrensen er bestemt til 53% i tørrskorpeleira og 30-35% i leira, og materialets utrullingsgrense er 22-25%.

Den udrenerte skjærfasthet i tørrskorpeleira er  $3,5-5,5 \text{ t/m}^2$ , og den midlere udrenerte skjærfasthet i leira er ca.  $2,5 \text{ t/m}^2$ . Leiras sensitivitet er ca. 3. Ved triaksialforsøk er leiras skjærfasthetsparametre  $c$  og  $\phi$  bestemt til henholdsvis 0 og ca.  $33^\circ$ .

I profil 31 ved borhull 13 er det gravd en sjakt foran støttemuren. Grunnforholdene kan her beskrives på følgende måte:

Under ca. 3,6 m med blokker, stein og grus er det fast leire, trolig tørrskorpeleire ned til 4,5 m dybde. Derunder er det et 1,5-2 m tykt leirlag og et 0,3 m gruslag over antatt fjell 6,5 m under terreng. Vannstanden i sjakten stillet seg inn i ca. 3 m dybde.

Instituttets undersøkelser langs jernbanens støttemur viser god overensstemmelse med Statsbanenes beskrivelse av grunnforholdene.

#### Grunnforholdene på området nedenfor Mosseveien.

Opprinnelig terreng mellom Rutlialléen og Alfheimveien nedenfor Mosseveien faller svakt ned mot en grøft i 15-20 m avstand fra fyllingsfoten. Terreng høyden for kontrafyllingen ble utlagt etter utglidningen høsten 1955 var henholdsvis ca. kote 6 og 7 ved profilene 21 og 35. Fra det laveste midtpartiet over området stiger terrenget mot et høydedrag sydvest for Nedre Bekkelaget Småskole.

På situasjonsplanen i bilag 1 er begrensningen av kontrafyllingen fra 1955 inntegnet. Under kontrafyllingen, som består av 1-2 m sand-grusmasser, er det 1,5-2,5 m tørrskorpeleire med et naturlig vanninnhold som veksler mellom 25 og 40%. Materialets flytegrense veksler mellom 35 og 55% og utrullingsgrensen er ca. 20%. Skjærfastheten i tørrskorpeleira er gjennomgående større enn  $2 \text{ t/m}^2$ .

Under tørrskorpen er det blöt leire med vanninnhold 40-50%. Flytegrensen er 5-10% lavere enn det naturlige vanninnhold, og utrullingsgrensen er 20-25%. Leira er tildels meget blöt, og det er bestemt "uforstyrrede" skjærfastheter ned til 0,3-0,4 t/m<sup>2</sup>. Sensitiviteten er meget høy og karakteristisk for en meget kvikk leire. Tykkelsen av kvikkleirelaget er 8-10 m på områdets nordre parti ved profilene 19 og 21. Tykkelsen avtar sørover på området, og ved profil 33 er det 1-3 m med kvikkleire.

Under kvikkleira består grunnen av meget faste jordmasser, trolig sand og grus ned til fjell. Tykkelsen av sand- og gruslaget over fjell veksler sterkt over området. Det er fjell i dagen ovenfor jernbanefyllingen, og på nedsiden av Mosseveien er det påvist fjell i dagen i en avstand av 50-60 m fra veien, som angitt på situasjonsplanen. Fjellet på området synes å være karakterisert ved en dyprenne som løper tilnærmet parallelt med Mosseveien i en avstand av 15-20 m fra denne. Langs dyprennen stiger fjellet på sørover fra ca. kote -9 ved profil 23 til ca. kote 2 ved profil 33, og fjellet stiger forholdsvis bratt opp til begge sider fra dyprennen.

#### 5. Stabilitetsberegning for Østfoldbanens fylling, Ö.b.km.3,885-3,980.

Såvel topografi som grunnforhold indikerer at stabilitetsforholdene langs Østfoldbanen på strekningen Ö.b.km. 3,885 - 3,980 er sammenlignbare med forholdene der skredet på Bekkelaget inntraff den 7.oktober 1953. Til støtte for en beregning av jernbanefyllingens stabilitet på partiet mellom Rutlialléen og Alfheimveien er det utført en etterberegning av stabiliteten for et karakteristisk profil over skredområdet ved Ormsundveien.

#### Etterberegning av Bekkelagskredet 7/10 1953.

I forbindelse med Norges geotekniske institutts undersøkelser etter skredet ble det foretatt en omfattende stabilitetsberegning etter en metode, som er basert på leiras udrenerte skjærfasthet

slik den bestemmes ved vingeboeret. Metoden, som tidligere er kalt  $\phi = 0$ -analyse, vil nedenfor bli betegnet  $s_u$ -analyse. Resultatet av Instituttets beregninger 1953-54 er fremlagt i NGI-rapport O.100, 7. februar 1954.

Senere tids forskning ved Instituttet har ført til at  $s_u$ -analysens gyldighet må ansees å være begrenset til de tilfelle hvor forandringene i skjærspenninger skjer så hurtig at det er leiras udrenerte skjærfasthet som er avgjørende for stabiliteten. I de tilfelle hvor skjærspenningene har virket over så lang tid at det er leiras skjærfasthet under drenerte forhold som er avgjørende, må analysen foretas med effektive spenninger. Denne beregning betegnes  $c-\phi$  analyse. Leiras skjærfasthetsparametre  $c$  og  $\phi$  bestemmes ved triaksialforsök i laboratoriet.

Vei- og jernbanefyllingen på skredområdet hadde ligget så lenge at stabiliteten her må ansees å være et langtidsstabilitetsproblem som må analyseres med effektive spenninger. <sup>1)</sup>

Et rekonstruert profil C, som viser antatte forhold för skredet er lagt til grunn for beregningene. Beliggenheten av profilet er vist på situasjonsplanen. Profil C, som opptegnet i bilag 17, antas å være representativt for stabilitetsforholdene. Det vises i denne forbindelse til NGI-rapport O.100 av 7. februar 1954, hvor profil VI er identisk med profil C.

Stabilitetsberegningen er utfört for tre valgte sirkulære glideflater og med forskjellige antagelser for de midlere jordartsparametre  $c$  og  $\phi$  i fyllmassene og i leira. Videre er det tatt hensyn til variasjoner i poretrykket, samt trafikklaster på jernbanens ytre spor. Resultatet av beregningene för den av de valgte glideflater som i de forskjellige tilfelle gir den minste sikkerhet mot utglidning er angitt ved diagrammer på profilet i bilag 17.

I diagrammene A, B, C og D er de beregningsmessige sikkerhetsfaktorer fremstillet som funksjon av en midlere skjærfasthetsparameter  $\phi$  i leira, og i de forskjellige diagram er det vist

---

1) For området nedenfor Mossevien er det de totale spenninger i kvikkeleira som har vært avgjørende for stabiliteten.

innflytelsen av følgende faktorer som i første rekke må antas å ha spilt en rolle ved det foreliggende stabilitetsproblem:

#### Poretrykk.

Det er foretatt beregning med poretrykk som tilsvarende hydrostatisk tilstand i forhold til et antatt normalt og et antatt maksimalt "grunnvannspeil". Det antatte "maksimale grunnvannspeil" tilsvarende en grunnvannstand i høyde med terreng nedenfor Mosseveien og ved overgangen mellom fyllmasser og leire under vei og jernbanefyllingen. Det må ansees for sannsynlig at dette antatte "maksimale" poretrykk har forekommet. Sikkerhetsfaktorens avhengighet av poretrykket fremgår av diagram A.

#### Midlere friksjonsvinkel $\phi$ i fyllmassene.

Det er foretatt beregning med henholdsvis  $\phi = 35^\circ$  og  $\phi = 45^\circ$  i fyllmassene. Det fremgår av diagram B at en variasjon av  $\phi$ -verdien innen disse grenser ikke har særlig stor innflytelse på sikkerhetsfaktorens størrelse. En økning fra  $\phi = 35^\circ$  til  $\phi = 45^\circ$  representerer en økning av sikkerhetsfaktorene på 3-5%.

#### Midlere kohesjonsparameter $c$ i leira.

Beregningene er utført med antatt  $c = 0$  og  $c = 1,0 \text{ t/m}^2$  i leira, og resultatet er vist i diagram C. Ved triaksialforsøk på leirprøver fra borhull 8 i profil 27, ca. 140 m syd for profil C, er det bestemt en  $c$ -verdi lik 0. Det er grunn til å anta at leira ved skredet ikke atskiller seg vesentlig fra leira i borhull 8.

#### Trafikklast på Ö.b. ytre spor.

Det er antatt forskjellige nyttelaster på jernbanens ytre spor. Såvidt vites var det siste tog som passerte for skredet ca. 11 minutter for skredet på ytre spor et lokaltog som av NSB er oppgitt å representere en last på ca.  $2 \text{ t/m}^1$ . I diagram D er det vist resultat av beregninger med antatt trafikklast  $p = 5 \text{ t/m}^1$  og  $p = 10 \text{ t/m}^1$  på jernbanens ytre spor.

Sammenfattende synes følgende antagelser å være sannsynlige for forholdene umiddelbart for skredet: Poretrykk tilsvarende hydro-

statisk tilstand i forhold til en "grunnvannstand" i terreng nedenfor Mosseveien og i overgangen mellom fyllmasser og leire under vei- og jernbanefyllingen. Midlere friksjonsparameter  $\phi = 35^\circ$  i fyllmassene. Midlere kohesjonsparameter  $c = 0$  i leira. Trafikkbelastning tilsvarende  $2 \text{ t/m}^1$  på jernbanens ytre spor + 50% støttilllegg.

Under disse forutsetninger blir den beregningsmessige sikkerhet 1,0 i det rekonstruerte profil, dersom den midlere friksjonsparameter i leira er  $24^\circ$ .

Man har videre forutsatt at leira som den kritiske glideflate gjennomskjærer består av 15% tørrskorpeleire, 25% middels fast leire og 60% blöt kvikkleire. Ved triaksialforsök ved borhull 8 (140 m fra profil C) ble leiras midlere  $\phi$ -verdi bestemt til  $33^\circ$ . Dersom man forutsetter at denne verdi er representativ for tørrskorpeleire og middels fast leire i profil C, finner man at den midlere friksjonsparameter i kvikkleira må ha vært  $18^\circ$  for å tilfredsstille  $F = 1,0$  för skredet.

#### Stabilitetsberegning, c- $\phi$ analyse, profil 27.

Etter den samme metode som ovenfor er benyttet ved etterberegningen av Bekkelagsskredet 1953, er det utfört stabilitetsberegning for profil 27 (Ö.b.km.3,896). Jernbanens stöttemur er fundamentert på fjell 10-12 m nord for profil 27, og profilet antas bare å være representativt for et område med en bredde på 30-40.

Profil 27 er opptegnet i bilag 18. Resultatet av de utförte poretrykkmålingene i profilet er inntegnet, og det er videre gitt en jordartsbeskrivelse.

Stabilitetsberegningen er utfört for flere valgte sirkulære glideflater, og beliggenheten av de to ugunstigste er vist på profilet.

Poretrykket er målt ved to borhull i profilet, og på grunnlag av disse målingene er det stipulert et "normalt grunnvannspeil". Tilsvarende som ved skredet bör det også her regnes med et maksimalt

poretrykk svarende til grunnvann ved overgangen mellom fyllmasser og naturlig terreng. Dette antatte maksimale poretrykk bør således legges til grunn for vurderingen av stabiliteten.

Friksjonsvinkel i fyllmassene antas å være  $35^{\circ}$ .

Den midlere c-verdi i leira er ved triaksialforsøk på prøver fra borhull 8 i profil 27 bestemt til  $c = 0$ . Det er ved beregningen forutsatt  $c = 0$  også for tørrskorpeleira og kvikkleira.

Skjærfasthetsparametrene  $\phi$  i leira er ved triaksialforsøk bestemt til ca.  $33^{\circ}$ . Det er antatt denne  $\phi$ -verdi også for tørrskorpeleira.

Dimensjoneringsbelastningen på Östfoldbanens ytre spor settes til  $10 \text{ t/m}^1$ .

Det er videre gjort den antagelse at glideflate 2 ikke gjennomskjærer kvikkleira, mens den del av glideflate 3 som gjennomskjærer kvikkleira utgjør ca. 35% av glideflaten gjennom leira.

Ved etterberegningen av Bekkelagsskredet 1953 er man kommet til at den midlere  $\phi$ -verdi for kvikkleira må være ca.  $18^{\circ}$  ved skredet. Denne verdi er inntatt i beregningene for profil 27, og sammenholdt med de øvrige beregningsforutsetninger som angitt ovenfor, blir de beregningsmessige sikkerhetsfaktorene for profil 27 som angitt i tabell nedenfor:

Sikkerhetsfaktor.			
Nåværende pl. Mosseveien		Löfting av Mosseveiens pl. 0,7 m	
Med trafikk $10 \text{ t/m}^1$	Uten trafikk	Med trafikk $10 \text{ t/m}^1$	Uten trafikk
1,21	1,33	1,34	1,46

Sammenlignet med profil C i skredet finner man at for belastning på ytre jernbanespor er den nåværende stabilitet i profil 27 ca. 30% bedre enn på skredområdet.

Det er av Norges Statsbaner foreslått å løfte Mosseveiens planum 0,7 m ved profil 27. En slik løftning av Mosseveien vil representere en økning av den beregningsmessige sikkerhet med ca. 10%.

For å oppnå denne økning i sikkerheten er det imidlertid nødvendig å heve Mosseveien på det indre parti som ligger nærmest forstøtningsmuren, i en stripe på 6-8 m bredde langs innerkant vei. En heving langs ytterkant Mossevei er uten betydning for jernbane-fyllingens stabilitet, idet de kritiske glideflater går opp nærmere fyllingen.

#### 6. Utvidelse av Mosseveien.

Den prosjekterte regulering av Mosseveien innebærer en utvidelse av veifyllingen på strekningen mellom Rutlialléen og Alfheimveien. Statsbanenes forslag til sikring av Østfoldbanens fylling går ut på å løfte Mosseveien 0,7 m på det kritiske parti ved profil 27. Denne endring av planumshøyden vil gjøre seg gjeldende langs strekningen fra Ormsundsveien i nord til Alfheimveien i sør, som vist på lengdeprofilet i bilag 29.

For å klarlegge hvilke konsekvenser Mosseveiens utvidelse og løftning vil få på stabiliteten av veifyllingen og terrenget nedenfor, er det utført stabilitetsberegning for en rekke tverrprofiler.

Beregningene er utført ved  $s_u$ -analyse, idet de udrenerte skjærfastheter bestemt ved vingeboring er innført i beregningene. Det foreliggende stabilitetsproblem er ikke et rent udrenert byggetidsproblem, men  $s_u$ -analyse gir likevel et godt bilde av stabilitetsforholdene såvel under som like etter byggetiden.

#### Utglidning av ytterkant Mossevei høsten 1955, Profil 23.

Det er tidligere innledningsvis gjort rede for det brudd som inntraff langs kanten av Mosseveien over en lengde av ca. 75 m på strekningen syd for Rutlialléen. Det er foretatt en etterberegning av denne utglidning ved  $s_u$ -analyse, og profil 23 som vist i bilag 20 er lagt til grunn for beregningene. Det er antatt en midlere udrenert skjærfasthet i tørrskorpeleira på  $4 \text{ t/m}^2$  under veifyllingen og  $2 \text{ t/m}^2$  på området nedenfor veien. Den midlere udrenerte skjærfasthet i kvikkleira langs en dyptgående glideflate må ha vært  $0,45 \text{ t/m}^2$ .

da utglidningen inntraff. Denne verdi tilsvarer meget nær den midlere skjærfasthet bestemt ved vingebor i borhull 4 mellom tidligere dam og Mosseveien i profil 23.

Etter at kontrafyllingen var utlagt, er stabiliteten bedret med ca. 55%.

#### Stabilitetsberegning for tverrprofilene 23-33.

Ved beregningene er det forutsatt en løftning av planumshøyden for Mosseveiens indre veibane, mens det nåværende nivå er bibeholdt på ytre veibane. En slik nivåforskjell mellom veibanene innebærer en økning av den totale veibredde i forhold til det opprinnelige prosjekt. Denne økning av veibredden oppnås såvidt det kan bedømmes best ved utskyvning av ytre veikant. På tverrprofilene 23-33 i bilagene 21-25 er beliggenheten av den prosjekterte Mossevei angitt.

Stabilitetsberegningene er utført for flere valgte glideflater i de enkelte profiler, og hensikten med beregningene har vært å komme frem til høyde og bredde for den nødvendige kontrafylling på arealet nedenfor veifyllingen etter Mosseveiens utvidelse og løftning. Beregningene er utført under den forutsetning at det bør kreves en sikkerhet mot utglidning på minst 1,5 når det ikke tas hensyn til trafikkbelastning på Mosseveien, og at sikkerheten med full trafikklast på veien ikke må være mindre enn 1.4.

Resultatet av stabilitetsberegningene for de enkelte profiler er vist i bilagene 21-25, hvor det på profilene er inntegnet tykkelsen og utstrekningen av den kontrafylling som skal til for å tilfredsstille de nevnte krav til sikkerheten.

Det fremgår av beregningsresultatene at det ved utvidelsen av Mosseveien vil kreves en betydelig løftning av kontrafyllingen på området nedenfor Mosseveien mellom Rutlialléen og Alfheimveien. Tillegget i kontrafylling blir størst på området mellom profil 31 og Alfheim-

veiens fyllingsfot, hvor tykkelsen vil andra til 1,5 - 1,7 m. Fra profil 23 og videre nordover, er det ikke påkrevet med tillegg til den eksisterende kontrafylling. Fyllmassene bør legges ut over arealet i minst like stor bredde som ble utfylt etter utglidningen høsten 1955.

En løftning av Mosseveiens ytre veibane i forhold til nåværende planumshøyde på strekningen fra profil 23 og sydover, vil medføre en tilnærmet like stor løftning av kontrafyllingen på arealet nedenfor veien. Innflytelsen av en slik løftning av ytre veibane er vist på profilene i bilagene 21-25.

#### Stabilitet av kontrafylling i nordlig retning.

Det er utført stabilitetsberegning for å fastslå om den prosjekterte kontrafylling har tilstrekkelig sikkerhet mot utglidning i nordlig retning ut i skredarealet.

Beregningene er utført for et profil B som vist i bilag 26, hvor resultatet av de utførte boringer langs profilet er angitt. Skjærfasthetene som er innført i beregningene er antatt på grunnlag av vingeboringsresultater. Den beregningsmessige sikkerhet for den nødvendige kontrafylling ved utvidet Mossevei er ca. 1,3. Bredden av det tenkte glidelegemet er liten i forhold til lengden, og sidekreftene bevirker derfor en økning av sikkerheten på ca. 20%. Instituttet er således kommet til at kontrafyllingens stabilitet vil kunne karakteriseres ved sikkerhetsfaktoren 1,5.

#### Total stabilitet av jernbane - vei - og kontrafylling.

Det er ovenfor gjort rede for stabiliteten av jernbanefyllingen og vegfyllingen, idet disse spørsmål er behandlet hver for seg som separate stabilitetsproblem. For profil 27 er det foretatt en beregning av den totale stabilitet av jernbane-, vei- og kontrafylling. Beregningen er foretatt for en sammensatt glideflate og ved en kombinasjon av  $c, \phi$  og  $s_u$ -analyse. Som resultat er man kommet til at sikkerheten mot en total utglidning i profil 27 er ca. 1.5.

Permanent Mossevei over skredområdet.

Ifølge de foreliggende planer er Mossevegen forutsatt løftet inntil 1,2 m i forhold til nåværende nivå på strekningen over skredet 1953. Ved omleggingen blir veien lagt inn mot fjellet slik at den indre del av veien blir liggende i skjæring. På profilene D og E i bilagene 27 og 28 er den omlagte Mosseveien inntegnet. Profilene D og E er identiske med profilene V og III i NGI's rapport O.100., 7.2.1954.

Som følge av den forbelastning grunnen har hatt her fra tidligere steinfylling og med nåværende Mossevei utenfor er det etter Instituttets mening ingen fare for stabiliteten av den prosjekterte nye Mossevei over skredarealet.

7. Konklusjon.

Det er utført grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger for nåværende veg- og jernbanepå strekningen mellom Rutlialléen og Alfheimveien, Ö.b. km 3,82 - 3,99. Det er foretatt stabilitetsberegning i forbindelse med en foreslått bedring av jernbanefyllingens stabilitet ved å løfte planum for Mosseveien. Videre er det foretatt undersøkelser for prosjektert utvidelse av Mosseveien.

Den første delen av oppdraget gjelder således en klarlegging av jernbanefyllingens stabilitet i forhold til Mosseveiens planumshøyde. Da det for dette spørsmål er ett tverrprofil, nr. 27, som er det ugunstigste, er undersøkelsene og beregningene konsentrert om dette profil. Det som eventuelt blir nødvendig å utføre her i form av løfting av Mosseveien vil imidlertid få konsekvenser utover til siden.

Stabiliteten av jernbanefyllingen må etter Instituttets mening analyseres med effektive spenninger på grunnlag av målte eller antatte poretrykk og skjærfasthetsparametre  $c$  og  $\phi$  i jordlagene. Til støtte for fastlegging av poretrykk og skjærfasthetsparametre er det foretatt en analog stabilitetsberegning for et rekonstruert representativt profil i skredet av 7. oktober 1953. Da man vet at sikkerhetsfaktoren her var 1,0, har man god anledning til å kontrollere de forutsetninger som legges til grunn for stabilitetsberegningen i

profil 27.

Mosseveien er prosjektert utvidet ved en utfylling langs ytterkant. Det er her foretatt en stabilitetsberegning med totale spenninger, idet det her hovedsakelig er leirens udrenerte skjærfasthet som er avgjørende for stabiliteten.

På grunnlag av de utførte grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger har Instituttet kommet til følgende resultater:

1. I profil 27 kan stabiliteten av jernbanefyllingen i forhold til Mosseveiens planum uttrykkes ved sikkerhetsfaktoren,  $F = 1.3$ . Det er da tatt hensyn til trafikkbelastning på jernbanen.

Denne sikkerhet ansees ikke å være tilstrekkelig.

2. En løftning av Mosseveiens planum 0,7 m i profil 27 gir ca. 10% bedring av stabiliteten,  $F = 1,43$ .

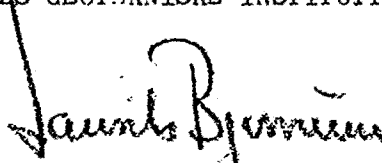
Under hensyntagen til at den beregnede sikkerhetsfaktor,  $F = 1.3$ , er underbygget ved sammenligninger fra skredet, finner Instituttet at en reell bedring av jernbanefyllingens stabilitet med ca. 10% kan ansees for tilstrekkelig.

3. Instituttet har ikke beskjeftiget seg med stabiliteten av selve forstötningmuren, da man ikke har kjennskap til hvorledes denne er utført. En nedfylling av forstötningmuren som antydnet av Statsbanenes Geotekniske Kontor vil i noen grad forverre stabiliteten av den samlede fylling.
4. For å bedre jernbanens stabilitet er det bare av betydning å løfte et 6 - 8 m bredt parti langs innerkant Mossevei, idet en løftning av ytterkant vei ikke har noen innflytelse på jernbanefyllingens stabilitet.
5. Av hensyn til de dårlige grunnforhold langs ytterkant av Mossevei blir det i forbindelse med utvidelsen av veien nødvendig å legge ut en kontrafylling. Størrelsen av denne kontrafylling er beregnet og angitt på profilene.

En løftning av ytterkant Mossevei vil være ugunstig, idet det krever en tilsvarende hevning av hele kontrafyllingen, og de større fyllmasser vil gi større setninger for veien.

6. Den totale stabilitet av jernbane- og veifylling med kontrafylling er funnet å være tilstrekkelig.
7. Stabiliteten av selve kontrafyllingen med hensyn på faren for en utglidning i nordlig retning ut mot skredarealet er funnet å være tilstrekkelig.
8. Utleggingen av kontrafyllingen må utføres før det fylles ut for utvidelse av vegen.
9. Instituttet vil foreslå at det anlegges delt kjørebane på det partiet som blir influert av en sikring av jernbanen ved løfting av Mosseveien. Man oppnår derved de nevnte fordeler med mindre kontrafylling og setninger for vegen.
10. Man må regne med at setningene langs Mosseveiens ytre vegkant blir forholdsvis store, anslagsvis av størrelsen 20 - 30 cm etter lang tid. En betydelig del av disse setninger kan imidlertid ventes å inntreffe i løpet av den første tiden etter at fyllmassene er utlagt, og av hensyn til vegdekket bør således fyllingen legges ut på et tidligst mulig tidspunkt.

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT


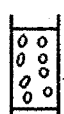
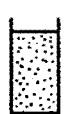


  
Laurits Bjerrum



Ove Eide

TEGNFORKLARING OG NORMER FOR BETEGNELSE AV JORDARTER

SIGNATUR

	Fyllmasse
	Grus
	Sand
	Silt
	Leire

KORNFRAKSJONER

Kornstørrelse	Betegnelse
> 20 mm	Stein
20 - 6 mm	Grov- grus
6 - 2 mm	Fin- grus
2 - 0.6 mm	Grov- sand
0.6 - 0.2 mm	Mellom- sand
0.2 - 0.06 mm	Fin- sand
0.06 - 0.002 mm	Silt
< 0.002 mm	Leire

SKJÆRFASTHET

Skjærfasthet	Betegnelse
< 1.25 t/m <sup>2</sup>	Meget bløt
1.25 - 2.5 t/m <sup>2</sup>	Bløt
2.5 - 5 t/m <sup>2</sup>	Middels fast
5 - 10 t/m <sup>2</sup>	Fast
> 10 t/m <sup>2</sup>	Meget fast

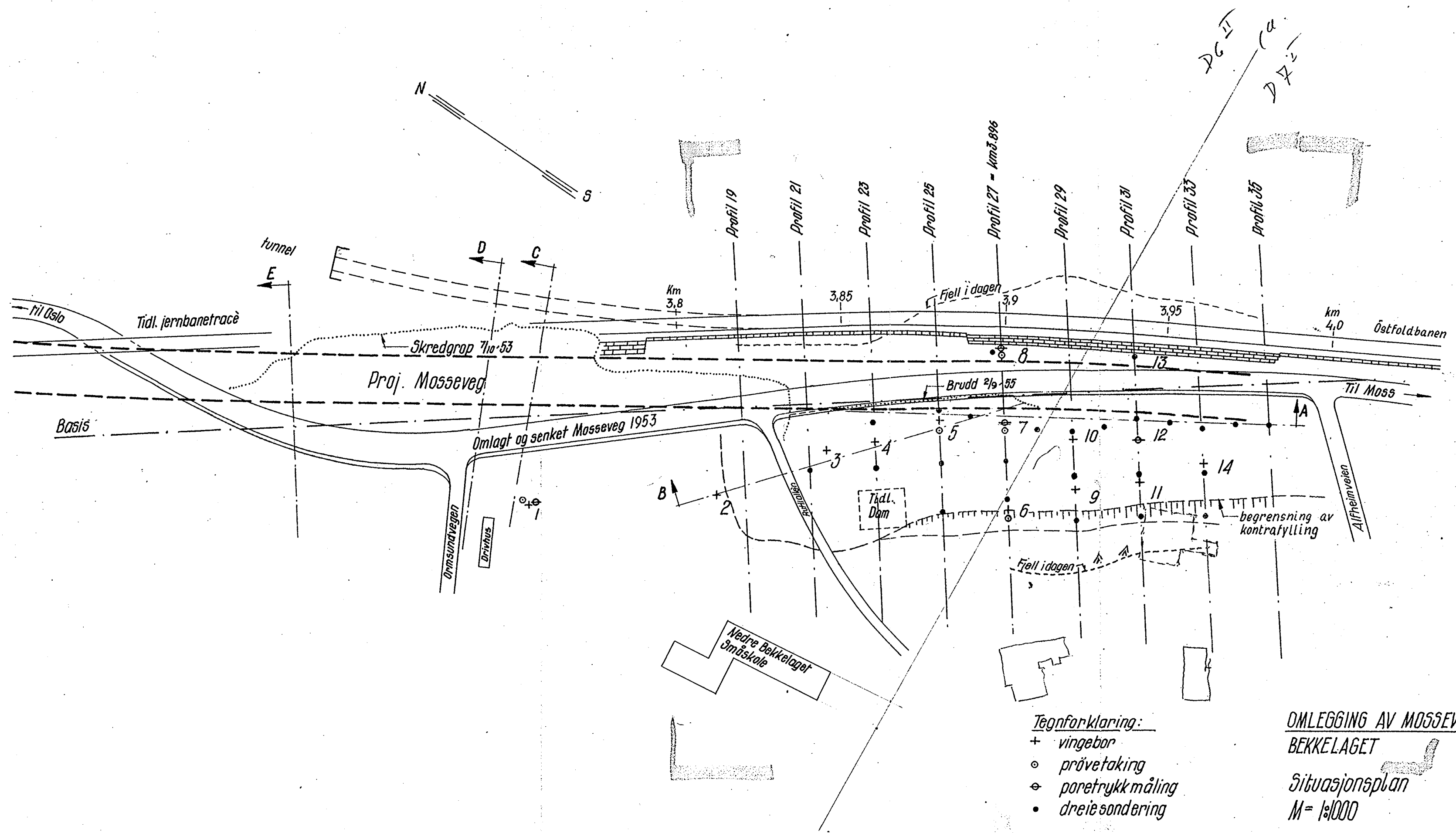
SENSITIVITET

Sensitiviteten er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og fullstendig omrørt tilstand.

Sensitivitet	Betegnelse
1 - 4	Lite sensitiv
4 - 8	Sensitiv
8 - 32	Kvikk
> 32	Meget kvikk

Leire med stor sensitivitet og som i omrørt tilstand har en flytende konsistens, kalles " kvikkleire " .

SOD 6 II



- Tegnforklaring:
- + vingebor
  - o prøvetaking
  - o poretrykk måling
  - dreiesondering

OMLEGGING AV MOSSEVEG,  
BEKKELAGET  
Situasjonsplan  
M = 1:1000







NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

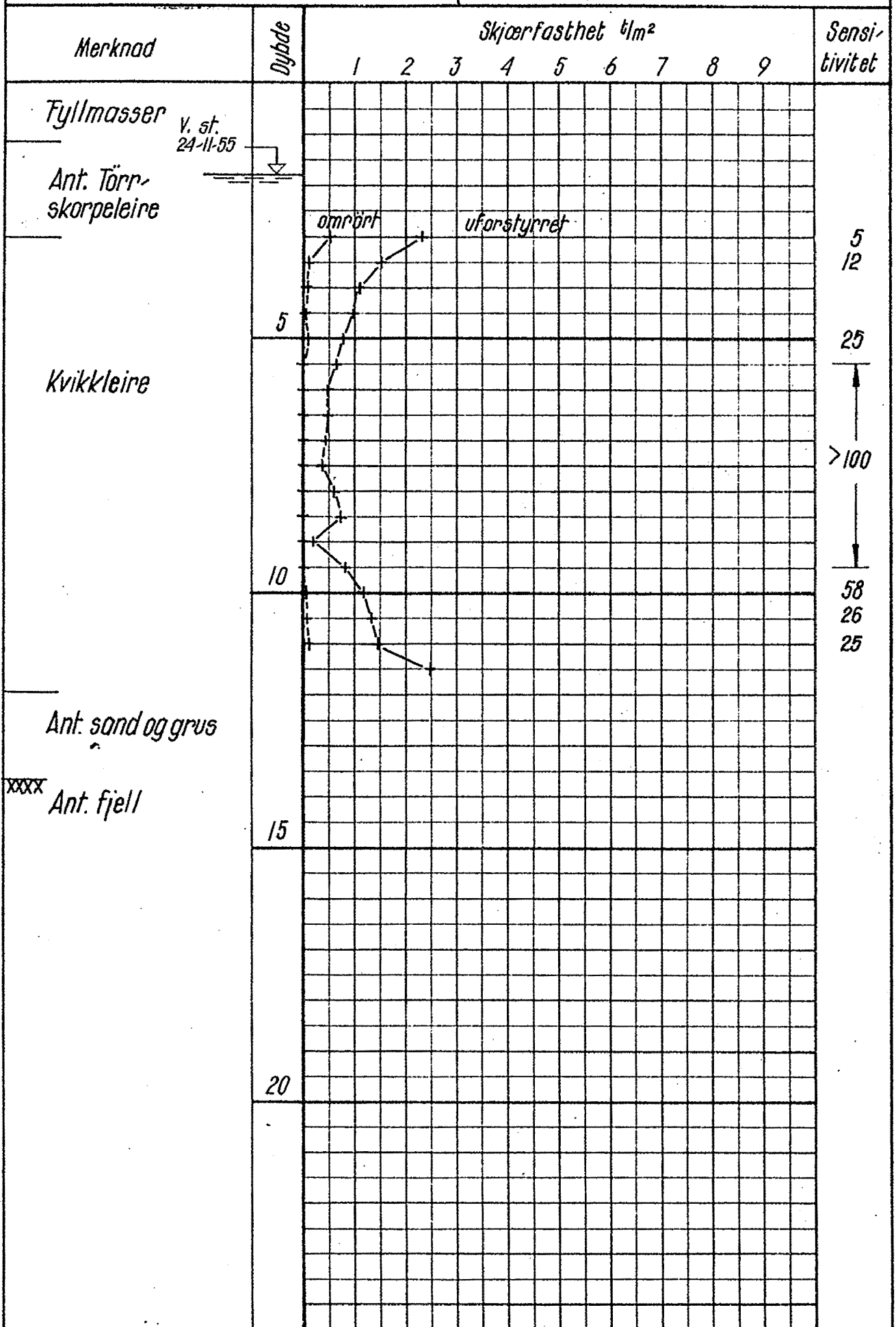
VINGEBORING

Sted: BEKKELAGET, profil 23

Hull: 4 Bilag: 5

Nivå: 7.8 Oppdr.: 0.100.2

Ving: 65 x 130 Dato: Des 55







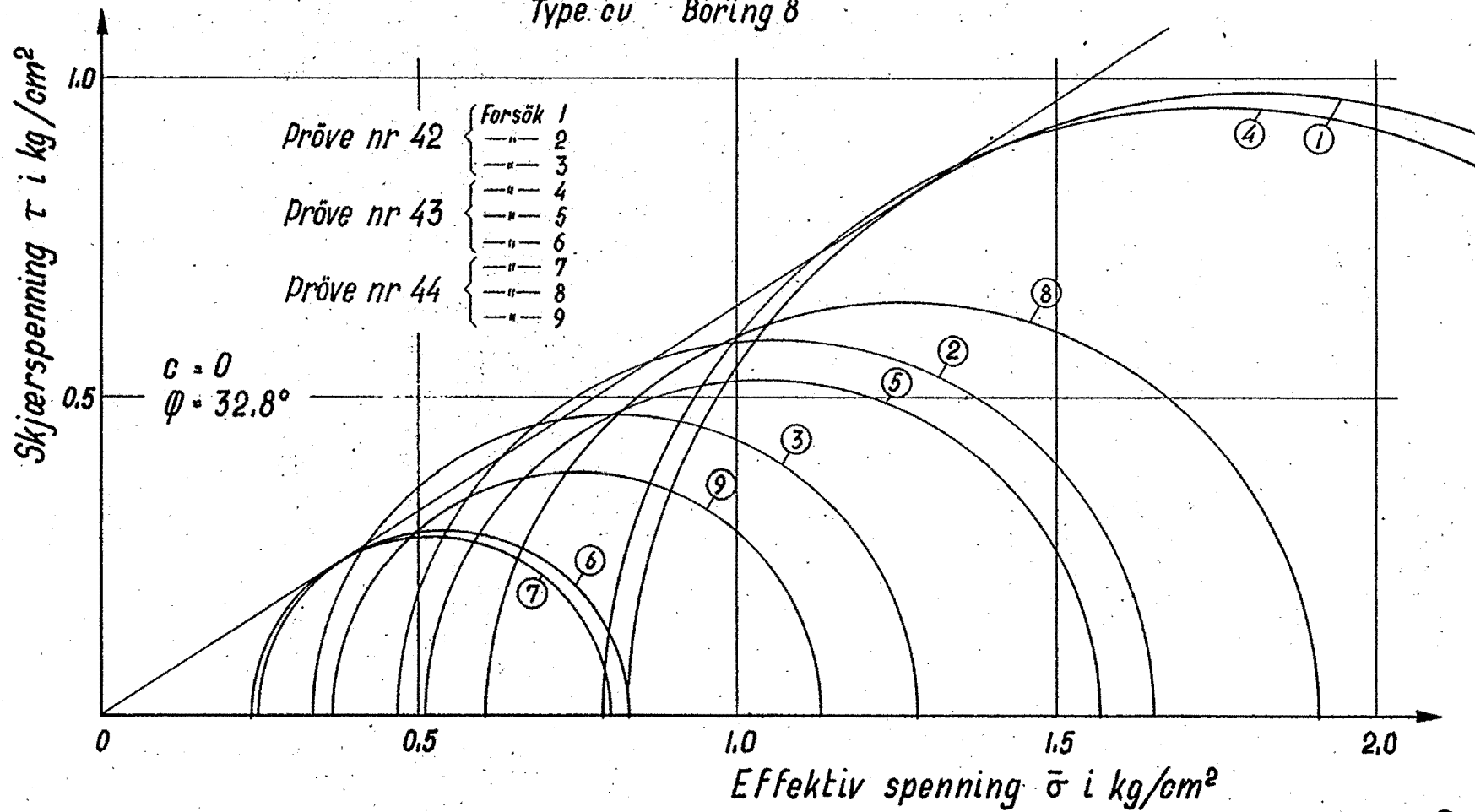




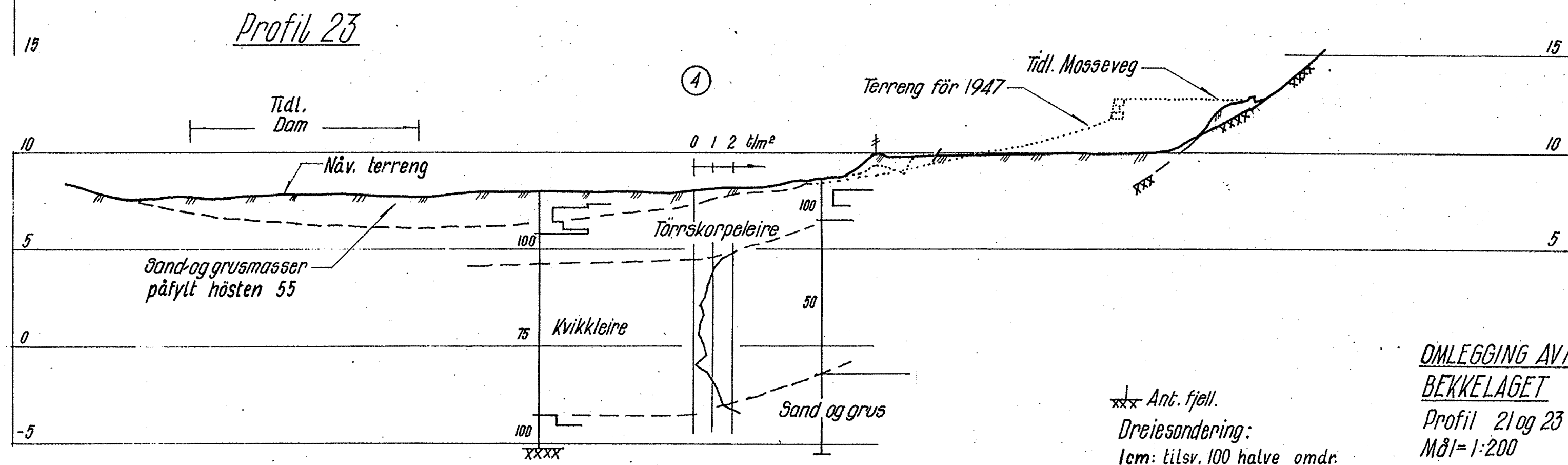
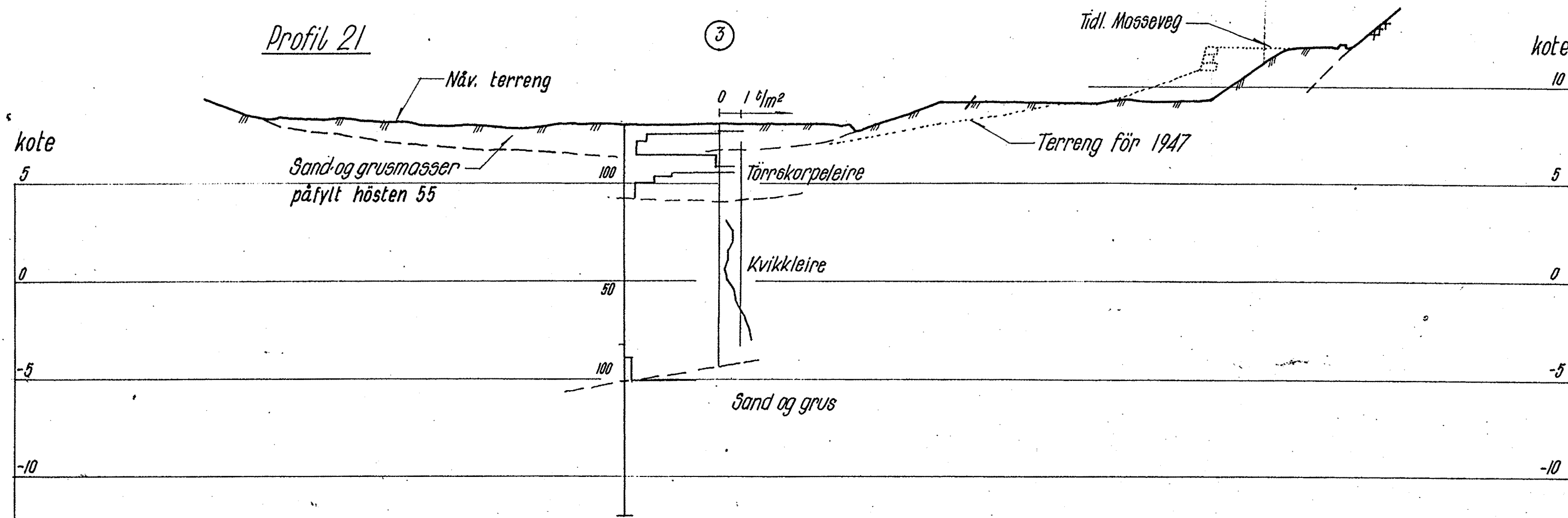


# Triaksialforsök

Type. cv Boring 8

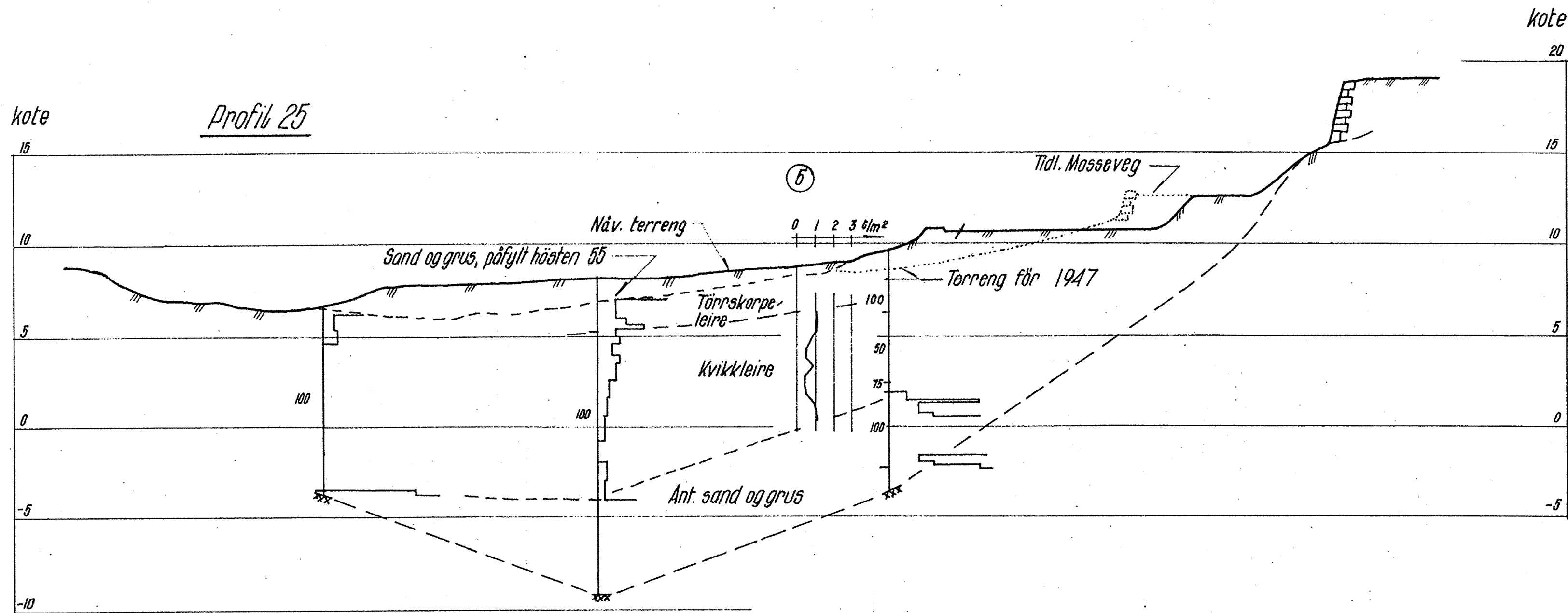


OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
BEKKELAGET  
Mohr's diagram  
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956



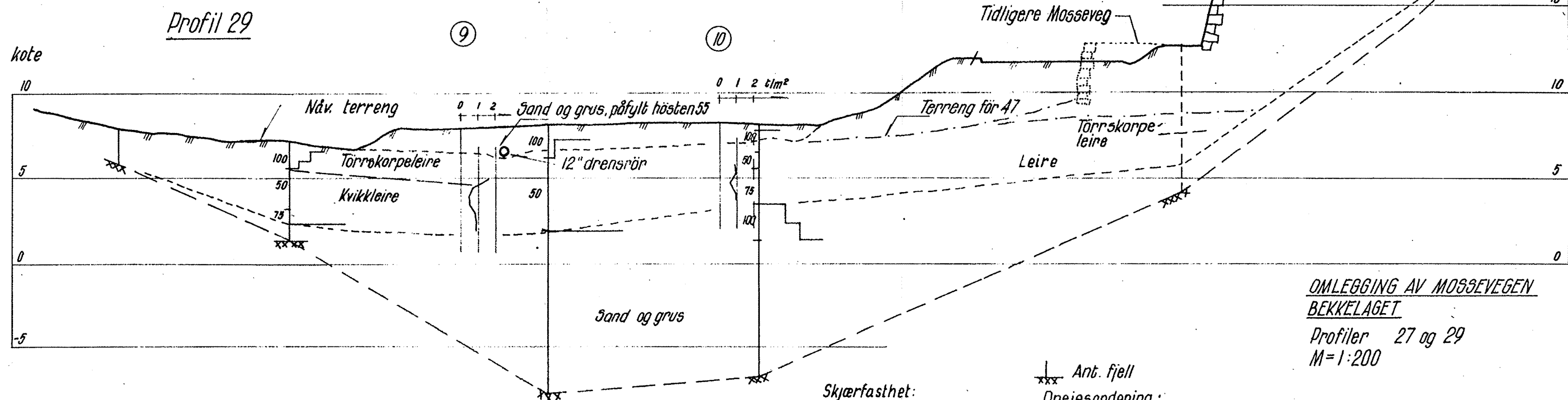
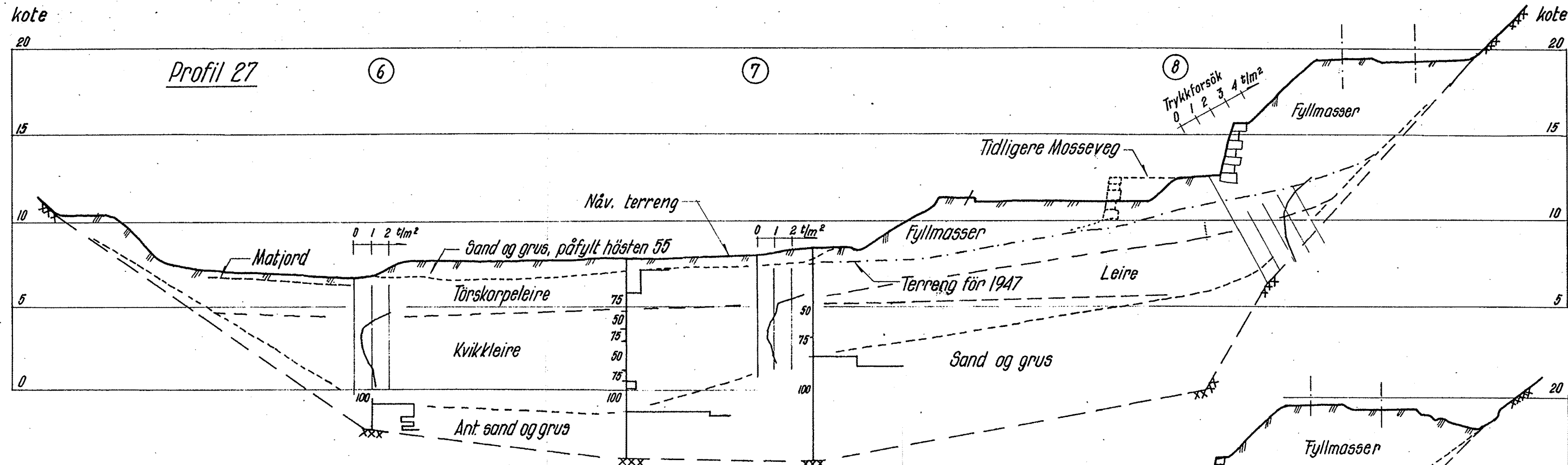
xxx Ant. fjell.  
Dreiesandering:  
1cm: tilsv. 100 halve omdr.  
pr. m. synkning  
Skjærfasthet:  
bestemt ved vingebor.

OMLEGGING AV MOSSEVEGEN,  
BEKKELAGET  
Profil 21 og 23  
Mål=1:200



~~xxx~~ Ant. fjell  
 Dreiesondering  
 lcm: tilsv. 100 halve omr. pr. m synkn.  
 Skjærfasthet:  
 bestemt ved vingebor.

OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
BEKKELAGET  
 Profil 25  
 M = 1:200

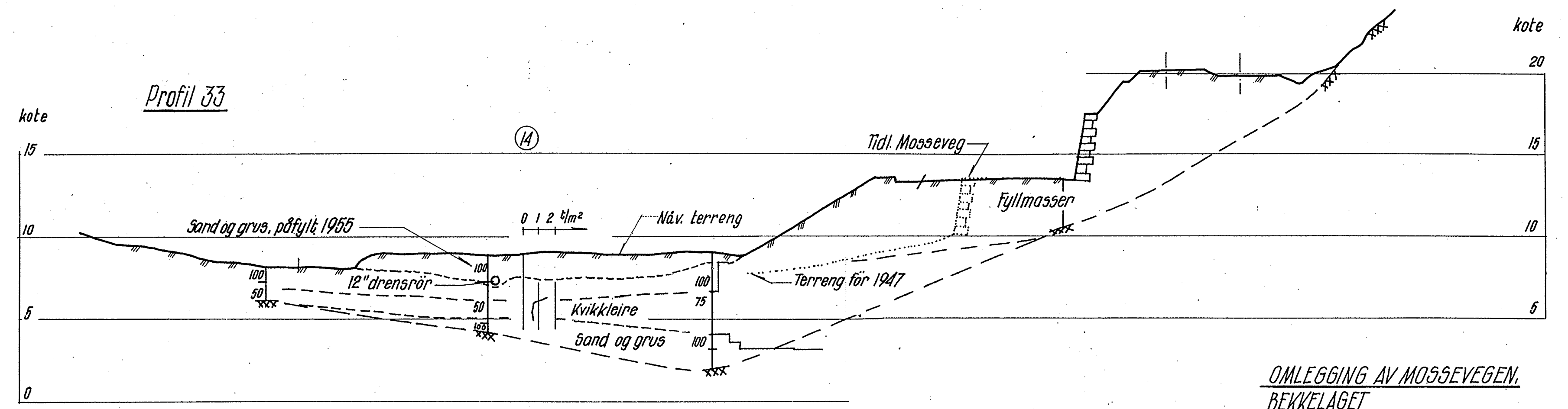
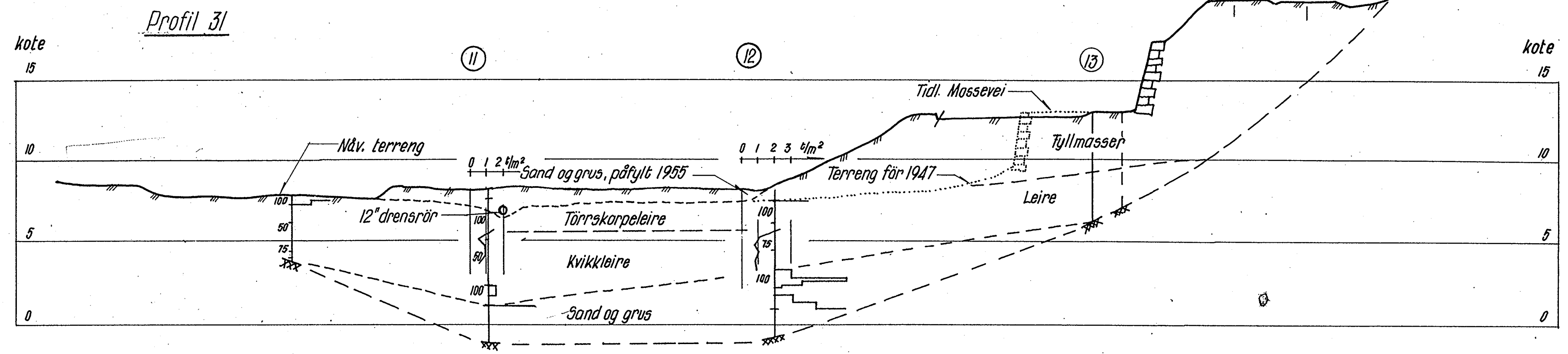


**OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
BEKKELAGET**

Profiler 27 og 29  
M=1:200

Skjærfasthet:  
bestemt ved vingebr

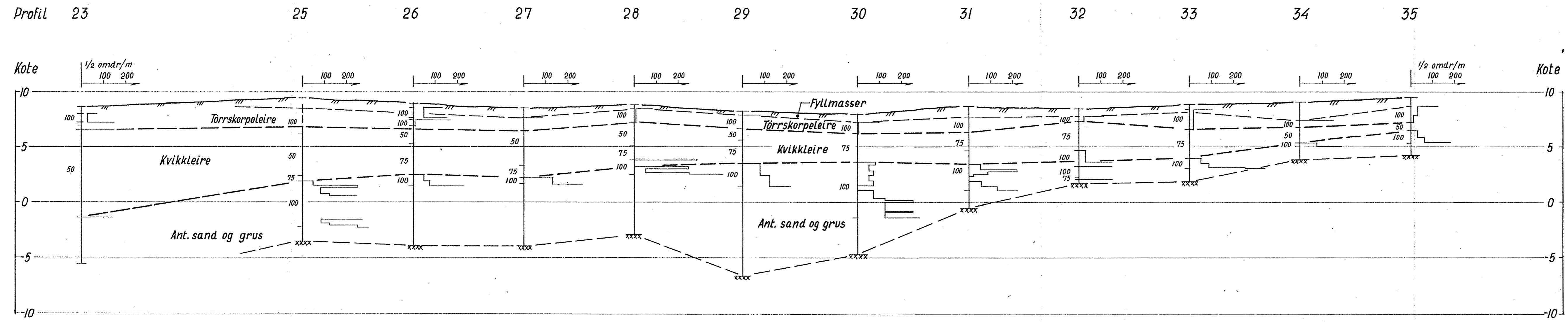
Ant. fjell  
Dreiesondering:  
1cm: tilsv. 100 halve omdr.  
pr. m synkn.



Skjærfasthet:  
bestemt ved vingebor.

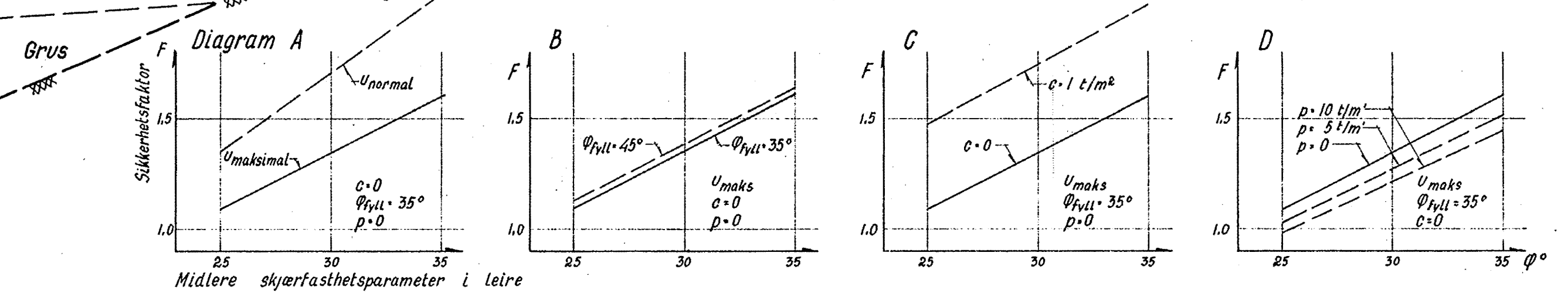
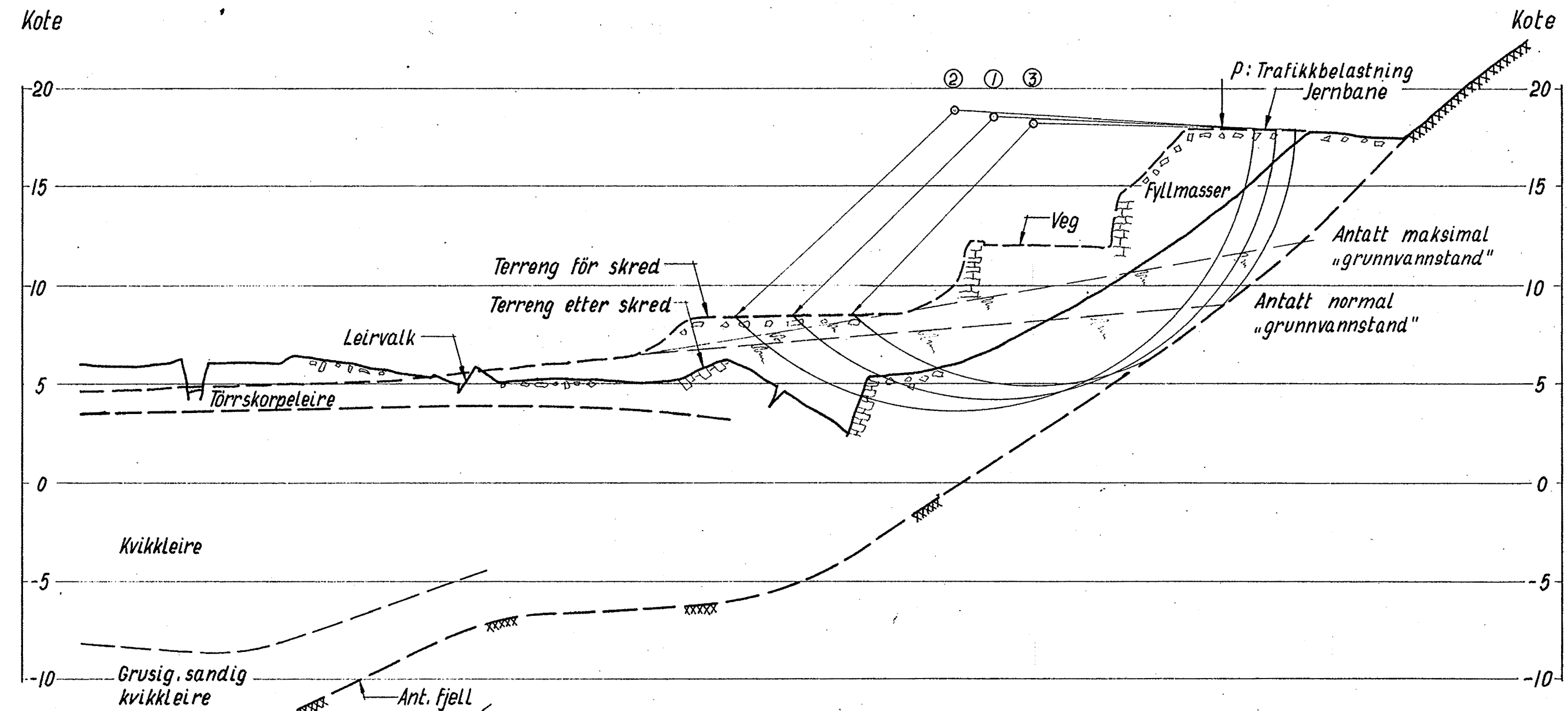
Ant. fjell  
Dreiesondering:  
1cm tilsv. 100 halve omdr.  
pr. m synkn.

OMLEGGING AV MOSSEVEGEN,  
BEKKELAGET  
Profiler 31 og 33  
M=1:200  
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni. 56



Tegnforklaring:  
 ⊥ Boring avsluttet  
 ⊥ Antatt fjell  
 Dreesondering:  
 1cm tilsv. 100 halve  
 omdr. pr. m synkn.

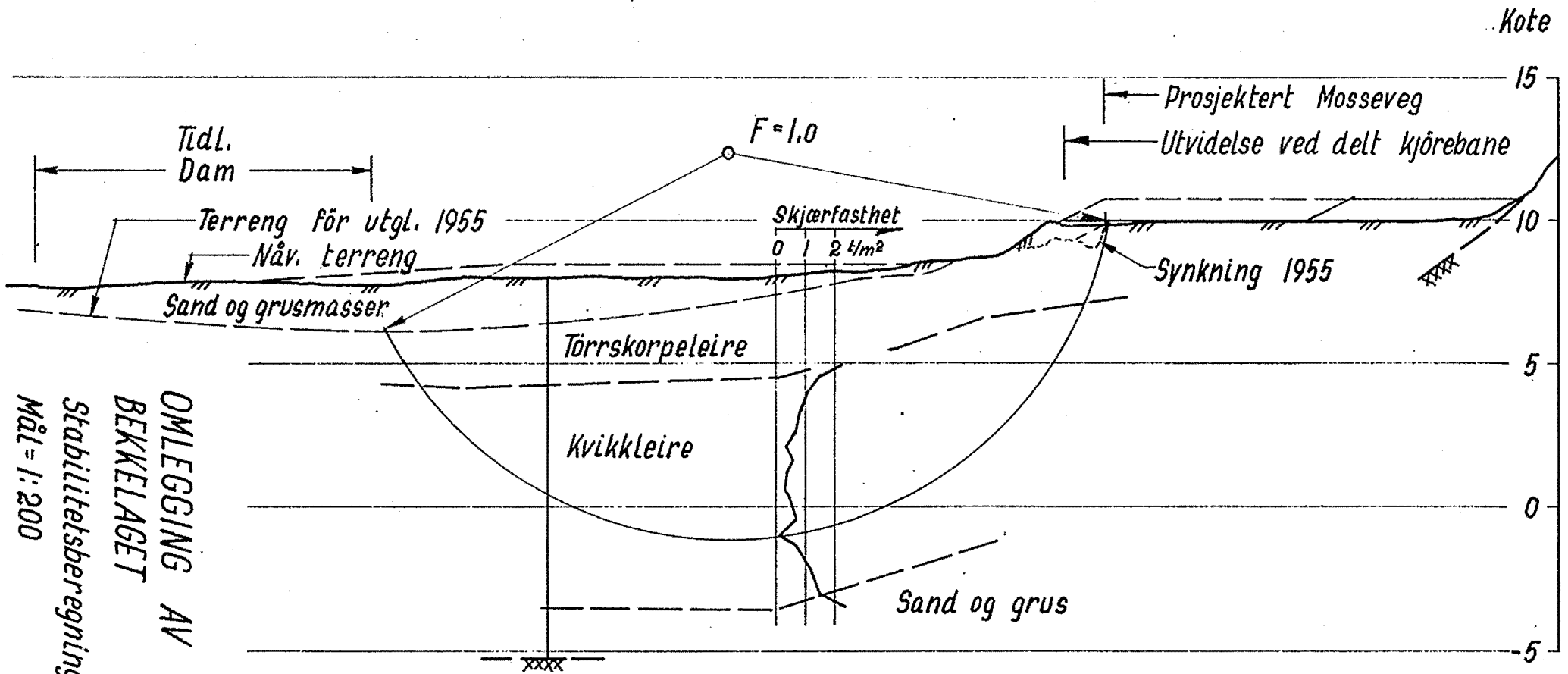
OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
 BEKKELAGET  
 Lengdeprofil ved fot av nåv. vegfylling.  
 Mål 1:200  
 NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956



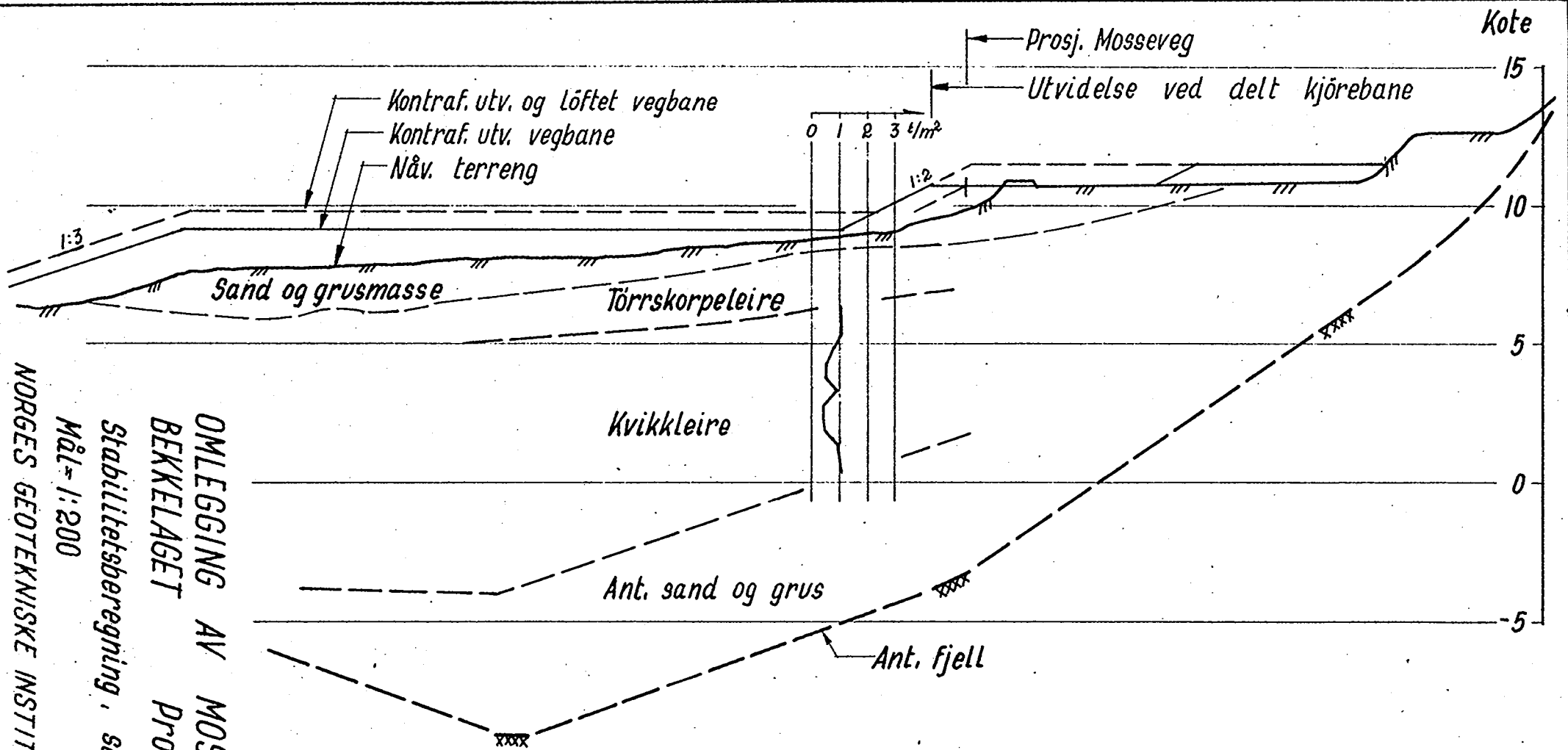
BEKKELAGET  
Stabilitetsberegning,  $c\phi$ -analyse  
Skred 1953  
Profil G (0.100 Profil VI)  
M = 1:200  
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956



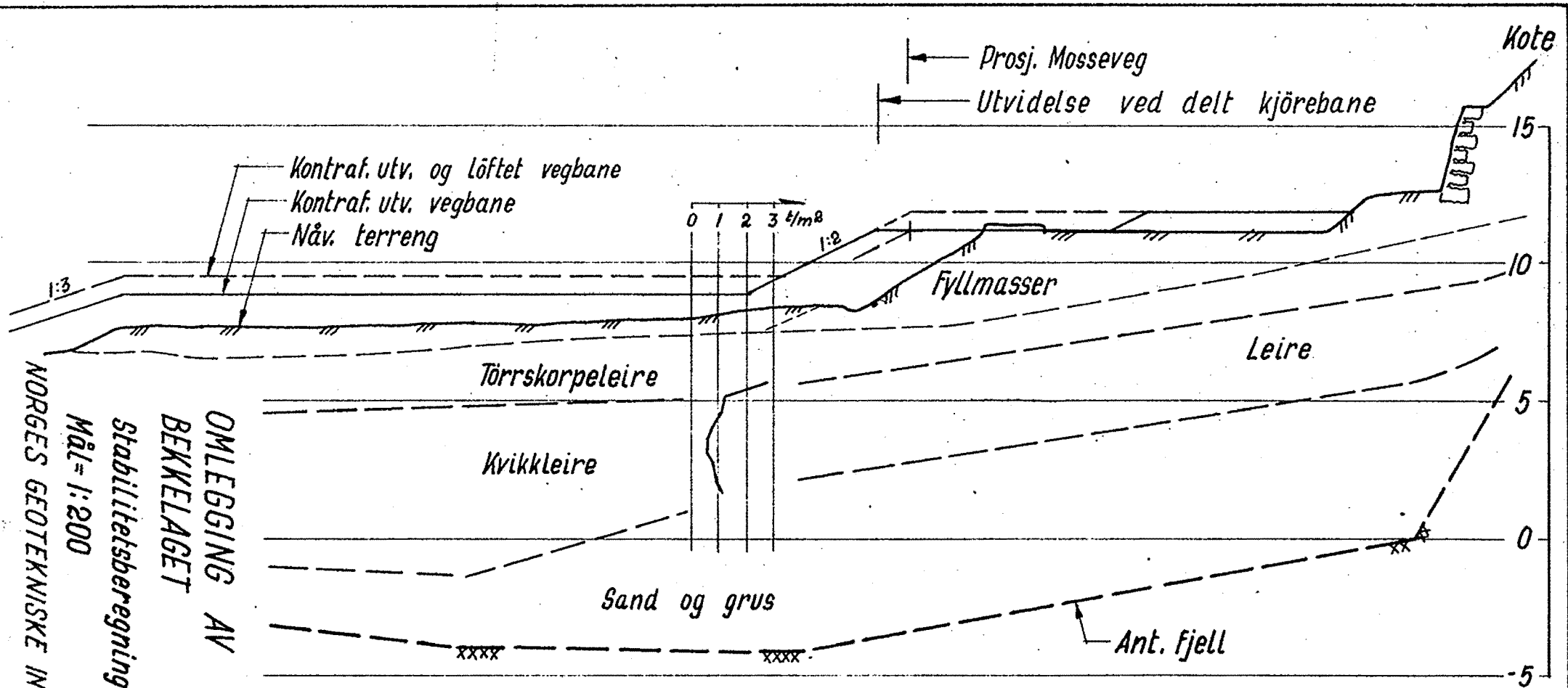




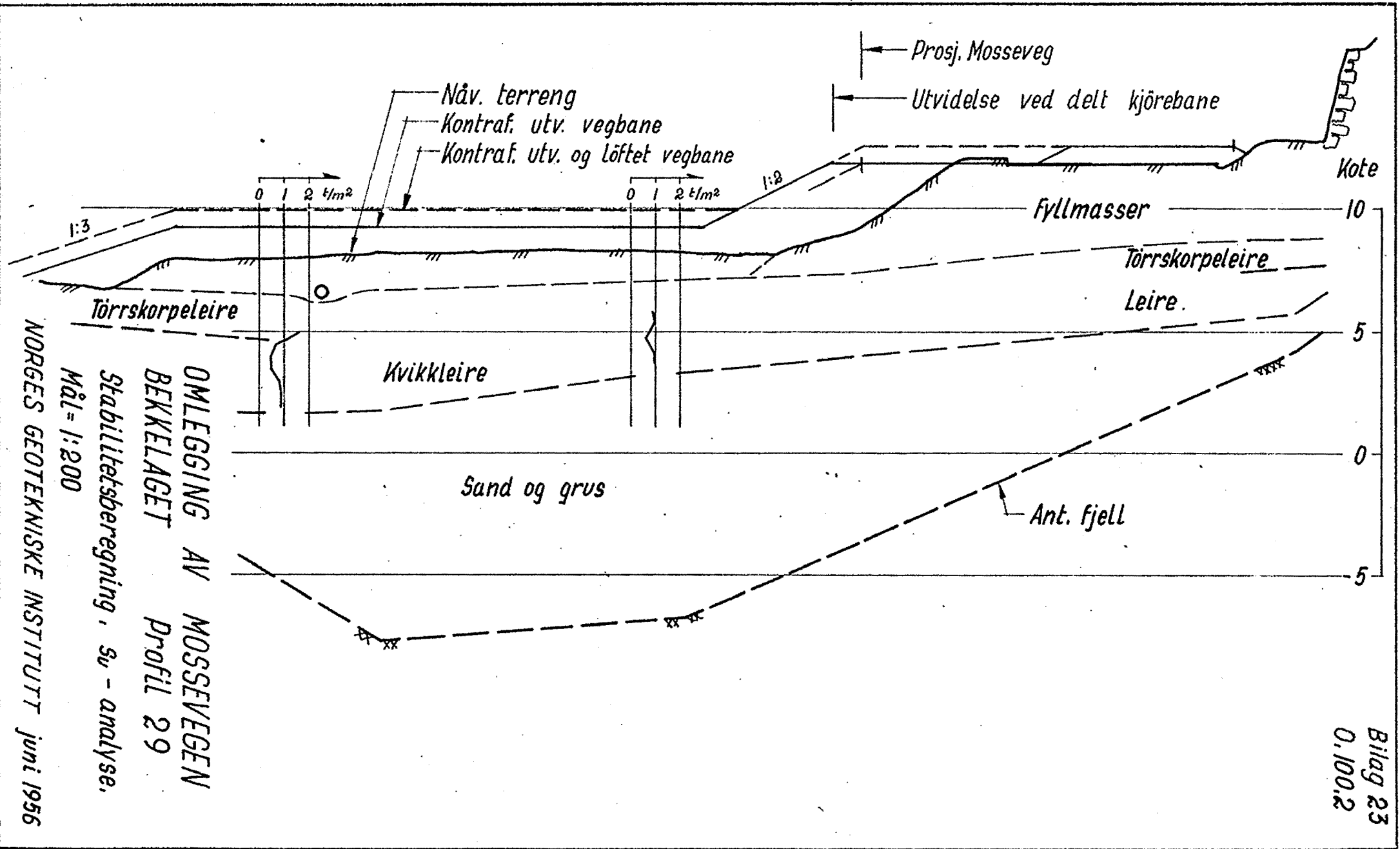
OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
 BEKKELAGET Profil 23  
 Stabilitetsberegning, su - analyse,  
 Mål = 1:200  
 NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956



OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
 BEKKELAGET Profil 25  
 Stabilitetsberegning, sv - analyse.  
 Mål: 1:200  
 NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956

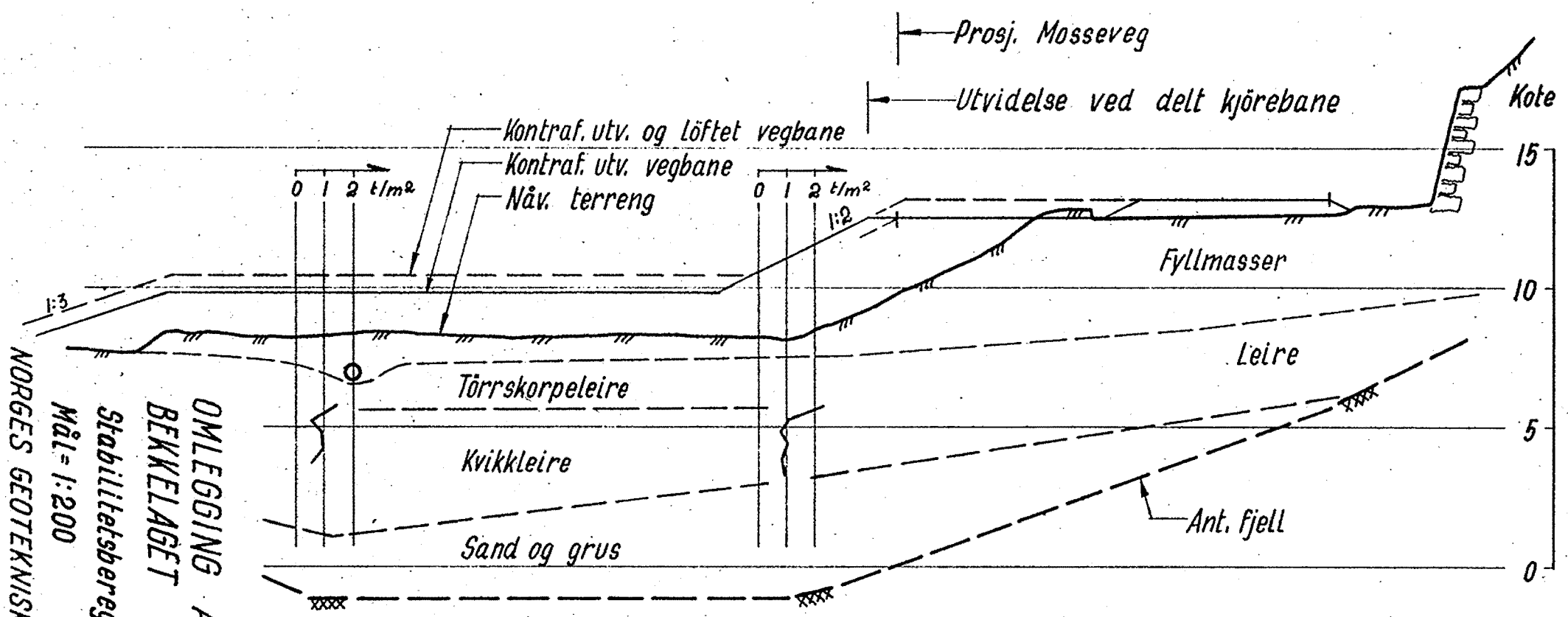


OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
 BEKKELAGET  
 Profil 27  
 Stabilitetsberegning, sv - analyse,  
 Mål = 1:200  
 NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956

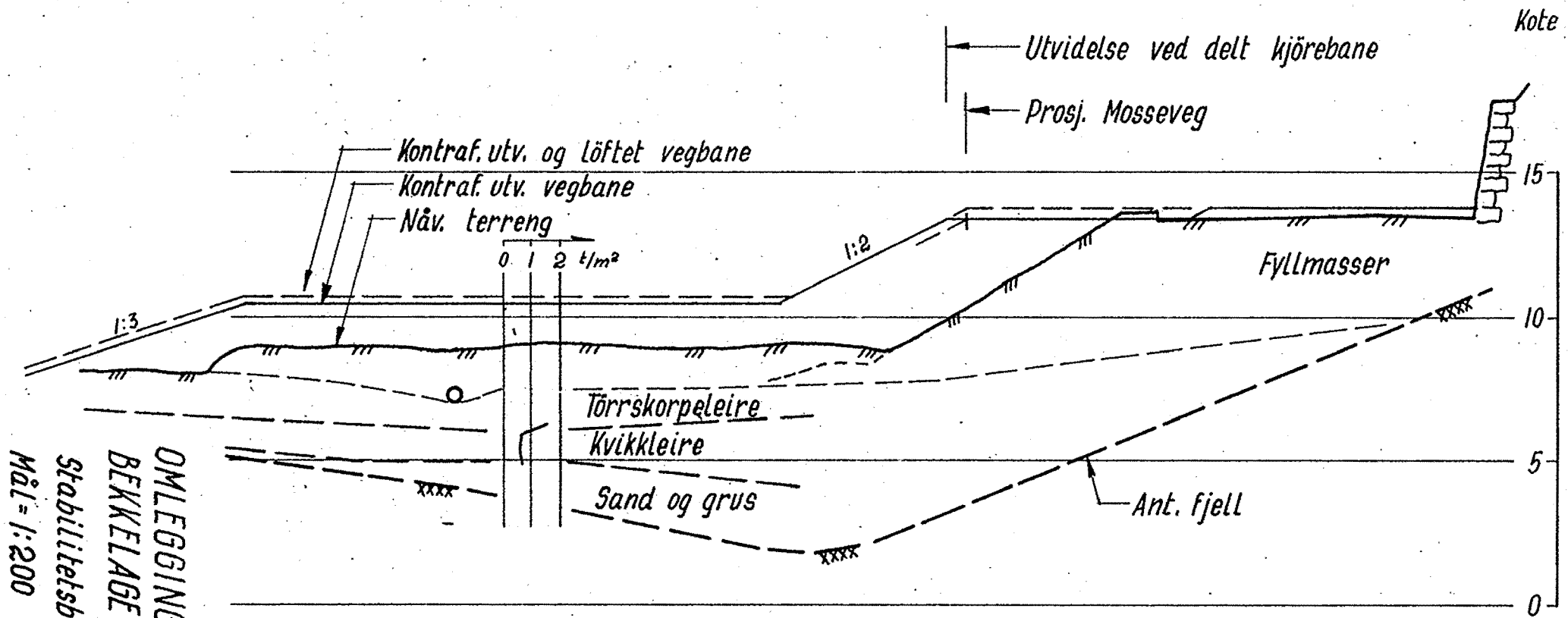


NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956  
 Mål = 1:200  
 Stabilitetsberegning, su - analyse.  
 BEKKELAGET  
 PROFIL 29  
 OMLEGGING AV MOSSEVEGEN

Bilag 23  
 0.100.2

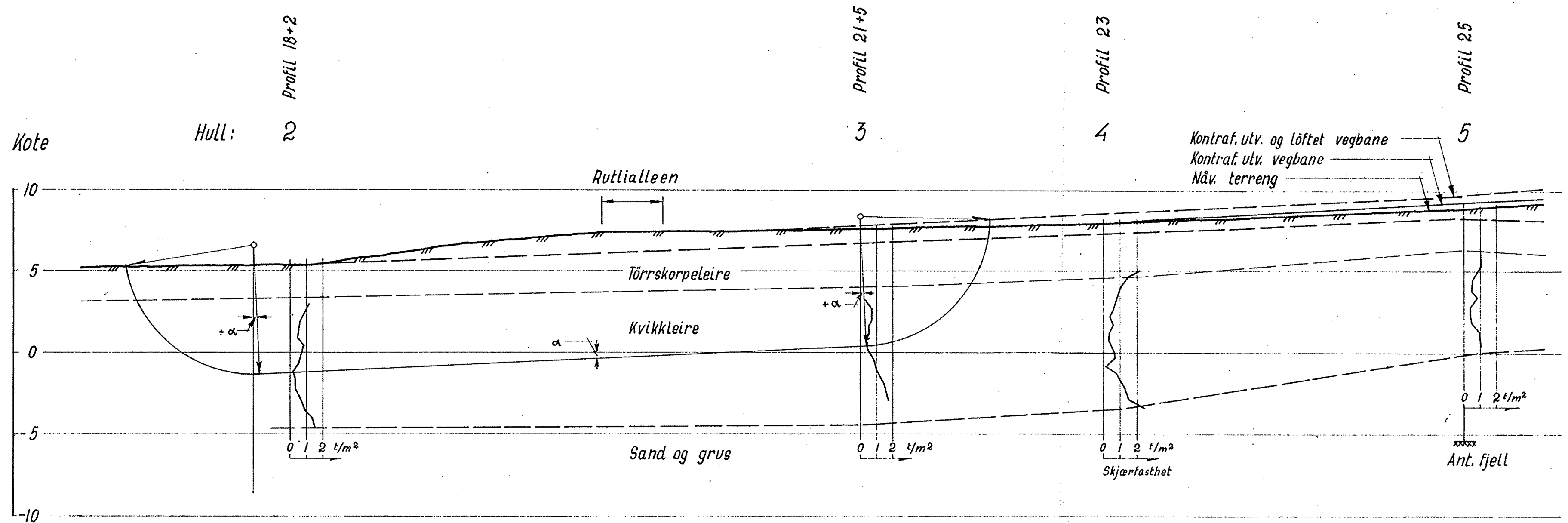


OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
 BEKKELAGET PROFIL 31  
 Stabilitetsberegning,  $s_u$  - analyse.  
 Mål = 1:200  
 NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Juni 1956

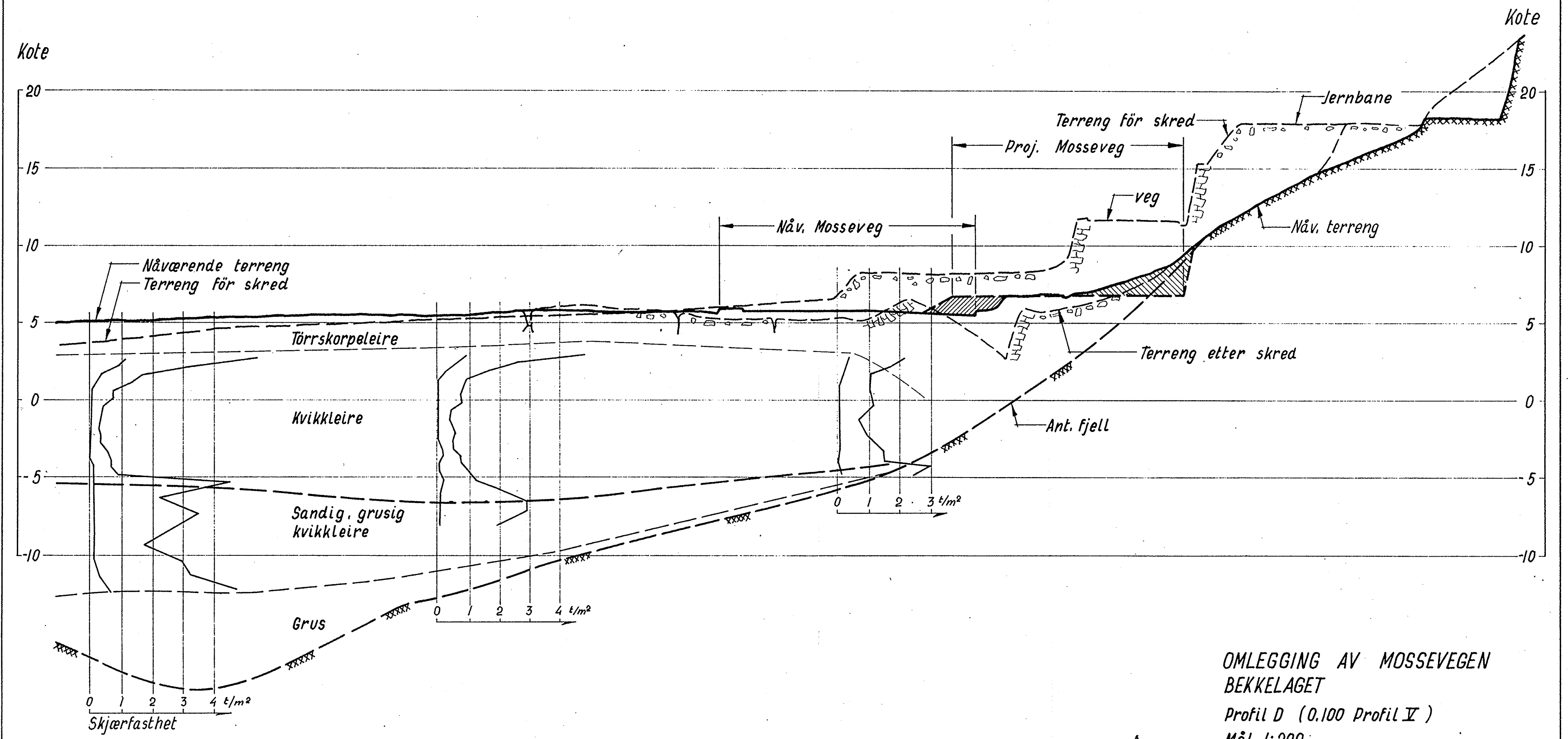


NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Juni 1956

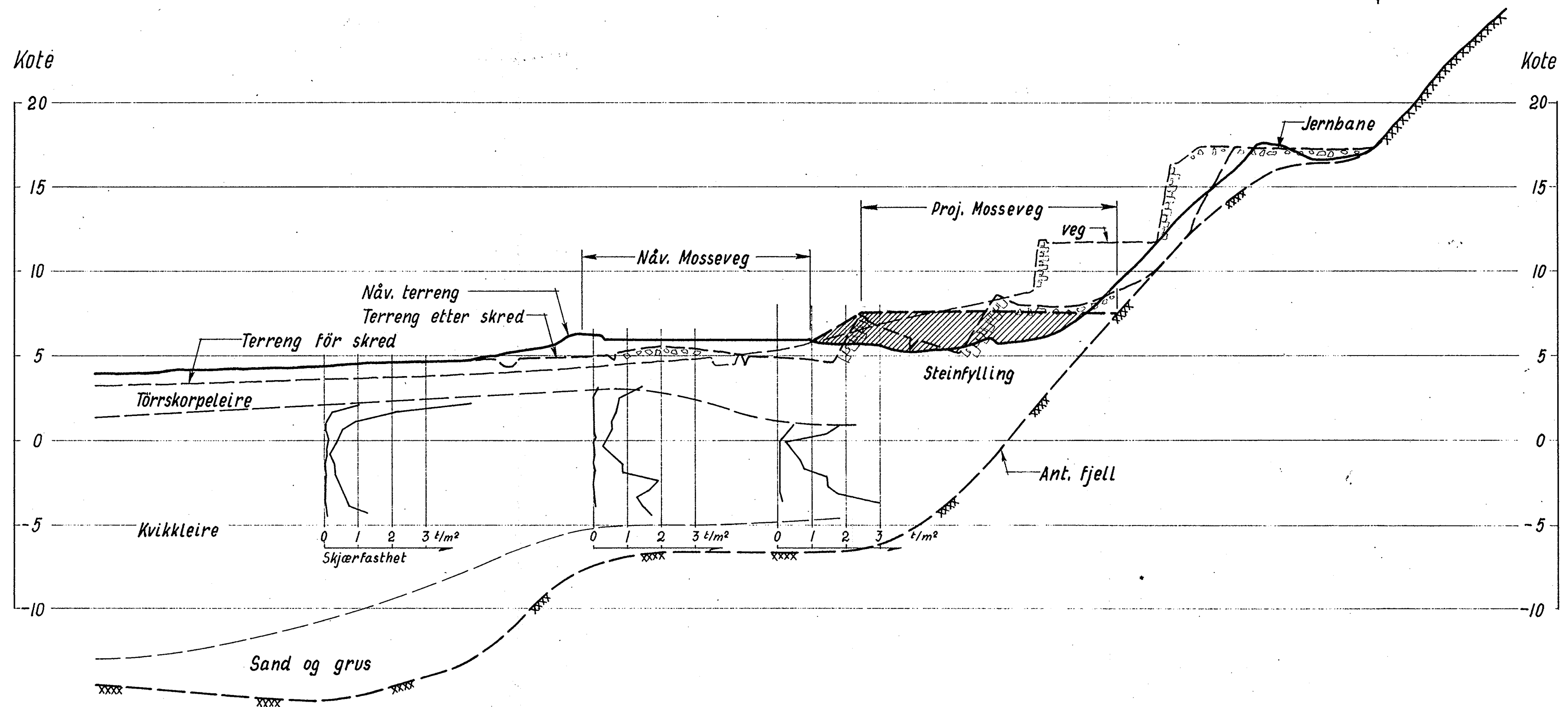
OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
 BEKKELAGET Profil 33  
 Stabilitetsberegning,  $s_u$  - analyse,  
 Mål = 1:200



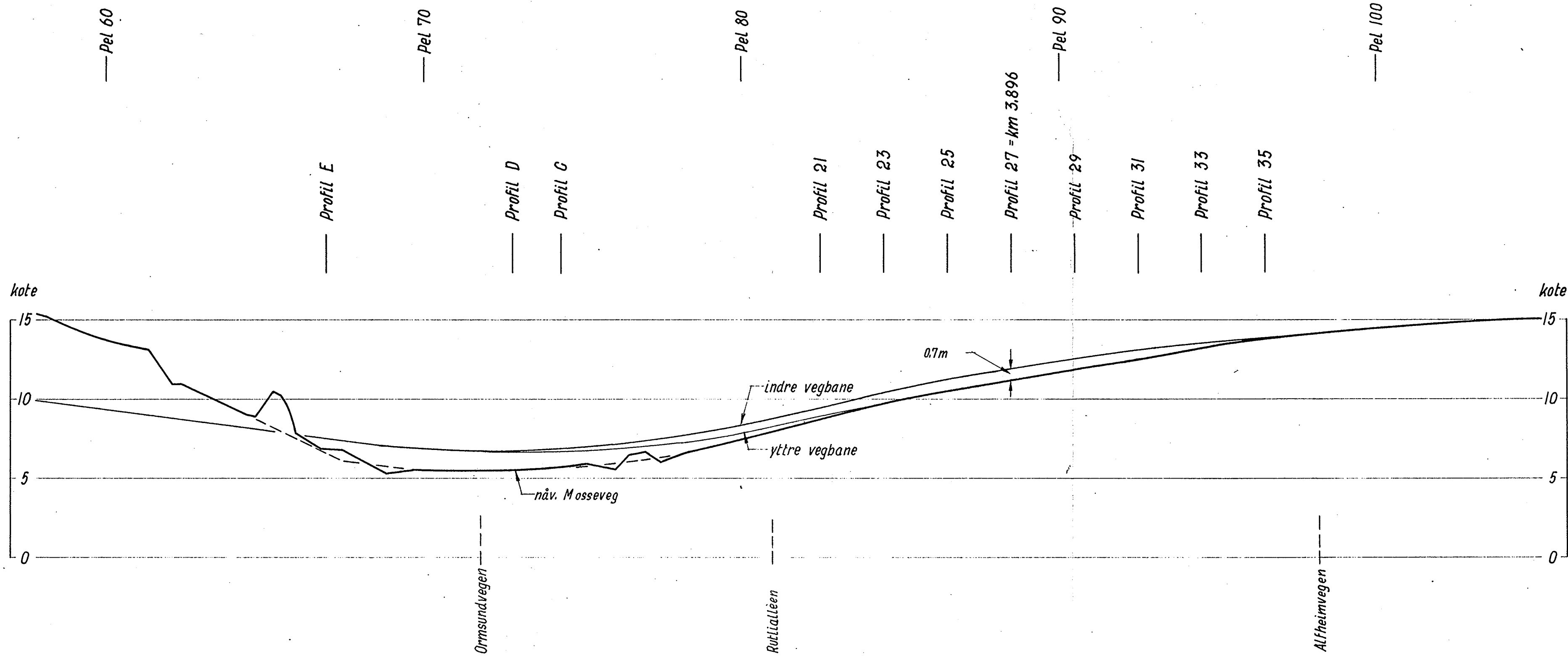
OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
BEKKELAGET. Profil B  
Stabilitetsberegning,  $s_v$ -analyse.  
Mål = 1:200  
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956



OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
BEKKELAGET  
Profil D (0.100 Profil V)  
Mål 1:200  
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956



OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
BEKKELAGET  
Profil E (0.100 Profil III)  
Mål 1:200  
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956



OMLEGGING AV MOSSEVEGEN  
BEKKELAGET

Lengdeprofil Pel 60 - Pel 100

Mål H-1:200 L-1:1000

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT juni 1956