



# NORGES HYDRODYNAMISKE LABORATORIER

Fellesforetak: NSFI - Norges Sjøforskningsinstitutt  
SINTEF - Selskapet for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høyskole

47-17-43

Divisjon:  
**VASSDRAGS- OG  
HAVNELABORATORIET**

Kløbuveien 153  
Postboks 4118 - Valentinlyst  
7001 Trondheim  
Telefon: (07) 59 23 00  
Telex: 55435 vhl n  
Telegram: VASSLAB

# rappoort

<b>TITTEL</b> RV17 GLOMFJORD - KILVIK.  VURDERING AV FLOMAVLEDNINGSFORHOLDENE FRA FYKANVATN.	<b>RAPPORT NR.</b> NHL 2.83097  SINTEF STF60 F83097
<b>OPPDRAAGSGIVER</b> STATENS VEGVESEN v/VEGKONTORET I NORDLAND FYLKE	<b>PROSJEKTNR.</b> 603320 603320
<b>KONTAKTPERSON</b> Thor Breimo	<b>TILGJENGELIGHET</b> Fortrolig
<b>SAKSBEHANDLER</b> KNUT SAND	<b>DATO</b> 1983-10-10
	<b>ISBN</b>

**SAMMENDRAG**

Ny riksvei mellom Glomfjord og Holandsfjord medfører ny bru med tilstøtende vegfyllinger over elva fra Fykanvatnet. Flomavledningsforholdene fra Fykanvatn er vurdert for en dimensjonerende flom på  $480 \text{ m}^3/\text{s}$  (1000-årsflommen). Veganlegget medfører ikke vesentlig forverring av flomavledningsforholdene.

Gjennomløpet under den nye brua har rikelig kapasitet for å avlede dimensjonerende flom. Det anbefales å bygge ledeskjerm (evt. kanal) på østsida av elva for å hindre at flomvann går over vegbanen.

<b>STIKKORD</b>
Flom
Bruprojekt
Veifylling
Glomfjord

<b>ANSVARLIG UNDERSKRIFT</b>
J. Sletthaug Direktør

SAMMENDRAG

Dimensjonerende avløpsflom fra Fykanvatn er satt til  $480 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tilsvarende flomvannstand i Fykanvatn blir kote 97,25.

Det vil oppstå kritisk strømming over den eksisterende dammen. Bunnhelningen nedstrøms dammen indikerer at strømmingen vil gå overkritisk (skytende strøm) helt ned til omløpstunnelene.

Tilgjengelig strømmingstverrsnitt under brua har rikelig kapasitet til å avlede den dimensjonerende flom.

Veifyllingen på østre side fyller igjen en tidligere avskjærende flomkanal. Dette kan medføre at veifyllingen oversvømmes under flom. Flomvann vil da kunne renne forbi omløpstunnelene og ned mot Fykan kraftstasjon. Flomvann vil muligens komme inn i veitunnelen, dessuten vil det oppstå erosjonsskader på veifyllingen.

Som forebyggende tiltak mot dette forhold anbefales å grave/spreng ut en ny avskjærende kanal, eventuelt sette opp en ledemur for å lede flomvannet mot gjennomløpet under brua.

<u>II. INNHOLDSFORTEGNELSE</u>	Side
I SAMMENDRAG	
II INNHOLDSFORTEGNELSE	
1. INNLEDNING .....	1
2. GRUNNLAG .....	2
3. STRØMNINGSSITUASJON VED DIMENSJONERENDE FLOMVANNFØRING .....	3
3.1. Dimensjonerende flomvannføring .....	3
3.2. Vannstandsforhold i Fykanvatn .....	3
3.3. Strømning over gammel dam over utløpet av Fykanvatn ..	3
3.4. Strømning nedstrøms gammel dam .....	4
3.5. Gjennomløpets kapasitet .....	5
3.6. Overløp over vegbanen .....	6
3.7. Strømningsforhold nedstrøms brua .....	7
4. FOREBYGGENDE TILTAK .....	8
5. LITTERATUR .....	9

## 1. INNLEDNING

Statens Vegvesen bygger vei mellom Glomfjord og Holandsfjord i Meløy kommune. I den forbindelse er det allerede bygd ny bru og tilstøtende veifyllinger ved utløpet av Fykanvatn (bilag 1 og 2).

Statens Vegvesen henvendte seg 8 mars 1983 til Vassdrags- og havnelaboratoriet (VHL) for å få utført en konsekvensvurdering av dambrudd på dammene ved Nedre Navervann og Storglomvann. Denne vurderingen skulle også påpeke om den nye brua og tilstøtende veifyllinger ville medføre forverring av flomavledningsforholdene ut fra Fykanvatn. Henvendelsen ble gjort på grunnlag av Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesens (NVE) uttalelse til veiplanen.

NVE ble anmodet om å framskaffe nødvendig grunnlagsmateriale for vurderingen. Gjennom telefonsamtaler med NVE (Finn Reistad, Thorleif Hoff) kom det fram at det i dagens situasjon ikke er relevant å vurdere flomavledningsforholdene nedenfor Fykanvatn for dambrudd lenger oppe i vassdraget. Det ble enighet om at VHL skulle utsette arbeidet med denne vurderingen inntil NVE fikk sendt ut en revurdert uttalelse til veiplanen basert på beregninger av dimensjonerende avløpsflom v hj a vanlige statistiske metoder.

NVE-Hydrologisk avdeling har beregnet statistisk 1-årsflom og 1000-årsflom ut fra Fykanvatn. Det er imidlertid ikke kommet noen ny uttalelse til veiplanen fra NVE pr 1 september 1983, til tross for gjentatte forespørsler.

Den statistiske 1000-årsflommen er vanligvis brukt som dimensjoneringskriterium for konstruksjoner i vassdrag når konsekvensene ved brudd/ødeleggelse er vesentlige. I samråd med Statens Vegvesen har vi i den foreliggende rapporten gjort en vurdering av flomavledningsforholdene ut fra Fykanvatn med den statistisk beregnede 1000-årsflommen som dimensjonerende flom. Dette er i samsvar med ordrebekreftelse sendt fra VHL 13 juli 1983.

2. GRUNNLAG

Som grunnlagsmateriale ved vurderingen er følgende benyttet:

- Fra Vegkontoret i Nordland fylke:  
RV 17 Glomfjord - Kilvik  
Tegning nr 13 og 14
  
- Fra Ing. A.B. Berdal A/S:  
Tegning nr 1520-020
  
- Fra Glomfjord kraftverk:  
Rapporter fra "Modellforsøk med omløpstunneler Fykan-  
vatn" 1952-53
  
- Fra NVE-Hydrologisk avdeling:  
Statistisk beregnede flomstørrelser er:  
1-årsflom : 95 m<sup>3</sup>/s  
1000-årsflom uregulert : 580 m<sup>3</sup>/s  
1000-årsflom regulert : 480 m<sup>3</sup>/s

### 3. STRØMNINGSSITUASJON VED DIMENSJONERENDE FLOMVANNFØRING

#### 3.1. Dimensjonerende flomvannføring

Dimensjonerende flomvannføring settes lik  $480 \text{ m}^3/\text{s}$ , som tilsvarer den statistisk beregnede 1000-årsflom under regulerte forhold.

#### 3.2. Vannstandsforhold i Fykanvatn

Rapporten fra "Modellforsøk med omløpstunneler Fykanvatn" (/1/) inneholder vannføringskurver for Fykanvatn for ulike alternativer for forbygninger ved utløpet, se bilag 3. Ingen av disse vannføringskurvene vil være korrekte etter at det nye veianlegget er bygd, da området på vestsida av elva, oppstrøms den gamle brua, blir noe forandret. Disse vannføringskurvene er imidlertid den eneste informasjon vi har om vannstandsforholdene i Fykanvatnet. Vi har derfor valgt å bruke vannføringskurve C på bilag 3 som grunnlag. Feilen vi dermed gjør, antas ikke å bli dominerende, tatt i betraktning de store usikkerheter som ligger i beregning av vannstander lenger nedstrøms.

Ved dimensjonerende flomvannføring blir vannstanden i Fykanvatn på kote 97,25.

#### 3.3. Strømning over gammel dam over utløpet av Fykanvatn

/1/ inneholder fotografier fra modellforsøkene. Laveste flomvannføring som ble benyttet i modellen, var  $600 \text{ m}^3/\text{s}$ , som er større enn den dimensjonerende flomvannføringen som nå er lagt til grunn. Disse bildene viser tydelig at det er kritisk strømning over dammen for vannføring lik  $600 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ut fra dette kan det med sikkerhet antas at

det vil oppstå kritisk strømning i et snitt over dammen også ved dimensjonerende flom lik  $480 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ved kritisk strømning vil Froude-tallet alltid være lik 1. Froude-tallet uttrykker forholdet mellom treghetskrefter og tyngdekrefter:

$$F = \frac{v}{\sqrt{g \cdot y}}$$

hvor

$v$  = vannhastighet (m/s)

$g$  = tyngdens akselerasjon ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$y$  = vanddybde (m)

#### 3.4. Strømning nedstrøms gammel dam

Nedstrøms kritisk snitt over dammen vil strømmingen gå overkritisk (skytende strøm), dvs Froudetall  $F > 1$ .

Langs et slakt parti nedstrøms dammen er minste bunnhelning ca

$$I_b \approx \frac{1}{25} = 0,04$$

For et tverrsnitt med bredde 25 m (som gjennomløpet under den nye brua), er kritisk dybde lik

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gT^2}}$$

hvor

$Q$  = vannføring ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$g$  = tyngdens akselerasjon ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$T$  = tverrsnittets karakteristiske bredde (m)

Dette gir:

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{480^2}{9,8 \cdot 25^2}} = 3,35 \text{ m}$$

Kritisk bunnhelning for et antatt kanaltverrsnitt med bredde 25 m blir:

$$I_c = \frac{g \cdot y_c}{M^2 \cdot R_c^{4/3}}$$

hvor

$g$  = tyngdens akselerasjon ( $\text{m/s}^2$ )

$y_c$  = kritisk vanndybde (m)

$M$  = ruhetsfaktor (antatt  $M = 30$ )

$R_c$  = kritisk hydraulisk radius (m)

$$I_c = \frac{9,81 \cdot 3,35}{30^2 \cdot \left(\frac{25 \cdot 3,35}{2 \cdot 3,35 + 25}\right)^{4/3}} = 0,01$$

Bunnhelningen er større enn kritisk bunnhelning ( $I_b > I_c$ ).

Dette indikerer at det vil bestå overkritisk strømming fra dammen og gjennom løpet under brua. Lenger nedstrøms blir bunnhelningen brattere, og strømmingen blir enda mer overkritisk.

### 3.5. Gjennomløpets kapasitet

Kritisk vanndybde under brua er beregnet til  $y_c \approx 3,35$  m. Med bunnnivå på ca kote 87 medfører dette at et kritisk vannspeil vil ligge på ca kote 90,5. Dette er godt under høyeste akseptable vannspeilnivå for brua.

Bunnhelningen indikerer overkritisk strømming, dvs aktuelt vannspeilnivå vil ligge lavere enn kote 90,5.

Tilgjengelig tverrsnitt i gjennomløpet er ca 130 m<sup>2</sup>. Dersom vi regner tverrsnittet helt fylt, får vi Froude-tall:

$$F = \frac{Q/A}{\sqrt{g \cdot A/T}}$$

hvor

Q = vannføring (m<sup>3</sup>/s)

A = tverrsnittsareal (m<sup>2</sup>)

g = tyngdens akselerasjon (m/s<sup>2</sup>)

T = karakteristisk bredde (m)

$$F = \frac{480/130}{\sqrt{9,81 \cdot 130/25}} = 0,5$$

Et reelt Froude-tall vil her ligge i området 1,0-1,5. Det vil si at gjennomløpet har rikelig kapasitet for å avlede den dimensjonerende flommen.

### 3.6. Overløp over veibanen

Ved flomvannstand i Fykanvatn på kote 97,25, vil en del vann også renne over på sidene av den gamle brua. På grunnlag av de tidligere modellforsøkene er det anlagt en avskjærende kanal på østsida av brua for å lede dette flomvannet innenfor forbygningene. Denne kanalen blir nå gjenfylt av den østre veifyllingen. Under flom kan det derfor skje at den østre veifyllingen oversvømmes. Ut fra det som kan ses av kartet, vil en slik hendelse medføre at flomvann som kommer over veibanen, vil renne ned langs eksisterende vei mot Fykan kraftstasjon og utenom omløpstunnelene.

Betinget av fallforhold på veibanen og fallretning på veigrøfter, kan det også være mulighet for at flomvann kommer inn i veitunnelen. Vegfyllingen vil også være utsatt for erosjonsskader.

### 3.7. Strømningsforhold nedstrøms brua

Brua og tilstøtende veifyllinger forårsaker et nytt singulært energitap i vannveien. Dette medfører at vannstrømmen nedstrøms dette punkt får et lavere energinivå enn tidligere. Det er derfor utenkelig at brua og veifyllingene kan føre til forverring av strømnings situasjonen lenger nedstrøms.

#### 4. FOREBYGGENDE TILTAK

##### 4.1. Ledeskjerm, evt avskjærende kanal

Oversvømmelse av vestre veifylling vil medføre konsekvenser som:

- Flomvann renner forbi omløpstunnelene og ned mot Fykan kraftstasjon. Dette kan medføre ukontrollert erosjon med fare for selve kraftstasjonen, som er fundamentert på løsmasser (muntlig opplysning fra NVE).
- Flomvann renner inn i veitunnelen.
- Erosjonsskader på veifyllinga.

For å eliminere disse konsekvensene må flomvannet avskjæres før det når veifyllinga. Vi tenker oss at dette kan gjøres på to ulike måter:

- 1) Ny avskjærende kanal graves/sprenges for å lede dette flomvannet inn mot gjennomløpet under brua.
- 2) Ledemur kan settes opp for å lede flomvann inn mot gjennomløpet under brua.

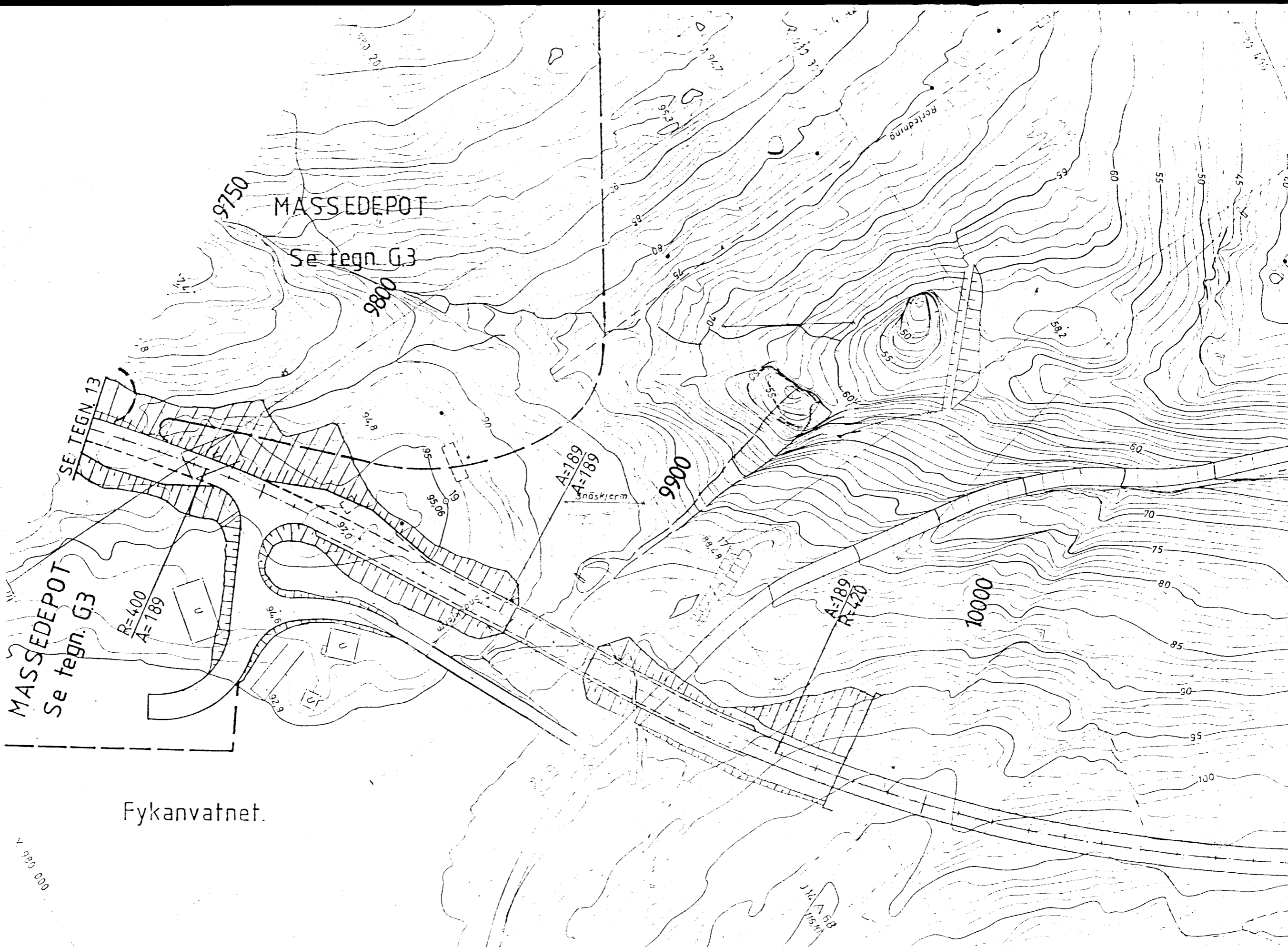
Plassering av kanal eller ledemur må bli omtrent som antydnet på bilag 4.

Dimensjonering av kanal eller ledemur bør gjøres v hj a modellforsøk i en fysisk modell.

5. LITTERATUR

- /1/ VASSBYGGINGSLABORA- Modellforsøk med omløpstunneler Fykan-  
TORIET VED NTH: vatn, I og II.  
Trondheim 1952-53.
- /2/ CEDERWALL, K. og Hydraulik för väg och vattenbyggare.  
LARSEN, P.: Liber Läromedel, Malmö, 1976.
- /3/ LYSNE, D.K.: Kanalstrømning. Kompendium ved EEU-kurs  
Hydromekanikk i praksis.  
NTH, Trondheim 1980.

STATENS VEGVESEN



H.O.H.

110

100

90

PROFIL NR. 9750

9800

9900

10000

HOR. KURV.

BREDDEUTV.

TVERRFALL  
(1% = 2mm)

— H.kj.b.k.

- - - V.kj.b.k.

PROFIL H.

TERRENGH

R=400

A=189

A=189

6.0 %

-6.0 %

RV 17 BRU FYKAN TRASÉ - PROFIL

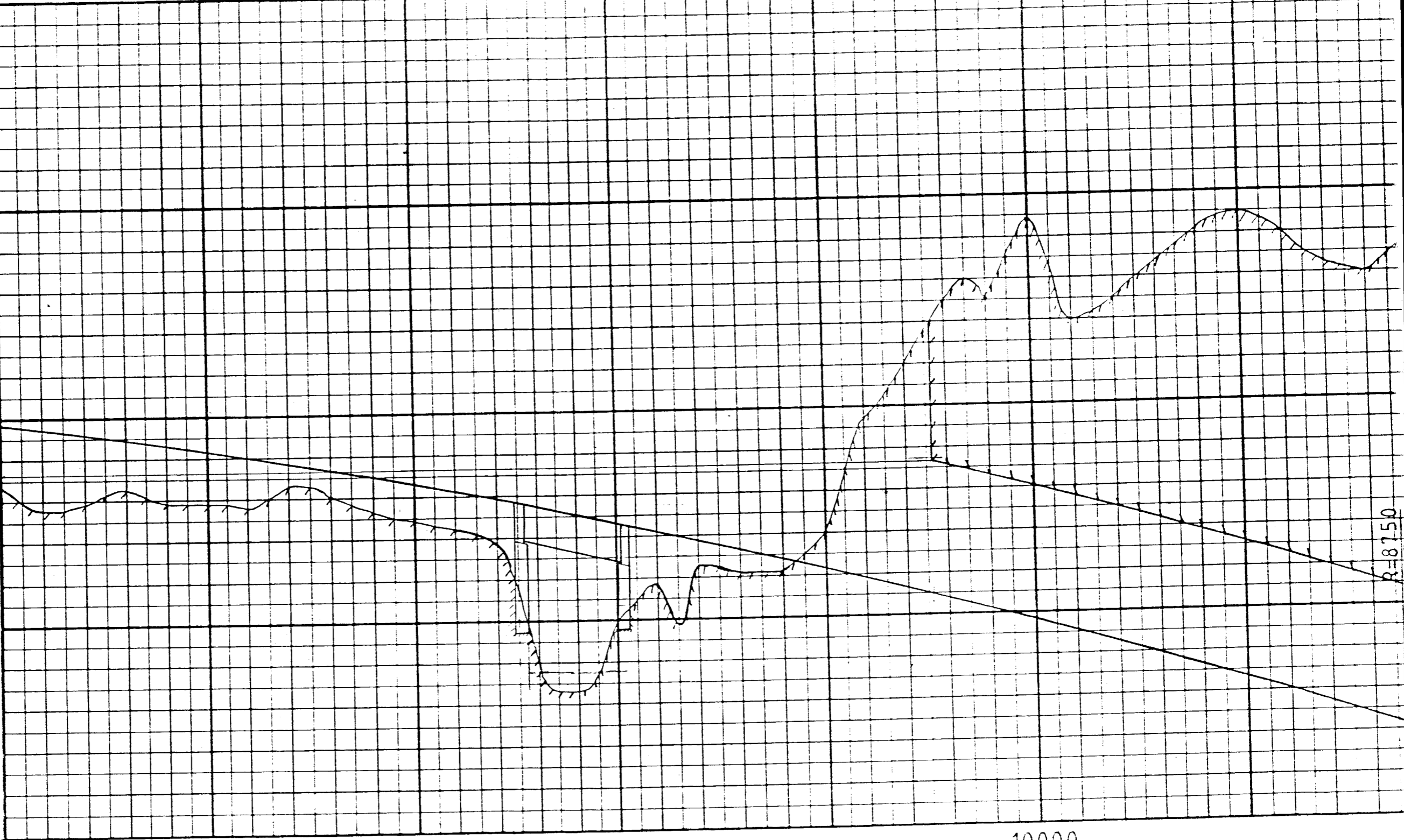
**nhl** NORGES HYDRODYNAMISKE LABORATORIER  
NORWEGIAN HYDRODYNAMIC LABORATORIES

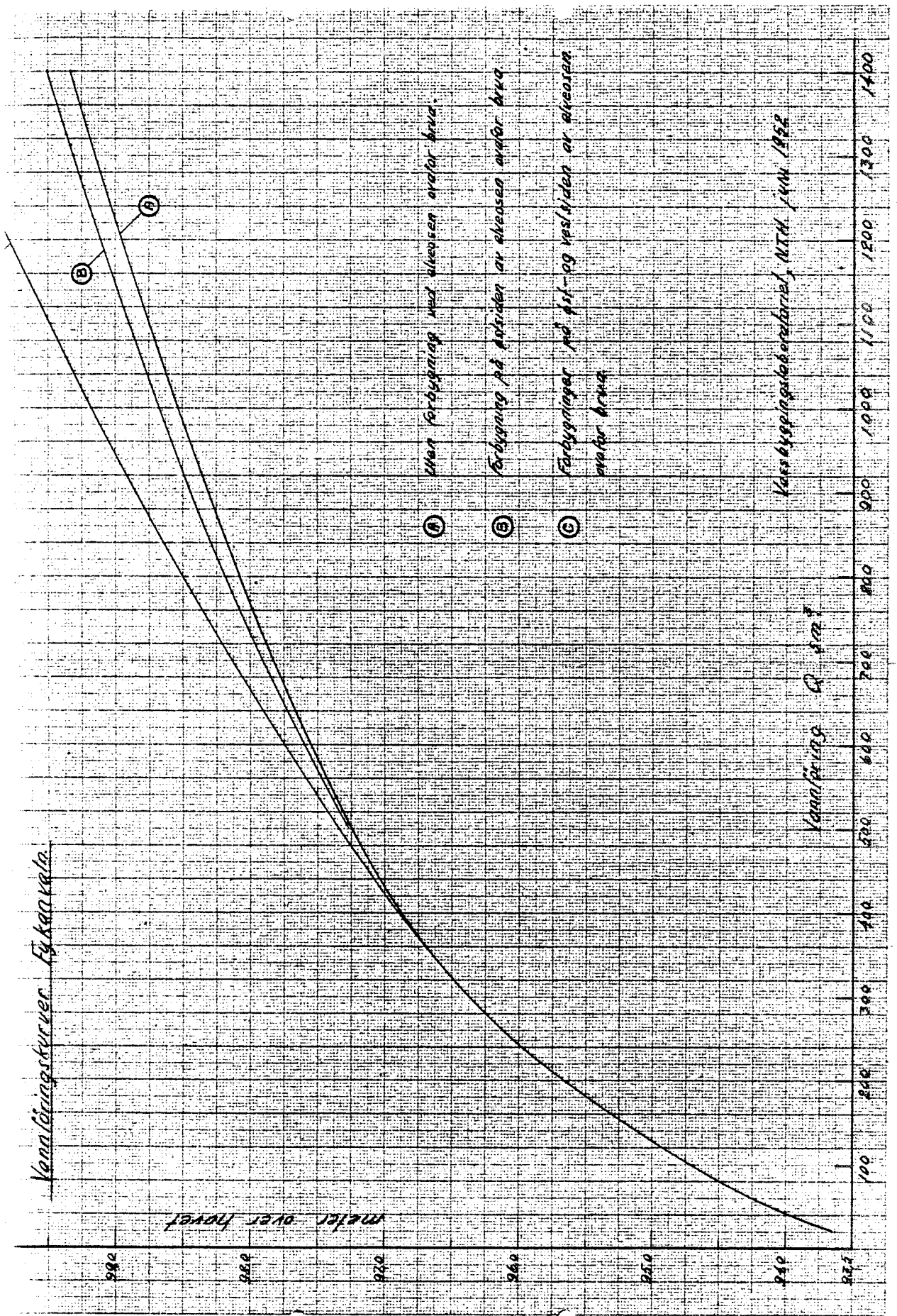
60 3320

SEPT -83

2

R=8750





RV 17 BRU FYKAN VASSFØRINGSKURVER FYKANVATN



NORGES HYDRODYNAMISKE LABORATORIER  
NORWEGIAN HYDRODYNAMIC LABORATORIES

60 3320

SEPT -83

3

