

Opleveringsrapport

Code van goede praktijk voor installatie, onderhoud en controle van een open controle- inrichting voor debietmeting van afvalwater

Kenis Cindy, Van den Broeck Hilde

Studie uitgevoerd in opdracht van het Department Omgeving
2018/REE/R/02

19 februari 2019



SAMENVATTING

Deze Code van Goede Praktijk beschrijft de richtlijnen voor de installatie, het onderhoud en controle van debietmeting van afvalwater in een open controle-inrichting. In deze Code worden een aantal periodieke controles en voorschriften voor de installatie en het onderhoud van de controle-inrichting en van het debietmeetsysteem opgelegd, zodat de bepaling van het debiet van het geloosde afvalwater als voldoende betrouwbaar kan beschouwd worden.

Een debietmeting van een afvalwaterlozing wordt o.a. gebruikt om de milieu-impact ervan uit te drukken als een vuilvracht (kg), door het resultaat van een (fysico-)chemische analyse van het afvalwater (concentratie in mg/l) door een erkend laboratorium te vermenigvuldigen met het geloosde debiet (m³). Het uitgangspunt bij het opstellen van deze Code was dat de kwaliteit van een debietmeting door of via apparatuur van de exploitant, een zelfde kwaliteitsniveau moeten behalen als deze door een erkend laboratorium.

Deze Code van Goede Praktijk treedt in werking vanaf 1 mei 2019.

Deze code werd opgesteld door de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) als referentielaboratorium in opdracht van de Vlaamse Overheid, departement Omgeving, en in samenwerking en overleg met een werkgroep bestaande uit vertegenwoordigers van de overheid, fabrikanten, installateurs, eindgebruikers in de watersector en toezichthouders:

- ❖ Vlaamse overheid, Departement Omgeving, Afdeling Gebiedsontwikkeling, Omgevingsplanning en -projecten
- ❖ Vlaamse overheid, Departement Omgeving, Afdeling Handhaving
- ❖ Vlaamse Milieumaatschappij (VMM)
- ❖ Aquafin, Aquaflanders, Servaco
- ❖ Fabrikanten: CRA, Elscolab, Endress + Hauser, Siemens

INHOUD

Samenvatting	3
Inhoud	5
Begrippenlijst, definities	8
HOOFDSTUK 1. Inleiding	9
1.1. <i>Onderwerp</i>	9
1.2. <i>Toepassingsgebied</i>	9
1.3. <i>Doel</i>	10
HOOFDSTUK 2. Meten van debiet in een open controle-inrichting	11
2.1. <i>Principe</i>	11
2.2. <i>Meetgoten</i>	11
2.2.1. <i>Vlakke meetgoot met rechthoekige doorsnede en lange keel</i>	12
2.2.2. <i>Meetgoten met parabolische doorsnede en lange keel</i>	12
2.2.3. <i>Andere types meetgoten</i>	13
2.3. <i>Meetschotten</i>	13
2.3.1. <i>V-schot (Thomson-meetschot)</i>	14
2.3.2. <i>Andere types meetschotten</i>	15
2.4. <i>Debietmeetsysteem</i>	15
2.4.1. <i>Ultrasone sensor</i>	15
2.4.2. <i>Borrelbuis</i>	15
2.4.3. <i>Andere debietmeetsystemen</i>	15
2.5. <i>Relatie tussen waterhoogte en debiet: debietformules</i>	16
2.5.1. <i>Vlakke meetgoten</i>	16
2.5.2. <i>Parabolische meetgoot</i>	18
2.5.3. <i>Meetschot (V-schot)</i>	18
2.5.4. <i>Andere controle-inrichtingen</i>	18
HOOFDSTUK 3. Voorschriften bij de installatie van een open controle - inrichting voor debiet	19
3.1. <i>Algemene voorwaarden</i>	19
3.2. <i>Installatie van een open controle-inrichting</i>	19
3.2.1. <i>Algemeen</i>	19
3.2.2. <i>Meetgoten</i>	21
3.2.3. <i>Meetschotten</i>	23
3.3. <i>Installatie van een debietmeetsysteem (vast opgestelde meetapparatuur)</i>	26
HOOFDSTUK 4. Controle en onderhoud van een open controle-inrichting	29
4.1. <i>Toepassing</i>	29
4.2. <i>Specifieke meetinstructies voor een open controle-inrichting</i>	29

4.3.	<i>Controle bij installatie of bij indienststelling</i>	30
4.3.1.	Controles, afwijkingen en acties _____	30
4.3.2.	Rapportering _____	30
4.4.	<i>Periodieke controle</i>	32
4.4.1.	Controles, frequentie, afwijkingen en acties _____	32
4.4.2.	Rapportering _____	32
4.5.	<i>Onderhoud</i>	35
4.5.1.	Meetgoten _____	35
4.5.2.	Meetschotten _____	35
4.6.	<i>Archivering</i>	35
HOOFDSTUK 5. Controle en onderhoud van het debietmeet- en registratiesysteem van een open controle-inrichting _____		36
5.1.	<i>Toepassing</i>	36
5.2.	<i>Specifieke meet- en controle-instructies bij de debietmeting van een open controle-inrichting</i>	36
5.2.1.	Controle van de actuele waterhoogte _____	36
5.2.2.	Controle van de omrekening hoogte – debiet _____	37
5.3.	<i>Controle bij installatie of bij indienststelling</i>	38
5.3.1.	Controles, afwijkingen en acties _____	38
5.3.2.	Rapportering _____	38
5.4.	<i>Periodieke controle</i>	40
5.4.1.	Controles, afwijkingen en acties _____	40
5.4.2.	Rapportering _____	40
5.5.	<i>Onderhoud</i>	40
5.6.	<i>Archivering</i>	40
Literatuurlijst _____		42
BIJLAGE A : Maat- en debiettabellen _____		43
A.1	Vlakke meetgoot met rechthoekige doorsnede _____	43
A.1.1	CRA _____	43
A.1.2	ARKON Z1561 _____	43
A.1.3	ARKON Z1561 _____	43
A.1.4	ARKON Z1458 _____	43
A.1.5	OCK-P _____	43
A.1.6	Fischer & Porter _____	43
A.2	Meetgoot met parabolische doorsnede _____	43
A.3	Khafagi meetgoot _____	43
A.3.1	Khafagi QV _____	43
A.3.2	Hydrologic _____	45
A.4	Parshall meetgoot _____	46

A.5	Meetschotten	47
A.5.1	V-schot	47
A.5.2	Rechthoekige meetschotten	48
A.5.3	Trapeziumvormige meetschotten (Cipoletti-overlaat)	50

BEGRIPPENLIJST, DEFINITIES

- Meetgoot (synoniem venturi): gestroomlijnde vernauwing in een open kanaal, gewoonlijk bestaande uit een ingangsgedeelte, een keel en een stroomafwaarts divergerend gedeelte, die kan worden gebruikt voor het meten van stroming.
- Meetschot: stuw waarbij een insnijding in een dunne plaat is aangebracht
- 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 Code worden enkel de rechthoekige en parabolische meetgoten behandeld.
- Debietmeter: meter waarmee (bijvoorbeeld door middel van druk of ultrasoon) het debiet gemeten wordt;
- Ogenblikkelijk debiet: de hoeveelheid geloosd afvalwater gedurende een moment van meting;
- 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.
- Debietregistratietoestel: apparaat dat continu, of met regelmatige tussenpozen, de parameters gemeten door de bijbehorende sensors (bijv. debiet) registreert.
- Totaal uur- of dagdebiet: de totale hoeveelheid geloosd afvalwater gedurende één uur resp. 24 h van meting
- Technisch dossier: term waarmee in deze Code wordt aangegeven dat de historiek van de controle-inrichting en van het debietmeet- en registratiesysteem (oa. meetverslagen, onderhoudsrapporten, controles) systematisch worden bijgehouden. De vorm waaronder deze documentatie en registraties worden uitgevoerd, ligt niet vast maar de vereiste gegevens moeten op eenvoudige wijze kunnen voorgelegd worden.
- 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

HOOFDSTUK 1. INLEIDING

1.1. ONDERWERP

In deze Code van Goede Praktijk (CvGP) worden richtlijnen gegeven voor het meten en registreren van het debiet van afvalwaterstromen in open controle-inrichtingen, zodat de waarden kunnen beoordeeld worden op juistheid en nauwkeurigheid alvorens te gebruiken in beleidsinstrumenten en milieuberekeningen.

In de regelgeving omtrent de heffing op de waterverontreiniging (artikel 35quinquies van de Wet oppervlaktewateren^a) wordt het jaarvolume geloosd afvalwater omschreven als het volume afvalwater (in m³), geloosd in het jaar voorafgaand aan het heffingsjaar, bepaald op basis van een continu werkend debietmeetsysteem, waarbij doorlopend het geloosde dagdebiet wordt gemeten en dagelijks geregistreerd volgens de door de regering vastgestelde regels.

Om een juiste heffingsberekening te kunnen uitvoeren is het cruciaal om de representatieve meet- en bemonsteringsresultaten van een meetcampagne te kunnen koppelen met correct gemeten debieten.

De hierna vermelde richtlijnen zijn geldig voor:

- ❖ de open controle-inrichting: rechthoekige, parabolische, Parshall en Khafagi meetgoten, en meetschotten, zoals opgenomen in BIJLAGE A;
- ❖ voor het (vast opgestelde) debietmeetsysteem (indien van toepassing): deze debietmeting in een open controle-inrichting wordt steeds uitgevoerd volgens het principe van een hoogtemeting (borrelbuis, ultrasoon,...).
Debietmetingen van afvalwater die volgens andere meetprincipes bepaald worden (bijv. doppler, op basis van snelheidsmetingen...) worden niet uitgesloten 'volgens VLAREM (Artikel 4.2.5.1.1.§ 1.)', maar worden in deze Code niet verder behandeld.

Voor de bepaling van het debiet in afvalwaterstromen in gesloten systemen (elektromagnetische debietmeter) wordt alvast verwezen naar de *"Code van goede praktijk voor installatie, onderhoud en controle van elektromagnetische debietmeting van afvalwater in gesloten systemen"*.

Deze code werd opgesteld door de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) als referentielaboratorium in samenwerking en overleg met een werkgroep bestaande uit vertegenwoordigers van de overheid, fabrikanten, installateurs, eindgebruikers in de watersector en toezichthouders.

1.2. TOEPASSINGSGEBIED

De Code van Goede praktijk is van toepassing op de lozing via een open controle-inrichting van bedrijfsafvalwater, koelwater en influent/effluent van waterzuiveringsinstallaties waarin stedelijk afvalwater behandeld wordt (VlareM II hst 4.2. afdeling 4.2.5 en bijhorende bijlagen 4.2.5.1 en 4.2.5.2).

De verplichtingen van het bedrijf met betrekking tot installatie en onderhoud enerzijds, en registratie anderzijds, verschillen naargelang de aard en hoeveelheid van de lozing.

Vanaf een lozingsdebiet groter dan 2 m³/uur of 20 m³/dag is het bedrijf verplicht de eisen onder Hoofdstuk 3 en 4 m.b.t tot de installatie, controle en onderhoud van de controle-inrichting (meetgoot of meetschot), na te leven.

Vanaf een lozingsdebiet groter dan 50 m³/uur (bedrijfsafvalwater met gevaarlijke stoffen) of groter dan 100 m³/uur (bedrijfsafvalwater zonder gevaarlijke stoffen en koelwater) is het bedrijf daarenboven verplicht de eisen onder Hoofdstuk 3 en 5 m.b.t. de debietmeting en –registratie, na te leven.

Afvalwaterzuiveringsinstallaties waarin stedelijk afvalwater wordt behandeld, zijn voor het effluentwater (Vlarem II subafdeling 4.2.5.4. en bijlage 4.2.5.4) verplicht te voldoen aan alle eisen met betrekking tot installatie (Hoofdstuk 3), en controle en onderhoud van de controle-inrichting enerzijds (Hoofdstuk 4), en de debietmeting en –registratie anderzijds (Hoofdstuk 5).

Tijdens een noodlozing^a dient de exploitant een aantal voorwaarden, die zijn opgenomen in het Besluit lozing bedrijfsafvalwater op RWZI^c, te volgen. Het debiet moet gedurende de noodlozing continu gemeten worden. Het bedrijf is in dit kader verplicht de eisen onder Hoofdstuk 3 m.b.t. installatie, de eisen onder Hoofdstuk 4 m.b.t tot de controle en onderhoud van een controle-inrichting, en de eisen onder Hoofdstuk 5 m.b.t. debietmeting en –registratie, na te leven.

Wanneer tijdens de noodlozing de toevoer naar lozing op oppervlaktewater wordt gestopt, en wordt omgeschakeld naar lozing op riolering onder het regime noodlozing, moet het debiet vanaf dat ogenblik continu gemeten worden tot aan het moment dat de noodlozing wordt stopgezet. De exploitant voorziet in een aparte debietsmeting voor de noodlozing.

1.3. DOEL

Een debietmeting wordt gebruikt om de milieu-impact van een afvalwaterlozing uit te drukken, als onderdeel van beleidsinstrumenten die de goede waterkwaliteit in Vlaanderen moeten bewaken. De milieu-impact van een lozing wordt uitgedrukt als een vuilvracht (kg) door het resultaat van een (fysico—)chemische analyse van het afvalwater (concentratie in mg/l) door een erkend laboratorium, te vermenigvuldigen met het geloosde debiet (m³). De nauwkeurigheid van het debiet is hierbij dus even belangrijk als deze van de wateranalyse door het erkende laboratorium. De kwaliteit van de wateranalyse wordt gegarandeerd door de uitvoering van een door de bevoegde overheid erkend analyselaboratorium. Het laboratorium moet de analyses uitvoeren volgens de afgesproken analysemethoden in het Compendium voor Wateranalyses (WAC), en moet ook periodiek deelnemen aan ringtesten, en moet de goede werking van het labo laten doorlichten via technische audits, opdat de kwalitatieve uitvoering van analyses aangetoond en geborgd kan worden.

Het uitgangspunt bij het opstellen van deze Code was dat de kwaliteit van de debietmeting door of via apparatuur van de exploitant, een zelfde kwaliteitsniveau moeten behalen. Dit heeft geleid tot een oplistijng van de nodige eisen voor installatie, onderhoud en periodieke controles van de controle-inrichting, en indien van toepassing i.k.v. de lozingsvoorwaarden (zie 1.2) ook voor het debietmeetsysteem, onder de verantwoordelijkheid van de eigenaar van het meetsysteem (i.e. exploitant van het bedrijf). De verplichtingen van bedrijven m.b.t. deze richtlijnen zijn terug te vinden in VLAREM II – bijlage 4.2.5.1. A en B.

Een erkend laboratorium, dat mogelijk gebruik maakt van de controle-inrichting en de debietmeting van het bedrijf (indien aanwezig) bijvoorbeeld bij uitvoering van een heffingscampagne, is verantwoordelijk voor de rapportering van de debietwaarden en meldt eventuele afwijkingen in het beproevingsverslag (zie WAC/1/A/012).

HOOFDSTUK 2. METEN VAN DEBIET IN EEN OPEN CONTROLE-INRICHTING

2.1. PRINCIPE

Bij een open afvoer voor afvalwater kan het debiet bepaald worden via een zogenaamde ‘open controle-inrichting’ of ‘open kanaal’. Dit kan een meetgoot (2.2) of een meetschot (2.3) zijn.

Een **meetgoot** is 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.

Een **meetschot** is een vlakke plaat met een uitsparing, die dwars in het afvoerkanaal 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. Meetschotten zijn momenteel niet expliciet opgenomen in Vlarem, maar komen in de praktijk nog voor, en worden ook toegelaten als meetinrichting in VLAREM. Een meetschot wordt geplaatst in een meetput (3.2.3 q). De karakteristieke kenmerken van de meest voorkomende open controle-inrichtingen in Vlaanderen worden gegeven in 2.2 en 2.3. Voor de algemene voorschriften bij installatie en gebruik van een controle-inrichting wordt verwezen naar HOOFDSTUK 3.

De debietmeting in een open controle-inrichting wordt uitgevoerd op basis van het principe van een hoogtemeting van het water vóór de in de controle-inrichting geplaatste obstructie (2.4).

Voor zowel meetgoten, als voor meetschotten, kan dezelfde apparatuur voor debiet(hoogte)meting worden toegepast (zie 2.4).

2.2. MEETGOTEN

Een meetgoot bestaat uit een kanaal waarin een lokale vernauwing wordt aangebracht. Deze vernauwing wordt meestal aangeduid als de keel van de meetgoot. De dwarssectie van deze keel is meestal rechthoekig (vlakke meetgoot), maar kan ook parabolisch zijn (parabolische meetgoot). Er bestaan ook meetgoten met een trapezoïdale of met U-vormige dwarsdoorsnede, maar deze types worden niet behandeld in deze Code.

Omdat er stroomafwaarts van de keel geen opstuwning 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 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.

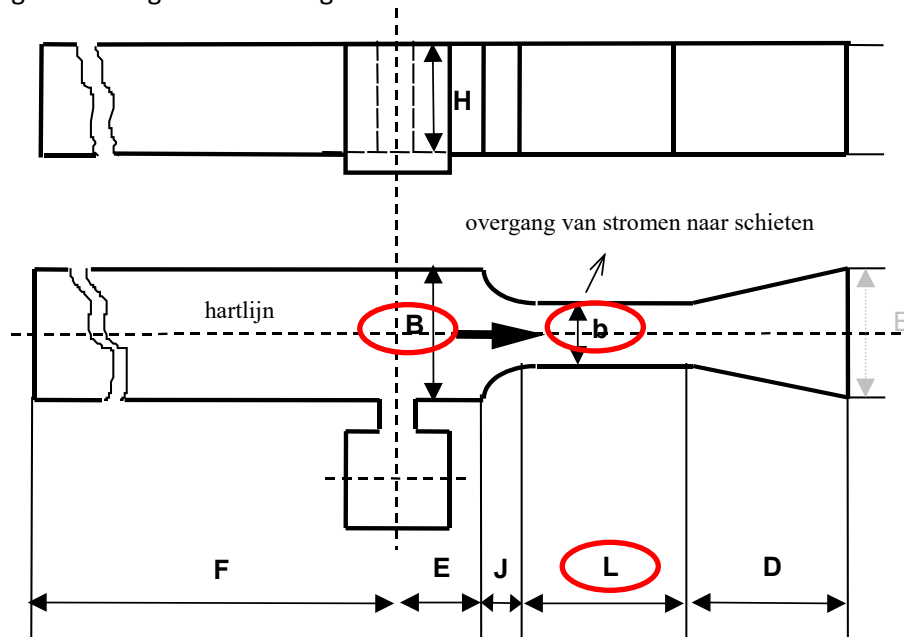
2.2.1. VLAKE MEETGOOT MET RECHTHOEKIGE DOORSNEDE EN LANGE KEEL

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 1.

Vlakke meetgoten bestaan in verschillende groottes (afhankelijk van het debiet dat geloosd wordt) en in types/fabricaten (zie BIJLAGE A), meestal uitgevoerd in gestandaardiseerde afmetingen. De kenmerkende maten van al deze types zijn opgenomen in de maattabellen in BIJLAGE A.

Om dit type van goot 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). De overige maten worden besproken in Bijlage A.1.

De opmetingen van de goot wordt uitgevoerd conform 4.2.



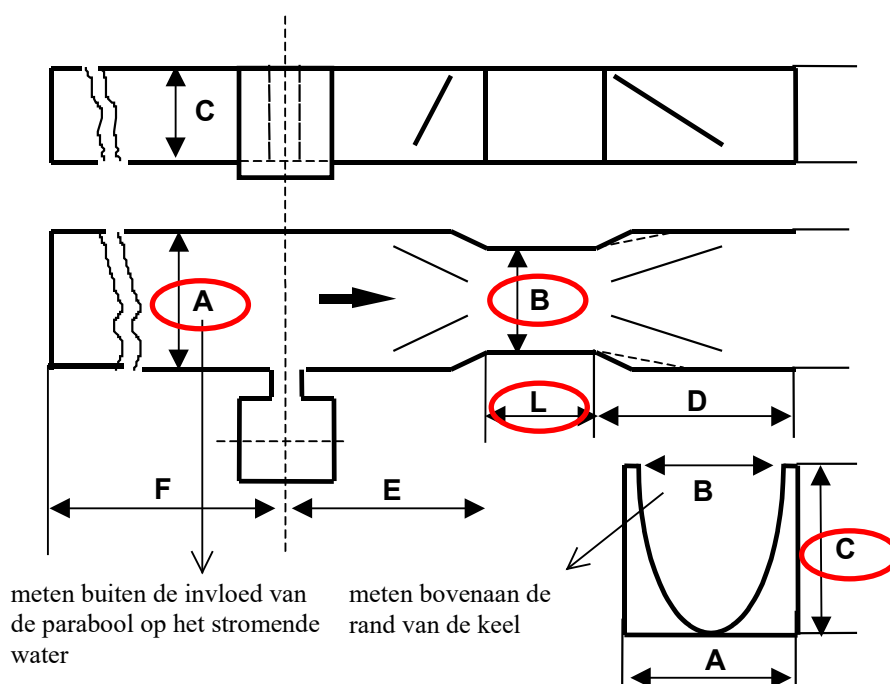
 : kenmerkende maten


Figuur 1: Schematische voorstelling meetgoten met vlakke bodem, rechthoekige doorsnede en lange keel [B: breedte van het aanvoerkanal; 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 aanvoerkanal-hartlijn meetput J: lengte van de convergerende zone (ingang meetsectie); L: lengte van de keel; H: hoogte van de meetgoot] (bron: VMM)

2.2.2. MEETGOTEN MET PARABOLISCHE DOORSNEDE EN LANGE KEEL

Naast de meetgoten met vlakke bodem, zijn in VLAREM ook meetgoten toegestaan met een parabolvormige 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 2.

Voor de typering en bepaling van het debiet Q de parabolische meetgoten wordt verwezen naar de maat- en debiettabellen in Bijlage A.2. De kenmerkende maten zijn: de breedte van de parabool (B), de breedte van het aanvoerkanal (A) en de hoogte van de parabool (C) of de lengte van de keel (L) (opmeting conform 4.2).



 : kenmerkende maten

Figuur 2: 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)

2.2.3. ANDERE TYPES MEETGOTEN

Binnen de groep van meetgoten met rechthoekige doorsnede bestaan ook speciale types, met specifieke voordelen voor bepaalde toepassingen, bijvoorbeeld Khafagi, Parshall-goot. De configuratie en afmetingen ervan zijn opgenomen in Bijlage A.3 (Khafagi) en A.4 (Parshall).

2.3. MEETSCHOTTEN

Bij een open afvoer van afvalwater is een meetschot als controle-inrichting ook toegelaten. De drie gekende types meetschotten zijn het V-meetschot (Figuur 3), het rechthoekige meetschot (zie bijlage A.5.2) en het trapeziumvormige meetschot (Cipolletti overlaat, zie bijlage A.5.3). Het meest voorkomend is het V-schot. De andere types komen minder of niet voor.

Een meetschot wordt ingebouwd in een meetput. De afmetingen van deze meetput moeten voldoen aan de installatie-eisen voor het meetschot (zie 3.2 – meetschot) om een voldoende vlakke aanstroming van het geloosde afvalwater te garanderen. De aanvoer naar de meetput vindt vaak plaats via een ronde pijpleiding of buis, die een verstoorde aanstroming van het afvalwater kan veroorzaken, wat op zijn beurt zorgt voor een afwijking van het werkelijk geloosde debiet. Om die reden wordt er soms een “duikschot” geïnstalleerd, op korte afstand voorbij de pijpuitstroom (zie Figuur 3 linksboven). Het duikschot zorgt voor een aanzienlijke verbetering van de aanstroomcondities naar het meetschot. Voor verdere instructies met betrekking tot de afmetingen van de meetput wordt verwezen naar 3.2.

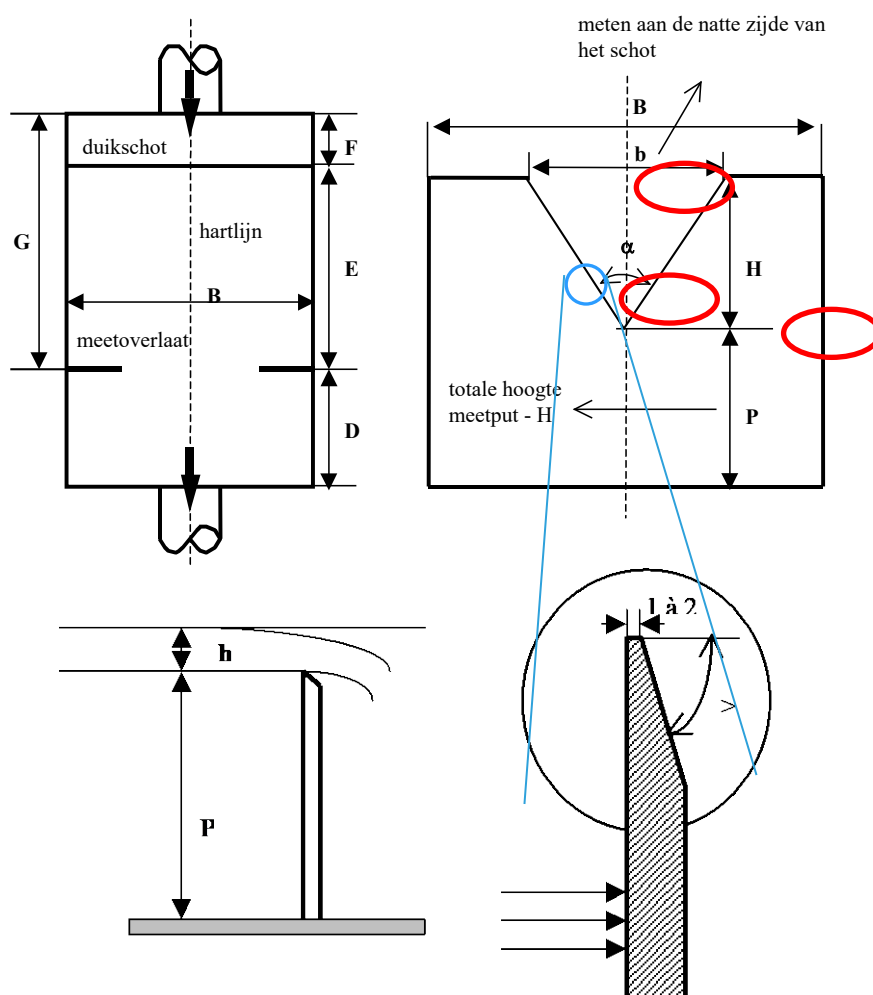
2.3.1. V-SCHOT (THOMSON-MEETSCHOT)

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°.

Voor de typering en de bepaling van debiet van een V-schot wordt verwezen naar de tabellen in Bijlage A.5.1.



 : kenmerkende maten
 : kruin

Figuur 3 Schematische voorstelling van meetschot met Thomson overlaat met aanduiding van maten [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](bron: VMM)

2.3.2. ANDERE TYPES MEETSCHOTTEN

Een schematische voorstelling van meetschotten met rechthoekige doorsnede en met trapeziumvormige doorsnede (Cipolletti) is opgenomen in Bijlage A.5.2 en Bijlage A.5.3.

2.4. DEBIETMEETSYSTEEM

Bij open meetsystemen voor debiet wordt het via de controle-inrichting geloosde debiet gerelateerd aan de hoogte van het waterniveau voor een obstructie. Er bestaan meerdere systemen om het waterniveau te meten, maar voor controle-inrichtingen voor het lozen van afvalwater, zijn de twee meest gebruikte het *ultrasoonsysteem* (2.4.1) en het *borrelbuissysteem* (2.4.2).

2.4.1. 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.

2.4.2. 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. In situaties met bv. zwevende delen, vet, enz. bestaat het risico dat de opening van de borrelbuis vernauwt waardoor het gemeten debiet hoger is dan het werkelijk geloosde debiet. Het borrelbuissysteem is, mits voldoende corrosiebestendig uitgevoerd, geschikt voor alle typen water.

Wanneer er geen 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.

2.4.3. 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 3.3).

Voor lage of verminderde lozingsdebietenⁱ wordt een elektromagnetische debietsmeting in een gesloten systeem geadviseerd. De vereisten hiervoor zijn opgenomen in de *Code van Goede Praktijk voor elektromagnetische debietsmeting van afvalwater in gesloten systemen*^d.

2.5. RELATIE TUSSEN WATERHOOGTE EN DEBIET: DEBIETFORMULES

2.5.1. VLAKKE MEETGOTEN

→ 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 (m³/s)
- C_d debietcoëfficiënt
- C_v snelheidscoëfficiënt
- g zwaartekrachtversnelling (9.81 m/s²)
- 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)

Deze formule is toepasbaar op alle rechthoekige meetgoten met lange keel, ongeacht de afmetingen binnen of buiten de gestelde toegestane toleranties (zie controle-eisen in BIJLAGE A) vallen.

De verhouding δ/L geeft de relatieve dikte van de laminaire grenslaag weer. Voor gladde wanden van meetgoten die binnen de gestelde toleranties vallen (zie controle-eisen in BIJLAGE A), wordt deze verhouding δ/L gelijk gesteld worden aan 0,003. Voor deze meetgoten, werd de relatie tussen de waterhoogte en het overeenkomstig debiet (m³/h), weergegeven in de debiettabellen in Bijlage A.1 (per type meetgoot).

Opmerking:

De verhouding δ/L stijgt bij ruwere wanden van de meetgoot. De verhouding δ/L werd experimenteel^h bepaald op bijvoorbeeld 0.0035 voor plastic, en 0.0058 voor roestvrij staal. Om de overeenkomsten met de vereenvoudigde

ⁱ bijvoorbeeld door waterbesparing is het lozingsdebiet vaak kleiner dan Q_{min}/h_{min} van de betreffende inrichting, zie Bijlage A

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**.

Indien echter de kenmerkende maten buiten de gestelde toleranties vallen, moet de relatie waterhoogte-debiet herberekend worden op basis van de werkelijke maten. De standaard debiettabellen met nominale maten in BIJLAGE A 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 A, mits aanpassing van de nominale maten (rechterbovenhoek van tabel).
- ISO 4359 stelt tevens een rekenbladⁱⁱ 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
- en worden m, m_A en p gelijk gesteld aan 0 (verklaring symbolen: zie bestand “flume 1”)

→ Vereenvoudigde debietformule

Voor vlakke meetgoten met rechthoekige doorsnede, waarvan de afmetingen vallen binnen de gestelde toleranties in Bijlage A.1, 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.1, 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.

Indien de kenmerkende maten buiten de toleranties in BIJLAGE A (controle-eisen) vallen, moet het debiet berekend worden aan de hand van de reëel vastgestelde maten (4.4.1).

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 ($h \approx 0,1 L$)ⁱⁱ. 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.

ⁱⁱ Voor rechthoekige meetgoten worden volgende parameters ingegeven: b, B, L en h; en is $m=0$, $m_A=0$ en $p=0$

Parabolische meetgoot

Voor parabolische meetgoten waarvan de afmetingen vallen binnen de gestelde toleranties in, 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 bijlage A.2)
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

Indien de kenmerkende maten van de betreffende controle-inrichting buiten de toleranties in bijlage A.2 (controle-eisen) vallen, mag de omrekening van de waterhoogte naar debiet niet met deze formule uitgevoerd worden. De controle-inrichting is in dat geval niet geschikt voor debietsmetingen i.k.v. heffingscampagnes en/of voor de eventueel verplichte continue debietsmeting en -registratie.

2.5.2. MEETSCHOT (V-SCHOT)

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 Bijlage A.5.1 of Annex E van ISO 1438:2008)
g	zwaartekrachtversnelling (9.8066 m/s ²)
h	waterhoogte (m), gemeten stroomopwaarts van hetmeetschot
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:

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

De relatie tussen de waterhoogte en het overeenkomstig debiet (m³/h) in een gestandaardiseerd V-schot wordt weergegeven in de debiettabellen in Bijlage A.5.1 (per type meetschot).

2.5.3. ANDERE CONTROLE-INRICHTINGEN

De debietformules voor andere dan in voorgaande punten behandelde controle-inrichtingen (Parshall, Kafhagi, rechthoekige of trapeziumvormige overlaat), zijn opgenomen in BIJLAGE A.

HOOFDSTUK 3. VOORSCHRIFTEN BIJ DE INSTALLATIE VAN EEN OPEN CONTROLE - INRICHTING VOOR DEBIET

Een debietmeetsysteem voor open kanalen kan uit volgende onderdelen bestaan:

- Controle-inrichting voor debiet (meetgoot of meetschot), voorzien door exploitant: zie 3.2, 3.2.2 en/of 3.2.3.
- Debietmeter, indien van toepassing (zie 1.2): zie 3.3
- Debietregistratietoestel, indien van toepassing (zie 1.2) : zie 3.3

3.1. ALGEMENE VOORWAARDEN

- a) Het debietmeetsysteem moet in dienst gesteld onderhouden en gecontroleerd worden conform de voorschriften in deze Code.
- b) Van elke vast geïnstalleerd debietmeetsysteem voor open kanalen wordt een **technisch dossier** aangelegd waarin installatie- en onderhoudsrapporten, controles, meetverslagen, etc. worden bijgehouden. De montagevoorschriften van de fabrikant voor de betreffende controle-inrichting worden hier tevens bewaard, zodat deze ter beschikking gesteld kunnen worden bij controle en indienststelling. Het technisch dossier, moet minimaal volgende informatie bevatten:
 - voor de controle-inrichting:
 - nominale maten, opgegeven door de fabrikant/installateur
 - werkelijke maten (as-built-maten)
 - meetbereik: Q_{max} , h_{max} , Q_{min} , h_{min} , $h_{overloop}$
 - debiettabel of formule, overeenkomstig de werkelijke maten van de controle-inrichting
 - voor de debietmeter (optioneel, zie 1.2):
 - merk, type debietmeter
 - meetgebied van de hoogtemeting h_{max} , h_{min} , dode zone sensor (minimale afstand sensor tot bodem)
 - print-out van alle instellingen: 20 mA en 4 mA (ingesteld debiet of hoogte), pulsuitgang (1 puls/m³), instellingen voor de omrekeningswijze hoogte-debiet (debietformule), low flow cut off, ,...

Het technisch dossier wordt ter inzage gehouden van de toezichhoudende overheid en de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Onderdelen ervan moeten, op vraag van installateurs en/of erkende laboratoria, ook kunnen voorgelegd worden voor controle-doeleinden.

3.2. INSTALLATIE VAN EEN OPEN CONTROLE-INRICHTING

3.2.1. ALGEMEEN

- c) Het **type** open controle-inrichting dat geïnstalleerd wordt, kan gekozen uit de opgelijste typen in 2.2 (meetgoten) of 2.3 (meetschotten) en bijhorende standaardafmetingen in BIJLAGE A. Deze Code beperkt zich tot de beschrijving van de meest voorkomende types controle-inrichtingen.

Andere types zijn toegelaten, mits de informatie met betrekking tot maten en debiet door de exploitant ter beschikking gesteld wordt voor de gebruiker(s) (zie ook 3.1).

- d) De **capaciteit** van het type controle-inrichting moet afgestemd zijn op het geloosde debiet, meer bepaald:
- bij 80% van het geloosde jaardebiet moet de overeenkomstige waterhoogte in de controle-inrichting gelegen zijn tussen h_{\min} en h_{\max} (zie 3.2 en debiettabellen in BIJLAGE A), of er mag helemaal geen lozing (nullozing) zijn;
 - de controle-inrichting mag niet overlopen: de actuele waterhoogte mag h_{overloop} in principe nooit overschrijden. In voorkomend geval dient de overloop en de periode ervan gedetecteerd te worden.
- e) De controle-inrichting moet geplaatst worden op de afvoer zo dicht mogelijk bij het lozingspunt, en bij voorkeur zo dicht mogelijk bij het maaiveld (zie ook punt g) omtrent veiligheid en toegankelijkheid) in overeenstemming met de omgevingsvergunning.
- f) De controle-inrichting moet geïnstalleerd worden volgens de specifieke voorschriften en geometrie cfr. punt 3.2.2 (meetgoot) of punt 3.2.3 (meetschot). Voor andere types meetgoten of -schotten, die niet opgenomen werden in deze Code, moeten de installatie-instructies van de betreffende normmethode en/of (indien er geen normmethode bestaat) de instructies fabrikant gerespecteerd worden. De controle-inrichting moet stevig en waterdicht geïnstalleerd worden, zodat deze bestand is tegen hevige stroming, breuken, erosie, vervorming, ...
- g) De controle-inrichting moet gemakkelijk en veilig^{p,q,r} toegankelijk zijn, met een verharding tot aan de controle-inrichting. De controle-inrichting moet voorzien zijn van de wettelijke collectieve en/of persoonlijke preventiemaatregelen tegen valgevaar^{p,q,r}, en moet over de gehele lengte bereikbaar zijn om monstername en/of debietmeting op een veilige wijze te kunnen uitvoeren.

Opmerking:

Met name in de diepte gelegen controle-inrichtingen, maar ook hoge debieten, kunnen ernstige risico verhogende omstandigheden vormen bij de installatie, controle en onderhoud ervan.

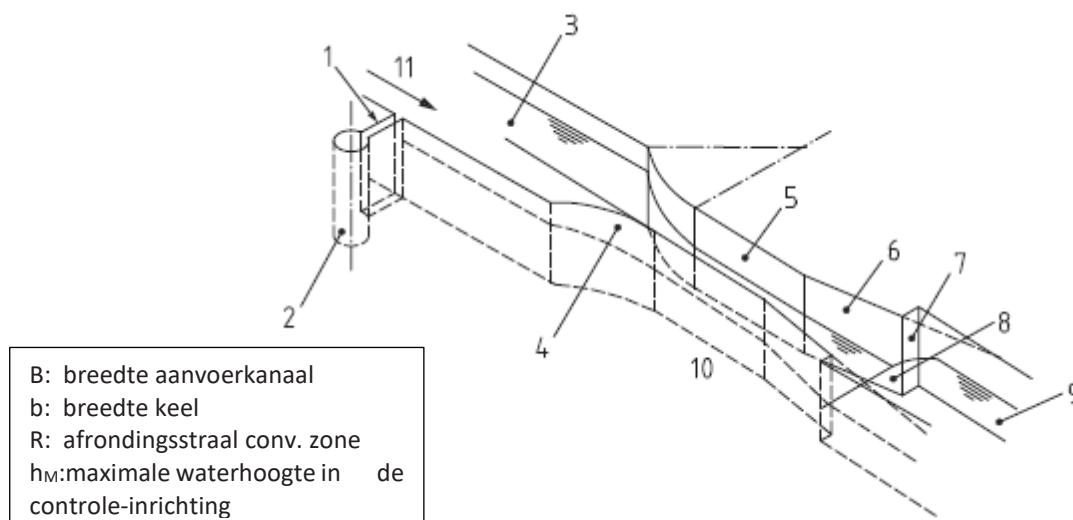
Volgende niet-limitatieve lijst met overwegingen kan helpen om de risico's beter te kunnen inschatten:

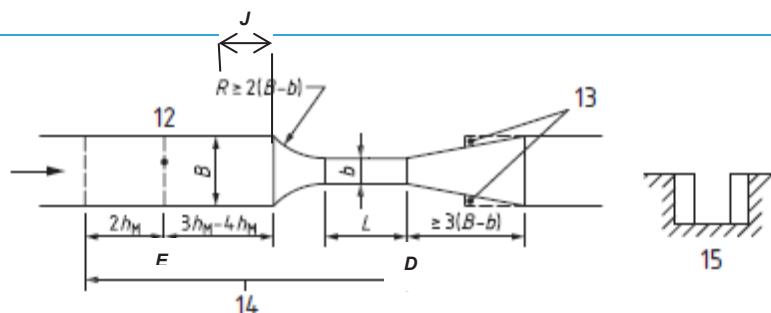
- Is er voldoende zuurstof aanwezig om veilig af te dalen in de put?
- Is er een valbeveiliging aanwezig? Maakt een leuning de meetput veiliger voor onderhoud, monstername en/of metingen (i.v.m. toegankelijkheid)?
- Is er een ladder of trap met leuning voorzien?
- Kunnen lasten (bijv. bij monstername) op een veilige manier naar en van de controle-inrichting gebracht worden?
- Moet er een afscherming van het V-schot voorzien worden (de scherpe randen van het meetschot vormen een extra risico bij een val)?
- Is de minimale doorgang/ruimte voldoende groot (80 cm voor circulatie)?
- Is de toegang, afvoerleiding naar de riolering of waterloop voldoende afgeschermd?

- h) De controle-inrichting moet bij voorkeur "open" zijn, en indien afgedekt moet de afdekking hanteerbaar^{p,q,r} zijn bij het openen ervan.
- i) Aan de controle-inrichting moeten moet binnen een straal van 5 meter volgende voorzieningen voorhanden zijn:
- stromend water;
 - tweepolige stopcontacten met aarding voor afname van een electr. voeding van 220 volt wisselstroom (50 Hz), 15 Ampère;
 - een kunstmatige verlichting met voldoende lichtsterkte

3.2.2. MEETGOTEN

- j) Een meetgoot bestaat uit een aanvoerkanaal, een meetsectie (“keel”) en een afvoerkanaal. De algemene staat van alle 3 de onderdelen dragen bij aan nauwkeurigheid van de debietsmeting. Elke meetgoot moet daarom aan volgende algemene voorwaarden voldoen:
- De wanden van het aanvoerkanaal en de keel (niet voor meetgoot met parabolische bodem) zijn loodrecht en evenwijdig
 - De hartlijn van de keel ligt in het verlengde van deze van het aanvoerkanaal
 - De wanden van de keel en het aanvoerkanaal moeten glad zijn (bijv. beton met gladde afwerklaag of uitgevoerd (evt. met liner) in niet-corrosief materiaal (bijv. inox, plastic).
 - De meetgoot ligt in langs- en dwarsligging waterpas. Voor meetgoten met een $h_{\max} > 25$ cm zijn evenwel volgende toleranties toegelaten:
 - helling bodem keel in stromingsrichting: max. 5 mm/m
 - helling bodemkanaal in stromingsrichting tot meetsectie: max. 10 mm/m
 - helling bodemkanaal in stromingsrichting tussen meetsectie en convergentie: max. 5 mm/m
 - helling bodemkanaal dwars op stromingsrichting tot meetsectie: 10 mm/m
 - helling bodemkanaal dwars op stromingsrichting tussen meetsectie en convergentie: 5 mm/m
 - afwijking keelwand van vertikaliteit: 10 mm/m
 - afwijking kanaalwand van vertikaliteit: 10 mm/m
 - Bij nuldebiet loopt de meetgoot leeg.
 - De condities van de aanstroomsnelheid in het aanvoerkanaal moeten zodanig zijn dat het afvalwater vlak en symmetrisch aanstroomt. Het aanstromende water in het aanvoerkanaal mag niet beïnvloed worden door obstructies.
 - De vrije uitstroom moet gegarandeerd zijn voor het volledige meetbereik om opstuwung in de meetgoot te voorkomen.
- k) Een vlakke meetgoot met rechthoekige doorsnede moet zodanig geïnstalleerd worden, dat voldaan wordt aan de geometrische eisen, zoals voorgesteld in Figuur 4^f. De verhouding tussen de breedte van de keel (b) en van het aanvoerkanaal (B) moet hierbij maximaal 0.7 bedragen. In het verdere leven van de controle-inrichting is het vooral belangrijk dat deze verhouding gelijk blijft, opdat de omrekening van hoogte naar debiet volgens de debietformule (ISO 4359:2013, zie 2.5.1) kan uitgevoerd worden.





Figuur 4: geometrie van een meetgoot met vlakke bodem, rechthoekige doorsnede en lange keel [1: verbindingkanaal meetput; 2: meetput; 3: aanvoerkanaal; 4: convergerende zone R (ingang meetsectie); 5: keel; 6: divergerende zone D (uitgang meetsectie); 7: afkapping divergerende zone (niet bij standaard meetgoten); 8: opwaartse golfbeweging; 9: afvoerkanaal; 10: zijdelings insprong wanden; 11: stroomrichting; 12: controlesectie voor waterhoogte; 13: de divergerende zone kan ook afgekapt worden op halve lengte indien de recovery van de waterhoogte in het uitvoerkanaal niet belangrijk is; 14: in een meetgoot met vlakke bodem moeten aanvoerkanaal en keel horizontaal waterpas liggen over de volledige lengte en breedte.] (bron: ISO 4359:2013)

Een vlakke meetgoot met parabolische doorsnede, of ander types meetgoten, moeten geïnstalleerd conform de eisen en geometrie, conform de betreffende normmethode^{f,g}, of indien niet beschikbaar, zoals opgegeven door de betreffende fabrikant^{l,m,n}.

- l) De constructie van de meetgoot moet toelaten om de waterhoogte te meten op een voldoende grote afstand stroomopwaarts van de keel om op- of neerwaartse effecten van de vernauwing te vermijden. Anderzijds moet de waterhoogte dicht genoeg bij de keel gemeten worden om verlies van energie te vermijden tussen de plaats waar de hoogte gemeten wordt en de keel.

De waterhoogte wordt daarom bij voorkeur gemeten op een afstand van 3 tot 4 keer de maximale waterhoogte (h_{max}) in het kanaal (zie nr 12 op Figuur 4). Bij de meeste (recente) inbouwmeetgoten is er ter hoogte van die plaats een zijdelingse meetput met verbindingkanaal voorzien (nr. 1 en 2 op Figuur 4).

Het verbindingkanaal naar de meetput kan eventueel ook gebruikt worden voor de controlemeting van de waterhoogte (dit biedt het voordeel dat het minder gevoelig is voor kleine schommelingen en geen obstructie van de waterstroom veroorzaakt). Het verbindingkanaal moet in dat geval vlak (horizontaal waterpas) geïnstalleerd zijn, open bovenaan (om meting toe te laten), en moet zich op dezelfde hoogte als de meetgoot bevinden om bruikbaar te zijn om de waterhoogte te meten.

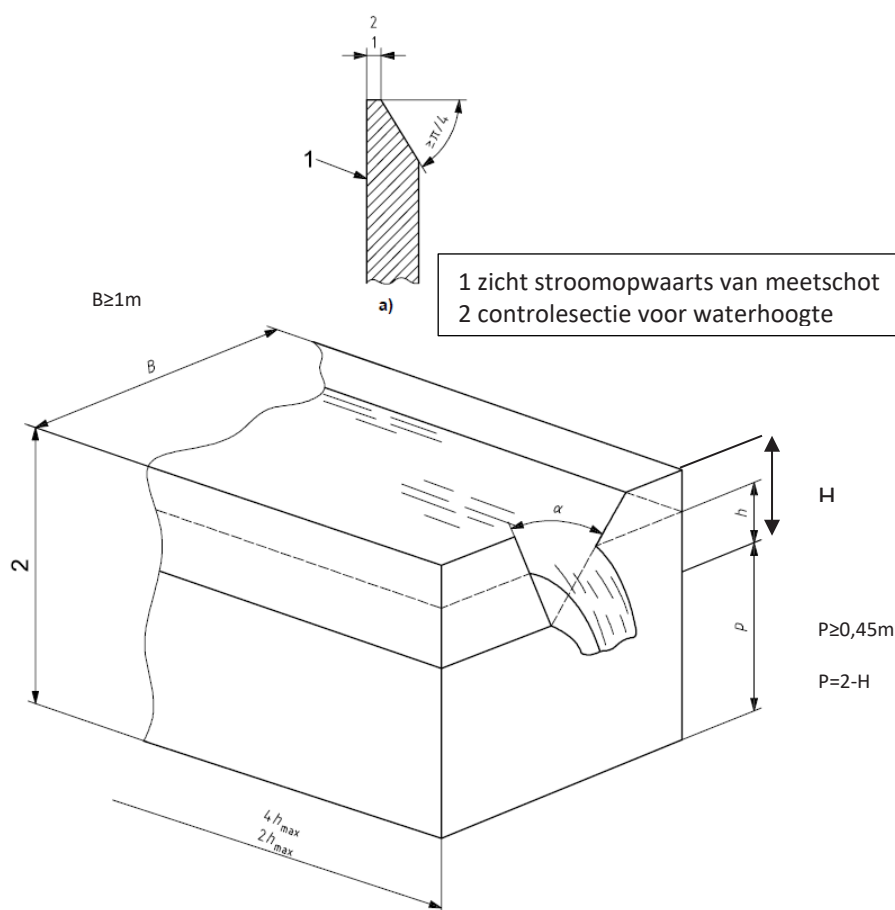
- m) De **relatie tussen debiet en de opwaartse waterhoogte** kan slechts toegepast worden indien rekening gehouden wordt met volgende toepassingsvoorwaarden:

- **h_{min}** : de ondergrens voor de waterhoogte (h_{min}) is afhankelijk van hoe groot de invloed van de vloeistofeigenschappen en de laminaire grenslaag is. De ondergrens voor de waterhoogte (h_{min}) is opgegeven in de maat- en debiettabellen van bijlage A. Concreet dient deze minimaal 0,05 m te bedragen, of minimaal 0.05 keer de lengte van de vernauwing (L) (welke van de 2 het grootste is) om een voldoende betrouwbare meting te kunnen garanderen;
- **h_{max}** : de bovengrens voor de waterhoogte (h_{max}) is opgegeven in bijlage A, en komt meestal overeen met $\frac{1}{2}$ tot $\frac{2}{3}$ van de keellengte, afhankelijk van het type meetgoot. Op die manier wordt gegarandeerd dat de capaciteit van de controle-inrichting aangepast is aan het geloosde debiet, en er nog marge is op de hoogtemeting indien h_{max} (tijdelijk) overschreden wordt.
- **$h_{overloop}$** : de maximale hoogte waarbij de meetinrichting overloopt is de rand (hoogte) van de meetinrichting. Tussen h_{max} en $h_{overloop}$ kan kunnen nog debietmetingen geregistreerd worden, maar de metingen hebben een veel hogere meetonzekerheid. Vandaar dat metingen tussen h_{max} en $h_{overloop}$ slechts beperkt toelaatbaar zijn (zie punt d)).

3.2.3. MEETSCHOTTEN

- n) Een V-schot bestaat uit een dunne plaat waarin een V-vormige uitsnijding is aangebracht. Dit meetschot wordt vervolgens loodrecht in de waterstroom geplaatst. Andere gekende types meetschotten, zoals het rechthoekige of het trapeziumvormige meetschot, zijn toegevoegd in Bijlage A.5.2 en A.5.3.
- o) Een controle-inrichting met meetschot wordt geïnstalleerd in een meetput, en bestaat uit een aanvoerkanaal, het meetschot zelf en een afvoer. De algemene constructie en staat van alle onderdelen dragen bij aan nauwkeurigheid van de debietsmeting. Het meetschot moet aan volgende algemene voorwaarden voldoen:
- de kruin van het meetschot is scherp (zie Figuur 3), d.w.z. de overstortende straal raakt het meetschot slechts volgens één lijn. Indien het schot dikker is dan 2 mm dient een afschuining aangebracht te worden groter dan 45° langs de afwaartse kant;
 - de hartlijn (zie Figuur 3) van het schot staat loodrecht en in het midden van het meetschot;
 - de natte kant van het meetschot (= langs de aanstroomkant) is volledig vlak en glad;
 - de wanden van het meetschot zijn loodrecht en evenwijdig;
 - de overstroom (overloop) moet “belucht” zijn, d.w.z. er moet minimaal een vrij verval van 50 mm zijn (m.a.w. het afwaartse waterpeil ligt minimaal 50 mm onder het laagste punt van de overlooprand);
 - de breedte B van het meetschot en het aanvoerkanaal is minimaal 1 meter ($B \geq 1$ m);
 - het aanvoerkanaal moet een lengte hebben van minimaal 5 keer de opening van het meetschot bij een maximale waterhoogte (h_{\max});
 - Er is een vlakke aanstroming in het aanvoerkanaal.
- p) De geometrie van een V-schot moet voldoen aan de volgende eisen (zie ook Figuur 3) opdat de relatie tussen debiet en de opwaartse waterhoogte (zie debiettabellen in Bijlage A.5) kan toegepast worden:
- de hoogte P, van de bodem van de meetput tot aan het punt van de V-vormige uitsnijding, moet minimaal 0,45 m zijn ($P \geq 0,45$ m);
 - de verhouding tussen de waterhoogte (h) en de hoogte van V-vormige uitsnijding t.o.v. de vloer (P) moet kleiner zijn dan 0.4 ($h/P < 0.4$);
 - in praktijk mogen enkel V-schotten met volgende gestandaardiseerde verhouding tussen de breedte (b) en de hoogte (H) van de V-vormige uitsnijding, worden toegepast:
 - $b = H/2 \rightarrow \alpha = 28^{\circ}4'$
 - $b = H \rightarrow \alpha = 53^{\circ}8'$
 - $b = H \rightarrow \alpha = 90^{\circ}$

De geometrische eisen en toepassingsvoorwaarden voor andere types meetschotten zijn toegevoegd in Bijlage A.5.2 (rechthoekige overlaat) en Bijlage A.5.3 (Cipoletti).



Figuur 5: geometrie van een V-schot (bron ISO 1438:2008)

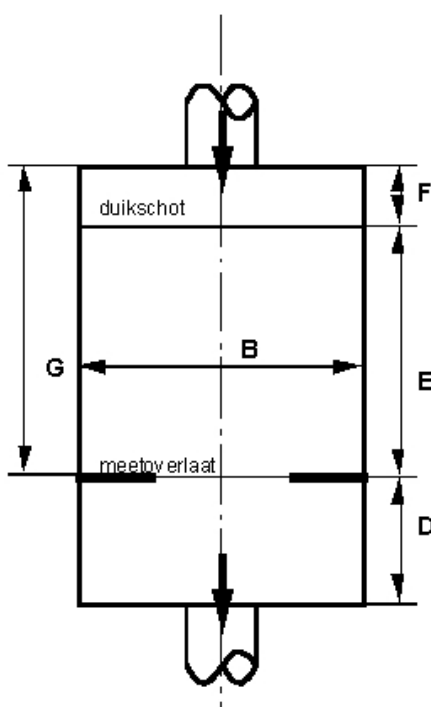
[B: breedte van het meetschot/aanvoerkanaal; α : hoek van de V-vormige uitsnijding; H: hoogte van de V-vormige uitsnijding
h: waterhoogte; p: hoogte van het puntje van de V-vormige uitsnijding ten opzichte van de vloer van de meetput; 2: totale
hoogte van het meetschot ten opzichte van de vloer (= P+H)]

q) Het meetschot wordt geïnstalleerd in een voldoende grote **meetput**. Een meetput is een open bak of put, waarin het meetschot (en meestal ook een duikschot) zijn gemonteerd. Het afvalwater stroomt door de meetput, en verdeelt zich over de breedte van de meetput waardoor de stroomsnelheid drastisch vermindert. Na de opstuwing door het meetschot, stroomt het water door de opening van het meetschot weg.

Voor de meetput gelden, naast de eisen voor het meetschot in o), volgende constructie-eisen:

- de meetput mag in beton, staal of metselwerk uitgevoerd worden, of mag uit geprefabriceerde onderdelen bestaan;
- de meetput moet volledig horizontaal geplaatst worden;
- de lengte van de meetput moet in de richting van het verlengde van de lengte van de wateraanvoer aangebracht worden;
- de breedte B van de meetput is minimaal 1 meter ($B \geq 1$ m);
- de verhouding van de opwaartse waterhoogte (h) en de breedte van de meetput (B) mag maximaal 0,3 bedragen ($h/B \leq 0,3$);
- de inlaat van de wateraanvoer naar de meetput moet hoger liggen dan de onderkant van het duikschot. Op die manier is de wateraanvoer niet rechtstreeks op de opening van het meetschot gericht. Er mag geen zijdelingse toevoer zijn van afvalwater;
- de aanwezigheid van een duikschot is noodzakelijk om een voldoende vlakke aanstroming te creëren;

- het duikschot wordt geïnstalleerd op een hoogte gelijk aan $0.9 \cdot P$ ten opzichte van de bodem van de meetput;
- de afstand van de (stroomopwaartse) meetputwand tot aan het duikschot (F), en van het meetschot tot aan de (stroomopwaartse) meetputwand (D) moeten elk minstens 0,5 m bedragen;
- de onderlinge afstand tussen het duik- en meetschot (E) moet minimaal 1,5 m bedragen, afhankelijk van h_{\max} ;
- het gedeelte stroomopwaarts van het meetschot (aanvoerkanal = afstand stroomopwaartse meetputwand tot meetschot) moet minimaal 5 keer de breedte van de uitsnijding (b) bij maximale waterhoogte (h_{\max}) bedragen ($G \geq 5 \cdot b_{\max}$);
- de totale lengte van de meetput moet minstens gelijk zijn aan of groter dan 10 keer de breedte van de uitsnijding (b) bij maximale waterhoogte (h_{\max}) ($D+E+F \geq 10 \cdot b_{\max}$).



Figuur 6: schematische voorstelling van de constructie van een meetput voor meetschotten [B: breedte van het aanvoerkanal; 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] (bron: VMM)

- r) De constructie van het meetschot moet toelaten om de waterhoogte te meten op een voldoende grote afstand stroomopwaarts van het meetschot om de neerwaartse effecten, veroorzaakt door de uitsnijding, te vermijden. Anderzijds moet de waterhoogte dicht genoeg bij het schot gemeten worden om verlies van energie te vermijden tussen de plaats waar de hoogte gemeten wordt en het meetschot. **De waterhoogte wordt daarom bij voorkeur gemeten op een afstand van 2 tot 4 keer de maximale waterhoogte (h_{\max}) in het kanaal** (zie Figuur 5). Aan de controle-inrichting wordt op die plaats een vaste meetlat of voorziening voor een manuele controle van waterhoogte voorzien, conform de instructies in 5.2.1.

Opmerking:

Een vaste meetlat die langs de wand gemonteerd wordt, kan nog steeds beïnvloed worden door wandeffecten. De meetvoorziening wordt bij voorkeur via een beugel over de meetput geïnstalleerd worden, met een vaste geleider voor de meetlat om loodrechte meting op te garanderen.

- s) De relatie tussen debiet en de opwaartse waterhoogte kan slechts toegepast worden indien rekening gehouden wordt met volgende toepassingsvoorwaarden:
- h_{\min} : de waterhoogte moet minimaal 0,05 m bedragen om een voldoende betrouwbare meting te kunnen garanderen ($h_{\min} \geq 0.05\text{m}$);
 - h_{\max} : de bovengrens voor de waterhoogte (h_{\max}) is 0,38 m ($h_{\max} \leq 0,38\text{ m}$).

3.3. INSTALLATIE VAN EEN DEBIETMEETSYSTEEM (VAST OPGESTELDE MEETAPPARATUUR)

Een vast opgesteld debietmeet- en registratiesysteem moet voorzien worden bij lozing van (zie ook 1.2 Toepassingsgebied):

- bedrijfsafvalwater met gevaarlijke stoffen, vanaf een lozingsdebiet groter dan 50 m³/uur;
 - bedrijfsafvalwater zonder gevaarlijke stoffen en koelwater, met een lozingsdebiet groter dan 100 m³/uur;
 - effluent van afvalwaterzuiveringsinstallaties waarin stedelijk afvalwater wordt behandeld;
 - noodlozingenⁱⁱⁱ
- t) Het meetbereik van de debietmeter moet in de eerste plaats afgestemd worden op het werkelijk geloosde uurdebiet zodat de meetonzekerheid beperkt blijft (meetgoten zijn vaak overgedimensioneerd). Anderzijds moet er ook rekening gehouden worden met de capaciteit van de controle-inrichting. De maximale hoogte (h_{\max}) moet maximaal de hoogte van de betreffende controle-inrichting omvatten. Er moet een overloopdetectie geactiveerd zijn met registratie van tijdstip, duur van de overloop, en totalisatie van het aantal overlopen per jaar en algemeen totaal.
- u) De (vast opgestelde) hoogtemeting moet een bepaalde nauwkeurigheid behalen in functie van de te meten afstand/hoogte. 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 in BIJLAGE A ("Tolerantie h").
- v) Het debietmeetsysteem moet geplaatst worden volgens de instructies van de leverancier, en moet hierbij rekening houden met de specifieke instructies per meetsysteem, gegeven in resp. w) en x).
- w) Voor de installatie van de ultrasoonsensor geldt het volgende:
- de sensor moet zodanig gemonteerd worden dat er zich geen belemmeringen bevinden tussen de sensor en het wateroppervlak;
 - de sensor moet loodrecht geplaatst worden op de waterspiegel met inachtneming van de minimaal voorgeschreven afstand ('blockafstand'^{iv}, meestal wordt deze nog vergroot met een veiligheidsafstand van meestal 100 mm; raadpleeg hiervoor de voorschriften van de leverancier van de sonde;
 - de ultrasoonsensor moet perfect horizontaal (waterpas) boven het wateroppervlak opgesteld worden. De sensor moet aan een stevige, vaste constructie bevestigd worden,

ⁱⁱⁱ De exploitant voorziet een aparte debietmeting voor de noodlozing.

^{iv} Dode zone onder de ultrasoonsonde waarbinnen geen stabiele meting wordt bekomen.

zodat de horizontale positie gedurende de periode van debietsmeting behouden kan blijven;

- 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 mag niet meer dan 5°C afwijkt van de gemiddelde temperatuur tussen wateroppervlak en sonde;
- de ultrasone meting mag niet beïnvloed worden door waterdamp of condensatie van het water. Indien er schuimvorming, onder de ultrasoonsensor optreedt, wordt de meting gestoord en moet een ander debietmeetsysteem geïnstalleerd worden;
- bij meetgoten, wordt de ultrasoon sensor bij voorkeur bevestigd boven de meetput (indien deze aanwezig is), en anders boven het aanvoerkanaal op een afstand gelijk aan 3 à 4 h_{max} stroomopwaarts gemeten vanaf het begin van de vernauwing. Bij de Parshall meetgoot wordt de sensor geplaatst op 2/3 van de schuine zijde stroomopwaarts vanaf de keel.

Bij een meetschot wordt de sensor geïnstalleerd buiten de kromming van het wegstromende water waar het vlak en rustig is, bij voorkeur op een afstand gelijk aan 2 à 4 h_{max} .

x) Voor de installatie van een borrelbuis geldt het volgende:

- 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 debietsmeting met borrelbuis mag nooit in de meetgoot, of in aan- of afvoerkanaal zelf uitgevoerd worden.
 - bij een V-schot wordt de borrelbuis geplaatst waar het water vlak en rustig is en steeds buiten de kromming van het wegstromende water, stroomopwaarts van het V-schot, 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.

y) 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 (zie 5.2.1).

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 echter geen correcties voor het nulpunt toegestaan ingeval de controle-inrichting niet volledig leeg is bij nullozing.

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.

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).

- z) De omrekening van de gemeten waterhoogte naar debiet wordt uitgevoerd conform 2.5, waarbij zo nodig, rekening gehouden worden met de geometrische eisen van de controle-inrichting zelf (zie 2.5).
Verkorte omrekeningsformules (constante, exponent) mogen enkel toegepast (ingesteld) worden indien de controle-inrichting binnen de toleranties van de geometrische eisen valt. Indien de omrekening niet via formule (uitgebreide of verkorte formule) kan ingesteld worden (bijv. ander type meetgoot), is interpolatie van debietwaarden op basis van ingegeven debiettabellen (dataparen hoogte-debiet) toegelaten.
- aa) Het uurdebiet moet lokaal afleesbaar zijn^v. De actuele waterhoogte (minuutwaarde), totale uurdebieten en totale dagdebieten (24 uur periodes) moeten lokaal ter beschikking zijn, en registraties ervan moeten gedurende minstens 1 jaar bewaard worden. Bij voorkeur wordt de afstand tussen de debietmeter en de registratietoestel zo kort mogelijk gehouden.
- bb) De software van de debietmeter en het registratiesysteem, moeten beveiligd zijn, en de hardware moet beveiligd zijn tegen accidentele ongewenste wijzigingen of veranderingen van de instellingen waardoor onjuiste meetgegevens kunnen worden verkregen.
In het kader van heffingscampagnes is het vereist dat alle onderdelen van het debiet met borrelbuis of ultrasoon, en bijhorende klemmen, verzegeld worden zodat de debietmeting niet beïnvloed kan worden.

^v Voor noodlozingen voorziet de exploitant een afzonderlijke debietmeting.

HOOFDSTUK 4. CONTROLE EN ONDERHOUD VAN EEN OPEN CONTROLE- INRICHTING

4.1. TOEPASSING

Onderstaande controles en onderhoud van de controle-inrichting zelf, zijn van toepassing op:

- debietmetingen i.k.v. de de aangifte van de heffing op afvalwaterverontreiniging;
- bedrijfsafvalwater en koelwater vanaf een lozingsdebiet groter dan 2 m³/uur of 20 m³/dag;
- effluent van afvalwaterzuiveringsinstallaties waarin stedelijk afvalwater wordt behandeld;
- noodlozing(en)

Voor meer informatie hieromtrent wordt verwezen naar het toepassingsgebied van deze Code (1.2).

De voorschriften voor installatie en indienststelling (4.3) zijn enkel van toepassing op nieuwe^{vi} controle-inrichtingen. De voorschriften voor periodieke controle (4.4 en onderhoud (4.5) zijn van toepassing op zowel de nieuwe^{vi} als de oude controle-inrichtingen.

4.2. SPECIFIEKE MEETINSTRUCTIES VOOR EEN OPEN CONTROLE-INRICHTING

Volgende instructies dienen bij opmetingen van een controle-inrichting gerespecteerd te worden:

- De afmetingen worden opgemeten aan de hand van een meetlat, rei, schuifpasser of voetjespasser (voor kleine meetgoten); voor bepaalde afmetingen kan ook een rolmeter worden gebruikt;
- Horizontale en verticale lijnen van kleine meetgoten (met $h_{\max} \leq 25$ cm) worden nagezien aan de hand van een waterpas. Bij grotere meetgoten (met $h_{\max} > 25$ cm) wordt een helling(sgraad) bepaald.
Verticale lijnen van grote meetgoten (met $h_{\max} > 25$ cm) worden afgelezen door een loodlijn waterpas af te stemmen op de horizontale waterpas.
- De **breedtes** van het kanaal en van de vernauwing(keel) wordt gemeten op *3 plaatsen*:
 - begin – midden – einde, van het kanaal resp. vernauwingIn 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 mal die door de leverancier ter beschikking wordt gesteld.
- Voor het opmeten van een meetgoot van het type Khafagi, of van het type Parshall wordt verwezen naar Bijlage A.3 en A.4.

^{vi} controle-inrichtingen die vanaf 1 mei 2019 in gebruik genomen werden

4.3. CONTROLE BIJ INSTALLATIE OF BIJ INDIENSTSTELLING

4.3.1. CONTROLES, AFWIJINGEN EN ACTIES

Bij de installatie van een nieuwe^{vi} controle-inrichting of bij (her)indienststelling worden *alle maten (as-built)* opgemeten, en wordt het *nazicht van algemene en inrichtingsafhankelijke installatie-eisen* gedocumenteerd. De uit te voeren controles, toegelaten afwijkingen en mogelijke acties zijn opgelijst in Tabel 1.

Het documenteren van dit nazicht valt onder de verantwoordelijkheid van de exploitant.

4.3.2. RAPPORTERING

De vaststellingen bij deze controle worden gerapporteerd in een meetverslag (cfr. as-built dossier). Het meetverslag moet minimaal volgende elementen bevatten:

- uitvoerder, datum en tijdstip van de dienststelling;
- typering en overeenkomstige debiettabel van de controle-inrichting;
- de as-built (werkelijke) maten cfr. de maataanduidingen van de figuren in Bijlage A;
- de standaardmaten (nominale maten) cfr. de maataanduidingen van de figuren in Bijlage A; van de betreffende controle-inrichting, inclusief toegestane toleranties;
- conformiteit van as-built maten met Bijlage A (installatie-eisen);
- beoordeling van de installatie- en geometrische voorwaarden van de controle-inrichting.

HOOFDSTUK 4 – Controle en onderhoud van een open controle-inrichting

Tabel 1: overzichtstabel met controleparameters bij installatie van een nieuwe^{vi} controle-inrichting of bij (her)indienststelling

Parameter	Controle	Eis <i>Actie</i>	Toepassing/frequentie
Installatie van de controle-inrichting	algemene eisen cfr. 3.2.1, oa. – typering – plaatsing t.o.v. lozingspunt i.o.m. omgevingsvergunning – toegankelijkheid, veiligheid, afdekking, nutsvoorzieningen	geen afwijkingen toegestaan , met uitzondering voor de eis m.b.t. de maximale capaciteit (3.2.1d)	bij installatie of bij (her)indienststelling van controle-inrichting
Geometrie van de controle-inrichting	geometrische eisen van 3.2.2 (meetgoten) of 3.2.3 (meetschotten)	geen afwijkingen toegestaan	
	kromming parabolische doorsnede ¹	<ul style="list-style-type: none"> – De -2%-mal van het betreffende type goot moet tot op de bodem geplaatst kunnen worden; zoniet is de meetgoot niet meer conform. – De +2%-mal van het betreffende type goot mag daarentegen niet tot op de bodem geplaatst kunnen worden. Indien de onderzijde van +2%-mal van het betreffende type de bodem raakt, waarbij er speling is tussen de wanden van de controle-inrichting en de mal, is de meetgoot niet meer conform. – spacers bovenaan goot moeten intact zijn <i>documenteren van controle met mal (bijv. foto) in meetverslag</i>	
Maten meetinrichting	as-built maten	toleranties van installatie -eisen: zie maattabel in BIJLAGE A.	
		<p style="text-align: center;">conform</p>	

¹ enkel voor vlakke meetgoot met parabolische doorsnede

4.4. PERIODIEKE CONTROLE

4.4.1. CONTROLES, FREQUENTIE, AFWIJINGEN EN ACTIES

Op regelmatige tijdstippen dienen de kenmerkende maten en de geometrie van een controle-inrichting bepaald en gedocumenteerd te worden.

De uit te voeren controles, toegelaten afwijkingen en mogelijke acties zijn opgelijst in Tabel 2.

Het documenteren van dit nazicht valt onder de verantwoordelijkheid van de exploitant.

4.4.2. RAPPORTERING

De vaststellingen van een periodieke controle worden gerapporteerd in een meetverslag. Het meetverslag moet minimaal volgende elementen bevatten:

- uitvoerder, datum en tijdstip van de indienststelling;
- typering en overeenkomstige debiettabel van de controle-inrichting;
- de opgemeten (werkelijke) maten cfr. de maataanduidingen van de figuren in Bijlage A;
- de standaardmaten (nominale maten) cfr. de maataanduidingen van de figuren in Bijlage A; van de betreffende controle-inrichting, inclusief toegestane toleranties;
- conformiteit van opgemeten maten met Bijlage A (controle-eisen);
- beoordeling van de geometrische en toepassingsvoorwaarden van de controle-inrichting;
- nazicht van de capaciteit van de controle-inrichting op basis van de relevante informatie (lozingshistoriek van het bedrijf ter beschikking gesteld door de exploitant);
- ingeval kenmerkende maten van vlakke meetgoot met rechthoekige doorsnede buiten tolerantie waren: omrekening waterhoogte naar debiet (voor deze controle), conformiteit of vastgestelde afwijkingen m.b.t. de geometrische en toepassingsvoorwaarden van de controle-inrichting, debiettabellen o.b.v. werkelijke maten controle-inrichting.

HOOFDSTUK 4 – Controle en onderhoud van een open controle-inrichting

Tabel 2: overzichtstabel met controleparameters bij periodieke controle van een controle-inrichting

Parameter	Controle	Eis <i>Actie</i>	Toepassing/frequentie	
Geometrie van de controle-inrichting	geometrische eisen van 3.2.2 (meetgoten) of 3.2.3 (meetschotten)	geen afwijkingen toegestaan	1x / 2 jaar 1x / jaar ingeval een monsternamecampagne i.k.v. de afvalwaterheffing 1x / 6 maanden ingeval debiet berekend wordt met actuele maten ³	
	kromming parabolische doorsnede ¹	<ul style="list-style-type: none"> – De -2%-mal van het betreffende type goot moet tot op de bodem geplaatst kunnen worden; zoniet is de meetgoot niet meer conform. – De +2%-mal van het betreffende type goot mag daarentegen niet tot op de bodem geplaatst kunnen worden. Indien de onderzijde van +2%-mal van het betreffende type de bodem raakt, waarbij er speling is tussen de wanden van de controle-inrichting en de mal, is de meetgoot niet meer conform. <i>documenteren van controle met mal² (bijv. foto) in meetverslag</i>		
Maten meetinrichting	kenmerkende maten	toleranties van controle -eisen: zie maattabel in BIJLAGE A.		
		<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p style="text-align: center;">conform</p> <p><i>berekening debiet met de <u>nominale maten van de controle-inrichting</u> (2.5 of m.b.v. debiettabellen in BIJLAGE A)</i></p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p style="text-align: center;">niet conform</p> <p><i><u>breedtematen B, b van vlakke meetgoot met rechthoekige doorsnede</u>³: berekening debiet met <u>werkelijke (actuele) maten van de controle-inrichting in de debietformule (2.5.1)</u>⁴</i></p> <p><i>andere controle-inrichtingen: debiettabellen (BIJLAGE A) of de debietformules in 2.5 niet meer toepasbaar. De controle-inrichting dient vervangen te worden.</i></p> </td> </tr> </table>		<p style="text-align: center;">conform</p> <p><i>berekening debiet met de <u>nominale maten van de controle-inrichting</u> (2.5 of m.b.v. debiettabellen in BIJLAGE A)</i></p>
	<p style="text-align: center;">conform</p> <p><i>berekening debiet met de <u>nominale maten van de controle-inrichting</u> (2.5 of m.b.v. debiettabellen in BIJLAGE A)</i></p>	<p style="text-align: center;">niet conform</p> <p><i><u>breedtematen B, b van vlakke meetgoot met rechthoekige doorsnede</u>³: berekening debiet met <u>werkelijke (actuele) maten van de controle-inrichting in de debietformule (2.5.1)</u>⁴</i></p> <p><i>andere controle-inrichtingen: debiettabellen (BIJLAGE A) of de debietformules in 2.5 niet meer toepasbaar. De controle-inrichting dient vervangen te worden.</i></p>		
overige maten:	toleranties van installatie -eisen: zie maattabel in BIJLAGE A <i>documenteren van alle (actuele) werkelijke maten in meetverslag; eventuele actie(s) zijn enkel relevant voor kenmerkende maten</i>			

¹ enkel voor vlakke meetgoot met parabolische doorsnede

² De afwezigheid van de spacers (dwarslatjes bovenaan de goot) kan wijzen op vervormingen van het meetkanaal

³ Deze omrekening met de werkelijke (actuele) maten moet toegepast worden voor alle volgende debietmetingen tot aan de volgende controle van de controle-inrichting. Voor controle-inrichtingen met een volgens Vlarem verplichte continue debietsmeting (zie 1.2), wordt de controle van de controle-inrichting in dat geval verhoogd naar 2 x per jaar.

⁴ Deze omrekeningsformule is echter enkel toepasbaar indien de controle-inrichting voldoet aan de geometrische/installatie-eisen in 3.2.2.

4.5. ONDERHOUD

Het regelmatig onderhoud van de controle-inrichting en het aanvoerkanaal is belangrijk om betrouwbare metingen te garanderen. De exploitant moet tevens de hele meetinrichting in een zodanige staat onderhouden dat de werking en controles ervan steeds in alle veiligheid kunnen uitgevoerd worden.

Indien de controle-inrichting gebruikt wordt voor continue debietsmetingen (HOOFDSTUK 5), moet de exploitant bovendien een periodiek onderhoudsschema vastleggen om de controle-inrichting in optimale staat te houden.

4.5.1. MEETGOTEN

- Het aanvoerkanaal en de keel moeten vrij zijn van afzetting, sedimenten, vegetatie en/of obstructies die de stroming kunnen beïnvloeden.
- Met name voor meetgoten met een parabolische doorsnede is het belangrijk dat de “spacers” (dwarslatjes bovenaan de goot) niet verwijderd of gebroken worden, om de standaardgeometrie van de meetgoot zo goed mogelijk te behouden.
- Het stroomafwaartse afvoerkanaal moet eveneens vrij zijn van obstructies om overstroming, of afremming van de stroming te vermijden.
- De zijdelingse meetput moet schoongemaakt worden voor een debietsmeting. Bij continue debietsmetingen moet er een periodiek onderhoud uitgevoerd worden.

4.5.2. MEETSCHOTTEN

- Het aanvoerkanaal moet vrij zijn van afzetting, sedimenten, vegetatie en/of obstructies die de stroming kunnen beïnvloeden.
- Het meetschot zelf moet eveneens schoon gehouden worden. Bij het schoonmaken moet zorg gedragen worden dat de dunne afgeschuinde randen niet beschadigd worden.
- Tijdens de meting moet het meetschot stevig vastgemaakt worden om te kunnen weerstaan aan de stroming en om lekken te vermijden.

4.6. ARCHIVERING

Rapporten van indienststelling, periodieke controles en/of onderhoud van de controle-inrichting worden door de eigenaar bewaard in het technisch dossier van de betreffende controle-inrichting.

HOOFDSTUK 5. CONTROLE EN ONDERHOUD VAN HET DEBIETMEET- EN REGISTRATIESYSTEEM VAN EEN OPEN CONTROLE-INRICHTING

5.1. TOEPASSING

Onderstaande controles en onderhoud van het debietmeet- en registratiesysteem, zijn van toepassing voor:

- debietmetingen i.k.v. de de aangifte van de heffing op afvalwaterverontreiniging;
- bedrijfsafvalwater met gevaarlijke stoffen, vanaf een lozingsdebiet groter dan 50 m³/uur;
- bedrijfsafvalwater zonder gevaarlijke stoffen en koelwater, met een lozingsdebiet groter dan 100 m³/uur;
- effluent van afvalwaterzuiveringsinstallaties waarin stedelijk afvalwater wordt behandeld;
- noodlozingen^{vii}

Voor meer informatie hieromtrent wordt verwezen naar het toepassingsgebied van deze Code (1.2).

De voorschriften voor installatie en indienstelling (5.3) zijn enkel van toepassing op nieuwe^{vi} debietmeet- en registratiesystemen. De voorschriften voor periodieke controle (5.4) en onderhoud (5.5) zijn van toepassing op zowel de nieuwe^{vi} als de oude debietmeet- en registratiesystemen.

5.2. SPECIEKE MEET- EN CONTROLE-INSTRUCTIES BIJ DE DEBIETMETING VAN EEN OPEN CONTROLE-INRICHTING

5.2.1. CONTROLE VAN DE ACTUELE WATERHOOGTE

Het waterniveau (hoogte) wordt bepaald ten opzichte van het referentiepunt (3.3 y). Doorgaans wordt dit uitgevoerd met behulp van een stevig (niet-plooibare of niet-buigbare) dunne meetlat (met een nauwkeurigheid van minimaal 1 mm), 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).

→ **Meetlocatie h in 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 verbindingsstuk

^{vii} De exploitant voorziet een aparte debietmeting voor de noodlozing.

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

→ **Meetlocatie h bij een meetschot**

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

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 (zie 3.2.2 I), moet hiervoor wordt een (los) meetapparaat gebruikt dat waterpas is (of kan worden gecontroleerd) en toestaat om de hoogte te meten: lijmkleem, T-Lat, L-Lat, speciaal daarvoor ontwikkelde meetopstelling).

5.2.2. CONTROLE VAN DE OMREKENING HOOGTE – DEBIET

Het actuele debiet wordt afgelezen van het display en geregistreerd.

Het overeenkomstige (theoretische) debiet van de controle-inrichting wordt opgezocht in de betreffende debiettabel (zie BIJLAGE A), en vergeleken met het geregistreerde afgelezen debiet.

^{viii} meetputten met meetschot die vanaf 1 mei 2019 in gebruik genomen werden

5.3. CONTROLE BIJ INSTALLATIE OF BIJ INDIENSTSTELLING

5.3.1. CONTROLES, AFWIJINGEN EN ACTIES

Dit nazicht wordt uitgevoerd bij een **eerste ingebruikname** van nieuwe^{ix} debietmeet- en/of registratiesystemen, of onderdelen ervan. De goede werking van het debietmeet- en registratiesysteem moet aangetoond worden (“indienststellen”) via een nazicht van de meetopstelling (cfr.3.3), een manuele controle van de waterhoogte (zie 5.2.1), en een nazicht van de correcte omrekening hoogte naar debiet (formule) (cfr. 2.5, zie 5.2.2). Deze controles, de toegelaten afwijkingen en mogelijke acties zijn opgelijst in Tabel 3.

De periodieke controle van het debietmeet- en registratiesysteem wordt uitgevoerd door een erkend laboratorium of onder verantwoordelijkheid van de exploitant.

5.3.2. RAPPORTERING

De vaststellingen worden gerapporteerd in een meetverslag (kan ook gecombineerd verslag zijn met indienststelling van de controle-inrichting-inrichting cfr. 4.3).

Het meetverslag moet minimaal volgende elementen bevatten:

- uitvoerder, datum en tijdstip van de indienststelling;
- merk, type debietmeter en serienummer;
- beoordeling meetopstelling, inclusief print-out van instellingen: 20mA (h_{max}), nulpunt, pulsuitgang (1 puls/m³), controle van de temperatuur (ultrasoon),....;
- beoordeling van juistheid, met vermelding van de toegestane tolerantie op de hoogtemeting (per type controle-inrichting);
- controle van de omrekening hoogte – debiet;
- verzegeling en software;
- optioneel: foto's van de opstelling van indienststelling (vanuit verschillende hoeken);
- optioneel (en indien beschikbaar) kan een echocurve (fingerprint van ultrasoon signaal) toegevoegd worden.

^{ix} debietmeet- en/of registratiesystemen die vanaf 1 mei 2019 in gebruik genomen werden

HOOFDSTUK 5 – Controle en onderhoud van het debietmeet- en registratiesysteem van een open controle-inrichting

Tabel 3: overzichtstabel met controleparameters bij indienststelling van nieuwe^x debiet- en registratiesystemen voor een open controle-inrichting

Parameter	Controle	Eis <i>Actie</i>	Toepassing/frequentie
Meetopstelling	algemene eisen cfr. 3.3, oa. <ul style="list-style-type: none"> – meetbereik – nauwkeurigheid – installatie, nulpunt – verzegeling 	geen afwijkingen toegestaan <i>documenteren van nazicht, incl. print-out van instellingen: 20 mA (h_{max}), nulpunt, pulsuitgang (1 puls/m³)</i>	bij installatie of bij (her)indienststelling van nieuwe debietmeet- en registratiesystemen, of onderdelen ervan
Echocurve (optioneel) ¹	fingerprint van ultrasoon signaal	nvt	
Juistheid	actuele waterhoogte in de controle-inrichting conform 5.2.1	vergelijking van <u>gemeten</u> (meetlat) en <u>afgelezen</u> waterhoogte (debietmeter); de toegestane tolerantie tussen beide waarden is per type controle-inrichting vermeld in de betreffende debiettabel in BIJLAGE A ("Tolerantie h"). <i>Zolang de controle niet binnen de toegestane toelerantie valt:</i> <ul style="list-style-type: none"> – <i>ofwel herhaling van de controle;</i> – <i>ofwel worden corrigerende maatregelen genomen zoals aanpassing van de instellingen, gevolgd door een herhaling van de controle;</i> – <i>ofwel moet het debietmeetsysteem vervangen worden.</i> 	
Debietformule	afleiden van " <u>theoretisch</u> " debiet o.b.v. actuele afgelezen waterhoogte (debietmeter) conform 5.2.2	vergelijking van het <u>theoretisch</u> en <u>afgelezen</u> debiet; de toegestane tolerantie tussen beide waarden mag maximaal 2% bedragen.	

¹. Indien beschikbaar

5.4. PERIODIEKE CONTROLE

5.4.1. CONTROLES, AFWIJINGEN EN ACTIES

Op regelmatige tijdstippen dient een visuele controle en een controle van de juistheid van het debietmeet- en registratiesysteem uitgevoerd en gedocumenteerd te worden.

De uit te voeren controles, toegelaten afwijkingen en mogelijke acties zijn opgelijst in Tabel 2.

De periodieke controle van het debietmeet- en registratiesysteem wordt uitgevoerd door een erkend laboratorium of onder verantwoordelijkheid van de exploitant.

5.4.2. RAPPORTERING

De controle van de debietmeting wordt gerapporteerd in een meetverslag. Het meetverslag moet minimaal volgende informatie bevatten:

- merk, type debietmeter en serienummer
- uitvoerder, datum en tijdstip van de controle
- print-out van alle instellingen: 20mA (h_{max}), nulpunt, pulsuitgang (1 puls/m³),
- controle van de juistheid, inclusie
- controle van de omrekening hoogte – debiet
- verzegeling en software
- optioneel (en indien beschikbaar) kan een echocurve (fingerprint van ultrasoon signaal) toegevoegd worden.

5.5. ONDERHOUD

Het regelmatig onderhoud van het debietmeetsysteem is belangrijk om betrouwbare metingen te garanderen. De exploitant moet tevens de hele meetinrichting in een zodanige staat onderhouden dat de werking en controles ervan steeds in alle veiligheid kunnen uitgevoerd worden.

Voor continue debietsmetingen, moet de exploitant naast het opgelegde controleschema (zie 4.4 en 5.4), een periodiek onderhoudsschema vastleggen om de gehele controle-inrichting en de daarbij horende debietmeting in optimale staat te houden.

Specifieke aandachtspunten hierbij zijn:

- de debietmeter moet schoongehouden worden, en gecontroleerd worden op lekken.
- uitvoeren van regelmatig periodiek visueel nazicht van de vervuiling die meting zou kunnen beïnvloeden (bijv. bladeren,...). Afhankelijk van de weersomstandigheden dient die frequentie verhoogd te worden.

5.6. ARCHIVERING

Rapporten van indienststelling, periodieke controles en/of onderhoud van het debietmeet- en registratiesysteem worden door de eigenaar bewaard in het technisch dossier van de betreffende controle-inrichting.

HOOFDSTUK 5 – Controle en onderhoud van het debietmeet- en registratiesysteem van een open controle-inrichting

Tabel 4: overzichtstabel met controleparameters bij periodieke controle van een debiet- en registratiesysteem voor een open controle-inrichting

Parameter	Controle	Eis <i>Actie</i>	Toepassing/frequentie
Meetopstelling	visuele controle van integriteit en stabiliteit van de meetopstelling of onderdelen ervan cfr. 3.3	geen afwijkingen toegestaan <i>documenteren van nazicht, incl. print-out van instellingen: 20 mA (h_{max}), nulpunt, pulsuitgang (1 puls/m³)</i>	min. 1x / jaar
Echocurve (optioneel) ¹	fingerprint van ultrasoon signaal	huidige echocurve moet vergelijkbaar zijn met voorgaande	
Juistheid	actuele waterhoogte ² in de controle-inrichting conform 5.2.1	vergelijking van <u>gemeten</u> (meetlat) en <u>afgelezen</u> waterhoogte (debietmeter); de toegestane tolerantie tussen beide waarden is per type controle-inrichting vermeld in de betreffende debiettabel in BIJLAGE A ("Tolerantie h"). <i>Zolang de controle niet binnen de toegestane toelerantie valt:</i> <ul style="list-style-type: none"> – <i>ofwel herhaling van de controle;</i> – <i>ofwel worden corrigerende maatregelen genomen zoals aanpassing van de instellingen, gevolgd door een herhaling van de controle;</i> – <i>ofwel moet het debietmeetsysteem vervangen worden.</i> 	bij elke meetperiode (bijv. heffingscampagne), min. 1x / 6 maanden bij continue meting (jaardebiet)
Debietformule	afleiden van " <u>theoretisch</u> " debiet o.b.v. actuele afgelezen waterhoogte (debietmeter) conform 5.2.2	vergelijking van het <u>theoretisch</u> en <u>afgelezen</u> debiet; de toegestane tolerantie tussen beide waarden mag maximaal 2% bedragen.	

^{1.} Indien beschikbaar

^{2.} Voorafgaand aan deze meting wordt tevens een visuele controle uitgevoerd van de vervuiling in de controle-inrichting die meting zouden kunnen beïnvloeden (bijv. bladeren, mos...). Mogelijke vervuilingen worden verwijderd.

LITERATUURLIJST

- a. Wet oppervlaktewateren, Wet oppervlaktewateren, 26 maart 1971 - Wet op de bescherming van de oppervlaktewateren tegen verontreiniging
- b. 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)
- c. Besluit lozing bedrijfsafvalwater op RWZI, Besluit van de Vlaamse Regering van 21 februari 2014 houdende vaststelling van de regels inzake het lozen van bedrijfsafvalwater op een openbare rioolwaterzuiveringsinstallatie
- d. Code van goede praktijk voor installatie, onderhoud en controle van elektromagnetische debietmeting van afvalwater in gesloten systemen, VITO i.o.v. het Departement Omgeving, Natuur en Energie, 2016 (2016/REE/R/021), https://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/pages/1125/2017/CvGP_EM_debiet_afvalwater_in_gesloten_systemen_finaal_20170106_0.pdf
- e. ISO 1438:2008, Hydrometric – Open channels flow measurements
- f. ISO 4359:2013, Flow measurement structures - Rectangular, trapezoidal and U-shaped flumes
- g. ISO 9826:1992, Measurement of liquid flow in open channels – Par shall and Sangria flumes
- h. NBN ISO 4373:2008, Hydrometric - Water level measuring devices
- i. NBN EN ISO 772:2011, Hydrometric - Vocabulary and symbols
- j. Kritische kijk op debietformules voor venturi meetgoten met rechthoekige keeldoorsnede (ISO – VLAREM), Water, januari 2003, ir. Gert Luck (K.U.Leuven, Laboratorium voor Hydraulica)
- k. VMM debiettabellen (excel versie)
- l. Technische fiche “Open venturi kanalen VKP constructie C.R.A. nv”, CRA
- m. Technical information, TI 372D.01/14/en/10.94, Khafagi-Venturi flumes QV 302... QV 316 - Flowrate measuring in open channels, Endress+Hauser
- n. Technische fiche “CANAUX VENTURI”, Hydrologic
- o. 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
- p. Wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk, Belgisch Staatsblad 18.9.1996, www.werk.belgie.be/DownloadAsset.aspx?id=1896
- q. Codex over het welzijn op het werk, <http://www.werk.belgie.be/moduleDefault.aspx?id=1958>
- r. Algemeen reglement voor de arbeidsbescherming (ARAB), <http://www.werk.belgie.be/moduleDefault.aspx?id=1964>
- s. Afvalwater, meet- en regeltechniek, Endress+Hauser, uitgave 1995
- t. Water Measurements Manual, United States Department of the Interior Bureau of Reclamation, Revised reprint 2001, <https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/mands/wmm/index.htm>

BIJLAGE A: MAAT- EN DEBIETTABELLEN

A.1 Vlakke meetgoot met rechthoekige doorsnede

Hierna volgen de maat- en debiettabellen van vlakke meetgoten met rechthoekige doorsnede:

A.1.1 *CRA*

A.1.2 *ARKON Z1561*

A.1.3 *ARKON Z1561*

A.1.4 *ARKON Z1458*

A.1.5 *OCK-P*

A.1.6 *Fischer & Porter*

A.2 Meetgoot met parabolische doorsnede

Hierna volgen de maat- en debiettabellen van meetgoten met parabolische doorsnede.

A.3 Khafagi meetgoot

A.3.1 *Khafagi QV*

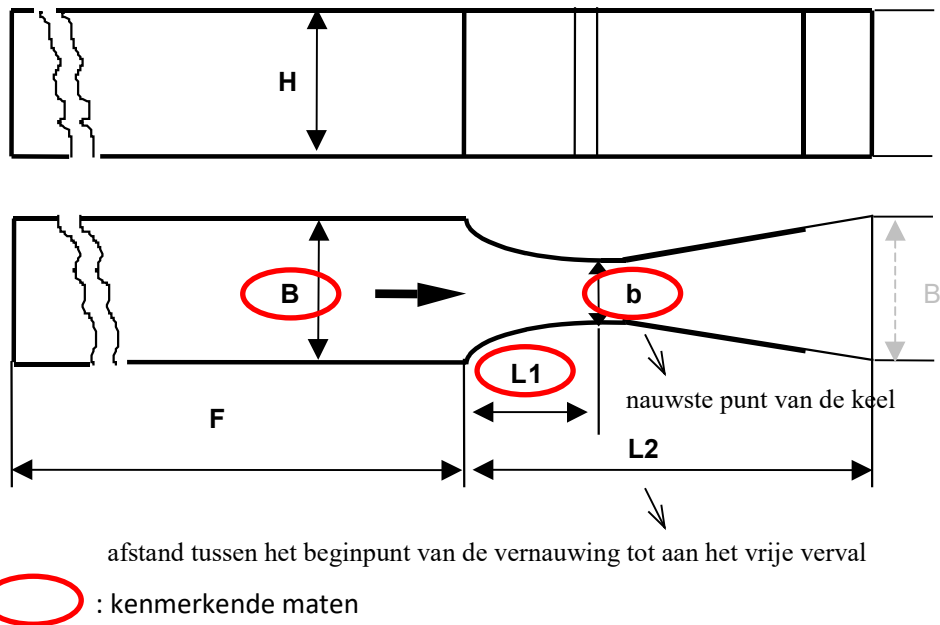
In alle lozingsformules voor rechthoekige venturikanalen wordt de effectieve kromming van het stromingsprofiel in de versmalling niet meegerekend. Om meer nauwkeurige waarden voor het debiet, afhankelijk van het waterniveau te krijgen, heeft Khafagi een ander model voor de venturi ontwikkeld.

Kenmerkend voor deze venturi 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, namelijk B (breedte van het kanaal), b (breedte van de keel gemeten op het smalste punt) en L1 (radius van de boog).

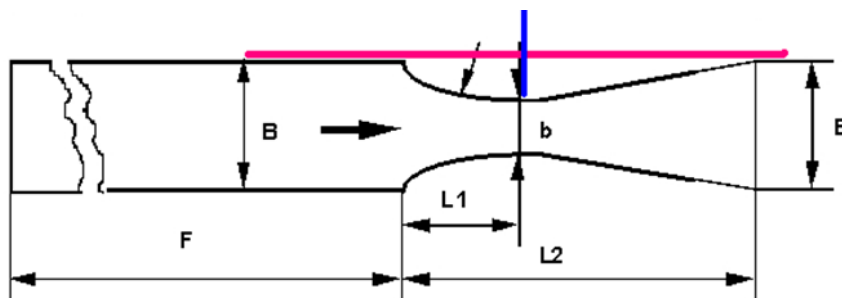
De configuratie van een venturi meetgoot van het type Khafagi en de identificatie van de afmetingen zijn weergegeven in Figuur 7.

Voor de typering en de toleranties op de maten wordt verwezen naar de maattabellen.



Figuur 7 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]

Bij een meetgoot van het type Khafagi worden de L1 en L2 waarden bepaald door een lat met T- of L-profiel of winkelhaak (Figuur 8, rode indicatie) tegen de rechte zijwand van de aanvoer- of afvoergoot te plaatsen; Figuur 8, blauwe indicatie) op de meetlat of rei bepalen de correcte waarden. Een lijmkleem kan zeker gebruikt worden om de lat of rei stabiel vast te maken.



Figuur 8: Opmeting L1 en L2 bij Venturi type Khafagi (bron: VMM)

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

$$Q = 0.01744 * b * h^{1.5} + 0.00091 * h^{2.5} * 3.6$$

met: Q debiet dat door de meetgoot stroomt (m³/h)
 b breedte van de keel gemeten op het smalste punt (cm)
 h waterhoogte (cm)

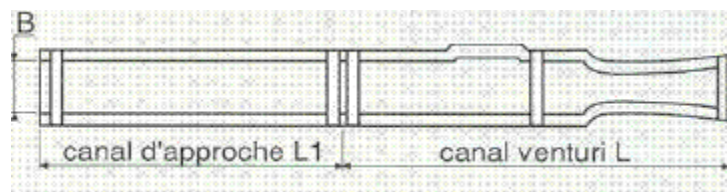
Indien de kenmerkende maten van de betreffende controle-inrichting buiten de toleranties in deze bijlage vallen (controle-eisen) vallen, mag de omrekening van de waterhoogte naar debiet niet met deze formule uitgevoerd worden. De controle-inrichting is in dat geval niet meer geschikt voor debietmetingen i.k.v. heffingscampagnes.

Hierna volgen de maat- en debiettabellen van de Khafagi –meetgoten serie QV.

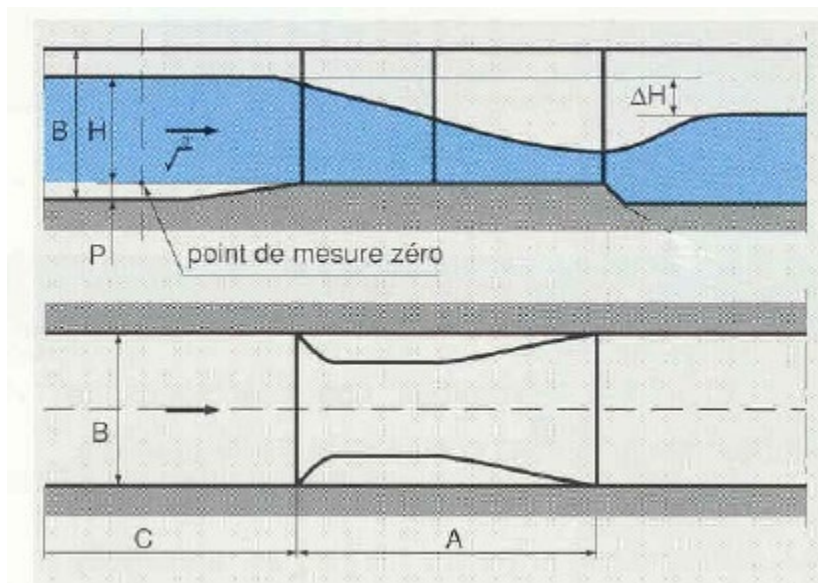
A.3.2 Hydrologic

Het bijzondere aan dit type Khafagi-achtige meetgoten is de korte keellengte, en een kleine verhoging in de bodem ter hoogte van de vernauwing.

Dit type meetgoot biedt het voordeel dat de waterhoogte op korte afstand van de vernauwing kan gemeten worden (op afstand \sqrt{B} van het convergerende gedeelte van de meetgoot). De serie 1253 is toepasbaar voor kleine debieten.



Figuur 9: Schematische voorstelling van meetgoot type Hydrologic serie 1253 met aanduiding van maten (bron: Elscolab[®]) [B: breedte van het aanvoerkanaal; L1: lengte van het aanvoerkanaal; L: lengte meetsectie; F: lengte aanvoerkanaal-hartlijn meetput; H: hoogte van de meetgoot]



Figuur 10 Schematische voorstelling van meetgoot type Hydrologic serie 1254 met aanduiding van maten (bron: Elscolab[®]) [B: breedte van het aanvoerkanaal; A: lengte van de vernauwing; C: lengte van het aanvoerkanaal P: hoogte van de helling/verhoging]

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

$$Q = (a * h^4 - b * h^3 + c * h^2 + d * h - e) * 3,6$$

met: Q debiet dat door de meetgoot stroomt (m³/h)
 a,b,c,d,e constanten afhankelijk van het type meetgoot (zie maattabellen)
 h waterhoogte (m)

Indien de kenmerkende maten van de betreffende controle-inrichting buiten de toleranties in deze bijlage (controle-eisen) vallen, mag de omrekening van de waterhoogte naar debiet niet met deze

formule uitgevoerd worden. De controle-inrichting is in dat geval niet meer geschikt voor debietsmetingen i.k.v. heffingscampagnes.

Hierna volgen de maat- en debiettabellen van de Hydrologic –meetgoten serie 1253 en 1254.

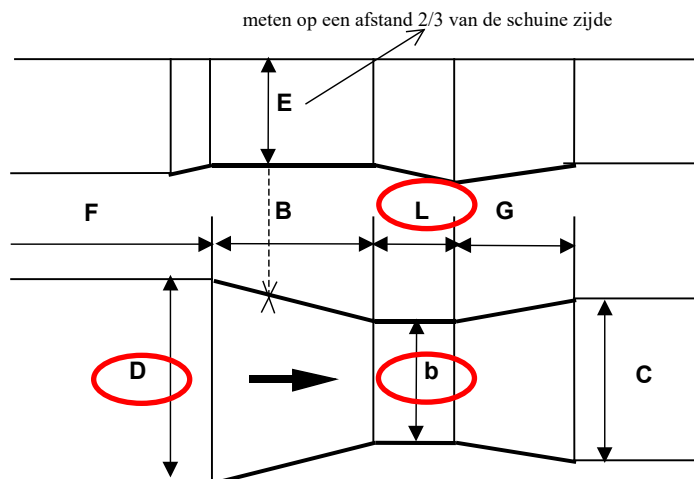
A.4 Parshall meetgoot

De configuratie van een venturi meetgoot van het type Parshall en de identificatie van de afmetingen zijn weergegeven in Figuur 11.

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).

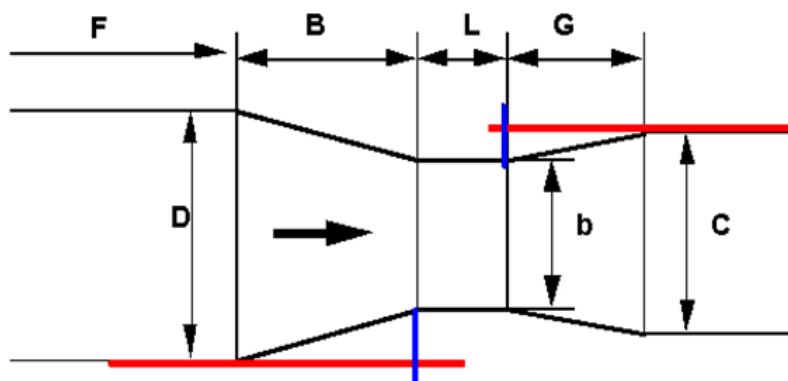
Voor de typering en de toleranties op de maten verwezen naar de maattabellen.



D : kenmerkende maten

Figuur 11: 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]

Bij een meetgoot van het type Parshall, worden de B en G waarden bepaald door een lat met T- of L-profiel of winkelhaak (Figuur 12, rode indicatie) tegen de rechte zijwand van de aanvoer- of afvoergoot te plaatsen; Figuur 12 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 12: Opmeting B en G bij type Parshall (bron: VMM)

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

$$Q = C_1 * h^n * 3600$$

met: Q	debiet dat door de meetgoot stroomt (m ³ /h)
C ₁	constanten afhankelijk van het type meetgoot (zie maattabellen Bijlage A.4)
h	waterhoogte (m)
n	exponent, afhankelijk van het type meetgoot (zie maattabellen Bijlage A.4)

Indien de kenmerkende maten van de betreffende controle-inrichting buiten de toleranties in bijlage A.4 (controle-eisen) vallen, mag de omrekening van de waterhoogte naar debiet niet met deze formule uitgevoerd worden. De controle-inrichting is in dat geval niet meer geschikt voor debietsmetingen i.k.v. heffingscampagnes.

Hierna volgen de maat- en debiettabellen van de Hydrologic –meetgoten serie 1253 en 1254.

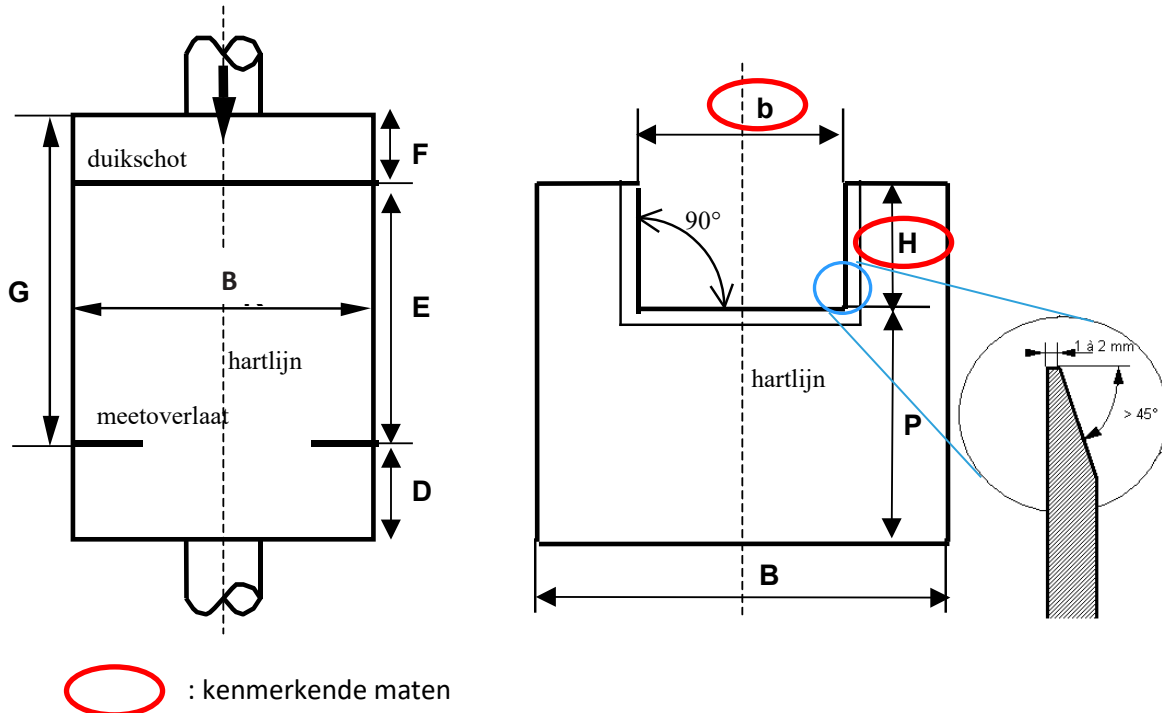
A.5 Meetschotten

A.5.1 V-schot

Hierna volgen de maat- en debiettabellen van V-schotten.

A.5.2 Rechthoekige meetschotten

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



Figuur 13: Schematische voorstelling van meetschot met rechthoekige overlaat met insnoering met aanduiding van maten (bron: VMM) [B: breedte van het aanvoerkanaal/meetput; b: breedte van de rechthoekige uitsnijding; H: hoogte van de rechthoekige uitsnijding; P: hoogte van de onderzijde van de rechthoekige uitsnijding ten opzichte van de vloer; D: stroomafwaartse afstand van het meetschot tot aan de putwand; E: afstand tussen duikschot en meetschot; F: stroomopwaartse afstand van putwand tot aan het duikschot; G: stroomopwaartse afstand van de putwand tot aan het meetschot; H: hoogte van de rechthoekige uitsnijding]

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

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

met:

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

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 5).

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 5: 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):

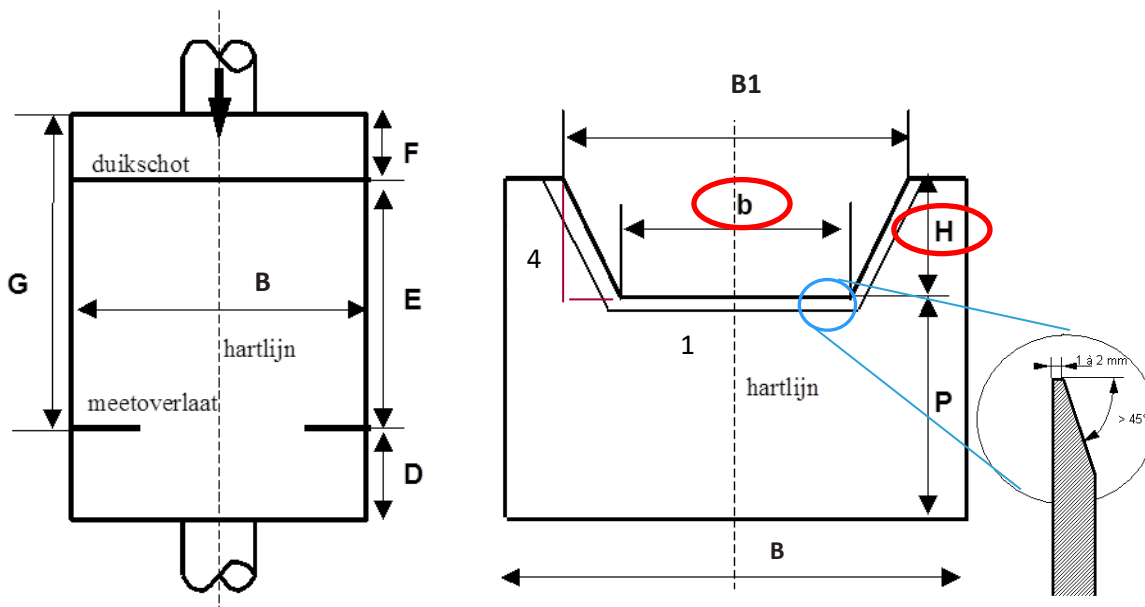
$$Q = 1.8380 * (b - 0,2 * h) * h^{1,5} * f$$

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).

A.5.3 Trapeziumvormige meetschotten (Cipoletti-overlaat)



Figuur 14: Schematische voorstelling van meetschot Cipoletti 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 (m³/h)
 h waterhoogte (m), gemeten stroomopwaarts van het meetschot
 f omrekeningsfactor m³/s naar m³/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 ≥ 2h_{max});
- (B-B1)/2 moet groter zijn dan 2h_{max} ((B-B1)/2 ≥ 2h_{max});
- de waterhoogte h mag niet minder dan 0.06 m bedragen (h ≥ 0.06 m), maar mag niet meer zijn dan b/3 (tenzij een verificatie bij grotere waterhoogtes aantoont dat deze formule nog toepasbaar is).