

STATENS BILSAKKYNDIGE

MOSJØEN.

Grunnundersøkelse.

Fundamentering.

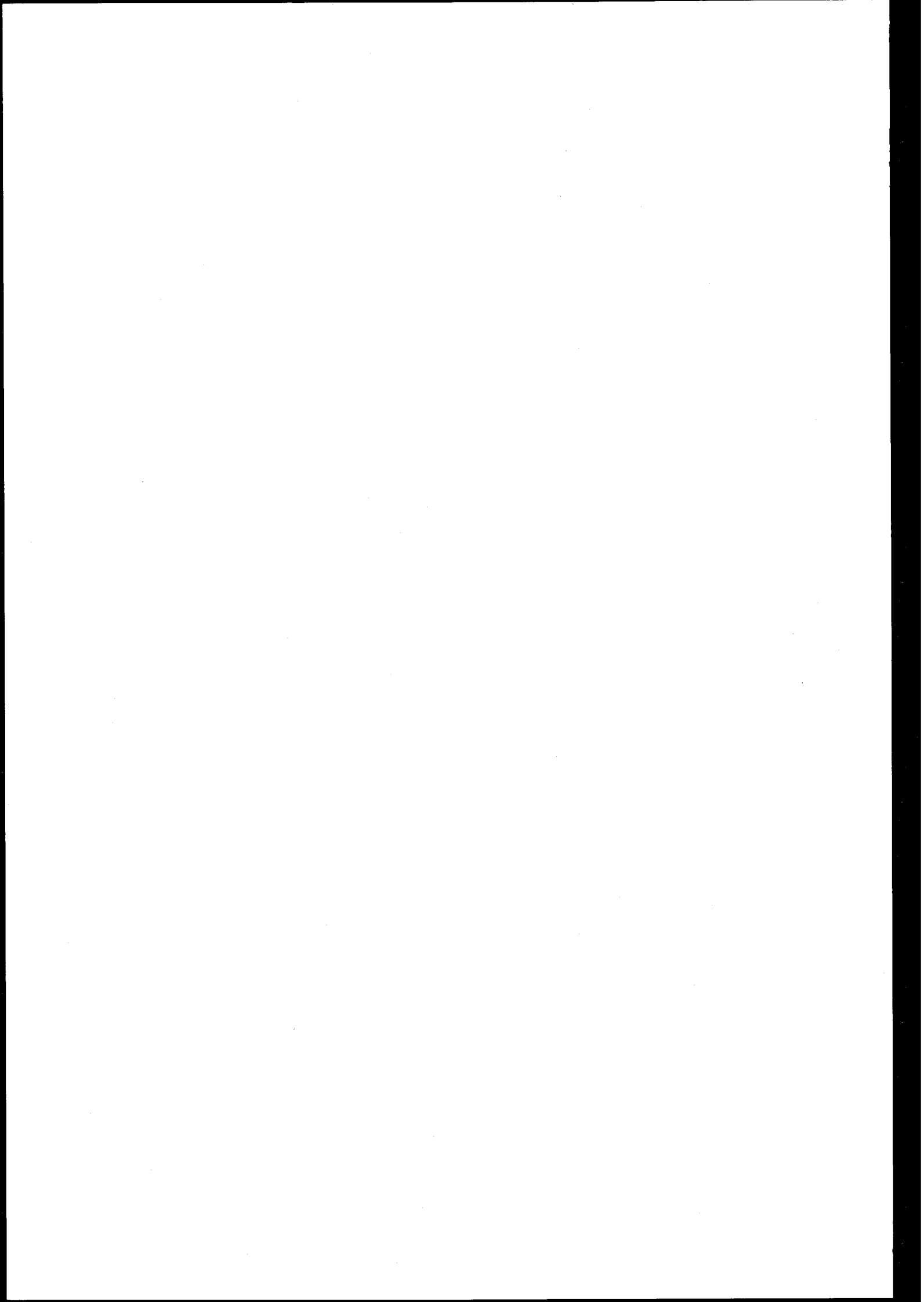
o.2314

13. august 1976.

Bilagsfortegnelse:

Bilag	1:	Situasjonsplan	M=1:1000.
"	2:	Profil 1 og 2	M=1:200.
"	3:	--"--- 3 og 4	---"---.
"	4:	--"--- 5	---"---.
"	5:	Borprofil, hull Q, P, A.	
"	6:	----"----, --"-	B, N, O.
"	7:	Kornstørrelsesfordeling.	

Tillegg	1:	Boringers utførelse.
"	2:	Laboratorieundersøkelser.



1. INNLEDNING.

Etter anmodning av siv.ing. T. D. Dalan, Oslo, ved brev av 10.4.76 har vi utført laboratorieundersøkelser, sammenstilt boreresultater og vurdert forholdene for fundamentering av bygninger og opparbeidelse av utvendige arealer for nybygg, Statens bilsakkyndige i Mosjøen.

Borearbeidet og nivellering er utført av Helgeland vegavdeling, Mosjøen.

Oppdraget er bekreftet ved brev fra Statens bygge- og eiendomsdirektorat datert 25. mai 1976.

2. MARKARBEIDE.

Markarbeidet er utført av Statens vegvesen, Helgeland vegavdeling, Mosjøen.

En orienterende undersøkelse bestående av 13 dreiesonderinger til dybder 11 - 20 meter og 1 ramprøvetaking til dybde 6 meter ble utført høsten 1972.

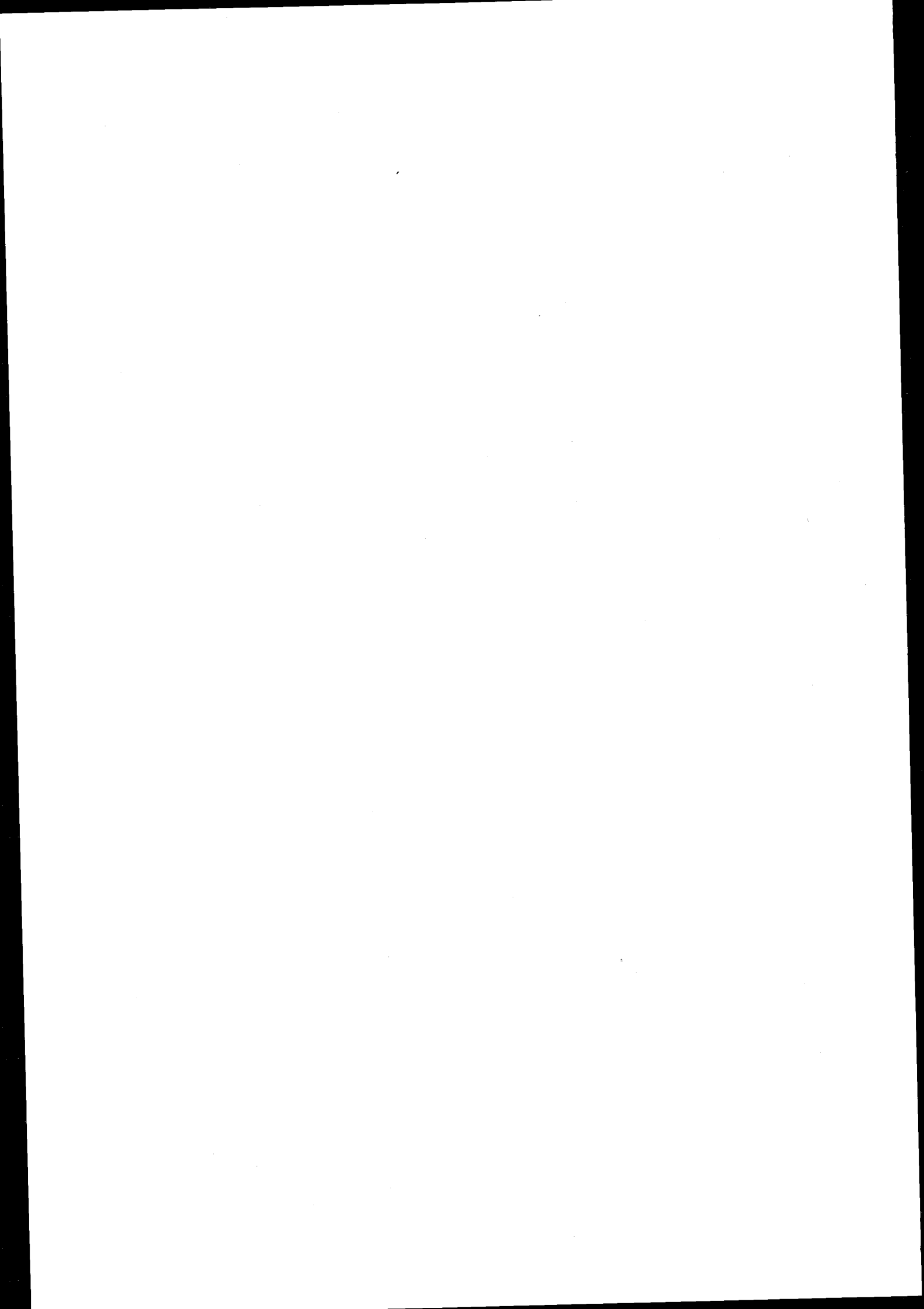
I forbindelse med Bilsakkyndiges prosjekt er det videre i mai 1976 utført prøvetaking med skovl og ramprøvetaker i 5 borhull til dybder 2,5 - 8,0 meter og med 54 mm sylindrerprøvetaker i 1 borhull til 3 meters dybde. Det ble i denne omgang ialt tatt opp 21 representative prøver og 3 uforstyrrede sylindrerprøver.

Grunnvannstanden er observert ved vannstandsrør i 2 punkter, og ellers hvis mulig observert i borhullene.

Videre er utført nivellement av 5 profiler som vist på situasjonsplanen, bilag 1, hvor også borpunktene er inntegnet.

Sonderingsresultater og forenklet jordartsbeskrivelse er vist i terrengprofilene, bilagene 2 - 4.

Boringers utførelse og opptegning er nærmere beskrevet i tillegg 1



3. LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Prøvene er i vårt laboratorium undersøkt ved beskrivelse, geoteknisk klassifisering og bestemmelse av vanninnhold. For sylinderprøvene er i tillegg utført bestemmelser av romvekt og udrenert skjærstyrke.

Videre er for grusprøvene utført kornfordelingsanalyse ved sikting.

Resultatene av rutineundersøkelsene er gitt i borprofilene, bilagene 5 og 6, og kornstørrelsesfordelingen er vist i bilag 7.

Undersøkellesmetodene er nærmere beskrevet i tillegg 2.

4. GRUNNFORHOLD.

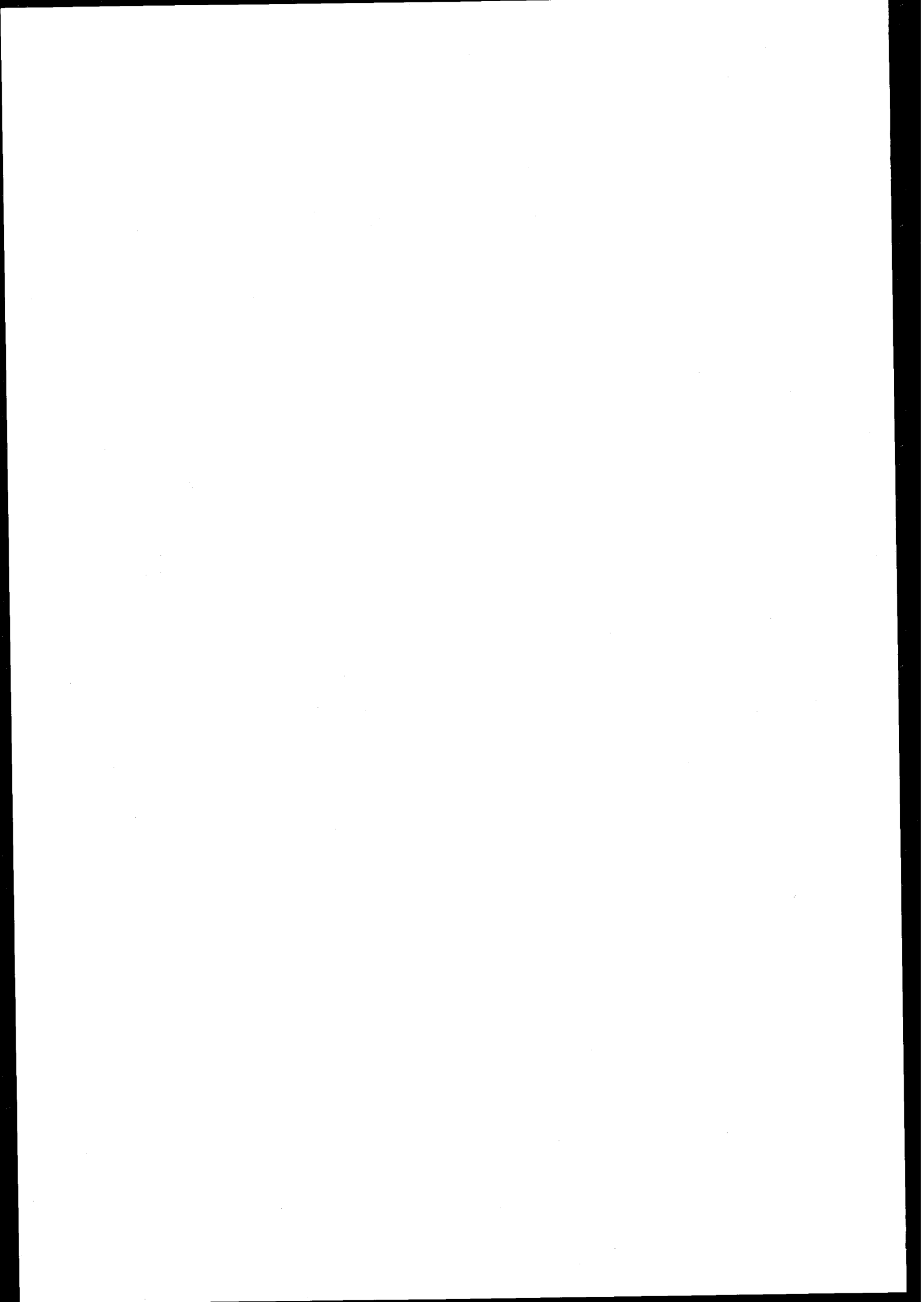
Terrenget ligger i den sentrale delen av tomten på ca. kote 41. Nord-østre del ligger ut mot en 35 - 40 meter høy elve-skråning. Bortsett fra mot nord er omkringliggende terreng noe høyere, opptil kote 43 - 45. Vefsnvegen (E6) langs søndre tomtebegrensning ligger på kote 43,4 - 44,0.

Grunnen består øverst av grus med minimum 3 meters tykkelse i borpunktene A og B mot syd, 2,5 meters tykkelse sentralt på tomten og ca. 2 meters tykkelse i nord-vestre hjørne. Ut mot nord-østre hjørne synes gruslaget å kile ut og er ikke registrert i borpunkt 0, der grunnen består av meget lagdelt leire og silt fra terreng.

Ellers består grunnen under gruslaget vesentlig av silt i prøvetakingsdybden, maksimalt 8 meter under terreng (hull Q).

Dreiesonderingene viser i hovedtrekk relativt stor motstand i et øvre 1 - 2 meters tykt topplag, derunder liten og til dels konstant motstand hvoretter motstanden gradvis øker med dybden.

I alle borpunktene, untatt de to nærmest riksveien (A og B), er grunnvannstanden noe høy, 0,35 - 1,10 meter under terreng.



Fjell er antatt påtruffet i dybder 12,7 - 20,0 meter under terreng i borpunktene H, M og L på nord-vestre del av tomten, og i dybde 11,5 - 13,3m i punktene J og I nærmest skråningstopp.

Stort sett må grunnforholdene karakteriseres som gode med hensyn til fundamentering av relativt lette bygg og for opparbeidelse av veier og plasser.

For nærmere enkeltheter vedrørende grunnforholdene henvises til bilagene.

5. STABILITETS- OG FUNDAMENTERINGSFORHOLD.

Stabilitet, elveskråning.

Stabilitetsforholdene i den 35 - 40 meter høye elveskråningen er ikke nøyere undersøkt. Ut fra fjellregistreringene i punktene I og J i 12 - 13 meters dybde og påvisningen av vesentlig siltige masser, kan vi imidlertid ikke se fare for dypere glidninger.

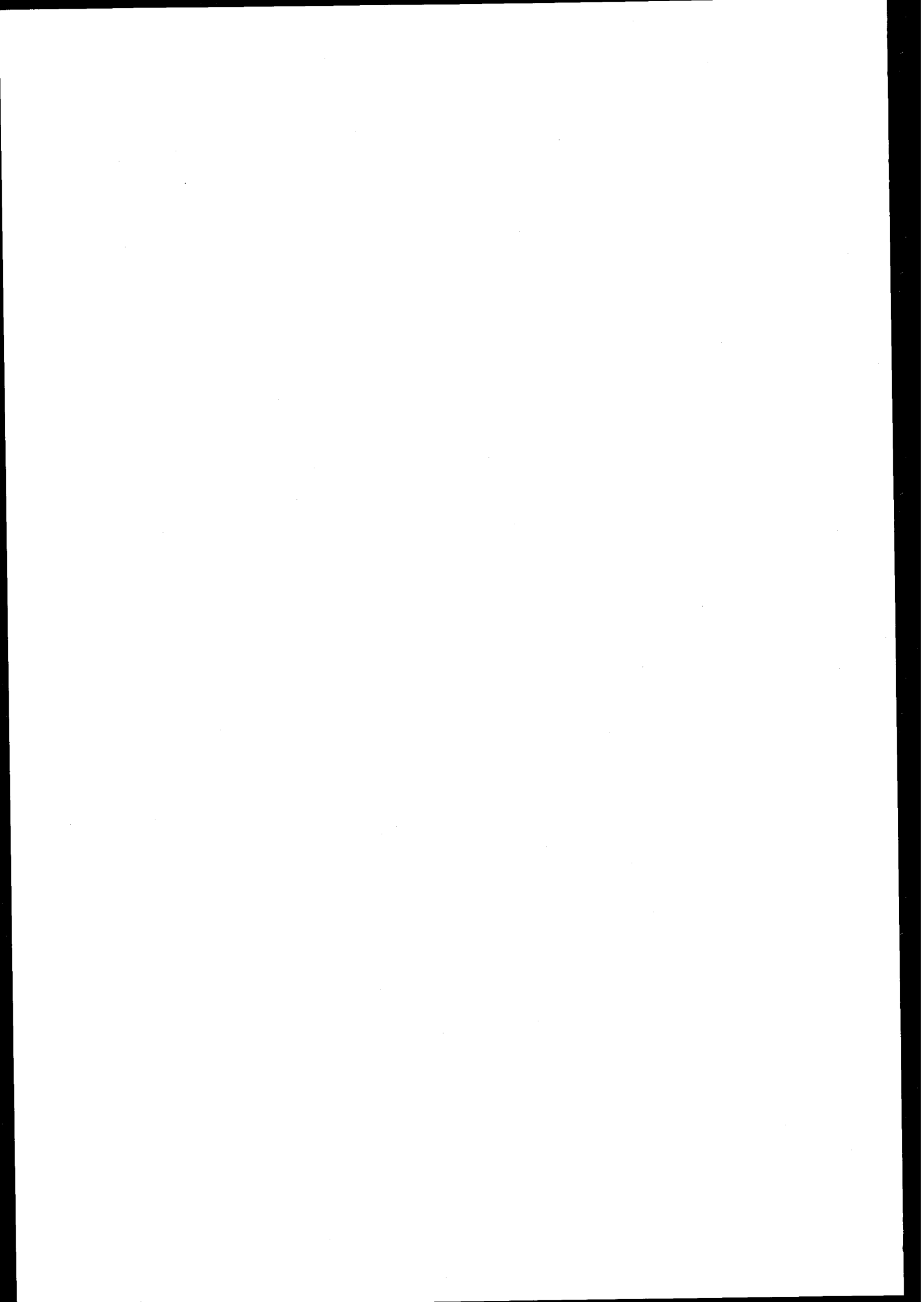
Erosjon, f.eks. fra de på situasjonsplanen inntegnede bekkesig og fra evt. utslipp av drensvann kan tenkes å føre til svekket overflatestabilitet og evt. grunne glidninger.

Oppfylling ut mot skråningstopp bør unngås.

Kontrollhall, adm.avd.

Bygget dekker tilsammen et areal ca. $21 \times 31 \text{ m}^2$, og skal føres opp i 1 etasje uten kjeller, bortsett fra sydvestre del av kontrollhallen som får kjeller for tekniske installasjoner og tilfluktsrom. Største bankettlast er ca. 3 t/lm og største søylelast er ca. 4 t, begge regnet ned til overkant grunnmur.

Der bygget utføres med kjeller vil fundamentene ifølge borhull Q komme ned i silten. Da det ikke er utført undersøkelser som viser grunnens setningsegenskaper, tilrås benyttet et moderat



såletrykk, ikke over 10 t/m^2 brutto, dvs. inklusive vekt av fundament og overliggende jord.

På byggets kjellerløse del er det ifølge forholdene i borhull P og Q ikke nødvendig å kreve frostsikker fundamenteringsdybde. Forutsatt at det under gravearbeidet kontrolleres at det lokalt ikke finnes mer telefarlige masser (f.eks. siltlag) skulle det her være tilstrekkelig med grunn ringmur, f.eks. fundamenteringsdybde 0,3 - 0,5 meter under terreng. I denne dybde kan tillatt brutto såletrykk settes til $7,5 \text{ t/m}^2$ ved bankettbredde 0,2 meter (ant. murtykkelse) og til $10,0 \text{ t/m}^2$ ved bankettbredde 0,5 meter.

Opptak av uforstyrrede prøver med sylinderprøvetaker ble vanskeliggjort av høy grunnvannstand og grus i topplaget. Vi har således ikke kunnet utføre laboratorieforsøk som gir grunnlag for setningsberegning.

Ut fra de øvrige undersøkelser mener vi imidlertid at de tilrådte såletrykk ikke skulle medføre fare for setninger av noen betydning for bygget.

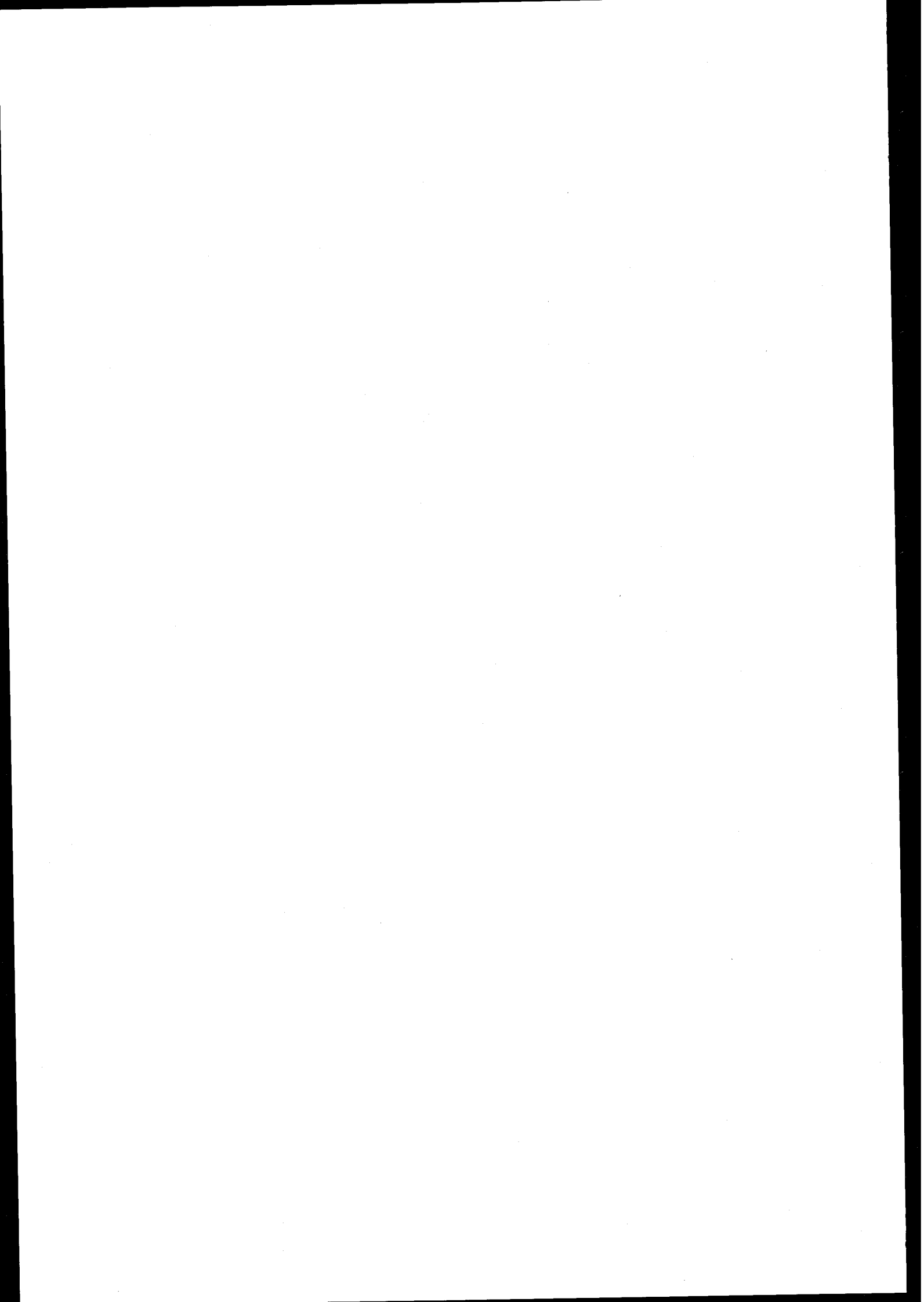
Utgravning.

Under markarbeidet ble det forsøkt gravet med traktorgraver ved hull Q for om mulig å få tatt sylinderprøver. Gravearbeidet mislyktes imidlertid på grunn av nedrasning i kantene, p.g.a. høy grunnvannstand.

Det synes således nødvendig å etablere en grunnvannssenkning for å muliggjøre utgravning for kjeller og tilfluktsrom.

I følge boringene kiler gruslaget ut mot nord-øst på tomten, mot elveskråningen, der det i borhull O er registrert leire og silt fra terrengnivå.

Det er således mulig at en enkel gjennomgraving av de tette masser ut mot skråningstoppen vil gi en drenering og grunnvannssenkning på området innenfor. I forbindelse med rom i



kjellerplan bør det imidlertid legges drensledninger, som med fordel bør etableres så tidlig som mulig. Drensavløp bør ikke slippes ukontrollert ut i skråningen, av hensyn til mulig erosjon.

En grunnvannssenkning vil også være gunstig med hensyn til forholdene for veier og plasser.

Forøvrig vil vi gjøre oppmerksom på at utgravning under grunnvannsnivå, ned mot eller i silt, vil føre til "gyngende" grunn og liten bæreevne i bunnen av gropen. Belastning, enten ved støp av fundament eller ved utlegging av gruspute, vil gjenvinne bæreevnen.

Bærelag, veier og plasser.

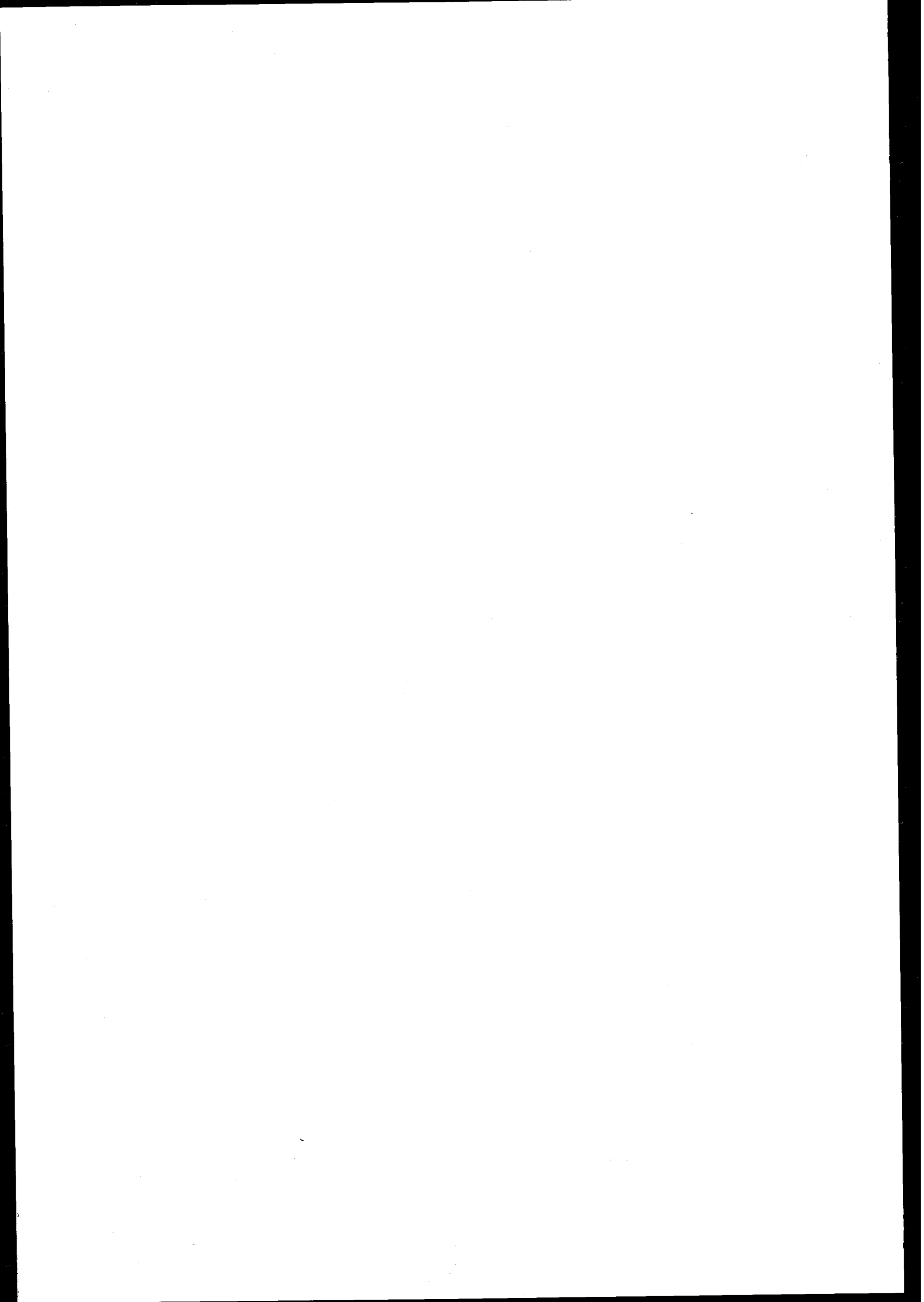
Overbygningen for veier og plasser skal dimensjoneres etter vegklasse IID.

Der topplaget består av minimum 0,6 meter grus, som i borpunktene A, B, P, Q og N, er forsterkningslag unødvendig. Ved avretting og komprimering av den naturlige grusen skulle bærelaget kunne reduseres til f.eks. 4 - 5 cm asfaltert pukk som underlag for bituminøst dekke. Ved forhold som i borpunkt 0, leire eller silt til terrengnivå, utlegges et 0,5 meters forsterkningslag bestående av sand eller grus (gravemasser). Bærelaget kan her bestå av f.eks. 10 cm mekanisk stabilisert velgradert grus pluss 4 cm asfaltert pukk.

6. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

Grunnen består på den vesentligste delen av tomten av et øvre 2 - 3 meters gruslag over silt. Mot nordøst er silt til leire registrert fra terrengnivå. Grusen er ikke telefarlig.

Bygninger av den størrelse som her er planlagt kan fundamenteres direkte på banketter og ringmur, uten krav om frostsikker dybde.



En har ikke grunnlag for setningsberegning, men ved anvendelse av de foran gitte såletrykk, mener vi det ikke skulle være fare for setninger av betydning.

Ved høy grunnvannstand kan utgravningen ventes å medføre problemer, f.eks. ved nedrasning av graveskråninger og oppbløtt og gyngende grunn ned mot silten. Det tilrås derfor en grunnvannssenkning ved grøfting eller pumping. Drensavløp bør ikke slippes ukontrollert ut i elveskråningen.

Ut fra fjellregistreringene i 12 - 13 meters dybde ut mot skråningstopp og påvisning av vesentlig siltig masse skulle det ikke være fare for dypere glidninger i den 35 - 40 meter høye skråningen.

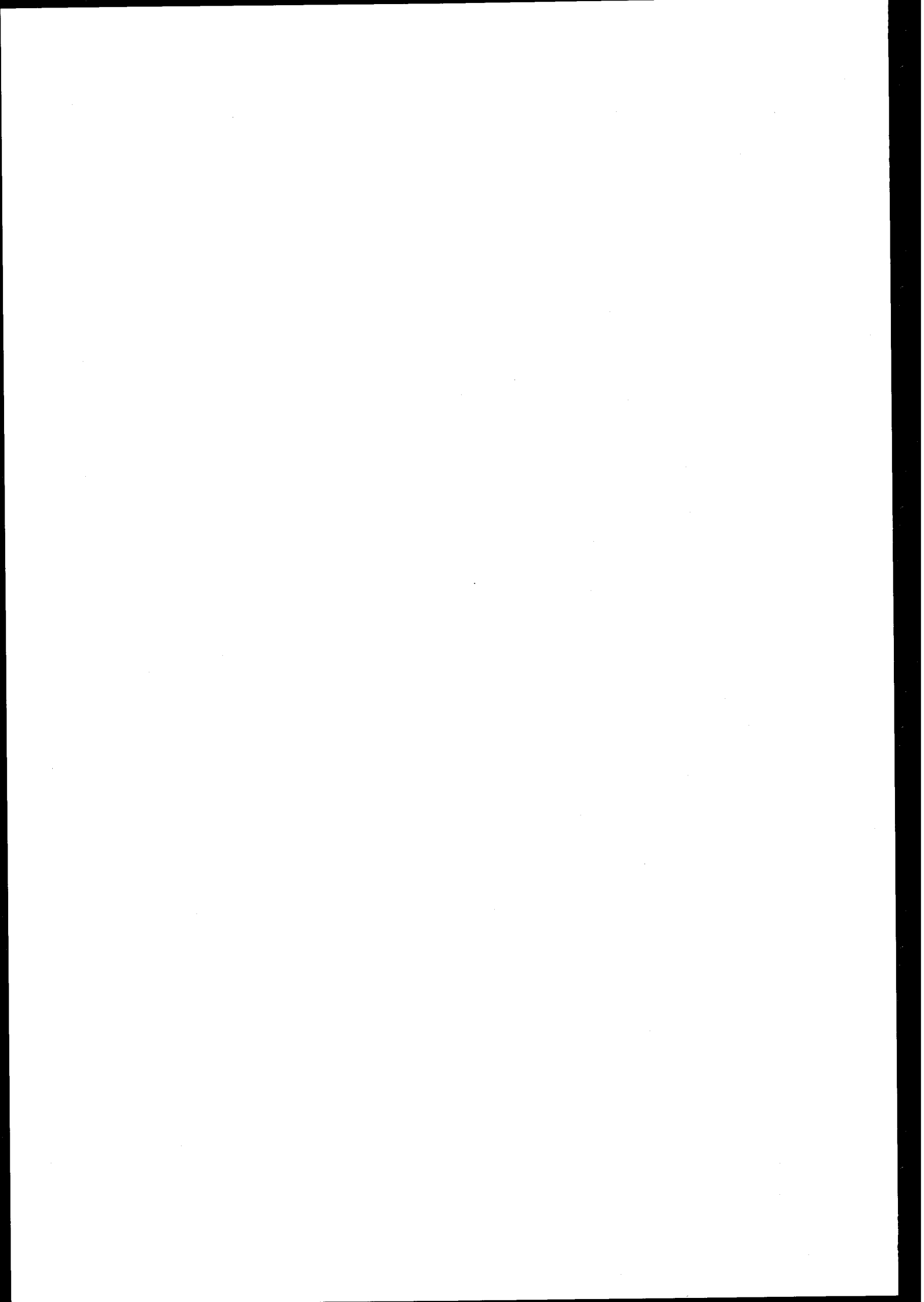
Ved grustykkelse minimum 0,6 meter avrettes og komprimeres overflaten før utlegging av et redusert bærelag f.eks. 4 - 5 cm asfaltert pukk, som underlag for bituminøst dekke. Forøvrig masseutskiftes slik at det gis plass for 0,5 meters forsterkningslag og 14 cm bærelag bestående av 10 cm velgradert grus pluss 4 cm asfaltert pukk.

Vi står gjerne til tjeneste ved diskusjon av de fremlagte resultater og vurderinger og ellers med bistand under det videre arbeide med prosjektet.

OTTAR KUMMENEJE.

Jarle Th. Nestvold.

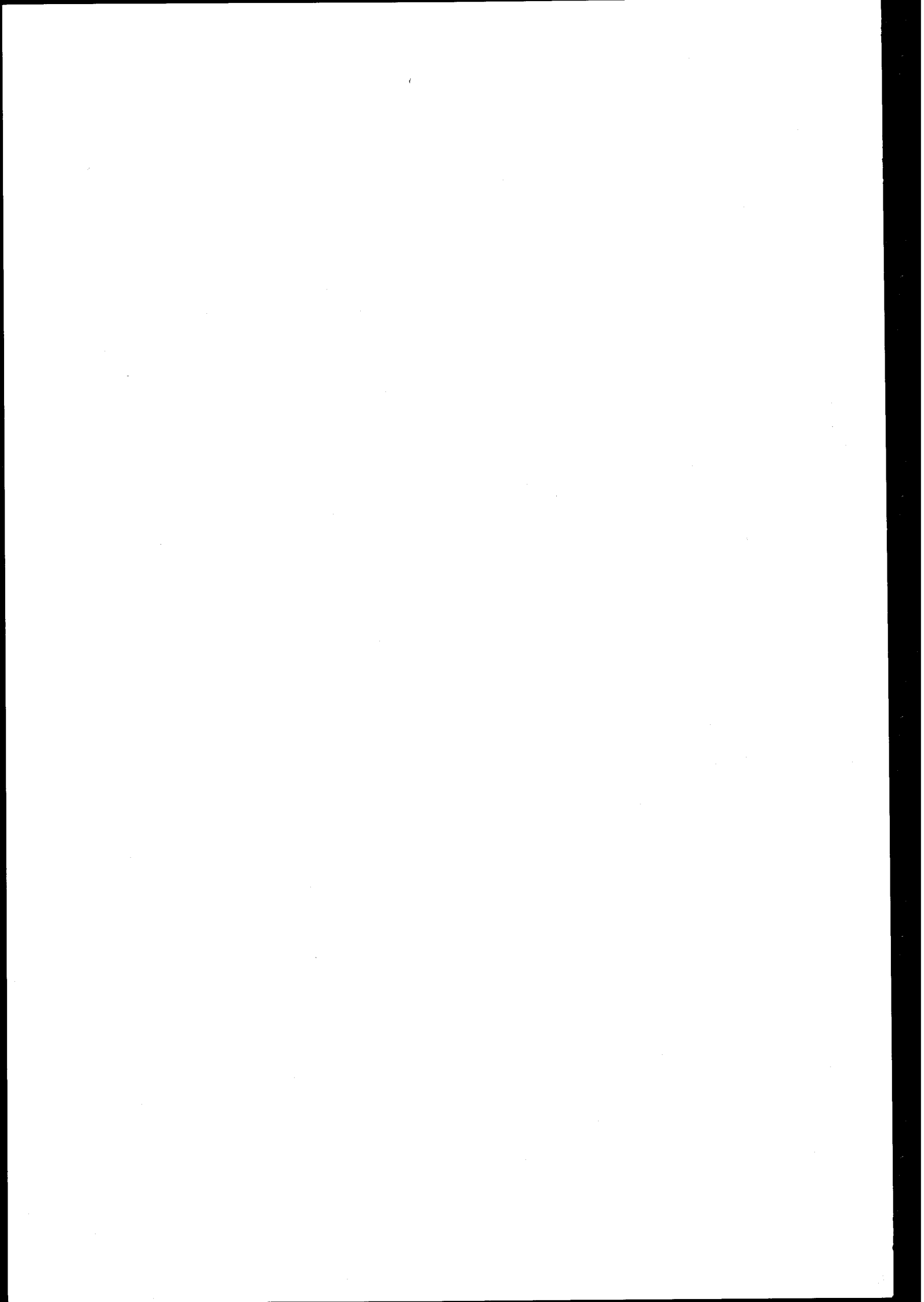
Harald R. Jensen
Harald R. Jensen.



Sted *St. bils.k. MOSJÖEN.....*

Prøve ϕ 30mm. Dato JUNI 1976.

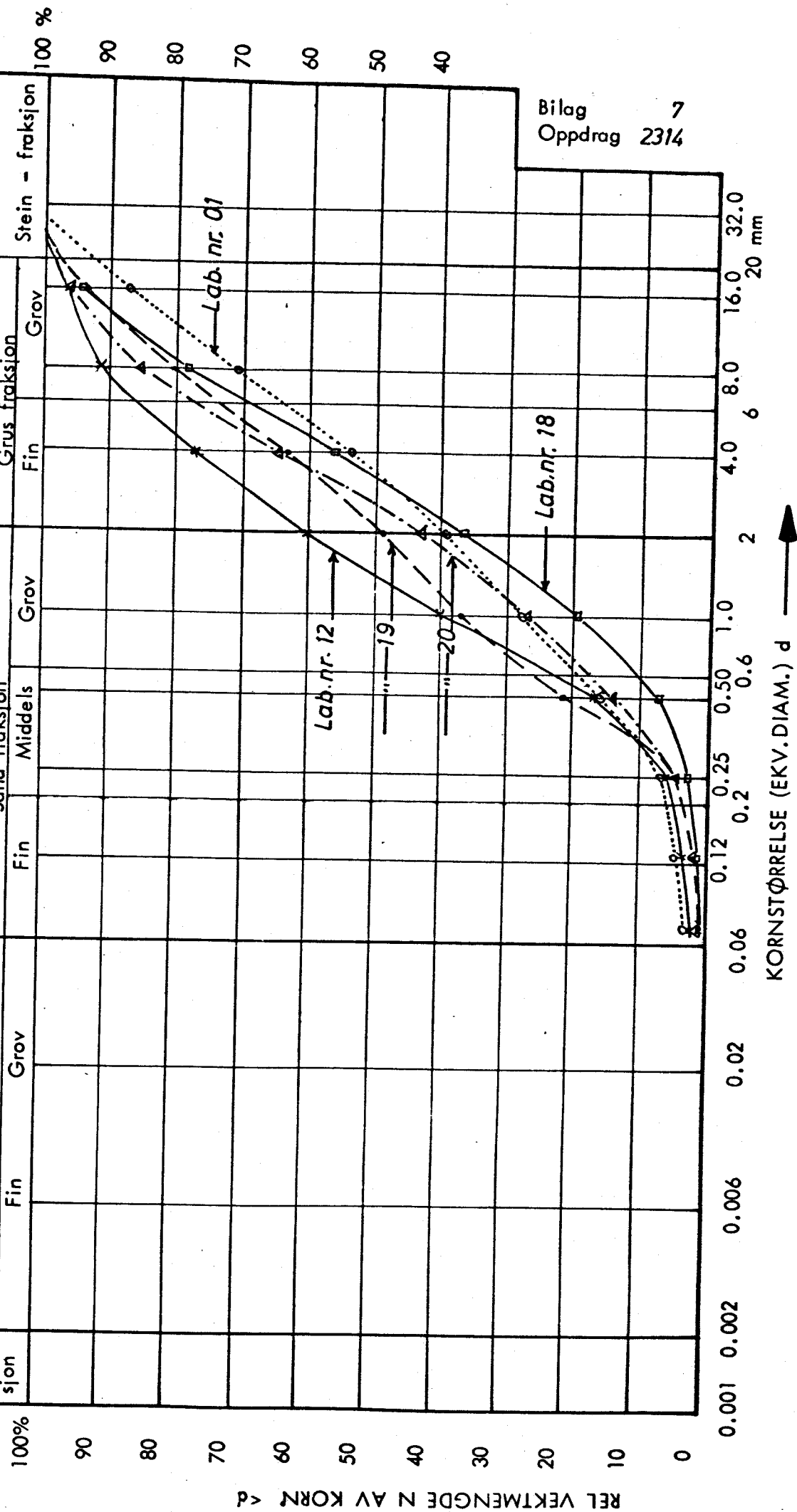
[illegible]

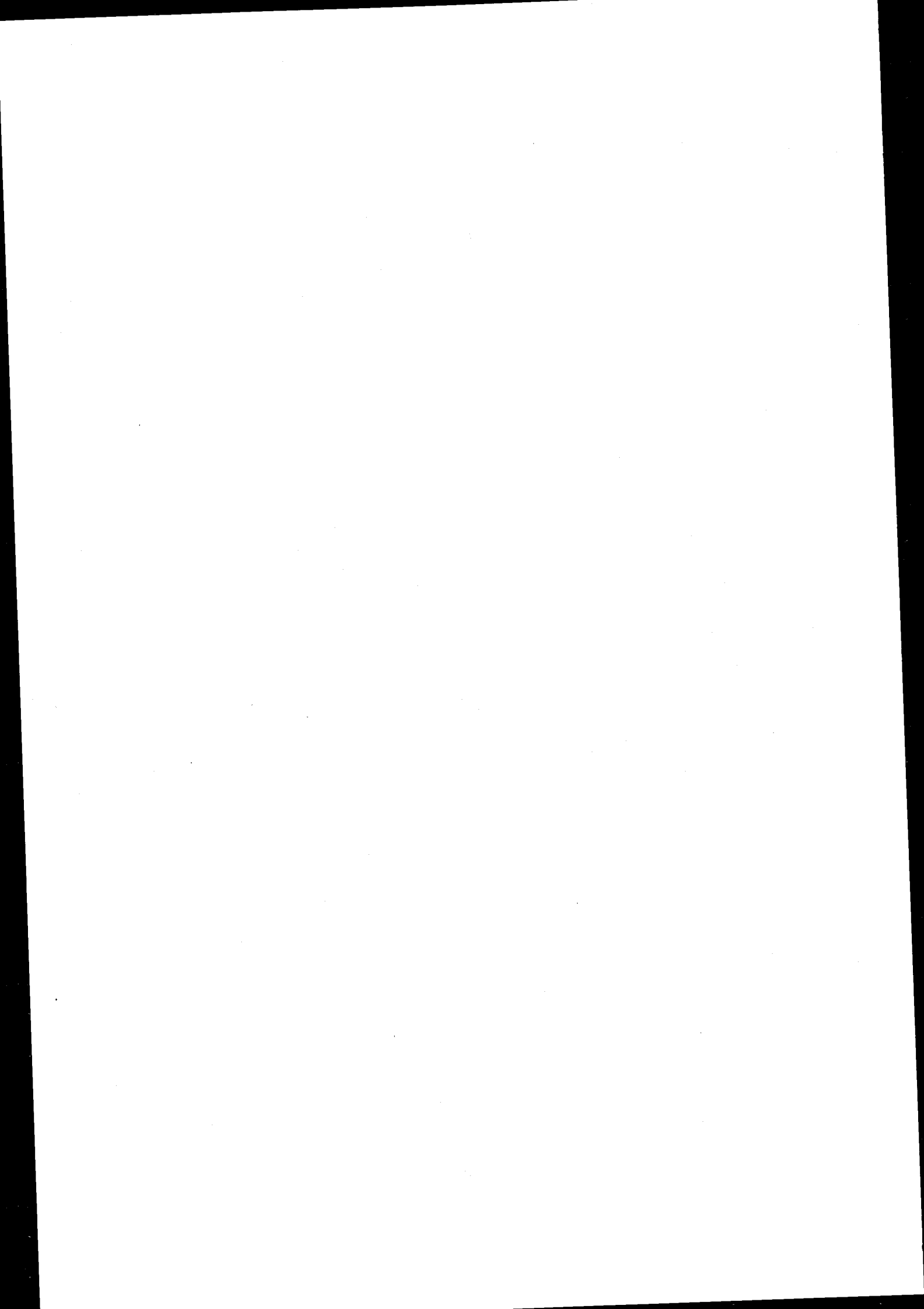


Dybde m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold %				Humus	Rømnvekt V/m ³	Skjærfasthet τ/m^2					Sensitivitet
				20	30	40	50			1	2	3	4	5	
	HULL B														
	<i>GRUS sandig</i>		19												
5															
	HULL N														
0	<i>GRUS</i>		20												
	<i>SILT, middels</i>		21												
5															
	HULL O														
0	<i>LEIRE og SILT</i> <i>meget lagdelt</i> <i>menk. finsandlag</i>		22						1.99 (2.01)						
			23						1.95 (2.02)						
			24						1.97 (2.06)						
5															

+ vingeboering \odot enkelt trykkforsøk ∇ konusforsøk w = vanninnhold w_L = flytegrense w_p = utrullingsgrense

RÅDGIV.ING. O. KUMMENEJE		Sted Statens bilsakk. MOSJÖEN		Dato JUNI-76	
KORNSTØRRELSE - FORDELING				Sign. HRJ/BKN	
Leir- frak- sjon	Silt fraksjon		Sand fraksjon		Stein - fraksjon
	Fin	Grov	Fin	Grov	





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 vridd en omdreining. Spissen forlenges oppover med 20 mm. skjøtestenger i en meters lengder. Boret belastes trinnvis opp til 100 kg.'s last. Synker ikke boret med denne vekt, dreies det, manuelt eller med motor, 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 $Q_0 = WH/s$, der W = vekt av fallodd, H = fallhøyde og s = synkning pr. slag.

Maskinsondering utføres med lette bensindrevne fjellboremaskiner, 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 metoden benyttes oftest bare til bestemmelse av fjelldybde.

B. OPPTAKING AV PRØVER FOR LABORATORIEUNDERSØKELSE.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGU'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 for å hindre uttørking før de sendes til laboratoriet.

Representative prøver tas ved skovlboring i de øvre lag, av oppspyldt materiale ved nedspyling av foringsrør, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, og v.h.j.a. forskjellige typer ram-prøvetakere. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for sylindreprøvetaker og hvor slike prøver er tilfredsstillende.

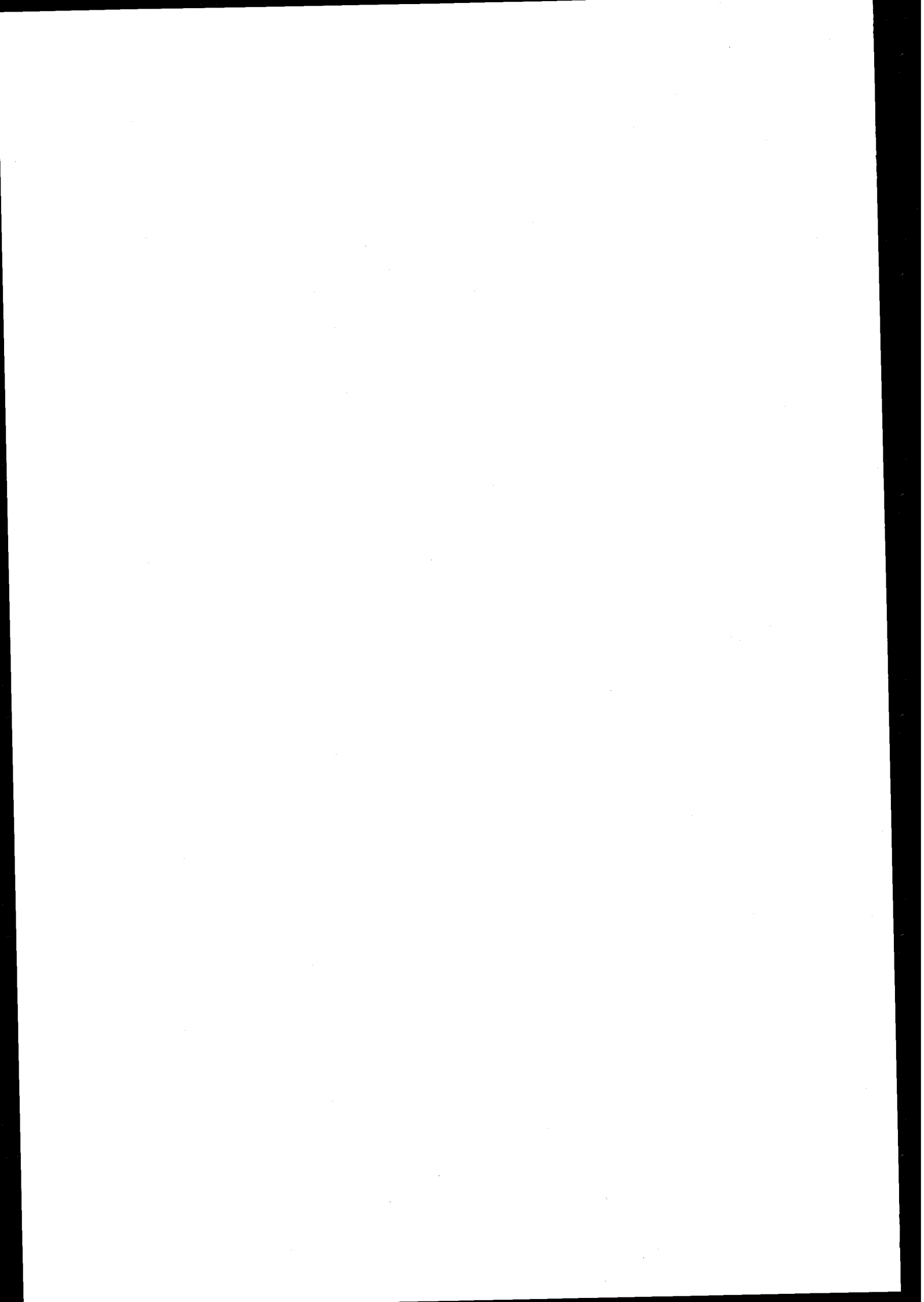
C. MÅLINGER.

Vingeboring bestemmer udrenert skjærfasthet in situ ved at en vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte 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 bronse i lengde 30 cm. og med ytre diameter 32 mm. Filteret påsettes Ø 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 den 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.

Korrosjonssondering utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). En måler i forskjellige dybde strømstyrke og motstand i elementet, og kan da beregne en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand, hvorav korrosjonsfare for jern og stål kan vurderes.



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. 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 og omrørt 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. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på inn-synkning, brukes særlig på fast leire.

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

Konsolideringsforsøk utføres for å bestemme jordartens kompressibilitet. En prøve med tverrsnitt 20 cm^2 og høyde 2 cm. belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen som funksjon av tiden. Prøvenes relative deformasjon 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 siktenes maskeåpning. For finkornet materiale bestemmes kornfordeling ved hydrometeranalyse, idet en benytter seg av Stoke's lov om kulers synkehastighet 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 mm.	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 20$	> 20

Humusinnhold bestemmes ved våtveis oksydasjon med kromsvovelsyre, idet frigjort CO_2 beregnes av gasstrykket. Kullstoffinnholdet settes til 50 % av humusinnholdet, som angis i vektspersent. Humusinnholdet kan også bestemmes relativt ut fra fargeomslag i en natronlut-oppløsning.

Saltinnholdet i porevannet finnes ved titrering og angis i g/l eller 0/00. Vannets klorinnhold bestemmes med kromsurt kali som indikator og med tilsetting av sølvnitratopløsning.

Spesielle undersøkelser, f.eks. triaksial- og permeabilitetsforsøk, samt undersøkelse av grunnvannets aggressivitet overfor betong, utføres ved behov.

