

Bepaling van het debiet in controle-inrichtingen voor afvalwater

INHOUD

1	Doel en Toepassingsgebied	4
2	Definities	4
3	Apparatuur, materieel en benodigdheden	6
3.1	<i>Gesloten controle-inrichting voor afvalwater</i>	6
3.1.1	Debietmeter gesloten controle-inrichting	6
3.2	<i>Open controle-inrichting voor afvalwater</i>	7
3.2.1	Meetgoten (venturi)	7
3.2.2	Meetschotten	10
3.2.3	Debietmeter open controle-inrichting	11
3.3	<i>Debietregistratie-apparatuur</i>	13
3.4	<i>Overige benodigdheden en materieel</i>	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	<i>Identificatie controle-inrichting</i>	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	<i>Plaatsing debietmeetsysteem</i>	16
5.2.1	Plaatsing van het borrelbuisstelsel	16
5.2.2	Plaatsing van het ultrasoon systeem	17
5.3	<i>Debietformule</i>	17
5.4	<i>Instelling nulpunt</i>	18
5.5	<i>Controle waterhoogte</i>	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	<i>Instellen registratietoestel (printer, logger)</i>	20
6.2	<i>Weergave van het debiet</i>	20
6.2.1	Ogenblikkelijk debiet	21
6.2.2	Totale debieten	21
7	Verzegeling	21
8	Rapportering	21
9	Kwaliteitscontrole	22
9.1	<i>Gesloten controle-inrichting</i>	22
9.2	<i>Open controle-inrichting</i>	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

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 uitgangssignaal evenredig met het debiet.

- 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 historie 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

3 APPARATUUR, MATERIEEL EN BENODIGDHEDEN

3.1 GESLOTEN CONTROLE-INRICHTING VOOR AFVALWATER

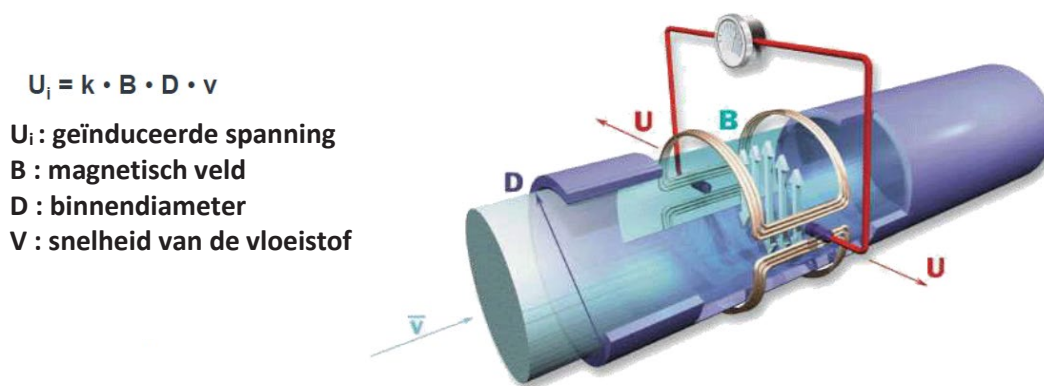
Een gesloten controle-inrichting bestaat uit een gesloten debietmeetsysteem dat op, of tussen, een gesloten leiding wordt geplaatst waarlangs het water wordt geloosd. Het gesloten meetsysteem dient in zodanige staat geïnstalleerd en onderhouden te worden, dat een debietmeting steeds kwaliteitsvol en 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.



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

- 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 in 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 debietmeting 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 trapezoidale 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.

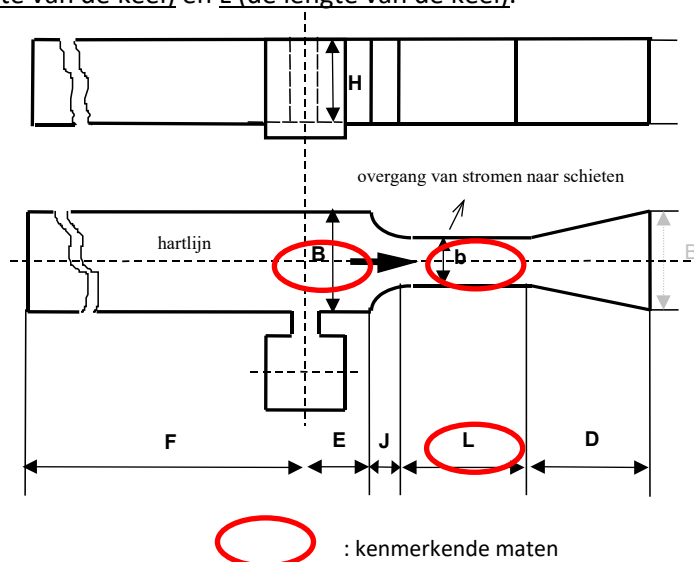
Meetgoten worden ingedeeld op basis van de vorm van de doorsnede en de lengte van de keel.

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).

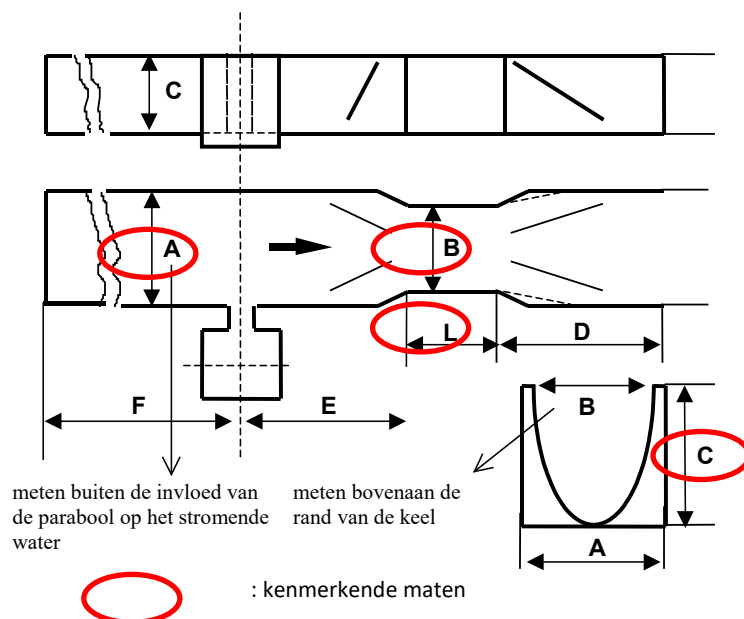


Figuur 2: Schematische voorstelling meetgoten met vlakke bodem, rechthoekige doorsnede en lange keel [B: breedte van het aanvoerkanaal; b: breedte van de keel; D: lengte van het divergerende deel van de meetgoot (uitgang meetsectie); E: lengte hartlijn meetput tot aan de keel; F: lengte aanvoerkanaal-hartlijn 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 wordt. 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).



Figuur 3: Schematische voorstelling van meetgoot met parabolische bodem met aanduiding van maten [A: breedte van het aanvoerkanaal; B: breedte van de keel (parabool); 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)

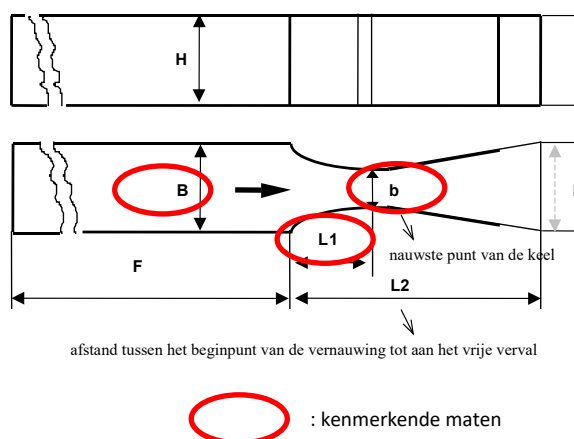
3.2.1.3 KHAFAGI MEETGOOT

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 inlooptlengte 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.



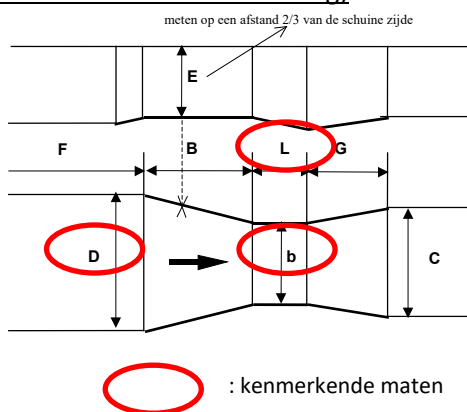
Figuur 4 Schematische voorstelling van Venturi meetgoot type Khafagi QV met aanduiding van maten (bron: VMM) [B: breedte van het aanvoerkanaal; b: breedte van de keel; L1: radius van de boog; L2: lengte afvoerkanaal vanaf de vernauwing/keel; F: lengte aanvoerkanaal-hartlijn meetput; H: hoogte van de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

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

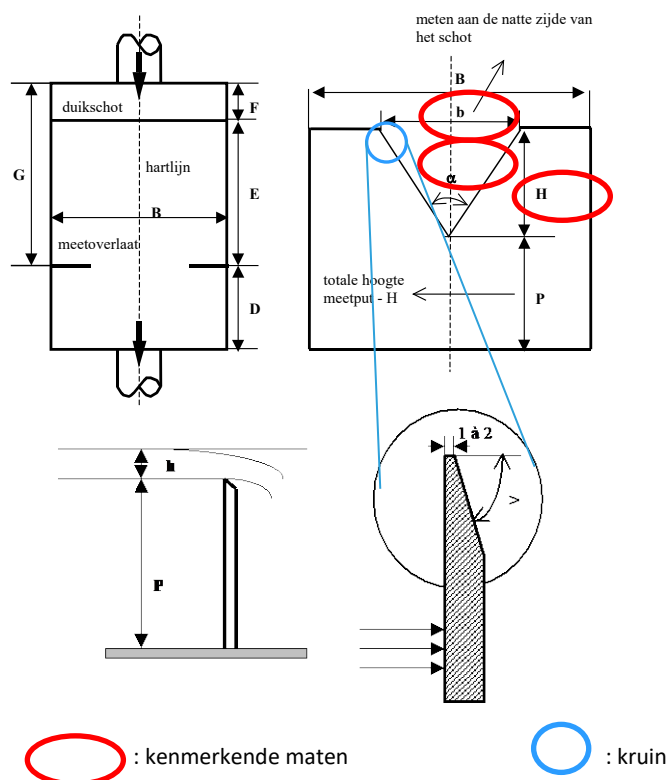
Bij een open afvoer van afvalwater is een meetschot als controle-inrichting ook toegelaten. De drie gekende types meetschotten zijn het V-meetschot (3.2.2.1), het rechthoekige meetschot (BIJLAGE D) en het trapeziumvormige meetschot (Cipolletti overlaat, BIJLAGE D).

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.

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

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



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 een erkend laboratorium over beide systemen beschikt 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 uitgangssignaal de vast opgestelde debietmeter van het bedrijf (bijv. ultrasoon sensor). Het laboratorium documenteert in dat geval in het meetverslag de

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 borrelbuisstelsel 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 debietmeting 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).

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-apparaat
- 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 omrekening naar mm/m
- 3.4.7. Min-max-mallen ($\pm 2\%$) 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. Waterdetectiepaste of wateroplosbare stift
- 3.4.10. Klemmen en/of bevestigingsmateriaal voor borrelbuis of ultrasoonsonde
- 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. Debiëttabellen (relatie waterhoogte-debiet) per type open controle-inrichting
- 3.4.15. Fototoestel (facultatief)

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 volstaat het om de kenmerkende maten (zie 3.2.1 en 3.2.2) na te meten conform 5.1.1 en te noteren 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 waterpas¹.
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.

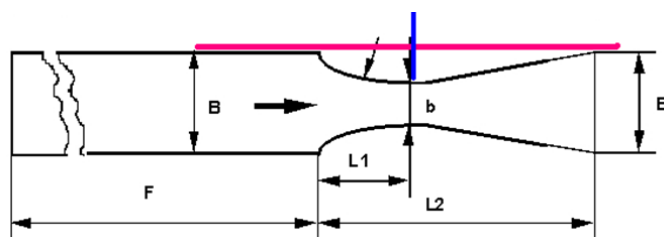
² Volgende toleranties op de hellingsgraad worden toegelaten:

- helling bodem keel in stromingsrichting: max. 5 mm/m
- helling bodem kanaal in stromingsrichting tot meetsectie: max. 10 mm/m

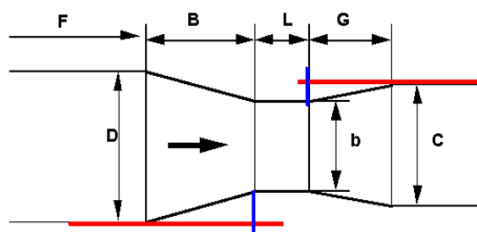
- De **breedtes** van het kanaal en van de vernauwing(keel) wordt gemeten op **3 plaatsen**:
 - begin – midden – einde, van het kanaal resp. vernauwing

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 ($\pm 2\%$).
- 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 lijklem 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 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

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 waterpas¹/horizontaal²/verticaal²,...) worden gedocumenteerd in het meetverslag.

5.1.4 OMGAAN MET AFWIJINGEN 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)**.

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 luchtballen 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 debietmeting 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 ultrasoonsonde optreedt, wordt de meting gestoord en moet een ander debietmeetsysteem geïnstalleerd worden.

Een ultrasoonsonde wordt als volgt opgesteld:

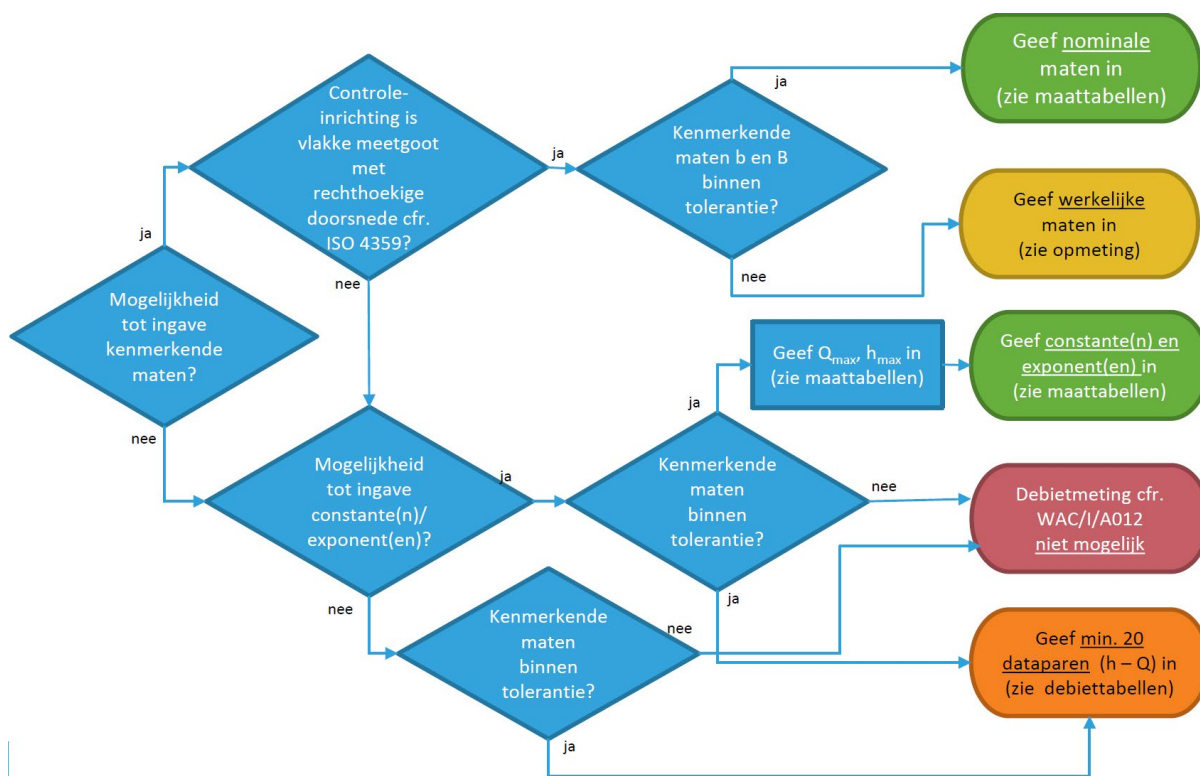
- bij meetgoten, wordt de ultrasoonsonde bij voorkeur bevestigd boven de meetput (indien deze aanwezig is), en anders boven het aanvoerkanaal op een afstand gelijk aan 3 à 4 h_{max} stroomopwaarts gemeten vanaf het begin van de vernauwing.
- bij de Parshall meetgoot wordt de sonde geplaatst op 2/3 van de schuine zijde stroomopwaarts vanaf de keel.
- bij een meetschot wordt de sonde 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").

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 (debiets tabel) 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 debiets tabel 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 interpolatie van debietwaarden op basis van ingegeven debiets tabellen (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 debiets tabel 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.

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 meetgoot met zijdelingse meetput wordt de hoogte gemeten *in het midden van het aanvoerkanaal, ter hoogte van het verbindingskanaal naar de meetput*.

Indien het verbindingstuk 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.

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 $3 \text{ à } 4 \times h_{\max}$ stroomopwaarts van de vernauwing.
- bij een meetgoot met een paraboolvormige keeldoorsnede die niet voorzien is van een meetput, wordt op een afstand gelijk aan $2 \text{ à } 4 \times h_{\max}$ (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 platform. 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 $3 \times h_{\max}$ stroomopwaarts van het meetschot wordt gemeten bij $h_{\max} < 20 \text{ cm}$ of voor nieuwe³ meetputten met meetschot, en op een afstand gelijk aan $1.5 \times h_{\max}$ bij $h_{\max} > 20 \text{ cm}$ (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: lijmkleem, T-Lat, L-Lat, speciaal daarvoor ontwikkelde meetopstelling),....

6 REGISTRATIE VAN HET DEBIET

6.1 INSTELLEN REGISTRATIE TOESTEL (PRINTER, LOGGER)

Het registratietoestel registreert continu het ogenblikkelijk debiet. Sluit het registratietoestel aan op het mA (milli-ampere) of pulssignaal van de debietmeter.

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

6.2 WEERGAVE VAN HET DEBIET

Bij gebruik van het mA-sigitaal wordt het ogenblikkelijk debiet weergegeven in m^3/h .

Bij gebruik van het pulssigitaal wordt het optellen van het aantal pulsen weergegeven. De pulsinstelling op de debietmeter en het registratietoestel dient hetzelfde te zijn.

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

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 ook uur- en dagdebieten gerapporteerd worden.

Indien gebruik wordt gemaakt van het debietmeetsysteem van het bedrijf zelf is het mogelijk dat er geen uurdebieten voorhanden zijn; 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;
- Ogenblikkelijk debiet en kwaliteitscontrole(s) voor gesloten (9.1) en open (9.2.1, 9.2.2) controle-inrichtingen;
- Overzicht 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.

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.**

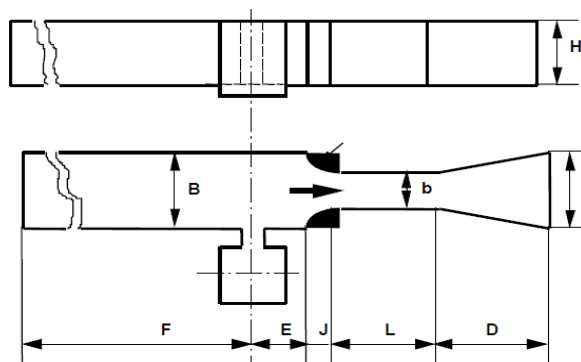
9.2.3 CONTROLE VAN DE LINEARITEIT

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 monsternamingsgegevens 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 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'environnement 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	aansroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

Meetgoot met vlakke bodem: maten

B	b	L	F	E	D	J	H

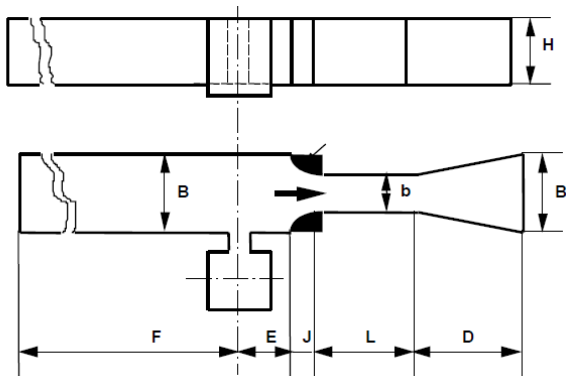
CRA: toleranties maten											
TYPE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
maat	30 m³/h (mm)	60 m³/h (mm)	90 m³/h (mm)	180 m³/h (mm)	360 m³/h (mm)	720 m³/h (mm)	1080 m³/h (mm)	1440 m³/h (mm)	1800 m³/h (mm)	3600 m³/h (mm)	7200 m³/h (mm)
b	min (b-2%)	73	98	122	196	245	261	326	470	548	705
	max (b+2%)	75	100	125	200	250	267	333	480	560	720
B	min (B-2%)	147	196	245	392	490	392	490	784	784	1176
	max (B+2%)	150	200	250	400	500	400	500	800	800	1200
L	min (L-5%)	285	356	427	570	712	769	997	855	1140	1235
	max (L+5%)	300	375	450	600	750	810	1050	900	1200	1300
H	min (H-5%)	190	237	285	380	475	593	665	760	760	1140
	max (H+5%)	200	250	300	400	500	625	700	800	800	1200
D	min (D-5%)	213	285	356	570	712	380	475	912	684	1368
	max (D+5%)	225	300	375	600	750	400	500	960	720	1440
E	min (E-5%)	213	230	247	270	494	1045	1235	1235	1235	1615
	max (E+5%)	225	243	260	285	520	1100	1300	1300	1300	1700
F	min (F-5%)	1425	1900	2375	3800	4750	3800	4750	7600	7600	11400
	max (F+5%)	1500	2000	2500	4000	5000	4000	5000	8000	8000	12000
J	min (J-5%)	95	125	156	251	313	167	209	401	301	603
	max (J+5%)	100	132	165	265	330	176	221	423	317	635

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)



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	aansroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

Meetgoot met vlakke bodem: maten

B	b	L	F	E	D	J	H

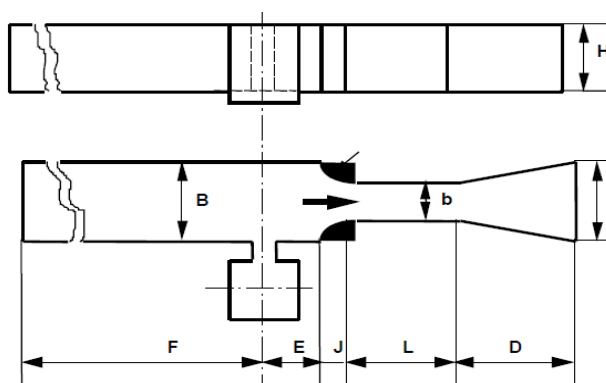
ARKON Z1561: maten									
TYPE maat	50 l/s (mm)	100 l/s (mm)	200 l/s (mm)	300 l/s (mm)	400 l/s (mm)	500 l/s (mm)	800 l/s (mm)	1000 l/s (mm)	1500 l/s (mm)
b <i>min (b-2%)</i>	130	196	261	326	358	424	522	588	653
<i>max (b+2%)</i>	136	204	273	340	374	442	544	612	681
B <i>min (B-2%)</i>	196	294	392	490	539	637	784	882	980
<i>max (B+2%)</i>	204	306	408	510	561	663	816	918	1020
L <i>min (L-5%)</i>	489	593	769	855	997	1045	1235	1425	1615
<i>max (L+5%)</i>	541	657	851	945	1103	1155	1365	1575	1785
H <i>min (H-5%)</i>	380	451	593	688	760	807	950	1073	1235
<i>max (H+5%)</i>	420	499	657	762	840	893	1050	1187	1365
D <i>min (D-5%)</i>	190	285	380	475	522	617	760	855	950
<i>max (D+5%)</i>	210	315	420	525	578	683	840	945	1050
E <i>min (E-5%)</i>	190	285	380	475	522	617	760	855	950
<i>max (E+5%)</i>	210	315	420	525	578	683	840	945	1050
F <i>min (F-5%)</i>	1900	2850	3800	4750	5225	6175	7600	8550	9500
<i>max (F+5%)</i>	2100	3150	4200	5250	5775	6825	8400	9450	10500
J <i>min (J-5%)</i>	79	125	167	209	230	272	335	377	418
<i>max (J+5%)</i>	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} (m³/h)	9.1	14	19	23	25	30	36	40	43
Q_{max} (m³/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



Meetgoot met vlakke bodem: maten

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

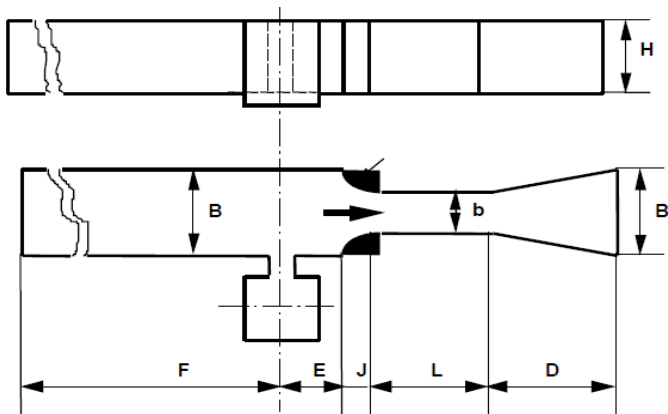
ARKON Z1458: toepassingsgebied						
TYPE	2,5 l/s	5 - 10 l/s	25 l/s	50 - 100 l/s	250 l/s	500 - 1000 l/s
h_{min} (m)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
h_{max} (m)	0.07	0.15	0.19	0.33	0.46	0.82
$h_{overloop}$ (m)	0.10	0.19	0.27	0.41	0.64	1.02
Q_{min} (m³/h)	5.4	7.1	12	21	30	48
Q_{max} (m³/h)	9	36	90	360	900	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***
Vlaem-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



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	aant roomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse meetkamer aanwezig

Meetgoot met vlakke bodem: maten

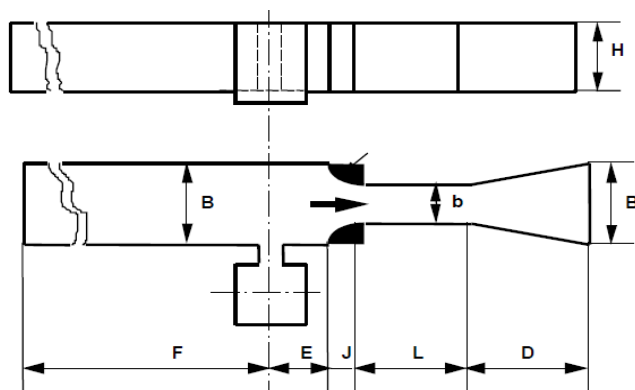
B	b	L	F	E	D	J

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)
<i>min (b-2%)</i>	298	298	447	746	746
b	305	305	457	762	762
<i>max (b+2%)</i>	312	312	467	778	778
<i>min (B-2%)</i>	597	597	896	1493	1493
B	610	610	915	1524	1524
<i>max (B+2%)</i>	623	623	934	1555	1555
<i>min (L-5%)</i>	579	579	869	1447	1447
L	610	610	915	1524	1524
<i>max (L+5%)</i>	641	641	961	1601	1601
<i>min (H-5%)</i>	385	385	603	965	965
H	406	406	635	1016	1016
<i>max (H+5%)</i>	427	427	667	1067	1067
<i>min (D-5%)</i>	869	869	1303	2171	2171
D	915	915	1372	2286	2286
<i>max (D+5%)</i>	961	961	1441	2401	2401
<i>min (E-5%)</i>	579	579	869	1447	1447
E	610	610	915	1524	1524
<i>max (E+5%)</i>	641	641	961	1601	1601
<i>min (F-5%)</i>	3800	6175	8740	10925	15200
F	4000	6500	9200	11500	16000
<i>max (F+5%)</i>	4200	6825	9660	12075	16800
<i>min (J-5%)</i>	386	386	579	1447	1447
J	407	407	610	1524	1524
<i>max (J+5%)</i>	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} (m³/h)	21	21	30	48	48
Q_{max} (m³/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



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

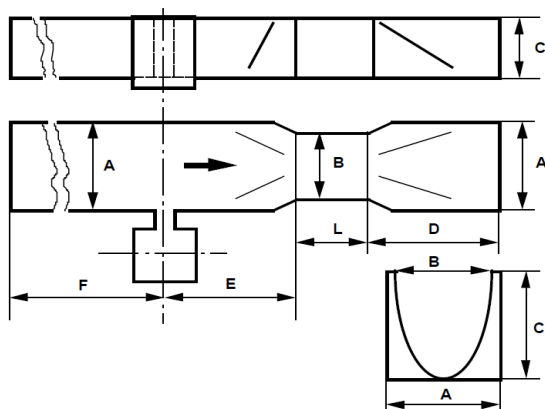
FISCHER&PORTER: maten									
TYPE maat	50 l/s (mm)	100 l/s (mm)	200 l/s (mm)	300 l/s (mm)	430 l/s (mm)	540 l/s (mm)	800 l/s (mm)	1100 l/s (mm)	1500 l/s (mm)
<i>min (b-2%)</i>	130	196	261	326	392	457	522	588	653
b	133	200	267	333	400	467	533	600	667
<i>max (b+2%)</i>	136	204	273	340	408	477	544	612	681
<i>min (B-2%)</i>	196	294	392	490	588	686	784	882	980
B	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
<i>max (B+2%)</i>	204	306	408	510	612	714	816	918	1020
<i>min (L-5%)</i>	489	589	769	855	983	1026	1225	1401	1605
L	515	620	810	900	1035	1080	1290	1475	1690
<i>max (L+5%)</i>	541	651	851	945	1087	1134	1355	1549	1775
<i>min (H-5%)</i>	380	451	593	688	760	807	950	1073	1235
H	400	475	625	725	800	850	1000	1130	1300
<i>max (H+5%)</i>	420	499	657	762	840	893	1050	1187	1365
<i>min (D-5%)</i>	190	285	380	475	570	665	760	855	950
D	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
<i>max (D+5%)</i>	210	315	420	525	630	735	840	945	1050
<i>min ([E+F]-5%)</i>	2137	2850	3800	4750	5700	6650	7600	8550	9500
E+F	2250	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
<i>max ([E+F]+5%)</i>	2363	3150	4200	5250	6300	7350	8400	9450	10500
<i>min (J-5%)</i>	79	125	167	209	251	292	335	377	418
J	84	132	176	221	265	308	353	397	441
<i>max (J+5%)</i>	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} (m³/h)	9.6	14	19	23	28	32	36	40	43
Q_{max} (m³/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



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

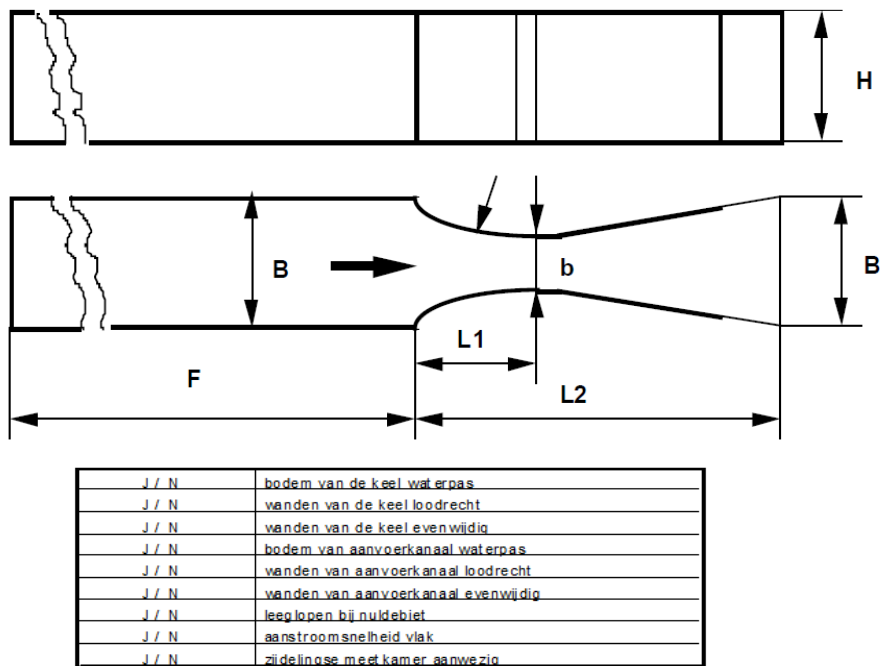
parabool: maten							
TYPE maat	P I (mm)	P II (mm)	P III (mm)	P IV (mm)	P V (mm)	P VI (mm)	P VII (mm)
A	min (b-2%)	88	127	186	274	411	539
	max (b+2%)	92	133	194	286	429	561
B	min (B-2%)	71	100	147	217	330	438
	max (B+2%)	75	106	155	227	344	456
C	min (L-5%)	190	237	294	361	437	570
	max (L+5%)	210	263	326	399	483	630
D	min (D-5%)	213	308	451	665	1026	1282
	max (D+5%)	225	325	475	700	1080	1350
E	min (E-5%)	159	230	337	495	744	974
	max (E+5%)	168	243	355	522	784	1026
F	min (F-5%)	1900	2375	2850	3325	4275	5700
	max (F+5%)	2000	2500	3000	3500	4500	6000
L	min (L-5%)	66	95	142	209	323	427
	max (L+5%)	70	100	150	220	340	450

parabool: toepassingsgebied							
TYPE	P I	P II	P III	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} (m³/h)**	0.21	0.43	0.9	1.8	3.6	7.2	14.4
Q_{max} (m³/h)**	20	40	90	180	360	720	1400

parabool: debietformule* $Q [m^3/h] = C \cdot h^{exp}_{[m]} \cdot 3600$							
TYPE	P I	P II	P III	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



Meetgoot Khafagi: maten

B	b	L 1	L 2	F	H

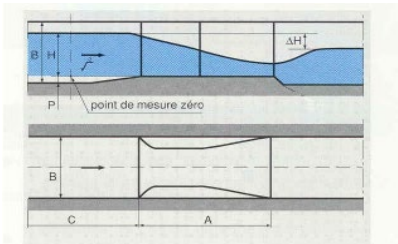
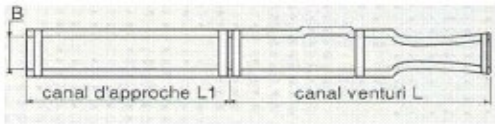
Khafagi QV: maten (mm)									
TYPE	QV302 10 l/s 36 m³/h	QV303 25 l/s 90 m³/h	QV304 50 l/s 180 m³/h	QV305 75 l/s 270 m³/h	QV306 100 l/s 360 m³/h	QV308 250 l/s 900 m³/h	QV310 500 l/s 1800 m³/h	QV313 800 l/s 2880 m³/h	QV316 1500 l/s 5400 m³/h
b	min (b-2%) 47	117	156	196	235	313	392	509	627
	max (b+2%) 49	123	164	204	245	327	408	531	653
B	min (B-2%) 117	294	392	490	588	784	980	1274	1568
	max (B+2%) 123	306	408	510	612	816	1020	1326	1632
L1	min (L1-5%) 114	285	380	475	570	760	950	1235	1520
	max (L1+5%) 126	315	420	525	630	840	1050	1365	1680
L2	min (L2-5%) 399	997	1330	1662	1995	2660	3325	4322	5320
	max (L2+5%) 441	1103	1470	1838	2205	2940	3675	4778	5880
F	min (F-5%) 902	2660	3420	4560	5225	7410	9500	11400	13300
	max (F+5%) 998	2940	3780	5040	5775	8190	10500	12600	14700
H	min (H-5%) 285	285	380	427	427	636	826	969	1254
	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

Khafagi QV: debietformule* $Q \text{ [m}^3\text{/h]} = c_1 \cdot b \text{ [m]} \cdot h^{1.5} \text{ [m]} + h^{2.5} \text{ [m]} \cdot 3.6$									
TYPE	QV302 10 l/s 36 m³/h	QV303 25 l/s 90 m³/h	QV304 50 l/s 180 m³/h	QV305 75 l/s 270 m³/h	QV306 100 l/s 360 m³/h	QV308 250 l/s 900 m³/h	QV310 500 l/s 1800 m³/h	QV313 800 l/s 2880 m³/h	QV316 1500 l/s 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



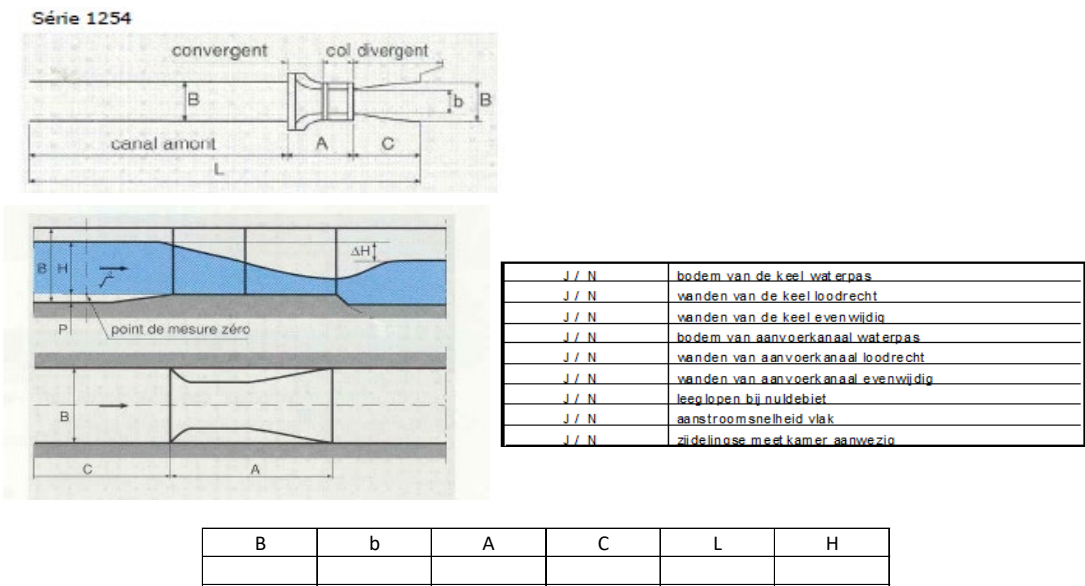
J / N	bodem van de keel waterpas
J / N	vanden van de keel loodrecht
J / N	vanden van de keel evenwijdig
J / N	bodem van aanvoerkanaal waterpas
J / N	vanden van aanvoerkanaal loodrecht
J / N	vanden van aanvoerkanaal evenwijdig
J / N	leeg lopen bij nuldebiet
J / N	aanstroomsnelheid vlak
J / N	zijdelingse 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
B	min (B-2%)	39	53	83	98	122	147	196	245	294	396	490
	max (B+2%)	40	55	85	100	125	150	200	250	300	405	500
L	min (L-5%)	318	427	684	755	878	1007	1349	1691	2023	2698	3372
	max (L+5%)	351	472	756	834	971	1113	1491	1869	2236	2982	3727
L1	min (L1-5%)	190	261	403	475	593	712	950	1187	1425	1292	1615
	max (L1+5%)	200	275	425	500	625	750	1000	1250	1500	1360	1700
H	min (H-2,5%)	90	99	150	171	209	213	285	356	427	570	712
	max (H+2,5%)	100	105	158	180	220	225	300	375	450	600	750

Hydrologic 1253: debietformule* Q[m³/h] = (a*h⁴ - b*h³ + c*h² + 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

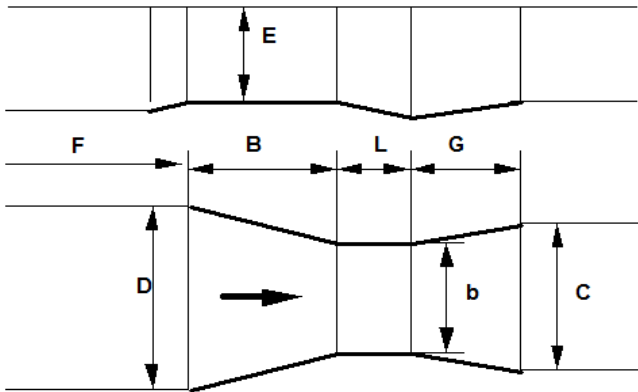


Hydrologic 1254: maten (mm)							
TYPE	1254 A	1254 B	1254 C	1254 D	1254 E	1254 F	1254 I
B	min (B-2%)	637	784	931	1078	1225	1372
		650	800	950	1100	1250	1400
	max (B+2%)	663	816	969	1122	1275	1428
b	min (b-2%)	382	470	558	646	735	823
		390	480	570	660	750	840
	max (b+2%)	398	490	582	674	765	857
A	min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

Hydrologic 1254: debietformule* $Q_{[m^3/h]} = (a \cdot h^4 - b \cdot h^3 + c \cdot h^2 + d \cdot h - e) \cdot 3,6$ [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} (m³/h)	120	200	300	440	600	630	1500
Q_{max} (m³/h)**	2000	3000	5600	8000	11000	12000	28000

* enkel toepasbaar indien kenmerkende maten voldoen aan controle-eisen

** bron: Hydrologic



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

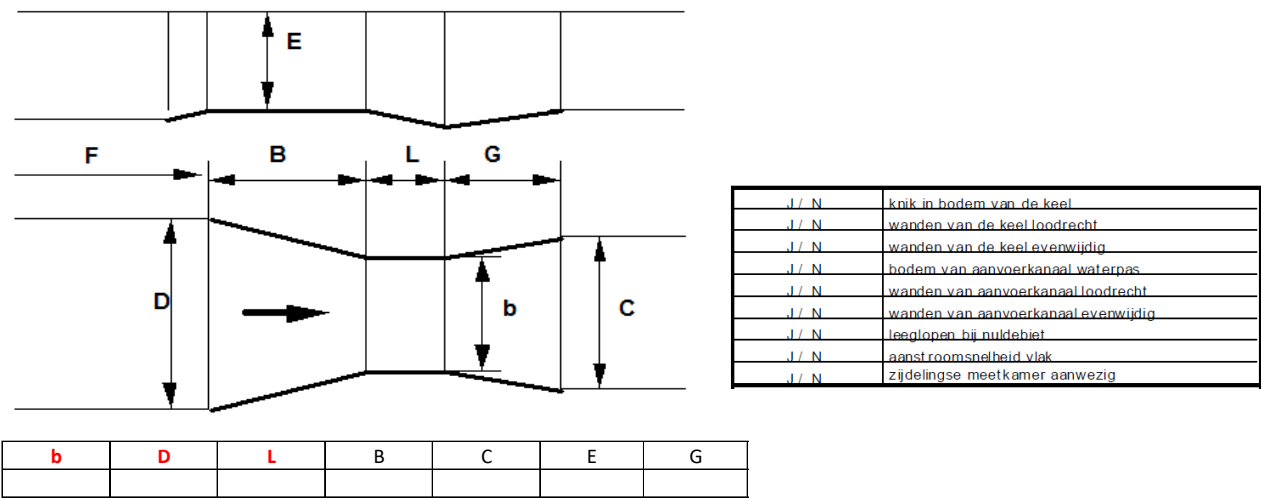
b	D	L	B	C	E	G

parshall: maten (mm)												
TYPE	1"	2"	3"	6"	9"	1'	1'6"	2'	3'	4'	5'	
b	min (b-2%)	24	49	74	148	224	298	447	597	895	1194	1493
	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
D	min (D-2%)	163	209	253	389	563	828	1005	1181	1540	1898	2255
	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
L	min (L-5%)	72	108	144	289	289	579	579	579	579	579	579
	76	114	152	305	305	610	610	610	610	610	610	
	max (L+5%)	80	120	160	321	321	641	641	641	641	641	
B	min (B-5%)	338	385	434	579	820	1275	1348	1420	1562	1704	1845
	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
C	min (C-2%)	91	132	174	386	373	597	746	895	1194	1493	1792
	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
E	min (E-5%)	217	241	434	579	723	868	868	868	868	868	868
	229	254	457	610	762	914	914	914	914	914	914	
	max (E+5%)	241	267	480	641	801	960	960	960	960	960	
G	min (G-5%)	192	241	289	579	434	868	868	868	868	868	868
	203	254	305	610	457	914	914	914	914	914	914	
	max (G+5%)	214	267	321	641	480	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 _{overflow} (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} (m³/h)**	0.95	1.9	2.8	5.4	9	12	17	42	61	125	155
Q _{max} (m³/h)	14	33	119	416	816	1414	2148	2892	4397	5921	7456

parshall: debietformule* Q [m³/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

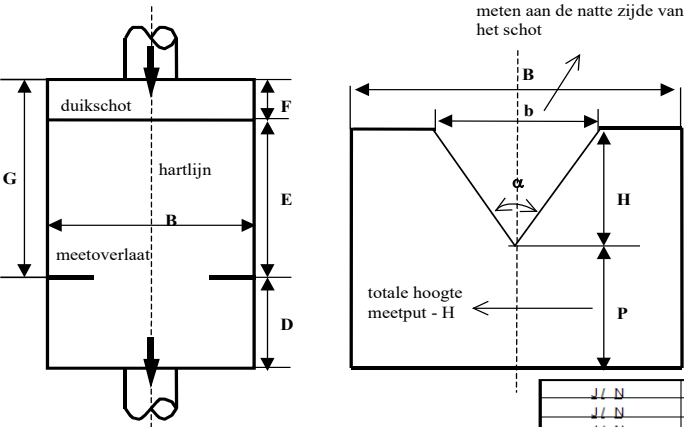


parshall: maten (mm)										
6'	7'	8'	10'	12'	15'	20'	25'	30'	40'	50'
1791	2091	2389	2987	3584	4480	5974	7467	8961	11947	14935
1828	2134	2438	3048	3658	4572	6096	7620	9144	12191	15240
1865	2177	2487	3109	3732	4664	6218	7773	9327	12435	15545
2613	2971	3329	4660	5494	7467	8961	10454	12066	15171	18158
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



J / N	hartlijn loodrecht
J / N	hartlijn midden van meetput
J / N	afschuining stroomafwaarts
J / N	platte kant van meetoverlaat vlak
J / N	wanden van meetput loodrecht
J / N	wanden van meetput evenwijdig
J / N	kruin scherp
J / N	aanstroomspelheid verwaarloosbaar
J / N	benedenst rooms 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	min. 190	min. 380	min. 760	
b				
min	min. 380	min. 380	min. 380	
H				
min	min. 1000	min. 1000	min. 1000	
B				
min	min. 450	min. 450	min. 450	
P				
min	min. 500	min. 500	min. 500	
D				
min	min. 1500	min. 1500	min. 1500	
E				
min	min. 500	min. 500	min. 500	
F				
min	min. 2000	min. 2000	min. 2500	
G				

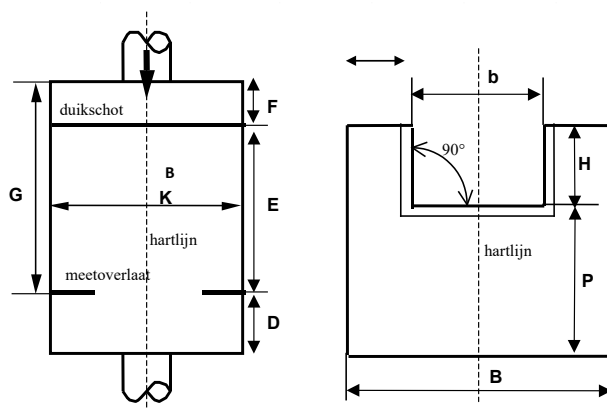
V-schot: toepassingsgebied °				
TYPE	28°4'	53°8'	90°	
h _{min} (m)*	0.05	0.05	0.05	
h _{max} (m)*	0.38	0.38	0.38	
Q _{min} (m³/h)	0.8	1.5	2.9	
Q _{max} (m³/h)	113	222	443	

V-schot: debietformule° Q [m³/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 [m³/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



/ / N	basis b waterpas
/ / N	meetoverlaat loodrecht
/ / N	afschuiving stroomafwaarts
/ / N	natte kant van meetoverlaat vlak
/ / N	wanden van meetput loodrecht
/ / N	wanden van meetput evenwijdig
/ / N	kruin scherp
/ / N	aanstroomsnelheid verwaarloosbaar
/ / 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
b	min (b/H-5%)	285	380	475	570	760	950	1425	1900
		300	400	500	600	800	1000	1500	2000
	max (b/H+5%)	315	420	525	630	840	1050	1575	2100
B** [(B-b)/2 ≥ 2h _{max}]	min	min. 700	min. 933	min. 1167	min. 1400	min. 1867	min. 2333	min. 3500	min. 4667
									min. 7000
H [H ≥ h _{max}]	min	min. 100	min. 133	min. 167	min. 200	min. 267	min. 333	min. 500	min. 667
									min. 1000
P** [P ≥ 2h _{max}]	min	min. 200	min. 267	min. 333	min. 400	min. 533	min. 667	min. 1000	min. 1333
									min. 2000
D	min	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500
E	min	min. 1500	min. 1500	min. 1500	min. 1500	min. 1500	min. 1500	min. 1500	min. 1500
F	min	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500
G	min	min. 2000	min. 2000	min. 2500	min. 3000	min. 4000	min. 5000	min. 7500	min. 10000

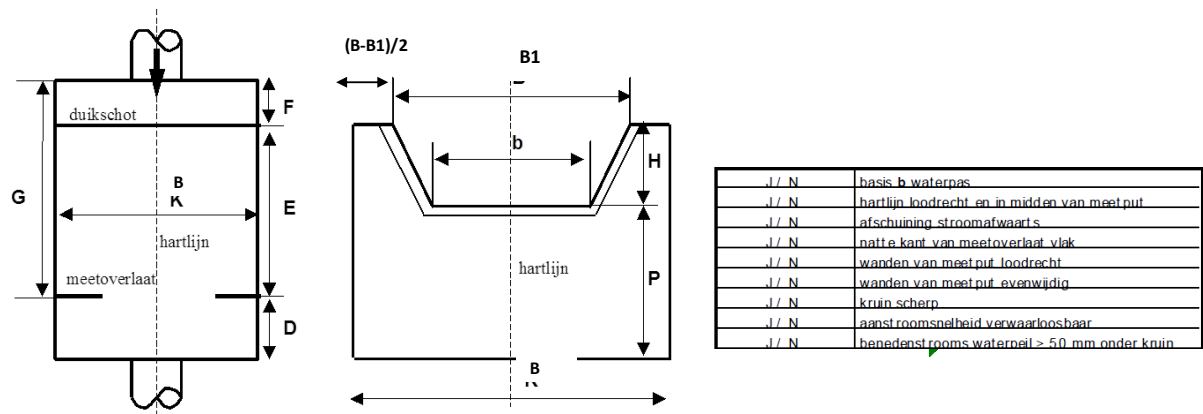
rechthoekig meetschot met contractie: toepassingsgebied **									
TYPE	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0
h _{min} (m)*	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.045	0.045
h _{max} (m)**	0.10	0.13	0.17	0.20	0.27	0.33	0.50	0.67	1.00
Q _{min} (m³/h)*	10	13	17	20	27	34	51	68	103
Q _{max} (m³/h)**	60	116	216	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
Coefficienten***									
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 ≥ 2h_{max}; (B-b)/2 ≥ 2h_{max}

*** bron: Aquafin



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
b	min (b/H-5%)	285	380	475	570	760	950	1425	1900
		300	400	500	600	800	1000	1500	2000
	max (b/H+5%)	315	420	525	630	840	1050	1575	2100
H	[H ≥ h _{max}]	min. 100	min. 133	min. 167	min. 200	min. 267	min. 333	min. 500	min. 667
P*	[P ≥ 2h _{max}]	min. 200	min. 267	min. 333	min. 400	min. 533	min. 667	min. 1000	min. 1333
B	min	min. 1000	min. 1000	min. 1000	min. 1000	min. 1000			
B1	min	afhankelijk van H; B1 moet voldoen aan de toepassingsvoorwaarde: (B-B1)/2 ≥ 2h _{max}							
D	min	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500
E	min	min. 1500	min. 1500	min. 1500	min. 1500	min. 1500	min. 1500	min. 1500	min. 1500
F	min	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500	min. 500
G	min	min. 2000	min. 2000	min. 2500	min. 3000	min. 4000	min. 5000	min. 7500	min. 10000

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} (m³/h)	29	38	48	58	78	97.0	146	195	294
Q _{max} (m³/h)	63	117	218	335	700	1185	3313	6848	18739

Debietformule Cipolletti meetschot* Q [m³/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

BIJLAGE B: DEBIETTABELLEN OPEN CONTROLE-INRICHTINGEN

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

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:

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

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 experimenteelⁿ 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)

f omrekeningsfactor naar m^3/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 ($h \approx H$), en loopt op tot 10-15% voor een waterhoogte gelijk aan $0,1L$ ($h \approx 0,1 L$)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 trapezoidale 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 (m^3/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 m^3/h gelijk aan 3600

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:

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

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)

g	zwaartekrachtversnelling (9.8066 m/s ²)
h	waterhoogte (m), gemeten stroomopwaarts van de keel t.h.v. de meetsectie
f	omrekeningsfactor naar m ³ /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:

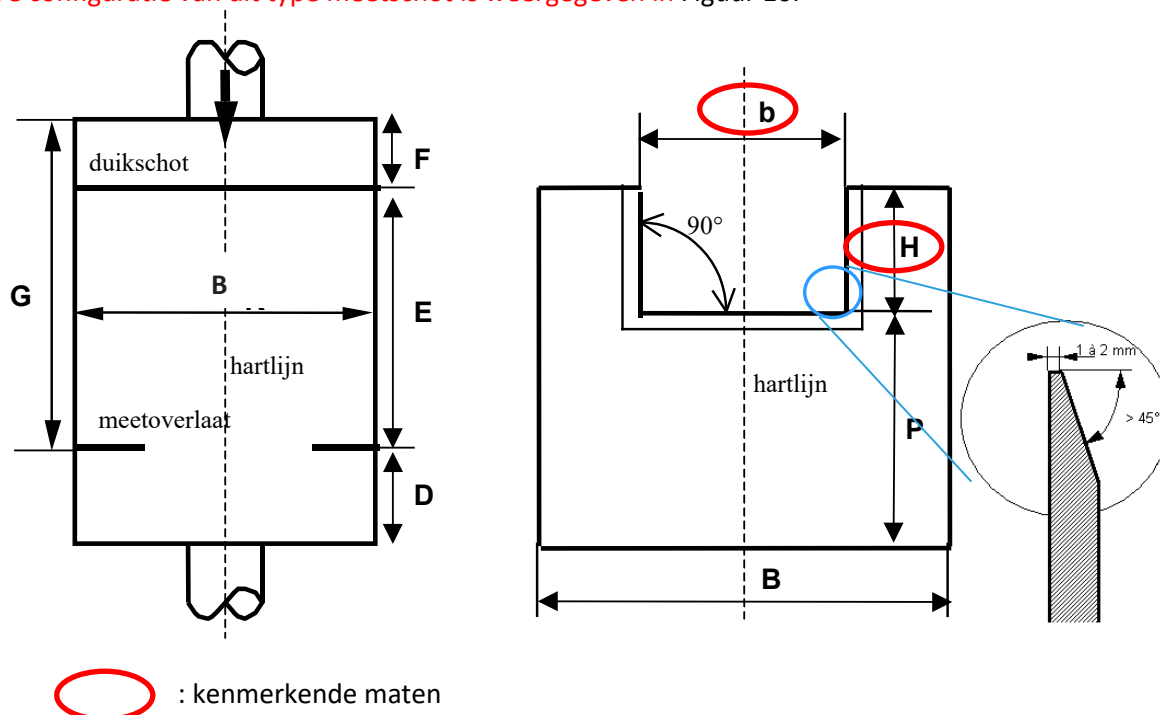
- $\alpha = 28^{\circ}4'$: $Q = 0.590625 * C_d * h^{5/2} * f$
- $\alpha = 53^{\circ}8'$: $Q = 1.18125 * C_d * h^{5/2} * f$
- $\alpha = 90^{\circ}$: $Q = 2.3625 * C_d * h^{5/2} * f$

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 (Kindswater-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

waarbij, voor specifieke verhoudingen b/B (met B de breedte van het aanvoerkanaal waarin het meetschot geplaatst werd), volgende lineaire relatie tussen C_d 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 ($P \geq 0,10$ m);
- de verhouding tussen de waterhoogte (h) en de hoogte van rechthoekig uitsnijding t.o.v. de vloer (P) mag maximaal 2,5 bedragen ($h/P \leq 2,5$);
- de breedte van de uitsnijding (b) moet minimaal 0,15 m zijn ($b \geq 0,15$ m);
- de waterhoogte h mag niet minder dan 0,03 m bedragen ($h \geq 0,03$ 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 C_d 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

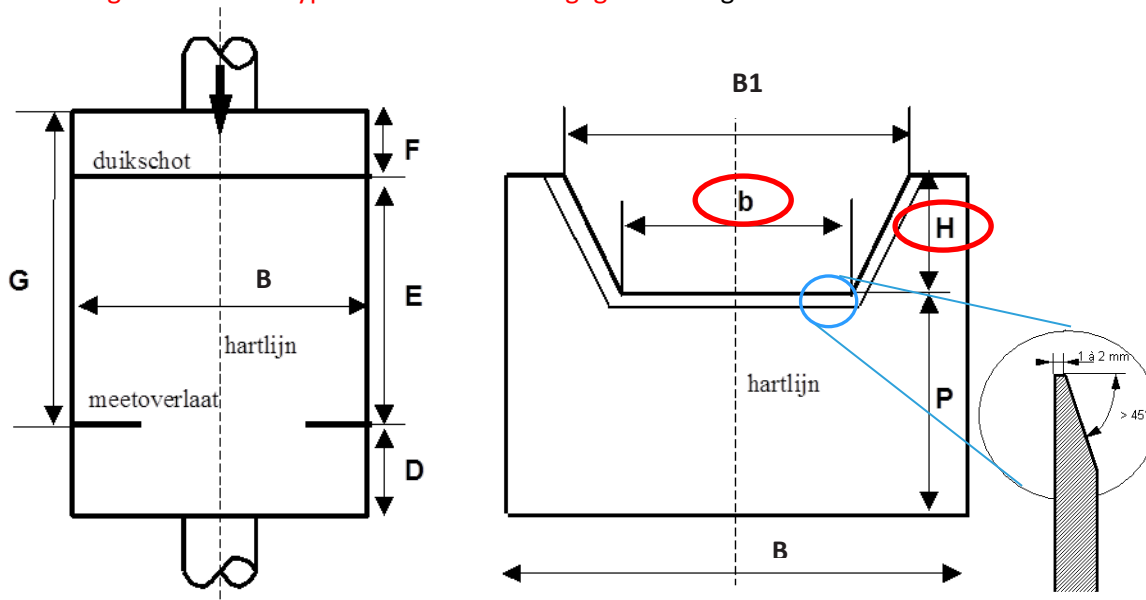
Bovenstaande relatie tussen debiet en de opwaartse waterhoogte is enkel geldig mits rekening te houden met volgende toepassingsvoorwaarden:

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

- de waterhoogte h mag niet minder dan 0.03 m bedragen ($h \geq 0.03$ 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 Cipolletti met trapezoidale overlaat met aanduiding van maten (bron: VMM) [B: breedte van de meetput, waarin het meetschot geïnstalleerd werd; B1: breedte van de bovenzijde van de trapeziumvormige 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 ($h \geq 0.06$ m), maar mag niet meer zijn dan $b/3$ (tenzij een verificatie bij grotere waterhoogtes aantoont dat deze formule nog toepasbaar is).

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.

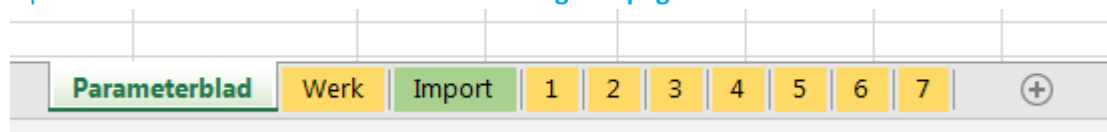
De berekening gebruikt de gelogde gegevens van de debietmeting, met name de uurdebieten, om een percentage te berekenen aan de hand van de volgende formule:

$$\% = \frac{Uurdebieten > Q_{\max}}{Dagdebiet} \quad \text{en} \quad \% = \frac{Uurdebieten < Q_{\min}}{Dagdebiet}$$

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.

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Bedrijf	Meetputnummer									
2	UZ Leuven Gasthuisberg	3000005									
3											
4											
5											
6	Type meetgoot	Qmin	Qmax								
7	CRA V (360 m³/u)	16	360								
8											
9											
10											
11	Volgnummer	Staalnamedagen									
12		17/07/18									
13		18/07/18									
14		19/07/18									
15		20/07/18									
16		21/07/18									
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											

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

Parameterblad	Werk	Import	1	2	3	4	5	6	7	+
---------------	------	--------	---	---	---	---	---	---	---	---

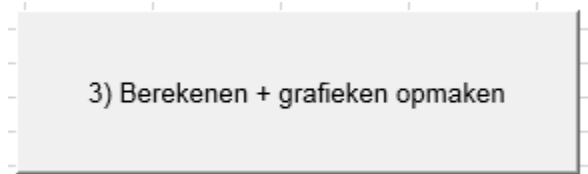
5. Controleer of alle gegevens gekopieerd zijn en de cijfers vanaf rij 4 beginnen.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Time period	Time period	Time period	Time period	Uurdebiet	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.

2) Gegevens splitsen

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.