Beregeningsinstallatie

voor

oppervlakteafvoer studies
(met behulp van een hellende goot)

Nota no. 20

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

1. Inleiding.

Om de neerslag-afvoer relatie bij oppervlakkige afstroming te onderzoeken*), 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 $5^{o}30'$ 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 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

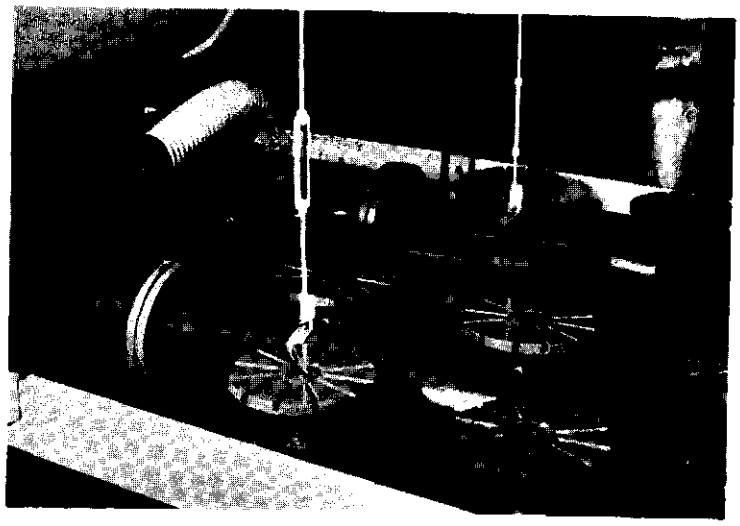
---

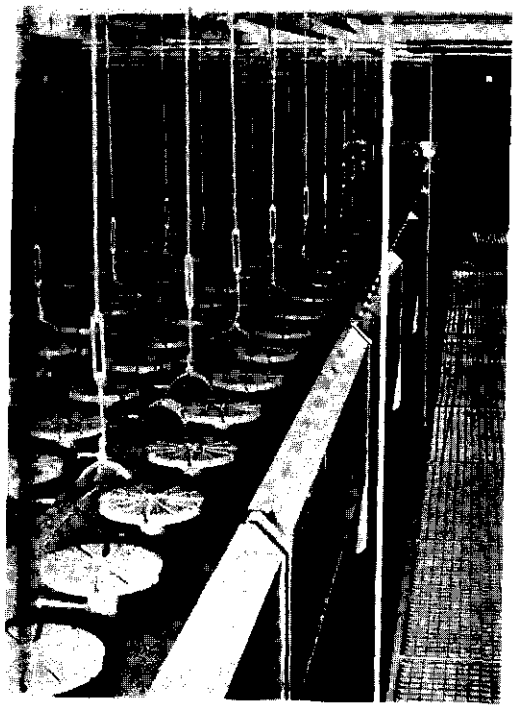
*) zie hiervoor ingenieursscriptie van J.N.M. Stricker

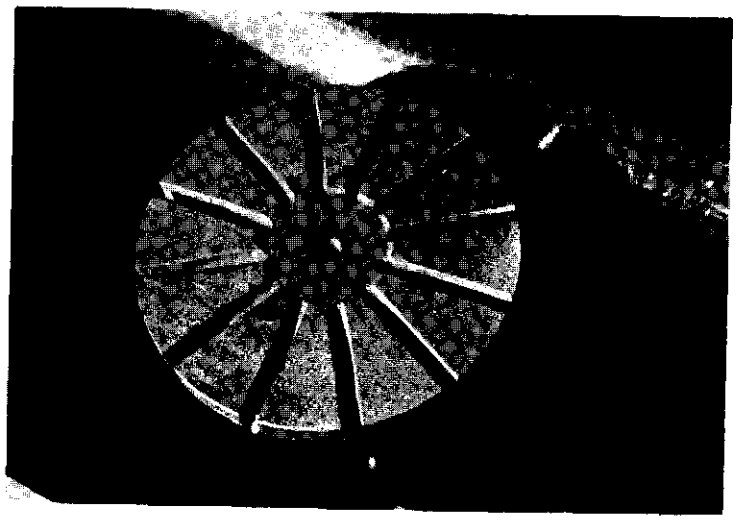
ruime ringleiding en enkele kleinere pijpen naar een debietmeter (type Full-View Brooksmeter, model 13-1140-10) met een meetbereik van 0,3 - 3 l/sec en een volle schaal nauwkeurigheid van 1% (zie fig. 1 en 2).
Direct achter deze debietmeter is een 3"-afsluiter geplaatst, waarmee het debiet geregeld kan 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.

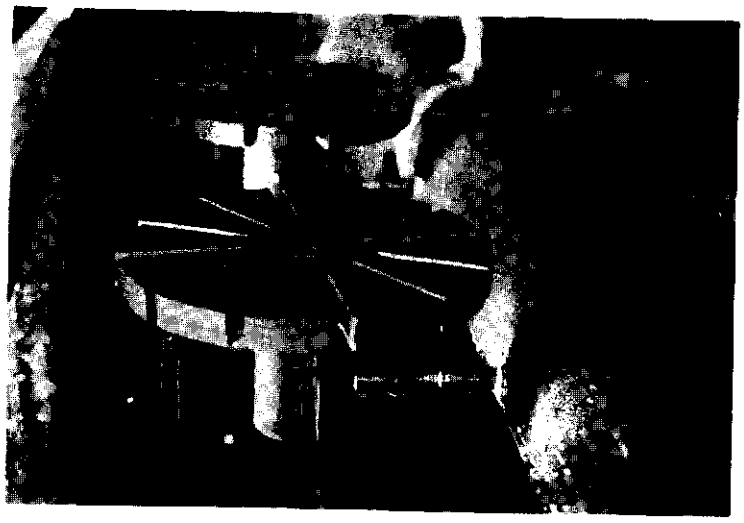
b. Buizen met waterverdelers.
Dit gedeelte bestaat uit twee evenwijdige 3"-P.V.C.-buizen, in de lengterichting aangebracht boven de goot (zie fig. 3 en fotopag.).
Afwisselend aan de linker- en rechterzijde zijn hieraan op onderlinge afstanden van 13 cm h.o.h. waterverdelers bevestigd, en wel zodanig 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 buisje 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: ΔH = 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 coefficienten λ zijn afkomstig uit "Stromingsweerstanden in buisleidingen" door Ir. L. Huisman (KIWA, 1955)

Hoogteverschil hoogreservoir - uitstroming waterverdelers: 2,60 m.
Verlies in voedingsleiding Ø 35 cm is te verwaarlozen bij de geringe debieten waar het hier om gaat.

a. <u>Gedeelte van voedingsleiding tot aftak naar debietmeter</u>. (zie fig. 2)

$\emptyset_i$ = 15 cm

L = 3,60 m

λ = 0,03 (metalen pijp met vrij ruwe wand)

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

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

Intredeverlies (bij aftakking):	± 1 $\frac{\bar{v}^2}{2g}$	
Wrijvingsverlies ($\lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$)	= ± 0,2	"
1 bocht (45°. $\frac{r}{D}$ = 2)	= 0,1	"
	1,3 $\frac{\bar{v}^2}{2g}$ = 0,2 cm	

b. <u>Gedeelte tussen aftak-punt en buizen met waterverdelers</u>.

$\emptyset_i$ = 7,6 cm (3")

L(pijp) = 3 m λ = 0,03 (metalen pijp met vrij ruwe wand)

L(slang) = 1,70 m λ = 0,04 (PVC slang inwendig enigszins geribbeld)

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

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

Intree verlies	= 1 $\frac{\bar{v}^2}{2g}$	
Wrijvingsverlies (pijp)	= 1,2	"
Bochtverlies (2x90°, $\frac{r}{D}$=1,5)	=0,4	"
Afsluiters (2)	=0,4	"
Wrijvingsverlies (slang)	=0,9	"
	3,9 $\frac{\bar{v}^2}{2g}$ = ± 8,7 cm	

Debietmeter (fabrieksopgave: 31") = 79 cm

c. <u>Buizen + T-stuk en bochten.</u>

$\emptyset_i$ = 7,5 cm

L = 15 m

λ = 0,02 (gladde P.V.C.-buis)

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

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

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

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

Wrijvingsverlies (2 buizen)	=	8 $\frac{\bar{v}^2}{2g}$
Bochtverlies ($2x90^o, \frac{r}{D}=2$)	=	0,3 "
T-stuk	=	1,8 "
		10,1 $\frac{\bar{v}^2}{2g}$ = 5,6 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 m.

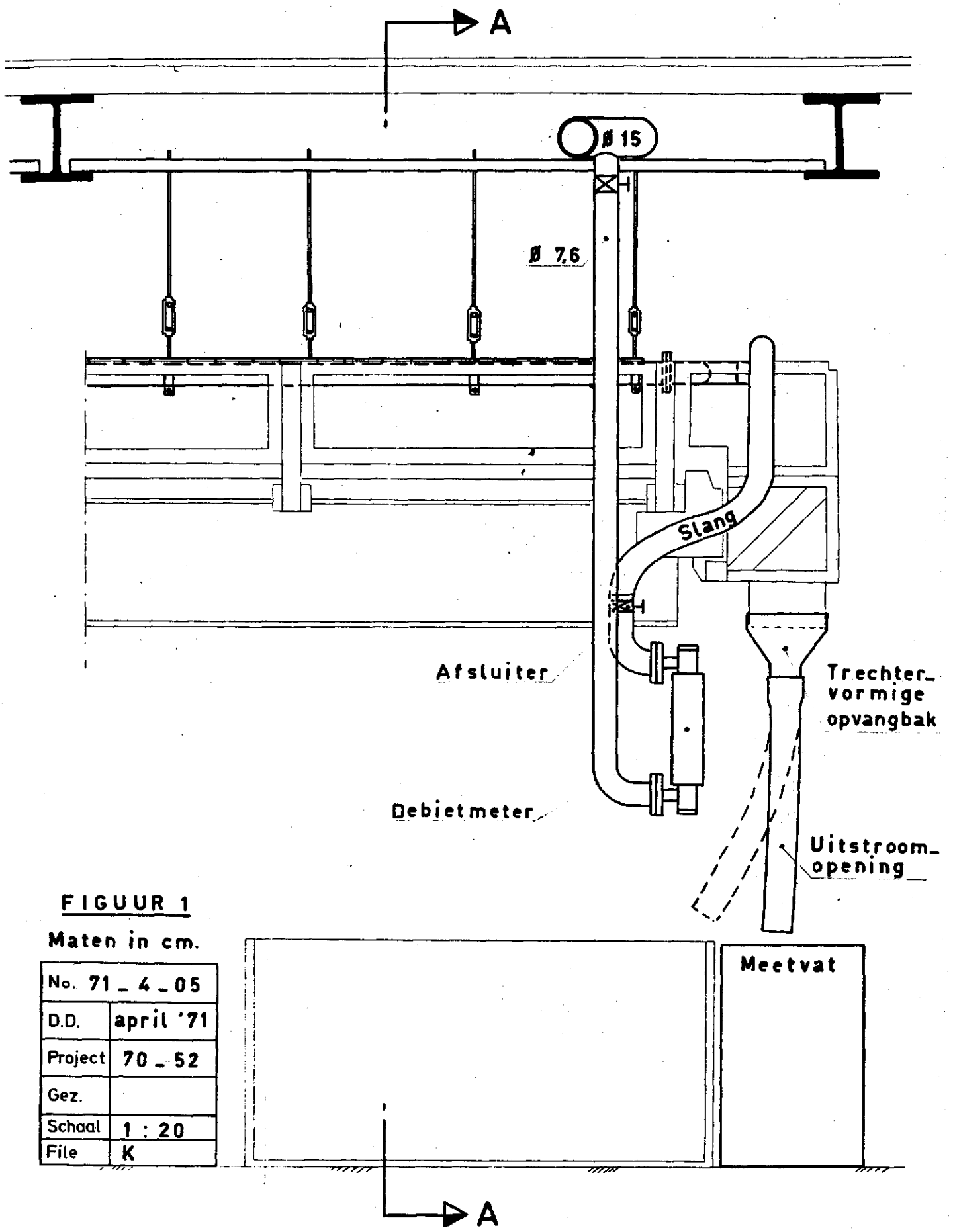
Er werd nu een proefopstelling gemaakt, waarbij een konstante drukhoogte van 1,66 m gehandhaafd bleef. Het debiet per waterverdeler kon worden gewijzigd door de diameter in het verbindingsbuisje te varieren. Bij een diameter van 2 mm bleek nog een goede verdeling van het water in druppelvorm op te treden. 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 beregening 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 $\frac{14 \text{ m}}{107}$ = ± 13 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.



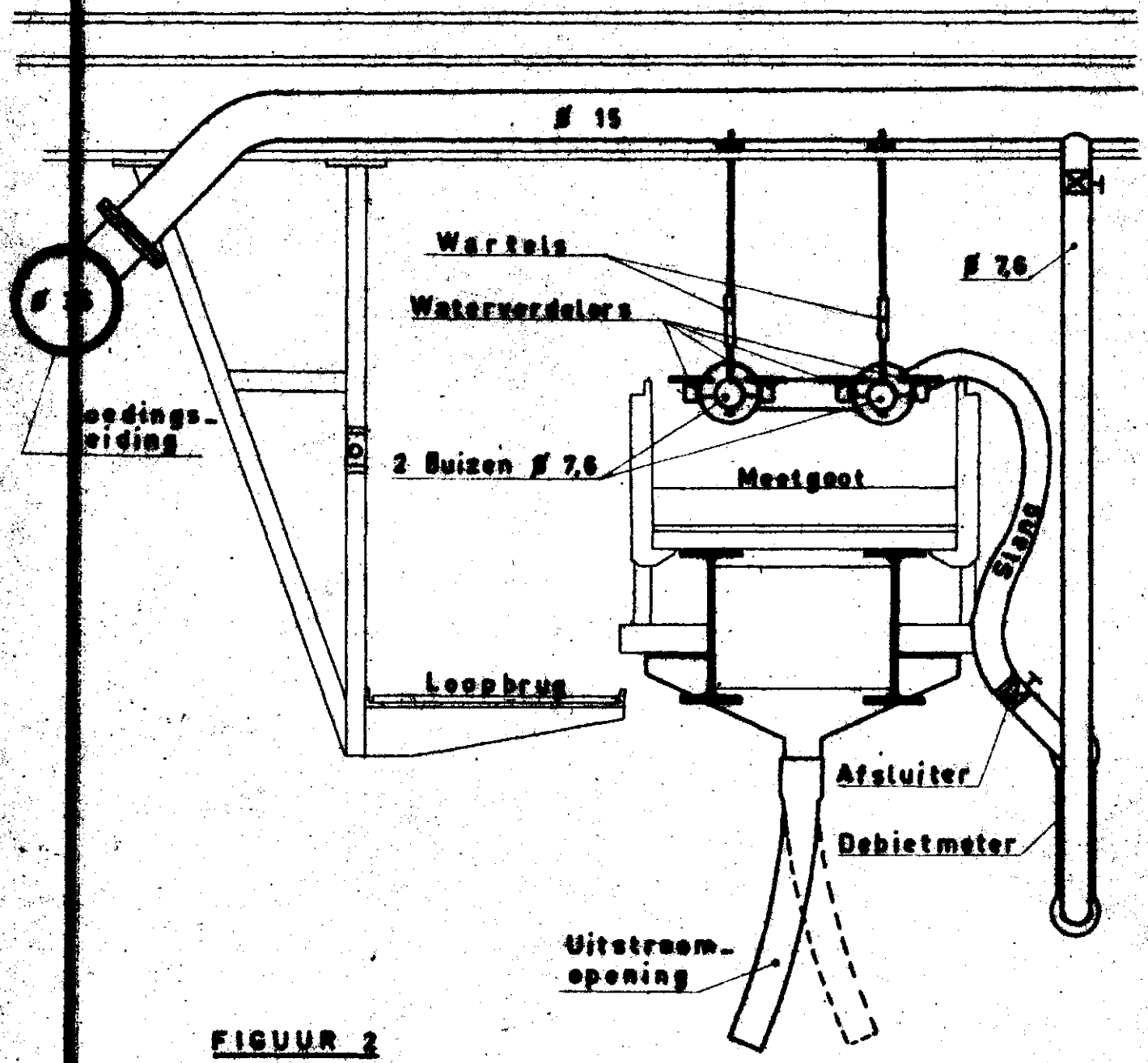
FIGUUR 1

Maten in cm.

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

ZU - AANZICHT

DOORSNEDE A – A



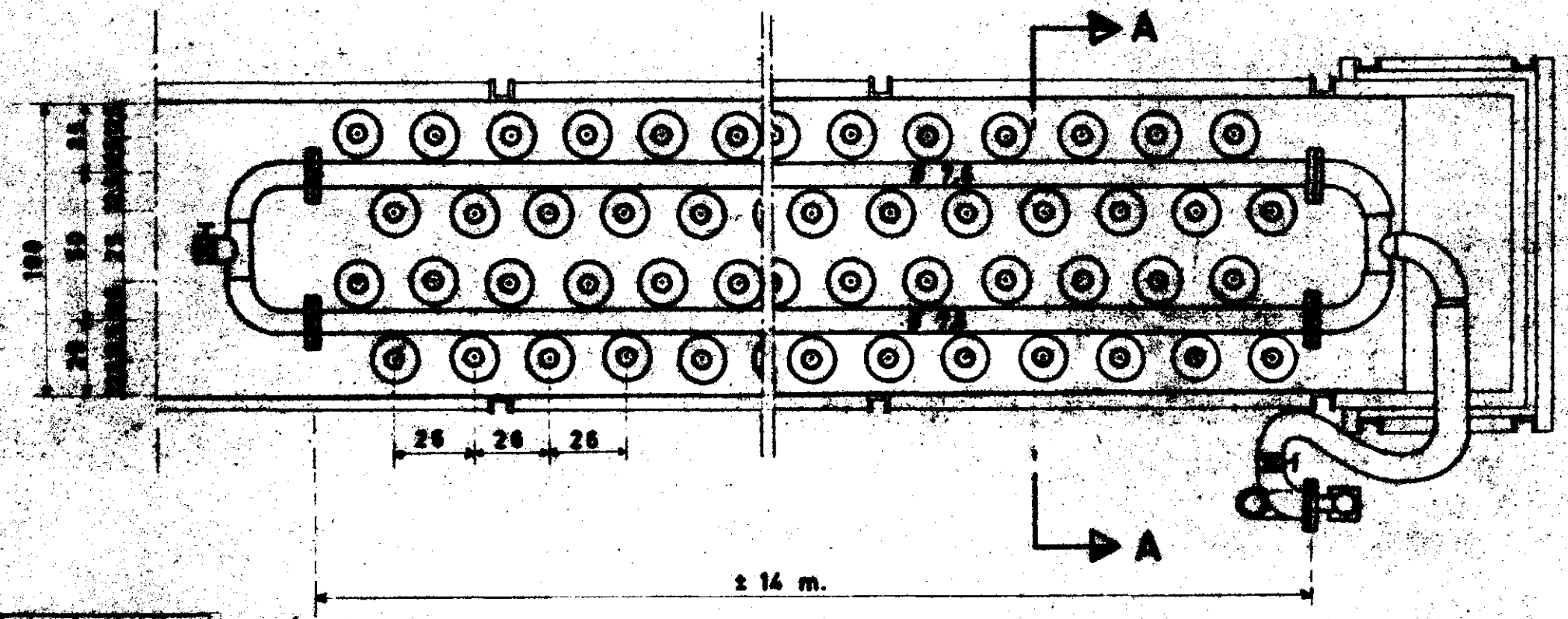
FIGUUR 2

Maten in cm.

No.	71 – 4 – [illegible]
D.D.	april '71
Project	70 – 53
Gez.	
Schaal	1 : 20
File	[illegible]

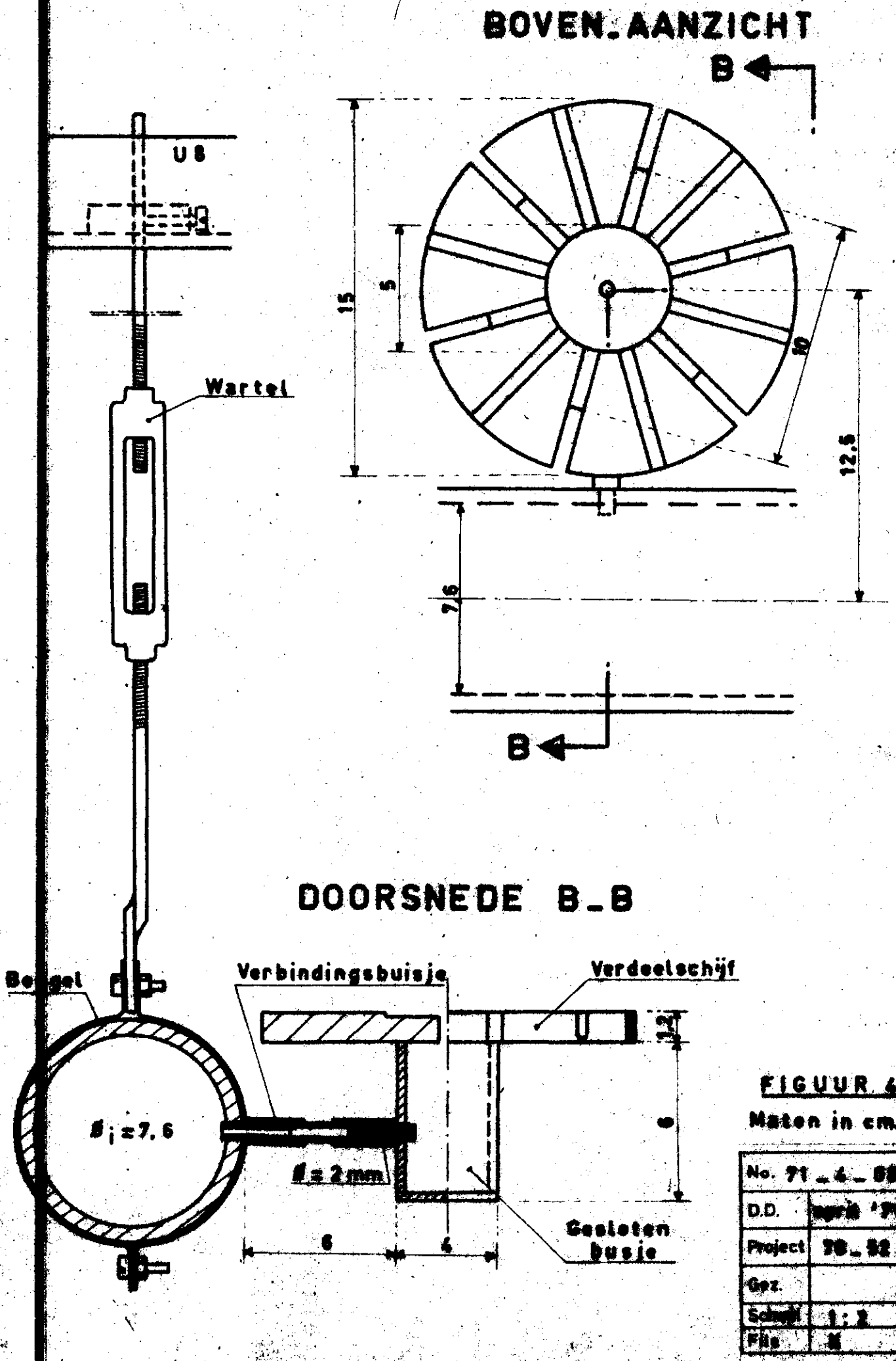
Meetvat	Meetvat

BOVEN_AANZICHT



Figuur 1

Maten in cm


BOVEN.AANZICHT
B
U8
Wartel
15
5
10
12,5
7,6
B
DOORSNEDE B_B
Beugel
Verbindingsbuisje
Verdeelschijf
1,2
Ø i ≈ 7,6
Ø ≈ 2 mm
6
4
Gesloten busje
FIGUUR 4
Maten in cm.
No. 71 _ 4 _ 88
D.D. April '71
Project 78 _ 52
Gez.
Schaal 1 : 2
Fila K