

**Levanger kommune
Bru for gang- og sykkelveg over
Levangerelva**

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

630047

Rapport nr. 1, Rev. 1

Dato 18.08.2003

Fylke Nord-Trøndelag	Kommune Levanger	Sted Levanger	UTM 7071600 613500 (ED 50)
Byggherre Levanger kommune			
Oppdragsgiver Levanger kommune v/Bjørn Sandvik			
Oppdrag formidlet av RG-prosjekt as v/Arild Christensen			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse 27. mars 2003			
Antall sider 4	Tegn.nr 101 - 106	Bilag.nr.	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Levanger kommune
Bru for gang- og sykkelveg over Levangerelva**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser
Datarapport**

Oppdrag nr: 630047	Rapport nr: 1	Rev: 1	Dato: 18.08.2003	Kontr:
Oppdragsleder: Erling Romstad		Utarbeidet av/ for Erling Romstad <i>Kåre Eggereide</i>		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>Løsmassene langs sørsida av Levangerelva består av fyllmasser, rester fra produksjon av betongelementer, over lagdelt sand og silt. Ned mot fjelloverflata er det et tynt lag med leire. Tykkelsen av leirlaget øker mot sør.</p> <p>Overgang til fjell er registrert i 12 til 13 meters dybde.</p> <p>Ved nordre landkar er det bart fjell.</p> <p>Revisjon 1 gjelder oppretting av feil på tegningene 103 og 104.</p>				

INNHold

1	INNLEDNING	3
1.1	Prosjekt	3
1.2	Oppdrag	3
1.3	Innhold	3
2	UNDERSØKELSER	3
2.1	Felt- og laboratorie-undersøkelser	3
2.2	Resultater	3
3	GRUNNFORHOLD	4
3.1	Terreng	4
3.2	Løsmasser	4
3.3	Grunnvann	4
3.4	Fjell	4
4	REFERANSER	4

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101	0	Oversiktskart	1 : 50.000
102	0	Situasjonsplan	1: 500
103	0	Borerresultater punkt 1 og 2	1 : 200
104	0	Borerresultater punkt 4, 5 og 6	1 : 200
105	0	Borprofil punkt 4	
106	0	Ødometerforsøk, punkt 4, D = 10,7 meter	

TILLEGG

I	MARKUNDERSØKELSER
II	LABORATORIEUNDERSØKELSER
III	SPEIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER

1 INNLEDNING

1.1 Prosjekt

Levanger kommune skal bygge gang- og sykkelbru over Levangerelva. Brua skal bygges som en del av gangvegsforbindelsen mellom sentrum og høgskoleområdet på Røstad.

1.2 Oppdrag

Scandiaconsult er engasjert for å utføre grunnundersøkelser for søndre landkar.

Geoteknisk prosjektering blir utført separat.

1.3 Innhold

Denne rapporten inneholder resultatene fra undersøkelsene i felt og laboratorium. I tillegg er det gitt en enkel beskrivelse av grunnforholdene.

2 UNDERSØKELSER

2.1 Felt- og laboratorie-undersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i nærheten av det aktuelle området.

Undersøkelsene ble utført i forbindelse med utbygging av Levanger havn og er referert i Kummenejes rapport O.299-2 datert 8. desember 1967.

Undersøkellesprogrammet har denne omgangen omfatta følgende boringer.

- totalsonderinger: 5 punkt
- prøveserie: 1 punkt

Største boreddybde var 13 meter.

Det ble tatt opp i alt 4 uforstyrta prøver fra 1 borpunkt. Prøvene er rutineundersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim.

I tillegg er leirmassenes setningsegenskaper målt ved 1 ødometerforsøk. Denne prøven var imidlertid noe forstyrret, og forsøksresultatene kan gi noe lavere setningsmodul enn i virkeligheten.

2.2 Resultater

Borpunktene er plassert som vist på situasjonsplanen i tegning 102 der også ett av borpunktene fra rapport O.299-2 er inntegna.

Borerresultatene er vist i tegningene 103 og 104.

Resultatene fra undersøkelsene i laboratoriet er framstilt i borprofil, tegning 105.

Resultatene fra ødometerforsøket er vist som modulkurve i tegning 106.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Terreng

Terreng i det undersøkte området er tilnærma flatt og ligger på ca kote 3. Arealet er innvunnet ved fylling i Levangerelva. Vi er ikke kjent med utstrekninga av fyllinga, men på det aktuelle området er fyllinga langs elva minimum 10 meter bred.

3.2 Løsmasser

Løsmassene ved søndre elvebredd består av fyllmasser til ca 5 meters dybde. De underliggende massene består av lagdelt sand og silt. Ned mot fjelloverflata er det påvist leire. Leirlaget kiler ut ved borpunkt 5 og øker i tykkelse mot sør. Sonderingene i punkt 1 og 2 gir indikasjoner om leire fra 5 meters dybde. Ned til ca 8 – 10 meters dybde kan leira være noe lagdelt med silt eller sand.

Den gamle boringa ute i elva viser et 3 meter tykt siltlag over 5 meter leire ned til antatt fjell i 9 meters dybde, dvs. ca kote -10.

3.3 Grunnvann

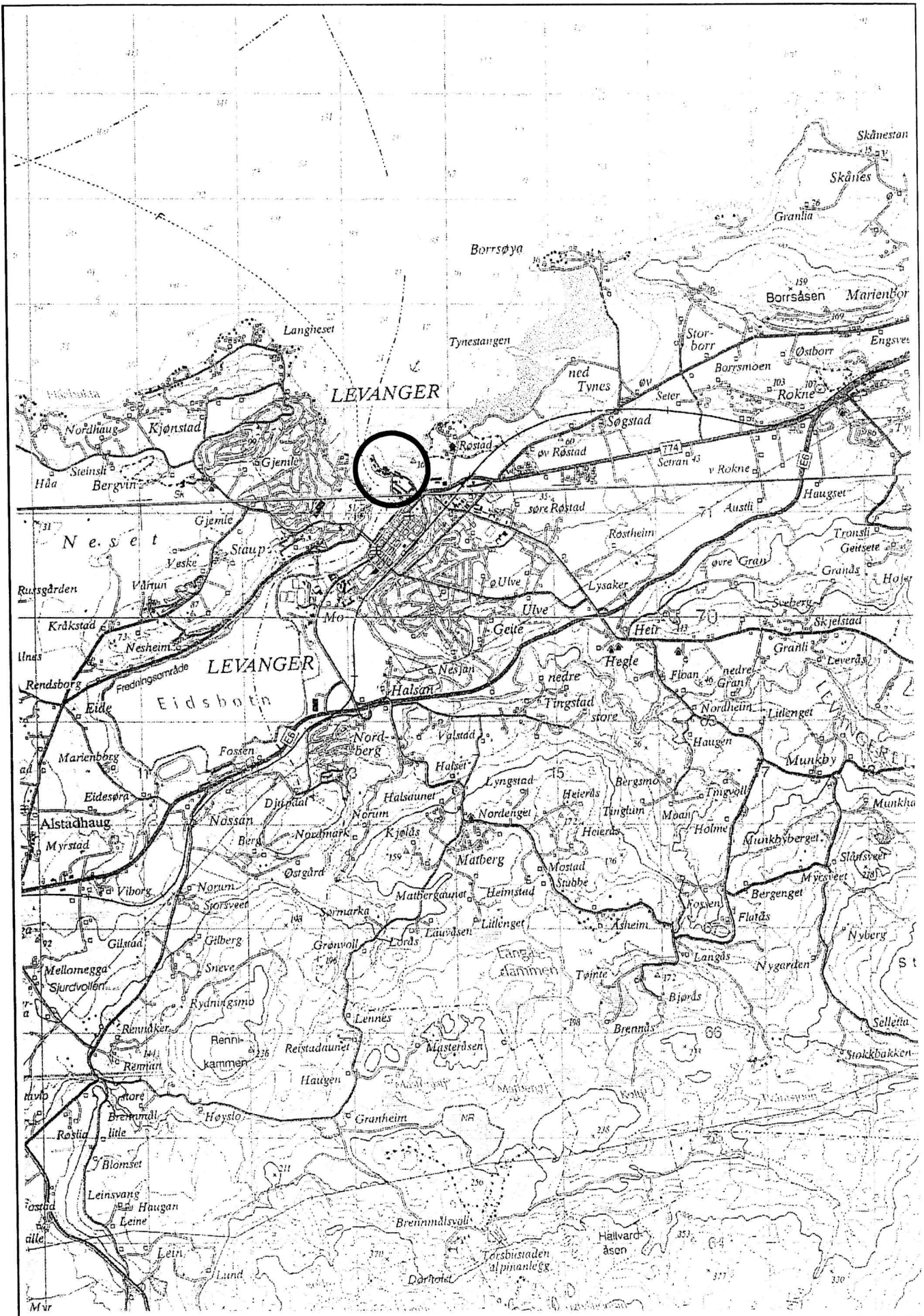
Det er ikke målt grunnvannsnivå i området. Det er grunn til å anta at grunnvannsnivået i fyllmassene følger vannstanden i Levangerelva.

3.4 Fjell

På nordsida av Levangerelva er det bart fjell. Ved søndre elvebredd er fjellet registrert i 12 til 13 meters dybde, det vil si ca kote -9 til -10. Fjelloverflata ser ut til å liten helning.

4 REFERANSER

Siv.ing. Ottar Kummeneje: O.299 – 2 Levanger havn, supplerende grunnundersøkelse for kai og oppfylling. Rapport datert 8. desember 1967.



22 JUN 2003
 M011-17


SCANDIACONSULT

LEVANGER KOMMUNE
 G/S-BRU OVER LEVANGERELVA

OVERSIKTSKART
 Kartblad (M711) : STIKLESTAD 1722 IV
 LEVANGER 1722 III
 UTM-ref. (ED50) : 613500 7071600

MÅLESTOKK
 1 : 50000

TEGNET/KONTR.
 BSu/ 

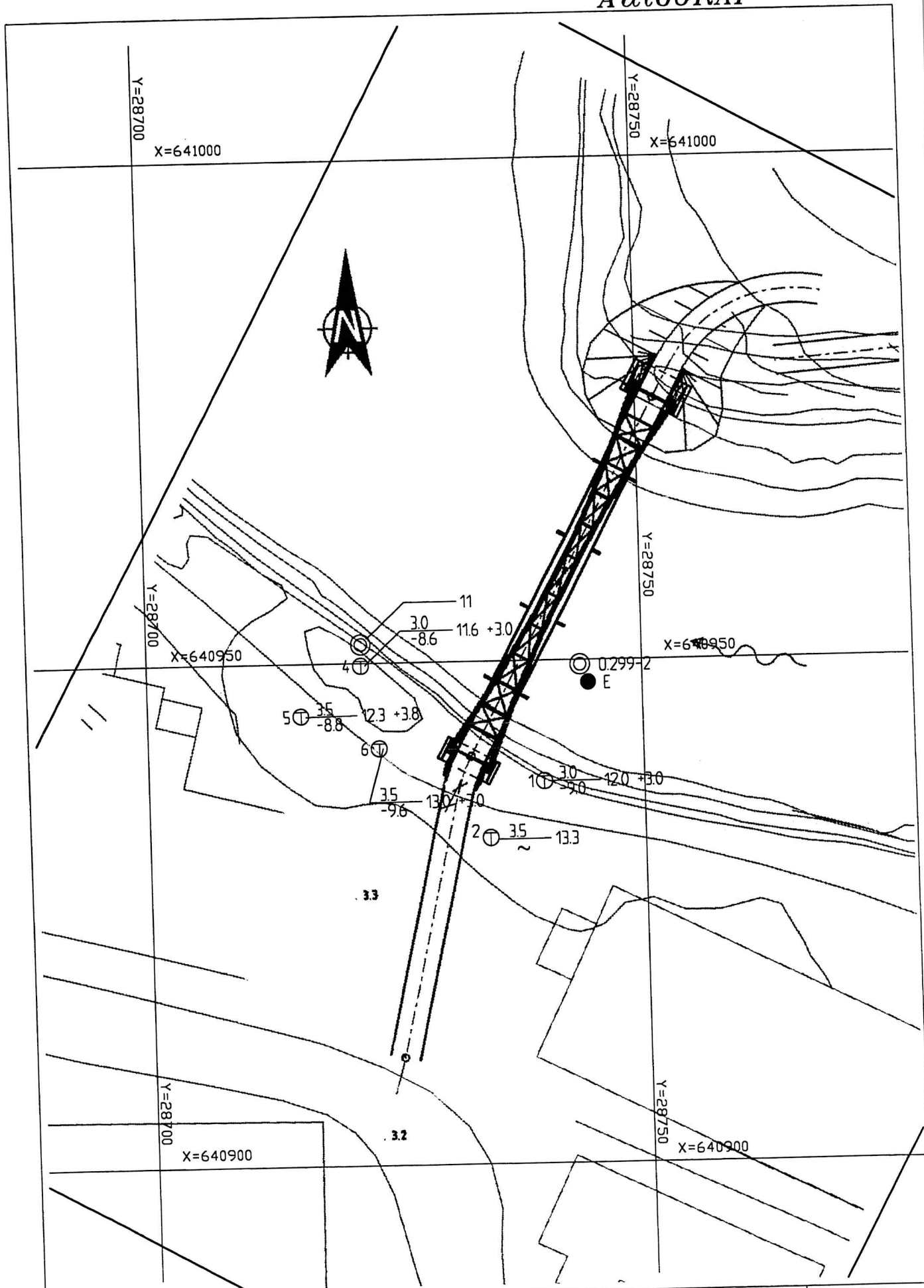
DATO
 11.06.03

OPPDRAG
 630047A

BLAG

TEGN NR.

101



LEVANGER KOMMUNE
G/S-BRU OVER LEVANGERELVA

SITUASJONSPLAN

- ① Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Dreiesondering

MÅLESTOKK

1 : 500

TEGNET/KONTR.

BSu/ *[Signature]*

DATO

03.06.03

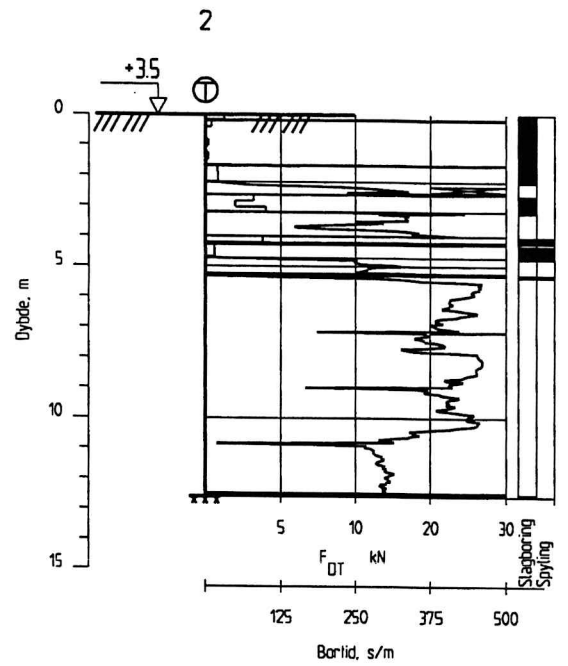
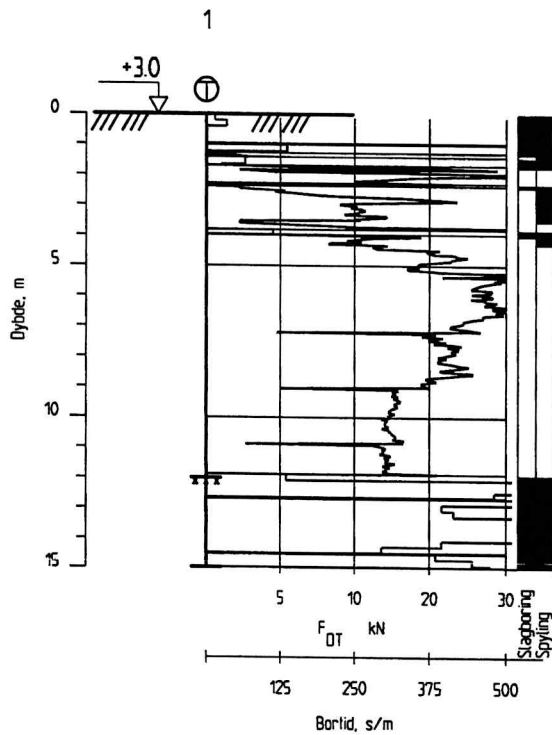
OPPDAG

630047A

BILAG

TEGN. NR.

102



SCC SCANDIACONSULT

LEVANGER KOMMUNE
G/S-BRU OVER LEVANGERELVA

Boreresultater punkt 1 og 2

MÅLESTOKK

1 : 200

TEGNET/KONTR.

BSu/ *[Signature]*

DATO
11.06.03

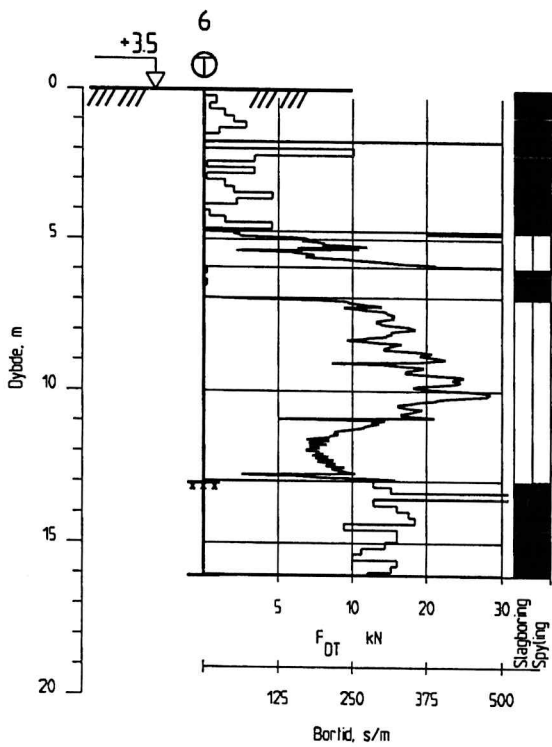
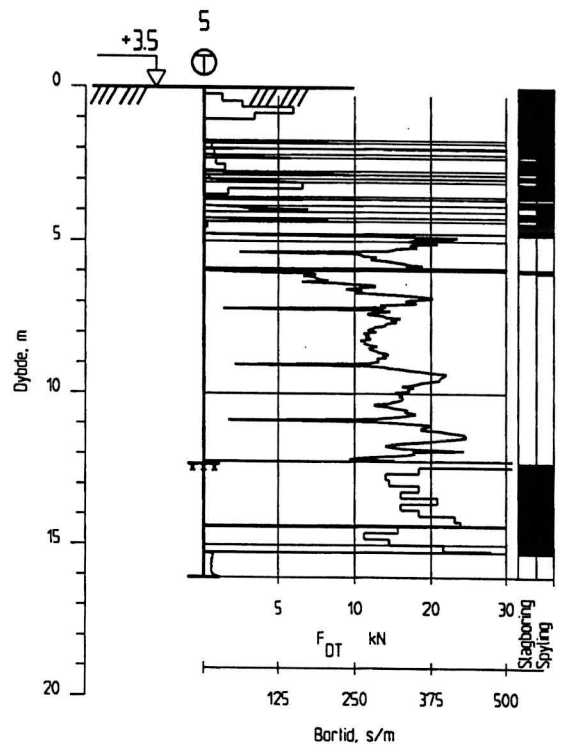
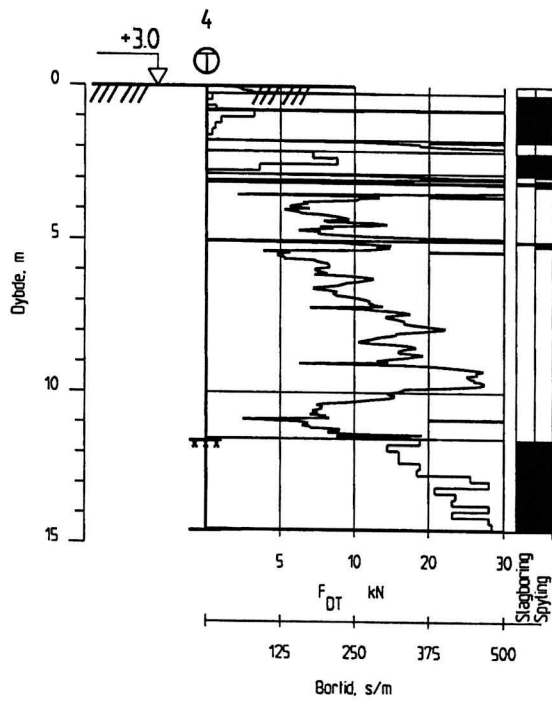
OPPDRAG

630047A

BLAG

TEGN. NR

103



SCC SCANDIACONSULT

LEVANGER KOMMUNE
G/S-BRU OVER LEVANGERELVA

Borerresultater punkt 4, 5 og 6

MÅLESTOKK

1 : 200

TEGNET/KONTR.

BSu/ *Weg*

DATO

11.06.03

OPDRAG


630047A


BILAG

TEGN. NR.

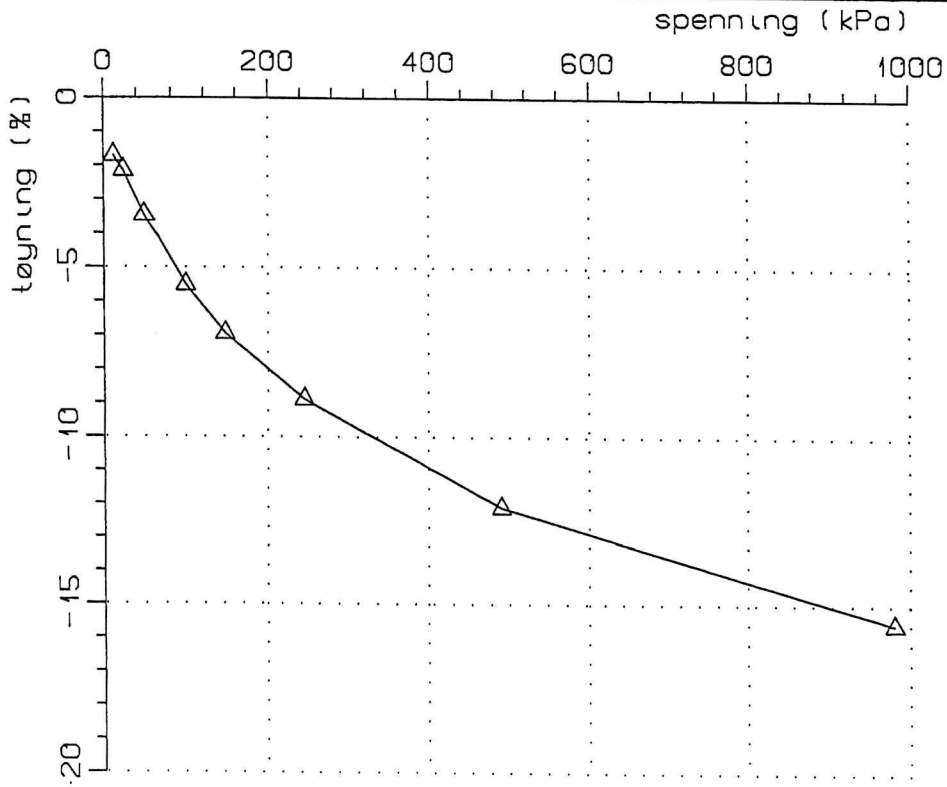
104

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m ³	Skjørstyrke (S _u) i kPa				S _t
				10	20	30	40		10	20	30	40	
5	FYLLMASSE Silt, sand, stein betongrester		01										
	SAND Skjellrester noe humus	fin	02					18.4 (17.0)					
	SAND enkelt skjellreste	fin	03					19.2 (19.1)					
10	SILT m/ skjellreste LEIRE, siltig enkelt skjellreste	fin	04					19.9 (20.2)	▼	▼			3
15													
20													

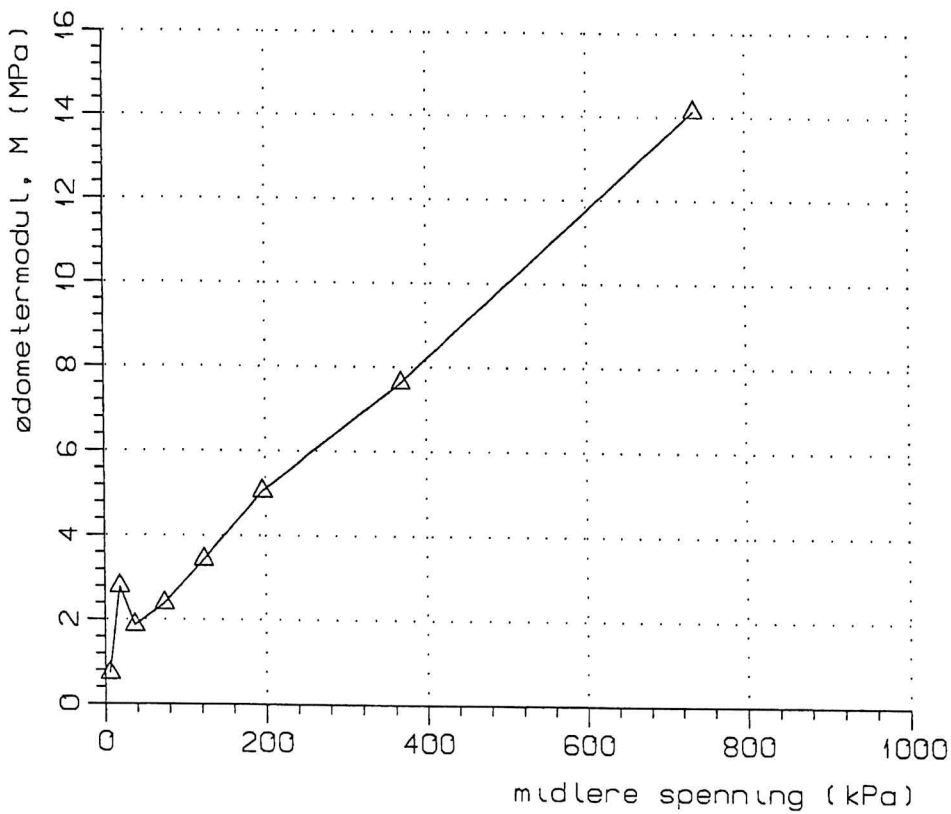
Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/ brudd) Konusforsøk - ørret/Uforstyrret : ▼ / ▽
 Penetrometerforsøk : Konsistensgrense : W_p | ————— | W_L Andre forsøk :
 T = Treksialforsøk Ø = Ødometerforsøk K = Kornfordeling

	GANGBRU, LEVANGERELVA	DATE	DPPDRAG
	BORPROFIL HULL: 4 Terr.høyde: <u>3,0</u> Prøve ø: <u>54mm</u>	04/03	630047
		TEGNET AV BK/00	BILAG
	KONTR ER	TEGN. NR. 105	

MOTTATT
 22 JULI 2003



Prøven er noe forstyrret



Profil : 04
 Beskr : Løtne

Dybde : 10.70m
 Profil : 4

TRINNVIS ØDOMETER

SCANDIACONSULT AS, divisjon Geo og Miljø

Oppdr.nr.
630047

Dato
04-08-2003

TEGN. NR.
106

EK

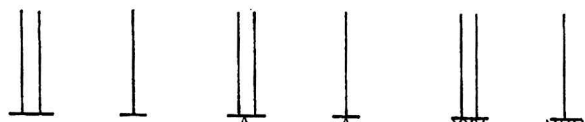
MOTTATT

2003.08.04

MARKUNDERSØKELSER

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

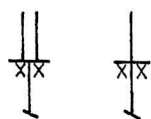
Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).



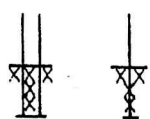
Boring avsluttet (årsak ikke angitt)

Antatt stein, morene, sand ol.

Antatt fjell



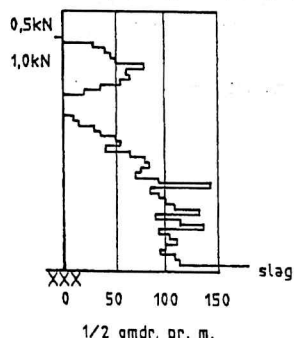
Boret i antatt fjell. (Hvis overgangen er ukjent, settes spørsmåltegn.)



Boret i fjell og kjerne opptatt.

● 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 optegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



⊕ Totalsondering

kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

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

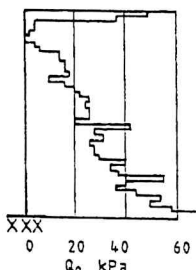
▼ Ramsondering

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 fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.

Rammemotstanden:

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvækt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m)}$$

angis i diagram som funksjon av dybden.



⊗ Fjellkontrollboring

utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer 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

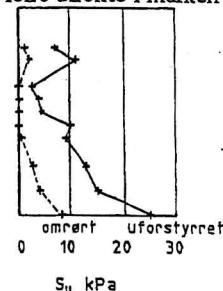
utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper.

Uforstyrrede prøver tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. 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 sylinderprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstiller formålet.

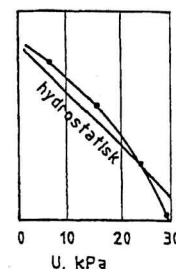
+ Vingeboring

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 sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten hydraulisk som stegehøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terreng) eller elektronisk ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.

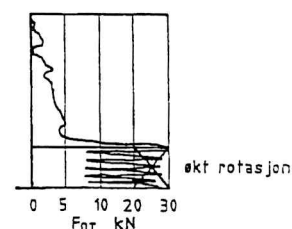


Grunnvannstanden observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

⚡ Dreietrykksondering

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 nedpressningskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Udrenert skjærstyrke

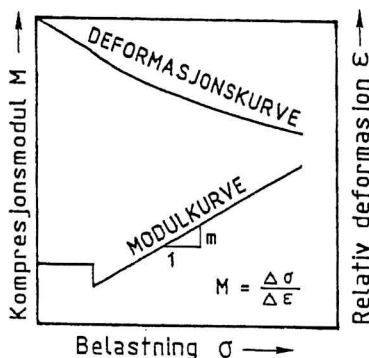
(s_u i kN/m^2) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt $3,6 \times 3,6 \text{ cm}^2$ (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen 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_t)

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 natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon 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 sølvnitratopløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved siktning av fraksjonene større enn $0,06 \text{ mm}$. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiamter 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.

Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	$< 0,002$	$0,002 - 0,06$	$0,06 - 2$	$2 - 60$	$60 - 600$	> 600

Jordarten

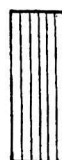
benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Organiske jordarter

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



Leire



Silt



Sand



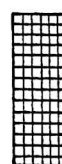
Grus



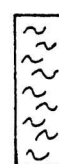
Stein og blokk



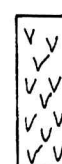
Fjell



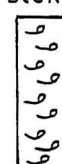
Fyllmasse



Organiske jordarter



Trerester Sagflis



Skjell

Anmerkning

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

SPESEIELLE UNDERSØKELSER

SPESEIELLE MARKUNDERSØKELSER

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skrueplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modul tall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt γ_d ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt $\gamma_{d \max}$ bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes γ_d ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

- Platebelastningsforsøk.

I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetmodul ut fra platebelastningsforsøk.

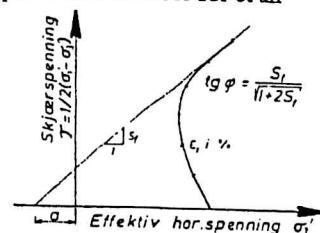
En sirkulær plate med $\varnothing = 30$ cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetmodulen E beregnes. Den målte elastisitetmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

SPESEIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER

Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a i kN/m^2 , evt. kohesjon $c = a \cdot \tan \phi$) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk).

Forsøket fremstilles of-



est som en vektor i et hovedspenningsdiagram.

Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømnings hastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tettete lagring av mineral Kornene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som $\gamma_{d \max}$ og det tilhørende vanninnhold W_{opt} .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarer Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3 inch^2 med konstant bevegelseshastighet = 0,05 inch pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarer vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.