

Grunnundersøkelse ved jernbanekrysning

Senkningsanlegg, ØRSTI, Stjørdal.

o.272. 7. april 1964.

Bilag 1 : Situasjonsplan M = 1 : 200,
med beliggenhet av boringer.

- " - 2 : Profiler, med dreiesonderinger
og jordartsbeskrivelse.

- " - 3 : Borprofil, hull 3.

Tillegg 1 : Boringers utførelse.

- " - 2 : Laboratorieundersøkelser.

1. INNLEDNING.

Etter anmodning av herredsagronom Salberg, Stjørdal, i brev av 28/11 1963, på vegne av grunneiere i øfstigrenda, har undertegnede utført grunnundersøkelse ved Meråkerbanens kryssning av Holmsbekken ved Moum holde plass.

Med sikte på å innvinne ca. 150 dekar uproduktiv sumpig mark er bekken planlagt senket noe i forhold til sitt nåværende leie. Ved jernbanen, som nå krysses i undergang av tørrmurt naturstein fundamentert på tømmerflåte, antas senkningen å bli av størrelse 0,5 - 1,5 meter.

Det foreligger hverken fra N.S.B.'s eller grunneiernes side konkrete planer for gjennomføring av kryssningen. Ved befaring 20/12 1963 ved siv.ing. Nestvold sammen med herredsagronom Salberg og gårdbruker Olav øfsti fant en at det i prinsipp foreligger to muligheter, nemlig a) utdyping av det nåværende løp, eller b) legging eller pressing av ett eller flere rør under jernbanefyllingen, fortrinnsvis øst for det nåværende løp. Da en ikke tar sikte på, og på grunn av for lite fall nedover til Stjørdalselva heller ikke har mulighet for, å ta full flom i det nye løp, vil det gamle løp kunne beholdes som flomløp.

De utførte undersøkelser tok sikte på å klarlegge grunnforholdene og tjene som støtte for valg av utførelsesmåte ved kryssningen.

2. UTFØRTE BORINGER OG UNDERSØKELSER.

Boringene ble utført 17/3 - 19/3 1964, med tekniker Halten fra undertegnede som boreformann og hjelpemannskap holdt av oppdragsgiverne.

Det ble utført 4 dreiesonderinger, 3 i et profil tvers over fyllingen øst for bekken, og 1 i bekkeløpet like nedenfor undergangen, som vist i situasjonsplanen, bilag 1. Sonderingene er ført til 5,4 - 8,6 meters dybde under terreng, eller til ca. kote 0 - + 2. I profilene i bilag 2 er dreiemotstanden vist grafisk som funksjon av dybden.

I hull 3 på nordsiden av fyllingen øst for bekken ble det tatt opp i alt 5 prøver av grunnen ned til 3,5 meters dybde, 2 prøver med skovlbor og 3 med 54 mm. sylindrerprøvetaker.

En beskrivelse av boringenes utførelse er gitt i tillegg 1, bak i rapporten.

De opptatte prøver er undersøkt i laboratoriet, hvor det ved prøveåpningen gis en beskrivelse og klassifisering av jordarten, og foretas bestemmelser av vanninnhold og romvekt. For leire er udrenert skjærfasthet og sensitivitet bestemt ved konus, for sandig materiale er fastheten målt ved enaksiale trykkforsøk.

Resultater av laboratorieundersøkelsene er gitt i tall og diagrammer i borprofilet, bilag 3, og en beskrivelse av undersøkelsene i tillegg 2 bakerst i rapporten.

Oppmåling og nivellement er foretatt av tekniker Halten. Utgangspunkt for nivellement er N.S.B.'s fastmerke på østre brokar, med oppgitt høyde + 8,628.

3. BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLD.

Holmsbekken følger på det aktuelle område yttersvingen i et gammelt elveleie, som ble tørrlagt for sannsynligvis ca. 150 år siden.

Den 3,5 - 4 meter høye jernbanefyllingen synes i følge sonderingen i hull 2 å bestå vesentlig av grus og sand, sannsynligvis masser fra skjæringen lenger øst.

For øvrig tyder boringene på jevne og ganske gode grunnforhold over området. I hull 3 i fot av fylling traff en under ca. 0,8 meter finsand på et ca. 0,4 meter tykt lag av stein og grov grus (aur), som også synes å være påtruffet på omtrent samme nivå ved sonderingene i de øvrige borhull. Videre til 3,5 meters dybde besto grunnen av middels fast lagret finsand med enkelte leirlag, stort sett av tykkelse under 1 cm., men også 2 ca. 10 cm. tykke lag 1,2 - 1,5 meter under terreng. Sanden har romvekt ca. $2,0 \text{ t/m}^3$ og vanninnhold 23 - 25 %. Konusforsøk på leire i 1,4 meters dybde viste relativt høy uforstyrret skjærfasthet, ca. 7 t/m^2 , og omrørt $0,65 \text{ t/m}^2$.

Sonderingene syntes å indikere vesentlig finsandige masser også videre i dybden. Under fyllingen i hull 2 er dreiemotstanden noe høyere, muligens som følge av konsolidering under fyllingens vekt.

Grunnvannstanden sto i hull 3 0,10 meter under terreng, og sørøst for undergangen omtrent i høyde med terrenget.

En jordartsbeskrivelse med antatte laggrenser inntegnet er gitt i profilene, bilag 2, og mer detaljerte data fra hull 3 i borprofilet, bilag 3.

4. ALTERNATIVE UTFØRELSESMÅTER.

Valg av utførelsesmåte for kryssningen vil foruten av praktiske og økonomiske hensyn avhenge av senkningens størrelse og hvilken vannmengde en vil ta sikte på å kunne ta.

På tilsendte profiler er senkningen av fylkesagronom Berre angitt til 0,5 - 0,7 meter i forhold til nåværende bunn ved jernbanen. Så vidt en har forstått, kan det imidlertid bli aktuelt med større senkning, i det en regner med at Stjørdalselva etter hvert vil kunne grave seg noe ned og avløpet der-ved bli bedre.

Vannføringen i bekken er ikke oppgitt. Antas et midlere avløp på 35 liter/sek/km², blir et middelårs middelvannføring for et nedslagsfelt på 4 km² ca. 0,14 m³/sek. Lokale forhold kan innvirke noe på dette, og den vannføring som skal kunne tas i det nye løp, bør nok være en del større enn årsgjennomsnittet og er gjenstand for en viss skjønnsmessig vurdering.

Som tidligere nevnt er en kommet frem til at senkningen ved kryssning av jernbanen kan utføres enten ved utdyping av det nåværende løp eller ved å anlegge nytt løp ved siden av underfyllingen.

En har som nevnt ikke tilstrekkelige holdepunkter for på nåværende tidspunkt å legge frem et detaljert forslag, men vil nedenfor diskutere to utførelsesmåter generelt.

a) Utdyping av det nåværende løp synes å være den enkleste løsning, men utførelsesmåte og kostnad vil være sterkt avhengig av utdypingens størrelse.

Løpets bredde er ca. 3,6 meter, med tømmerflåte under de to brokar, sammenhengende i jernbanens retning. Stokkene er dekket av stein, men ifølge opplysninger fra folk på stedet som

hadde sett forholdene etter at en isdam rensket løpet for stein, ligger stakkene ikke tett i tett, men med noe mellomrom.

Ut over dette foreligger ingen opplysninger om fundamenteringen av undergangen, men en vil anta at tømmerflåten ligger på eller umiddelbart over det øyensynlig sammenhengende stein- og gruslag som er påvist ved alle boringer.

En utdyping ved å renske opp i løpet ned til tømmerflåten antas ikke å bli tilstrekkelig. En er da henvist til å kappe stakkene for å komme dypere, og senere etablere en tilfredsstillende avstivning og sikring av brokarene. Blir utgravningen betydelig, må en regne med å utføre denne innenfor to spuntvegger.

Grunnforholdene er relativt faste, men en vil allikevel tro at det skulle gå an å ramme ned trespunt gjennom det ikke særlig tykke grus- og steinlag. Dette ligger forresten i såvidt beskjedne dybde at en her til nød kunne hjelpe til med graving.

Spuntveggens avstand fra kar, dimensjonering og nødvendig avstivning vil kunne angis når gravedybden er nærmere bestemt.

Innenfor spuntveggene vil det kunne støpes en stiv armert betongkanal eller enklere legges ned kulvertrør som overfylles til sikring av brokar og mot erosjon.

Så vidt en har fotstått, vil N.S.B. forestå planlegging og utførelse dersom nåværende løp skal utdypes.

b) Legging av nytt løp under fyllingen utenfor det nåværende løp måtte eventuelt foretas noe øst for undergangen, omtrent ved profil I.

En kan her enten tenke seg på tradisjonell måte å grave seg gjennom fyllingen og legge ned kulvertrør, eller presse rør gjennom under fyllingen.

Skal en grave seg gjennom fyllingen, vil N.S.B. måtte legge provisorisk bro, som ifølge opplysning vil medføre en tilleggsomkostning på anslagsvis kr. 10.000,00.

Det er tidligere utført kulverter gjennom fyllinger ved å presse rør gjennom under fyllingen. En kan således henvise til at A/S Selmer presset tynnveggede stålrør med diameter 1,3 meter i finsand under jernbanen ved utvidelsen av Værnes flyplass.

Det ble her benyttet 2 stykker 100 tons donkrefter ved presingen som opplyses å være utført i 8 skift med 4 mann, idet en gravet ut innvendig i røret etter hvert.

I det foreliggende tilfelle bør en eventuelt grave seg noe ned og inn i fyllingen fra siden for å korte gjennomgangen til 8 - 10 meter. Mothold for donkraften skulle kunne opptas ved jordtrykk i enden av grøften, og unngår en det faste stein- og gruslaget, skulle en presning etter undertegnedes mening også her være gjennomførbar. Ved mindre rørdiametre kunne en overveie å spyle ut massen, og det er ikke umulig at en lokal entreprenør vil kunne påta seg arbeidet. Det nåværende løp forutsettes da beholdt som flomløp.

Det bør overveies om senkningen av grunnvannstanden kan ha betydning ved eventuell forråtnelse av tømmerflåte. Setningsmessig skulle en senkning bety relativt lite og lett kunne justeres for.

5. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

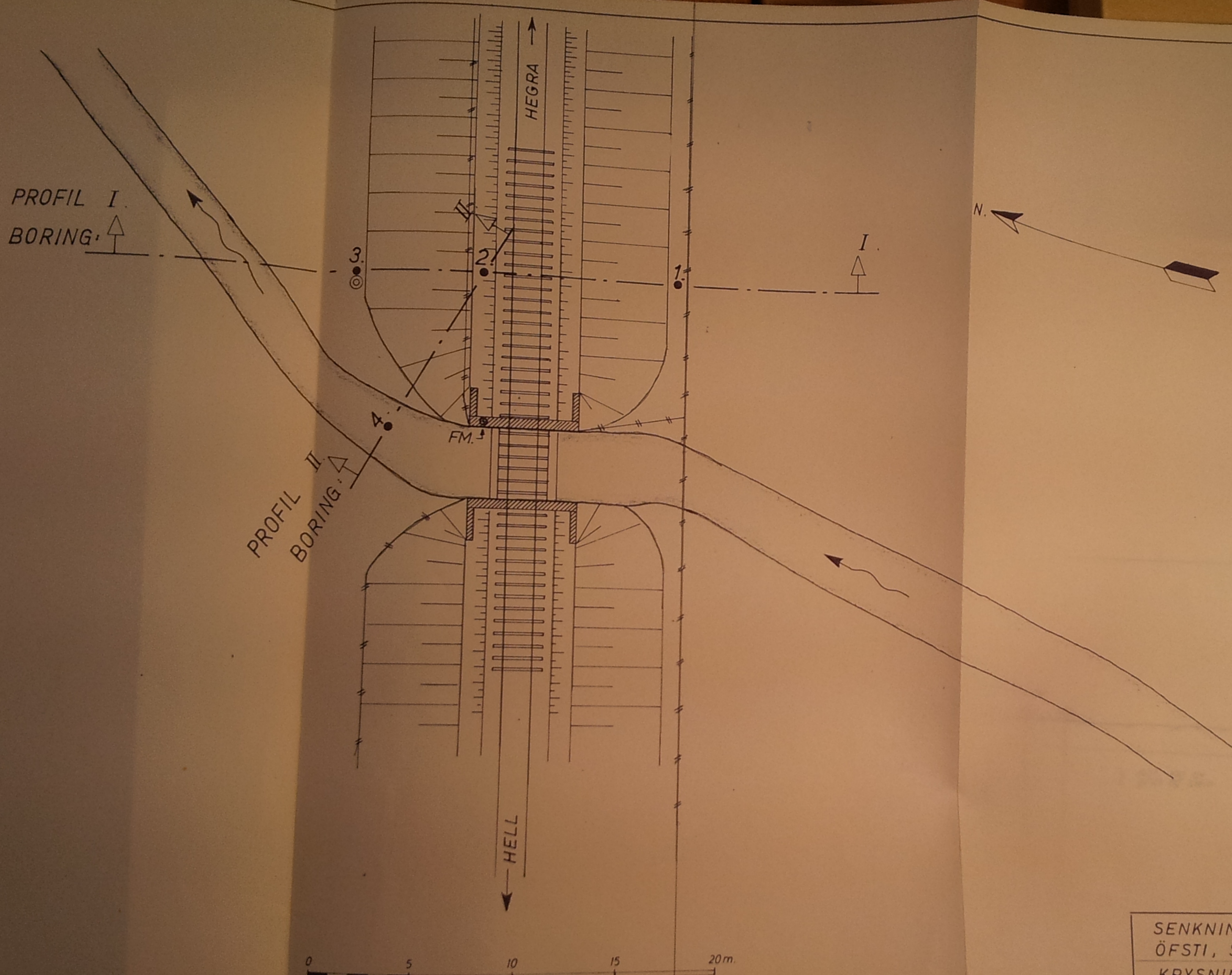
De utførte undersøkelser viser at grunnen ved Meråkerbanens krysning av Holmsbekken består vesentlig av middels fast lagret finsand med enkelte stort sett tynne leirlag, og med et 0,2 - 0,6 meter tykt lag av stein og grus omtrent fra eller noe under bekkens nåværende bunn.

Senkning av bekken menes å kunne gjennomføres enten ved utdyping av det nåværende løp, eller ved presning av rør gjennom fyllingen, med det gamle løp som flomløp. Enkelte generelle holdepunkter for vurdering av de forskjellige utførelsesmåter er gitt foran. Da senkningens størrelse og kapasitet foreløpig ikke er nøyaktig kjent, finner en det imidlertid ikke riktig på det nåværende tidspunkt å gå alt for detaljert inn på de forskjellige alternativer. Det er også derfor vanskelig å antyde hva som blir økonomisk gunstigst, og en tilråder utarbeidet detaljerte planer for anbudsinnhentelse.

Vi står imidlertid fortsatt gjerne til tjeneste med råd under videre planlegning og utførelse.

Ottar Kummeneje.

Jarl Th. Nestvold
Jarle Th. Nestvold.



SENKNINGSANLEGG , ÖFSTI, STJÖRDAL .		M = 1 : 200.	
KRYSNING AV MERÅKERBANEN. SITUASJONSPLAN.		Tegn.	Dato
● Dreiesonderinger .		E.H./J.N. 24-3-64	
◎ Prøvetaking .		O-nr.	272.
Rådgiv. ing. O. KUMMENEJE Stiklestad v. 3 - Trondheim		Bilag	1

ÖFSTI, STJÖRDAL .
KRYSNING AV MERÅKERBANEN.
M = 1 : 100.

KOTE
• 10

3

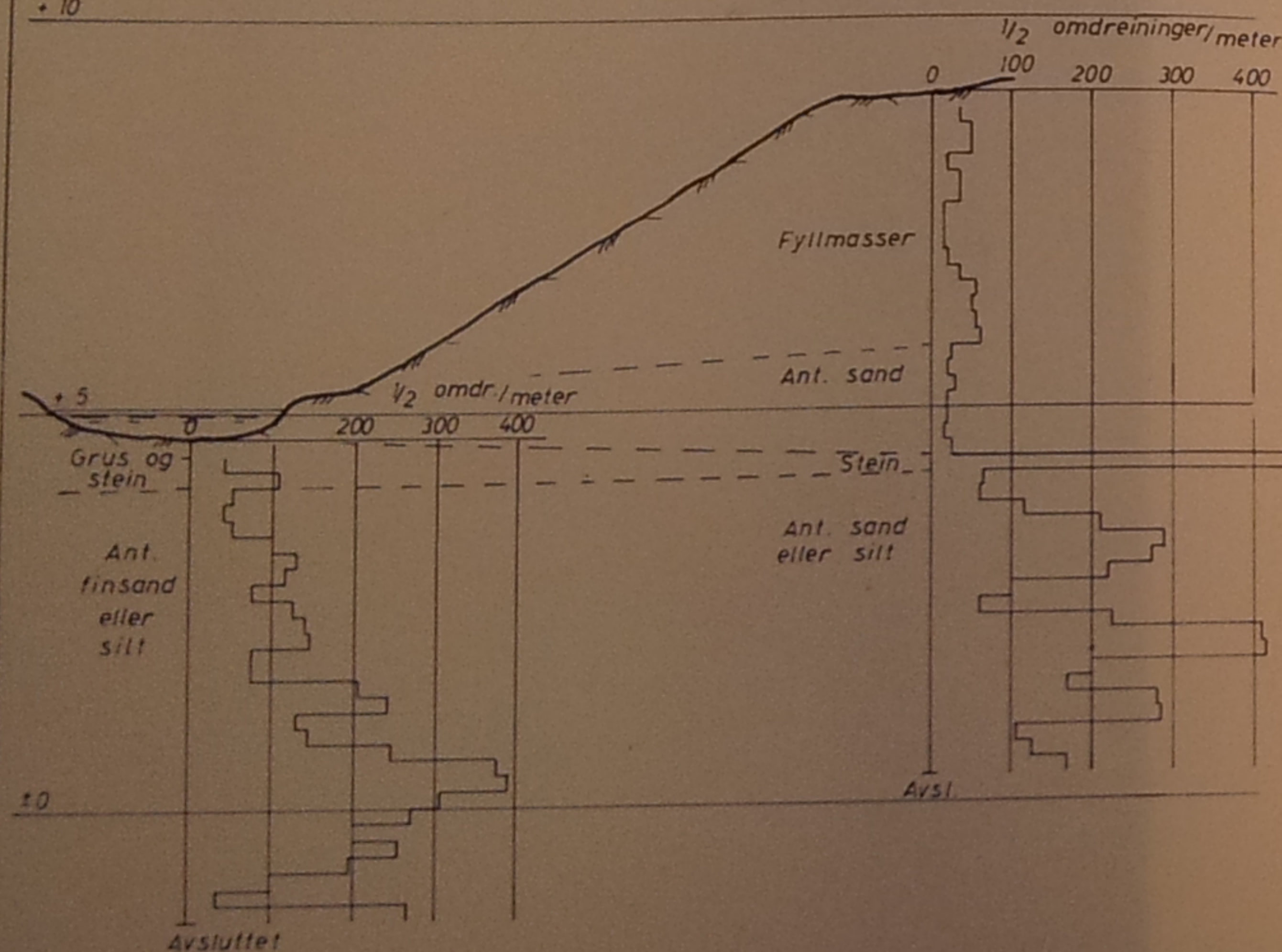
SENKNINGSANLEGG, ØFSTI, STJØRDAL.	M = 1 : 100.
KRYSSNING AV MERÅKERBANEN. <u>PROFIL I - II.</u>	Tegn. Dato J. N. 23-3-64
Dreiesonderinger. Jordartsbeskrivelse.	
Rådgiv. ing. O. KUMMENEJE Stiklestad v. 3 - Trondheim	O.nr. 272 Bilag 2.

el-
in-

PROFIL II.
BORING: 4.

KOTE
+ 10

2.



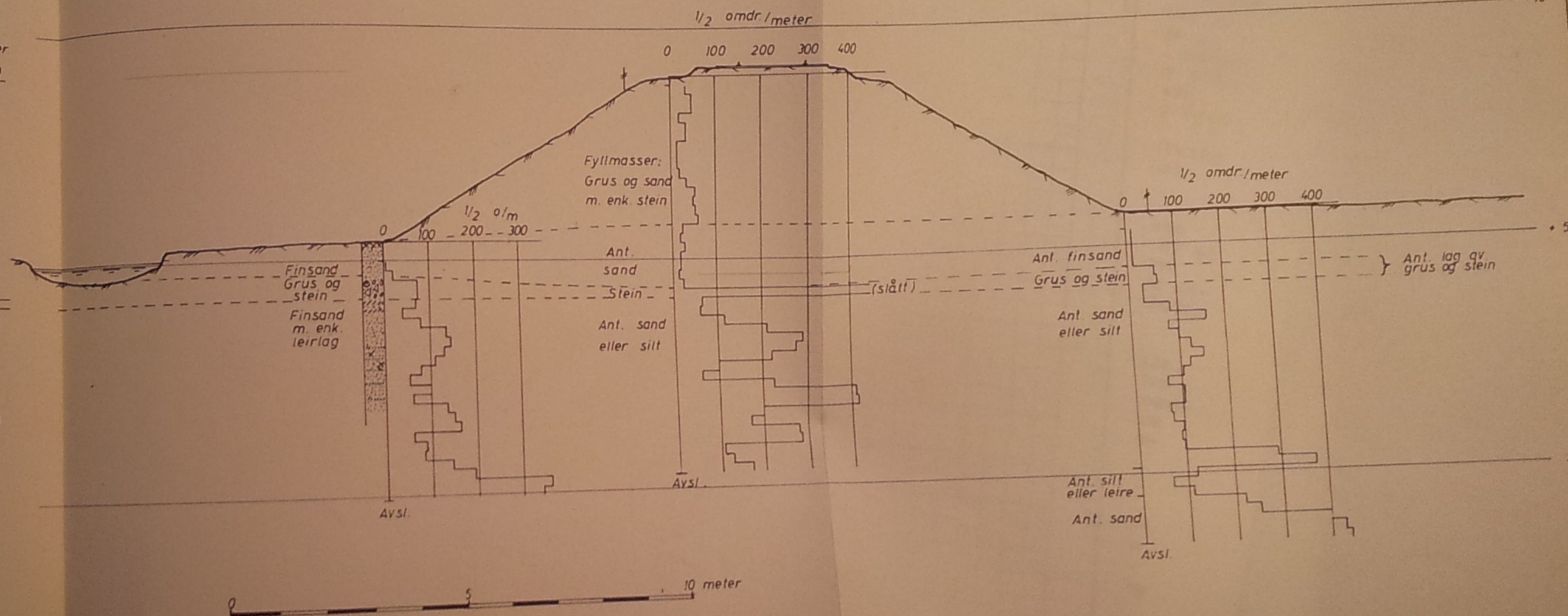
PROFIL I.
BORING:

3.

2.

1.

KOTE
+ 10



SENKNINGSANLEGG,
ØFSTI, STJØRDAL.
KRYSSNING AV MERÅKERBANEN.
PROFIL I - II.
Dreiesonderinger.
Jordartsbeskrivelse.

M = 1 : 100.

Tegn. Dato
J. N. 23-3-64.

Rådgiv. ing. O. KUMMENEJE
Stiklestad, 3 - Trondheim

O-nr. 272.
Bilag 2.

el-
in-

...veres direkte ved vannstand i borhullet.

RÅDGIV. ING. O. KUMMEKEJE

BORPROFIL

Sted ØFSTI, STJØRDAL

 Høi 3 Bilag 3
 Nivå 54 Oppdrag 0 272
 Probe Ø 54 mm Data Marts 1966

Dybde m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold %				Humus	Konvekt	V/m ³	Skjærfasthet 1/m ²					Sensitivitet	
				20	30	40	50				1	2	3	4	5		
	FINSAND		01	Grunnvannstand							Omrørt					Uforstyrret (7,9) 11	
	GRUS OG STEIN		02	0,1 m u. terring													
	FINSAND		03	o o o					1,98								
	med enk.	litt humus	04	o o o					(1,95)								
	tynne		05	o o o					2,01								
	leirlag								(1,94)								
									2,03								
									(2,03)								
5																	
10																	
15																	
20																	
25																	

 + vingeoring ○ enkelt trykkforsøk ▽ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_p = utrollingsgrense

T i l l e g g 1. BORINGERS UTFØRELSE.

A. SONDERINGSBORING FOR GRUNNENS RELATIVE FASTHET, EVT. FJELLDYBDE.

Dreiesondering utføres med normaldreiebor som nederst består av en 20 cm. lang pyramideformet spiss med sidekant 3 cm., som er vridt en omdreining. Spissen forlenges oppover med 20 mm. skjøtstenger i en meters lengder. Boret belastes med loddvekt trinnvis opp til 100 kg.'s last. Synker ikke boret med denne vekt, dreies det og antall halve omdreininger pr. 20 cm. synkning blir notert.

Ved opptegningen er antall halve omdreininger pr. meter synkning vist grafisk i dybden i borhullet, og belastningen angitt til venstre i diagrammet.

Ramsondering utføres med 32 mm. massive stålstenger som skrues sammen med glatte skjøter og rammes ned i grunnen ved hjelp av et fallodd med vekt 70 kg. og konstant fallhøyde. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm. synkning og uttrykkes ved anvendt rammeenergi $O = WH/s$, der W = vekt av fallodd, H = fallhøyde og s = synkning pr. O slag.

Cobrasondering utføres med en lett bensindrevet fjellboremaskin, hvor 20 mm. borstenger, skjøtbare i 1 meters lengder og forsynt med en spesiell spiss, rammes ned i grunnen. Den observerte nedsynkningshastighet som funksjon av dybden gir et relativt bilde av grunnens fasthet, men boret benyttes oftest bare til bestemmelse av fjelldybde.

B. OPPTAKING AV PRØVER FOR LABORATORIEUNDERSØKELSE.

Uforstyrrede prøver tas opp med HGI's 54 mm. prøvetaker. Prøvene blir her skåret ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm. og lengde 80, eller 40 cm. Prøvene forsegles i begge ender med voks og gummihetter for å hindre uttørking før de sendes til laboratoriet.

Representative prøver tas ved skovleboring i de øvre lag, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver er tilfredsstillende.

C. MÅLINGER.

Vingeboring bestemmer uårenert skjærfasthet in situ ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras uårenerte skjærfasthet. Skjærfastheten bestemmes først i uforstyrret og etter brudd i omrørt tilstand for hver halve og hele meter i dybden.

Porevanntrykket i grunnen måles med et piezometer som nederst består av et sylindrisk filter av sintret bronsje i lengde 30 cm. og med ytre diameter 32 mm. Filteret påsettes $\varnothing$ 32 mm. emnesrør etter hvert som det presses ned i grunnen til ønsket måledybde. Fra filterets gjennomhullede kjerne fører en 8 mm. plastslange innvendig i rørene opp til overflaten. Vannstanden i slangen observeres med tiden til det innstiller seg på en bestemt høyde, og vannstandshøyden over filteret gir porevanntrykket i filterdybden. Ved vannstand betydelig over terreng, påsettes plastslangen manometer for trykkmåling. Porevanntrykket måles i flere dybder og opptegnes som funksjon av dybden.

Grunnvannstanden observeres direkte ved vannstand i borhullet.

T i l l e g g 2. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Når prøven skyves ut av sylindren, beskrives og klassifiseres jordarten. For hver prøve utføres videre følgende bestemmelser:

Romvekt (t/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold (%) i vektspersent av materiale tørket ved $110^{\circ}C$, med 3 - 5 bestemmelser fordelt over prøven.

Plastisk område (for leirig materiale) i omrørt tilstand angis i % vanninnhold. Den øvre grense, flytegrensen, W_L , bestemmes ved Casagrandes flytegrenseapparat, rysteapparat. Den nedre grense for det plastiske område er utrullingsgrensen, W_p , og området $W_L - W_p$ benevnes plastisitetsindeks. Disse konsistensgrenser er til hjelp ved vurdering av materialet og dets egenskaper. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring. Det plastiske område og flytegrensen, øker også i alminnelighet med innhold av finere korn, leirpartikler.

Udrenert skjærfasthet, s_u , (t/m^2) bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6$ cm og høyde 10 cm. Skjærfastheten regnes lik halve trykkfastheten.

Skjærfastheten bestemmes også i uforstyrret, s_u , som omrørt, s' , tilstand ved konusforsøk. Dette er en empirisk metode, idet nedsynkningen av en konus med bestemt vekt og form måles, og skjærfastheten på dette grunnlag tas ut av en tabell.

Sensitiviteten, $S = s_u/s'$, er forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt tilstand, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet.

Konsolideringsforsøk utføres for å bestemme jordartens kompresibilitet. En prøve med tverrsnitt 20 cm^2 og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen som funksjon av tiden. Prøvens poretall, forholdet mellom volum av porer og volum av fast stoff, opptegnes som funksjon av belastning i logaritmisk målestokk, konsolideringskurven.

Kornfordeling bestemmes for grovkornete materialer ved å sikte tørket materiale på sikt med maskeåpninger ned til 0,06 mm. Gjenliggende materiale på siktene veies, og gjennomgangen i vektspersent tegnes opp i et kornfordelingsdiagram mot siktens maskeåpning.

For finkornet materiale bestemmes kornfordeling ved hydrometeranalyse, idet en benytter seg av Stoke's lov om kulers synke hastighet i vann. Av en suspensjon av vann og kjent vekt av materiale måles volumvekt i bestemt dybde som funksjon av tid. Av dette kan en regne seg til kornfordelingen.

Jordarten benevnes i henhold til kornenes størrelse, med substantiv for den dominerende og adjektiv for medvirkende fraksjoner.

Fraksjoner	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein
Kornstørrelse	<0,002 mm	0,002-0,06 mm	0,06-2 mm	2-20 mm	>20 mm

Humusinnhold bestemmes ved våtveis oksydasjon med kromsvovelsyre, idet frigjort CO_2 beregnes av gasstrykket. Kullstoffinnholdet settes til 50% av humusinnholdet, som angis i vektspersent.

Saltinnhold i porevannet finnes ved titrering og angis i g/l eller %. Vannets klorinnhold bestemmes med kromsurt kali som indikator og med tilsetning av sølvnitratopløsning.