

Fylke Sør-Trøndelag	Kommune Malvik	Sted Midtsandan	UTM (ED 50) NR 872 352
Byggherre NSB Bane Region Nord			
Oppdragsgiver REINERTSEN Engineering			
Oppdrag formidlet av REINERTSEN Engineering v/B.J.Harsjøen			
Oppdragsreferanse Avtaledokument, datert 19.05.94.			
Antall sider 6	Antall bilag 5	Tegn.nr. 101 - 105	Antall tillegg 2

Prosjekt-tittel

**NSB BANE REGION NORD
Kryssningsspor Midtsandan**

Rapport-tittel

Grunnundersøkelse

~~Stabilitet, fundamentering og frostsikring~~

Dok.nr.: UB.10/719-000 Rev:.....

Oppdrag nr.

10507 Rapport nr.1

08.06.1994

Overingeniør Kyrre Emaus	Saksbehandler Oddbjørn Lefstad
SAMMENDRAG TLF. 72 58 1766 <u>Grunnforhold</u> Grunnen er undersøkt på 2 fyllingspartier. Ved undergangen omtrent midt på parsellen er det et bløtt/sensitivt lag med leire. Forøvrig er det faste masser, også i dybden. <u>Vurdering</u> Planene for fyllinger og forlengelse av kulvert kan utføres som planlagt. På ei kort strekning må fyllingsfoten sikres med ei lita motfylling. På nordre del av parsellen må fyllingen erosjonssikres der den står ut i fjæra (ca. 150 m).	

INNHold

1. ORIENTERING
 - 1.1 Prosjekt
 - 1.2 Oppdrag
 - 1.3 Rapport
 - 1.4 Tidligere undersøkelser
2. UTFØRTE UNDERSØKELSER
 - 2.1 Markarbeid
 - 2.2 Laboratorieundersøkelser
 - 2.3 Oppmåling
3. GRUNNFORHOLD
 - 3.1 Topografi
 - 3.2 Løsmasser
 - 3.3 Fjell
 - 3.4 Grunnvann
4. STABILITETSFORHOLD
 - 4.1 Generelt
 - 4.2 Fyllinger
 - 4.3 Erosjonssikring mot sjøen
 - 4.4 Drenering
5. FUNDAMENTERING
 - 5.1 Kulvert - KM 18.870
 - 5.2 Fyllinger
6. FROSTSIKRING
7. SLUTTBEMERKNINGER

TEGNINGER

Tegn. nr.	Tittel	Målestokk:
101	Oversiktskart	M = 1:50.000
102	Situasjonsplan	M = 1:1.000
103	Borerresultater	M = 1:200
104	Borprofil	
105	Kornfordelingskurver	

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER

1. ORIENTERING

1.1 Prosjekt

NSB Bane - Region Nord planlegger bygging av kryssingsspor ved Midtsandan stasjon (nedlagt stasjon øst for Trondheim).

1.2 Oppdrag

KUMMENEJE har på oppdrag fra REINERTSEN Engineering utført grunnundersøkelse som grunnlag for geoteknisk prosjektering.

Oppdraget er utført i henhold til KTR. nr. 1.40 i avtaledokumentet.

1.3 Rapportens innhold

Denne rapporten inneholder data fra de utførte undersøkelser og de geotekniske vurderingene for prosjektet.

1.4 Tidligere undersøkelser

KUMMENEJE har utført undersøkelse for 8 oppdrag vest for start av kryssingsspor (ca. km 18,150). NSB har undersøkt grunnforholdene ved undergang og stikkrenne, ca. km 18,800, rapport GK 3413, 1 - 2 (1969). Statens vegvesen har undersøkt for bygging av gangveg fra samme undergang og østover langs tidligere E6, rapport Ud 511A nr. 1 (1985).

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

2.1 Markarbeid

Det er utført:

- Dreietrykkssondering i 4 punkter til dybde 5 - 8 m.
- Opptak av prøver i ett av punktene til 3 m.

Plassering av borpunktene framgår av situasjonsplanen, tegning nr. 102, hvor også boreddybder er angitt ved hvert borpunkt. Presentasjon av resultatene (sonderingsdiagram) er vist på tegn. nr. 103.

Undersøkelsene ble utført 25.mai 1994. Boringene ble utført med beltegående borerigg, Geonor AB2.

Boringene er utført etter Norsk Geoteknisk forenings veiledninger eller Statens Vegvesens handbok 015.

2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene (3 stk. representative prøver) er åpnet og rutinemessig undersøkt i KUMMENEJE's laboratorium. Resultater er vist på tegn. nr. 104. I tillegg er det utført kornfordelingsanalyse på alle prøvene, se tegning 105.

2.3 Oppmåling

Borpunktene er satt ut av KUMMENEJE, men innmålt av landmåler G.O. Lium.

3. GRUNNFORHOLD

3.1 Topografi

På Midtsandan går Nordlandsbanen like innenfor sjøen. Terrengtet i området har et generelt, slakt fall ut mot sjøen i nordlig retning.

Nåværende spor går stort sett i terrengnivå på vestre del av parsellen. På nordre del er det partier med inntil ca. 6 m fylling ut mot sjøen.

På mye av strekningen er det allerede plass nok for et kryssingsspor på det tidligere stasjonsområdet. Dette gjelder strekningen, ca. km 18.300 - 18.700.

Banenivået er ca. kt. 14,8 ved start kryssningsspor (ca. km 18.150) fallende til ca. kt. 6,0 ved enden mot øst (ca. km 19.500 - ende utslaking av sving).

3.2 Løsmasser

Ifølge geologisk kart over området består grunnen øverst av marine strandavsetninger.

Grunnen er undersøkt ved de 2 største fyllingsområdene, dvs. området ved undergang, strekning km 18700 - 19.000 og lengst øst, strekning km 19.150 - 19.500. Undersøkelsene er utført henholdsvis av NSB (tidligere) og Kummeneje (nå).

KM 18.700 - 19.000 - Fyllingsområde.

På vestsida av undergangen består grunnen av lag av leire, silt, sand og grus. Det er registrert et inntil 5 m tykt lag med sensitiv, siltig leire like under terreng. Alle boringene er stoppet i faste masser i 6 - 10 m's dybde.

På østsida av undergangen er det registrert faste masser.

KM 19.150 - 19.500 - Fyllingsområde.

Grunnen består stort sett av faste, grove masser, unntatt helt øverst der det stedvis er et noe løsere sandlag.

Ut mot sjøen, i nordre del av dette området, er det en lav steinmur (ikke sammenhengende). I fjæra er det et overflatelag av stein.

3.3 Fjell

Fjell er ikke påvist ved vår eller NSB's undersøkelse.

Ved vegvesenets boringer, på oversida av tidligere E6, kan fjell være påtruffet i liten dybde i noen av punktene.

3.4 Grunnvann

På de undersøkte områdene kan det antas at grunnvannstanden står 1 - 2 m under terreng (utenfor fyllingsområde for NSB), untatt i fjæra der den står i terrengnivå.

4. STABILITETSFORHOLD

4.1 Generelt

Nytt kryssingsspor skal i sin helhet legges på nordsida (sjøsida) av eksisterende spor. På en del av strekningen, ca. km 18.300 - 18.700, ligger det i dag et spor (på det tidligere stasjonsområdet). Her er det ikke behov for ekstra plass. Vest for dette området, ved starten på kryssingsspolet, er det behov for litt utfylling. De største fyllingsområdene er konsentrert til området ved undergangen, strekning km 18.700 - 19.000, og strekningen ved enden av kryssingsspolet, km 19.150 - 19.500 (delvis fylling for å få slakere sving på hovedspolet).

4.3 Fyllinger

KM 18.700 - 19.000 (Undergang km 18.870).

Fyllingene kan legges ut som planlagt, bortsett fra strekningen km 18.740 - 18.800 (stikkrenne ved km 18.797) der stabilitetsforholdene krever ekstra sikring av foten ved ei begrenset, lav motfylling. Ok. motfylling settes til ca. 4 m under topp skinne, dvs. 1 - 1,5 m oppfylling over dagens terreng. Bredden på motfyllinga må være minimum 5 m.

Stikkrenna ved km 18.797 bør forlenges helt ut til stikkrenna for vegen og overfylles.

KM 19.150 - 19.500

Oppfylling på denne strekningen kan utføres som planlagt.

4.3 Erosjonssikring mot sjøen

Ny fylling må erosjonssikres mot sjøen på strekninga, km 19.350 - 19.500.

4.4 Drenering

Det er ikke spesielle krav til drenering.

5. FUNDAMENTERING

5.1 Kulvert - KM 18.870

Forlengelsen av kulverten kan fundamenteres i original grunn på såler.

Det blir setning av kulverten, først og fremst pga. de tilgrensende fyllingene. Setningene kan bli av størrelsesorden 2 - 4 cm. Mye av setningene vil komme i anleggstida.

Graveskråningene sideveis for kulverten må støttes opp med spunt. Behov for eventuell avstiving av spunt og dimensjoner forøvrig kan ikke vurderes før det foreligger mere konkrete planer for utførelse av kulverten.

5.2 Fyllinger

Fyllinga vest for kulverten, kan forventes å få relativt stor setning, av størrelsesorden 8 - 12 cm der fyllingshøyden er størst like vest for renseanlegget. Noe av setningene vil komme i anleggstida, men det må påregnes at mesteparten vil foregå etter at anleggsarbeidet er ferdig.

Fyllinga i fjæra ved nordre del vil få setninger av størrelsesorden 3 - 5 cm. Mesteparten av setningene vil komme i og like etter anleggstida.

6. FROSTSIKRING

Frostmengden i området (100-års frosten) er 16.000 timegrader. I steinfylling vil frostdybden da bli 1,8 m.

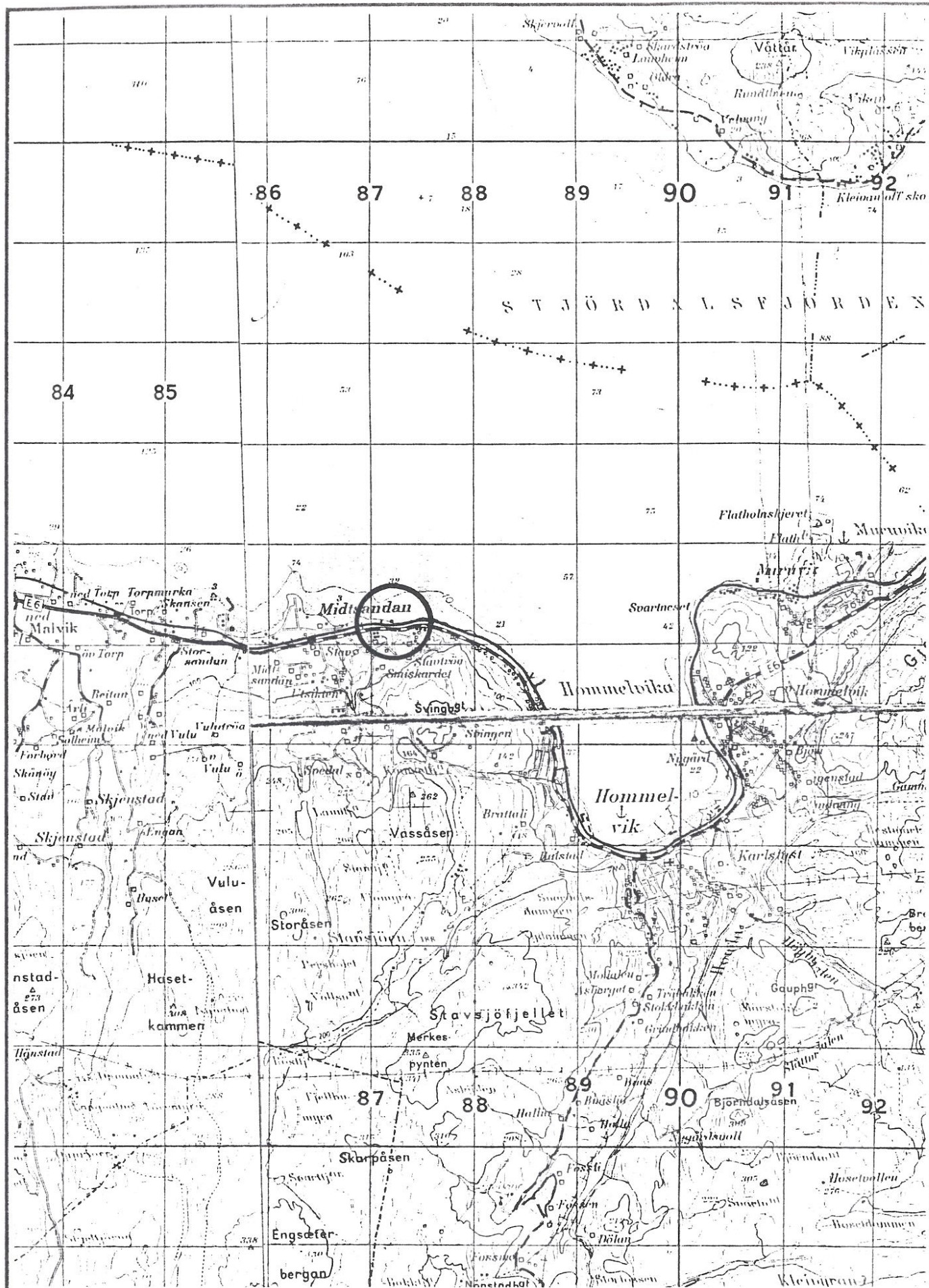
Mesteparten av massene i original grunn er telefarlig. Frostsikker bane krever utttauing/masseutskifting under fylling på en del av strekningen.

7. SLUTTMERKNING

Skjæringer, fyllinger, drenering og frostsikring forutsettes utført i henhold til NSB's regelverk "Underbygning - regler for nye baner", supplert med våre anbefalinger i denne rapporten.

Vi forutsetter at de endelige planene (med mere detaljer m.h.p. kulvertkonstruksjon/fyllingsutslag/omfang) oversendes oss for kontroll.

Vi står til tjeneste.



Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NSB BANE REGION NORD
KRYSSINGSSPOR MIDTSANNAN

OVERSIKTSKART

Kartblad : STJØRDAL 1621 I
UTM-ref. : NR 872 352

MALESTOKK
1:50000

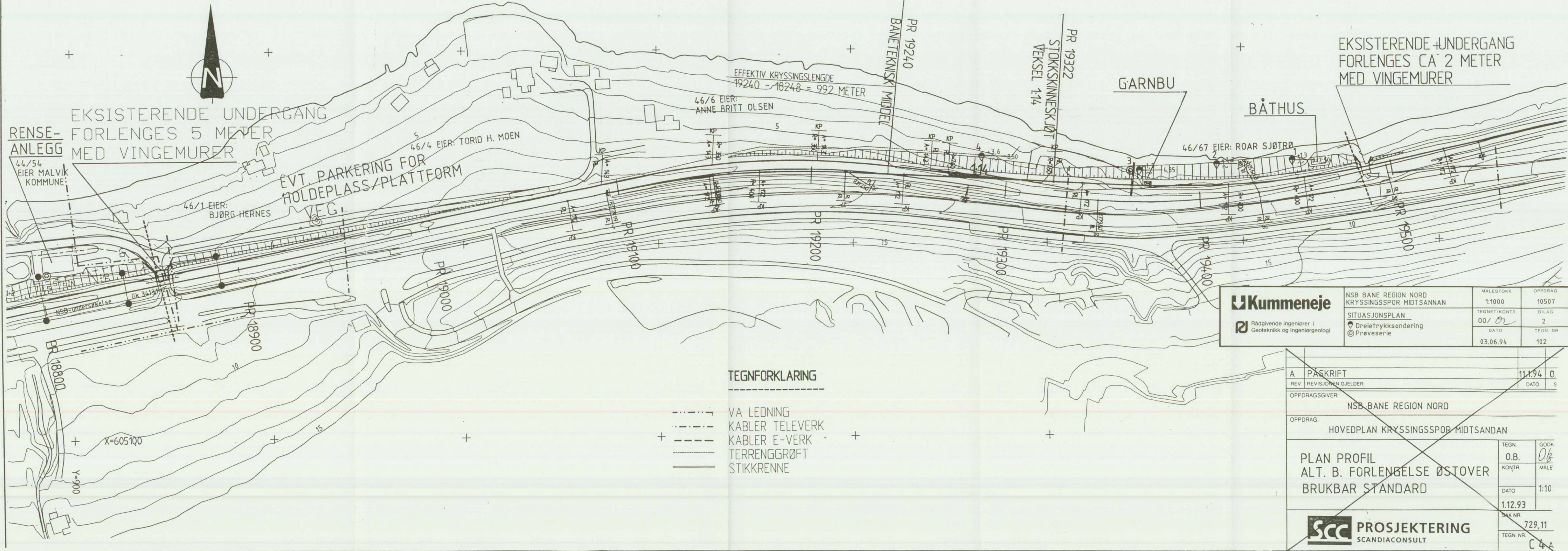
TEGNET/KONTR
00/ *re*

DATO
03.06.94

OPPDRA
10507

BILAG
1

TEGNER
101



TEGNFORKLARING

- VA LEDNING
- - - KABLER TELEVERK
- - - KABLER E-VERK
- TERRENGGRØFT
- ===== STIKKRENNE



Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

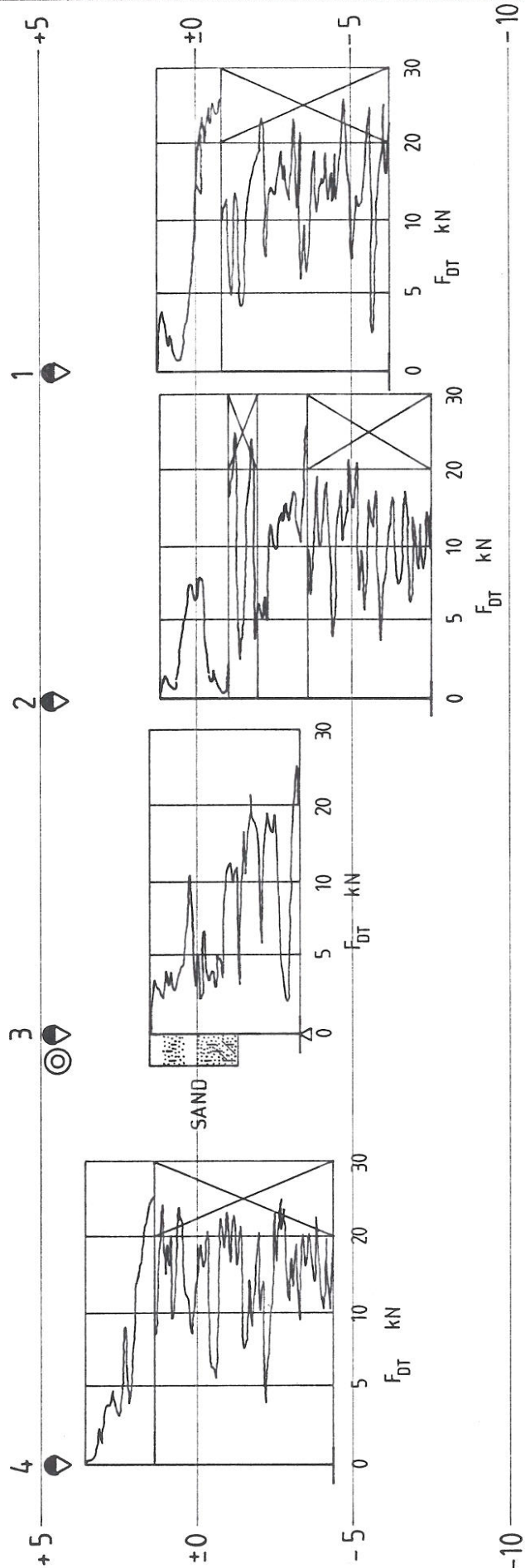
NSB BANE REGION NORD
KRYSSINGSSPOR MIDTSANNAN

SITUASJONSPLAN

Dreietrykkssondering
© Prøveserie

MALESTOKK	OPPDAG
1:1000	10507
TEGNET/KONTR.	BILAG
00/02	2
DATO	TEGN. NR
03.06.94	102

A PÅSKRIFT		11.194	0
REV	REVISJONEN GJELDER:	DATO	S
OPPDAGSGIVER: NSB BANE REGION NORD			
OPPDAG: HOVEDPLAN KRYSSINGSSPOR MIDTSANNAN			
PLAN PROFIL ALT. B. FORLENGELSE ØSTOVER BRUKBAR STANDARD		TEGN.	GOOK
		O.B.	08
		KONTR.	MÅLE
		DATO	1:10
		1.12.93	
		SAK NR	729,11
		TEGN. NR	C 4 A



Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NSB BANE REGION NORD
KRYSSINGSSPOR MIDTSANNAN

BORING 1 - 4

Boreresultater

MÅLESTOKK

HM=1:200

TEGNET/KONTR.

00/ *OL*

DATO

03.06.94

OPPDRAG

10507

BILAG

3

TEGN NR

103



Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

Kummeneje

KORNFORDDELING

NSB BANE REGION NORD
KRYSSINGSSPOR MIDTSANNNAN

MALESTOKK

10507

TEGNET AV

—

BILAG

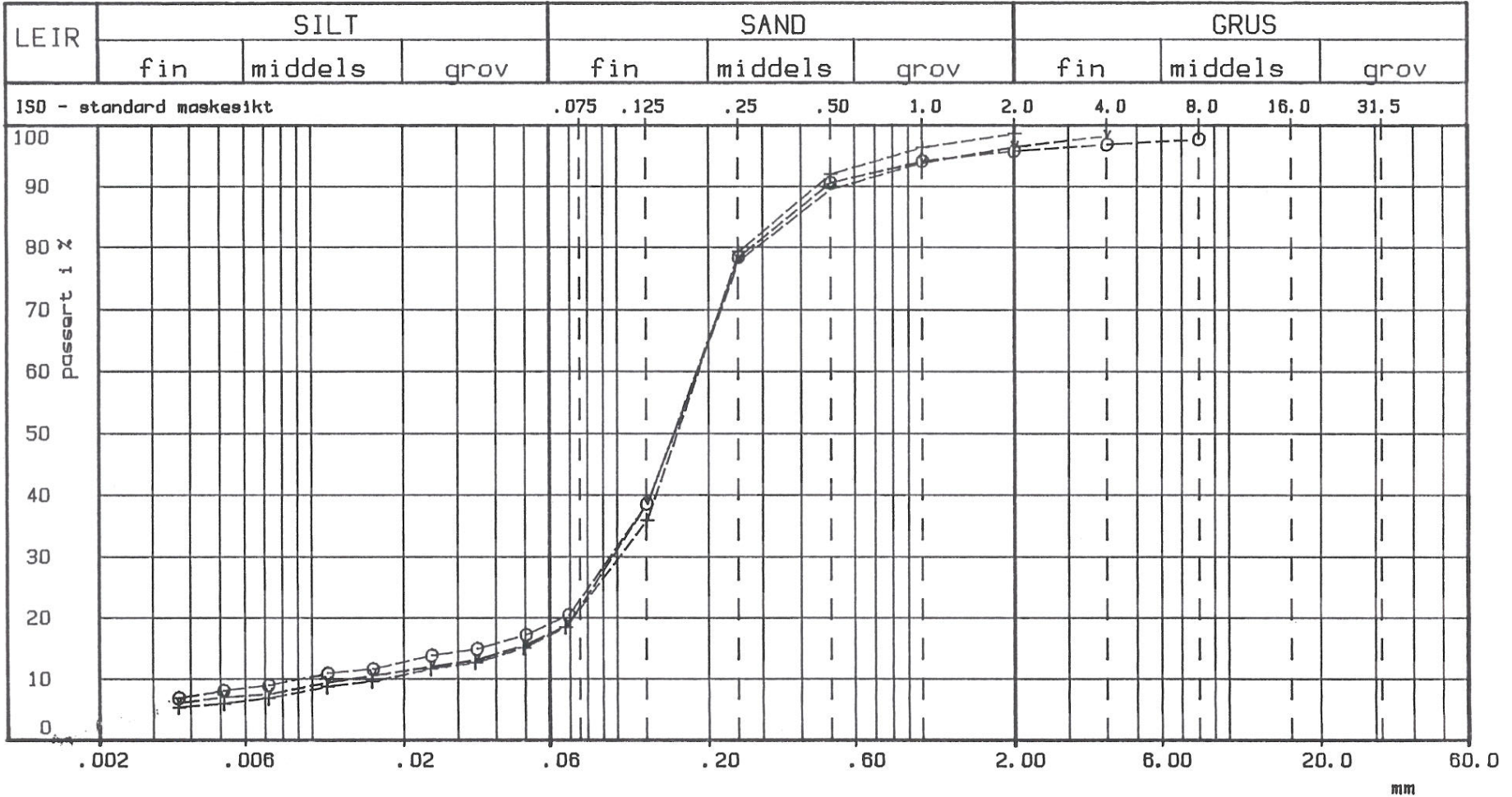
5

DATO

05/94

TEGN NR

105

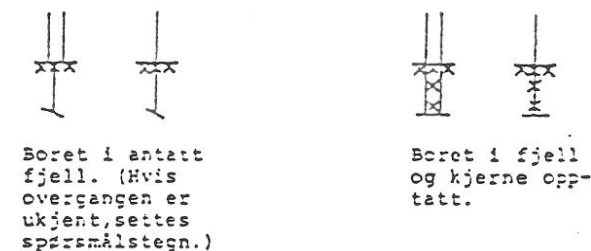
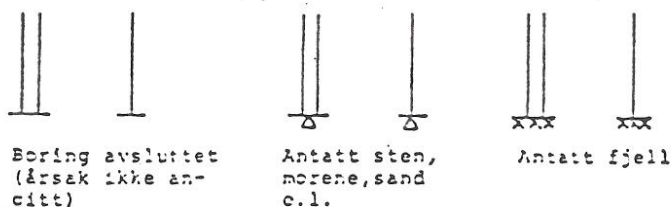


+	hull 3	lab. 01	dybde 0.5 - 1.5m	SAND, siltig, leirig
v	hull 3	lab. 02	dybde 1.5 - 2.0m	SAND, siltig, leirig
o	hull 3	lab. 03	dybde 2.0 - 2.8m	SAND, siltig, leirig

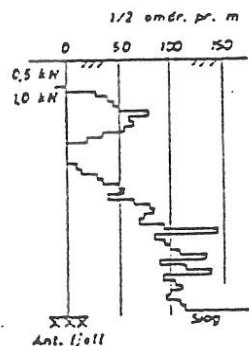
MARKUNDERSØKELSE R.

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

AVSLUTNING AV BORING (GJELDER ALLE SONDERINGSTYPER).



- **Dreiesondering**
utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjærer påsett en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opp-tegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borchullet og belastningen angis til venstre for borchullet.

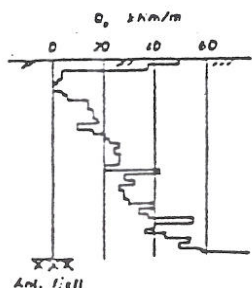


Totalsondering

Totalsondering kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhj. Boring gjennom stein og bløtt og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkehastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

- ▼ **Ramsondering**
utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjærer og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fall-høyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.



Rammemotstanden
 $Q_c = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}}$ (kNm/m) angis i diagram som funksjon av dybden.

Fjellkontrollboring

Utføres med 32 mm stenger med muffeskjærer og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borchammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

Prøvetaking

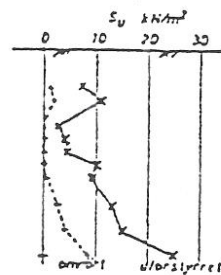
Utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempeprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørking før de åpnes i laboratoriet.

Representative prøver tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnen ikke egner seg for vanlig sylindprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

Vinge-boring

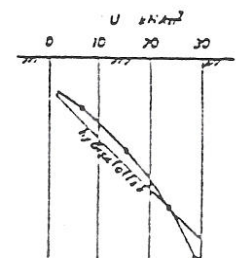
bestemmer udrrenert skjærstyrke (s_u) av leire direkte i marken (in situ).

Måling utføres ved at et vingekor, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimalt dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.



Porevannstrykket

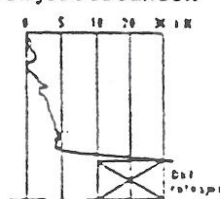
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.



- **Grunnvannstanden** observeres vanligvis direkte ved vannstand i borchullet.

Dreietrykksondering

Utføres med 36 mm glatte skjærbare stålstenger påsett en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressingskraft for å holde normert nedtrengningshastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjons-hastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERSKNELSE F.

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes :

Romvekt
(γ i kN/m³) for hel sylinder og utskåret del.

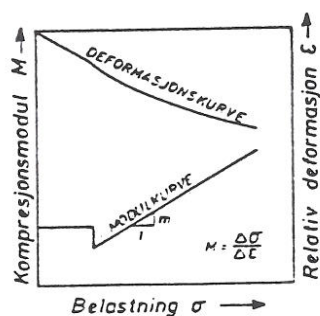
Vanninnhold
(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110 °C.

Flytegrense
(w_L i %) og **utruillingsgrense** (w_p i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen w_L - w_p benevnes plastisitetssindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke
(s_u i kN/m²) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm² (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten (S)
er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m².

Kompressibilitet
av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm² og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modul- kurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold
(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlut-oppløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold
(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling
ved sikting av fraksjonene større enn 0,06 mm. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korn diameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjons hastighet.

Fraksjonsbetegnelse	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

Jordarten
benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Organiske jordarter
klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).

	Fjell		Silt		Torv
	Blokk		Leire		Trerester
	Stein		Fyllmasse		Skjell
	Grus		Matjord		Morenelcire
	Sand		Gytje, dy		Grusig morene

Anmerkning

- T = tørrskorpe
- Leire: R = resedimenterte masser
- K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:
 - Ca = kalkkonkresjoner
 - Fe = jernkonkresjoner
 - AH = aurlulle