

NORGES STATSBANER  
HOVEDADMINISTRASJONEN — OSLO 1

Telegr.adr.: Jernbanestyret  
Postadresse: Storgaten 33  
Telefon: 20 95 50

Gjenpart: Bgk. 3591

Bilag (antall)

Distriktsjefen

DRAMMEN

Deres ref. og datum

5637/34 a Bø 3.9.73

Eget saknr. og ref.

8305/18 B/Baf

Datum

-5. SEP. 1973

Sak

BRATSEBERGBANEN KM 191,89 - 192,01  
LAGERPLASS FOR PUKK NÆR LINJEN  
SIDESPOR VED BJØRNTVET

De supplerende grunnundersøkelser utført av Noteby A/S, viser at stabilitetsforholdene for jernbanelinjen vil være tilfredsstillende også etter at de påtenkte fyllinger er utlagt. Hovedadministrasjonen kan derfor godkjenne de forelagte planer for oppfylling i området.

For Generaldirektøren

---

NORGES STATSBANER  
HOVEDADMINISTRASJONEN — OSLO 1

Telegr.adr.: Jernbanestyret  
Postadresse: Storgaten 33  
Telefon: 20 95 50

Gjenpart: Bgk.

3591

Bilag (antall)

Distriktsjefen

DRAMMEN

Deres ref. og datum  
5637/34a Bø, 2.4.73

Eget saknr. og ref.  
8305/18 B/Baf

Datum

- 3. MAI 1973

Sak

BRATSBERGBANEN KM 191,89 - 192,01  
LAGERPLASS FOR PUKK NÆR LINJEN  
SIDESPOR VED BJØRNTVEDT

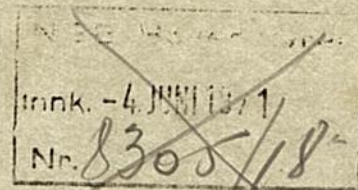
Ovennevnte sidespor vil kreve en oppfylling til ca. kote 25, dvs. til en høyde av ca. 5 m over nåværende terreng, mellom A/S Norcems planlagte pukklager og jernbanelinjen. Vi er enig med Noteby A/S i at det her bør utføres supplerende grunnundersøkelser, både av hensyn til det prosjekterte sidespor og til fremtidig ovenforliggende pukklager, for disse anlegg kommer til utførelse.

Geoteknisk kontor er for tiden sterkt presset med arbeidsoppgaver og kan derfor i nærmeste fremtid ikke påta seg disse undersøkelser. Prinsipielt mener vi at oppdraget bør overlates til Noteby A/S. Anlegget av sidespor på dette sted er geoteknisk sett sterkt knyttet til A/S Norcems planer om pukklager, og sidesporets og jernbanens stabilitetsforhold må inngå i en totalvurdering av hele områdets stabilitet.

For Generaldirektøren

Gjensant ~~for~~ Had.

3591



Bgk.

8 9 2 0

Norcem A/S.

Lagerplass for pukk, Bjørntvet Brudd.

Grunnundersøkelser. Vurdering av stabilitet.

15/4.1971



**NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL AS**

JAN FRIIS

RÅDGIVENDE INGENIØRER

GEOTEKNIKK - INGENIØRGEOLOGI - BETONGTEKNOLOGI

# NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

JAN FRIIS



JAN FRIIS, MNIF, MRIF  
ODD S. HOLM, MNIF, MRIF  
GUNNAR DAGESTAD, MNIF, MRIF  
ALF G. ØVERLAND, MNIF, MRIF

RÅDGIVENDE INGENIØRER  
GEOTEKNIKK · INGENIØRGEOLOGI  
BETONGTEKNOLOGI

ADRESSE: THV. MEYERSGT. 9, OSLO 5  
TELEFON: • 37 28 90  
TELEGRAM: NOTEBY  
BANK: ANDRESENS BANK A.S

Deres ref.:

Sak nr. og ref.: ThS/JHB/KH

Dato, 15. april 1971.

Norcem A/S.

Lagerplass for pukk, Bjørntvet Brudd.

Grunnundersøkelser. Vurdering av stabilitet.

Tegning nr. 8920-0,-1,-2,-3,-4,-51,-52,-53,-101.

Bilag 1 og 2.

## A. INNLEDNING.

Ved Bjørntvet Brudd ønsker Norcem A/S, avd. Dalem, å benytte et område mellom eksisterende verksted og siloer og grensen mot jernbanen til beredskapslager for pukk. Ønskelig lagerkapasitet var ca. 50 000 tonn pukk, tilsvarende ca. 25 000 m<sup>3</sup>, og Norcem A/S antydte på forhånd en fyllingshøyde på ca. kote pluss 42.

Vårt firma er engasjert som rådgivende ingeniører i geoteknikk, og vi er bedt om å vurdere stabilitetsforholdene ved en eventuell oppfylling, og å komme med forslag til fyllingsplan. Norcem A/S har foretatt boringer etter en på forhånd avtalt plan, og vi har foretatt supplerende undersøkelser i form av prøvetaking.

Foreliggende rapport inneholder resultatet av grunnundersøkelser, våre konklusjoner med hensyn til stabilitetsforholdene, og to alternative fyllingsplaner som begge er stabilitetsmessig tilfredsstillende.

## B. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

Det er foretatt 13 spyleboringer til fjell og tatt 2 prøveserier av løsmassene med 54 mm prøvetaker. Prøvene er undersøkt i vårt laboratorium

for klassifisering og bestemmelse av andre geotekniske data.

Fra tidligere undersøkelser er resultatet av 3 dreieboringer langs foten av jernbanefyllingen tatt med i denne rapporten. Disse undersøkelsene ble foretatt av vårt firma i 1963.

Vi viser til bilag 1 og 2 for beskrivelse av utstyr og forklaring av oppteigningsmåten og undersøkelsesmetoder.

### C. GRUNNFORHOLD.

Resultatet av undersøkelsene fremgår av plan og profiler, tegning nr. 8920-1, -2, -3 og -4. For klassifisering av de finkornige massene på dypet er det utført slemmeanalyse, og kornfordelingskurver for disse prøver fremgår av tegning nr. 8920-101.

Pukkfyllingen skal plasseres i skråningen mellom de eksisterende siloer og jernbanen. Foran verkstedet og siloene er terrenget oppfylt til et planum på ca. kote pluss 36. Utover i skråningen foran det oppfylte området og ned mot jernbanen faller terrenget til ca. kote 23 ved grensen mot jernbaneområdet. I sydøst avskjæres området av en bekk, og bunnen av bekkedalen ligger på ca. kote 18. Bekken går i kulvert både under det oppfylte området foran pukkverket og under jernbanefyllingen, men er åpen over en mindre strekning mellom disse to steder.

Dybdene til fjell varierer betydelig. I bekkedalen er dybdene forholdsvis små og av størrelsen 3-5 m. Likeledes er dybdene til fjell små lengst vest nær verkstedet, også her ca. 5 m. De største dybdene er funnet langs terrengryggen like nordvest for bekken, der det er boret til opptil 22 m før fjell er påtruffet (profil D).

De to prøveseriene viser at løsmassene hovedsakelig består av finkornige friksjonsmasser. I de øvre 10-15 m er det finsand og grovsilt med enkelte organiske lag. Massene blir noe leirige i dybden. I de nederste ca. 5 m over fjellet består massene av er leirig og sandig silt med enkelte organiske lag. Finsandmassene i toppen har et vanninnhold på 10-20 %, økende til ca. 25 % i dybden. Der massene har et visst leirinnhold er den udrenerte skjærfasthet bestemt ved trykk- og konusforsøk. Skjærfastheten er stort sett  $3-5 \text{ Mp/m}^2$ . Like over fjell mister massene mye av sin skjærfasthet ved omrøring, og sensitiviteten, d.v.s. forholdet

mellom uforstyrret og omrørt skjærfasthet, varierer mellom 18 og 38. Massen har en kvikkaktig karakter. For dybden 18.6 m ble utrullingsgrensen og flytegrensen bestemt, og resultatet av disse bekreftet massenes kvikkhet.

I et lag på ca. 5 m tykkelse umiddelbart over fjellet kan massene karakteriseres som et kombinert kohesjons- og friksjonsmateriale. Tegning nr. 8920-101, kurve B, viser et leirinnhold på ca. 5 %. Masser med mindre leirinnhold enn dette vil hovedsakelig være et friksjonsmateriale. I begge prøveserier er det påvist organiske lag, tildels på større dyp, noe som tyder på at løsmassene er lagvis oppbygde elvededimenter.

#### D. STABILITET.

Det er foretatt stabilitetsberegninger for forskjellige fyllingsalternativer, både ved å betrakte massene som et kohesjonsmateriale og som et friksjonsmateriale. På grunnlag av disse beregninger er vi kommet frem til to fyllingsalternativer som vi mener er stabilitetsmessig tilfredsstillende. De to alternativer fremgår av tegning nr. 8920-51 og -52. Alternativ I har en maksimal oppfyllingshøyde på kote pluss 40, og alternativ II har en maksimal oppfyllingshøyde på kote pluss 36, d.v.s. i plan med eksisterende fylling.

Beregningene viser at det langs kritiske skjærflater ved full oppfylling vil bli mobilisert gjennomsnittlige skjærspenninger på 5-6  $\text{Mp/m}^2$ , beregnet ved  $S_u$ -analyse. Ved en  $\phi$ -analyse fås tilsvarende mobiliserte friksjonsvinkler på maksimalt 18-21°. Dette gjelder begge fyllingsalternativer.

Kreftene langs potensielle glideflater vil bli opptatt dels på kohesjon og dels på friksjon, og på bakgrunn av dette har vi kommet til at de to fyllingsalternativer gir tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning. Det er imidlertid forutsatt at oppfyllingen ikke medfører betydelige poretryksendringer, og det må settes ned piezometre for poretryks-observasjoner under oppfyllingen. Dersom oppfyllingen medfører midlertidig økning av poretrykket kan det bli påkrevet å utføre fyllingsarbeidene i et langsommere tempo.

E. KONKLUSJON. SLUTTBEMERKNING.

På grunnlag av de utførte grunnundersøkelser og våre beregninger er vi kommet til at området mellom pukkverket og jernbanen kan benyttes til beredskapslager for pukk. Av stabilitetsmessige hensyn vil det imidlertid være nødvendig å foreta oppfyllingen etter en bestemt plan, og vi vil anbefale at man benytter ett av de to fyllingsalternativ som er skissert på tegning nr. 8920-51 og -52. Begge alternativer gir noe mindre masser ved maksimal utfylling enn det bedriften har ytret ønske om.

Alternativ II er i samsvar med et forslag fra Norcem A/S, påført visse endringer fra vår side.

Begge fyllingsalternativ forutsetter at den gjenstående åpne delen av bekken ned mot jernbanen kulverteres og at dalen fylles opp. Det vil bli nødvendig å legge adkomsten til massetaket på fyllingen over bekkedalen. Kulverten vil få en overdekning på opptil 18 m, og må dimensjoneres for dette.

Vi har masseberegnet de to foreslåtte fyllingsalternativ, og resultatet er gitt i tabell nedenfor. De angitte volum refererer seg til massene i hovedfyllingen og den del som ligger over det angitte lasteplan.

|                 | Volum<br>(m <sup>3</sup> ) | Utlagt masse<br>(tonn) |
|-----------------|----------------------------|------------------------|
| Fyllingsalt. I  | 20 600                     | 41 200                 |
| Fyllingsalt. II | 19 700                     | 39 400                 |

*Rundelet  $\gamma = 2,0 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$   
må være alt  
for høyt.  
 $\gamma = 1,5 - 1,6$  vann-  
mettet!*

Dersom det er behov for å legge ut en større fylling enn det de to alternativer tilsier, kan man tenke seg å utvide fyllingen noe mot nord.

Masseuttaket er for begge alternativer tenkt foretatt i foten av hovedfyllingen. For alternativ I benyttes motfyllingen på kote minus 30 som arbeidsplan. For alternativ II kan arbeidsplanet etableres som vist på tegning nr. 8920-52, med fall fra kote 28 i syd til kote 25 i nord. Dette gir en stigning på ca. 1:25.

For begge alternativer forutsettes at motfyllingen på henholdsvis kote pluss 30 for alternativ I og på kote pluss 25-28 for alternativ II er

etablert før hovedfyllingen legges ut.

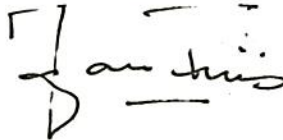
Det nedsettes piezometre for kontroll av porevannstrykket. Observasjoner tas jevnlig under første gangs oppfylling, og sendes oss. Vi forutsetter etablert en nær kontakt mellom bedriften og oss i denne fase.

Oppfyllingen vil etter det vi forstår ikke strekke seg inn på jernbanens område. Vi vil allikevel anbefale at Norges Statsbaners geotekniske kontor forelegges planene om oppfyllingen.

Vi går ut fra at vi blir underrettet om eventuelle endringer i fyllingsplanene.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S

Jan Friis



---



J.H. Bertnes.

## Boringsutstyr. Opptegning av resultatet av sonderboringer

### HENSIKTEN MED MARKARBEIDET

Sonderboringer med forskjellige typer redskap brukes for å få den første orientering om dybdene til fjell eller fast grunn samt art og lagringsfasthet av massen. Ved sonderboringerne finnes «antatt fjell» og orienterende verdier for massens geotekniske egenskaper.

Ved prøvetakning og laboratorieundersøkelsen av prøvene fås nøyaktige data for prøvenes geotekniske egenskaper. Prøveseriene olaseres på grunnlag av resultatet av sonderboringerne og det foreliggende tekniske problem, slik at de best mulig blir representative for byggegrunnen.

Undersøkelsene i marken kan foruten sonderboring og prøvetaking omfatte måling av grunnvannstanden eller porevannstrykket ved piezometere, vinge-boring for skjærfasthetsbestemmelse, belastningsforsøk direkte på grunnen eller på peler, setningsobservasjoner osv.

### DREIEBOR

er 20 mm spesialstål i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 30 mm skruespiss. Boret belastes med 100 kg og dreies ned for hånd eller motor.

Motstanden mot boret tegnes opp med en tverrstrek på borchullet dit borspissen er nådd for hver 100 halve omdreining. Antall halve omdreininger påføres høyre side av borchullet.

Skravert borchull angir at boret er sunket uten dreining for den belastning som er påført venstre side av borchullet. Er borchullet merket med kryss betyr det at boret er slått ned.

Dreiboret gir forholdsvis god orientering om art og lagringsfasthet av den masse som det bores gjennom.

### RAMSONDERING

utføres med 32 mm borestål i 3 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 40 mm sylindrisk spiss. Boret rammes ned ved hjelp av et fallodd på 75 kg, som føres på borstangen og drives av en motornokk.

Rammearbeidet registreres som det antall slag med fallhøyde 50 cm som skal til for å drive boret ned 50 cm. Resultatet tegnes opp ved å avsette rammemotstanden

$$Q_0 = \frac{\text{Vekt av lodd} \times \text{fallhøyde}}{\text{Synkning pr. slag}} \quad (\text{tm/m})$$

som funksjon av dybden.

$Q_0 = 1-3$  tm/m tilsvarer en løs grunn.

$Q_0 = 10-20$  tm/m tilsvarer en fast grunn.

Ramboret har normalt større nedtrengningsevne enn dreieboret, men gir mindre pålitelige opplysninger om arten av jordmassene. Ramboret gir gode opplysninger om den dybde peler må rammes til for å oppnå den forutsatte bæreevne.

### SPYLEBOR

består av  $\frac{3}{4}$ " rør som spyles ned i grunnen ved hjelp av trykkvann fra ledningsnettet eller fra en motorpumpe. Spyleboret er nederst forsynt med en spylespiss med tilbakeslagsventil og øverst en vannsvivel. Spyleboret er egnet for oppsøkning av fjell i finkornet masse, men boret stopper lett i grove masser. Spyleboret gir i alminnelighet ikke pålitelige opplysninger om grunnens art.

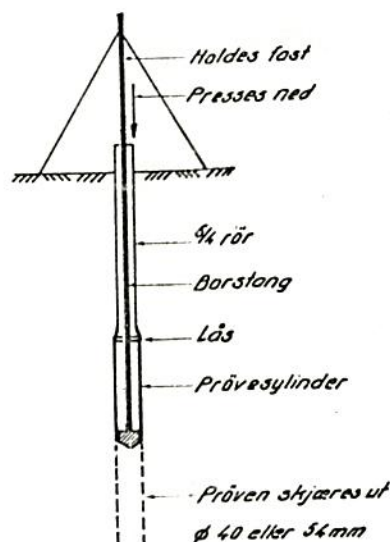
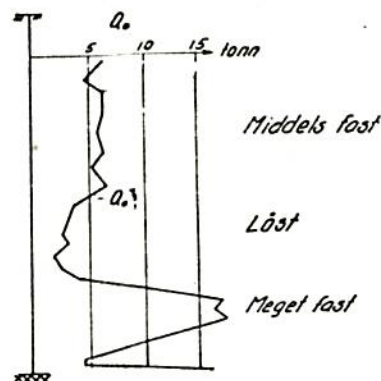
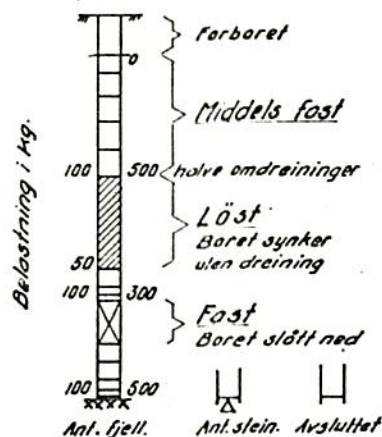
### PRØVETAKING

De vanlig brukte prøvetakere er 40 og 54 mm stempelbor. Begge prøvetakere består av en tynnvegget sylinder, som forbindes opp til terrengoverflaten ved hjelp av  $\frac{5}{8}$ " rør. Nederst i sylindren er et stempel som er forbundet til overflaten med borstenger. Stempleet er fastlåst i sylindrens nedre ende når prøvetakeren presses ned til ønsket dybde. Når en prøve skal tas, frigjøres låsen, stempleet holdes fast og sylindren presses ned ved hjelp av forlengelsesrørene og skjærer ut prøven.

Prøvetakeren trekkes opp og etter forsegling med voks blir prøvene sendt til laboratoriet for undersøkelse.

### RAM-PRØVETAKERE

brukes i meget fast masse. De er i prinsippet som 40 og 54 mm prøvetaker, men vesentlig solidere, slik at de kan rammes ned i grunnen. Prøvene blir ikke uforstyrrede, men blir representative for grunnen hva de øvrige geotekniske egenskaper angår.

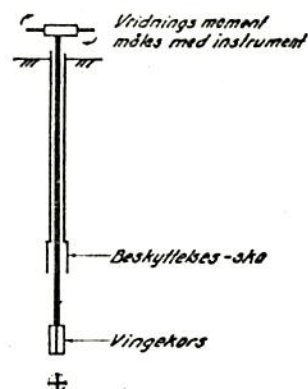


### RØRKJERNEBOR

(tubkjernebor) brukes til prøvetaking i faste masser. Et 3" foringsrør med spesiell sko og slagstykke rammes ned med et 150 kg fallodd. Prover av massen trenger opp gjennom skoen og inn i et indre rør som av og til tas opp og tømmes for prøvemasse.

### VINGEBOR

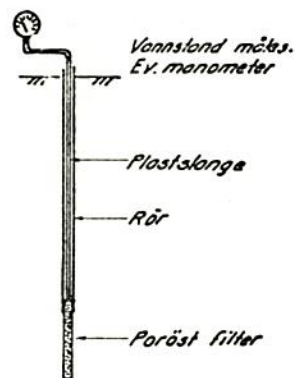
brukes for direkte bestemmelse av leirens skjærfasthet i marken uten å ta opp prøver. Et vingekorset som ligger inne i en beskyttelsessko føres ned til 60 cm over den dybde det skal måles og vingekorset skyves ut av beskyttelsesskoen og ned i leiren. Vingekorset er forbundet opp med borstenger, som gjør det mulig å dreie vingekorset rundt ved hjelp av et instrument som samtidig registrerer det maksimale torsjonsmoment ved brudd i leirmassen rundt vingekorset. Skjærfastheten finnes av en kalibreringskurve.



### PORETRYKKSMÅLING. BESTEMMELSE AV GRUNNVANNSTANDEN

Et piezometer for måling av porevannstrykket eller grunnvannstanden er et sylindrisk porøst filter med 32 mm diameter. Filteret presses ned i bakken ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret går et stigerør av plast opp gjennom røret. Poretrykket bestemmes ved måling av vannstanden i røret ved et elektrisk instrument eller ved et tilkoblet manometer.

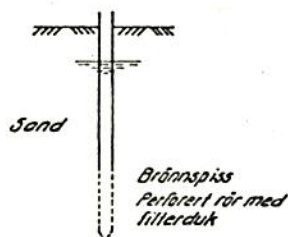
En brønnspeiss brukes til å finne grunnvannstanden i grov sand og grus. Vannstanden måles direkte i røret.



### FJELLKONTROLLBORING

foregår med vognbormaskiner av type Atlas Copco BVB-21. Bormaskinen er montert på en foring på en vogn. Mating og opptrekk skjer via kjedetrekk fra en luftmotor. Til boringen brukes 32 mm borstenger i 3 m lengder, som skjøtes ved hjelp av muffer med repgjenger. Det brukes vanligvis 48 mm hardmetallkrysskjær og vannspyling. Maskinen krever en ca. 9 m<sup>3</sup>/min. kompressor og 6 atø lufttrykk.

Med dette utstyr kan bores gjennom all slags grunn, fra leire til steinfylling. Overgangen mellom løs masse og fjell konstateres ved øket bormotstand og ved at boringen gir jevn fremdrift i fjell. Det bores vanligvis 3—5 m ned i fjellet for å påvise fjellens beliggenhet med full sikkerhet.



### ROTASJONSBORING

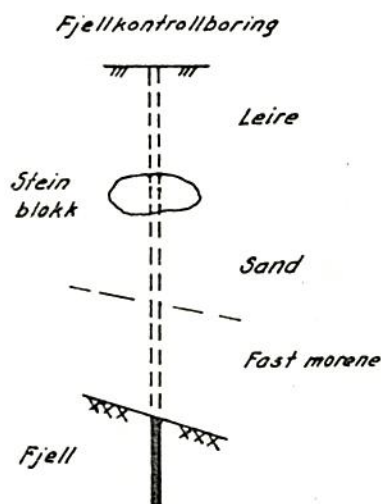
foregår ved hjelp av en diamantbormaskin, som roterer og mater et rør ned gjennom massen. Røret er nederst påskrudd hardmetall- eller diamantkroner. Inne i røret føres borstenger som nederst har et kjernerør med påskrudd hardmetall- eller diamantkroner for boring gjennom større stein og for boring ned i fjellet for påvisning av fjellets beliggenhet med full sikkerhet. Man får kjerner av større stein og av fjellet, men kun lite representative prøver av den masse som ligger over fjellet. Til kjøling av kronen og stabilisering av borchullet brukes enten vannspyling eller spyling med tung borvæske.

### HJELPEUTSTYR

består av rør av forskjellig art som kan senkes, spyles eller rammes ned i grunnen for utforing av borchullet, og som ofte er forsynt med en rammespeiss som kan tas ut av røret når dette er rammet ned til ønsket dybde.

Tung borveske brukes i stor utstrekning ved prøvetakning i sand og grus. Borvesken består bl. a. av oppslemmet bentonit eller leire og hindrer borchull i sand fra å rase sammen.

I spesielle tilfeller blir borvesken pumpet ned gjennom en meisel som løsner massene ved bunnen av borchullet.



Det brukes motornokker, motorpumper og bortårn som muliggjør at redskapen kan heises opp til 20 m i luften over bakken uten å skru av rør.

Nedtrykningsåk og forankringsrammer, sandpumper, verktøy, arbeidsbrakker osv. er vanlig hjelpeutstyr.

## Geotekniske definisjoner. Laboratorieundersøkelse av prøver

### LEIRE

er et meget finkornig materiale med kornstørrelser ned til noen tusendels millimeter, og hvor omtrent halvparten av volumet opptas av vann. Ved en økning av belastningen oppstår porevannstrykk, som etterhvert ebber ut. Denne konsolidering krever tid og medfører setninger og bare en langsom økning i fasthet.

### SAND

er et grovkornet materiale, hvor porene kan utgjøre 20—60 % av volumet. Ved en belastningsøkning vil porevannstrykket straks dreneres ut og setningene og fasthetsøkningen kommer raskt.

**SILT (MOSAND og MJELE eller KVABB)** er mellomjordarter med kornstørrelse 0,06—0,002 mm.

### MORENE

er en usortert istidsavleiring inneholdende alle kornstørrelser fra leire til store stein. Det skilles mellom grusig, sandig og siltig morene samt moreneleire ut i fra den kornstørrelsen som dominerer jordarten.

### SKJÆRFASSTHETEN ( $k$ , $S_u$ eller $\tau_f$ )

av en leire bestemmes ved konusforsøk eller ved trykkforsøk med uhindret sideutvidelse på uforstyrrede prøver. Ved trykkforsøket settes skjærfastheten lik halve trykkfastheten. Ved konusforsøket måles nedsynken av en konus med bestemt form og vekt og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell.

Ved konusforsøk, enaksiale trykkforsøk eller vingebor bestemmes den udrenerte skjærfasthet hvis anvendelse i geotekniske beregninger er betinget av at belastningene påføres såvidt hurtig at jordarten ikke får anledning til å avgi eller oppta vann og endre sin skjærfasthet tilsvarende.

Skjærfastheten uttrykkes i  $t/m^2$  og øretegnes oftest i diagram på tegningene med angivelse av bruddformasjonen.

### SKJÆRFASSTHETSPARAMETRENE ( $c'$ og $\phi'$ )

(«tilsynelatende kohesjon og friksjonsvinkel») bestemmes ved triaksialforsøk og angir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omsluttet med en gummihud og får konsolidere med fri drenering under allsidig vanntrykk i en trykkselle. Proven blir dernest belastet aksialt til brudd, mens porevannstrykket måles. Resultatet av flere forsøk med forskjellige konsolideringstrykk fremstilles i et Mohr's diagram hvor skjærfastheten angis som funksjon av de effektive hovedspenninger.

Skjærfasthetsparametrene må kjennes for å kunne utføre beregninger hvor det må tas hensyn til endringene i grunnens skjærfasthet som følge av endringer i belastningene og porevannstrykket.

### SENSITIVITETEN ( $S$ )

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og i omrørt tilstand, som bestemmes ved konusforsøk. Sensitiviteten varierer vanligvis ved norske leirer mellom verdier på ca. 3 til verdier større enn 100 (kvikkleirer).

### RELATIV FASTHET ( $H_1$ )

er et sammenligningstall som gir uttrykk for hvor løs en leire er i omrørt tilstand.  $H_1$  bestemmes ved konusforsøk og varierer vanligvis mellom verdier på ca. 80 til verdier under 1.

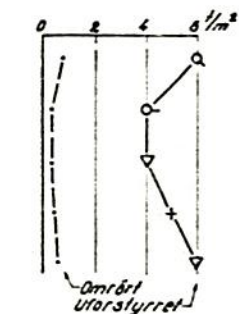
Vi definerer en kvikkleire som en leire med  $H_1$  mindre enn 3,0, hvilket tilsvarende en flytende konsistens.

### VANNINNHALDET ( $W$ )

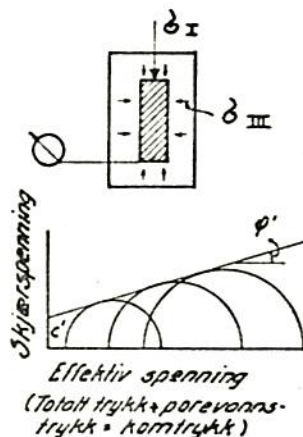
angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørring under  $110^\circ C$ .

Ved sandprøver kan det bero på tilfeldigheter hvor meget vann det er i porene. Vanligvis oppgis det vanninnhold som tilsvarer vannfylte porer ved den målte porøsitet.

Normalt vanninnhold i norske leirer ligger på omkring 35 %. Høyt vanninnhold tyder på høy kompressibilitet.



○ Trykkforsøk  
+ Vingebor  
▽ Konusforsøk  
15 10 % deformasjon ved brudd



**FLYTEGRENSE ( $W_L$ ) og UTRULLINGSGRENSE ( $W_P$ )**

(Atterbergs grenser) er det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til flytende konsistens henholdsvis fra plastisk til smuldrende konsistens.

Vanninnhold, flytegrense og utrullingsgrense settes gjerne opp i et felles diagram, som gir oversikt over karakteristiske egenskaper ved leirlagene.

**PORØSITETEN ( $n$ )**

er volumet av prøvene i % av totalvolumet av prøven. En leire har normalt porøsitet på omkring 50 %. En sand kan ha porøsiteter fra ca. 20 % til ca. 60 %. En høy porøsitet tyder på høy kompressibilitet.

**PORETALLET ( $e$ )**

er definert som forholdet mellom porevolumet og volumet av fast stoff i en prøve.

**ROMVEKTEN ( $\gamma$ )**

er vekten pr. volumenhet av prøven. Romvekt, vanninnhold og porøsitet er sammenhengende verdier ved vannfylte prøver og er alle uttrykk for lagringsfastheten

**TØRR ROMVEKT ( $\gamma_D$ )**

er vekten av tørrstoffet pr. volumenhet av en prøve.

**PAKNINGSFORSØK (Proctor-forsøk)**

utføres for å bestemme hvorledes en jordart best kan komprimeres (sammenpakkas). Prøver av den masse som skal undersøkes innstemples i en sylinder ved forskjellige vanninnhold. Komprimeringsarbeidet holdes konstant (6 kgm/cm<sup>3</sup> eller 25 kgm/cm<sup>3</sup>) og for hvert forsøk bestemmes tørr romvekt og vanninnholdet. Resultatene fremstilles i et diagram der tørr romvekt vises som funksjon av vanninnholdet.

Proctor-maksimum er den maksimalt oppnådde tørre romvekt. Det tilsvarende vanninnhold betegnes som det optimale vanninnhold.

**HUMUSINNHALDET ( $o$ )**

blir bestemt ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humusferte organiske bestanddeler tilnærmet i % av tørrstoff. Det tallmessige uttrykk har sin verdi bare for sammenligning. Høye humusinnhold på 2—3 % gir høy kompressibilitet og lang konsolideringstid.

**KOMPRESSIBILITETEN**

måles ved odometerforsøk, hvor en leirprøve påføres belastning trinnvis og sammentrykningen avleses på hvert belastningstrinn for bestemte tidsintervaller. Ved forsøket bestemmes jordartens sammentrykningstall og konsolideringskoeffisient som gir grunnlag for beregning av setningenes størrelse og tidsforløp.

**KORNFORDELINGSANALYSE**

utføres ved sikting fra fraksjonene større enn 0,012 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes i vann og suspensjonens romvekt måles med bestemte tidsintervaller ved et hydrometer. Kornfordelingskurven beregnes ut fra Stokes lov om partiklers sedimentasjonshastighet.

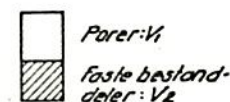
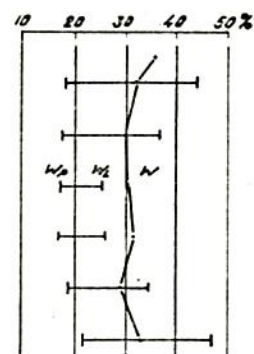
**TELEFARLIGHET**

bestemmes ut fra kornfordelingsanalysen og den kapillære stige høyde i massen som måles i et kapillarmeter. Telefaryligheten graderes i gruppene T 1 (ikke telefarlig), T 2 (lite telefarlig), T 3 (middels telefarlig) og T 4 (meget telefarlig).

**PERMEABILITETSKOEFFISIENTEN ( $k$ )**

er definert ved Darcys lov,  $V = k \cdot I$ , hvor  $V$  er strømningshastigheten av porevannet og  $I$  er gradienten.  $k$  uttrykkes vanligvis i cm/sek. og ligger for leirer i området  $10^{-6}$  til  $10^{-9}$  cm/sek. og for sand i området  $10^{-1}$  til  $10^{-3}$  cm/sek. Under en gradient på  $I = 1$  kan strømningshastigheten i fet leire følgelig være så liten som 1 cm i året.

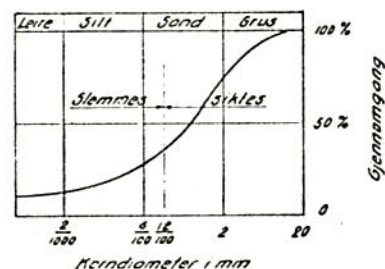
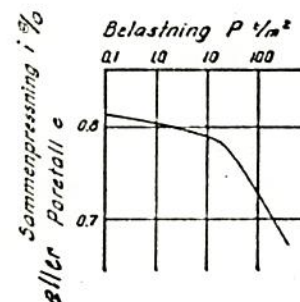
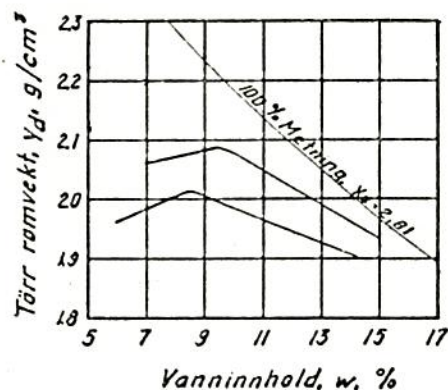
Permeabilitetskoeffisienten kan beregnes ut fra tidsforløpet ved odometerforsøk eller kan bestemmes ved direkte forsøk, hvor det måles den vannmengde som går gjennom en prøve med et bestemt tverrsnitt under kjent trykklfall.



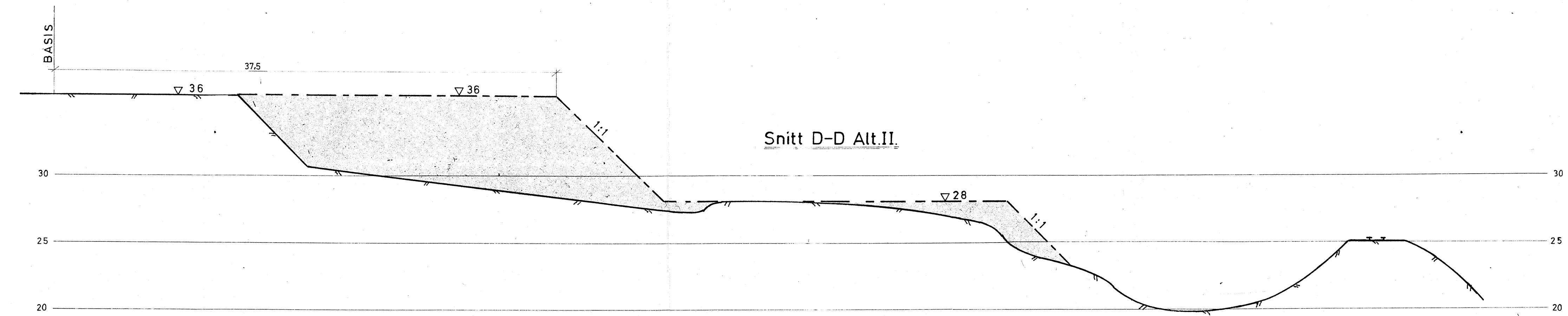
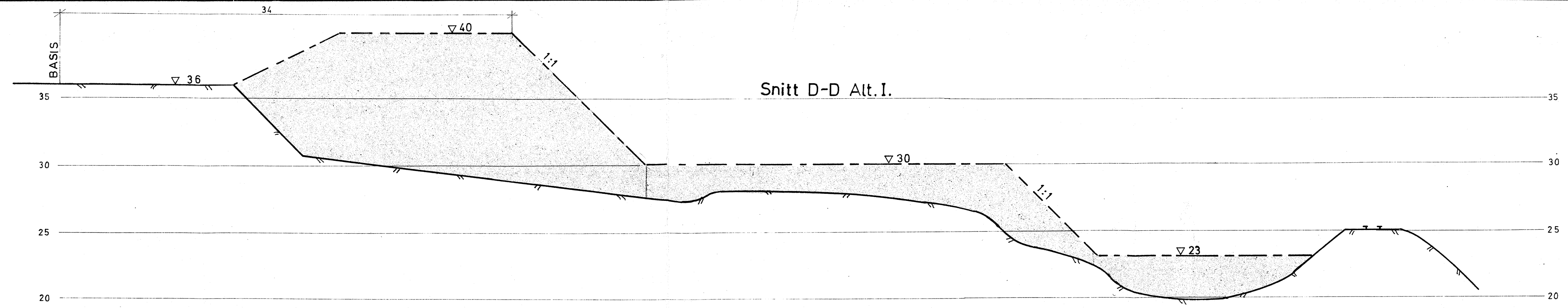
$$n = \frac{V_1 \cdot 100}{V_1 + V_2}$$

$$e = \frac{V_1}{V_2} = \frac{n}{1-n}$$

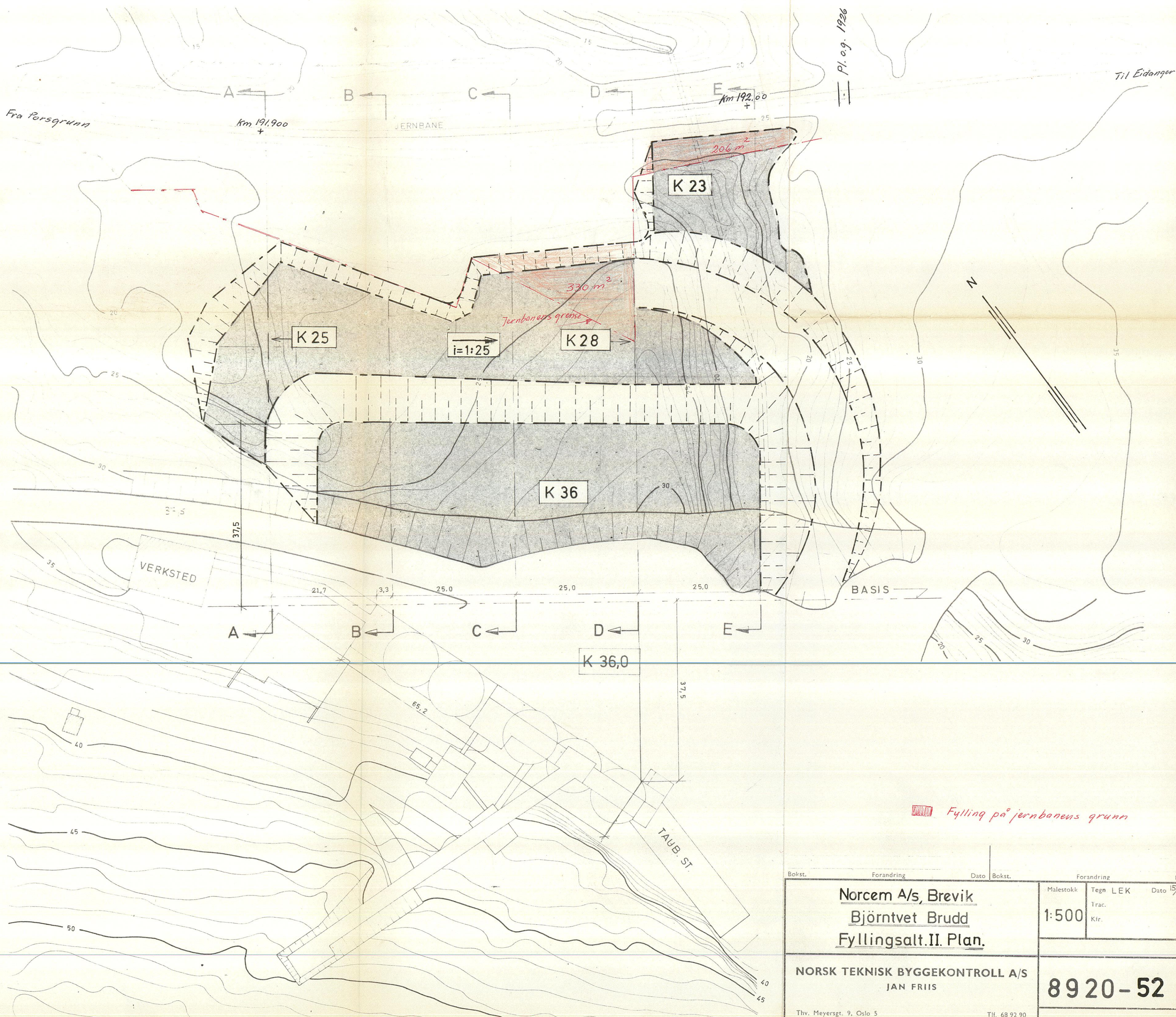
$$w = \frac{n}{1-n} \cdot \frac{1}{\delta_s} \%$$



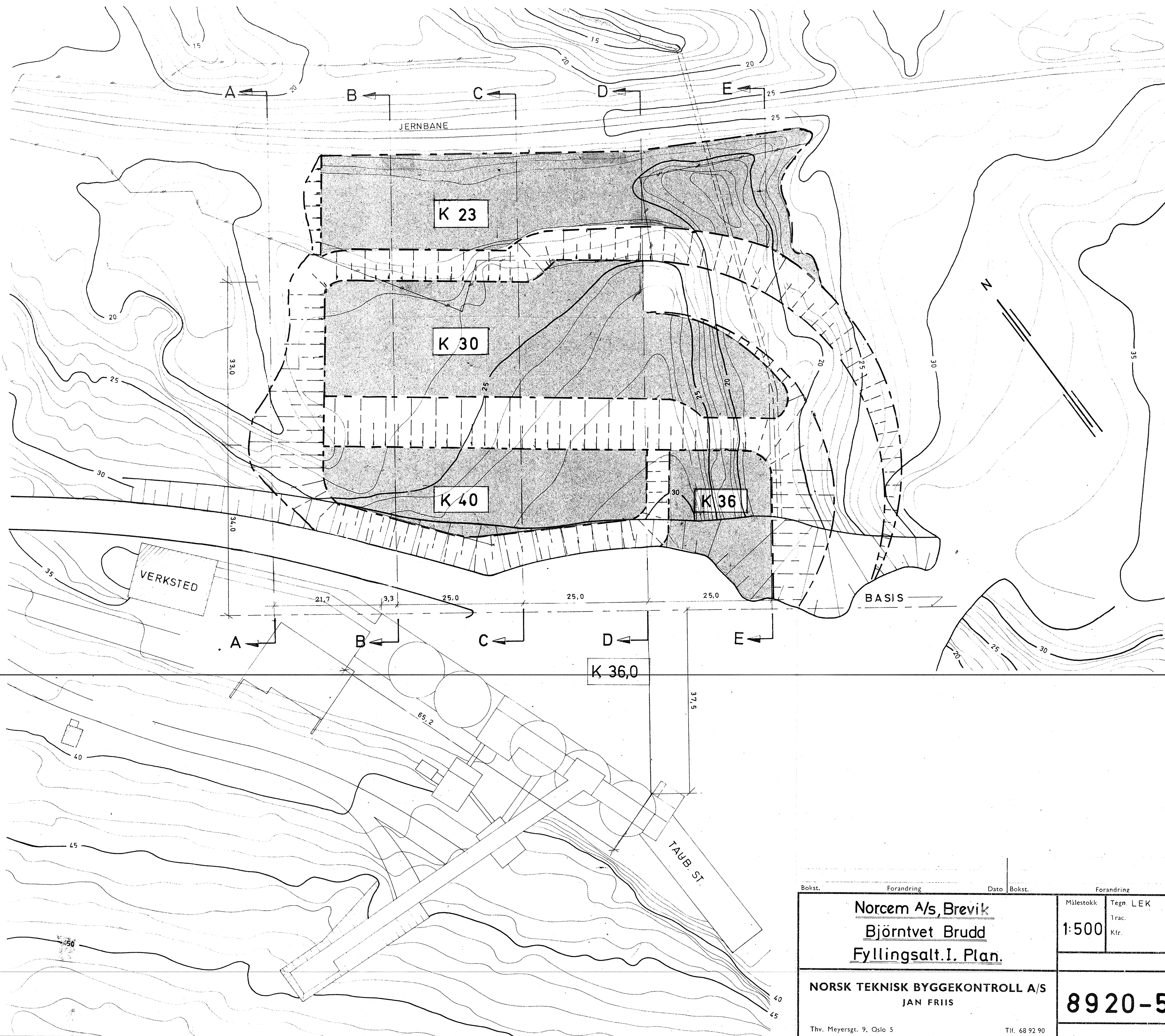




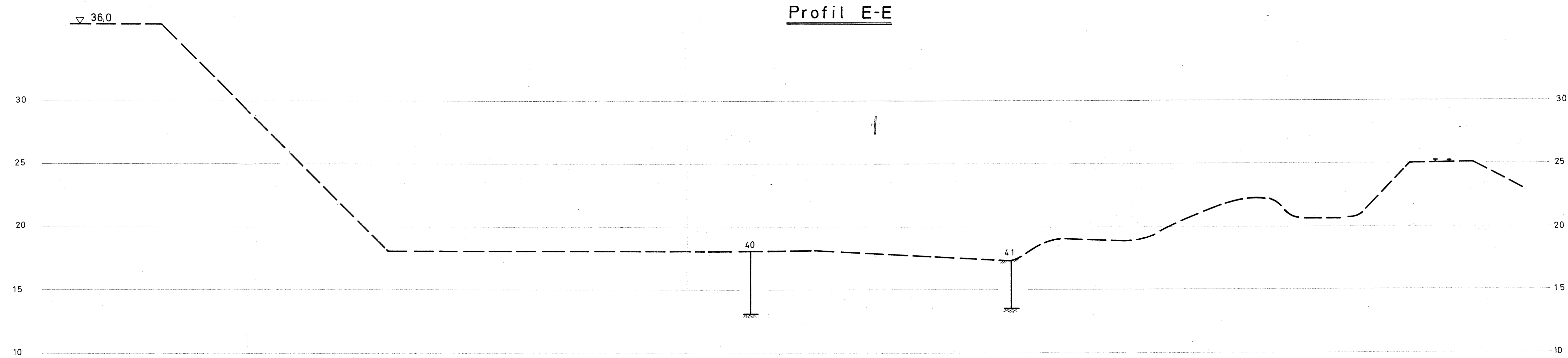
|                                 |            |      |           |            |              |
|---------------------------------|------------|------|-----------|------------|--------------|
| Bokst.                          | Forandring | Dato | Bokst.    | Forandring | Dato         |
|                                 |            |      |           |            |              |
| Norcem A/s, Brevik              |            |      | Målestokk | THS        | Dato 2-4 -71 |
| Bjöntvet Brudd                  |            |      | 1:200     | Trac.      |              |
| Profil A-A og B-B               |            |      |           | Kfr.       |              |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S |            |      | 8920-53   |            |              |
| JAN FRIIS                       |            |      |           |            |              |
| Thv. Meyersgt. 9, Oslo 5        |            |      |           |            |              |



|                                 |            |      |               |            |              |
|---------------------------------|------------|------|---------------|------------|--------------|
| Bokst.                          | Forandring | Dato | Bokst.        | Forandring | Dato         |
| Norcem A/s, Brevik              |            |      | Malestokk     | Tegn LEK   | Dato 15/3-71 |
| Bjørntvet Brudd                 |            |      | 1:500         | Trac.      | Kfr.         |
| Fyllingsalt.II. Plan.           |            |      | 89 20-52      |            |              |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S |            |      | JAN FRIIS     |            |              |
| Thv. Meyersgt. 9, Oslo 5        |            |      | Tlf. 68 92 90 |            |              |

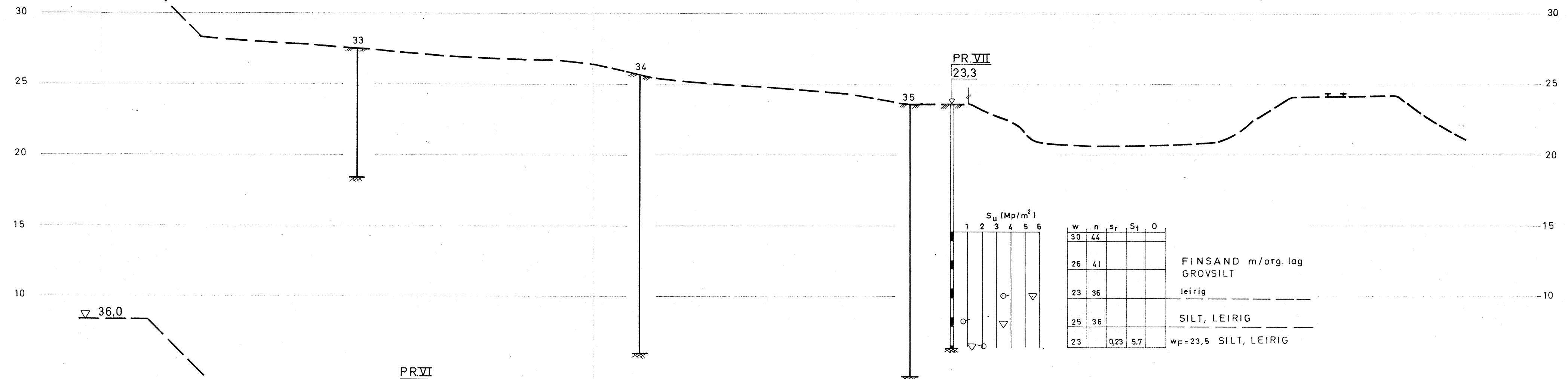


| Bokst.                          | Forandring | Dato | Bokst.        | Forandring | Dato         |
|---------------------------------|------------|------|---------------|------------|--------------|
| Norcem A/s, Brevik              |            |      | Målestokk     | Tegn. LEK  | Dato 15/3-71 |
| Bjørntvet Brudd                 |            |      | 1:500         | Trac.      |              |
| Fyllingsalt.I. Plan.            |            |      |               | Kfr.       |              |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S |            |      | 89 20-51      |            |              |
| JAN FRIIS                       |            |      |               |            |              |
| Thv. Meyersgt. 9, Oslo 5        |            |      | Tlf. 68 92 90 |            |              |

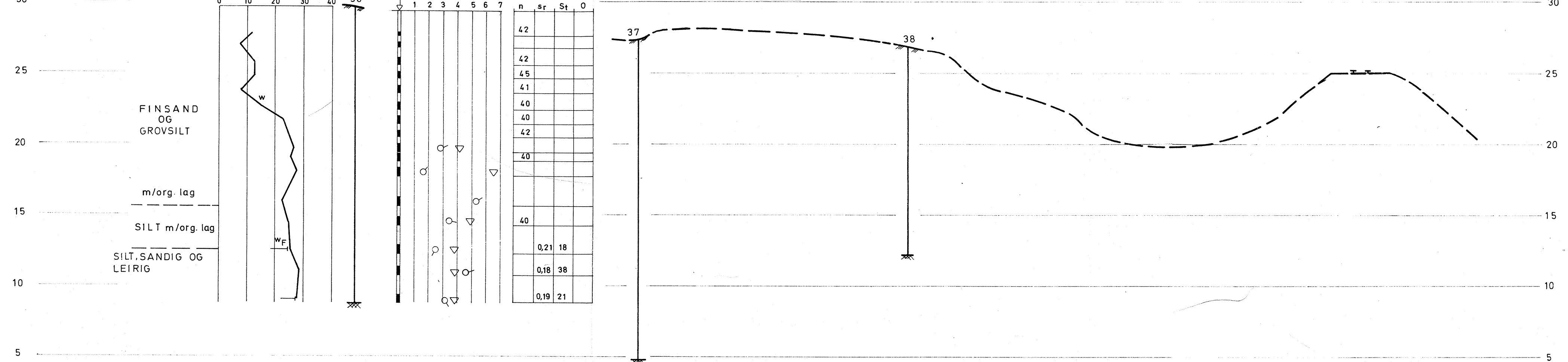


|                                                                                 |            |      |               |            |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|------|---------------|------------|-----------------|
|                                                                                 |            |      |               |            |                 |
| Bokst.                                                                          | Forandring | Dato | Bokst.        | Forandring | Dato            |
| <b>Norcem A/s, Brevik</b><br><b>Björntvet Brudd</b><br><b>Profil E-E</b>        |            |      | Målestokk     | Tegn. LEK  | Dato 17- 3 - 71 |
|                                                                                 |            |      | 1:200         | Trac.      |                 |
|                                                                                 |            |      |               | Kfr.       |                 |
| <b>NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S</b><br>JAN FRIIS<br>Thv. Meyersgt. 9, Oslo 5 |            |      | <b>8920-4</b> |            |                 |

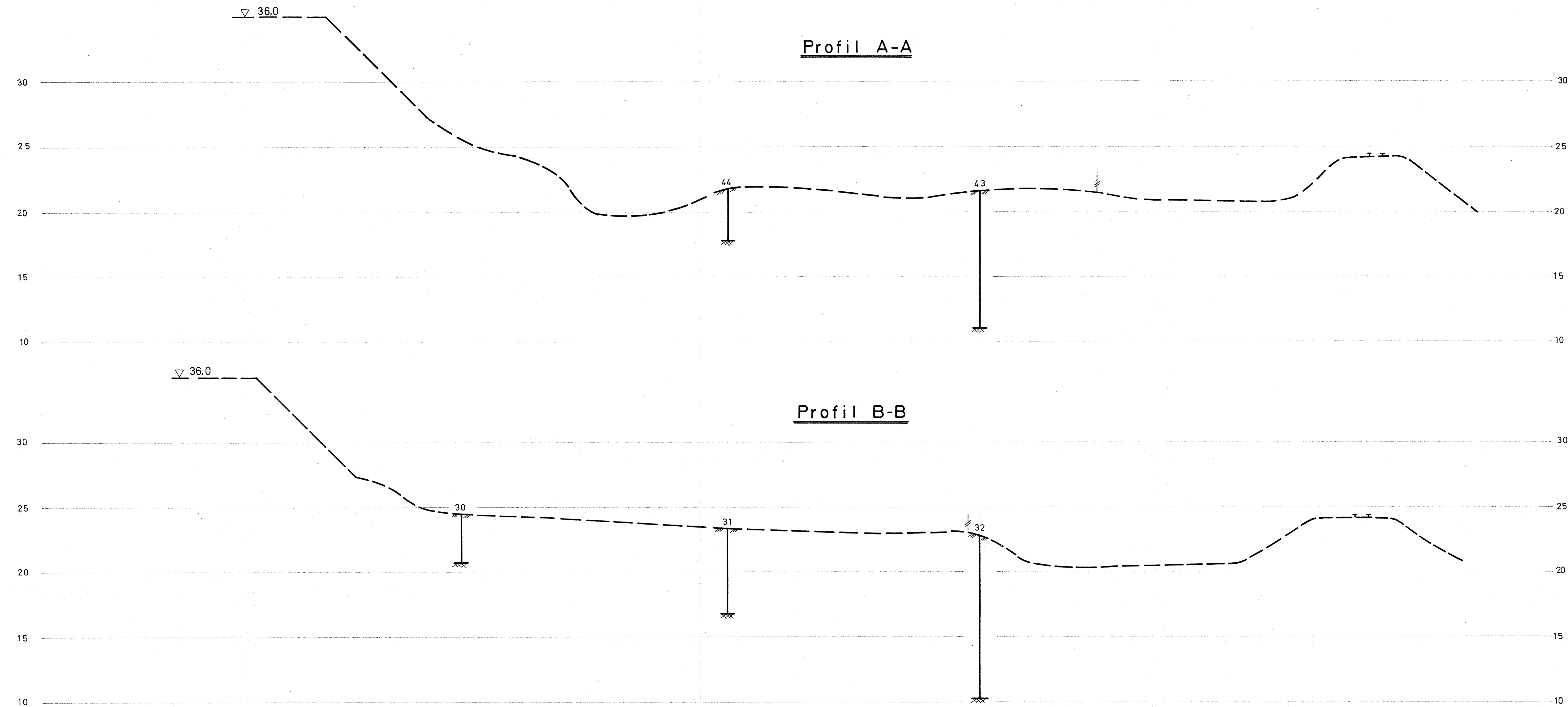
Profil C-C



Profil D-D



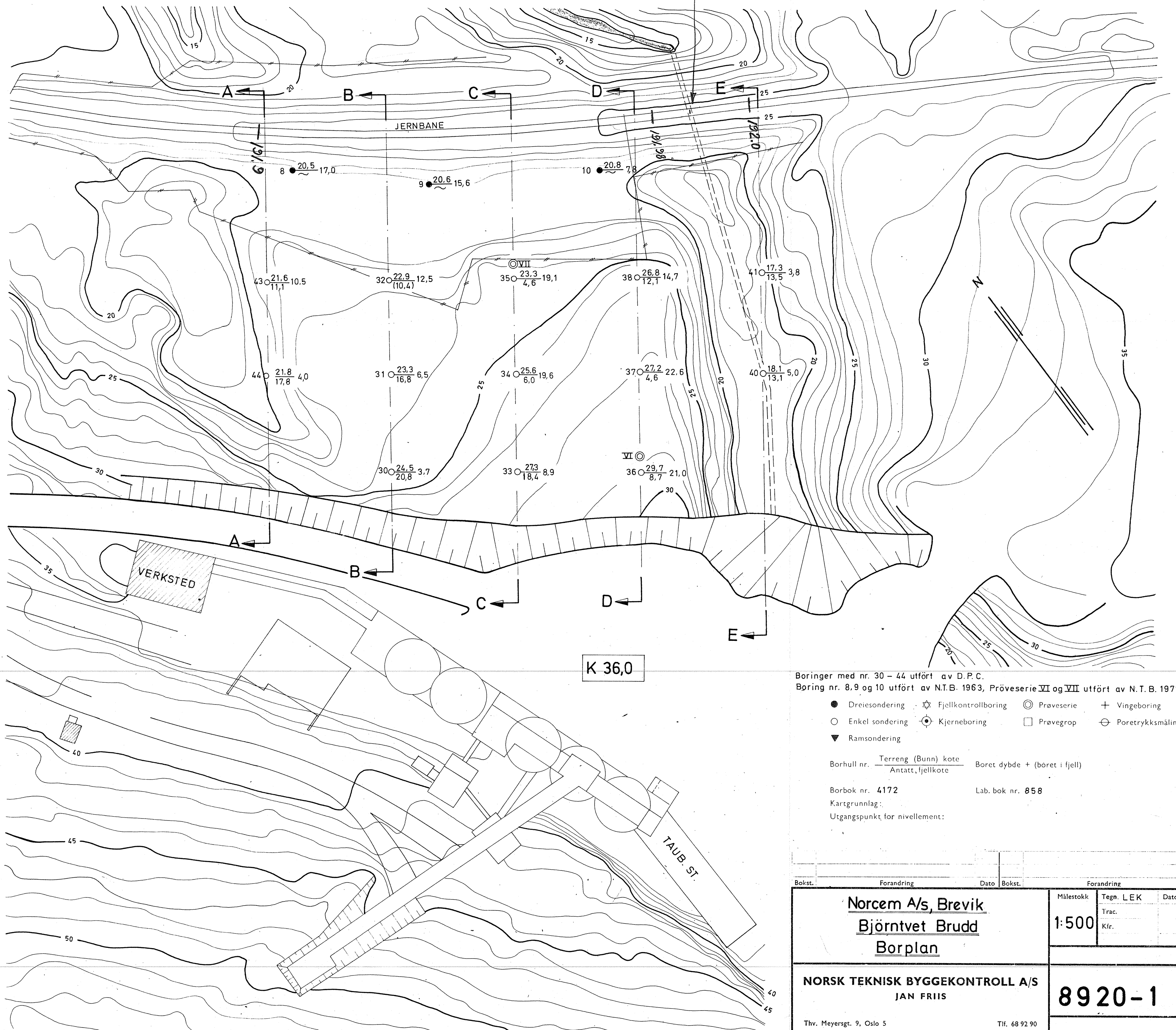
|                                                            |            |      |                            |            |      |
|------------------------------------------------------------|------------|------|----------------------------|------------|------|
| Bokst.                                                     | Forandring | Dato | Bokst.                     | Forandring | Dato |
| Norcem A/s, Brevik<br>Bjørntvet Brudd<br>Profil C-C og D-D |            |      | Målestokk<br>1:200         |            |      |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S<br>JAN FRIIS               |            |      | Tegn. LEK<br>Trac.<br>Kfr. |            |      |
| Thv. Meyersgt. 9, Oslo 5                                   |            |      | 8920-3                     |            |      |



|                                 |            |      |           |            |              |
|---------------------------------|------------|------|-----------|------------|--------------|
| Bokst.                          | Forandring | Dato | Bokst.    | Forandring | Dato         |
| Norcem A/s, Brevik              |            |      | Målestokk | Tegn. LEK  | Dato 17-3-71 |
| Björntvet Brudd                 |            |      | 1:200     | Trac.      |              |
| Profil A-A og B-B               |            |      |           | Kfr.       |              |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S |            |      | 8920-2    |            |              |
| JAN FRIIS                       |            |      |           |            |              |
| Thv. Meyersgt. 9, Oslo 5        |            |      |           |            |              |

Stkr. Km. 191.9875

Til Eidanger



Boringer med nr. 30 - 44 utført av D.P.C.  
Boring nr. 8, 9 og 10 utført av N.T.B. 1963, Prøveserie VI og VII utført av N.T.B. 1971

● Dreiesondering    ✱ Fjellkontrollboring    ⊙ Prøveserie    + Vingeboring  
○ Enkel sondering    ⊙ Kjerneboring    □ Prøvegrop    ⊖ Poretrykksmåling  
▼ Ramsondering

Borhull nr.     $\frac{\text{Terreng (Bunn) kote}}{\text{Antatt, fjellkote}}$     Boret dybde + (boret i fjell)

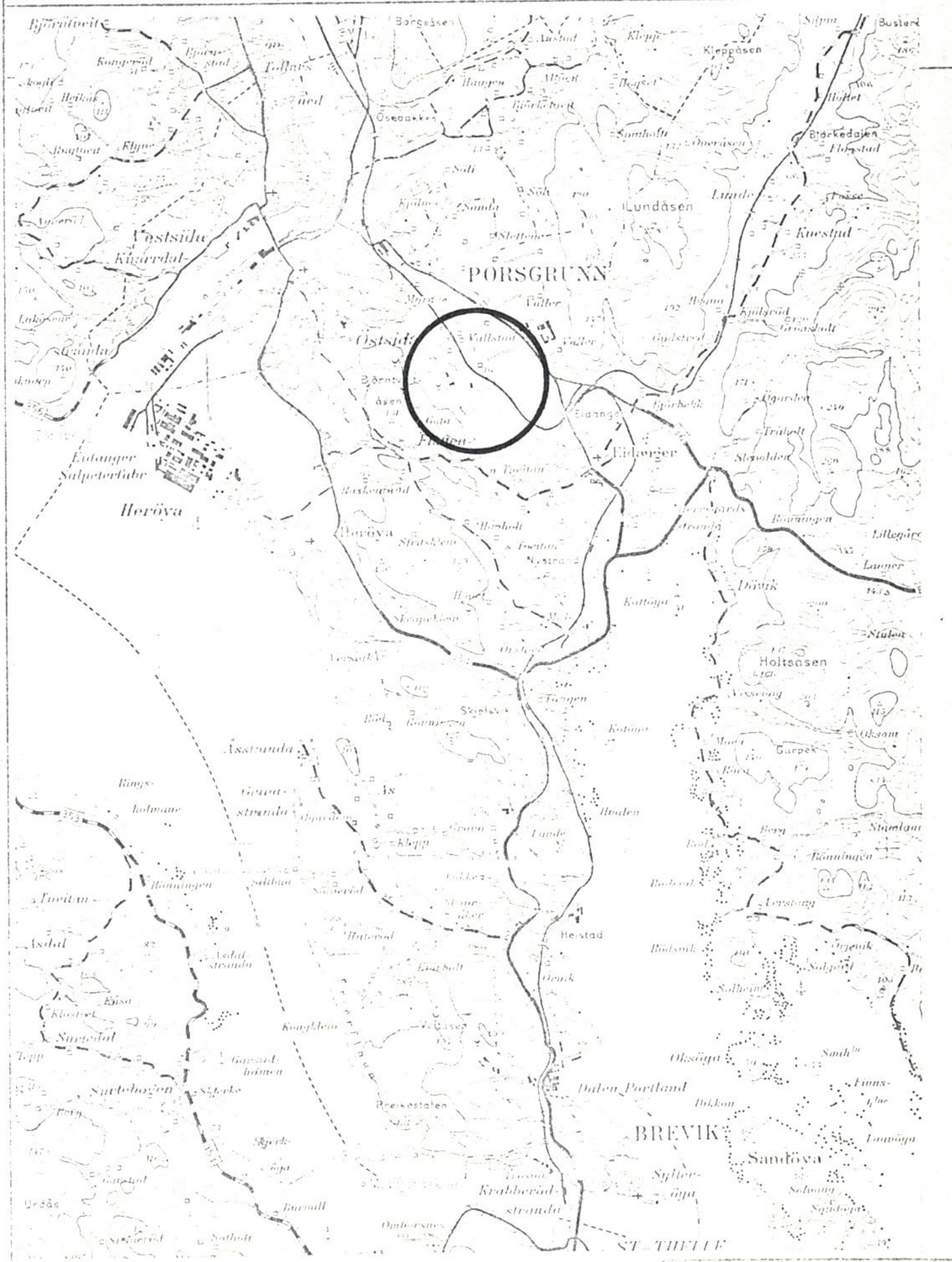
Borboke nr. 4172    Lab. bok nr. 858

Kartgrunnlag:  
Utgangspunkt for nivellement:

| Bokst.                          | Forandring | Dato | Bokst.        | Forandring | Dato         |
|---------------------------------|------------|------|---------------|------------|--------------|
| Norcem A/s, Brevik              |            |      | Målestokk     | Tegn. LEK  | Dato 15/3-71 |
| Björntvet Brudd                 |            |      | 1:500         | Trac.      |              |
| Borplan                         |            |      |               | Kfr.       |              |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL A/S |            |      | 8920-1        |            |              |
| JAN FRIIS                       |            |      |               |            |              |
| Thv. Meyersgt. 9, Oslo 5        |            |      | Tlf. 68 92 90 |            |              |

NORSK TEKNISK  
BYGGEKONTROLL AS  
JAN FRIIS

Oppdrag: **Norcem A/s, Brevik**  
**Bjørntvet Brudd**



gk. 3591

5010

A/S Dalen Portland Cementfabrik.

Prosjektert vei Valler - Pasa - Bjørntvet bru, Eidanger.

Grunnforhold og geoteknisk utredning.

16/5.1963.



**NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL**

JAN FRIIS

RÅDGIVENDE INGENIØRER

OSLO

RAPPORT



BESKJED

TIL: Norges Statsbaner, Hovedstyret,

Geoteknisk kontor, Storgt. 33, Oslo.

Uten følgeskrivelse oversendes det vedlagte:

Rapport nr. 5010 av 16/5.1963.

- ☐ til underretning.
- ☐ med anmodning om uttalelse.
- ☐ til godkjennelse.
- ☐ til underskrift og videreforsendelse/retur.
- ☐ med takk for lånet.
- ☐ under henvisning til Deres brev av .....
- ☒ ifølge avtale.
- ☐ som De bes telefonere om, telef. ....
- ☐ som kan beholdes.
- ☐ som bes tilbakesendt.
- ☐ som bes oppbevart.
- ☐ som bes videresendt til: .....

Anm.: .....

23

Kl. 12  
for

Med hilsen fra  
NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL

RAPPORT/BESKJED NR. 22 - PARAGON A.S., OSLO

# NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL

SIV. ING. JAN FRIIS

RÅDGIVENDE INGENIØRER

JAN FRIIS MNIF. MRIF.  
ODD S. HOLM MNIF.  
GUNNAR DAGESTAD MNIF.



TELEGR.ADR.: NOTEBY

TELEFON: 56 46 90

ADRESSE: Oscarsgt. 46 b

Deres ref.:

Sak nr. og ref.: RCV/KH.

Oslo, 16. mai 1963.

A/S Dalen Portland Cementfabrik.

Prosjektert vei Valler - Pasa - Bjørntvet brudd, Eidanger.

Grunnforhold og geoteknisk utredning.

Tegning nr. 5010-1, -2, -3, -4, -5 og -11a.

4000-73.

Bilag 1 og 2.

## A. INNLEDNING.

A/S Dalen Portland Cementfabrik planlegger en ca. 1 km lang forbindelsesvei mellom Bjørntvet brudd og riksvei 340 over Vallermyra, med kryssing av jernbanelinjen Eidanger - Porsgrunn ved Pasa. Vi har utført en grunnundersøkelse for veiprosjektet og fremlegger her resultatene av denne med våre anbefalinger.

## B. UNDERSØKELSER I MARKEN OG LABORATORIET.

Det er foretatt 26 dreieboringer og opptatt 5 prøveserier for undersøkelse av grunnens fasthet og sammensetning. Videre er det utført 6 skovlboringer for dels å bestemme jordarten til mindre dybder, dels å måle grunnvannstanden.

De benyttede boringsmetoder er omtalt i bilag 1, og laboratoriemetodene er beskrevet i bilag 2.

## C. GRUNNFORHOLD.

Resultatene av undersøkelsen er vist i plan og profiler på tegningene 5010-1, -2, -3, -4 og -5.

Grunnforholdene beskrives avsnittsvis nedenfor. Lengdemålingen regnes fra riksvei 340 langs en brukken basislinje utsatt hovedsakelig etter Eidanger Reguleringsvesens plan datert 10/3.1956. Veien var ikke utstukket da markarbeidet ble utført.

Delen km 0/000 - 0/400. VEIFORSLAGET krysser her Vallermyra, som er noenlunde drenert og delvis oppdyrket. Terrengtet ligger på mellom kote 8.5 og 11. Grunnen består ifølge boringene av øverst 0.3 - 2.1 m muldjord, torv, dy og gytje (på profilene under ett betegnet myrjord) og derunder løs leire med silt og finsand til minst 11 - 18 m dybde under terreng. Grunnvann ble i november 1962 påtruffet på 0.5 - 2.0 m dybde, d.v.s. på mellom kote 8 og 9.

Torven har et vanninnhold på 300 - 500 % av tørr vekt og faller i området H3 - H7 i von Posts formuldningskala, bilag 4000-73.

Leiren har 24 - 34 % vanninnhold og 1 - 3 t/m<sup>2</sup> skjærfasthet. Den opptrer i stor utstrekning som kvikkleire og inneholder tallrike lag av sand og silt.

Delen km 0/400 - 0/650. Terrengtet er mindre myrlendt fra ca. km 0/400 og stiger fra kote ca. 11 til 20, avbrutt av Pasadalen (km 0/560 - 0/590) som her ligger på ca. kote 12. Grunnen består av øverst 0 - 0.3 m muldjord og torv, derunder finsand og silt med noen leirlag til 5 - 16 m dybde eller mer under terreng. Grunnvann ble påtruffet på 1.0 - 1.2 m dybde. Ved den eksisterende jernbaneundergangen (ca. km 0/640) er antatt fjell påtruffet på 5 - 7 m dybde.

Silten og finsanden har porøsitet på 35 - 45 %, noe som er normalt, og de mest finkornige lagene må henføres til telefarlighetsklasse T 4 (meget telefarlig). Jernbanen ligger på en 3.5 m høy fylling bestående vesentlig av grovsilt med noe organisk innhold.

Delen km 0/650 - 0/900. I kurven ved km 0/660 - 0/710 finnes fjell i dagen eller på meget liten dybde. Ved km 0/730 krysses en mindre bekkedal på ca. kote 18, hvoretter terrengtet stiger til veiplanet ved DPC's steinsilo, som ligger på ca. kote 36.

På basis av boringer utført noe til siden for den tracé som nå foreligger, kan det antas at grunnen hovedsakelig består av finsand og grovsilt med enkelte lag av leire på større dybde. Den ca. 12 m høye skråningen mot Pasadalen heller 35° - 40°, men består etter dreieboringene å dømme av faste

masser.

#### D. GEOTEKNISKE SYNSPUNKTER PÅ VEIPROSJEKTET.

Veien forutsettes å få 6.0 m kjørebanebredde og bli belastet med maksimalt 10 t akseltrykk. Det foreslås banketter med 1.0 m bredde.

Prosjektet kan gjennomføres uten særlig store vanskeligheter av geoteknisk art.

Delen km 0/000 - 0/400. Grunnens bæreevne på myrstrekningen er begrenset, og veifyllingen må derfor ikke gjøres høyere enn nødvendig.

På den annen side kreves det en viss minstetykkelse av overbygning for å fordele hjultrykkene og unngå gynging ved tung trafikk. Vi bedømmer den nødvendige tykkelse til 0.7 m regnet fra omgivende terreng til ferdig vei-planum. Imidlertid vil det som følge av setninger i grunnen medgå noe mer masser enn svarende til denne overbygningstykkelse. Det henvises til tegning 5010-11a, der det er vist et forslag til utforming i tverrprofil. Vi anslår at setningene totalt vil utgjøre ca. 20 % av tykkelsen av torv og dy, hvorav halvparten vil inntreffe under byggetiden og resten etterat bærelaget er ferdig. Som passende korreksjon for langtidssetninger bør vei-planum gis 0.15 m overhøyde.

Vi foreslår følgende utførelse av veien på dette parti:

Tracéen ryddes for trær, busker og stubber, men uten at torv og muldjord fjernes. Et sveiset armeringsnett nr. 5 utlegges i ruller a 2 x 25 m, som skjøtes 4 i bredden ved sveising. Det er tenkelig at armeringsnettet kan unnværes. Når veien bygges i retning fra steinbruddet mot riksvei 340, vil man kunne vinne erfaring for hvor langt ut på myrstrekningen man kan fylle uten bruk av armeringsnett. Nettet hindrer at masser forskyves ved utfyllingen.

Et forsterkningslag, bestående av sprengstein (sams masse fra steinbrudd) frasortert stein over 300 mm, utlegges med en relativt lett dozertraktor og planeres til et profil parallelt med og 0.20 m under vei-planum korrigert for fremtidig setning. Under arbeidet må steinen ikke noe sted på myra legges i opplag som er høyere enn 1.5 m over terreng eller i nærheten av drenggrøft.

Når forsterkningslaget er godkjent, utlegges et 20 cm tykt fordelingslag av ikke-skifrig pukk. Først legges 15 cm grovpukk av 50 - 100 mm steinstørrelse som vales. Derneft legges 5 cm "mellompukk" 15 - 30 mm, som mettes med knust grus mindre enn 15 mm, vannes og vales flere ganger inntil en jevn flate oppnås. Grusen bør inneholde 10 - 20 % materiale finere enn 0.15 mm.

Skulle fordelingslaget bli forurensset av jord under byggetiden, må denne fjernes og om nødvendig erstattes med rent steinmateriale.

På godkjent fordelingslag utføres som slitelag en overflatebehandling bestående av asfaltpredning med ca.  $1.5 \text{ kg/m}^2$  og dekking av denne med finpukk 8 - 15 mm, som planvales. Behandlingen bør gjentas etter 1 år og forøvrig ved behov inntil man finner å kunne utføre et f.eks. 5 cm tykt verksblandet asfaltdekke.

Ved km 0/145 bør legges en kulvert av f.eks.  $\varnothing$  700 mm korrugert galvanisert stålrør. Kulverten legges på en 2 m bred ca. 25 m lang og 0.2 m tykk seng av finpukk (8 - 16 mm), og det fylles finpukk på siden og over røret, slik at stor stein ikke kommer nærmere enn 20 cm fra røret. Kulverten bør gis ca. 10 cm overhøyde på midten for å kompensere setningene av veifyllingen

Delen km 0/400 - 0/650. Grunnforholdene er her bedre. Armeringsnett sløyfes og overbygningens tykkelse kan reduseres som anvist på tegning 5010-11a. Pasadalen krysses med en 4 - 5 m høy fylling, som kan utføres av jord eller stein. Kulvert kan utføres av betongrør. For å oppnå en stabil fylling med minst mulig ettersetning bør oppfyllingen utføres i ca. 0.5 m tykke lag, som hvert pakkes ved minst 4 - 6 overfarer med en beltetraktor.

Jernbaneundergangen ved km 0/630 - 0/640 forutsettes ombygget til 8 x 4 m åpning, og et forslag til utførelsen foreligger fra Norges Statsbaner, Drammen distrikt (tegning nr. B.18273.2, datert 20/2.1963). Forslaget går ut på at jernbanesporet omlegges provisorisk på en ca. 100 m strekning på hver side av undergangens midte. Dette krever en provisorisk steinfylling med 4.2 m bredde i toppen og sideskråninger 1 : 1.25. Største avstand fra nåværende spormidte til provisorisk spormidte angis til 11.0 m. Etterat linjen er omlagt, rives den nåværende undergangen og fundamenteringen for den nye undergangen utføres. Samtidig forutsettes utført en rørkanal for de vann- og kloakkledninger som skal ligge i undergangen.

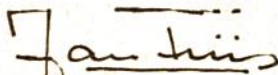
Veiplanum antas å komme på ca. kote 18.5 i undergangen, dette medfører

graving til ca. kote 16.9 for å oppnå telesikker fundamentering av betongkonstruksjonen. Som vist på NSB's forslag kan fundamentgropen (for å spare betong) utfylles med ikke-telefarlig, stampet naturlig eller knust grus (mindre enn 16 mm) som underlag for betongsålen. Det må antas at sterkt tilsig av grunnvann vil oppstå ved utgravingen til ca. 3 m under nåværende terreng og at tendens til kvikksanddannelse vil opptre. Som motforholdsregel anbefales at gropen dreneres ved hjelp av en ca. 50 m lang grøft i nordøstlig retning til bekkedalen. Som tillatt belastning på grunnen kan regnes med  $15 - 25 \text{ t/m}^2$ , avhengig av sålens bredde.

Delen km 0/650 - 0/900. Ved km 0/660 - 0/710 fås en fjellskjæring. Ved km 0/730 bør legges en betongrørkulvert i bekkedalen. Veiens overbygning er angitt på tegning 5010-11a.

Stabiliteten av den naturlige skråningen mot Pasadalen i øst påvirkes ikke nevneverdig av veifyllingen og må i lys av sonderboringsresultatene antas å være tilfredsstillende.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL

  
Jan Friis.

  
R.C. Vold.

## Boringsutstyr. Opptegning av resultatet av sonderboringer

### HENSIKTEN MED MARKARBEIDET

Sonderboringer med forskjellige typer redskap brukes for å få den første orientering om dybdene til fjell eller fast grunn samt art og lagringsfasthet av massen. Ved sonderboringer finnes «antatt fjell» og orienterende verdier for massens geotekniske egenskaper.

Ved prøvetakning og laboratorieundersøkelsen av prøvene fås nøyaktige data for prøvenes geotekniske egenskaper. Prøveseriene plasseres på grunnlag av resultatet av sonderboringer og det foreliggende tekniske problem, slik at de best mulig blir representative for byggegrunnen.

Undersøkelsene i marken kan foruten sonderboring og prøvetaking omfatte måling av grunnvannstanden eller porevannstrykket ved piezometere, vinge-boring for skjærefasthetsbestemmelse, belastningsforsøk direkte på grunnen eller på peler, setningsobservasjoner osv.

### DREIEBOR

er 20 mm spesialstål i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 30 mm skruespiss. Boret belastes med 100 kg og dreies ned. Motstanden mot boret tegnes opp med en tverrstrek på borchullet dit borspissen er nådd for hver 100 halve omdreining. Antall halve omdreininger påføres høyre side av borchullet.

Skravert borchull angir at boret er sunket uten dreining for den belastning som er påført venstre side av borchullet. Er borchullet merket med kryss betyr det at boret er slått ned.

Dreieboret gir forholdsvis god orientering om art og lagringsfasthet av den masse som det bores gjennom.

### RAMSONDERING

utføres med 32 mm borstål i 3 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter og som nederst har en 40 mm sylindrisk spiss. Boret rammes ned ved hjelp av et fallodd på 75 kg, som føres på borstangen og drives av en motornokk.

Rammearbeidet registreres som det antall slag med fallhøyde 50 cm som skal til for å drive boret ned 50 cm. Resultatet tegnes opp ved å avsette rammemotstanden

$$Q_0 = \frac{\text{Vekt av lodd} \times \text{fallhøyde}}{\text{Sykning pr. slag}} \quad (\text{tonn})$$

som funksjon av dybden.

$Q_0 = 1-3$  tonn tilsvarende en løs grunn.

$Q_0 = 8-15$  tonn tilsvarende en fast grunn.

Ramboret har normalt større nedtrengningsevne enn dreieboret, men gir mindre pålitelige opplysninger om arten av jordmassene. Ramboret gir gode opplysninger om den dybde peler må rammes til for å oppnå den forutsatte bæreevne.

### SPYLEBOR

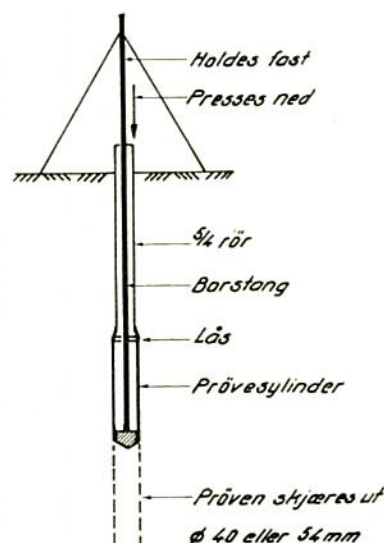
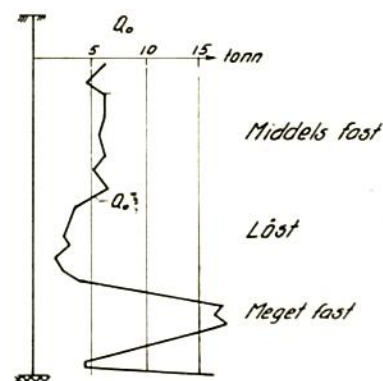
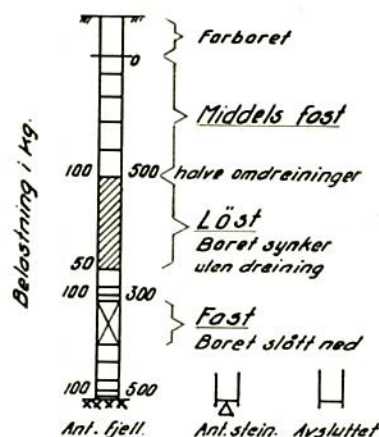
består av  $\frac{3}{4}$ " rør som spyles ned i grunnen ved hjelp av trykkvann fra ledningsnett eller fra en motorpumpe. Spyleboret er nederst forsynt med en spylespiss med tilbakeslagsventil og øverst en vannsvivel. Spyleboret er egnet for oppsøkning av fjell i finkornet masse, men boret stopper lett i grove masser. Spyleboret gir i alminnelighet ikke pålitelige opplysninger om grunnens art.

### PRØVETAKING

De vanlig brukte prøvetakere er 40 og 54 mm stempelbor. Begge prøvetakere består av en tynnvegget sylinder, som forbindes opp til terrengoverflaten ved hjelp av  $\frac{5}{8}$ " rør. Nederst i sylindren er et stempel som er forbundet til overflaten med borstenger. Stempelet er fastlåst i sylindrens nedre ende når prøvetakeren presses ned til ønsket dybde. Når en prøve skal tas, frigjøres låsen, stempelet holdes fast og sylindren presses ned ved hjelp av forlengelsesrørene og skjærer ut prøven.

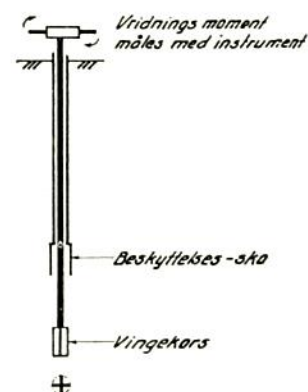
Prøvetakeren trekkes opp og etter forsegling med voks blir prøvene sendt til laboratoriet for undersøkelse.

Ram-prøvetakere brukes i meget fast masse. De er i prinsippet som 40 og 54 mm prøvetaker, men vesentlig solidere, slik at de kan rammes ned i grunnen. Prøvene blir ikke uforstyrrende, men blir representative for grunnen hva de øvre geotekniske egenskaper angår.



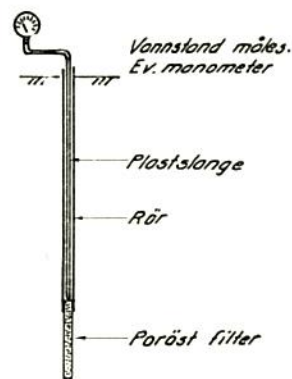
### VINGEBOR

brukes for direkte bestemmelse av leirens skjærfasthet i marken uten å ta opp prøver. Et vingekorset som ligger inne i en beskyttelsessko føres ned til 60 cm over den dybde det skal måles og vingekorset skyves ut av beskyttelsesskoen og ned i leiren. Vingekorset er forbundet opp med borstenger, som gjør det mulig å dreie vingekorset rundt ved hjelp av et instrument som samtidig registrerer det maksimale torsjonsmoment ved brudd i leirmassen rundt vingekorset. Skjærfastheten finnes av en kalibreringskurve.



### PORETRYKKSÅLING. BESTEMMELSE AV GRUNNVANNSTANDEN

Et piezometer for måling av porevannstrykket eller grunnvannstanden er et sylindrisk porøst filter med 32 mm diameter. Filteret presses ned i bakken ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret går et stigerør av plast opp gjennom røret. Poretrykket bestemmes ved måling av vannstanden i røret ved et elektrisk instrument eller ved et tilkoblet manometer.



En brønnspiss er et ca. 1 m langt perforert 1½" rør, som er forsynt med en fin silduk. Brønnspissene presses ned i bakken ved hjelp av 1" rør eller rammes ned.

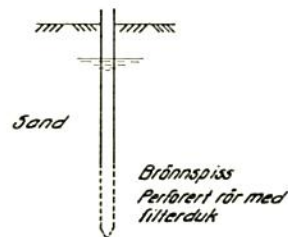
Brønnspisser brukes til å finne grunnvannstanden i grov sand og grus. Vannstanden måles direkte i røret.

### HJELPEUTSTYR

består av rør av forskjellig art som kan senkes, spyles eller rammes ned i grunnen for utføring av borhullet, og som ofte er forsynt med en rammespiss som kan tas ut av røret når dette er rammet ned til ønsket dybde.

Tung borveske brukes i stor utstrekning ved prøvetakning i sand og grus. Borvesken består bl. a. av oppslemmet bentonit eller leire og hindrer borhull i sand fra å rase sammen.

I spesielle tilfeller blir borvesken pumpet ned gjennom en meisel som løsner massene ved bunnen av borhullet.



Det brukes motornokker, motorpumper og bortårn som muliggjør at redskapen kan heises opp til 20 m i luften over bakken uten å skru av rør.

Nedtrykkningsåk og forankringsrammer, sandpumper, verktøy, arbeidsbrakker osv. er vanlig hjelpeutstyr.

### STØTBORING

foregår ved hjelp av en brønnboringsmaskin, som driver 5" solide foringsrør ned gjennom massen ved hjelp av en fallmeisel på flere hundre kilo, som går inne i røret og som vekselvis meisler i stykker stein eller løsner opp massene ved enden av røret og vekselvis brukes til drivning av røret. Massene hentes opp av røret ved hjelp av en sandpumpe. Større stein ved enden av røret kan det bli nødvendig å sprengte.

Det tas prøver av morenemassen ved spesielle ramprøvetakere. Hvis røret når ned i løsere masser, kan det tas prøver med 40 eller 54 mm prøvetakere, som beskrevet ovenfor.

Når fjellet er nådd, kan det bores 3—4 m ned i fjellet ved hjelp av fallmeiselen for å bevise at ikke boringsutstyret er stoppet på en større stein. Fjelltypen kan noenlunde bestemmes ved hjelp av borslammet.

### ROTASJONSBORING

foregår ved hjelp av en diamanthormaskin, som roterer og mater et rør ned gjennom massen. Røret er nederst påskrudd hardmetall- eller diamantroner. Inne i røret føres borstenger som nederst har et kjernerør med påskrudde hardmetall- eller diamantroner for boring gjennom større stein og for boring ned i fjellet for påvisning av fjelllets beliggenhet med full sikkerhet. Man får kjerner av større stein og av fjellet, men kun lite representative prøver av den masse som ligger over fjellet. Til kjøling av kroner og stabilisering av borhullet brukes enten vannspyling eller spyling med tung borvæske.

## Geotekniske definisjoner. Laboratorieundersøkelse av prøver

### LEIRE

er et meget finkornig materiale med kornstørrelser ned til noen hundredels millimeter, og hvor omtrent halvparten av volumet opptas av vann. Ved en økning av belastningen oppstår porevannstrykk, som etterhvert ebber ut. Denne konsolidering krever tid og medfører setninger og bare en langsom økning i fasthet.

### SAND

er et grovkornet materiale, hvor porene kan utgjøre 20—60 % av volumet. Ved en belastningsøkning vil porevannstrykket straks dreneres ut og setningene og fasthetsøkningen kommer raskt.

SILT (MOSAND OG MJELE) er mellomjordarter.

### SKJÆRFASTHETEN ( $k$ , $s_u$ eller $\tau_f$ )

av en leire bestemmes ved konusforsøk eller ved trykkforsøk med uhindret sideutvidelse på uforstyrrede prøver. Ved trykkforsøket settes skjærfastheten lik halve trykkfastheten. Ved konusforsøket måles nedsynkingen av en konus med bestemt form og vekt og den tilsvarende skjærfasthetsverdi tas ut av en tabell.

Ved konusforsøk, enaksiale trykkforsøk eller vingebor bestemmes den udrenerte skjærfasthet hvis anvendelse i geotekniske beregninger er betinget av at belastningene påføres såvidt hurtig at jordarten ikke får anledning til å avgis eller oppta vann og endre sin skjærfasthet tilsvarende.

Skjærfastheten uttrykkes i  $t/m^2$  og opptegnes oftest i diagram på tegningene med angivelse av bruddeformasjonen.

### SKJÆRFASTHETSPARAMETRENE ( $c'$ og $\varphi'$ )

(«tilsynelatende kohesjon og friksjonsvinkel») bestemmes ved triaksialforsøk og angir hvorledes skjærfastheten varierer med spenningen. En sylindrisk prøve omsluttet med en gummihud og får konsolidere med fri drenering under allsidig vanntrykk i en trykkselle. Prøven blir dernest belastet aksialt til brudd, mens porevannstrykket måles. Resultatet av flere forsøk med forskjellige konsolideringstrykk fremstilles i et Mohr's diagram hvor skjærfastheten angis som funksjon av de effektive hovedspenninger.

Skjærfasthetsparametrene må kjennes for å kunne utføre beregninger hvor det må tas hensyn til endringene i grunnens skjærfasthet som følge av endringer i belastningene og porevannstrykket.

### SENSITIVITETEN ( $S$ )

er forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og i omrørt tilstand, som bestemt ved konusforsøk. Sensitiviteten varierer vanligvis ved norske leirer mellom verdier på ca. 3 til verdier større enn 100 (kvikkleirer).

### RELATIV FASTHET ( $H_1$ )

er et sammenligningstall som gir uttrykk for hvor løs en leire er i omrørt tilstand.  $H_1$  bestemmes ved konusforsøk og varierer vanligvis mellom verdier på ca. 80 til verdier under 1.

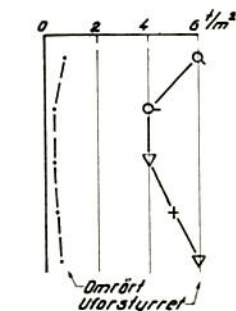
Vi definerer en kvikkleire som en leire med  $H_1$  mindre enn 3.0, hvilket tilsvarer en flytende konsistens.

### VANNINNHALDET ( $W$ )

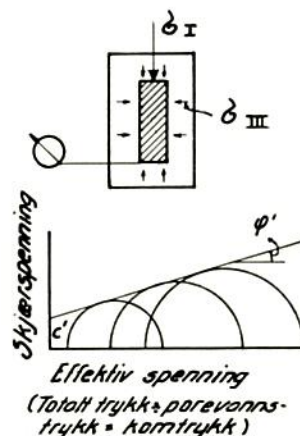
angir vekten av vann i % av vekten av fast stoff i prøven og bestemmes ved tørring under  $110^\circ \text{C}$ .

Ved sandprøver vil det bero på tilfeldigheter hvor meget vann det er i porene. Vanligvis oppgis det vanninnhold som tilsvarer vannfylte porer ved den målte porøsitet.

Normalt vanninnhold i norske leirer ligger på omkring 35 %. Høyt vanninnhold tyder på høy kompressibilitet.



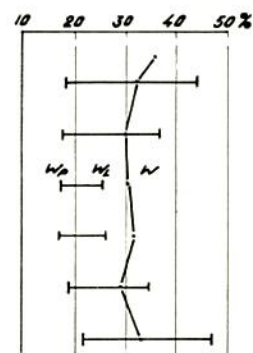
○ Trykkforsøk  
 △ Konusforsøk  
 + Vingebor  
 15 10 % deformasjon ved brudd



FLYTEGRENSE ( $W_L$ ) og UTRULLINGSGRENSE ( $W_p$ )

(Atterbergs grenser) er det vanninnhold hvor en omrørt leire går over fra plastisk til flytende konsistens henholdsvis fra plastisk til smuldrende konsistens.

Vanninnhold, flytegrense og utrullingsgrense settes gjerne opp i et felles diagram, som gir oversikt over karakteristiske egenskaper ved leirlagene.

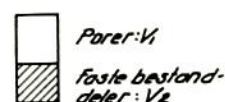


PORØSITETEN (n)

er volumet av porene i % av totalvolumet av prøven. En leire har normalt porøsitet på omkring 50 %. En sand kan ha porøsitet fra ca. 20 % til ca. 60 %. En høy porøsitet tyder på en høy kompressibilitet.

## PORETALLET (c)

er definert som forholdet mellom porevolumet og volumet av fast stoff i en prøve.



$$n = \frac{V_1 \cdot 100}{V_1 + V_2}$$

$$e = \frac{V_1}{V_2} = \frac{n}{1-n}$$

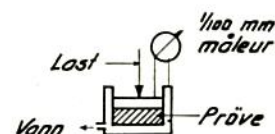
$$W = \frac{n}{1-n} \cdot \frac{1}{x_s} \%$$

ROMVEKTEN ( $\gamma$ )

er vekten pr. volumenhet av prøven. Romvekt, vanninnhold og porøsitet er sammenhengende verdier ved vannfylte prøver og er alle uttrykk for lagringsfastheten.

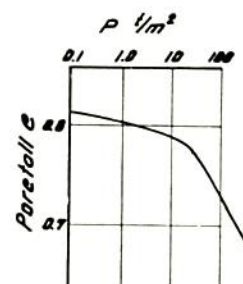
## HUMUSINNHOLDET (o)

blir bestemt ved en kolorimetrisk natronlutmetode og angir innholdet av humusferte organiske bestanddeler tilnærmet i % av tørrstoff. Det tallmessige uttrykk har sin verdi bare for sammenligning. Høye humusinnhold på 2—3 % gir høy kompressibilitet og lang konsolideringstid.



## KOMPRESSIBILITETEN

måles ved ødemeterforsøk, hvor en leirprøve påføres belastning trinnvis og sammentrykningen avleses på hvert belastningstrinn for bestemte tidsintervaller. Ved forsøket bestemmes jordartens sammentrykningstall ( $C_c$ ) og konsolideringskoeffisient ( $C_v$ ) som gir grunnlag for beregning av setningenes størrelse og tidsforløp.

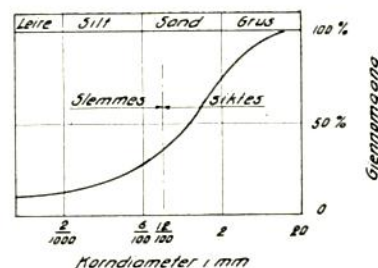


## KORNFORDDELINGSANALYSE

utføres ved sikting for fraksjonene større enn 0,012 mm. For de mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. Materialet slemmes i vann og suspensjonens romvekt måles med bestemte tidsintervaller ved et hydrometer. Kornfordelingskurven beregnes ut fra Stokes lov om partiklers sedimentasjonshastighet.

## PERMEABILITETSKOEFFICIENTEN (K)

er definert ved Darcys lov,  $V = K \cdot I$ , hvor  $V$  er strømningshastigheten av porevanet og  $I$  er trykkgradienten.  $K$  uttrykkes vanligvis i cm/sek. og ligger for leirer i området  $10^{-6}$  til  $10^{-9}$  cm/sek. og for sand i området  $10^{-1}$  til  $10^{-3}$  cm/sek. Under en trykkgradient på  $I = 1$  kan strømningshastigheten i fet leire følgende være så liten som 1 cm i året.



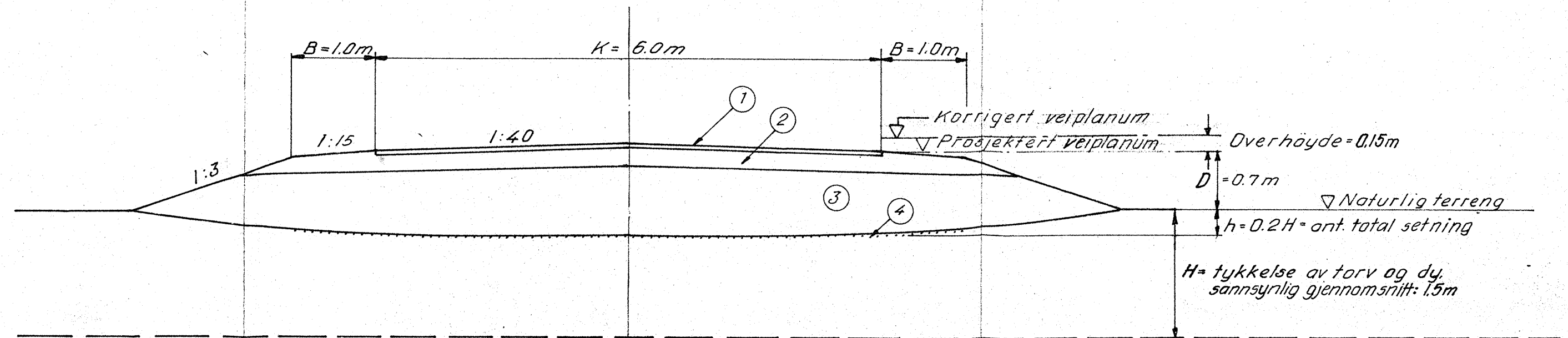
Permeabilitetskoeffisienten kan beregnes ut fra tidsforløpet ved ødometerforsøk eller kan bestemmes ved direkte forsøk, hvor det måles den vannmengde som går gjennom en prøve med et bestemt tverrsnit under kjent trykkfall.

## KLASSIFISERING AV TORV

Von Posts skala over fortorvingsgrad.

- H 1 Fullstendig uomodannet torv, avgir ved krysting i hånden bare klart, farvelöst vann.
- H 2 Så godt som fullstendig uomodannet og dynnfri torv, avgir nesten klart, men gulbrunt vann.
- H 3 Litt omdannet eller meget svakt dynnholdig torv, avgir tydelig grumset vann, men det passerer ikke noe torvsubstans mellom fingrene. Det som blir igjen i hånden er ikke grötaktig.
- H 4 Dårlig omdannet eller noe dynnholdig torv, avgir sterkt grumset vann. Det som blir igjen i hånden er noe grötaktig.
- H 5 Noenlunde omdannet eller temmelig dynnholdig jord. Vekststrukturen er tydelig. Ved krysting passerer noe torvsubstans mellom fingrene, dessuten sterkt grumset vann. Det som blir igjen i hånden er sterkt grötaktig.
- H 6 Noenlunde omdannet eller temmelig dynnholdig torv med utydelig vekststruktur. Ved krysting passerer ca. 1/8 mellom fingrene. Det gjenværende er sterkt grötaktig, men viser tydeligere vekststruktur enn den upressede torv.
- H 7 Ganske godt omdannet eller betydelig dynnholdig torv hvor man fremdeles kan se ganske meget av vekststrukturen. Ved krysting passerer ca. 1/2 av torvsubstansen mellom fingrene. Hvis det utskilles vann, er dette vellingaktig og sterkt mørkfarget.
- H 8 Godt omdannet og sterkt dynnholdig torv med utydelig vekststruktur. Ved krysting passerer ca. 2/3 mellom fingrene. Muligens utskilles det en del vellingartet vann. Det gjenværende består vesentlig av rothår og fibre.
- H 9 Så godt som fullstendig omdannet eller nesten helt dynnartet torv, hvor man praktisk talt ikke ser noen vekststruktur. Nesten hele torvmassen passerer fingrene som en homogen gröt.
- H 10 Fullstendig omdannet eller helt dynnartet torv, hvor man ikke finner noen vekststruktur. Ved krysting passerer hele torvmassen mellom fingrene uten å avgi vann.

Typisk snitt km 0/000 - 0/400 x)



① Slitelag : Overflatebehandling:

- Ev. jord fjernes fra underlaget, som avrettes og jevnes.
  - Asfalt impregnering (RC-5 el. tilsv.) 1.5 kg/m<sup>2</sup>
  - Dekning med finpukk 8-15 mm, planvalsing.
- Behandlingen a-c gjentas etter lår.

- ② Fordelingslag:
- 15 cm grovpukk (50-100 mm), vibrovalses med 3-4 t valse.
  - 5 cm mellompukk (15-30 mm), vibrovalses.
  - Mettes med ren, knust grus < 15 mm med 10-20% finere enn 0.15 mm, gjennomvannes, vibrovalses umiddelbart

- ③ Forsterkningslag: sprengstein < 300 mm, som masse (eventuelt annen masse etter avtale), dozes til 20 cm under korrigert profil

- ④ Armeringsnett nr. 5. Ruller à 2.0 x 25 m skjøtes fire i bredden med 10 punktveiser pr. m.

x) For den øvrige strekning foreslås tilsvarende typeprofil med disse modifikasjoner:

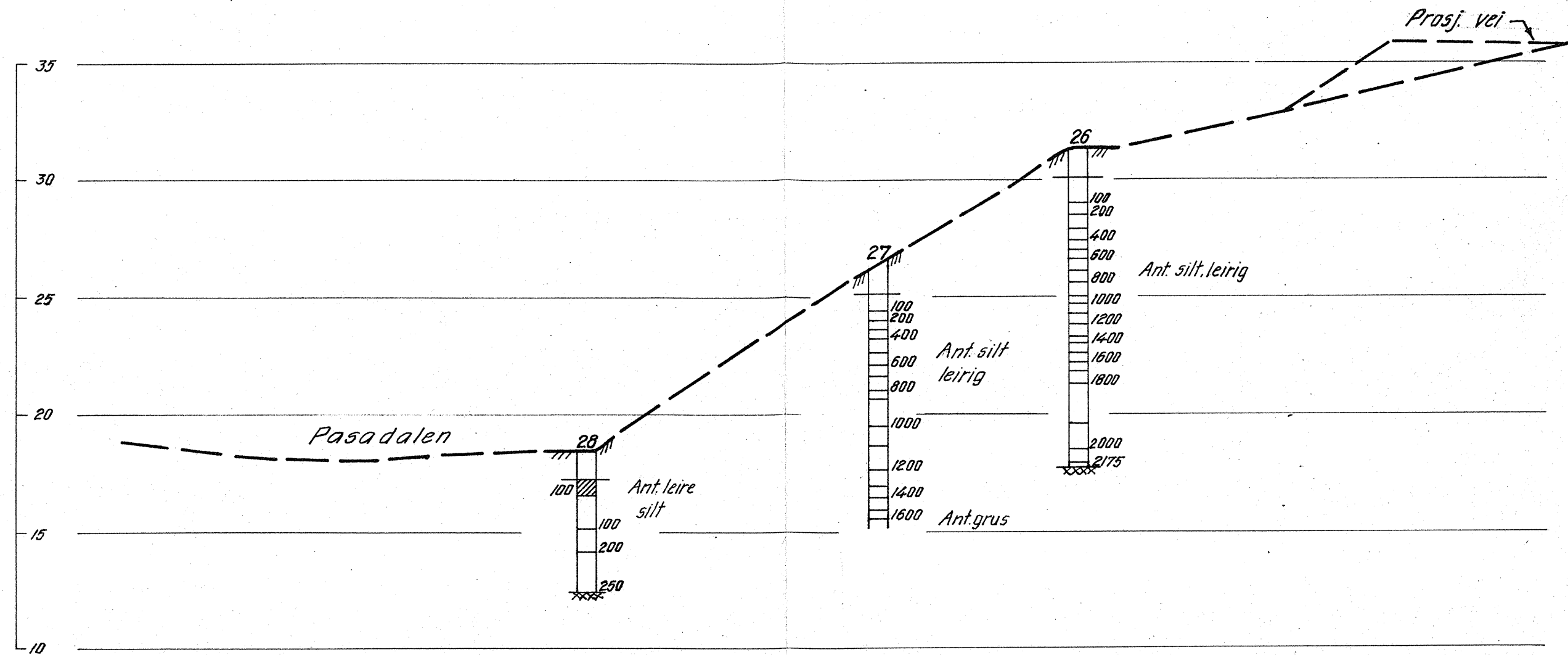
1) Overbygningens minstetykkelse D reduseres til: 0.6 m ved jordskjæring, 0.5 m ved jordfylling og 0.2 m ved minst 0.3 m tykk steinfylling og ved fjellskjæring.

2) Armeringsnett og overhøyde sløyfes

3) I skjæring utføres sidegrøtter til minst 0.6 m dybde under veiplanum.

|                                 |  |                |                    |
|---------------------------------|--|----------------|--------------------|
| Als Dalen Portland Cementfabrik |  | Målestokk      | Tegn. LEK 15-12-62 |
| Vei Valler-Pasa-Bjørntvet       |  | 1:50           | Å.M. 16/5-63       |
| Forslag til typeprofil          |  | Instilling for |                    |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL     |  | 5010-11a       |                    |
| Cecars gt. 46 b. - Oslo         |  | Grafisk utv.   |                    |

# Profil E-E

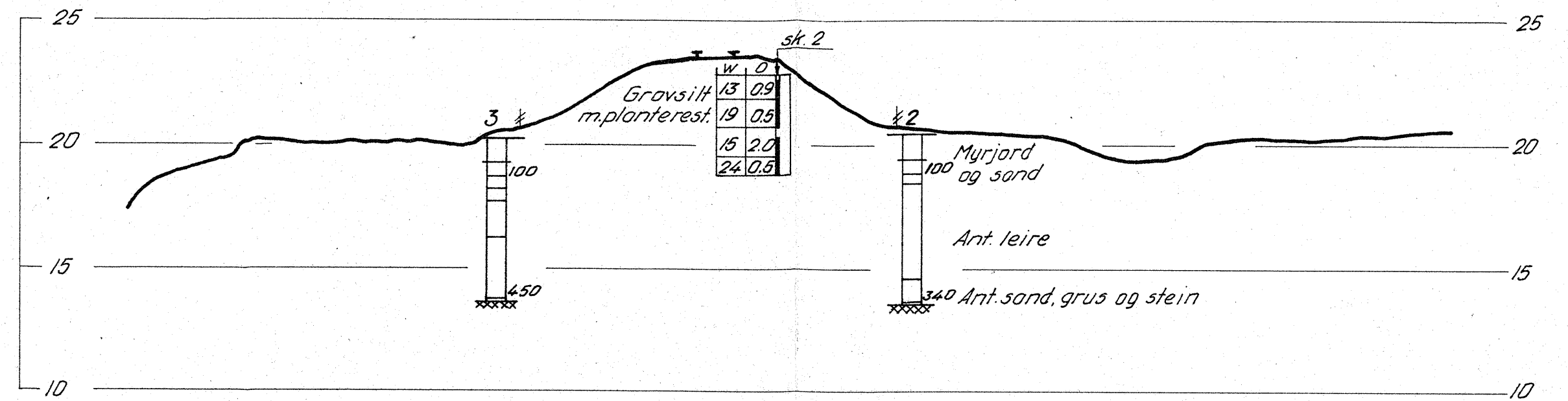


|                                                                            |  |                           |                 |
|----------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------|-----------------|
| 1/5 Dalen Portland Cementfabrik<br>Vei Valler-Pasa-Björntvet<br>Profil E-E |  | Målestokk<br>1:200        | Tegn. AM 9-5-63 |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL<br>SIV. ING. JAN FRIIS                         |  | Erstatning for:<br>5010-5 |                 |
| Erstatet av:                                                               |  | Erstatet av:              |                 |

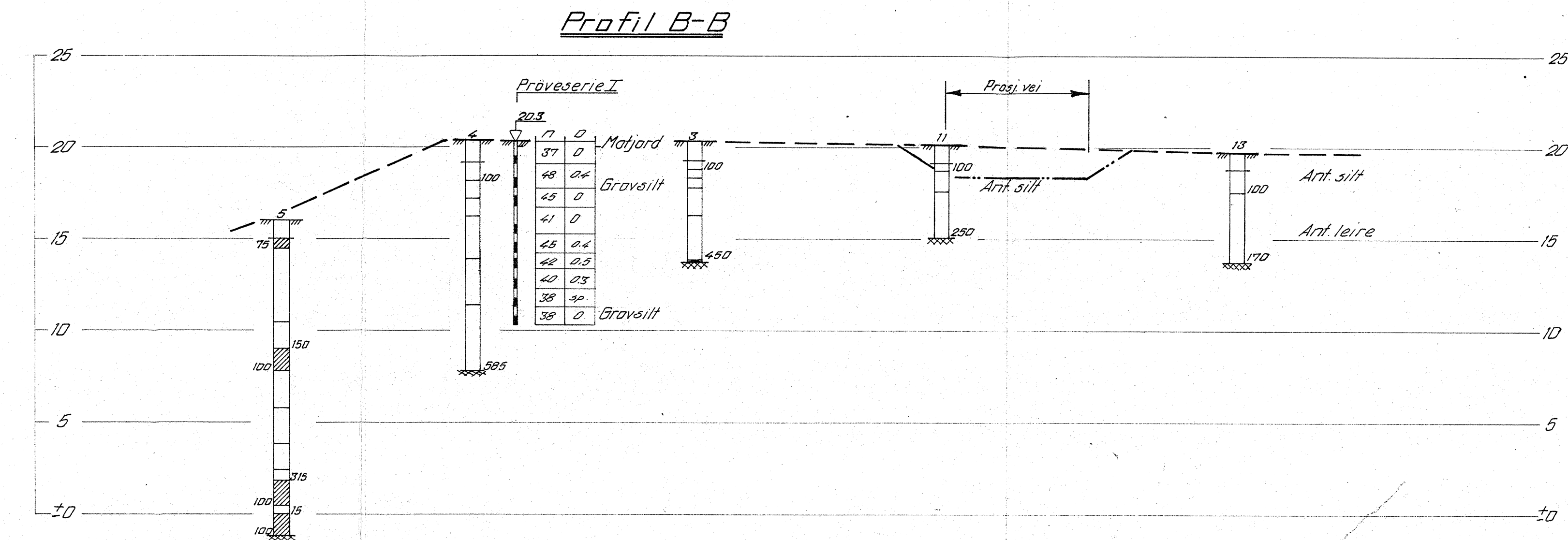
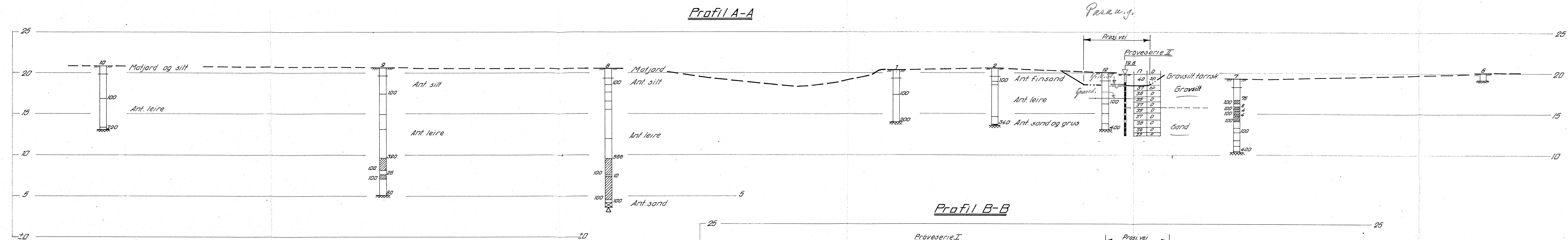


# Profil C-C

km 191/868.5



|                                 |  |                 |                   |
|---------------------------------|--|-----------------|-------------------|
| Als Dalen Portland Cementfabrik |  | Målestokk       | Tegn. LEX 22-2-53 |
| Vei Valler-Pasa-Bjørntvet       |  | 1:200           |                   |
| Profil C-C                      |  | Erstatning for: |                   |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL     |  | 5010-3          |                   |
| SIV. ING. JAN FRIIS             |  | Erstatet av:    |                   |





- Dreieboring
- Spyleboring
- Slagboring
- Ramboring
- Støtboring
- Prøveserie
- Vingeboing
- Piezometer
- Sjaktning
- Rotasjonsboring

Borhull nr. \_\_\_\_\_  
Terreng (Bunn)kote \_\_\_\_\_  
Antatt fjellkote \_\_\_\_\_  
Boret dybde \_\_\_\_\_  
Borhull nr. 1873, 1939, 2031  
Lab. bok nr. 665  
Kartgrunnlag: 03-BL 26 Eidanger Reguleringsvesen 1915-56 og 7535 D.P.C.  
Utgangspunkt for nivellement: Bolt ved Pasa overgang N.S.B.  
60m. øst H=26.789 N.G.D.  
Geoteknisk utredning av 1963 ved R.C.V.

|                                                                         |  |                                                   |                   |
|-------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------|-------------------|
| 1/2 Dalen Portland Cementfabrik<br>Vei Valler-Pasa-Bjørntvet<br>Borplan |  | Målestokk<br>1:1000                               | Tegn. A.M. 9-5-63 |
| NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL<br>SIV. ING. JAN FRIIS                      |  | Erstatning for:<br><b>5010-1</b><br>Erstattet av: |                   |