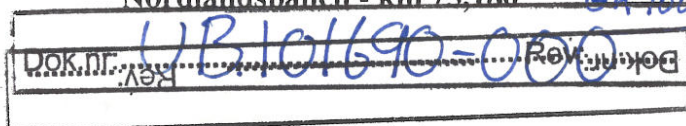


Fylke Nord-Trøndelag	Kommune Levanger	Sted Skogn	UTM PR 071 641
Byggherre NSB Baneregion Nord			
Oppdragsgiver NSB Baneregion Nord			
Oppdrag formidlet av NSB Baneregion Nord, v/overing. A. Nøstmo.			
Oppdragsreferanse Bestillingsbrev av 26.11.1992, ref. 92/04330			
Antall sider 5	Antall bilag 6	Tegn.nr. 101-106	Antall tillegg 2

Prosjekt-tittel

VEGUNDERGANG NESGÅRD
Nordlandsbanen - km 73,180



Rapport-tittel

Grunnundersøkelser
Datarapport
Orienterende geoteknisk vurdering

Oppdrag nr.

10039

Rapport nr. 1

23.12.1992

Overingeniør Einar Lyché	Saksbehandler Odd Musum
SAMMENDRAG Grunnen består av bløt leire, med en lite utviklet tørrskorpe i tykkelse ca. 1-2 m, som kan karakteriseres som middels fast leire. Ved undergangen er leira lite sensitiv, men det er overgang til mere sensitiv leire mot vest, sannsynligvis kvikkleire i dybden. Dybden til fast grunn/fjell er ca. 7-10 m ved undergangen, avtakende mot øst og økende mot vest. Kulvert kan fundamenteres direkte på grunnen på vanlig måte, med forsterkningslag og avrettingslag av sand/grus/pukk og frostisolering. Men anleggsarbeidet må utføres med stor forsiktighet, da traubunnen vil komme ned i bløt leire. Ved utgraving for kulverten må det utføres avlastning, ved midlertidig fjerning av jernbanefyllingene på begge sider av vegen, før det graves ut for kulverten, til en avstand av min. ca. 12-14 m fra foten av graveskråningen. Stabiliteten for vegskjæringene vil også være knapp i anleggsfasen. Utgraving og tilbakefylling av forsterkningslag må derfor utføres med kortest mulig tidsintervall.	

INNHold

1. GENERELT
2. UTFØRTE UNDERSØKELSER
3. TERRENG- OG GRUNNFORHOLD
4. FUNDAMENTERINGSFORHOLD - ORIENTERENDE VURDERING

BILAG

Bilag nr.	Tegn. nr.	Titel	
1	101	OVERSIKTSKART	M= 1:50.000
2	102	OVERSIKTSKART	M= 1:5.000
3	103	SITUASJONSPLAN	M= ca. 1:1.000
4	104	PROFIL A M/ BORERESULTATER	M= 1:200
5-6	105-106	BORPROFILER	

TILLEGG

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER

1. GENERELT

1.1 Prosjekt

NSB, Banergion Nord planlegger bygging av ny vegundergang på Nordlandsbanen ved Nesgård i Skogn, km 73,18, se oversiktskart i bilag 1 og bilag 2.

Eksisterende undergang er bygd i 1901, med brukar i tørrmur og ett enkelt bruspenn med stålbjelker i 5,0 m lengde. Fri høyde i undergangen er bare ca. 2,9 m. Kryssingen mellom vegen og jerbanelinjen er ca. 90 °.

1.2 Oppdrag

KUMMENEJE's oppdrag er å utføre grunnundersøkelser for å klarlegge de geotekniske forutsetninger for bygging av ny kulvert med tilhørende vegføring, samt gi en geoteknisk vurdering for byggearbeidet.

1.3 Rapportens innhold

Rapporten inneholder resultatene fra de utførte grunnundersøkelser, med presentasjon av alle registrerte data fra borer og laboratorieundersøkelser. Det er gitt en generell beskrivelse av grunnforholdene.

Det er også gitt en generell geoteknisk vurdering omkring de aktuelle problemstillinger i forbindelse med bygging av kulvert for ny undergang.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

2.1 Grunnboringer

Grunnboringer ble utført 7-8. desember 1992, med hydraulisk borerigg av type Geotech 504. Følgende borer er utført:

- 4 stk. totalsonderinger, med registrering som dreietrykksondering (dybde 5,3 - 14,9 m).
- 2 stk. prøveserier (54 mm), (dybde 6,0 - 7,8 m).

Alle boringene er avsluttet ved stopp mot meget fast grunn eller fjell (?).

Plassering av borpunktene er vist på situasjonsplanen, bilag 3, hvor boreddybder og terrenghøyder ved borpunktene også er angitt. Forøvrig er resultatene vist i profil A, langs vegen, bilag 4.

Borpunkt 2 er tatt i søndre vegkant og borpunkt 3 litt ut fra den kommunale vegen, i kanten av avlingsveg/veg til vannverkets renseanlegg. Borpunktene 1 og 4 er tatt på kanten av jordet, på nordsida av vegen, på et nivå som ligger ca. 1,0-1,2 m over vegnivå.

2.2 Oppmåling

Boringenes plassering er bestemt ved oppmåling med teodolitt, med utgangspunkt i vestre skinne på jerbanelinjen ved km 73,180 (ca. midt over undergangen) og km-pel ved km 73,200.

Terrenghøyde er målt ved alle borpunktene, fra utgangshøyde for OK skinne (vestre) ved km 73,180, ca. midt over undergangen, som er satt lik +32,30. Denne høyden er teoretisk beregnet ut fra høyde +31,845 for fastmerke T.574 i nordre brukar ved km 73,182, som er oppgitt å ligge 0,45 m under overkant skinne. Med dette som utgangspunkt er OK skinne ved km 73,200 innmålt til kote +32,21, og vegnivå midt i undergangen til + 28,65.

NB !! Målte høyder er ikke kontrollert i forhold til høydefastmerke.

2.3 Laboratoriearbeid

Prøvene er rutinemessig analysert i vårt laboratorium, med klassifisering og bestemmelse av vanninnhold, densitet og udrenert skjærstyrke. Resultatene er gjengitt i borprofiler, bilag5-6.

3. TERRENG- OG GRUNNFORHOLD

3.1 Terreng

Jernbanelinjen følger omtrent terrenget på ca. kote +30/+31, med retning for sporet SV-NØ. Terrenget heller svakt mot NV, med helning ca. 1:40 på nedsida av jernbanen, i retning mot Leirelva i NV. På oversida av jernbanen stiger terrenget etter hvert noe brattere, med helning økende fra ca. 1:20 til ca. 1:10, opp mot gårdene Svengård og Nesgård Ø. ved ca. kote +60.

3.2 Grunnforhold

Grunnen består av leire til fast grunn/fjell i varierende dybder. Leirlagets tykkelse ved undergangen ligger mellom ca. 7 og 10m, økende med avstanden fra jernbanen på nedsida (mot SV) og avtakende på øvre side (mot SØ). Ca. 35 m nedenfor jernbanen er dybden til fast grunn/fjell registrert til 14,9 m (borpunkt 4) og ca. 38 m fra jernbanen på øvre side er det registrert en dybde på 5,3 m (borpunkt 1).

Ved undergangen har det øverste leirlaget preg av tørrskorpe, til dybde ca. 1,5 m under vegnivå, men udrenert skjærstyrke er ikke høyere enn ca. 40 kPa, som tilsvarer middels fast leire. Under dette nivå er det bløt leire, med udrenert skjærstyrke ca. 10-15 kPa, uten noen systematisk økning med dybden. Det er enkelte tynne siltlag, i en ellers homogen leire.

Leira ved undergangen er lite sensitiv, med skjærstyrke ca. 2-4 kPa for fullstendig omrørt leire, og sensitivitet ca. 3-6, for mesteparten av leira under tørrskorpa.

Mot vest, på nedre side av undergangen, er det sannsynligvis gradvis overgang til mere sensitiv leire, trolig også **kvikkleire i dybden**. Dette er ikke påvist ved opptak av prøver, men indikeres klart ved resultatene fra dreietrykksondering i borpunkt 4, ca. 34 m fra jernbanelinjen. Det er her indikasjon på kvikkleire fra en dybde av ca. 6-7 m, minst til ca. 10-11 m dybde.

Før overgang til fjell kan det være lag av morenemasser eller silt inntil ca. 1-2 m. (Silt registrert fra 5,7 m i borpkt 2).

4. FUNDAMENTERINGSFORHOLD - ORIENTERENDE VURDERING

4.1 Stabilitet

Stabilitetsproblemer vil være knyttet til lokale forhold ved undergangen, der høydeforskjellen mellom jernbanefyllingen og traubunn ved utgraving for kulverten vil være avgjørende.

Med fri høyde 3,6 m i ny kulvert vil gravenivå for traubunn bli ca. 5,5 m under OK skinne, tilsvarende ca. 2,0 m under dagens vegnivå. En slik utgraving vil **ikke ha tilfredsstillende stabilitet** uten at det gjøres spesielle tiltak.

Ved utgraving for kulverten må jernbanefyllingene på begge sider fjernes midlertidig, for å sikre tilfredsstillende stabilitetsforhold. Høydeforskjellen mellom traubunn og tilstøtende terrengnivå må ikke overstige 4,0 m, inntil en avstand av ca. 12-14 m fra foten av graveskråningen. Det forutsettes da en graveskråning med helning maks. 1:1,5.

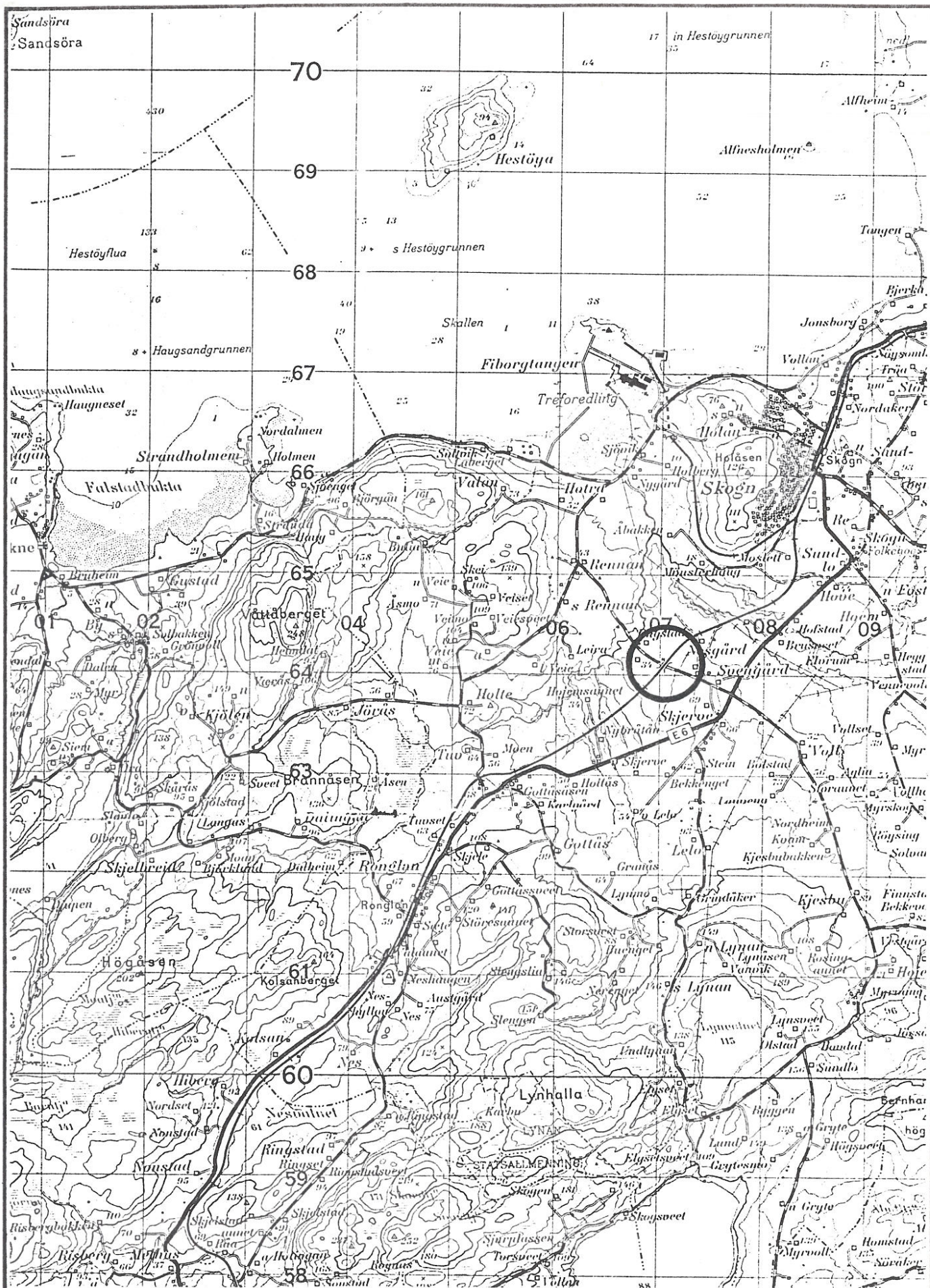
Dette anses tilfredsstillende for en kortvarig situasjon, der gravearbeider og montering av kulvert utføres kontinuerlig i løpet av ca. 1/2 døgn. Men det vil ikke gi tilfredsstillende langtidsstabilitet før tilbakefylling er utført.

Tilstøtende vegskjæringer vil også få knapp sikkerhetsfaktor i gravefasen. Det er derfor viktig at intervallet mellom utgraving og tilbakefylling blir så kort som mulig.

4.2 Fundamentering

Kulverten kan fundamenteres på vanlig måte, med bunnplate direkte på grunnen, og med forsterkningslag, avrettingslag og frostisolasjon under betongplata. Men fordi traubunn kommer ned i bløt leire, må utgraving og tilbakefylling utføres med stor forsiktighet, slik at leira i traubunnen ikke blir omrørt.

Anleggstrafikk direkte på leira i trauet må ikke forekomme. Det bør være min. 50-60 cm tykt lag av grus/pukk, over fiberduk og geonett, før det trafikkeres med anleggsmaskiner.



Kummeneje

R Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NSB - NORDLANDSBANEN
VEGUNDERGANG NESGÅRD, Km.73,180

OVERSIKTSKART

Kartblad : FROSTA 1622 II
UTM-ref. : PR 070 641

MÅLESTOKK

1:50000

TEGNET/KONTR.

00/ 01.

DATO
11.12.92

OPPDRAK

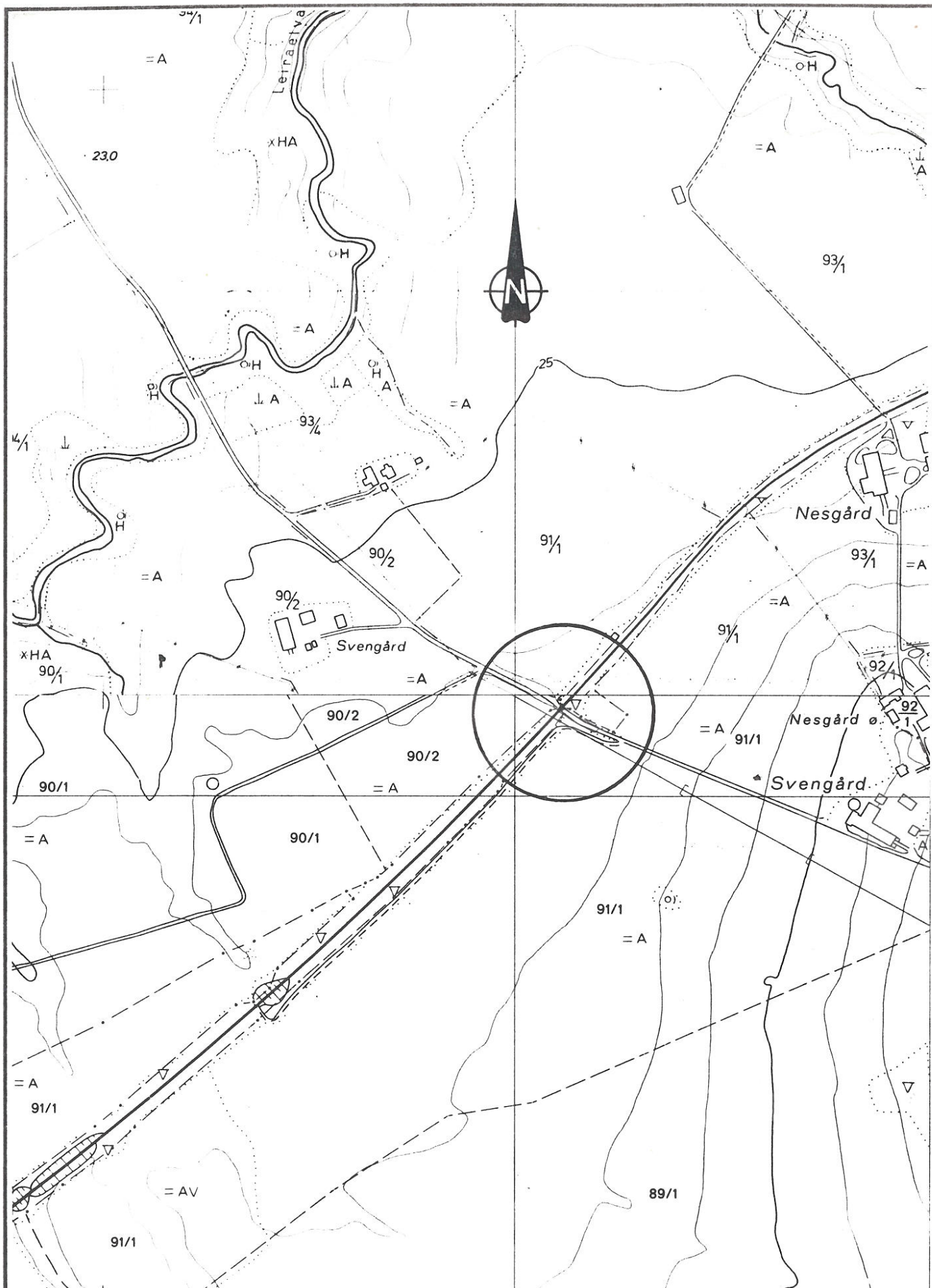
10039

BILAG

1

TEGN. NR

101



Kummeneje

R Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NSB - NORDLANDSBANEN
VEGUNDERGANG NESGÅRD, Km.73,180

OVERSIKTSKART

MÅLESTOKK

1:5000

TEGNET/KONTR.

00/ OH

DATO

15.12.92

OPPDRAG

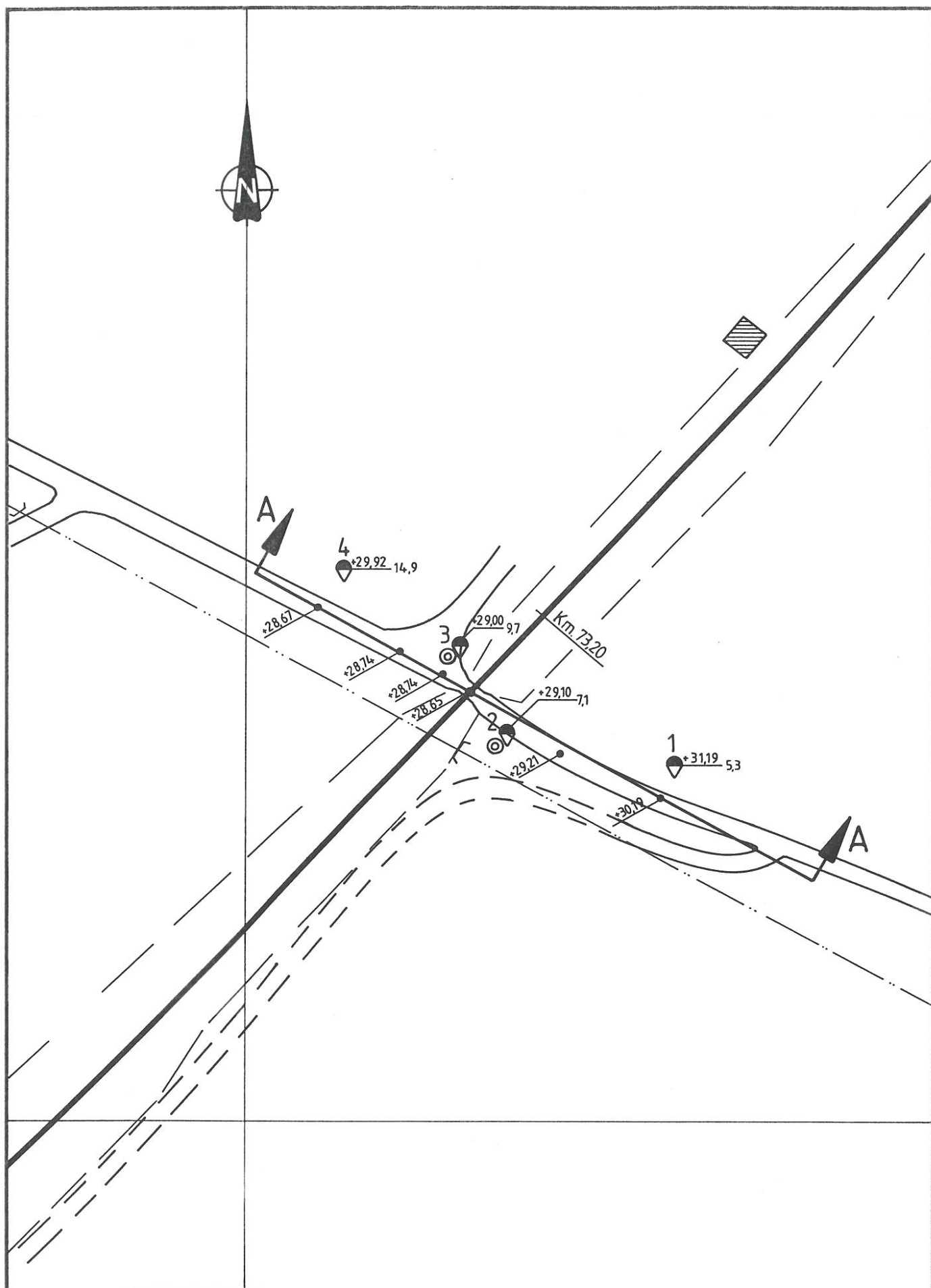
10039

BILAG

2

TEGN. NR

102



Kummeneje

R Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NSB - NORDLANDSBANEN
VEGUNDERGANG NESGÅRD, Km. 73,180

SITUASJONSPLAN

▼ Dreiestrykkssondering
◎ Prøveserie

MÅLESTOKK
~ 1:1000

TEGNET/KONTR.
00 / *OM*

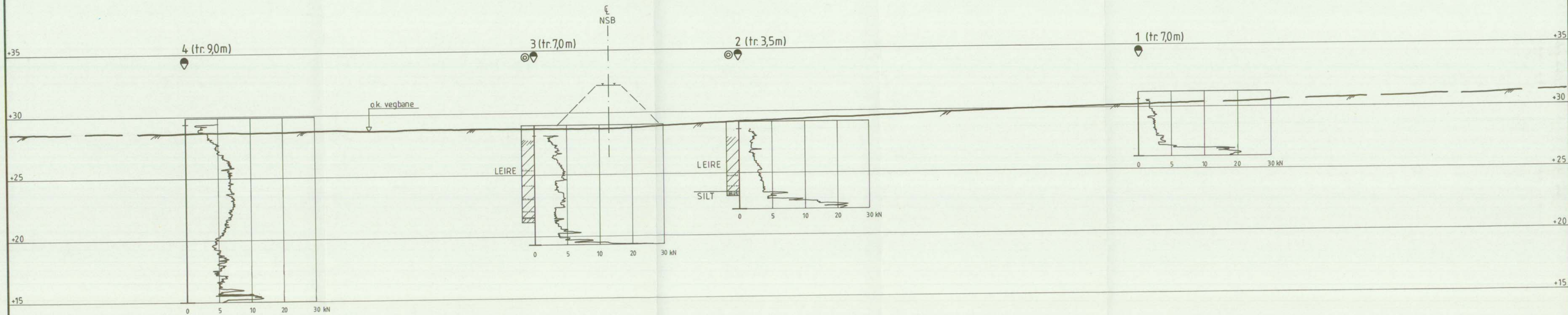
DATO
15.12.92

OPPDRAG
10039

BILAG
3

TEGN. NR
103

PROFIL A



KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
NSB - NORDLANDSBANEN VEGUNDERGANG NESGÅRD, Km.73,180		MÅLESTOKK	1:200
PROFIL A		TEGNET AV	00
Boreresultater		KONTR.	OM
		DATO	15.12.92
		OPPDRAK	10039
		BILAG	4
		TEGN. NR.	104

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Udrenert skjærstyrke (s_u) i kN/m ²					St
				20	40	60	80		10	20	30	40	50	
5	tørsskorpeflekker		01		35			19,3 (19,5)		15		45		3
			02		45			19,2 (18,8)	10	15				8
	LEIRE, homogen		03		50			18,7 (18,7)	10	15				5
			04		50			19,0 (18,8)	10	15				5
	litt lagdelt m. tynne siltlag		05		50			21,3	10	15				4
10														
15														
20	SILT, sandig, grusig (Ant. morene)													

Enkelt trykkforsøk: (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret: ▼/▽

Penetrometerforsøk: Konsistensgrenser: W_p ——— W_L Andre forsøk:

T = Treksialforsøk $\emptyset$ = $\emptyset$ dometerforsøk K = Kornfordeling

Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NSB - NORDLANDSBANEN
VEGUNDERGANG NESGÅRD, Km.73,180

BORPROFIL HULL: 2

Terr. høyde: +29,10 Prøve $\emptyset$: 54mm

DATO
12/92

TEGNET AV
K.St./00

KONTR
OH.

OPPDRAK
10039

BILAG
5

TEGN. NR.
105

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Udrenert skjærstyrke (s_u) i kN/m ²					St
				20	40	60	80		10	20	30	40	50	
5	tørreskorpevirkning		07					19,3 (19,2)						4
														2
	homogen		08					19,1 (19,0)						3
														4
			09					19,1 (19,1)						4
														4
			10					19,2 (18,7)						5
														4
	litt lagdelt m. tynne siltlag		11					19,1 (19,2)						5
			12					19,3 (19,4)						13
														4
	sandlag		13					19,8 (18,8)						6
														4
10														
15														
20														

Enkelt trykkforsøk:  (strek angir def.% v/brudd) Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret: ▼ / ▽
 Penetrometerforsøk:  Konsistensgrenser: W_p ————— W_L Andre forsøk:
 T = Treksialforsøk $\emptyset$ = $\emptyset$ dometer forsøk K = Kornfordeling

Kummeneje

Rådgivende ingeniører i
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

NSB - NORDLANDSBANEN
VEGUNDERGANG NESGÅRD, Km.73,180

BORPROFIL HULL: 3

Terr.høyde: +29,00 Prøve $\emptyset$: 54mm

DATO
12/92

TEGNET AV
K.St./00

KONTR
OK

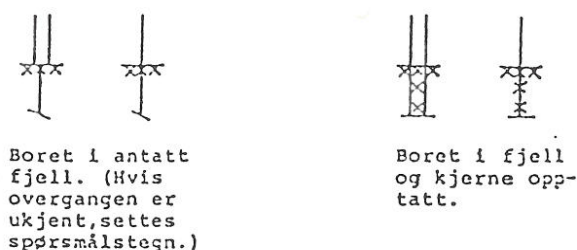
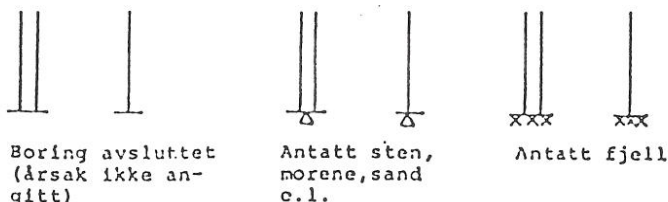
OPPDRAG
10039

BILAG
6

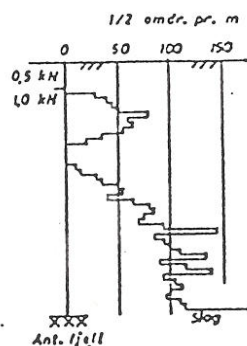
TEGN. NR.
106

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).



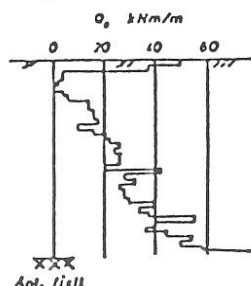
● **Dreiesondering**
utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger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



⑦ **Totalsondering**
Totalsondering kombinerer dreiestrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhjull. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkeshastighet, 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 skjøter 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

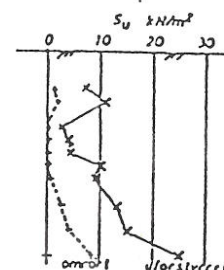
$Q_0 = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}}$ (kNm/m) angis i diagram som funksjon av dybden.

☆ **Fjellkontrollboring**
utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borharmmer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, borea noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

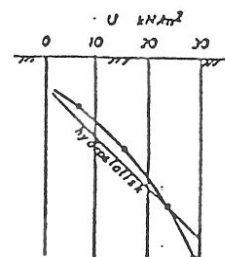
⊙ **Prøvetaking**
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stem-pelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for 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 sylind-prøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

+ **Vingeboring**
bestemmer udrenert 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 udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.

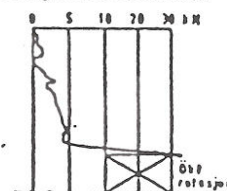


⊖ **Porevanntrykket**
i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintrent bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer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



⊖ **Grunnvannstanden** observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⚠ **Dreiestrykksondering**
utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt 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 rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERSKØKELSER.

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

Romvekt
(γ i kN/m^3) for hel sylinder og utskåret del.

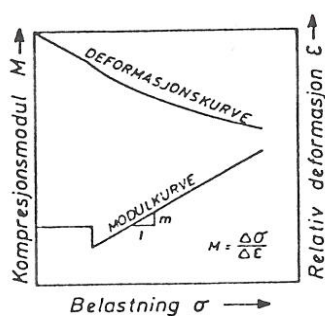
Vanninnhold
(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110°C .

Flytegrense
(w_L i %) og **utrullingsgrense** (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/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (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 $< 0,5 \text{ kN/m}^2$.

Kompressibilitet
av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm^2 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 modulkurve 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 $0,06 \text{ mm}$. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter 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 sedimentasjonshastighet.

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		Planterester
	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