

Beregeningsinstallatie

voor

oppervlakteafvoer studies  
(met behulp van een hellende goot)

Nota no. 20

Laboratorium voor  
Hydraulica en Afvoerhydrologie  
mei 1971  
(70-52)

1096526

## 1. Inleiding.

Om de neerslag-afvoer relatie bij oppervlakkige afstroming te onderzoeken<sup>\*</sup>), werd in het Laboratorium voor Hydraulica en Afvoerhydrologie van de Landbouwhogeschool te Wageningen gebruik gemaakt van een 15 m lange en 1 m brede meetgoot die d.m.v. een vijzel onder een hoek van maximaal  $5^{\circ}30'$  geplaatst kon worden.

Eén van de problemen bij dit onderzoek vormde het toedienen van de neerslag. Gezocht moest worden naar een systeem dat een goede verdeling van het water in druppelvorm opleverde. Het benodigde debiet moest vrij snel op de juiste waarde in te stellen zijn, omdat tijdens een proef de neerslag intensiteit moet kunnen worden gewijzigd. In verband hiermee moest het systeem vrijwel onmiddellijk reageren op het openen en sluiten van de afsluiter, zodat praktisch geen verandering van de berging in leidingen e.d. kon worden toegestaan.

Het maximum benodigde debiet werd, op grond van regencijfers uit de praktijk, vastgesteld op 3 l/sec, hetgeen over een oppervlakte van  $15 \text{ m}^2$  overeenkomt met 12 mm/min.

Een oplossing werd gevonden met de in deze nota beschreven beregeningsinstallatie.

Deze voorstudie werd verricht door A.Dommerholt.

## 2. De beregeningsinstallatie.

De installatie kan als volgt worden onderverdeeld:

- a. voeding
- b. buizen met waterverdelers
- c. waterverdelers

### a. Voeding.

De voeding van de beregeningsinstallatie geschiedt uit een hooggelegen voedingsleiding, welke deel uitmaakt van het watercircuit van het laboratorium (fig. 2). In dit circuit mogen geen storende drukvariaties voorkomen. Daartoe wordt een overcapaciteit aan water naar een hoogreservoir met een vaste overstortrand gepompt. Het teveel aan water valt via de overstort terug naar de pompput. Vanuit dit hoogreservoir stroomt het water via de

---

<sup>\*</sup>) zie hiervoor ingenieursscriptie van J.N.M. Stricker

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data.

In addition, it is crucial to review the records regularly to identify any discrepancies or errors. This proactive approach helps in catching mistakes early and prevents them from escalating into larger issues.

Furthermore, the document highlights the need for secure storage of these records. Whether digital or physical, the information must be protected from unauthorized access and loss.

Finally, it is recommended to use standardized formats for all entries. This consistency makes it easier to compare data across different periods and departments, leading to more informed decision-making.

By following these guidelines, organizations can ensure that their financial records are accurate, secure, and easy to manage.

**APPENDIX A**

**Table 1**

Summary of key findings

Key findings include:

1. High accuracy in reporting

2. Improved data security

3. Enhanced transparency

The following table provides a detailed breakdown of the data collected during the study. It shows the distribution of responses across various categories, highlighting trends and patterns.

The data indicates a strong correlation between the implementation of the new system and the reported improvements in accuracy and security.

ruime ringleiding en enkele kleinere pijpen naar een debietmeter (type Full-View Brooksmeter, model 13-1140-10) met een meetbereik van 0,3 - 3 l/sec en een volle schaal nauwkeurigheid van 1% (zie fig. 1 en 2).

Direct achter deze debietmeter is een 3"-afsluiter geplaatst, waarmee het debiet geregeld kan worden. De debietmeter en afsluiter zijn in de onmiddellijke nabijheid van het afvoermeetpunt van de hellende goot geplaatst, waardoor het mogelijk is, dat één persoon zowel het debiet regelt, als de metingen van de oppervlakteafvoer verricht.

Het gedeelte van de leiding tussen de afsluiter en de regeninstallatie boven de meetgoot bestaat uit een slang, waardoor enige bewegelijkheid van de buizen met waterverdelers boven de meetgoot gewaarborgd is. Dit is nodig omdat ten behoeve van verschillende proeven voorzieningen in de goot getroffen moeten worden en de regeninstallatie daartoe moet worden opgehesen zonder dat demontage vereist is.

#### b. Buizen met waterverdelers.

Dit gedeelte bestaat uit twee evenwijdige 3"-P.V.C.-buizen, in de lengterichting aangebracht boven de goot (zie fig. 3 en fotopag.).

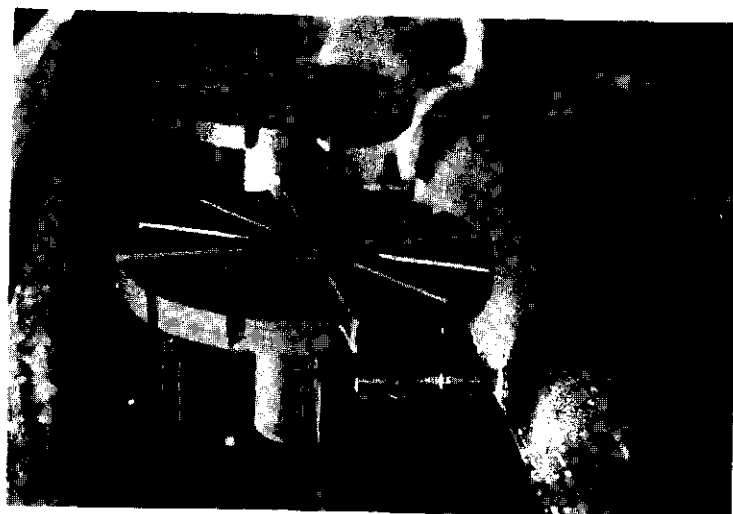
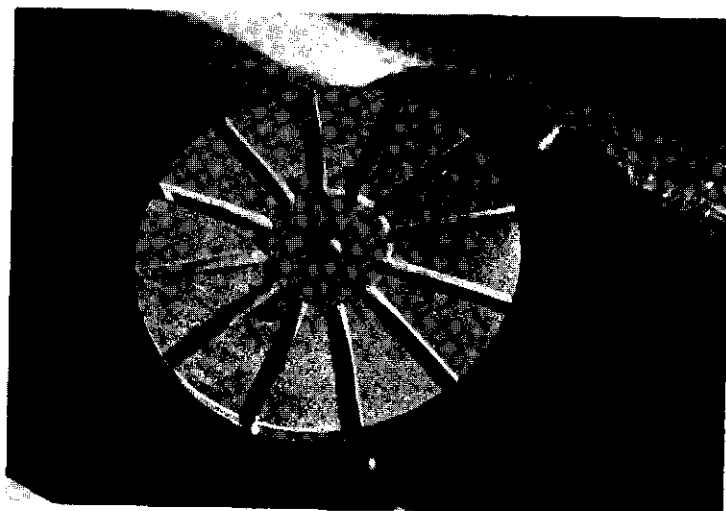
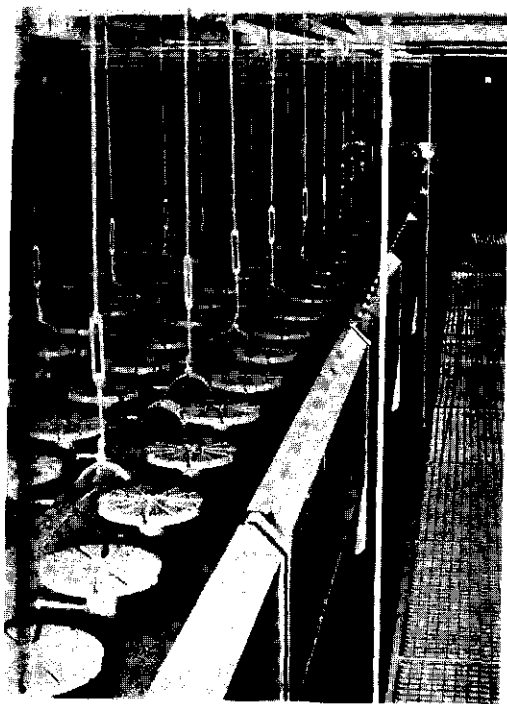
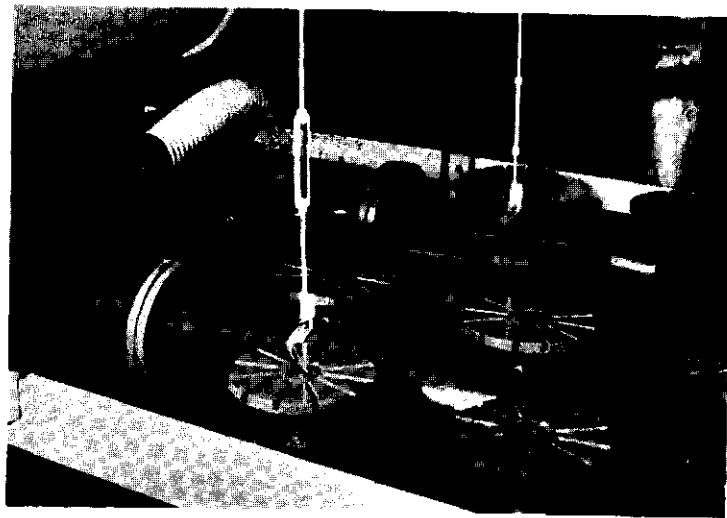
Afwisselend aan de linker- en rechterzijde zijn hieraan op onderlinge afstanden van 13 cm h.o.h. waterverdelers bevestigd, en wel zodanig dat de uitstroomopening van de schijf juist boven de bovenzijde van de 3"-buis ligt. Bij het sluiten van de afsluiter stopt de beregening onmiddellijk, aangezien bergingsveranderingen in het aanvoersysteem uitgesloten zijn en het water dat zich nog in de buizen bevindt niet meer weg kan stromen. Bij het openen van de afsluiter begint de beregening ook direkt, aangezien het systeem gevuld blijft staan tot aan de uitstroomopeningen van de waterverdelers.

Hiermee is voldaan aan enkele van de in de inleiding gestelde eisen.

Het geheel van buizen met waterverdelers is opgehangen aan U-profielen tussen de dakspanten van het gebouw (zie fig. 4 + fotopag.). De buizen zijn in beugels gevat die aan de U-profielen zijn opgehangen door middel van door wartels verbonden staven. D.m.v. deze wartels kunnen de buizen waterpas gehangen worden.

#### c. Waterverdelers (zie fig. 4 en fotopag.)

De waterverdelers bestaan elk uit een verdeelschijf, een gesloten busje en een verbindingsbuisje.



Voor de verdeelschijf werd een ronde P.V.C.-schijf gekozen, dik 1,2 cm en met een diameter van 15 cm. Aan de bovenzijde bevindt zich in het midden van de schijf een verlaagd gedeelte met een diameter van 5 cm. Vanaf de buitenzijde van het verlaagde gedeelte zijn 12 radiale gleuven naar de buitenrand van de schijf aangebracht, zodanig dat 6 gleuven doorlopen tot de buitenrand en de andere 6 eindigen op 5 cm uit het midden van de schijf. Hierdoor ontstaat een zekere verdeling van het uitstromende water.

Een gat in het midden van de schijf staat aan de onderzijde in verbinding met een gesloten busje dat centrisch tegen de onderzijde van de schijf bevestigd is.

De verbinding tussen de 3"-buis en de verdeelschijf met busje wordt gevormd door een samengesteld verbindingsbuisje, als is weergegeven in fig. 4.

M.b.v. het enigszins flexibele middenstuk van dit busje kunnen de schijven waterpas gesteld worden. De diameter van de opening in het gedeelte van het verbindingsbuisje dat bevestigd is aan het gesloten busje is bepalend voor het debiet en werd proefondervindelijk vastgesteld op 2 mm. (zie hoofdstuk 3 : berekening).

### 3. Berekening.

Voor de bepaling van de diameter in het verbindingsbuisje van de waterverdeler was een drukverliesberekening van de aanvoerleiding nodig. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de buizenformule:

$$\Delta H = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{\bar{v}^2}{2g}$$

hierin is:  $\Delta H$  = verval over lengte  $L$  voor een stroming met gemiddelde snelheid  $\bar{v}$  in een rechte buis met diameter  $D$ .

$g$  = versnelling zwaartekracht

De in de volgende berekening verwerkte coëfficiënten  $\lambda$  zijn afkomstig uit "Stromingsweerstand in buisleidingen" door Ir. L. Huisman (KIWA, 1955)

Hoogteverschil hoogreservoir - uitstroming waterverdelers: 2,60 m.

Verlies in voedingsleiding  $\emptyset$  35 cm is te verwaarlozen bij de geringe debieten waar het hier om gaat.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities.

2. It is essential to ensure that all data is entered correctly and consistently to avoid any discrepancies or errors.

3. Regular audits and reviews should be conducted to verify the accuracy and integrity of the information.

4. The use of standardized procedures and protocols is crucial for maintaining the reliability and consistency of the data.

5. It is also important to ensure that all personnel involved in the process are properly trained and aware of their responsibilities.

6. The document further outlines the necessary steps for handling any identified issues or discrepancies in a timely and effective manner.

7. Maintaining clear communication and collaboration among all stakeholders is essential for the successful implementation of these procedures.

8. The final section of the document provides a summary of the key points and emphasizes the ongoing nature of this process.

9. It is the responsibility of all involved parties to ensure that these procedures are followed strictly and consistently.

10. The document concludes by stating that the goal is to achieve the highest level of accuracy and reliability in all data collection and reporting.

11. The following table provides a detailed overview of the specific steps and responsibilities outlined in the document.

12. Each step is clearly defined, and the roles and responsibilities of the personnel involved are explicitly stated.

13. This structured approach ensures that all necessary tasks are completed in a systematic and efficient manner.

14. The document also includes a section on the importance of documentation and record-keeping throughout the entire process.

15. Proper documentation is essential for tracking progress, identifying trends, and ensuring accountability.

16. The document further emphasizes the need for regular updates and revisions to the procedures as needed.

17. This ensures that the procedures remain relevant and effective in the face of changing circumstances.

18. The document concludes with a strong statement of commitment to the highest standards of data management and reporting.

19. It is the collective responsibility of all involved parties to uphold these standards and ensure the success of the organization.

20. The document is intended to serve as a comprehensive guide and reference for all personnel involved in the data management process.

a. Gedeelte van voedingsleiding tot aftak naar debietmeter. (zie fig. 2)

$$\phi_i = 15 \text{ cm}$$

$$L = 3,60 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,03 \text{ (metalen pijp met vrij ruwe wand)}$$

$$Q_{\max} = 3 \text{ l/sec} \rightarrow \bar{v}_{\max} = 0,17 \text{ m/sec}$$

$$\frac{\bar{v}^2}{2g} = 0,15 \text{ cm}$$

$$\text{Intredeverlies (bij aftakking): } \pm 1 \frac{\bar{v}^2}{2g}$$

$$\text{Wrijvingsverlies } \left( \lambda \frac{L}{D} \frac{\bar{v}^2}{2g} \right) = \pm 0,2 \text{ "}$$

$$1 \text{ bocht } (45^\circ, \frac{r}{D} = 2) = 0,1 \text{ "}$$

---


$$1,3 \frac{\bar{v}^2}{2g} = 0,2 \text{ cm}$$

b. Gedeelte tussen aftakpunt en buizen met waterverdelers.

$$\phi_i = 7,6 \text{ cm (3")}$$

$$L(\text{pijp}) = 3 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,03 \text{ (metalen pijp met vrij ruwe wand)}$$

$$L(\text{slang}) = 1,70 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,04 \text{ (PVC slang inwendig enigszins geribbeld)}$$

$$\bar{v}_{\max} = 0,66 \text{ m/sec}$$

$$\frac{\bar{v}^2}{2g} = 2,23 \text{ cm}$$

$$\text{Intree verlies} = 1 \frac{\bar{v}^2}{2g}$$

$$\text{Wrijvingsverlies (pijp)} = 1,2 \text{ "}$$

$$\text{Bochtverlies } (2 \times 90^\circ, \frac{r}{D} = 1,5) = 0,4 \text{ "}$$

$$\text{Afsluiters (2)} = 0,4 \text{ "}$$

$$\text{Wrijvingsverlies (slang)} = 0,9 \text{ "}$$

---


$$3,9 \frac{\bar{v}^2}{2g} = \pm 8,7 \text{ cm}$$

$$\text{Debietmeter (fabrieksopgave: 31") = 79 cm}$$



1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions.

2. It is essential to ensure that all entries are supported by proper documentation and receipts.

3. Regular audits should be conducted to verify the accuracy of the records and identify any discrepancies.

4. The second part of the document outlines the procedures for handling and storing financial records.

5. All records should be stored in a secure and accessible location, and should be backed up regularly.

6. The final part of the document provides a summary of the key points and offers recommendations for further action.

c. Buizen + T-stuk en bochten.

$$\phi_i = 7,5 \text{ cm}$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,02 \text{ (gladde P.V.C.-buis)}$$

$$Q_{\max} \text{ per buis} = 1,5 \text{ l/sec}$$

$$\bar{v}_{\max} = 0,33 \text{ m/sec}$$

$$\frac{\bar{v}^2}{2g} = 0,55 \text{ cm}$$

Veiligheidshalve is  $\frac{\bar{v}^2}{2g}$  constant  
verondersteld voor de gehele buis-  
lengte hoewel het debiet over de  
gehele lengte via de waterverdelers  
afvloeit

Wrijvingsverlies (2 buizen)	= 8 $\frac{\bar{v}^2}{2g}$
Bochtverlies ( $2 \times 90^\circ, \frac{r}{D}=2$ )	= 0,3 "
T-stuk	= 1,8 "
	= 10,1 $\frac{\bar{v}^2}{2g} = 5,6 \text{ cm}$

Totaal drukverlies: a. 0,2 cm

b. 8,7 cm

79 cm

c. 5,6 cm

93,5 cm  $\approx$  94 cm

De druk ter plaatse van de instroming in de waterverdelers is dus:

$$2,60 - 0,94 = 1,66 \text{ m.}$$

Er werd nu een proefopstelling gemaakt, waarbij een konstante drukhoogte van 1,66 m gehandhaafd bleef. Het debiet per waterverdeler kon worden gewijzigd door de diameter in het verbindingsbuisje te variëren. Bij een diameter van 2 mm bleek nog een goede verdeling van het water in druppelvorm op te treden. Het debiet per waterverdeler was bij deze diameter gemiddeld 14,0 cc/sec. Boven de eerste meter aan de bovenstroomse zijde van de 15 meter lange goot werd geen berekening aangebracht, zodat dus  $\frac{3000}{14} = 214$  waterverdelers nodig waren om een debiet van 3 l/sec te verkrijgen. De onderlinge afstand van de waterverdelers werd  $\frac{14 \text{ m}}{107} = \pm 13 \text{ cm}$ .

#### 4. Ingebruikname.

Bij de eerste proef met de installatie bleek dat deze voldoende snel reageerde op het openen en sluiten van de afsluiter.

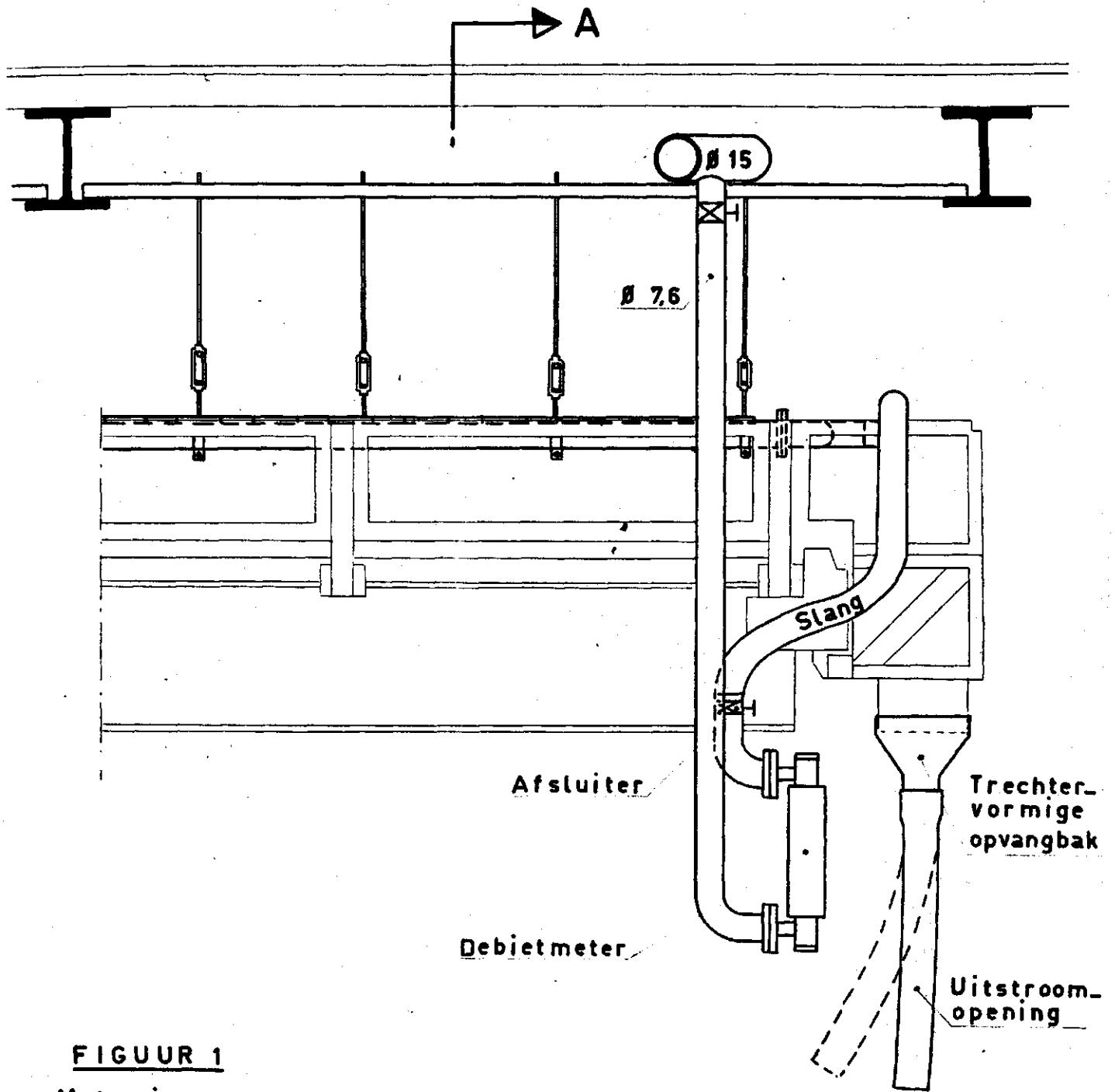
Aangezien het systeem aan één zijde werd gevoed, zou kunnen worden verwacht dat door optredende verliezen in de buizen, de debieten uit de voorste en achterste waterverdelers verschillen zouden geven. Meting van deze debieten leverde op dat per groep van 8 waterverdelers een afwijking van het berekende gemiddelde debiet voor een gemiddelde groep van 8 waterverdelers optrad van maximaal 4%, met dien verstande dat het debiet van de groepen aan het begin en aan het eind van de buizen boven het berekende gemiddelde lagen en van de groep in het midden beneden het gemiddelde.

Bij volledig geopende afsluiter bleek het gemiddelde debiet per waterverdeler 14,1 cc/sec te zijn, hetgeen een totaaldebiet van 214 waterverdelers van 3,02 l/sec betekent.

Als eis was gesteld een max. debiet van 3 l/sec (zie ook inleiding).

#### Konklusie.

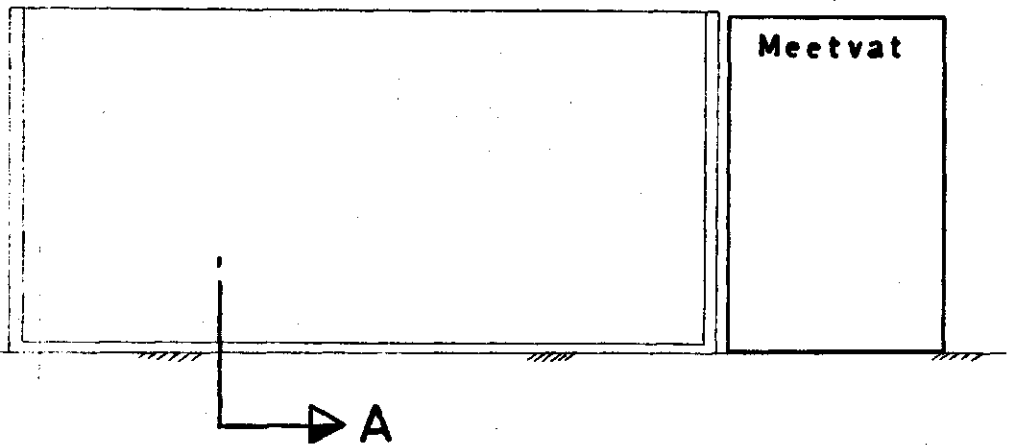
Met de thans gerealiseerde installatie is het mogelijk om bij de gewenste intensiteit een bevredigende neerslag verdeling over het oppervlak van de meetgoot te verkrijgen.



**FIGUUR 1**

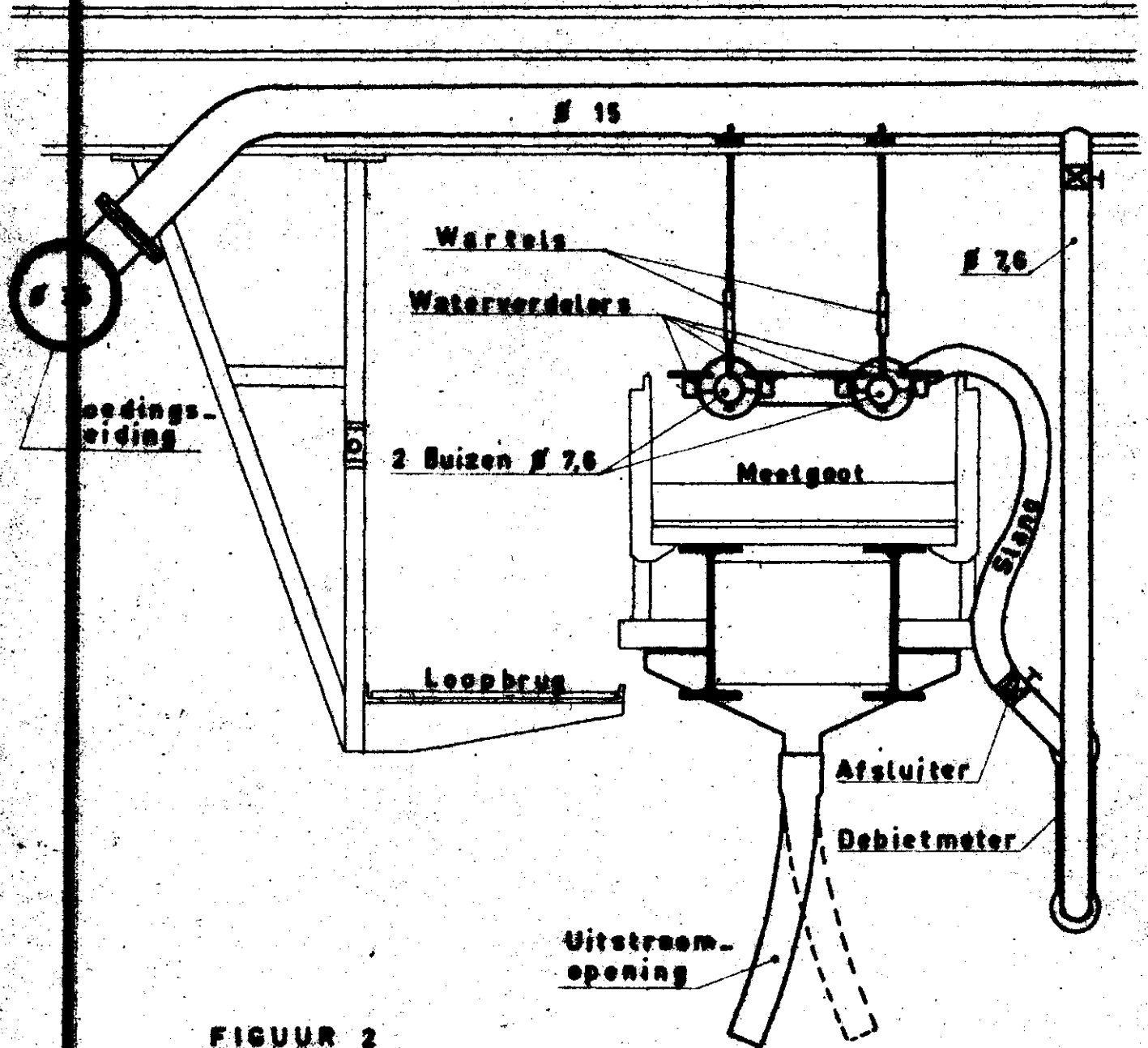
Maten in cm.

No.	71 - 4 - 05
D.D.	april '71
Project	70 - 52
Gez.	
Schaal	1 : 20
File	K



**ZIJ - AANZICHT**

# DOORSNEDE A-A



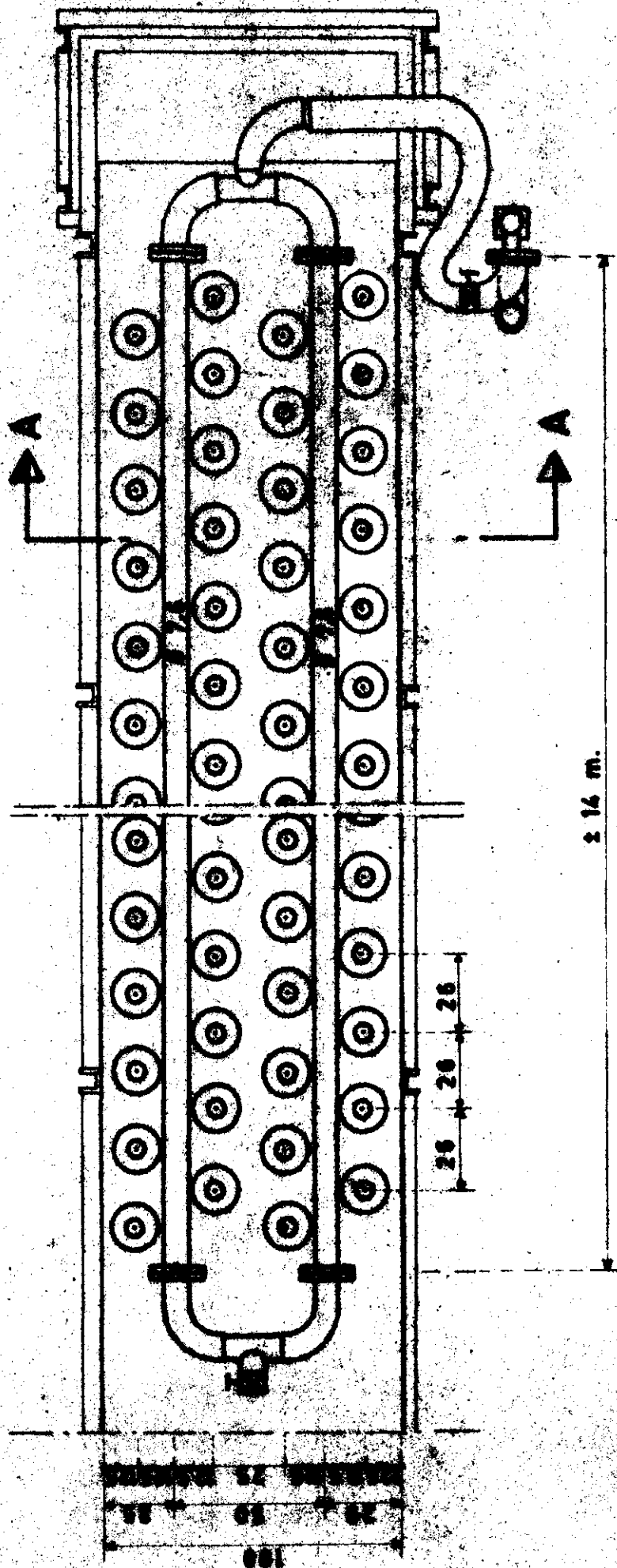
**FIGUUR 2**

Maten in cm.

No.	71-4-55
D.D.	april '71
Project	70-53
Gez.	
Schaal	1:20
File	8

Meetvat	Meetvat

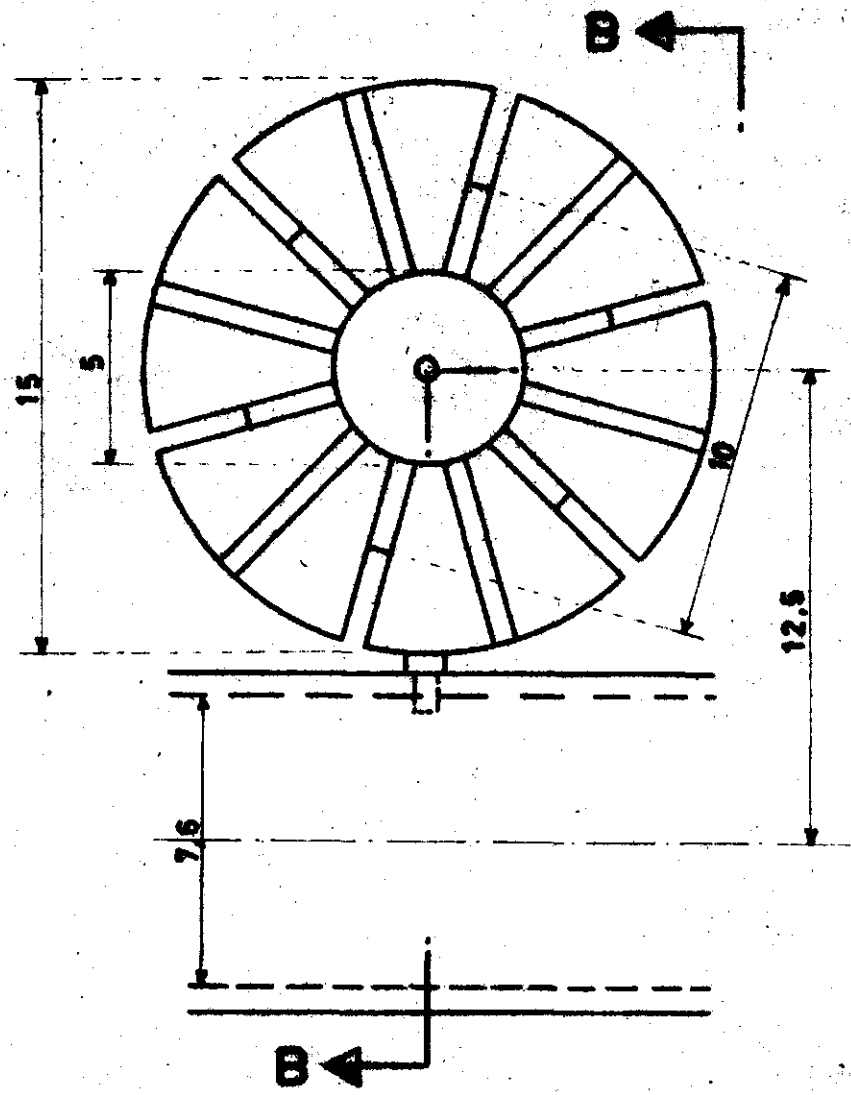
BOVEN - AANZICHT



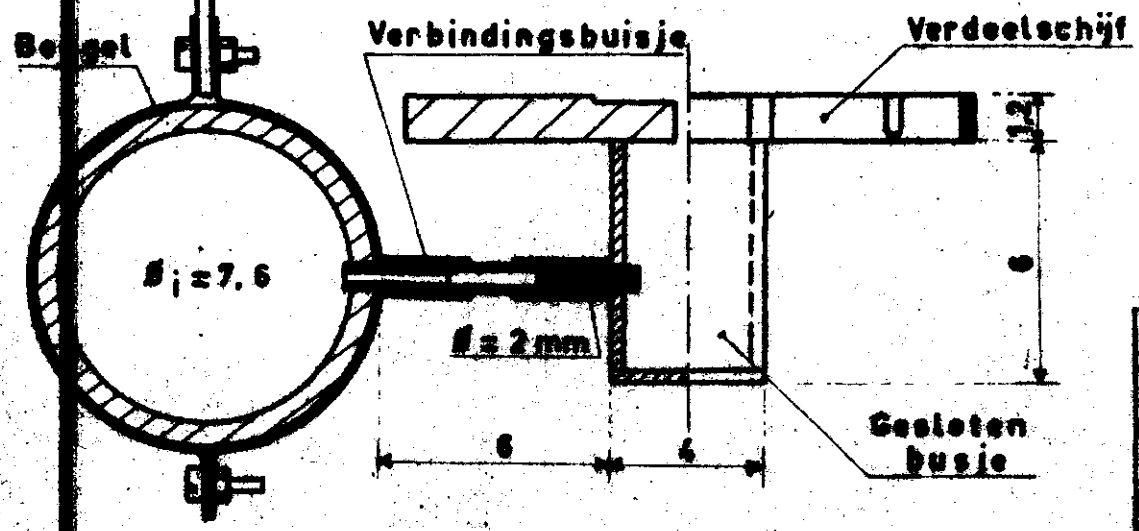
FIGUUR 2  
Maten in cm.

No. 71-4-82	
D.O.	april '71
Project	79-82
Gez.	
Scale	1:20
File	K

**BOVEN.AANZICHT**



**DOORSNEDE B-B**



**FIGUUR 4**  
Maten in cm.

No.	71-4-88
D.D.	april '91
Project	78-52
Gez.	
Schaal	1:2
Fls	5