ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

Bepaling van het debiet in controle-inrichtingen voor afvalwater

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

INHOUD

1 Doel en Toepassingsgebied 4

2 Definities 4

3 Apparatuur, materieel en benodigdheden 6

3.1 Gesloten controle-inrichting voor afvalwater 6
3.1.1 Debietmeter gesloten controle-inrichting 6

3.2 Open controle-inrichting voor afvalwater 7
3.2.1 Meetgoten (venturi) 7
3.2.2 Meetschotten 10
3.2.3 Debietmeter open controle-inrichting 11

3.3 Debietregistratie-apparatuur 13

3.4 Overige benodigdheden en materieel 13

4 Bepaling van het debiet in een gesloten controle-inrichting 14

5 Bepaling van het debiet in een open controle-inrichting 14

5.1 Identificatie controle-inrichting 14
5.1.1 Bepalen van de afmetingen van de controle-inrichting 14
5.1.2 Typering controle-inrichting 16
5.1.3 Staat van de open controle-inrichting 16
5.1.4 Omgaan met afwijkingen bij een open controle-inrichting 16

5.2 Plaatsing debietmeetsysteem 16
5.2.1 Plaatsing van het borrelbuissysteem 16
5.2.2 Plaatsing van het ultrasoon systeem 17

5.3 Debietformule 17

5.4 Instelling nulpunt 18

5.5 Controle waterhoogte 19
5.5.1 Meetlocatie van de waterhoogte bij een meetgoot 19
5.5.2 Meetlocatie van de waterhoogte bij een meetschot 20

6 Registratie van het debiet 20

6.1 Instellen registratietoestel (printer, logger) 20

6.2 Weergave van het debiet 21
6.2.1 Ogenblikkelijk debiet 21
6.2.2 Totale debieten 21

7 Verzegeling 21

8 Rapportering 21

9 Kwaliteitscontrole 22

9.1 Gesloten controle-inrichting 22

9.2 Open controle-inrichting 22

9.2.1 Controle van de actuele t.o.v. de gemeten waterhoogte 22
9.2.2 Controle van de omrekening van de hoogtemeting naar debiet door de debietmeter 22
9.2.3 Controle van de lineariteit 23

10 Referenties 23

BIJLAGE A : Maat- en typeringstabellen open controle-inrichtingen 24

BIJLAGE B : Debiettabellen open controle-inrichtingen 38

BIJLAGE C : Omrekeningsformule(s) waterhoogte – debiet voor open meetgoten (informatief) 39

C.1 Vlakke meetgoten met rechthoekige doorsnede 39

C.1.1 Debietformule conform ISO 4359 39
C.1.2 Vereenvoudigde debietformule 39
C.1.3 Herberekening debiet met werkelijke maten conform ISO 4359 40

C.2 Vlakke meetgoten met parabolische doorsnede 40

C.3 Khafagi meetgoten 41

C.3.1 Khafagi QV 41
C.3.2 Hydrologic 41

C.4 Parshall meetgoten 41

C.5 Meetschot met driehoekige uitsnijding (V-schot, Thomson) 41

BIJLAGE D : Beschrijving en omrekeningsformules van rechthoekige en trapeziumvormige meetschotten (informatief) 43

D.1 Meetschot met rechthoekige contractie 43

D.2 Meetschot met trapeziumvormige contractie (Cipolletti) 45

BIJLAGE E : Rekenblad voor debietsbeoordeling (informatief) 46

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

1 DOEL EN TOEPASSINGSGEBIED

Deze procedure beschrijft de bepaling van het debiet in een open of gesloten controle-inrichting voor het lozen van afvalwater.

Deze methode is toepasbaar op de debietmeting in, enerzijds gesloten controle-inrichting waar een elektromagnetische of inductieve debietmeter is geïnstalleerd door het bedrijf, en anderzijds op open controle-inrichtingen waarbij het debiet via een hoogtemeting in een meetgoot (venturi) of meetschot wordt bepaald. In deze methode worden zowel meetgoten met vlakke en parabolische bodem behandeld, alsook Parshall-goot, Khafagi-goten en meetschotten met driehoekige opening (V-schot).

De debietsmeting in deze methode kan ook deel uitmaken van een debietsgebonden monstername conform WAC/I/A/004.

2 DEFINITIES

- Gesloten controle-inrichting: meetsysteem dat het debiet meet in een gesloten leiding of in een gesloten drukleiding, waarbij het afvalwater niet in contact staat met de buitenlucht.

- Open controle-inrichting: bij een open afvoer voor het lozen van afvalwater kan het debiet bepaald worden via een zogenaamde ‘open controle-inrichting’ of ‘open kanaal’. Dit open kanaal kan een meetgoot of een meetschot zijn.

- Meetgoot (synoniem venturi): een betonnen, metalen of kunststoffen constructie waarbij de goot een kunstmatige vernauwing van de zijwanden vertoont, al dan niet met een ingebouwde verhoging of verdieping van de bodem ter plaatse van de vernauwing waardoor kritische stroming wordt teweeg gebracht om debieten te kunnen meten. Meetgoten worden onderverdeeld volgens de vorm van de bodem in de meetgoot (bijv. vlak, parabolisch,…), alsook van het profiel.

- Meetschot: vlakke plaat met een uitsparing, die dwars in het afvoerkanaal (meetput) wordt geplaatst. Het afvalwater wordt hierdoor opgestuwd en stroomt door een uitsparing van het schot weg. Het waterniveau voor het schot is evenredig met het doorstromende debiet.

- Keel: het gedeelte van een meetgoot waarin kritische stroming optreedt, meestal waar de natte dwarsdoorsnede van de meetgoot het kleinst is. De keel kan een rechthoekig, trapeziumvormige, U-vormige of een andere speciaal ontworpen vorm (bijv. parabolisch) hebben. Binnen deze WAC worden enkel de rechthoekige en parabolische meetgoten behandeld.

- Debietmeter: meter waarmee (bijvoorbeeld door middel van druk of ultrasoon) het debiet gemeten wordt.

- Elektromagnetische of inductieve debietmeter: een debietsmeter die werkt volgens het principe dat wanneer stromend water zich in een gesloten leiding door een magnetisch veld verplaatst, er een elektrische spanning opgewekt wordt. De opgewekte spanning wordt doorgestuurd naar de afleeseenheid, die zet de spanning om in een genormaliseerd uitgangsignaal evenredig met het debiet.

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

- Borrelbuis: een instrument voor de hoogtemeting van een vloeistof bestaande uit een buis met een in- en uitgang die verbonden is met de debietmeter en waarin langs de ingang lucht wordt geblazen en langs de uitgang de druk wordt gemeten.

- Ultrasoonsensor: een zender die periodiek een ultrasoon signaal stuurt dat na terugkaatsing wordt ontvangen.

- Blockafstand: dode zone onder de ultrasoonsensor waarbinnen geen stabiele meting wordt bekomen.

- Debietregistratietoestel: apparaat dat continu, of met regelmatige tussenpozen, de parameters gemeten door de bijbehorende sensors (bijv. debiet) registreert.

- Ogenblikkelijk debiet: de hoeveelheid geloosd afvalwater gedurende een moment van meting.

- Totaal uur- of dagdebiet: de totale hoeveelheid geloosd afvalwater gedurende één uur resp. 24 h van meting.

- Technisch dossier: documentatie van de historiek van de controle-inrichting en van het debietmeet- en registratiesysteem (oa. meetverslagen, onderhoudsrapporten, controles), zoals opgelegd in de Code van Goede Praktijk voor installatie, onderhoud en controle van een open[b] of gesloten[a] controle-inrichting voor debietmeting van afvalwater. De vorm waaronder deze documentatie en registraties worden uitgevoerd, ligt niet vast maar de vereiste gegevens moeten op eenvoudige wijze kunnen voorgelegd worden.

- Uitgangssignaal: het analoge 4-20 mA signaal of digitaal pulssignaal van een debietmeter.

- h_{min}: de minimale waarde (ondergrens) van de waterhoogte h waarbij het debiet (Q_{min}) met een voldoende nauwkeurigheid kan bepaald worden.

- h_{max}: de maximale waarde (bovengrens) van de waterhoogte h waarbij het debiet (Q_{max}) met een voldoende nauwkeurigheid kan bepaald worden.

- $h_{overloop}$: de waterhoogte gelijk aan de hoogte van het meetgedeelte van de controle-inrichting, en waarbij de controle-inrichting overloopt

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

3 APPARATUUR, MATERIEEL EN BENODIGDHEDEN

3.1 GESLOTEN CONTROLE-INRICHTING VOOR AFVALWATER

Een gesloten controle-inrichting bestaat uit een gesloten debietmeetsysteem dat op, of tussen, een gesloten leiding wordt geplaatst waarlangs het water wordt geloosd. Het gesloten meetsysteem dient in zodanige staat geïnstalleerd en onderhouden te worden, dat een debietmeting steeds kwaliteitsvol en veilig kan gebeuren. De voorwaarden voor het lozen van het afvalwater via een gesloten of open afvoer staan in VLAREM II Bijlage 4.2.5.1. Controle-inrichting voor lozingen van afvalwaters, en is voor gesloten afvoeren verder uitgewerkt in de Code van Goede Praktijk (CvGP) voor gesloten controle-inrichtingen[a]. De uitvoering van deze voorwaarden, en documentatie ervan in een zogenaamd 'technisch dossier', vallen onder de verantwoordelijkheid van de exploitant. De exploitant stelt het technisch dossier, of relevante onderdelen m.b.t. het uitvoeren van de debietsmeting ervan, op diens vraag ter beschikking aan het laboratorium.

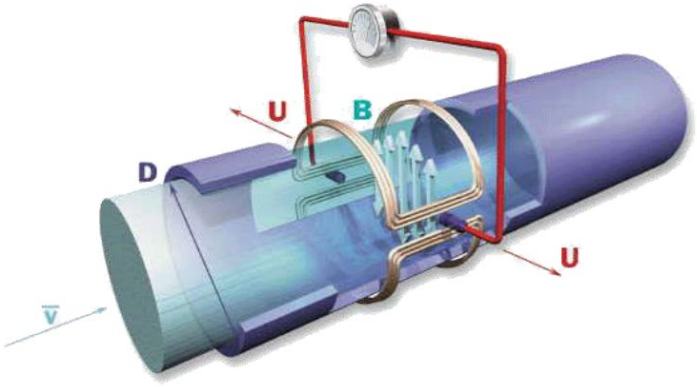
3.1.1 DEBIETMETER GESLOTEN CONTROLE-INRICHTING

De meest gangbare methode om debiet in gesloten leidingen te meten is met behulp van een **elektromagnetische (EM) debietmeter**, ook wel magnetisch- inductieve meter (MID) genoemd.

Het principe van de elektromagnetische debietmeter, is gebaseerd op 'de wet van Faraday'. Volgens deze wet wekt een elektrische geleider (het water dat door de debietmeter stroomt) die zich beweegt in een magneetveld (opgewekt door twee veldspoelen aan weerszijde van de meetbuis van de elektromagnetische debietmeter) een spanning op.
Twee meetelektroden in de meetbuis, die loodrecht op de veldspoelen zijn geplaatst, detecteren de opgewekte spanning, welke wordt opgewekt door het stromende water. Het signaal wordt versterkt door een meetversterker, waarbij de opgewekte spanning proportioneel is aan de doorstromingssnelheid van de vloeistof, en dus ook aan het debiet.

$$U_i = k \cdot B \cdot D \cdot v$$

U_i : geïnduceerde spanning
B : magnetisch veld
D : binnendiameter
V : snelheid van de vloeistof



Figuur 1: principe EM debietmeter

Een elektromagnetische debietmeter bestaat enerzijds uit de meetbuis dat omringd is door een spoel en een elektrodepaar bevat, en anderzijds uit een signaalomvormer die de schakelcircuits bevat om de gegevens van het stroomsignaal van de elektrode om te zetten in een standaard uitvoersignaal dat direct evenredig is met het debiet. Voor het geheel van het meetsysteem geldt dat:

- het ogenblikkelijk debiet en/of de actuele waterhoogte lokaal afleesbaar moet zijn

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

- de software en hardware beveiligd moet zijn tegen accidentele ongewenste wijzigingen of veranderingen van de instellingen waardoor onjuiste meetgegevens kunnen worden verkregen.

Bij een gesloten controle-inrichting voert het erkend laboratorium doorgaans geen eigen debietmeting uit, maar moeten zij gebruik maken van het uitgangssignaal van de (elektromagnetische) debietmeter die geïnstalleerd is door het bedrijf zelf.
Voor de eisen die het laboratorium moet stellen bij het gebruik van een debietmeter van het bedrijf, wordt verwezen naar 4.

3.2 OPEN CONTROLE-INRICHTING VOOR AFVALWATER

In een open controle-inrichting voor het lozen van afvalwater wordt het debiet bepaald in een zogenaamd 'open kanaal' waardoor het afvalwater stroomt en waarin, ofwel een meetgoot, ofwel een meetschot, geïnstalleerd is. Voor een debietmeting in een open controle-inrichting installeert het erkend laboratorium een (eigen) debietmeetsysteem (bijv. borrelbuis of ultrasoon) in het bestaande open kanaal (meetgoot of meetschot) van het bedrijf.
Voor het erkend laboratorium dat de debietmeting uitvoert, is het vooral belangrijk dat de verschillende types controle-inrichtingen (3.2.1 en 3.2.2) gekend en geïdentificeerd kunnen worden. Deze typering bepaald namelijk de toe te passen debietformule om van de gemeten waterhoogte om te rekenen naar debiet.

De volledige specificaties voor een open controle-inrichting zijn opgenomen in VLAREM II Bijlage 4.2.5.1[c] en in de Code van Goede Praktijk voor open controle-inrichtingen[b].
Het open kanaal (meetgoot of meetschot) op zich dient in zodanige staat geïnstalleerd en onderhouden te worden, dat de meting van het debiet steeds kwaliteitsvol en in alle veiligheid kan gebeuren. De voorwaarden hiervoor zijn tevens opgenomen de Code van Goede Praktijk voor open controle-inrichtingen[b]. De uitvoering ervan valt onder de verantwoordelijkheid van de exploitant, maar overlapt ook (gedeeltelijk) met de uit te voeren kwaliteitscontroles bij de debietmeting. De exploitant is verantwoordelijk voor de documentatie van de controle-inrichting in een zogenaamd 'technisch dossier'. Dit technisch dossier, of relevante onderdelen m.b.t. het uitvoeren van de debietsmeting ervan, worden op diens vraag ter beschikking gesteld aan het laboratorium.

3.2.1 MEETGOTEN (VENTURI)

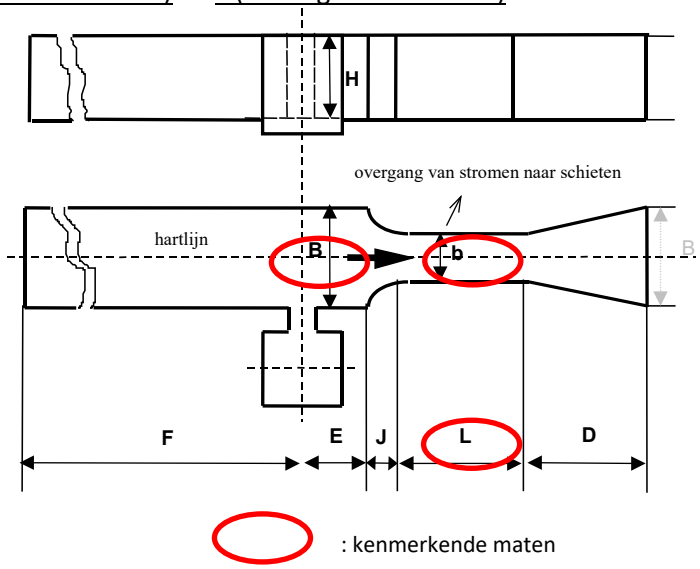
Een meetgoot bestaat uit een kanaal waarin een lokale vernauwing wordt aangebracht. Deze vernauwing wordt meestal aangeduid als de keel van de meetgoot. De dwarssectie van deze keel is meestal rechthoekig (vlakke meetgoot), maar kan ook parabolisch zijn (parabolische meetgoot). Er bestaan ook meetgoten met een trapezoïdale of met U-vormige dwarsdoorsnede, maar deze types worden niet behandeld in deze WAC-methode.
Omdat er stroomafwaarts van de keel geen opstuwing wordt veroorzaakt, wordt in de keel de kritische waterhoogte bereikt. Dit betekent dat er op deze plaats een uniek verband bestaat tussen het debiet en de waterhoogte in de keel van de meetgoot. De waterhoogte wordt echter meestal bepaald in het aanvoerkanaal (vaak is er op die plaats een zijdelingse meetput geïnstalleerd). Stroomopwaarts van de keel is de stroming immers veel kalmer en is het eenvoudiger en meer betrouwbaar om de waterhoogte te meten. Er bestaat dan een uniek verband tussen waterhoogte ter hoogte van de meetsectie en het debiet dat door het kanaal stroomt.

Meetgoten worden ingedeeld op basis van de vorm van de doorsnede en de lengte van de keel.

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

3.2.1.1 VLAKKE MEETGOOT MET RECHTHOEKIGE DOORSNEDE EN LANGE KEEL

De grootste groep van meetgoten zijn deze met vlakke bodem, rechthoekige doorsnede en lange keel. De configuratie van een vlakke meetgoot en de identificatie van de afmetingen zijn weergegeven in Figuur 2.
Vlakke meetgoten bestaan in verschillende groottes (afhankelijk van het debiet dat geloosd wordt) en in types/fabricaten, meestal uitgevoerd in gestandaardiseerde afmetingen. Om dit type meetgoot te herkennen moet men letten op de vorm van de keel: na de vernauwing is deze constant.
De kenmerkende maten van een vlakke meetgoot met rechthoekige doorsnede zijn: B (breedte van het kanaal), b (breedte van de keel) en L (de lengte van de keel).



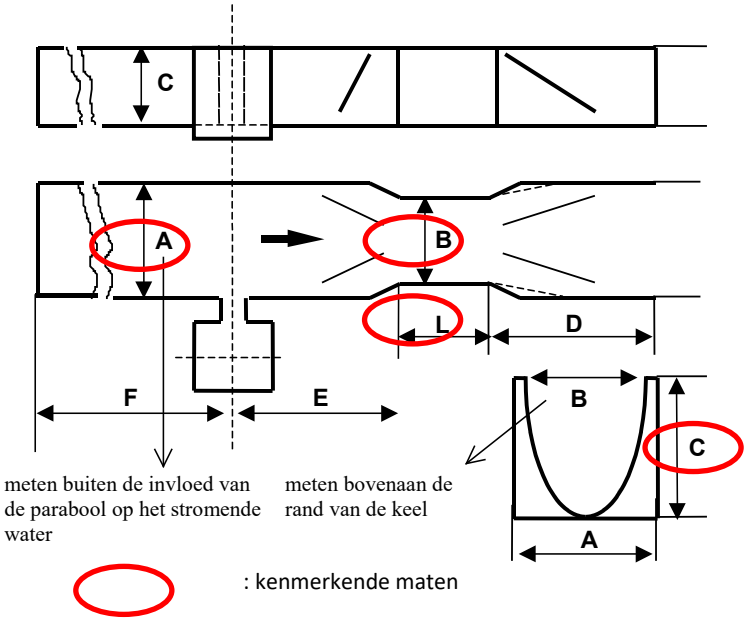
Figuur 2: Schematische voorstelling meetgoten met vlakke bodem, rechthoekige doorsnede en lange keel [B: breedte van het aanvoerkanaal; b: breedte van de keel; D: lengte van het divergerende deel van de meetgoot (uitgang meetsectie); E:lengte hartlijn meetput tot aan de keel; F: lengte aanvoerkanaal-hartlijn meetput J: lengte van de convergerende zone (ingang meetsectie); L: lengte van de keel; H: hoogte van de meetgoot] (bron: VMM)

3.2.1.2 MEETGOTEN MET PARABOLISCHE DOORSNEDE EN LANGE KEEL

Naast de meetgoten met vlakke bodem, bestaan er ook meetgoten met een paraboolvormige keeldoorsnede. Er zijn parabolische meetgoten verkrijgbaar in verschillende groottes met gestandaardiseerde afmetingen (PI t.e.m. PVII), afhankelijk van het debiet dat geloosd word. De configuratie van een parabolische meetgoot en is weergegeven in Figuur 3.

De kenmerkende maten zijn: de breedte van de parabool (B), de breedte van het aanvoerkanaal (A) en de hoogte van de meetgoot (C) of de lengte van de keel (L).

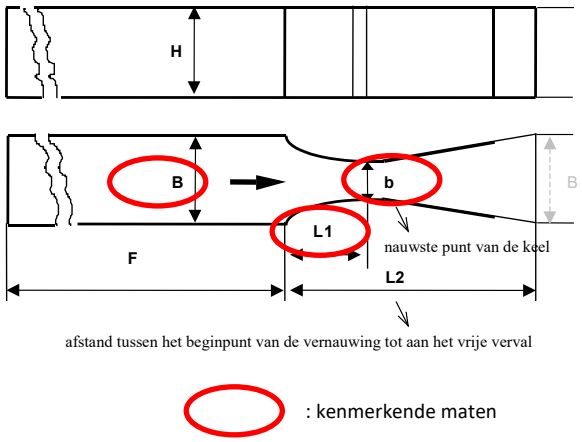
ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



Figuur 3: Schematische voorstelling van meetgoot met parabolische bodem met aanduiding van maten [A: breedte van het aanvoerkanaal; B: breedte van de keel (parabool)l; C: hoogte van de meetgoot; D: lengte afvoerkanaal vanaf de vernauwing/keel; E: lengte hartlijn meetput tot aan de vernauwing/keel; F: lengte aanvoerkanaal-hartlijn meetput; L: lengte van de vernauwing/keel] (bron: VMM)

3.2.1.3 KHAFAGI MEETGOOT

In alle lozingsformules voor rechthoekige meetgoten wordt de effectieve kromming van het stromingsprofiel in de versmalling niet meegerekend. Om meer nauwkeurige waarden voor het debiet, afhankelijk van het waterniveau te krijgen, heeft Khafagi een ander model meetgoot ontwikkeld.
Kenmerkend voor deze meetgoot is dat de inlooplengte van de versmalling relatief kort wordt gehouden en dat de versmalling zelf de vorm heeft van een boog.
Ter identificatie is het noodzakelijk om 3 kenmerkende maten te bepalen: B (breedte van het kanaal), b (breedte van de keel gemeten op het smalste punt) en L1 (radius van de boog).
De configuratie van een meetgoot van het type Khafagi QV is weergegeven in Figuur 4.



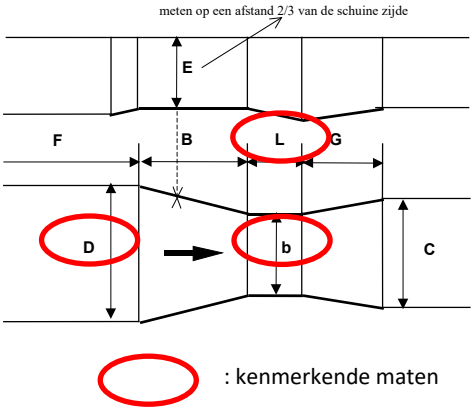
Figuur 4 Schematische voorstelling van Venturi meetgoot type Khafagi QV met aanduiding van maten (bron: VMM) [B: breedte van het aanvoerkanaal; b: breedte van de keel; L1: radius van de boog; L2: lengte afvoerkanaal vanaf de vernauwing/keel; F: lengte aanvoerkanaal-hartlijn meetput; H: hoogte van de meetgoot]

Er bestaan nog andere types Khafagi-achtige meetgoten (bijv. type Hydrologic); voor meer informatie hierover wordt verwezen naar de CVGP voor gesloten controle-inrichtingen[b] (bijlage A.3).

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

3.2.1.4 PARSHALL MEETGOOT

De configuratie van een meetgoot van het type Parshall en de identificatie van de afmetingen zijn weergegeven in Figuur 5. Deze meetgoot heeft rechtopstaande wanden en een knik in de bodem. Dit laatste is het belangrijkste herkenningspunt. In principe is het een speciale toepassing van een meetgoot met vlakke bodem.
Opnieuw worden 3 kenmerkend maten gekarakteriseerd: b (de breedte van de vernauwing), L (lengte vernauwing) en D (breedte kanaal voor vernauwing).



Figuur 5: Schematische voorstelling van Venturi meetgoot type Parshall met aanduiding van maten (bron: VMM)
[b: breedte van de vernauwing; B: lengte van het convergerende gedeelte voor de vernauwing; C: breedte van het afvoerkanaal; D: breedte van het aanvoerkanaal; E: afstand van de verhoging tot de rand van de meetgoot; L: lengte van de vernauwing; G: lengte van het divergerende gedeelte na de vernauwing]

3.2.2 MEETSCHOTTEN

Bij een open afvoer van afvalwater is een meetschot als controle-inrichting ook toegelaten. De drie gekende types meetschotten zijn het V-meetschot (3.2.2.1), het rechthoekige meetschot (BIJLAGE D) en het trapeziumvormige meetschot (Cipolletti overlaat, BIJLAGE D).

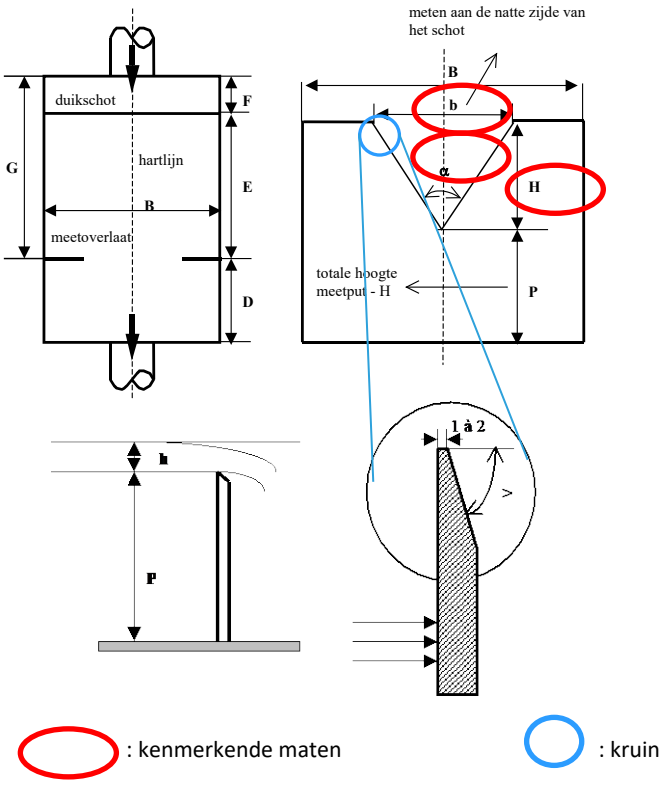
3.2.2.1 V-SCHOT (THOMSON-MEETSCHOT)

Een V-meetschot heeft een driehoekige opening. Dit type is geschikt voor het meten van kleine stromen met een hoge nauwkeurigheid en/of voor sterk wisselende doorstromingen. V-schotten zijn de meest voorkomende. De hoogte (H) van het V-schot (gemeten in de uitsparing tot aan de bovenste rand) en de breedte (b) van de opening worden gemeten en op basis van deze waarden wordt de hoek van de uitsnijding (α) berekend.

$$\tan\frac{\propto}{2} = \frac{b/2}{h}$$

In praktijk zijn 3 hoeken in gebruik: 28°4, 53°8’of 90°.

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



Figuur 6: Schematische voorstelling van meetschot met Thomson overlaat met aanduiding van maten (bron: VMM) [B: breedte van het aanvoerkanaal; α:hoek van de V-vormige uitsnijding; H: hoogte van de V-vormige uitsnijding h: waterhoogte; P: hoogte van het puntje van de V-vormige uitsnijding ten opzichte van de vloer; D: stroomafwaartse afstand van het meetschot tot aan de putwand; E: afstand tussen duikschot en meetschot; F: stroomopwaartse afstand van putwand tot aan het duikschot; G: stroomopwaartse afstand van de putwand tot aan het meetschot]

3.2.3 DEBIETMETER OPEN CONTROLE-INRICHTING

Bij een open controle-inrichting installeert het erkend laboratorium een (*eigen*) debietmeetsysteem (bijv. borrelbuis of ultrasoon) in het bestaande open kanaal (meetgoot of meetschot) van het bedrijf. Het geloosde debiet wordt gerelateerd aan het waterniveau voor een obstructie in het open kanaal. Er bestaan meerdere systemen om dit waterniveau te meten, maar de twee meest gebruikte mobiele systemen in dit kader zijn het ***borrelbuissysteem*** *(3.2.3.1) en* het ***ultrasoonsysteem*** *(3.2.3.2)*. Beiden hebben hun voor- en nadelen, en gezien geen van beide in alle omstandigheden bruikbaar zijn, is het noodzakelijk dat <u>een erkend laboratorium over beide systemen beschikt</u> en kan toepassen.

Voor beide meetsystemen geldt dat:

- de hoogtemeting voldoende nauwkeurigheid moet behalen in functie van de te meten hoogte of afstand. Deze nauwkeurigheid dient beter te zijn dan de toegestane tolerantie op de hoogtemeting bij controle van de waterhoogte. Deze tolerantie is per type controle-inrichting vermeld in de betreffende debiettabel (“Tolerantie h”);
- het ogenblikkelijk debiet en/of de actuele waterhoogte lokaal afleesbaar moet zijn;
- de software en hardware beveiligd moet zijn tegen accidentele ongewenste wijzigingen of veranderingen van de instellingen waardoor onjuiste meetgegevens kunnen worden verkregen.

In bepaalde gevallen, wanneer het laboratorium geen eigen debietmeting kan installeren, wordt gebruik gemaakt van het uitgangsignaal de vast opgestelde debietmeter van het bedrijf (bijv. ultrasoon sensor). Het laboratorium documenteert in dat geval in het meetverslag de

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

omstandigheden waarbij de installatie van een eigen debietmeting niet mogelijk was. Het laboratorium vraagt voor aanvang van de debietmeting bij het bedrijf een kopie op van een geldige kwaliteitscontrole cfr. de CvGP van de gebruikte debietmeter[b], of voert een eigen kwaliteitscontrole van het debietmeetsysteem uit (9.2.1 en 9.2.2). De datum van uitvoering van de kwaliteitscontrole wordt door het erkend laboratorium gedocumenteerd in het meetverslag.

3.2.3.1 BORRELBUIS

Een borrelbuis maakt gebruik van een interne luchtcompressor om een vaste hoeveelheid lucht via een borrelbuis in het water te duwen. Door de druk te meten die noodzakelijk is om deze luchthoeveelheid uit de borrelbuis te krijgen bepaalt men de waterhoogte. Bij een hogere of lagere waterstand in de open controle-inrichting, is er resp. een grotere of kleinere druk nodig om het water uit de borrelbuis weg te drukken. Dit drukverschil is een maat voor de hoogte van het water in het meetkanaal.

Borrelbuizen zijn mobiel en makkelijk op te stellen, en vandaar vaak gebruikt als tijdelijke opstelling door erkende laboratoria. In situaties met bv. zwevende delen, vet, enz. bestaat het risico dat de opening van de borrelbuis vernauwt waardoor het gemeten debiet hoger is dan het werkelijk geloosde debiet. Het borrelbuissysteem is, mits voldoende corrosiebestendig uitgevoerd, geschikt voor alle typen water.

Wanneer er geen zijdelingse meetput aanwezig is, moet een ultrasone sensor gebruikt worden. In geen geval mag de borrelbuis in de controle-inrichting of het aan- en afvoerkanaal geplaatst worden.

3.2.3.2 ULTRASONE SENSOR

Een zender, geplaatst boven de meetgoot of meetschot, zendt een ultrasonische golf uit die op het vloeistofoppervlak als echosignaal weerkaatst wordt. De tijd tussen de uitzending van het signaal en de opname van de echo is een maat voor de afstand tussen ultrasone sensor en wateroppervlak. Bij een juiste instelling van het nulpunt is deze tijd dus ook een maat voor de waterhoogte in de controle-inrichting. Het voordeel van deze methode is dat er geen contact is met het afvalwater. De snelheid van het signaal wordt beïnvloed door de omgevingstemperatuur, zodat een (ingebouwde) temperatuurscompensatie noodzakelijk is. Dit moet een zeer nauwkeurige temperatuurmeting zijn, die beschermd moet worden tegen bijvoorbeeld de invloed van direct zonlicht.

De ultrasoonsensor moet worden toegepast bij meetgoten waar geen zijdelingse meetput aanwezig is. De opstelling van een ultrasoonsensor vergt meer aandacht en voorzieningen, en vandaar dat deze techniek minder vaak als mobiele of tijdelijke debietmeting wordt toegepast (enkel in situaties waar de borrelbuis niet toepasbaar is). De sensor moet namelijk perfect horizontaal (waterpas) boven het wateroppervlak opgesteld worden. De sensor moet aan een stevige, vaste constructie bevestigd worden, zodat de horizontale positie en de verticale montage-afstanden gedurende de periode van debietsmeting behouden kunnen blijven. Tevens moet de minimale afstand tussen de het wateroppervlak en de ultrasoonsonde gerespecteerd worden; raadpleeg hiervoor de voorschriften van de leverancier van de sonde.
Bij schuimvorming, waterdamp, of indien er condensatie van het water onderaan de ultrasoonsensor optreedt, wordt de meting gestoord en moet een ander debietmeetsysteem geïnstalleerd worden.

3.2.3.3 ANDERE DEBIETMEETSYSTEMEN

Andere debietmeetsystemen worden toegelaten indien aan de bevoegde overheid kan worden aangetoond dat de nauwkeurigheid overeenkomstig deze van de ultrasone sensor en van borrelbuis is (zie 3.2.3).

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

3.3 DEBIETREGISTRATIE-APPARATUUR

De registratie van de meting gebeurt via printer/plotter of via digitale opslag die aan de debietmeter wordt gekoppeld of ingebouwd is. De software van het registratiesysteem moet beveiligd zijn tegen accidentele ongewenste wijzigingen of veranderingen van de instellingen waardoor onjuiste meetgegevens kunnen worden verkregen.

3.4 OVERIGE BENODIGDHEDEN EN MATERIEEL

3.4.1. Kunststof tubing borrelbuis - debietmeter
3.4.2. Elektrisch kabelmateriaal voor koppeling debietmeter met registratie-apparatuur
3.4.3. Lange meetlat, rei, winkelhaak, voetjespasser of schuifpasser, rolmeter om maten van de meetinrichting te bepalen, afleesbaar op min. 1 mm
3.4.4. T-Lat, L-Lat of speciaal daarvoor ontwikkelde meetopstelling voor meten van de waterhoogte bij een meetschot
3.4.5. Waterpas
3.4.6. Hellingsmeter met weergave in mm/m, of mogelijkheid tot omrekenging naar mm/m
3.4.7. Min-max-mallen (±2%) voor vormcontrole van parabolische meetgoten (zie leverancier paraboolgoot)
3.4.8. Dunne (max. 2 mm) meetlat, afleesbaar op min. 1 mm voor het meten van de waterhoogte. De lat moet met de smalle zijde loodrecht in de stroming geplaatst kunnen worden zonder dat deze plooit of buigt door druk, en dient in die zin dus niet plooibaar of buigzaam te zijn.
3.4.9. Waterdetectiepasta of wateroplosbare stift
3.4.10. Klemmen en/of bevestigingsmateriaal voor borrelbuis of ultrasoonsensor
3.4.11. Verzegeldraad en zegels
3.4.12. Meetblad controle-inrichting
3.4.13. Maattabellen voor typering/identificatie van een open controle-inrichting
3.4.14. Debiettabellen (relatie waterhoogte-debiet) per type open controle-inrichting
3.4.15. Fototoestel (facultatief)

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

4 BEPALING VAN HET DEBIET IN EEN GESLOTEN CONTROLE-INRICHTING

Het erkend laboratorium maakt in dit geval gebruik van het uitgangssignaal van de elektromagnetische debietmeter die door het bedrijf zelf geïnstalleerd is in de gesloten controle-inrichting. Voor opstart van de debietmeting wordt technisch dossier van de gebruikte debietmeter opgevraagd bij de exploitant. Volgende afspraken moeten tussen beide partijen gemaakt worden:

- Het bedrijf moet een continu beschikbaar analoog en/of digitaal uitgangssignaal ter beschikking stellen aan de debietmeter, waaraan de registratie-apparatuur van het laboratorium (zie ook 6.1) kan gekoppeld worden.
  Conform de CvGP voor gesloten controle-inrichtingen[a] zouden de aansluitmogelijkheden van de debietmeter gedocumenteerd moeten zijn in het technisch dossier van de gebruikte debietmeter, en moet deze informatie door het bedrijf ter inzage voorgelegd worden aan het erkend laboratorium dat de debietmeting uitvoert.

- Het erkend laboratorium vraagt voor aanvang van de debietmeting bij het bedrijf een kopie op van een geldige kwaliteitscontrole cfr. de CvGP van de gebruikte debietmeter[a]. De aan-/of afwezigheid van een geldige kwaliteitscontrole en de datum van uitvoering ervan, wordt door het erkend laboratorium gedocumenteerd in het meetverslag.

5 BEPALING VAN HET DEBIET IN EEN OPEN CONTROLE-INRICHTING

5.1 IDENTIFICATIE CONTROLE-INRICHTING

Voor opstart van de debietmeting wordt technisch dossier van de open controle-inrichting opgevraagd bij de exploitant.
Ter plaatse wordt, op basis van de visuele kenmerken zoals beschreven in 3.2.1 (meetgoten) en 3.2.2 (meetschotten), het type controle-inrichting bepaald aan de hand van de maattabellen (BIJLAGE A). Ter bevestiging worden minimaal de kenmerkende maten van de controle-inrichting bepaald:

i. bij een eerste debietmeting worden alle maten van controle-inrichting (zie BIJLAGE A) ter identificatie gemeten conform 5.1.1 en genoteerd op het meetblad.
ii. bij elke volgende debietmeting worden minimaal jaarlijks of minimaal per heffingsperiode indien deze langer is dan 1 jaar, de kenmerkende maten (zie 3.2.1 en 3.2.2) gemeten conform 5.1.1 en genoteerd op het meetblad. De kenmerkende maten van een meetinrichting zijn aangegeven in Figuur 2 t.e.m. Figuur 6.

5.1.1 BEPALEN VAN DE AFMETINGEN VAN DE CONTROLE-INRICHTING

De afmetingen worden opgemeten aan de hand van een meetlat, rei, schuifpasser of voetjespasser (voor kleine meetgoten); voor bepaalde afmetingen kan ook een rolmeter worden gebruikt:

- Horizontale en verticale lijnen van kleine meetgoten (met $h_{max} \leq 25$ cm) worden nagezien aan de hand van een waterpas[1].
  Bij grotere meetgoten (met $h_{max} > 25$ cm) wordt een helling(sgraad) bepaald met een hellingsmeter (mm/m) [2].

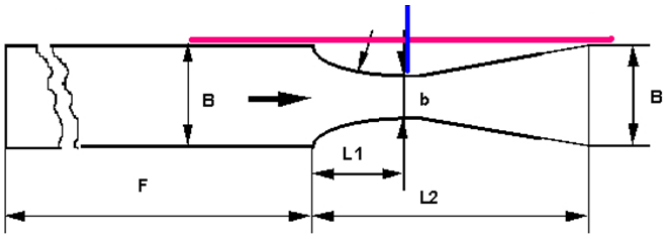
---

[1] Voor het criterium “waterpas” geldt in langs- en dwarsligging waterpas.
[2] Volgende toleranties op de hellingsgraad worden toegelaten:

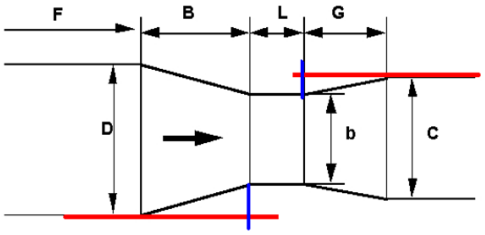
ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

- De ***breedtes*** van het kanaal en van de vernauwing(keel) wordt gemeten op *3 plaatsen*:
  - begin – midden – einde, van het kanaal resp. vernauwing

  In het midden wordt de breedte van het aanvoerkanaal en van de vernauwing (keel) tevens op 3 hoogtes gemeten:
  - bodem (tussen 0-5 cm)
  - midden (1/2 hoogte meetgoot)
  - boven (aan de bovenrand van de goot).
- Bij een meetgoot met vlakke bodem wordt de lengte van de keel (L) gemeten door het plaatsen van een meetlat in de vernauwing recht tegen de zijwand. De vernauwing begint met een boog en eindigt met een knikpunt. De lat wordt gelijkgelegd met het knikpunt (0 cm van de meetlat) en de plaats waar de lat de vernauwing niet meer raakt (het buigpunt) is het punt waar L wordt gemeten.
- Bij een meetgoot met parabolische bodem dient de kromming gecontroleerd te worden met de overeenkomstige min-max-mallen per type parabool (± 2%).
- Bij een meetgoot van het type Khafagi, of van het type Parshall, worden resp. de L1 en L2 waarden en B en G waarden bepaald door een lat met T- of L-profiel of winkelhaak (Figuur 7 en 7 rode indicatie) tegen de rechte zijwand van de aanvoer- of afvoergoot te plaatsen; Figuur 7 en Figuur 8 blauwe indicatie) op de meetlat of rei bepalen de correcte waarden. Een lijmklem kan zeker gebruikt worden om de lat of rei stabiel vast te maken.



Figuur 7: Opmeting L1 en L2 bij Venturi type Khafagi



Figuur 8: Opmeting B en G bij type Parshall [bron: VMM]

- Indien het in de praktijk door omstandigheden onmogelijk is om bepaalde afmetingen te meten, dient dit duidelijk genoteerd te worden op het meetblad.

- helling bodem keel in stromingsrichting: max. 5 mm/m
- helling bodem kanaal in stromingsrichting tot meetsectie: max. 10 mm/m
- helling bodem kanaal in stromingsrichting tussen meetsectie en convergentie: max. 5 mm/m
- helling bodem kanaal dwars op stromingsrichting tot meetsectie: 10 mm/m
- helling bodem kanaal dwars op stromingsrichting tussen meetsectie en convergentie: 5 mm/m
- afwijking keelwand van verticaliteit: 10 mm/m
- afwijking kanaalwand van verticaliteit: 10 mm/m

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

5.1.2 TYPERING CONTROLE-INRICHTING

De gemeten maten worden vergeleken met de nominale maten van de betreffende controle-inrichting en de hierop toegelaten toleranties. Deze toleranties zijn per type inrichting opgelijst in de maattabellen van BIJLAGE A.
Zowel gemeten (werkelijke) als de nominale maten en toleranties hierop, worden gedocumenteerd in het meetverslag.

5.1.3 STAAT VAN DE OPEN CONTROLE-INRICHTING

De huidige staat van de controle-inrichting wordt nagegaan conform de checklijst bij de maattabellen in BIJLAGE A. Hiermee worden bepaalde eisen m.b.t. de meetconstructie, onderhoud, en omgevingsfactoren beperkt gecontroleerd opdat een goede debietsmeting in de open controle-inrichting kan uitgevoerd worden.

Afwijkingen op de meetconstructie (bijv. beschadigingen, niet volledig waterpas[1]/horizontaal[2]/verticaal[2],...) worden gedocumenteerd in het meetverslag.

5.1.4 OMGAAN MET AFWIJKINGEN BIJ EEN OPEN CONTROLE-INRICHTING

Aangezien afwijkingen een belangrijke invloed uitoefenen op de debietmeting dienen ze te worden gerapporteerd aan VMM én vermeld op het verslag van de debietmeting.
Afwijkende maten kunnen aanleiding geven tot het uitsluiten van bepaalde (verkorte) berekeningsmethoden van hoogte naar debiet, of herberekeningen op basis van de gemeten (werkelijke) maten in plaats van de nominale maten. Raadpleeg hiervoor §5.3.

Afwijkingen op de meetconstructie (bv. afwijkende maten, beschadigingen, niet volledig horizontaal, afwijkingen op de algemene voorwaarden,...) geven geen aanleiding tot afkeuren van de controle-inrichting, maar moeten wel gedocumenteerd worden in het verslag van de debietmeting. Bij een niet-conforme eis wordt de invloed op de debietsmeting door de uitvoerder nagegaan: afwijkingen die aanleiding geven tot een lager debiet dan het werkelijk debiet zijn niet aanvaardbaar en worden voor de meting gemeld aan en/of overlegd met VMM.

5.2 PLAATSING DEBIETMEETSYSTEEM

Het debietmeetsysteem wordt geplaatst volgens de instructies van de leverancier, en rekening houdend met de specifieke plaatsingsinstructies voor open controle-inrichtingen in 5.2.1 (borrelbuis) of 5.2.2 (ultrasoon).

5.2.1 PLAATSING VAN HET BORRELBUISSYSTEEM

Een borrelbuis moet opgesteld worden op een plaats waar geen turbulentie is:

- bij een meetgoot wordt de borrelbuis, indien mogelijk, in het midden van de meetput van een controle-inrichting geplaatst. Indien er geen meetput aanwezig is, moet een ultrasoon systeem worden gebruikt. De debietmeting met borrelbuis mag nooit in de meetgoot, of in aan- of afvoerkanaal zelf uitgevoerd worden.
- bij een meetschot wordt de borrelbuis geplaatst waar het water vlak en rustig is en steeds buiten de kromming van het wegstromende water, stroomopwaarts van het meetschot, bij voorkeur op een afstand gelijk aan 2 à 4 h_{max} (met een maximum van 1 meter).

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

De borrelbuis wordt dusdanig geplaatst dat de onderkant van de buis zich steeds onder het nulniveau van de meetfunctie bevindt. De borrelbuis dient enkele cm boven de bodem gemonteerd te worden om de opstuwdruk in de buis mogelijk te maken (1-3 luchtbellen per seconde), en loodrecht op het waterniveau.
De leidingen mogen geen lekken, condensatie en ijsvorming vertonen.

5.2.2 PLAATSING VAN HET ULTRASOON SYSTEEM

De sensor moet zodanig gemonteerd worden dat er zich geen belemmeringen bevinden tussen de sensor en het wateroppervlak. De sensor moet loodrecht en perfect horizontaal (waterpas) geplaatst worden op de waterspiegel met inachtneming van de minimaal voorgeschreven afstand ('blockafstand, meestal wordt deze nog vergroot met een veiligheidsafstand van meestal 100 mm; raadpleeg hiervoor de voorschriften van de leverancier van de sonde). Om de horizontale positie gedurende de periode van debietsmeting te behouden moet de sensor aan een stevige, vaste constructie bevestigd worden.

De ingebouwde of externe temperatuursmeting (temperatuurscorrectie) moet beschermd worden tegen de invloed van direct zonlicht. De hoogtemeting is optimaal als de temperatuursmeting van de sonde niet meer dan 5°C afwijkt van de gemiddelde temperatuur tussen wateroppervlak en sonde.

De ultrasone meting mag niet beïnvloed worden door waterdamp of condensatie van het water. Indien er schuimvorming, onder de ultrasoonsensor optreedt, wordt de meting gestoord en moet een ander debietmeetsysteem geïnstalleerd worden.

Een ultrasoonsensor wordt als volgt opgesteld:
- bij meetgoten, wordt de ultrasoon sensor bij voorkeur bevestigd boven de meetput (indien deze aanwezig is), en anders boven het aanvoerkanaal op een afstand gelijk aan 3 à 4 h_{max} stroomopwaarts gemeten vanaf het begin van de vernauwing.
- bij de Parshall meetgoot wordt de sensor geplaatst op 2/3 van de schuine zijde stroomopwaarts vanaf de keel.
- bij een meetschot wordt de sensor geïnstalleerd buiten de kromming van het wegstromende water waar het vlak en rustig is, bij voorkeur op een afstand gelijk aan 2 à 4 h_{max}.

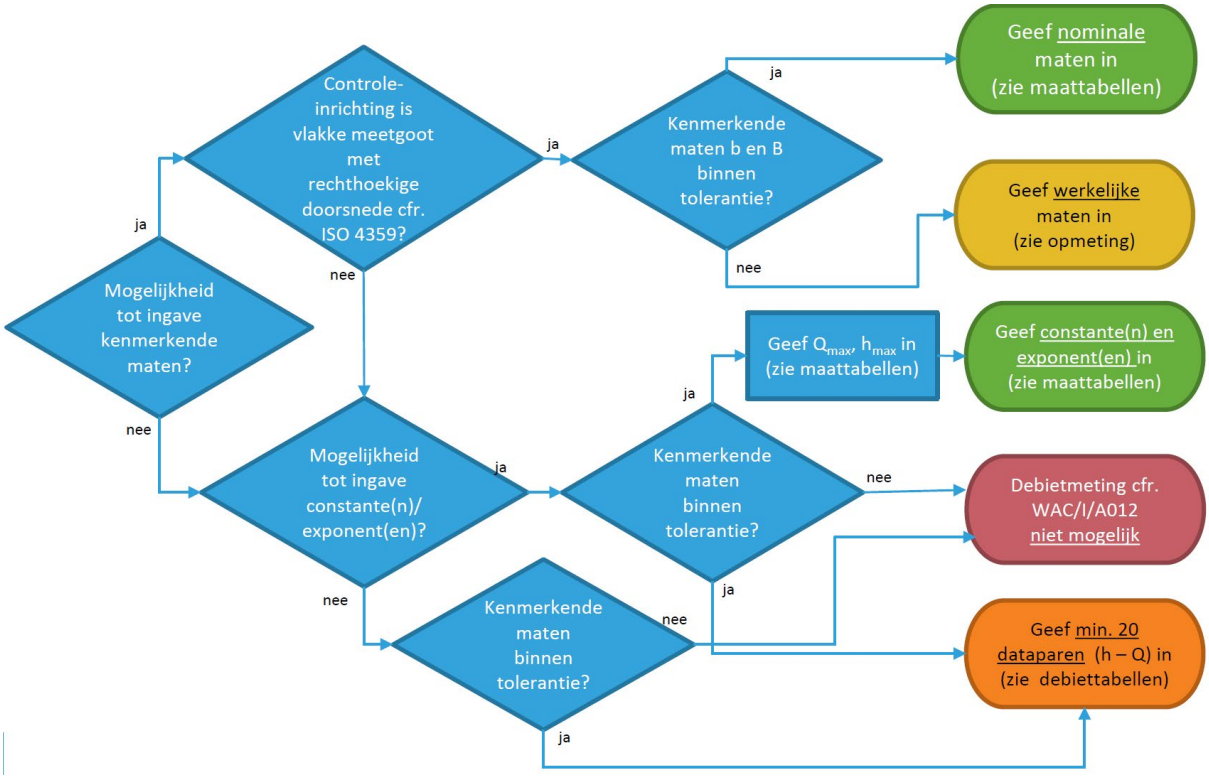
5.3 DEBIETFORMULE

Voor elk type controle-inrichting bestaat er een omrekeningsformule om uit de gemeten waterhoogte het overeenkomstige debiet te berekenen. Deze omrekening is afhankelijk van het type (meetgoot of –schot) en de specifieke vorm/profiel en afmetingen van de meetinrichting, de watersnelheid in het aanvoerkanaal (snelheidscoëfficiënt) en de wrijvingsverliezen (debietscoëfficiënt). Voor meer informatie met betrekking tot de toe te passen formules, wordt verwezen naar BIJLAGE C.

Deze formules zijn ingebouwd in de debietmeters of in het registratietoestel, en de omrekening gebeurt automatisch. Bij de plaatsing van het debietmeetsysteem worden daarom de nodige parameters voor de omrekening ingegeven in het toestel. Sommige toestellen bieden een mogelijkheid om gebruik te maken van de uitgebreide formule (bijv. voor vlakke meetgoot conform ISO 4359) met ingave van de maten van de meetgoot, of via verkorte (vereenvoudigde) formules met ingave van een constante(n) en exponent(en). De in te geven parameters per type controle-inrichting kunnen teruggevonden worden in de maattabellen van BIJLAGE A ("debietformules").

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

De keuze-mogelijkheden voor het instellen van de debietformules zijn weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9: Ingave parameters bij instelling van de debietmeter

De omrekeningsformules zijn niet geldig indien één of meerdere van de kenmerkende maten buiten de toleranties van de maattabellen vallen.
Voor vlakke meetgoten met rechthoekige doorsnede is er dat geval wel een mogelijkheid om de overeenkomstige debieten (debiettabel) te **herberekenen** op basis van de gemeten (werkelijke maten (5.1.2). Voor deze herberekening wordt verwezen naar de instructies in Bijlage C.1.1. De herberekende debiettabel wordt in dat geval als bijlage toegevoegd aan het meetblad. Deze omrekening valt onder de verantwoordelijkheid van het bedrijf, maar kan ook uitgevoerd worden door het erkende laboratorium.
Voor andere controle-inrichtingen is geen herberekening mogelijk, en moet de verdere uitvoering van de debietmeting overlegd/besproken worden met VMM.

Indien het toestel niet toelaat om de omrekening van een bepaald type controle-inrichting via formule (uitgebreide of verkorte formule) in te stellen (bijv. minder courant type meetgoot), is interpollatie van debietwaarden op basis van ingegeven debiettabellen (dataparen hoogte-debiet) toegelaten. Minimaal 20 dataparen gespreid tussen h_{min} en $h_{overloop}$ van de controle-inrichting, met minstens 10 dataparen tussen 50 en 100% van h_{max}, kunnen geselecteerd worden uit de overeenkomstige debiettabel van de betreffende controle-inrichting (zie BIJLAGE B).

5.4 INSTELLING NULPUNT

Het nulpunt van het debietmeetsysteem wordt zodanig ingesteld dat de hoogte aangegeven op het display van de debietmeter overeenstemt met de werkelijke waterhoogte gemeten met een meetlat. In het ideale geval wordt dit gedaan als de meetgoot leeg is en komt het referentiepunt van de controle-inrichting overeen met nul.

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

Er zijn géén correcties voor het nulpunt toegestaan ingeval de controle-inrichting niet volledig leeg is bij nullozing (aanwezigheid van zogenaamd "standwater"). In geen geval mag het standwater in mindering gebracht worden bij het gemeten debiet.

Het referentiepunt van het nulpunt:

- voor meetgoten, met uitzondering van Parshall, is de het referentiepunt de bodem van de keel (zonder correctie voor niet-leeglopende goten);
- bij een Parshall meetgoot is het referentiepunt de bodem op een afstand 2/3 van de schuine zijde stroomopwaarts vanaf de keel;
- voor een meetschot is dit de onderzijde van de uitsnijding (voor V-schot het puntje van de V-vormige uitsnijding).

Indien permanent water wordt geloosd is deze aanpak niet mogelijk en wordt de nul ingesteld zodanig dat de afgelezen hoogte overeen komt met de gemeten hoogte (5.5).

5.5 CONTROLE WATERHOOGTE

Het waterniveau (hoogte) wordt na instelling van het nulpunt gecontroleerd ten opzichte van het referentiepunt (5.3).

Doorgaans wordt dit uitgevoerd met behulp van een stevige dunne meetlat, die behandeld is met een speciale meetpasta (waterdetectiepasta) of met een wateroplosbare stift. Voor de grotere meetgoten zijn andere meetinstrumenten toegelaten (zelfde nauwkeurigheid).

- De meetlat wordt op de meetlocatie (zie hieronder) loodrecht, met de smalste zijde in de stroming geplaatst (niet dwars op de stroming). De actuele hoogte van het waterniveau wordt door de verkleurde pasta of opgeloste stiftindicatie aangegeven.
- Simultaan wordt het actuele waterniveau afgelezen van de debietmeter (mogelijk moet hiervoor een 2^{e} persoon aanwezig zijn), en wordt de afgelezen waarde (display debietmeter) vergeleken met de gemeten waarde (meetlat).

De toegestane afwijking tussen de gemeten en de afgelezen waarde is afhankelijk van het type controle-inrichting, en is vermeld in de debiettabellen in BIJLAGE B ("tolerantie h"). Pas de instellingen aan indien de afwijking tussen de gemeten en de afgelezen waarde groter is dan de toegestane tolerantie. Herhaal de controle van de waterhoogte tot deze conform is.

5.5.1 MEETLOCATIE VAN DE WATERHOOGTE BIJ EEN MEETGOOT

Bij een <u>meetgoot met zijdelingse meetput</u> wordt de hoogte gemeten *in het midden van het aanvoerkanaal, ter hoogte van het verbindingskanaal naar de meetput*.
Indien het verbindingsstuk vlak is, er geen vervuiling in aanwezig is en essentieel zich op dezelfde hoogte als de goot bevindt, mag ook *in het verbindingskanaal* gemeten worden.

> Opmerking:
> Omdat de hoogte van het verbindingskanaal in praktijk kan afwijken van de referentiehoogte (door een gebrek aan installatie-eisen voor het verbindingskanaal), is het risico reëel dat er daardoor een verkeerde hoogte in de debietmeter ingegeven wordt. Anderzijds biedt het verbindingskanaal het voordeel dat er minder niveau-schommelingen zijn, en dat er door de meting geen obstructie van de waterstroom veroorzaakt wordt, wat een nauwkeurigere meting kan opleveren. Bij een hoogtemeting in verbindingskanaal dient steeds de hoogte in de goot zelf bijkomend gecontroleerd te worden om na te gaan of er een hoogteverschil is.

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

Indien er geen meetput is, wordt de hoogte bepaald op een *welbepaalde afstand in de controle-inrichting*:

- bij de meetgoten met vlakke bodem, en zonder zijdelingse meetput (ook Khafagi) wordt de waterhoogte gemeten op een afstand 3 à 4 x h_{max} stroomopwaarts van de vernauwing.
- bij een meetgoot met een paraboolvormige keeldoorsnede die niet voorzien is van een meetput, wordt op een afstand gelijk aan 2 à 4 x h_{max} (breedte van het aanvoerkanaal (A) van de vernauwing), ook weer stroomopwaarts, de hoogte gemeten.
- bij de Parshall meetgoot wordt de hoogte niet gemeten in het aanvoerkanaal maar in de vernauwing op het platvorm. Dit is in het convergerende gedeelte van de meetgoot en wel op een afstand 2/3 van de lengte van de schuine kant voor vernauwing (B) gemeten van het smalste gedeelte van de controle-inrichting stroomopwaarts in de goot.

5.5.2 MEETLOCATIE VAN DE WATERHOOGTE BIJ EEN MEETSCHOT

Bij een V-schot is het referentiepunt van het nulpunt de onderzijde van de V-vormige uitsnijding. De meetplaats voor de hoogte bevindt zich stroomopwaarts van het meetschot, buiten de kromming veroorzaakt door de uitstroming. Aangezien bij een meetschot de snelheid nul moet benaderen is er een ruime keuze voor de meetplaats. Er wordt afgesproken dat op een minimale afstand gelijk aan 3 x h_{max} stroomopwaarts van het meetschot wordt gemeten bij h_{max} < 20 cm of voor nieuwe[3] meetputten met meetschot, en op een afstand gelijk aan 1.5 x h_{max} bij h_{max} > 20 cm (maximaal 1 m).

> Opmerking:
> De hoogte van het water mag nooit gemeten worden in de V (te laag wegens uitstroming) of tegen de wand (wandeffect).

Indien de controle-inrichting geen vaste voorziening voor de hoogtemeting heeft voorzien, moet hiervoor wordt een (los) meetapparaat gebruikt dat waterpas is (of waterpas kan worden gecontroleerd) en dat toestaat om de hoogte te meten: lijmklem, T-Lat, L-Lat, speciaal daarvoor ontwikkelde meetopstelling),….

6 REGISTRATIE VAN HET DEBIET

6.1 INSTELLEN REGISTRATIETOESTEL (PRINTER, LOGGER)

Voor open meetinrichtingen installeert het laboratorium een eigen debietmeetsysteem (zie 3.2.3). Deze debietmeter kan een ingebouwd registratietoestel bevatten, maar indien nodig installeert het laboratorium een apart registratietoestel voor het vastleggen van de debieten. Het registratietoestel registreert continu het ogenblikkelijk debiet. ~~Sluit het~~Dit registratietoestel kan aangesloten worden ~~aan~~ op het mA (milli-ampere) of pulssignaal van de debietmeter.
In bepaalde gedocumenteerde gevallen kan gebruik gemaakt van de debietmeter van het bedrijf (zie 3.2.3); ook in dat geval dient het registratietoestel van het labo aangesloten op het mA– of pulssignaal van de debietmeter van het bedrijf.

Controleer de gegevensoverdracht: datum, uur, ogenblikkelijk debiet overeenkomstig met de debietmeter (voor debietmeters met ingebouwde logger, is dit niet van toepassing).

[3] Meetputten met meetschot die vanaf de publicatiedatum van de CvGP voor open controle-inrichtingen in gebruik genomen werden

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

6.2 WEERGAVE VAN HET DEBIET

Bij gebruik van het mA-signaal wordt het ogenblikkelijk debiet weergegeven in m^3/h.
Bij gebruik van het pulssignaal wordt het optellen van het aantal pulsen weergegeven. De pulsinstelling op de debietmeter en het registratietoestel dient hetzelfde te zijn.

6.2.1 OGENBLIKKELIJK DEBIET

De aflezing van het ogenblikkelijk debiet wordt afgerond op 2 cijfers na de komma. Het tijdstip van de aflezing wordt hierbij genoteerd.

6.2.2 TOTALE DEBIETEN

Bij heffingscampagnes moeten geregistreerde uur- en dagdebieten gerapporteerd worden.

Indien bij andere campagnes dan heffingscampagnes ~~gebruik wordt gemaakt van het debietmeetsysteem van het bedrijf zelf is het mogelijk dat er~~ geen uurdebieten beschikbaar ~~voorhanden~~ zijn bij het gebruik het debietmeetsysteem van het bedrijf, dienen steeds de dagdebieten ~~dienen echter steeds~~ beschikbaar te zijn.

De registraties van de dagdebieten worden gecontroleerd of deze gelegen zijn tussen de gestelde h_{min} en h_{max} van de controle-inrichting. Indien metingen lager dan h_{min} of hoger dan h_{max} waargenomen worden, moet er worden nagegaan welk percentage van het dagdebiet van de campagne lager lag dan h_{min} en hoger dan h_{max}. Het percentage wordt berekend op basis van de uurdebieten. Voor deze berekening kan bijv. gebruikt gemaakt worden van het rekenblad in BIJLAGE E.

Het begin- en eindtijdstip van elke meetperiode of meetcyclus wordt genoteerd.

7 VERZEGELING

In het kader van heffingscampagnes is het vereist dat alle onderdelen van het debietmeet- en registratiesysteem, en bijhorende klemmen, verzegeld worden zodat de debietmeting niet beïnvloed kan worden.

8 RAPPORTERING

Een meetverslag wordt opgemaakt conform WAC/VI/A/004, en moet bijkomend volgende gegevens bevatten:

- Meetblad met typering, gemeten en nominale maten incl. toleranties, staat van de controle-inrichting;
- Aan-/afwezigheid van het technisch dossier van de controle-inrichting;
- Datum en uur van de meetperiode en/of -cycli;
- h_{min} en h_{max} of Q_{min}-Q_{max} van de open of gesloten controle-inrichting + % debiet dat buiten h_{min} en h_{max} waargenomen werden tijdens de meetperiode;

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

- Ogenblikkelijk debiet en kwaliteitscontrole(s) voor gesloten (9.1) en open (9.2.1, 9.2.2) controle-inrichtingen;
- Overzicht geregistreerde (§6) uurdebieten (m^3/h) en dagdebieten (m^3/dag)
- Mogelijke afwijkingen

9 KWALITEITSCONTROLE

9.1 GESLOTEN CONTROLE-INRICHTING

Het laboratorium vraagt voor aanvang van de debietmeting bij het bedrijf een kopie op van een geldige kwaliteitscontrole cfr. de CvGP van de gebruikte debietmeter[a]. De aan-/of afwezigheid van een geldige kwaliteitscontrole en de datum van uitvoering ervan, wordt door het erkend laboratorium gerapporteerd.

9.2 OPEN CONTROLE-INRICHTING

9.2.1 CONTROLE VAN DE ACTUELE T.O.V. DE GEMETEN WATERHOOGTE

De hoogtemeting van de debietmeter in een open controle-inrichting moet regelmatig gecontroleerd worden ten opzichte van de gemeten waterhoogte vanaf de bodem van de meetinrichting (zie 5.5).

In het kader van heffingscampagnes moet dit bij elke meetdag van de monsternamecampagne uitgevoerd worden. Indien er geen lozing (bijv. batch-lozing, nullozing) is op het moment van de deze controle, moet dit gedocumenteerd. Binnen een 3-daagse meetcampagne moet er tenminste één controle (verschillend van de controle bij instelling) uitgevoerd worden, en bij een 5-daagse campagne minstens 2 controles. Vraag eventueel aan de exploitant informatie omtrent de lozingsuren of de mogelijkheid om een lozing op gang te brengen. Afwijkingen hiervan worden geregistreerd, gerapporteerd en gemotiveerd.

Het hoogteverschil tussen de reële waterhoogte en de afgelezen waarde op de debietsmeter mag niet meer bedragen dan de toegestane tolerantie op de waterhoogte. Deze toegestane tolerantie is afhankelijk van de grootte van de controle-inrichting, en is per inrichting vermeld in de debiettabellen in BIJLAGE B (“tolerantie h”). Indien het verschil tussen de gemeten en de afgelezen hoogte meer dan de toegestane tolerantie bedraagt, worden de instellingen van de debietsmeter gecontroleerd en desgevallend aangepast. Er wordt onmiddellijk een nieuwe controle uitgevoerd. Mogelijke aanpassingen van de instellingen wordt gedocumenteerd op het meetblad.
Indien de afwijking na (her)controle(s) nog steeds buiten de toegestane tolerantie valt, dient de VMM op de hoogte gebracht te worden.

9.2.2 CONTROLE VAN DE OMREKENING VAN DE HOOGTEMETING NAAR DEBIET DOOR DE DEBIETMETER

Controleer voor aanvang van de debietmeting de omrekening van afgelezen debiet op de debietmeter ten opzichte van het berekende (theoretische) debiet o.b.v. de afgelezen waterhoogte in 9.2.1. Gebruik de overeenkomstige debiettabel (BIJLAGE B of herberekende tabel voor vlakke meetgoot met rechthoekige doorsnede met afwijkende kenmerkende maten) om het berekende (theoretische) debiet te bepalen.
De afwijking tussen het theoretisch en het afgelezen debiet mag maximaal 2% bedragen.

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

Indien de afwijking meer bedraagt, worden de instellingen nagegaan alvorens een nieuwe controle van de omrekening uit te voeren. Aanpassingen aan de instellingen van de debietmeter moeten geregistreerd worden.

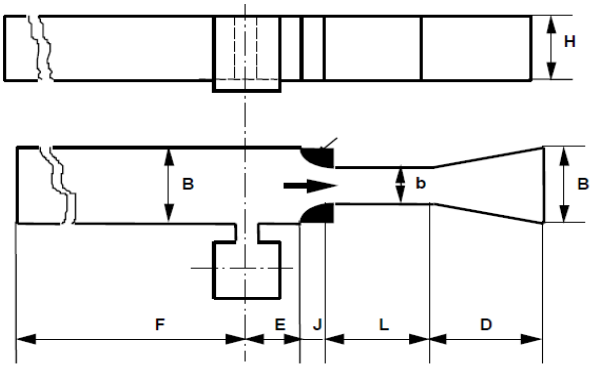
9.2.3 CONTROLE VAN DE LINEARITEIT

De debietmeter wordt bij indienstelling gecontroleerd ten opzichte van een opstelling met gekende waterhoogte (opstelling met vaste meetlat). Er worden minimaal 5 waterhoogtes gecontroleerd, waaronder ook lage hoogtes (<20 mm). Noteer de gemeten hoogte op de debietmeter en de afgelezen hoogte op de meetlat. De afwijking mag niet meer dan toegestane tolerantie op de waterhoogte bedragen, zie debiettabellen in BIJLAGE B ("tolerantie h").

10 REFERENTIES

a. Code van goede praktijk voor installatie, onderhoud en controle van elektromagnetische debietmeting van afvalwater in gesloten systemen, 2016, VITO i.o.v. het Department Leefmilieu, Natuur en Energie (2016/REE/R/021), https://emis.vito.be/nl/CvGP_afvalwater
b. Code van goede praktijk voor installatie, onderhoud en controle van een open controle-inrichting voor debietmeting van afvalwater, 2018, VITO-studie i.o.v. het Departement Omgeving (2018/REE/R/02), https://emis.vito.be/nl/CvGP_afvalwater
c. Titel II van het VLAREM, Bijlage 4.2.5.1. Controle-inrichting voor lozingen van afvalwaters (artikel 4.2.5.1.1. van titel II van het VLAREM)
d. WAC/I/A/004 – Algemeen - Monsterneming en voorbehandeling – Procedure voor het nemen van een verzamelmonster
e. WAC/VI/A/004 – Validatie - Voorwaarden voor rapportering van monsternamegegevens en analyseresultaten door een erkend laboratorium
f. ISO 9104:1991, Measurement of fluid flow in closed conduits- Methods of evaluating the
g. performance of electromagnetic flow-meters for liquids
h. ISO 6817:1992, Measurement of conductive liquid flow in closed conduits - Method using electromagnetic flowmeters
i. ISO 1438:2008, Hydrometry – Open channels flow measurements
j. ISO 4359:2013, Flow measurement structures - Rectangular, trapezoidal and U-shaped flumes
k. ISO 9826:1992, Measurement of liquid flow in open channels – Parshall and Sanirii flumes
l. NBN ISO ISO 4373:2008, Hydrometry -- Water level measuring devices
m. NBN EN ISO 772:2011, Hydrometry -- Vocabulary and symbols
n. Kritische kijk op debietformules voor venturi meetgoten met rechthoekige keeldoorsnede (ISO – VLAREM), Water, januari 2003, ir. Gert Luyckx (K.U.Leuven, Laboratorium voor Hydraulica)
o. Technischel fiche "Open venturi kanalen VKP constructie C.R.A. nv", CRA
p. Technical information, TI 372D.01/14/en/10.94, Khafagi-Venturi flumes QV 302... QV 316 - Flowrate measuring in open channels, Endress+Hauser
q. Technische fiche "CANAUX VENTURI", Hydrologic
r. Etude hydraulique des canaux Venturi Hydrologic, M. Dufresne, J. Vazquez, M. Fischer, Ecole Nationale du Genie de l'eau et de l'environment de Strasbourg (ENGEES), 2013
s. Afvalwater, meet- en regeltechniek, Endress+Hauser, uitgave 1995

BIJLAGE A: MAAT- EN TYPERINGSTABELLEN OPEN CONTROLE-INRICHTINGEN



J / N	bodem van de keel waterpas
J / N	wanden van de keel loodrecht
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

Meetgoot met vlakke bodem: maten

B	b	L	F	E	D	J	H

CRA: toleranties maten											
TYPE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
	30 m³/h	60 m³/h	90 m³/h	180 m³/h	360 m³/h	720 m³/h	1080 m³/h	1440 m³/h	1800 m³/h	3600 m³/h	7200 m³/h
maat	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
min (b-2%)	*73*	*98*	*122*	*196*	*245*	*261*	*326*	*470*	*548*	*705*	*882*
b	**75**	**100**	**125**	**200**	**250**	**267**	**333**	**480**	**560**	**720**	**900**
max (b+2%)	*77*	*102*	*128*	*204*	*255*	*273*	*340*	*490*	*572*	*735*	*918*
min (B-2%)	*147*	*196*	*245*	*392*	*490*	*392*	*490*	*784*	*784*	*1176*	*1470*
B	**150**	**200**	**250**	**400**	**500**	**400**	**500**	**800**	**800**	**1200**	**1500**
max (B+2%)	*153*	*204*	*255*	*408*	*510*	*408*	*510*	*816*	*816*	*1224*	*1530*
min (L-5%)	*285*	*356*	*427*	*570*	*712*	*769*	*997*	*855*	*1140*	*1235*	*1710*
L	**300**	**375**	**450**	**600**	**750**	**810**	**1050**	**900**	**1200**	**1300**	**1800**
max (L+5%)	*315*	*394*	*473*	*630*	*788*	*851*	*1103*	*945*	*1260*	*1365*	*1890*
min (H-5%)	190	237	285	380	475	593	665	760	760	1140	1425
H	**200**	**250**	**300**	**400**	**500**	**625**	**700**	**800**	**800**	**1200**	**1500**
max (H+5%)	210	263	315	420	525	657	735	840	840	1260	1575
min (D-5%)	213	285	356	570	712	380	475	912	684	1368	1710
D	**225**	**300**	**375**	**600**	**750**	**400**	**500**	**960**	**720**	**1440**	**1800**
max (D+5%)	237		394	630	788	420	525	1008	756	1512	1890
min (E-5%)	213	230	247	270	494	1045	1235	1235	1235	1615	2185
E	**225**	**243**	**260**	**285**	**520**	**1100**	**1300**	**1300**	**1300**	**1700**	**2300**
max (E+5%)	237	256	273	300	546	1155	1365	1365	1365	1785	2415
min (F-5%)	1425	1900	2375	3800	4750	3800	4750	7600	7600	11400	14250
F	**1500**	**2000**	**2500**	**4000**	**5000**	**4000**	**5000**	**8000**	**8000**	**12000**	**15000**
max (F+5%)	1575	2100	2625	4200	5250	4200	5250	8400	8400	12600	15750
min (J-5%)	95	125	156	251	313	167	209	401	301	603	754
J	**100**	**132**	**165**	**265**	**330**	**176**	**221**	**423**	**317**	**635**	**794**
max (J+5%)	105	139	174	279	347	185	233	445	333	667	834

CRA: toepassingsgebied											
TYPE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
	30 m³/h	60 m³/h	90 m³/h	180 m³/h	360 m³/h	720 m³/h	1080 m³/h	1440 m³/h	1800 m³/h	3600 m³/h	7200 m³/h
h_{min} (m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
h_{max} (m)	0.16	0.21	0.24	0.27	0.37	0.54	0.61	0.59	0.60	0.83	1.14
$h_{overloop}$ (m)	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.625	0.70	0.80	0.80	1.20	1.5
Q_{min} (m³/h)	**5.2**	**6.9**	**8.6**	**14**	**16**	**19**	**23**	**33**	**39**	**47**	**56**
Q_{max} (m³/h)	**30**	**60**	**90**	**180**	**360**	**720**	**1080**	**1440**	**1800**	**3600**	**7200**

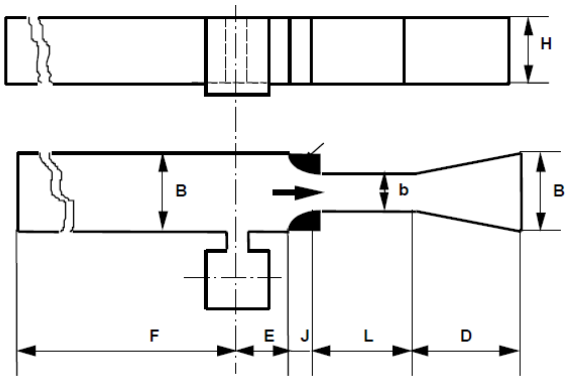
CRA: vereenvoudigde debietformules*											
TYPE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Q_{Vlarem}	30 m³/h	60 m³/h	90 m³/h	180 m³/h	360 m³/h	720 m³/h	1080 m³/h	1440 m³/h	1800 m³/h	3600 m³/h	7200 m³/h
Coëfficiënten**											
k	**0.132200**	**0.177700**	**0.21758**	**0.352173**	**0.442932**	**0.499057**	**0.623700**	**0.88160**	**1.065186**	**1.322276**	**1.65099**
u (exp)	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**
Q_{max} **	**38**	**72**	**120**	**300**	**520**	**660**	**1200**	**1400**	**2520**	**3600**	**7200**

* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan toleranties

** bron: Kritische kijk op debietformules voor venturi meetgoten met rechthoekige keeldoorsnede (ISO – VLAREM), Water, januari 2003, ir. Gert Luyckx (K.U.Leuven, Laboratorium voor Hydraulica)

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	bodem van de keel waterpas
J / N	wanden van de keel loodrecht
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

Meetgoot met vlakke bodem: maten

B	b	L	F	E	D	J	H

ARKON Z1561: maten									
TYPE maat	50 l/s (mm)	100 l/s (mm)	200 l/s (mm)	300 l/s (mm)	400 l/s (mm)	500 l/s (mm)	800 l/s (mm)	1000 l/s (mm)	1500 l/s (mm)
min (b-2%)	*130*	*196*	*261*	*326*	*358*	*424*	*522*	*588*	*653*
b	**133**	**200**	**267**	**333**	**366**	**433**	**533**	**600**	**667**
max (b+2%)	*136*	*204*	*273*	*340*	*374*	*442*	*544*	*612*	*681*
min (B-2%)	*196*	*294*	*392*	*490*	*539*	*637*	*784*	*882*	*980*
B	**200**	**300**	**400**	**500**	**550**	**650**	**800**	**900**	**1000**
max (B+2%)	*204*	*306*	*408*	*510*	*561*	*663*	*816*	*918*	*1020*
min (L-5%)	*489*	*593*	*769*	*855*	*997*	*1045*	*1235*	*1425*	*1615*
L	**515**	**625**	**810**	**900**	**1050**	**1100**	**1300**	**1500**	**1700**
max (L+5%)	*541*	*657*	*851*	*945*	*1103*	*1155*	*1365*	*1575*	*1785*
min (H-5%)	380	451	593	688	760	807	950	1073	1235
H	**400**	**475**	**625**	**725**	**800**	**850**	**1000**	**1130**	**1300**
max (H+5%)	420	499	657	762	840	893	1050	1187	1365
min (D-5%)	190	285	380	475	522	617	760	855	950
D	**200**	**300**	**400**	**500**	**550**	**650**	**800**	**900**	**1000**
max (D+5%)	210	315	420	525	578	683	840	945	1050
min (E-5%)	190	285	380	475	522	617	760	855	950
E	**200**	**300**	**400**	**500**	**550**	**650**	**800**	**900**	**1000**
max (E+5%)	210	315	420	525	578	683	840	945	1050
min (F-5%)	1900	2850	3800	4750	5225	6175	7600	8550	9500
F	**2000**	**3000**	**4000**	**5000**	**5500**	**6500**	**8000**	**9000**	**10000**
max (F+5%)	2100	3150	4200	5250	5775	6825	8400	9450	10500
min (J-5%)	79	125	167	209	230	272	335	377	418
J	**84**	**132**	**176**	**221**	**243**	**287**	**353**	**397**	**441**
max (J+5%)	89	139	185	233	256	302	371	417	464

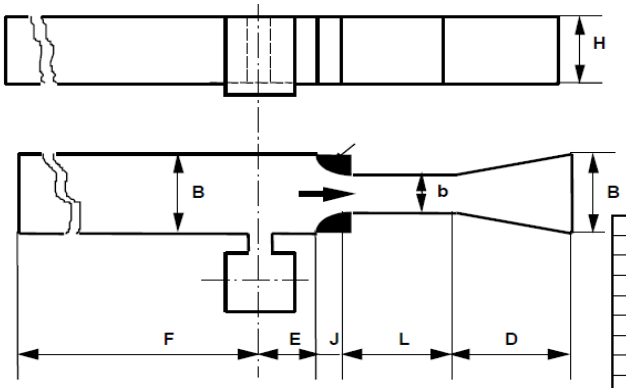
ARKON Z1561: toepassingsgebied									
TYPE	50 l/s	100 l/s	200 l/s	300 l/s	400 l/s	500 l/s	800 l/s	1000 l/s	1500 l/s
h_{min} (m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
h_{max} (m)	0.34	0.42	0.54	0.60	0.70	0.73	0.87	1.0	1.1
$h_{overloop}$ (m)	0.40	0.48	0.63	0.73	0.80	0.85	1.00	1.1	1.3
Q_{min} (m^3/h)	9.1	14	19	23	25	30	36	40	43
Q_{max} (m^3/h)	180	360	720	1080	1440	1800	2880	3960	5400

ARKON Z1561: vereenvoudigde debietformules*									
TYPE	50 l/s	100 l/s	200 l/s	300 l/s	400 l/s	500 l/s	800 l/s	1000 l/s	1500 l/s
Coëfficiënten**									
k	0.250632	0.378141	0.503965	0.628565	0.689087	0.816652	1.004140	1.128765	1.253008
u (exp)	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51

* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan toleranties

** bron: Aquafin

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	bodem van de keel waterpas
J / N	wanden van de keel loodrecht
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

Meetgoot met vlakke bodem: maten

B	b	L	F	E	D	J

ARKON Z1458: maten						
TYPE maat	2,5 l/s (mm)	5 - 10 l/s (mm)	25 l/s (mm)	50 - 100 l/s (mm)	250 l/s (mm)	500 - 1000 l/s (mm)
min (b-2%)	*74*	*99*	*174*	*298*	*447*	*746*
b	**76**	**102**	**178**	**305**	**457**	**762**
max (b+2%)	*78*	*105*	*182*	*312*	*467*	*778*
min (B-2%)	*148*	*224*	*373*	*597*	*896*	*1493*
B	**152**	**229**	**381**	**610**	**915**	**1524**
max (B+2%)	*156*	*234*	*389*	*623*	*934*	*1555*
min (L-5%)	*144*	*241*	*338*	*579*	*869*	*1447*
L	**152**	**254**	**356**	**610**	**915**	**1524**
max (L+5%)	*160*	*267*	*374*	*641*	*961*	*1601*
min (H-5%)	96	181	253	385	603	965
H	**102**	**191**	**267**	**406**	**635**	**1016**
max (H+5%)	108	201	281	427	667	1067
min (D-5%)	217	361	579	869	1303	2171
D	**229**	**381**	**610**	**915**	**1372**	**2286**
max (D+5%)	241	401	641	961	1441	2401
min (E-5%)	144	217	361	579	869	1447
E	**152**	**229**	**381**	**610**	**915**	**1524**
max (E+5%)	160	241	401	641	961	1601
min (F-5%)	1425	2185	3610	5795	8692	14440
F	**1500**	**2300**	**3800**	**6100**	**9150**	**15200**
max (F+5%)	1575	2415	3990	6405	9608	15960
min (J-5%)	96	156	253	386	579	952
J	**102**	**165**	**267**	**407**	**610**	**1003**
max (J+5%)	108	174	281	428	641	1054

ARKON Z1458: toepassingsgebied						
TYPE	**2,5 l/s**	**5 - 10 l/s**	**25 l/s**	**50 - 100 l/s**	**250 l/s**	**500 - 1000 l/s**
h_{min} (m)	**0.05**	**0.05**	**0.05**	**0.05**	**0.05**	**0.05**
h_{max} (m)	**0.07**	**0.15**	**0.19**	**0.33**	**0.46**	**0.82**
$h_{overloop}$ (m)	**0.10**	**0.19**	**0.27**	**0.41**	**0.64**	**1.02**
Q_{min} (m^3/h)	**5.4**	**7.1**	**12**	**21**	**30**	**48**
Q_{max} (m^3/h)	**9**	**36**	**90**	**360**	**900**	**3600**

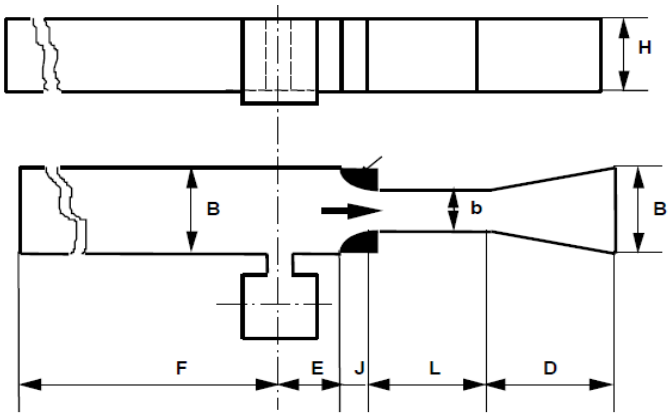
ARKON Z1458: vereenvoudigde debietformules*						
TYPE	**2,5 l/s**	**5 - 10 l/s**	**25 l/s**	**50 - 100 l/s**	**250 l/s**	**500 - 1000 l/s*** **
Vlarem-coëfficiënten**						
k	**0.1348**	**0.1783**	**0.3134**	**0.5417**	**0.8111**	**1.355249**
u (exp)	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.52**
Q_{max} **	**14.4**	**42**	**120**	**480**	**1300**	**-**

* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan toleranties

** bron: Kritische kijk op debietformules voor venturi meetgoten met rechthoekige keeldoorsnede (ISO – VLAREM), Water, januari 2003, ir. Gert Luyckx (K.U.Leuven, Laboratorium voor Hydraulica)

*** bron: Aquafin

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	bodem van de keel waterpas
J / N	wanden van de keel loodrecht
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

Meetgoot met vlakke bodem: maten

B	b	L	F	E	D	J

OCK-P: maten					
TYPE	OCK-P-50	OCK-P-100	OCK-P-250	OCK-P-500	OCK-P-1000
maat	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
min (b-2%)	*298*	*298*	*447*	*746*	*746*
b	**305**	**305**	**457**	**762**	**762**
max (b+2%)	*312*	*312*	*467*	*778*	*778*
min (B-2%)	*597*	*597*	*896*	*1493*	*1493*
B	**610**	**610**	**915**	**1524**	**1524**
max (B+2%)	*623*	*623*	*934*	*1555*	*1555*
min (L-5%)	*579*	*579*	*869*	*1447*	*1447*
L	**610**	**610**	**915**	**1524**	**1524**
max (L+5%)	*641*	*641*	*961*	*1601*	*1601*
min (H-5%)	385	385	603	965	965
H	**406**	**406**	**635**	**1016**	**1016**
max (H+5%)	427	427	667	1067	1067
min (D-5%)	869	869	1303	2171	2171
D	**915**	**915**	**1372**	**2286**	**2286**
max (D+5%)	961	961	1441	2401	2401
min (E-5%)	579	579	869	1447	1447
E	**610**	**610**	**915**	**1524**	**1524**
max (E+5%)	641	641	961	1601	1601
min (F-5%)	3800	6175	8740	10925	15200
F	**4000**	**6500**	**9200**	**11500**	**16000**
max (F+5%)	4200	6825	9660	12075	16800
min (J-5%)	386	386	579	1447	1447
J	**407**	**407**	**610**	**1524**	**1524**
max (J+5%)	428	428	641	1601	1601

OCK-P: toepassingsgebied					
TYPE	OCK-P-50	OCK-P-100	OCK-P-250	OCK-P-500	OCK-P-1000
h_{min} (m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
h_{max} (m)	0.21	0.33	0.46	0.52	0.82
$h_{overloop}$ (m)	0.41	0.41	0.64	1.02	1.02
Q_{min} (m^3/h)	21	21	30	48	48
Q_{max} (m^3/h)	180	360	900	1800	3600

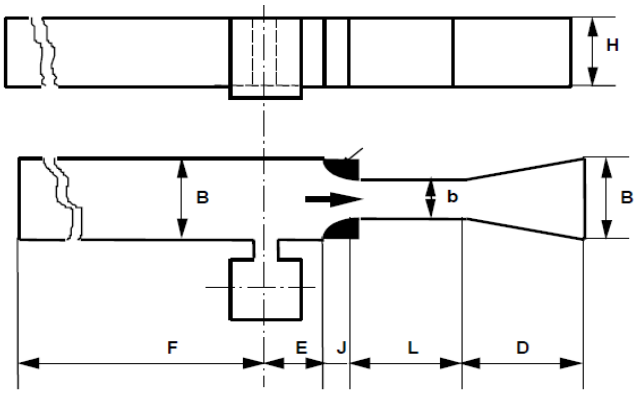
OCK-P: vereenvoudigde debietformules*					
TYPE	OCK-P-50	OCK-P-100	OCK-P-250	OCK-P-500	OCK-P-1000
Vlarem-coëfficiënten**					
k	0.5417	0.5417	0.8111	1,355249***	1,355249***
u (exp)	1.5	1.5	1.5	1,52***	1,52***

* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan controle-eisen

** bron: Kritische kijk op debietformules voor venturi meetgoten met rechthoekige keeldoorsnede (ISO – VLAREM), Water, januari 2003, ir. Gert Luyckx (K.U.Leuven, Laboratorium voor Hydraulica)

*** bron: Aquafin

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	bodem van de keel waterpas
J / N	wanden van de keel loodrecht
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

Meetgoot met vlakke bodem: maten

B	b	L	F	E	D	J	H

FISCHER&PORTER: maten									
TYPE	**50 l/s**	**100 l/s**	**200 l/s**	**300 l/s**	**430 l/s**	**540 l/s**	**800 l/s**	**1100 l/s**	**1500 l/s**
maat	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
min (b-2%)	*130*	*196*	*261*	*326*	*392*	*457*	*522*	*588*	*653*
b	**133**	**200**	**267**	**333**	**400**	**467**	**533**	**600**	**667**
max (b+2%)	*136*	*204*	*273*	*340*	*408*	*477*	*544*	*612*	*681*
min (B-2%)	*196*	*294*	*392*	*490*	*588*	*686*	*784*	*882*	*980*
B	**200**	**300**	**400**	**500**	**600**	**700**	**800**	**900**	**1000**
max (B+2%)	*204*	*306*	*408*	*510*	*612*	*714*	*816*	*918*	*1020*
min (L-5%)	*489*	*589*	*769*	*855*	*983*	*1026*	*1225*	*1401*	*1605*
L	**515**	**620**	**810**	**900**	**1035**	**1080**	**1290**	**1475**	**1690**
max (L+5%)	*541*	*651*	*851*	*945*	*1087*	*1134*	*1355*	*1549*	*1775*
min (H-5%)	380	451	593	688	760	807	950	1073	1235
H	**400**	**475**	**625**	**725**	**800**	**850**	**1000**	**1130**	**1300**
max (H+5%)	420	499	657	762	840	893	1050	1187	1365
min (D-5%)	190	285	380	475	570	665	760	855	950
D	**200**	**300**	**400**	**500**	**600**	**700**	**800**	**900**	**1000**
max (D+5%)	210	315	420	525	630	735	840	945	1050
min ([E+F]-5%)	2137	2850	3800	4750	5700	6650	7600	8550	9500
E+F	**2250**	**3000**	**4000**	**5000**	**6000**	**7000**	**8000**	**9000**	**10000**
max ([E+F]+5%)	2363	3150	4200	5250	6300	7350	8400	9450	10500
min (J-5%)	79	125	167	209	251	292	335	377	418
J	**84**	**132**	**176**	**221**	**265**	**308**	**353**	**397**	**441**
max (J+5%)	89	139	185	233	279	324	371	417	464

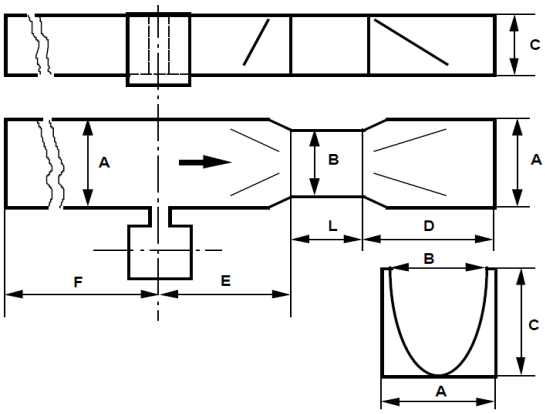
FISCHER&PORTER: toepassingsgebied									
TYPE	**50 l/s**	**100 l/s**	**200 l/s**	**300 l/s**	**430 l/s**	**540 l/s**	**800 l/s**	**1100 l/s**	**1500 l/s**
h_{min} (m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
h_{max} (m)	0.34	0.41	0.54	0.61	0.69	0.721	0.86	0.98	1.13
$h_{overloop}$ (m)	0.40	0.48	0.63	0.73	0.80	0.85	1.00	1.13	1.30
Q_{min} (m^3/h)	**9.6**	**14**	**19**	**23**	**28**	**32**	**36**	**40**	**43**
Q_{max} (m^3/h)	**180**	**360**	**720**	**1080**	**1548**	**1944**	**2880**	**3960**	**5400**

FISCHER&PORTER: vereenvoudigde debietformules*									
TYPE	**50 l/s**	**100 l/s**	**200 l/s**	**300 l/s**	**430 l/s**	**540 l/s**	**800 l/s**	**1100 l/s**	**1500 l/s**
Coëfficiënten**									
k	**0.250632**	**0.378216**	**0.503946**	**0.628565**	**0.754832**	**0.882454**	**1.004400**	**1.12915**	**1.253187**
u (exp)	**1.51**	**1.51**	**1.51**	**1.51**	**1.51**	**1.51**	**1.51**	**1.51**	**1.51**

* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan controle-eisen

** bron: Aquafin

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	paraboolvormige keeldoorsnede
J / N	bodem van de keel waterpas
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

Meetgoot met parabolische doorsnede: maten

A	B	C	D	E	F	L

parabool: maten							
TYPE	P I	P II	PIII	P IV	P V	P VI	P VII
maat	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
min (b-2%)	*88*	*127*	*186*	*274*	*411*	*539*	*715*
A	**90**	**130**	**190**	**280**	**420**	**550**	**730**
max (b+2%)	*92*	*133*	*194*	*286*	*429*	*561*	*745*
min (B-2%)	*71*	*100*	*147*	*217*	*330*	*438*	*576*
B	**73**	**103**	**151**	**222**	**337**	**447**	**588**
max (B+2%)	*75*	*106*	*155*	*227*	*344*	*456*	*600*
min (L-5%)	*190*	*237*	*294*	*361*	*437*	*570*	*760*
C	**200**	**250**	**310**	**380**	**460**	**600**	**800**
max (L+5%)	*210*	*263*	*326*	*399*	*483*	*630*	*840*
min (D-5%)	213	308	451	665	1026	1282	1710
D	**225**	**325**	**475**	**700**	**1080**	**1350**	**1800**
max (D+5%)	237	342	499	735	1134	1418	1890
min (E-5%)	159	230	337	495	744	974	1293
E	**168**	**243**	**355**	**522**	**784**	**1026**	**1362**
max (E+5%)	177	256	373	549	824	1078	1431
min (F-5%)	1900	2375	2850	3325	4275	5700	7600
F	**2000**	**2500**	**3000**	**3500**	**4500**	**6000**	**8000**
max (F+5%)	2100	2625	3150	3675	4725	6300	8400
min (L-5%)	66	95	142	209	323	427	570
L	**70**	**100**	**150**	**220**	**340**	**450**	**600**
max (L+5%)	74	105	158	231	357	473	630

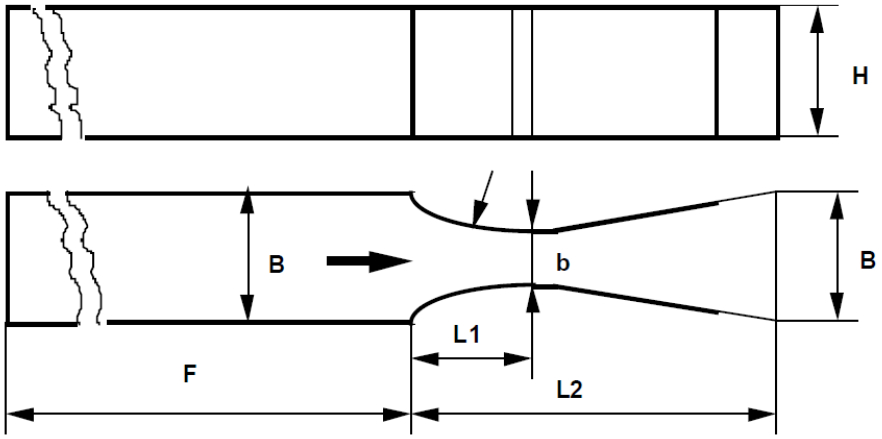
parabool: toepassingsgebied							
TYPE	P I	P II	PIII	P IV	P V	P VI	P VII
h_{min} (m)	0.021	0.028	0.033	0.042	0.047	0.061	0.082
h_{max} (m)	0.16	0.20	0.27	0.34	0.42	0.55	0.72
$h_{overloop}$ (m)	0.20	0.25	0.31	0.38	0.46	0.60	0.80
Q_{min} (m^3/h)**	**0.21**	**0.43**	**0.9**	**1.8**	**3.6**	**7.2**	**14.4**
Q_{max} (m^3/h)**	**20**	**40**	**90**	**180**	**360**	**720**	**1400**

parabool: debietformule* $Q_{[m^3/h]}=C*h^{exp}{}_{[m]}*3600$							
TYPE	P I	P II	PIII	P IV	P V	P VI	P VII
Coëfficiënten**							
C	**0.39885**	**0.44187**	**0.46362**	**0.54419**	**0.61851**	**0.71726**	**0.77152**
exponent	**2.3**	**2.3**	**2.2**	**2.2**	**2.1**	**2.1**	**2.1**

* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan controle-eisen

** bron: CRA

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	bodem van de keel waterpas
J / N	wanden van de keel loodrecht
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

Meetgoot Khafagi: maten

B	b	L 1	L 2	F	H

Kafhagi QV: maten (mm)									
TYPE	QV302	QV303	QV304	QV305	QV306	QV308	QV310	QV313	QV316
	10 l/s	25 l/s	50 l/s	75 l/s	100 l/s	250 l/s	500 l/s	800 l/s	1500 l/s
	36 m³/h	90 m³/h	180 m³/h	270 m³/h	3600 m³/h	900 m³/h	1800 m³/h	2880 m³/h	5400 m³/h
min (b-2%)	*47*	*117*	*156*	*196*	*235*	*313*	*392*	*509*	*627*
b	**48**	**120**	**160**	**200**	**240**	**320**	**400**	**520**	**640**
max (b+2%)	*49*	*123*	*164*	*204*	*245*	*327*	*408*	*531*	*653*
min (B-2%)	*117*	*294*	*392*	*490*	*588*	*784*	*980*	*1274*	*1568*
B	**120**	**300**	**400**	**500**	**600**	**800**	**1000**	**1300**	**1600**
max (B+2%)	*123*	*306*	*408*	*510*	*612*	*816*	*1020*	*1326*	*1632*
min (L1-5%)	*114*	*285*	*380*	*475*	*570*	*760*	*950*	*1235*	*1520*
L1	**120**	**300**	**400**	**500**	**600**	**800**	**1000**	**1300**	**1600**
max (L1+5%)	*126*	*315*	*420*	*525*	*630*	*840*	*1050*	*1365*	*1680*
min (L2-5%)	399	997	1330	1662	1995	2660	3325	4322	5320
L2	**420**	**1050**	**1400**	**1750**	**2100**	**2800**	**3500**	**4550**	**5600**
max (L2+5%)	441	1103	1470	1838	2205	2940	3675	4778	5880
min (F-5%)	902	2660	3420	4560	5225	7410	9500	11400	13300
F	**950**	**2800**	**3600**	**4800**	**5500**	**7800**	**10000**	**12000**	**14000**
max (F+5%)	998	2940	3780	5040	5775	8190	10500	12600	14700
min (H-5%)	285	285	380	427	427	636	826	969	1254
H	**300**	**300**	**400**	**450**	**450**	**670**	**870**	**1020**	**1320**
max (H+5%)	315	308	410	462	462	687	892	1046	1353

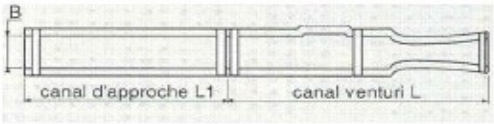
Khafagi QV: toepassingsgebied									
TYPE	QV302	QV303	QV304	QV305	QV306	QV308	QV310	QV313	QV316
h_{min} (m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
h_{max} (m)**	0.17	0.25	0.35	0.38	0.40	0.60	0.80	0.95	1.25
Q_{min} (m³/h)	4	9	11	14	17	23	28	37	45
Q_{max} (m³/h)**	25	105	230	320	410	1025	1980	3300	6200

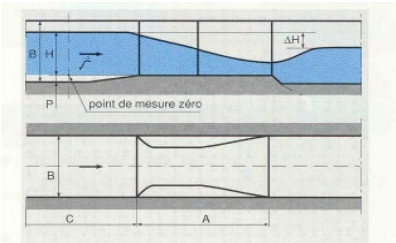
Kafhagi QV: debietformule* $Q_{[m^3/h]}=c_1*b_{[m]}*h^{1.5}_{[m]}+*h^{2.5}_{[m]}*3.6$									
TYPE	QV302	QV303	QV304	QV305	QV306	QV308	QV310	QV313	QV316
	10 l/s	25 l/s	50 l/s	75 l/s	100 l/s	250 l/s	500 l/s	800 l/s	1500 l/s
	36 m³/h	90 m³/h	180 m³/h	270 m³/h	3600 m³/h	900 m³/h	1800 m³/h	2880 m³/h	5400 m³/h
Coëfficiënten**									
c_1	**0.01744**	**0.01744**	**0.01744**	**0.01744**	**0.01744**	**0.01744**	**0.01744**	**0.01744**	**0.01744**
γ	**0.00091**	**0.00091**	**0.00091**	**0.00091**	**0.00091**	**0.00091**	**0.00091**	**0.00091**	**0.00091**

* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan controle-eisen

** bron: Endress+Hauser

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE





J / N	bodem van de keel waterpas
J / N	wanden van de keel loodrecht
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

B	L	L 1	H

Hydrologic 1253: maten (mm)

TYPE	1253 AV	1253 AW	1253 AX	1253 AY	1253 AZ	1253 A	1253 B	1253 C	1253 D	1253 E	1253 F
min (B-2%)	*39*	*53*	*83*	*98*	*122*	*147*	*196*	*245*	*294*	*396*	*490*
B	**40**	**55**	**85**	**100**	**125**	**150**	**200**	**250**	**300**	**405**	**500**
max (B+2%)	*41*	*57*	*87*	*102*	*128*	*153*	*204*	*255*	*306*	*414*	*510*
min (L-5%)	*318*	*427*	*684*	*755*	*878*	*1007*	*1349*	*1691*	*2023*	*2698*	*3372*
L	**335**	**450**	**720**	**795**	**925**	**1060**	**1420**	**1780**	**2130**	**2840**	**3550**
max (L+5%)	*351*	*472*	*756*	*834*	*971*	*1113*	*1491*	*1869*	*2236*	*2982*	*3727*
min (L1-5%)	*190*	*261*	*403*	*475*	*593*	*712*	*950*	*1187*	*1425*	*1292*	*1615*
L1	**200**	**275**	**425**	**500**	**625**	**750**	**1000**	**1250**	**1500**	**1360**	**1700**
max (L1+5%)	*210*	*288*	*446*	*525*	*656*	*787*	*1050*	*1312*	*1575*	*1428*	*1785*
min (H-2,5%)	90	99	150	171	209	213	285	356	427	570	712
H	**95**	**105**	**158**	**180**	**220**	**225**	**300**	**375**	**450**	**600**	**750**
max (H+2,5%)	100	111	166	189	231	237	315	394	473	630	788

Hydrologic 1253: debietformule* Q[m³/h] = (a*h^4- b*h^3+ c*h^2+ d*h- e)*3,6 [h in m]

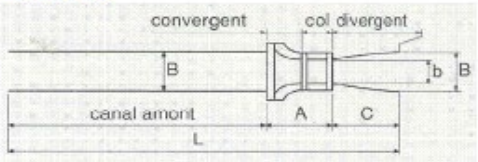
TYPE	1253 AV	1253 AW	1253 AX	1253 AY	1253 AZ	1253 A	1253 B	1253 C	1253 D	1253 E	1253 F
constanten**											
a	**10000**	**7000**	**3100**	**2700**	**1900**	**1360**	**1000**	**690**	**530**	**330**	**240**
b	**1310**	**1400**	**1020**	**1020**	**897**	**790**	**750**	**650**	**602**	**504**	**453**
c	**184**	**239**	**295**	**329**	**365**	**398**	**470**	**522**	**575**	**654**	**725**
d	**2.46**	**4.05**	**8.66**	**10.71**	**15.29**	**21**	**31.7**	**46**	**61.2**	**96**	**137**
e	**0.0063**	**0.013**	**0.041**	**0.055**	**0.1**	**0.17**	**0.32**	**0.6**	**0.96**	**1.99**	**3.66**
toepassingsgebied											
h_{min} (mm)**	**8**	**10.5**	**17.5**	**20**	**25**	**30**	**40**	**50**	**60**	**80**	**100**
h_{max} (mm)**	**52**	**68**	**110.5**	**130**	**162.5**	**195**	**260**	**325**	**390**	**520**	**650**
$h_{overloop}$ (mm)	**95**	**105**	**158**	**180**	**220**	**225**	**300**	**375**	**450**	**600**	**750**
Q_{min} (m³/h)	**0.09**	**0.21**	**0.74**	**1.0**	**1.8**	**2.9**	**6.0**	**11**	**19**	**35**	**61**
Q_{max} (m³/h)**	**1.8**	**3.9**	**13**	**20**	**34**	**55**	**112**	**200**	**400**	**650**	**1100**

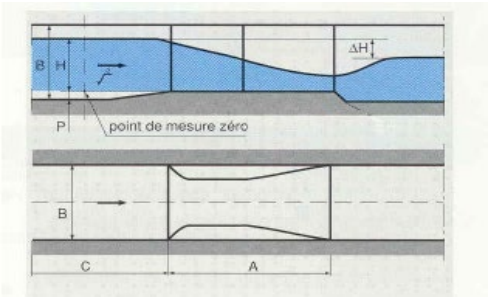
* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan controle-eisen

** bron: Hydrologic

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

Série 1254





J / N	bodem van de keel waterpas
J / N	wanden van de keel loodrecht
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

B	b	A	C	L	H

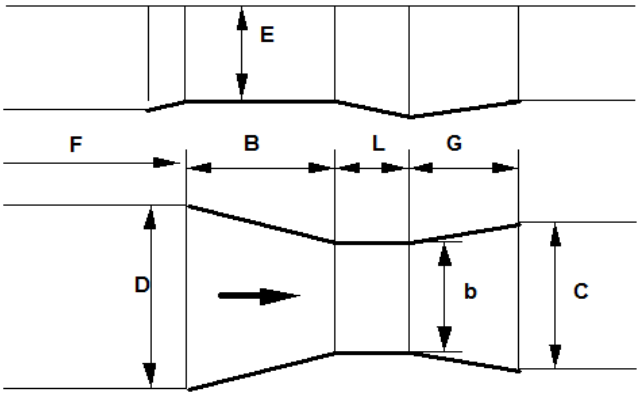
Hydrologic 1254: maten (mm)							
TYPE	1254 A	1254 B	1254 C	1254 D	1254 E	1254 F	1254 I
min (B-2%)	*637*	*784*	*931*	*1078*	*1225*	*1372*	*1764*
B	**650**	**800**	**950**	**1100**	**1250**	**1400**	**1800**
max (B+2%)	*663*	*816*	*969*	*1122*	*1275*	*1428*	*1836*
min (b-2%)	*382*	*470*	*558*	*646*	*735*	*823*	*1058*
b	**390**	**480**	**570**	**660**	**750**	**840**	**1080**
max (b+2%)	*398*	*490*	*582*	*674*	*765*	*857*	*1102*
min (A-5%)	*671*	*815*	*959*	*1102*	*1244*	*1387*	*1824*
A	**707**	**858**	**1010**	**1160**	**1310**	**1460**	**1920**
max (A+5%)	*743*	*901*	*1061*	*1218*	*1376*	*1533*	*2016*
min (C-5%)	1007	1206	1396	1605	1805	2004	2536
C	**1060**	**1270**	**1470**	**1690**	**1900**	**2110**	**2670**
max (C+5%)	1113	1334	1544	1775	1995	2216	2804
min (L-5%)	7790	9595	11400	13110	14915	16625	21470
L	**8200**	**10100**	**12000**	**13800**	**15700**	**17500**	**22600**
max (L+5%)	8610	10605	12600	14490	16485	18375	23730
min (H-5%)	883	1073	1273	1463	1653	1852	2384
H	**930**	**1130**	**1340**	**1540**	**1740**	**1950**	**2510**
max (H+5%)	977	1187	1407	1617	1827	2048	2636

Hydrologic 1254: debietformule* $Q_{[m^3/h]} = (a*h^4 - b*h^3 + c*h^2 + d*h - e)*3,6$ [h in m]							
TYPE	1254 A	1254 B	1254 C	1254 D	1254 E	1254 F	1254 I
constanten**							
a	**170**	**125**	**95**	**76**	**61**	**53**	**36**
b	**383**	**349**	**312**	**290**	**270**	**255**	**221**
c	**814**	**903**	**977**	**1052**	**1119**	**1181**	**1332**
d	**194**	**271**	**354**	**445**	**539**	**645**	**953**
e	**6.1**	**11**	**17**	**25**	**33**	**45**	**87**
toepassingsgebied							
h_{min} (m)**	**1.3**	**1.6**	**1.9**	**0.22**	**0.25**	**0.28**	**0.36**
h_{max} (m)**	**0.845**	**1.04**	**1.235**	**1.43**	**1.625**	**1.82**	**2.34**
$h_{overloop}$ (m)	**0.93**	**1.13**	**1.34**	**1.54**	**1.74**	**1.95**	**2.51**
Q_{min} (m^3/h)	120	200	300	440	600	630	1500
Q_{max} (m^3/h)**	2000	3000	5600	8000	11000	12000	28000

* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan controle-eisen

** bron: Hydrologic

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	knik in bodem van de keel
J / N	wanden van de keel loodrecht
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

b	D	L	B	C	E	G

parshall: maten (mm)

TYPE	1"	2"	3"	6"	9"	1'	1'6"	2'	3'	4'	5'
min (b-2%)	*24*	*49*	*74*	*148*	*224*	*298*	*447*	*597*	*895*	*1194*	*1493*
b	**25**	**51**	**76**	**152**	**229**	**305**	**457**	**610**	**914**	**1219**	**1524**
max (b+2%)	*26*	*53*	*78*	*156*	*234*	*312*	*467*	*623*	*933*	*1244*	*1555*
min (D-2%)	*163*	*209*	*253*	*389*	*563*	*828*	*1005*	*1181*	*1540*	*1898*	*2255*
D	**167**	**214**	**259**	**397**	**575**	**845**	**1026**	**1206**	**1572**	**1937**	**2302**
max (D+2%)	*171*	*219*	*265*	*405*	*587*	*862*	*1047*	*1231*	*1604*	*1976*	*2349*
min (L-5%)	*72*	*108*	*144*	*289*	*289*	*579*	*579*	*579*	*579*	*579*	*579*
L	**76**	**114**	**152**	**305**	**305**	**610**	**610**	**610**	**610**	**610**	**610**
max (L+5%)	*80*	*120*	*160*	*321*	*321*	*641*	*641*	*641*	*641*	*641*	*641*
min (B-5%)	338	385	434	579	820	1275	1348	1420	1562	1704	1845
B	**356**	**406**	**457**	**610**	**864**	**1343**	**1419**	**1495**	**1645**	**1794**	**1943**
max (B+5%)	374	427	480	641	908	1411	1490	1570	1728	1884	2041
min (C-2%)	91	132	174	386	373	597	746	895	1194	1493	1792
C	**93**	**135**	**178**	**394**	**381**	**610**	**762**	**914**	**1219**	**1524**	**1829**
max (C+2%)	95	138	182	402	389	623	778	933	1244	1555	1866
min (E-5%)	217	241	434	579	723	868	868	868	868	868	868
E	**229**	**254**	**457**	**610**	**762**	**914**	**914**	**914**	**914**	**914**	**914**
max (E+5%)	241	267	480	641	801	960	960	960	960	960	960
min (G-5%)	192	241	289	579	434	868	868	868	868	868	868
G	**203**	**254**	**305**	**610**	**457**	**914**	**914**	**914**	**914**	**914**	**914**
max (G+5%)	214	267	321	641	480	960	960	960	960	960	960

parshall: toepassingsgebied

TYPE	1"	2"	3"	6"	9"	1'	1'6"	2'	3'	4'	5'
h_{min} (m) **	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045	0.06	0.06
h_{max} (m)	0.17	0.19	0.34	0.46	0.57	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
$h_{overloop}$ (m)	0.23	0.25	0.46	0.61	0.76	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Q_{min} (m^3/h)**	0.95	1.9	2.8	5.4	9	12	17	42	61	125	155
Q_{max} (m^3/h)	14	33	119	416	816	1414	2148	2892	4397	5921	7456

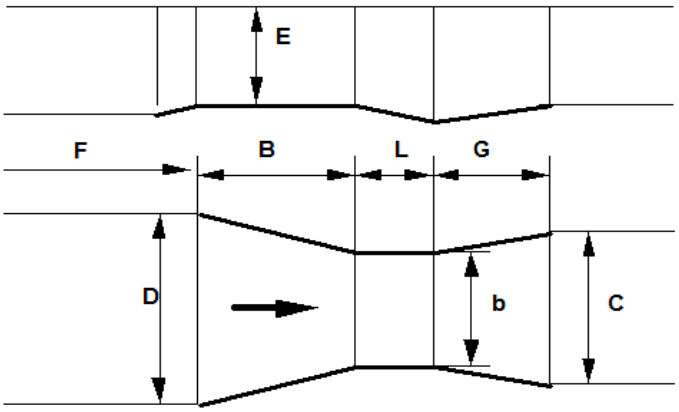
parshall: debietformule* Q [m^3/s]= $C*h^{exp}$ [m] * 3600

TYPE	1"	2"	3"	6"	9"	1'	1'6"	2'	3'	4'	5'
Coëfficiënten**											
C	**0.0604**	**0.1207**	**0.1765**	**0.3812**	**0.5354**	**0.6909**	**1.0560**	**1.4290**	**2.1840**	**2.9540**	**3.7320**
exponent	**1.55**	**1.55**	**1.547**	**1.58**	**1.53**	**1.522**	**1.538**	**1.55**	**1.566**	**1.578**	**1.587**

* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan controle-eisen

** bron: Aquafin

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	knik in bodem van de keel
J / N	wanden van de keel loodrecht
J / N	wanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	wanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	wanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeglopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

b	D	L	B	C	E	G

parshall: maten (mm)

6'	7'	8'	10'	12'	15'	20'	25'	30'	40'	50'
1791	*2091*	*2389*	*2987*	*3584*	*4480*	*5974*	*7467*	*8961*	*11947*	*14935*
1828	**2134**	**2438**	**3048**	**3658**	**4572**	**6096**	**7620**	**9144**	**12191**	**15240**
1865	*2177*	*2487*	*3109*	*3732*	*4664*	*6218*	*7773*	*9327*	*12435*	*15545*
2613	*2971*	*3329*	*4660*	*5494*	*7467*	*8961*	*10454*	*12066*	*15171*	*18158*
2667	**3032**	**3397**	**4756**	**5607**	**7620**	**9144**	**10668**	**12313**	**15481**	**18529**
2721	*3093*	*3465*	*4852*	*5720*	*7773*	*9327*	*10882*	*12560*	*15791*	*18900*
579	*579*	*579*	*868*	*868*	*1158*	*1737*	*1737*	*1737*	*1737*	*1737*
610	**610**	**610**	**914**	**914**	**1219**	**1829**	**1829**	**1829**	**1829**	**1829**
641	*641*	*641*	*960*	*960*	*1280*	*1921*	*1921*	*1921*	*1921*	*1921*
1987	2129	2271	4053	4633	7239	7239	7239	7528	7818	7818
2092	**2242**	**2391**	**4267**	**4877**	**7620**	**7620**	**7620**	**7925**	**8230**	**8230**
2197	2355	2511	4481	5121	8001	8001	8001	8322	8642	8642
2091	2389	2688	3584	4380	5476	7168	8762	10354	13541	16926
2134	**2438**	**2743**	**3658**	**4470**	**5588**	**7315**	**8941**	**10566**	**13818**	**17272**
2177	2487	2798	3732	4560	5700	7462	9120	10778	14095	17618
868	868	868	1158	1447	1737	2027	2027	2027	2027	2027
914	**914**	**914**	**1219**	**1524**	**1829**	**2134**	**2134**	**2134**	**2134**	**2134**
960	960	960	1280	1601	1921	2241	2241	2241	2241	2241
868	868	868	1737	2316	2895	3475	3763	4053	4633	5791
914	**914**	**914**	**1829**	**2438**	**3048**	**3658**	**3962**	**4267**	**4877**	**6096**
960	960	960	1921	2560	3201	3841	4161	4481	5121	6401

parshall: toepassingsgebied

6'	7'	8'	10'	12'	15'	20'	25'	30'	40'	50'
0.075	0.075	0.075								
0.69	0.69	0.69	0.91	1.14	1.37	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
0.91	0.91	0.91	1.22	1.52	1.83	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
261		342								
9005		12126	23063	39339	65277	110362	137048	163734	217107	270478

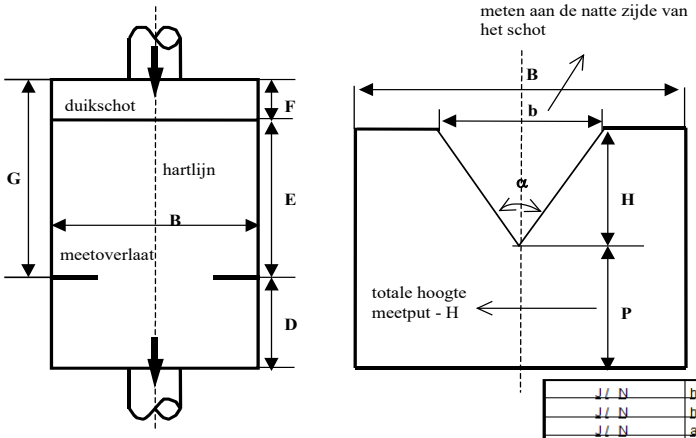
parshall: debietformule* Q [m³/s]= **C*h^{exp}** [m] *3600

6'	7'	8'	10'	12'	15'	20'	25'	30'	40'	50'
4.5210		**6.1150**	**7.4629**	**8.8607**	**10.9574**	**14.4519**	**17.9465**	**21.4410**	**28.4301**	**35.4191**
1.595		**1.607**	**1.600**	**1.600**	**1.600**	**1.600**	**1.600**	**1.600**	**1.600**	**1.600**

enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan controle-eisen

bron: Aquafin

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	hartlijn loodrecht
J / N	hartlijn midden van meetput
J / N	afschuining stroomafwaarts
J / N	natte kant van meetoverlaat vlak
J / N	wanden van meetput loodrecht
J / N	wanden van meetput evenwijdig
J / N	kruin scherp
J / N	aanstroomsnelheid verwaarloosbaar
J / N	benedenstrooms waterpeil > 50 mm onder kruin

b	B	H	P	D	E	F	G

V-schot: maten			
TYPE	**28°4'**	**53°8'**	**90°**
maat			
min (b/H-5%)	*0.48*	*0.95*	*1.90*
b/H	**0.5**	**1**	**2**
max (b/H+5%)	*0.53*	*1.05*	*2.10*
min (α-5%)	*26°39'47"*	*50°28'36"*	*87°3'44"*
α	**28°4'**	**53°8'**	**90°**
max (α+5%)	*29°28'11"*	*55°47'23"*	*92°47'39"*
min **b**	*min. 190*	*min. 380*	*min. 760*
min **H**	*min. 380*	*min. 380*	*min. 380*
min **B**	*min. 1000*	*min. 1000*	*min. 1000*
min **P**	*min. 450*	*min. 450*	*min. 450*
min **D**	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*
min **E**	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*
min **F**	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*
min **G**	*min. 2000*	*min. 2000*	*min. 2500*

V-schot: toepassingsgebied °			
TYPE	**28°4'**	**53°8'**	**90°**
h_{min} (m)*	0.05	0.05	0.05
h_{max} (m)*	0.38	0.38	0.38
Q_{min} (m^3/h)	0.8	1.5	2.9
Q_{max} (m^3/h)	113	222	443

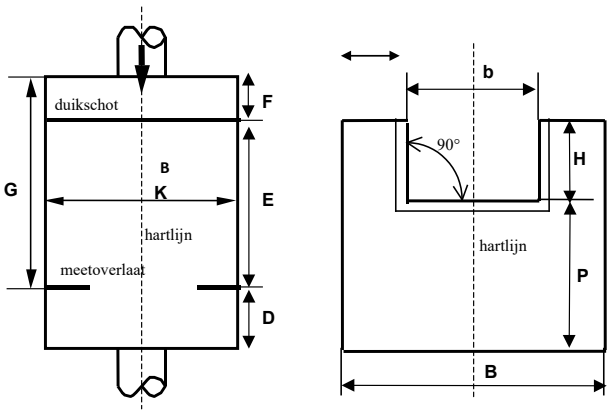
V-schot: debietformule° Q [m^3/h]= c*Cd*h^{exp} [m]			
TYPE	**28°4'**	**53°8'**	**90°**
Coëfficiënten*			
c	**0.590625**	**1.18125**	**2.3625**
C_d	**in functie van h, zie Table E.3 ISO 1438:2008**		
exponent	**2.5**	**2.5**	**2.5**

V-schot: vereenvoudigde debietformule** Q [m^3/s]= C*h^{exp} [m]			
TYPE	**28°4'**	**53°8'**	**90°**
Coëfficiënten**			
C	**0.3652**	**0.7079**	**1.38**
exponent	**2.5**	**2.5**	**2.5**

° ISO 1438:2008

** bron: Aquafin

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	basis **b** waterpas
J / N	meetoverlaat loodrecht
J / N	afschuining stroomafwaarts
J / N	natte kant van meetoverlaat vlak
J / N	wanden van meetput loodrecht
J / N	wanden van meetput evenwijdig
J / N	kruin scherp
J / N	aanstroomsnelheid verwaarloosbaar
J / N	benedenstrooms waterpeil > 50 mm onder kruin

Rechthoekig meetschot met contractie: maten

b	B	H	P	D	E	F	G

rechthoekig meetschot met contractie: controle-eisen (mm)									
TYPE	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.8**	**1.0**	**1.5**	**2.0**	**3.0**
min (b/H-5%)	*285*	*380*	*475*	*570*	*760*	*950*	*1425*	*1900*	*2850*
b	**300**	**400**	**500**	**600**	**800**	**1000**	**1500**	**2000**	**3000**
max (b/H+5%)	*315*	*420*	*525*	*630*	*840*	*1050*	*1575*	*2100*	*3150*
min **B**** [(B-b)/2 ≥ $2h_{max}$]	*min. 700*	*min. 933*	*min. 1167*	*min. 1400*	*min. 1867*	*min. 2333*	*min. 3500*	*min. 4667*	*min. 7000*
min **H** [H ≥ h_{max}]	*min. 100*	*min. 133*	*min. 167*	*min. 200*	*min. 267*	*min. 333*	*min. 500*	*min. 667*	*min. 1000*
min **P**** [P ≥ $2h_{max}$]	*min. 200*	*min. 267*	*min. 333*	*min. 400*	*min. 533*	*min. 667*	*min. 1000*	*min. 1333*	*min. 2000*
min **D**	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*
min **E**	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*
min **F**	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*
min **G**	*min. 2000*	*min. 2000*	*min. 2500*	*min. 3000*	*min. 4000*	*min. 5000*	*min. 7500*	*min. 10000*	*min. 15000*

rechthoekig meetschot met contractie: toepassingsgebied **									
TYPE	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.8**	**1.0**	**1.5**	**2.0**	**3.0**
h_{min} (m)*	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045
h_{max} (m)**	0.10	0.13	0.17	0.20	0.27	0.33	0.50	0.67	1.00
Q_{min} (m^3/h)*	10	13	17	20	27	34	51	68	103
Q_{max} (m^3/h)**	60	116	216	331	693	1171	3275	6771	18527

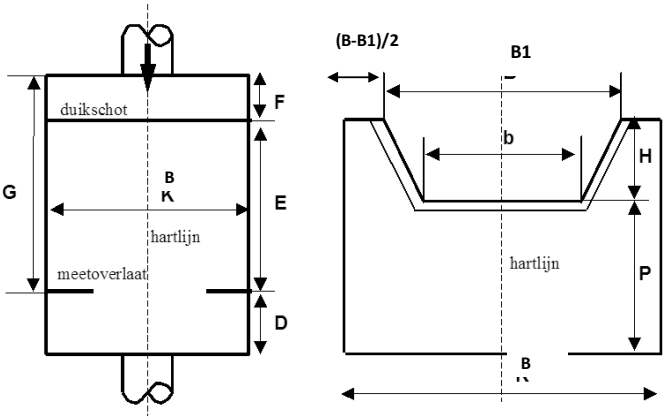
rechthoekig meetschot met contractie: vereenvoudigde debietformule**									
TYPE	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.8**	**1.0**	**1.5**	**2.0**	**3.0**
Coëfficiënten* **									
C	**1.838**	**1.838**	**1.838**	**1.838**	**1.838**	**1.838**	**1.838**	**1.838**	**1.838**
exponent	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**

* ISO 1438:2008

** bij gebruik vereenvoudigde debietformule (bron: Water Measurements Manual, United States Department of the Interior Bureau of Reclamation); enkel toepasbaar indien meetschot voldoet aan toepassingsvoorwaarden: P ≥ 2hmax; (B-b)/2 ≥ 2hmax

*** bron: Aquafin

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE



J / N	basis b waterpas
J / N	hartlijn loodrecht en in midden van meetput
J / N	afschuining stroomafwaarts
J / N	natte kant van meetoverlaat vlak
J / N	wanden van meetput loodrecht
J / N	wanden van meetput evenwijdig
J / N	kruin scherp
J / N	aanstroomsnelheid verwaarloosbaar
J / N	benedenstrooms waterpeil > 50 mm onder kruin

Meetschot met trapeziumvormige doorlaat (Cipolletti): maten

b	B	B1	H	P	D	E	F	G

Cipolletti meetschot: controle-eisen (mm)									
TYPE	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.8**	**1.0**	**1.5**	**2.0**	**3.0**
min (b/H-5%)	*285*	*380*	*475*	*570*	*760*	*950*	*1425*	*1900*	*2850*
b	**300**	**400**	**500**	**600**	**800**	**1000**	**1500**	**2000**	**3000**
max (b/H+5%)	*315*	*420*	*525*	*630*	*840*	*1050*	*1575*	*2100*	*3150*
min **H** [H ≥ h_{max}]	*min. 100*	*min. 133*	*min. 167*	*min. 200*	*min. 267*	*min. 333*	*min. 500*	*min. 667*	*min. 1000*
min **P*** [P ≥ $2h_{max}$]	*min. 200*	*min. 267*	*min. 333*	*min. 400*	*min. 533*	*min. 667*	*min. 1000*	*min. 1333*	*min. 2000*
min **B**	*min. 1000*	*min. 1000*	*min. 1000*	*min. 1000*	*min. 1000*				
min **B1**	*afhankelijk van H; B1 moet voldoen aan de toepassingsvoorwaarde: (B-B1)/2 ≥ 2hmax*								
min **D**	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*
min **E**	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*	*min. 1500*
min **F**	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*	*min. 500*
min **G**	*min. 2000*	*min. 2000*	*min. 2500*	*min. 3000*	*min. 4000*	*min. 5000*	*min. 7500*	*min. 10000*	*min. 15000*

Cipolletti meetschot: toepassingsgebied*									
TYPE	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.8**	**1.0**	**1.5**	**2.0**	**3.0**
h_{min} (m)*	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
h_{max} (m)*	0.10	0.13	0.17	0.20	0.27	0.33	0.50	0.67	1.00
Q_{min} (m^3/h)	29	38	48	58	78	97.0	146	195	294
Q_{max} (m^3/h)	63	117	218	335	700	1185	3313	6848	18739

Debietformule Cipolletti meetschot* Q [m^3/h] = C x b [m] x h^{exp} [m] x 3600									
TYPE	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.8**	**1.0**	**1.5**	**2.0**	**3.0**
Coëfficiënten**									
C	**1.859**	**1.859**	**1.859**	**1.859**	**1.859**	**1.859**	**1.859**	**1.859**	**1.859**
exponent	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**	**1.5**

* bij gebruik vereenvoudigde debietformule (bron: Water Measurements Manual, United States Department of the Interior Bureau of Reclamation); enkel toepasbaar indien meetschot voldoet aan toepassingsvoorwaarden: P ≥ $2h_{max}$; (B-B1)/2 ≥ $2h_{max}$

** bron: Aquafin

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

BIJLAGE B: DEBIETTABELLEN OPEN CONTROLE-INRICHTINGEN

[zie zip-bestand *Bijlage B_WAC-I-A-012_debiettabellen*]

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

BIJLAGE C: OMREKENINGSFORMULE(S) WATERHOOGTE – DEBIET VOOR OPEN MEETGOTEN (INFORMATIEF)

C.1 Vlakke meetgoten met rechthoekige doorsnede

C.1.1 Debietformule conform ISO 4359

De basisformule om uit de waterhoogte in een vlakke meetgoot met rechthoekige doorsnede het debiet te berekenen (conform ISO 4359) is als volgt:

$$Q = (\frac{2}{3})^{1,5} * \sqrt{g} * C_d * C_v * b * h^{1,5}$$

met:

Q	debiet dat door de meetgoot stroomt (m^3/s)
C_d	debietcoëfficiënt
C_v	snelheidscoëfficiënt
g	zwaartekrachtversnelling (9.81 m/s^2)
b	breedte van de keel (m)
h	waterhoogte, gemeten stroomopwaarts van de keel t.h.v. de meetsectie

en waarbij:

$$C_d = \left(1 - 2 * \frac{\delta}{L} * \frac{L}{b}\right) * \left(1 - \frac{\delta}{L} * \frac{L}{h}\right)^{1,5}$$

$$\left(\frac{2}{3 * \sqrt{3}} * \frac{b}{B}\right)^2 * C_d^2 * C_v^2 - C_v^{\frac{2}{3}} + 1 = 0$$

met:

L	lengte van de keel (m)
δ	dikte van de laminaire grenslaag (m)
B	breedte van het aanvoerkanaal (m)

De verhouding δ/L geeft de relatieve dikte van de laminaire grenslaag weer. Voor gladde wanden van meetgoten die binnen de gestelde toleranties vallen, wordt deze verhouding δ/L gelijk gesteld worden aan 0,003.

Opmerking:
De verhouding δ/L stijgt bij ruwere wanden van de meetgoot. De verhouding δ/L werd experimenteel[n] bepaald op bijvoorbeeld 0.0035 voor plastic, en 0.0058 voor roestvrij staal. Om de overeenkomsten met de vereenvoudigde formule te behouden, werd gekozen om de verhouding δ/L ongewijzigd op 0,003 te behouden. Voor meetgoten met ruwere wanden (bijv. beton) zal dit steeds een ***overschatting opleveren van het werkelijk debiet***.

C.1.2 Vereenvoudigde debietformule

Voor vlakke meetgoten met rechthoekige doorsnede, kan het debiet ook voorgesteld worden onder een vereenvoudigde vorm:

$$Q = k * h^u * f$$

met:

Q	debiet dat door de meetgoot stroomt (m^3/h)
k	constante afhankelijk van het type venturi (zie BIJLAGE A, indien beschikbaar)
h	waterhoogte (m), gemeten stroomopwaarts van de keel ter hoogte van de meetsectie
u	exponent afhankelijk van het type meetgoot (u is standaard 1,5)

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

f omrekeningsfactor naar m³/h gelijk aan 3600

Deze vereenvoudigde debietformule houdt geen rekening met afwijkende maten, of met de wrijving aan de wanden. Daarom is het belangrijk dat de kenmerkende maten binnen de gestelde controle-eisen vallen.

Opmerking:
Voor meetgoten met gladde wanden biedt de vereenvoudigde formule een vrij goede benadering, vooral dan bij voldoende vulhoogte. Voor meetgoten met ruwere wanden (bijv. beton) gaat de vereenvoudigde formule het debiet overschatten. Deze overschatting bedraagt 2-5% bij maximale vullingsgraad van de meetgoot (h ≈ H), en loopt op tot 10-15% voor een waterhoogte gelijk aan 0,1L (h ≈ 0,1 L)^n. Voor betonnen en plastic goten zijn ook aangepaste u en k-waarden beschikbaar, die een betere benadering geven van het debiet, maar deze zijn binnen deze Code van Goed Praktijk niet van toepassing.

C.1.3 Herberekening debiet met werkelijke maten conform ISO 4359

Indien echter de kenmerkende maten buiten de gestelde toleranties vallen, moet de relatie waterhoogte-debiet herberekend worden op basis van de werkelijke (gemeten) maten. De standaard debiettabellen met nominale maten in BIJLAGE B mogen in dat geval NIET toegepast worden.

- Een herberekening van de debiettabel op basis van de werkelijke maten kan uitgevoerd worden met behulp van de standaard debiettabellen in BIJLAGE B (excel versie), mits aanpassing van de nominale maten (rechterbovenhoek van tabel).
- ISO 4359 stelt tevens een rekenblad ter beschikking om het overeenkomstig debiet te bepalen bij een bepaalde waterhoogte in een rechthoekige of of trapezoïdale meetgoot met de vastgestelde (werkelijke) maten van de controle-inrichting: http://standards.iso.org./iso/4359 (bestand “flume 1”).

Opmerking:
Voor rechthoekige meetgoten worden volgende parameters in het rekenblad ingegeven:
- b, B, L (werkelijke maten), h
- m, m_A en p gelijk gesteld aan 0 (verklaring symbolen: zie bestand “flume 1”)

C.2 Vlakke meetgoten met parabolische doorsnede

Voor parabolische meetgoten, waarvan de afmetingen binnen de gestelde toleranties vallen, wordt het debiet voorgesteld onder de vorm:

$$Q = C * h^{exp} * f$$

met:
- Q debiet dat door de meetgoot stroomt (m³/h)
- C constante afhankelijk van het type meetgoot (zie maattabellen)
- h waterhoogte (m), gemeten stroomopwaarts van de keel ter hoogte van de meetsectie
- exp exponent afhankelijk van het type meetgoot
- *f* omrekeningsfactor naar m³/h gelijk aan 3600

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

C.3 Khafagi meetgoten

C.3.1 Khafagi QV

Voor Khafagi meetgoten van het type QV, waarvan de afmetingen binnen de gestelde toleranties vallen, wordt het debiet voorgesteld onder de vorm:

$$Q = 0.01744 * b * h^{1.5} + 0.00091 * h^{2.5} * f$$

met: Q debiet dat door de meetgoot stroomt (m^3/h)
b breedte van de keel gemeten op het smalste punt (cm)
h waterhoogte (cm)
f omrekeningsfactor naar m^3/h gelijk aan 3,6

C.3.2 Hydrologic

Voor meetgoten van het type Hydrologic, waarvan de afmetingen binnen de gestelde toleranties vallen , wordt het debiet voorgesteld onder de vorm:

$$Q = (a * h^4 - b * h^3 + c * h^2 + d * h - e) * \mathrm{f}$$

met: Q debiet dat door de meetgoot stroomt (m^3/h)
a,b,c,d,e constanten afhankelijk van het type meetgoot (zie maattabel)
h waterhoogte (m)
f omrekeningsfactor naar m^3/h gelijk aan 3,6

C.4 Parshall meetgoten

Voor de Parshall meetgoten, zoals vermeld in bovenstaande maattabel en waarvan de afmetingen binnen de gestelde toleranties vallen, wordt het debiet voorgesteld onder de vorm:

$$Q = C_1 * h^n * f$$

met: Q debiet dat door de meetgoot stroomt (m^3/h)
C_1 constanten afhankelijk van het type meetgoot (zie maattabel)
h waterhoogte (m)
n exponent, afhankelijk van het type meetgoot (zie maattabel)
f omrekeningsfactor naar m^3/h gelijk aan 3600

C.5 Meetschot met driehoekige uitsnijding (V-schot, Thomson)

De basisformule om vanuit de waterhoogte het debiet te berekenen is als volgt (Kindsvater-Shen formule conform ISO 1438):

$$Q = \frac{8}{15} * tan\frac{\alpha}{2} * \sqrt{2g} * C_d * h^{2,5} * f$$

met: Q debiet dat door de meetgoot stroomt (m^3/h)
C_d debietcoëfficiënt (zie maattabellen of Annex E van ISO 1438:2008)

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

g	zwaartekrachtversnelling (9.8066 m/s²)
h	waterhoogte (m), gemeten stroomopwaarts van de keel t.h.v. de meetsectie
f	omrekeningsfactor naar m³/h gelijk aan 3600

In praktijk worden in Vlaanderen enkel gestandaardiseerde V-schotten toegepast, waarbij volgende formule, in functie van het type meetschot, kan toegepast worden:

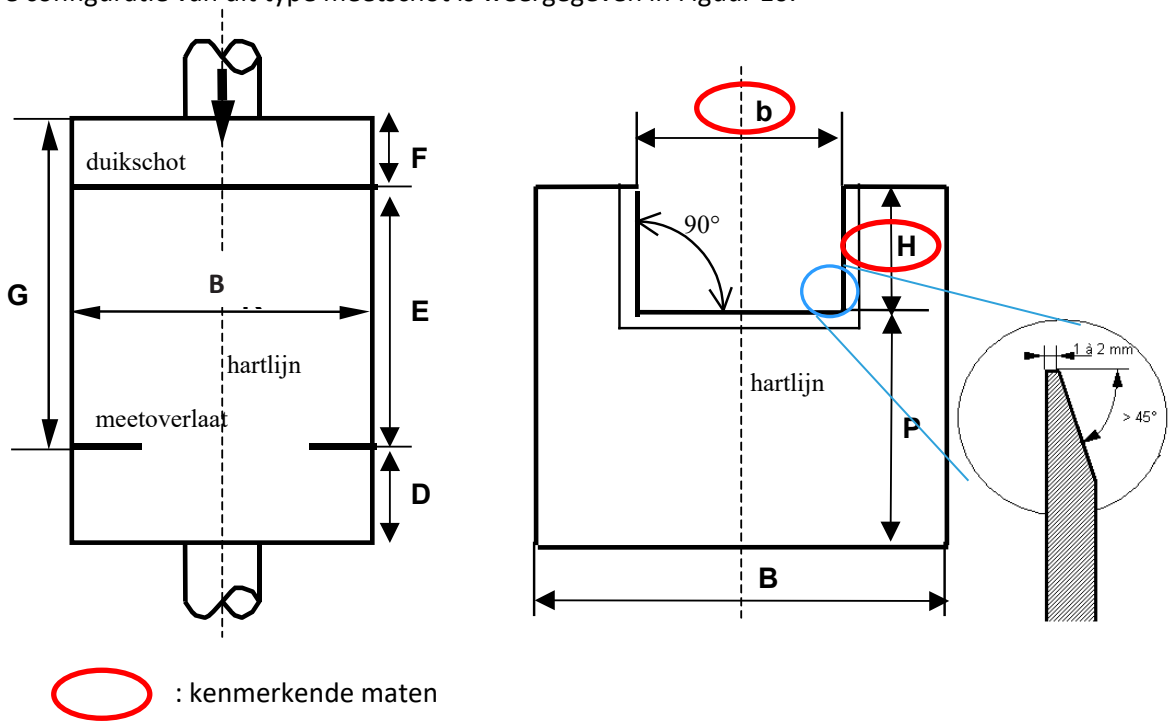
- α = 28°4': $Q = 0.590625 * C_d * h^{5/2} * f$
- α = 53°8': $Q = 1.18125 * C_d * h^{5/2} * f$
- α = 90°: $Q = 2.3625 * C_d * h^{5/2} * f$

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

BIJLAGE D: BESCHRIJVING EN OMREKENINGSFORMULES VAN RECHTHOEKIGE EN TRAPEZIUMVORMIGE MEETSCHOTTEN (INFORMATIEF)

D.1 Meetschot met rechthoekige contractie

Bij dit meetschot loopt de overstortrand parallel ten opzichte van het wateroppervlak De overstortopening bestaat uit een rechthoek in het midden van het schot. Meetschotten met rechthoekige overstort zijn geschikt voor grotere hoeveelheden afvalwater met een quasi constante afvoer.
De configuratie van dit type meetschot is weergegeven in Figuur 10.



Figuur 10: Schematische voorstelling van meetschot met rechthoekige overlaat met insnoering met aanduiding van maten (bron: VMM) [B:breedte van het aanvoerkanaal/meetput; b: breedte van de rechthoekige uitsnijding; H: hoogte van de rechthoekige uitsnijding; P: hoogte van de onderzijde van de rechthoekige uitsnijding ten opzichte van de vloer; D: stroomafwaartse afstand van het meetschot tot aan de putwand; E: afstand tussen duikschot en meetschot; F: stroomopwaartse afstand van putwand tot aan het duikschot; G: stroomopwaartse afstand van de putwand tot aan het meetschot; H: hoogte van de rechthoekige uitsnijding]

De basisformule om vanuit de waterhoogte het debiet met een rechthoekig meetschot (voor alle waarden b/B) te berekenen, is als volgt (Kindsvater-Carter formule conform ISO 1438):

$$Q = C_d * \frac{2}{3} * \sqrt{2g} * b * h^{1.5} * f$$

met:	Q	debiet dat door de meetgoot stroomt (m^3/h)
	C_d	debietcoëfficiënt
	g	zwaartekrachtversnelling (9.81 m/s^2)
	b	breedte van de rechthoekige uitsparing (m)
	h	waterhoogte, gemeten stroomopwaarts van het meetschot
	f	omrekeningsfactor naar m^3/h gelijk aan 3600

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

waarbij, voor specifieke verhoudingen b/B (met B de breedte van het aanvoerkanaal waarin het meetschot geplaatst werd), volgende lineaire relatie tussen Cd en de verhouding h/P kon worden vastgesteld (zie Tabel 1).

De geometrie en onderlinge verhoudingen van de afmetingen van het meetschot zijn belangrijk opdat de relatie tussen debiet en de opwaartse waterhoogte (zie debiettabellen in Bijlage A.5.2) kan toegepast worden:

- de hoogte P, van de bodem van de meetput tot aan de rechthoekige uitsnijding, moet minimaal 0,10 m zijn (P ≥ 0,10 m);
- de verhouding tussen de waterhoogte (h) en de hoogte van rechthoekig uitsnijding t.o.v. de vloer (P) mag maximaal 2,5 bedragen (h/P ≤ 2,5);
- de breedte van de uitsnijding (b) moet minimaal 0.15 m zijn (b ≥ 0,15 m);
- de waterhoogte h mag niet minder dan 0.03 m bedragen (h ≥ 0.03 m);
- de verhouding (B-b)/2 moet minimaal 0.1

voor $\frac{b}{B}$	debietcoëfficiënt C_d =
1,0	$0{,}602 + 0{,}075\,\frac{h}{P}$
0,9	$0{,}598 + 0{,}064\,\frac{h}{P}$
0,8	$0{,}596 + 0{,}045\,\frac{h}{P}$
0,7	$0{,}594 + 0{,}030\,\frac{h}{P}$
0,6	$0{,}593 + 0{,}018\,\frac{h}{P}$
0,5	$0{,}592 + 0{,}010\,\frac{h}{P}$
0,4	$0{,}591 + 0{,}0058\,\frac{h}{P}$
0,2	$0{,}589 + 0{,}0018\,\frac{h}{P}$

Tabel 1: relatie tussen debietcoëfficiënt Cd in functie van verhouding h/P
(tussenliggende waarden voor b/B kunnen geïnterpoleerd worden)

Het debiet in een rechthoekige meetgoot kan ook voorgesteld worden onder een vereenvoudigde vorm (Francis formule):

$$Q = 1.8380 * (b - 0{,}2 * h) * h^{1{,}5} * f$$

met: Q debiet dat door de meetgoot stroomt (m^3/h)
h waterhoogte (m), gemeten stroomopwaarts van het meetschot
f omrekeningsfactor naar van m^3/s naar m^3/h gelijk aan 3600

Bovenstaande relatie tussen debiet en de opwaartse waterhoogte is enkel geldig mits rekening te houden met volgende toepassingsvoorwaarden:

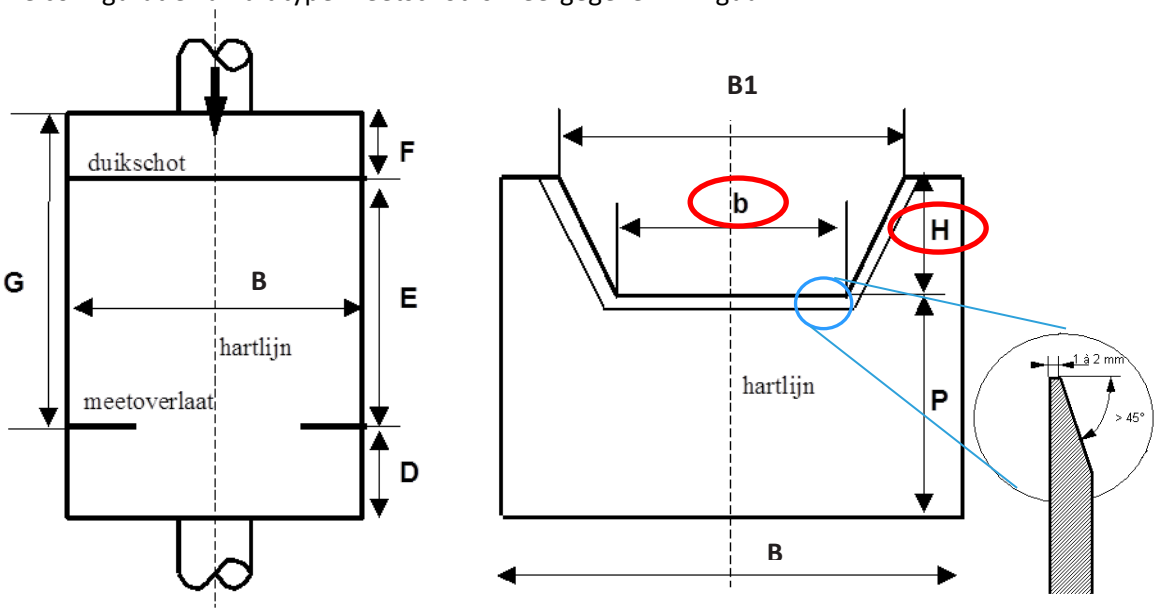
- P moet groter zijn dan $2h_{max}$ ($P \geq 2h_{max}$);
- (B-b)/2 moet groter zijn dan $2h_{max}$ ($(B-b)/2 \geq 2h_{max}$);

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

– de waterhoogte h mag niet minder dan 0.03 m bedragen (h ≥ 0.03 m), maar mag niet meer zijn dan b/3(tenzij een verificatie bij grotere waterhoogtes aantoont dat deze formule nog toepasbaar is).

D.2 Meetschot met trapeziumvormige contractie (Cipolletti)

De configuratie van dit type meetschot is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11: Schematische voorstelling van meetschot Cipoletti met trapezoïdale overlaat met aanduiding van maten (bron: VMM) [B: breedte van de meetput, waarin het meetschot geïnstalleerd werd; B1: breedte van de bovenzijde van de trapeziumvorminge uitsnijding; b: breedte van de onderzijde van de trapeziumvormige uitsnijding; H: hoogte van de uitsnijding; P: hoogte van de onderzijde van de rechthoekige uitsnijding ten opzichte van de vloer; D: stroomafwaartse afstand van het meetschot tot aan de putwand; E: afstand tussen duikschot en meetschot; F: stroomopwaartse afstand van putwand tot aan het duikschot; G: stroomopwaartse afstand van de putwand tot aan het meetschot; H: hoogte van de rechthoekige uitsnijding]

Het debiet in een meetgoot met trapeziumvormige doorlaat kan voorgesteld worden onder een vereenvoudigde vorm:

$$Q = 1.859 * b * h^{1,5} * f$$

met: Q debiet dat door de meetgoot stroomt (m^3/h)
h waterhoogte (m), gemeten stroomopwaarts van het meetschot
f omrekeningsfactor m^3/s naar m^3/h gelijk aan 3600

Bovenstaande relatie tussen debiet en de opwaartse waterhoogte is enkel geldig mits rekening te houden met volgende toepassingsvoorwaarden:

– de schuine zijden van het meetschot moeten een verticaal-tot-horizontaal verhouding hebben van 4/1;
– P moet groter zijn dan $2h_{max}$ ($P \geq 2h_{max}$);
– (B-B1)/2 moet groter zijn dan $2h_{max}$ ($(B-B1)/2 \geq 2h_{max}$);
– de waterhoogte h mag niet minder dan 0.06 m bedragen (h ≥ 0.06 m), maar mag niet meer zijn dan b/3 (tenzij een verificatie bij grotere waterhoogtes aantoont dat deze formule nog toepasbaar is).

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

BIJLAGE E: REKENBLAD VOOR DEBIETSBEOORDELING (INFORMATIEF)

[zie excel-bestand *Bijlage E_WAC-I-A-012_Debietsbeoordeling Campagnes*]

E.1 Inleiding

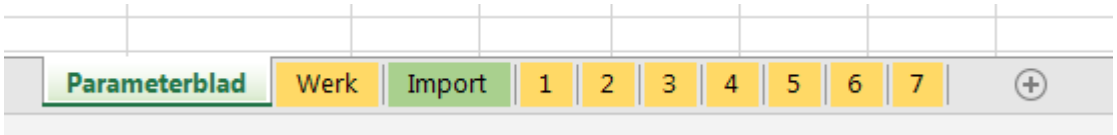
De nauwkeurigheid van een debietsmeting aan de hand van een meetgoot is het grootst tussen het minimum- en maximum debiet. Deze Q_{min} en Q_{max} liggen vast voor elk type meetgoot. Aan de hand van het rekenblad kan makkelijk nagaan worden hoeveel procent van het geloosde afvalwater binnen deze marges valt. Wanneer een meetgoot te groot of te klein voor de geloosde debieten is, kunnen we dit visueel duidelijk maken aan de hand van grafieken.
De berekening gebruikt de gelogde gegevens van de debietmeting, met name de uurdebieten, om een percentage te berekenen aan de hand van de volgende formule:

$$\% = \frac{Uurdebieten > Qmax}{Dagdebiet} \quad \text{en} \quad \% = \frac{Uurdebieten < Qmin}{Dagdebiet}$$

Er worden automatisch grafieken gegenereerd waarin de gelogde uurdebieten gespiegeld worden aan de Q_{min} en Q_{max}. De grafieken van Q_{min} en Q_{max} komen enkel tevoorschijn als er waardes binnen een marge van 30% liggen.

E.2 Gebruik van het rekenblad

1. Open het excel-rekenblad '**debietsbeoordeling campagnes**'

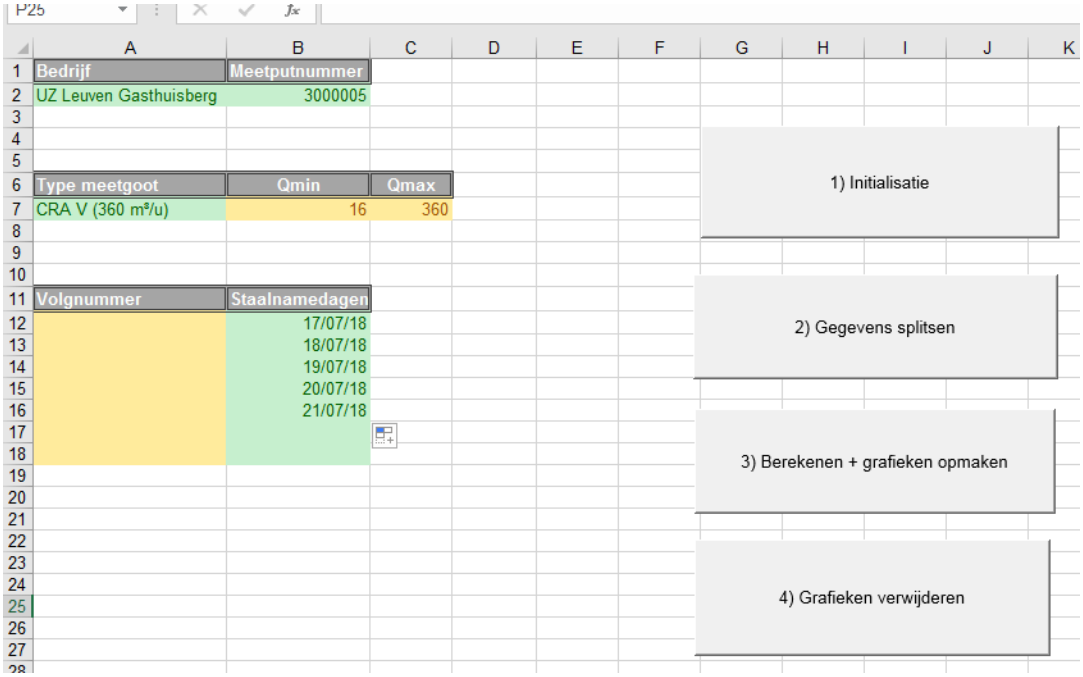


2. Op het werkblad '**Parameterblad**', druk op de knop '**1) Initialisatie'**, hierdoor wordt het werkblad gereed gemaakt voor een nieuwe berekening.

3. Op het werkblad '**Parameterblad**' worden de volgende parameters ingevuld: **bedrijfsnaam, meetputnummer, type meetgoot** en **staalnamedagen**. Bij type meetgoot kan je een meetgoot kiezen uit het menu.

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

Opgelet: enkel de groene cellen dienen ingevuld te worden, de gele cellen worden automatisch ingevuld!



Bedrijf	Meetputnummer
UZ Leuven Gasthuisberg	3000005

Type meetgoot	Qmin	Qmax
CRA V (360 m³/u)	16	360

Volgnummer	Staalnamedagen
	17/07/18
	18/07/18
	19/07/18
	20/07/18
	21/07/18

4. Kopieer de gelogde gegevens van de debietmeting in rekenblad op het tabblad '**Import**'.

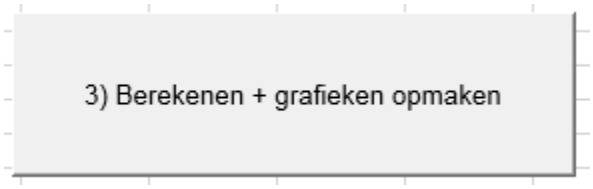
5. Controleer of alle gegevens gekopieerd zijn en de cijfers vanaf rij 4 beginnen.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Time period	Time perio	Time period	Time perio	Uurdebiet I	Uurdebiet A
2		from	from	to	to	Kanaal 1	Kanaal 4
3		Date d/MM/yyyy	Time H:mr	Date d/MM/yyyy	Time H:mr	m³	m³
4	1	16/07/2018	11:34:49	16/07/2018	12:00:24	184	26,57
5	2	16/07/2018	12:00:24	16/07/2018	13:00:00	76	109,6
6	3	16/07/2018	13:00:00	16/07/2018	14:00:00	55	54,57
7	4	16/07/2018	14:00:00	16/07/2018	15:00:00	55	55,54
8	5	16/07/2018	15:00:00	16/07/2018	16:00:00	52	52,42
9	6	16/07/2018	16:00:00	16/07/2018	17:00:00	44	44,66
10	7	16/07/2018	17:00:00	16/07/2018	18:00:00	52	51,95
11	8	16/07/2018	18:00:00	16/07/2018	19:00:00	32	32,67
12	9	16/07/2018	19:00:00	16/07/2018	20:00:00	26	25,44
13	10	16/07/2018	20:00:00	16/07/2018	21:00:00	21	21,7
14	11	16/07/2018	21:00:00	16/07/2018	22:00:00	15	15,05

6. Ga naar het tabblad '**Parameterblad**' en druk op de knop '**2) Gegevens splitsen**'. Hierdoor worden de gegevens per dag gesplitst en op de tabbladen met overeenkomstig volgnummer geplaatst.

ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE ONTWERPMETHODE

7. Blijf op het tabblad '**Parameterblad**' en druk op de knop '**3) Berekenen + grafieken opmaken**'. Hierdoor wordt er per dag een grafiek opgemaakt en berekeningen gemaakt.



Nu kunnen de gegevens per dag bekeken worden door naar de tabbladen met de overeenkomstige volgnummers te gaan.
Indien er gegevens verkeerd genoteerd of geselecteerd waren (zoals bijvoorbeeld de meetgoot) kan de knop '**4) Grafieken verwijderen**' gebruikt worden om de grafieken te verwijderen. Hierna kunnen de knoppen '**2) Gegevens splitsen**' en '**3) Berekenen + grafieken opmaken**' opnieuw gebruikt worden om de gegevens gewoonweg te overschrijven.