

Handleiding uitvoering debietmetingen op proefopstelling in Breda Versie 1.0

Stowa
Stichting RIONED

Juni 2009

Inhoud

1 Inleiding

- 1.1 Doel
- 1.2 Leeswijzer

2 Beschrijving proefopstelling

- 2.1 Situatie
- 2.2 Pompput
- 2.3 Vrijverval riool
- 2.4 Overstortput

3 Veiligheidsvoorschriften

- 3.1 Veiligheid vóór gebruik
- 3.2 Veiligheid tijdens (droog) gebruik
- 3.3 Veiligheid na en buiten gebruik

4 Voorbereidende werkzaamheden

- 4.1 Installeren meetapparatuur
- 4.2 Vullen systeem
- 4.3 Aanzetten pompen en sensoren
- 4.4 Inregelen stromingssituatie
- 4.5 Stabiliseren stroming

5 Uitvoeren debietmeterproef

- 5.1 Controle referentiemeting
- 5.2 Daadwerkelijke proef
- 5.3 Opslag meetresultaten

6 Standaardrapportage

- 6.1 Meetdoel
- 6.2 Meetopzet
- 6.3 Instellingen
- 6.4 Meetapparatuur
- 6.5 Meetresultaten
- 6.6 Analyse meetnauwkeurigheid

7 Literatuur

- Bijlage 1 Langsprofiel proefopstelling
- Bijlage 2 Pompspecificaties
- Bijlage 3 Specificaties EMF Krohne: Aquaflux 010K
- Bijlage 4 Overstortput: afsluiters en schuiven
- Bijlage 5 Overzichtskaart gemeentewerf Slingerweg, Breda
- Bijlage 6 Checklist veiligheid
- Bijlage 7 Registratieformulier

1 Inleiding

De behoefte aan praktijkmetingen in riolering neemt toe en hiermee ook het aantal meetnetten. De grote diversiteit aan meetapparatuur, de technologische ontwikkelingen en de onbekendheid met meten maken de keuze voor apparatuur en telemetrie voor de rioleringsbeheerder niet eenvoudig. Als een leverancier kan aantonen dat zijn meetapparatuur in de praktijk conform de specificaties in de folder werkt, is dat een extra houvast voor leverancier én rioleringsbeheerder.

Bij de proefopstelling in Breda kunnen leveranciers – onder voorwaarden – de werking van hun meetapparatuur onder praktijkomstandigheden testen en daarmee aantoonbaar maken. De proefopstelling is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van ARCADIS, Bergschenhoek Civiele Techniek, Flow-tronics, IMD, Imtech, ITT Flygt, Stichting RIONED en STOWA.

1.1 Doel

Riolering is niet de meest ideale omgeving voor meetapparatuur. Hierdoor kan meetapparatuur in de praktijk minder goed werken dan de specificaties doen vermoeden. Stichting RIONED steunt het initiatief van Breda voor het testen van meetapparatuur in de proefopstelling. Om ervoor te zorgen dat iedereen de proefopstelling uniform en eenduidig gebruikt, is deze meethandleiding opgesteld. Hierin staat hoe u als gebruiker van de proefopstelling op een reproduceerbare en verantwoorde manier de meetnauwkeurigheid van meetapparatuur kunt testen.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de proefopstelling aan de Slingerweg in Breda.

De hoofdstukken 3 tot en met 6 geven een toelichting op:

- veiligheidsvoorschriften (hoofdstuk 3);
- voorbereidende werkzaamheden (hoofdstuk 4);
- uitvoering van de debietmeterproef (hoofdstuk 5);
- standaardrapportage (hoofdstuk 6).

Hoofdstuk 7 geeft een overzicht van de beschikbare literatuur voor de proefopstelling.

Bijlage 1 bevat een langsdoorsnede van de proefopstelling.

Bijlage 2 beschrijft de pompspecificaties.

Bijlage 3 geeft de specificaties van de debietmeter EMF Krohne: Aquaflux 010K.

Bijlage 4 geeft de details van de afsluiters en afschuivers in de overstortput.

Bijlage 5 biedt een overzichtskaart van de gemeentewerf aan de Slingerweg in Breda.

Bijlage 6 bevat een veiligheidschecklist.

Bijlage 7 is het registratieformulier dat u bij de proef gebruikt.

2 Beschrijving onderdelen proefopstelling

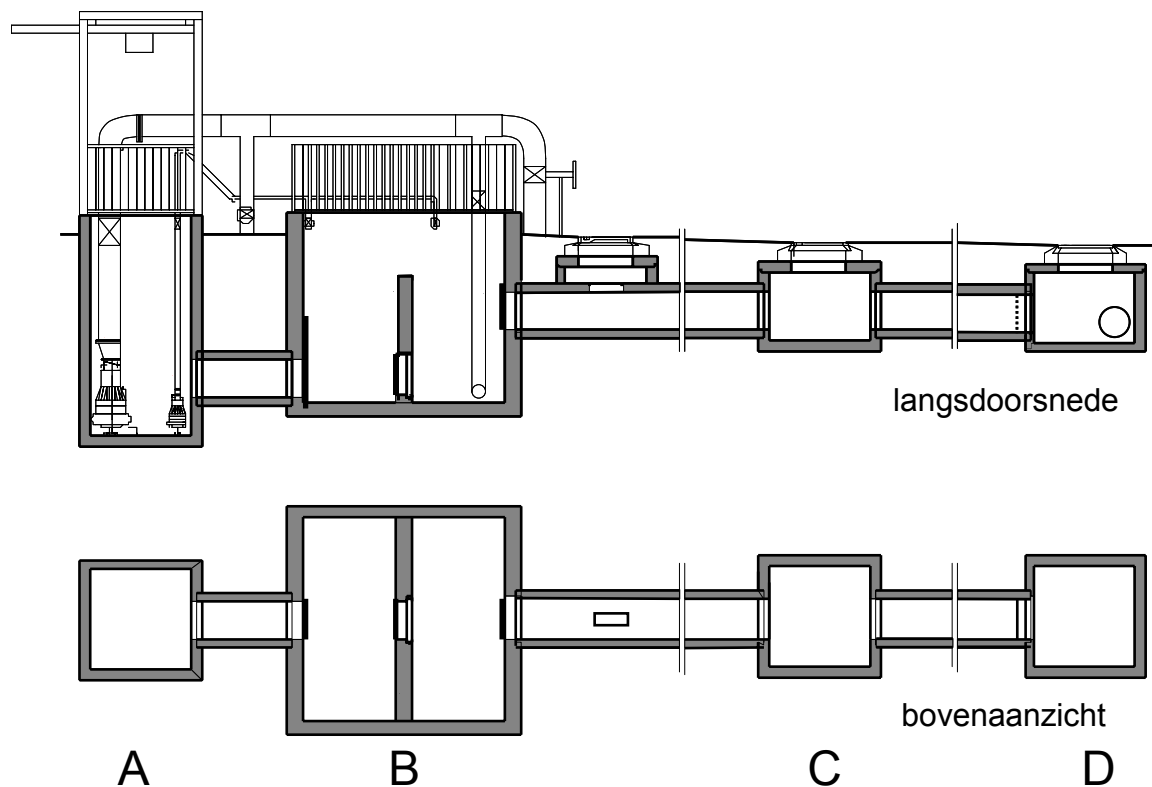
Dit hoofdstuk beschrijft de proefopstelling aan de Slingerweg in Breda die bestaat uit drie onderdelen:

- 1 een pompput (1,5 x 1,5 x 3,3 m) (paragraaf 2.2);
- 2 een vrijval riool (Ø 600 mm) van circa 50 m, met daarin een lozingsput en een debietmeetput (beide 1,5 x 1,5 x 0,8 m) (paragraaf 2.3);
- 3 een overstortput (3,0 x 3,0 x 3,0 m), (paragraaf 2.4).

2.1 Situatie

In figuur 1 ziet u het bovenaanzicht van de proefopstelling. Figuur 2 toont de pompput, overstortput en persleiding. De inzetfoto van de aanlegfase is van het vrijval riool.

Vanuit de pompput (A) kunt u (riool)water via twee pompen en een persleiding in de overstortput (B) of lozingsput (D) pompen. De pompen hebben een frequentieomvormer, zodat de capaciteit instelbaar is. Het water stroomt via het vrijval riool en een debietmeetput (C) de overstortput in. Daarna stroomt het water vanuit de overstortput weer terug naar de pompput (zie figuur 1).

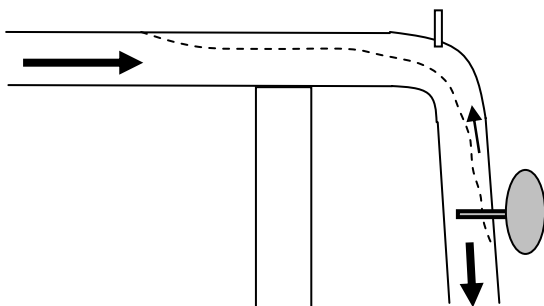


Figuur 1 Langsdoorsnede en bovenaanzicht van de proefopstelling



Figuur 2 Proefopstelling: pompput, overstortput en persleiding

Boven op de grote persleiding zit een ontluichtingskraan (zie figuur 3). Door de kraan (tijdelijk) open te zetten, kan de lucht binnen enkele minuten uit de persleiding ontsnappen. Zonder kraan drukt het water de lucht pas na enkele uren de persleiding uit.



Figuur 3 Lucht in grote persleiding

Het water verlaat de overstortput via een betonnen buis naar de pompput. De bodem van de buis ligt circa 20 cm boven de bodem van de overstortput. De overstortput is dus nooit volledig leeg te pompen, tenzij u hiervoor een mobiele pomp gebruikt.

2.2 Pompput

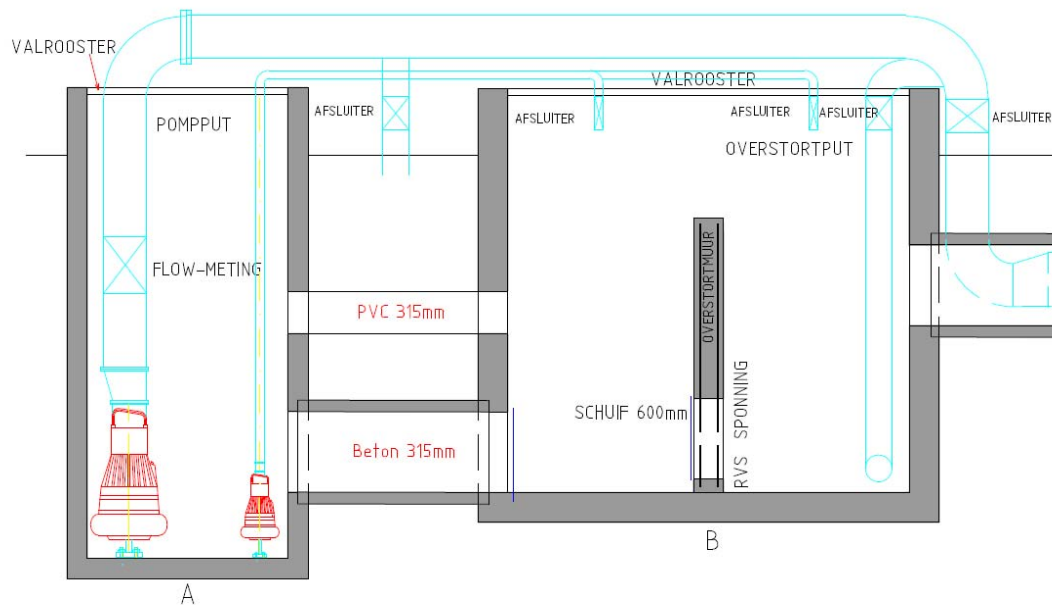
In de pompput (A) staan twee pompen die het water rondpompen:

- pomp 1 is een ITT Flygt-onderwaterpomp, type 3085;
- pomp 2 een ITT Flygt-onderwaterpomp, type AB NP3153 LT.

De specificaties van deze pompen vindt u in bijlage 2.

Pomp 1 kan water via een persleiding (Ø 100 mm) naar de overstortput pompen. Pomp 2 kan water via een persleiding (Ø 315 mm) naar de lozings- en de overstortput pompen. De persleiding heeft een fabrieksaf geijkte elektromagnetische debietmeter

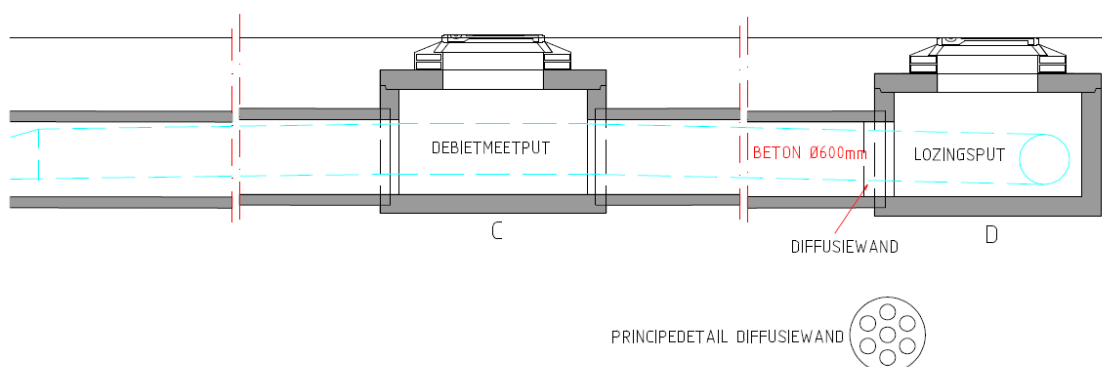
van Krohne (zie bijlage 3 voor specificaties). Vanuit de overstortput (B) stroomt het water de pompput in via een betonnen leiding (Ø 600 mm). Deze leiding heeft een afsluitschuif.



Figuur 4 Zijaanzicht pompput (A) en overstortput (B).

2.3 Vrijerval riool

Het vrijerval riool is een betonnen buis (Ø 600 mm) die bestaat uit twee delen. De meetput verbindt de twee delen (zie figuur 5). Vanuit de lozingsput gaat het riool licht omhoog naar de meetput, met een helling van 0,5 ‰. Dit deel van het riool is 15 m lang. Door de helling is er een niveauverschil van 7,95 mm tussen de binnen-onderkant-buis (bob) van de lozingsput en de bob van de debietmeetput. Tussen de debietmeetput en de overstortput loopt het riool licht af, met een helling van -0,3 ‰ en over een lengte van 35 m. Hierdoor is er een niveauverschil van 10 mm tussen de bob van de debietmeetput en de bob van de overstortput.



Figuur 5 Zijaanzicht vrijerval riool met debietmeetput (C) en lozingsput (D).

Bij de ontvangstput bevindt zich een diffusieschot om een uniforme stroming te creëren (zie figuren 5). Uit het afstudeeronderzoek van Heleen de Man (*De Man; 2008*) blijkt dat

het schot geen 100% uniforme snelheidsverdeling garandeert. Hiervoor zouden de buisjes in het diffusieschot kleiner moeten zijn. Maar dan zou de weerstand dusdanig toenemen, dat de afvoercapaciteit tekortschiet en bij lozingsput D water op straat komt te staan. Aangezien de condities in de riolering ook niet optimaal zijn (denk aan in- en uitstroompunten, knikken en obstakels), is het aannemelijk dat in de praktijk ook niet altijd uniforme stromingscondities voorkomen.



Figuur 6 Uitstroom vanuit vrijerval riool in overstortput

2.4 Overstortput

In het midden van de overstortput staat een overstortmuur van 3 m breed en 22 cm dik. Ten opzichte van de putbodem is de muur 1,7 m hoog. Op het RVS U-profiel (210 x 100 x 3 mm) op de drempel zijn verschillende overstortmessen en -profielen te installeren. Tegenover de vrijerval uitstroomleiding bevindt zich in het midden van de overstortmuur een doorlaat (600 x 600 mm). De doorlaat heeft aan de benedenstroomse zijde een afsluitschuif. De drempel van deze doorlaat ligt 10 cm hoger dan het vloerniveau van de put.

De put kent vier mogelijke instroompunten:

- 1 via het vrijerval riool;
- 2 bovenstrooms van de overstortmuur, via de persleiding Ø 315 mm;
- 3 bovenstrooms van de overstortmuur, via de persleiding Ø 100 mm;
- 4 benedenstrooms van de overstortmuur, via de persleiding Ø 100 mm.

De verbinding via de betonnen leiding (Ø 600 mm) met de pompput ligt 21 cm boven het vloerniveau van de overstortput.



Figuur 7 Overstortput in werking

3 Veiligheidsvoorschriften

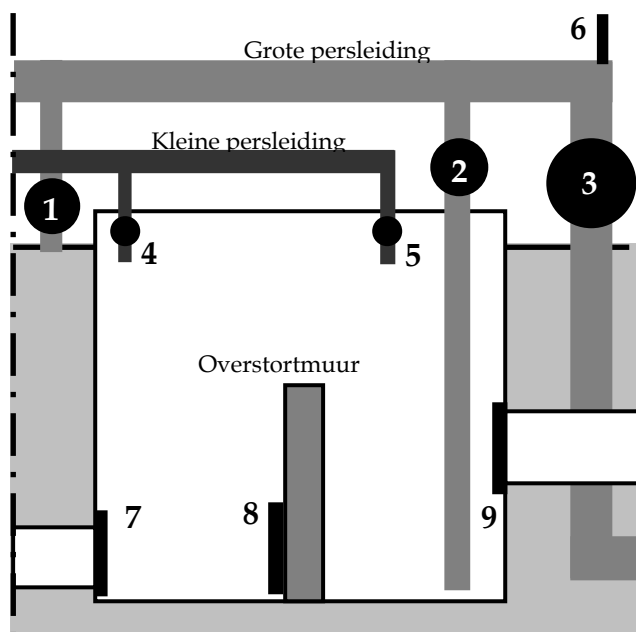
Voor de veiligheid moet u als gebruiker bepaalde voorschriften in acht nemen en controles uitvoeren. Dit hoofdstuk beschrijft deze veiligheidsvoorschriften en -controles. In bijlage 6 vindt u een veiligheidschecklist.

3.1 Veiligheid vóór gebruik

- 1 Controle schakelaars groene kast: is alles uit?
Controleer vóór aanvang van de meting of alle schakelaars in de groene kast uit staan.
- 2 Afzetting open putten.
Scherm vóór aanvang van de meting de open putten (debietmeet- en lozingsput) af met wegafzettingen. Zo voorkomt u dat personen in de put vallen of (vracht)auto's in de put rijden. Gebruik daarom geen pionnen maar wegafzettingshelmen. Deze zijn verkrijgbaar bij de rioleringsopzichter. De afzetting moet tijdens de gehele gebruiksperiode blijven staan. Zorg er wel voor dat grote en kleine werkwagens langs de proefinstallatie kunnen rijden.
- 3 Controle op aanwezigheid personen.
Controleer vóór aanvang van de meting of er geen mensen in de opstellingsonderdelen aanwezig zijn. Controleer hiervoor achtereenvolgens de pompput, de overstortput, de debietmeetput en de lozingsput.
- 4 Controle op vervuiling/aanwezigheid materiaal.
Controleer vóór aanvang of er geen vuil (zoals takken, flessen en blikjes), losse onderdelen, materiaal of gereedschappen in de opstelling aanwezig zijn of in het water liggen. Deze kunnen de pompen verstopen en voor afwijkingen in de meetresultaten zorgen. Verwijder daarom dergelijk materiaal.
- 5 Controle afsluiters en schuiven.
In de overstortput zitten diverse afsluiters en kleppen die de stromen kunnen sturen (zie bijlage 4). Zorg vóór ingebruikname van de proefopstelling dat de juiste afsluiters/schuiven open staan. De afsluiters bedient u met de blauwe wielen. De schuiven kunt u openen/sluiten met het verlengstuk (in de groene kast).

De volgende sluitinstellingen zijn mogelijk:

- 1 Leegpompen van het systeem: afsluiters 2 en 3 dicht, afsluiter 1 open. Alle schuiven in de overstortput moeten open staan.
- 2 Stroming door het vrijverval riool: afsluiters 1 en 2 dicht, afsluiter 3 open. Alle schuiven open. Wilt u een geheel gevulde buisstroming creëren, sluit dan schuif 8 van de doorlaat in de overstortmuur.
- 3 Overstortmetingen: afsluiters 1 en 2 dicht, afsluiter 3 open. Schuif 8 dicht en schuiven 7 en 9 open.



- 1 Afsluiter grote persleiding voor lozing op vrijverval riool.
- 2 Afsluiter grote persleiding naar overstortput.
- 3 Afsluiter grote persleiding naar lozingsput.
- 4 Afsluiter kleine persleiding naar overstortput.
- 5 Afsluiter kleine persleiding naar overstortput.
- 6 Ontluchtingskraan grote persleiding.
- 7 Schuif naar pompput.
- 8 Schuif in overstortmuur.
- 9 Schuif uiteinde rioolbuis.

Figuur 8 Locaties afsluiters en schuiven

3.2 Veiligheid tijdens (droog) gebruik

1 Optakelen (en neerlaten) van pompen.

Neem bij het optakelen (en neerlaten) van pompen voor onderhoud of vervanging de volgende veiligheidsvoorschriften in acht:

- Hoofdschakelaars pompen uit.
Schakel de hoofdschakelaars van de pompen altijd uit als u droge werkzaamheden verricht, zoals onderhoud of het takelen van de pompen.
- Minimaal twee personen.
Vanwege het grote gewicht moet u de pompen met minimaal twee personen optakelen (en neerlaten). Zorg dat de takelhaken te allen tijde aan de pompen vastzitten.
- Juiste werkkleding.
Draag veiligheidsschoenen en handschoenen conform de voorschriften.
- Recht optakelen en neerlaten.
Om te voorkomen dat de pomp gaat slingeren, moet u deze altijd in een rechte lijn optakelen en neerlaten.
- Aanhaken pomp.
Aan de pomp zit een ketting om deze op te takelen. In het geval de kettinghaak van de pomp is gevallen kan deze door te "vissen" weer worden aangehaakt. Let goed op bij het "vissen" met de haak aangezien u over de rand moet hangen.

2 Werken in de putten.

- Werk nooit alleen in een van de putten.
- Hang de trap op de daarvoor bestemde plek in de overstortput op.
- Let op: het RVS U-profiel op de overstortmuur kan glad zijn!

3 Watertemperatuur.

Houd de watertemperatuur onder de 20 graden. Bij temperaturen tussen de 25 en 50 graden ontstaan en groeien namelijk legionellabacteriën. In warme perioden moet u wellicht wat koud water bijvullen om de temperatuur laag genoeg te houden. Gebruik hiervoor de grondwatertoevoerkraan van de afsputplaats.

3.3 Veiligheid na en buiten gebruik

1 Watertoevoer afsluiten.

Als u de proefopstelling niet gebruikt, moet u de watertoevoer naar de opstelling afsluiten. Sluit hiervoor de grondwatertoevoerkraan van de afsputplaats af. Doe daarna het ijzeren deksel dicht en sluit dit af.

2 Takelmachine opbergen.

Berg na gebruik de takelmachine op in haar huis. Dit beschermt de takelhaak tegen weersinvloeden en vandalisme.

3 Schakelaars uit.

Voorkom dat de grote pomp aan kan gaan als niemand aanwezig is. Zet hiervoor de schakelaar van zowel de frequentieomvormer als de takel uit.

4 Afsluiten.

- Sluit de groene kast en de hekdeurtjes rond de pomp- en overstortput af om oneigenlijk gebruik en ongevallen te voorkomen.
- Plaats de putdeksels op de debietmeet- en lozingsput.

5 Trap/ladder niet in proefopstelling.

Berg de ladder op in de loods van het gebouw op de gemeentewerf.

6 Besturingscomputer uit.

Zet de besturingscomputer (voor het gebruik van o.a. de pompen) uit.

4 Voorbereidende werkzaamheden

Voordat u gaat meten, moet u de opstelling eerst klaarmaken voor gebruik. Het gaat hierbij om:

- het installeren van de meetapparatuur (paragraaf 4.1);
- het vullen van het systeem (paragraaf 4.2);
- het aanzetten van pompen en sensoren (paragraaf 4.3);
- het inregelen van de stromingssituatie (paragraaf 4.4);
- het stabiliseren van de stroming (paragraaf 4.5).

4.1 Installeren meetapparatuur

Voor het installeren van meetapparatuur zijn diverse mogelijkheden. Als leverancier kiest u de meetlocaties of richt u deze in. De manier waarop u de meetapparatuur installeert, moet u rapporteren, inclusief kaart- en fotomateriaal. Op basis van dit materiaal moet het mogelijk zijn de praktijkmetingen op een later tijdstip te herhalen. Bij de meetpunten kunt u kabels doorvoeren.

4.2 Vullen systeem

Afhankelijk van de meting moet u het stelsel tot een bepaald niveau vullen. Hiervoor opent u de hoofdtoevoer (zie positie 1 op de overzichtskaart in bijlage 5). Op de baak in de overstortput kunt u het waterniveau aflezen. Houd rekening met een vultijd van meerdere uren. Tijdens spoelwerkzaamheden (op de gemeentewerf) is geen water beschikbaar.

4.3 Aanzetten pompen en sensoren

- Schakel eerst de hoofdschakelaars in de pompput aan.
- Schakel vervolgens de frequentieomvormer in (in de groene kast).
- Als de computer de pompen moet sturen, moet het indicatielampje bij 'NET' branden. Stuur u de pompen met de hand, druk dan de knop 'PU/EXT' in. Hierdoor gaat het lampje bij 'NET' uit en dat bij 'PU' aan.

Start de software als volgt op:

- start de pc;
- log in als beheerder;
- start Citect-runtime;
- log dan in met de juiste gebruikersnaam en het juiste wachtwoord;
- vul het gemaalnummer in: 204;
- selecteer de juiste pomp en schakel deze in of uit (hand in/hand uit);
- druk op de FWD-knop voor bediening via de meetkast;
- stel met de draaiknop het toerental in (dit staat standaard op 1.000 rpm).

4.4 Inregelen stromingssituatie

Voor het meten van stroomsnelheden en debieten in het vrijerval riool kunt u een volkomen (vrije uitstroomtoestand) en een onvolkomen (beïnvloeding door benedenstrooms water) stroming simuleren. Het hoogteverschil tussen de waterstand benedenstrooms en de waterstand bovenstrooms bepaalt of sprake is van een volkomen of een onvolkomen stromingssituatie. Vanuit praktisch oogpunt rekent de proefopstelling met volkomen (vrije) stroming als het benedenstroomse peil onder het niveau van de bob van de vrijerval leiding ligt. Als het benedenstroomse waterniveau

meer dan $\frac{2}{3} H$ (H = overstortende straal) boven de overstortdrempel staat, is sprake van gestuwde stroming.

4.5 Stabiliseren stroming

Na enkele minuten is de stroming in het stelsel stabiel. De stabilisering is afhankelijk van de pompcapaciteit van de pomp. Deze wordt bepaald door de Q-h-curve van de pomp en de waterstand in de pompput. Is het verpompte debiet (zoals gemeten door de gekalibreerde elektromagnetische stroommeter (EMF) in de persleiding) onafhankelijk van de hoogtevariaties in het systeem, dan is de stroming stabiel. Maar dit is niet te controleren, omdat de referentiedebietmeter wordt afgeschermd (zie paragraaf 5.3). Op basis van eerdere proeven is bekend dat gedurende stabiele situaties de waterstand niet meer dan 1 cm schommelt.

Als vuistregel geldt: als de waterstand in de pompput binnen twee minuten niet meer dan 1 cm verloopt, is de situatie stabiel. Het einde van de stabiele periode is het moment waarop u het toerental van de pomp handmatig wijzigt of een andere ingreep doet die de stromingssituatie beïnvloedt.

5 Uitvoeren debietmeterproef

Het uitvoeren van de debietmeterproef bestaat uit:

- controle van de referentiemeting (paragraaf 5.1);
- de daadwerkelijke proef (paragraaf 5.2);
- opslag van de meetresultaten (paragraaf 5.3).

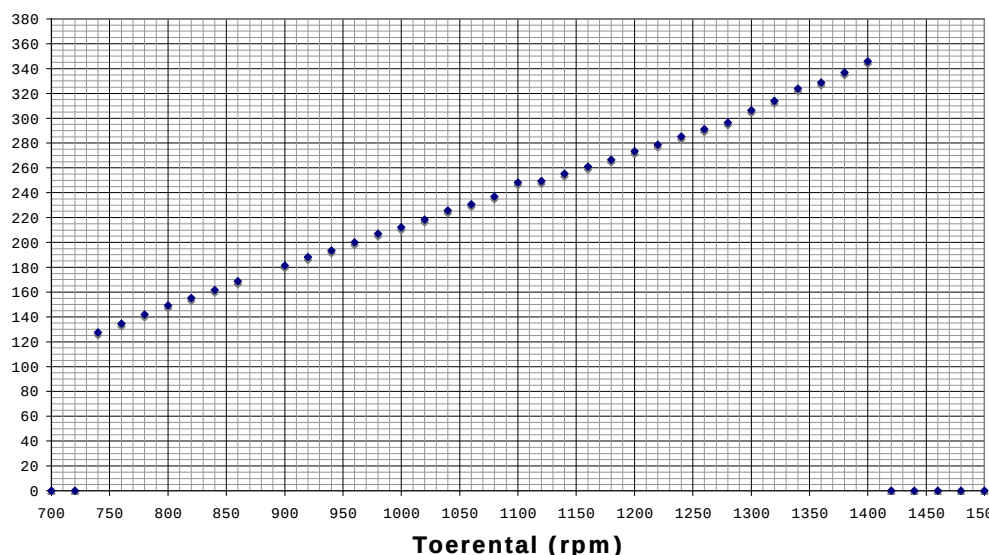
5.1 Controle referentiemeting

Voor het meten van debieten zit in de persleiding van pomp 2 een gekalibreerde elektromagnetische debietmeter (EMF). Deze meter dient als referentie en is in 2006 fabrieksaf gekalibreerd op drie verschillende debieten: 500 m³/h, 390 m³/h en 270 m³/h. In de range van 100 tot 550 m³/h garandeert de EMF-fabrikant een onbetrouwbaarheidsmarge van 0,5%.

Controleer vóór aanvang van de metingen of het QEMF nog overeenkomt met de door de producent aangeleverde grafiek. Dit doet u als volgt:

- 1 Vul het systeem (door afsluiter 2 open te zetten en afsluiter 1 en 3 dicht) tot een waterniveau van minimaal 1,3 m (gedeeltelijk gevulde buis) op de baak in de overstortput.
- 2 Zet tijdelijk de ontluchter open.
- 3 Stel het toerental de eerste vijf minuten in op 1.500 rpm en verhoog dit stapsgewijs elke vijf minuten in stappen van 20 tot 50 rpm tot het gewenste toerental. Zo gaat de lucht via de ontluchtingskraan langzaam uit de meetopstelling. Laat de opstelling bij dit toerental ten minste 15 tot 30 minuten draaien en controleer of de meting stabiel is (waterstandsverloop < 1 cm binnen 2 minuten).
- 4 Controleer het debiet voor ten minste 4 punten op de grafiek bij een afgaande reeks.

Debietsverloop bij afvoeren van toerental



Figuur 9 Gemeten debieten met referentiedebietmeter

Als de stroming stabiel is, mag het gemeten debiet niet meer dan 5 m³/h afwijken van het eerder bij dit toerental gemeten debiet (zie figuur 9). Is de afwijking groter dan 5 m³/h, dan kunt u het QEMF niet als referentiedebiet gebruiken en moet de fabrikant de referentiedebietmeter opnieuw kalibreren in de fabriek.

Met een ultrasone waterniveaumeter in de overstortput kunt u bepalen of de proefopstelling voldoet aan de randvoorwaarden voor de waterpeilvariatie en (on)volkomen stromingscondities.

5.3 Daadwerkelijke proef

Voer de debietmeterproef uit met grondwater. Tijdens de test schermt een onafhankelijk persoon de geijkte debietmeter af, zodat de referentiemetingen niet meer zichtbaar zijn. De onafhankelijke persoon dient in overleg met de gemeente Breda te worden geregeld. Degene die dit doet, tekent dit af op het registratieformulier. Als gebruiker mag u namelijk niet in de verleiding komen het meetinstrument in te regelen op een bekend debiet. In de praktijk is het debiet immers ook niet bekend. De meetgegevens moet u uiteraard wel loggen voor latere analyse.

Voor het testen van de meetnauwkeurigheid van debietmeters is een afgaande meetreeks het uitgangspunt. Dit betekent dat u het systeem vult met water en de pomp stapsgewijs verhoogt tot het maximumtoerental. Zorg dat de afsluiters en schuiven in de juiste stand staan en dat een constant debiet door het stelsel stroomt. De instelling van het toerental van de pomp (en daarmee van het verpompte debiet) kunt u regelen door in stappen van 20 tot 50 rpm elke vijf minuten het toerental te wijzigen tot het gewenste debiet ontstaat. Na ongeveer 15 minuten is het systeem dan gestabiliseerd. Houd daarna de stabiele toestand minimaal 15 minuten in stand.

Schrijf de ruwe meetwaarden van zowel de referentiemeter als de te testen debietmeter per seconde datum-tijdgerelateerd weg. Noteer op het registratieformulier het tijdstip (datumsynchroon met proefopstelling) waarop de meting stabiel is en het tijdstip waarop u het toerental wijzigt.

5.4 Opslag meetresultaten

Bij de proefopstelling kunt u verschillende soorten meetapparatuur aansluiten op het gemaalbesturingssysteem. Om de gegevens te loggen, kunt u het aanwezige Citect-programma gebruiken. Voor uitleg van dit programma kunt u terecht bij de gemalenbeheerder op de gemeentewerf van Breda. Gebruikt u de Citect-software niet? Sla de meetgegevens dan datum-tijdsynchroon met de referentiemeetwaarden op!

6 Standaardrapportage

De resultaten van de proef moet u in een standaardrapport beschrijven. De informatie in het rapport moet zodanig zijn, dat een derde, onafhankelijke partij de bewerkingen op de ruwe meetgegevens kan reproduceren. Dit hoofdstuk behandelt de minimumeisen voor de standaardrapportage. Het rapport is openbaar. De proefmeting en de bijbehorende resultaten moeten begrijpelijk en navolgbaar zijn.

Daarom moet u in de standaardrapportage de volgende onderdelen uitwerken:

- 1 Meetdoel (paragraaf 6.1).
- 2 Meetopzet (paragraaf 6.2).
- 3 Instellingen (paragraaf 6.3)
- 4 Meetapparatuur (paragraaf 6.4).
- 5 Meetresultaten (paragraaf 6.5).
- 6 Analyse meetnauwkeurigheid (paragraaf 6.6).
- 7 Conclusies en aanbevelingen.

Daarnaast moet u bij het rapport de volgende bijlagen aanleveren:

Bijlage 1: Ingevuld registratieformulier proef.

Bijlage 2: Specificaties meetapparatuur.

Bijlage 3: Foto's meetapparatuur voor en na plaatsing.

Bijlage 4: Grafische presentaties (voor zover deze niet in het hoofdrapport staan).

Bijlage 5: CD-rom met de ruwe, bewerkte én referentiemeetwaarden.

6.1 Meetdoel

Als u een debietmeter test, kunt u de volgende meetdoelstelling overnemen:

“Het testen van de nauwkeurigheid van een type debietmeter in een praktijksituatie”.

6.2 Meetopzet

De meetopzet moet duidelijk maken op welke locaties (x, y, z) u meet, met welke apparatuur, met welke meet- en logfrequentie en voor welke duur. Beschrijf ook de omstandigheden waaronder u meet. Sommige debietmeetapparatuur moet u ter plaatse kalibreren. Deze in-situkalibratiemethode en de resultaten ervan moet u in de rapportage opnemen. Ook deze methode moet reproduceerbaar zijn.

6.3 Instellingen

Neem de meet- en logfrequentie op in het rapport. De meetfrequentie is de frequentie waarmee u het debiet meet. De logfrequentie is de frequentie waarmee u het representatieve gemiddelde van de meetwaarden over een bepaald interval logt. Beschrijf ook hoe u dit gemiddelde bepaalt.

6.4 Meetapparatuur

Van de te testen meetapparatuur moet u het volgende beschrijven:

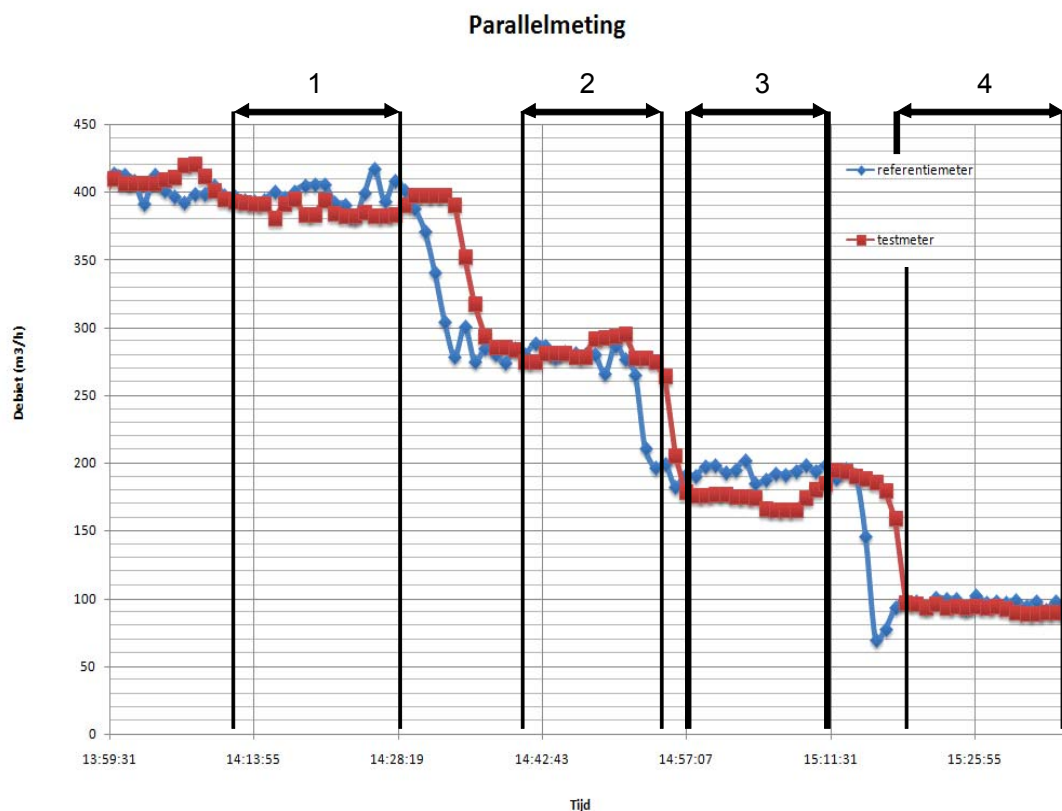
- Merk en typenummer, met nadere specificaties in een bijlage 2.
- Fabrikagedatum.
- De principewerking.
- Het meetbereik.
- De door de fabrikant opgegeven absolute meetnauwkeurigheid.
- De door de fabrikant opgegeven relatieve meetnauwkeurigheid (t.o.v. fullscale).

- Omstandigheden waarin de meter nauwkeurig of bedrijfszeker is.

6.5 Meetresultaten

Neem de meetresultaten als volgt in het rapport op:

- Ingevuld registratieformulier (bijlage 1).
- Digitale ruwe, bewerkte en referentiemeetwaarden datum-tijdgerelateerd op CD-rom (bijlage 5).
- Meetresultaten gehele proefperiode in onbewerkte vorm grafisch uitgezet tegen referentiemeetwaarden, inclusief markering van stabiele stromingssituaties (zie figuur 10).



Figuur 10 Voorbeeld grafische presentatie ruwe meetwaarden

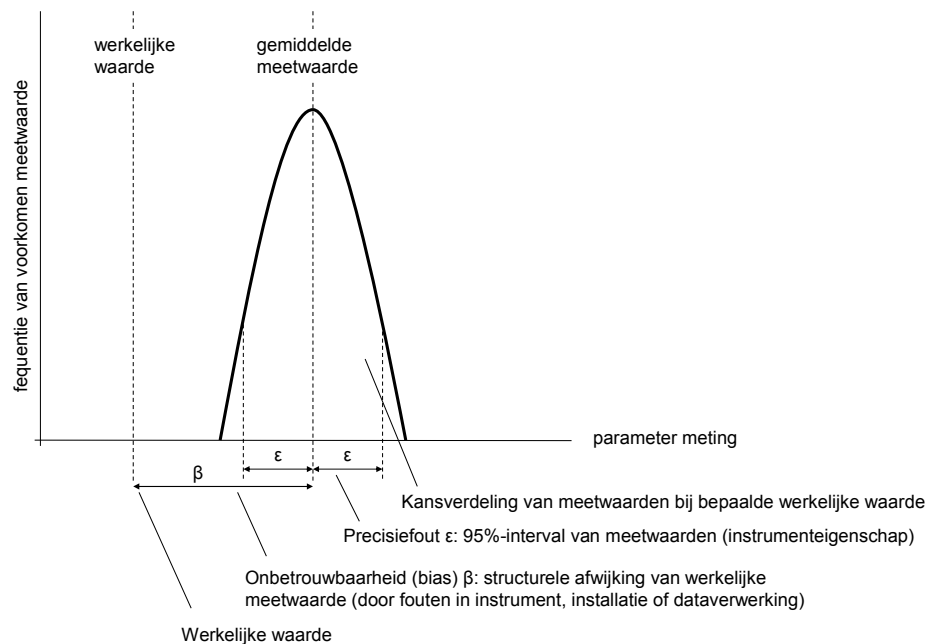
Figuur 10 illustreert hoe de ruwe meetgegevens grafisch zijn uitgezet tegen de referentiemeetwaarden. De perioden waarin de stroming stabiel is, zijn gemarkeerd en genummerd.

6.6 Analyse meetnauwkeurigheid

Fabrikanten van debietmeetapparatuur garanderen meestal een bepaalde meetnauwkeurigheid van de apparatuur. Maar vaak is niet duidelijk wat 'meetnauwkeurigheid' is. Zo kan een zeer precieze meting totaal onbetrouwbaar zijn, of andersom. Bij het beoordelen van de meetgegevenskwaliteit is zowel de precisie als de betrouwbaarheid van belang (zie figuur 11):

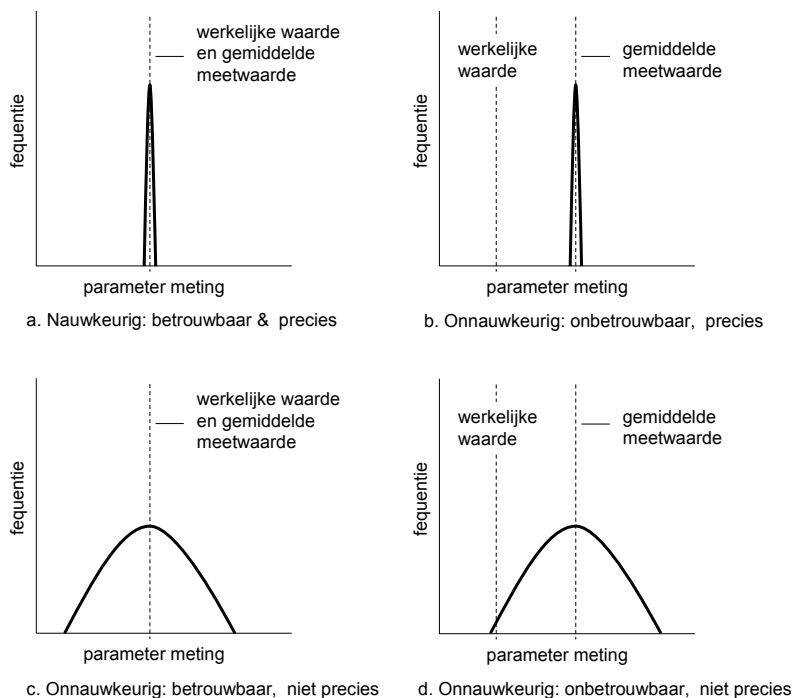
- De betrouwbaarheid van een meting is de mate waarin de metingen de werkelijke waarden op het moment van meten weergeven. Betrouwbaarheid komt tot uitdrukking in de afwijking (β) van het gemiddelde van de metingen tot (het gemiddelde van) de daadwerkelijke waarde(n).

- De precisie is de bandbreedte waarbinnen de meetwaarden vallen wanneer u dezelfde daadwerkelijke waarde meet. Precisie wordt uitgedrukt als het verschil (ϵ) tussen de grenzen van het 95%-interval en het gemiddelde van de meting.



Figuur 11 Datakwaliteit hangt af van betrouwbaarheid en precisie (Bron: Coleman and Steele, 1995)

Een meting is alleen nauwkeurig als deze betrouwbaar én precies is (zie figuur 12). De totale meetonnauwkeurigheid is dus $\beta \pm \epsilon$.



Figuur 12 De effecten van fouten in precisie en betrouwbaarheid (Bron: AIAA, 1995)

Het resultaat van de nauwkeurighedsanalyse moet u voor zowel de proeftrajecten afzonderlijk als het totale traject weergeven in tabellen (zie voorbeeld in tabel 1) en grafieken (zie voorbeelden in figuur 13).

Tabel 1 Fictief voorbeeld presentatie meetnauwkeurigheid

Proeftraject	Gemiddelde X_{true} referentiemeter	Gemiddelde μ testmeter	Precisie ε testmeter	Meetnauwkeurigheid $\delta = X_{true} - \mu \pm \varepsilon$
1	134	156	13	22 ± 13
2	222	244	9	22 ± 9
3	356	368	11	12 ± 11
1 t/m 3	255	270	10	15 ± 10

Stel dat in het voorbeeld in tabel 1 de debietrange 500 m³/h bedraagt. Dan is de fullscale-meetnauwkeurigheid 5 tot 25 m³/h = 1 - 5%.

7 Literatuur

Voor de proefopstelling in Breda is de volgende literatuur beschikbaar:

Smits J., 26 juni 2007

“Proefopstelling Slingerweg 1-5, Breda, draairapport”.

Klootwijk M., Meissen P., Moens M., 2007

“Proefopstelling Breda voor praktijkonderzoek meetsensoren”, Rioleringswetenschap, jaargang 7, nr. 24, januari 2007.

Klootwijk M., Moens M., Smits J., 2007

“Praktijktest debietmeters proefopstelling Breda”, Rioleringswetenschap, jaargang 7, nr. 28, december 2007.

De Man H., Klootwijk M., Moens M., 2007

“Aanvulling op artikel Praktijktest debietmeters proefopstelling Breda”, Rioleringswetenschap, jaargang 8, nr. 29, maart 2008.

De Man H., Klootwijk M., Moens M., Smits J., 2007

“Testing flow-meters using a field laboratory”, International congress on urban drainage (ICUD11) te Edinburgh Schotland, september 2008.

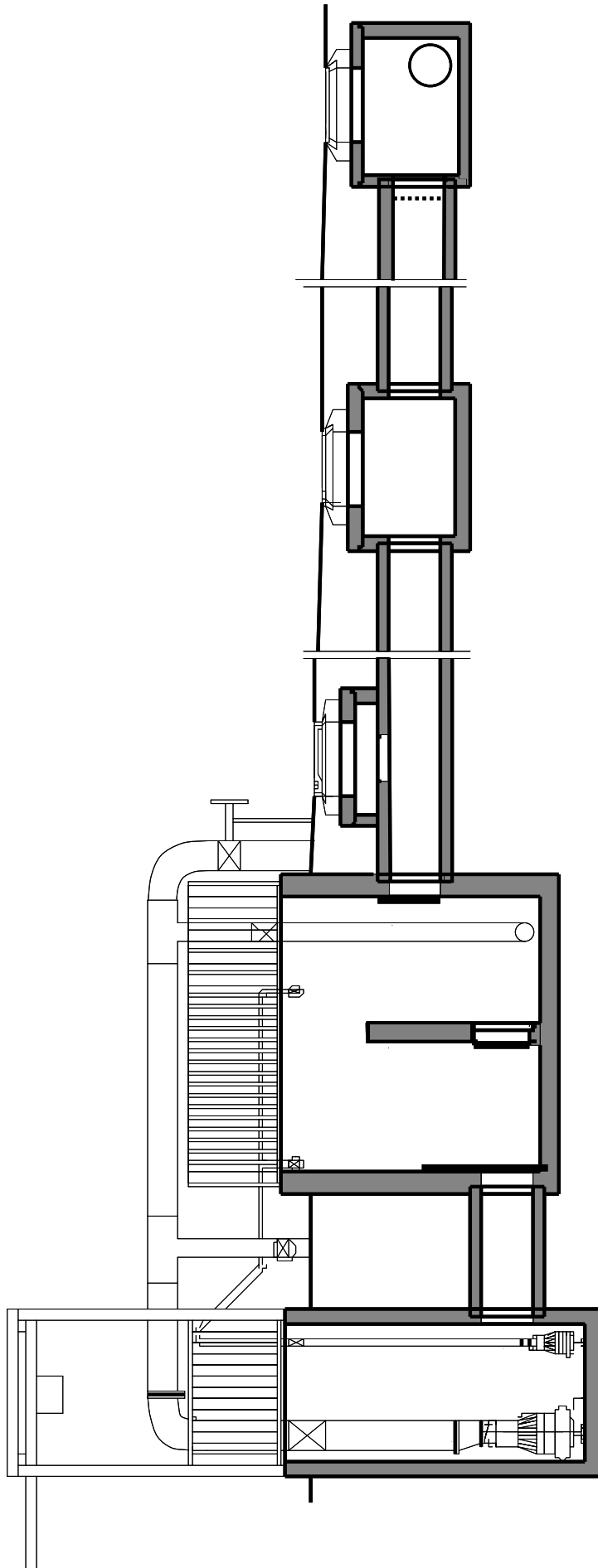
De Man, 2008

‘On the applicability of discharge measuring techniques in partially filled conduits’, TU Delft.

De Man H., Klootwijk M., Moens M., 2008

“Verkennd onderzoek naar verbeteringsmogelijkheden overstortmetingen”, Rioleringswetenschap, jaargang 8, nr. 32, december 2008.

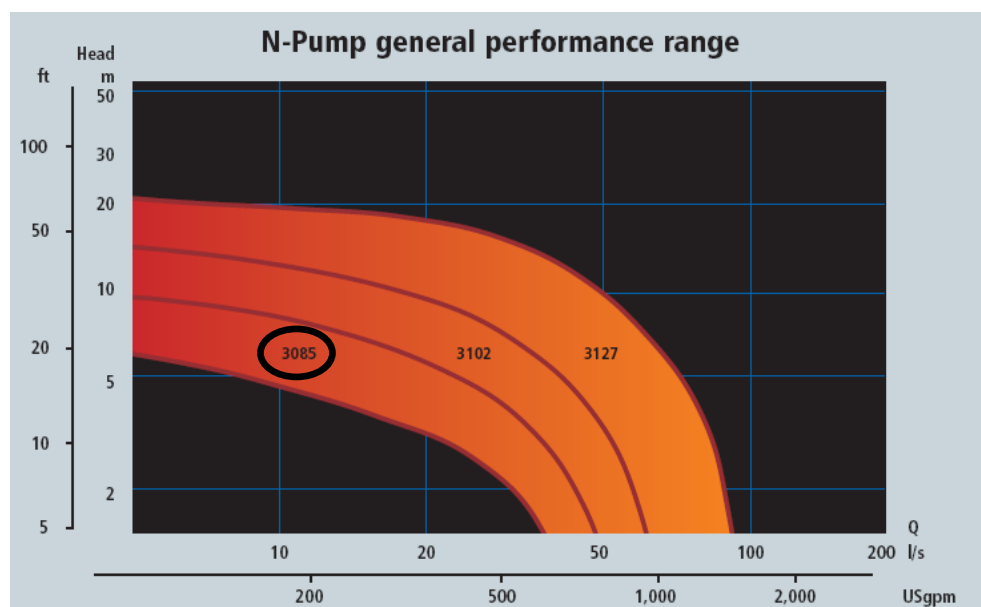
Bijlage 1 Langsprofiel proefopstelling



Bijlage 2 Pompspecificaties

Pomp 1:

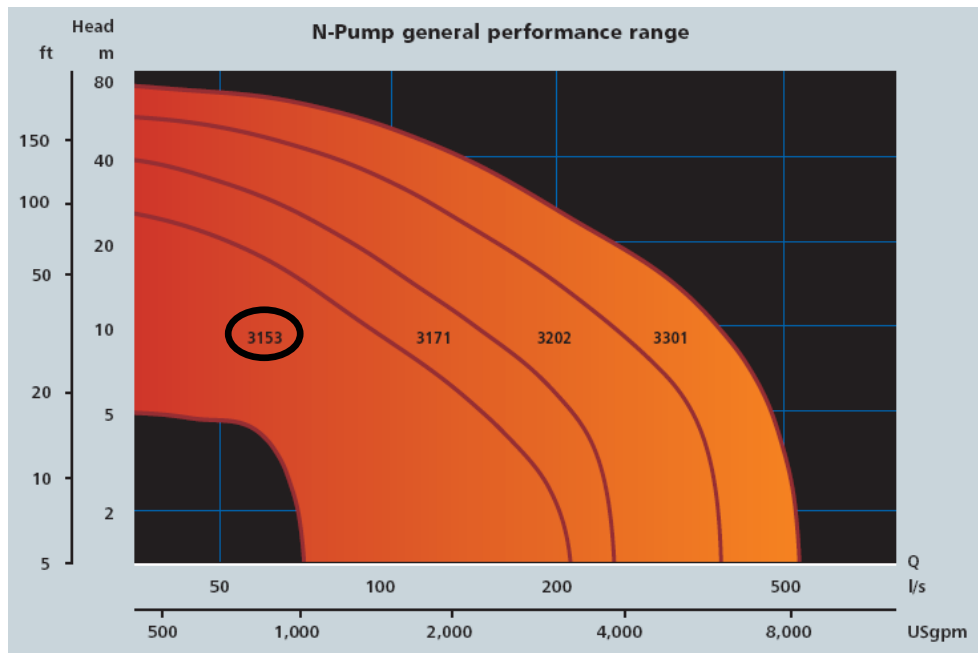
Merk : ITT Flygt AB
Type : 3085
Serienr. : 3085.120 95042
Related speed : 1.400 rpm
Rated Shaft power : 1.3 kW
Diameter outlet : 80 mm



(Bron: Documentatie ITT Flygt: N-Pumps 3085, 3102 & 3127 - For reliable and efficient wastewater handling)

Pomp 2:

Merk : ITT Flygt AB
Type : NP 3153 LT
Serienr. : 3153.181 0650227
Related speed : 1.460 rpm
Rated Shaft power : 9.0 kW
Diameter outlet : 200 mm
Waaiernr. : 412



(Bron: Documentatie ITT Flygt: N-Pumps 3153, 3171, 3202 & 3301 - A new generation of submersible wastewater pumps)

Bijlage 3 Specificaties debietmeter EMF Krohne: Aquaflux 010K



09/97

**Electromagnetic
flowmeters
for water and sewage**

- Primary head
- Compact flowmeters



[Installation
instructions](#)



AQUAFLUX F

AQUAFLUX

F

010 K

020 K

080 K

[CONTENTS](#)

[Storage and transport](#)

[Installation in the pipeline](#)

[Grounding](#)

[Pages 3-4](#)

[Pages 4-5 and 7-8](#)

[Page 9](#)



AQUAFLUX 010 K / 020 K



AQUAFLUX 080 K

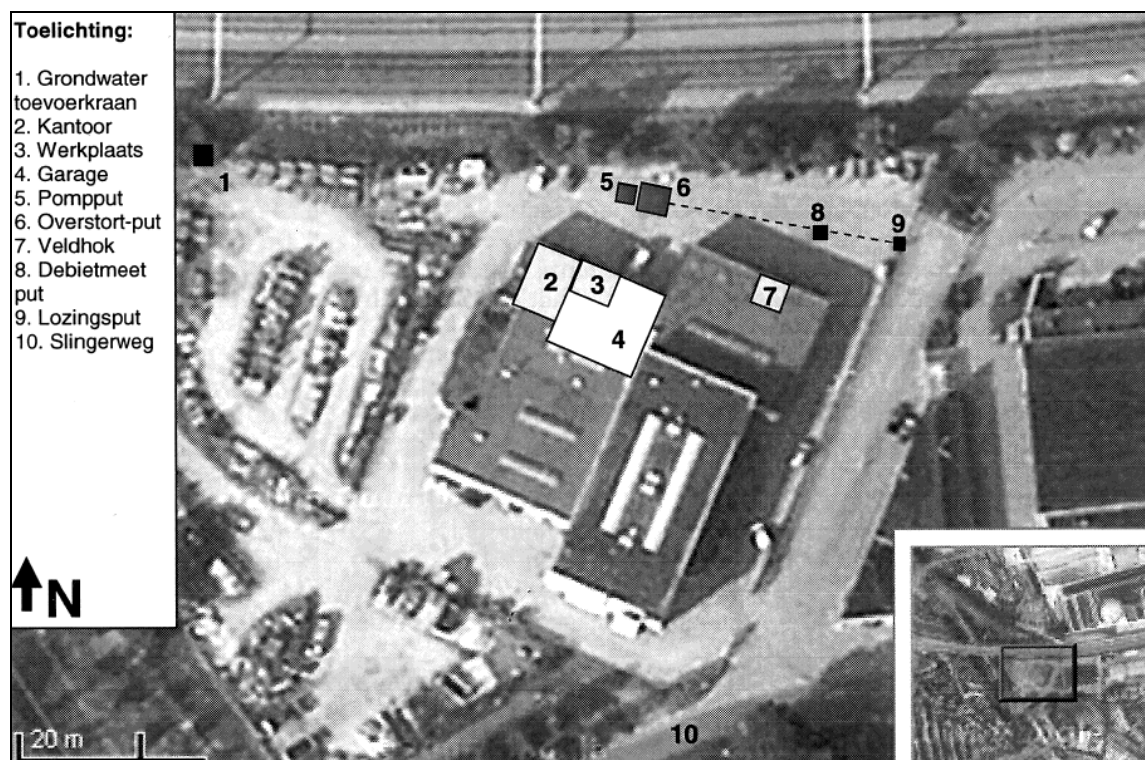
3.1MREAF1 060721

Order No. DIN size 7.02137 33.00
US size 7.02137 73.00

Bijlage 4 Detail overstortput: afsluiters en schuiven



Bijlage 5 Overzichtskaart gemeentewerf Slingerweg, Breda



Bijlage 6 Checklist veiligheid

Deze checklist kunt u gebruiken om te controleren of u aan de veiligheidsvoorschriften hebt voldaan.

- 0 Controle alle pompen uit.
- 0 Open putten afgezet.
- 0 Niemand aanwezig in:
 - 0 pompput;
 - 0 overstortput;
 - 0 debietmeetput;
 - 0 lozingsput.
- 0 Optakelen van de pompen:
 - 0 Hoofdschakelaars pompen uit.
 - 0 Juiste werkkleding (veiligheidsschoenen en handschoenen).
 - 0 Takelhaken bevestigd.
 - 0 Takelen met twee personen.
- 0 Werken in de putten:
 - 0 Minimaal met twee personen.
 - 0 Trap op juiste plek.
- 0 Open putten gesloten na gebruik.

Bijlage 7 Registratieformulier

Datum proef:	
Firmanaam proefnemer:	
Namen proefnemers:	
Naam en firmanaam onafhankelijk persoon:	
Specificaties te beproeven meetinstrument:	
Veiligheidsvoorschriften in acht genomen?	
Stroming stabiel bij aanvang proef?	
Afsluiters 1, 2, 4, 5 en 6 dicht?	
Afsluiter/schuiven 3, 7, 8 en 9 open?	
Referentiedebietmeting voldoet?	
Referentiedebiet afgeschermd + gecontroleerd dat referentiemeetwaarden datum-tijdsynchroon per seconde worden gelogd? (paraaf onafhankelijk persoon)	
Meetwaarden testdebietmeter en referentiedebietmeter worden datum-tijdsynchroon per seconde gelogd?	

Handmatige metingen voor de afgaande reeks

Proef- traject	Ingesteld toerental	Starttijd stabiele situatie (uu:mm:ss)	Afgelezen debiet starttijd (m ³ /h)	Waterstand pompput op starttijd (cm)	Eindtijd stabiele situatie (uu:mm:ss)	Afgelezen debiet eindtijd (m ³ /h)	Waterstand pompput op eindtijd (cm)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Kopie ingevuld registratieformulier ontvangen door onafhankelijk persoon? (paraaf)

Kopie digitale ruwe meetwaarden ontvangen door onafhankelijk persoon? (paraaf)

Digitale referentiemeetwaarden opgeslagen door onafhankelijk persoon? (paraaf)

Opmerkingen:

Handtekening + datum
proefnemer

Handtekening + datum
onafhankelijk persoon
