

# DEBIETMETING IN EEN RIOOLBUIS BEREKEND UIT OPTREDEND VERVAL

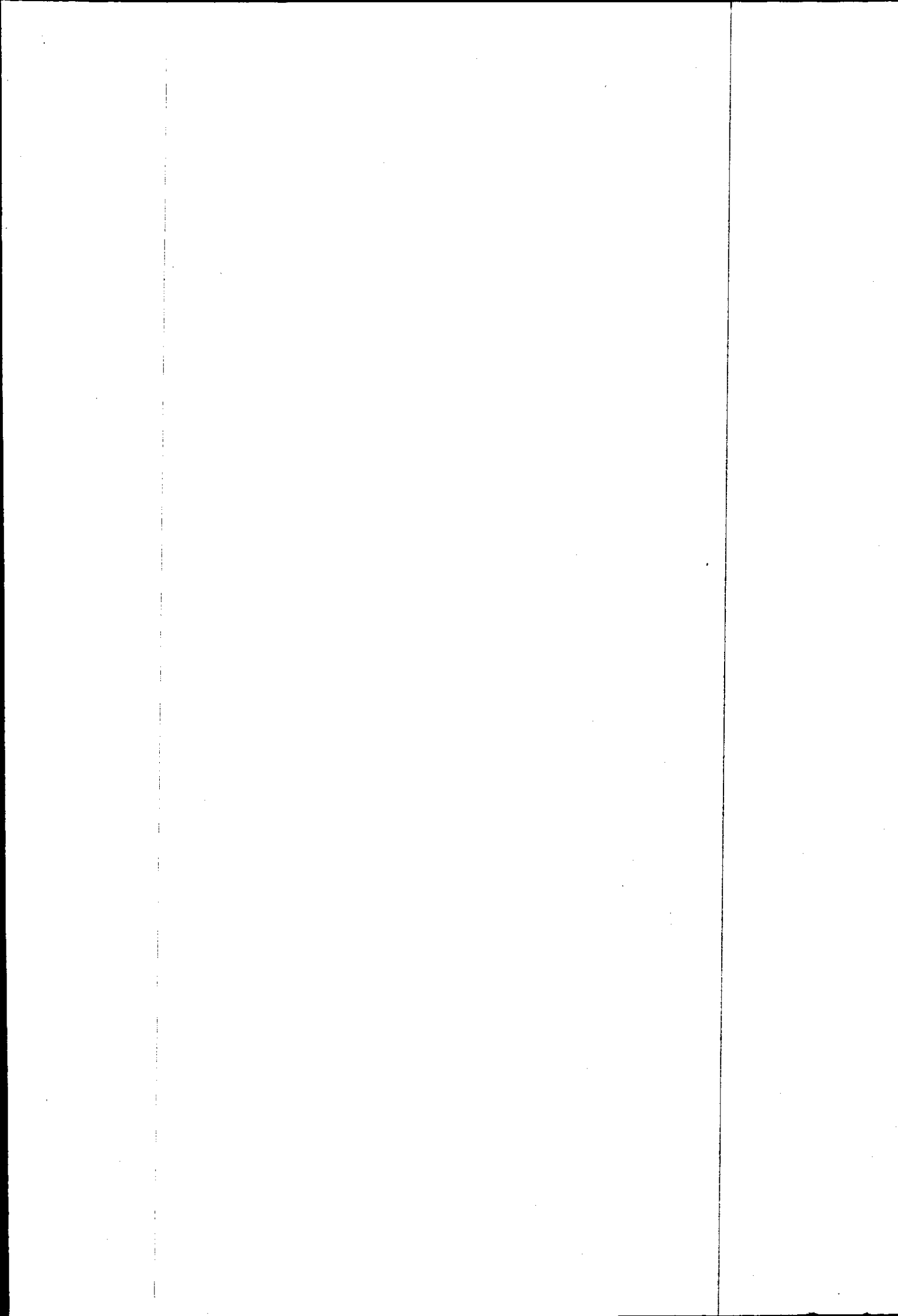
Nota 42



lh

LABORATORIUM VOOR HYDRAULICA EN AFVOERHYDROLOGIE

189249



DEBIETMETING IN EEN RIOOLBUIS

BEREKEND UIT OPTREDEND VERVAL

NOTA 42

LABORATORIUM VOOR  
HYDRAULICA EN AFVOERHYDROLOGIE  
LANDBOUWHOGESCHOOL

juli 1978

77 - 51

## INHOUD

	Pag.
1. INLEIDING	1
2. LABORATORIUM ONDERZOEK	1
3. MEETRESULTATEN	2
4. SLOTPMERKINGEN	5
5. MEETCIJFERS MODEL (BUIS Ø 0.3 M)	6

BIJLAGEN: 3 FIGUREN

## 1. INLEIDING

Op een drietal plaatsen in de wijk Veldhuizen (gemeente Ede) bleek de behoefte te bestaan om meer inzicht te verkrijgen in de afvoeren door het bestaande rioleringsstelsel. Het betreft hier een gemengd rioleringsstelsel waarin tijdens regenbuien grote afvoeren van de hoger gelegen gedeelten van de gemeente kunnen worden verwacht.

Het aanbrengen van een U-vormige vernauwing zoals is beschreven in Nota 41 van het Laboratorium voor Hydraulica en Afvoerhydrologie stuitte op onoverkomelijke bezwaren. De enige mogelijkheid was om te trachten een relatie te vinden tussen het verval - gemeten over een zekere buislengte - en het debiet. Hierbij moest in één van de drie gekozen meettrajecten rekening gehouden worden met de aanwezigheid van een inspectieput.

Aan het onderzoek werd steun verleend door de Dienst Gemeentewerken van de gemeente Ede, die een betonnen inspectieput en personele hulp bij het verrichten van de metingen beschikbaar stelde. Voorts werden metingen verricht door ing. A. Dommerholt, die tevens de uitwerking van de meetcijfers verzorgde. Het onderzoek stond onder leiding van ir. R.H. Pitlo.

## 2. LABORATORIUM ONDERZOEK

In het laboratorium werd een meetopstelling vervaardigd zoals is weergegeven in figuur 1. In verband met het beschikbare debiet werd gekozen voor een rioolbuis met een inwendige diameter van 0.3 m.

De prototype-maten van de rioolbuizen en de lengten van de 3 meettrajecten zijn hieronder weergegeven.

meettraject	lengte (m)	buisdiameter (m)	opmerkingen
1	40	0.4	-
2	19,8	0.5	-
3	88,2	0.8	met put

De betonnen inspectieput in het model had inwendige (standaard) afmetingen van 0.8 x 0.8 m. Aangezien deze put niet "op schaal" verkleind leverbaar was, werden enkele metingen verricht waarbij de inwendige breedte van de put met behulp van houten schotten was verkleind. Om de invloed van de inspec-

tieput op de optredende weerstand in het systeem te kunnen uitschakelen (meettrajecten 1 en 2) werd van beton een kap vervaardigd, die in de put kon worden geplaatst (zie fig. 1). De inwendige straal van deze kap met half cirkelvormig dwarsprofiel was gelijk aan die van de rioolbuis.

In het model is getracht om een relatie te vinden tussen het verval ( $\Delta h$ ) over de meetsectie van 7,6 m en het debiet ( $Q$ ).

Opstuwung in het rioleringsstelsel komt regelmatig voor, de  $Q$ - $\Delta h$  relatie zal hierdoor worden beïnvloed. Gelet op dit gegeven en de ervaring opgedaan bij metingen aan een U-vormige vernauwing, werd besloten, om het onderzoek te beperken tot die gevallen waarbij de rioolbuis geheel is gevuld. Dit werd bereikt door de buis aan de uitstroomzijde te voorzien van een frame waarin vertikaal latten konden worden aangebracht.

Na een eerste serie metingen bleek het gemeten verval in het model te worden beïnvloed door de in- en uitstroming. Teneinde deze beïnvloeding te verminderen werden in de rioolbuis, zowel bij de in- als bij de uitstroming, schermen aangebracht bestaande uit P.V.C.-buisjes met een diameter van 0.038 m (zie fig. 1).

### 3. MEETRESULTATEN

Het gevonden verband tussen het debiet en het verval ( $\Delta h$ ) in het model voor situaties met- zowel als zonder- invloed van de inspectieput is weergegeven in figuur 2. Deze uitkomsten zijn uitsluitend geldig voor een nieuwe rioolbuis met een diameter van 0.3 m, een meetsectie ter lengte van 7,6 m en een inspectieput zoals weergegeven in figuur 1.

Om de verkregen uitkomsten te kunnen "vertalen" naar andere buisdiameters en andere lengten van de meetsectie zijn de volgende aannamen gedaan:

- 1<sup>e</sup> De wandruwheid ( $k$ ) van rioolbuizen met andere diameters is gelijk aan die van de onderzochte buis in het model.
- 2<sup>e</sup> De weerstand in de inspectieput van meettraject 3 (buis  $\emptyset$  0.8 m) kan bij benadering worden gevonden uit de modelmetingen door toepassing van de schaalwet van Froude.

De laatste aanname is gedaan, omdat, zoals reeds in paragraaf 2 werd beschreven, de gebruikte inspectieput geen juist schaalmodel is van de werkelijke put. De "model"-put is in verhouding te groot.

Met behulp van de houten "dummy" zijwanden is voor enkele debieten nage-

gaan of de breedte van de put invloed had op de gevonden verliezen in de put. Bij een konstant debiet werden telkens de houten zijwanden aangebracht en weer verwijderd. De inwendige breedte van de put bedroeg hierbij 0.6 resp. 0.8 m. Er werd geen significant verschil in  $\Delta h$  gevonden.

Het verband tussen  $Q$  en  $\Delta h$  voor geheel gevulde buizen (meetsecties 1 en 2) kan worden weergegeven door de formule van Darcy Weissbach:

$$\Delta h = \lambda \frac{L}{D} \frac{\bar{v}^2}{2g} \quad \dots\dots (1)$$

Hierin is:

$\Delta h$	= verval	(m)
$\lambda$	= weerstandscoefficiënt	(-)
$L$	= lengte meetsectie	(m)
$D$	= buisdiameter	(m)
$\bar{v}$	= gemiddelde stroomsnelheid in de doorsnede	(m s <sup>-1</sup> )
$g$	= versnelling van de zwaartekracht	(m s <sup>-2</sup> )

Uit de modelmetingen kan met behulp van formule (1) de waarde van  $\lambda$  worden berekend.

In figuur 3 is  $\lambda$  uitgezet tegen het getal van Reynolds ( $Re = \frac{\bar{v}D}{\nu}$ ). De metingen blijken te liggen op de grens van het hydraulisch ruwe gebied.  $\lambda$  bedraagt ongeveer 0.022 en is vrij constant voor  $Re > 1,27 \times 10^5$  ( $Q > 0,03 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ). Hieruit volgt:  $\frac{D}{k} \approx 600$  en voor een nieuwe betonbuis met een diameter van 0.3 m een wandruwheid:  $k = 0,5 \text{ mm}$ . Dit getal komt goed overeen met gegevens uit de literatuur. Opgemerkt moet echter worden, dat in de praktijk de wandruwheid door vuilafzetting sterk kan veranderen. Houdt men desondanks een "k-waarde" aan van 0,5 mm voor alle in de praktijk voorkomende buisdiameters (aanname 1), dan kan telkens de verhouding  $\frac{D}{k}$  worden berekend en uit de formule

$$\lambda = \frac{0,25}{(\log 3.7 \frac{D}{k})^2}$$

voor hydraulisch ruwe buizen de bijbehorende waarde van  $\lambda$ .

In de hierna volgende tabel is het verband tussen enkele buisdiameters en  $\lambda$  weergegeven.

buisdiameter (m)	$\frac{D}{k}$	$\lambda$	ondergrens Q ( $m^3 s^{-1}$ )
0.4	800	0,0207	0,06
0.5	1000	0,0196	0,11
0.8	1600	0,0176	0,35

Met behulp van de tabel en formule 1 kunnen de volgende betrekkingen worden opgesteld voor de meettrajecten 1 en 2:

Meettraject 1 (buis  $\emptyset$  0.4 m, L = 40 m)

$$\Delta h = 0.0207 \frac{L}{0.4} \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (\frac{1}{4}\pi 0.4^2)^2} \quad \delta f Q^2 = 5,987 \frac{\Delta h}{L}$$

en 
$$Q = 2,447 \sqrt{\frac{\Delta h}{L}} \quad (m^3 s^{-1}) \quad \dots\dots (2)$$

Meettraject 2 (buis  $\emptyset$  0.5 m, L = 19,8 m)

$$\Delta h = 0.0196 \frac{L}{0.5} \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (\frac{1}{4}\pi 0.5^2)^2}$$

en 
$$Q = 4,393 \sqrt{\frac{\Delta h}{L}} \quad (m^3 s^{-1}) \quad \dots\dots (3)$$

Meettraject 3 (buis  $\emptyset$  0.8 m, L = 88,2 m inclusief put)

Bij meettraject 3 moet naast de buisweerstand rekening worden gehouden met de weerstand van een inspectieput.

Voor de buisweerstand geldt:

$$\Delta h = 0.0176 \frac{L}{0.8} \frac{Q^2}{2 \times 9.81 \times (\frac{1}{4}\pi 0.8^2)^2}$$

en 
$$Q = 15,011 \sqrt{\frac{\Delta h}{L}} \quad (m^3 s^{-1}) \quad \dots\dots (4.a)$$

Voor de inspectieput werd in het model het volgende verband tussen  $\Delta h$  en Q gevonden:

$$\Delta h_p = 1.745 Q^{1.895} \quad (m)$$

Hoewel de macht van Q niet gelijk is aan 2 en dus de schaalwet van Froude



niet geheel opgaat, kan als eerste benadering voor het prototype worden aangehouden:

$$\Delta h_p = 0,045 Q^{1,9} \text{ (m)} \quad \dots\dots (4.b)$$

Door combinatie van de formules (4.a) en (4.b) volgt dan voor het totale verlies ( $\Delta h_t$ ) met dezelfde benadering:

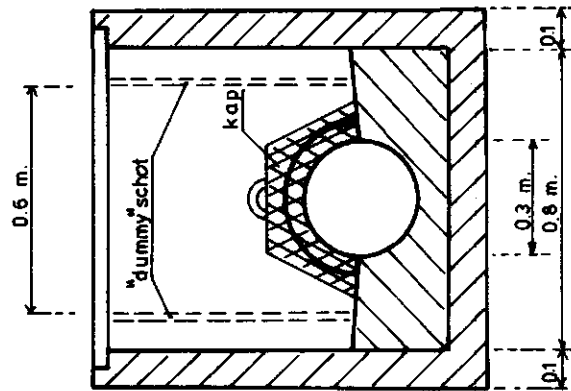
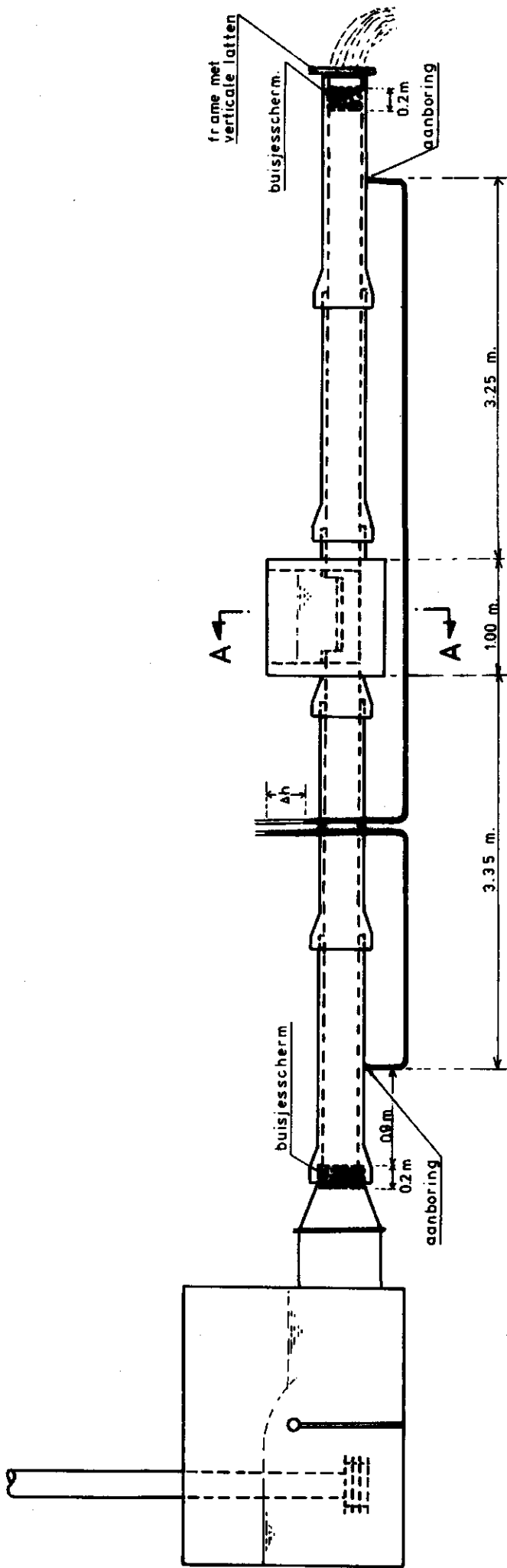
$$Q = 1.5 \Delta h_t^{0,5} \text{ (m}^3 \text{ s}^{-1}\text{)} \quad \dots\dots (5)$$

#### 4. SLOTPMERKINGEN

1. Uit het onderzoek is gebleken, dat de stroming boven- en benedenstrooms van de meetsectie van grote invloed is op de gevonden resultaten. Het verdient daarom aanbeveling de metingen te herhalen in een langere buis. In het prototype moet worden nagegaan of de stroming in de verschillende meetsecties niet wordt verstoord door bochten, knikken of zijdelingse toevoer in de rioolbuis zowel boven- als direct benedenstrooms van deze secties.
2. Voor de wandruwheid van beton is gekozen: 0.5 mm. Deze waarde geldt voor nieuwe en schone buizen. Regelmatig en grondig reinigen van de meetsecties is een voorwaarde om de gegeven formules te mogen gebruiken.
3. De gegeven formules zijn slechts benaderingen waarmee niet meer dan een indruk omtrent de afgevoerde hoeveelheden kan worden verkregen. Algemeen gebruik van deze formules moet worden ontraden.

5. MEETCIJFERS MODEL (BUIS Ø 0.3 M)

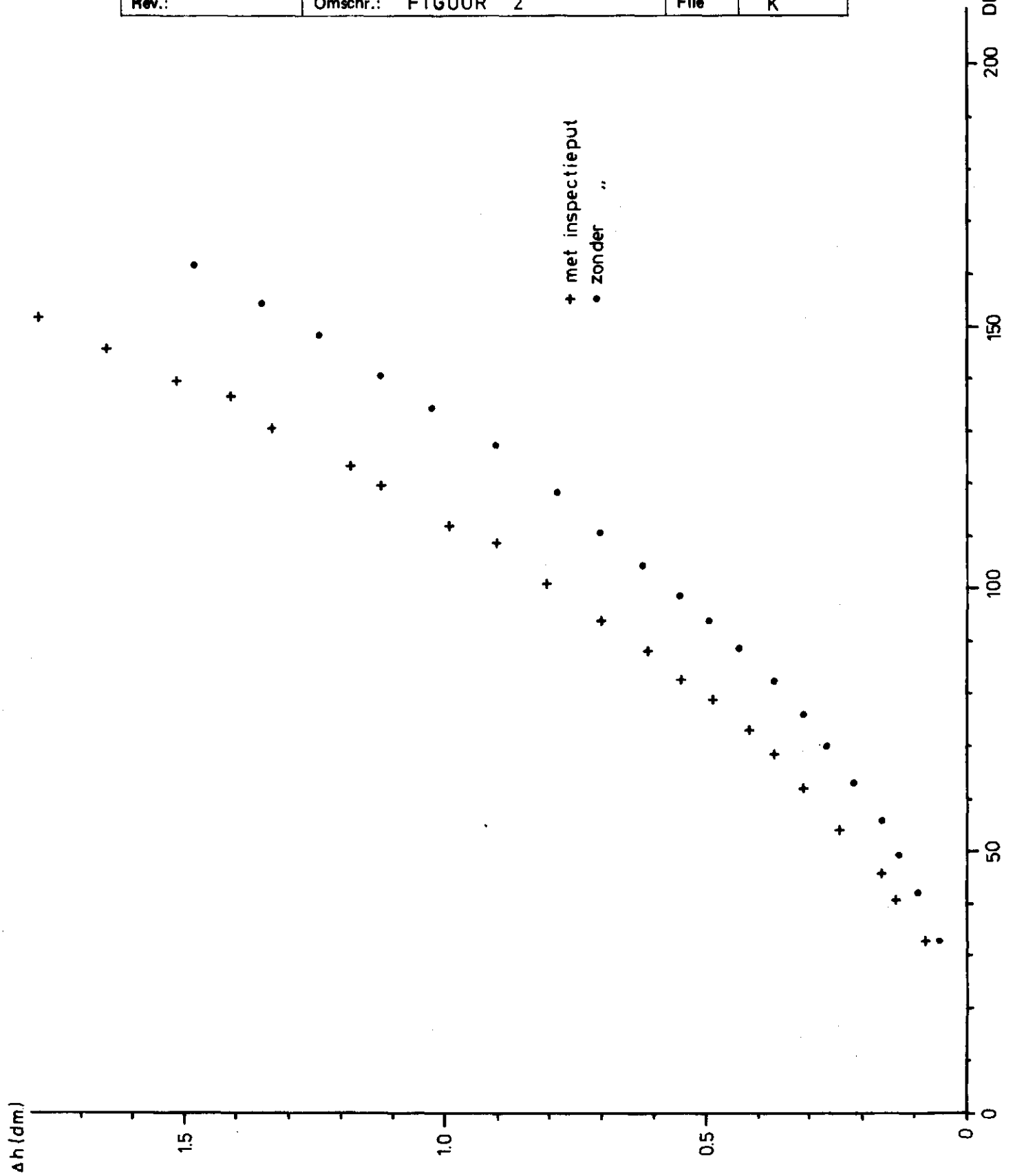
<u>Q (m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>)</u>	<u>Δh<sub>buis</sub> (m)</u>	<u>Q (m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>)</u>	<u>Δh<sub>buis+put</sub> (m)</u>
0.0328	0.0056	0.0325	0.0080
0.0421	0.0096	0.0407	0.0138
0.0494	0.0132	0.0456	0.0166
0.0556	0.0166	0.0540	0.0248
0.0629	0.0220	0.0619	0.0320
0.0698	0.0274	0.0684	0.0376
0.0759	0.0318	0.0729	0.0420
0.0820	0.0372	0.0786	0.0490
0.0883	0.0440	0.0825	0.0552
0.0937	0.0498	0.0879	0.0614
0.0984	0.0556	0.0938	0.0704
0.1043	0.0626	0.1008	0.0808
0.1114	0.0706	0.1086	0.0906
0.1182	0.0790	0.1120	0.0996
0.1273	0.0908	0.1196	0.1128
0.1344	0.1028	0.1233	0.1190
0.1404	0.1128	0.1305	0.1336
0.1482	0.1244	0.1364	0.1416
0.1542	0.1356	0.1398	0.1520
0.1616	0.1486	0.1456	0.1654
		0.1515	0.1786

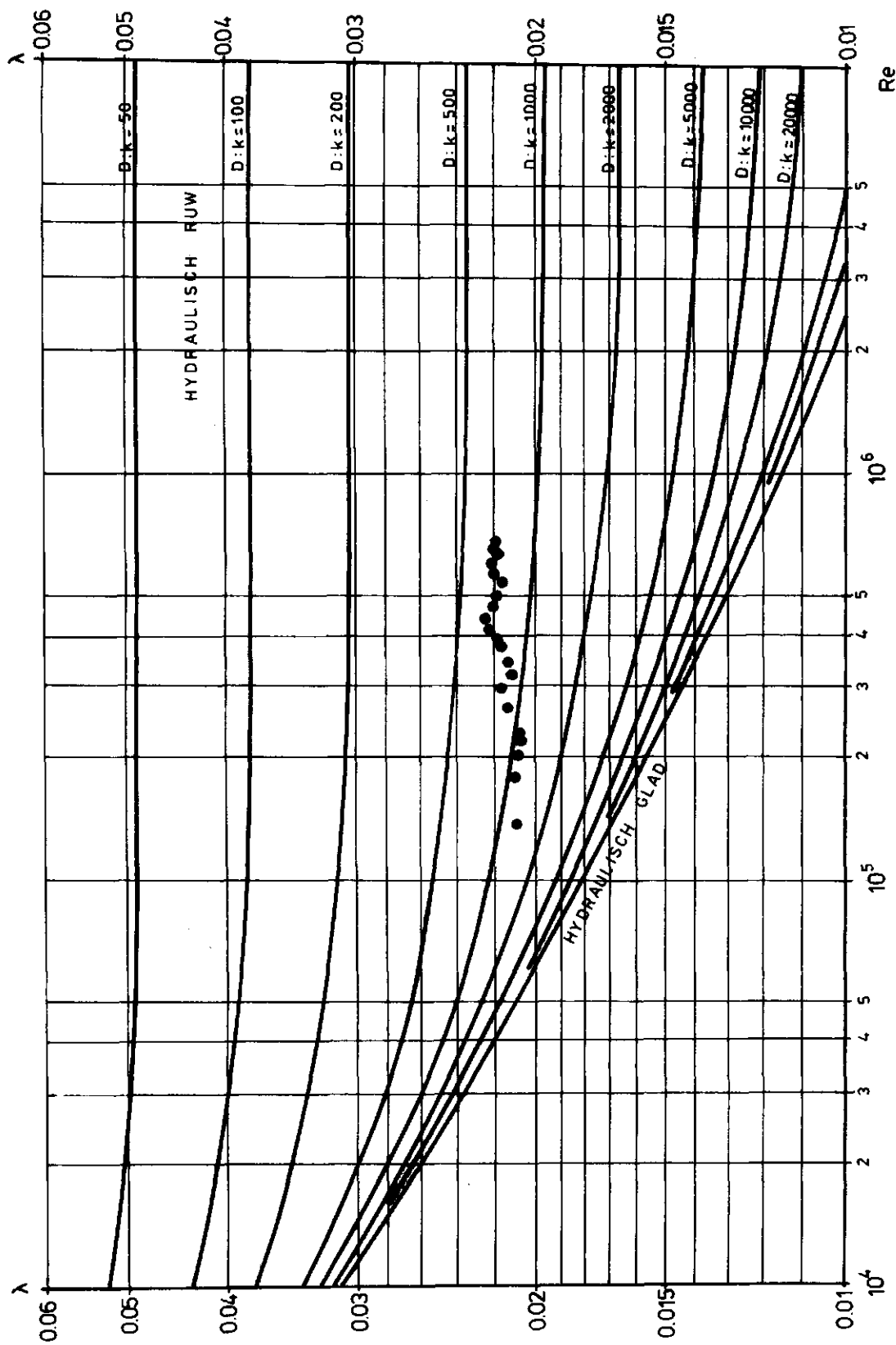


doorsnede A-A

DEBIETMETING IN RIOOLBUIS, BEREKEND UIT VERVAL		Nr. 78 - 4 - 03	
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D.	JUNI '78
HYDRAULICA		Project	77 - 51
LABORATORIUM		Gez.	
Blad - 1 van 1	Maten: in m.	Schaal	1:20 , 1:50
Rev.:	Omschr.: FIGUUR 1	File	K

DEBIETMETING IN RIOOLBUIS, BEREKEND UIT VERVAL		Nr. 78 - 4 - 02	
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D.	JUNI '78
HYDRAULICA LABORATORIUM		Project	77_51
		Gez.	
Bled - 1 van 1	Maten:	Schaal	
Rev.:	Omschr.: FIGUUR 2	File	K





DEBIETMETING IN RIOOLBUIS, BEREKEND UIT VERVAL Nr. 78 - 4 - 01	
LANDBOUWHOGESCHOOL	
D.D. JUNI '78	
Project 77 - 51	
Gez.	
Schaal	
File K	
HYDRAULICA LABORATORIUM	
Maten:	
Bled - 1 van 1	Omchr.: FIGUUR 3
Rev.:	