

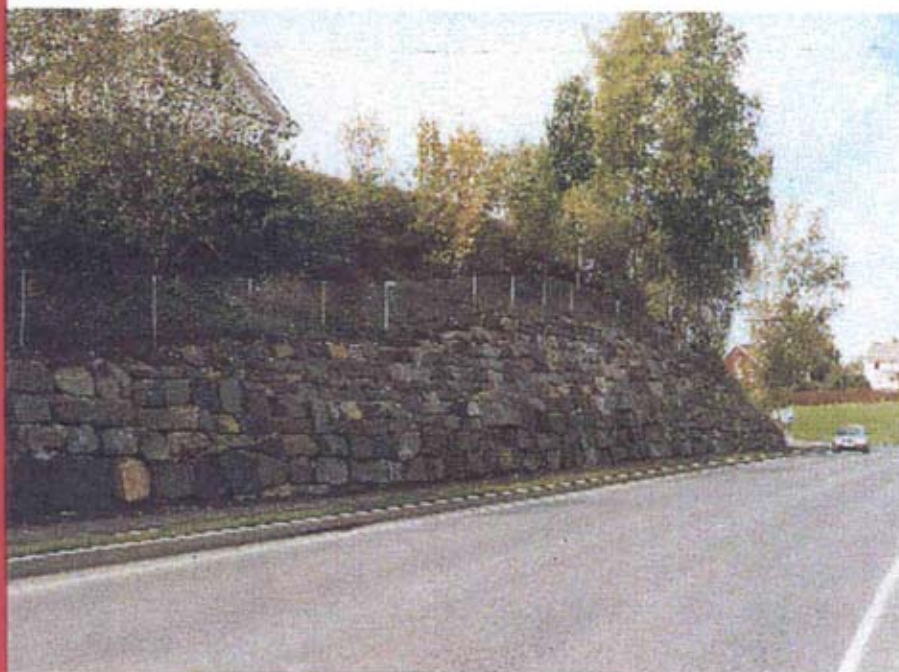
# Intern rapport

## Intern rapport nr. 2230

Fv. 58 Vassenden

Stagforankret støttemur

Instrumentering og målinger



August 2001



Statens vegvesen  
Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

# Intern rapport nr. 2230

## Fv.58 Vassenden Stagforankret støttemur Instrumentering og målinger

### Sammendrag

I forbindelse med bygging av gangvei langs Fv.58 ved Vassenden i Gran kommune ble det over et parti på ca.70 m gravd ut en opptil 5 m høy skråning med helling 5 : 1. Denne ble stagforankret og forblendet med en tørrmur av sprengt stein. Til etterkontroll av skråningens stabilitet ble det bestemt å utføre målinger av stagkrefter i et profil samt måling av horisontale bevegelser. Denne rapporten tar for seg valg av måleutstyr, montering av dette, samt måleresultater til og med august 2000.

Emneord: *Stagforankring, tørrmur av sprengt stein, strekkklappmålinger, inklinometermålinger.*

Kontor: *Geoteknisk kontor*  
Saksbehandler: *Tor Helge Johansen*  
Dato: *August 2001*

*/ RDA*

---

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo  
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

## **Innhold**

<b>1. Orientering</b>	<b>2</b>
<b>2. Måleutstyr</b>	<b>3</b>
<b>3. Montering av måleutstyr</b>	<b>5</b>
<b>4. Måleresultater og vurderinger</b>	<b>7</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>7</b>

## **Vedlegg**

- 1. Stagkrefter i øvre jordnagle**
  - 2. Stagkrefter i midtre jordnagle**
  - 3. Stagkrefter i nedre jordnagle**
  - 4. Stagkrefter i ubelastet jordnagle**
  - 5. Horisontale bevegelser mot gangvei**
  - 6. Horisontale bevegelser i murens lengderetning**
  - 7. Korngraderingskurve**
-

# 1 Orientering

I forbindelse med bygging av gangveg langs Fv.58 ved Vassenden i Gran ble det gravd ut en ca. 70 m lang og opptil 5 m høy skråning med helling 5 : 1. Denne ble stagforankret og i front ble det bygd opp tørrmur av sprengt stein.

Til teknisk oppfølging ble det bestemt å utføre måling av krefter i 3 stag samt måling av horisontal bevegelse, inklinometermålinger, i et profil.

Denne rapporten tar for seg montering av strekkklapper og inklinometerkanal, samt de første målingene.

Arbeidet ble utført sommeren 1998.

Fig.1 viser et snitt av muren hvordan den ble oppbygd. Inklinometerkanalen ble plassert mot graveskråningen bak televevduken. Fig. 2 viser detalj ved stagenden.

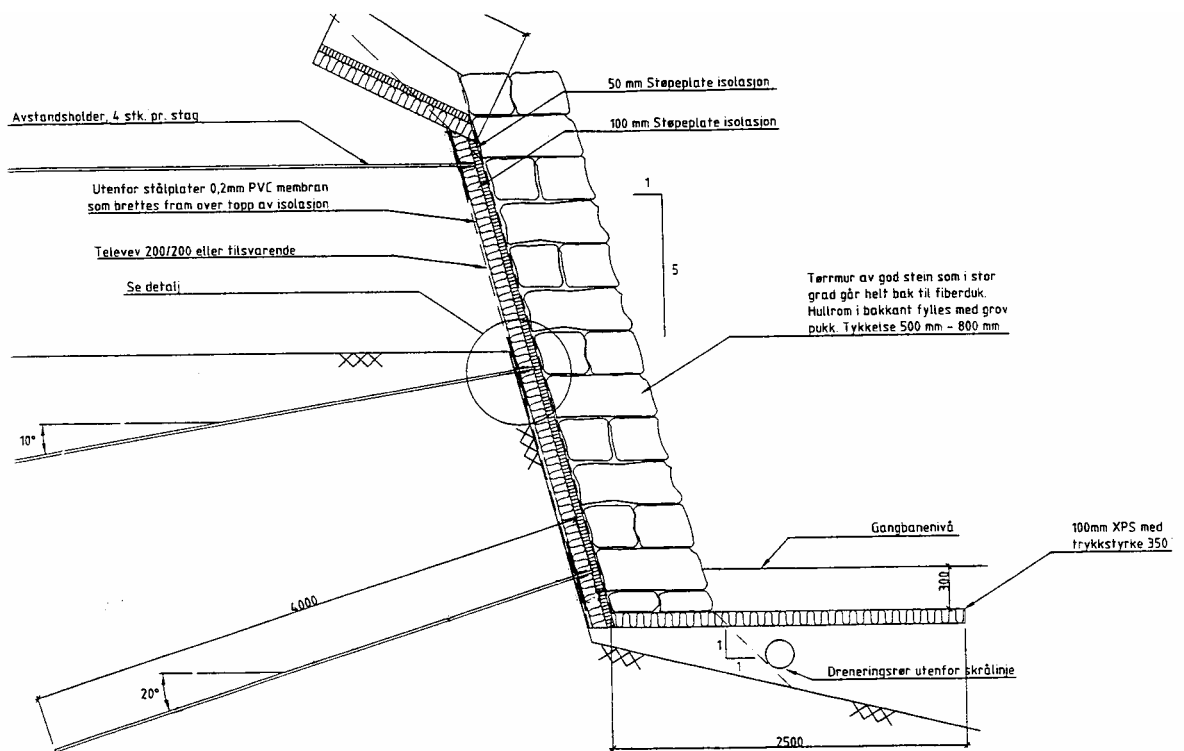


Fig.1 Tverrsnitt av mur

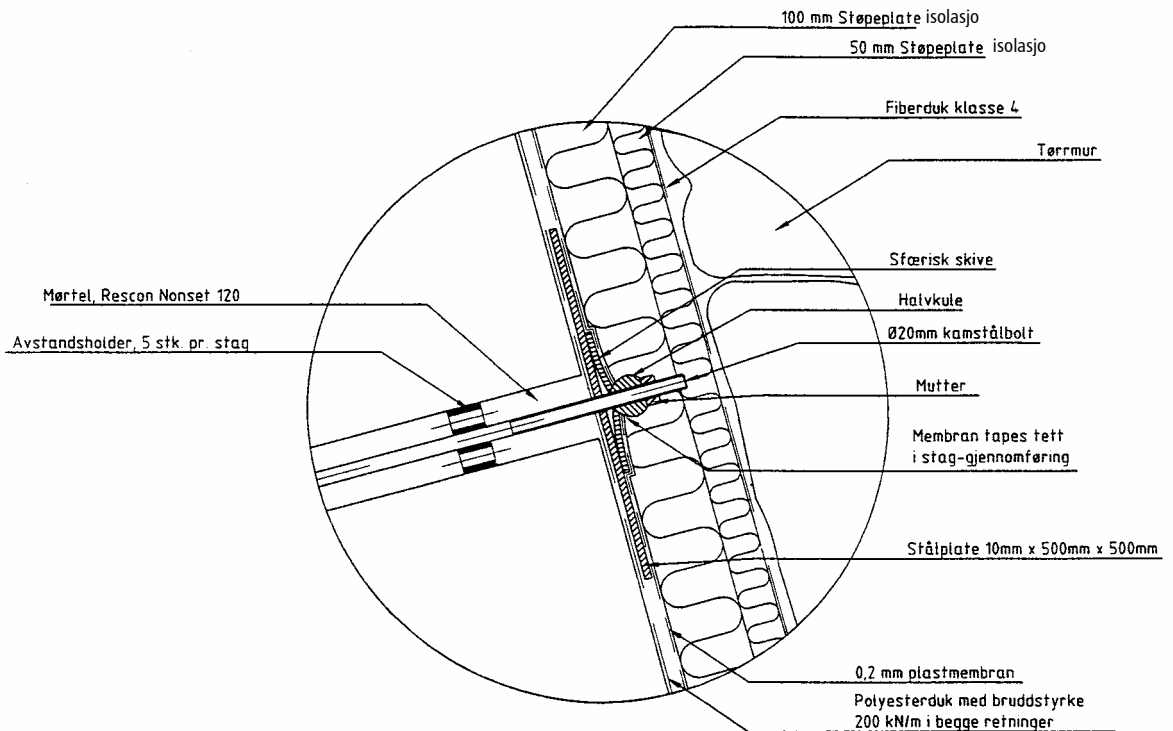


Fig.2 Detalj ved stagede

## 2 Måleutstyr

### 2.1 Strekkklapper

Til måling av spenninger i stålet ble det bestemt å montere strekkklapper i et snitt. Målemetoden for en strekkklapp bygger på at resistansen ( motstanden mot elektrisk strøm i en leder ) for en metalltråd eller et annet ledende materiale forandrer seg ved forlengelse og forminskning. Fig. 3 viser en vanlig utførelse av en strekkklapp.

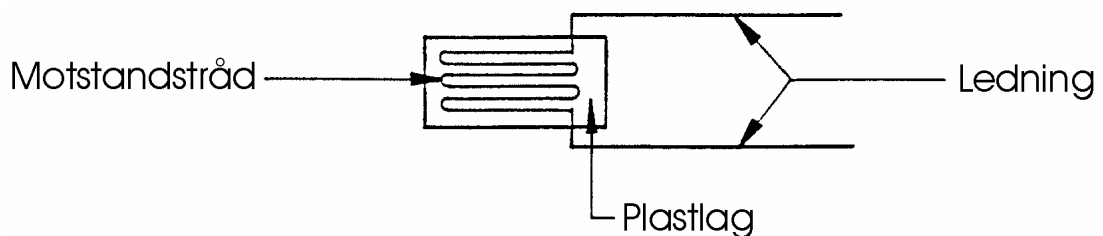


Fig.3 Vanlig utførelse av en strekkklapp

Motstandstråden er laget av tynn metallfolie som er produsert ved en fotoetsende teknikk av en folie som er 3 - 5  $\mu\text{m}$  tykk eller tvunnet av ledning med diameter 15 - 25  $\mu\text{m}$ . Denne folien ligger mellom 2 plastlag og er den aktive delen av lappen. Plasten blir så limt til underlaget og motstandstråden vil få samme lengdeendring som dette. Forandringen av resistansen måles med en Wheatstone bro.

## 2.2 Inklinometer

For å kunne måle horisontalforskyvning i overgangen utgravd overflate / tilbakefylling ble det i dette området bestemt å montere en inklinometerkanal.

Inklinometeret består av en målevogn som senkes ned i en kanal ved tilkobling til en kabel. I andre enden av kabelen tilkobles et avlesningsinstrument. Selve måleren registrerer vinkelen mellom det plan målerens hjul befinner seg på og vertikalplanet. Den inneholder to servoakselometer som registrerer avvik i A og B retning. A velges i den retning hvor størst utbøyning er forventet og B blir da automatisk vinkelrett på denne. 1. måling blir utført på nærmeste 0,5 m ovenfor bunnen av kanalen. Videre blir det foretatt målinger for hver 0,5 m inntil toppen er nådd ( positive A og B verdier ).

Deretter blir målevogna snudd 180°, på nytt senket ned i kanalen og en ny måleserie blir utført ( negative A og B verdier ).

Fig. 4 viser målevogn med hellingsretning for sensor A med polaritet.

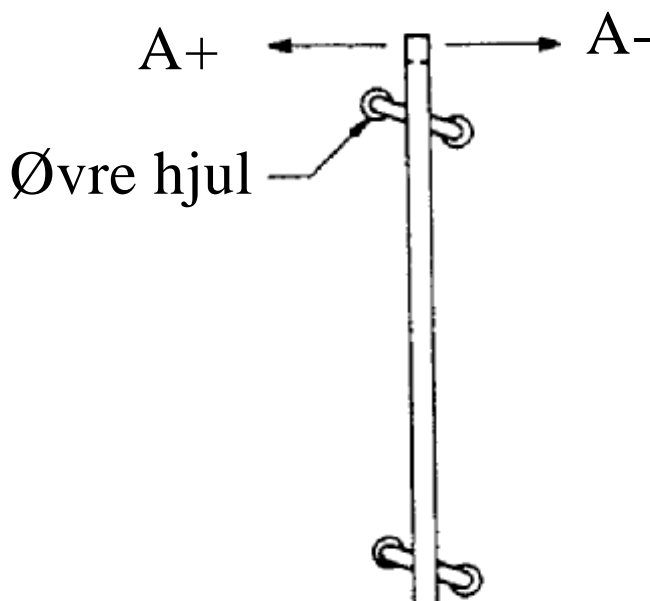


Fig.4 Målevogn til inklinometer

Fig. 5 viser hellingsretning for sensor A og B samt polariteten.

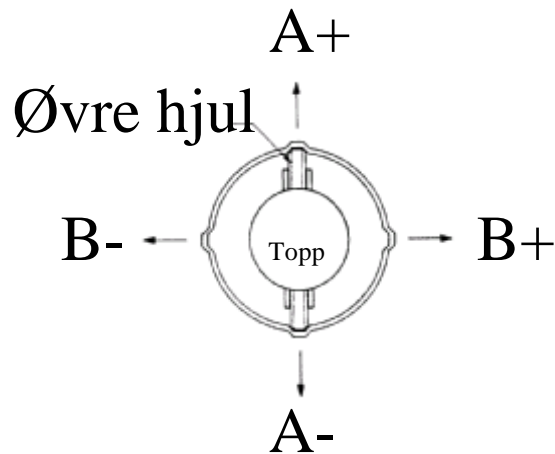


Fig.5 Hellingsretning for målevogn plassert i kanal.

Til kanaler benyttes rør av plast eller metallkanaler.

### 3 Montering av måleutstyr

#### 3.1 Montering av strekkklapper

Det skulle måles spenninger i 4 armeringsstag i et profil der hvor muren var på sitt høyeste. Hvert stag skulle inneholde 4 målepunkter henholdsvis 0,25, 1, 2 og 3m bak stagets frontende. For måling av spenninger i stagene ble følgende løsning valgt, se fig. 6.

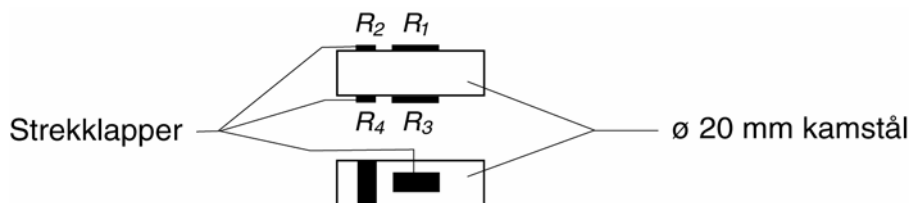


Fig. 6 Plassering av strekkklapper på kamstål.

Denne strekklapptypen har 2 gitter ( måler på langs og tvers av staget ). Når disse kobles på en spesiell måte kan vi lese av trykk- og strekkspenninger i stagene. Momenter i form av bøying og vridning, samt temperaturoendringer, vil da være eliminert.

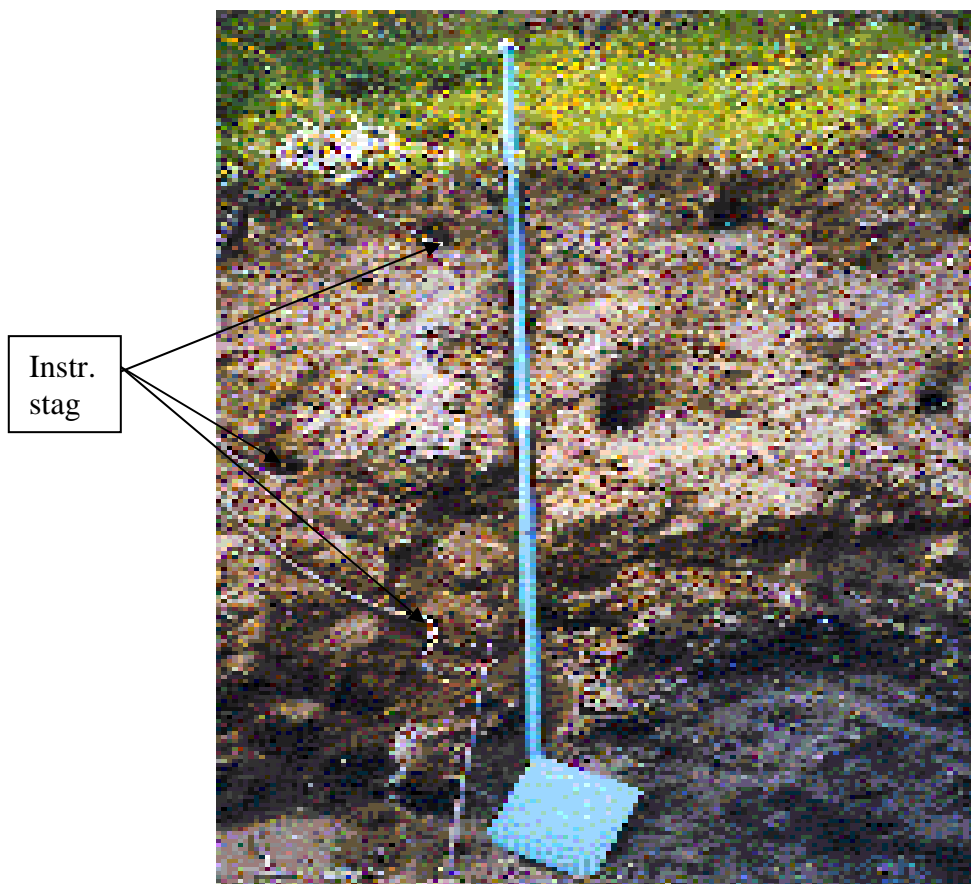
Strekkklappene ble limt til stagene og påført ledninger som var kappet i passende lengder for å rekke frem til topp fremtidig mur. Loddingspunktene og strekkklappene ble beskyttet mot ytre påvirkning ved hjelp av fugemasse og krympestrømper.

Etter hvert som hullene til stagene ble boret, ble de instrumenterte stagene montert og gyst fast med mørtel. Stagene ble montert i profil 705 som viste seg å være det området med størst tykkelse av løsmasser over fjell. Her ble det montert 3 stk. av de instrumenterte stagene i høyden. Det 4. hullet ( nederste ) var imidlertid for det meste boret i fjell og vi fant ingen grunn til å bruke et instrumentert stag i dette. Siste instrumenterte stag ble derfor ikke gyst fast, men lagt løst oppe på toppen av muren og benyttet som dummy.

### 3.2. Montering av inklinometerkanal.

Det ble benyttet to 3,05 m lange 2,75" plastrør med 4 innvendige utfreste spor 90° på hverandre. Disse ble skjøtet sammen ved hjelp av et spesielt skjøtestykke som ble naglet fast til rørene. Kanalen ble plassert i profil 706 hvor det på forhånd var boret et halvmeters dypt hull under u.k.mur. Hullet ble fylt med gysemasse og kanalen plassert nedi. Overflaten på den utgravde skråningen ble jevnet til der hvor kanalen ble plassert. Det ble benyttet jernbøyler for å holde kanalen inntil terrenget før tørrmuren var på plass.

Bilde 1 viser plassering av instrumenterte stag og inklinometerkanal.



Bilde 1 Ferdig montert inklinometerkanal og instrumenterte stag.



## 4. Måleresultater og vurderinger.

Vedlegg 1 - 4 viser målt kraft i stagene i kN. Måleresultatene i øvre og midtre stag viser verdier i samme størrelsesorden. Verdiene er imidlertid svært små og viser strekk kun i målepunktet 0,25 m bak fronten av staget. I nedre staget er det kun registrert trykkverdier. Beregnet strekkraft var i størrelsesorden 30 kN ( inkludert sikkerhetsfaktor ), men det er grunn til å tro at skjærfastheten er satt for lavt i denne beregningen. Det ubelastede staget viser for det meste verdier som svinger rundt null med unntak av strekkklapp 0,25m bak stagets front ( denne har vist verdier som øker med tiden ). Det er derfor rimelig å anta at de registrerte verdiene i de 3 stagene inne i konstruksjonen er reelle.

Vedlegg 5 og 6 viser horisontale bevegelser i konstruksjonen. Målingene viser så små verdier at det sansynligvis ligger innenfor utstyrets målenøyaktighet. Unntak er verdier lest av rett under topp mur, men her er kanalen svært utsatt for ytre påvirkninger. Det er derfor rimelig sikkert at skråningen er stabil siden det ikke er målt horisontale bevegelser i overgang skråning / tørrmur og nesten ikke strekkrefter i stagene.

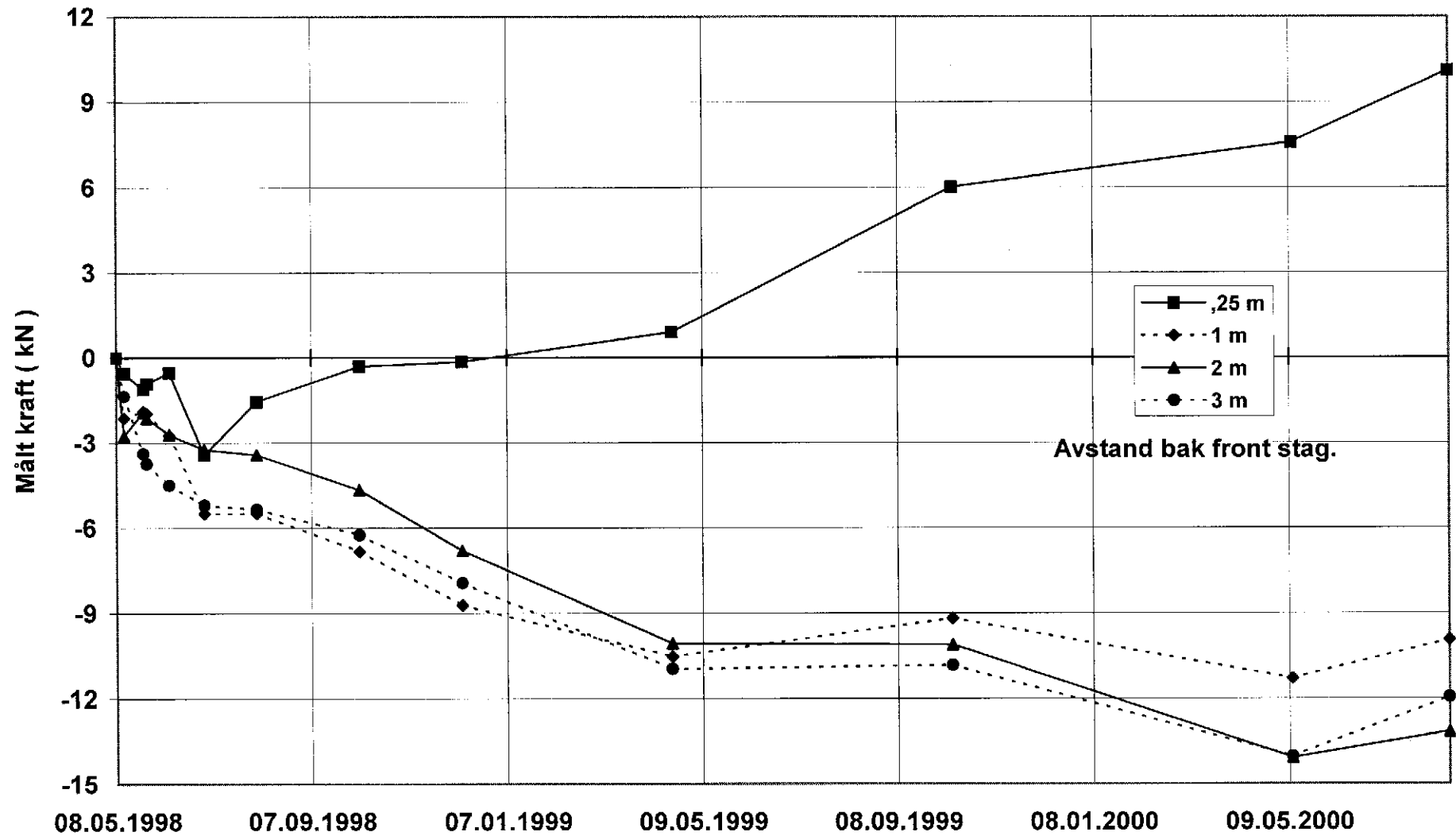
## 5. Referanser.

Intern rapport nr. 1245 , NVF-stipend: Jordnagling , Oset og Aabøe, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, 1989.

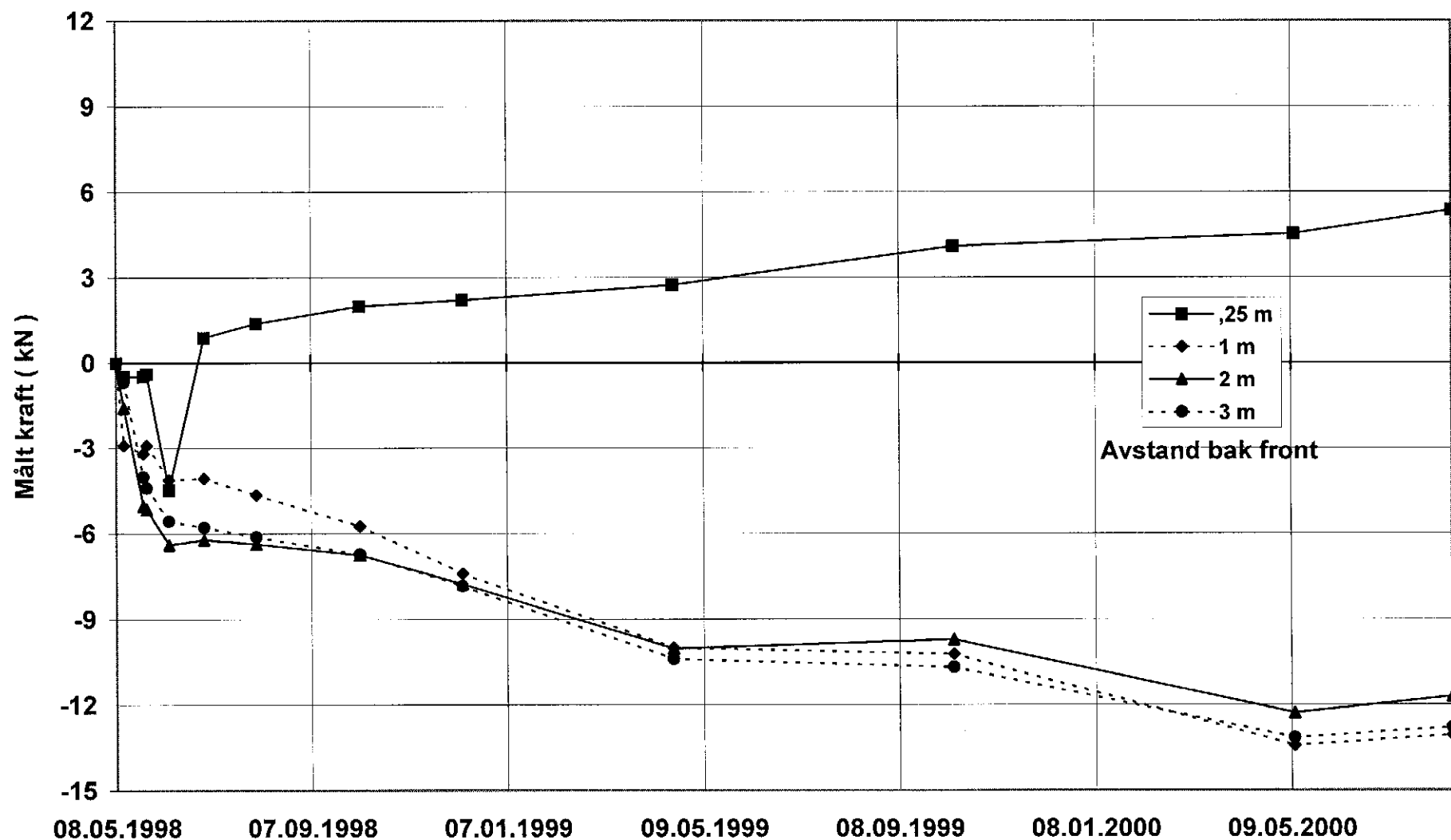
Laboratorieserien rapport nr.56 , Jordnaglingsmur ved Vingrom kirke.  
Erfaringsrapport , Statens vegvesen Oppland og Veglaboratoriet , 1994

---

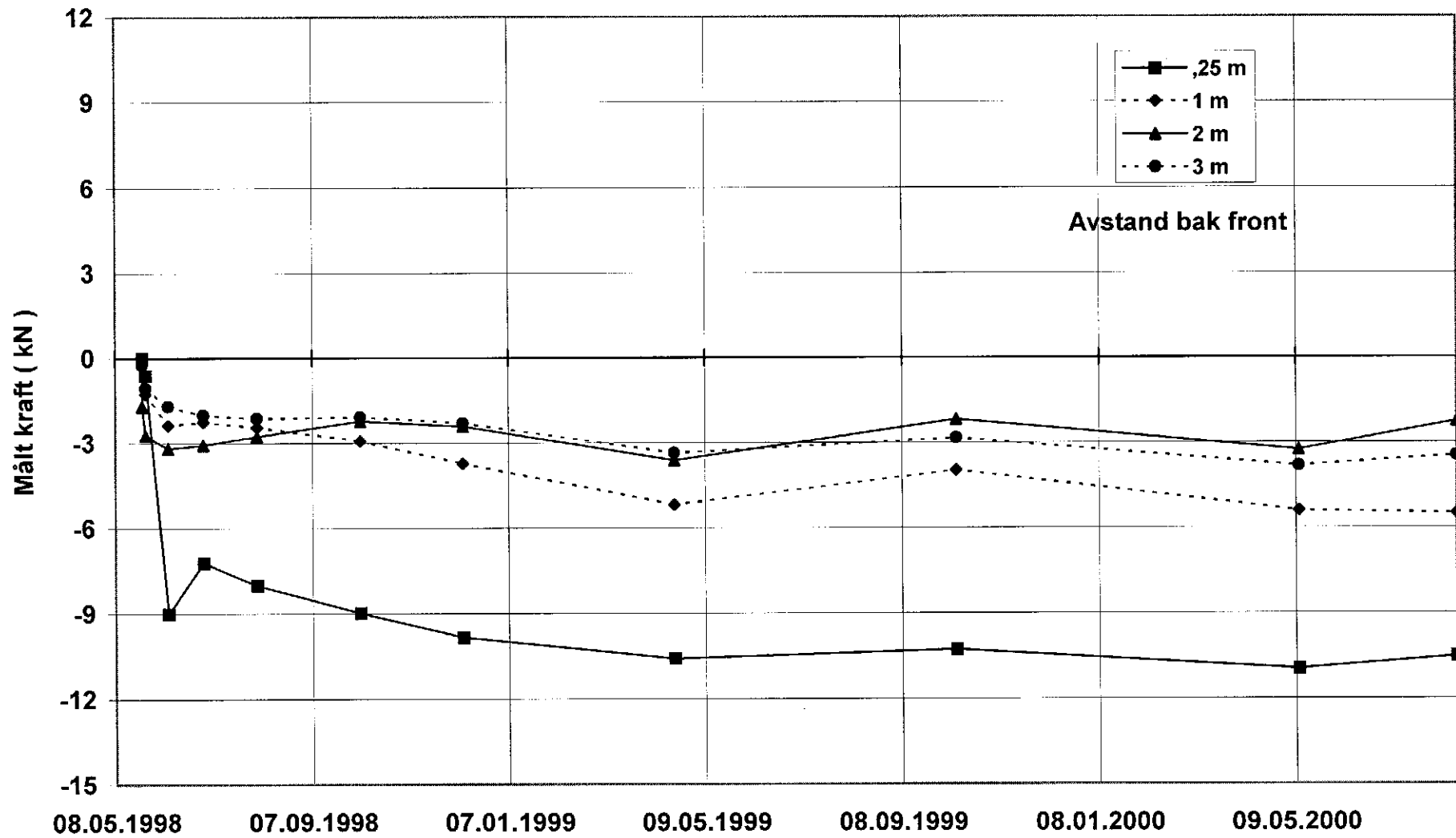
Fv.58 , Støttemur ved Vassenden i Gran , Øvre jordnagle



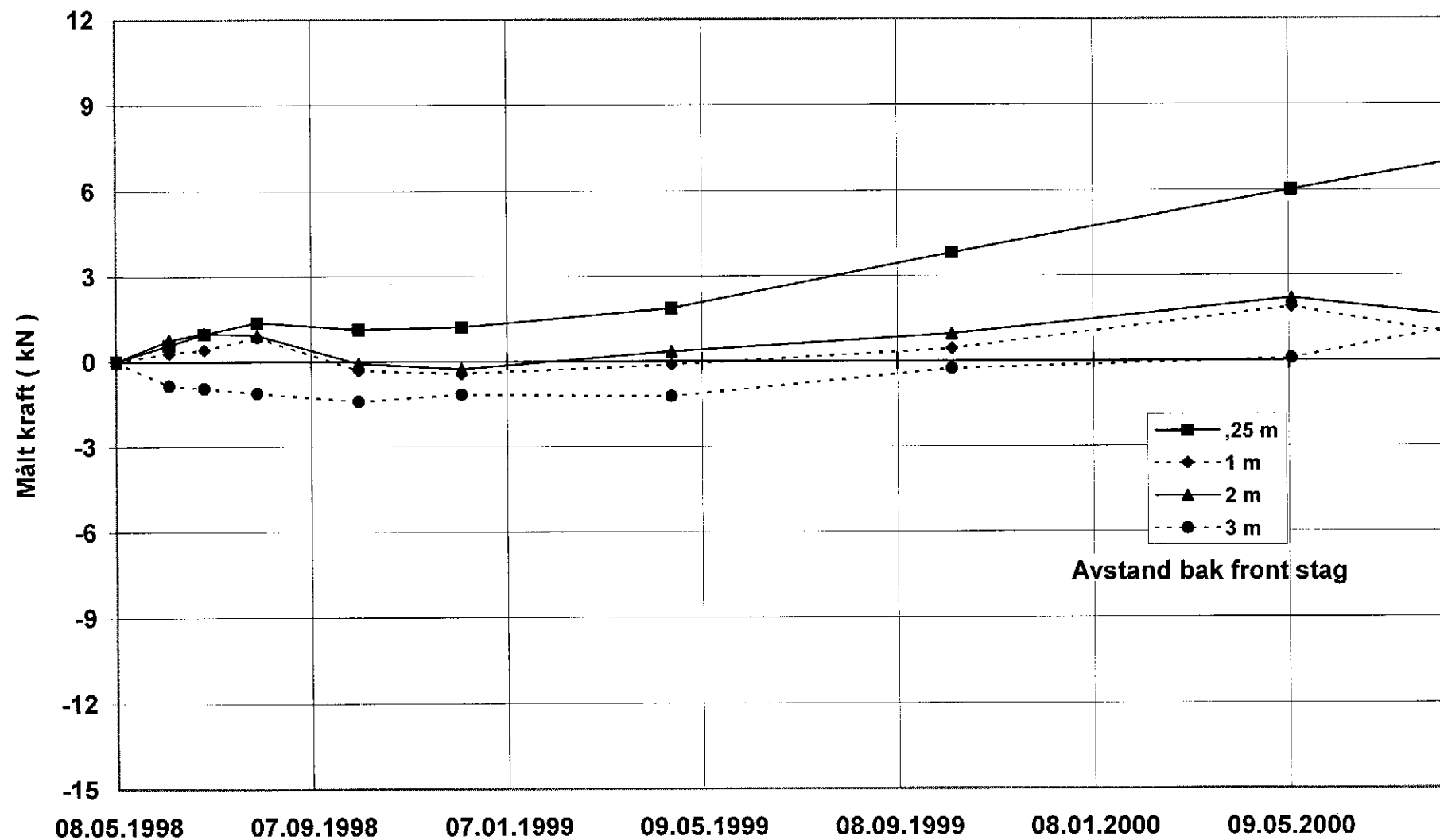
### Fv.58 , Støttemur ved Vassenden i Gran , Midtre jordnagle



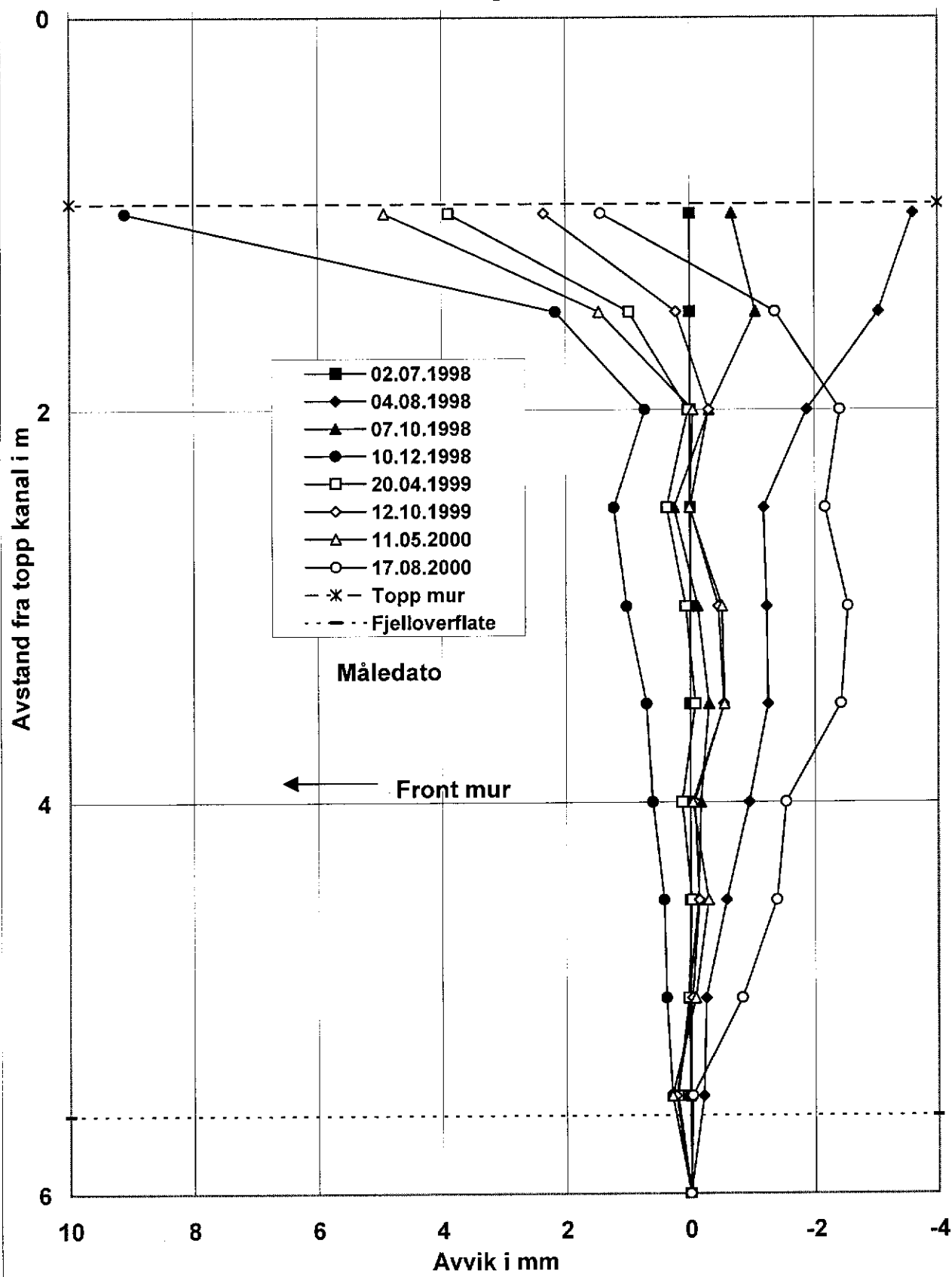
Fv. 58 , Støttemur ved Vassenden i Gran , Nedre jordnagle



Fv. 58 , Støttemur ved Vassenden i Gran , Ubelastet jordnagle



### Fv.58 , Støttemur ved Vassenden i Gran , Inklinometermålinger , A - retning



## Fv.58 , Støttemur ved Vassenden i Gran , Inklinometermålinger , B - retning

