

rapport nr. 54

Armert jord med grønn front
Ny forbindelse fra E6 til
Lillehammer sentrum



Laboratorieserien, rapport nr. 54

Armert jord med grønn front - Ny forbindelse fra E6 til Lillehammer sentrum

Sammendrag

Rapporten beskriver byggingen av en 13 m høy mur av armert jord på den nye forbindelsen fra E6 til Lillehammer sentrum.

Muren har vegetasjonskledd front, og fronthelning 60°.

Emneord: *Armert jord, vegetasjon*

Seksjon: Laboratoriet
Saksbehandler: Nils Fjeldheim, Oppland vegkontor /BN
Dato: Desember 1993

Statens vegvesen

Oppland

Rapporten kan fås ved henvendelse til Veglaboratoriet, Arkivet:
Postboks 8142 Dep, 0033 OSLO. Tlf: 22073900 Fax: 22073444



Statens vegvesen
Oppland
Vegkontoret


LABORATORIE- RAPPORT

Armert jord med grønn front (V-mur) FoU 1993-1994

Ny forbindelse fra E6 til Lillehammer sentrum

| | | |
|--------------------|-----------------------------|---------------------|
| Sammendrag: | - Utført: | Våren 1993 |
| | - Utførelse: | Entreprise |
| | - Total lengde: | 120 m |
| | - Største høyde: | 13 m |
| | - Totalt frontareal: | 1620 m ² |
| | - Armeringslengde: | 8,7 m (maks) |
| | - Pris pr. m ² : | Kr 1.690,- |

| | | |
|----------------------|-------------|-----------------------|
| Feltarbeide: | Mars-juni | F.Moen, J.Stenshagen |
| Labarbeide: | Mars-juni | A.Røste, J.Stenshagen |
| Rapportering: | 21. okt. 93 | N. Fjeldheim |

Rapport godkjent - dato: 28.10.93 Sign.: 

1. ORIENTERING.

Ny forbindelse E6 - Lillehammer sentrum krysser NSB, over et stykke nesten parallellt med nyvegen. Muren starter ved tunnelåpning Sorgendal tunnel og avsluttes ved jernbanebru over nyvegen. Det blei tidlig vurdert en armert jord-konstruksjon med grønn front.

Endelig materialvalg ble foretatt like i forkant av byggingen. Prosjekteringen ble utført av GeoVita as, Rådgivende ingeniører geoteknikk.

Utførelse og materialvalg ble godkjent av Veglaboratoriet.

Se skisse side 5.

Byggingen er utført av A/S Veidekke, med Statens Vegvesen som byggherre.

Muren inngår som ett av Fou-prosjektene for Statens vegvesen, Oppland i 1993-1994.

Det er et forsøk på å komme fram til alternative murer med reduserte kostnader og redusert støy i forhold til betongmurer. Evaluert rapport vil foreligge i 1994.

2. MATERIALER - UTFØRELSE.

Etter forutsetningene for dimensjoneringen og godkjenning fra Veglaboratoriet var kravet armeringsduk med strekkstyrke $> 30 \text{ kN/m}$ og langtidstøyning $< 5 \%$ i kombinasjon med lagtykkelse $h = 1,0 \text{ m}$ (dels $1,5 \text{ m}$) mellom hovedarmeringslagene.

Ikke vevet polyesterduk viste for stor tøyning.

Tettvevet polyester (Televev 150/) tilfredsstilte kravene og ble valgt. Se side 6.

Kravet til tilbakefyllingsmasser er i henhold til håndbok 016 om drenerende masser (maks 8% gjennomgang på $0,075 \text{ mm}$ siktet) og $C_u > 5$.

På anlegget hadde en masser som var kjørt til depot. Prøver fra massene viste opp til 20% gjennomgang på $0,075 \text{ mm}$ siktet.

Veglaboratoriet vurderte disse massene, og satte krav for å bruke dem:

- Det ble lagt inn drenerende lag av masser som oppfylte kravet om maks 8% $< 0,075 \text{ mm}$ og $C_u > 5$ for hver $1,5 \text{ m}$ i høyden. Lagtykkelse drenerende lag min. 20 cm .
- De horisontale dreneringslagene hadde kontakt med vertikal drenering i bakkant.
- Massene ble komprimert til min. 95% St.Proctor, unntatt den nærmeste 1 m bak fronten, der kravet er 93% St.Proctor.

Noen bilder fra utførelsen, side 13 - 14 og 15

3. KVALITETSSIKRING

Entreprenøren utarbeidet kvalitetshåndbok der det inngikk:

- Kvalitetssikrings / styringsdokument
- Organisasjon
- Prosedyrer og rutiner

Entreprenøren hadde laboratorium på anlegget for driftskontrollen.

Byggherren utførte stikkprøvekontrollen med stedlig organisasjon. Vegkontorets lab. utførte materialkontrollen etter oppdrag fra stedlig organisasjon.

Veglaboratoriet har i tillegg under utførelsen montert inklinometerkanaler for måling av evt. bevegelse i konstruksjonen. Det er utført 5 målinger, den siste 08.10.93. Avvikene er små. Utviklingen følges i noen tid. Skisse over plassering og måleresultater side 8 - 9 -10 -11 og 12 Videre er det montert 6 termistorer som ligger 0,5m, 1,0m, 1,5m, 2,0m, 2,5m og 3,0m bak murfronten.

4. OVERSIKT UTFØRELSE

Arbeidet med muren startet i uke 9. (beg. mars -93)
Mot grunnen er der fiberduk og gruspute med drenerende masser i tykkelse 0,5 m, som ble ført opp til kontakt med åpne drenerende masser i bakveggen, ved kote ca 168 og høyere.
Drenslagene ble lagt i min. 20 cm tykkelse, med avstand 1 m - 1,5 m

Armeringsdukens lengde er fra 2,0 m - 7,8 m.
Armeringsduken er lagt lagvis for hver 0,5 m.
Se skisse side 5.

Komprimeringen ble utført med vibrovalse.
Det ble forsøkt med flere forskjellig størrelser.
De ytterste 1,5 m ble vesentlig komprimert med 1,3 tonns valse. og vibroplate på ca 400 kg. Lagtykkelsen var da maks. 0,35 m.
Den først delen av fyllingsarbeidet ble det brukt 14 t midtstyrt valse med hjuldrift.
Denne ble byttet ut med valse på ca 4 t midtstyrt med hjuldrift.
Komprimeringskravet ble da oppnådd med 6 overfarer.
Flaten innenfor topp mur er asfaltet.
Overflatevannet er drenert til avløp.

5. GRØNN FRONT

I dybde 0,5 m fra murens overflate er der lagt humusblandet jord. Ytterst mot frontduken er det lagt inn ca 10 kg plenfrøblanding (ca 6 g/m²). Det regnes med ca 40 % spireevne.

Påsprøytet Tilco-alginure med frøblanding lå i den første tiden forholdsvis tørt.

Etter noen tid ble det montert perforert slange for vanning. Spiringen er ujevn. Frøene kan ses i mediumet på frontduken. Frøene i plenfrøblanding og antakelig villfrø fra humusblandet jord spirte først. Disse vekstene, blant annet meldstokk o.l. ble til meterhøye vekster. Meldstokkplantene er fjernet. Høsten 1993 er hovedinntrykket at storvokst gras er dominerende, med mindre åpne flater. Se bilder side 15.

6. REGISTRERT KVALITET

Materialene til muren ble tatt ut fra området, og kjørt til lager. Det ble foretatt grov sortering ved lagerkjøringen. Ved tilbakekjøring til muren ble det også foretatt sortering. På innkjørte materialer ble det tatt kornkurve og målt komprimering.

Materialkvalitet fyllmaterialer: Kornkurve side 7.

| | pass 0,075mm av matr.<19mm | Cu |
|------------------|-------------------------------|-----|
| Antall målinger: | 33 | 11 |
| Midlere verdi: | 21,8 % | 120 |
| St.avvik: | 7,1 % | |
| Laveste verdi: | 12,1 % | 15 |
| Høyeste " : | 40,1 % | 275 |

Materialkvalitet dremsmasser:

| | |
|------------------|-------|
| Antall målinger: | 4 |
| Midlere verdi: | 5,6 % |
| Laveste verdi: | 2,2 % |
| Høyeste verdi: | 8,6 % |

Komprimering:

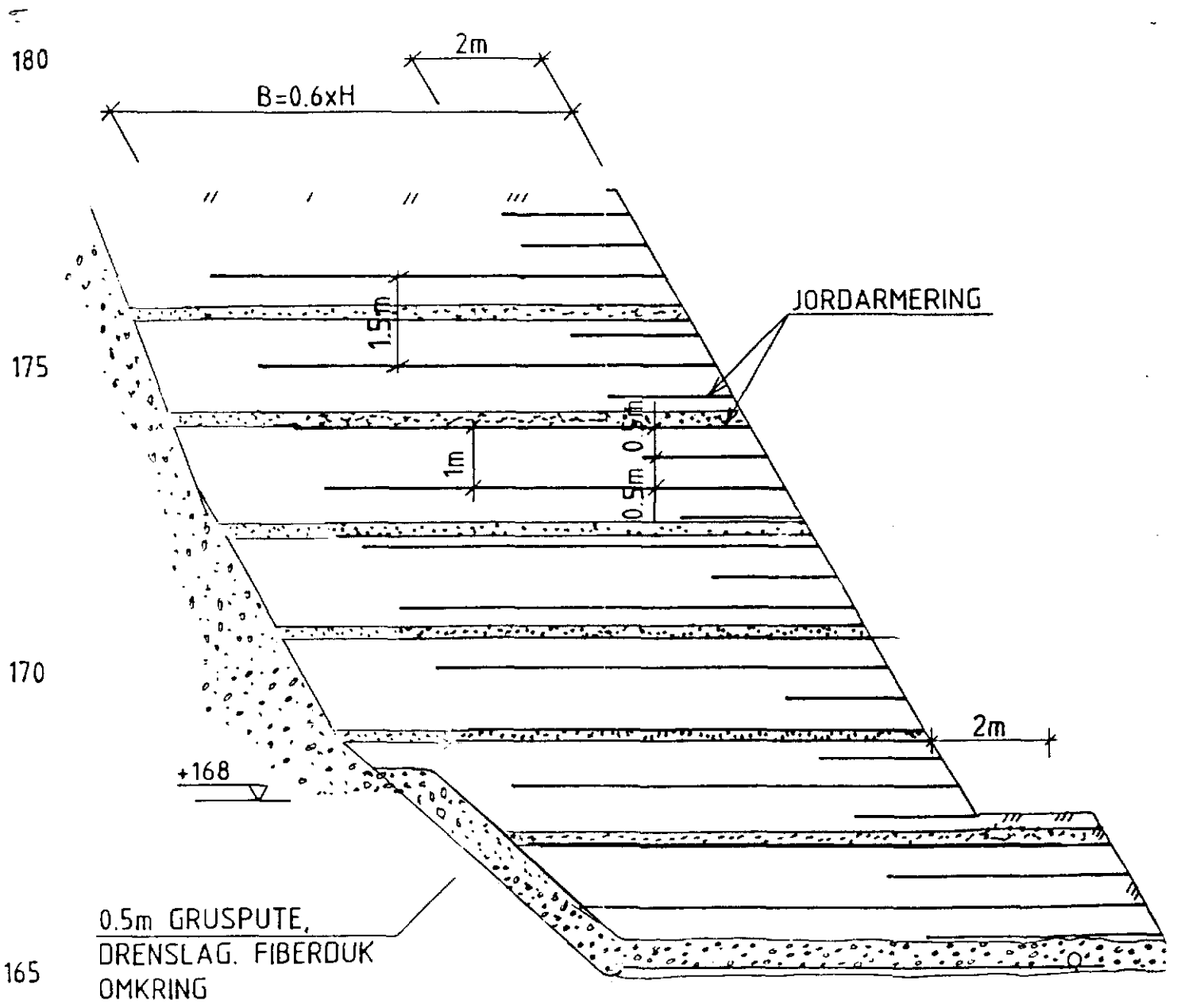
| | |
|------------------|---------|
| Antall målinger: | 65 |
| Midlere verdi: | 96,3 % |
| St.avvik: | 3,5 % |
| Laveste verdi: | 84,6 % |
| Høyeste verdi | 103,4 % |

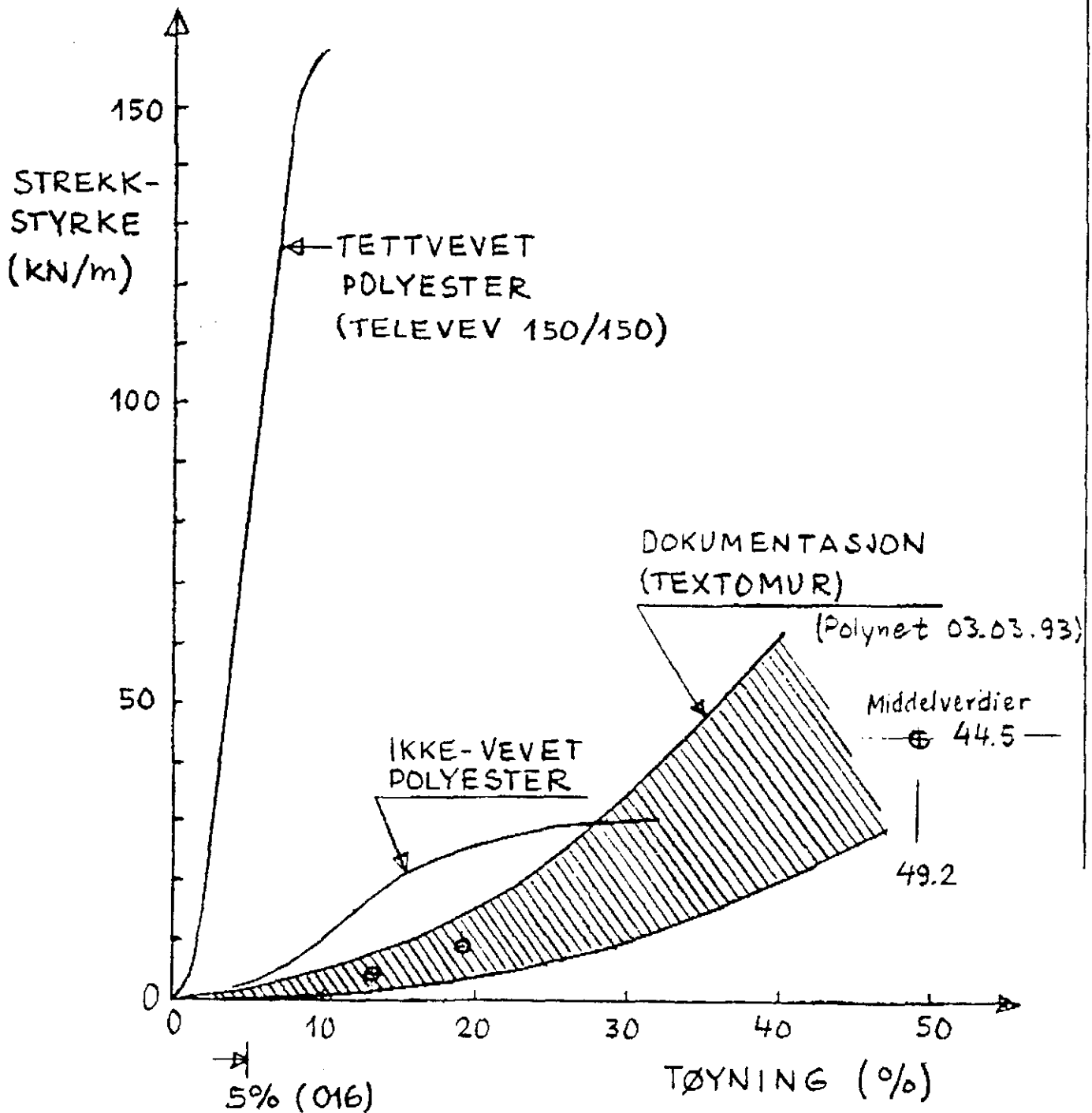
7. ØKONOMI

Muren ble utført som en del av entreprise for bygging av anlegget E6 - Lillehammer sentrum.

| | |
|------------|--------------|
| Kostnad | kr 2.740.000 |
| Pris pr.m2 | kr 1.690 |

Kostnadene vil variere noe med kostnad på fyllmasse og transportlengder.



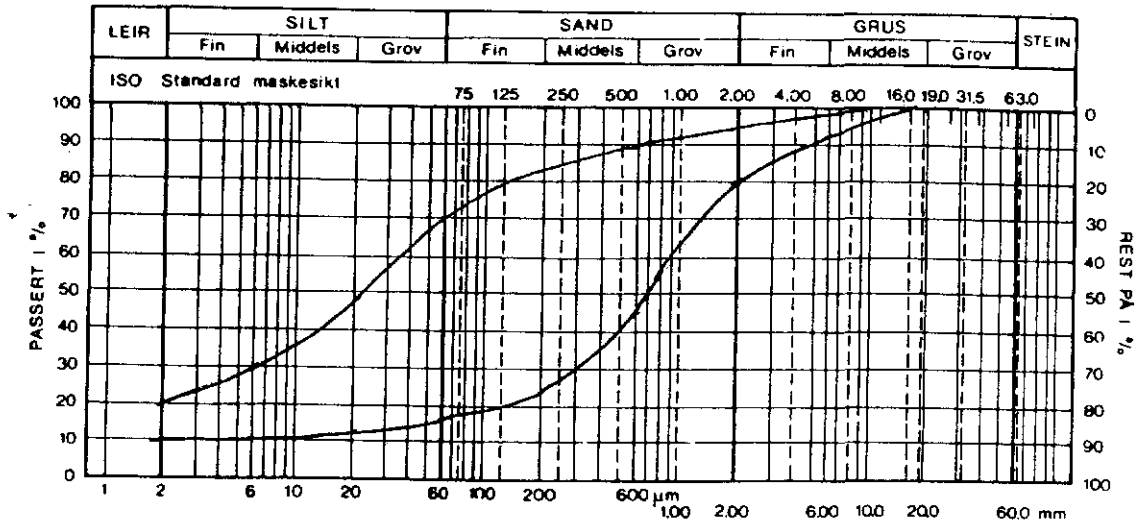


Televev 150/150

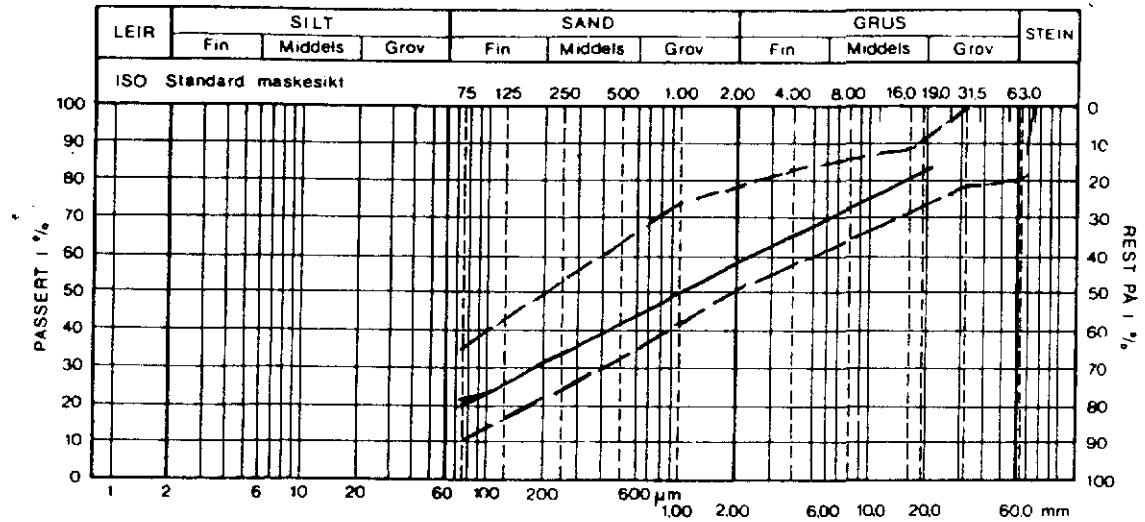
$f_s = 150 \text{ kN/m}$

langtidsstyrke $f_k = 0.4 \cdot 150 = 60 \text{ kN/m}$ (4% tøyning)

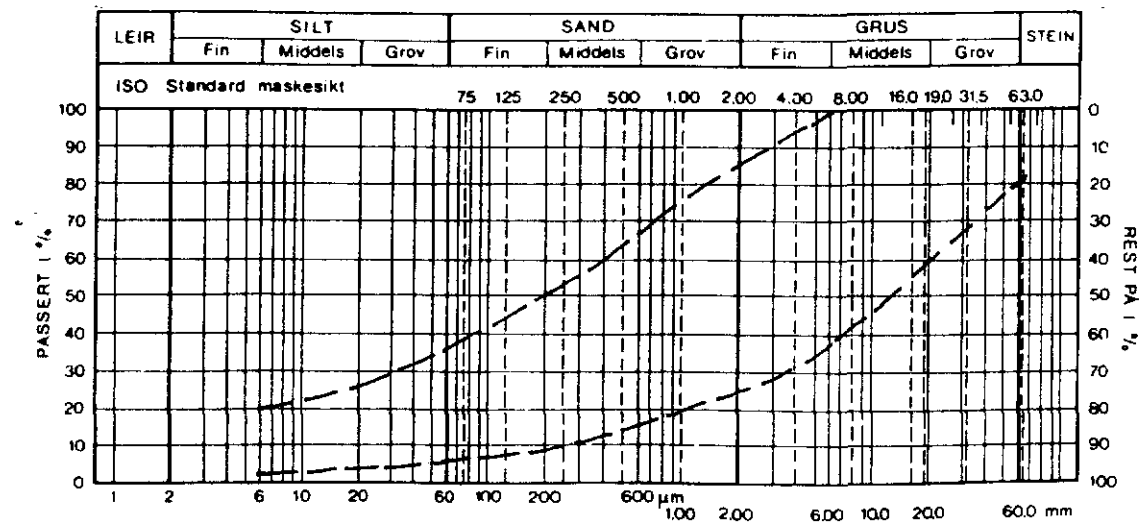
$\gamma_m \sim 1.7 \Rightarrow f_d = 35 \text{ kN/m}$ (30 kN/m som dim. gr. 1.)



Grensekurver for materialer til grønn front.

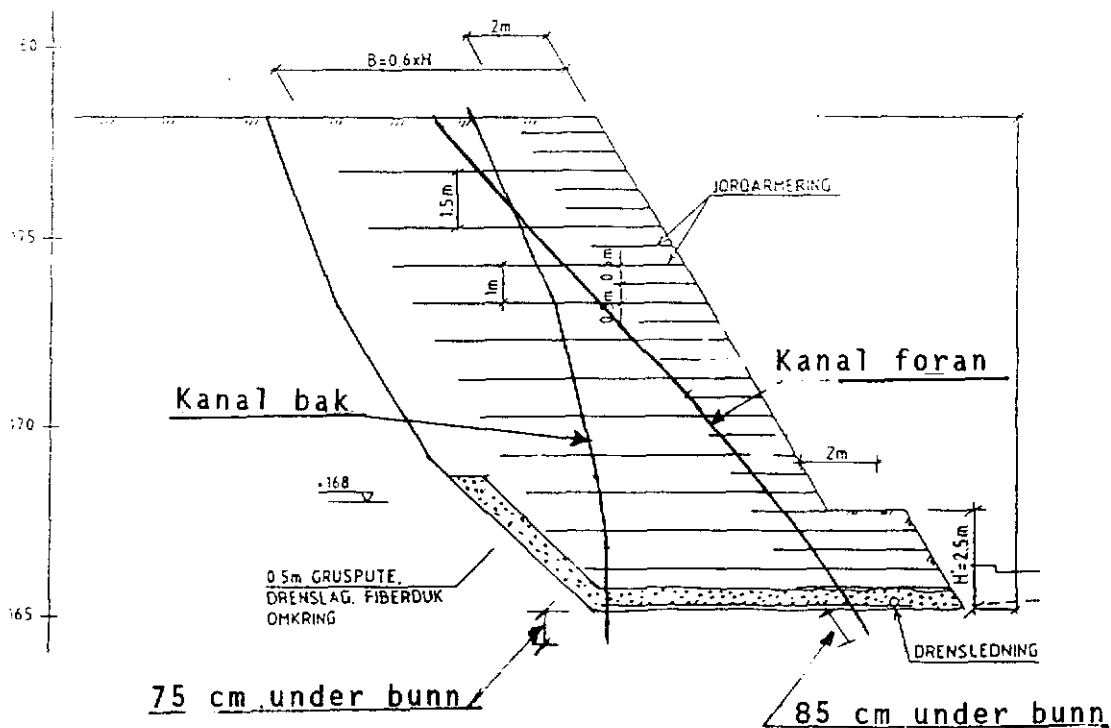
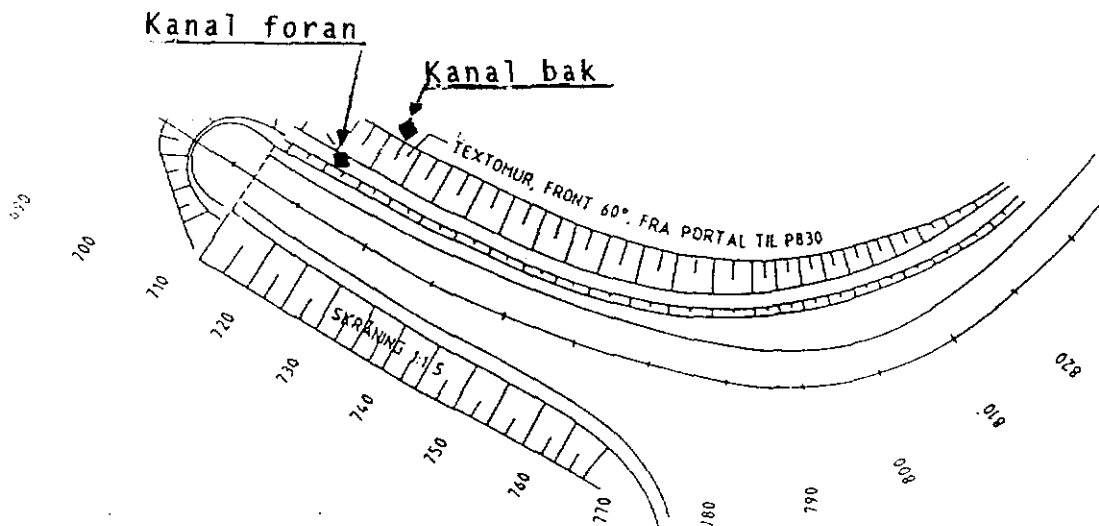


Gjennomsnittskurve og omhyllingskurver for brukte fyllmasser.

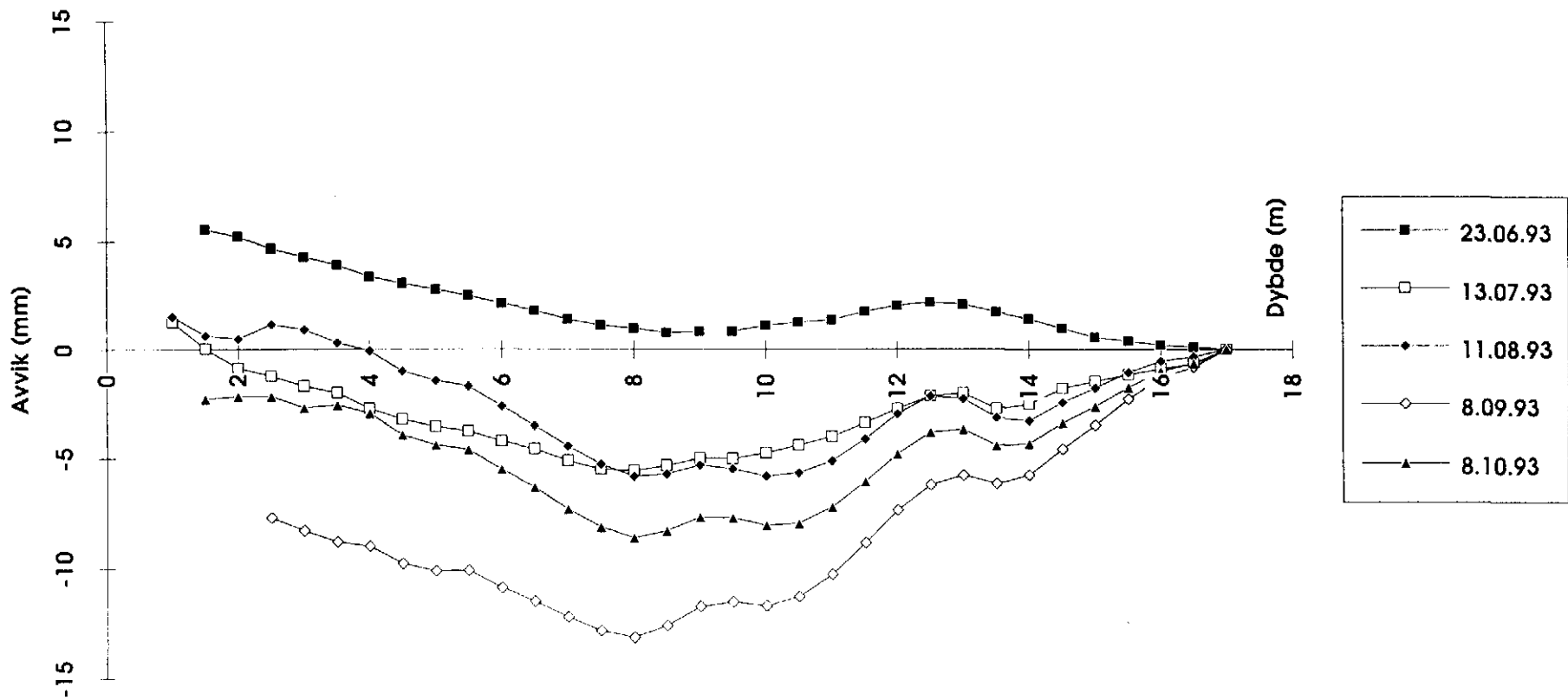


Grensekurver for tilbakefyllingsmaterialer til Textomur.

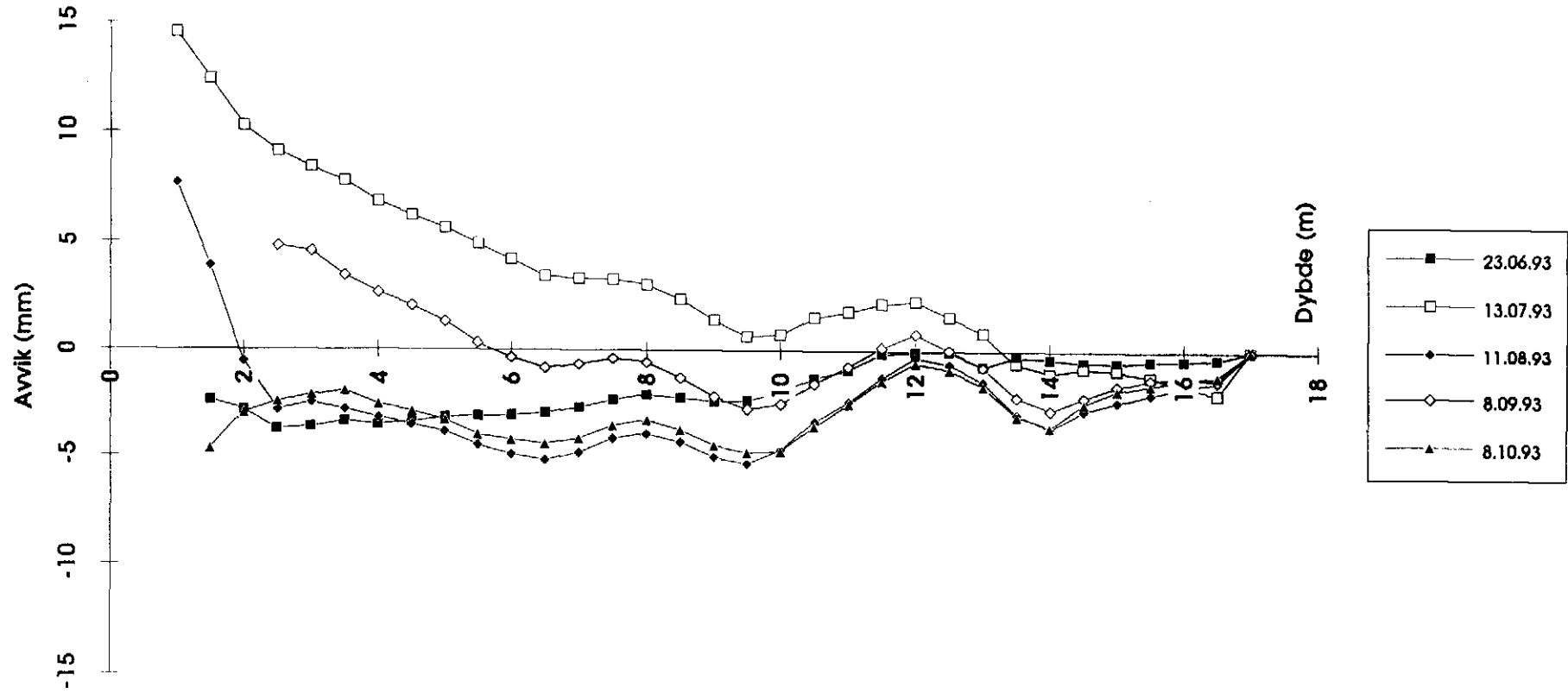
PLASSERING AV INKLINOMETERKANALENE



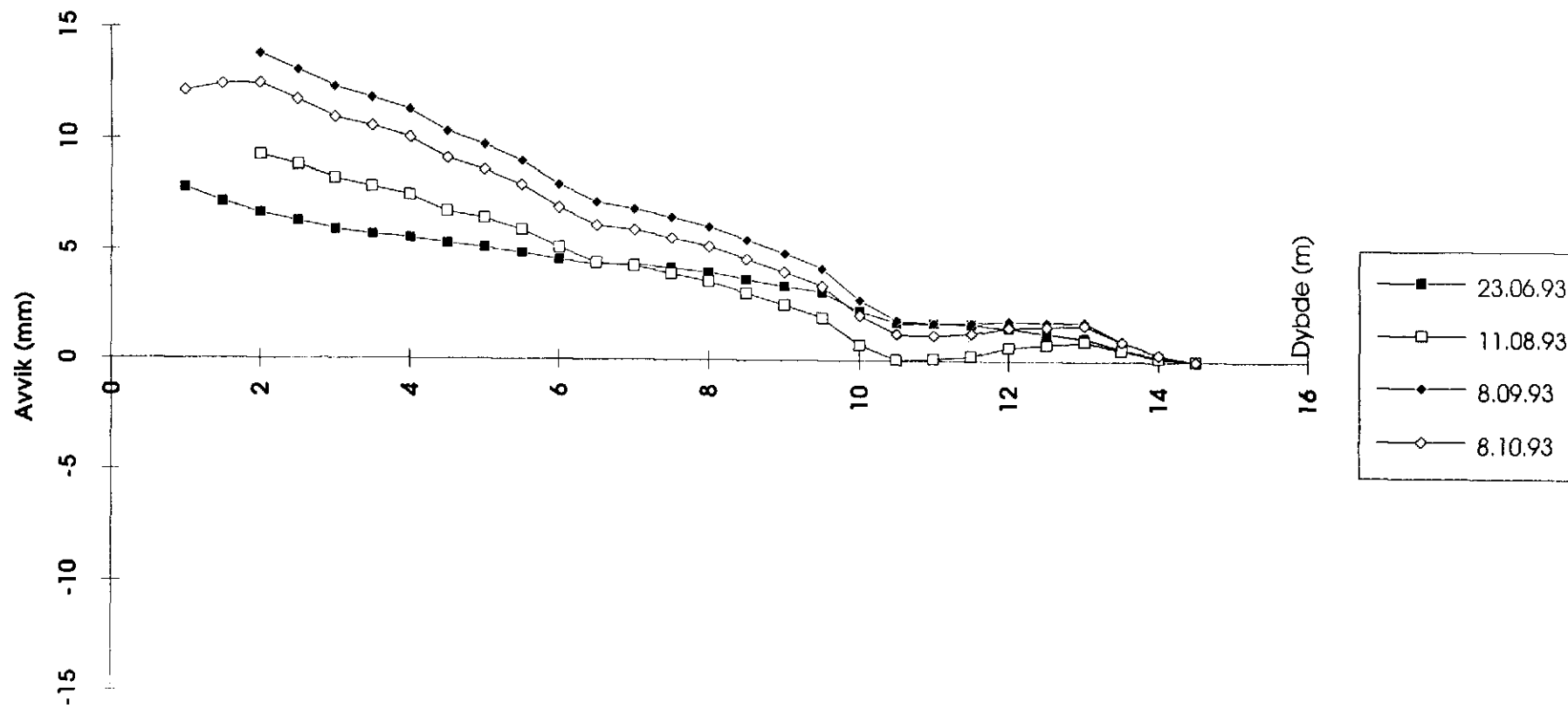
Inklinometermålinger Lillehammer , Kanal foran (mot vest)



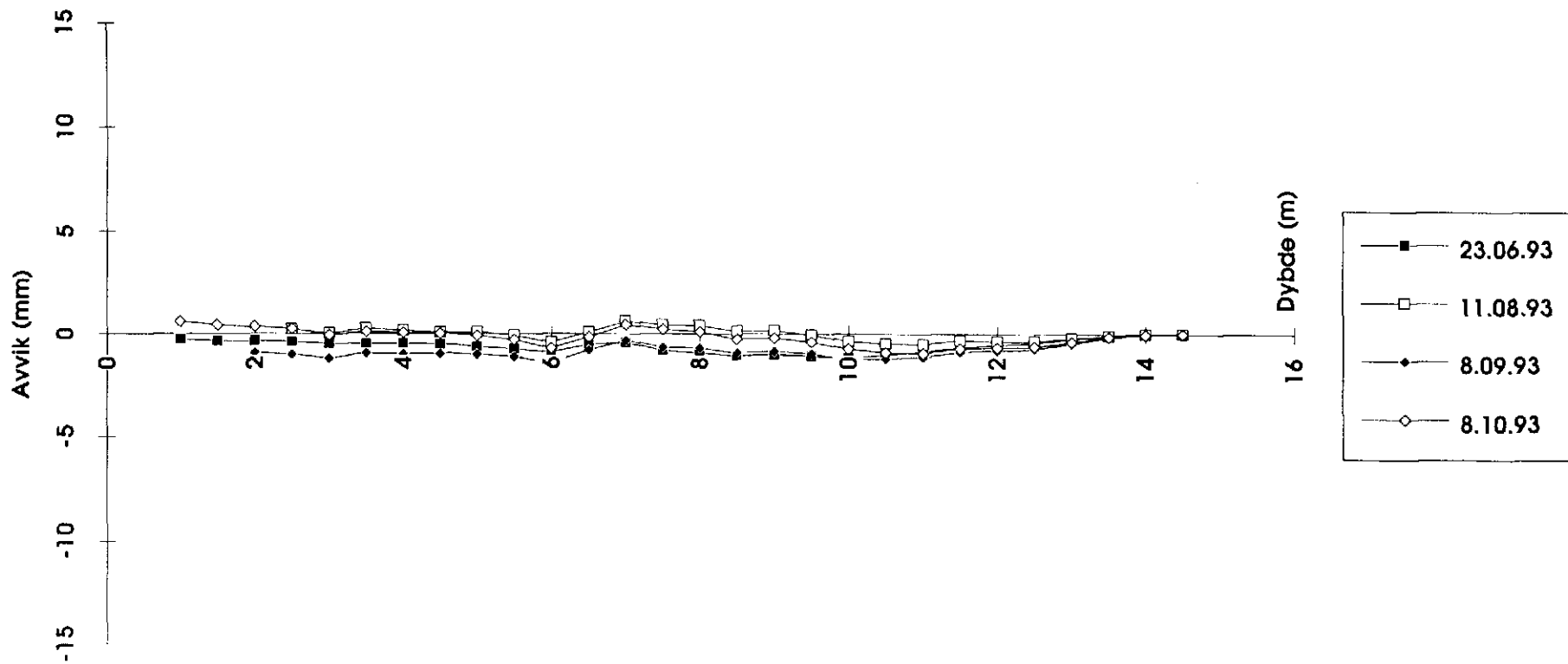
Inklinometermålinger Lillehammer , Kanal foran (mot nord)



Inklinometermålinger Lillehammer , Kanal bak (mot vest)



Inklinometermålinger Lillehammer , Kanal bak (mot nord)

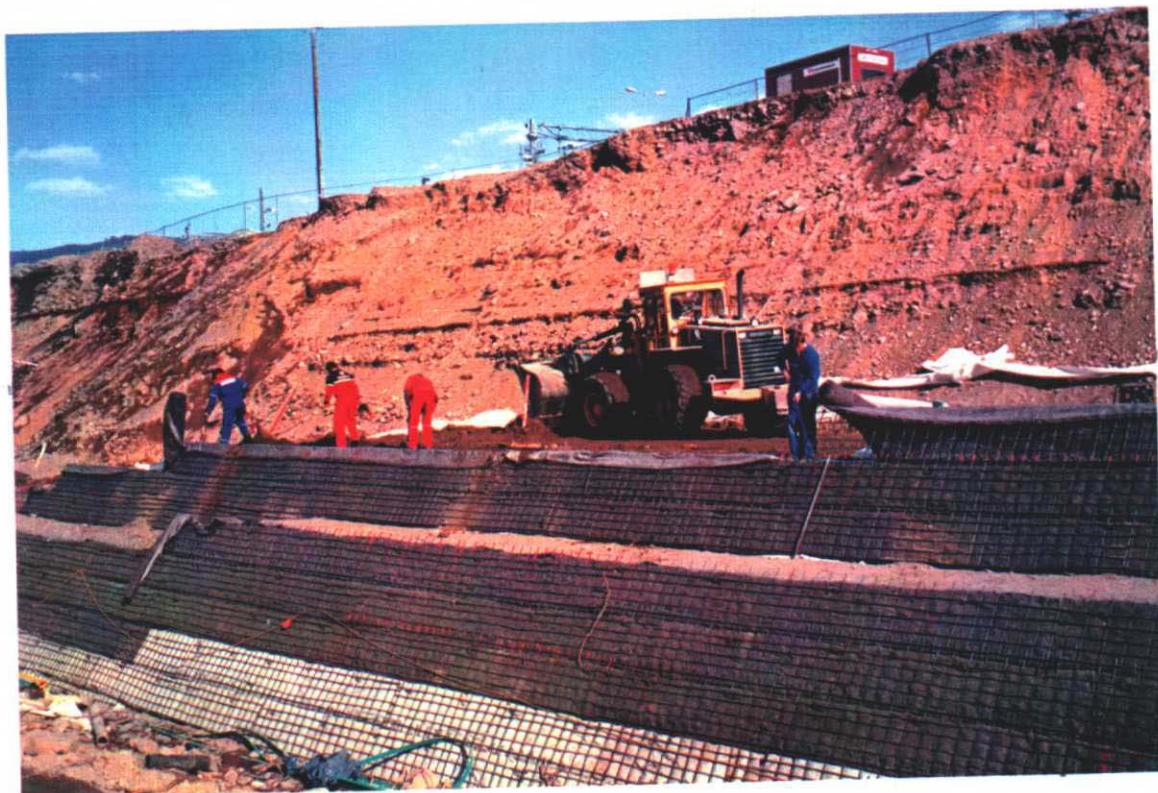




Armeringsduken er lagt ut.
Del av frontduken fra underliggende lag synes under arm.korg.
Armeringskorgene tilpasses.



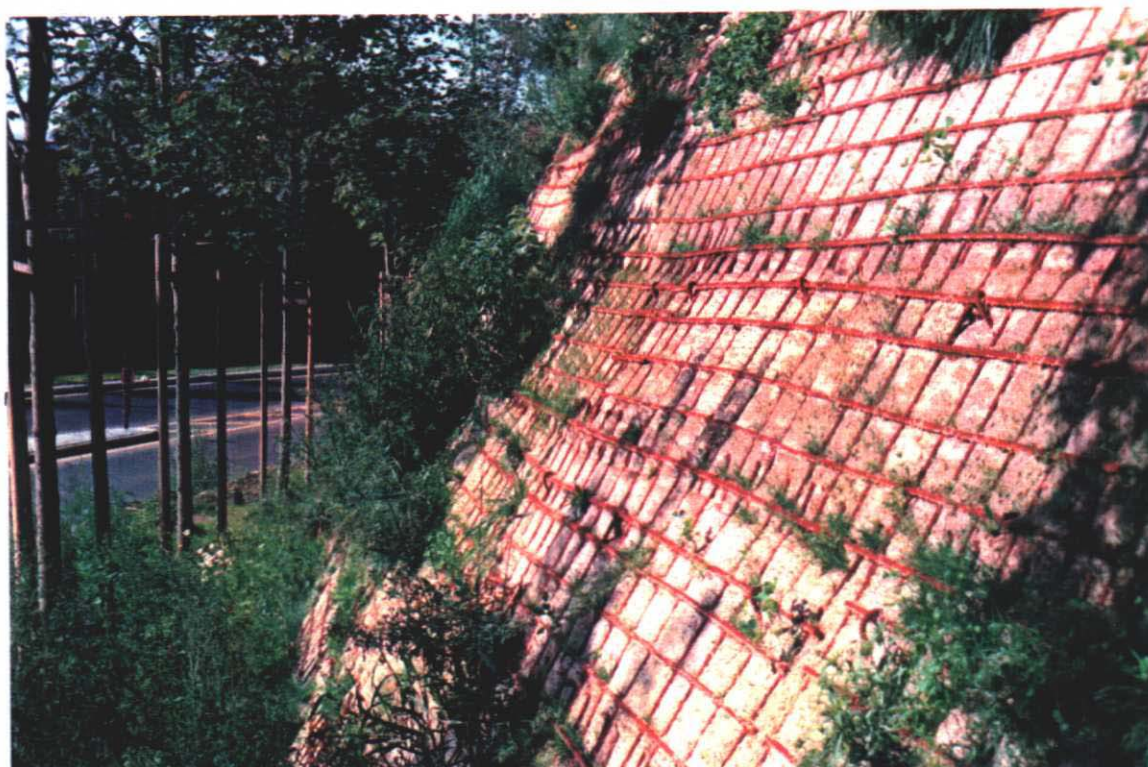
I bakkant fylling, mot terrenget, ble der lagt fiberduk opp til kontakt med overliggende, drenerende masser.



Over 5. lag vises avtrapping.
7. lag legges ut. For 8. lag monteres korg og frontduk.



Sprøyting av frøblanding.



Grasveksten kommer fram.
Mye meldstokk og lignende som antakelig var frø i jordmassene.



Etter at meldstokken var fjernet, kan en fremdeles se felter med liten spiring.
Storvokst gras er dominerende.