

# Het meten van afvalwaterdebieten in afvoersystemen\*)

## 1. Inleiding

Mede door het voorbereidende werk van de heren Kiestra, Luyendijk en Den Burger binnen de werkgroep Meten en Bemonsteren die op initiatief van het RIZA werd gevormd, is het nu mogelijk een meer afgerond beeld te geven van wat ten aanzien van het meten van afvalwaterdebieten in Nederland tot de mogelijk-



ING. R. J. P. A. KUILBOER  
Vereniging Krachtwerktuigen,  
Amersfoort

heden behoort of in toenemende mate als norm kan worden aangehouden. Reeds spoedig was het de werkgroep duidelijk dat voor wat betreft het meten van afvalwaterdebieten en hoeveelheden als doelstelling kon worden geformuleerd die voorwaarden aan te geven waarmede aan de in het Uitvoeringsbesluit van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren gegeven nauwkeurigheidseis van  $\pm 5\%$  zou kunnen worden voldaan. Het zal iedereen duidelijk zijn dat voor het jaarlijks afrekenen van de snel stijgende afvalwaterheffing met de industrie een hogere prioriteit werd gesteld voor het bereiken van een acceptabele nauwkeurigheid voor deze metingen dan voor het doen van metingen ten behoeve van interne saneringsmaatregelen of voor deelstroommetingen binnen een waterschapsgebied.

## 2. Open of gesloten kanaalafvoeren

Voor het bespreken van de diverse mogelijkheden het afvalwaterdebiet te meten en de afvalwaterhoeveelheden per 24 uur te bepalen zal, verdeeld naar de wijze van afvoer, de volgende indeling worden gemaakt:

### 1. Open kanaalafvoeren

Dat wil zeggen het afvalwater wordt onder vrij verval via een afvoersysteem geloosd, dat geheel in open verbinding staat met de buitenlucht.

### 2. Gesloten kanaalafvoeren

Dat wil zeggen het afvalwater wordt via een afvoersysteem geloosd dat niet in open verbinding staat met de buitenlucht.

In het kort zal worden aangegeven welke meetmethoden of apparatuur kunnen worden toegepast. Een verdere indeling zal worden gemaakt naar de meetsystemen die praktisch gesproken in aanmerking komen, te weten:

### 2.1. Voor open kanaalafvoeren

Meetschotten zoals het Thomson-schot (V-vormig) en het Cipoletti-schot (Trapeziumvormig).

Meetgoten zoals de *Venturi-goot* met als kenmerken: vlakke en horizontale bodem en zijdelingse insnoering en de *Parshall-goot* met als kenmerken: een zijdelingse insnoering en een verdieping in de bodem.

### 2.2. Voor gesloten kanaalafvoeren kan worden gedacht aan meer konventionele systemen zoals:

Meetflensmeting, Venturibuis-meting, Nozzle-(venturi)meting en Pitotbuis-meting of meer recent ontwikkelde systemen zoals: Inductieve stromingsmeting en Ultrasonore stromingsmeting.

## 3. Meetvoorzieningen in open kanaalafvoeren

Bij de bepaling van het afvalwaterdebiet in drukloze afvoeren (bijv. riolen, goten en putten) wordt vóór een aangebrachte vernauwing in de afvoer de stuwhoogte ( $h$ ) gemeten ten opzichte van de drempel van de vernauwing. Het debiet wordt berekend uit de stuwhoogte volgens  $Q = f(h)$ .

### 3.1. Meetschotmeting

Ingeval van meetschotmetingen wordt gebruik gemaakt van een volkomen overlaat (dat wil zeggen een vrije val over het schot wordt gewaarborgd) en wordt veelal een sterke zijdelingse insnoering aangebracht. Hiermede wordt bereikt dat de aanstroom-snelheid van het afvalwater te verwaarlozen is ten opzichte van de valsnelheid waardoor tevens de berekening van het debiet eenvoudiger wordt. Kenmerkend voor deze methode is dat het hoogteverschil tussen het boven- en benedenstroomse niveau groter is dan de stuwhoogte. Het meetschot wordt geplaatst in een meetput waarin de horizontale snelheid beperkt dient te zijn tot ca 6 cm/sec.

#### a. Thomson-meetschot

Voor het Thomson-meetschot met een V-vormige uitsparing geldt, overeenkomstig de British Standard no. 3680 en het ISO rapport no. 1438, de algemene lozingsformule zoals die staat aangegeven.

$$Q = \frac{8}{15} \times \sqrt{2g} \cdot C_e \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot h^{2.5} \text{ m}^3/\text{s}$$

waarin

$Q$  = debiet —  $\text{m}^3/\text{s}$

$g$  = de versnelling tengevolge van de zwaartekracht —  $\text{m}/\text{s}^2$

$C_e$  = lozingsfaktor

$\alpha$  = de openingshoek, en — graden

$h$  = de stuwhoogte voor het meetschot gerekend vanaf de drempel — m

\*) Lezing, gehouden op de NVA-najaarsvergadering, 31 oktober 1973 te Utrecht.

De formule geldt voor openingshoeken tussen  $10^\circ$  en  $120^\circ$  en voor stuwhoogten tussen 5 en 38 cm. De openingshoek wordt vanwege de eenvoud meestal gehouden op:

$$90^\circ \quad \text{waarbij } \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 1;$$

$$53^\circ 8' \quad \text{waarbij } \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2};$$

$$28^\circ 4' \quad \text{waarbij } \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{4}.$$

De factor  $C_e$  die in de formule wordt genoemd is een veranderlijke samengestelde lozingsfactor, afhankelijk van aanstroomsnelheid, oppervlaktespanning en viscositeit van de vloeistof, alsmede van de dikte en ruwheid van het meetschot aan de aanstroomzijde.

In de praktijk wordt veelvuldig de formule van 'Cone' toegepast:

$Q = 1,343 h^{2,48} m^3/s$  voor een openingshoek van  $90^\circ$ .

#### b. Cipoletti-meetschot

Voor het Cipoletti-meetschot met trapeziumvormige uitsparing geldt, volgens Dr. Ing. Francke, voor de debietmeting voor grotere vloeistofhoeveelheden de algemene lozingsformule:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_e \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2} \cdot \left(1 + \frac{1}{5} \frac{h}{b}\right) m^3/s$$

waarin

$Q =$  debiet —  $m^3/s$

$g =$  de versnelling tengevolge van de zwaartekracht —  $m/s^2$

$C_e =$  lozingsfactor

$b =$  basisbreedte van de uitsparing —  $m$

$h =$  stuwhoogte voor het meetschot, gerekend vanaf de drempel —  $m$

De meer algemeen toegepaste vereenvoudigde formule:

$Q = 1,86 \cdot b \cdot h^{3/2} m^3/s$  geldt echter alleen indien  $b > 5 h$ .

De voor het Cipoletti-meetschot genoemde lozingsformule kan echter slechts worden toegepast voor een opstuwhoogte die minimaal 6 cm is. De maximale opstuwing wordt praktisch vooral begrensd door de verhouding tussen de basisbreedte  $b$  die  $\geq 5 \times$  de max. stuwhoogte dient te zijn. Bij een  $h_{max.}$  van 25 cm is de basisbreedte reeds 1,25 m. Het debiet zal dan kunnen variëren tussen 125 en 1000  $m^3/h$ . Indien de basisbreedte 50 cm bedraagt ligt het meetgebied tussen ca 50  $m^3/h$  en 100  $m^3/h$  dat wil zeggen tussen 6 en 10 cm opstuwing. Het meetbereik (de rangeability) van de op te stellen niveau-meetapparatuur is hierdoor echter beperkt tot ca 1 : 1,6.

In Nederland wordt voor debietmetingen van afvalwater slechts weinig van andere typen meetschotten zoals volgens Rehbock en het Eiffeltoren-meetschot gebruik gemaakt.

#### 3.1.1. Keuze van het meetschot

De keuze van het meetschot zal vooral afhankelijk zijn van de grootte van het debiet, de optredende variaties en ten dele tevens door de aard van de verontreinigingen.

Vanwege de grotere nauwkeurigheid, vooral in het lage meetgebied, verdient het V-vormige meetschot de voorkeur boven het Cipoletti-schot. Indien vrij konstante debieten boven 150  $m^3/h$  moeten worden gemeten dan zal, ingeval grove, vooral opdrijvende verontreinigingen voorkomen, het zinvol kunnen zijn een Cipoletti-meetschot te kiezen. In verband met de eisen die daaraan worden gesteld zullen voor Cipoletti-meetschotten grotere putbreedten resulteren dan voor V-vormige schotten het geval is.

Het V-vormige schot is geschikt voor het meten van afvalwaterdebieten van 1,5 tot

220  $m^3/h$  bij een openingshoek van  $53^\circ 8'$  en 3 tot 440  $m^3/h$  bij een openingshoek van  $90^\circ$ .

Door de vergrote kans op verstopping is de toepasbaarheid van de kleinste hoek ( $28^\circ 4'$ ) bij afvalwater beperkt.

#### 3.1.2. Algemene voorwaarden voor het meetschot

Naast de noodzakelijkheid reeds in een zo vroeg mogelijk stadium van het ontwerp van de meetvoorziening de juiste keuze naar wat betreft het type meetschot te doen, zal tevens bij de vervaardiging en de opstelling van het schot aan enige algemene voorwaarden moeten worden voldaan. Zo zullen om de vereiste nauwkeurigheid te bereiken en de meetschot-methode toepasbaar te maken de opgegeven afmetingen voor de meetschot-openingen met een tolerantie van  $\pm 0,5$  mm moeten worden aangehouden. De meetschotten dienen loodrecht, haaks op de stroomrichting en met de bovenrand horizontaal gemonteerd te worden.

De aanstroomzijde van het schot moet vlak en glad zijn. Een eventuele versteviging van

Afb. 1 - Afmetingen van een meetput voor Thomson- en Cipoletti-meetschotten.

#### Voor V-vormige schotten (Thomson)

Voorbeeld 250  $m^3/h$

lengte:  $13 \times h_{max.}$  ca 3,90 m

breedte:  $> 1,2 m \times \frac{h}{B} < 0,2$  ca 1,50 m

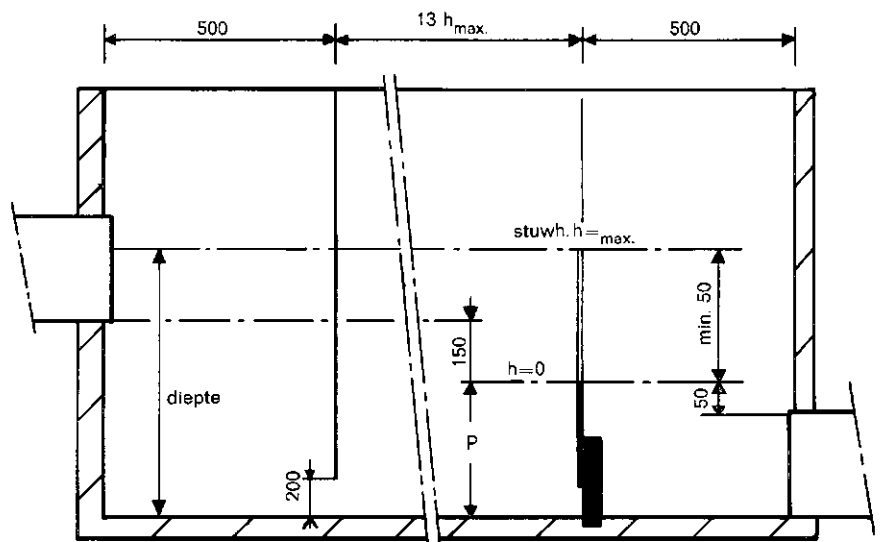
diepte:  $> 45 \text{ cm} + h_{max.}$  en  $\frac{h}{p} > 0,4$  ca 0,75 m

#### Voor trapezium-vormige schotten (Cipoletti)

lengte:  $13 \times h_{max.}$

breedte:  $10 \times h_{max.}$

diepte:  $3 \times h_{max.}$



het meetschot moet aan de benedenstroomse zijde zijn aangebracht. De randen van de overstortopening dienen recht en niet dikker te zijn dan 1 mm. Dikkere schotten moeten worden afgeschuind onder een hoek van minimaal 60° vanaf de horizontale lijn. De onderzijde van de meetschotopening dient onder alle omstandigheden minimaal 5 cm boven het benedenstroomse vloeistofpeil te blijven.

### 3.1.3. Algemene voorwaarden voor de meetput

Nu aan de hand van het voorgaande een keuze van het type schot is gedaan en het meetschot is gedimensioneerd dient het meetschot ook in een aan de eisen beantwoordende meetput te worden opgesteld. Voor de maximale horizontale aanstroomsnelheid wordt door Francke een waarde van 6 cm/sec. genoemd.

De diepte van de meetput dient, gemeten voor het meetschot, minimaal 3 x h<sub>max.</sub> te bedragen. Het vaste deel van het schot tot aan de meetdrempel dus 2 x h<sub>max.</sub> met een minimum van 45 cm voor een V-vormig schot.

De lengte van de meetput wordt aangegeven tussen het duikschot en het meetschot.

Bij het V-schot en het Cipoletti-schot dient deze lengte 13 x h<sub>max.</sub> te bedragen.

Het duikschot zal op minimaal 50 cm van de putinvoerszijde moeten worden opgesteld, met aan de onderzijde over de gehele putbreedte een opening van 20 cm.

De lengte van de valruimte achter het meetschot dient eveneens minimaal 50 cm te zijn.

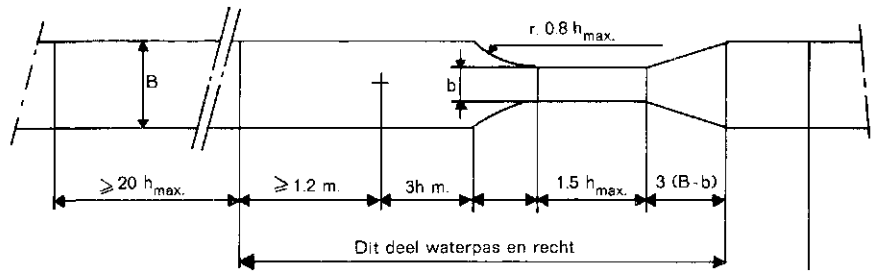
Het meetpunt van (h) zal op een afstand van 2,5 x h<sub>max.</sub> tot 4 x h<sub>max.</sub> voor het meetschot moeten worden ingesteld.

Bij een aanstroomsnelheid van max. 6 cm/sec. zal ter plaatse van het meetpunt een niveauperlaging van ca 0,2 mm optreden waarmee de gemeten stuwhoogte h moet worden vermeerderd. Voor Cipoletti-meetschotten dient de putbreedte minimaal 10 x h<sub>max.</sub> te zijn en voor V-vormige schotten > 5 x h<sub>max.</sub> met een minimum van 1,2 m.

### 3.2. Meetgootmeting

Voor de meetgootmeting wordt in Nederland veelal de Venturigoot met een rechthoekige keel en vlakke bodem toegepast. De meetgoot wordt gekenmerkt door een vernauwing in de stromingsdoorsnede van het aanvoerkanal die ter plaatse een verhoging van de stroomsnelheid tengevolge heeft, waardoor een statische stuwhoogte voor de vernauwing wordt opgebouwd.

De stroomsnelheid in de aanvoergoot van de meetgoot is enkele malen groter dan de



Afb. 2 - Voorwaarden voor de bouw van een Venturi-goot.

toegestane maximale aanstroomsnelheid vóór het meetschot in de meetput.

Het totale verval bij een meetgoot dient minimaal 25 % van de oorspronkelijke stuwhoogte voor de vernauwing te zijn en is veel geringer dan het totale hoogteverschil voor- en achter een meetschot in een meetput.

De lozingsformule voor Venturi-goten met rechthoekige insnoering en vlakke bodem luidt:

$$Q = 2/3 \sqrt{2/3 \cdot g \cdot C_o \cdot C_v \cdot b \cdot h^{3/2}} \text{ m}^3/\text{s}$$

waarin  $Q = \text{debiet} \text{ --- m}^3/\text{s}$

$$C_o = \text{lozingsfaktor} = \left( \frac{b}{b + 0,004 L} \right)^{3/2} \cdot \left( \frac{h - 0,003 L}{h} \right)^{3/2}$$

$g = \text{de versnelling tengevolge van de zwaartekracht} \text{ --- m/s}^2$

$$C_v = \text{snelheidsfaktor} = \left( \frac{2b}{3 \sqrt{3B}} \right)^2$$

$$C_v^2 - C_v^{2/3} + 1 = 0$$

$b = \text{keelbreedte} \text{ --- m}$

$h = \text{de stuwhoogte voor de keel} \text{ --- m}$

$L = \text{de lengte van de keel} \text{ --- m}$

$B = \text{de breedte van het toevoerkanal} \text{ --- m}$

Voor Venturi-goten met een verhoging of verdieping in de keel of met een andere doorsnede van de keel b.v. U-vormig of trapeziumvormig gelden andere lozingsformules. Meetgoten waarvan de keelbreedte naar de bodem toe afneemt geven ook in lage meetgebieden nauwkeurige meetresultaten. Bij een meetgoot dient de debietformule en de meetnauwkeurigheid in verschillende meettrajekten door de leverancier te worden opgegeven.

### 3.2.1. Algemene voorwaarden voor de meetgoot

Als voorwaarden voor het toepassen en het

inrichten van een Venturi-meetgoot kunnen de volgende eisen worden omschreven:

a. Voor wat betreft de aanvoergoot of het aanvoerriool

Van de Venturi-goot dient de aanvoergoot horizontaal of met een gering verhang tot maximaal 1 : 50 te liggen. De aanvoergoot dient recht te zijn en de lengte minimaal 10 x de kanaalbreedte 'B' of 20 x h<sub>max.</sub> te bedragen. De goot moet als één geheel glad worden afgewerkt en dient een gelijkmatige overgang te hebben naar de keel of drempel van de meetgoot.

Het meetpunt van de stuwhoogte h is gelegen op een afstand van 3 x h<sub>max.</sub> vóór de vernauwing in de aanvoergoot. Op dezelfde plaats is eventueel de aansluiting van een vlotterput aan te brengen.

b. Voor wat betreft de vernauwing of keel

De keel in de Venturi-goot dient zodanig gekozen te worden dat bij de maximale stuwhoogte de verhouding tussen de breedten van de keel en van de aanvoergoot gelijk is aan 0,7. De max. stuwhoogte mag niet hoger worden dan 3 x de breedte van de keel en dient te liggen tussen 10 en 180 cm. De breedte van de keel moet groter zijn dan 10 cm. De rechte lengte van de keel dient 1,5 x h<sub>max.</sub> te bedragen.

Voor de konstruktie van de verloopstukken voor en achter de keel dienen nauwkeurig de daarvoor aangegeven waarden te worden aangehouden. De meetgoot dient over de gehele lengte blijvend waterpas te zijn, bij voorkeur nainstelbaar aangebracht te worden en met een vlakke bodem te worden gebouwd.

c. Voor wat betreft de afvoergoot

In de afvoergoot mogen geen niveauverhogende obstrukties aanwezig zijn. In het algemeen dienen de afmetingen met de grootst mogelijke nauwkeurigheid te worden aangehouden. De wanden van de meetgoot dienen glad afgewerkt te worden. De Venturi-meetgoot moet geheel leeglopen als er geen afvalwater wordt aangevoerd.

3.3 Voor het maken van een keuze voor een meetvoorziening kunnen de volgende konklusies worden getrokken:

— Indien slibafzettingen worden verwacht dient de toepassing van een meetschot-meting te worden afgeraden.

Bij de aanwezigheid van bezinkbaar materiaal in het afvalwater dient derhalve bij open kanaal-afvoeren gekozen te worden voor een meetgoot en bij voorkeur zonder vlotterput.

— Er dient voldoende aanstroamlengte vóór de meetvoorziening beschikbaar te zijn.

— De aanstroomsnelheid moet gelijkmatig verdeeld zijn over de doorsnede van het aanstroombuis.

— Vooraf moet de aanwezigheid van voldoende verval in het rioleringsysteem zowel voor als na de meetvoorziening worden nagegaan.

— Vooraf dienen het maximale debiet en zo nauwkeurig mogelijk de variaties in het debiet bekend te zijn.

— De invloed van wind op de meting van de stuwhoogte bij de meetvoorziening moet worden voorkomen.

#### 4. Meetvoorzieningen in gesloten kanaal-afvoeren

Voor het meten van debieten van afvalwater in gesloten kanalen werd reeds in de inleiding een aantal meer konventionele meetsystemen genoemd zoals: de meetflens-, de Venturibuis-, de nozzle- en de Pitotbuis-meting.

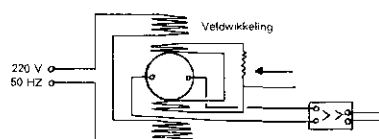
In het algemeen zullen deze meetsystemen slechts toepassing vinden daar, waar meer 'schone', weinig vaste delen bevattende, afvalwaterstromen moeten worden gemeten. Vanwege het kwadratische verband tussen het debiet en het gemeten drukverschil is bij deze systemen het meetbereik praktisch beperkt tot 1 : 3, dat wil zeggen de verhouding tussen het minimum en het maximum debiet.

Voor de berekening en de installatievoorschriften van deze systemen kan worden verwezen naar de uitvoerige beschrijvingen vermeld in het Shell Flow Meter Engineering Handboek, uitgegeven door Waltman Publishing Company, Delft, of bijvoorbeeld de V.D.I.-normen.

Daarnaast kan worden vermeld de ISO-recommendation R 541 — Measurement of fluid flow by means of Orifice Plate and Nozzles (Jan. '67).

##### 4.1. Magnetisch inductieve stromingsmeting

Een meetsysteem dat ook voor afvalwater steeds meer toepassing vindt is de inductieve stromingsmeter. Door de eenvoudige



Afb. 3 - Inductieve stromingsmeting.

verwerking van de lineaire-universele meet-signalen voor registratie en integratie biedt dit meetsysteem zeer goede mogelijkheden. Het meetgebied is hierbij achteraf op eenvoudige wijze aan gewijzigde procesomstandigheden aan te passen door het veranderen van de versterkerinstelling. Met één meetbuis is derhalve een groot meetbereik onder optimale nauwkeurighedsomstandigheden te realiseren.

Het werkingsprincipe is gebaseerd op de Wet van Faraday voor (zie afb. 3) elektromagnetische inductie. In de toepassing bij de 'Mag-flow'-meter is de opbouw als volgt: Op een geïsoleerde buis zijn tegenover elkaar de spoelen voor het opwekken van het magnetisch veld aangebracht. De vloeistof fungeert als bewegende geleider. Voor het meten van de geïnduceerde spanning zijn loodrecht op het krachtlijnenveld tegenover elkaar 2 elektroden in de buiswand aangebracht waarvan de geïnduceerde spanning wordt afgenomen. Deze spanning, die proportioneel is met de snelheid van de geleider, wordt aan een versterker toegevoerd, die een gestandaardiseerd signaal afgeeft.

De wijze waarop het signaal van de meet-

buis kan worden verwerkt wordt in de blokschema's I en II aangegeven. (Zie afb. 4).

Volgens blokschema I wordt het mV-sig-naal versterkt en omgezet in een standaard mA-sig-naal (bijv. 0 - 20 mA) en vervolgens op een mA-schrijver geregistreerd. Hetzelfde signaal kan in een integrator in impulsen worden omgezet waarna deze impulsen door een impulsenteller kunnen worden geteld.

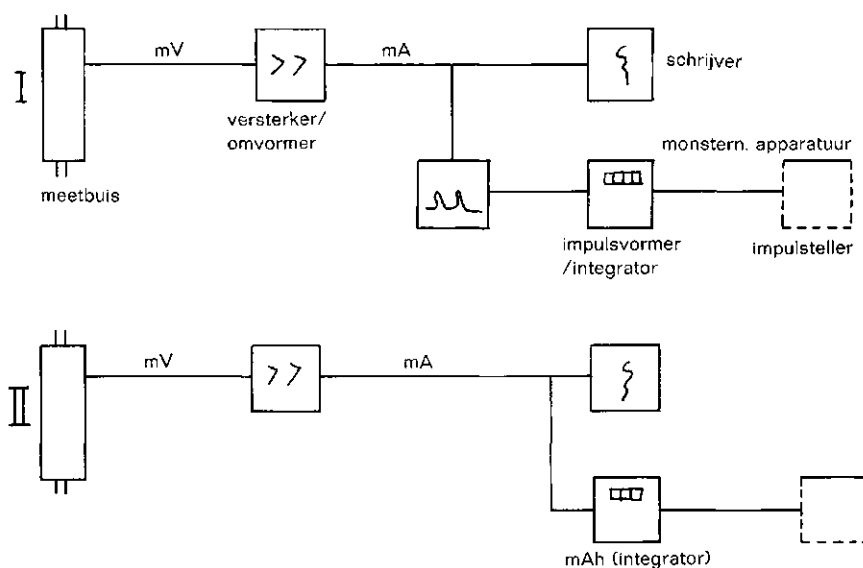
Afhankelijk van de waarde van een impuls zal per 24 h het afvalwatervolume in m<sup>3</sup> of in delen daarvan kunnen worden afgelezen. Door toepassing van een instelbaar impulsen-telwerk kan op eenvoudige wijze bij iedere gewenste hoeveelheid een impuls worden verkregen waarmee een monster-apparaat kan worden geactiveerd. Volgens blokschema II wordt het standaard mA-sig-naal rechtstreeks door een mA-h-meter geïntegreerd en door middel van een telwerk afleesbaar gemaakt.

##### 4.2. Ultra-sonore stromingsmeting

Als tweede meetsysteem voor gesloten kanaal-afvoeren kan de ultra-sonore stromingsmeting worden genoemd. Aan de buitenkant van de leiding zijn zowel een zender als een ontvanger aangebracht. Het principe berust op een meting van de snelheid van het geluid in een stromend medium, afwisselend in meestroom- en in tegenstroomrichting. Hierbij wordt de vloeistofsnelheid respectievelijk opgeteld en afgetrokken van de geluidssnelheid. Tot nu toe is de toepassing nog beperkt voor afvalwater.

Een homogene verdeling van de veront-

Afb. 4



reiniging over de doorsnede van de buis is vereist en vooralsnog wordt een begrenzing van de troebelheid aangegeven op  $\pm 5000$  ppm. Bij enkele fabrikaten kan voor leidingen met een diameter vanaf 300 mm deze methode worden toegepast.

### 5. Het meten van stuwhoogte $h$ in open kanaalafvoeren

Voor het meten van debieten van afvalwater in open kanaal-afvoeren kunnen verschillende, reeds langer bekende systemen, worden genoemd, namelijk: het vlotterstelsel, het purgeersysteem, het verdringersysteem, het capacatieve-systeem en het echo-systeem.

#### 5.1. Vlotterstelsel

Het vlotterstelsel is een zeer eenvoudige methode, echter alleen voor permanente opstellingen redelijk toepasbaar te achten. Zowel direkt werkende registratie- en integratie-systemen als zendersystemen zijn mogelijk. De toepassing is begrensd vanwege de haalbare nauwkeurigheid.

#### 5.2. Purgeersysteem

Het purgeersysteem (dat wil zeggen de welbekende 'borrelbuis') vindt een wijd verbreide toepassing in zowel permanente als incidentele opstellingen. Vereist is een goede en op konstante druk geregelde luchtvoeding. De borrelbuis wordt veelvuldig in combinatie met een direkt werkend registratie- en integratie-systeem gebruikt, dat vooraf op de vorm van het meetschot of -goot moet zijn afgestemd. In de kleine meetgebieden is slechts een beperkte verstelkracht beschikbaar. Gekombineerd met een zendersysteem is een grote mate van betrouwbaarheid in verband met de robuuste uitvoering mogelijk. Het meetgebied is dan veelal instelbaar.

#### 5.3. Verdringersysteem

Het verdringersysteem berust op het meten van de opwaartse kracht op een verdringerlichaam in het water. Deze kracht is afhankelijk van de hoogte van de opstuwing. Dit systeem werkt zonder draaipunten. Het vindt voor afvalwatermeting nog maar weinig plaats.

#### 5.4. Capacatieve systeem

Bij het capacatieve systeem kunnen de elektroden in vuil water problemen geven. Vuilafzettingen op de elektroden vergroten in principe de plaatafstand van de gevormde condensator waardoor fouten kunnen optreden. Er zijn elektroden verkrijgbaar met een aan het meet-element aangepaste vorm waardoor rechtstreeks een lineair signaal wordt verkregen.

#### 5.5. Echosysteem

Van het echo-systeem kan worden opgemerkt dat het nog niet voldoende is beproefd. Indien de beproevingen positief resultaat hebben, dan lijkt een ruime toepassing mogelijk. Beïnvloeding door trillingen van buitenaf is mogelijk en men is nog vrij strikt gebonden aan de geldende verhouding voor de opstelling, dat wil zeggen de verhouding tussen de te meten stuwhoogte en de afstand tussen de meetkop en de waterspiegel.

### 6. Het verwerken van het meetsignaal

Voor het verwerken van het meetsignaal van meetsystemen voor zowel gesloten als voor open kanaal-afvoeren zal gebruik worden gemaakt van registratie- en integratiesystemen.

In het algemeen zal voor het bepalen van de heffingsgrondslag voor een afvalwaterlozend bedrijf of openbaar lichaam het niet nodig zijn kontinu de afvoer karakteristiek per 24 h te registreren. Wat wel van belang is, is het afvoervolume per 24 h en/of het totale jaarvolume te bepalen.

Aan de hand van het etmaalvolume zal tezamen met de concentratie van het etmaalmonster de dagelijkse vervuilingkracht van het afvalwater kunnen worden berekend. Het jaarvolume zal voor de berekening van een volumekorrelatie, die tot verhoging of verlaging van de heffingsgrondslag kan leiden, benodigd zijn. Werd nog niet zo lang geleden op grote schaal het etmaalvolume berekend door het met de hand tellen van de afvoergrafiek van de recorder, het is nu mogelijk door middel van een automatisch werkend integratiesysteem het meetsignaal rechtstreeks om te zetten en door een telwerk te tellen.

Voor het vastleggen van het debiet kan gebruik worden gemaakt van direkt werkende systemen en van Servo-systemen. Bij de direkt werkende systemen wordt van de door het gemeten drukverschil veroorzaakte kracht direkt gebruik gemaakt voor het aandrijven van de registratiepen. Bij de Servo-systemen wordt gebruik gemaakt van hulpenergie zodat over het algemeen meer verstelkracht beschikbaar is en hysteresis en dergelijke een geringere invloed hebben.

Bij Servo-systemen kan de registrerende meter op grotere afstand van het meetelement worden opgesteld. De kosten van een Servo-systeem zijn hoger.

Integratie-apparatuur kan in diverse uitvoeringen worden verkregen. Bij de direkt werkende registratie-systemen wordt veelal de integrator in de schrijver gebouwd. Een voordeel hiervan is dat bij niet-lineaire signalen de linearisator meestal direkt in het

instrument is ingebouwd. Hierbij wordt dan van een curve-schijf gebruik gemaakt. Bij toepassing van zender-ontvangersystemen (dat wil zeggen Servo-systemen) kunnen de integrators zowel afzonderlijk als ingebouwd in de schrijver worden toegepast. De niet-lineaire zendersignalen dienen vooraf te worden gelineariseerd. Vaak is hiervoor een voorziening in de integrator ingebouwd.

Tevens bestaat hiervoor speciale apparatuur, zowel elektronische als pneumatische, waarvan het lineaire uitgangssignaal aan een integrator kan worden toegevoerd. (Bijvoorbeeld een miliampèreuurmeter). De integrators zijn dikwijls voorzien van een kontaktrinrichting voor de besturing van flow-proportionele monstername-apparatuur.

Het verdient over het algemeen aanbeveling een complete meetinstallatie (dat wil zeggen meetschot + schrijver + integrator) bij één leverancier te kopen om aanpassingsfouten zoveel mogelijk te elimineren. Tevens kan hierdoor een 'overall' nauwkeurigheidsgarantie van de fabrikant worden geëist.

### 7. Samenvatting

Samenvattend kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt.

— Voor het meten in open kanaal-afvoeren prevaleert het Thomsonschoot boven het Cipoletti-schoot in verband met de grotere te bereiken nauwkeurigheid in het lage meetgebied.

— Bij het toepassen van het Cipoletti-meetschot moet worden voldaan aan de voorwaarde dat de basisbreedte  $b \geq 5 h_{\max.}$

— Voor het Thomson-schoot is de putbreedte minimaal 1,2 m en moet de breedte  $B > 5h_{\max.}$  zijn.

— Voor het Cipoletti-schoot is de putbreedte minimaal  $10 \times h_{\max.}$

— Voor het Cipoletti- en voor het Thomson-schoot dient de lengte van de meetput, aangegeven tussen het duikschot en het meetschot, minimaal  $13 \times h_{\max.}$  te bedragen.

— Indien bezinkbare stoffen worden afgevoerd verdient het aanbeveling een meetgoot-meting toe te passen.

— De toepassing van een vlotterput wordt, ingeval bezinkbare stoffen worden afgevoerd, afgeraden.

— Voor gesloten kanaalafvoeren mag een ruime toepassing worden verwacht van de magnetisch inductieve stromingsmeting. Een lineair meetsignaal wordt verkregen dat eenvoudig verwerkt kan worden.

— Voor open kanaalafvoeren is naast andere systemen het purgeersysteem goed

toepasbaar mits een goede en drukgeregelde luchtvoeding wordt toegepast. Gekombineerd met een Servo-systeem dat de signalen versterkt is een grote mate van betrouwbaarheid mogelijk.

— Voor het bepalen van het afvoervolume kan gebruik worden gemaakt van automatische integratie-systemen in combinatie met een direkt werkend of een Servo-systeem.

Ter afsluiting kan worden gekonkludeerd dat de oude welbekende meetput nog niet heeft afgedaan. Wil de meetput echter voor het vaststellen van de heffingsgrondslag blijvend worden gebruikt dan zal in vele gevallen een duidelijke 'face-lift' moeten worden toegepast.

Indien blijkt dat deze 'face-lift' bedrieglijk veel op een zwembad gaat lijken met aan het eind ervan een miezerig klein meetschot dan staat de weg open door middel van gesloten kanaalmetingen het geheel tot redelijker proporties terug te brengen.

