

NOTEBY

NORSK TEKNISK
BYGGEKONTROLL A.S



RÅDGIVENDE INGENIØRER - MNIF, MRIF
GEOTEKNIKK, INGENIØRGEOLOGI, GEOFYSIKK
BETONGTEKNOLOGI, MATERIALKONTROLL

STATENS BYGGE- OG
EIENDOMSDIREKTORAT

3837* 1.3.79

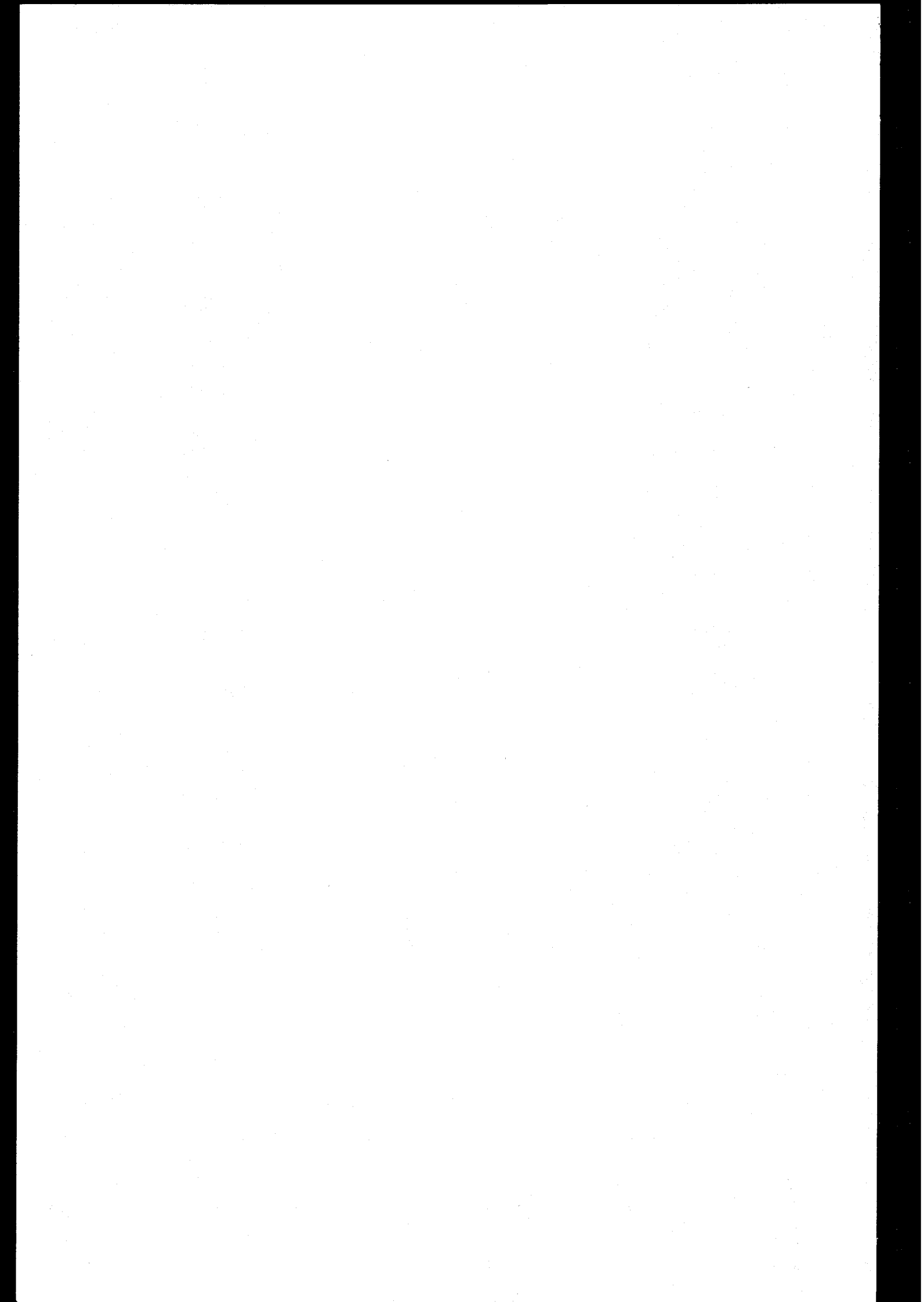
4 5 3 7

BRAATHENS SAFE, SOLA

NYBYGG NORD FOR LAGERBYGNING

GRUNNUNDERSØKELSER OG FUNDAMENTERINGSTEKNISK
UTREDNING

30. november 1960.



NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL

RÅDGIVENDE INGENIØRER

AVDELING FOR GRUNNUNDERSØKELSER, FUNDAMENTERING OG GEOTEKNIKK

SIVILINGENIØR JAN FRIIS
M.N.I.F., M.R.I.F.

ANSVARLIG MEDARBEIDER:
SIVILINGENIØR O. S. HOLM
M.N.I.F.



OSCARSGT. 46 B, OSLO

TELEFON: * 56 46 90

TELEGRAMADR.: NOTEBY

BANK: REALBANKEN

POSTGIRO NR.: 160 16

Deres ref.:

Vår ref.: OSH/KH.

OSLO, 30. november 1960.

Braathens SAFE, Sola.

Nybygg nord for lagerbygning.

Grunnundersøkelser og fundamenteringsteknisk utredning.

Tegning nr. 4537-1-2-3+4-5.

A. INNLEDNING.

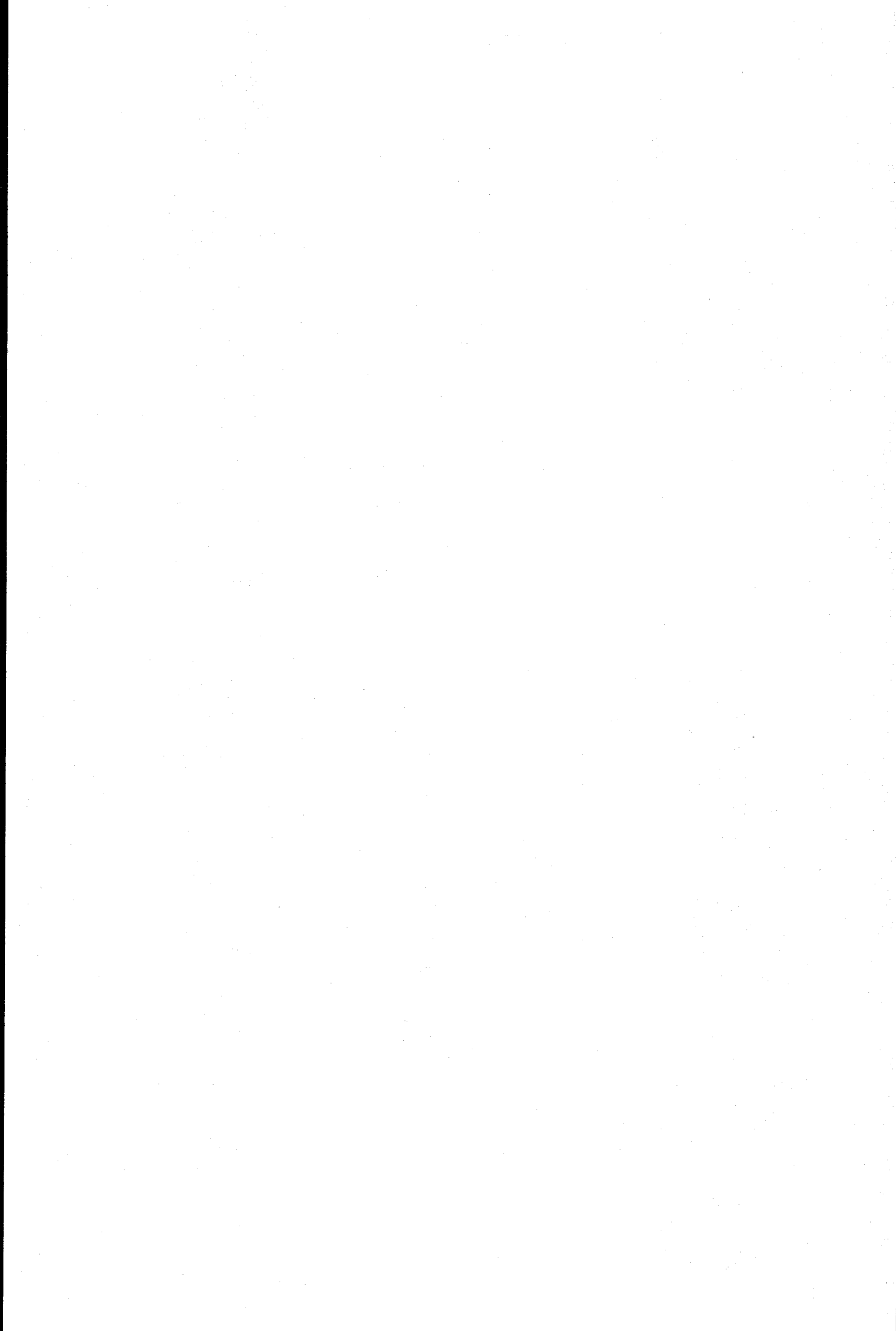
Braathens SAFE planlegger å føre opp en større nybygning nord for den nåværende lagerbygning ved hangar 6. Bygningen blir ca. 120 m bred og 60 m lang med muligheter for senere utvidelser til 200 m. Vi kjenner ikke nærmere til planene for nybygget, men det vil såvidt vi forstår bli en 20 m bred stiv kassekonstruksjon av betong i midten med 50 m utkraget tak til begge sider opphengt i kjernekonstruksjonen.

Etter anmodning fra Braathens SAFE har vi utført grunnundersøkelser for den første utbyggingen og for utvidelse av kjernebygget til full lengde.

Plaseringen av borpunktene er fastlagt etter avtale med de rådgivende ingeniører i bygningsteknikk, Siv.ing. Boye & Waage.

Vårt oppdrag har gått ut på å bestemme dybdene til fjell eller til meget faste bæredyktige lag med henblikk på fundamentering på spissbærende peler. Det skulle kun tas prøver i tilfelle dybdene var så store at en direkte fundamentering på søler kunne komme på tale.

Vi har tidligere i 1956 og 57 utført grunnundersøkelser for verksted, lagerbygning og tilbygg til hangar 6 syd for det påtenkte nybygget. Ved disse undersøkelser ble det tatt prøveserier til 15 m dybde med nøye beskrivelse av grunnen.



B. BORINGSUTSTYR OG UNDERSØKELSESMETODER.

Det er utført et stort antall sonderboringer med normalt dreiebor og rambor for en relativ bestemmelse av grunnens art og lagringsfasthet samt dybdene til fast grunn eller fjell. Boringene er i det vesentlige konsentrert i langveggene for kjernebygget, men det er også utført boringer i hjørnene av de utkragede delene for første byggetrinn.

Dreiebor er 20 mm spesialstål i 1 m lengder som skrues sammen og som nederst har en 30 mm skruespiss. Boret belastes med 100 kg og dreies ned. Resultatene tegnes opp med en tverrstrek dit borspissen er nådd for hver 100 halve omdreining. Skravert borhull betyr at boret er sunket uten dreining for den belastning som er påført venstre side av borhullet. På høyre side av borhullet er påført antall halve omdreining. Etter at boret er slått ned (kryss) eller etter synk (skravert borhull), begynner tellingen av omdreining på nytt.

Maskinell ramsondering utføres med et 32 mm borstål med glatte skjøter som rammes ned med et fallodd på 75 kg, drevet av en motornokk. Rammearbeidet noteres som nødvendig antall slag med fallhøyde 50 cm. for å drive boret ned 20 cm. Resultatet tegnes opp grafisk ved å avsette

$$Q_o = \frac{\text{Vekt av lodd} \times \text{fallhøyde}}{\text{Synkning pr. slag.}}$$

C. RESULTATET AV UNDERSØKELSENE

er vist i profiler på tegning nr. 4537-2 og -3. Plaseringen av de nye og de gamle boringene fremgår av borplanen, tegning nr. 4537-1.

Ved tolkningen av de utførte sonderboringer er det tatt hensyn til resultatet av undersøkelsene på nabotomten.

Til høyre på profil E-E og F-F, tegning nr. 4537-2, er vist resultatet av boringene langs kjernebyggets langvegger. Dybdene til fjell eller fast grunn under kjernen i første byggetrinn ser ut til å variere mellom 4 og 15 m og fjellet faller stort sett fra øst mot vest med det grunneste partiet under midten av østre vegg.

Både dreieboret og ramboret har møtt liten motstand i de øverste 4-6 m som antagelig består av noe uren mosand. Boringene videre ned tyder på at det kiler seg inn et leirlag fra syd i 5-8 m dybde. Leirlaget ser ut til å stoppe under midten av bygget. Under leirlaget ligger det antagelig et

(

2-3 m tykt lag sand og grus og derunder igjen leire eller mosand. Det ser ut til å ligge et lag fast sand og grus på fjell.

Profil G-G og H-H, tegning nr. 4537-3, viser resultatet av boringene langs nybyggets nord- og sydvegg. I borhull 9 og 15 i de vestre hjørnene er det boret til 12.4 og 17.5 m dybde. I borhull 15 stoppet dreieboret i 11.3 m dybde. Det ble deretter ramsonderet videre gjennom meget fast masse til boret stoppet på antatt fjell i 12.4 m dybde. Det ser ut til at grunnforholdene er vekslende med lag av mosand, leire, sand og grus og med sand og grus på fjell. De grove lagene har ikke vært fastere enn man har kunnet trenge gjennom dem der det ligger løsere lag under. Forholdene ser ut til å være omtrent de samme i de østre hjørnene der boret har stoppet i 7-18 m dybde.

Vi bemerker at avstanden mellom borhullene er så store at en interpolasjon av fjelldybden mellom borpunktene vil være meget usikker. Vi er også usikre på om det virkelig er fjell som er påtruffet i enkelte punkter. Dette gjelder særlig de grunne boringene. En sikker påvisning av fjell kan bare utføres med rotasjonsutstyr og kjernebor.

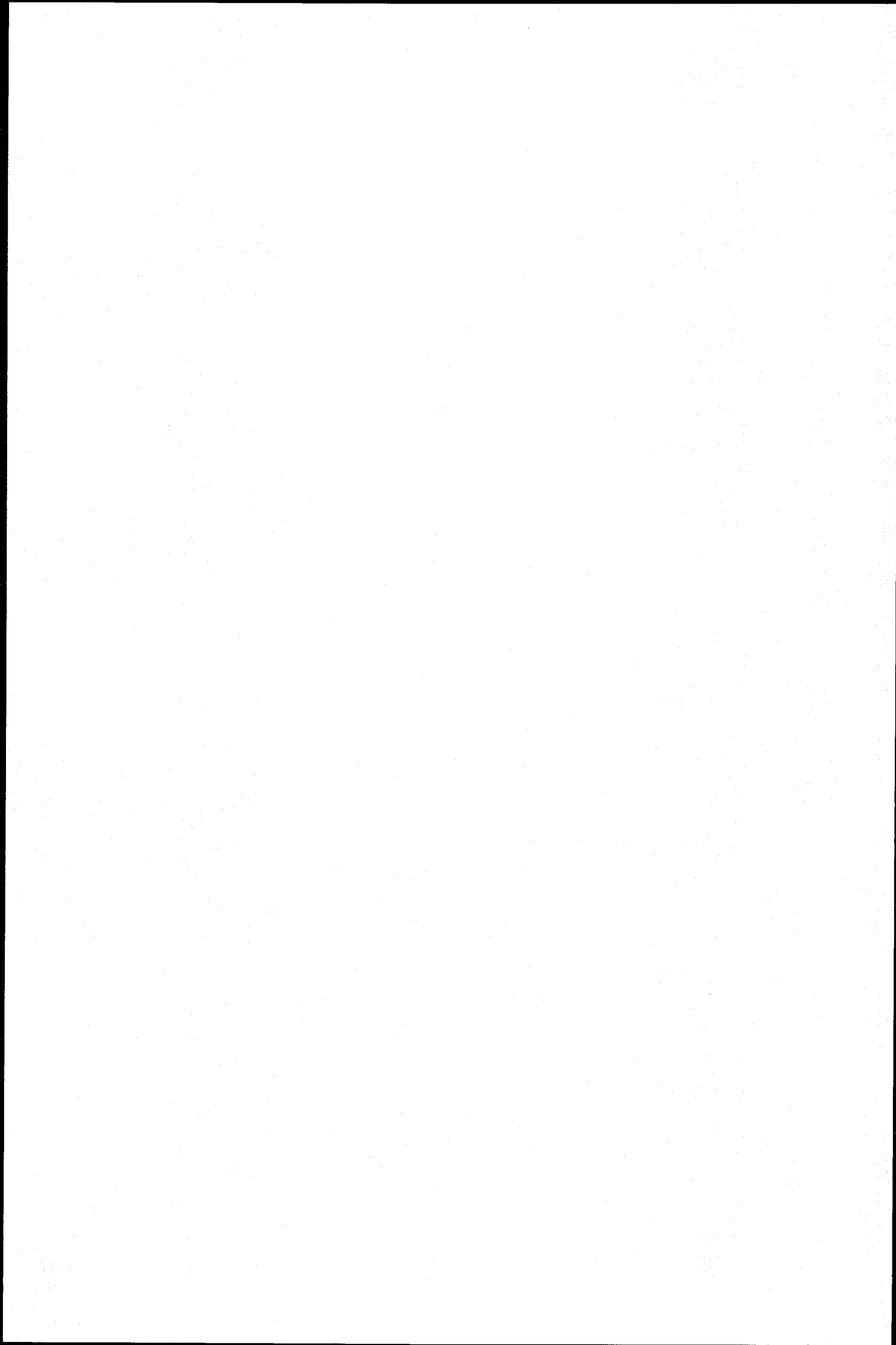
Boringene for den fremtidige utvidelse av kjernebygget nordover er vist på profil E-E og F-F, tegning nr. 4537-2. De viser at dybdene til fjell eller meget fast grunn er moderate, idet de varierer mellom 2 og 12 m. Det ser ut til at det øvre mosandlaget er gjennomgående, men at grunnen forøvrig i det store og hele består av sand- og gruslag av varierende fasthet. Det er mulig at det ligger leirlag i 6-8 m dybde mellom sandlagene i den søndre delen nær det prosjekterte bygget.

I borhull 21, 23, 25 og 27 har boret antagelig skrenset på blokker eller fjell og krummet seg på grunn av den store motstanden.

D. FUNDAMENTERING.

Første byggetrinn. På grunn av faren for store ujevne setninger vil vi anbefale at dette byggetrinn fundamenteres til fjell, eller et fast lag på fjell. Dette gjelder i første rekke det tunge kjernebygget, mens veggene rundt de utkragede delene antagelig får liten belastning og eventuelt kan fundamenteres på søiler, dimensjonert for et grunntrykk på 10 t/m^2 . Valget av fundamenteringsmåte for den utkragede delen vil være avhengig av om veggene må stå absolutt setningsfritt eller ikke.

I alminnelighet kan man regne med at det lønner seg å bruke pilarer



istedenfor peler, der fjelldybden ikke er større enn 6 m. I dette tilfelle ville man imidlertid få sjakting i mosand under grunnvannstanden. Da dette medfører risiko for kvikksanddannelse, koking i bunnen av sjaktene, kan det bli vanskelig å komme ned med sjakter til større dyp enn 3-4 m.

Da det ser ut til å ligge et relativt fast sand- og gruslag av et par meters tykkelse varierende mellom 5 og 9 m dybde, er det nødvendig å bruke peler som kan tåle å rammes igjennom dette laget og ned til det underste faste laget eller fjell. Vi har erfaring for at peler ofte vanskelig lar seg ramme gjennom lag der rammotstanden Q_0 ved ramsonderingene ligger høyere enn 8-10 tonn og lagene har en viss tykkelse.

Følgende 3 peletyper kan komme på tale:

1) Trepeler.

Da dybdene til fjell under fundamentunderkant blir opptil 16 m, må man tildels regne med å måtte bruke skjøtte peler. Imidlertid er det tvilsomt om man klarer å ramme trepelene gjennom det midtre grove laget alle steder, og det er da fare for at det kan komme til å ligge kompressible masser under pelespissene, som kan føre til ujevne setninger i bygget. Rammingen kan også bli vanskeliggjort ved at grunnen etterhvert blir komprimert.

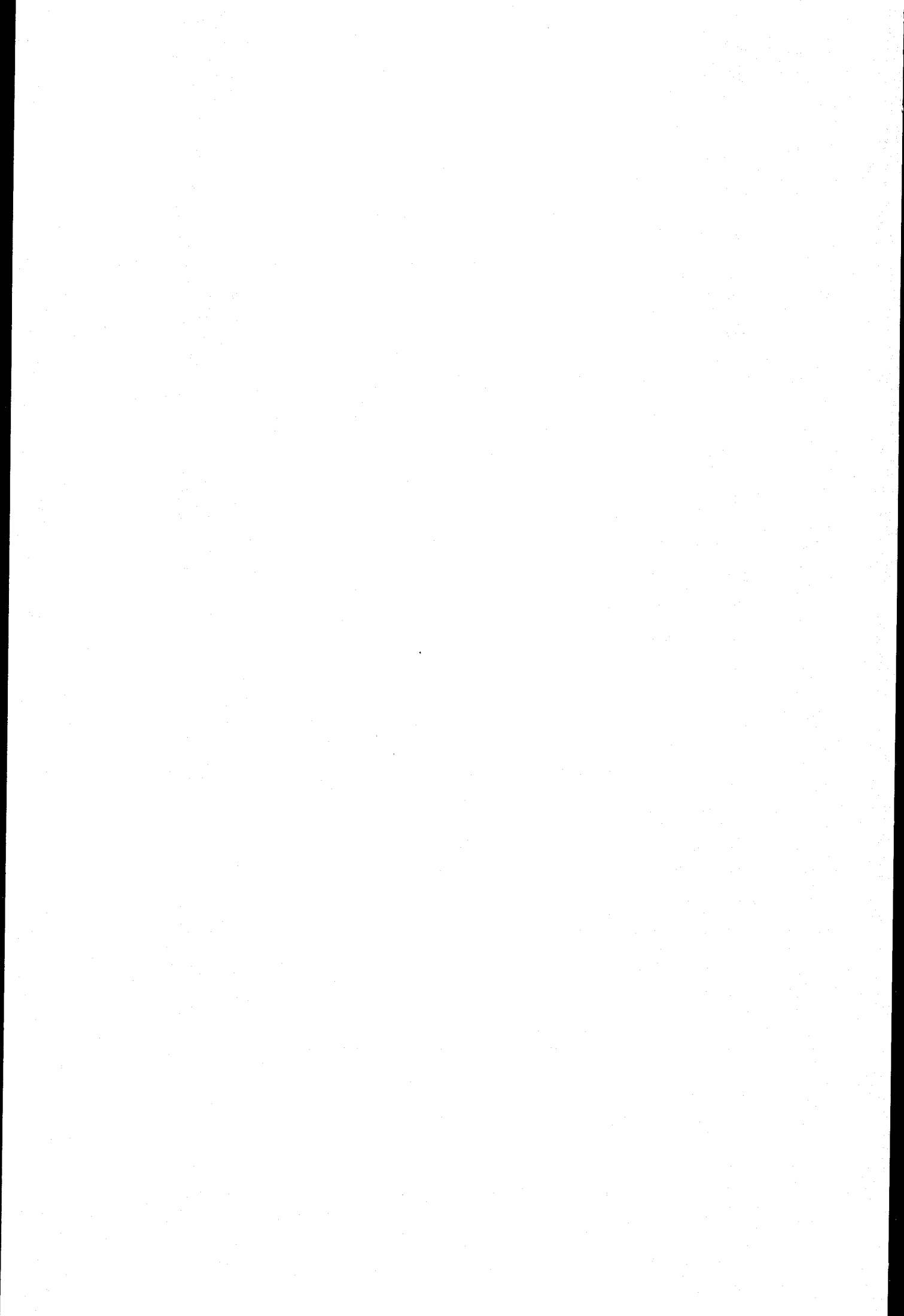
På grunn av usikkerheten med å få pelene til fjell eller fast grunn på fjell, vil vi fraråde å bruke trepeler.

2) Jernbetongpeler.

Forholdene skulle ligge godt tilrette for en fundamentering på jernbetongpeler til fjell eller til det faste laget på fjell. I begge tilfelle kan man utnytte pelens bæreevne fullt ut. Ved å anvende effektivt rammeutstyr vil pelene kunne rammes gjennom de midtre sand- og gruslag, slik at man får en praktisk talt setningsfri fundamentering. Vi vil foretrekke at man bruker tungt fallodd, som helst bør være på ca. 3 tonn. Luft- eller dampdrevet lodd av tilsvarende tyngde kan også brukes, men vi er mere skeptiske med hensyn til diesellodd.

Vi vil anbefale at man bruker fabrikkfremstilte skjøtbare peler, eventuelt forspente peler i fulle lengder. Skjøtbare peler har bl.a. den fordelen at man ikke er så avhengig av å gjette hvor pelene kommer til å stoppe.

Pelene bør være forsynt med fjellsko av herdet akselstål, slik at de kan



meisles inn i fjellet uten å bli ødelagt.

En del av pelene vil gå på fjell, mens andre vil stoppe i faste lag av sand og grus på fjell. Hvis man gjennomfører et strengt rammekriterium vil imidlertid bæreevnen i alle tilfelle være sikret og det vil heller ikke oppstå setningsdifferenser av praktisk betydning mellom de peler som står med spissen på fjell og peler som er stoppet i faste lag av sand og grus.

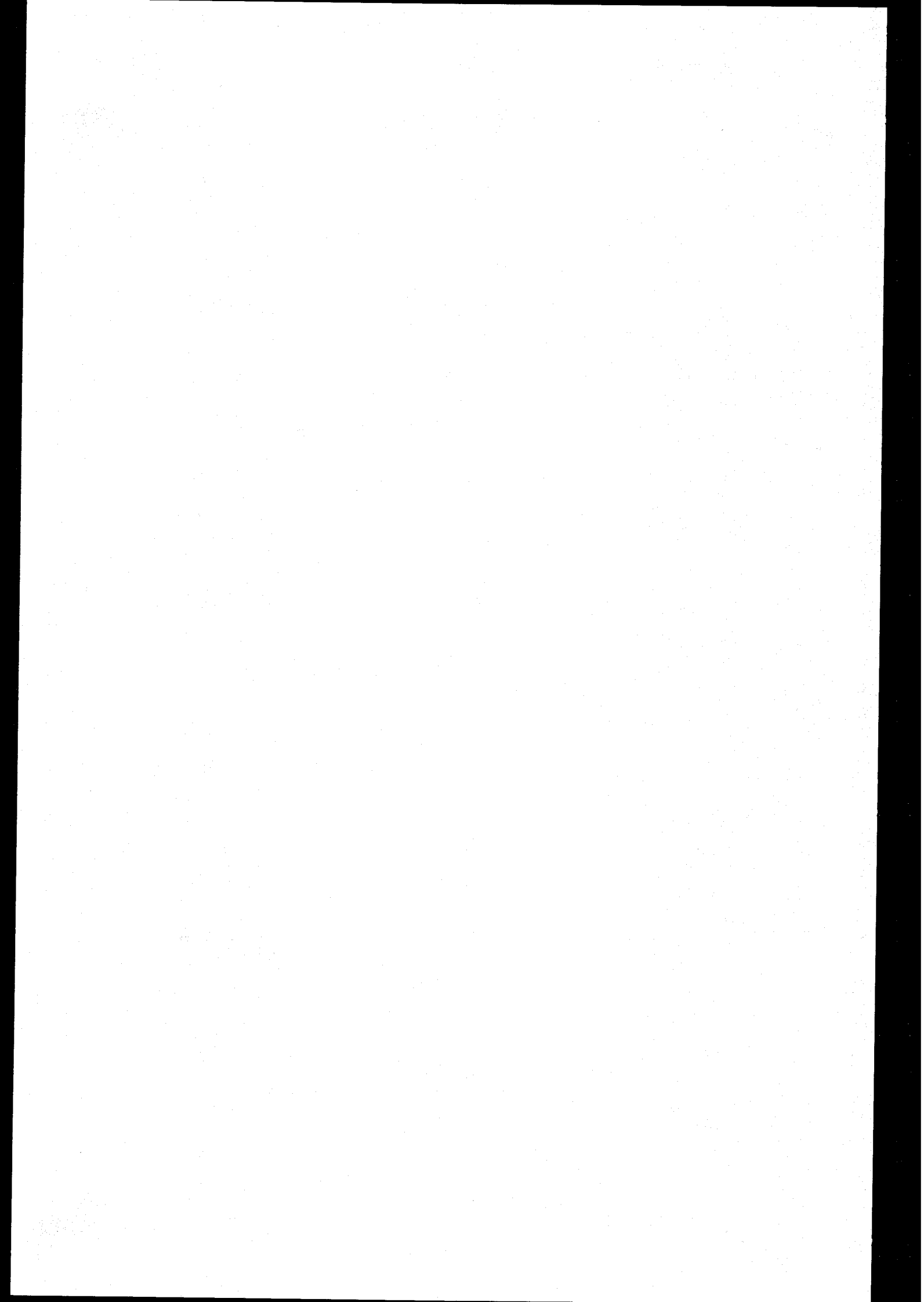
På vedlagte bilag nr. 4537-4 har vi vist et forslag til rammekriterium for jernbetongpeler og på bilag nr. 4537-5 en rammeprotokoll. Beskrivelsen er satt opp på grunnlag av de erfaringer vi har fått fra rammingen av et stort antall peler på andre byggeplasser. Kravene til rammingen er satt opp slik at pelene sikres tilstrekkelig bæreevne samtidig med at de ikke overrammes og tar skade under rammingen.

3) Stålpeler.

Bygget kan fundamenteres på stålpeler til fjell. Pelene må være forsynt med en fjellsko av hardt stål som sikrer en god innmeisling i fjellet. Rammearbeidet bør utføres etter de samme retningslinjer som for betongpeler, men rammeenergien under selve nedrammingen kan settes høyere. Ved valg av stålpeler dukker spørsmålet opp om i hvilken grad pelene vil bli utsatt for korrosjon. Vi har ikke foretatt noen undersøkelser i denne retning, men antar at man må regne med en betydelig korrosjonsfare i overgangene mellom finere og grovere lag, spesielt der det ligger leire. Vi er ikke spesialister på dette felt, men antar at en katodisk beskyttelse av alle pelene vil bli temmelig kostbar. Hvis stålpeler blir valgt vil vi heller anbefale at man reduserer de tillatte spenninger og øker ståltverrsnittet med f.eks. 10 %.

Fremtidig utvidelse.

Grunnundersøkelsene for den fremtidige utvidelse nordover tyder på at fjellet ligger grunnere på denne delen og at massen i det vesentlige består av et øvre mosandlag med grovere masser under. Det skulle her være muligheter for å fundamenter direkte på grunnen, eventuelt med unntak av strekningen mellom borpunktene 16/17 - 19/20. Før man kan ta stilling til dette er det nødvendig å ta opp prøveserier for å undersøkt om det er urene kompressible lag som kan føre til betydelige setninger. Spørsmålet om supplerende undersøkelser og om valg av fundamenteringsmåte får man heller komme tilbake til når prosjektet blir aktuelt.



Vi vil imidlertid anbefale at man foretar en prøveramming nær punkt 21 eller 23 med en pel av den typen som blir valgt for første byggetrinn. Prøverammingen kan utføres med relativt små omkostninger, når man allikevel har rambukken på stedet. Ved prøverammingen må det føres nøyaktig peleprotokoll med alle nødvendige data notert, slik at man kan få nyttige opplysninger for fastleggelse av fundamenteringsmåten for utvidelsen.

E. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON.

Resultatet av de utførte undersøkelser og tidligere undersøkelser lengre syd tyder på at dybdene til fjell under det prosjekterte første byggetrinn varierer mellom 4 og 18 m. Videre nordover ligger dybdene under kjerneblokken på 2-12 m. Øst for kjernen er det observert fjell i dagen.

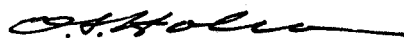
Grunnforholdene er varierende. Det ser ut til å ligge et 4-6 m tykt lag av uren mosand over hele tomten. I den søndre delen ligger det videre nedvekslende lag av sand, grus og leire, mens det i den nordre delen antagelig er sand og grus. Beskrivelsen av jordartene må tas med reservasjoner, da det ikke er tatt opp prøver.

Vi vil anbefale at første byggetrinn fundamenteres på fabrikkfremstilte skjøtbare betongpeler. Rammingen må utføres omhyggelig og med effektivt rammeutstyr, slik at pelene vil trenge ned til fjell eller faste bæredyktige lag på fjell.

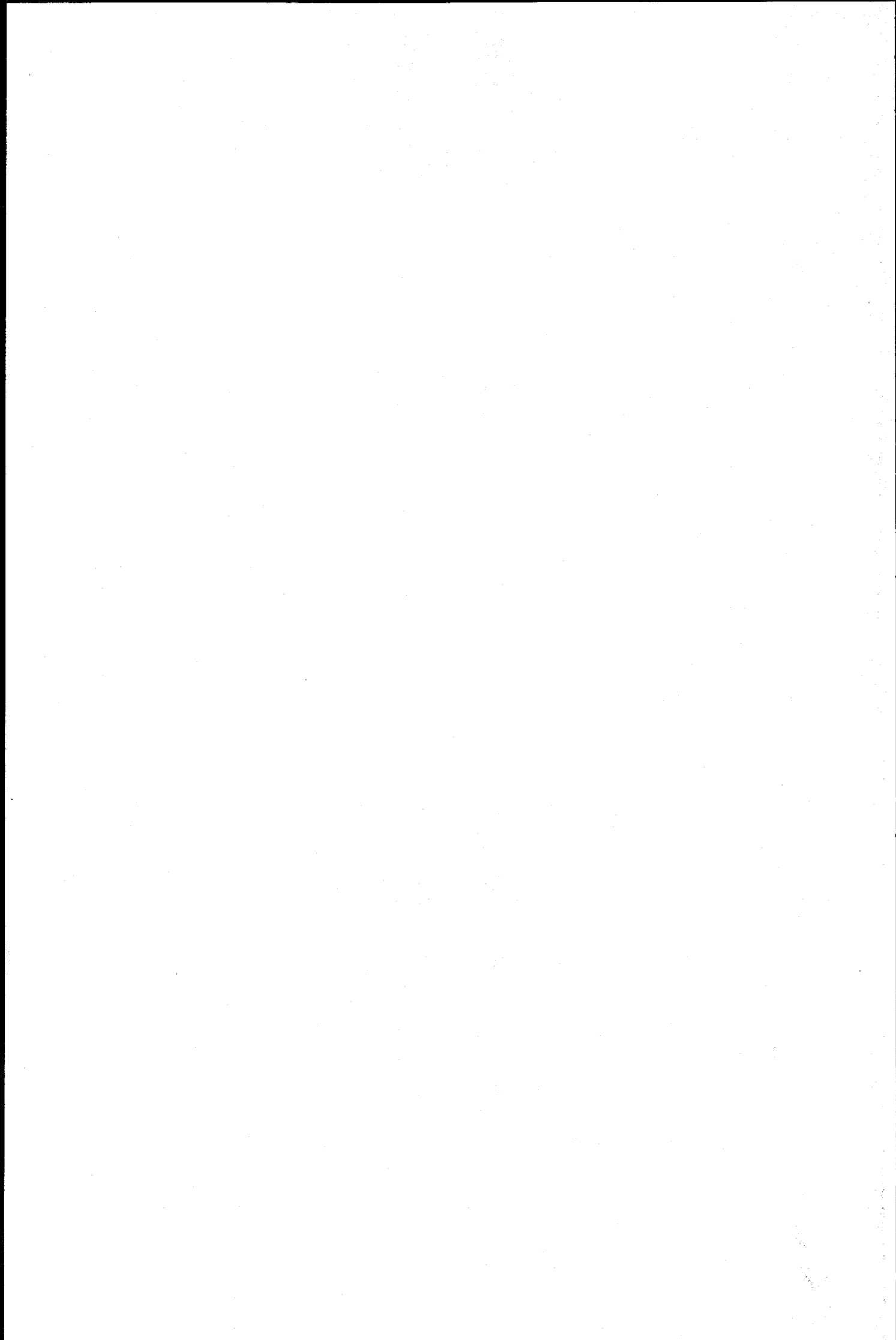
Ved den videre utbygning nordover må man regne med å fundamenteres på peler de første 60 m, men i den nordligste delen er det muligheter for å sette bygget på såler.

Før man kan ta stilling til en fundamentering på såler, bør det tas en rekke prøveserier for å undersøke om det finnes meget kompressible lag i grunnen.

NORSK TEKNISK BYGGEKONTROLL



O.S. Holm.



Ang.: Forslag til rammekriterium for jernbetongpeler.

Peletyper. Fabrikkfremstilte jernbetongpeler, tverrsnitt $400-600 \text{ cm}^2$.

Rammeutstyr. 3 tonns fallodd. (Ved eventuell bruk av noe lettere fallodd økes fallhøyden som angitt nedenfor, slik at man alltid benytter en rammeenergi på ca. 0.9 meter tonn).

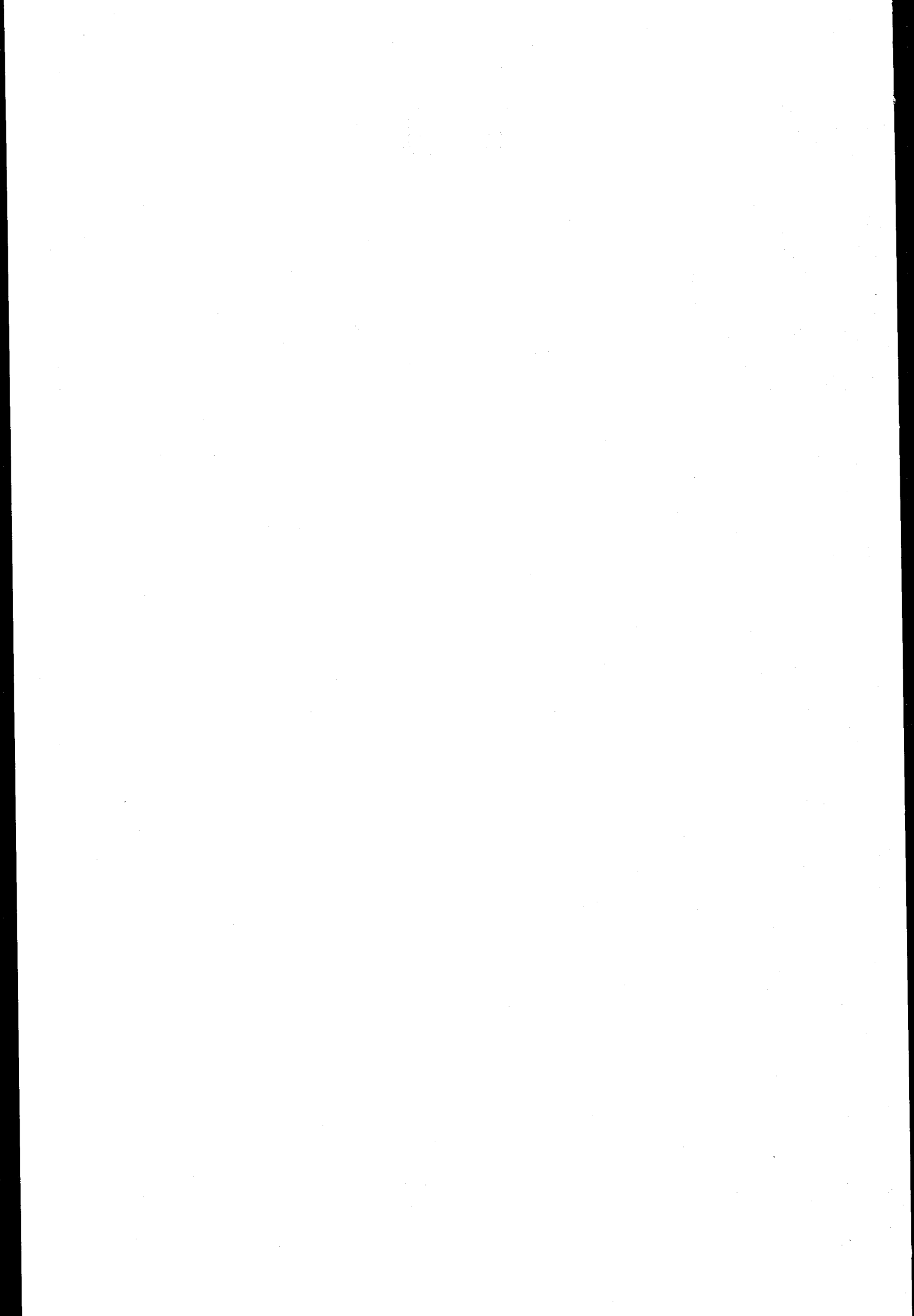
- A) Det skal føres rammeprotokoll for hver pel på utlevert skjema og kopier sendes byggherren, siv.ing. Boye & Waage og Norsk Teknisk Byggekontroll fortløpende.
- B) Under ramming gjennom jordlagene kan brukes fallhøyde på opptil 60 cm. Ved skjøting skal brukes 2 kjedetenger, en på overpelen og en på underpelen. Etter sammenskruing rammes 5-6 lette slag og peleskjøten tiltrekkes på nytt.
- C) Pelesynkningen under den avsluttende del av rammingen skal leses av ved å trekke en strek på pelen (eller om slipp festet på pelen) etter hver slagserie. Strekene trekkes over en høvlet plank, spikret til 2 stolper, slått godt fast i grunnen i ca. $1\frac{1}{2}$ m avstand fra pelen.
- D) Når pelen møter motstand i de nedre gruslag eller støter på fjell gis pelen slagserier a 10 slag med 30 cm fallhøyde. Rammingen fortsettes til pelene oppnår:

En synkning på mindre enn 15 mm for 5 slagserier. Synkningen skal vise avtakende tendens for hver serie.

- E) I den utstrekning det er mulig skal pelene etterrammes etter at samtlige peler i en gruppe er rammet. Ved etterrammingen må:

Synkningen være mindre enn 5 mm for 2 slagserier a 10 slag med fallhøyde 30 cm.

Hvis etterrammingen ikke er tilfredsstillende, rammes videre til rammekriteriet i punkt D ovenfor er tilfredsstillet på nytt.



Ang.: Forslag til rammekriterium for jernbetongpeler.

F) Hver pel nivelleres etterhvert som etterrammingen blir utført. Når alle peler er ferdig etterrammet, kontrollnivelleres pelene.

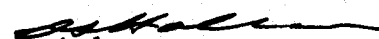
Hvis noen pel har hevet seg mer enn 2 mm, må etterramming utføres på ny.

Kote på pelespiss regnes ut etter siste nivellement.

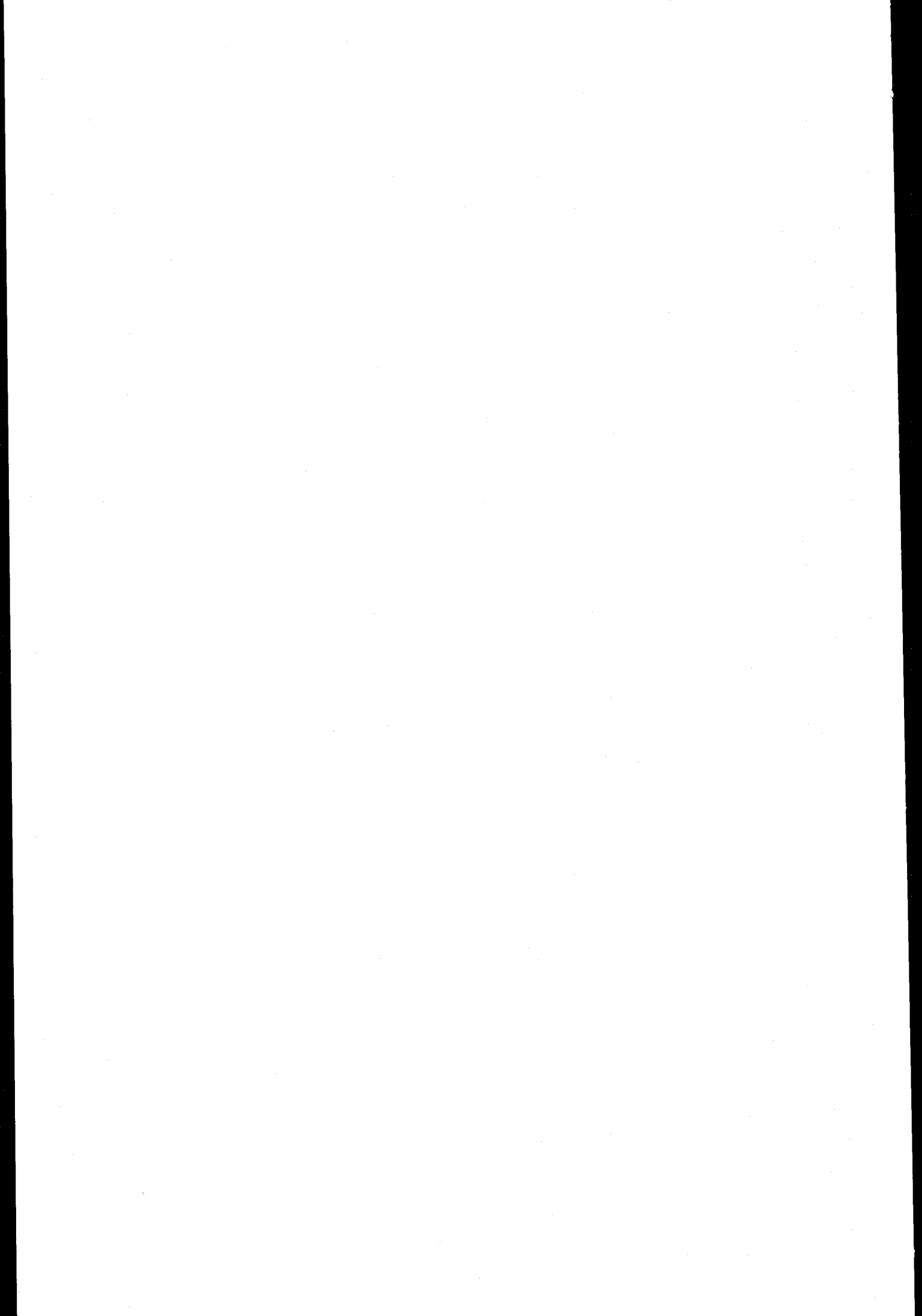
Det skal settes ut et merke på pelen med kjent kotehøyde nedenfor fremtidig kapp.

Ved hjelp av dette merke kan man også etterat pelen er kappet kontrollere hvorvidt noe forhold på byggeplassen har bevirket at peler har løftet seg.

Oslo, 28. november 1960.



O.S. Holm.



Peleprotokoll (Fiktiv)

Pel nr. **F5**
(ref. til peleplan)

Anlegg *Broathens SAFE, Sola*

Oppdr. nr.
4537

Rekkefølge nr.
32

Peletype: 028 Støpt 1/6 1961 Rammet 15/7 1961

Pelelengde, før kapp, inkl. spiss (sum av skjøtlengder)

L = 6.2 + 6.0 = 12.2 m Topp.diam. - " Rot diam. - "

Skråpel - Rammeutstyr Fallodd Loddets vekt (effektivt) 3 t.

Fallh. cm.	Antall slag	Synk mm	Fallh. cm.	Antall slag	Synk mm	Anmerkning - Peleslipp
30	10	70				Pelen gikk lett til 5 m. Stor motsstand til 8 m. Videre lett til 11 m. Synkning nivellert fra 12,0 m.
.	.	50				
.	.	18				
.	.	12				
.	.	9				
.	.	10				
.	.	7				
.	.	5				
.	.	5				
.	.	3				
.	.	2				
30	10	16				Etterrammet 25/7
.	.	9				
.	.	6				
.	.	7				
.	.	5				
.	.	5				
.	.	2				
.	.	2				

4537-5

Merke på pel (nedenfor kapp) Kote: + 4.20 Kontrollnivell den 29/7 Kote: + 4.20

Vertikal avstand fra merke til peletopp 1.20 m Peletopp kote +5.4

Vertikal pelelengde L = 122 m

Kote på pelespiss etter avsluttet ramming $\div 68$

Ført av:

Godkjent
la / ~~Noi~~

ay:

Avregningslengde:

La = 12.2 m

