

Rioolvreed Water en Aangesloten Oppervlakken

Een 3-tal deelstudies, uitgevoerd in 2011

19-01-2012

Inhoudsopgave:

A. Oplegnotitie	blz 1
B. Rioolvreed water RWZI Uithuizen en RWZI Uithuizermeeden	blz 5
C. Rioolvreed water RWZI Delfzijl en RWZI Scheve Klap	blz 31
D. Rioolvreed water RWZI Feerwerd en RWZI Winsum	blz 63

A. Oplegnotitie

In de periode 2009-2011 zijn, onder de vlag “Technologische Samenwerking in de Noordelijke Waterketen”, door de waterschappen Hunze en Aas, Noorderzijlvest en de waterbedrijven WMD en Waterbedrijf Groningen onder facilitering van WLN een viertal oriënterende onderzoeken uitgevoerd. Eén van deze onderzoeken gaat over het opstellen van waterbalansen met als doel inzicht te krijgen in het aandeel rioolvreed water per zuivering. In het kader hiervan zijn een zestal zuiveringen geanalyseerd. Het betreft de zuiveringen: Delfzijl/Scheve Klap, Uithuizen/Uithuizermeeden en Feerwerd/Winsum. De zuiveringen zijn per twee geanalyseerd omdat het in de planning ligt deze zuiveringen op termijn samen te voegen. In de studie zijn 5 zuiveringen van waterschap Noorderzijlvest meegenomen en één van waterschap Hunze en Aas, te weten: Scheve Klap. Het onderzoek is uitgevoerd door DHV Groningen.

Deze notitie bespreekt de onderzoeksresultaten en een mogelijk vervolg.

Inleiding

De droogweerafvoer (dwa) en de aangesloten verhardingen zijn belangrijke ontwerpparameters voor de riolering en rwzi's. Toch worden beide rioolstelselkenmerken vrijwel uitsluitend theoretisch 'achter het bureau' bepaald.

De werkelijke dwa en de omvang van de aangesloten verhardingen blijken echter in de praktijk vaak groter te zijn. Rioolvreed water en aangesloten particuliere verhardingen zijn twee van de belangrijkste oorzaken van de afwijkingen. Deze afwijkingen hebben verstrekkende gevolgen voor de emissies tijdens overstortingen en het ontwerp en optimalisatie van de riolering en rwzi's etc.

Om meer inzicht te verkrijgen in de mate en de gevolgen van de afwijkingen zijn in opdracht van STOWA de DWAAS (Droog Weer Afvoer Analyse Systematiek) en HAAS (Hemelwater Afvoer Analyse Systematiek) methodieken ontwikkeld. De kenmerken (dwa, rwa) en aangesloten oppervlak) kunnen op basis van gangbare debietmetingen bij gemalen en rwzi's met DWAAS en HAAS snel en inzichtelijk gevalideerd worden. Hierdoor zullen de berekeningen meer realistisch en de voorgestelde maatregelen meer effectief zijn.

Rioolvreed water

Rioolvreed water is water dat ongewenst in de riolering terechtkomt en vervolgens wordt afgevoerd naar rwzi's. Rioolvreed water bestaat voornamelijk uit geïnfiltreerd grondwater, bronningen, drainagewater, instromend oppervlaktewater, etc. De hoeveelheid rioolvreed water

wordt afgemeten aan de droogweerafvoer (dwa). Indien rioolvreemd water op grote schaal optreedt, heeft dit aanzienlijke gevolgen voor het functioneren van de rwzi's en in mindere mate voor de vuilemissies van riooloverstortingen op oppervlaktewater.

Aangesloten oppervlakken

Naast de droge perioden worden de natte perioden geanalyseerd met de in 2009 ontwikkelde HAAS-methode (Hemelwater-Afvoer-Analyse-Systematiek). Deze methodiek kwantificeert het aangevoerde regenwater. Uit deze kwantificering van het aandeel regenwater en in relatie met de neerslaggegevens zijn afvloeiingscoëfficiënten van de neerslag berekend. Hieruit is de omvang van het naar de riolering afstromend oppervlak beoordeeld en vergeleken met de uit de basisrioleringsplannen bekend zijnde verharde oppervlakken.

Uitgangspunten

Voor het gehele onderzoek geldt dat de onderzoeksperiode waarover de analyses zijn uitgevoerd is van 01-01-2008 tot en met 31-12-2010.

Gebiedsafbakening

Alle op een zuivering aangesloten gebieden waarvan afvalwater komt zijn, zogenaamde bemalingsgebieden, door de waterschappen opgenomen in een GIS-applicatie. Per zuivering is op basis hiervan een 'kernenlijst' samengesteld. Het onderzoek heeft zich op deze kernen toegespitst.

Dagsommen afvalwater

De dagsommen van de afgevoerde debieten voor de beschouwde periode zijn voor de verschillende rwzi's aangeleverd door het waterschap. Deze reeks is voor alle beschouwde zuiveringen vrijwel volledig geweest.

Dagsommen drinkwater

Voor het onderzoek is een postcodelaag aangeschaft die over bemalingsgebieden kon worden gelegd.

Van het waterbedrijf zijn per postcodegebied en voor het jaar 2010 de drinkwatergegevens ontvangen. In het onderzoek is verondersteld dat de drinkwatergegevens ook voor de eerdere jaren als representatief kan worden beschouwd. De drinkwatergegevens zijn gecorrigeerd als aannemelijk was dat (agrarische)bedrijven wel drinkwater innamen, maar dit niet op de riolering terecht zou kunnen komen (bijv. veedrenkingswater). Voor alle rwzi'en zijn de geleverde hoeveelheden getotaliseerd en is de gemiddelde dagsom geleverd drinkwater berekend.

Dagsommen neerslag

Om de DWAAS en HAAS methodiek te kunnen toepassen is per rwzi een neerslagreeks vervaardigd. Deze neerslagreeksen zijn opgesteld uit de KNMI-gegevens van de vaste stations die representatief zijn voor de verzorgingsgebieden. Deze zijn opgevraagd bij het KNMI.

Aangesloten verhardingen en inwoners

De gegevens van de omvang van de aangesloten oppervlakken zijn door het waterschap beschikbaar gesteld. Per kern en rwzi zijn de aangesloten verhardingen en aantallen inwoners opgegeven.

Theoretische droogweerafvoer

De theoretische droogweerafvoer (dwa) is opgebouwd uit de dwa van huishoudens en de dwa van bedrijven. Het waterschap heeft deze getallen geleverd op basis van bij hen bekende gegevens uit de basisrioleringsplannen (BRP) van de betrokken gemeenten. Per inwoner is uitgegaan van een dagsom van 120 liter afvalwater.

Beschrijving van de DWAAS en HAAS-methodiek

Hiervoor wordt verwezen naar de onderliggende deelrapporten of naar de verschillende STOWA rapporten die over dit onderwerpen zijn verschenen. Het betreft de rapporten: 2003-08, 2005-30, 2009-24.

Resultaten/Conclusies

Voor de resultaten per beschouwde zuivering wordt verwezen naar de onderliggende deelrapporten. Hieronder zijn de belangrijkste resultaten en conclusies per zuivering weergegeven.

Rioolvremd water

DWAAS Periode 2008-2010	DWA-theorie M3/dag	Drinkwater M3/dag	DWA-gemeten M3/dag	Rioolvremd water	
				M3/dag	%
RWZI Uithuizen	770	846	1.183	413	54
RWZI Uithuizermeeden	574	722	1.070	495	86
RWZI Feerwerd	451	497	644	194	43
RWZI Winsum	2.063	2.730	2.594	531	26
RWZI Delfzijl	5.587	4.907	8.630	3.043	54
RWZI Scheve Klap	872	1.250	1.076	204	23

Voor alle conclusies per zuivering wordt verwezen naar de onderliggende deelrapporten. Hieronder zijn enkel hoofdconclusies opgenomen per zuivering:

- Uithuizen; de variatie in winter en zomer aanvoer van de dwa duidt op infiltratie van grondwater
- Uithuizermeeden; de DWA-theoretisch ligt ca. 20% lager dan wat er aan drinkwater is geleverd (dwa-bedrijven onderschat?, veel veedrenking?)
- Uithuizermeeden; veel rioolvremd water, 86%, infiltratie grondwater verwacht, instromend oppervlaktewater (?), rwa=10xdwa (!)
- Feerwerd; veel rioolvremd water, infiltratie van grondwater (!), wisselende grondwaterstanden, instromend oppervlaktewater (?)
- Winsum; dwa-theorie ligt 20% lager dan de geleverde hoeveelheid leidingwater, veel rioolvremd water, infiltratie grondwater (!), instromend oppervlaktewater (?)
- Delfzijl; veel rioolvremd water, infiltratie van grondwater (!), instromend oppervlaktewater (?)
- Scheve Klap; ingebruikname Envilla (?), weinig rioolvremd water lijkt

Influent parameters

Daarnaast geven de resultaten in de rapporten nog een beeld van de samenstelling van het afvalwater door een aantal influent parameters te vergelijken met 'Stowa-gemiddelden'. Met name het Cl-gehalte is interessant, want dit kan duiden op instromend brak grondwater.

Discrepantie

Ook is gekeken naar de discrepantie, hoeveel vuillast wordt op een zuivering aangeboden in vergelijking tot wat theoretisch wordt verwacht. Hieruit blijkt dat voor zowel de rwzi Uithuizen als Uithuizermeeden geldt dat hier 20% meer vuillast wordt gemeten, dan aangeboden. 15% wordt als acceptabel geacht. Op RWZI Winsum wordt ca. 15% minder gemeten, dan theoretisch verwacht. Foutieve aansluitingen (vuilwater op hemelwaterriool) kan één van de oorzaken zijn.

Aangesloten verhard oppervlak

Onderstaande analyse laat zien dat voor alle zuiveringen geldt dat de omvang van het werkelijk aangesloten verhard oppervlak zeker groter is dan de tot nu bekend zijnde oppervlakten. Ook met grote zekerheid kan worden gesteld dat er verharde oppervlakken via drukriolering en foutaansluitingen op het gemengde of vuilwaterriool zijn aangesloten.

HAAS Periode 2008-2010	Totaal oppervlak ha	Afvl.coëff.C -	Geschat oppervlak ha
RWZI Uithuizen	41,6	1,12	78 (188%)
RWZI Uithuizermeeden	37,9	1,00	65 (172%)
RWZI Feerwerd	22,8	1,11	44 (193%)
RWZI Winsum	91,6	1,15	178 (194%)
RWZI Delfzijl	307,9	0,92	470 (153%)
RWZI Scheve Klap	41,8	0,93	65 (156%)

Aanbevelingen

De uitgevoerde analyses hebben het waterschap tot inzichten geleid die zeker aanleiding geven de beoordeelde zuiveringskringen nog eens nader kritisch te beschouwen. Een verdieping op het niveau van een bemalinggebied past hierin. Op dit moment loopt, voor het waterschap Hunze en Aa's, deze verdieping voor de rwzi Scheve Klap. Deze zuivering kan wellicht worden aangesloten op de rwzi Delfzijl, wat betekent dat deze rekenexercities zeer nuttig blijken. De resultaten tot nu toe zullen worden meegenomen in geplande optimalisatiestudies (OAS). Daarnaast zal een plan gemaakt worden om ook de overige zuiveringen door te rekenen op basis van dezelfde systematiek.

B. Riolvreemd water RWZI Uithuizen en RWZI Uithuizermeden

Opdrachtgever	: Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.
Project	: Riolvreemd water en aangesloten oppervlakken RWZI Uithuizen en RWZI Uithuizermeden
Dossier	: BA7414-100-100
Omvang rapport	: 26 pagina's
Auteur	: Henk van Wieringen
Bijdrage	: Adelbert van der Meer
Interne controle	: Adelbert van der Meer
Projectleider	: Adelbert van der Meer
Projectmanager	: Marco de Kraker
Datum	: 19 januari 2012
Naam/Paraaf	: (Marco de Kraker)



Inhoudsopgave

B.	RIOOLVREEMD WATER RWZI UITHUIZEN EN RWZI UITHUIZERMEEDEN	5
1	SAMENVATTING.....	8
2	INLEIDING	10
3	RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN	11
3.1	Onderzoeksperiode	11
3.2	Gebiedsafbakening	11
3.3	Dagsommen afvalwater.....	11
3.4	Dagsommen leidingwater.....	11
3.5	Dagsommen neerslag	12
3.6	Aangesloten verhardingen en inwoners	12
3.7	Theoretische droogweerafvoer	13
4	DWAAS EN HAAS.....	14
4.1	Algemeen.....	14
4.2	Beschrijving DWAAS	14
4.3	Beschrijving HAAS.....	17
5	RESULTATEN	20
5.1	Rwzi Uithuizermeeden 2008.....	20
5.2	Rwzi Uithuizermeeden 2009.....	22
5.3	Rwzi Uithuizermeeden 2010.....	24
5.4	Rwzi Uithuizen	26
5.5	Samenvatting resultaten en conclusies.....	27
6	LITERATUUR	30

Tabellen

Tabel 1 Gebiedsindeling voor de Dwaas en HAAS analyses	11
Tabel 2 Jaar- en dagsommen geleverd leidingwater.....	12
Tabel 3 Jaarsommen neerslag	12
Tabel 4 Aangesloten oppervlakken en inwoners per rwzi.....	12
Tabel 5 Theoretische dwa inwoners en bedrijven.....	13
Tabel 6 Beoordeling jaargemiddelde afvloeiingscoëfficiënten	19
Tabel 7 Waterbalans en aangesloten oppervlakken rwzi Uithuizen.....	27
Tabel 8 Resultaten DWAAS	27
Tabel 9 Influent parameters.....	28
Tabel 10 Cl concentraties bij droog en nat weer.....	28
Tabel 11 Discrepantie.....	28
Tabel 12 Resultaten HAAS.....	29

Figuren

Figuur 1 De Weiss-Brombach methode (voorbeeld).....	15
Figuur 2 Schematische weergave onderscheiden fracties in waterbalans	16
Figuur 3 DWAAS resultaten Rwzi Uithuizermeeden 2008.....	20
Figuur 4 Natte periode analyse Rwzi Uithuizermeeden 2008.....	21
Figuur 5 DWAAS resultaten Rwzi Uithuizermeeden 2009.....	22
Figuur 6 Natte periode analyse Rwzi Uithuizermeeden 2009.....	23
Figuur 7 DWAAS resultaten Rwzi Uithuizermeeden 2010.....	24
Figuur 8 Natte periode analyse Rwzi Uithuizermeeden 2010.....	25
Figuur 9 Verloop van gemeten DWA rwzi Uithuizen.....	26

Afkortingen

rwzi	rioolwaterzuiveringsinstallatie
dwa	droogweerafvoer
BRP	basisrioleringsplan
DWAAS	dwa-analyse-systematiek
GBKN	Grootschalige Basiskaart Nederland
GM	Gemengd rioelstelsel
HAAS	hemelwater-afvoer-analyse-systematiek
i.e.	inwoner equivalent
VE	vervuilingseenheid
poc	pompoevercapaciteit
VGS	Verbeterd Gescheiden Stelsel

1 Samenvatting

Inleiding

Rioolvreemd water is water dat onbedoeld in de riolering terecht komt en vervolgens wordt afgevoerd naar rwzi's. Rioolvreemd water bestaat voornamelijk uit geïnfiltreerd grondwater, bronneringen, drainagewater, instromend oppervlaktewater, etc. De hoeveelheid rioolvreemd water wordt afgemeten aan de theoretische droogweerafvoer (dwa). Indien rioolvreemd water op grote schaal optreedt, heeft dit aanzienlijke gevolgen op de vuilemissies van riooloverstortingen op oppervlaktewater, op het biologisch functioneren van de rwzi's en op de vuilvrachten van het effluent.

Doel is om per rwzi inzicht te verkrijgen in het aandeel rioolvreemd water in het ingezamelde afvalwater. Hierdoor kan meer gericht worden gezocht naar de oorsprong van dit water teneinde eventuele maatregelen te kunnen voorstellen.

Beschrijving onderzoek

Voor de bepaling van het aandeel rioolvreemd water heeft DHV samen met STOWA in 2003 de DWAAS-methodiek ontwikkeld. Met de DWAAS-methode (DWA-Analyse-Systematiek) is het aandeel rioolvreemd water bepaald dat op de hoofdrioolgemalen en de rwzi wordt aangeboden. De onderzoeksperiode is van 1 januari 2008 t/m 31 december 2010.

De essentie van deze methodiek is dat met bewerkingen en analyses van dagsommen van hoeveelheden afvalwater het percentage rioolvreemd water ten opzichte van de theoretische dagsom voor de droogweerafvoer wordt bepaald. Hierbij wordt de invloed van de neerslag uitgefilterd.

Naast de droge perioden worden de natte perioden geanalyseerd met de door DHV samen met STOWA in 2009 ontwikkelde HAAS-methode (Hemelwater-Afvoer-Analyse-Systematiek). Deze methodiek kwantificeert het aangevoerde regenwater. Uit deze kwantificering van het aandeel regenwater en in relatie met de neerslaggegevens is de rioolinloop berekend en uitgedrukt met de afvloeingscoëfficiënt C. De afvloeingscoëfficiënt C is de verhouding van de hoeveelheid neerslag die door de riolering wordt afgevoerd en de hoeveelheid die op het verharde oppervlak is gevallen. Uit de waarde voor C is de omvang van het naar de riolering afstromend oppervlak beoordeeld en vergeleken met de uit de basisrioleringsplannen bekend zijnde verharde oppervlakken.

De rioolinloop is uitgedrukt met de afvloeingscoëfficiënt C: de verhouding van de hoeveelheid neerslag die door de riolering wordt afgevoerd en de hoeveelheid die op het verharde oppervlak is gevallen

Rioolvreemd water

Rioolvreemd water is vrijwel onvermijdelijk. In het algemeen wordt een overschrijding van het percentage rioolvreemd water tot 15% als acceptabel. Hogere percentages worden beschouwd als signaal voor nader onderzoek.

Bij beide rwzi's treden grote hoeveelheden rioolvreemd water op. Bij de rwzi Uithuizen treedt ca. **55%** en bij de rwzi Uithuizermeeden ca. **85%** rioolvreemd water op ten opzichte van de theoretische dwa. Deze hoeveelheden zijn vrijwel zeker infiltrerend grondwater maar ook het teruglopen van oppervlaktewater op de overstorten is niet uitgesloten.

Een nader onderzoek kan bestaan uit een inmeting van de drempelhoogten van de overstorten en het resultaat af te zetten tegen gemeten waterstanden in het oppervlaktewater. Ook kan dan een inspectie plaatsvinden op lekkages bij de overstorten. Verder kan eenzelfde DWAAS-HAAS onderzoek worden uitgevoerd op de aanvoerende rioolgemalen om de herkomst nader te lokaliseren.

Aangesloten oppervlakken

Met de HAAS-methodiek is een schatting gemaakt van de omvang van het aangesloten verharde oppervlak. Gebleken is dat er zeker meer verhardingen zijn aangesloten dan tot nu toe bekend uit de basisrioleringsplannen. Geschat is dat ca. 78 ha op de rwzi Uithuizen is aangesloten (BRP 42 ha) en 65 ha op de rwzi Uithuizermeeden (BRP 38 ha).

Aanbevolen wordt om bij nog op te stellen basisrioleringsplannen veel aandacht te besteden aan een goede inventarisatie met een verrekening van particuliere verhardingen bij woningen en bedrijven. Deze staan veelal niet op de GBKN's aangegeven.

2 Inleiding

Ontwerp van riolering en rwzi's

De droogweerafvoer (dwa) en de aangesloten verhardingen zijn de belangrijkste ontwerpparameters voor de riolering en rwzi's. Toch worden beide rioolstelselkenmerken vrijwel uitsluitend theoretisch 'achter het bureau' bepaald.

De werkelijke dwa en de omvang van de aangesloten verhardingen blijken echter in de praktijk vaak groter te zijn. Rioolvreemd water en aangesloten particuliere verhardingen zijn twee van de belangrijkste oorzaken van de afwijkingen. Deze afwijkingen hebben verstrekende gevolgen voor de emissies tijdens overstortingen, de behoefte aan berging in oppervlaktewater, het ontwerp en optimalisatie van de riolering en rwzi's etc,

Om meer inzicht te verkrijgen in de mate en de gevolgen van de afwijkingen zijn door DHV in opdracht van STOWA de DWAAS en HAAS methodieken ontwikkeld. De kenmerken (dwa en aangesloten oppervlak) kunnen op basis van gangbare debietmetingen bij gemalen met DWAAS en HAAS snel en inzichtelijk gevalideerd worden. Hierdoor zullen de berekeningen meer realistisch en de voorgestelde maatregelen meer effectief zijn.

Rioolvreemd water

Rioolvreemd water is water dat onbedoeld in de riolering terechtkomt en vervolgens wordt afgevoerd naar rwzi's. Rioolvreemd water bestaat voornamelijk uit geïnfiltrerd grondwater, bronneringen, drainagewater, instromend oppervlaktewater, etc. De hoeveelheid rioolvreemd water wordt afgemeten aan de droogweerafvoer (dwa). Indien rioolvreemd water op grote schaal optreedt, heeft dit aanzienlijke gevolgen voor het functioneren van de rwzi's en in mindere mate voor de vuilemissies van riooloverstortingen op oppervlaktewater.

Aangesloten oppervlakken

Naast de droge perioden worden de natte perioden geanalyseerd met de door DHV samen met STOWA in 2009 ontwikkelde HAAS-methode (Hemelwater-Afvoer-Analyse-Systematiek). Deze methodiek kwantificeert het aangevoerde regenwater. Uit deze kwantificering van het aandeel regenwater en in relatie met de neerslaggegevens zijn afvloeiingscoëfficiënten van de neerslag berekend. Hieruit is de omvang van het naar de riolering afstromend oppervlak beoordeeld en vergeleken met de uit de basisrioleringsplannen bekend zijnde verharde oppervlakken.

3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

3.1 Onderzoeksperiode

De onderzoeksperiode waarover de analyses zijn uitgevoerd is van 01-01-2008 tot en met 31-12-2010.

3.2 Gebiedsafbakening

De twee rwzi's ontvangen het afvalwater vanuit diverse kernen van de gemeente Eemmond. Dit heeft geleid tot de volgende indeling van de afvalwatersystemen waarop de analyses zijn uitgevoerd:

Tabel 1 Gebiedsindeling voor de Dwaas en HAAS analyses

rwzi Uithuizen Kernen	rwzi Uithuizermeeden Kernen
Uithuizen Zandweer	Uithuizermeeden Roodeschool Oldenzijl Oosternieland Oosteinde Oudeschip

De buitengebieden zijn grotendeels middels drukriolering aangesloten.

3.3 Dagsommen afvalwater

De dagsommen van de afgevoerde debieten voor de beschouwde periode zijn voor de rwzi Uithuizermeeden beschikbaar gesteld door het waterschap. Deze reeks is vrijwel volledig op enkele dagen na. Voor deze ontbrekende dagsommen is de dagsom geschat uit vergelijkbare dagen in die maand waarop de dagsom wel beschikbaar is. Bij dagen met neerslag is de dagsom geschat uit een de dagsom met een vergelijkbare hoeveelheid neerslag.

Voor de rwzi Uithuizen is geen volledige reeks aan dagsommen beschikbaar. Slechts op de monsterdagen is de dagsom geregistreerd. Wel zijn de totalen over de beschouwde periode beschikbaar.

3.4 Dagsommen leidingwater

Het waterschap heeft de hoeveelheden geleverd leidingwater per postcode voor het jaar 2010 van de drinkwaterleverancier ontvangen. Voor beide verzorgingsgebieden zijn deze hoeveelheden getotaliseerd en is de gemiddelde dagsom geleverd leidingwater berekend. De resultaten zijn in de volgende tabel weergegeven.

Tabel 2 Jaar- en dagsommen geleverd leidingwater

Leidingwater geleverd	2010 m3/jaar	2010 m3/dag
rwzi Uithuizen	308.936	846
rwzi Uithuizermeeden	263.538	722
Totaal	572.474	1.568

3.5 Dagsommen neerslag

Om de DWAAS en HAAS methodiek te kunnen toepassen is per verzorgingsgebied van de rwzi's een neerslagreeks vervaardigd. Deze neerslagreeksen zijn opgesteld uit de KNMI gegevens van de vaste stations die representatief zijn voor de verzorgingsgebieden. Deze gegevens zijn opgevraagd bij het KNMI.

Tabel 3 Jaarsommen neerslag

	KNMI Uithuizen mm/jaar	KNMI Roodeschool mm/jaar
2008	881	928
2009	794	855
2010	909	960

Voor de rwzi Uithuizen is uitsluitend het KNMI station Uithuizen gebruikt. Voor de rwzi Uithuizermeeden zijn de gemeten dagsommen van de stations Uithuizen en Roodeschool gemiddeld.

3.6 Aangesloten verhardingen en inwoners

De gegevens van de omvang van de aangesloten oppervlakken zijn door het waterschap beschikbaar gesteld. Per kern en rwzi zijn in de volgende tabel de aangesloten verhardingen weergegeven.

Tabel 4 Aangesloten oppervlakken en inwoners per rwzi

rwzi Uithuizen Kern	GM ha	VGS ha	Totaal ha	Inwoners Aantal	bron inwoners
Uithuizen	35,97	2,66	38,63	5140	Wikipedia 2008
Zandeweer	2,98	0	2,98	450	Wikipedia 2008
Totaal rwzi	38,95	2,66	41,61	5590	
rwzi Uithuizermeeden Kern	GM ha	VGS ha	Totaal ha	Inwoners Aantal	bron inwoners
Uithuizermeeden	26,83	0	26,83	2790	Wikipedia 2008
Roodeschool	8,20	0,84	9,04	1300	Wikipedia 2010
Oosteinde	1,24	0	1,24	bij Roodeschool	
Oudeschip	0,79	0	0,79	bij Roodeschool	
Oldenzijl	0	0	0,00	40	Wikipedia 2008
Oosternieland	0	0	0,00	155	Wikipedia 2008
Totaal rwzi	37,06	0,84	37,90	4285	
TOTAAL 2 rwzi's	76,01	3,5	79,51	9875	

Bron Oppervlakken uit Basisrioleringsplan

3.7 Theoretische droogweerafvoer

De theoretische droogweerafvoer (dwa) is opgebouwd uit de droogweerafvoer van huishoudens en de droogweerafvoer van bedrijven. Uitgegaan is van de opgaven van het waterschap.

Tabel 5 Theoretische dwa inwoners en bedrijven

DWA theoretisch	Inwoners	Bedrijven	Inwoners	Bedrijven	DWA totaal	Bedrijven	Bedrijven	DWA totaal
	Aantal	m3/h	m3/dag	8*m3/h m3/dag	m3/dag	VE VE	120 l/VE m3/dag	met VE m3/dag
rwzi Uithuizen	5.590	23,8	671	190	861	830	100	770
rwzi Uithuizermeeden	4.285	30,0	514	240	754	500	60	574
Totaal	9.875	53,8	1.185	430	1.615	1.330	160	1.345

Opmerkingen:

- Per inwoner is uitgegaan van een dagsom van 120 l afvalwater.
- Voor bedrijven zijn de door het waterschap opgegeven afvoercapaciteiten in m3/h met 8 uur vermenigvuldigd om de dagsom te bepalen. Waarschijnlijk wordt hiermee de dagsom voor de bedrijven overschat.
- Vanuit de opgaves uit de BRP's van de aangesloten bedrijfs-VE's is de dagsom aan dwa berekend op basis van 120 l/VE/dag. Aanbevolen wordt het aantal bedrijfs VE's als basis voor de berekening van de dwa-dagsom toe te passen bij de DWAAS-analyses. De resultaten hiervan staan in de laatste kolom.

Deze theoretische droogweerafvoer vormt de referentie voor de bepaling van het aandeel rioolvreemd water.

4 DWAAS en HAAS

4.1 Algemeen

De DWAAS-analyse bestaat uit het toepassen van een aantal verschillende methodes om de hoeveelheid rioolvreemd water te schatten. De methodes zijn erop gericht om het aandeel droogweerafvoer in de meetreeks te bepalen en te vergelijken met de **theoretische droogweerafvoer**. De droogweerafvoer is uitsluitend te bepalen op geheel droge dagen, zonder afvoer van reeds gevallen neerslag. Op een droge dag voor DWAAS dient dan 'gisteren, vandaag, en morgen' minder dan 0,5 mm neerslag te zijn gevallen, omdat verondersteld wordt dat de eerste 0,5 mm neerslag niet tot afstroming komt.

Er zijn meerdere methodes toegepast, o.a. om de gevoeligheid van methodiek op een specifieke meetreeks te beoordelen. Een vergelijking van de resultaten van de verschillende methoden ondersteunt de betrouwbaarheid van de uiteindelijke conclusies. Een grote afwijking tussen de methodes kan reden zijn, om de meetreeks nader op kwaliteit en consistentie te beoordelen. Deze DWAAS en HAAS methodes worden hier eerst kort beschreven.

4.2 Beschrijving DWAAS

1a: Theoretische droogweerafvoer

De theoretische droogweerafvoer is bepaald zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven. Deze afvoer vormt de basis voor de bepaling van het aandeel rioolvreemd water en de resultaten van de hierna beschreven analyses worden hieraan afgemeten.

1b: Drinkwater verbruik

Met het drinkwaterverbruik en eventueel door de industrie zelf geproduceerd (bijv. grondwater) en geloosd proceswater is de theoretische droogweerafvoer op jaarcolumes getoetst.

2: Minimum dagsom

Dit is het absolute minimum uit de dagsom-meetreeks van gemalen. Dit minimum kan vergeleken worden met de theoretische droogweerafvoer om het minimum aandeel rioolvreemd water te bepalen. Bij de dagsommen van de gemalen is er vaak een extreem minimum te vinden, doordat een gemaal op die dag in storting is geweest. Om die reden is dit minimum niet gehanteerd om het aandeel rioolvreemd water te bepalen. Wel is dit minimum bepaald.

Een meer betrouwbaar en realistischer minimum wordt gevonden uit de tijdreeksanalyse met lopend gemiddelde.

3: Tijdreeksanalyse met 7-daags lopend gemiddelde

In deze benadering zijn de jaarlijkse meetreeksen op een tijd-as uitgezet. Het verloop van de afvalwaterdebieten in relatie tot de neerslag geven een goed inzicht in het functioneren van het rioolstelsel. De laagste waarde van het 7-daags lopend gemiddelde van het afvalwaterdebiet in deze analyse geeft een goede schatting van de laagste droogweerafvoer.

Door het gemiddelde over 7 dagen te nemen worden eventuele storingen in gemalen en toevallige variaties uitgemiddeld. Deze waarde wordt vergeleken met de theoretische droogweerafvoer en percentueel uitgedrukt. Dit percentage kan beschouwd worden als de onderkant van de schattingen van het aandeel rioolvreemd water. Indien het hoog is, impliceert dit een structureel hoog aandeel rioolvreemd water.

4: Weiss-Brombach methode

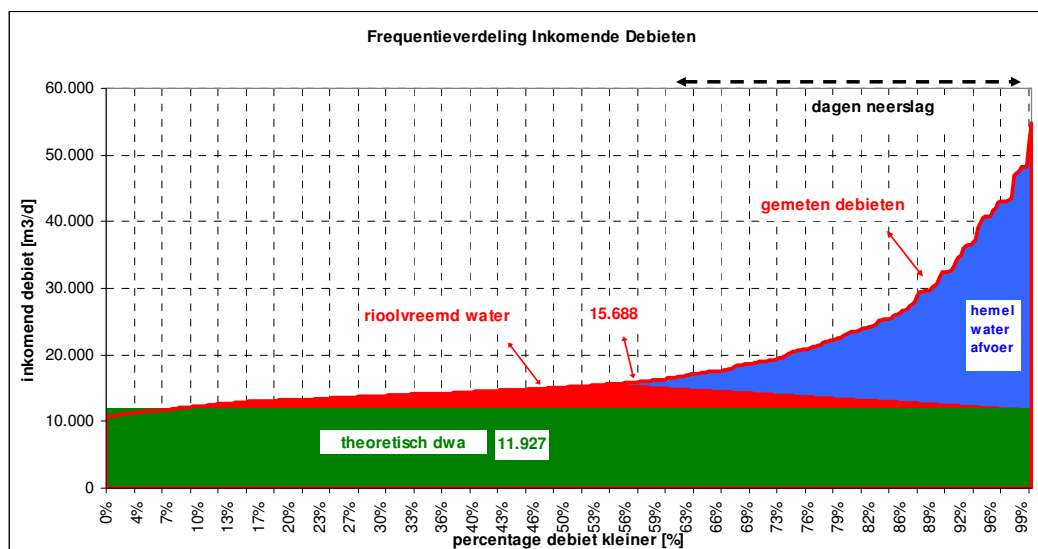
De methode Weiss-Brombach is één van de benaderingen om het aandeel rioolvreemd water te kwantificeren. De methode is erop gericht om binnen de gemeten dagsommen de fracties dwa, neerslaginloop en rioolvreemd water te onderscheiden.

De dagsommen zijn allereerst gerangschikt op grootte. Dit levert een oplopende curve op. Daarna is de theoretische dwa-dagsom als horizontale lijn toegevoegd (het groene vlak, zie figuur 1). Het verschil tussen de curve en de theoretische dwa-dagsom (het rode vlak) geeft al een eerste indicatie van de omvang van rioolvreemd water. Bij de dagsommen is echter een aandeel neerslaginloop inbegrepen.

De aanname wordt nu gedaan dat de grootste dagsommen afkomstig zijn van dagen met neerslaginloop. Hierbij is verondersteld dat uitsluitend neerslag groter dan 0,5 mm per dag tot daadwerkelijke inloop heeft geleid.

Met deze aanname is op de curve met de gerangschikte dagsommen, het punt te bepalen met de grootste dagsom waarop geen neerslaginloop heeft plaatsgevonden. Verder is verondersteld dat tijdens de dag met de grootste dagsom, de riolen dermate gevuld zijn dat geen rioolvreemd water (infiltratie) kan toetreden. Deze twee aannames leggen twee punten vast. Het verloop van het aandeel rioolvreemd water tussen deze twee punten is verondersteld lineair te zijn. Het blauwe gedeelte is dan de hemelwaterafvoer.

De beschreven bewerkingen geven een beeld zoals weergegeven in de volgende figuur voor het totale aanbod. De methode veronderstelt nu dat de 'driehoek' omgeven door de curve, de lineaire interpolatielijn en met als basis de horizontale theoretische dagsom, het aandeel rioolvreemd water omvat. Dit kan in sommige gevallen met exfiltratie ook negatief zijn.



Figuur 1 De Weiss-Brombach methode (voorbeeld)

De methode bevat een paar arbitraire en stelsel specifieke aannamen, zoals de totstandkoming van de scheidingslijn tussen het rioolvreemde water en het hemelwater. De methode behoudt desondanks waarde door o.a. een beoordeling van de vorm (hol-bol) en een vergelijking met andere gebieden.

5: Langste droge periode

Uit de meetreeks wordt de langste droge periode gefilterd, waarbinnen de laagste 7-daags gemiddelde droogweerafvoer wordt bepaald.

6 en 7: Weekend en werkdagen

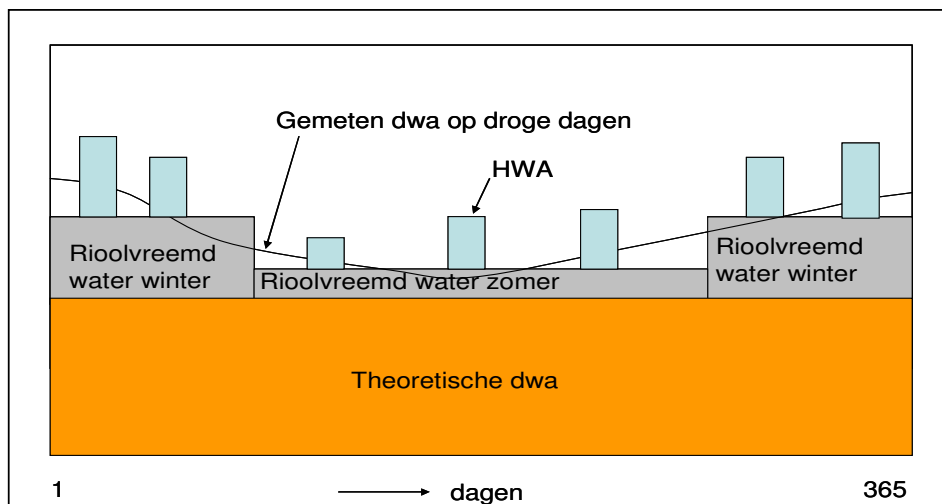
Om weekendeffecten te kunnen beoordelen worden ook de resultaten van de droge weekend- en werkdagen gepresenteerd. Hierbij moet opgemerkt worden dat de maandag-registraties, de lozingen van de voorafgaande 24 uur betreffen. Afhankelijk van het tijdstip van aflezing kan dit dus het geloosde afvalwater op zondag betreffen. Vooral bij bedrijventerreinen is vaak een uitgesproken weekendeffect waarneembaar.

8 en 9: Zomer- en winterhalfjaar

Bij deze methode wordt de gemiddelde dagsom op de droge dagen bepaald voor het zomer- en het winterhalfjaar. Het zomerhalfjaar loopt van 1 april t/m 30 september en het winterhalfjaar van 1 oktober t/m 31 maart.

10: Jaargemiddelde droogweerafvoer

De gemiddelde dagsommen voor het zomer- en winterhalfjaar worden als representatief gemiddelde beschouwd voor de bepaling van het percentage rioolvreemd water. Uit de halfjaargemiddelden wordt het jaargemiddelde berekend. Deze waarden worden ook gebruikt bij de bepaling van de waterbalansen over de beschouwde periode zoals hieronder schematisch is weergegeven.



Figuur 2 Schematische weergave onderscheiden fracties in waterbalans

11: Afvoer per jaar

De totale waterafvoer door het gemaal van de onderzoeksgebieden over de beschouwde periode is opgesteld. Hierin zijn de aandelen theoretische dwa, het rioolvreemd water en het hemelwater (HWA) bepaald. Deze afvoerbalans is een interessant gegeven voor de beheerders van de rwzi's.

4.3 Beschrijving HAAS

Het aandeel regenwater dat op de rwzi's wordt aangevoerd is berekend voor iedere natte periode. Een natte periode is gedefinieerd als een aaneengesloten periode met meer neerslag dan 0,5 mm per dag en één dag uitloop voor de lediging van het stelsel. Met toevoeging van enkele rioolstelselkenmerken kan over iedere natte periode een waterbalans worden opgesteld. Deze toegevoegde gegevens zijn het aangesloten verharde oppervlak, de berging en de pompcapaciteit.

De balansposten zijn dan:

- IN : de neerslag
- UIT: de overstortingen
- UIT: de afvoer van regenwater
- UIT: inloopverliezen bij afstroming over aangesloten oppervlak

Van deze posten wordt uitsluitend de **neerslag** direct gemeten. Indien wordt aangenomen dat het aangesloten oppervlak bekend is vanuit inventarisaties voor het basisrioleringsplan, dan is hiermee de instromende post (neerslagdiepte x oppervlak) van de waterbalans bekend.

De **overstortingen** worden berekend met de gegevens van de berging en de pompcapaciteit. Opgemerkt wordt dat doorgaans de hoeveelheid overgestort water slechts klein is ten opzichte van de andere posten in de waterbalans. Daarom volstaat voor dit doel een eenvoudige benadering met een bakmodel.

De overstortingen kunnen worden geschat op basis van de dagsommen neerslag en de rioolstelselkenmerken: aangesloten verhard oppervlak, berging en pompovertcapaciteit. Meerdere stelsels kunnen deel uitmaken van het onderzoeksgebied.

De overstortingen kunnen worden geschat uit de volgende balansvergelijkingen:

$$1: OVS \text{ (mm/dag)} = ((NSLG(\text{mm/dag}) - OPPBER(1,0 \text{ mm})) \times C_p) - BRGR(\text{mm}) - 6 \text{ uur POC (mm/h)}$$

$$2: OVSVOL(\text{m}^3/\text{dag}) = OVS(\text{mm/dag}) \times VOP(\text{hectare}/10)$$

Waarin:

OVS	= Overstorting
NSLG	= Neerslag
OPPBER	= Initieel oppervlakteverlies
C _p	= Afvloeiingscoëfficiënt bij piek (bijv. 0,9)
BRGR	= Berging rioolstelsel
POC	= Pompoevercapaciteit
OVSVOL	= Overstortingvolume
VOP	= Aangesloten verhard oppervlak

Indien uit de vergelijking voor OVS een positief getal volgt, dan is sprake van een (theoretische) overstorting. Deze berekening van overstortingen kan voor zowel gemengde als verbeterd gescheiden stelsels worden toegepast. Bij verbeterd gescheiden stelsels is het aandeel van de overstortingen in de balans echter veel groter.

De tijdsduur van 6 uur voor de bijdrage van de pompoevercapaciteit in de balans is arbitrair gekozen. Dit is beschouwd als de gemiddelde tijdsduur van aanvang van de bui tot het einde van de overstorting. De berging is op dat moment nog volledig gevuld en komt daarom volledig terug in de balansvergelijking 1.

De **afvoer van regenwater** binnen de totale afvoer is niet duidelijk te herkennen. Tijdens perioden met neerslag worden afvalwater en regenwater gezamenlijk afgevoerd. Hier komt nog een aandeel rioolvreemd water bij door bijvoorbeeld toetreding van grondwater door infiltratie op de buisverbindingen of bewust door aansluiting van drainagemiddelen. Deze totale hoeveelheid afgevoerd water wordt doorgaans gemeten. Binnen deze totale hoeveelheid zijn de aandelen afvalwater en rioolvreemd water redelijk goed te kwantificeren. Hieruit volgt dat het aandeel regenwater is af te leiden door de aandelen afvalwater en rioolvreemd water in mindering te brengen op de totale gemeten som. Ervaring tot nu toe leert dat op jaarbasis ca. 50 tot 60% (C=0,5 tot 0,6) van de totale neerslag door gemengde stelsels wordt afgevoerd. De toetsing van de omvang van het aangesloten oppervlak zal met C=0,6 worden uitgevoerd.

De **inloopverliezen** (initiële berging, infiltratie, verdamping) vormen de meest ongrijpbare balanspost in deze waterbalans, waaraan normaal op geen enkele wijze wordt gemeten. Deze verliezen bedragen volgens ervaringscijfers op jaarbasis ca 30 tot 50 % van de totale neerslag. In de inloopverliezen zit ook de eventuele onnauwkeurigheid van de omvang van het aangesloten verhard oppervlak verborgen. Ook bijdragen van afstroming van onverhard oppervlak tijdens piekbuien zit in deze post. De inloopverliezen zijn in feite de sluitpost van de waterbalans en deze kunnen uitsluitend worden bepaald indien de andere posten bekend zijn.

Resultaat van deze waterbalansbenadering is een afvloeingscoëfficiënt (run-off coëfficiënt) per jaar en voor iedere natte periode. De afvloeingscoëfficiënt is gekozen als parameter om het gedeelte van de neerslag aan te duiden dat uiteindelijk tot afstroming komt naar de riolering, de rioolloop. Dit kan op jaarbasis of per neerslaggebeurtenis. In deze coëfficiënt zitten alle inloopverliezen verrekend en in feite ook eventuele onnauwkeurigheden in de omvang van het verhard oppervlak waarvan de neerslag via de riolering tot afstroming komt.

Beoordeling aangesloten verharde oppervlakken

De gemiddelde afvloeingscoëfficiënt over een jaar blijkt een goede parameter te zijn om de omvang van het aangesloten verharde oppervlak te valideren. De volgende signalen kunnen uit de berekende jaargemiddelde afvloeingscoëfficiënt C worden afgeleid.

Tabel 6 Beoordeling jaargemiddelde afvloeingscoëfficiënten

Coëfficiënt	Beoordeling
$C > 0,75$	Het werkelijk aangesloten oppervlak is met redelijke zekerheid groter dan aangenomen.
$0,65 < C < 0,75$	Het werkelijk aangesloten oppervlak verdient aandacht: zijn bijv. particulier verhardingen meegenomen.
$0,55 < C < 0,65$	Het werkelijk aangesloten oppervlak lijkt in omvang goed te zijn ingeschat.
$C < 0,55$	Het werkelijk aangesloten oppervlak lijkt in omvang te groot te zijn ingeschat.

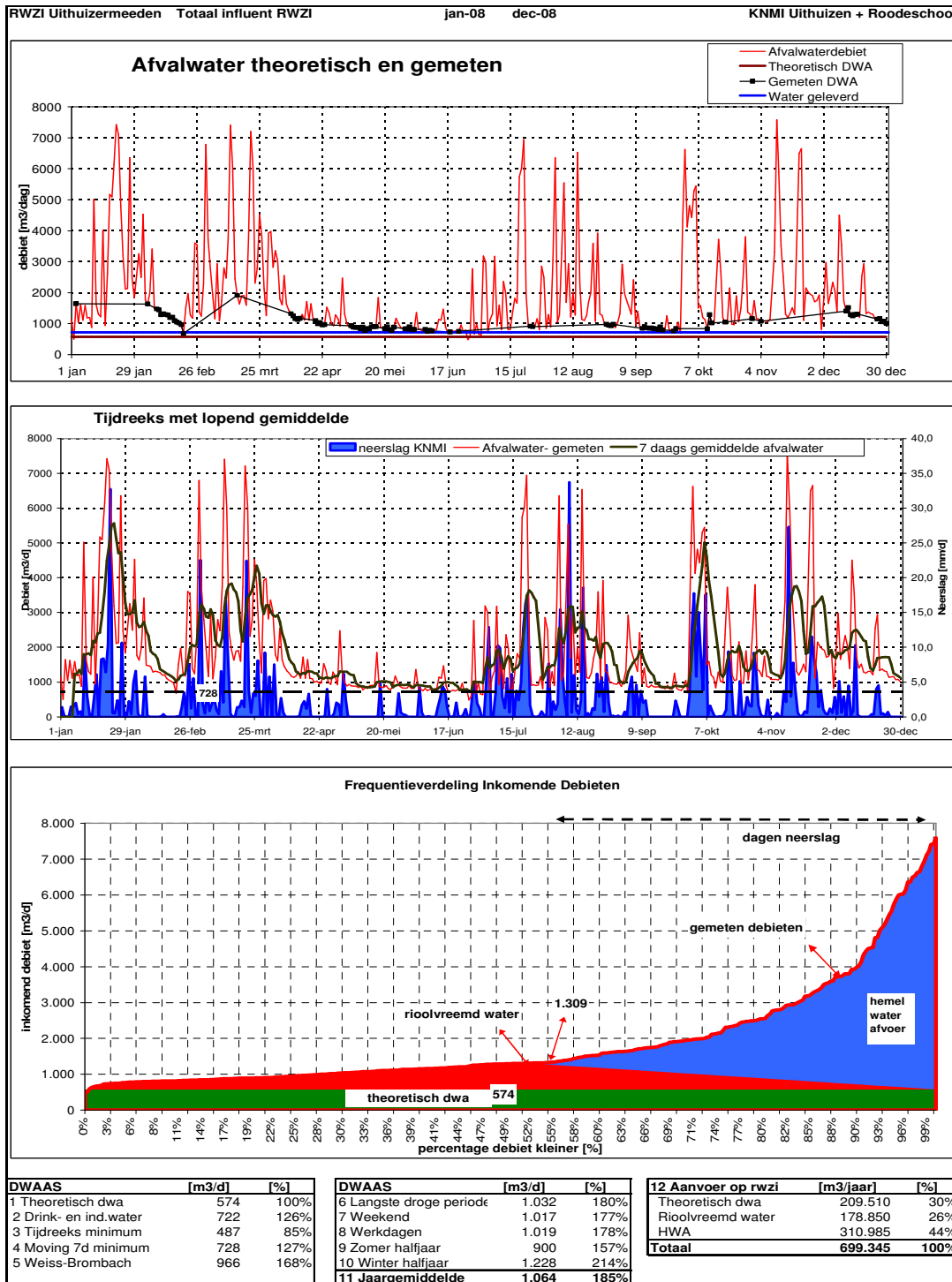
Omgekeerd kan bij een aanname voor de jaarlijkse rioolloop ($C=0,6$ ofwel 60% van de neerslagjaarsom) het aangesloten verharde oppervlak worden geschat. De nauwkeurigheidsmarge van deze methode wordt geschat op circa 10%.

Een andere en niet minder belangrijke beoordeling van het resultaat kan verkregen worden door in een gebied de C's onderling te vergelijken voor alle onderzochte stelsels. Dit is een zeer belangrijke stap. Een groot verschil (meer dan 0,1) kan een aanwijzing zijn dat een stelsel meer aangesloten oppervlak heeft dan is opgegeven.

Door verder de methode over meerdere jaren en meerdere stelsels toe te passen kan een consistent beeld worden verkregen en kunnen stelsels onderling met elkaar worden vergeleken.

5 Resultaten

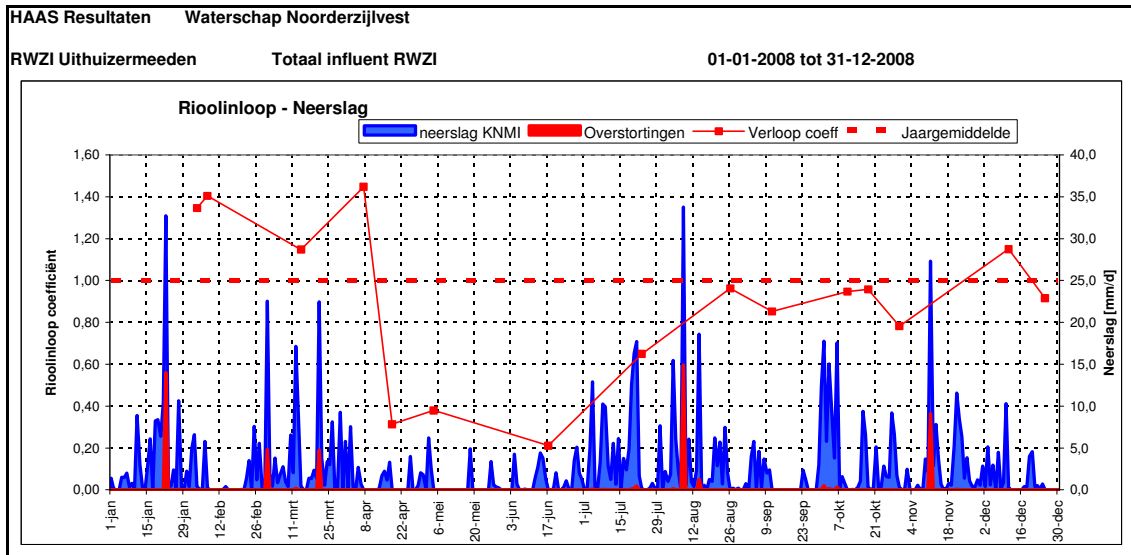
5.1 Rwzi Uithuizermeeden 2008



Figuur 3 DWAAS resultaten Rwzi Uithuizermeeden 2008

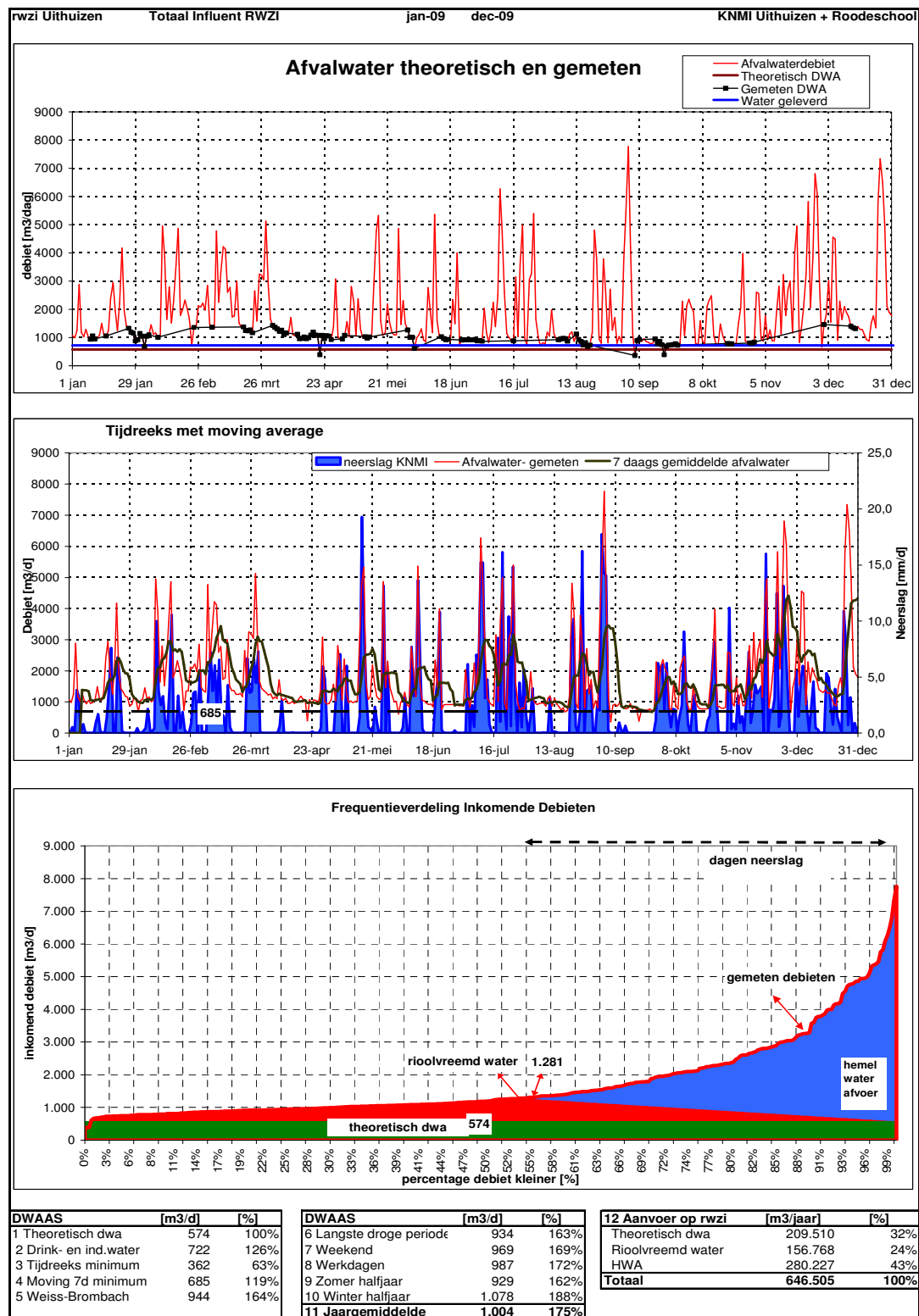
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 4 Natte periode analyse Rwzi Uithuizermeeden 2008

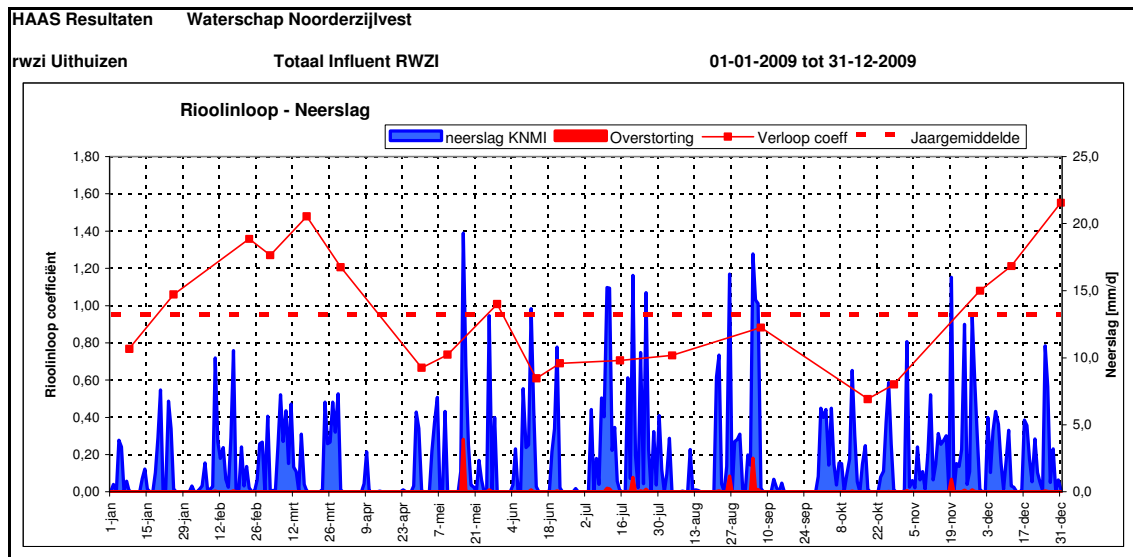
5.2 Rwzi Uithuizermeeden 2009



Figuur 5 DWAAS resultaten Rwzi Uithuizermeeden 2009

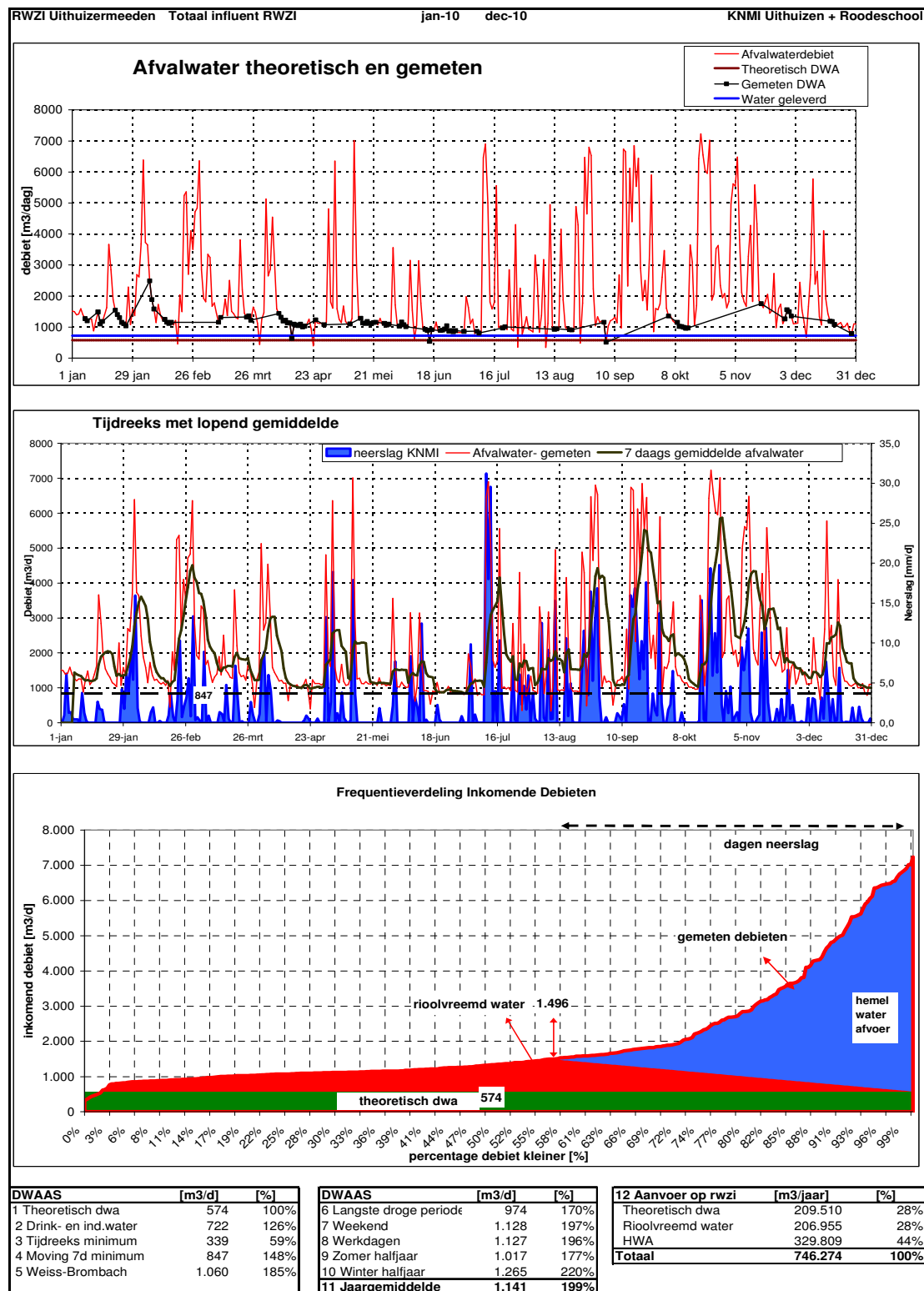
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 6 Natte periode analyse Rwzi Uithuizermeeden 2009

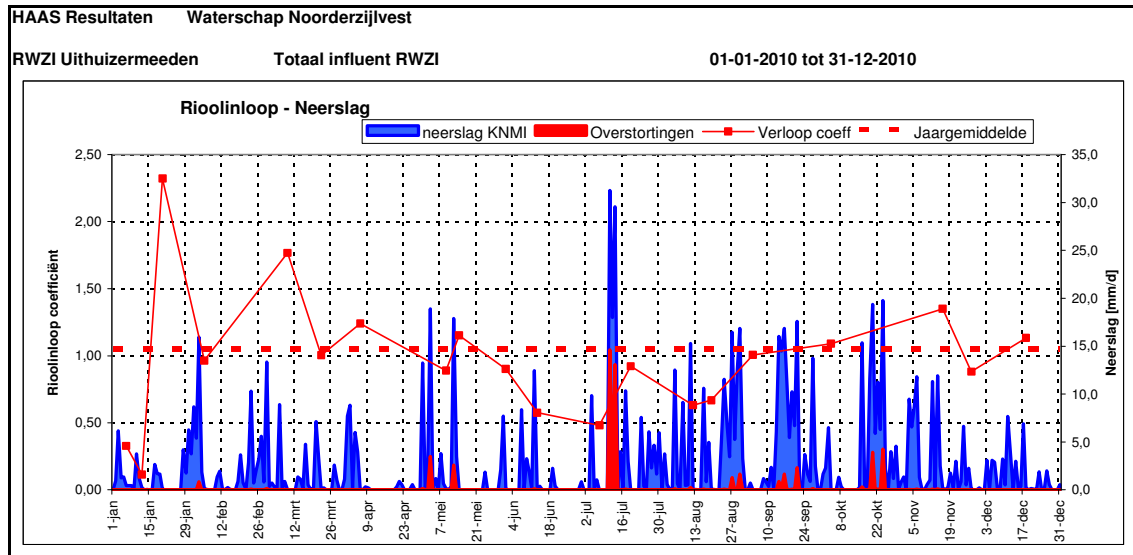
5.3 Rwzi Uithuizermeeden 2010



Figuur 7 DWAAS resultaten Rwzi Uithuizermeeden 2010

Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeingscoëfficiënt per natte periode bepaald:

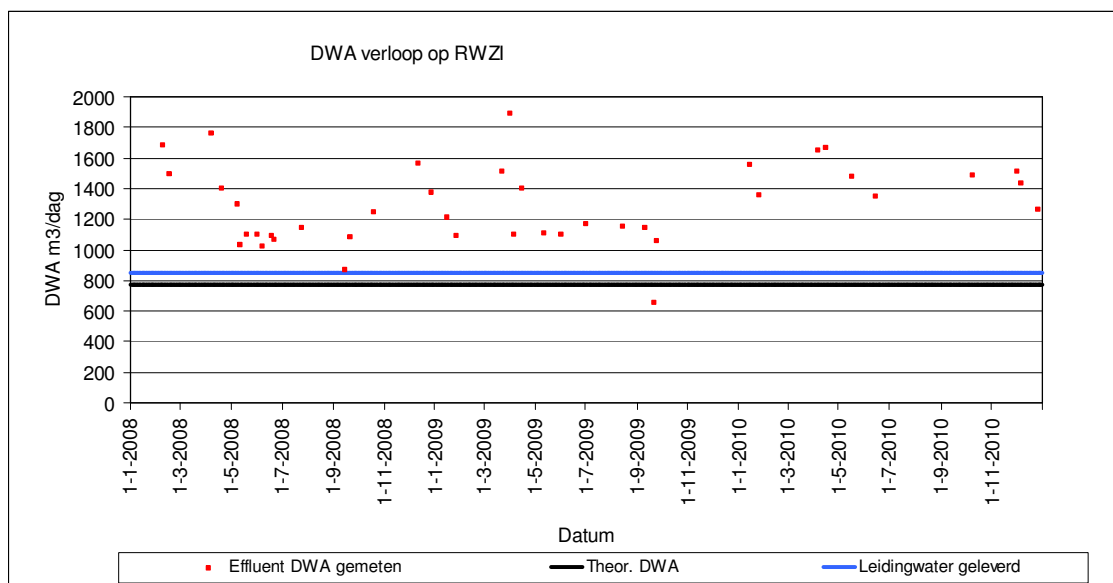


Figuur 8 Natte periode analyse Rwzi Uithuizermeeden 2010

5.4 Rwzi Uithuizen

Op rwzi Uithuizen wordt permanent het debiet gemeten. De dagsommen worden echter niet per dag geregistreerd. Voor de jaren 2008 en 2010 zijn in totaal 126 gemeten dagsommen beschikbaar. Deze reeks van het bemeten effluent is gebruikt voor het bepalen van de hoeveelheid riolvreemd water.

Alle beschikbare dagsommen zijn gefilterd op de droge dag definitie uit de DWAAS-methodiek. Het resultaat zijn 40 dagen waarbij zeker geen regenwater wordt afgevoerd. Deze dagsommen zijn in onderstaande grafiek met rode punten weergegeven. In dezelfde grafiek is de theoretische dwa als horizontale rode lijn weergegeven.



Figuur 9 Verloop van gemeten DWA rwzi Uithuizen

De theoretische dwa bedraagt 770 m³/dag bij een leidingwaterleverantie van 846 m³/dag. Dit betekent een verlies van kraan tot riool van ca. 10% van het geleverde leidingwater, een waarde die aannemelijk is. In de grafiek is te zien dat de gemeten dwa in de zomerperiodes minder bedraagt dan de theoretische dwa. Daarnaast zijn in het verloop van de gemeten dwa duidelijk de seizoensinvloeden zichtbaar. In de winterperiodes is een verhoging van de dwa waar te nemen. Dit duidt op infiltratie van grondwater in de riolering. Mogelijk zijn op het riool enkele drainagemiddelen aangesloten. Ook kan sprake zijn van negatieve overstortingen, waarbij oppervlaktewater het riool inloopt.

Vanuit de cumulatieve debietmetingen is het totale jaarvolume aan behandeld afvalwater bepaald. De gemiddelde dwa-dagsom per jaar is bepaald uit bovenstaande grafiek. Hieruit is het jaarvolume DWA berekend. De resultaten van de waterbalans berekeningen zijn hieronder weergegeven.

Tabel 7 Waterbalans en aangesloten oppervlakken rwzi Uithuizen

	Totaal m3/jaar	DWA m3/jaar	Regenwater m3/jaar	Neerslag mm/jaar	BRP ha GM	BRP ha VGS	HAAS C	C=0,6 ha geschat
2008	866.546	467.200	399.346	881	38,95	2,66	1,09	76
2009	818.001	430.700	387.301	794	38,95	2,66	1,17	81
2010	930.260	511.000	419.260	909	38,95	2,66	1,11	77

De berekende waarden voor de afvloeiingscoëfficiënt C van de neerslag zijn groter 1. Dit is een sterke indicatie dat de aangegeven BRP omvang van het aangesloten oppervlak te klein is. De met de HAAS methode geschatte werkelijke omvang zal ongeveer 80 ha bedragen.

5.5 Samenvatting resultaten en conclusies

Rioolvreemd water

Tabel 8 Resultaten DWAAS

DWAAS Periode 2008-2010	Theoretische DWA m3/dag	Leidingwater m3/dag	Gemeten DWA m3/dag	Rioolvreemd water m3/dag %	
rwzi Uithuizen	770	846	1.183	413	54%
rwzi Uithuizermeeden	574	722	1.070	495	86%
Totaal	1.345	1.568	2.253	908	68%

rwzi Uithuizen:

- o De theoretische dwa en het geleverde leidingwater staan in goede verhouding met elkaar. Uitgaande van een gebruikelijk verlies tussen kraan en riool van ca. 10% van het geleverde leidingwater, lijkt de theoretische dwa goed bepaald.
- o De gemeten dwa op droge dagen ligt aanzienlijk hoger dan de theoretische dwa. Op de rwzi Uithuizen wordt ca 55 % rioolvreemd water ontvangen. Dit is als hoog te beschouwen.
- o Er is een aanzienlijke variatie te zien tussen de gemeten dwa in de zomer en in de winter. Dit duidt op infiltratie van grondwater.

rwzi Uithuizermeeden:

- o De theoretische dwa is ca. 20% lager dan de geleverde hoeveelheid leidingwater. Dit is relatief hoog. Wellicht is de theoretische dwa voor bedrijven onderschat of zijn er meer verliezen aan leidingwater door veedrenking op agrarische bedrijven.
- o Er treedt zeker veel rioolvreemd op. Geschat is in de orde grootte van 85%.
- o Er treedt zeker infiltratie van grondwater naar het riool op, gezien de zomer en winter verschillen in de hoeveelheden rioolvreemd water veroorzaakt door de invloed van de seizoensafhankelijke grondwaterstanden.
- o Ook is een matige tot soms zelfs sterke afname van de gemeten dwa te zien tijdens langdurige droge perioden veroorzaakt door dalende grondwaterstandsdalingen.
- o Mogelijk stroomt ook oppervlaktewater terug gezien de relatief snelle afname van dwa ná enkele perioden met zeer veel neerslag.
- o Op dagen met veel neerslag wordt op de rwzi een debiet tot 10 maal de theoretische dwa aan afvalwater aangevoerd. Dit is zeer veel.

Influent parameters

Huishoudelijk afvalwater in Nederland heeft een redelijk gemiddelde samenstelling (STOWA). Dit gemiddelde is afgezet tegen de op de rwzi's gemeten gemiddelde waarden van het influent op droge dagen en in de volgende tabel weergegeven.

Tabel 9 Influent parameters

RWZI influent Periode 2008-2010	CZV mg/l	N-Kj mg/l	Verhouding CZV/N-Kj
STOWA gemiddelde	600	58	10,3
rwzi Uithuizen	544	56	9,7
rwzi Uithuizermeeden	498	52	9,6
Gemiddeld	521	54	9,6

De verhouding CZV/N-Kj komt goed overeen met het STOWA gemiddelde. Dit duidt op afvalwater met een huishoudelijk karakter. Voor beide rwzi's zijn de gemiddelde concentraties voor CZV en N-Kj echter iets lager dan het STOWA-gemiddelde. Dit duidt op bijmenging met relatief schoon (rioolvreemd) water.

Opvallend echter zijn voor beide rwzi's de hoge Cl-concentraties op droge dagen en lagere concentraties op uitgesproken natte dagen. Dit is in de volgende tabel weergegeven:

Tabel 10 Cl concentraties bij droog en nat weer

CL concentraties	droog <1500 m3/dag mg/l	nat >3000 m3/dag mg/l
rwzi Uithuizen	127	48
rwzi Uithuizermeeden	182	52

De gemiddelde CL-concentratie in Nederland in huishoudelijk afvalwater is ca. 50-100 mg/l. De oorzaak van de hoge concentraties bij droog weer is waarschijnlijk de infiltratie van brak grondwater in het riool. Op natte dagen wordt het afvalwater met grote hoeveelheden regenwater bijgemengd, waardoor de gemiddelde concentratie daalt. Aldus is dit een indicatie van het optreden van rioolvreemd water door infiltratie van brak grondwater.

Discrepantie

De theoretische VE's zijn bepaald uit het aantal aangesloten inwoners en de opgave door het waterschap van de aangesloten bedrijfs-VE's. De gemeten VE's zijn gebaseerd op het dagdebiet vermenigvuldigd met de TZV-concentraties en daarna gemiddeld over alle monsterdagen. Uitgaande van Totaal Zuurstof Verbruik (TZV) van 150 gram per dag per VE zijn de resultaten hieronder weergegeven.

Tabel 11 Discrepantie

Discrepantie	VE gemeten	VE theoretisch
rwzi Uithuizen	7.901	6.420
rwzi Uithuizermeeden	5.837	4.785
Totaal	13.738	11.205

Op de beide rwzi's wordt ca. 20% meer evenveel vuillast aangeboden dan de theoretisch aangesloten aantal VE's. Over het algemeen wordt een percentage tot 15% acceptabel geacht. De resultaten van deze beide rwzi's geven aanleiding om de discrepantie voortdurend te monitoren. Een meer nauwkeurige bepaling van de bedrijven-VE's uit de opgelegde heffingen wordt aanbevolen.

Aangesloten oppervlakken

Tabel 12 Resultaten HAAS

HAAS Periode 2008-2010	Totaal oppervlak ha	Afvl. Coëff. C -	Geschat oppervlak ha
rwzi Uithuizen	41,6	1,12	78
rwzi Uithuizermeeden	37,9	1,00	65
Totaal	79,5	1,06	143

- De omvang van het werkelijk aangesloten verhard oppervlak is zeker groter dan de tot nu toe bekend zijnde oppervlakken.
- Waarschijnlijk zijn ook verharde oppervlakken aangesloten via drukriolering en via foutaansluitingen op de gescheiden riolering.
- De afvloeiingscoëfficiënten voor Uithuizermeeden variëren sterk. Dit kan duiden op inloop van oppervlaktewater.


6 Literatuur

Rioolvreemd water, Onderzoek naar hoeveelheden en oorsprong afvalwater.
STOWA 2003-08. ISBN 90-5773-213-8

DWAAS, Vervolg onderzoek rioolvreemd water.
STOWA 2005-20. ISBN 90-5773-309-9

HAAS, Hemelwaterafvoer Analyse Systematiek.
STOWA 2009-24. ISBN 978-90-5773-443-4

C. Riolvreemd water RWZI Delfzijl en RWZI Scheve Klap

Opdrachtgever	: Waterschap Noorderzijlvest
Project	: Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.
Dossier	: Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.
Omvang rapport	: 32 pagina's
Auteur	: Henk van Wieringen
Bijdrage	: Adelbert van der Meer
Interne controle	: Adelbert van der Meer
Projectleider	: Adelbert van der Meer
Projectmanager	: Marco de Kraker
Datum	: 19 januari 2012
Naam/Paraaf	: (Marco de Kraker) 

Inhoudsopgave

C.	RIOOLVREEMD WATER RWZI DELFZIJL EN RWZI SCHEVE KLAP	31
1	SAMENVATTING.....	34
2	INLEIDING	36
3	RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN	37
3.1	Onderzoekperiode	37
3.2	Gebiedsafbakening	37
3.3	Dagsommen afvalwater.....	37
3.4	Dagsommen neerslag	38
3.5	Dagsommen leidingwater.....	38
3.6	Aangesloten verhardingen en inwoners	39
3.7	Theoretische droogweerafvoer	39
4	DWAAS EN HAAS.....	41
4.1	Algemeen.....	41
4.2	Beschrijving DWAAS	41
4.3	Beschrijving HAAS.....	44
5	RESULTATEN	47
5.1	Rwzi Delfzijl 2008.....	47
5.2	Rwzi Delfzijl 2009	49
5.3	Rwzi Delfzijl 2010.....	51
5.4	Rwzi Scheve Klap 2008	53
5.5	Rwzi Scheve Klap 2009	55
5.6	Rwzi Scheve Klap 2010	57
5.7	Samenvatting resultaten en conclusies.....	59
6	LITERATUUR	62

Tabellen

Tabel 1 Gebiedsindeling voor de Dwaas en HAAS analyses	37
Tabel 2 Jaarsommen neerslag	38
Tabel 3 Jaar- en dagsommen geleverd leidingwater	38
Tabel 4 Aangesloten oppervlakken en inwoners per rwzi	39
Tabel 5 Theoretische dwa inwoners en bedrijven	39
Tabel 6 Beoordeling jaargemiddelde afvloeiingscoëfficiënten	46
Tabel 7 Resultaten DWAAS	59
Tabel 8 Influent parameters	60
Tabel 9 Cl concentraties bij droog en nat weer	60
Tabel 10 Discrepantie	60
Tabel 11 Resultaten HAAS	61

Figuren

Figuur 1 De Weiss-Brombach methode (voorbeeld)	43
Figuur 2 Schematische weergave onderscheiden fracties in waterbalans	44
Figuur 3 DWAAS resultaten Rwzi Delfzijl 2008	47
Figuur 4 Natte periode analyse Rwzi Delfzijl 2008	48
Figuur 5 DWAAS resultaten Rwzi Delfzijl 2009	49
Figuur 6 Natte periode analyse Rwzi Delfzijl 2009	50
Figuur 7 DWAAS resultaten Rwzi Delfzijl 2010	51
Figuur 8 Natte periode analyse Rwzi Delfzijl 2010	52
Figuur 9 DWAAS resultaten Rwzi Scheve Klap 2008	53
Figuur 10 Natte periode analyse Rwzi Scheve Klap 2008	54
Figuur 11 DWAAS resultaten Rwzi Scheve Klap 2009	55
Figuur 12 Natte periode analyse Rwzi Scheve Klap 2009	56
Figuur 13 DWAAS resultaten Rwzi Scheve Klap 2010	57
Figuur 14 Natte periode analyse Rwzi Scheve Klap 2010	58

Afkortingen

rwzi	rioolwaterzuiveringsinstallatie
dwa	droogweerafvoer
BRP	basisrioleringsplan
DWAAS	dwa-analyse-systematiek
GBKN	Grootschalige Basiskaart Nederland
GM	Gemengd rioolstelsel
HAAS	hemelwater-afvoer-analyse-systematiek
i.e.	inwoner equivalent
VE	vervuilingseenheid
poc	pompoevercapaciteit
VGS	Verbeterd Gescheiden Stelsel

1 Samenvatting

Inleiding

Rioolvreemd water is water dat onbedoeld in de riolering terecht komt en vervolgens wordt afgevoerd naar rwzi's. Rioolvreemd water bestaat voornamelijk uit geïnfiltreerd grondwater, bronneringen, drainagewater, instromend oppervlaktewater, etc. De hoeveelheid rioolvreemd water wordt afgemeten aan de theoretische droogweerafvoer (dwa). Indien rioolvreemd water op grote schaal optreedt, heeft dit aanzienlijke gevolgen op de vuilemissies van riooloverstortingen op oppervlaktewater, op het biologisch functioneren van de rwzi's en op de vuilvrachten van het effluent.

Doel is om per rwzi inzicht te verkrijgen in het aandeel rioolvreemd water in het ingezamelde afvalwater. Hierdoor kan meer gericht worden gezocht naar de oorsprong van dit water teneinde eventuele maatregelen te kunnen voorstellen.

Beschrijving onderzoek

Voor de bepaling van het aandeel rioolvreemd water heeft DHV samen met STOWA in 2003 de DWAAS-methodiek ontwikkeld. Met de DWAAS-methode (DWA-Analyse-Systematiek) is het aandeel rioolvreemd water bepaald dat op de hoofdrioolgemalen en de rwzi wordt aangeboden. De onderzoeksperiode is van 1 januari 2008 t/m 31 december 2010.

De essentie van deze methodiek is dat met bewerkingen en analyses van dagsommen van hoeveelheden afvalwater het percentage rioolvreemd water ten opzichte van de theoretische dagsom voor de droogweerafvoer wordt bepaald. Hierbij wordt de invloed van de neerslag uitgefilterd.

Naast de droge perioden worden de natte perioden geanalyseerd met de door DHV samen met STOWA in 2009 ontwikkelde HAAS-methode (Hemelwater-Afvoer-Analyse-Systematiek). Deze methodiek kwantificeert het aangevoerde regenwater. Uit deze kwantificering van het aandeel regenwater en in relatie met de neerslaggegevens is de rioolinloop berekend en uitgedrukt met de afvloeiingscoëfficiënt C. De afvloeiingscoëfficiënt C is de verhouding van de hoeveelheid neerslag die door de riolering wordt afgevoerd en de hoeveelheid die op het verharde oppervlak is gevallen. Uit de waarde voor C is de omvang van het naar de riolering afstromend oppervlak beoordeeld en vergeleken met de uit de basisrioleringsplannen bekend zijnde verharde oppervlakken.

Rioolvreemd water

Rioolvreemd water is vrijwel onvermijdelijk. In het algemeen wordt een overschrijding van het percentage rioolvreemd water tot 15% als acceptabel. Hogere percentages worden beschouwd als signaal voor nader onderzoek.

Bij beide rwzi's treden grote hoeveelheden rioolvreemd water op. Bij de rwzi Delfzijl treedt ca. **55%** en bij de rwzi Scheve Klap in 2010 zeker **40%** rioolvreemd water op ten opzichte van de theoretische dwa. Deze hoeveelheden zijn vrijwel zeker infiltrerend grondwater maar ook het teruglopen van oppervlaktewater op de overstorten is niet uitgesloten.

Een nader onderzoek kan bestaan uit een inmeting van de drempelhoogten van de overstorten en het resultaat af te zetten tegen gemeten waterstanden in het oppervlaktewater. Ook kan dan een inspectie plaatsvinden op lekkages bij de overstorten. Verder kan eenzelfde DWAAS-HAAS onderzoek worden uitgevoerd op de aanvoerende rioolgemalen om de herkomst nader te lokaliseren.

Aangesloten oppervlakken

Met de HAAS-methodiek is een schatting gemaakt van de omvang van het aangesloten verharde oppervlak. Gebleken is dat er zeker meer verhardingen zijn aangesloten dan tot nu toe bekend uit de basisrioleringsplannen. Geschat is dat ca. 470 ha op de rwzi Delfzijl is aangesloten (BRP 307 ha) en 65 ha op de rwzi Scheve Klap (BRP 42 ha).

Aanbevolen wordt om bij nog op te stellen basisrioleringsplannen veel aandacht te besteden aan een goede inventarisatie met een verrekening van particuliere verhardingen bij woningen en bedrijven. Deze staan veelal niet op de GBKN's aangegeven.

2 Inleiding

Ontwerp van riolering en rwzi's

De droogweerafvoer (dwa) en de aangesloten verhardingen zijn de belangrijkste ontwerpparameters voor de riolering en rwzi's. Toch worden beide rioolstelselkenmerken vrijwel uitsluitend theoretisch 'achter het bureau' bepaald.

De werkelijke dwa en de omvang van de aangesloten verhardingen blijken echter in de praktijk vaak groter te zijn. Rioolvreemd water en aangesloten particuliere verhardingen zijn twee van de belangrijkste oorzaken van de afwijkingen. Deze afwijkingen hebben verstrekende gevolgen voor de emissies tijdens overstortingen, de behoefte aan berging in oppervlaktewater, het ontwerp en optimalisatie van de riolering en rwzi's etc,

Om meer inzicht te verkrijgen in de mate en de gevolgen van de afwijkingen zijn door DHV in opdracht van STOWA de DWAAS en HAAS methodieken ontwikkeld. De kenmerken (dwa en aangesloten oppervlak) kunnen op basis van gangbare debietmetingen bij gemalen met DWAAS en HAAS snel en inzichtelijk gevalideerd worden. Hierdoor zullen de berekeningen meer realistisch en de voorgestelde maatregelen meer effectief zijn.

Rioolvreemd water

Rioolvreemd water is water dat onbedoeld in de riolering terechtkomt en vervolgens wordt afgevoerd naar rwzi's. Rioolvreemd water bestaat voornamelijk uit geïnfiltrerd grondwater, bronneringen, drainagewater, instromend oppervlaktewater, etc. De hoeveelheid rioolvreemd water wordt afgemeten aan de droogweerafvoer (dwa). Indien rioolvreemd water op grote schaal optreedt, heeft dit aanzienlijke gevolgen voor het functioneren van de rwzi's en in mindere mate voor de vuilemissies van riooloverstortingen op oppervlaktewater.

Aangesloten oppervlakken

Naast de droge perioden worden de natte perioden geanalyseerd met de door DHV samen met STOWA in 2009 ontwikkelde HAAS-methode (Hemelwater-Afvoer-Analyse-Systematiek). Deze methodiek kwantificeert het aangevoerde regenwater. Uit deze kwantificering van het aandeel regenwater en in relatie met de neerslaggegevens zijn afvloeiingscoëfficiënten van de neerslag berekend. Hieruit is de omvang van het naar de riolering afstromend oppervlak beoordeeld en vergeleken met de uit de basisrioleringsplannen bekend zijnde verharde oppervlakken.

3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

3.1 Onderzoekperiode

De onderzoekperiode waarover de analyses zijn uitgevoerd is van 01-01-2008 tot en met 31-12-2010.

3.2 Gebiedsafbakening

De twee rwzi's ontvangen het afvalwater vanuit diverse kernen van de gemeenten Delfzijl, Appingedam, Loppersum en Oldambt. Dit heeft geleid tot de volgende indeling van de afvalwatersystemen waarop de analyses zijn uitgevoerd:

Tabel 13 Gebiedsindeling voor de Dwaas en HAAS analyses

rwzi Delfzijl Kernen	rwzi Scheve klap Kernen
Delfzijl	Nieuwolda
Appingedam	Wagenborgen
Zijldijk	Termunten
t Zandt	Woldendorp
Zeerijp	Klein Finland
Godlinze	Baamsum
Losdorp	
Krewerd	
Spijk	
Bierum	
Holwierde	
Meedhuizen	

De buitengebieden en overige kleine kernen zijn grotendeels middels drukriolering aangesloten.

3.3 Dagsommen afvalwater

De dagsommen van de afgevoerde debieten voor de beschouwde periode zijn voor de rwzi's Delfzijl en Scheve Klap beschikbaar gesteld door het waterschap. Deze reeksen zijn vrijwel volledig op enkele dagen na. Voor deze ontbrekende dagsommen is de dagsom geschat uit vergelijkbare dagen in die maand waarop de dagsom wel beschikbaar is. Bij dagen met neerslag is de dagsom geschat uit een de dagsom met een vergelijkbare hoeveelheid neerslag.

3.4 Dagsommen neerslag

Om de DWAAS en HAAS methodiek te kunnen toepassen is per verzorgingsgebied van de rwzi's een neerslagreeks vervaardigd. Deze neerslagreeksen zijn opgesteld uit de KNMI gegevens van de vaste stations die representatief zijn voor de verzorgingsgebieden. Deze gegevens zijn opgevraagd bij het KNMI.

Tabel 14 Jaarsommen neerslag

	KNMI Delfzijl mm/jaar	KNMI Nieuwolda mm/jaar
2008	824	828
2009	785	831
2010	851	818

Voor de rwzi Delfzijl is uitsluitend het KNMI station Delfzijl gebruikt en voor de rwzi Scheve Klap de gemeten dagsommen van het station Nieuwolda.

3.5 Dagsommen leidingwater

Het waterschap heeft de hoeveelheden geleverd leidingwater per postcode voor het jaar 2010 van de drinkwaterleverancier ontvangen. Voor beide verzorgingsgebieden zijn deze hoeveelheden getotaliseerd en is de gemiddelde dagsom geleverd leidingwater berekend. De resultaten zijn in de volgende tabel weergegeven.

Tabel 15 Jaar- en dagsommen geleverd leidingwater

Leidingwater geleverd	2010 m3/jaar	2010 m3/dag
rwzi Delfzijl	1.791.079	4.907
rwzi Scheve Klap	456.128	1.250
Totaal	2.247.207	6.157

3.6 Aangesloten verhardingen en inwoners

De gegevens van de omvang van de aangesloten oppervlakken zijn door het waterschap beschikbaar gesteld. Per kern en rwzi zijn in de volgende tabel de aangesloten verhardingen weergegeven.

Tabel 16 Aangesloten oppervlakken en inwoners per rwzi

rwzi Delfzijl Kern	GM ha	VGS ha	Totaal ha	Inwoners aantal	Inwoners bron
Delfzijl	171,65	37,8	209,45	20000	Wikipedia 2011
Appingedam	59,22	2,38	61,6	12090	Wikipedia 2011
Zijldijk	0	1,81	1,81	241	Wikipedia 2006
t Zandt	0	6,07	6,07	867	Wikipedia 2006
Zeerijp	0	4,32	4,32	440	Wikipedia 2008
Godlinze	0	2	2	420	Wikipedia 2008
Losdorp	0	0,83	0,83	250	ZTW 2010
Krewerd	0	0,59	0,59	100	Wikipedia 2007
Spijk	0	10,7	10,7	1726	ZTW 2010
Bierum	0	4,74	4,74	800	Wikipedia
Holwierde	0	5,84	5,84	1214	ZTW 2010
Meedhuizen	0	0	0	500	Wikipedia
Amsweer	0	0	0	50	ZTW 2010
Totaal rwzi	230,87	77,08	307,95	38648	
rwzi Scheve Klap Kern	GM ha	VGS ha	Totaal ha	Inwoners aantal	Inwoners Bron
Nieuwolda	8,53	0	8,53	1210	Wikipedia, CBS 2008
Wagenborgen	16,40	0	16,40	1825	Wikipedia 2010
Termunten en Termunterzijl	7,18	0	7,18	690	Wikipedia 2008
Woldendorp	6,69	0	6,69	1000	Wikipedia 2008
Klein Finland	0	0	0	200	www.kleinfinland.nl
Baamsum	0	0	0	40	13 woningen google maps
Envilla (Groot Bronswijk)	3,04	0	3,04	1200	Wikipedia
Totaal rwzi	41,84	0	41,84	6165	
TOTAAL 2 rwzi's	272,71	77,08	349,79	44813	

Bron verhardingen: Basisrioleringsplannen

3.7 Theoretische droogweerafvoer

De theoretische droogweerafvoer (dwa) is opgebouwd uit de droogweerafvoer van huishoudens en de droogweerafvoer van bedrijven. Uitgegaan is van de opgaven van het waterschap.

Tabel 17 Theoretische dwa inwoners en bedrijven

	Inwoners Aantal	Bedrijven m3/h	Inwoners m3/dag	Bedrijven 8*m3/h m3/dag	DWA totaal m3/dag	Bedrijven VE VE	Bedrijven 120 I/VE m3/dag	DWA totaal met VE m3/dag
rwzi Delfzijl	38.648	136,5	4.638	1.092	5.730	7.914	950	5.587
rwzi Scheve Klap	6.165	38,4	740	307	1.047	1.100	132	872
Totaal	44.813	174,9	5.378	1.399	6.777	9.014	1.082	6.459

Opmerkingen:

- Per inwoner is uitgegaan van een dagsom van 120 l afvalwater.
- Voor bedrijven zijn de door het waterschap opgegeven afvoercapaciteiten in m³/h met 8 uur vermenigvuldigd om de dagsom te bepalen. Waarschijnlijk wordt hiermee de dagsom voor de bedrijven overschat.
- Bij de rwzi Scheve Klap is in 2010 het Envilla (voormalig Groot Bronswijk) in gebruik genomen voor de huisvesting van werknemers voor de bouw van de nieuwe energie centrales. Bij de inwoners voor rwzi Scheve Klap zijn om die reden 1200 bewoners opgenomen van het complex Groot Bronswijk en ook nog 200 voor bungalowpark Klein Finland.
- Vanuit de BRP-opgaven van de aangesloten bedrijfs-VE's voor de rwzi Delfzijl is de dagsom aan dwa berekend op basis van 120 l/VE/dag. De resultaten hiervan staan in de laatste kolom.
- Voor de rwzi Scheve klap zijn geen gegevens van bedrijfs-VE's bekend. Het aandeel bedrijfs-VE's is hier berekend uit het aantal gemeten VE's op droge dagen in 2010 (7300 VE) verminderd met het aantal aangesloten inwoners (6200).

Deze theoretische droogweerafvoer vormt de referentie voor de bepaling van het aandeel rioolvreemd water.

4 DWAAS en HAAS

4.1 Algemeen

De DWAAS-analyse bestaat uit het toepassen van een aantal verschillende methodes om de hoeveelheid rioolvreemd water te schatten. De methodes zijn erop gericht om het aandeel droogweerafvoer in de meetreeks te bepalen en te vergelijken met de **theoretische droogweerafvoer**. De droogweerafvoer is uitsluitend te bepalen op geheel droge dagen, zonder afvoer van reeds gevallen neerslag. Op een droge dag voor DWAAS dient dan 'gisteren, vandaag, en morgen' minder dan 0,5 mm neerslag te zijn gevallen, omdat verondersteld wordt dat de eerste 0,5 mm neerslag niet tot afstroming komt.

Er zijn meerdere methodes toegepast, o.a. om de gevoeligheid van methodiek op een specifieke meetreeks te beoordelen. Een vergelijking van de resultaten van de verschillende methoden ondersteunt de betrouwbaarheid van de uiteindelijke conclusies. Een grote afwijking tussen de methodes kan reden zijn, om de meetreeks nader op kwaliteit en consistentie te beoordelen. Deze DWAAS en HAAS methodes worden hier eerst kort beschreven.

4.2 Beschrijving DWAAS

1a: Theoretische droogweerafvoer

De theoretische droogweerafvoer is bepaald zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven. Deze afvoer vormt de basis voor de bepaling van het aandeel rioolvreemd water en de resultaten van de hierna beschreven analyses worden hieraan afgemeten.

1b: Drinkwater verbruik

Met het drinkwaterverbruik en eventueel door de industrie zelf geproduceerd (bijv. grondwater) en geloosd proceswater is de theoretische droogweerafvoer op jaarvolumes getoetst.

2: Minimum dagsom

Dit is het absolute minimum uit de dagsom-meetreeks van gemalen. Dit minimum kan vergeleken worden met de theoretische droogweerafvoer om het minimum aandeel rioolvreemd water te bepalen. Bij de dagsommen van de gemalen is er vaak een extreem minimum te vinden, doordat een gemaal op die dag in storing is geweest. Om die reden is dit minimum niet gehanteerd om het aandeel rioolvreemd water te bepalen. Wel is dit minimum bepaald.

Een meer betrouwbaar en realistischer minimum wordt gevonden uit de tijdreeksanalyse met lopend gemiddelde.

3: Tijdreeksanalyse met 7-daags lopend gemiddelde

In deze benadering zijn de jaarlijkse meetreeksen op een tijd-as uitgezet. Het verloop van de afvalwaterdebieten in relatie tot de neerslag geven een goed inzicht in het functioneren van het rioolstelsel. De laagste waarde van het 7-daags lopend gemiddelde van het afvalwaterdebiet in deze analyse geeft een goede schatting van de laagste droogweerafvoer. Door het gemiddelde over 7 dagen te nemen worden eventuele storingen in gemalen en toevallige variaties uitgemiddeld. Deze waarde wordt vergeleken met de theoretische droogweerafvoer en percentueel uitgedrukt. Dit percentage kan beschouwd worden als de onderkant van de schattingen van het aandeel rioolvreemd water. Indien het hoog is, impliceert dit een structureel hoog aandeel rioolvreemd water.

4: Weiss-Brombach methode

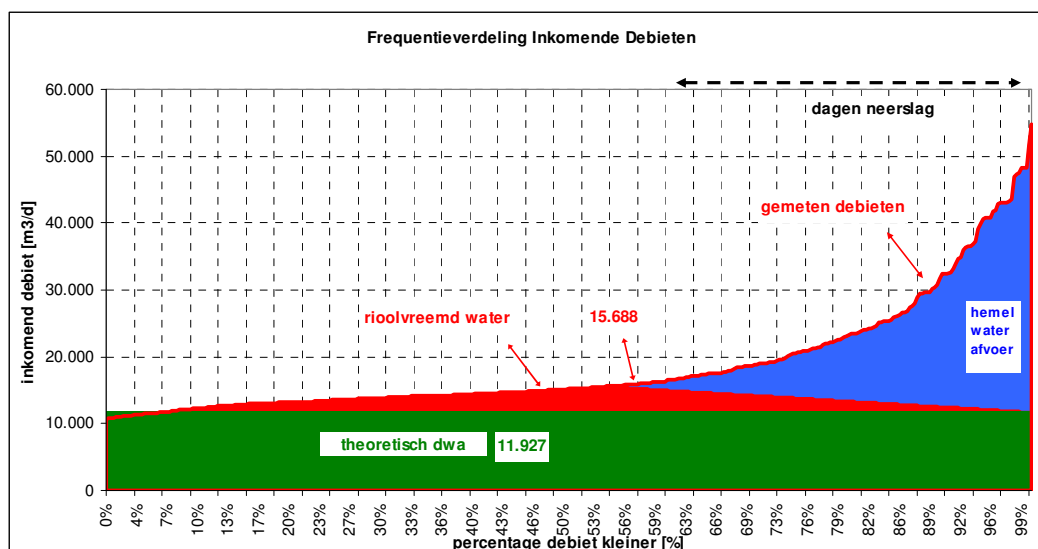
De methode Weiss-Brombach is één van de benaderingen om het aandeel rioolvreemd water te kwantificeren. De methode is erop gericht om binnen de gemeten dagsommen de fracties dwa, neerslaginloop en rioolvreemd water te onderscheiden.

De dagsommen zijn allereerst gerangschikt op grootte. Dit levert een oplopende curve op. Daarna is de theoretische dwa-dagsom als horizontale lijn toegevoegd (het groene vlak, zie figuur 1). Het verschil tussen de curve en de theoretische dwa-dagsom (het rode vlak) geeft al een eerste indicatie van de omvang van rioolvreemd water. Bij de dagsommen is echter een aandeel neerslaginloop inbegrepen.

De aanname wordt nu gedaan dat de grootste dagsommen afkomstig zijn van dagen met neerslaginloop. Hierbij is verondersteld dat uitsluitend neerslag groter dan 0,5 mm per dag tot daadwerkelijke inloop heeft geleid.

Met deze aanname is op de curve met de gerangschikte dagsommen, het punt te bepalen met de grootste dagsom waarop geen neerslaginloop heeft plaatsgevonden. Verder is verondersteld dat tijdens de dag met de grootste dagsom, de riolen dermate gevuld zijn dat geen rioolvreemd water (infiltratie) kan toetreden. Deze twee aannamen leggen twee punten vast. Het verloop van het aandeel rioolvreemd water tussen deze twee punten is verondersteld lineair te zijn. Het blauwe gedeelte is dan de hemelwaterafvoer.

De beschreven bewerkingen geven een beeld zoals weergegeven in de volgende figuur voor het totale aanbod. De methode veronderstelt nu dat de 'driehoek' omgeven door de curve, de lineaire interpolatielijnen en met als basis de horizontale theoretische dagsom, het aandeel rioolvreemd water omvat. Dit kan in sommige gevallen met exfiltratie ook negatief zijn.



Figuur 10 De Weiss-Brombach methode (voorbeeld)

De methode bevat een paar arbitraire en stelselspecifieke aannamen, zoals de totstandkoming van de scheidingslijn tussen het rioolvreemde water en het hemelwater. De methode behoudt desondanks waarde door o.a. een beoordeling van de vorm (hol-bol) en een vergelijking met andere gebieden.

5: Langste droge periode

Uit de meetreeks wordt de langste droge periode gefilterd, waarbinnen de laagste 7-daags gemiddelde droogweerafvoer wordt bepaald.

6 en 7: Weekend en werkdagen

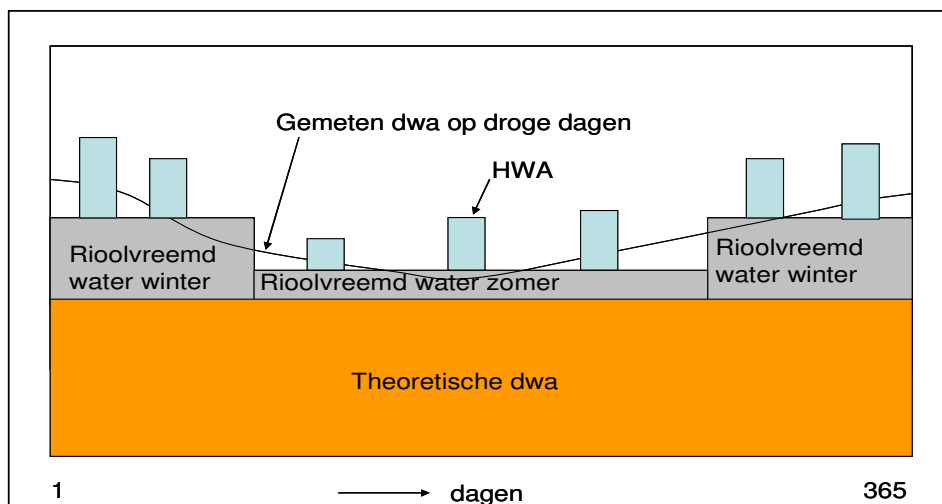
Om weekendeffecten te kunnen beoordelen worden ook de resultaten van de droge weekend- en werkdagen gepresenteerd. Hierbij moet opgemerkt worden dat de maandag-registraties, de lozingen van de voorafgaande 24 uur betreffen. Afhankelijk van het tijdstip van aflezing kan dit dus het geloosde afvalwater op zondag betreffen. Vooral bij bedrijventerreinen is vaak een uitgesproken weekendeffect waarneembaar.

8 en 9: Zomer- en winterhalfjaar

Bij deze methode wordt de gemiddelde dagsom op de droge dagen bepaald voor het zomer- en het winterhalfjaar. Het zomerhalfjaar loopt van 1 april t/m 30 september en het winterhalfjaar van 1 oktober t/m 31 maart.

10: Jaargemiddelde droogweerafvoer

De gemiddelde dagsommen voor het zomer- en winterhalfjaar worden als representatief gemiddelde beschouwd voor de bepaling van het percentage rioolvreemd water. Uit de halfjaargemiddelden wordt het jaargemiddelde berekend. Deze waarden worden ook gebruikt bij de bepaling van de waterbalansen over de beschouwde periode zoals hieronder schematisch is weergegeven.



Figuur 11 Schematische weergave onderscheiden fracties in waterbalans

11: Afvoer per jaar

De totale waterafvoer door het gemaal van de onderzoeksgebieden over de beschouwde periode is opgesteld. Hierin zijn de aandelen theoretische dwa, het riolvreemd water en het hemelwater (HWA) bepaald. Deze afvoerbalans is een interessant gegeven voor de beheerders van de rwzi's.

4.3 Beschrijving HAAS

Het aandeel regenwater dat op de rwzi's wordt aangevoerd is berekend voor iedere natte periode. Een natte periode is gedefinieerd als een aaneengesloten periode met meer neerslag dan 0,5 mm per dag en één dag uitloop voor de lediging van het stelsel. Met toevoeging van enkele rioolstelselkenmerken kan over iedere natte periode een waterbalans worden opgesteld. Deze toegevoegde gegevens zijn het aangesloten verharde oppervlak, de berging en de pompcapaciteit.

De balansposten zijn dan:

- IN : de neerslag
- UIT: de overstortingen
- UIT: de afvoer van regenwater
- UIT: inloopverliezen bij afstroming over aangesloten oppervlak

Van deze posten wordt uitsluitend de **neerslag** direct gemeten. Indien wordt aangenomen dat het aangesloten oppervlak bekend is vanuit inventarisaties voor het basisrioleringsplan, dan is hiermee de instromende post (neerslagdiepte x oppervlak) van de waterbalans bekend.

De **overstortingen** worden berekend met de gegevens van de berging en de pompcapaciteit. Opgemerkt wordt dat doorgaans de hoeveelheid overgestort water slechts klein is ten opzichte van de andere posten in de waterbalans. Daarom volstaat voor dit doel een eenvoudige benadering met een bakmodel.

De overstortingen kunnen worden geschat op basis van de dagsommen neerslag en de rioolstelselkenmerken: aangesloten verhard oppervlak, berging en pompovercapaciteit. Meerdere stelsels kunnen deel uitmaken van het onderzoeksgebied.

De overstortingen kunnen worden geschat uit de volgende balansvergelijkingen:

$$1: OVS \text{ (mm/dag)} = ((NSLG(\text{mm/dag}) - OPPBER(1,0 \text{ mm})) \times Cp) - BRGR(\text{mm}) - 6 \text{ uur POC (mm/h)}$$

$$2: OVSVOL(\text{m}^3/\text{dag}) = OVS(\text{mm/dag}) \times VOP(\text{hectare}/10)$$

waarin:

OVS	= Overstorting
NSLG	= Neerslag
OPPBER	= Initieel oppervlakteverlies
Cp	= Afvloeiingscoëfficiënt bij piek (bijv. 0,9)
BRGR	= Berging rioolstelsel
POC	= Pompovercapaciteit
OVSVOL	= Overstortingvolume
VOP	= Aangesloten verhard oppervlak

Indien uit de vergelijking voor OVS een positief getal volgt, dan is sprake van een (theoretische) overstorting. Deze berekening van overstortingen kan voor zowel gemengde als verbeterd gescheiden stelsels worden toegepast. Bij verbeterd gescheiden stelsels is het aandeel van de overstortingen in de balans echter veel groter.

De tijdsduur van 6 uur voor de bijdrage van de pompovercapaciteit in de balans is arbitrair gekozen. Dit is beschouwd als de gemiddelde tijdsduur van aanvang van de bui tot het einde van de overstorting. De berging is op dat moment nog volledig gevuld en komt daarom volledig terug in de balansvergelijking 1.

De **afvoer van regenwater** binnen de totale afvoer is niet duidelijk te herkennen. Tijdens perioden met neerslag worden afvalwater en regenwater gezamenlijk afgevoerd. Hier komt nog een aandeel rioolvreemd water bij door bijvoorbeeld toetreding van grondwater door infiltratie op de buisverbindingen of bewust door aansluiting van drainagemiddelen. Deze totale hoeveelheid afgevoerd water wordt doorgaans gemeten. Binnen deze totale hoeveelheid zijn de aandelen afvalwater en rioolvreemd water redelijk goed te kwantificeren. Hieruit volgt dat het aandeel regenwater is af te leiden door de aandelen afvalwater en rioolvreemd water in mindering te brengen op de totale gemeten som. Ervaring tot nu toe leert dat op jaarbasis ca. 50 tot 60% (C=0,5 tot 0,6) van de totale neerslag door gemengde stelsels wordt afgevoerd. De toetsing van de omvang van het aangesloten oppervlak zal met C=0,6 worden uitgevoerd.

De **inloopverliezen** (initiële berging, infiltratie, verdamping) vormen de meest ongrijpbare balanspost in deze waterbalans, waaraan normaal op geen enkele wijze wordt gemeten. Deze verliezen bedragen volgens ervaringscijfers op jaarbasis ca 30 tot 50 % van de totale neerslag. In de inloopverliezen zit ook de eventuele onnauwkeurigheid van de omvang van het aangesloten verhard oppervlak verborgen. Ook bijdragen van afstroming van onverhard oppervlak tijdens piekbuien zit in deze post. De inloopverliezen zijn in feite de sluitpost van de waterbalans en deze kunnen uitsluitend worden bepaald indien de andere posten bekend zijn.

Resultaat van deze waterbalansbenadering is een afvloeingscoëfficiënt (run-off coëfficiënt) per jaar en voor iedere natte periode. De afvloeingscoëfficiënt is gekozen als parameter om het gedeelte van de neerslag aan te duiden dat uiteindelijk tot afstroming komt naar de riolering, de rioolloop. Dit kan op jaarbasis of per neerslaggebeurtenis. In deze coëfficiënt zitten alle inloopverliezen verrekend en in feite ook eventuele onnauwkeurigheden in de omvang van het verhard oppervlak waarvan de neerslag via de riolering tot afstroming komt.

Beoordeling aangesloten verharde oppervlakken

De gemiddelde afvloeingscoëfficiënt over een jaar blijkt een goede parameter te zijn om de omvang van het aangesloten verharde oppervlak te valideren. De volgende signalen kunnen uit de berekende jaargemiddelde afvloeingscoëfficiënt C worden afgeleid.

Tabel 18 Beoordeling jaargemiddelde afvloeingscoëfficiënten

Coëfficiënt	Beoordeling
$C > 0,75$	Het werkelijk aangesloten oppervlak is met redelijke zekerheid groter dan aangenomen.
$0,65 < C < 0,75$	Het werkelijk aangesloten oppervlak verdient aandacht: zijn bijv. particulier verhardingen meegenomen.
$0,55 < C < 0,65$	Het werkelijk aangesloten oppervlak lijkt in omvang goed te zijn ingeschat.
$C < 0,55$	Het werkelijk aangesloten oppervlak lijkt in omvang te groot te zijn ingeschat.

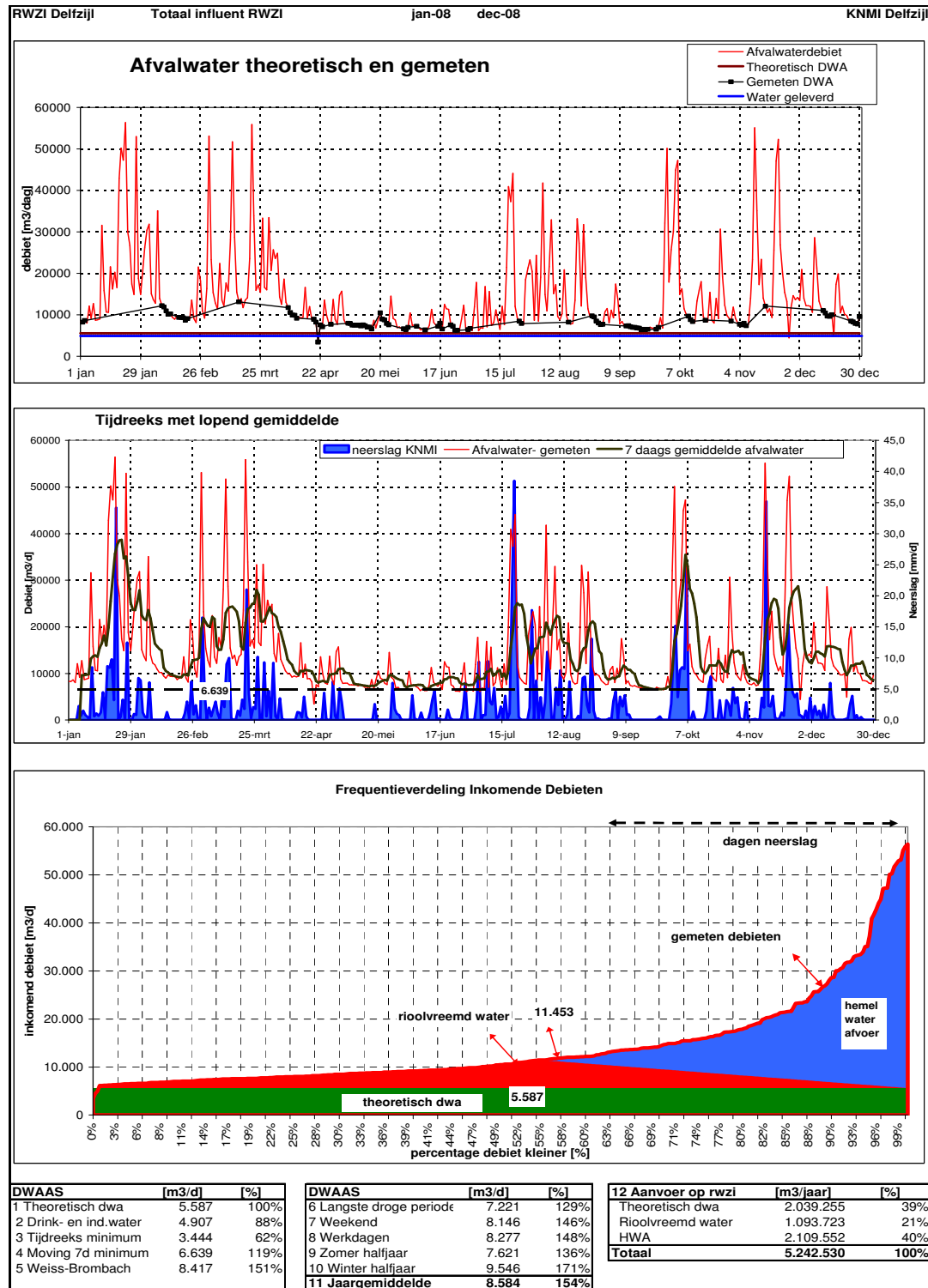
Omgekeerd kan bij een aanname voor de jaarlijkse rioolloop ($C=0,6$ ofwel 60% van de neerslagjaarsom) het aangesloten verharde oppervlak worden geschat. De nauwkeurigheidsmarge van deze methode wordt geschat op circa 10%.

Een andere en niet minder belangrijke beoordeling van het resultaat kan verkregen worden door in een gebied de C's onderling te vergelijken voor alle onderzochte stelsels. Dit is een zeer belangrijke stap. Een groot verschil (meer dan 0,1) kan een aanwijzing zijn dat een stelsel meer aangesloten oppervlak heeft dan is opgegeven.

Door verder de methode over meerdere jaren en meerdere stelsels toe te passen kan een consistent beeld worden verkregen en kunnen stelsels onderling met elkaar worden vergeleken.

5 Resultaten

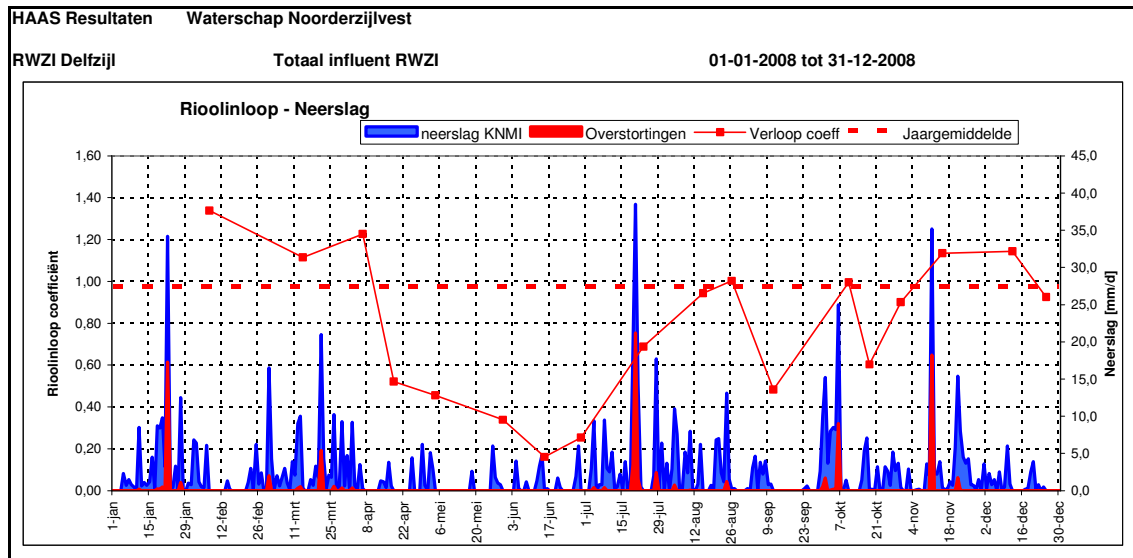
5.1 Rwzi Delfzijl 2008



Figuur 12 DWAAS resultaten Rwzi Delfzijl 2008

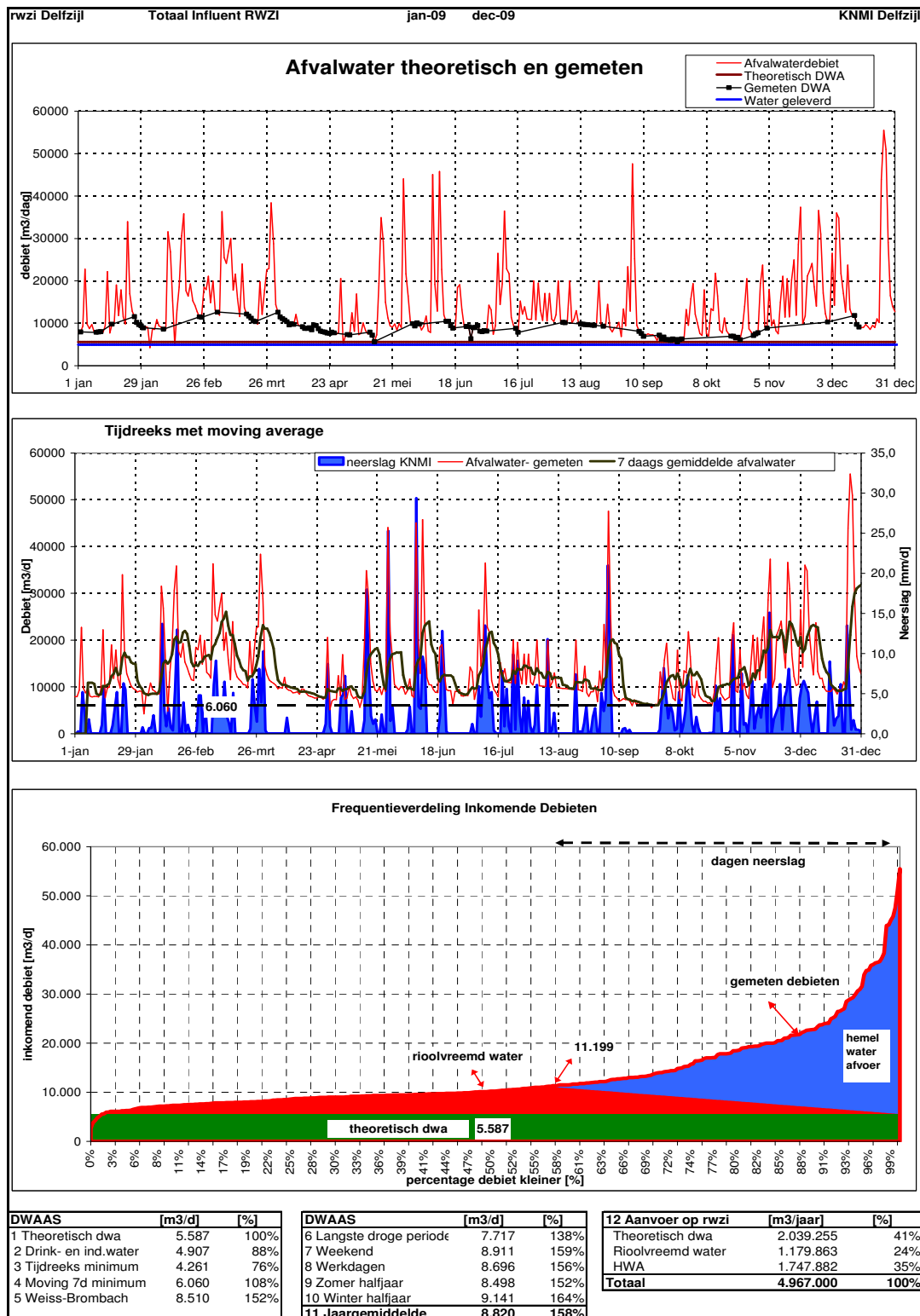
Natte periode waterbalans

Met de rioolstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeiingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 13 Natte periode analyse Rwzi Delfzijl 2008

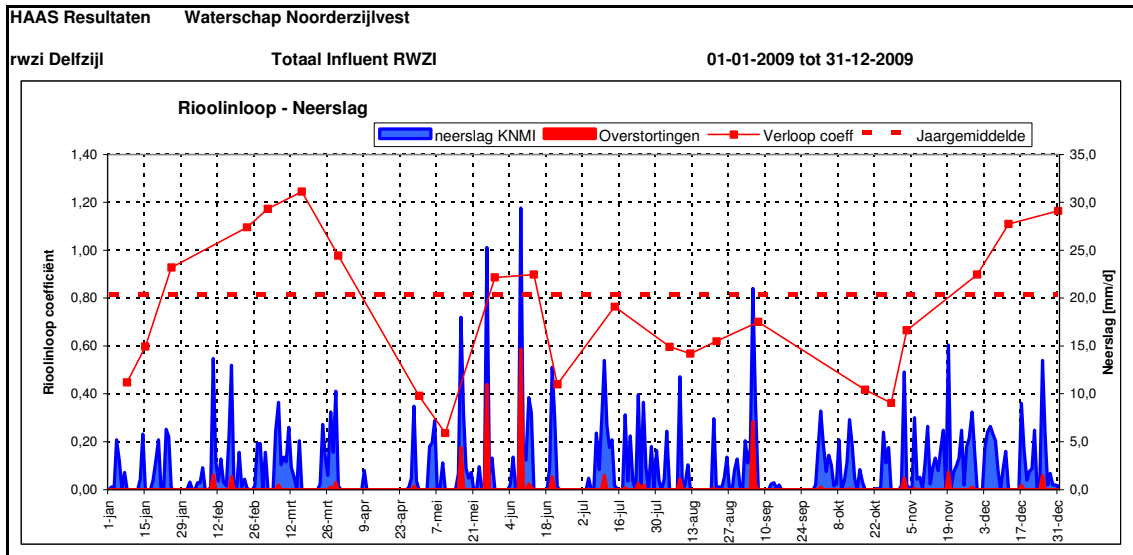
5.2 Rwzi Delfzijl 2009



Figuur 14 DWAAS resultaten Rwzi Delfzijl 2009

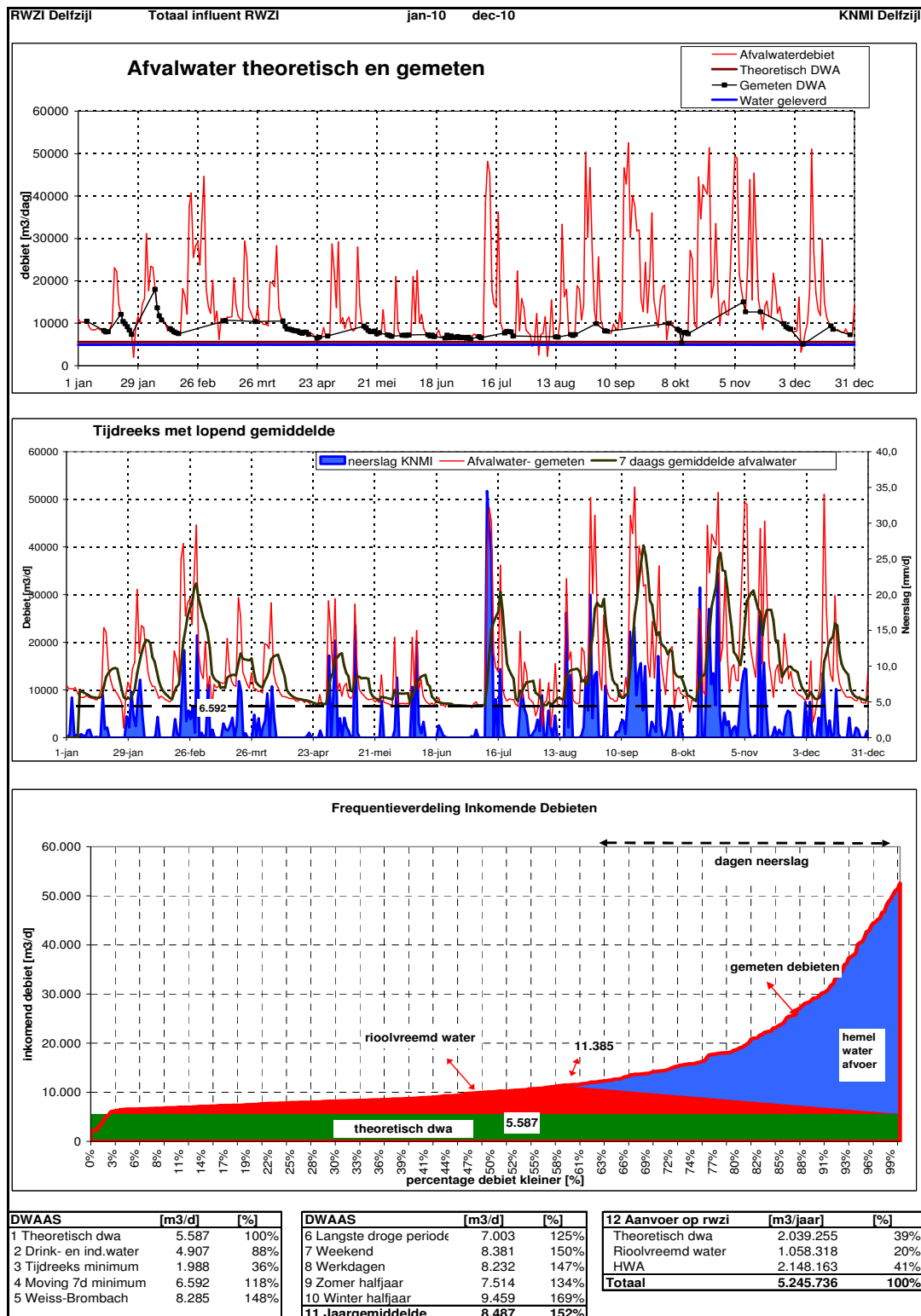
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 15 Natte periode analyse Rwzi Delfzijl 2009

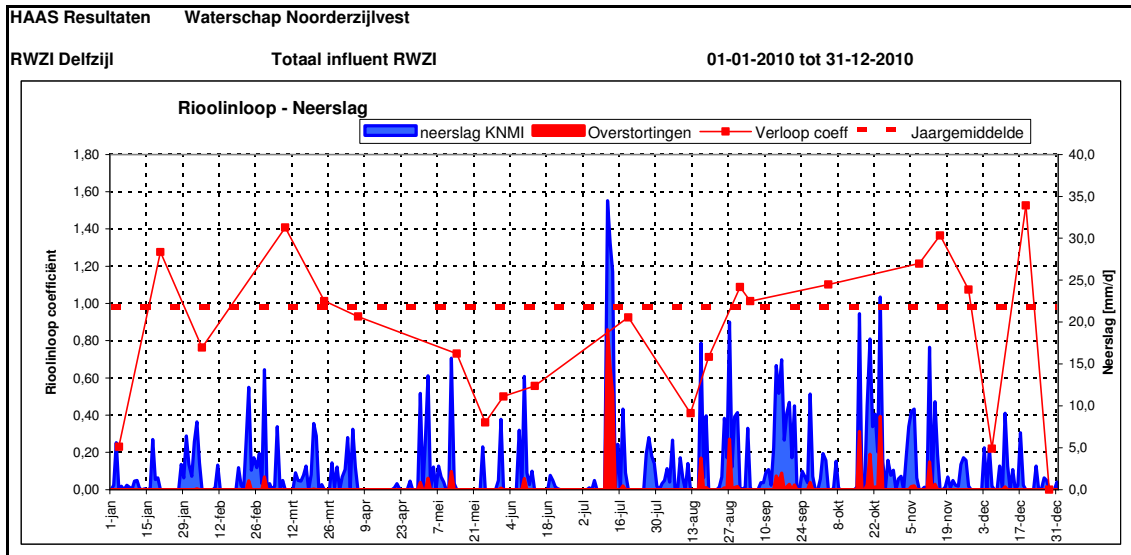
5.3 Rwzi Delfzijl 2010



Figuur 16 DWAAS resultaten Rwzi Delfzijl 2010

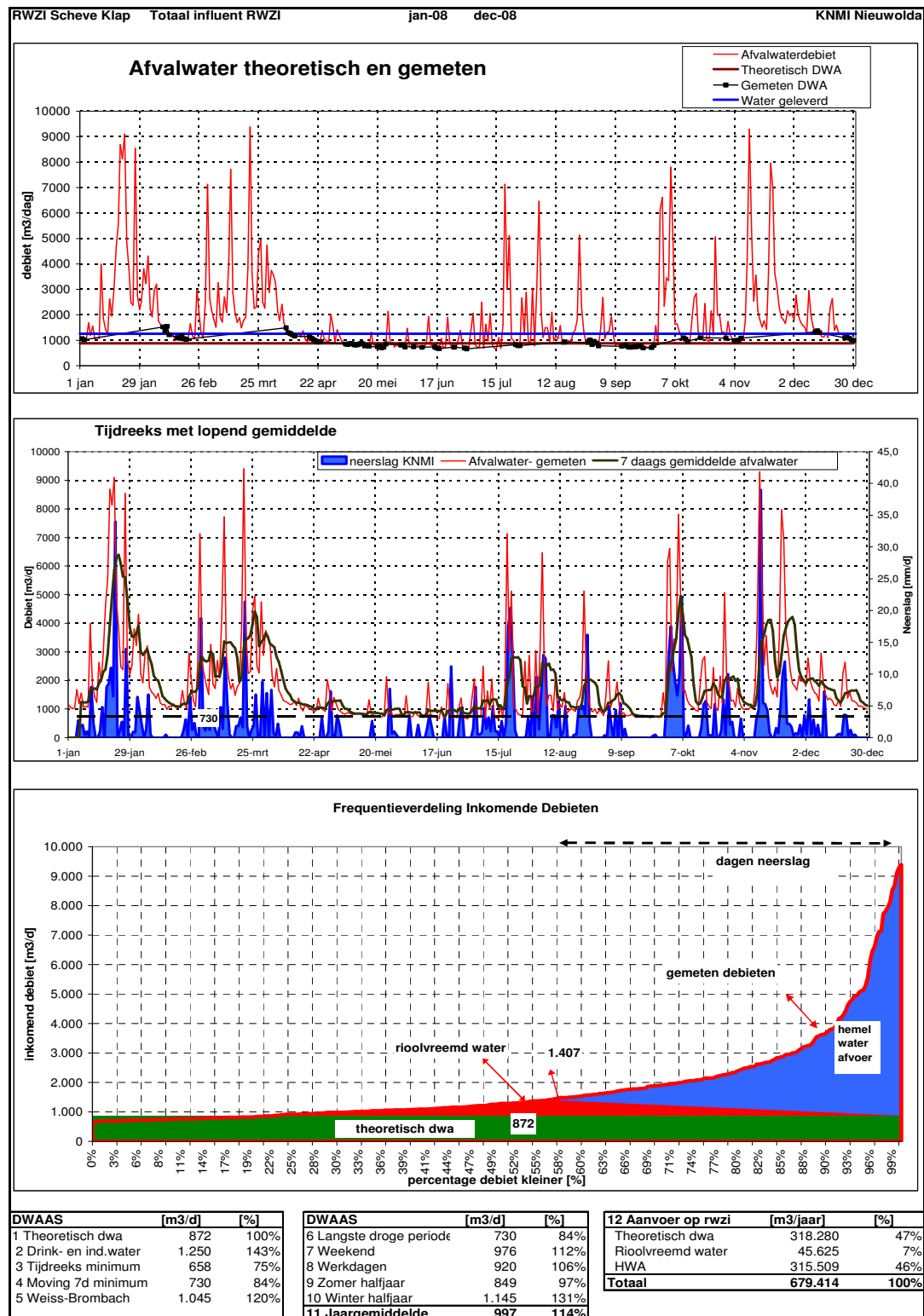
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 17 Natte periode analyse Rwnzi Delfzijl 2010

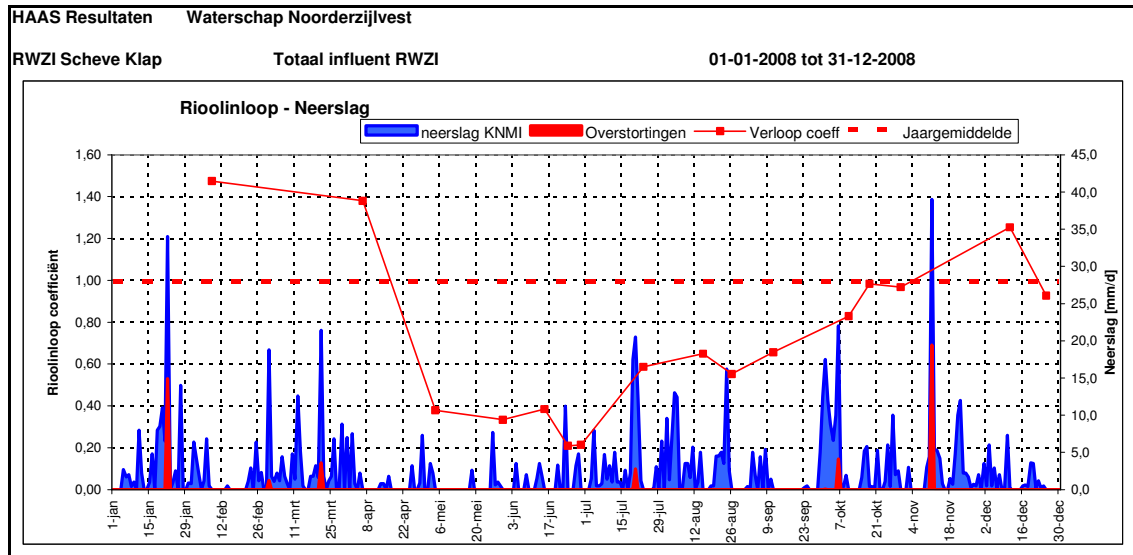
5.4 Rwzi Scheve Klap 2008



Figuur 18 DWAAS resultaten Rwzi Scheve Klap 2008

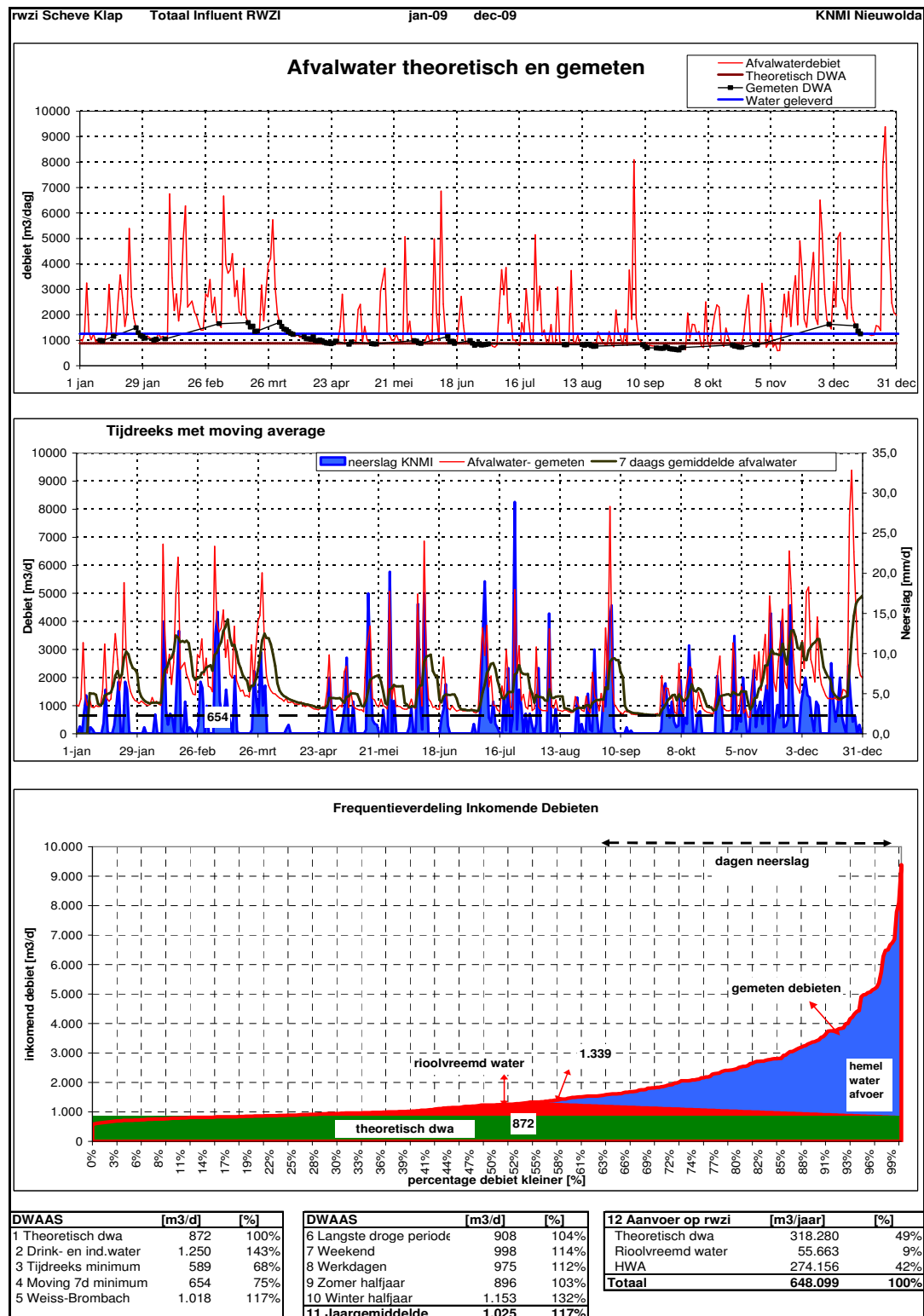
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 19 Natte periode analyse Rwzi Scheve Klap 2008

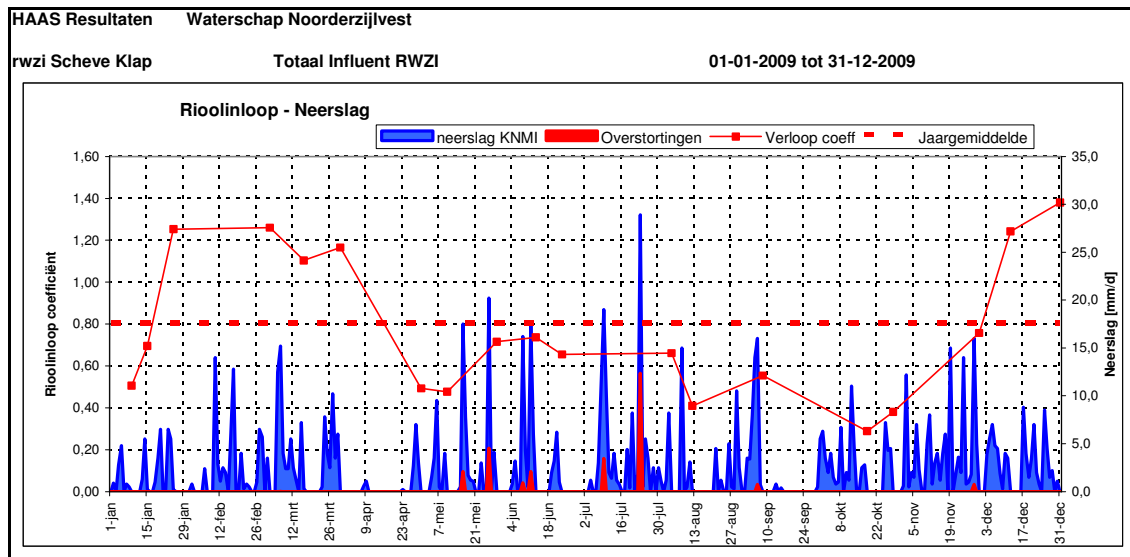
5.5 Rwzi Scheve Klap 2009



Figuur 20 DWAAS resultaten Rwzi Scheve Klap 2009

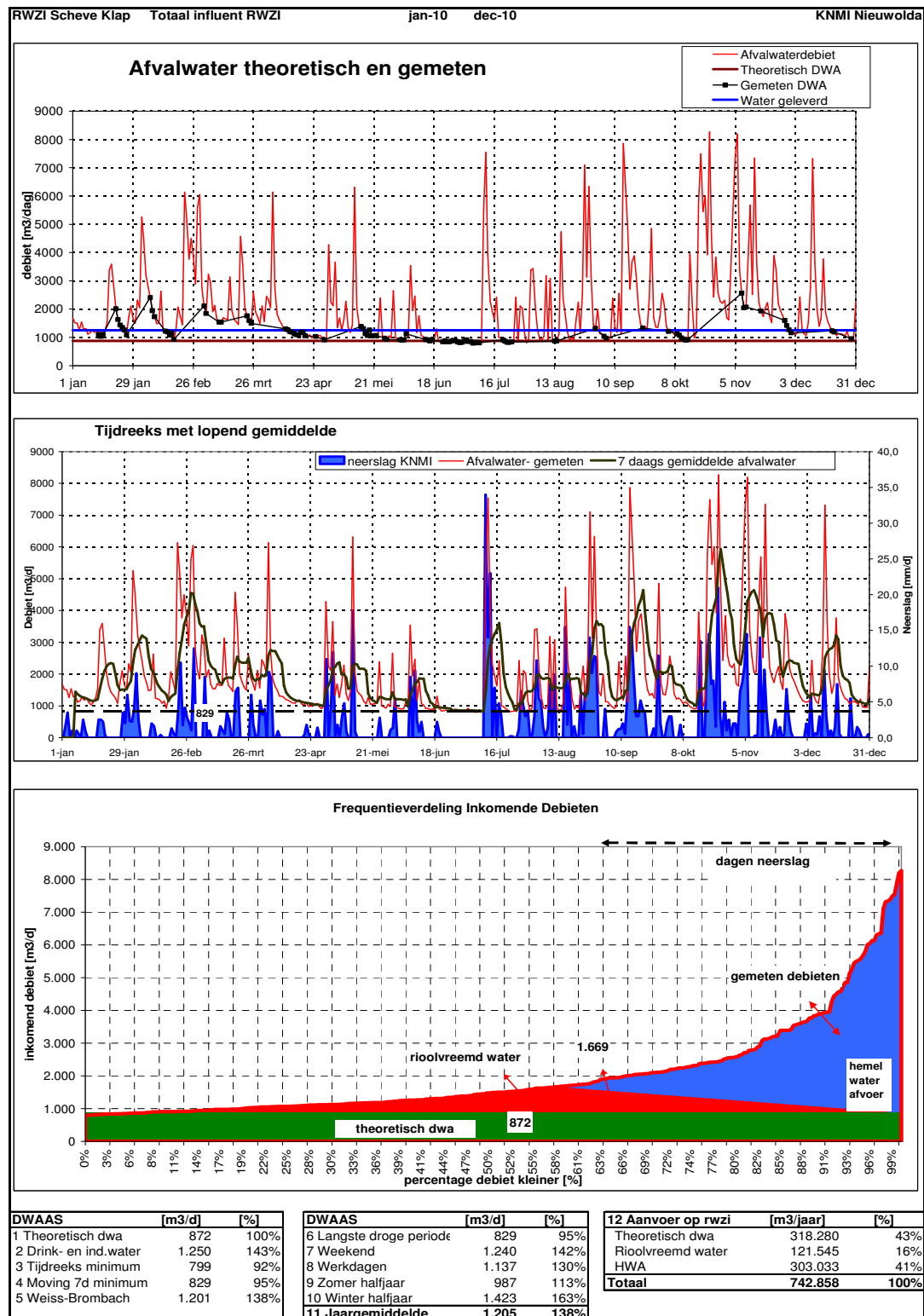
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeiingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 21 Natte periode analyse Rwzi Scheve Klap 2009

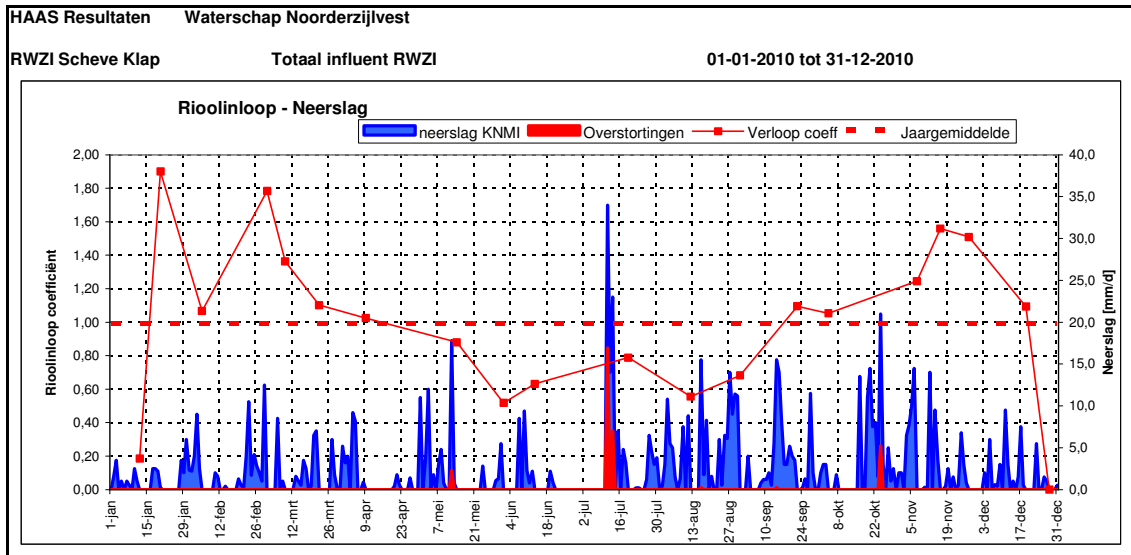
5.6 Rwzi Scheve Klap 2010



Figuur 22 DWAAS resultaten Rwzi Scheve Klap 2010

Natte periode waterbalans

Met de rioolstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeiingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 23 Natte periode analyse Rwzi Scheve Klap 2010

5.7 Samenvatting resultaten en conclusies

Rioolvreed water

Tabel 19 Resultaten DWAAS

DWAAS Periode 2008-2010	Theoretische DWA	Leidingwater	Gemeten DWA	Rioolvreed water	
	m3/dag	m3/dag	m3/dag	m3/dag	%
rwzi Delfzijl	5.587	4.907	8.630	3043	54%
rwzi Scheve Klap	872	1.250	1.076	204	23%
Totaal	6.459	6.157	9.706	3247	50%

rwzi Delfzijl:

- Er treedt zeker veel rioolvreed op. Geschat is in de orde grootte van 50%.
- Er treedt zeker infiltratie van grondwater naar het riool op, gezien de zomer en winter verschillen in de hoeveelheden rioolvreed water veroorzaakt door de invloed van de seizoensafhankelijke grondwaterstanden.
- Ook is een geleidelijke afname van de gemeten dwa te zien tijdens langdurige droge perioden veroorzaakt door grondwaterstands dalingen.
- Mogelijk stroomt ook oppervlaktewater terug gezien de relatief snelle afname van dwa ná enkele perioden met zeer veel neerslag.
- De geleverde hoeveelheid leidingwater is lager dan de theoretische dwa. Wellicht is de theoretische dwa voor bedrijven overschat.

rwzi Scheve Klap:

- De gemeten dwa loopt in de tijd sterk op van 997 m3/dag in het jaar 2008 tot 1205 m3/dag in het jaar 2010. Dit is waarschijnlijk toe te schrijven aan de ingebruikname van Envilla (voorheen Groot Bronswijk) waar in 2010 geleidelijk tot 1200 werknemers zijn gehuisvest tbv de bouw van de energiecentrales.
- Hoewel het aandeel rioolvreed water slechts berekend is op 3 %, blijkt uit de analyses dat er aanzienlijke verschillen zijn tussen zomer en winter dwa.
- Ook is in de zomer de gemeten dwa lager dan de theoretische dwa. Dit duidt op een te hoog geschatte theoretische dwa.
- Ook is een geleidelijke afname van de gemeten dwa te zien tijdens langdurige droge perioden waarschijnlijk veroorzaakt door dalende grondwaterstandstanden.
- Het aandeel rioolvreed water wordt op basis van de resultaten van 2010 geschat op zeker 40 %.

Oorzaken rioolvreed water: zeker grondwater infiltratie maar ook terugloop oppervlaktewater bij de overstorten.

Influent parameters

Huishoudelijk afvalwater in Nederland heeft een redelijk gemiddelde samenstelling (STOWA). Dit gemiddelde is afgezet tegen de op de rwzi's gemeten gemiddelde waarden van het influent op droge dagen en in de volgende tabel weergegeven.

Tabel 20 Influent parameters

RWZI influent Periode 2008-2010	CZV mg/l	N-Kj mg/l	Verhouding CZV/N-Kj
STOWA gemiddelde	600	58	10,3
rwzi Delfzijl	454	48	9,5
rwzi Scheve Klap	531	51	10,4

De verhouding CZV/N-Kj komt redelijk overeen met het STOWA gemiddelde. Dit duidt op afvalwater met een huishoudelijk karakter. Voor beide rwzi's zijn de gemiddelde concentraties voor CZV en N-Kj echter lager dan het STOWA gemiddelde. Dit duidt op bijmenging met relatief schoon water.

Opvallend echter is voor de rwzi Delfzijl de hoge Cl-concentraties op droge dagen en lagere concentraties op uitgesproken natte dagen. Dit is in de volgende tabel weergegeven:

Tabel 21 Cl concentraties bij droog en nat weer

CL concentraties	droog mg/l	nat mg/l
rwzi Delfzijl	338	177
rwzi Scheve Klap	126	108

De gemiddelde CL-concentratie in Nederland in huishoudelijk afvalwater is ca. 50-100 mg/l. De oorzaak van de hoge concentraties bij droog weer is waarschijnlijk de infiltratie van brak grondwater in het riool. Op natte dagen wordt het afvalwater met grote hoeveelheden regenwater bijgemengd, waardoor de gemiddelde concentratie daalt. Aldus is dit een indicatie van het optreden van rioolvreemd water door infiltratie van brak grondwater.

Discrepantie

De theoretische VE's zijn bepaald uit het aantal aangesloten inwoners en de opgave door het waterschap van de aangesloten bedrijfs-VE's. De gemeten VE's zijn gebaseerd op het dagdebiet vermenigvuldigd met de TZV-concentraties en daarna gemiddeld over alle monsterdagen. Uitgaande van Totaal Zuurstof Verbruik (TZV) van 150 gram per dag per VE zijn de resultaten hieronder weergegeven.

Tabel 22 Discrepantie

Discrepantie	VE gemeten	VE theoretisch
rwzi Delfzijl	43.831	46.562
rwzi Scheve Klap	6.004	NB
Totaal	49.835	

Op de rwzi Delfzijl wordt globaal een vuillast aangeboden die overeenkomt met de theoretisch aangesloten aantal VE's.

Voor de rwzi Scheve Klap zijn geen gegevens voor de bedrijfs-VE's beschikbaar. Wel komen de gemeten VE's redelijk overeen met het aantal inwoners (incl Groot Bronswijk en Klein Finland). Ook hier is een olopend aanbod van VE's in 2010 te zien. In 2010 en 2011 wordt op de rwzi een aanbod van ca. 7300 VE gemeten. Bij een aantal aangesloten inwoners van ca. 6200 doet dit vermoeden dat er ca 1100 VE aan bedrijfslozingen plaatst vindt.

Aangesloten oppervlakken

Tabel 23 Resultaten HAAS

HAAS Periode 2008-2010	Totaal oppervlak ha	Afvl. Coëff. C -	Geschat oppervlak ha
rwzi Delfzijl	307,9	0,92	470
rwzi Scheve Klap	41,8	0,93	65
Totaal	349,7	0,92	535

- De omvang van het werkelijk aangesloten verhard oppervlak is zeker groter dan de tot nu toe bekend zijnde oppervlakken.
- Waarschijnlijk zijn ook verharde oppervlakken aangesloten via drukriolering en via foutaansluitingen op de gescheiden riolering.

6 Literatuur


Rioolvreemd water, Onderzoek naar hoeveelheden en oorsprong afvalwater.
STOWA 2003-08. ISBN 90-5773-213-8

DWAAS, Vervolg onderzoek rioolvreemd water.
STOWA 2005-20. ISBN 90-5773-309-9

HAAS, Hemelwaterafvoer Analyse Systematiek.
STOWA 2009-24. ISBN 978-90-5773-443-4

D. Riolvreemd water RWZI Feerwerd en RWZI Winsum

Opdrachtgever	: Waterschap Noorderzijlvest
Project	: Riolvreemd Water en Aangesloten Oppervlakken
Dossier	: BA7414-100-100
Omvang rapport	: 32 pagina's
Auteur	: Henk van Wieringen
Bijdrage	: Adelbert van der Meer
Interne controle	: Adelbert van der Meer
Projectleider	: Adelbert van der Meer
Projectmanager	: Marco de Kraker
Datum	: 19 januari 2012
Naam/Paraaf	: (Marco de Kraker)



Inhoudsopgave

D.	RIOOLVREEMD WATER RWZI FEERWERD EN RWZI WINSUM	63
1.	SAMENVATTING	66
2.	INLEIDING	68
3.	RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN	69
3.1	Onderzoeksperiode	69
3.2	Gebiedsafbakening	69
3.3	Dagsommen afvalwater.....	69
3.4	Dagsommen neerslag	70
3.5	Dagsommen leidingwater.....	70
3.6	Aangesloten verhardingen en inwoners	71
3.7	Theoretische droogweerafvoer	71
4	DWAAS EN HAAS	73
4.1	Algemeen.....	73
4.2	Beschrijving DWAAS	73
4.3	Beschrijving HAAS.....	76
5	RESULTATEN	79
5.1	Rwzi Feerwerd 2008	79
5.2	Rwzi Feerwerd 2009	81
5.3	Rwzi Feerwerd 2010	83
5.4	Rwzi Winsum 2008	85
5.5	Rwzi Winsum 2009	87
5.6	Rwzi Winsum 2010	89
5.7	Samenvatting resultaten en conclusies.....	91
6	LITERATUUR	94

Tabellen

Tabel 1 Gebiedsindeling voor de Dwaas en HAAS analyses	69
Tabel 2 Jaarsommen neerslag	70
Tabel 3 Jaar- en dagsommen geleverd leidingwater	70
Tabel 4 Aangesloten oppervlakken en inwoners per rwzi	71
Tabel 5 Theoretische dwa inwoners en bedrijven	71
Tabel 6 Beoordeling jaargemiddelde afvloeiingscoëfficiënten	78
Tabel 7 Resultaten DWAAS	91
Tabel 8 Influent parameters	92
Tabel 9 Cl concentraties bij droog en nat weer	92
Tabel 10 Discrepantie	92
Tabel 11 Resultaten HAAS	93

Figuren

Figuur 1 De Weiss-Brombach methode (voorbeeld)	75
Figuur 2 Schematische weergave onderscheiden fracties in waterbalans	76
Figuur 3 DWAAS resultaten Rwzi Feerwerd 2008	79
Figuur 4 Natte periode analyse Rwzi Feerwerd 2008	80
Figuur 5 DWAAS resultaten Rwzi Feerwerd 2009	81
Figuur 6 Natte periode analyse Rwzi Feerwerd 2009	82
Figuur 7 DWAAS resultaten Rwzi Feerwerd 2010	83
Figuur 8 Natte periode analyse Rwzi Feerwerd 2010	84
Figuur 9 DWAAS resultaten Rwzi Winsum 2008	85
Figuur 10 Natte periode analyse Rwzi Winsum 2008	86
Figuur 11 DWAAS resultaten Rwzi Winsum 2009	87
Figuur 12 Natte periode analyse Rwzi Winsum 2009	88
Figuur 13 DWAAS resultaten Rwzi Winsum 2010	89
Figuur 14 Natte periode analyse Rwzi Winsum 2010	90

Afkortingen

rwzi	rioolwaterzuiveringsinstallatie
dwa	droogweerafvoer
BRP	basisrioleringsplan
DWAAS	dwa-analyse-systematiek
GBKN	Grootschalige Basiskaart Nederland
GM	Gemengd rioelstelsel
HAAS	hemelwater-afvoer-analyse-systematiek
i.e.	inwoner equivalent
VE	vervuilingseenheid
poc	pompoevercapaciteit
VGS	Verbeterd Gescheiden Stelsel

1. Samenvatting

Inleiding

Rioolvreemd water is water dat onbedoeld in de riolering terecht komt en vervolgens wordt afgevoerd naar rwzi's. Rioolvreemd water bestaat voornamelijk uit geïnfiltreerd grondwater, bronneringen, drainagewater, instromend oppervlaktewater, etc. De hoeveelheid rioolvreemd water wordt afgemeten aan de theoretische droogweerafvoer (dwa). Indien rioolvreemd water op grote schaal optreedt, heeft dit aanzienlijke gevolgen op de vuilemissies van riooloverstortingen op oppervlaktewater, op het biologisch functioneren van de rwzi's en op de vuilvrachten van het effluent.

Doel is om per rwzi inzicht te verkrijgen in het aandeel rioolvreemd water in het ingezamelde afvalwater. Hierdoor kan meer gericht worden gezocht naar de oorsprong van dit water teneinde eventuele maatregelen te kunnen voorstellen.

Beschrijving onderzoek

Voor de bepaling van het aandeel rioolvreemd water heeft DHV samen met STOWA in 2003 de DWAAS-methodiek ontwikkeld. Met de DWAAS-methode (DWA-Analyse-Systematiek) is het aandeel rioolvreemd water bepaald dat op de hoofdrioolgemalen en de rwzi wordt aangeboden. De onderzoeksperiode is van 1 januari 2008 t/m 31 december 2010.

De essentie van deze methodiek is dat met bewerkingen en analyses van dagsommen van hoeveelheden afvalwater het percentage rioolvreemd water ten opzichte van de theoretische dagsom voor de droogweerafvoer wordt bepaald. Hierbij wordt de invloed van de neerslag uitgefilterd.

Naast de droge perioden worden de natte perioden geanalyseerd met de door DHV samen met STOWA in 2009 ontwikkelde HAAS-methode (Hemelwater-Afvoer-Analyse-Systematiek). Deze methodiek kwantificeert het aangevoerde regenwater. Uit deze kwantificering van het aandeel regenwater en in relatie met de neerslaggegevens is de rioolinloop berekend en uitgedrukt met de afvloeiingscoëfficiënt C. De afvloeiingscoëfficiënt C is de verhouding van de hoeveelheid neerslag die door de riolering wordt afgevoerd en de hoeveelheid die op het verharde oppervlak is gevallen. Uit de waarde voor C is de omvang van het naar de riolering afstromend oppervlak beoordeeld en vergeleken met de uit de basisrioleringsplannen bekend zijnde verharde oppervlakken.

Rioolvreemd water

Rioolvreemd water is vrijwel onvermijdelijk. In het algemeen wordt een overschrijding van het percentage rioolvreemd water tot 15% als acceptabel. Hogere percentages worden beschouwd als signaal voor nader onderzoek.

Bij beide rwzi's treden grote hoeveelheden rioolvreemd water op. Bij de rwzi Feerwerd treedt ca. **45%** en bij de rwzi Winsum **25%** rioolvreemd water op ten opzichte van de theoretische dwa. Deze hoeveelheden zijn vrijwel zeker infiltrerend grondwater maar ook het teruglopen van oppervlaktewater op de overstorten is niet uitgesloten.

Een nader onderzoek kan bestaan uit een inmeting van de drempelhoogten van de overstorten en het resultaat af te zetten tegen gemeten waterstanden in het oppervlaktewater. Ook kan dan een inspectie plaatsvinden op lekkages bij de overstorten. Verder kan eenzelfde DWAAS-HAAS onderzoek worden uitgevoerd op de aanvoerende rioolgemalen om de herkomst nader te lokaliseren.

Aangesloten oppervlakken

Met de HAAS-methodiek is een schatting gemaakt van de omvang van het aangesloten verharde oppervlak. Gebleken is dat er zeker meer verhardingen zijn aangesloten dan tot nu toe bekend uit de basisrioleringsplannen. Geschat is dat ca. 44 ha op de rwzi Feerwerd is aangesloten (BRP 23 ha) en 178 ha op de rwzi Winsum (BRP 92 ha).

Aanbevolen wordt om bij nog op te stellen basisrioleringsplannen veel aandacht te besteden aan een goede inventarisatie met een verrekening van particuliere verhardingen bij woningen en bedrijven. Deze staan veelal niet op de GBKN's aangegeven.

2. Inleiding

Ontwerp van riolering en rwzi's

De droogweerafvoer (dwa) en de aangesloten verhardingen zijn de belangrijkste ontwerpparameters voor de riolering en rwzi's. Toch worden beide rioolstelselkenmerken vrijwel uitsluitend theoretisch 'achter het bureau' bepaald.

De werkelijke dwa en de omvang van de aangesloten verhardingen blijken echter in de praktijk vaak groter te zijn. Rioolvreemd water en aangesloten particuliere verhardingen zijn twee van de belangrijkste oorzaken van de afwijkingen. Deze afwijkingen hebben verstrekende gevolgen voor de emissies tijdens overstortingen, de behoefte aan berging in oppervlaktewater, het ontwerp en optimalisatie van de riolering en rwzi's etc,

Om meer inzicht te verkrijgen in de mate en de gevolgen van de afwijkingen zijn door DHV in opdracht van STOWA de DWAAS en HAAS methodieken ontwikkeld. De kenmerken (dwa en aangesloten oppervlak) kunnen op basis van gangbare debietmetingen bij gemalen met DWAAS en HAAS snel en inzichtelijk gevalideerd worden. Hierdoor zullen de berekeningen meer realistisch en de voorgestelde maatregelen meer effectief zijn.

Rioolvreemd water

Rioolvreemd water is water dat onbedoeld in de riolering terechtkomt en vervolgens wordt afgevoerd naar rwzi's. Rioolvreemd water bestaat voornamelijk uit geïnfiltrerd grondwater, bronneringen, drainagewater, instromend oppervlaktewater, etc. De hoeveelheid rioolvreemd water wordt afgemeten aan de droogweerafvoer (dwa). Indien rioolvreemd water op grote schaal optreedt, heeft dit aanzienlijke gevolgen voor het functioneren van de rwzi's en in mindere mate voor de vuilemissies van riooloverstortingen op oppervlaktewater.

Aangesloten oppervlakken

Naast de droge perioden worden de natte perioden geanalyseerd met de door DHV samen met STOWA in 2009 ontwikkelde HAAS-methode (Hemelwater-Afvoer-Analyse-Systematiek). Deze methodiek kwantificeert het aangevoerde regenwater. Uit deze kwantificering van het aandeel regenwater en in relatie met de neerslaggegevens zijn afvloeiingscoëfficiënten van de neerslag berekend. Hieruit is de omvang van het naar de riolering afstromend oppervlak beoordeeld en vergeleken met de uit de basisrioleringsplannen bekend zijnde verharde oppervlakken.

3. Randvoorwaarden en uitgangspunten

3.1 Onderzoeksperiode

De onderzoeksperiode waarover de analyses zijn uitgevoerd is van 01-01-2008 tot en met 31-12-2010.

3.2 Gebiedsafbakening

De twee rwzi's ontvangen het afvalwater vanuit de gemeenten Winsum en enkele kernen van de gemeenten Eemsumd en Zuidhorn. Dit heeft geleid tot de volgende indeling van de afvalwatersystemen waarop de analyses zijn uitgevoerd:

Tabel 24 Gebiedsindeling voor de Dwaas en HAAS analyses

rwzi Feerwerd Kernen	Gemeente
Feerwerd	Winsum
Ezinge	Winsum
Garnwerd	Winsum
Saaksum	Zuidhorn
Oldehove	Zuidhorn
Niehove	Zuidhorn
Lauwerzijl	Zuidhorn
rwzi Winsum Kernen	Gemeente
Winsum	Winsum
Baflo	Winsum
Usquert	Eemsumd
Warffum	Eemsumd
Den Andel	Winsum
Obergum	Winsum
Sauwerd	Winsum
Adorp	Winsum

De buitengebieden zijn grotendeels middels drukriolering aangesloten.

3.3 Dagsommen afvalwater

De dagsommen van de afgevoerde debieten voor de beschouwde periode zijn voor de rwzi's Feerwerd en Winsum beschikbaar gesteld door het waterschap. Deze reeksen zijn vrijwel volledig op enkele dagen na. Voor deze ontbrekende dagsommen is de dagsom geschat uit vergelijkbare dagen in die maand waarop de dagsom wel beschikbaar is. Bij dagen met neerslag is de dagsom geschat uit een de dagsom met een vergelijkbare hoeveelheid neerslag.

3.4 Dagsommen neerslag

Om de DWAAS en HAAS methodiek te kunnen toepassen is per verzorgingsgebied van de rwzi's een neerslagreeks vervaardigd. Deze neerslagreeksen zijn opgesteld uit de KNMI gegevens van de vaste stations die representatief zijn voor de verzorgingsgebieden. Deze gegevens zijn opgevraagd bij het KNMI.

Tabel 25 Jaarsommen neerslag

	KNMI Ezinge mm/jaar	KNMI Middelstum mm/jaar
2008	878	848
2009	703	703
2010	786	788

Voor de rwzi Feerwerd is uitsluitend het KNMI station Ezinge gebruikt. Voor de rwzi Winsum zijn de gemeten dagsommen van de stations Ezinge en Middelstum gemiddeld.

3.5 Dagsommen leidingwater

Het waterschap heeft de hoeveelheden geleverd leidingwater per postcode voor het jaar 2010 van de drinkwaterleverancier ontvangen. Voor beide verzorgingsgebieden zijn deze hoeveelheden getotaliseerd en is de gemiddelde dagsom geleverd leidingwater berekend. De resultaten zijn in de volgende tabel weergegeven.

Tabel 26 Jaar- en dagsommen geleverd leidingwater

Leidingwater geleverd	2010 m3/jaar	2010 m3/dag
rwzi Feerwerd	181.231	497
rwzi Winsum	996.298	2.730
Totaal	1.177.529	3.226

De geleverde hoeveelheid leidingwater voor de rwzi Winsum is inclusief Aviko (voorheen Rixona) in Den Andel.

3.6 Aangesloten verhardingen en inwoners

De gegevens van de omvang van de aangesloten oppervlakken en de aantallen inwoners zijn door het waterschap beschikbaar gesteld. Per kern en rwzi zijn in de volgende tabel de aangesloten verhardingen en inwoners weergegeven.

Tabel 27 Aangesloten oppervlakken en inwoners per rwzi

rwzi Feerwerd Kern	GM ha	VGS ha	Totaal ha	Inwoners aantal	Inwoners bron
Feerwerd	0,92	0	0,92	170	Wikipedia 2008
Ezinge	5,86	0	5,86	750	Wikipedia 2008
Saaksum	2,89	0	2,89	103	Wikipedia 2011
Garnwerd	0,75	0	0,75	427	ZTW 2010
Oldehove	10,55	0	10,55	1659	Wikipedia 2011
Niehove	1,11	0	1,11	285	Wikipedia 2011
Lauwerzijl	0,72	0	0,72	226	Wikipedia 2011
Totaal rwzi	22,80	0	22,80	3620	
rwzi Winsum Kern	GM ha	VGS ha	Totaal ha	Inwoners aantal	Inwoners bron
Winsum	10,85	0	10,85	7690	ZTW 2010
Baflor	12,77	0,84	13,61	1925	Wikipedia 2008
Usquert	8,96	0	8,96	1330	Wikipedia 2008
Warffum	15,27	0	15,27	2170	Wikipedia 2008
Den Andel	4,26	0	4,26	500	Wikipedia 2008
Obergum	10,67	16,87	27,54	bij Winsum	ZTW 2010
Sauwerd	7,77	0	7,77	1060	Wikipedia 2008
Adorp	3,12	0,26	3,38	582	ZTW 2010
De Breede				30	ZTW 1010
Wadwerderweg Usquert				80	ZTW 2010
Saarumhuizen				20	Wikipedia 2008
Wetsinge				60	Wikipedia 2008
Totaal rwzi	73,67	17,97	91,64	15447	
TOTAAL 2 rwzi's	96,47	17,97	114,44	19067	

Bron verhardingen: Basisrioleringsplannen

3.7 Theoretische droogweerafvoer

De theoretische droogweerafvoer (dwa) is opgebouwd uit de droogweerafvoer van huishoudens en de droogweerafvoer van bedrijven. Uitgegaan is van de opgaven van het waterschap.

Tabel 28 Theoretische dwa inwoners en bedrijven

Droogweerafvoer	Inwoners Aantal	Bedrijven m3/h	Inwoners m3/dag	Bedrijven 8*m3/h m3/dag	DWA totaal m3/dag	Bedrijven VE VE	Bedrijven 120 l/VE m3/dag	DWA totaal met VE m3/dag
rwzi Feerwerd	3.620	3,6	434	29	463	135	16	451
rwzi Winsum	15.447	71,0	1.854	568	2.422	1.745	209	2.063
Totaal	19.067	74,6	2.288	597	2.885	1.880	226	2.514

Opmerkingen:

- Per inwoner is uitgegaan van een dagsom van 120 l afvalwater.
- Voor bedrijven zijn de door het waterschap opgegeven afvoercapaciteiten in m³/h met 8 uur vermenigvuldigd om de dagsom te bepalen. Waarschijnlijk wordt hiermee de dagsom voor de bedrijven overschat.
- Vanuit de opgave van de aangesloten bedrijfs-VE's is de dagsom aan dwa berekend op basis van 120 l/VE/dag. Aanbevolen wordt het aantal bedrijfs VE's als basis voor de berekening van de dwa-dagsom toe te passen bij de DWAAS-analyses. De resultaten hiervan staan in de laatste kolom.
- Het aantal bedrijfs-VE's volgens de eerste opgave van het waterschap (BRP-sommatie) zijn gecorrigeerd voor de twee grootste bedrijven. De correctie is op basis van de opgelegde heffingen. Voor Aviko (voorheen Rixona) in Den Andel is het aantal VE's vastgesteld op ca 500 (was 2000). Voor de vuilstort Usquert is het aantal VE's vastgesteld op ca. 600 (was 1620).

Deze theoretische droogweerafvoer vormt de referentie voor de bepaling van het aandeel rioolvreemd water.

4 DWAAS en HAAS

4.1 Algemeen

De DWAAS-analyse bestaat uit het toepassen van een aantal verschillende methodes om de hoeveelheid rioolvreemd water te schatten. De methodes zijn erop gericht om het aandeel droogweerafvoer in de meetreeks te bepalen en te vergelijken met de **theoretische droogweerafvoer**. De droogweerafvoer is uitsluitend te bepalen op geheel droge dagen, zonder afvoer van reeds gevallen neerslag. Op een droge dag voor DWAAS dient dan 'gisteren, vandaag, en morgen' minder dan 0,5 mm neerslag te zijn gevallen, omdat verondersteld wordt dat de eerste 0,5 mm neerslag niet tot afstroming komt.

Er zijn meerdere methodes toegepast, o.a. om de gevoeligheid van methodiek op een specifieke meetreeks te beoordelen. Een vergelijking van de resultaten van de verschillende methoden ondersteunt de betrouwbaarheid van de uiteindelijke conclusies. Een grote afwijking tussen de methodes kan reden zijn, om de meetreeks nader op kwaliteit en consistentie te beoordelen. Deze DWAAS en HAAS methodes worden hier eerst kort beschreven.

4.2 Beschrijving DWAAS

1a: Theoretische droogweerafvoer

De theoretische droogweerafvoer is bepaald zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven. Deze afvoer vormt de basis voor de bepaling van het aandeel rioolvreemd water en de resultaten van de hierna beschreven analyses worden hieraan afgemeten.

1b: Drinkwater verbruik

Met het drinkwaterverbruik en eventueel door de industrie zelf geproduceerd (bijv. grondwater) en geloosd proceswater is de theoretische droogweerafvoer op jaarcumulaat getoetst.

2: Minimum dagsom

Dit is het absolute minimum uit de dagsom-meetreeks van gemalen. Dit minimum kan vergeleken worden met de theoretische droogweerafvoer om het minimum aandeel rioolvreemd water te bepalen. Bij de dagsommen van de gemalen is er vaak een extreem minimum te vinden, doordat een gemaal op die dag in storting is geweest. Om die reden is dit minimum niet gehanteerd om het aandeel rioolvreemd water te bepalen. Wel is dit minimum bepaald.

Een meer betrouwbaar en realistischer minimum wordt gevonden uit de tijdreeksanalyse met lopend gemiddelde.

3: Tijdreeksanalyse met 7-daags lopend gemiddelde

In deze benadering zijn de jaarlijkse meetreeksen op een tijd-as uitgezet. Het verloop van de afvalwaterdebieten in relatie tot de neerslag geven een goed inzicht in het functioneren van het rioolstelsel. De laagste waarde van het 7-daags lopend gemiddelde van het afvalwaterdebiet in deze analyse geeft een goede schatting van de laagste droogweerafvoer.

Door het gemiddelde over 7 dagen te nemen worden eventuele storingen in gemalen en toevallige variaties uitgemiddeld. Deze waarde wordt vergeleken met de theoretische droogweerafvoer en percentueel uitgedrukt. Dit percentage kan beschouwd worden als de onderkant van de schattingen van het aandeel rioolvreemd water. Indien het hoog is, impliceert dit een structureel hoog aandeel rioolvreemd water.

4: Weiss-Brombach methode

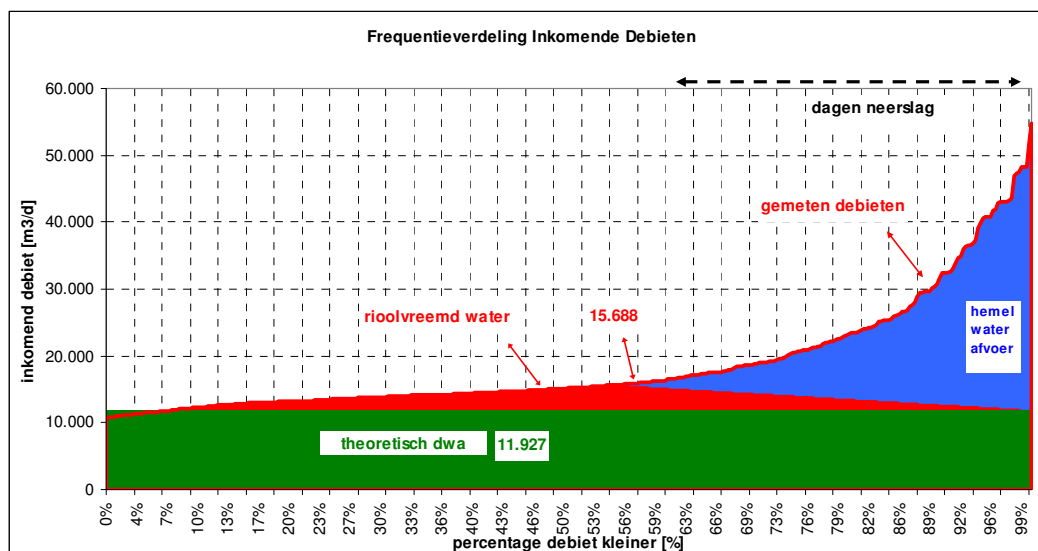
De methode Weiss-Brombach is één van de benaderingen om het aandeel rioolvreemd water te kwantificeren. De methode is erop gericht om binnen de gemeten dagsommen de fracties dwa, neerslaginloop en rioolvreemd water te onderscheiden.

De dagsommen zijn allereerst gerangschikt op grootte. Dit levert een oplopende curve op. Daarna is de theoretische dwa-dagsom als horizontale lijn toegevoegd (het groene vlak, zie figuur 1). Het verschil tussen de curve en de theoretische dwa-dagsom (het rode vlak) geeft al een eerste indicatie van de omvang van rioolvreemd water. Bij de dagsommen is echter een aandeel neerslaginloop inbegrepen.

De aanname wordt nu gedaan dat de grootste dagsommen afkomstig zijn van dagen met neerslaginloop. Hierbij is verondersteld dat uitsluitend neerslag groter dan 0,5 mm per dag tot daadwerkelijke inloop heeft geleid.

Met deze aanname is op de curve met de gerangschikte dagsommen, het punt te bepalen met de grootste dagsom waarop geen neerslaginloop heeft plaatsgevonden. Verder is verondersteld dat tijdens de dag met de grootste dagsom, de riolen dermate gevuld zijn dat geen rioolvreemd water (infiltratie) kan toetreden. Deze twee aannamen leggen twee punten vast. Het verloop van het aandeel rioolvreemd water tussen deze twee punten is verondersteld lineair te zijn. Het blauwe gedeelte is dan de hemelwaterafvoer.

De beschreven bewerkingen geven een beeld zoals weergegeven in de volgende figuur voor het totale aanbod. De methode veronderstelt nu dat de 'driehoek' omgeven door de curve, de lineaire interpolatielijn en met als basis de horizontale theoretische dagsom, het aandeel rioolvreemd water omvat. Dit kan in sommige gevallen met exfiltratie ook negatief zijn.



Figuur 24 De Weiss-Brombach methode (voorbeeld)

De methode bevat een paar arbitraire en stelselspecifieke aannamen, zoals de totstandkoming van de scheidingslijn tussen het rioolvreemde water en het hemelwater. De methode behoudt desondanks waarde door o.a. een beoordeling van de vorm (hol-bol) en een vergelijk met andere gebieden.

5: Langste droge periode

Uit de meetreeks wordt de langste droge periode gefilterd, waarbinnen de laagste 7-daags gemiddelde droogweerafvoer wordt bepaald.

6 en 7: Weekend en werkdagen

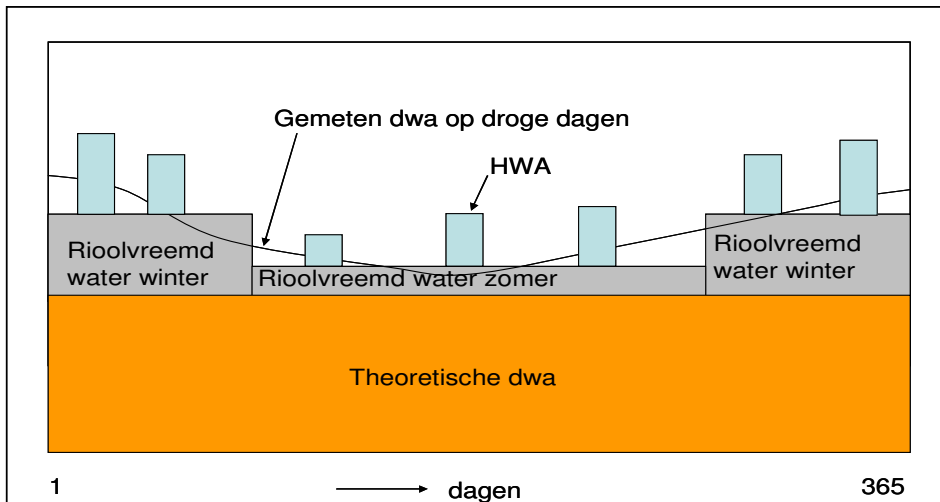
Om weekendeffecten te kunnen beoordelen worden ook de resultaten van de droge weekend- en werkdagen gepresenteerd. Hierbij moet opgemerkt worden dat de maandag-registraties, de lozingen van de voorafgaande 24 uur betreffen. Afhankelijk van het tijdstip van aflezing kan dit dus het geloosde afvalwater op zondag betreffen. Vooral bij bedrijventerreinen is vaak een uitgesproken weekendeffect waarneembaar.

8 en 9: Zomer- en winterhalfjaar

Bij deze methode wordt de gemiddelde dagsom op de droge dagen bepaald voor het zomer- en het winterhalfjaar. Het zomerhalfjaar loopt van 1 april t/m 30 september en het winterhalfjaar van 1 oktober t/m 31 maart.

10: Jaargemiddelde droogweerafvoer

De gemiddelde dagsommen voor het zomer- en winterhalfjaar worden als representatief gemiddelde beschouwd voor de bepaling van het percentage rioolvreemd water. Uit de halfjaargemiddelden wordt het jaargemiddelde berekend. Deze waarden worden ook gebruikt bij de bepaling van de waterbalansen over de beschouwde periode zoals hieronder schematisch is weergegeven.



Figuur 25 Schematische weergave onderscheiden fracties in waterbalans

11: Afvoer per jaar

De totale waterafvoer door het gemaal van de onderzoeksgebieden over de beschouwde periode is opgesteld. Hierin zijn de aandelen theoretische dwa, het rioolvreemd water en het hemelwater (HWA) bepaald. Deze afvoerbalans is een interessant gegeven voor de beheerders van de rwzi's.

4.3 Beschrijving HAAS

Het aandeel regenwater dat op de rwzi's wordt aangevoerd is berekend voor iedere natte periode. Een natte periode is gedefinieerd als een aaneengesloten periode met meer neerslag dan 0,5 mm per dag en één dag uitloop voor de lediging van het stelsel. Met toevoeging van enkele rioolstelselkenmerken kan over iedere natte periode een waterbalans worden opgesteld. Deze toegevoegde gegevens zijn het aangesloten verharde oppervlak, de berging en de pompcapaciteit.

De balansposten zijn dan:

- IN : de neerslag
- UIT: de overstortingen
- UIT: de afvoer van regenwater
- UIT: inloopverliezen bij afstroming over aangesloten oppervlak

Van deze posten wordt uitsluitend de **neerslag** direct gemeten. Indien wordt aangenomen dat het aangesloten oppervlak bekend is vanuit inventarisaties voor het basisrioleringsplan, dan is hiermee de instromende post (neerslagdiepte x oppervlak) van de waterbalans bekend.

De **overstortingen** worden berekend met de gegevens van de berging en de pompcapaciteit. Opgemerkt wordt dat doorgaans de hoeveelheid overgestort water slechts klein is ten opzichte van de andere posten in de waterbalans. Daarom volstaat voor dit doel een eenvoudige benadering met een bakmodel.

De overstortingen kunnen worden geschat op basis van de dagsommen neerslag en de rioolstelselkenmerken: aangesloten verhard oppervlak, berging en pompovercapaciteit. Meerdere stelsels kunnen deel uitmaken van het onderzoeksgebied.

De overstortingen kunnen worden geschat uit de volgende balansvergelijkingen:

$$1: OVS \text{ (mm/dag)} = ((NSLG(\text{mm/dag}) - OPPBER(1,0 \text{ mm})) \times Cp) - BRGR(\text{mm}) - 6 \text{ uur POC (mm/h)}$$

$$2: OVSVOL(\text{m}^3/\text{dag}) = OVS(\text{mm/dag}) \times VOP(\text{hectare}/10)$$

Waarin:

OVS	= Overstorting
NSLG	= Neerslag
OPPBER	= Initieel oppervlakteverlies
Cp	= Afvloeiingscoëfficiënt bij piek (bijv. 0,9)
BRGR	= Berging rioolstelsel
POC	= Pompovercapaciteit
OVSVOL	= Overstortingvolume
VOP	= Aangesloten verhard oppervlak

Indien uit de vergelijking voor OVS een positief getal volgt, dan is sprake van een (theoretische) overstorting. Deze berekening van overstortingen kan voor zowel gemengde als verbeterd gescheiden stelsels worden toegepast. Bij verbeterd gescheiden stelsels is het aandeel van de overstortingen in de balans echter veel groter.

De tijdsduur van 6 uur voor de bijdrage van de pompovercapaciteit in de balans is arbitrair gekozen. Dit is beschouwd als de gemiddelde tijdsduur van aanvang van de bui tot het einde van de overstorting. De berging is op dat moment nog volledig gevuld en komt daarom volledig terug in de balansvergelijking 1.

De **afvoer van regenwater** binnen de totale afvoer is niet duidelijk te herkennen. Tijdens perioden met neerslag worden afvalwater en regenwater gezamenlijk afgevoerd. Hier komt nog een aandeel rioolvreemd water bij door bijvoorbeeld toetreding van grondwater door infiltratie op de buisverbindingen of bewust door aansluiting van drainagemiddelen. Deze totale hoeveelheid afgevoerd water wordt doorgaans gemeten. Binnen deze totale hoeveelheid zijn de aandelen afvalwater en rioolvreemd water redelijk goed te kwantificeren. Hieruit volgt dat het aandeel regenwater is af te leiden door de aandelen afvalwater en rioolvreemd water in mindering te brengen op de totale gemeten som. Ervaring tot nu toe leert dat op jaarbasis ca. 50 tot 60% (C=0,5 tot 0,6) van de totale neerslag door gemengde stelsels wordt afgevoerd. De toetsing van de omvang van het aangesloten oppervlak zal met C=0,6 worden uitgevoerd.

De **inloopverliezen** (initiële berging, infiltratie, verdamping) vormen de meest ongrijpbare balanspost in deze waterbalans, waaraan normaal op geen enkele wijze wordt gemeten. Deze verliezen bedragen volgens ervaringscijfers op jaarbasis ca 30 tot 50 % van de totale neerslag. In de inloopverliezen zit ook de eventuele onnauwkeurigheid van de omvang van het aangesloten verhard oppervlak verborgen. Ook bijdragen van afstroming van onverhard oppervlak tijdens piekbuien zit in deze post. De inloopverliezen zijn in feite de sluitpost van de waterbalans en deze kunnen uitsluitend worden bepaald indien de andere posten bekend zijn.

Resultaat van deze waterbalansbenadering is een afvloeingscoëfficiënt (run-off coëfficiënt) per jaar en voor iedere natte periode. De afvloeingscoëfficiënt is gekozen als parameter om het gedeelte van de neerslag aan te duiden dat uiteindelijk tot afstroming komt naar de riolering, de rioolinloop. Dit kan op jaarbasis of per neerslaggebeurtenis. In deze coëfficiënt zitten alle inloopverliezen verrekend en in feite ook eventuele onnauwkeurigheden in de omvang van het verhard oppervlak waarvan de neerslag via de riolering tot afstroming komt.

Beoordeling aangesloten verharde oppervlakken

De gemiddelde afvloeingscoëfficiënt over een jaar blijkt een goede parameter te zijn om de omvang van het aangesloten verharde oppervlak te valideren. De volgende signalen kunnen uit de berekende jaargemiddelde afvloeingscoëfficiënt C worden afgeleid.

Tabel 29 Beoordeling jaargemiddelde afvloeingscoëfficiënten

Coëfficiënt	Beoordeling
$C > 0,75$	Het werkelijk aangesloten oppervlak is met redelijke zekerheid groter dan aangenomen.
$0,65 < C < 0,75$	Het werkelijk aangesloten oppervlak verdient aandacht: zijn bijv. particulier verhardingen meegenomen.
$0,55 < C < 0,65$	Het werkelijk aangesloten oppervlak lijkt in omvang goed te zijn ingeschat.
$C < 0,55$	Het werkelijk aangesloten oppervlak lijkt in omvang te groot te zijn ingeschat.

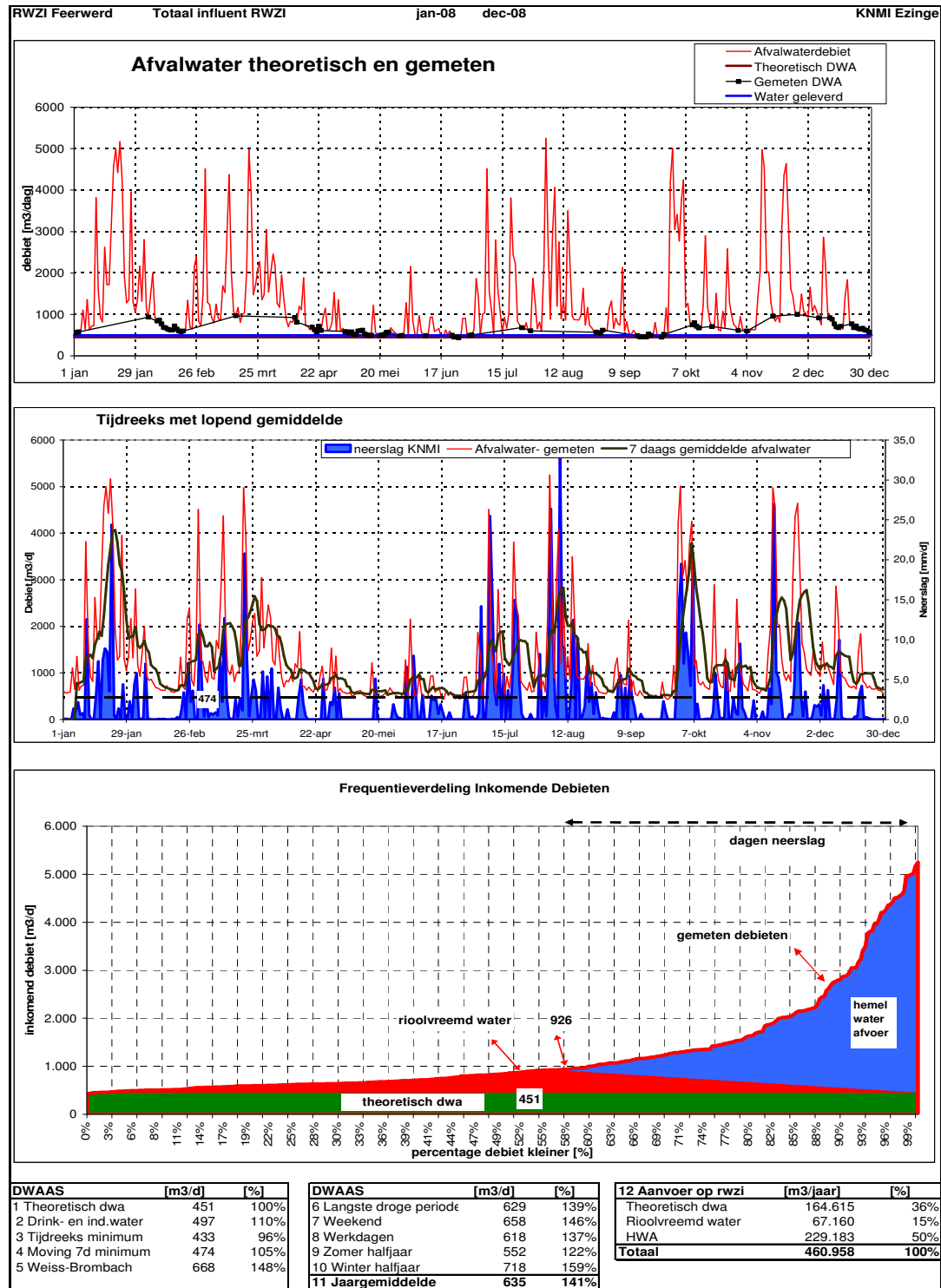
Omgekeerd kan bij een aanname voor de jaarlijkse rioolinloop ($C=0,6$ ofwel 60% van de neerslagjaarsom) het aangesloten verharde oppervlak worden geschat. De nauwkeurigheidsmarge van deze methode wordt geschat op circa 10%.

Een andere en niet minder belangrijke beoordeling van het resultaat kan verkregen worden door in een gebied de C's onderling te vergelijken voor alle onderzochte stelsels. Dit is een zeer belangrijke stap. Een groot verschil (meer dan 0,1) kan een aanwijzing zijn dat een stelsel meer aangesloten oppervlak heeft dan is opgegeven.

Door verder de methode over meerdere jaren en meerdere stelsels toe te passen kan een consistent beeld worden verkregen en kunnen stelsels onderling met elkaar worden vergeleken.

5 Resultaten

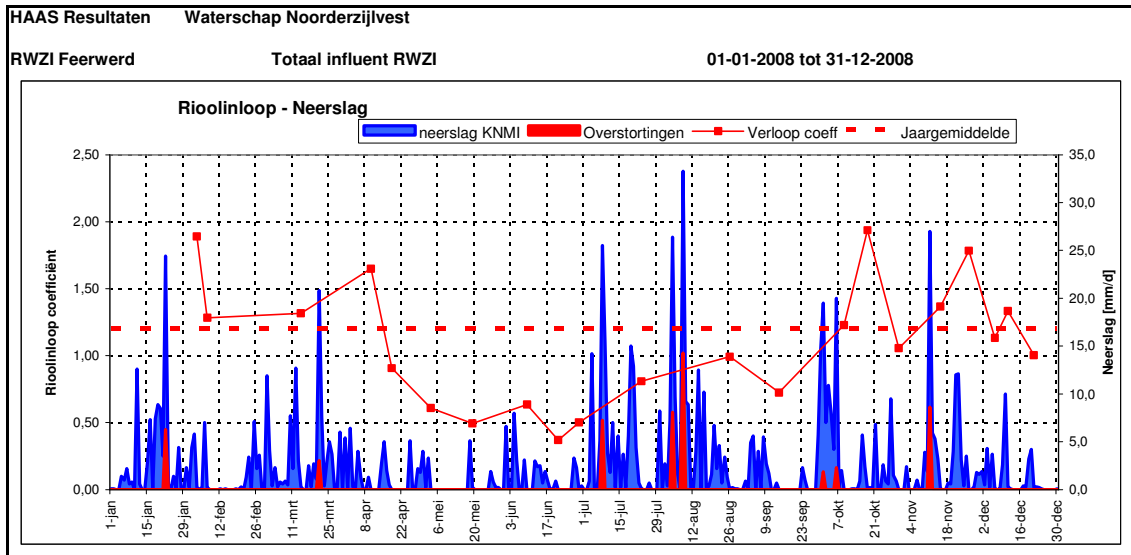
5.1 Rwzi Feerwerd 2008



Figuur 26 DWAAS resultaten Rwzi Feerwerd 2008

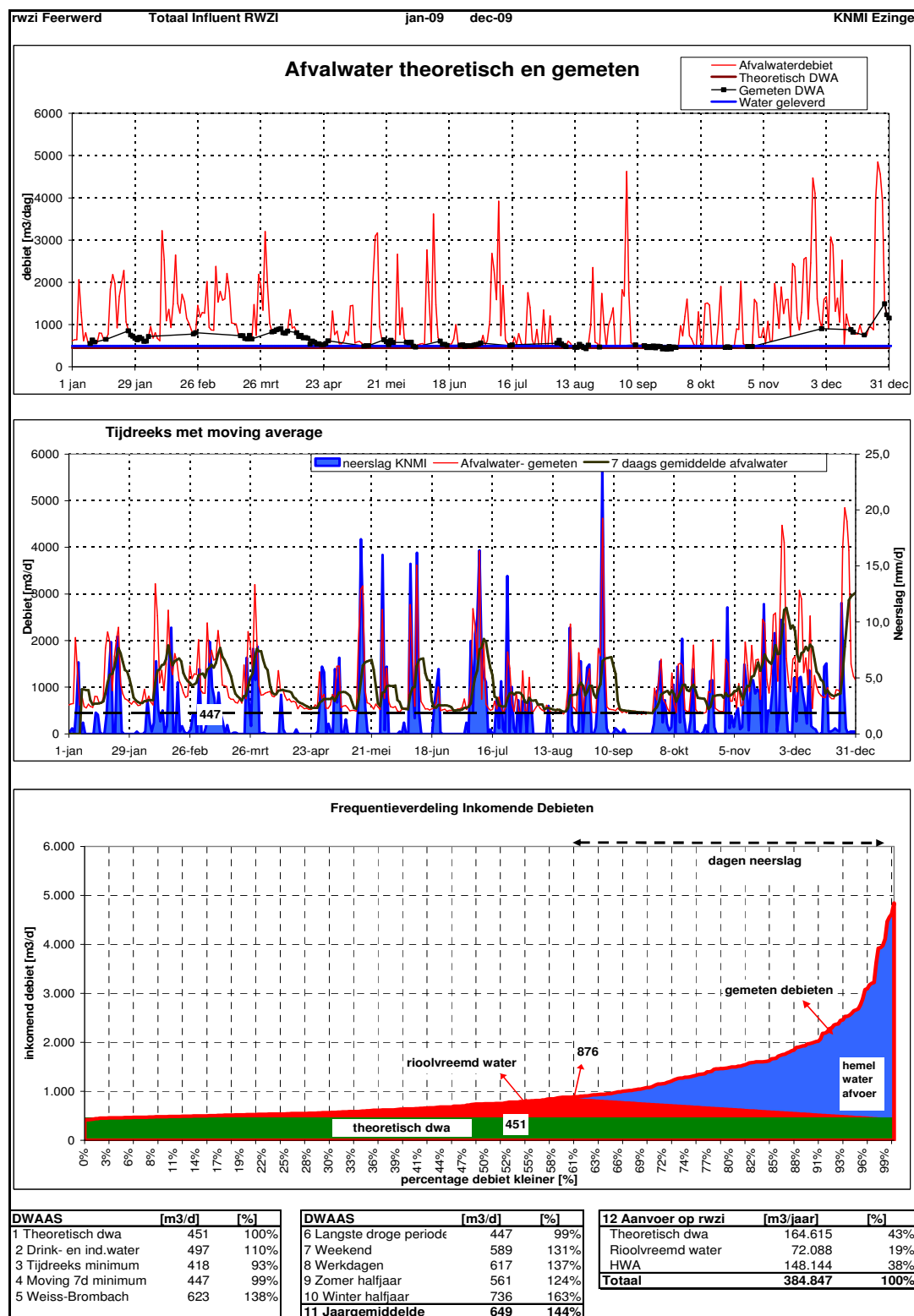
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 27 Natte periode analyse Rwzi Feerwerd 2008

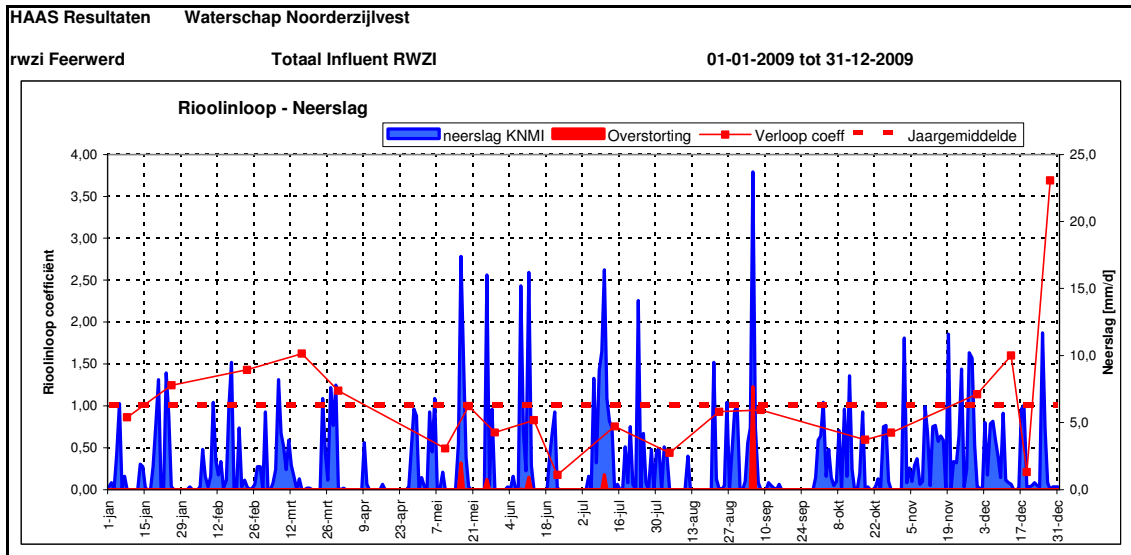
5.2 Rwzi Feerwerd 2009



Figuur 28 DWAAS resultaten Rwzi Feerwerd 2009

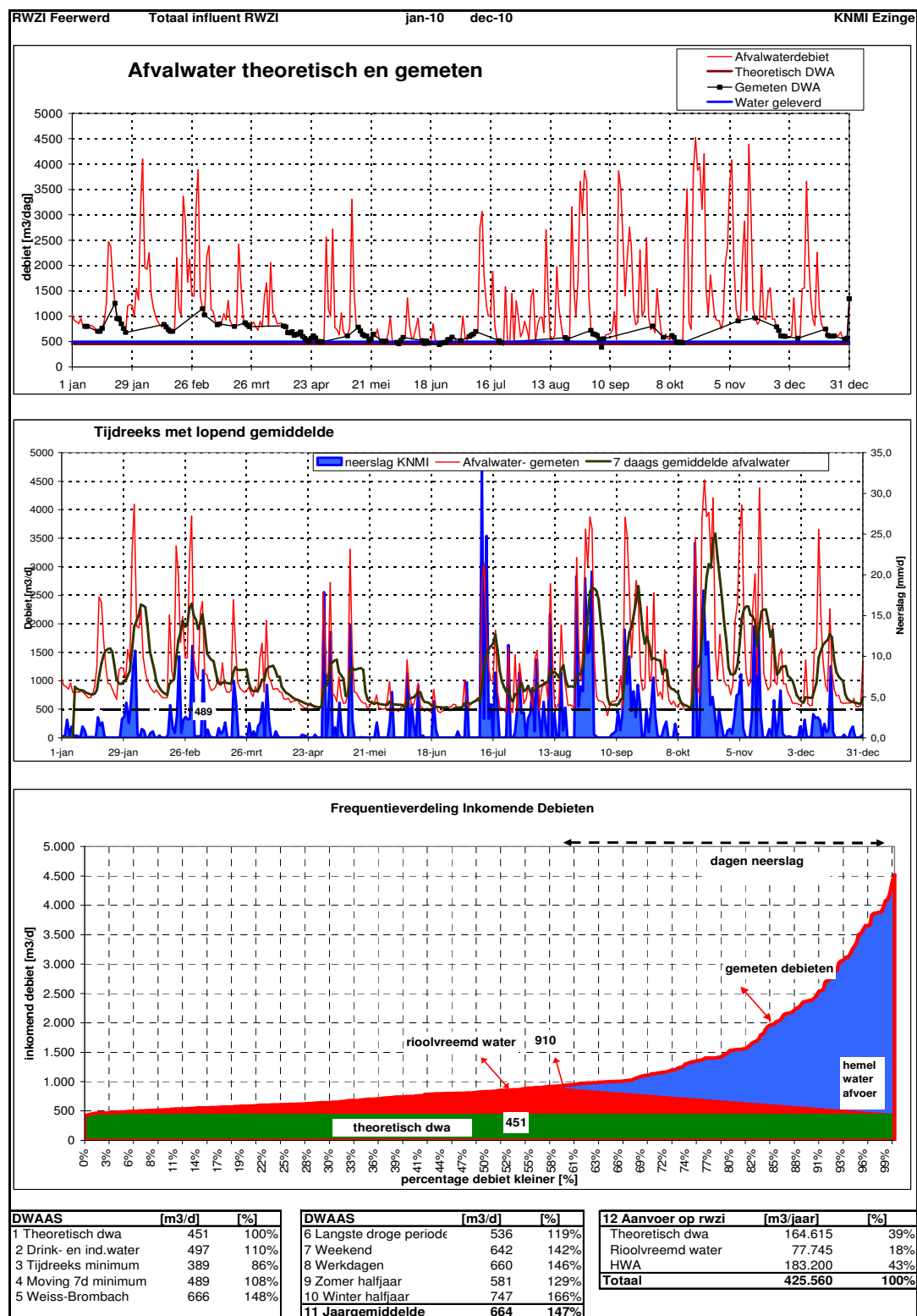
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeiingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 29 Natte periode analyse Rwzi Feerwerd 2009

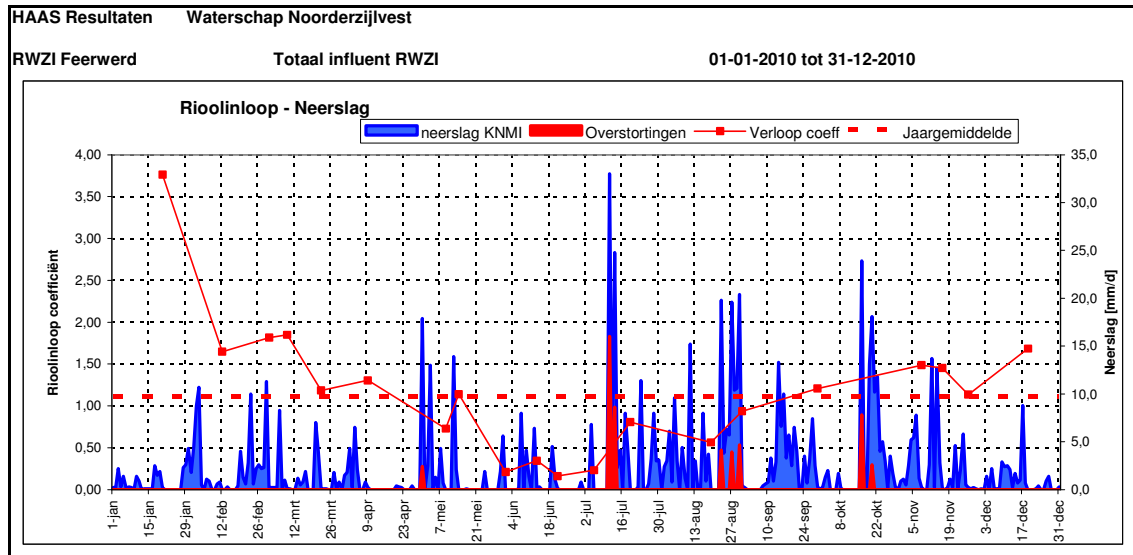
5.3 Rwzi Feerwerd 2010



Figuur 30 DWAAS resultaten Rwzi Feerwerd 2010

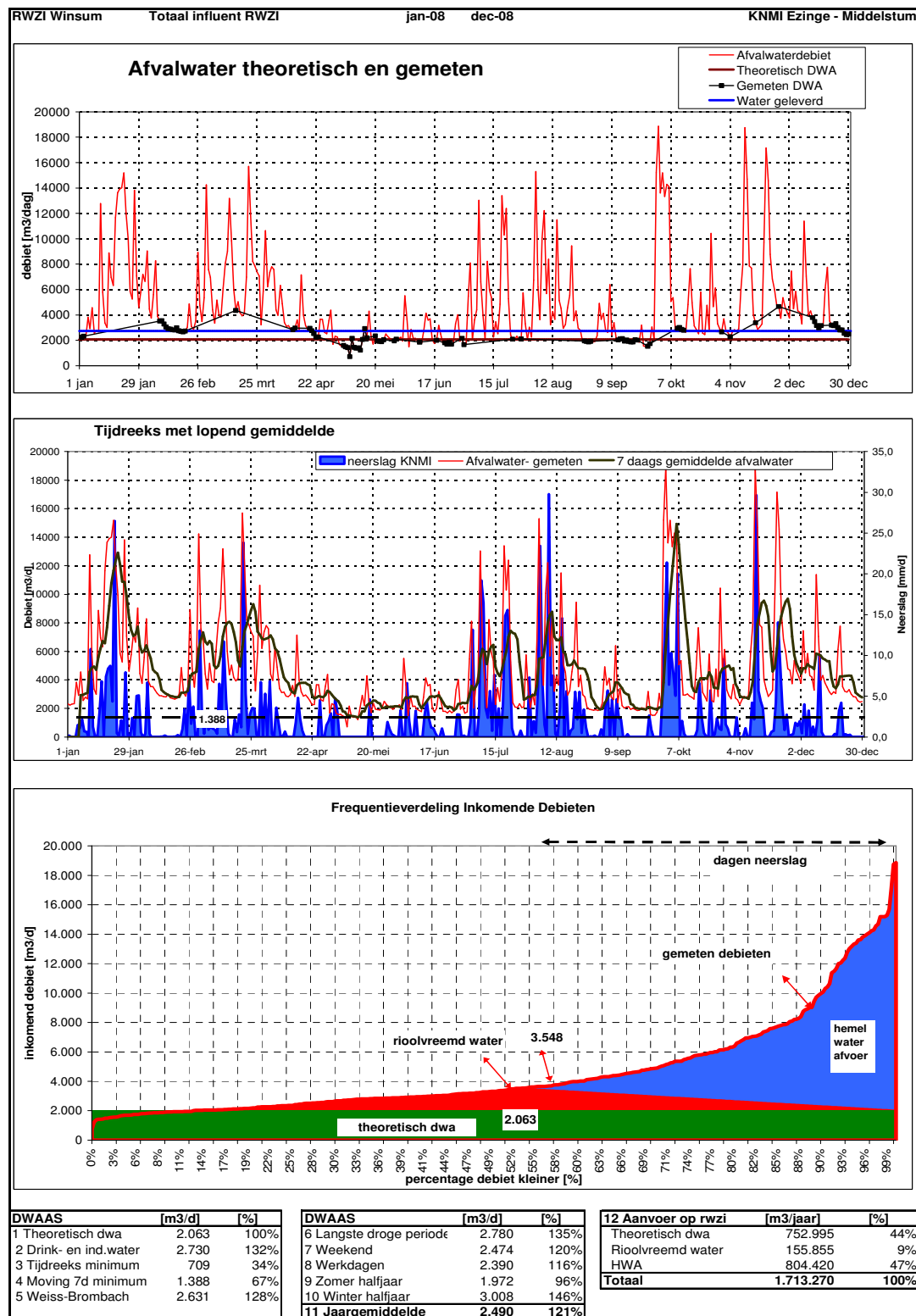
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 31 Natte periode analyse Rwnzi Feerwerd 2010

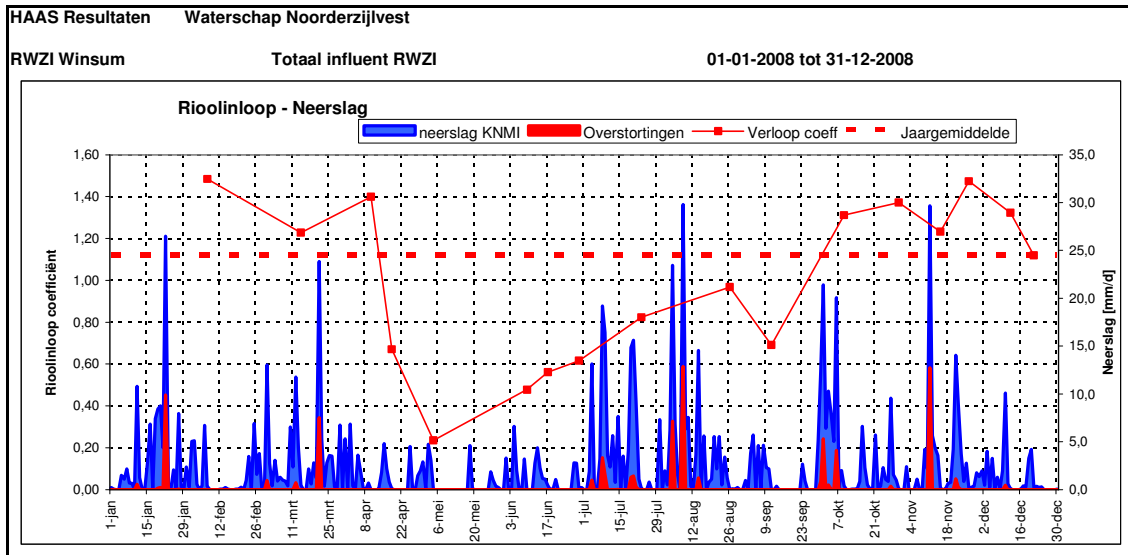
5.4 Rwnzi Winsum 2008



Figuur 32 DWAAS resultaten Rwnzi Winsum 2008

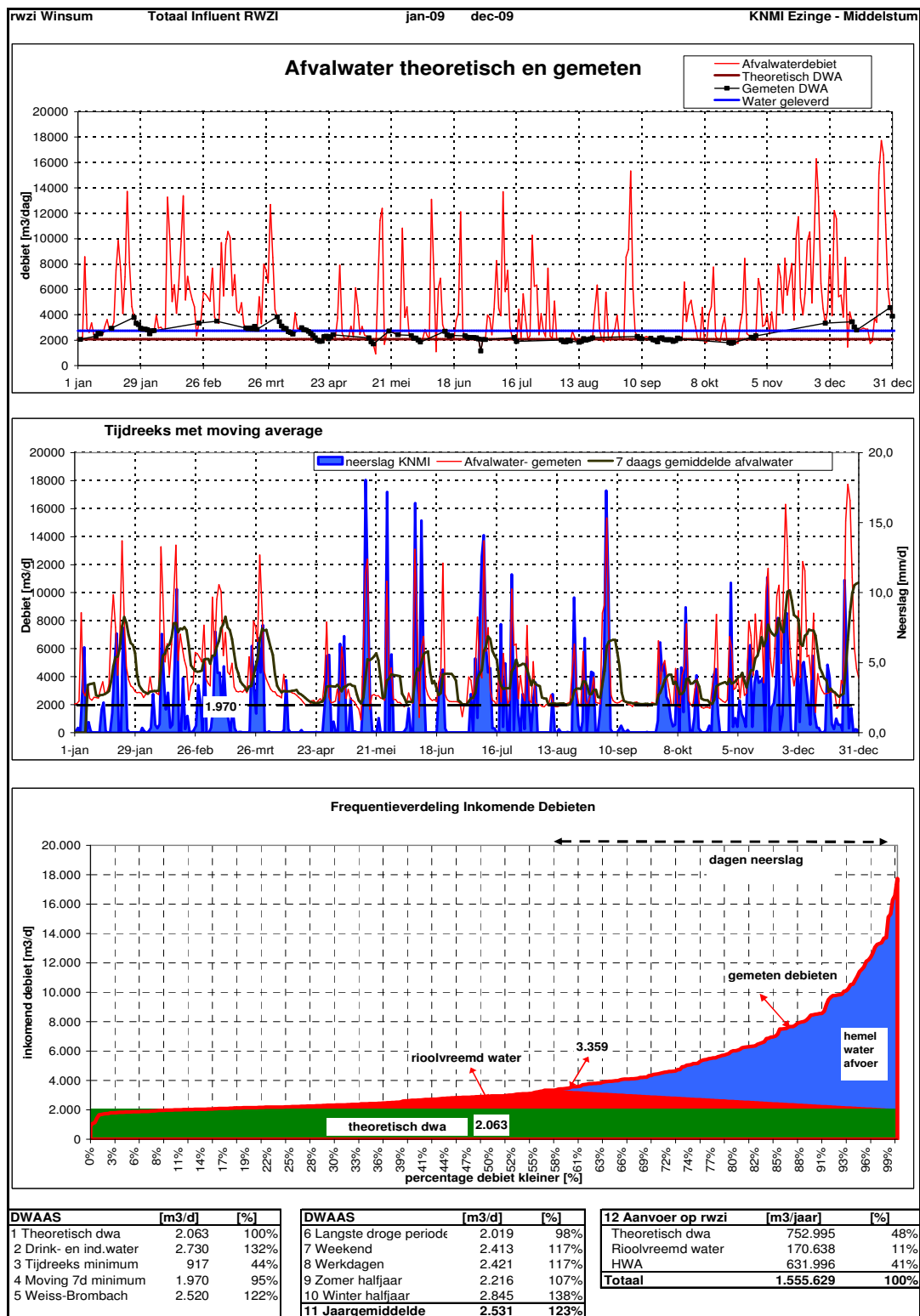
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 33 Natte periode analyse Rwzi Winsum 2008

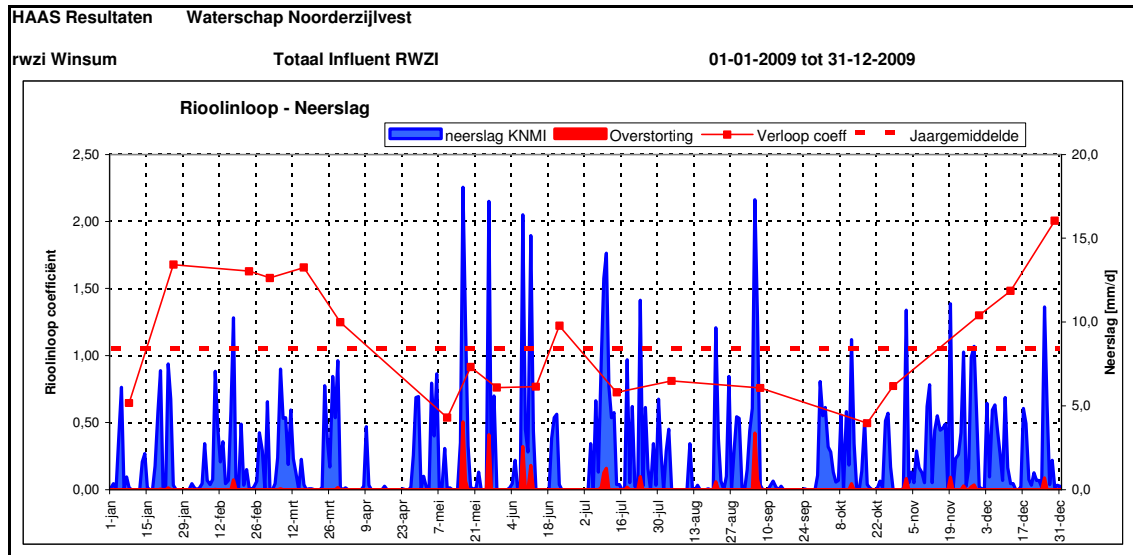
5.5 Rwzi Winsum 2009



Figuur 34 DWAAS resultaten Rwzi Winsum 2009

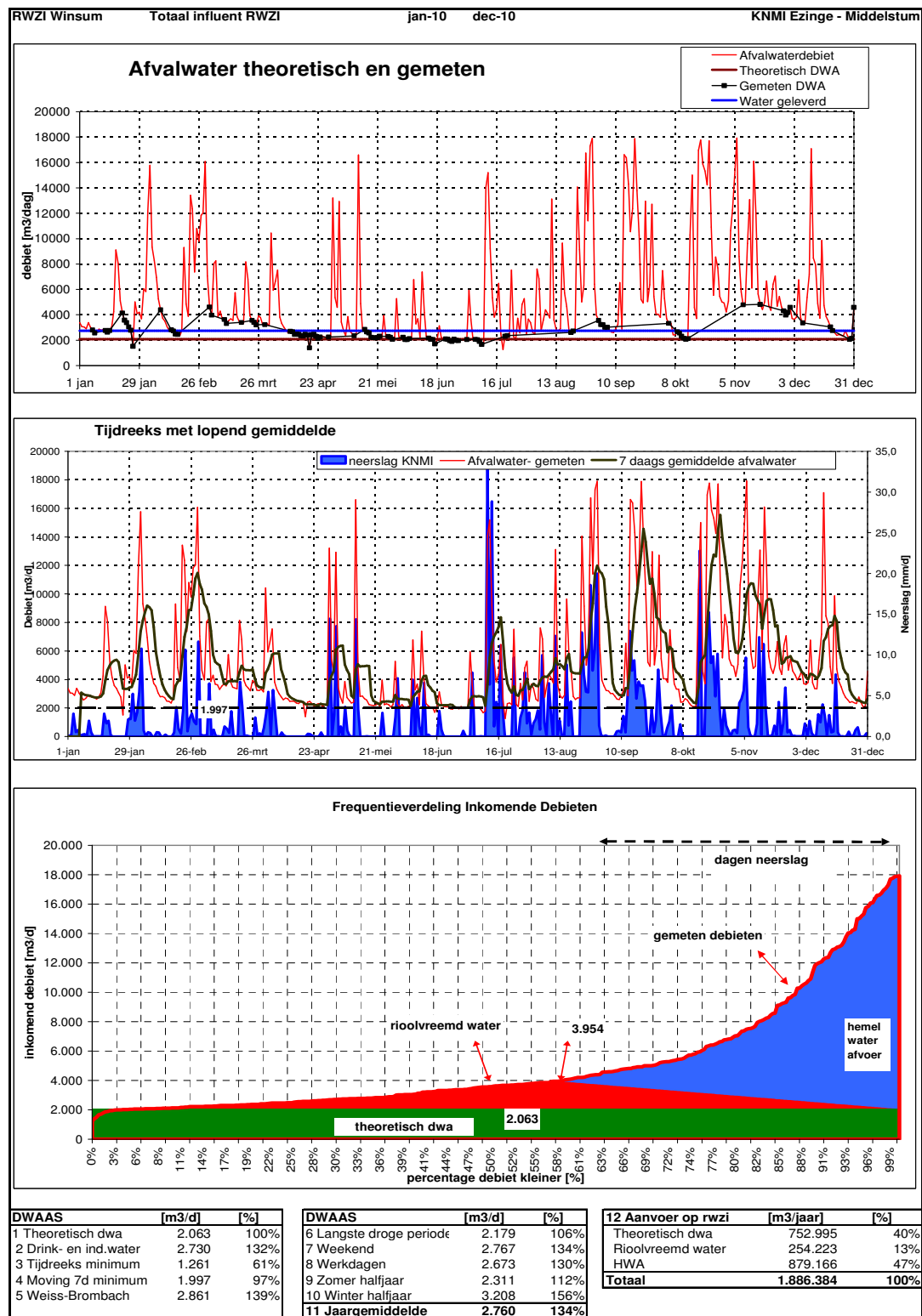
Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 35 Natte periode analyse Rwzi Winsum 2009

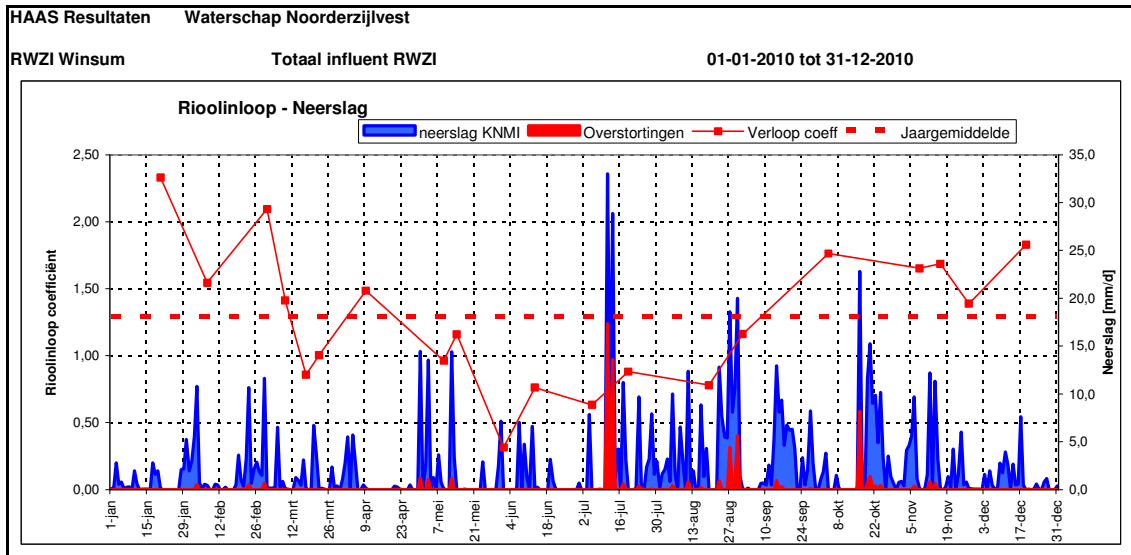
5.6 Rwnzi Winsum 2010



Figuur 36 DWAAS resultaten Rwnzi Winsum 2010

Natte periode waterbalans

Met de rioelstelselkenmerken voor het aangesloten oppervlak, de berging en de poc is de afvloeiingscoëfficiënt per natte periode bepaald:



Figuur 37 Natte periode analyse Rwzi Winsum 2010

5.7 Samenvatting resultaten en conclusies

Rioolvreemd water

Tabel 30 Resultaten DWAAS

DWAAS Periode 2008-2010	Theoretische DWA m3/dag	Leidingwater m3/dag	Gemeten DWA m3/dag	Rioolvreemd water m3/dag	%
rwzi Feerwerd	451	497	644	194	43%
rwzi Winsum	2.063	2.730	2.594	531	26%
Totaal	2.514	3.226	3.238	724	29%

rwzi Feerwerd:

- De geleverde hoeveelheid leidingwater komt goed overeen met de theoretische dwa. Het 'verlies' van kraan tot riool bedraagt ca. 10%.
- Er treedt zeker veel rioolvreemd op. Geschat is in de orde grootte van 45%.
- Er treedt zeker infiltratie van grondwater naar het riool op, gezien de zomer en winter verschillen in de hoeveelheden rioolvreemd water veroorzaakt door de invloed van de seizoensafhankelijke grondwaterstanden.
- Ook is een matige tot soms zelfs sterke afname van de gemeten dwa te zien tijdens langdurige droge perioden veroorzaakt door dalende grondwaterstandsdalingen.
- Mogelijk stroomt ook oppervlaktewater terug gezien de relatief snelle afname van dwa ná enkele perioden met zeer veel neerslag.

rwzi Winsum:

- De theoretische dwa is 20% lager dan de geleverde hoeveelheid leidingwater (inclusief levering Aviko voorheen Rixona).
- Ook de gemeten dwa is lager dan de geleverde hoeveelheid leidingwater. Dit gegeven en het aantal geheven bedrijfs-VE's aan Aviko (slechts ca. 500 VE) doet vermoeden dat het merendeel van het geleverde leidingwater niet als afvalwater op het riool wordt geloosd. Aanbevolen wordt dit te verifiëren.
- Er treedt zeker veel rioolvreemd op. Geschat is in de orde grootte van 25%.
- Er treedt zeker infiltratie van grondwater naar het riool op, gezien de zomer en winter verschillen in de hoeveelheden rioolvreemd water veroorzaakt door de invloed van de seizoensafhankelijke grondwaterstanden.
- Ook is een matige tot soms zelfs sterke afname van de gemeten dwa te zien tijdens langdurige droge perioden veroorzaakt door dalende grondwaterstandsdalingen.
- Mogelijk stroomt ook oppervlaktewater terug gezien de relatief snelle afname van dwa ná enkele perioden met zeer veel neerslag.

Influent parameters

Huishoudelijk afvalwater in Nederland heeft een redelijk gemiddelde samenstelling (STOWA). Dit gemiddelde is afgezet tegen de op de rwzi's gemeten gemiddelde waarden van het influent op droge dagen. Dit is in de volgende tabel weergegeven.

Tabel 31 Influent parameters

RWZI influent Periode 2008-2010	CZV mg/l	N-Kj mg/l	Verhouding CZV/N-Kj
STOWA gemiddelde	600	58	10,3
rwzi Feerwerd	501	54	9,3
rwzi Winsum	493	55	9,0
Gemiddeld	497	55	9,1

De verhouding CZV/N-Kj komt redelijk overeen met het STOWA gemiddelde. Dit duidt op afvalwater met een huishoudelijk karakter. Voor beide rwzi's zijn de gemiddelde concentraties voor CZV en N-Kj echter lager dan het STOWA gemiddelde. Dit duidt op bijmenging met relatief schoon water.

Opvallend echter zijn voor beide rwzi's de hoge Cl-concentraties op droge dagen en lagere concentraties op uitgesproken natte dagen. Dit is in de volgende tabel weergegeven:

Tabel 32 Cl concentraties bij droog en nat weer

CL concentraties	droog mg/l	nat mg/l
rwzi Feerwerd	123	52
rwzi Winsum	136	51

De gemiddelde CL-concentratie in Nederland in huishoudelijk afvalwater is ca. 50-100 mg/l. De oorzaak van de hoge concentraties bij droog weer is waarschijnlijk de infiltratie van brak grondwater in het riool. Op natte dagen wordt het afvalwater met grote hoeveelheden regenwater bijgemengd, waardoor de gemiddelde concentratie daalt. Aldus is dit een indicatie van het optreden van rioolvreemd water door infiltratie van brak grondwater.

Discrepantie

De theoretische VE's zijn bepaald uit het aantal aangesloten inwoners en de opgave door het waterschap van de aangesloten bedrijfs-VE's. De gemeten VE's zijn gebaseerd op het dagdebiet vermenigvuldigd met de TZV-concentraties en daarna gemiddeld over alle monsterdagen. Uitgaande van Totaal Zuurstof Verbruik (TZV) van 150 gram per dag per VE zijn de resultaten hieronder weergegeven.

Tabel 33 Discrepantie

Discrepantie	VE gemeten	VE theoretisch
rwzi Feerwerd	3.785	3.755
rwzi Winsum	14.806	17.192
Totaal	18.591	20.947

Op de rwzi Feerwerd wordt min of meer evenveel vuillast aangeboden dan de theoretisch aangesloten aantal VE's.

Op de rwzi Winsum wordt daarentegen minder vuillast aangeboden dan het aantal theoretisch aangesloten VE's. Er wordt 15% minder vuillast op de rwzi ontvangen dan de theoretisch bepaalde vuillast.

Eén van de oorzaken kunnen foutieve aansluitingen zijn (dwa op rwa-riolen in de VGS-stelsels). Een andere oorzaak kan zijn dat niet alle bewoners in het uitgestrekte buitengebied zijn aangesloten. Aanbevolen wordt dit laatste te verifiëren. Indien minder inwoners zijn aangesloten wordt de theoretische dwa lager en het aandeel riolvreemd water hoger.

Aangesloten oppervlakken

Tabel 34 Resultaten HAAS

HAAS Periode 2008-2010	Totaal oppervlak ha	Afvl. Coëff. C -	Geschat oppervlak ha
rwzi Feerwerd	22,8	1,11	44
rwzi Winsum	91,6	1,15	178
Totaal	114,4	1,15	222

- o De omvang van het werkelijk aangesloten verhard oppervlak is zeker groter dan de tot nu toe bekend zijnde oppervlakken.
- o Waarschijnlijk zijn ook verharde oppervlakken aangesloten via drukriolering en via foutaansluitingen op de gescheiden riolering.

6 Literatuur

Rioolvreemd water, Onderzoek naar hoeveelheden en oorsprong afvalwater.
STOWA 2003-08. ISBN 90-5773-213-8

DWAAS, Vervolg onderzoek rioolvreemd water.
STOWA 2005-20. ISBN 90-5773-309-9

HAAS, Hemelwaterafvoer Analyse Systematiek.
STOWA 2009-24. ISBN 978-90-5773-443-4