

# **Intern rapport nr. 1262**

**Armert jord v/Roverud**

**Monteringsrapport for  
jordtrykkmålere,  
inklinometerkanal og testbånd**

**Februar 1986**

**Veglaboratoriet**

Intern rapport

nr. 1262

Gruppe: B

ARMERT JORD v/ROVERUD  
Monteringsrapport for jordtrykkmålere,  
inklinometerkanal og testebånd

Vegdirektoratet  
**Veglaboratoriet**

Gaustadalleen 25, Postboks 6390 Etterstad, Oslo 6 Tlf. (02) 46 69 60



Veglaboratoriets Interne rapporter omfatter utredninger, forskningsresultater, studiebesøk, forslag til retningslinjer, foredrag og kurskompendier.

Rapportene er delt i to grupper:

- B: For bruk innen Statens Vegvesen
- C: For fri distribusjon

Innholdet eller deler av det må ikke publiseres videre uten tillatelse fra Veglaboratoriet.

---

prosjekt/oppdrag:	Støttemur av armert jord
seksjon:	47-Geoteknisk
saksbehandler:	T,H. Johansen / CMW
dato:	Februar-1986

---



VEGLABORATORIET

## rapportsammendrag

INTERN RAPP. NR./OPPDRAG NR.

111	A	Rapportstatus*) N	Seksjon 47	Prosjekt	Gruppe: B	1262
-----	---	----------------------	---------------	----------	--------------	------

1 2 3 4 5 21 31 41 51 61 71

TITTEL	212	A	Landkar/støttemur av armert jord v/Roverud Monteringsrapport for jordtrykkmålere, inklinometerkanal og testebånd			
--------	-----	---	--	--	--	--

SAKS- BEHANDLER	221	A	Navn Tor H. Johansen	Institusjon Veglaboratoriet
		B		
		C		

RAPPORT DATA	421	A	Rapporttype**) FOU	Dato Feb. 1986	Erstatter intern rapport nr.		
		B	Totalt sidetall 22	Språk Norsk			
		C	Antall fotos 7	Ant. figurer 8	Ant. tabeller	Ant. litt.henv. 23	
		D	Sammendrag i andre språk			UTM ref. UG 3783	

SAMMENDRAG	511	A	<p>Rapporten beskriver hvor og hvordan jordtrykcellene og inklinometerkanalen ble montert i konstruksjon.</p> <p>Den beskriver videre innstallasjon av testebånd og temperaturfølere samt montering av måleskap og fremføring av slanger og ledninger til dette.</p> <p>Div. foto og skisser illustrerer beskrivelsene.</p>			
------------	-----	---	---	--	--	--

FAG- OMR.	611	A	Stabilitet og setninger	IRRD kode 42.1
		B	Bæreevne og jordtrykk	42.2
		C		

NØKKELOD	621	A	Armering	3471
		B	Aktivt jordtrykk	5726
		C	Korrosjon	4540
		D	Temperaturmåling	6710
		E	Støttemur	3359
		F	Installasjon	3840
		G		
		H		

Bestilling: VEGLABORATORIET - Postboks 6390 Etterstad, Oslo 6 Tlf. (02) 46 69 60

\*\*) 421A: FoU = forskning og utvikling K = konferansebidrag O = oppdrag  
F = forskrifter/normaler A = artikkel

\*) 111A: N = ny O = oppdatert

INNHALDSFORTEGNELSE	SIDE
ORIENTERING	1
GLØTZLCELLER	3
INKLINOMETER	3
TEMPERATURMÅLINGER	4
MONTERING AV INKLINOMETERKANAL	4
MONTERING AV GLØTZLCELLER OG TEMPERATURFØLERE I KOTE CA 149	5
KORROSJONSMÅLINGER	9
MONTERING AV GLØTZLCELLER OG TEMPERATUR- FØLERE I KOTE CA 150.50	12
MONTERING AV GLØTZLCELLER OG TEMPERATUR- FØLERE I KOTE CA 152.07	13
MÅLESKAP, FREMFØRING AV SLANGER	15
LITTERATUR	17

## ORIENTERING.

I forbindelse med utbedring og omlegging av Rv.3 ved Roverud, ca 8 km nord for Kongsvinger, ble det bestemt å bygge landkar/støttemur av armert jord. Til teknisk oppfølging ble det bestemt å utføre en del målinger av jordtrykk, horisontaldeformasjon og temperaturer i konstruksjonen bak vestre støttevegg i to snitt profil 9260 og 9268.

Arbeidet med selve elementmonteringen og tilbakefyllingen ble utført i oktober 1983. Landkarene ble støpt i november samme året. Dekket ble støpt i mars året etter selve brua og lokalvegene ble åpnet for trafikk høsten 1984.

Denne rapporten tar for seg montering av jordtrykkceller, inklinometerkanal og temperaturfølere i ovennevnte profiler og videreføring av kabler/slanger for termistorer/jordtrykkceller frem til måleskap ved fyllingsfoten for vegen.

Den beskriver videre montering av testebånd for fremtidige korrosjonsmålinger.

## GLØTZLCELLER.

For å kunne måle horisontalt og vertikalt jordtrykk bak vestre støttemur ble det bestemt å montere 12 stk jordtrykkceller av typen "Gløzl". Disse skulle fordeles på 2 profiler i 3 forskjellige høyder.

Gløtzlcellene fungerer etter hydraulisk prinsipp ved at man pumper olje inn i en tilløpsslange. Når dette oljetrykket overskrider trykket mot celleveggen, åpner en membran og oljen kan strømme tilbake til oljepumpa via en returslange. Det ble også her bestemt å beskytte slangene med PEL rør som ble tredd utenpå. Fittingsene i slangeendene måtte midlertid fjernes for å få PEL rørene tredd utenpå. Vi greide heller ikke å "skyve" slangene mer enn 12-14 m inn i PEL rørene. Vi skar da et spor i røret 12-14 m inn på og i ca 20 cm lengde så vi fikk tak i slangene fra Gløtzlcellene og kunne således starte "på nytt" med å dytte de innover. Da slangene var tredd i ønsket lengde ble sporet tapet igjen og enden tapet fast til Gløtzlcellene. Cellenes dimensjon var 20x30 cm og de ble installert løst i sanda ca 1 m bak veggen.

## INKLINOMETER.

For å kunne registrere horisontalforskyvinger i konstruksjonen ble det bestemt å montere en inklino-meterkanal like bak vestre støttemur ca i profil 9269.

Inklinometret består av en målevogn som senkes ned i et firkantør ved hjelp av en kabel. I andre enden av kabelen tilkobles et avlesningsinstrument. Første måling blir utført på nærmeste 0,5 m fra bunnen og videre blir det utført målinger for hver 0,5 m inntil rørtoppen er nådd.

Selve måleren registrerer vikelen mellom det plan målerens hjul befinner seg på og vertikalplanet. Samme måleoperasjon blir utført i kanalens 4 sider og man får således fire separate avlesninger i hver måledybde.

## TEMPERATURMÅLINGER.

Det ble bestemt å måle temperaturen ved de fleste cellene og også ved slangene litt lengre inne i konstruksjonen. Til dette formålet ble det innkjøpt termistorer med forskjellig ledningslengder, i alt 15 stykker, alt etter hvor de skulle plasseres.

## MONTERING AV INKLINOMETERKANAL.

Arbeidet med monteringen av måleinstrumentene tok til i oktober 1983. 1. rekke med betongelementer var da på plass på betongsålen. Det første som ble montert fra vår side var inklinometerkanalen. Denne ble plassert ca 30 cm bak vestre støttemur i profil 9266.9. Her ble det gravd/spettet et hull til fjell. Dette ble påtruffet ca 0,5 m under overkant betongsåle.

Til kanalen ble benyttet 0,5 m lange aluminium firkant-rør, 5x5 cm ytre tverrsnitt med 0,3 cm veggtykkelse. Det ble smurt tetningsmasse på de første 10 cm av røret og en spiss ble satt utenpå og tapet over i skjøten. I andre enden av røret ble det også smurt tetningsmasse i en lengde av ca 10 cm og et skjøtestykke satt nedpå slik at et sperrestykke i skjøten gikk ned i et utfrest spor i toppen av røret. Deretter ble skjøten tapet over og tetningsmasse smurt på et nytt rør som ble stukket ned i skjøtestykket til det buttet i det første røret.

Deretter ble nok et skjøtestykke pluss et rør festet til kanalen. En topphette ble skrudd på i øvre enden for å hindre fremmedlegemer i å trenge ned i kanalen. Denne ble så plassert med spissen ned i hullet og med to av veggene parallelle med støttemuren. Hullet ble så fylt igjen og det ble stampet rundt kanalen samtidig som den ble vatret i begge retninger for å få den stående mest mulig vertikalt.

Etter hvert som arbeidet med montering av elementer og tilbakefylling skred frem, ble det passet på å skjøte til kanalen nye 0,5 m rør så toppen til en hver tid befant seg over nivået til fyllingsmassene. Mellom kanal og murens bakside ble massene tråkket godt sammen da det ikke var mulig å komme til med noe komprimeringsutstyr. Det sammen ble også gjort nærmest inn til kanalen.

Til inklinometerkanaler er det mest vanlig å benytte rørlengder på 1,5 m. Grunnen til at det her ble benyttet så korte rør var fordi det var ventet svært liten horisontalbevegelse ved konstruksjoen. En kanal med mange skjøter ble regnet for å være mer fleksibel. Dessuten ville en kort kanalende være mindre utsatt for skader under selve anleggsarbeidet enn en som stakk 1,5 m opp i været

Da fyllingsarbeidet var ferdig ble det skjøtet på en ekstra 0,5 m til toppen for å oppnå bedre arbeidshøyde ved fremtidige målinger.

MONTERING AV GLØZLCELLER OG TEMPERATURFØLERE I KOTE CA 149.

Arbeidet med monteringen startet opp etter at tilbakefyllingsmassene var utlagt og komprimert opp til nivå for 2. rad med strips.

Det ble så gravd to ca 30 cm dype groper i profilene 9260 og 9268 ca 1 m bak vestre støttemur.

I hver grop ble det plassert 2 celler, en til måling av vertikaltrykk og en til å måle det horisontale trykket. Hullet ved 9268 ble gravd først. Der hvor cellen til å måle vertikaltrykket skulle plasseres ble bunnen av gropa vatret opp. Cella ble så lagt nedi med kabel uttaket opp og en temperaturføler ble festet til cellas overside.





Den andre cella ble plassert på kant parallell med støttemuren og med kabeluttaket vekk fra denne. Til denne ble også festet en temperaturføler. Cella til å måle horisontal trykk ble så vatret opp og begge cellene målt inn.

Det ble plassert en ekstra temperaturføler i tilbake fyllingsmassene en meter bak celle 39581. Ledningene fra temperaturfølerne ble tapet til PEL-rørene og ført sammen med disse i retning av der måleskapet skulle plasseres.

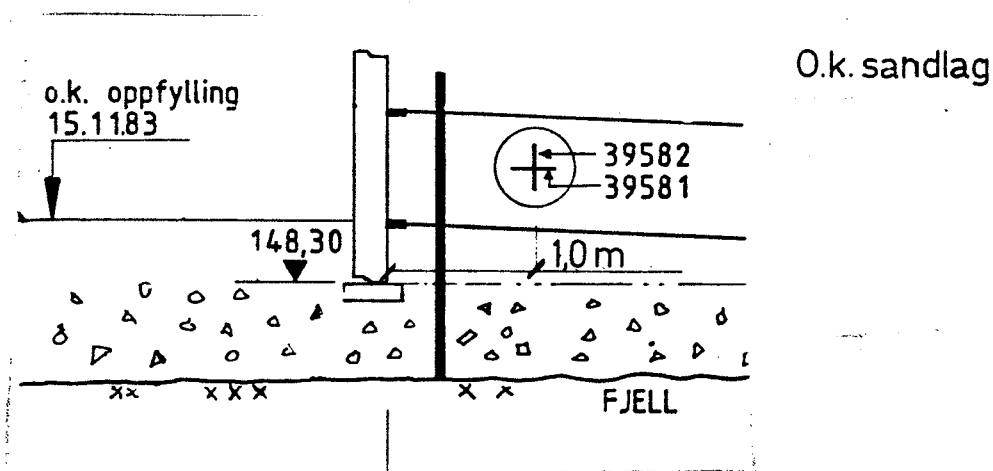
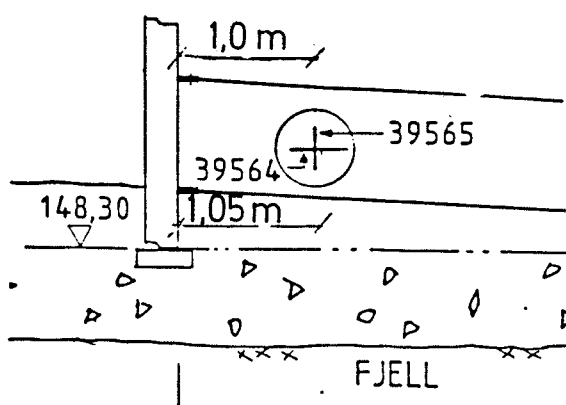


Fig.1

Sand ble deretter fylt rundt og over cellene og komprimert til gropa var fylt igjen.

De 2 cellene bak støttemuren ved profil 9260 ble så installert på samme måte. Her ble det imidlertid ikke lagt ut noen ekstra temperaturfølere 2 m bak muren .



O.k. sandlag

Fig. 2

CELLE NR	PROFIL NR	KOTEHØYDE
39581	9267.6	149.02
39582	9268.1	149.01
39564	9259.4	148.95
39565	9259.8	148.97



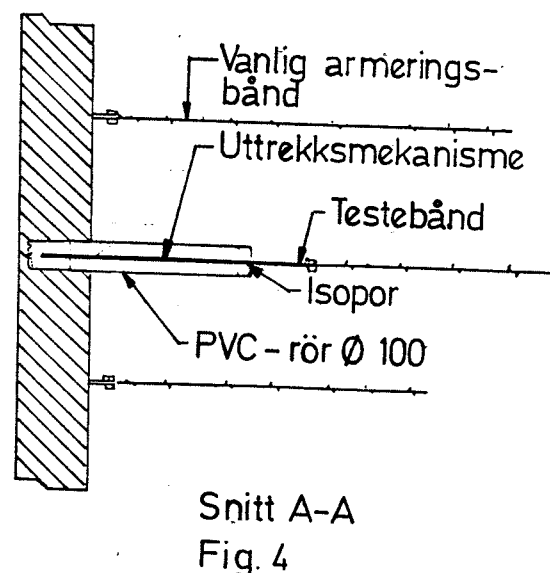
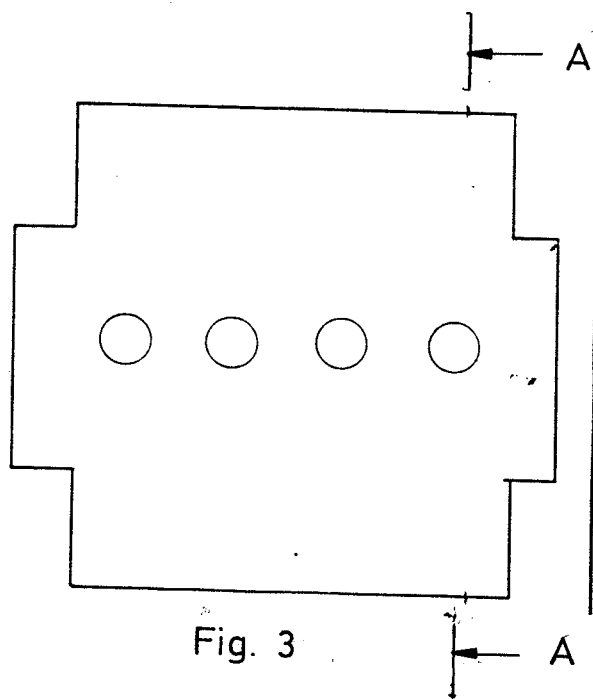
Bilde nr. 2

Rørene og ledningene ble så ført i en grøft i retning av der måleskapet skulle plasseres. E-verket hadde en stolpe et par m ut fra fremtidig fyllingsfot ca i profil 9265. Det ble bestemt å feste måleskapet til denne stolpes støttestolpe og det ble gitt tillatelse av det lokale elektrisitetsverket å gjøre dette.

## KORROSIJONSMÅLINGER

For å kunne måle fremtidig korrosjon på armeringsbåndene ble det montert et spesielt armeringselement "dummy" på hver side av konstruksjonen.

I disse elementene var det 4 utspåringer som bestod av innstøpte PVC skjøtestykker  $\varnothing$  100. Disse ble så rengjort og 0,5 m lange PVC rør ble trykt inn i skjøtestykkene.



Selve testebåndene var 0,6 m lange og hadde ellers samme dimensjon som de vanlige armeringsbåndene. Disse ble veid med 1/10 grams nøyaktighet og deretter festet til et annet bånd av galvanisert flattstål. Dette båndet skal siden fungere som selve uttreksmekanismen.

Det ble laget propper av 5 cm isopor med utvendig diameter 100 mm (skal inn i PVC røret). I disse ble det laget et spor i senter og de ble så tredd inn på uttrekksmekanismen til skjøten med testebåndet.



Bilde nr. 3

Deretter ble båndene montert på plass. Utrekksmekanismen ble stukket inn i utsparingen i armeringselementet. Hulrommet ble så fylt ved å spraye inn ekspandert polystyren og isoporproppen ble deretter skjøvet tilbake inn i røret.



Bilde nr. 4

Ved fremtidige målinger blir så disse båndene trekt ut fra murens frontside. Det ble bestemt å trekke ut første båndet ca 5 år etter at montering fant sted.

De resterende blir trekt ut med 10 års mellom rom.

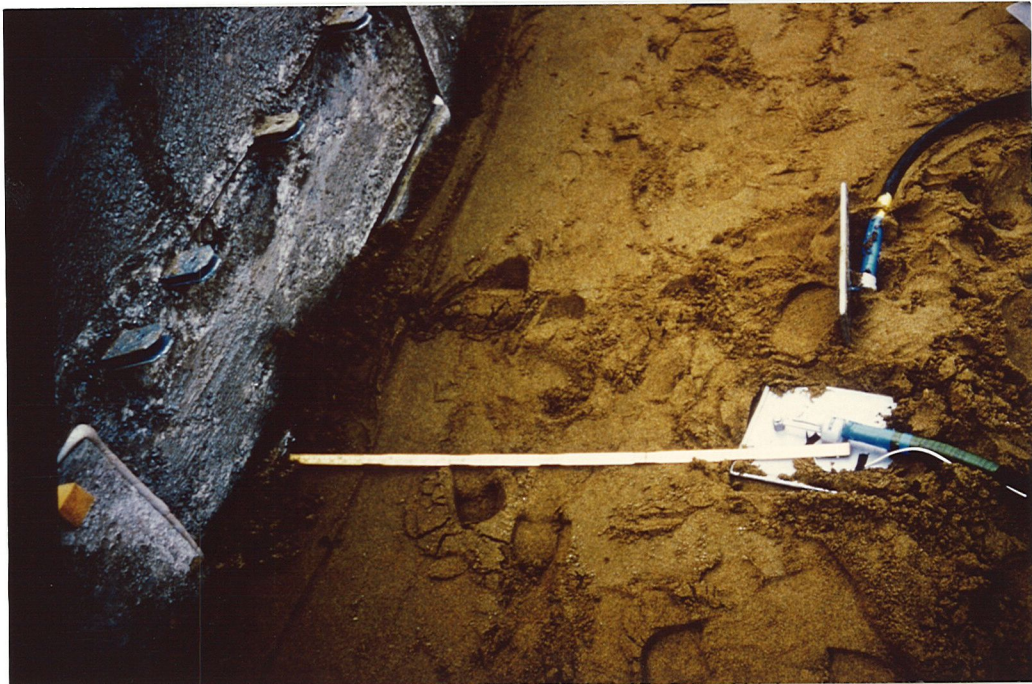
MONTERING AV GLØTZLCELLER OG TEMPERATURFØLERE I  
KOTE CA 150.50.

Det ble også i dette nivået plassert 2 celler i hver av de to profilene ca 1 m bak støttemuren.

Disse cellene ble imidlertid montert i overkant av det ferdig komprimerte sandlaget som var kommet opp til kote 150.50.

Grunnen til at det ikke ble gravd groper tilsvarende de 4 første cellene var problemer med å oppnå tilfredsstillende komprimering ved tilbakefyllingen i hullene. Dette skyltes massene som bestod av ensgradert fin sand fra Glomma.

Cellene til å måle vertikaltrykk ble plassert med kabeluttaket opp i overkant sandlag mens de to til å måle horisontaltrykk ble trykt halvveis ned i sanda. De ble deretter vatret opp, nivellert og innmålt og en temperaturføler ble festet til 3 av de 4 cellene.



Bilde nr. 5

Det ble dessuten festet to temperaturfølere til slangene henholdsvis 3 og 5 m bak støttemuren.

Deretter ble det fylt 25-30 cm sand over cellene (tilsvarende høyden på neste sandlag) og det ble komprimert over sammen med resten av neste lag.

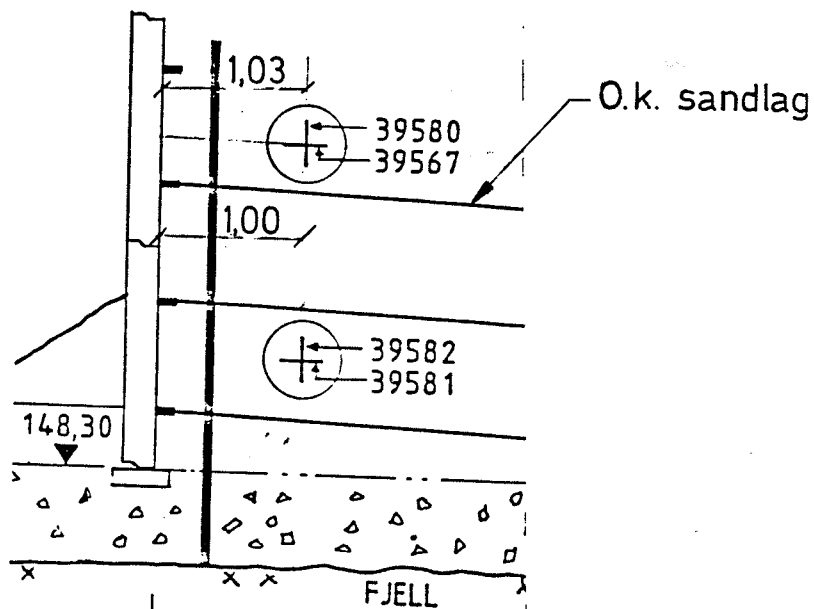


Fig. 5

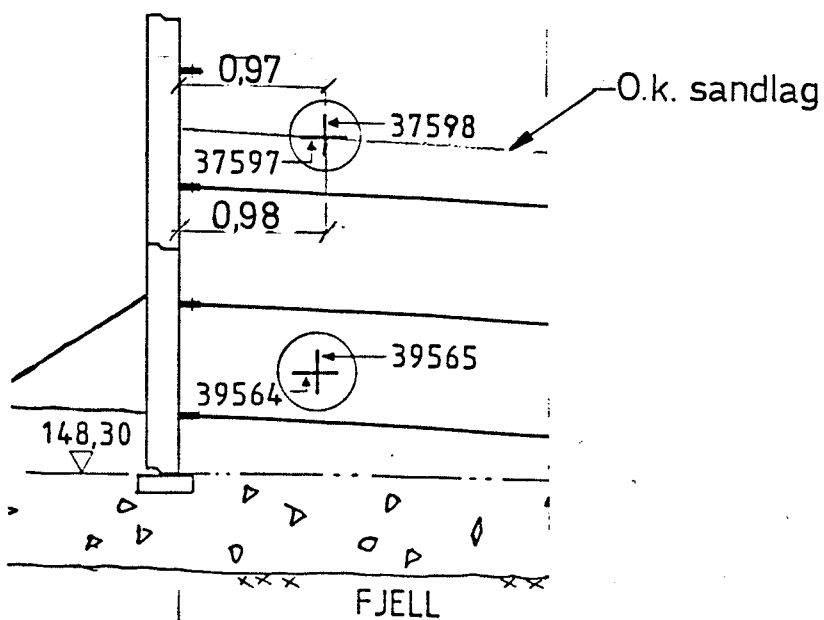


Fig. 6



CELLE NR	PROFIL NR	KOTEHØYDE
39567	9268.15	150.51
39580	9267.75	150.50
37598	9260.	150.50
37597	9260.3	150.51

MONTERING AV GLØTZLCELLER OG TEMPERATURFØLERE  
I KOTE CA 152.07

Disse 4 siste cellene ble montert på samme måte  
som de 4 i midterste laget.

Det ble festet en temperaturføler til hver celle  
og i tillegg en føler ved slangene 5 m bak muren.

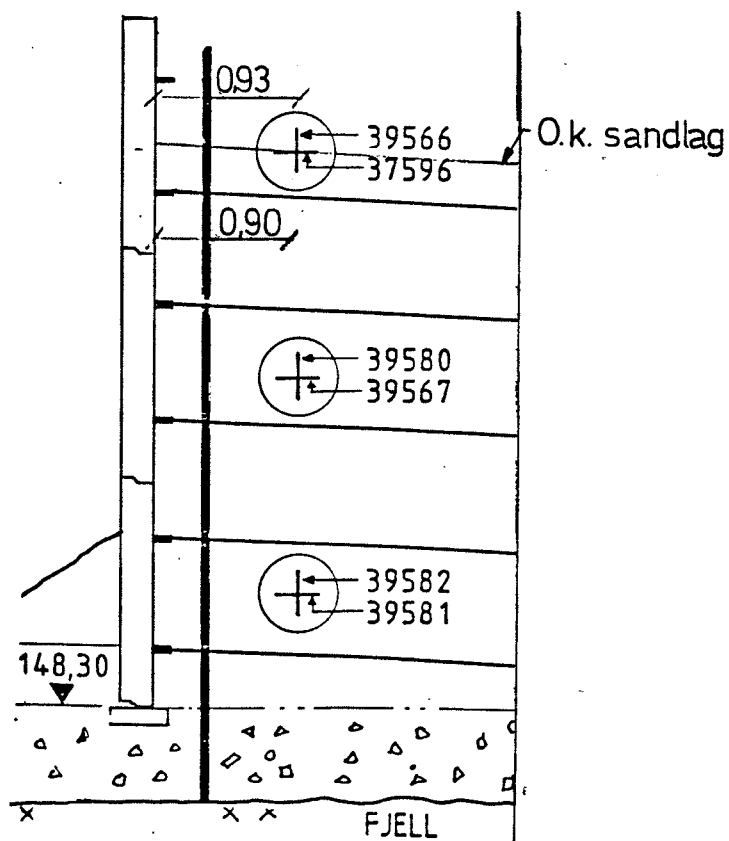


Fig. 7

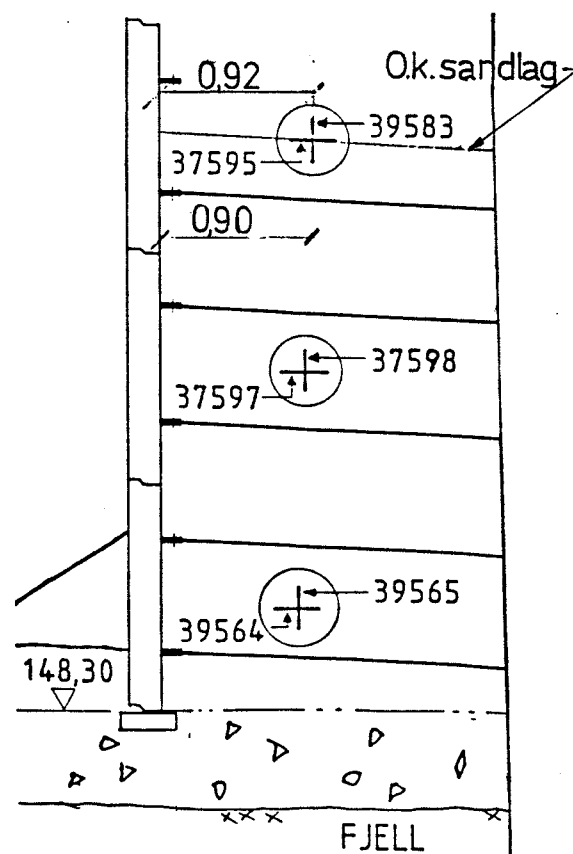


Fig. 8

CELLE NR	PROFIL NR	KOTEHØYDE
39566	9268.05	152.07
37596	9267.5	152.07
39583	9260.3	152.06
37595	9259.95	152.06

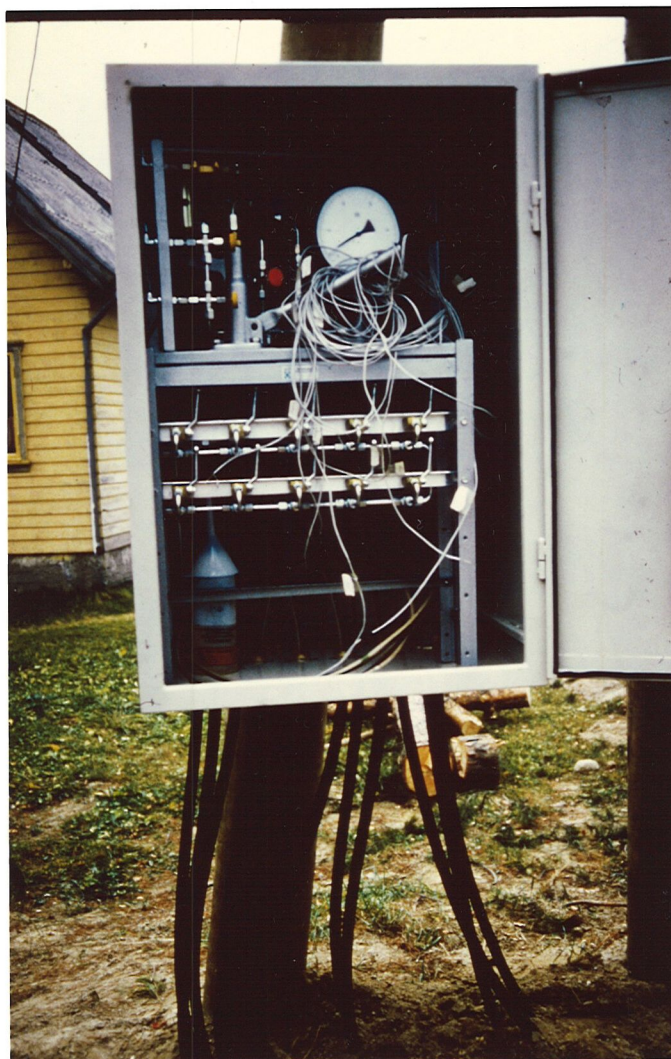
#### MÅLESKAP OG FREMFØRING AV LEDNINGER OG SLANGER TIL DETTE.

Måleskapets dimensjon var (BxHxD) 69x100x60 cm. Før skapet ble montert fast til stolpen ble det boret 13 hull i bunnen av skapet for innføring av slanger fra gløtzlcellene og ledningene fra temperaturfølerne.

Samtlige slanger og ledninger, som var samlet ca 5 m fra skapet, ble nå lagt ned i ei grøft og ført fram til undersiden av skapet.

Ledningene fra temperaturfølerne ble samlet i et PEL-rør de siste meterne bort til skapet.

De 13 PEL-rørene ble så kappet ved underkant skap og festet til dette ved hjelp av tippunioner. 10 av trykk- og returslangene til gløtzlcellene ble kappet i passende lengder og koblet til en manifold inne i skapet. Da manifolden bare hadde tilkoblingsmuligheter for 10 celler ble slangene fra de 2 siste cellene bare plassert løst i bunnen av skapet sammen med ledningene tilhørende temperaturfølerne. Ved fremtidige avlesninger må disse koples til pumpe hver for seg. Pumpe ble plassert på toppen av manifolden og tilkopledd denne. Ved hjelp av vendere kobler man så inn den av de 10 cellene som ønskes avlest.



Bilde nr. 6

Arbeidet med monteringen ble fra vår side avsluttet i begynnelsen av november 1983. Siden den gang er det utført avlesninger ca 1 gang pr måned av gløtzl-cellene og 3-4 avlesninger i året av inklinometer kanalen.

Måleresultatene og tolking av disse blir omhandlet i en annen rapport.



## LITTERATURLISTE:

- (1) Nigel, W.M. John, "Fabric Reinforced Retaining Structures", University of Warwick, Department of Engineering.
- (2) Vidal, H., "La Terre Armee". Annl. Inst. Tech. Bâlim., 1966.
- (3) Finlay, T.W., "Performance of a Reinforced Earth Structure of Granton", Ground Engineering, vol. 11, No. 7, 1978.
- (4) Department of Transport, "Reinforced Earth Retaining Walls and Bridge Abutments for Embankments", Technical Memorandum (Bridges) BD 3/78, 1978, London
- (5) Boden, J.N., Irwin, M.J., Pocock, R.G, "Construction of Experimental Reinforced Earth Walls at the TRRL". Ground Engineering, Vol. 11, No. 7, 1978.
- (6) Murray, R.T., Irwin, M.J., "A Preliminary Study of TRRL Anchored Eath", TRRL Supplementary Report 674, 1981.
- (7) Netlon Ltd., "Tensar Geogrid for Soil Stabilisation.
- (8) Netlon Ltd., " Designing with Tensar" , Techniques and Design Philosophy for Utilising Tensar Geogrid in the Reinforcing of Soil Structures, Februar 1981.
- (9) Jones, C.J.F.P., "Earth Retaining Structures", 1973, Ph.D. Thesis, University of Leeds.
- (10) Jones, C.J.F.P., "Reinforced Earth", Patent Application No. 5691 3/73.
- (11) Netlon Ltd., "The Construction of a Reinforced Soil Retaining Wall at the NCB's Newmarket Silkstone Colliery Nr. Wakefield, England, Feb.1980.

- (12) Roads and Bridges Certificate No. 81/19, High Adherence Strip and Anchorage Lug for Earth Reinforcement.
- (13) Terre Armée "Informative Notice No. 1." Paris, Frankrike.
- (14) McKittrick, D., "Reinforced Earth: Application of Theory and Research to Practice, Ground Engineering, Vol.12, No. 1, January 1979.
- (15) McKittrick, D., Darbis, M. "World-Wide Development and Use of Reinforced Earth Structures", Ground Engineering, Mars 1979.
- (16) Basset, R.H., Last N.C., "Reinforced Earth Below Footing and Embankments", Paper ved Symposium on Earth Reinforcement, Pittsburg, Pennsylvania, April 1978.
- (17) Iwasaki, K., Waranebe, S., "Reinforcement of Railway Embankments in Japan". Paper ved Symposium on Earth Reinforcement. Pittsburg, Pennsylvania, April 1978.
- (18) Ministere Des Transports, Les Ourages en Terre armée. Recommandations et Règles des 1'art. LCPC, Paris, Sept. 1979.
- (19) Dixon, John, Langley, Peter, "Geogrids for slope stabilization", Civil Engineering, July 1982.
- (20) Darbin, Maurice, Jaillox, Jean-Marc, Mouelle. Jean, "Performance and research on the durability of reinforced earth reinforcing strips", Paper ved Symposium on Earth Reinforcement, Pittsburg, Pennsylvania, April 1978.
- (21) Robinsky, E.I, Mora, P.H, "Reinforced earth in a freezing environment", Paper ved Symposium on Earth Reinforcement, Paris, 1979.
- (22) Hermann, Steinar: NVF Stipend 1981-Armert jord. Intern rapport 1125 av sept. 1983.
- (23) Johansen, T.H. Armert jord v/Folefoss. Intern rapport nr. 1252 av novemer 1985.