

INVLOED VAN DE SYSTEEMKEUZE OP DE EMISSIES VAN HET
AFVALWATERSYSTEEM

RAPPORT

2009

31

ISBN 978.90.5773.460.1



COLOFON

Utrecht, 2009

Uitgave

STOWA 2009
Arthur van Schendelstraat 816
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
Tel 030 2321199
Fax: 030 2321766
e-mail: stowa@stowa.nl
<http://www.stowa.nl>

Auteurs

Jan Zuidervliet, Marcel Glasbergen, Jelle de Jong (ARCADIS)

Ondersteuning

Hans Aalderink, Michel Moens (ARCADIS)
Jeroen Langeveld (Royal Haskoning)

Begeleiding

Bert Palsma	STOWA (opdrachtgever)
Jan Buijs	Hoogheemraadschap Delfland
Robin Bos	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Wilco Franken	Waterschap Zeeuws Vlaanderen
Martien Kaats	Waterschap Rijn en IJssel
Hans Grotenbreg	Gemeente Zaanstad
Henk de Heer	RIZA
Gerard Rijs	RIZA
Rino Vlaardingerbroek	Provincie Zuid-Holland

Deze publicatie is ook digitaal beschikbaar

Prepress/druk

Van de Garde | Jémé

STOWA

Rapportnummer 2009-31
ISBN 978.90.5773.460.1

TEN GELEIDE

De afgelopen jaren is de reductie van de emissie van stoffen uit de riolering een belangrijk doel geweest voor beleid en maatregelen in de riolering. In dit rapport is een overzicht gegeven van een aantal vragen rond die emissiereductie. De invloed van rioleringsystemen, eigenschappen en beheer en onderhoud staan hierbij centraal. Het model, het basisschema dat hiervoor is gehanteerd is niets anders dan een eenvoudig boekhoudsysteem. Er gaat iets in (afvalwater, hemelwater etc.) en er komt iets uit (effluent, gescheiden hemelwater, overstortwater etc). Daartussen zit een rioleringsstelsel. Dat stelsel kennen we soms goed en soms minder goed. Aan de hand van dit boekhoudsysteem (EMOS) kan worden nagegaan of uw aannames, metingen, verwachtingen en uitgangspunten een logisch geheel vormen. Beheer, systeemkeuze of monitoring kunnen op basis van de resultaten worden aangepast.

Wij bevelen dit rapport van harte bij u aan.

Utrecht, september 2009

De directeur van de STOWA

Ir. J.M.J. Leenen.

SAMENVATTING

Aanleiding

De stedelijke wateropgave voor gemeenten vindt zijn basis in het rijksbeleid voor 'Waterbeheer 21^e eeuw' en de Kaderrichtlijn Water (KRW). Kortweg komen de doelstellingen neer op het vertragen van de afvoer van regenwater en verbetering van de waterkwaliteit in het oppervlaktewater. Eén van de maatregelen om aan de beleidsdoelstellingen te voldoen is afkoppelen van regenwater van de riolering.

Door regenwater uit het riool te halen:

- geeft men invulling aan de trits 'vasthouden-bergen-afvoeren';
- voorkomt men lozings van afvalwater uit gemengde rioolstelsels;
- verminderen de effluentvrachten van RWZI's;
- kan de waterkwaliteit van het oppervlaktewater verbeteren.

Om meer inzicht te verkrijgen in de emissie-effecten van het afkoppelen van regenwater en onder lokale omstandigheden tot een weloverwogen systeemkeuze te komen, heeft ARCADIS in opdracht van STOWA een onderzoek uitgevoerd met de volgende doelstellingen:

- 1 Het opstellen van een expertmodel (EMOS), waarmee voor diverse stoffen de emissies vanuit het totale afvalwatersysteem (riolering en RWZI) kunnen worden bepaald op grond waarvan een systeemkeuze van de riolering (inclusief afkoppelvraagstukken) kan worden gemaakt.
- 2 Het beantwoorden van een aantal onderzoeksvragen om meer inzicht te verwerven in de verschillende invloedsfactoren op de voornoemde systeemkeuze.
- 3 Het in beeld brengen van eventuele leemten in kennis.

In het voorliggende rapport wordt verslag gedaan van de resultaten van de tweede en derde deelopdracht. In het rapport 'EMOS, EmissieMOdel voor Systeemkeuze' [STOWA 2009-W-06] wordt het EMOS-model beschreven, inclusief de stofselectie.

Onderzoekplan

In het onderzoek zijn acht onderzoeksvragen in beschouwing genomen, opgesplitst in drie categorieën:

Onderzoeksvragen:

Systeemkeuze

1. In hoeverre is de systeemkeuze afhankelijk van stofeigenschappen?
2. In hoeverre is de systeemkeuze afhankelijk van de spreiding in vuilgehalten?
3. In hoeverre zijn de stelseigenschappen (B, POC, verhard oppervlak) van invloed op de systeemkeuze?
4. In hoeverre wordt de systeemkeuze beïnvloed door de effecten in het ontvangende milieucompartiment?

Invloedsfactoren

5. Wat is de invloed van het foutaansluitingspercentage op de emissies van (verbeterd) gescheiden rioolstelsels?
6. Wat is de invloed van rioolvreemd water op de emissies van (gemengde) rioolstelsels?
7. Wat is de invloed van de spreiding in rendementen van de RWZI en randvoorzieningen op de emissies in het afvalwatersysteem?

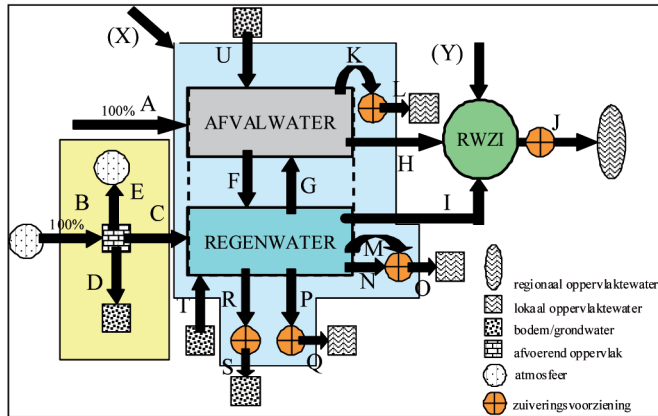
Procesfactoren

8. Kunnen we de verschillen in uitkomsten tussen bron- en lozingsbenadering verklaren op basis van de eigenschappen van de geselecteerde stoffen?

EMOS (EmissieModel voor Systeemkeuze)

Bij de beantwoording van de onderzoeksvragen is gebruik gemaakt van het EMOS-model, dat speciaal voor dat doel is ontwikkeld. Een uitgebreide beschrijving van het rekenmodel vindt u terug in het rapport 'EMOS, EmissieModel voor Systeemkeuze' [STOWA 2009-W-06]. Een samenvatting van dit rapport is als bijlage 1 opgenomen.

EMOS BASISSCHEMA



Het model is gebaseerd op een bakbenadering en omvat het totale afvalwatersysteem (riolering en RWZI). Op die manier kan het gehele afstroomgebied naar een RWZI worden gemodelleerd. Voor de rioolstelsels kan gekozen worden uit 9 stelseltypen (gemengde en gescheiden) en alle denkbare combinaties. Ook voor randvoorzieningen biedt EMOS ruime mogelijkheden (BBB's, lamellenafscheiders, wadi's, en dergelijke).

Stoffen

Bij de stofselectie is gekozen voor een achttal stoffen, die een breed spectrum aan eigenschappen vertegenwoordigen. Aan de hand van literatuuronderzoek zijn stofconcentraties verzameld voor de relevante volumestromen in EMOS. Naast de gemiddelde of mediaanwaarde is ook een range voor de concentraties aangegeven.

STOFSELECTIE

Stof	Stofgroep
CZV	zuurstofbindende stoffen
P-totaal	nutriënten
Koper	zware metalen
Zink	zware metalen
Benzo(k)-fluorantheen	organische microverontreinigingen
Glyfosaat	bestrijdingsmiddelen
E-coli bacteriën	pathogene organismen
Oestron	hormonen

Rioleringsystemen

Bij de berekeningen zijn acht rioleringsystemen betrokken, onderverdeeld in drie categorieën:

• Gemengde rioleringsystemen	• gemengd stelsel (GM) • verbeterd gemengd stelsel (VGM)
• Verbeterd gescheiden riolerings-systemen	• verbeterd gescheiden stelsel (VGS) • verbeterd gescheiden stelsel met afscheider en een optioneel verlaagde POC (VGS+)
• Afgekoppelde rioleringsystemen	• gescheiden stelsel (GS) • gescheiden stelsel met afscheider (GS+) • gescheiden stelsel met bodempassage en afvoer naar oppervlaktewater (GS-bodem) • gescheiden stelsel met bodeminfiltratie (GS-inf)

Hoofdconclusies

Uit het onderzoek zijn de volgende, algemene hoofdconclusies getrokken:

- Door het afkoppelen van regenwater uit gemengde riolering neemt de effluentvracht van de RWZI af, maar nemen de emissies uit het rioleringsysteem (stedelijk water of bodem) toe. Deze tendens is stofonafhankelijk, maar de mate waarin dit verschijnsel optreedt, is wel afhankelijk van de beschouwde stof.
- Lozingsvolumen zijn belangrijker voor de omvang van de emissies uit de riolerings-systemen dan de vuilgehalten in het geloosde water.
- Elk onderdeel van het afvalwatersysteem (RWZI en riolering) heeft op basis van emissies een specifieke voorkeur voor bepaalde rioleringsystemen. Voor de RWZI zijn dat afgekoppelde systemen en voor de riolering gemengde systemen. Voor het totale afvalwatersysteem is de systeemkeuze afhankelijker van de beschouwde stof dan bij de deel-systemen.
- De systeemkeuze is verder afhankelijk van stoffeigenschappen, stelseigenschappen en de aanwezigheid van foutaansluitingen. Deze gevoeligheden rechtvaardigen een locatiespecifieke benadering voor de systeemkeuze.
- Foutaansluitingen zijn van grote invloed op de emissies van de afgekoppelde systemen. Reeds bij een percentage foutaansluitingen van 2% is het aandeel huishoudelijk afvalwater in de geloosde regenwatervolumen een factor 20 keer zo groot als het aandeel huishoudelijk afvalwater in overgestort afvalwater uit gemengde systemen (<1‰).
- Emissies zijn bij systeemkeuze weliswaar belangrijk, maar niet doorslaggevend. Ook de lokale effecten op de waterkwaliteit verdienen aandacht om tot de juiste keuze te komen.
- Betrouwbare gegevens over vuilgehalten van stoffen in de verschillende deelstromen van het afvalwatersysteem zijn in te geringe mate beschikbaar. Dit leidt tot onzekerheid bij de systeemkeuze. De omvang van de jaarlijkse investeringen in het afvalwatersysteem rechtvaardigt een daarop afgestemd onderzoeksbudget om in deze kennisleemte te voorzien.

Naast deze hoofdconclusies zijn in het hoofdrapport (hoofdstuk 11) een groot aantal meer specifieke conclusies getrokken.

Aanbevelingen en onderzoeksvragen

Naast de conclusies zijn in het hoofdrapport een aantal aanbevelingen gedaan, waarvan

hieronder de titels zijn gegeven. Voor de volledige omschrijving verwijzen we door naar het hoofdrapport.

1. Systeemkeuze afhankelijk van de impact van de deelsystemen.
2. Lokaal meten zinvol bij grote projecten.
3. Stelseleigenschappen van belang bij systeemkeuze.
4. Kosten en baten meewegen bij systeemkeuze.
5. Afgekoppeld regenwater bovengronds afvoeren.
6. Rioolvreemd water aanpakken bij de bron.
7. Stel onderzoek in naar rendement zuiveringsvoorzieningen.
8. Toepassen van dynamisch rendement RWZI in EMOS.

Tenslotte zijn er op basis van de conclusies en aanbevelingen een aantal onderzoeksvragen geformuleerd. Deze zijn gerubriceerd op de onderwerpen vuilgehalten, stoffeigenschappen, rendementen, processen, effecten en randvoorwaarden. Voor de omschrijving van de onderzoeksvragen verwijzen we naar het hoofdrapport (hoofdstuk 11).

Het EMOS-model is - gratis - beschikbaar. Voor meer informatie zie <http://www.stowa.nl/Service/Publicaties/index.aspx>, rapport 2009-W-06.

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

INVLOED VAN DE SYSTEEM- KEUZE OP DE EMISSIES VAN HET AFVALWATERSYSTEEM

INHOUD

TEN GELEIDE
SAMENVATTING
STOWA IN HET KORT

1	AANLEIDING	1
2	ONDERZOEKPLAN	4
2.1	Inleiding	4
2.2	Onderzoeksvragen	5
2.2.1	Systeemkeuze	5
2.2.2	Invloedsfactoren	7
2.2.3	Procesanalyse	8
2.3	Algemene uitgangspunten	8
2.3.1	Rioleringsystemen	8
2.3.2	Hydraulische belasting	9

	2.3.3	Stelselkenmerken	9
	2.3.4	Randvoorzieningen	10
	2.3.5	Rendementen	10
	2.3.6	Compartimenten	10
2.4		Onderzoeksresultaten	11
	2.4.1	Presentatievorm	11
	2.4.2	Begrippen	11
3		STOF AFHANKELIJKHEID	13
	3.1	Aanleiding	13
	3.2	Specifieke uitgangspunten	13
	3.3	Resultaten	13
	3.3.1	Waterstromen	13
	3.3.2	Stofstromen	15
	3.3.3	Systeemkeuze	18
	3.4	Conclusies	19
4		SPREIDING VUILGEHALTEN	20
	4.1	Aanleiding	20
	4.2	Specifieke uitgangspunten	20
	4.3	Resultaten	21
	4.3.1	Voorbeschouwing	21
	4.3.2	Emissies	21
	4.3.3	Systeemkeuze	22
	4.4	Conclusies	23
5		INVLOED STELSELKENMERKEN	24
	5.1	Aanleiding	24
	5.2	Specifieke uitgangspunten	24
	5.3	Resultaten	25
	5.3.1	Waterstromen	25
	5.3.2	Stofstromen	27
	5.3.3	Systeemkeuze	28
	5.4	Conclusies	28
6		EMISSIES EN EFFECTEN	29
	6.1	Aanleiding	29
	6.2	Andere keuze-aspecten	29
	6.3	Conclusies	31
7		INVLOED FOUTAANSLUITINGEN	32
	7.1	Aanleiding	32
	7.2	Specifieke uitgangspunten	32
	7.3	Resultaten	32
	7.3.1	Waterstromen	33
	7.3.2	Stofstromen	34
	7.3.3	Systeemkeuze	36
	7.4	Conclusies	37

8	RIOOLVREEMD WATER	38
8.1	Aanleiding	38
8.2	Specifieke uitgangspunten	38
8.3	Resultaten	39
8.3.1	Waterstromen	39
8.3.2	Stofstromen	39
8.3.3	Systeemkeuze	39
8.4	Conclusies	40
9	EFFECT RENDEMENTEN	41
9.1	Aanleiding	41
9.2	Specifieke uitgangspunten	41
9.3	Resultaten	42
9.3.1	Stofstromen	42
9.3.2	Systeemkeuze	42
9.4	Conclusies	43
10	REKENMETHODE	44
10.1	Aanleiding	44
10.2	Specifieke uitgangspunten	44
10.3	Resultaten	44
10.3.1	Stofstromen	45
10.3.2	Systeemkeuze	48
10.4	Conclusies	48
11	CONCLUSIES	50
11.1	Inleiding	50
11.2	Conclusies	51
11.3	Aanbevelingen	55
11.4	Onderzoeksvragen	56
	BIJLAGE	
1	EMOS, EmissieModel voor Systeemkeuze	58
2	Stoffentabel – deelstromen en concentraties	62
3	Volumestromen	64
4	Stofafhankelijkheid	65
5	Spreiding in vuilgehalten	67
6	Stelselkenmerken	71
7	Foutaansluitingen	75
8	Rioolvreemd water	87
9	Rendementen	94
10	Lozings- versus bronbenadering	103
11	Literatuuroverzicht	107

1

AANLEIDING

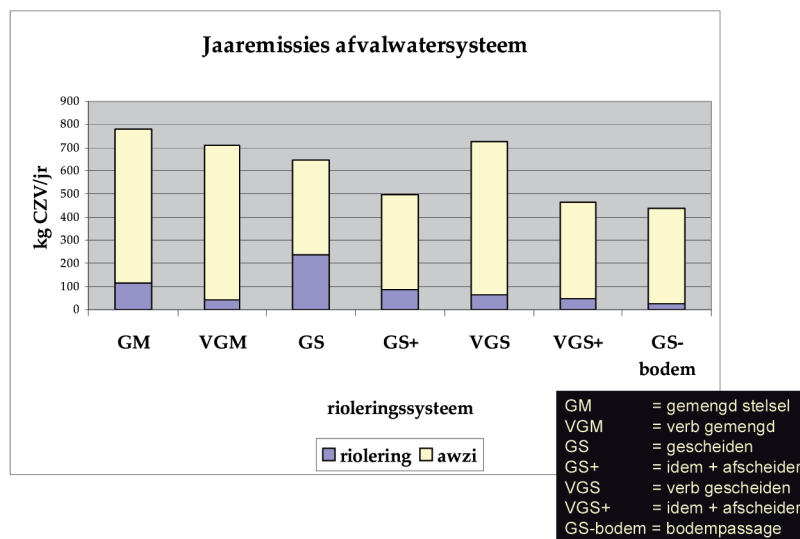
De stedelijke wateropgave

De gemeenten staan voor een meervoudige wateropgave die in Nederland zijn weerga niet kent. In de eerste plaats de kwantitatieve opgave in het kader van 'Waterbeheer 21^e eeuw' op basis van de trits 'vasthouden-bergen-afvoeren'. De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) voegt daar een kwalitatieve component aan toe. Voor een aantal prioritaire stoffen gaat de KRW verder dan de MTR-waarden uit de Vierde Nota Waterhuishouding. Verder streeft het Rijk op de langere termijn naar een zo compleet mogelijke ontvlechting van waterketen en watersysteem (Rijkvisie, IBO Bekostiging waterbeheer, Herijking regenwaterbeleid). De redenering hiervoor is duidelijk: door het regenwater uit de (gemengde) riolering te halen door het afkoppelen van verhard oppervlak:

- kunnen we het bestaande rioleringsysteem klimaatbestendig maken;
- ontstaan er kansen om de beleving van water voor de burger te vergroten;
- vinden minder gemengde rioolozingen plaats;
- zullen daardoor problemen met de volks- en diergezondheid beperkt worden.

Uitgangspunt hierbij is dat afkoppelen gunstig is voor de waterkwaliteit van het oppervlaktewater en voor de doelmatigheid van de RWZI's.

FIGUUR 1.1 CZV-JAAREMISSIES VAN EEN AFVALWATERSYSTEEM BIJ ZEVEN RIOLERINGSSYSTEMEN



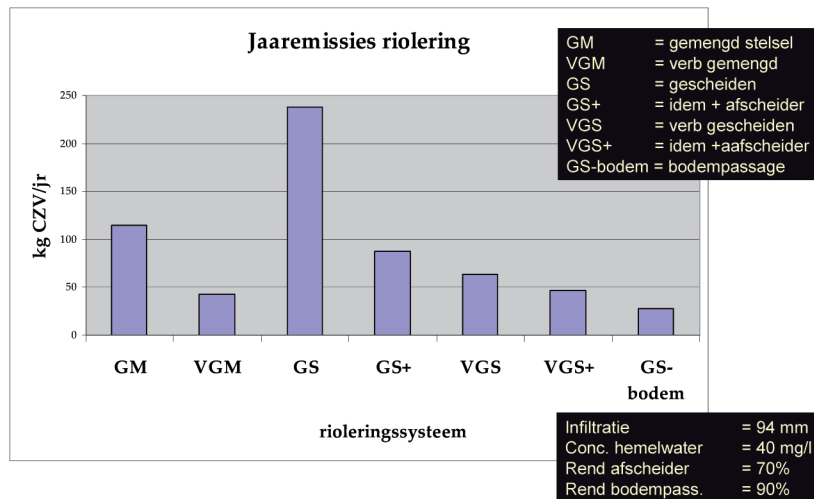
Emissieproblematiek bij afkoppelen

Eenvoudige rekensommen leveren echter een wat genuanceerder beeld met betrekking tot de emissies. De berekeningen zijn uitgevoerd voor verschillende stelseltypen op basis van gebruikelijke kengetallen voor vuilgehalten in overstort- en regenwater. Figuur 1.1 toont de CZV-jaarvrachten uit zeven verschillende stelseltypen.

In de eerste plaats valt op dat de effluentvrachten van de RWZI voor alle stelseltypen overheersend zijn ten opzichte van die uit de riolering. Door de grote afname van de aanvoer bij afkoppelen neemt de effluentvracht van de RWZI sterk af. Dit leidt ook tot een afname van

de totale emissies uit het afvalwatersysteem. Echter, voor de vrachten vanuit de riolering op het (kwetsbaarder) stedelijke water geldt het omgekeerde. Figuur 1.2 geeft alleen de emissies vanuit de verschillende stelseltypen weer, zodat de effecten van stelselkeuze op de emissies uit de riolering duidelijker tot uiting komen.

FIGUUR 1.2 CZV-JAAREMISSIES VAN ZEVEN RIOLERINGSSYSTEMEN



De vrachten vanuit de (verbeterd) gescheiden stelsels (GS, GS+, VGS) blijken hoger dan die van het verbeterd gemengde stelsel. Alleen bij toepassing van bodempassage (GS-bodem) ontstaat er een vergelijkbaar beeld. Hoewel de vuilgehalten in het geloosde hemelwater duidelijk lager zijn dan die in het gemengde overstortwater, zijn de emissies duidelijk hoger. De verklaring ligt blijkbaar in het verschil in lozingsvolume van de verschillende rioolstelsels: gescheiden stelsels lozen globaal 15x zoveel water dan gemengde stelsels.

Vanwege het tegenstrijdige effect van afkoppelen op de emissies van RWZI enerzijds en riooloverstorten/lozingspunten anderzijds, komt de voorkeur voor een bepaald rioleringsstelsel uiteindelijk neer op het tegen elkaar afwegen van lokale aspecten in het oppervlaktewater. Hierbij is een goed inzicht in de te verwachten emissies een essentieel.

Doelstelling

Dit eerste inzicht op basis van CZV-jaaremissies leidt tot de volgende vragen:

- Klopt het geschetste beeld voor CZV?
- Wat is het beeld als we andere stoffen in ogenschouw nemen?
- Hoe ziet het beeld eruit bij piekgebeurtenissen (zuurstofbindende stoffen)?
- Hoe gevoelig zijn deze opmerkelijke uitkomsten voor variaties in de invoergegevens?
- Wat zijn de voornaamste invloedsfactoren?

Om deze en andere vragen te beantwoorden heeft STOWA een opdracht geformuleerd met een driedelige doelstelling:

1. Het ontwikkelen van een expertmodel (EMOS), waarmee de emissies vanuit het totale afvalwatersysteem (riolering en RWZI) kunnen worden bepaald en dat dient ter ondersteuning van een afgewogen systeemkeuze in het kader van de omgang met regenwater.
2. Het beantwoorden van een aantal onderzoeksvragen om meer inzicht te verwerven in de verschillende invloedsfactoren op de voornoemde systeemkeuze.
3. Het in beeld brengen van eventuele leemten in kennis en deze te verwoorden in onderzoeksvragen.

Fasering van het totale project

Om aan bovenstaande doelstelling te voldoen is het project opgeknipt in vier fasen:

1. *Ontwikkelen van een expertmodel*
Het project is gestart met het ontwikkelen van een expertmodel, dat gebruiksvriendelijk en veelzijdig moet zijn. Het model moet breed toepasbaar zijn in het werkveld.
2. *Onderzoek en selectie van representatieve stoffen*
In de tweede fase van het project is een literatuuronderzoek uitgevoerd naar relevante stoffen en de daarbij behorende vuilgehalten in de verschillende volumestromen binnen het afvalwatersysteem.
3. *Beantwoorden van onderzoeksvragen*
Met behulp van het emissiemodel zijn de onderzoeksvragen verkend en beantwoord. De resultaten leiden tot beter inzicht in relevante factoren die bij de omgang met regenwater een rol spelen.
4. *Opstellen van nadere onderzoeksvragen*
Voor de bij het onderzoek geconstateerde leemten in kennis zijn onderzoeksvragen geformuleerd voor nader onderzoek.

Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de resultaten van de tweede en derde deelopdracht, het uitvoeren van een onderzoeksplan en het inventariseren van de leemten in kennis. De resultaten van de eerste deelopdracht, de ontwikkeling van een expertmodel, zijn opgenomen in een afzonderlijk rapport: 'EMOS, EmissieMOdel voor Systeemkeuze' [STOWA 2009-W-06]. Dat rapport omvat de eerste twee fasen van het onderzoek. In bijlage 1 is de samenvatting van het EMOS-rapport opgenomen.

Het voorliggende deelrapport is als volgt opgebouwd:

Fase 3	Hoofdstuk 1	Beschrijft het onderzoeksplan met de onderzoeksvragen in drie categorieën: Systeemkeuze, Invloedsfactoren en Procesfactoren. Het hoofdstuk eindigt met de algemene uitgangspunten voor het onderzoek.
	Hoofdstuk 2 t/m 5	Beschrijven de resultaten van de onderzoeksvragen in de eerste categorie Systeemkeuze.
	Hoofdstuk 6 t/m 9	Beschrijven de resultaten van de onderzoeksvragen in de categorie Invloedsfactoren.
	Hoofdstuk 10	Beschrijft de resultaten van de laatste onderzoeksvraag in de categorie Procesfactoren.
Fase 4	Hoofdstuk 11	Bevat de conclusies van het project, opgesplitst in hoofdconclusies en specifieke conclusies per onderzoeksvraag. Het hoofdstuk eindigt met een aantal aanbevelingen en onderzoeksvragen.

In de bijlagen zijn onder meer de rekenresultaten per onderzoeksvraag opgenomen, zoals deze uit de rekenuitkomsten zijn verwerkt door de interpretatietool EMOSint.

2

ONDERZOEKPLAN

2.1 INLEIDING

In hoofdstuk 1 'Inleiding' is een voorbeeld gegeven van de optredende CZV-emissies bij toepassing van de verschillende rioleringsystemen. Daarbij is gebruik gemaakt van vuilgehalten die bij het NWRW-onderzoek in de jaren tachtig van de vorige eeuw zijn gemeten. Deze meetwaarden zijn afkomstig van vier onderzochte gemengde stelsels en twee (verbeterd) gescheiden stelsels. In hoeverre deze stelsels representatief zijn voor gemiddelde Nederlandse omstandigheden is niet duidelijk. Daarvoor ontbreekt inzicht in het verband tussen de opgetreden vuilgehalten en de aanwezigheid van (interne) invloedsfactoren, zoals foutaansluitingspercentages voor de gescheiden stelsels.

Een beschouwing op basis van één enkele stof vormt een te kleine basis voor het trekken van algemene conclusies over de effecten van een systeemkeuze op de emissies uit het afvalwatersysteem. Verbreding en verdieping zijn nodig om een beter onderbouwd inzicht te verkrijgen. Daartoe is in het kader van de opdracht het rekenmodel EMOS ontwikkeld en zijn uit een stofselectie acht representatieve stoffen vastgesteld, waarvoor in het model defaultwaarden voor de vuilgehalten zijn opgenomen. In het deelrapport ÉMOS, EmissieMOdel voor Systeemkeuze [STOWA 2009-W-06] is een uitgebreide beschrijving gegeven van de gebruiksmogelijkheden van dit rekenmodel en de geselecteerde stoffen. In bijlage 1 van dit rapport is de samenvatting van voornoemd rapport opgenomen.

De acht geselecteerde stoffen zijn in onderstaande tabel weergegeven met vermelding van de stofgroep die zij vertegenwoordigen en enkele specifieke eigenschappen. Uit een literatuurrecherche zijn voor deze stoffen de vuilgehalten in de belangrijkste deelstromen binnen het EMOS-model verzameld. Voor elke stof zijn voor de relevante deelstromen in EMOS drie vuilgehalten vastgesteld: een rekenwaarde, een ondergrenswaarde en een bovengrenswaarde. De verzamelde vuilgehalten zijn in een tabel vastgelegd die in bijlage 2 in dit deelrapport is opgenomen. Voor de achtergronden bij deze tabel verwijzen we weer naar het deelrapport 'ÉMOS, EmissieMOdel voor Systeemkeuze'.

TABEL 2.1 STOFSELECTIE EN STOFEIGENSCHAPPEN

Stof	Stofgroep	DWA / RWA ¹	Opgelost/ geadsorbeerd	Rendement RWZI	Toepassing
CZV	zuurstof-bindende stoffen	90%/10%	52%/48%	85%	algemeen ²
P-totaal	nutriënten	90%/10%	50%/50%	80%	afvalwater
Koper	zware metalen	90%/10%	25%/75%	90%	geadsorbeerd
Zink	zware metalen	20%/80%	40%/60%	80%	regenwater
Benzo(k)-fluorantheen	organische microveront-reingingen	40%/60%	5%/95%	90%	hoog rendement
Glyfosaat	bestrijdings-middelen	10%/90%	95%/5%	35%	laag rendement
E-coli bacteriën	hygiënische betrouwbaarheid	90%/10%	-	90%	volks-gezondheid
Oestron	hormonen	90%/10%	95%/5%	85%	opgelost

1 Verhouding in de aanwezigheid van de stof in (huishoudelijk) afvalsater en regenwater op basis van de jaarvrucht.

2 CZV is van algemeen belang gezien de relatief brede beschikbaarheid van gegevens over deze stof

2.2 ONDERZOEKSVRAGEN

Om het gewenste inzicht te verkrijgen is een onderzoeksplan opgesteld dat bestaat uit een achttal vragen. In dit hoofdstuk worden de achtergronden van de onderzoeksvragen toegevoegd. Verder gaat dit hoofdstuk in op de algemene uitgangspunten die voor het onderzoek zijn gehanteerd en de basisinformatie van de rioleringsystemen die bij het onderzoek zijn betrokken. De onderzoeksvragen zijn in drie categorieën verdeeld:

Systeemkeuze: Onderzoeksvragen gericht op mogelijke invloed van de stof- en stelseleigenschappen op de systeemkeuze.

Invloedsfactoren: Onderzoeksvragen gericht op de invloed van interne functionele factoren op de systeemkeuze.

Procesfactoren: Onderzoeksvraag gericht de verschillen die bestaan tussen de rekenuitkomsten van de twee beschikbare rekenmethoden in EMOS.

In de volgende paragrafen gaan we nader in op de achtergronden van deze drie categorieën.

2.2.1 SYSTEEMKEUZE

EMOS levert inzicht in de emissierangorde van de doorgerekende rioleringsystemen voor elk compartiment afzonderlijk en het totale afvalwatersysteem. Hoe stabiel zijn deze emissierangorden als functie van stof- en stelseleigenschappen. Dat is de kern van de eerste serie onderzoeksvragen.

1. In hoeverre is de systeemkeuze afhankelijk van stoffeigenschappen?
2. In hoeverre is de systeemkeuze afhankelijk van de spreiding in vuilgehalten?
3. In hoeverre zijn de stelseleigenschappen van gemengde en verbeterd gescheiden rioleringsystemen (berging, pompovercapaciteit, verhard oppervlak) van invloed op de systeemkeuze?
4. In hoeverre wordt de systeemkeuze beïnvloed door de effecten in het ontvangende milieucompartiment?

ad. 1:

De in literatuur gevonden meetwaarden voor vuilgehalten op de verschillende lozingspunten in het afvalwatersysteem zijn het resultaat van de belasting van het rioleringsstelsel met de betreffende stoffen, de kenmerken van het afvalwatersysteem, de processen die in riolering en RWZI optreden en niet in het minst van de stoffeigenschappen zelf. Dit alles veroorzaakt variatie in de verhouding van vuilgehalten op de verschillende lozingspunten als functie van de stof. De mate waarin dit verschijnsel van invloed kan zijn op de systeemkeuze is de essentie van deze onderzoeksvraag.

ad. 2:

Bij de eerste onderzoeksvraag gelden de geselecteerde rekenwaarden voor de vuilgehalten op de lozingspunten als uitgangspunt (zie bijlage 2). Uit de literatuur blijkt echter dat de spreiding in vuilgehalten per lozingspunt en per stof aanzienlijk kunnen verschillen. De vraag is of deze spreiding van invloed kan zijn op de systeemkeuze.

ad. 3:

De emissies bij (verbeterd) gemengde en verbeterd gescheiden stelsels worden bepaald door stelseleigenschappen als berging en pomp(over)capaciteit. Bij gescheiden systemen spelen deze factoren geen rol. Dit betekent dat de verhouding tussen de emissies van gemengde en verbeterd gescheiden stelsels ten opzichte van die van gescheiden kan verschuiven als functie van de stelseleigenschappen van beide, eerstgenoemde stelseltypen. De essentie van de derde onderzoeksvraag is meer inzicht te verkrijgen in de invloed van deze stelseleigenschappen op de systeemvergelijking op basis van emissies.

ad. 4:

De rioleringsystemen worden per compartiment (regionaal oppervlaktewater, stedelijk oppervlaktewater, bodem en atmosfeer) gerangschikt op basis van geloosde emissies. Bij elk compartiment hoort dus een voorkeur voor een bepaald rioleringsstelsel. Welke voorkeur moet prevaleren boven de andere hangt af van lokale omstandigheden. Dat hangt onder meer af van eventuele stofgerelateerde knelpunten in de kwaliteit van het ontvangende water. Voor elke lokale situatie moet dus een afweging plaatsvinden, waarbij de met EMOS berekende emissies weliswaar een belangrijke maar niet de enige factor zijn. De behandeling van deze onderzoeksvraag moet inzicht verschaffen in de betekenis van lokale aspecten op de systeemkeuze.

Lozingsbenadering en bronbenadering

EMOS kent twee verschillende rekenmethoden. Bij de *lozingsbenadering* worden gemeten vuilgehalten lozingspunten gekoppeld aan de berekende de lozingsvolumen, zodat de emissies direct uit het product van lozingsvolume en vuilgehalte worden berekend. In de aldus verkregen emissies zijn alle interne processen binnen het afvalwatersysteem impliciet meegenomen zonder overigens het effect van de individuele invloedsfactoren te kennen. Bij de *bronbenadering* worden de gemeten vuilgehalten voor afvalwater en regenwater gekoppeld aan de invoerstromen. Door de deelstromen uit de twee bronnen door het afvalwatersysteem te volgen tussen bron en lozingspunt kan op elk lozingspunt de emissie worden bepaald uit de optelling van de deelemissies. Het vuilgehalte is gelijk aan het gewogen gemiddelde*).

Rekenmethode: Lozingsbenadering

Bij de vier onderzoeksvragen in de categorie 'systeemkeuze' spelen de stof- en stelseleigenschappen de hoofdrol en zijn specifieke invloedsfactoren van ondergeschikte belang. Een vergelijking van emissies die zijn berekend op grond van werkelijk waargenomen vuilgehalten, waarin de invloed van deze processen zit verdisconteerd, heeft de voorkeur boven die van emissies die op basis van de aanname van volledige menging zijn verkregen. Dat betekent dat voor deze vragen de **lozingsbenadering** is gebruikt.

*) Voor meer informatie over beide methoden verwijzen we naar het deelrapport ÉMOS; EmissieMOdel voor Systeemkeuze.

2.2.2 INVLOEDSFACTOREN

Vanuit de literatuur is er weinig bekend over de invloed van bepaalde interne invloedsfactoren op de emissies van de rioolstelsels. Vooral bestaan er vraagtekens rondom de effecten van de optredende fysisch/chemische processen in het rioolstelsel. Om die reden wordt bij de eerste vier onderzoeksvragen uitgegaan van de in de literatuur gevonden meetwaarden voor vuilgehalten en de daarbij geconstateerde spreiding. Immers, hierin zijn de effecten van deze processen impliciet verdisconteerd.

Anders dan de invloed van fysisch/chemische processen is de invloed van afwijkende fysieke omstandigheden, zoals foutaansluitingen of rioolvreemd water. EMOS biedt de mogelijkheid om deze effecten vergelijkingsgewijs te verkennen. Kleine verschuivingen van waterstromen tussen het vuilwater- en het regenwatersysteem kunnen van grote invloed zijn op de emissies. Het verkennen van dergelijke effecten vormt de basis voor drie onderzoeksvragen in deze categorie.

5. *Wat is de invloed van het foutaansluitingspercentage op de emissies van afgekoppelde en (verbeterd) gescheiden rioolstelsels?*
6. *Wat is de invloed van rioolvreemd water op de emissies van (gemengde) rioolstelsels?*
7. *Wat is de invloed van de spreiding in rendementen van de RWZI en randvoorzieningen op de emissies in het afvalwatersysteem?*

ad. 5:

Algemeen wordt verondersteld dat foutaansluitingen van grote invloed zijn op de emissies van regenwaterstelsels. Deze hypothese is door meetonderzoek nauwelijks te onderbouwen, omdat feitelijke informatie over het aantal foutaansluitingen in een bepaald rioolstelsel ontbreekt. Door de opzet van EMOS is een relatieve verkenning van de effecten van dit verschijnsel wel mogelijk.

ad. 6:

In twee STOWA rapporten [STOWA 2003.8 en STOWA 2005.20] zijn de resultaten beschreven van de het onderzoek naar de omvang van rioolvreemd water. Gemiddeld blijkt deze 62% van de theoretische dagsom bij droogweer omstandigheden te zijn. De vraag is in hoeverre rioolvreemd water bijdraagt de emissies van (verbeterd) gemengde stelsels en of dit van invloed is op de emissies in de compartimenten.

ad. 7:

EMOS rekent met constante rendementen voor de RWZI en randvoorzieningen bij de lozingspunten van de riolering. Het is echter bekend is dat deze rendementen variëren als functie van de optredende hydraulische belasting. De onderzoeksvraag is erop gericht om inzicht te krijgen in de mate waarin het rendement van zuiverende voorzieningen van invloed is op de emissies op de verschillende lozingspunten.

Rekenmethode: Bronbenadering

De essentie van deze onderzoeksvragen ligt op invloed die de gekozen factoren hebben op de vuilgehalten op de lozingspunten. Omdat bij de gemeten vuilgehalten over het algemeen de relatie tussen de meetwaarden en de desbetreffende invloedsfactoren ontbreekt, kunnen deze vragen alleen op basis van de bronbenadering worden verkend. Dat betekent overigens wel dat de rekenresultaten een beperkte absolute betekenis hebben, omdat de invloed van de interne processen bij deze methode niet worden meegenomen.

2.2.3 PROCESANALYSE

EMOS berekent de emissies volgens twee methoden: de bronbenadering en de lozingsbenadering (zie kader in § 2.2.1). Bij de bronbenadering worden de emissies op de lozingspunten berekend uit de aan de bron gerelateerde deelvolumen en de daarbij behorende vuilgehalten. Omdat dit plaatsvindt op basis van volledige menging, is hierin dus de invloed van fysisch/chemische processen niet meegerekend. Dit is wel het geval bij de emissies die berekend worden met de lozingsbenadering. Bij de lozingsbenadering wordt gebruik gemaakt van gemeten vuilgehalten waarin de effecten van die processen is verdisconteerd. Afhankelijk van de optredende processen zullen de rekenresultaten van beide methoden dus van elkaar verschillen. De vraag is of deze verschillen zich laten verklaren door het bestaande inzicht (expert-judgement) dat door jarenlange ervaring is ontstaan. De onderzoeksvraag luidt:

8. *Kunnen we de verschillen in uitkomsten tussen bron- en lozingsbenadering verklaren op basis van de eigenschappen van de geselecteerde stoffen?*

2.3 ALGEMENE UITGANGSPUNTEN

Bij de berekeningen die met EMOS zijn uitgevoerd zijn de onderstaande algemene uitgangspunten gehanteerd. Bij de behandeling van de rekenresultaten in volgende hoofdstukken zijn uitgangspunten vermeld die bij de betreffende onderzoeksvraag in aanvulling op of wijziging van de algemene uitgangspunten zijn gehanteerd.

2.3.1 RIOLERINGSSYSTEMEN

Bij de berekeningen zijn acht rioleringsystemen onderzocht, onderverdeeld in drie categorieën:

• Gemengde rioleringsystemen	• gemengd stelsel (GM) • verbeterd gemengd stelsel (VGM)
• Verbeterd gescheiden riolerings-systemen	• verbeterd gescheiden stelsel (VGS) • verbeterd gescheiden stelsel met afscheider en een optioneel verlaagde POC (VGS+)
• Afgekoppelde rioleringsystemen	• gescheiden stelsel (GS) • gescheiden stelsel met afscheider (GS+) • gescheiden stelsel met bodempassage en afvoer naar oppervlaktewater (GS-bodem) • gescheiden stelsel met bodeminfiltratie (GS-inf)

Opvallend in de drie categorieën is het onderscheid in verbeterd gescheiden en afgekoppelde rioleringsystemen. Ondanks dat bij beide categorieën sprake is van scheiding van afvalwater en hemelwater is er een belangrijk onderscheid in de mate waarin regenwater naar de RWZI wordt afgevoerd. Bij de afgekoppelde systemen is er sprake van 100% afkoppeling en gaat er geen regendruppel naar de RWZI. Bij de verbeterd gescheiden systemen (VGS, VGS+) echter gaan er toch nog aanzienlijke hoeveelheden regenwater naar de RWZI (70-80%). Door dit onderscheid te maken wordt de behandeling van de resultaten in de volgende hoofdstukken overzichtelijker.

2.3.2 HYDRAULISCHE BELASTING

De hydraulische belasting bestaat uit huishoudelijk afvalwater en neerslag. Voor beide zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Huishoudelijk afvalwater
 - aantal inwoners 2000
 - aantal inwoners per woning 3
 - waterverbruik 120 l/inw.dag
 - etmaalverdeling conform [RIONED C2100]
- Neerslag
 - KNMI 15 min. regenreeks 1959-1964
 - inloopverliezen conform [RIONED C2100]
- Verhard oppervlak
 - totaal afvoerend oppervlak 10 ha
 - oppervlak per woning 150 m²
 - Verdeling afvoerend oppervlak conform [CIW 2001]
 - gesloten wegooppervlak 20%
 - open wegooppervlak 30%
 - daken hellend 40%
 - daken vlak 10%

2.3.3 STELSELKENMERKEN

Bij de afgekoppelde systemen is verdeling van het huishoudelijk afvalwater en regenwater eenduidig vastgelegd. Bij de andere categorieën is deze verdeling afhankelijk van de stelsel-eigenschappen voor berging en pompovercapaciteit. Deze en andere eigenschappen zijn in Tabel 2.2 voor de referentiesituatie weergegeven.

In het kader van het onderzoeksplan is voor een aantal van de bovenstaande stelselkenmerken de gevoeligheid op de vuilemissie bepaald. De ranges die daarbij gehanteerd zijn, staan beschreven in hoofdstuk 5.

TABEL 2.2 EIGENSCHAPPEN VAN RIOLERINGSSYSTEMEN IN REFERENTIESITUATIE

Modelparameter	GM	VGM	GS	VGS	GS+	GS-bodemGS_inf	VGS+
Algemeen							
Berging vuilwaterstelsel (mm)	7	7	-	-	-	-	-
Berging vuilwaterstelsel (h)	-	-	10	10	10	10	10
Berging hemelwaterstelsel (mm)	-	-	-	4	-	-	4
Pompovercapaciteit (mm/uur)	0,7	0,7	-	0,3	-	-	0,1
Verbeterd gemengd stelsel (randvoorziening)							
Naar BBB [%]	-	100	-	-	-	-	-
Inhoud BBB [mm]	-	2	-	-	-	-	-
Ledigingstijd BBB [uur]	-	10	-	-	-	-	-
Pomp BBB start* [%]	-	25	-	-	-	-	-
Hemelwaterafvoer (gescheiden stelsels)							
Via lozingspunt/overstort [%]	-	-	100	100	-	-	-
Via afscheider [%]	-	-	-	-	100	-	100
Via bodempassage [%]	-	-	-	-	-	100	-
Via bodeminfiltratie [%]	-	-	-	-	-	-	100

* Pomp start indien het ontvangende stelsel is leeggepompt tot een opgegeven percentage.

** Bij overschrijding van dit debiet wordt het water om de voorziening geleid.

2.3.4 RANDVOORZIENINGEN

Voor de verschillende randvoorzieningen zijn onderstaande kenmerken gebruikt:

- Lamellenafscheider (GS+/VGS+)
 - maximale belasting 14 l/s.ha
- Bodempassage (GS-bodem): doorlatende verharding (+noodvoorziening)
 - retentievolumen 20 mm
 - waterdoorlatendheid k 1 m/etmaal
 - veiligheidsfactor op k 2
 - infiltratiecapaciteit 0,3 mm/h
- Infiltratievoorziening (GS-inf): wadi (+noodvoorziening)
 - retentievolumen 20 mm
 - waterdoorlatendheid op k 0,5 m/dag
 - veiligheidsfactor 2
 - infiltratiecapaciteit 1,04 mm/h

2.3.5 RENDEMENTEN

Voor de RWZI en de randvoorzieningen zijn de rendementen gehanteerd uit Tabel 2.3. Deze rendementen hebben een statische waarde. De invloed van de hydraulische belasting van de voorziening is dus verwaarloosd.

TABEL 2.3 RENDEMENTEN ZUIVERINGSVOORZIENINGEN

OVERZICHT DEFAULTWAARDEN RENDEMENTEN								
	CZV	P-totaal	Koper	Zink	Benzo(k) fluoran theen	E-coli	Glyfo saat	Oestron
AWZI	85%	80%	90%	80%	90%	90%	35%	85%
BBB ⁽¹⁾	45%	23%	34%	27%	43%	45%	2%	2%
helofytenfilter	50%	40%	40%	50%	0%	80%	0%	0%
infiltratie (greppel/wadi) ⁽³⁾	70%	10%	50%	70%	95%	90%	5%	5%
helofytenfilter (vloeienveld)	30%	40%	20%	45%	0%	80%	0%	0%
lamellenafscheider ⁽²⁾	35%	14%	21%	17%	27%	28%	1%	1%
groene berging	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
retentiepond	40%	55%	0%	60%	0%		0%	0%
meetwaarde								
afgeleide waarden								

(1) Berekend door aandeel geabsorbeerd te vermenigvuldigen met 45% bezinkingsrendement.

(2) Berekend door aandeel geabsorbeerd te vermenigvuldigen met 28% bezinkingsrendement. Bezinkingsrendement gebaseerd op artikel in H2O (Arnhem, 2007)

(3) Berekend door aanname dat 100% van geabsorbeerd wordt verwijderd.

2.3.6 COMPARTIMENTEN

De emissies uit het afvalwatersysteem vinden plaats op vier compartimenten met de volgende (aangenomen) kenmerken:

- regionaal oppervlaktewater lozing van RWZI
- stedelijk oppervlaktewater rioollozingen
- stedelijke bodem verhardings- en bodeminfiltratie
- atmosfeer verdampingsverlies

Opmerking

Bij de behandeling van de resultaten ligt de nadruk op de verschillen die optreden tussen regionaal en stedelijk oppervlaktewater, eventueel aangevuld met de totale resultaten voor het gehele afvalwatersysteem. Door de gehanteerde algemene uitgangspunten zijn de rekenresultaten voor stedelijke bodem en atmosfeer qua systeemkeuze nauwelijks onderscheidend. Alleen voor de stedelijke bodem is er enig onderscheid voor het rioleringsysteem GS-inf ten opzichte van de rest omdat hierbij het regenwater de bodem ingeleid wordt en aan het grondwater blijvend wordt toegevoegd.

2.4 ONDERZOEKSRESULTATEN

2.4.1 PRESENTATIEVORM

De volgende hoofdstukken beschrijven de resultaten van de berekeningen, die voor de onderzoeksvragen zijn uitgevoerd. Per hoofdstuk wordt één onderzoeksvraag behandeld. De beschrijving van de resultaten bestaat uit drie onderdelen:

- rekenresultaten EMOS legt de resultaten van elke rekensessie cijfermatig vast in tabelvorm.
- grafieken EMOS maakt van alle rekenresultaten grafische presentaties aan voor volumens, emissies en vuilgehalten, bij de behandeling van de resultaten in de volgende hoofdstukken is een groot aantal grafieken opgenomen.
- systeemvoorkeur EMOSint maakt per rekensessie een tabel aan, waarin voor elk compartiment de systeemvoorkeur wordt aangegeven op basis van de emissierangorde (zie het voorbeeld in Tabel 2.4, in de bijlagen 3 t/m 10 zijn alle deze 'rangordetabellen' voor de onderzoeksvragen opgenomen).

TABEL 2.4 VOORBEELDTABEL VAN DE EMISSIERANGORDE VOOR KOPER PER COMPARTIMENT

Cu		.J3_Absoluut_Cu_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	0,88	VGM	0,18	GM	0,23	VGM	0	VGM	1,8
	GS+	0,88	GS_inf	0,30	VGM	0,23	VGM	0	VGS	1,9
	GSbodem	0,88	VGS	0,38	GS	0,23	GS	0	VGS+	2,0
	GS_inf	0,88	GM	0,38	VGS	0,23	VGS	0	GS_inf	2,0
	VGS+	1,2	VGS+	0,54	GS+	0,23	GS+	0	GSbodem	2,0
	VGS	1,3	GSbodem	0,88	GSbodem	0,23	GSbodem	0	GM	2,0
Grootste lozing	GM	1,4	GS+	1,2	VGS+	0,23	GS_inf	0	GS+	2,3
	VGM	1,4	GS	1,5	GS_inf	0,80	VGS+	0	GS	2,6

2.4.2 BEGRIPPEN

Bij de behandeling van de onderzoeksresultaten worden in relatie tot de emissierangorden consequent begrippen gehanteerd met de volgende betekenis:

- gemengd stelsel rioolstelsel met gemengde afvoer van afval- en hemelwater.
- gescheiden stelsel rioolstelsel met gescheiden afvoer van afval- en hemelwater.
- afgekoppeld stelsel gescheiden rioolstelsel, waarvan al het hemelwater naar oppervlaktewater of bodem wordt afgevoerd.
- emissierangorde rangorde van systemen per compartiment als functie van volume, emissie of vuilgehalte (zie Tabel 2.4).
- systeemkeuze voorkeur voor een bepaald systeem op basis van de emissierangorde in een bepaald compartiment (zie Tabel 2.4).

- volumefactor verhouding tussen de geloosde volumens regenwater van verbeterd gescheiden/afgekoppelde systemen en het overstortvolume van de gemengde systemen.
- concentratiefactor stofafhankelijke verhouding tussen de vuilgehalten in het geloosde regenwater van verbeterd gescheiden/afgekoppelde systemen en die in het overstortwater van gemengde systemen.
- absolute spreiding absoluut verschil tussen minimale en maximale waarde in de betreffende emissierangorde.
- relatieve spreiding verhouding tussen minimale en maximale waarde in de betreffende emissierangorde.
- stabiele emissierangorde emissierangorde waarin de kans op verschuivingen door een grote absolute en/of relatieve spreiding gering is.
- instabiele emissierangorde emissierangorde waarin de kans op verschuivingen door een geringe absolute en/of relatieve spreiding aanzienlijk is.

3

STOFafhANKELIJKHEID

3.1 AANLEIDING

De in literatuur gevonden meetwaarden voor vuilgehalten op de verschillende lozingspunten in het afvalwatersysteem (zie de stoffentabel in bijlage 2) zijn het resultaat van een complex aan factoren. In de eerste plaats speelt de bron en de omvang van de belasting met de betreffende stof een belangrijke rol. Daarnaast zijn ook de processen in riolering en RWZI van grote betekenis. Processen die vooral worden bepaald door de eigenschappen van de stoffen en de stelselkenmerken van de riolering.

Al deze factoren maken het aannemelijk dat de emissierangorde voor de rioleringssystemen afhankelijk is van stoffeigenschappen. De eerste onderzoeksvraag, die we in dit hoofdstuk behandelen, luidt dan ook:

Onderzoeksvraag 1:

In hoeverre is de voorkeur voor een bepaald rioleringssysteem afhankelijk van de stof?

3.2 SPECIFIEKE UITGANGSPUNTEN

In aanvulling op algemene uitgangspunten in § 2.3 zijn hieronder de specifieke uitgangspunten vermeld, die we bij de beantwoording van deze onderzoeksvraag hebben gehanteerd.

Stof- en stelseigenschappen: rekenwaarden

Bij de modelberekeningen zijn alle algemene uitgangspunten uit hoofdstuk 2 gehanteerd. Dat betekent dat er zowel voor de stelseigenschappen als de vuilgehalten is uitgegaan van rekenwaarden.

Rekenmethode: lozingsbenadering

Als rekenmethode is uitgegaan van de lozingsbenadering omdat de relatie tussen interne factoren en optredende vuilgehalten onbekend is en de literatuurwaarden dus de enige basis voor de beantwoording vormen.

Stoffen: CZV, P_{tot}, Cu en Zn

De in beschouwing genomen stoffen beperken zich tot CZV, totaalfosfaat, koper en zink.

Referentiesituatie

De voor deze onderzoeksvraag gehanteerde algemene en specifieke uitgangspunten gelden ook als referentiesituatie voor de onderzoeksvragen 2 t/m 4. De rekenresultaten van die vragen kunnen zodoende met die van deze onderzoeksvraag worden vergeleken.

3.3 RESULTATEN

3.3.1 WATERSTROMEN

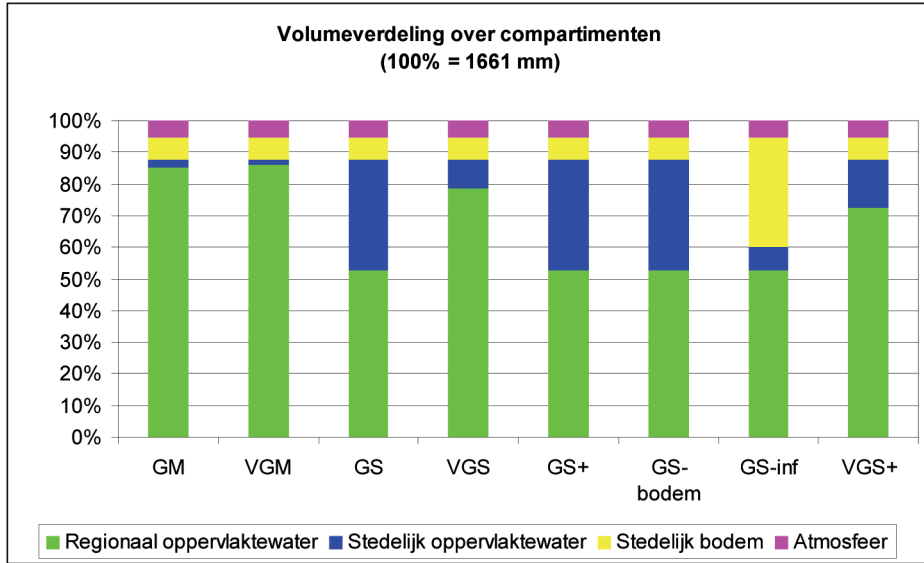
De jaarlijkse gemiddelden van de verschillende volumestromen zijn als volgt berekend:

- huishoudelijk afvalwater 877 mm
- regenwater 784 mm

- neerslagverlies
 - infiltratie 114 mm
 - plasvorming/verdamping 89 mm
 - Totaal verlies 202 mm ofwel 26% van neerslag
- rioolloop 582 mm ofwel 74% van neerslag

De totale belasting van het afvalwatersysteem is dus 877 + 784 = 1661 mm. De verdeling van deze volumestroom over de milieucompartimenten is weergegeven in Figuur 3.3.

FIGUUR 3.3 VERDELING VAN DE TOTALE BELASTING OVER VIER COMPARTIMENTEN



De relatieve volumestromen naar de compartimenten atmosfeer en stedelijke bodem zijn voor vrijwel alle rioleringsystemen gelijk (Tabel 3.5), omdat de aard van het afvoerend oppervlak voor alle systemen hetzelfde is. Het overige water (1459 mm) komt in het rioleringsysteem terecht. Alleen bij het GS-inf systeem wordt een groot deel van het van verhard oppervlak afkomstige regenwater de bodem ingeleid en aan het grondwaterareaal toegevoegd.

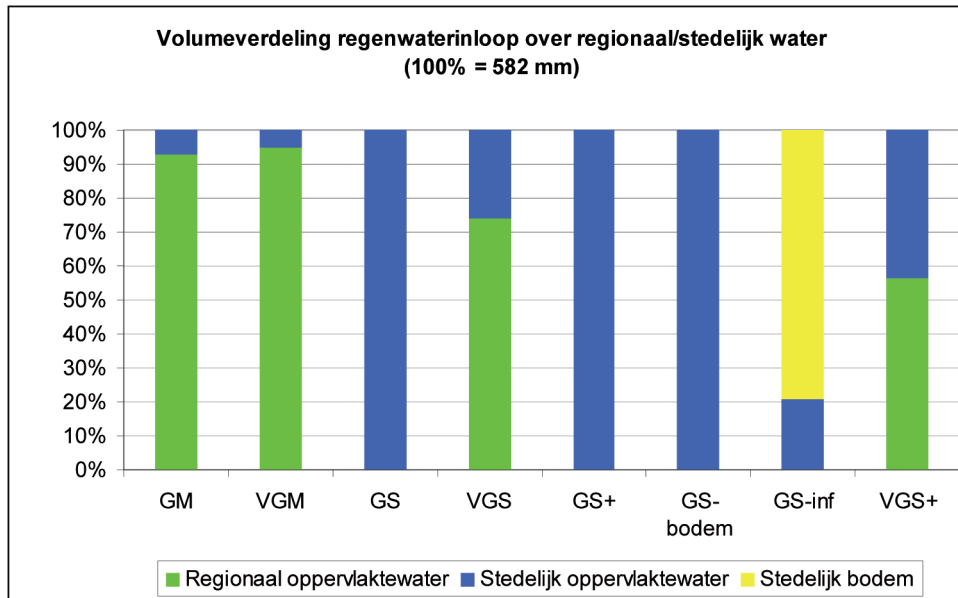
Bij de gemengde systemen gaat ruim 85% van de totale belasting (1661 mm) naar de RWZI en zijn de lozingen op het stedelijk water zeer klein (circa 2%). De afvoer naar de RWZI voor de verbeterd gescheiden systemen varieert tussen 70 tot 80%. Bij de afgekoppelde systemen gaat alleen het huishoudelijk afvalwater naar de RWZI (53%).

TABEL 3.5 VOLUMEVERDELING TOTALE HYDRAULISCHE BELASTING (1661 MM) OVER VIER COMPARTIMENTEN

Volume		Sheet	JG_Absoluut_vol_10jr		
		Omschrijving	Tienjarige		
mm		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater		
			Stedelijk bodem		
			Atmosfeer		
Kleinste lozing	GS	877	30	114	89
	GS+	877	42	114	89
	GS-bodem	877	121	114	89
	GS_inf	877	152	114	89
	VGS+	1205	253	114	89
	VGS	1306	582	114	89
	GM	1417	582	114	89
	VGM	1429	582	575	89
Grootste lozing	VGM	1429	582	575	89

Indien alleen de rioolloop (582 mm) in beschouwing wordt genomen, dan geven Tabel 3.5 en Figuur 3.4 de verdeling hiervan weer over regionaal en stedelijk oppervlaktewater. Bij gemengde systemen bedraagt het overstortvolume op stedelijk water slechts 5 tot 7% (30 resp. 42 mm) van de rioolloop aan regenwater (582 mm), terwijl dit voor de afgekoppelde systemen 100% bedraagt.

FIGUUR 3.4 VOLUMEVERDELING VAN DE RIOOLLOOP OVER DE VIER COMPARTIMENTEN



De volumestroom naar stedelijk oppervlaktewater is bij afgekoppelde systemen (met uitzondering van het GS-inf systeem) dus 14 tot 20 maal zo groot als bij de gemengde systemen. Dat houdt in dat de vuilgehalten in het geloosde water van die systemen eenzelfde factor schoner moeten zijn om een vergelijkbare jaarvracht te veroorzaken. De verhouding tussen de volumestromen bij de verschillende rioleringsystemen is dus een belangrijke factor voor de optredende emissies in het stedelijk water. Vooral de verhouding tussen de geloosde regenwatervolumen van verbeterd gescheiden/afgekoppelde systemen enerzijds en de overstortvolumen van gemengde systemen anderzijds geeft veel inzicht in de opbouw van de optredende emissies in stedelijk water. In Tabel 3.6 zijn deze verhoudingen voor de verschillende combinaties als volumefactoren aangegeven.

TABEL 3.6 VOLUMEFACTOREN VERBETERD GEScheiden/ AFGEKOPPELDE SYSTEMEN VERSUS GEMENGDE SYSTEMEN VOOR STEDELIJK WATER

	GM	VGM
VGS	3,6	5,1
VGS+	6,1	8,5
GS-x	14	20

3.3.2 STOFSTROMEN

Bijlage 3 geeft voor elk van de vier stoffen een tabel weer, waarin per compartiment is aangegeven wat de emissierangorde is van de acht beschouwde rioleringsystemen met vermelding van de gemiddelde jaarvrachten.

Concentratiefactoren

In de vorige paragraaf is het begrip ‘volumefactoren’ geïntroduceerd om de verhouding tussen geloosde regenwatervolumen uit de verbeterd gescheiden/afgekoppelde systemen tegenover de overstortvolumen uit gemengde systemen in uit te drukken. Volgens de relatie

$$\text{EMISSIE} = \text{VOLUME} * \text{VUILGEHALTE}$$

bepalen naast de lozingsvolumen ook de vuilgehalten de omvang van de optredende vuil-emissies. Het ligt dan ook voor de hand om ook de verhouding tussen vuilgehalten in de verschillende lozingsvolumen op stedelijk water in een factor uit te drukken: de **concentratiefactor**. Voor de vier stoffen die bij de lozingsbenadering worden beschouwd geeft onderstaande tabel de factoren weer op basis van de rekenwaarden voor de vuilgehalten uit de stoffentabel (zie bijlage 2). Deze factoren gelden dus voor onbehandelde volumestromen waarbij het effect van eventuele randvoorzieningen niet is meegenomen.

Over het algemeen zijn deze concentratiefactoren veel kleiner dan de volumefactoren voor afgekoppelde systemen uit Tabel 3.6. De rendementen van de eventuele randvoorzieningen kunnen dit verschil veelal niet goedmaken. Voor de verbeterd gescheiden systemen komen voor enkele stoffen beide factoren bij elkaar in de buurt (CZV en Ptot). Al met al vormt de volume- en concentratiefactoren een goede basis om de emissies en emissierangorden in stedelijk water te analyseren.

TABEL 3.7 CONCENTRATIEFACTOREN VOOR VUILGEHALTEN (REKENWAARDEN) IN OVERSTORTWATER VERSUS REGENWATERLOZINGEN OP STEDELIJK WATER.

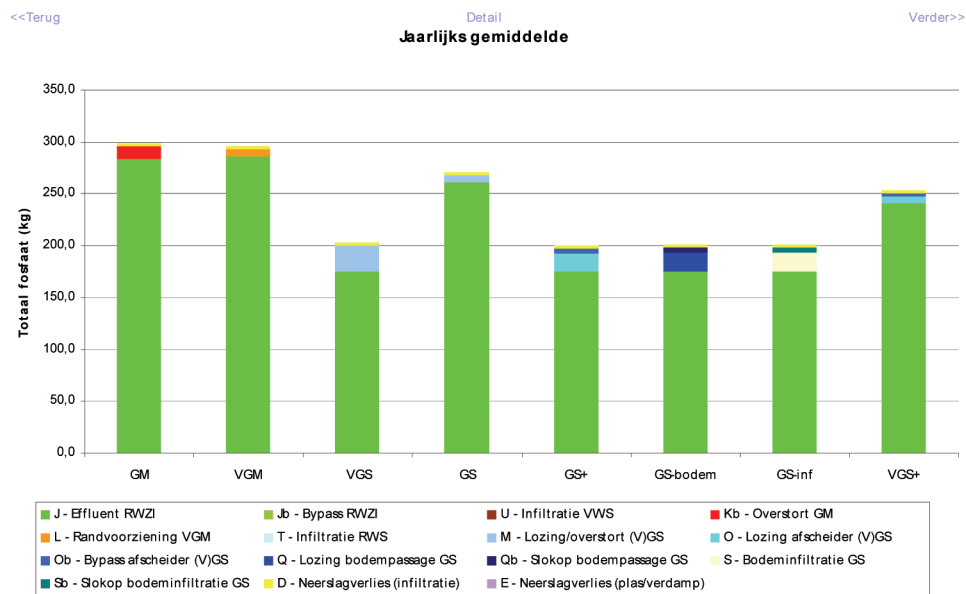
Stof	Vuilgehalte		Concentratiefactor
	gemengd stelsel	regenwaterlozing	
CZV	259 mg/l	48 mg/l	5,4
Ptot	3,1 mg/l	0,4 mg/l	7,8
Cu	92 µg/l	25 µg/l	3,7
Zn	431 µg/l	289 µg/l	1,5

Emissies

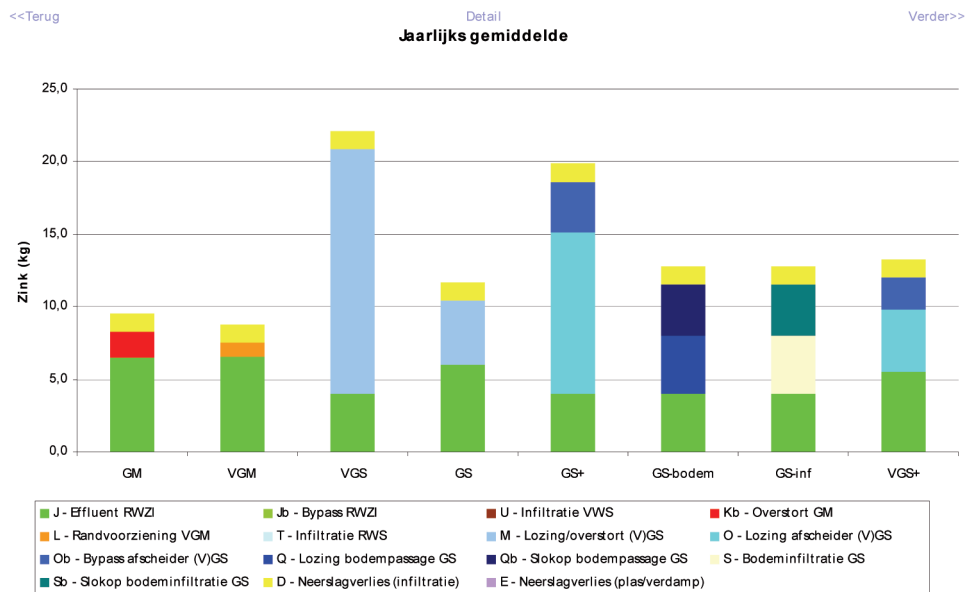
In Figuur 3.5 en Figuur 3.6 zijn als voorbeeld van twee uitersten de emissies voor Ptot en zink weergegeven, waaruit een aantal kenmerkende stofafhankelijke verschillen naar voren komen. Voor Ptot geldt dat de totale emissie van het afvalwatersysteem door afkoppelen afneemt, terwijl dat voor zink zeker niet het geval is. Bij Ptot domineren de emissies van de RWZI op regionaal water altijd over die van de rioolozingen op stedelijk water. Bij zink geldt juist dat de emissies op stedelijk water dominant kunnen zijn als functie van het riooleringssysteem (afgekoppelde systemen).

Er lijkt een verband te zijn tussen de verhouding van de emissies op regionaal water en stedelijk water en die tussen de vuilgehalten in afvalwater en regenwater. Bij Ptot liggen die vuilgehalten relatief gezien het verst uiteen. Bij zink liggen ze het dichtst bij elkaar. De emissieverdeling bij Ptot ligt eveneens verder uiteen dan bij zink.

FIGUUR 3.5 PTOT-EMISSIES VOOR DE REFERENTIESITUATIE



FIGUUR 3.6 ZINK-EMISSIES VOOR DE REFERENTIESITUATIE



De effluentemissies op regionaal water voor de vier afgekoppelde systemen zijn voor elke stof gelijk, omdat deze uitsluitend betrekking hebben op huishoudelijk afvalwater. Voor Ptot en in wat mindere mate voor CZV zijn de emissies op regionaal water dominant over die op stedelijk water. Dit geldt sterker voor de gemengde systemen dan voor de afgekoppelde systemen, wat een gevolg is van de regenwaterafvoer naar de RWZI. Voor Zn en in mindere mate voor Cu zijn de emissies op stedelijk water vanuit de afgekoppelde systemen dominant over die op regionaal water. Voor de gemengde systemen geldt het omgekeerde. De hoge vuilgehalten van beide metalen in regenwater vormt hiervoor de grondslag.

De rendementen van de randvoorzieningen (afscheiders, bodempassage, infiltratie) bij de

afgekoppelde systemen GS+ en GS-bodem zijn niet in staat om de emissies van de gemengde systemen op stedelijk water te evenaren.

Ofwel: de invloed op de concentratiefactoren uit Tabel 3.7 schiet tekort om het verschil in volumefactoren te compenseren.

De relatieve spreiding in de emissies van de acht systemen in het regionaal water zijn voor de vier stoffen constant (factor 1,6), omdat de volumestromen constant zijn en de vuilgehalten in het effluent onafhankelijk zijn van het rioleringsysteem. Echter is de relatieve spreiding voor het stedelijk water wel stofafhankelijk (Ptot een factor 5, Zn een factor 19). Dit is een gevolg van de verschillen in concentratiefactoren.

Het verschil in absolute spreiding voor regionaal en stedelijk water is sterk stofafhankelijk. Voor Ptot is de absolute spreiding in regionaal water veel groter dan die voor stedelijk water, voor CZV is die gelijkwaardig, terwijl voor zware metalen de spreiding in regionaal water juist kleiner zijn.

3.3.3 SYSTEEMKEUZE

De systeemkeuze is sterk afhankelijk van het compartiment waarop geloosd wordt, getuige de emissietabellen in bijlage 3. Voor regionaal water ligt de voorkeur duidelijk bij de afgekoppelde systemen, terwijl voor stedelijk water de voorkeur ligt bij de gemengde systemen.

Voor *regionaal water* is de voorkeursvolgorde stabiel en dus onafhankelijk van de stof. Dit komt door de onafhankelijkheid van de effluentkwaliteit van het rioleringsysteem, zodat de volumestromen bepalend zijn voor de volgorde. In werkelijkheid zal het rendement van de RWZI naar verwachting toenemen als de hydraulische belasting constanter is, zoals bij de afgekoppelde systemen. Dit betekent dat de systeemvoorkeur op basis van regionaal water alleen maar stabiel wordt.

De systeemkeuze voor *stedelijk water* is wel afhankelijk van de stof. Dit wordt veroorzaakt door de variatie in concentratiefactoren voor de stoffen (zie Tabel 3.7) in combinatie met de volumefactoren voor de stelseltypen (zie Tabel 3.6). Van alle afgekoppelde systemen scoort alleen het GS-inf systeem goed in de emissierangorde van het stedelijk water. Dit is te danken aan het feit dat het regenwater in de bodem wordt geleid en alleen het overtollige regenwater via de noodvoorziening op het stedelijk water wordt geloosd.

Voor drie van de vier stoffen scoort het VGM-stelsel als beste in de stedelijke rangorde. Alleen voor Ptot scoort het VGS-systeem beter (GS-inf niet meegerekend). De oorzaak hiervan ligt in de gunstige verhouding tussen de volumefactor van 5,1 en de concentratiefactor van 7,8 voor P-totaal. In het algemeen geldt dat de systeemkeuze in het stedelijk water voor een stof stabiel is naarmate de concentratiefactor kleiner is. Dat geldt dus vooral voor zink en in wat mindere mate voor koper, terwijl voor Ptot de volgorde het minst stabiel is (zie Tabel 3.7).

De stofafhankelijke systeemkeuze voor het stedelijk water leidt ertoe dat ook die voor het *totale afvalwatersysteem* aan verschuivingen onderhevig is. Zelfs nog meer dan voor het stedelijk water. Voor CZV en Ptot is er veel overeenkomst met de emissierangorde voor regionaal water, terwijl voor de zware metalen de voorkeur juist overeenkomt met die in stedelijk water. Dit heeft te maken met het feit dat bij de zware metalen de absolute spreiding in de emissies op het stedelijk water groter is dan die voor regionaal water, waardoor de invloed op de totale emissierangorde ook groter is.

3.4 CONCLUSIES

Op grond van bovenstaande bevindingen luiden de conclusies als volgt:

- Het lozingsvolume van gescheiden rioleringsstelsels op stedelijk water is een factor 14 tot 20 keer groter dan dat van gemengde stelsels, terwijl de stofconcentraties in het geloosde water, afhankelijk van de beschouwde stof, een factor 1,5 tot 7,8 lager zijn. Per saldo nemen de emissies van de rioleringsystemen bij afkoppelen dus toe.
- De jaarlijkse aanvoer van gemengde stelsels naar de RWZI neemt bij 100% afkoppelen af met een factor 1,6. Door de gehanteerde vaste stofconcentraties in het effluent geldt deze verhouding ook voor de effluentvrachten bij berekeningen volgens de lozingsbepaling (zie § 2.2.1).
- De CZV- en P-totaal vrachten van de RWZI zijn voor alle typen rioleringsystemen veel groter dan die van de rioleringsystemen zelf. Voor de zware metalen (Cu en Zn) geldt juist dat de emissies van de afgekoppelde rioleringsystemen groter zijn dan de effluentvrachten van de RWZI.
- Bovenstaande, stofafhankelijke verdeling van de emissies over RWZI en rioleringsystemen komt waarschijnlijk voort uit de verhouding van de vuilgehalten in afvalwater en regenwater (zie stoffentabel in bijlage 2). CZV en P-totaal bevinden zich vooral in huishoudelijk afvalwater, terwijl zink en koper vooral in regenwater worden aangetroffen.
- Door afkoppelen nemen de emissies vanuit het totale afvalwatersysteem (RWZI + riolering) voor CZV en P_{tot} af (vooral bij de RWZI), terwijl voor de zware metalen deze emissies juist toenemen bij afkoppelen (vooral vanuit de riolering).
- De systeemkeuze is sterk afhankelijk van het *compartiment* waarop geloosd wordt. Als het oppervlaktewater waarop de RWZI het effluent loost (in het onderzoek aangeduid met regionaal oppervlaktewater) de doorslag geeft, wijst de systeemkeuze in de richting van de afgekoppelde systemen. Voor het oppervlaktewater waarop het rioleringsstelsel loost (aangeduid met stedelijk water) valt de systeemkeuze op gemengde systemen. Dit geldt sterker voor de zware metalen dan voor CZV en P-totaal.
- Bij infiltratie van het afgekoppelde regenwater in de stedelijke bodem blijven de voordelen voor het RWZI-effluent bestaan, terwijl de emissies van de infiltratievoorzieningen (via nooduitlaten, slokop's, e.d.) op het stedelijke oppervlaktewater vergelijkbaar zijn met die van de gemengde systemen. De emissies naar de stedelijke bodem nemen vanzelfsprekend sterk toe.
- De stofafhankelijkheid van de systeemkeuze is het sterkst voor het totale *afvalwatersysteem*. Bij CZV en P_{tot} komt de systeemkeuze sterk overeen met die voor de RWZI, terwijl voor koper en zink de voorkeur sterk uitgaat naar die voor de rioleringsystemen.

Aanbeveling

Naast de vraag welke stof voor de systeemkeuze maatgevend is, is de vraag voor welk onderdeel van het afvalwatersysteem dat maatgevend is net zo belangrijk. Dat laatste hangt af van de effecten die de emissies op de waterkwaliteit van het ontvangende compartiment (oppervlaktewater of bodem) hebben. Voordat men dus een systeemkeuze op basis van emissies doet, moet men zich voor elk compartiment de vraag stellen voor welke stof welke effecten zijn te verwachten. Het antwoord geeft aan welk systeemonderdeel leidend is bij de systeemkeuze, RWZI, riolering of afvalwatersysteem in z'n totaliteit.

Kanttekening

De conclusies ten aanzien van CZV hebben evenals voor de andere stoffen betrekking op jaarvrachten. Hierbij moet in aanmerking worden genomen dat voor CZV, als zuurstofbindende stof, het belang van piekvrachten prevaleert boven dat van de jaarvrachten. In het kader van het onderzoek is die verdieping achterwege gebleven.

4

SPREIDING VUILGEHALTEN

4.1 AANLEIDING

Bij de eerste onderzoeksvraag bleek dat de invloed van volume- en concentratiefactoren groot is bij het vaststellen van de systeemvoorkeur in verschillende compartimenten. Daarbij zijn voor de vuilgehalten op de lozingspunten gemiddelde rekenwaarden gehanteerd. Uit de literatuur blijkt echter dat de spreiding in vuilgehalten per lozingspunt en per stof aanzienlijk kunnen verschillen. De vraag in hoeverre deze spreiding van invloed is op de emissierangorden is het onderwerp van dit hoofdstuk.

Onderzoeksvraag 2:

In hoeverre is de voorkeur voor een bepaald rioleringsstelsel afhankelijk van de spreiding in vuilgehalten?

4.2 SPECIFIEKE UITGANGSPUNTEN

In aanvulling op algemene uitgangspunten in paragraaf 2.3 zijn hieronder de specifieke uitgangspunten vermeld die we bij de beantwoording van deze onderzoeksvraag hanteren.

Stofeigenschappen: onder- en bovengrenswaarden

Bij de modelberekeningen om de spreiding van vuilgehalten te bepalen is gerekend met twee combinaties. In combinatie 1 is gerekend met de ondergrenswaarden voor de vuilgehalten in gemengd overstortwater gecombineerd met de bovengrenswaarden voor geloosd regenwater. In combinatie 2 is dit juist andersom. Tabel 4.8 en Tabel 4.9 geven de vuilgehalten weer voor beide combinaties, met daarbij de concentratiefactoren tussen de vuilgehalten van beide lozingen.

TABEL 4.8 CONCENTRATIEFACTOREN VOOR VUILGEHALTEN (GRENSWAARDEN) IN OVERSTORTWATER VERSUS REGENWATERLOZINGEN OP STEDELIJK WATER (COMBINATIE 1)

Combinatie 1	Vuilgehalte		Concentratiefactor
	gemengd stelsel	regenwaterlozing	
Stof	ondergrens	bovengrens	
CZV	148 mg/l	69 mg/l	2,1
Ptot	2,1 mg/l	0,6 mg/l	3,5
Cu	67 µg/l	53 µg/l	1,3
Zn	357 µg/l	459 µg/l	0,8

TABEL 4.9 CONCENTRATIEFACTOREN VOOR VUILGEHALTEN (GRENSWAARDEN) IN OVERSTORTWATER VERSUS REGENWATERLOZINGEN OP STEDELIJK WATER (COMBINATIE 2)

Combinatie 2	Vuilgehalte		Concentratiefactor
	gemengd stelsel	regenwaterlozing	
Stof	bovengrens	ondergrens	
CZV	389 mg/l	36 mg/l	10,8
Ptot	4,8 mg/l	0,3 mg/l	16
Cu	113 µg/l	9 µg/l	12,6
Zn	472 µg/l	88 µg/l	5,4

Stelseigenschappen: rekenwaarden

De stelseigenschappen zijn gelijk aan die in de referentiesituatie in paragraaf 2.3.

Rekenmethode: lozingsbenadering

Als rekenmethode is uitgegaan van de lozingsbenadering omdat de relatie tussen interne factoren en optredende vuilgehalten onbekend is en de literatuurwaarden dus de enige basis voor de beantwoording vormen.

Stoffen: CZV, P_{tot}, Cu en Zn

De in beschouwing genomen stoffen beperken zich dan ook tot CZV, totaalfosfaat, koper en zink.

4.3 RESULTATEN

4.3.1 VOORBESCHOUWING

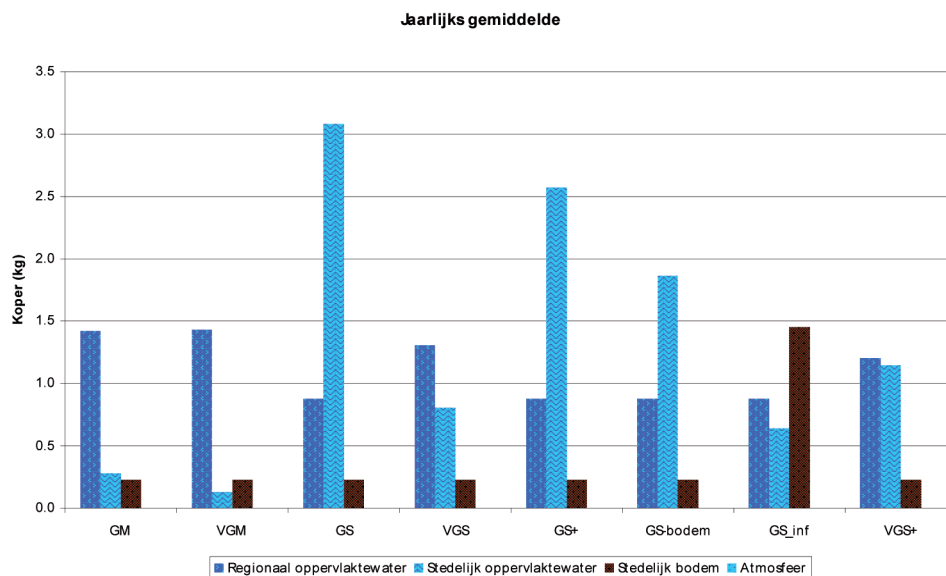
Ten opzichte van de voorgaande onderzoeksvraag blijft de volumeverdeling over de compartimenten voor alle rioleringsystemen gelijk. Dit geldt dus ook voor de volumefactoren voor stedelijk water (zie Tabel 3.5). Omdat ook de vuilgehalten in het effluent van de RWZI gelijk zijn, veranderen de berekende emissies op regionaal water niet ten opzichte van die uit de eerste onderzoeksvraag. De concentratiefactoren uit Tabel 4.8 (combinatie 1) zijn lager dan die bij de vorige onderzoeksvraag, zodat de voorkeur voor gemengde systemen in het stedelijk water nog nadrukkelijker zal gelden. De concentratiefactoren uit Tabel 4.9 (combinatie 2) komen wel in de richting van de volumefactoren. Dat zal, zeker bij de aanwezigheid van randvoorzieningen, van invloed zijn op de systeemvoorkeur uit de referentiesituatie van de eerste onderzoeksvraag.

De resultaten zijn in Bijlage 5 in de vorm van emissietabellen opgenomen en worden hierna samengevat.

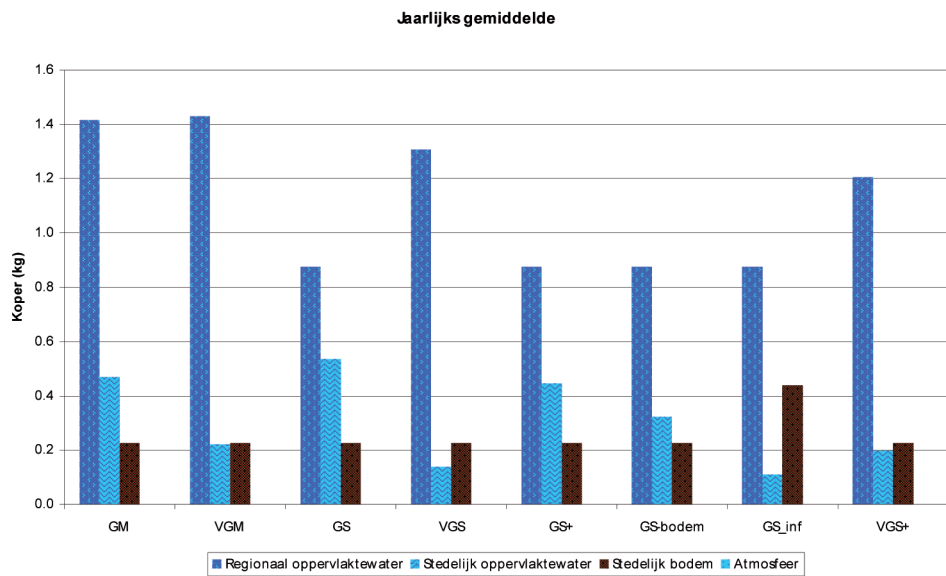
4.3.2 EMISSIES

In Figuur 4.7 en Figuur 4.8 zijn de emissies voor koper (Cu) voor beide combinaties weergegeven. Opvallend zijn de grote verschillen in de emissies van de verbeterd gescheiden/afgekoppelde systemen, dat veroorzaakt wordt door de grote spreiding van de vuilgehalten voor deze stof in regenwater (factor 6).

FIGUUR 4.7 KOPER-EISSIES BIJ VARIATIE IN VUILGHALTEN (COMBINATIE 1)



FIGUUR 4.8 KOPER-EMISSIES BIJ VARIATIE IN VUILGEHALTEN (COMBINATIE 2)



De emissies op regionaal water zijn gelijk aan die bij onderzoeksvraag 1, omdat de aanvoer naar de RWZI en de vuilgehalten in het effluent niet zijn veranderd. Voor Ptot en CZV zijn voor beide combinaties de emissies op regionaal water dominant over die op stedelijk water, wat overeenkomt met het beeld uit de vorige onderzoeksvraag. Voor Zn en Cu echter is de dominantie wel afhankelijk van de combinatie. Dit is het gevolg van de grotere spreiding in vuilgehalten tussen de ondergrens- en bovengrenswaarden (zie Tabel 4.8 en Tabel 4.9).

De relatieve spreiding in de emissies op het stedelijk water lopen voor beide combinaties behoorlijk uiteen. Bij combinatie 1 variëren ze tussen factor 7 voor Ptot tot factor 41 voor Zn, bij combinatie 2 tussen factor 2,5 voor CZV en factor 5 voor de overige stoffen. Dit is het gevolg van het verschil in concentratiefactoren bij beide combinaties.

4.3.3 SYSTEEMKEUZE

De systeemkeuze voor *regionaal water* verandert niet ten opzicht van die in de voorgaande onderzoeksvraag. Immers, zowel de lozingsvolumen van als de vuilgehalten in het effluent van de RWZI zijn identiek en dus blijven ook de emissies en de systeemvoorkeur gelijk.

Volgens verwachting neemt bij combinatie 1 de voorkeur voor gemengde systemen in *stedelijk water* toe door de afname van de concentratiefactoren. Dit in tegenstelling tot de resultaten van combinatie 2, waar de toename van de concentratiefactoren de emissies dichter bij elkaar liggen en de emissierangorde verschuift ten nadele van de gemengde systemen en ten voordele van vooral de verbeterd gescheiden systemen. Als het GS-inf systeem buiten beschouwing wordt gelaten (emissie geconcentreerd op stedelijke bodem) scoort het VGS-systeem in stedelijk water voor drie van de vier stoffen het best. Alleen bij zink scoort het VGM-systeem beter, omdat deze stof de laagste concentratiefactor heeft.

Voor het *gehele afvalwatersysteem* geldt dat bij de toename van de concentratiefactoren de emissierangorde voor CZV en Ptot nagenoeg constant blijft (voorkeur voor afgekoppelde systemen) en die voor de zware metalen een verschuiving ondergaat ten nadele van de gemengde systemen.

4.4 CONCLUSIES

Uit een emissiebeschouwing als functie van de spreiding in vuilgehalten op de verschillende lozingspunten van de riolering in stedelijk water worden de volgende conclusies getrokken:

- De systeemkeuze voor wat de riolering betreft is afhankelijk van de werkelijk optredende vuilgehalten in de geloosde volumens. Vooral bij hoge vuilgehalten in gemengd overstortwater en lage vuilgehalten in geloosd regenwater kan dit de systeemkeuze beïnvloeden.
- Voor CZV, Ptot en koper verschuift onder die omstandigheden (combinatie 2) de keuze naar verbeterd gescheiden systemen ten nadele van het verbeterd gemengde systeem. Het gemengde systeem bereikt eenzelfde emissieniveau dan de afgekoppelde systemen. Voor zink blijft op basis van emissies de keuze vallen op het verbeterd gemengde systeem.
- Het gebruik van tegengestelde uitersten in de gehanteerde ranges voor de vuilgehalten in overstortwater en regenwater kunnen de systeemkeuze beïnvloeden. Dit geldt voor hoge vuilgehalten in het overstortwater en lage in het regenwater (combinatie 2). De conclusie is vooral van toepassing op zware metalen omdat de vuilgehalten voor deze stoffen een factor 5 tot 6 kunnen verschillen.

Aanbeveling

Bij grootschalige, kapitaalsintensieve rioolvervanging is het, gezien de spreiding van gemeten vuilgehalten in vakliteratuur, zinvol om de vuilgehalten en lozingsvolumen ter plekke te meten voordat een definitieve systeemkeuze wordt gemaakt.

5

INVLOED STELSELKENMERKEN

5.1 AANLEIDING

De emissies bij (verbeterd) gemengde en verbeterd gescheiden stelsels worden bepaald door stelseleigenschappen als berging en pomp(over)capaciteit. Bij gescheiden systemen spelen deze factoren geen rol. Dit betekent dat de verhouding tussen de emissies van gemengde en verbeterd gescheiden stelsels ten opzichte van die van gescheiden kan verschuiven als functie van de stelseleigenschappen van beide, eerstgenoemde stelseltypen. De essentie van de derde onderzoeksvraag is meer inzicht te verkrijgen in de invloed van deze stelseleigenschappen op de systeemvergelijking op basis van emissies.

Onderzoeksvraag 3:

In hoeverre zijn de stelseleigenschappen (berging, pompoevercapaciteit, verhard oppervlak) van gemengde en verbeterd gescheiden rioleringsystemen van invloed op de systeemkeuze?

5.2 SPECIFIEKE UITGANGSPUNTEN

In aanvulling op algemene uitgangspunten in paragraaf 2.3 zijn hieronder de specifieke uitgangspunten vermeld, die we bij de beantwoording van deze onderzoeksvraag hebben gehanteerd.

Stofeigenschappen: rekenwaarden

De stelseleigenschappen zijn gelijk aan die in de referentiesituatie in paragraaf 2.3.

Stelseleigenschappen: onder- en bovengrenswaarden

In onderstaande tabel zijn de ranges weergegeven waarbinnen de eigenschappen van de rioelstelsels kunnen variëren. Voor de inhoud van het bergbezinkbassin is geen variatie aangehouden.

TABEL 5.10 VARIABELE STELSELKENMERKEN

Kenmerk	waarde	eenheid	GM	VGM	VGS	VGS+
Berging	ondergrens	mm	4	4	3	3
	rekenwaarde		7	7	4	4
	bovengrens		11	11	5	5
Randvoorziening	ondergrens	mm	-	2	-	-
	rekenwaarde		-	2	-	-
	bovengrens		-	2	-	-
POC	ondergrens	mm/h	0,5	0,5	0,2	0,05
	rekenwaarde		0,7	0,7	0,3	0,1
	bovengrens		1,0	1,0	0,4	0,2
typering verhard oppervlak (gesloten/open weg - hellend/vlakke daken)	ondergrens	%	0-50-0-50			
	rekenwaarde		20-30-40-10			
	bovengrens		50-0-50-0			

De rekenwaarden vertegenwoordigen de referentiesituatie die bij de vorige onderzoeksvragen als uitgangssituatie golden. De onder- en bovengrenswaarden zijn de minimum en maximum waarden die regelmatig in de praktijk worden tegengekomen. Bij deze onderzoeksvraag worden twee situaties doorgerekend:

- | | | |
|------------------------|---------------------|------------|
| • combinatie 1 (oob): | Berging | Ondergrens |
| | Pompoevercapaciteit | Ondergrens |
| | verhard oppervlak | Bovengrens |
| • combinatie 2 (beau): | Berging | Bovengrens |
| | Pompoevercapaciteit | Bovengrens |
| | verhard oppervlak | Ondergrens |

Combinatie 1 levert de grootste volumestromen bij de lozingspunten van de betreffende stelsels op, combinatie 2 de kleinste.

Rekenmethode: lozingsbenadering

Als rekenmethode is uitgegaan van de lozingsbenadering omdat de relatie tussen interne factoren en optredende vuilgehalten onbekend is en de literatuurwaarden dus de enige basis voor de beantwoording vormen.

Stoffen: CZV, P_{tot}, Cu en Zn

De in beschouwing genomen stoffen beperken zich dan ook tot CZV, totaalfosfaat, koper en zink.

5.3 RESULTATEN

Deze onderzoeksvraag is de tegenhanger van de voorgaande. Varieerden bij de vorige de vuilgehalten en bleven de volumestromen constant, bij deze vraag variëren de volumestromen door verschillen in de stelseigenschappen van vier van de acht riolerings-systemen en blijven de vuilgehalten constant. Bijgevolg is de bespreking van de resultaten, net als bij onderzoeksvraag 1, weer in tweeën opgesplitst: waterstromen in § 5.3.1 en stofstromen in § 5.3.2.

5.3.1 WATERSTROMEN

In onderstaande tabel is voor de twee combinaties en de referentiesituatie de transformatie van neerslag naar rioolinloop voor alle rioleringsystemen aangegeven.

TABEL 5.11 RIOOLINLOOP BIJ DE GRENSWAARDEN VOOR STELSELKENMERKEN (ZIE OOK PARAGRAAF 3.3.1)

Invoerstromen	combinatie 1 (oob)	referentiesituatie (zie § 2.3)	combinatie 2 (bbo)
huishoudelijk afvalwater		877 mm	
neerslag per jaar		784 mm	
neerslagverliezen			
• infiltratie	0 mm	114 mm	189 mm
• plasvorming/verdamping	96 mm	89 mm	145 mm
rioolinloop	688 mm	582 mm	450 mm

In Tabel 5.12 is de verdeling van de bovenstaande invoerstromen over de vier compartimenten weergegeven voor beide combinaties.

TABEL 5.12 VOLUMEVERDELING OVER VIER COMPARTIMENTEN BIJ GRENSWAARDEN VOOR STELSELKENMERKEN (BOVEN=COMBINATIE 1; ONDER = COMBINATIE 2)

Volume		Sheet	JG_Absoluut_vol_oob_10jr					
		Omschrijving	Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden per bron jaarlijks gemiddelde, volumes bij rioleringskenmerken ondergrens- ondergrens-bovengrens (m3 en mm)					
mm		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			
Kleinste lozing	GS	877	VGM	80	GM	0	GM	96
	GS+	877	GM	120	VGM	0	VGM	96
	GS-bodem	877	GS_inf	138	GS	0	GS	96
	GS_inf	877	VGS	276	VGS	0	VGS	96
	VGS+	1124	VGS+	441	GS+	0	GS+	96
	VGS	1289	GS	688	GS-bodem	0	GS-bodem	96
Grootste lozing	GM	1445	GS+	688	VGS+	0	GS_inf	96
	VGM	1485	GS-bodem	688	GS_inf	551	VGS+	96

Volume		Sheet	JG_Absoluut_vol_bbo_10jr					
		Omschrijving	Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden per bron jaarlijks gemiddelde, volumes bij rioleringskenmerken bovengrens- bovengrens-ondergrens (m3 en mm)					
mm		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			
Kleinste lozing	GS	877	VGM	11	GM	189	GM	145
	GS+	877	GM	14	VGM	189	VGM	145
	GS-bodem	877	VGS	86	GS	189	GS	145
	GS_inf	877	GS_inf	100	VGS	189	VGS	145
	VGS+	1201	VGS+	125	GS+	189	GS+	145
	VGS	1240	GS	450	GS-bodem	189	GS-bodem	145
Grootste lozing	GM	1313	GS+	450	VGS+	189	GS_inf	145
	VGM	1318	GS-bodem	450	GS_inf	539	VGS+	145

Voor de afgekoppelde systemen is de aanvoer naar de RWZI gelijk aan de omvang van het huishoudelijk afvalwater (877 mm). Bij de gemengde systemen varieert het overstortvolume op stedelijk water tussen 3 en 17% van de riolinloop (450 mm resp. 688 mm). Voor verbeterd gemengde systemen varieert dit tussen 2,5 en 12%.

Tabel 5.13 geeft de volumefactoren voor beide combinaties. Vergeleken met de concentratiefactoren van Tabel 3.7 liggen de volumefactoren voor combinatie 1 in dezelfde range. Als er rekening wordt gehouden met de rendementen van randvoorzieningen bij de lozingspunten kan dat van invloed zijn op de emissierangorde. Dit wordt in de volgende paragraaf behandeld.

TABEL 5.13 VOLUMEFACTOREN VERBETERD GESCHIEDEN/ AFGEKOPPELDE SYSTEMEN VERSUS GEMENGDE SYSTEMEN VOOR STEDELIJK WATER (COMBINATIES 1 EN 2)

combinatie 1(oob)	GM	VGM
VGS	2,3	3,5
VGS+	3,7	5,5
GS-x	5,7	8,6
combinatie 2(bbo)	GM	VGM
VGS	6,1	7,8
VGS+	8,9	11,4
GS-x	32,1	40,9

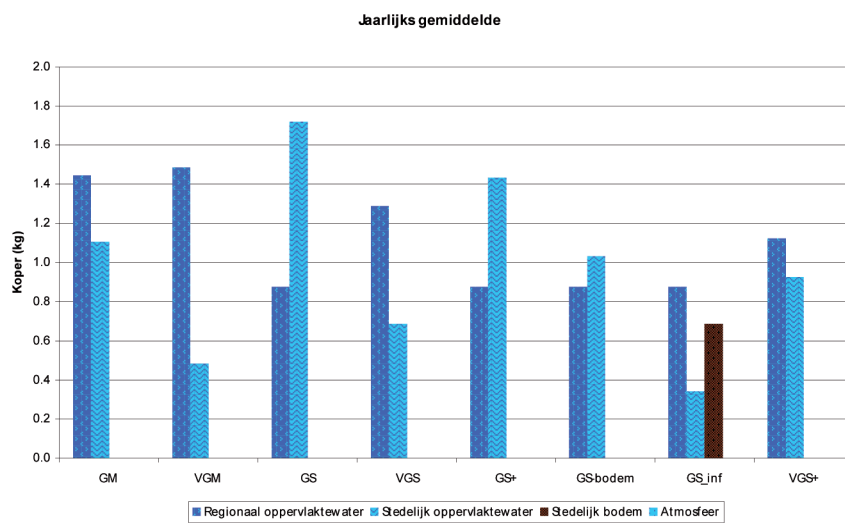
De volumefactoren voor combinatie 2 zijn ten opzichte van de referentiesituatie (zie Tabel 3.6) veel hoger. Dat betekent dat de afgekoppelde systemen voor stedelijk water nog lager zullen scoren.

5.3.2 STOFSTROMEN

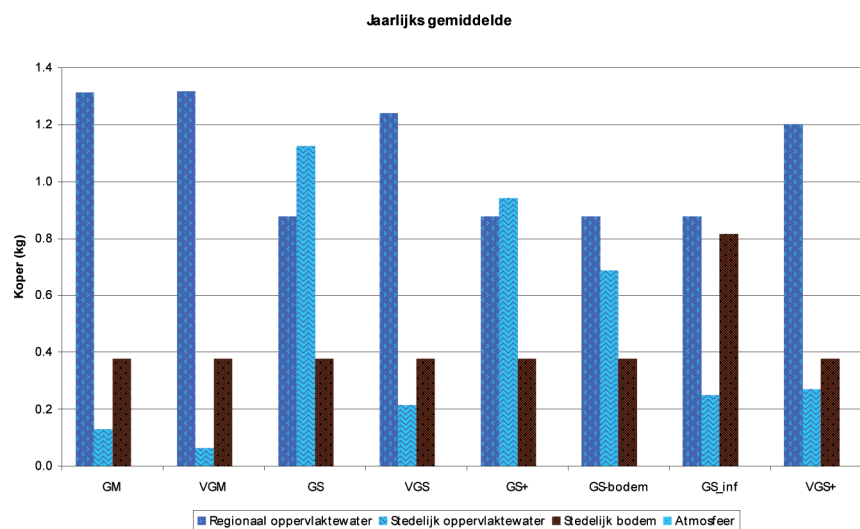
In Bijlage 6 zijn voor elk van de vier stoffen twee tabellen opgenomen waarin per compartiment is aangegeven wat de emissies zijn voor de acht rioleringsystemen op basis van de gemiddelde jaarvrachten. Aan de hand van deze tabellen worden hieronder de resultaten besproken.

De effluentvrachten voor de afgekoppelde systemen verschillen niet omdat deze uitsluitend van de huishoudelijke bron afkomstig zijn. Door het verschil in stelseigenschappen zijn de emissies op regionaal en stedelijk water bij combinatie 1 aanzienlijk groter dan die combinatie 2. Een deel van dit verschil verhuist naar het compartiment stedelijke bodem door de infiltratie van neerslag door de open verharding. Per saldo zijn de emissies voor het gehele afvalwatersysteem bij combinatie 1 groter dan bij combinatie 2. In Figuur 5.9 en Figuur 5.10 komen voor koper bovenstaande resultaten duidelijk naar voren.

FIGUUR 5.9 KOPER-EISSIES BIJ GRENSWAARDEN STELSELKENMERKEN (COMBINATIE 1)



FIGUUR 5.10 KOPER-EISSIES BIJ GRENSWAARDEN VOOR STELSELKENMERKEN (COMBINATIE 2)



Door de vaste vuilgehalten in het effluent is de relatieve spreiding in de effluentemissies voor beide combinaties constant. Voor stedelijk water is de relatieve spreiding veel groter dan voor regionaal water. Onder invloed van de volumefactoren is deze spreiding voor combinatie 2 groter dan voor combinatie 1.

In absolute zin is de spreiding van combinatie 1 juist groter omdat de omvang van de volumestromen groter is. Voor de stedelijke bodem is er met uitzondering van het GS-inf systeem geen sprake van spreiding.

5.3.3 SYSTEEMKEUZE

Ondanks de geringe verschuivingen in de emissies van de gemengde en verbeterd gescheiden systemen onder invloed van de variatie in de aanvoervolumen, hebben stelseigenschappen voor *regionaal water* geen invloed op de systeemkeuze. Dat laatste is wel het geval voor het *stedelijk water*: bij de bovengrenswaarden voor berging en POC (combinatie 2) slaat de systeemkeuze voor alle stoffen door in het voordeel van de gemengde systemen en scoort ook het VGS-systeem goed. Bij combinatie 1 is de systeemkeuze sterk stofafhankelijk. Voor het *totale afvalwatersysteem* is de systeemkeuze stofafhankelijk: voor CZV en Ptot zijn de afgekoppelde systemen in het voordeel, voor koper en zink de gemengde systemen. Dit geldt voor combinatie 2 nadrukkelijker dan voor combinatie 1.

5.4 CONCLUSIES

Variatie in stelseigenschappen (berging, pompovercapaciteit en aard afvoerend oppervlak) leiden vooral voor gemengde en verbeterd gescheiden rioleringsystemen tot grote verschillen in de verdeling van volumestromen over de RWZI en de lozingspunten op stedelijk water en stedelijke bodem.

De verschillen in volumeverdeling leiden ook tot aanzienlijke verschillen in de emissieverdeling over de lozingspunten van de deelsystemen.

De systeemkeuze gerelateerd aan de emissies van de rioleringsystemen is afhankelijk van de stelseigenschappen. Ook de emissies van RWZI en totaal afvalwatersysteem worden beïnvloed, maar hebben geen effect op de systeemkeuze voor deze deelsystemen.

Aanbeveling

Bij de vervanging van bestaande gemengde systemen door alternatieve systemen moet bij de systeemkeuze rekening worden gehouden die de invloed die stelseigenschappen hebben op de emissies.

6

EMISSIES EN EFFECTEN

6.1 AANLEIDING

In de voorgaande hoofdstukken is de systeemkeuze behandeld op basis van de emissies in de verschillende compartimenten en de daaruit afgeleide emissierangorden. De nadruk lag daarbij sterk op de compartimenten regionaal water en stedelijk water. Voor regionaal water blijkt de systeemkeuze erg stabiel, terwijl die voor stedelijk water afhankelijk is van de stofsoort, de spreiding in vuilgehalten en de stelseigenschappen. Bovendien blijkt de systeemkeuze voor beide compartimenten tegenstrijdig te zijn. Dit betekent dat er nog een extra afweging plaats moet vinden op grond waarvan één van de emissierangorden voorrang krijgt boven de andere. Een belangrijk aspect in dit verband zijn de effecten die de emissies hebben in de betreffende compartimenten. Dit is verwoord in onderzoeksvraag 4.

Onderzoeksvraag 4:

In hoeverre wordt de systeemkeuze beïnvloed door de effecten in het ontvangende milieucompartiment?

De beantwoording van deze vraag gaat naast kwaliteitseffecten ook in op andere aspecten die bij de systeemkeuze een rol spelen, zoals financiële aspecten en beheersaspecten.

6.2 ANDERE KEUZE-ASPECTEN

Bij de eerste drie onderzoeksvragen lag het accent op de emissies uit de verschillende rio-leringssystemen op drie compartimenten. De atmosfeer als vierde compartiment is buiten beschouwing gelaten, omdat de berekeningen geen onderscheidend vermogen opleveren. De drie compartimenten met bijbehorende lozingen zijn:

- regionaal water, waarop de effluentlozing van de RWZI is verondersteld;
- stedelijk water, waarop de rioolozingen plaatsvinden;
- stedelijke bodem, waarop geïnfiltreerd regenwater wordt geloosd, enerzijds afkomstig van neerslagverliezen en anderzijds via 'geforceerde' infiltratie door daarvoor ingerichte voorzieningen (GS-inf systeem).

De emissies op regionaal water zijn veelal groter dan die op stedelijk water en de stedelijke bodem. Dat betekent echter niet altijd dat de effecten op de waterkwaliteit in dat compartiment groter zullen zijn. Dat hangt af van de situatie in die compartimenten en welke stof daar maatgevend is (probleemstof). Naast het vaststellen van de te verwachten emissies is bij de systeemkeuze dus ook een lokale afweging van meer aspecten dan de emissies alleen noodzakelijk. Hieronder wordt nader ingegaan op enkele van dergelijke aspecten.

Compartimenten

Met als uitgangspunt dat de effecten van emissies op stedelijk water (met een kleinschaliger structuur) groter zijn dan die op regionaal water, zal de systeemkeuze voor stedelijk water vaak leidend zijn ten opzichte van die voor regionale emissierangorde. Op grond van het huidige inzicht dat de emissies van grootschalige infiltratie in de bodem nauwelijks nadelige effecten op de grondwaterkwaliteit, mogen we aannemen dat de emissies op het compartiment grondwater verwaarloosd kunnen worden. Bij de behandeling van het GS-inf systeem hieronder wordt hierop nader ingegaan.

Dubbelrol voor lozingsvolumen

Uit de voorgaande hoofdstukken is duidelijk geworden dat de lozingsvolumen een belangrijke, zo niet doorslaggevende rol spelen in de emissies die vanuit de verschillende rioleringsystemen op het stedelijk oppervlaktewater worden geloosd. Hoe groter de lozingsvolumen, hoe groter de emissies. Daarmee valt nog niet te voorspellen wat het effect van die grotere emissies op de waterkwaliteit zal zijn. Immers, de grotere lozingsvolumen brengen ook een verdunning in het oppervlaktewater met zich mee, waardoor het nadeel van de grotere emissies wel eens zou kunnen worden gecompenseerd door de grotere spreiding die het gevolg zijn van de grotere lozingsvolumen.

Probleem- en bronanalyse

Uit de resultaten, zoals beschreven in de voorgaande hoofdstukken blijkt dat de systeemkeuze in stedelijk water afhankelijk is van de stof en de variatie in vuilgehalten op de verschillende lozingspunten. Het is dus in de eerste plaats van belang om vast te stellen of er lokaal een probleem is met de waterkwaliteit en zo ja, welke stof dit dan veroorzaakt. Vervolgens is het belangrijk om door middel van een bronanalyse te achterhalen welke onderdeel de verschillende bronnen hebben in de belasting van het betreffende oppervlaktewater. Naast de lozingen vanuit het afvalwatersysteem behoren daar in toenemende mate ook de uitwerpselen van zwemvogels, hondenpoep, gebladerte, voederen, en dergelijke toe. Pas als de lokale omstandigheden op die wijze in beeld zijn gebracht kan een weloverwogen systeemkeuze worden gemaakt.

Stofstromen in het watersysteem

Mede naar aanleiding van de eerste resultaten van het 'EMOS-onderzoek' hebben RIONED en STOWA gezamenlijk het initiatief genomen om onderzoek te laten uitvoeren naar de effecten van de systeemkeuze voor riolering op de waterkwaliteit van het watersysteem. Daarbij is op verschillende schaalniveaus van het watersysteem (stadsvijvers, stadssingels, lokale boezems, regionale wateren en landelijke schaal) gekeken naar de mogelijke probleemstoffen, de bijdragen van de verschillende bronnen en de mate waarin de verschillende maatregelen een kunnen leveren in het oplossen van de problematiek.

De resultaten van dit onderzoek 'Stofstromen in het watersysteem' [RIONED/STOWA] zullen in het eerste kwartaal van 2009 worden gepresenteerd.

Infiltratiesysteem GS-inf

Van de acht rioleringsystemen neemt het GS-inf systeem een bijzondere plaats in, omdat vrijwel al het regenwater in de bodem terecht komt. Slechts een klein deel komt via de noodvoorziening op oppervlaktewater terecht. Dat is de reden waarom GS-inf goed scoort in stedelijk water, ten opzichte van de andere afgekoppelde systemen. Het GS-inf systeem scoort echter als slechtste in de stedelijke bodem. De effecten hiervan op de grondwaterkwaliteit worden verondersteld verwaarloosbaar te zijn.

Als we de emissies van het GS-inf op de stedelijke bodem om die reden gelijk aan nul stellen, scoort dit systeem voor het totale afvalwatersysteem (bijna) altijd als beste. Ook dit is dus een aspect waarmee bij de systeemkeuze rekening moet worden gehouden.

Infiltreren als echt alternatief

Als ervan wordt uitgegaan dat de emissies op de stedelijke bodem nauwelijks nadelige effecten met zich meebrengen, scoort het GS-inf systeem voor de gesommeerde overige emissies van het gehele afvalwatersysteem vrijwel altijd als beste. Bovendien bewerkstelligt de infiltratie van regenwater een aanzienlijke vertraging in de afvoer.

Investerings en exploitatie

Behalve emissie- en kwaliteitsaspecten spelen ook financiële aspecten een belangrijke rol bij de systeemkeuze. Ook bij financiële afweging is er sprake van een tegenstrijdigheid tussen de belangen voor de RWZI en die voor het rioleringsysteem. Immers, de kosten voor de RWZI zullen bij afgekoppelde systemen lager uitvallen dan bij gemengde en verbeterd gescheiden systemen. De oorzaak hiervan is de lagere aanvoeren van hemelwater bij afgekoppelde systemen. De investeringen voor de afgekoppelde systemen zijn echter fors hoger dan voor gemengde systemen.

Veel hangt ook af van de vraag of de situatie waarvoor een keuze moet worden gemaakt betrekking heeft op een bestaande of nieuwe situaties. In bestaande situaties is er al veel geïnvesteerd in de infrastructuur en kan een systeemverandering tot kapitaalsverlies leiden. Een dergelijk systeemverandering zal bovendien gefaseerd plaatsvinden, zodat men te maken krijgt met tijdelijke overgangssituaties die tot extra complicaties kan leiden. De besparingen beperken zich tot de exploitatie wat relatief weinig oplevert. Bij nieuwe situaties heeft men te maken met directe investeringen en speelt kapitaalsverlies geen rol. De systeemkeuze kan dan heel anders uitpakken.

Beheeraspecten

Van alle rioleringsystemen zijn de gemengde systemen het meest robuust en daardoor het meest onderhoudsvriendelijk. Bij de verbeterd gescheiden en afgekoppelde systemen is de kans op foutaansluitingen aanwezig. Dat kan leiden tot oneigenlijke emissiestromen (zie hoofdstuk 7). Ook het beheren van doorlatende verhardingen (GS-bodem) en infiltratievoorzieningen (GS-inf) vragen extra aandacht van de weg- en groenbeheerders die aan dergelijke voorzieningen niet gewend zijn.

6.3 CONCLUSIES

- Alleen een emissiebenadering voor de systeemkeuze bij afkoppelvraagstukken is onvoldoende om tot een afgewogen systeemkeuze te komen. Lokale omstandigheden, zoals de bijdrage van andere bronnen en de hoedanigheid van het ontvangende oppervlaktewater, zijn eveneens van grote betekenis voor de effecten op de waterkwaliteit.
- Om meer inzicht te krijgen in de mogelijke lokale effecten moet een probleem analyse (is er sprake van een knelpunt en zo ja, welke stof is daarvan de oorzaak?) en een bronanalyse (welke bronnen leveren welk aandeel in de totale belasting van het oppervlaktewater?) worden uitgevoerd.
- De lozingsvolumen uit de rioleringsystemen op stedelijk water spelen een dubbelrol. Enerzijds veroorzaken ze een toename van de emissies, anderzijds verminderen ze de nadelige effecten op de waterkwaliteit door verdunning en daardoor een groter spreiding van de emissies.
- Bij infiltratie van regenwater in de bodem mogen op basis van huidige inzichten de kwaliteitseffecten in dit compartiment worden verwaarloosd. In dat geval scoort het infiltratiesysteem (GS-inf) op basis van de totale emissies uit het afvalwatersysteem veelal als beste.
- Behalve emissie-effecten spelen ook financiële en beheeraspecten een belangrijke rol bij de uiteindelijke systeemkeuze.

Aanbeveling

Om tot een weloverwogen systeemkeuze te komen is er naast meer inzicht in de effecten op de waterkwaliteit ook behoefte aan een goed onderbouwde methode voor een Maatschappelijke Kosten-Baten-Analyse (MKBA).

7

INVLOED FOUTAANSLUITINGEN

7.1 AANLEIDING

Men veronderstelt dat foutaansluitingen in regenwaterstelsel een grote invloed hebben op de emissies van het stelsel. Deze hypothese is tot op heden niet onderbouwd door meetonderzoek, omdat feitelijke informatie over het aantal foutaansluitingen in rioolstelsels ontbreekt. Door de opzet van EMOS, het traceren van de waterstromen vanaf de bron tot aan het lozingspunt, is een relatieve verkenning van de effecten van dit verschijnsel wel mogelijk. Door deze functionaliteit kan de volgende onderzoeksvraag worden beantwoord.

Onderzoeksvraag 5:

Wat is de invloed van het foutaansluitingspercentage op de emissies van afgekoppelde en (verbeterd) gescheiden rioolstelsels?

7.2 SPECIFIEKE UITGANGSPUNTEN

In aanvulling op algemene uitgangspunten in paragraaf 2.3 zijn hieronder de specifieke uitgangspunten vermeld, die we bij de beantwoording van deze onderzoeksvraag hebben gehanteerd.

Stof- en stelseigenschappen: rekenwaarden

Bij de modelberekeningen zijn alle algemene uitgangspunten uit hoofdstuk 2 gehanteerd. Dat betekent dat er zowel voor de stelseigenschappen als de vuilgehalten is uitgegaan van rekenwaarden.

Foutaansluitingen:

Alleen de foutaansluitingen van de vuilwaterstelsels op hemelwaterstelsels zijn in beschouwing genomen, omdat deze leiden tot effecten op de emissies van de afgekoppelde en verbeterd gescheiden systemen.

Rekenmethode: bronbenadering

De gekozen rekenmethode is de bronbenadering, omdat hiermee de effecten van interne invloedsfactoren kunnen worden verkend. De bronbenadering gaat uit van volledige menging, waarbij geen rekening wordt gehouden met de stoffeigenschappen en processen in de riolering. De resultaten hebben daardoor vooral een relatieve waarde. De absolute betekenis van de rekenuitkomsten is beperkt.

Stoffen: CZV, Ptot, Cu, Zn, E-coli en oestron

De bronbenadering gaat uit van literatuurwaarden voor de vuilgehalten in de invoerstromen. Uit de stoffentabel (bijlage 2) blijkt dat voor alle acht stoffen vuilgehalten beschikbaar zijn. De stoffen glyfosaat en benzo(k)flurantheen zijn echter niet meegenomen, omdat deze alleen in regenwater voorkomen.

7.3 RESULTATEN

Als referentiesituatie voor deze onderzoeksvraag geldt de situatie zonder foutaansluitingen. Ter vergelijking met de referentiesituatie zijn vijf berekeningen uitgevoerd met verschil-

lende percentages foutaansluitingen: 1, 2, 5, 10 en 20%. Bijlage 7 geeft een overzicht van de rekenresultaten voor de referentiesituatie en met percentages foutaansluitingen van 2, 5 en 10%.

NB: De rekenresultaten van de referentiesituatie volgens de bronbenadering en volgens de lozingsbenadering van hoofdstuk 3 verschillen behoorlijk. Hoofdstuk 10 gaat nader in op deze verschillen ingegaan.

Vanwege het kwantitatieve aspect van foutaansluitingen zijn de resultaten weer opgesplitst in een kwantitatieve (waterstromen) en kwalitatieve (stofstromen) behandeling.

7.3.1 WATERSTROMEN

Uit onderstaande volumetabellen blijkt dat bij een percentage foutaansluitingen van 10% de afvoer van de gescheiden systemen naar de RWZI met circa 10% afneemt. Bij de verbeterd gescheiden systemen neemt de afvoer nauwelijks af (<<1%), omdat het afvalwater in het bemalen hemelwaterstelsel wordt opgevangen en doorgepompt. De volumens die niet meer naar de RWZI gaan ten gevolge van de foutaansluitingen worden op het stedelijk oppervlaktewater geloosd, zoals uit de betreffende kolommen in onderstaande tabellen blijkt. De volumestromen in de gemengde systemen en de lozingsvolumen op de compartimenten stedelijke bodem en atmosfeer veranderen, zoals verwacht, niet door foutaansluitingen.

TABEL 7.14 KWANTITATIEVE EFFECTEN VAN FOUTAANSLUITINGEN (10%) OP DE WATERVERDELING

m3		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	87672	VGM	2965	GM	11364	8874	VGS+	166070	
	GS+	87672	GM	4165	VGM	11364	VGM	8874	VGS	166088
	GS-bodem	87672	GS_inf	12076	GS	11364	GS	8874	GS	166102
	GS_inf	87672	VGS	15231	VGS	11364	VGS	8874	GS+	166102
	VGS+	120534	VGS+	25298	GS+	11364	GS+	8874	GS-bodem	166102
	VGS	130618	GS	58191	GS-bodem	11364	GS-bodem	8874	GS_inf	166102
Grootste lozing	GM	141698	GS+	58191	VGS+	11364	GS_inf	8874	VGM	166102
	VGM	142898	GS-bodem	58191	GS_inf	57480	VGS+	8874	GM	166102

m3		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	78905	VGM	2965	GM	11364	8874	VGS+	166070	
	GS+	78905	GM	4165	VGM	11364	VGM	8874	VGS	166087
	GS-bodem	78905	GS_inf	12090	GS	11364	GS	8874	GS	166102
	GS_inf	78905	VGS	15508	VGS	11364	VGS	8874	GS+	166102
	VGS+	119434	VGS+	26397	GS+	11364	GS+	8874	GS-bodem	166102
	VGS	130340	GS	66958	GS-bodem	11364	GS-bodem	8874	GS_inf	166102
Grootste lozing	GM	141698	GS+	66958	VGS+	11364	GS_inf	8874	VGM	166102
	VGM	142898	GS-bodem	66958	GS_inf	66233	VGS+	8874	GM	166102

Geloosd huishoudelijk afvalwater

De bronbenadering biedt de mogelijkheid om de invoerstromen bij de bronnen door het afvalwatersysteem heen te volgen. De rekenresultaten voor het gemengde stelsels (GM) geven aan dat van de 877 mm huishoudelijk afvalwater slechts 0,7 mm tot overstorting komt. Dat is minder dan 1‰ (!) van het afvalwater en slechts 1,7% van het totale jaarlijkse overstort-volume. Bij foutaansluitingen in het gescheiden stelsel (GS) loopt het aandeel van het huishoudelijk afvalwater, dat tot lozing komt in het stedelijk water, ongeveer gelijk op met het percentage foutaansluitingen. Bij slechts 2% foutaansluitingen is dat dus 20 keer zoveel als bij gemengde stelsels, waarbij minder dan 1‰ van het huishoudelijk afvalwater tot lozing komt.

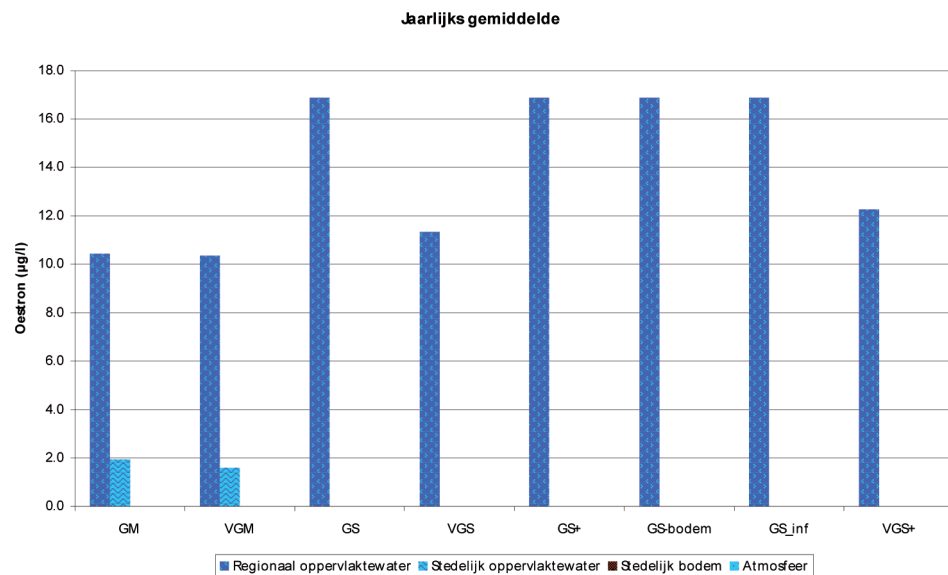
7.3.2 STOFSTROMEN

Emissies

De invloed van de foutaansluitingen op de *effluentemissies* is beperkt. Bij een foutpercentage van 10% neemt de vracht met 10% af ten opzichte van de referentiesituatie. Dit is ongeveer gelijk aan de afname van de afvoer naar de RWZI (zie paragraaf 7.3.1). Door het principe van volledige menging geldt deze afname voor alle stoffen.

Buiten de context van foutaansluitingen valt op dat de emissies op regionaal water voor alle rioleringsystemen slechts weinig variëren, terwijl de effluentvolumen wel sterk verschillen. Dit geldt voor de zware metalen overigens minder dan voor de andere vier stoffen. De verklaring hiervoor ligt in de spreiding van de vuilgehalten in het effluent, wat bevestigd wordt door Figuur 7.11 waarin voor oestron (als gidsparameter van de zes beschouwde stoffen) de vuilgehalten in de verschillende volumestromen zijn weergegeven. Door het principe van volledige menging bij de bronbenadering zijn de vuilgehalten bij de afgekoppelde systemen veel hoger dan bij de gemengde en verbeterd gescheiden systemen. Dit leidt tot de hypothese dat voor opgeloste stoffen de effluentvrachten nauwelijks worden beïnvloed door het rioleringsysteem.

FIGUUR 7.11 OESTRON VUILGELALTEN IN LOZINGEN OP VIER COMPARTIMENTEN (BRONBENADERING; 0% FOUTAANSLUITINGEN)



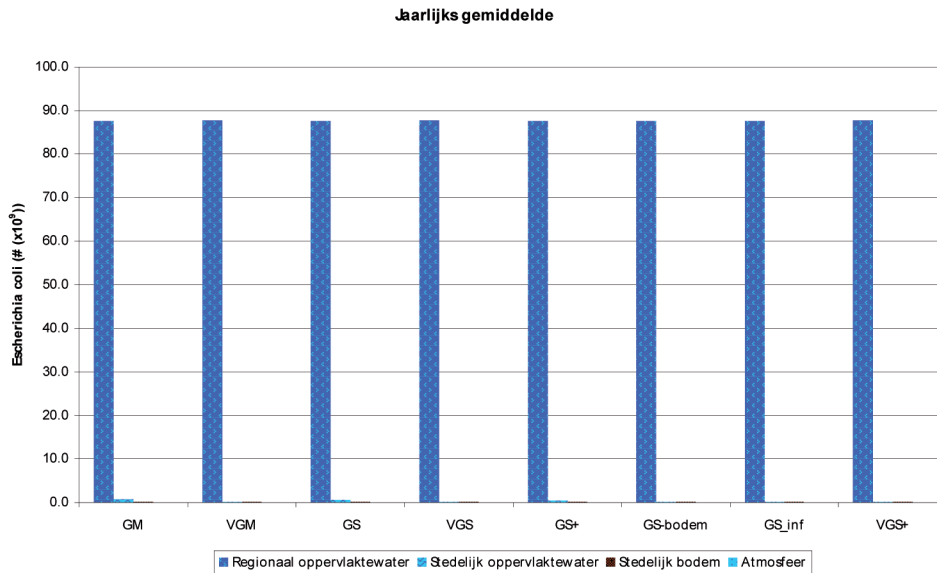
Het effect van foutaansluitingen op de emissies in *stedelijk water* is veel groter en bovendien stofafhankelijk, zoals blijkt uit onderstaande tabel. De tabel geeft een overzicht van de toename van de emissies op stedelijk water door foutaansluitingen voor het *gescheiden stelsel* (GS). Voor oestron zijn geen factoren in de tabel opgenomen, omdat deze stof alleen in huishoudelijk afvalwater voorkomt en in de referentiesituatie niet leidt tot een emissie op stedelijk water.

TABEL 7.15 EMISSIEFACTOREN VOOR EMISSIES UIT AFGEKOPPELDE RIOOLSTELSELS (GS) OP STEDELIJK WATER TEN OPZICHT VAN REFERENTIESITUATIE (0% FOUTAANSLUITINGEN)

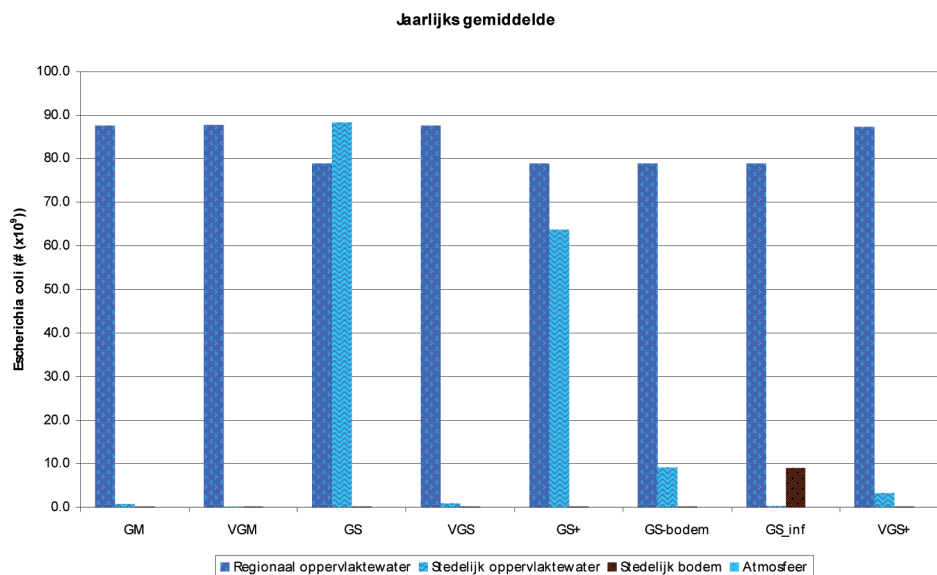
% fout	Emissiefactoren per stof voor stedelijk water				
	CZV	Ptot	Cu	Zn	E-coli
2%	1,7	3,3	1,1	1,04	24
5%	2,7	6,8	1,2	1,11	59
10%	4,5	12,7	1,4	1,20	115

Uit emissiefactoren blijkt duidelijke de grote invloed van foutaansluitingen op de emissies vanuit de afgekoppelde systemen. Vooral de factoren op de E-coli zij opvallend (zie ook Figuur 7.12 en Figuur 7.13). De eerste grafiek geeft de referentiesituatie weer (foutaansluitingen 0%). Voor gemengde (GM) en gescheiden stelsels (GS) is een gelijkwaardige jaaremissies voor E-coli te zien (zie ook bijlage 7). Bij een percentage foutaansluitingen van 10% (figuur 9.19) overschrijdt de jaaremissies die van de RWZI op regionaal water.

FIGUUR 7.12 E-COLI JAAREMISSIES IN REFERENTIESITUATIE (FOUTAANSLUITINGEN 0%)



FIGUUR 7.13 E-COLI JAAREMISSIES BIJ PERCENTAGE FOUTAANSLUITINGEN VAN 10%



Voor de zware metalen valt de invloed van foutaansluitingen mee, zoals blijkt uit Tabel 7.15. Dit is te verklaren uit het verschil in concentratie van zware metalen in huishoudelijk afvalwater en regenwater. Deze verschillen zijn in concentratie zijn weergegeven in Tabel 7.16, waar tevens de concentratiefactor voor elke stof is weergegeven. De combinatie van emissiefactoren en concentratiefactoren vormen de basis voor de verklaring van de gevonden resultaten.

TABEL 7.16 CONCENTRATIEFACTOREN VOOR VUILGEHALTEN (GRENSWAARDEN) IN HUISHOUDELIJK AFVALWATER EN REGENWATER

Stof	Vuilgehalte		Concentratiefactor
	huishoudelijk afvalwater	regenwater	
CZV	900 mg/l	39 mg/l	23
Ptot	20 mg/l	0,3 mg/l	67
Cu	65 µg/l	20 µg/l	3,3
Zn	150 µg/l	110 µg/l	1,4
E-coli	1,0E+07 kve/100 ml	1,0E+04 kve/100ml	1000

Het effect van foutaansluitingen op *verbeterd gescheiden stelsels* is veel kleiner dan voor gescheiden rioolstelsels. De emissiefactor voor E-coli bij 10% foutaansluitingen bedraagt 'slechts' 5,4 ten opzichte van 115 bij een gescheiden stelsel, wat niet wegneemt dat de toename aanzienlijk is.

Voor de emissies op stedelijk water zijn de emissies van gemengde systemen gunstiger ten opzichte van de afgekoppelde systemen/*verbeterd gescheiden systemen*. Dit geldt voor de stoffen CZV, Ptot, koper en zink. Dit komt door de lage overstortvolumen, maar ook door de gehanteerde rekenmethode, de bronbenadering, die uitgaat van volledige menging. Het negeren van de rioleringsprocessen leidt hierbij tot lagere vuilgehalten in het overstortwater dan in de praktijk wordt gemeten (lozingsbenadering; vergelijk resultaten hoofdstuk 3). Hoofdstuk 10 gaat verder in op deze verschillen.

Ervan uitgaande dat *E-coli* en *oestron* zich min of meer als een opgeloste stof gedragen, zouden de rekenresultaten van de EMOS-bronbenadering redelijk met de werkelijke trends kunnen overeenstemmen.

Dat betekent dat al bij een foutaansluiting van 2% de E-coli belasting op het stedelijk water vanuit een gescheiden rioolstelsel (GS) een factor 24 hoger is dan van gemengde rioolstelsels (GM) (zie Tabel 7.15). Dit terwijl de emissies in de referentiesituatie (0% foutaansluitingen) voor beide stelsels ongeveer gelijk zijn. Voor *oestron* is de belasting bij een foutaansluiting van 2% een factor 25 hoger dan van een gemengd stelsel.

7.3.3 SYTEEMKEUZE

Voor de stoffen CZV, Ptot, koper en zink blijkt de systeemkeuze voor de verschillende compartimenten niet beïnvloed te worden (zie Bijlage 7). Ook niet in stedelijk water, wat bij de toepassing van de lozingsbenadering vaak wel het geval is (zie hoofdstukken 3 t/m 5). Dit komt omdat de volumestromen slechts in geringe mate worden beïnvloed door foutaansluitingen en de emissies van de gemengde systemen op stedelijk water al als beste scoren. Door de foutaansluitingen nemen de verschillen in emissies tussen de verschillende systemen alleen maar toe.

Voor E-coli en *oestron* is er in tegenstelling tot de andere vier stoffen wel sprake van grote emissies vanuit de gemengde systemen op het stedelijk water. Dit komt omdat E-coli vooral en *oestron* uitsluitend in huishoudelijk afvalwater voorkomen. Bij een toename van de foutaansluitingen schuiven de gemengde systemen snel op in de voorkeursrangorde van systemen.

7.4 CONCLUSIES

- Volgens berekeningen met de bronbenadering blijkt dat slechts 0,1% van het huishoudelijk afvalwater vanuit een gemengd stelsel overstort. Het aandeel huishoudelijk afvalwater in het totale jaarlijkse overstortvolume is slechts 1,7%.
- Bij gescheiden stelsels is het aandeel huishoudelijk afvalwater in het geloosde regenwatervolume ongeveer gelijk aan het foutaansluitingspercentage. Bij slechts 2% foutaansluitingen is dit dus een factor 20 keer zoveel als bij gemengde stelsels (< 0,1%).
- Foutaansluitingen bij verbeterd gescheiden en afgekoppelde systemen hebben een beperkte invloed op de waterverdeling over RWZI-effluent en rioolozingen.
- Foutaansluitingen hebben een grote invloed op de emissies van de afgekoppelde systemen en in mindere mate van de verbeterd gescheiden systemen.
- Al bij een klein percentage foutaansluitingen (minder dan 2%) nemen de emissies van de afgekoppelde systemen sterk toe. Voor de emissie van E-coli vanuit een gescheiden stelsel (GS) geldt bijvoorbeeld een factor 24 ten opzicht van een stelsel zonder foutaansluitingen.
- De invloed van foutaansluitingen op de systeemkeuze is voor de stoffen E-coli en oestron het grootst. Al bij kleine percentages (<2%) is er sprake van een omslag in het voordeel van de gemengde systemen. Voor zware metalen is de invloed het kleinst.
- Het effect van foutaansluiting op de systeemkeuze voor stedelijk water (rioolozingen) geldt in afgezwakte vorm ook voor de totale emissies van het afvalwatersysteem (effluent en rioolozingen).

Aanbeveling

‘Voorkomen is beter dan genezen’ is van toepassing op foutaansluitingen. In het verleden is geëxperimenteerd met het toepassen van verschillende kleuren voor de afvalwater- en regenwaterleidingen. Echter zonder doorslaand succes. De beste garantie op het voorkomen van foutaansluitingen lijkt te worden verkregen door een ondergrondse afvoer van het afvalwater en een bovengrondse afvoer van het regenwater, in ieder geval tot aan het publieke domein.

8

RIOOLVREEMD WATER

8.1 AANLEIDING

In twee STOWA rapporten [STOWA 2003.8 en STOWA 2005.20] zijn de resultaten beschreven van de het onderzoek naar de omvang van rioolvreemd water. Gemiddeld blijkt dat bij droogweer omstandigheden 62% van de theoretische dagsom rioolvreemd water te zijn. Er zijn dus duidelijke negatieve effecten van deze grote stromen rioolvreemd water. Alleen al om de grote hoeveelheden extra water te verpompen is ongeveer 9 mln. aan energiekosten per jaar nodig. In dit hoofdstuk is de vraag in hoeverre rioolvreemd water bijdraagt aan de emissies van (gemengde) stelsels.

Onderzoeksvraag 6:

Wat is de invloed van rioolvreemd water op de emissies van (gemengde) rioolstelsels?

8.2 SPECIFIEKE UITGANGSPUNTEN

In aanvulling op algemene uitgangspunten in paragraaf 2.3 zijn hieronder de specifieke uitgangspunten vermeld, die we bij de beantwoording van deze onderzoeksvraag hebben gehanteerd.

Stof- en stelseigenschappen

Bij de modelberekeningen zijn alle algemene uitgangspunten uit hoofdstuk 2 gehanteerd. Dat betekent dat er zowel voor de stelseigenschappen als de vuilgehalten is uitgegaan van rekenwaarden.

Rioolvreemd water

De gemiddelde hoeveelheid rioolvreemd water bedraagt 62% van de theoretische dagsom bij droogweer omstandigheden en kan wel oplopen tot 200%. Voor deze onderzoeksvraag zijn ter verkenning de emissie-effecten bepaald voor de gemiddelde hoeveelheid. Daarbij zijn alleen de effecten voor de (verbeterd) gemengde rioolstelsels in beschouwing genomen. De injectie is als een constante injectie in het model ingevoerd, dus ook onder neerslagomstandigheden met volle riolen. In werkelijkheid zal de invoer van rioolvreemd water onder deze omstandigheden verminderen, omdat de tegendruk in de volledig gevulde riolen de intrede van water van buitenaf tegengaat.

Rekenmethode: bronbenadering

In tegenstelling tot de lozingsbenadering kan met de bronbenadering de effecten van interne invloedsfactoren worden verkend. De bronbenadering gaat uit van volledige menging, waarbij geen rekening wordt gehouden met de stoffeigenschappen en processen in de riole-ring. De resultaten moeten daarom op relatieve met elkaar worden vergeleken. De absolute betekenis van de rekenuitkomsten is beperkt.

Stoffen: CZV, Ptot, Cu, Zn, Glyfosaat, E-coli, Benzo(k)fluratheen en oestron

De bronbenadering gaat uit van vuilgehalten voor de invoerstromen. Voor alle acht geselecteerde stoffen zijn daarvoor vuilgehalten beschikbaar (zie de stoffentabel in bijlage 2).

8.3 RESULTATEN

Als referentiesituatie zijn de GM en VGM stelsels aangehouden met eigenschappen uit paragraaf 2.3. In bijlage 8 zijn de rekenresultaten opgenomen voor de referentiesituatie en een situatie met 60% rioolvreemd water. De resultaten zijn weer opgesplitst in waterstromen en stofstromen.

8.3.1 WATERSTROMEN

Uit onderstaande tabellen blijkt duidelijk het kwantitatieve effect van rioolvreemd water op de afvoer naar de RWZI voor het (verbeterd) gemengde stelsel. De toename bedraagt maar liefst ruim 35%. Het effect van rioolvreemd water op overstortvolumen op stedelijk water is gering, een toename van ongeveer 5%. Dit percentage is zelfs aan de hoge kant omdat in het model de instroming van rioolvreemd water ook gedurende neerslag doorgaat, wat in werkelijkheid niet het geval is door de tegendruk die in het riool bij volledige vulling ontstaat tegen de intrede van water van buitenaf.

TABEL 8.17 VOLUMEVERDELING IN REFERENTIESITUATIE EN BIJ 60% RIOOLVREEMD WATER

Volume		JG_Absoluut_vol_0%rv_10jr							
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden jaarlijks gemiddelde, volumes 0% rioolvreemd water (tov DWA) (m3 en mm)							
mm		Regionaal oppervlaktewater		Stedelijk oppervlaktewater		Stedelijk bodem		Atmosfeer	
Kleinste lozing	GS	877	VGM	30	GM	114	GM		89
	GS+	877	GM	42	VGM	114	VGM		89
	GS-bodem	877	GS_inf	121	GS	114	GS		89
	GS_inf	877	VGS	152	VGS	114	VGS		89
	VGS+	1205	VGS+	253	GS+	114	GS+		89
	VGS	1306	GS	582	GS-bodem	114	GS-bodem		89
	GM	1417	GS+	582	VGS+	114	GS_inf		89
Grootste lozing	VGM	1429	GS-bodem	582	GS_inf	575	VGS+		89

Volume		JG_Absoluut_vol_60%rv_10jr							
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden jaarlijks gemiddelde, volumes 60% rioolvreemd water (tov DWA) (m3 en mm)							
mm		Regionaal oppervlaktewater		Stedelijk oppervlaktewater		Stedelijk bodem		Atmosfeer	
Kleinste lozing	GS	877	VGM	32	GM	114	GM		89
	GS+	877	GM	44	VGM	114	VGM		89
	GS-bodem	877	GS_inf	121	GS	114	GS		89
	GS_inf	877	VGS	152	VGS	114	VGS		89
	VGS+	1205	VGS+	253	GS+	114	GS+		89
	VGS	1306	GS	582	GS-bodem	114	GS-bodem		89
	GM	1940	GS+	582	VGS+	114	GS_inf		89
Grootste lozing	VGM	1953	GS-bodem	582	GS_inf	575	VGS+		89

8.3.2 STOFSTROMEN

Emissies

De invloed van rioolvreemd water op de effluentvrachten is nihil ondanks de toename van de aanvoer met meer dan 35%. Blijkbaar is er sprake van een zodanige verdunning van het influent dat per saldo de effluentvracht nagenoeg gelijk blijft. De effecten op de emissies van de (verbeterd) gemengde stelsels op stedelijk water zijn groter. Vooral voor CZV en Ptot is de emissietoename sterker (10-50%), dan de toename van het overstortvolume (circa 5%). Deze stoffen komen vooral in huishoudelijk afvalwater voor. Door de bakmodelbenadering met volledige menging stort onder invloed van het rioolvreemde water een groter deel van dit huishoudelijke afvalwater over (circa 14%).

8.3.3 SYSTEEMKEUZE

Het verschijnsel rioolvreemd water heeft geen effect op de systeemkeuze, ondanks dat de emissies van de gemengde systemen aanzienlijk toenemen. In hoeverre dit te verklaren is uit de gebruikte rekenmethode (bronbenadering) is niet duidelijk. Welk blijken de bij deze

methode berekende vuilgehalten in het gemengde overstortwater veel lager te zijn dan de literatuurwaarden voor deze lozingspunten (zie stoffentabel in bijlage 2). Door het volledige mengingsprincipe van de bronbenadering zullen de resultaten vooral betekenis hebben voor de opgeloste stoffen.

8.4 CONCLUSIES

Rioolvreemd water in gemengde rioleringssystemen met een omvang van 60% van het DWA-dagvolume (landelijk gemiddelde [STOWA2005.20]) leidt tot ongeveer 35% toename van de aanvoer naar de RWZI.

De invloed van rioolvreemd water op de gemengde overstortvolumen is gering met een toename van ongeveer 5%.

Hoewel de aanvoer naar de RWZI door rioolvreemd water toeneemt, worden de emissies van de RWZI op regionaal water nauwelijks beïnvloed. Er is alleen sprake van verdunning van een gelijkblijvende vuilbelasting van het afvalwatersysteem door het schoon veronderstelde rioolvreemde water.

De emissies van (gemengde) overstorten op stedelijk water nemen voor de stoffen CZV en Ptot significant toe (20-50%). Voor de overige stoffen blijven de emissies nagenoeg onveranderd.

De systeemkeuze wordt voor geen enkele stof en geen enkel lozingspunt beïnvloed door rioolvreemd water. Deze conclusie is door de toegepaste bronbenadering met volledige menging voor opgeloste stoffen waarschijnlijk harder dan voor andere stoffen.

Aanbeveling

Brongerichte aanpak van rioolvreemd water kan leiden tot een aanzienlijke besparing in de exploitatiekosten van de rioolgemalen en RWZI. Bovendien leidt de aanpak van rioolvreemd water tot vermindering van de emissies op stedelijk water voor stoffen die vooral in huishoudelijk afvalwater voorkomen.

Stoffen: CZV, Ptot, Cu, Zn, Glyfosaat, E-coli, Benzo(k)flurantheen en oestron

De bronbenadering gaat uit van vuilgehalten voor de invoerstromen. Voor alle acht geselecteerde stoffen zijn daarvoor vuilgehalten beschikbaar (zie de stoffentabel in bijlage 2).

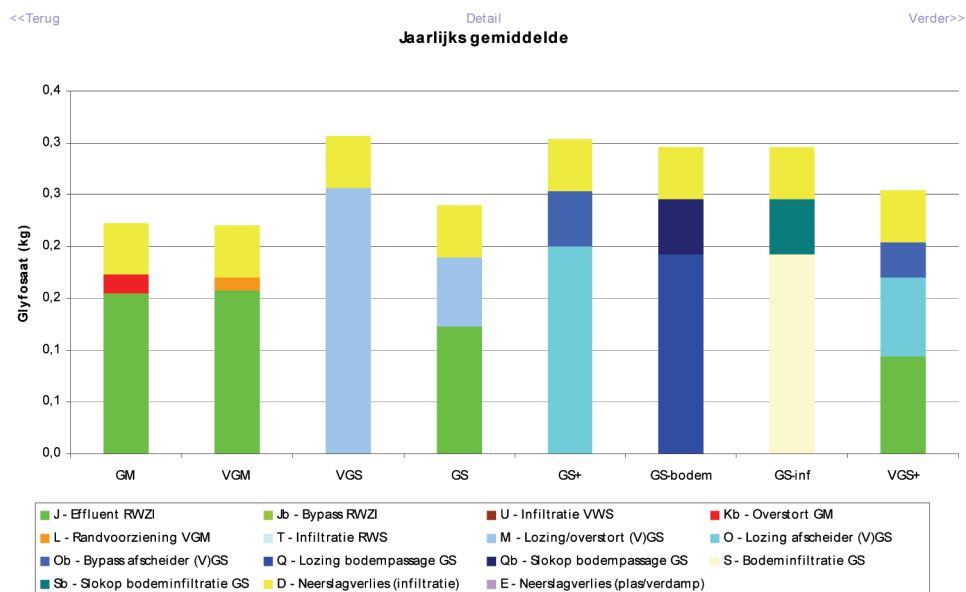
9.3 RESULTATEN

Als referentie geldt dezelfde situatie als bij onderzoeksvraag 5 van hoofdstuk 7. Dat betekent dat de daar verkregen rekenresultaten bij een foutaansluitingspercentage van 0% (referentiesituatie) de basis vormt voor de vergelijking met de rekenresultaten uit dit hoofdstuk. De rekenresultaten van beide combinaties zijn in bijlage 9 opgenomen.

9.3.1 STOFSTROMEN

De invloed van het zuiveringsrendement op de emissies van RWZI en randvoorzieningen is erg groot. Hoe hoger het basisrendement van de voorziening, hoe groter de invloed van een overigens gering rendementsverschil. Het verhogen van het rendement op de RWZI (combinatie 2) heeft om die reden een veel groter effect op de totale emissie uit het afvalwatersysteem dan een gelijke procentuele verhoging voor de (lagere) rendementen van de randvoorzieningen (combinatie 1). De grafieken in Figuur 9.14 en Figuur 9.15 geven dit weer voor de stof glyfosaat.

FIGUUR 9.14 GLYFOSAAT JAAREMISSIES BIJ LAAG RENDEMENT RWZI EN HOGE RENDEMENTEN RANDVOORZIE-NINGEN (COMBINATIE 1)

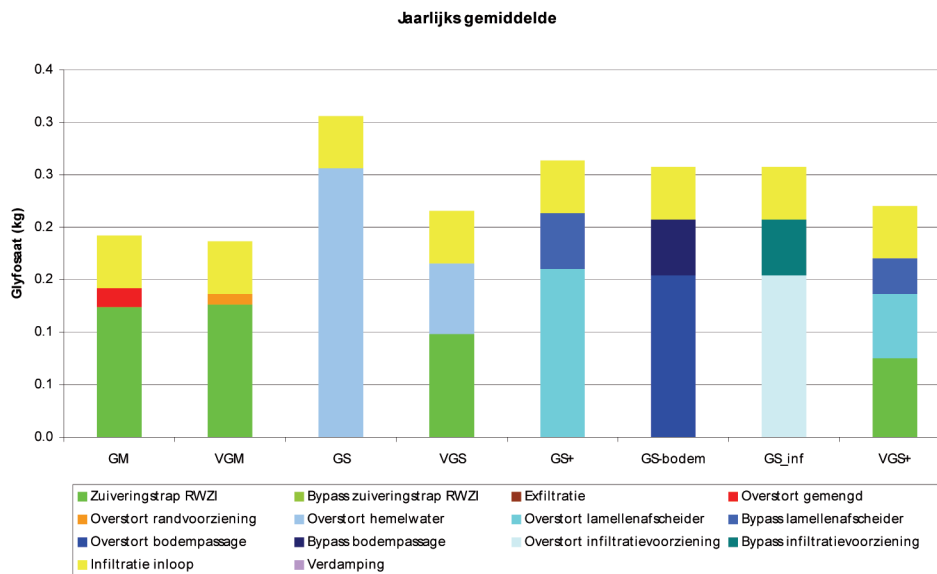


N.B.: Omdat glyfosaat alleen in regenwater voorkomt vindt er bij de afgekoppelde systemen (GS-x) geen effluentlozing plaats.

9.3.2 SYSTEEMKEUZE

Ondanks de grote invloed van de rendementen op de emissies blijkt dit bij toepassing van de bronbenadering nauwelijks van invloed te zijn op de systeemkeuze voor de verschillende compartimenten. Het duidelijkst blijkt die invloed nog in de emissierangorde van het gehele afvalwatersysteem. Voor CZV, zink, glyfosaat, E-coli en benzo(k)flurantheen vinden enkele verschuivingen in de emissierangorde plaats. Dat wordt vooral veroorzaakt door de geringe absolute spreiding in de totale emissies van het afvalwatersysteem, waardoor verschuivingen snel ontstaan.

FIGUUR 9.15 GLYFOSAAT JAAREMISSIES BIJ HOOG RENDEMENT RWZI EN LAGE RENDEMENTEN RANDVOORZIE-NINGEN (COMBINATIE 2)



9.4 CONCLUSIES

De invloed van het zuiveringsrendement van RWZI en randvoorzieningen op de berekende emissies is groot. Geringe absolute wijzigingen in de hoge rendementen van de RWZI zijn al van grote invloed op de absolute grootte van de restlozing. Dit effect is veel kleiner bij randvoorzieningen met aanzienlijk lagere rendementen.

Het verhogen van het rendement op de RWZI (combinatie 2) heeft om die reden een veel groter effect op de totale emissie uit het afvalwatersysteem dan een gelijke procentuele verhoging voor de (lagere) rendementen van de randvoorzieningen (combinatie 1).

Ondanks de grote invloed van zuiveringsrendementen op de emissies, blijkt dit nauwelijks van invloed te zijn op de systeemkeuze. Alleen voor het totale afvalwatersysteem is er sprake van een kleine verschuiving in de systeemvoorkeur.

Aanbeveling

Er is weinig bekend over de rendementen van vooral de randvoorzieningen. Het verdient aanbeveling om hiernaar meer onderzoek uit te voeren. Daarbij is ook meer inzicht in de relatie tussen hydraulische belasting, influentsamenstelling en zuiveringsrendement gewenst. De resultaten moeten leiden tot meer afgewogen systeemoptimalisaties.

10

REKENMETHODE

10.1 AANLEIDING

De emissies in de voorgaande hoofdstukken zijn berekend op basis van twee verschillende methoden: de lozingsbenadering (onderzoeksvragen 1 t/m 3) en de bronbenadering (onderzoeksvragen 5 t/m 7). Bij de bronbenadering worden de emissies op de lozingspunten bepaald met vuilgehalten die aan de invoerstromen bij de bronnen worden toegevoegd en op basis van volledige menging hun weg vinden door de riolering. De invloed van fysisch/chemische processen wordt dus niet meegenomen.

Dit is wel het geval bij de lozingsbenadering die gebruik maakt van gemeten vuilgehalten bij lozingspunten. Hierin zijn de effecten van de rioolprocessen verdisconteerd. Afhankelijk van de optredende processen zullen de rekenresultaten van beide methoden dus van elkaar afwijken. De vraag is of deze verschillen zich laten verklaren door het bestaande inzicht (expert-judgement) dat door jarenlange ervaring is ontstaan. De onderzoeksvraag luidt dan ook:

Onderzoeksvraag 8:

Kunnen we de verschillen in uitkomsten tussen bron- en lozingsbenadering verklaren op basis van de eigenschappen van de geselecteerde stoffen?

10.2 SPECIFIEKE UITGANGSPUNTEN

In aanvulling op algemene uitgangspunten in paragraaf 2.3 zijn hieronder de specifieke uitgangspunten vermeld, die we bij de beantwoording van deze onderzoeksvraag hebben gehanteerd.

Stof- en stelseigenschappen: rekenwaarden

Bij de modelberekeningen zijn alle algemene uitgangspunten uit hoofdstuk 2 gehanteerd. Dat betekent dat er zowel voor de stelseigenschappen als de vuilgehalten is uitgegaan van rekenwaarden.

Rekenmethode: lozings-/bronbenadering

In dit hoofdstuk gaat het om het vergelijken van rekenresultaten, die voor beide methoden afkomstig zijn uit dezelfde referentiesituatie. Voor de lozingsbenadering gelden in dit verband de rekenresultaten van onderzoeksvraag 1 en voor de bronbenadering de rekenresultaten van onderzoeksvraag 5 in de situatie zonder foutaansluitingen.

Stoffen: CZV, Ptot, Cu en Zn

Bij de lozingsbenadering van onderzoeksvraag 1 is er alleen voor deze vier stoffen gerekend, omdat er voor de andere stoffen geen meetwaarden bij de lozingsbronnen beschikbaar zijn.

10.3 RESULTATEN

De volumeverdeling is bij beide benaderingen gelijk, zodat hiervan geen verschil in resultaten te verwachten is. De vergelijking van de twee rekenmethoden concentreert zich op vuilgehalten, emissies en emissierangorden. Voor deze onderzoeksvraag zijn de rekenresultaten uit de onderzoeksvragen 1 en 5 gebruikt. Deze zijn opgenomen in bijlage 10.

10.3.1 STOFSTROMEN

Vuilgehalten

De verschillen in rekenresultaten voor de emissies worden veroorzaakt door de verschillen in gemeten en berekende vuilgehalten in respectievelijk de lozings- en bronbenadering. In Tabel 10.18 zijn de vuilgehalten voor vier deelstromen weergegeven. Voor de berekende vuilgehalten in het influent en effluent van de RWZI is onderscheid gemaakt in gemengde (GM) en gescheiden rioolstelsel (GS). De aard van het influent verschilt sterk voor beide stelsels. Het berekende vuilgehalte in het influent van het gescheiden stelsel komt overeen met de vuilgehalten in huishoudelijk afvalwater wat een gevolg is van het principe van volledige menging.

TABEL 10.18 GEMETEN EN BEREKENDE VUILGEHALTEN IN EEN VIERTAL DEELSTROMEN VAN GEMENGDE STELSELS EN GESCHIEDEN STELSELS

Stof	eenheid	Influent RWZI			Effluent RWZI		
		gemeten	berekend GM stelsel	berekend GS stelsel	gemeten	berekend GM stelsel	berekend GS stelsel
CZV	mg/l	550	571	900	43	86	135
Ptot	mg/l	8,0	12,5	20	2,0	2,5	4,0
Cu	µg/l	79	48	65	10	4,8	6,5
Zn	µg/l	228	135	150	46	27	30
Gemengde overstort							
Stof	eenheid	gemeten	berekend		gemeten	berekend	
CZV	mg/l	259	53,8		48	39	
Ptot	mg/l	3,1	0,6		0,4	0,3	
Cu	µg/l	92	21		25	20	
Zn	µg/l	431	111		289	110	

In- en effluent RWZI

Voor de vuilgehalten in het influent zijn de gemeten waarden voor CZV en Ptot lager dan de berekende, voor koper en zink geldt het omgekeerde. Tussen de berekende waarden zijn grote verschillen tussen een GM en GS stelsel. Dit komt voort uit het verdunningseffect van regenwater in het gemengde stelsel.

Voor de vuilgehalten in het *effluent* gelden dezelfde relaties als voor het influent: de gemeten waarden voor CZV en Ptot zijn lager dan de berekende, die voor koper en zink hoger.

Ook voor het effluent is het effect van verdunning zichtbaar in de resultaten.

Voor CZV in gemengde stelsels valt op dat er in de gemeten en berekende vuilgehalten een groot verschil is ontstaan (43 versus 86 mg/l), terwijl de vuilgehalten in het influent nog redelijk met elkaar overeenkomen.

Dit heeft te maken met het gehanteerde rendement van de RWZI als rekenwaarde, wat voor CZV met 85% aan de lage kant is (zie onderstaand intermezzo).

Rendement RWZI

Hoewel de gemeten en berekende CZV-vuilgehalten in het influent (550 resp. 571 mg/l) redelijk met elkaar overeenkomen, wijken deze vuilgehalten in het effluent sterk af (43 resp. 86 mg/l). De verhouding tussen de berekende vuilgehalten van in- en effluent is bepaald door het gehanteerde vaste rendement van de RWZI voor CZV van 85% ($86 \text{ mg/l} = 15\% \text{ van } 571 \text{ mg/l}$). CBS-informatie [CBS2007] geeft evenwel een gemiddelde rendement voor CZV aan van

92% (43 mg/l = 8% van 550 mg/l). Een gering verschil in het rendement van de RWZI heeft dus grote invloed op de optredende effluentvrachten. Om die reden verdient het aanbeveling om de resultaten van het STOWA-onderzoek 'Het effect van afkoppelen van hemelwater op de RWZI' [STOWA 2008.14] in het EMOS-model te implementeren.

Overstortwater

In het overstortwater van het gemengde stelsel zijn de verschillen bijzonder groot. Alle gemeten waarden zijn veel hoger dan de berekende waarden. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat in droge perioden sedimentatie optreedt in de riolering en bij hoge neerslagintensiteiten dit sediment opwoelt en via de overstortdrempel geloosd wordt.

De gemeten en berekende vuilgehalten voor CZV, Ptot en koper in de regenwaterlozing van het gescheiden stelsel komen aardig met elkaar overeen. Voor zink is de gemeten waarden echter veel hoger dan de berekende. Dit kan een gevolg zijn van de grote ranges die de meetwaarden voor zink laten zien (STOWA 2009-W-06).

Tabel 10.19 geeft een overzicht van de gemeten en berekende CZV-vuilgehalten voor alle rioleringsystemen. Hierin zijn dus ook de effecten verwerkt van de rendementen van eventuele randvoorzieningen.

TABEL 10.19 GEMETEN (BOVEN) EN BEREKENDE (ONDER) VUILGEHALTEN IN ALLE DEELSTROMEN VAN DE ACHT RIOLERINGSSYSTEMEN

CZV		Sheet	JG_Absoluut_CZV_10jr					
		Omschrijving	Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l)					
mg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			
Kleinste lozing	GM	43	GS-bodem	21	GS_inf	19	GM	0
	VGM	43	GS+	35	GM	39	VGM	0
	GS	43	VGS+	36	VGM	39	GS	0
	VGS	43	GS	48	GS	39	VGS	0
	GS+	43	VGS	48	VGS	39	GS+	0
	GS-bodem	43	GS_inf	48	GS+	39	GS-bodem	0
	GS_inf	43	VGM	142	GS-bodem	39	GS_inf	0
Grootste lozing	VGS+	43	GM	259	VGS+	39	VGS+	0

CZV		Sheet	JG_Absoluut_CZV_0%_f_10jr					
		Omschrijving	Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en mg/l)					
mg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			
Kleinste lozing	VGM	85	GS-bodem	17	GS_inf	17	GM	0
	GM	86	GS+	28	GM	39	VGM	0
	VGS	93	VGM	28	VGM	39	GS	0
	VGS+	100	VGS+	29	GS	39	VGS	0
	GS	135	GS	39	VGS	39	GS+	0
	GS+	135	VGS	39	GS+	39	GS-bodem	0
	GS-bodem	135	GS_inf	39	GS-bodem	39	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	135	GM	54	VGS+	39	VGS+	0

Voor de verschillen tussen de gemeten en berekende waarden kunnen o.a. de volgende verklaringen worden gegeven:

- De vier beschouwde stoffen adsorberen in grote mate deeltjes en gedragen zich dus beslist niet als een opgeloste stof, waarop het principe van de bronbenadering berust.
- Bij de lozingsbenadering wordt gerekend met in de tijd constante vuilgehalten, terwijl de bronbenadering gemiddelde vuilgehalten levert van in de tijd variërende waarden. Het effect is vooral te zien in de vuilgehalten van de RWZI. Bij de lozingsbenadering zijn de vuilgehalten constant en gelijk aan de literatuurwaarde, bij de bronbenadering zijn de vuilgehalten sterk afhankelijk van het rioleringsstelsel.
- De hogere vuilgehalten in de lozingen op het stedelijk gebied bij de lozingsbenadering zijn waarschijnlijk het gevolg van processen die in de riolering en optreden en afwijken

van het bij de bronbenadering toegepaste principe van volledige menging. De invloed van die processen zou dan bij gemengde systemen veel groter moeten zijn dan bij gescheiden en afgekoppelde systemen. Bij de twee laatstgenoemde systemen zijn de verschillen immers veel kleiner.

- Er bestaat weinig consistentie in meetgegevens. Dit is als volgt te verklaren:
 - De meetgegevens van de RWZI's zijn van de CBS-database betrokken. Voor de stoffen N, P en CZV zijn deze gebaseerd op volumeproportionele dagwaarden. In de gehanteerde rekenwaarden zit ook de invloed van bedrijfsmatige lozings verweven, terwijl EMOS uitgaat van het huishouden als enige bron van het afvalwater.
 - De meetgegevens van gemengde overstorten hebben over het algemeen betrekking op meetgebieden met een overheersende woonfunctie, wat dus wel overeenkomt met de uitgangspunten van EMOS.
 - De meetgegevens van regenwaterlozings zijn uit zeer uiteenlopende meetonderzoeken afkomstig en verzameld uit de STOWA-regenwaterdatabase.

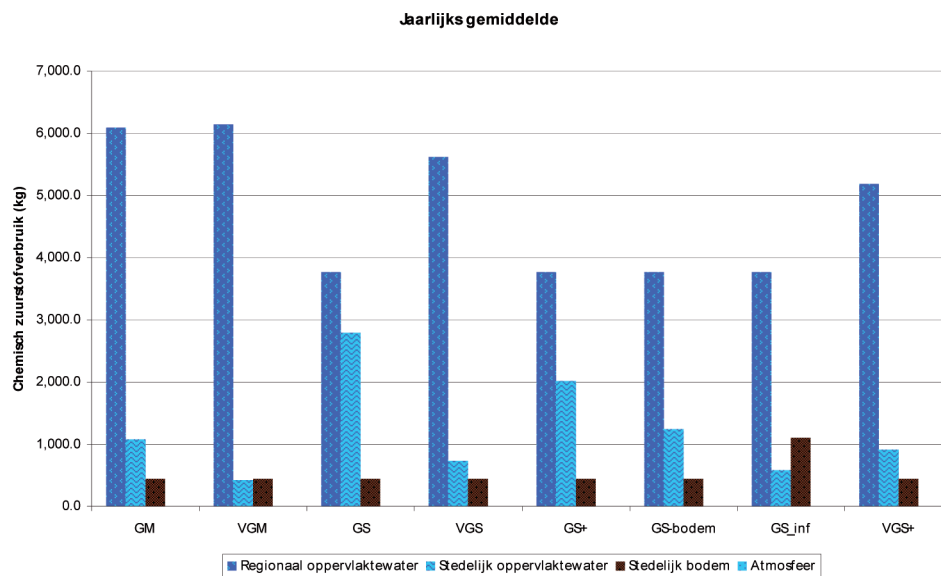
Emissies

De emissies op het regionale water zijn voor CZV en Ptot bij de bronbenadering aanzienlijk groter dan bij de lozingsbenadering. Voor de emissies op stedelijk water geldt het omgekeerde. In stedelijk water zijn vooral de emissies vanuit de gemengde systemen volgens de lozingsbenadering beduidend groter dan die volgens de bronbenadering.

Een en ander is voor CZV in Figuur 10.16 en Figuur 10.17 weergegeven.

Voor Cu en Zn zijn de emissies volgens de bronbenadering zowel op regionaal water als op stedelijk water kleiner dan die volgens de lozingsbenadering.

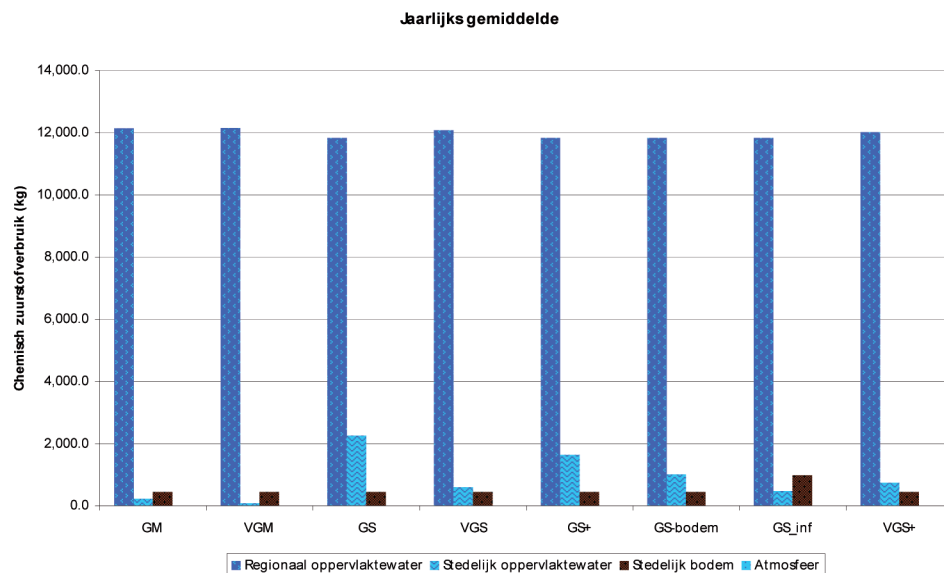
FIGUUR 10.16 CZV-JAAREMISSIES IN DE REFERENTIESITUATIE (LOZINGSBENADERING)



De verschillen in emissies bij bron- en lozingsbenadering kunnen verklaard worden uit de verschillen tussen gemeten en berekende vuilgehalten (zie ook Tabel 10.19). Bovendien verschillen de vuilgehalten per rioleringsysteem (zie bijlage 10). Bij afgekoppelde systemen zijn de vuilgehalten in het effluent hoger dan bij gemengde systemen. De oorzaak hiervan is het verschil in vuilgehalte van het influent van de RWZI in beide systemen. Bij gemengde systemen zijn de vuilgehalten in het influent lager dan bij afgekoppelde systemen, vanwege

de verdunning met regenwater. Dit verschijnsel wordt versterkt, omdat bij de berekeningen geen rekening wordt gehouden met een lager rendement van de RWZI als gevolg van een discontinue belasting bij gemengde systemen.

FIGUUR 10.17 CZV-JAAREMISSIES IN DE REFERENTIESITUATIE (BRONBENADERING)



Voor lozingsen op regionaal water is zowel de relatieve als absolute spreiding van de emissies bij de lozingsbenadering beduidend groter dan bij de bronbenadering.

Voor stedelijk water is de relatieve spreiding bij de lozingsbenadering beduidend kleiner dan bij de bronbenadering, de absolute spreiding is echter bij de lozingsbenadering groter zij het in geringe mate.

10.3.2 SYSTEEMKEUZE

De systeemkeuze voor *regionaal water* is voor de stoffen CZV, Ptot, Cu en Zn zowel stabiel als identiek. De modelbenadering speelt hierbij geen rol. Dat is wel het geval voor *stedelijk water*. Bij de lozingsbenadering treden kleine verschuivingen op in de volgorde bij de vier bovengenoemde stoffen, bij de bronbenadering is de volgorde stofonafhankelijk.

Voor het *afvalwatersysteem* treden bij de lozingsbenadering de grootste verschuivingen op. Dit is een gevolg van de relatief geringe spreiding in de emissies op regionaal oppervlaktewater, waardoor de verschuivingen in het stedelijk water ook van invloed zijn op het totale resultaat.

10.4 CONCLUSIES

- Er treden aanzienlijke verschillen op in de gemeten en berekende vuilgehalten volgens de lozings- respectievelijk bronbenadering.
- Voor het in- en effluent zijn de gemeten vuilgehalten (lozingsbenadering) voor CZV en Ptot lager dan de berekende (bronbenadering), voor koper en zink geldt het omgekeerde.
- Voor de vuilgehalten in overstortwater zijn de gemeten vuilgehalten (lozingsbenadering) veel hoger dan de berekende (lozingsbenadering), voor regenwaterlozingsen geldt dat in mindere mate.
- De wijze van rekenen blijkt voor de systeemkeuze met betrekking tot de effluentvrach-

ten van de RWZI nauwelijks gevolgen te hebben. Dat is wel enigszins het geval voor de emissies uit de rioleringsystemen. Bij de lozingsbenadering komen de verbeterd gescheiden systemen ten opzichte van gemengde systemen iets gunstiger uit de bus dan bij de bronbenadering. Dit is een gevolg van het feit dat de gemeten vuilgehalten in gemengd overstortwater veel hoger zijn dan de op basis van volledige menging berekende waarden.

Aanbeveling

De huidige versie van EMOS maakt gebruik van vaste rendementen voor de RWZI. Het is van belang om het dynamische karakter van de rendementen van de RWZI zo realistisch mogelijk in het model op te nemen. Het STOWA onderzoek 'Het effect van afkoppelen van hemelwater op de RWZI' [STOWA 2008.14] zal hierin inzicht kunnen bieden. Enkele voorlopige conclusies zijn:

- voor sommige stoffen, vooral de metalen, is een vast rendement een reële benadering;
- voor sommige stoffen, bijvoorbeeld N_{tot} , is een dynamische modelering aan te raden;
- voor sommige stoffen, bijvoorbeeld CZV en P_{tot} , kan wordt uitgegaan van een vaste effluent concentratie.

11

CONCLUSIES

Het EMOS-model is - gratis - beschikbaar. Voor meer informatie zie <http://www.stowa.nl/Service/Publicaties/index.aspx>, rapport 2009-W-06.

11.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van alle conclusies uit het onderzoek. De formulering van de conclusies is algemener ten opzichte van die in de aparte hoofdstukken en details zijn weggelaten. Dit hoofdstuk sluit af met een aantal aanbevelingen op basis van de bevindingen van het onderzoek.

In het onderzoek zijn acht onderzoeksvragen in beschouwing genomen, opgesplitst in drie categorieën:

Systemkeuze

1. In hoeverre is de systeemkeuze afhankelijk van stoffeigenschaften?
2. In hoeverre is de systeemkeuze afhankelijk van de spreiding in vuilgehalten?
3. In hoeverre zijn de stoffeigenschaften (B, POC, verhard oppervlak) van invloed op de systeemkeuze?
4. In hoeverre wordt de systeemkeuze beïnvloed door de effecten in het ontvangende milieucompartiment?

Invloedsfactoren

5. Wat is de invloed van het foutaansluitingspercentage op de emissies van (verbeterd) gescheiden rioolstelsels?
6. Wat is de invloed van rioolvreemd water op de emissies van (gemengde) rioolstelsels?
7. Wat is de invloed van de spreiding in rendementen van de RWZI en randvoorzieningen op de emissies in het afvalwatersysteem?

Procesfactoren

8. Kunnen we de verschillen in uitkomsten tussen bron- en lozingsbenadering verklaren op basis van de eigenschappen van de geselecteerde stoffen?

Rekenmethoden

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden is gebruik gemaakt van EMOS (EmissieModel voor Systeemkeuze). Dit model is ontwikkeld ter ondersteuning bij vraagstukken rondom de systeemkeuze van het afvalwatersysteem (zie hoofdstuk 2). Met dit model kunnen twee rekenmethoden worden gevolgd, te weten:

- **Bronbenadering:** Stoffen worden toegevoegd aan de invoerstromen bij de twee bronnen, huishoudelijk afvalwater en regenwater, en verder op basis van volledige menging gevolgd op hun weg door het afvalwatersysteem. Bij de lozingspunten is op die manier bekend welk deel van de emissie uit welke bron afkomstig is. De stofconcentraties in het effluent van RWZI en randvoorzieningen worden berekend door de berekende concentraties in het influent te vermenigvuldigen met vaste rendementen.
- **Lozingsbenadering:** Stoffen worden toegevoegd aan de lozingsvolumen bij de lozingspunten van het afvalwatersysteem. In de aldus verkregen emissies zijn alle interne

processen binnen het afvalwatersysteem impliciet meegenomen zonder overigens het effect van de individuele invloedsfactoren te kennen. De stofconcentraties in het effluent van randvoorzieningen worden berekend door de berekende vrachten uit de rioleringsystemen te vermenigvuldigen met vaste rendementen. Voor het effluent van de RWZI wordt een vaste waarde voor het stofgehalte aangehouden, ongeacht de aard van de aangesloten rioleringsystemen.

De onderzoeksvragen 1 t/m 3 zijn beantwoord op basis van de rekenuitkomsten verkregen met de lozingsbenadering, de onderzoeksvragen 5 t/m 7 op basis van de rekenuitkomsten verkregen met de bronbenadering. Onderzoeksvraag 4 is redenerend beantwoord, terwijl bij onderzoeksvraag 8 de met de bronbenadering berekende vuilgehalten zijn vergeleken met de gemeten literatuurwaarden die bij de lozingsbenadering worden gebruikt.

Compartimenten

Ten aanzien van de lozingspunten van het afvalwatersysteem is een onderscheid gemaakt in vier compartimenten, waarop lozingen plaatsvinden. De uitgangspunten hierbij zijn:

- regionaal oppervlaktewater lozing van RWZI
- stedelijk oppervlaktewater rioollozingen
- stedelijke bodem verhardings- en bodeminfiltratie
- atmosfeer verdampingsverlies

Bij de behandeling van de onderzoeksresultaten is een categorisering van rioleringsystemen doorgevoerd. Tevens is een aantal begrippen geïntroduceerd met als doel om de bevindingen uit het onderzoek zo eenduidig mogelijk te formuleren.

Categorieën rioleringsystemen

- **Gemengde rioleringsystemen**
 - gemengd stelsel (GM)
 - verbeterd gemengd stelsel (VGM)
- **Verbeterd gescheiden rioleringsystemen**
 - verbeterd gescheiden stelsel (VGS)
 - verbeterd gescheiden stelsel met afscheider en een verlaagde POC (VGS+)
- **Afgekoppelde rioleringsystemen**
 - gescheiden stelsel (GS)
 - gescheiden stelsel met afscheider (GS+)
 - gescheiden stelsel met bodempassage en afvoer naar oppervlaktewater (GS-bodem)
 - gescheiden stelsel met bodeminfiltratie (GS-inf)

11.2 CONCLUSIES

Uit het onderzoek zijn de volgende hoofdconclusies getrokken:

- Door het afkoppelen van regenwater uit gemengde riolering neemt de effluentvracht van de RWZI af, maar nemen de emissies uit het rioleringsstelsel (stedelijk water of bodem) toe. Deze tendens is stofafhankelijk, maar de mate waarin dit verschijnsel optreedt, is wel afhankelijk van de beschouwde stof.
- Lozingsvolumen zijn belangrijker voor de omvang van de emissies uit de rioleringsystemen dan de vuilgehalten in het geloosde water.
- Elk onderdeel van het afvalwatersysteem (RWZI en riolering) heeft op basis van emissies een specifieke voorkeur voor bepaalde rioleringsystemen. Voor de RWZI zijn dat afgekoppelde systemen en voor de riolering gemengde systemen. Voor het totale afvalwatersysteem is de systeemkeuze afhankelijker van de beschouwde stof dan bij de deelsystemen.

- De systeemkeuze is verder afhankelijk van stoffeigenschappen, stelseigenschappen en de aanwezigheid van foutaansluitingen. Deze gevoeligheden rechtvaardigen een locatiespecifieke benadering voor de systeemkeuze.
- Foutaansluitingen zijn van grote invloed op de emissies van de afgekoppelde systemen. Reeds bij een percentage foutaansluitingen van 2% is het aandeel huishoudelijk afvalwater in de geloosde regenwatervolumen een factor 20 keer zo groot als het aandeel huishoudelijk afvalwater in overgestort afvalwater uit gemengde systemen (<1‰).
- Emissies zijn bij systeemkeuze weliswaar belangrijk, maar niet doorslaggevend. Ook de lokale effecten op de waterkwaliteit verdienen aandacht om tot de juiste keuze te komen.
- Betrouwbare gegevens over vuilgehalten van stoffen in de verschillende deelstromen van het afvalwatersysteem zijn in te geringe mate beschikbaar. Dit leidt tot onzekerheid bij de systeemkeuze. De omvang van de jaarlijkse investeringen in het afvalwatersysteem rechtvaardigt een daarop afgestemd onderzoeksbudget om in deze kennisleemte te voorzien.

Naast deze hoofdconclusies zijn hieronder de belangrijkste conclusies van alle onderzoeksvragen weergegeven. De ordening van de conclusies komt overeen met de volgorde van de hoofdstukken in dit rapport.

CATEGORIE
SYSTEEMKEUZE

Stofafhankelijkheid van systeemkeuze (onderzoeksvraag 1)

[rekenmethode: lozingsbenadering]

- Het lozingsvolume van gescheiden rioleringsstelsels op stedelijk water is een factor 14 tot 20 keer groter dan dat van (verbeterd) gemengde stelsels, terwijl de stofconcentraties in het geloosde water, afhankelijk van de beschouwde stof, een factor 1,5 tot 7,8 lager zijn. Per saldo nemen de emissies van de rioleringsystemen bij afkoppelen toe.
- De jaarlijkse aanvoer van gemengde stelsels naar de RWZI neemt bij 100% afkoppelen af met een factor 1,6. Door de gehanteerde vaste stofconcentraties in het effluent geldt deze verhouding ook voor de effluentvrachten bij berekeningen volgens de lozingsbenadering (zie hierboven onder kopje 'Rekenmethoden').
- De CZV- en P-totaal vrachten van de RWZI zijn voor alle typen rioleringsystemen veel groter dan die van de rioleringsystemen zelf. Voor de zware metalen (Cu en Zn) geldt juist dat de emissies van de afgekoppelde rioleringsystemen groter zijn dan de effluentvrachten van de RWZI.
- Bovenstaande, stofafhankelijke verdeling van de emissies over RWZI en rioleringsystemen komt voort uit de verhouding van de vuilgehalten in afvalwater en regenwater. CZV en P-totaal bevinden zich vooral in huishoudelijk afvalwater, terwijl zink en koper vooral in regenwater worden aangetroffen.
- Door afkoppelen nemen de emissies vanuit het totale afvalwatersysteem (RWZI + riolering) voor CZV en P-totaal af (vooral bij de RWZI), terwijl voor de zware metalen deze emissies juist toenemen bij afkoppelen (vooral vanuit de riolering).
- De systeemkeuze is sterk afhankelijk van het *compartiment* waarop geloosd wordt. Als het oppervlaktewater waarop de RWZI het effluent loost (in het onderzoek aangeduid met regionaal oppervlaktewater) de doorslag geeft, wijst de systeemkeuze in de richting van de afgekoppelde systemen. Voor het oppervlaktewater waarop het rioleringsstelsel loost (aangeduid met stedelijk water) valt de systeemkeuze op gemengde systemen. Dit geldt sterker voor de zware metalen dan voor CZV en P-totaal.
- Bij infiltratie van het afgekoppelde regenwater in de stedelijke bodem blijven de voordelen voor het RWZI-effluent bestaan, terwijl de emissies van de infiltratievoorzieningen

(via nooduitlaten, slokop's, e.d.) op het stedelijke oppervlaktewater vergelijkbaar zijn met die van de gemengde systemen. De emissies naar de stedelijke bodem nemen vanzelfsprekend sterk toe.

- De stofafhankelijkheid van de systeemkeuze is het sterkst voor het totale *afvalwatersysteem*. Bij CZV en Ptot komt de systeemkeuze sterk overeen met die voor de RWZI, terwijl voor koper en zink de voorkeur sterk uitgaat naar die voor de rioleringsystemen.

Invloed van spreiding vuilgehalte op systeemkeuze (onderzoeksvraag 2)

[rekenmethode: lozingsbenadering]

- De systeemkeuze voor wat de riolering betreft is afhankelijk van de werkelijk optredende vuilgehalten in de geloosde volumens. Vooral bij hoge vuilgehalten in gemengd overstortwater en lage vuilgehalten in geloosd regenwater kan dit de systeemkeuze beïnvloeden.

Invloed van stelseigenschappen op systeemkeuze (onderzoeksvraag 3)

[rekenmethode: lozingsbenadering]

- Variatie in de stelseigenschappen (berging, pompovercapaciteit en aard afvoerend oppervlak) hebben vooral voor gemengde en verbeterd gescheiden rioleringsystemen grote invloed op de emissies vanuit deze systemen en daarmee ook op de systeemkeuze voor de rioleringsystemen. Ook de emissies van RWZI en totaal afvalwatersysteem worden beïnvloed, maar hebben geen effect op de systeemkeuze voor deze deelsystemen.

Effecten in compartimenten op systeemkeuze (onderzoeksvraag 4)

- Alleen een emissiebenadering voor de systeemkeuze bij afkoppelvraagstukken is onvoldoende om tot een afgewogen systeemkeuze te komen. Lokale omstandigheden, zoals de bijdrage van andere bronnen en de hoedanigheid van het ontvangende oppervlaktewater, zijn eveneens van grote betekenis voor de effecten op de waterkwaliteit.
- De lozingsvolumens uit de rioleringsystemen op stedelijk water spelen een dubbelrol. Enerzijds veroorzaken ze een toename van de emissies, anderzijds verminderen ze de nadelige effecten op de waterkwaliteit door verdunning en daardoor een groter spreiding van de emissies.
- Bij infiltratie van regenwater in de bodem mogen op basis van huidige inzichten de kwaliteitseffecten in dit compartiment worden verwaarloosd. In dat geval scoort het infiltratiesysteem (GS-inf) op basis van de totale emissies uit het afvalwatersysteem veelal als beste.
- Behalve emissie-effecten spelen ook financiële en beheersaspecten een belangrijke rol bij de uiteindelijke systeemkeuze.

CATEGORIE
INVLOEDS-
FACTOREN

Invloed van foutaansluitingen (onderzoeksvraag 5)

[rekenmethode: bronbenadering]

- Volgens berekeningen met de bronbenadering blijkt dat slechts 0,1% van het huishoudelijk afvalwater vanuit een gemengd stelsel overstort. Het aandeel huishoudelijk afvalwater in het totale jaarlijkse overstortvolume is slechts 1,7%.
- Bij gescheiden stelsels is het aandeel huishoudelijk afvalwater in het geloosde regenwatervolume ongeveer gelijk aan het foutaansluitingspercentage. Bij slechts 2% foutaansluitingen is dit dus een factor 20 keer zoveel als bij gemengde stelsels (< 0,1%).
- Foutaansluitingen bij verbeterd gescheiden en afgekoppelde systemen hebben een beperkte invloed op de waterverdeling over RWZI-effluent en rioolozingen.
- Foutaansluitingen hebben een grote invloed op de emissies van de afgekoppelde systemen en in mindere mate van de verbeterd gescheiden systemen.

- Al bij een klein percentage foutaansluitingen (minder dan 2%) nemen de emissies van de afgekoppelde systemen sterk toe. Voor de emissie van E-coli vanuit een gescheiden stelsel (GS) geldt bijvoorbeeld een factor 24 ten opzicht van een stelsel zonder foutaansluitingen.
- De invloed van foutaansluitingen op de systeemkeuze is voor de stoffen E-coli en oestron het grootst. Al bij kleine percentages (<2%) is er sprake van een omslag in het voordeel van de gemengde systemen. Voor zware metalen is de invloed het kleinst.
- Het effect van foutaansluiting op de systeemkeuze voor stedelijk water (rioollozingen) geldt in afgezwakte vorm ook voor de totale emissies van het afvalwatersysteem (effluent en rioollozingen).

Invloed van rioolvreemd water (onderzoeksvraag 6)

[rekenmethode:bronbenadering]

- Rioolvreemd water in gemengde rioleringssystemen met een omvang van 60% van het DWA-dagvolume (landelijk gemiddelde [STOWA2005.20]) leidt tot ongeveer 35% toename van de aanvoer naar de RWZI, terwijl de toename van het overstortvolume beperkt blijft tot ongeveer 5%.
- Hoewel de aanvoer naar de RWZI door rioolvreemd water toeneemt, worden de emissies van de RWZI op regionaal water nauwelijks beïnvloed. Er is alleen sprake van verdunning van een gelijkblijvende vuilbelasting van het afvalwatersysteem door het schoon veronderstelde rioolvreemde water.
- De emissies van (gemengde) overstorten op stedelijk water nemen voor de stoffen CZV en Ptot significant toe (20-50%). Voor de overige stoffen blijven de emissies nagenoeg onveranderd.
- De systeemkeuze wordt voor geen enkele stof en geen enkel lozingspunt beïnvloed door rioolvreemd water. Deze conclusie is door de toegepaste bronbenadering met volledige menging voor opgeloste stoffen waarschijnlijk harder dan voor andere stoffen.

Invloed van zuiveringsrendement (onderzoeksvraag 7)

[rekenmethode:bronbenadering]

- De invloed van het zuiveringsrendement van RWZI en randvoorzieningen op de berekende emissies is groot. Geringe absolute wijzigingen in de hoge rendementen van de RWZI zijn al van grote invloed op de absolute grootte van de restlozing. Dit effect is veel kleiner bij randvoorzieningen met aanzienlijk lagere rendementen.
- Ondanks de grote invloed van zuiveringsrendementen op de emissies, blijkt dit nauwelijks van invloed te zijn op de systeemkeuze. Alleen voor het totale afvalwatersysteem is er sprake van een kleine verschuiving in de systeemvoorkeur.

CATEGORIE *Rekenmethoden (onderzoeksvraag 8)*

PROCESFACTOREN *[rekenmethode: bronbenadering versus lozingsbenadering]*

- Er treden aanzienlijke verschillen op in de gemeten en berekende vuilgehalten volgens de lozings- respectievelijk bronbenadering.
- Voor het in- en effluent zijn de gemeten vuilgehalten (lozingsbenadering) voor CZV en Ptot lager dan de berekende (bronbenadering), voor koper en zink geldt het omgekeerde.
- Voor de vuilgehalten in overstortwater zijn de gemeten vuilgehalten (lozingsbenadering) veel hoger dan de berekende (lozingsbenadering), voor regenwaterlozingen geldt dat in mindere mate.
- De wijze van rekenen blijkt voor de systeemkeuze met betrekking tot de effluentvrach-

ten van de RWZI nauwelijks gevolgen te hebben. Dat is wel enigszins het geval voor de emissies uit de rioleringsystemen. Bij de lozingsbenadering komen de verbeterd gescheiden systemen ten opzichte van gemengde systemen iets gunstiger uit de bus dan bij de bronbenadering. Dit is een gevolg van het feit dat de gemeten vuilgehalten in gemengd overstortwater veel hoger zijn dan de op basis van volledige menging berekende waarden.

11.3 AANBEVELINGEN

Naast de conclusies zijn bij de stofselectie en onderzoekvragen een aantal aanbevelingen gedaan, die hieronder zijn verzameld.

Aanbeveling 1: Systeemkeuze afhankelijk van de impact van de deelsystemen

Naast de vraag welke stof voor de systeemkeuze maatgevend is, is de vraag voor welk onderdeel van het afvalwatersysteem dat maatgevend is net zo belangrijk. Dat laatste hangt af van de effecten die de emissies op de waterkwaliteit van het ontvangende compartiment (oppervlaktewater of bodem) hebben. Voordat men dus een systeemkeuze op basis van emissies doet, moet men zich voor elk compartiment de vraag stellen voor welke stof welke effecten zijn te verwachten. Het antwoord geeft aan welk systeemonderdeel leidend is bij de systeemkeuze, RWZI, riolering of het afvalwatersysteem in z'n totaliteit.

Aanbeveling 2: Lokaal meten zinvol bij grote projecten

Bij grootschalige, kapitaalsintensieve rioolvervanging is het, gezien de spreiding van gemeten vuilgehalten in vakliteratuur, zinvol om de vuilgehalten en lozingsvolumen ter plekke te meten voordat een definitieve systeemkeuze wordt gemaakt.

Aanbeveling 3: Stelseigenschappen van belang bij systeemkeuze

Bij de vervanging van bestaande gemengde systemen door alternatieve systemen moet bij de systeemkeuze rekening worden gehouden die de invloed die stelseigenschappen hebben op de emissies.

Aanbeveling 4: Kosten en baten meewegen bij systeemkeuze

Om tot een weloverwogen systeemkeuze te komen is er naast meer inzicht in emissies en effecten op de waterkwaliteit ook behoefte aan een goed onderbouwde methode voor een Maatschappelijke Kosten-Baten-Analyse (MKBA).

Aanbeveling 5: Afgekoppeld regenwater bovengronds afvoeren

'Voorkomen is beter dan genezen' is van toepassing op foutaansluitingen. In het verleden is geëxperimenteerd met het toepassen van verschillende kleuren voor de afvalwater- en regenwaterleidingen. Echter zonder doorslaand succes. De beste garantie op het voorkomen van foutaansluitingen lijkt te worden verkregen door een ondergrondse afvoer van het afvalwater en een bovengrondse afvoer van het regenwater, in ieder geval tot aan het publieke domein.

Aanbeveling 6: Rioolvreemd water aanpakken bij de bron

Brongerichte aanpak van rioolvreemd water kan leiden tot een aanzienlijke besparing in de exploitatiekosten van de rioolgemalen en RWZI. Bovendien leidt de aanpak van rioolvreemd water tot vermindering van de emissies op stedelijk water voor stoffen die vooral in huishoudelijk afvalwater voorkomen.

Aanbeveling 7: Stel onderzoek in naar rendement zuiveringsvoorzieningen

Er is weinig bekend over de rendementen van vooral de randvoorzieningen. Het verdient aanbeveling om hiernaar meer onderzoek uit te voeren. Daarbij is ook meer inzicht in de relatie tussen hydraulische belasting, influentsamenstelling en zuiveringsrendement gewenst. De resultaten moeten leiden tot meer afgewogen systeemoptimalisaties.

Aanbeveling 8: Toepassen van dynamisch rendement RWZI

De huidige versie van EMOS maakt gebruik van vaste rendementen voor de RWZI. Het is van belang om het dynamische karakter van de rendementen van de RWZI zo realistisch mogelijk in het model op te nemen. Het STOWA onderzoek 'Het effect van afkoppelen van hemelwater op de RWZI' [STOWA 2008.14] zal hierin inzicht kunnen bieden. De voorlopige conclusies zijn:

voor sommige stoffen, vooral de metalen, is een vast rendement een reële benadering;
 voor sommige stoffen, bijvoorbeeld N_{tot} , is een dynamische modellering aan te raden;
 voor sommige stoffen, bijvoorbeeld CZV en P_{tot} , kan wordt uitgegaan van een vaste effluent concentratie.

Kanttekening

De conclusies ten aanzien van CZV hebben evenals voor de andere stoffen betrekking op jaarvrachten. Hierbij moet in aanmerking worden genomen dat voor CZV, als zuurstofbindende stof, het belang van piekvrachten prevaleert boven dat van de jaarvrachten. In het kader van het onderzoek is die verdieping achterwege gebleven.

11.4 ONDERZOEKSVRAGEN

Op basis van de conclusies en aanbevelingen zijn onderstaande (vervolg)onderzoeksvragen geformuleerd. De beantwoording van de geformuleerde onderzoeksvragen hebben niet hetzelfde gewicht als het gaat om het oplossen van de meest voorkomende knelpunten in het watersysteem. Voordat tot uitvoering wordt overgegaan zal eerst een prioritering moeten plaatsvinden, waarvoor een breed draagvlak bestaat.

Vuilgehalten

- Wat zijn de vuilgehalten voor de acht geselecteerde stoffen in de drie deelstromen binnen EMOS (bronnen, overdrachts- en lozingspunten) voor gemengde, gescheiden en verbeterd gescheiden stelsels?
- Wat zijn de statistische kenmerken (gemiddelde, mediaan, betrouwbaarheidsinterval) van deze vuilgehalten?
- In welke mate beïnvloeden stelselspecifieke eigenschappen van een riolering het vuilgehalte en is deze invloed stofafhankelijk?

Stofeigenschappen

- In welke verhouding opgelost/geadsorbeerd komen de stoffen in bovenstaande deelstromen voor?
- Welke stoffen adsorberen aan welke korreldeeltjes en wat zijn de bezinkeigenschappen van die geadsorbeerde stoffen?

Rendementen

- Wat is de invloed van fluctuaties (zowel hydraulische en als vuiltechnisch) van het influent op het zuiveringsrendement van de RWZI voor de geselecteerde stoffen?
- Wat is het rendement van randvoorzieningen zoals bergbezinkbassins, lamellen-

afscheiders, wadi's, infiltratiekragen en -riolen, helofytenfilters, en dergelijke bij zowel gemengde als regenwaterlozingen?

- Wat zijn de statistische kenmerken van de rendementen van randvoorzieningen, zoals bepaald in voorgaande vraag?
- Welke factoren (bijv. stelsel- of stoffeigenschappen, samenstelling influent) beïnvloeden het zuiveringsrendement van randvoorzieningen bij riolering?

Processen

- In welke mate beïnvloeden processen in de riolering de vuilgehalten in de volumestromen?
- Welke stelseigenschappen en externe factoren beïnvloeden de rioleringsprocessen?
- Zijn processen in de riolering zo te beschrijven, dat de emissies voorspelbaar zijn?

Effecten

- Welke waterkwaliteitsproblemen worden ervaren in het watersysteem en wat is de relatieve bijdrage vanuit het afvalwatersysteem aan deze problemen?
- In welke mate is deze relatieve bijdrage te beïnvloeden door maatregelen in het afvalwatersysteem door bronmaatregelen (aanpak diffuse bronnen, gescheiden sanitatie, en dergelijke) of end of pipe maatregelen?
- Wat zijn de lange termijn effecten van het continue infiltreren van emissies in de stedelijke bodem en de waterbodem?

Randvoorwaarden

- Welke protocollen moeten worden gevolgd opdat de verzamelde meetgegevens aan de vereiste kwaliteitseisen voldoen? De toegankelijkheid van betrouwbare meetgegevens kan worden verbeterd door in analogie met de STOWA-regenwaterdatabase een algemene databank (gemengde en regenwaterlozingen) voor vuilgehalten in verschillende deelstromen op te zetten.
- Is het mogelijk een MKBA-methode te ontwikkelen, waarmee op lokaal niveau geloofwaardig de kosten tegenover de baten kunnen worden gesteld op grond waarvan een zo goed mogelijk gefundeerde systeemkeuze mogelijk is?

Het EMOS-model is - gratis - beschikbaar. Voor meer informatie zie <http://www.stowa.nl/Service/Publicaties/index.aspx>, rapport 2009-W-06.

BIJLAGE 1

EMOS, EMISSIEMODEL VOOR SYSTEEMKEUZE

Een uitgebreide beschrijving van de eigenschappen van EMOS zijn opgenomen in het deelrapport 'EMOS, EmissieModel voor Systeemkeuze' [STOWA 2009-W-06]

Aanleiding

De stedelijke wateropgave voor gemeenten vindt zijn basis in het rijksbeleid voor 'Waterbeheer 21^e eeuw' en de Kaderrichtlijn Water (KRW). Kortweg komen de doelstellingen neer op het vertragen van de afvoer van regenwater en verbetering van de waterkwaliteit in het oppervlaktewater. Een belangrijke maatregel om aan de beleidsdoelstellingen te voldoen is afkoppelen van regenwater uit de riolering. Door regenwater uit het riool te halen:

- kan men invulling geven aan de trits 'vasthouden-bergen-afvoeren';
- voorkomt men lozingen van afvalwater uit gemengde rioolstelsels;
- verminderen de effluentvrachten van RWZI's,
- verbeterd de waterkwaliteit van het oppervlaktewater.

Het huidige beleid is onder meer ingegeven door het uitgangspunt dat regenwater schoner is dan gemengd overstortwater. Op grond van dat uitgangspunt is er een generieke aanpak voor het afkoppelen van regenwater ontstaan. Hierbij wordt voorbij gegaan aan het feit dat bij het afkoppelen van regenwater de lozingsvolumen in het stedelijk gebied zodanig toenemen, dat de emissies groter worden dan bij gemengde stelsels, ondanks de kleinere vuilgehalten. Om onder lokale omstandigheden tot een weloverwogen systeemkeuze te komen, waarmee rekening wordt gehouden met de effecten voor afvalwaterketen en watersysteem, heeft STOWA een onderzoek laten uitvoeren met de volgende opdracht:

- Het opstellen van een expertmodel (EMOS), waarmee voor diverse stoffen de emissies vanuit het totale afvalwatersysteem (riolering en RWZI) kunnen worden bepaald op grond waarvan een systeemkeuze van de riolering (inclusief afkoppelvraagstukken) kan worden gemaakt.
- Het uitvoeren van een onderzoeksplan om meer inzicht te verwerven in de verschillende invloedsfactoren op de voornoemde systeemkeuze.
- Het in beeld brengen van eventuele leemten in kennis.

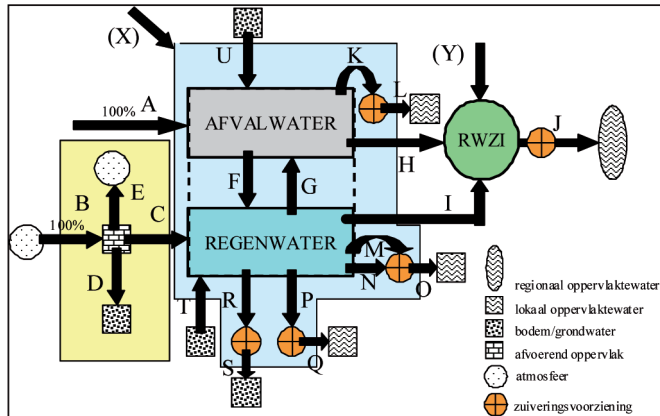
Samenvattend is EMOS een hulpmiddel voor maatregel – effect relaties in de riolering. Het laat hiaten in kennis zien en geeft oplossingsrichtingen voor effectieve inspanningen in beheer en of investeringen.

In het voorliggende rapport wordt verslag gedaan van de resultaten van de eerste deelopdracht. In het rapport ' Invloed van de systeemkeuze op de emissies uit het afvalwaterketen' [STOWA 2009.31] worden de resultaten beschreven van het onderzoeksplan.

EMOS (EmissieModel voor Systeemkeuze)

Het model is gebaseerd op een bakbenadering en omvat het totale afvalwatersysteem (riolering en RWZI). Op die manier kan het gehele afstroomgebied naar een RWZI worden gemodelleerd. Voor de rioolstelsels kan gekozen worden uit 9 stelseltypen (gemengde en gescheiden) en alle denkbare combinaties. Ook voor randvoorzieningen biedt EMOS ruime mogelijkheden (BBB's, lamellenafscheiders, wadi's, en dergelijke).

EMOS BASISSCHEMA



In bovenstaand schema is het basisschema weergegeven voor één rioolstelsel, aangesloten op de RWZI. De afvalwaterstroom A en hemelwaterstroom B worden door het gehele systeem gevolgd zodat bij de lozingspunten bekend is welk deel van de lozing waar vandaan komt (fractieberekeningen). Door de mengfactoren F en G kunnen de afvalwater- en regenwatercomponent gecombineerd worden tot een gemengd stelsel of kunnen bij gescheiden stelsels de effecten van foutaansluitingen worden onderzocht. De afvalwater- en regenwaterstromen zijn vrij definieerbaar in omvang en verloop.

Voor de emissieberekeningen kunnen aan de waterstromen vuilgehalten worden toegevoegd voor tien verschillende stoffen. Deze concentraties kunnen aan de bronstromen of aan lozingsvolumen worden gekoppeld. Het model is standaard uitgerust met literatuurwaarden voor de vuilconcentraties van acht verschillende stoffen, maar stoffen kunnen ook zelf gedefinieerd worden. Door de fractieberekeningen voor de waterstromen (zie hierboven) is het ook mogelijk om de emissies bij de lozingspunten te herleiden tot de bron. Op die manier kunnen effecten van bronmaatregelen beter in beeld worden gebracht.

Zuiveringsrendementen van randvoorzieningen en RWZI zijn als statische waarden gedefinieerd. De waarde hangt af van de beschouwde stof. In het STOWA-onderzoek 'Het effect van afkoppelen van hemelwater op de RWZI' [STOWA 2008.14] is de invloed van een variabele hydraulische belasting op de zuiveringsrendementen onderzocht. De relaties die daarbij zijn opgesteld worden in een volgende versie van EMOS opgenomen. Met deze functionaliteit kunnen de effecten van het afkoppelen op de zuiveringsrendementen worden meegerekend.

Toepassingsgebied

Door de integrale benadering van het hele afvalwatersysteem, de fractieboekhouding vanuit de drie bronnen en het brede scala van stoffen, kan EMOS voor uiteenlopende doeleinden worden toegepast. Het model kan worden ingezet bij onderzoeksprojecten, de vorming van beleid, strategie of visie, systeemoptimalisatie, gevoeligheidsanalyses, enz.

Ook in het projectstadium kan het model worden benut, als het om de definitieve systeemkeuze voor het voorontwerp gaat. Bij toepassing van de bronbenadering kunnen ook de effecten van innovatieve ontwikkelingen (nieuwe sanitatie, diffuse bronnen, en dergelijke) of de invloed van oneigenlijke verschijnselen in de riolering (foutaansluitingen, rioolvreemd water, en dergelijke) worden verkend.

Stofselectie en vuilgehalten

Het model is standaard uitgerust met literatuurwaarden voor de vuilconcentraties van acht verschillende stoffen, die samen een breed spectrum aan eigenschappen vertegenwoordigen. Voor deze stoffen ook onder- en bovengrenzen voor de vuilgehalten opgenomen, zodat ook de range in optredende vuilvrachten inzichtelijk wordt.

STOFSELECTIE

Stof	Stofgroep
CZV	zuurstofbindende stoffen
P-totaal	nutriënten
Koper	zware metalen
Zink	zware metalen
Benzo(k)-fluorantheen	organische microverontreinigingen
Glyfosaat	bestrijdingsmiddelen
E-coli bacteriën	pathogene organismen
Oestron	hormonen

De verzamelde vuilgehalten zijn tot stand gekomen aan de hand van een literatuur-recherche. De belangrijkste bronnen waren het eindrapport van de NWRW [NWRW 1989], de STOWA-regenwaterdatabase [STOWA 2007] en de CBS-website [CBS 2007]. De omvang van de aangetroffen informatie was veelal zo beperkt dat hierop vrijwel geen statistische beweringen mogelijk waren.

Conclusies

EMOS is een gebruiksvriendelijk rekenmodel dat door zijn flexibele opzet geschikt is voor uiteenlopende toepassingen. Een deel van zijn onderscheidend vermogen ontleent het model aan de mogelijkheid om de water- en stofstromen vanaf de bron te volgen tot aan de lozingspunten van het afvalwatersysteem te volgen, zodat bekend is uit welke bron de lozingsvolumen en emissies afkomstig zijn.

Voor de emissieberekeningen is het model uitgerust met defaultwaarden voor de vuilgehalten van acht representatieve stoffen. De vuilgehalten zijn verzameld uit een literatuur-recherche. De omvang en betrouwbaarheid van de aangetroffen vuilgehalten laat echter veel te wensen over. De hoogte van de jaarlijkse investeringen in het afvalwatersysteem rechtvaardigt een goed onderbouwd, landelijk onderzoeksprogramma om de leemten in relevante kennis op te vullen.

Aanbevelingen

Naast bovenstaande conclusies worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Het stimuleren van goed gestructureerd en gedocumenteerd meetonderzoek om de leemten in relevante kennis aan te vullen.

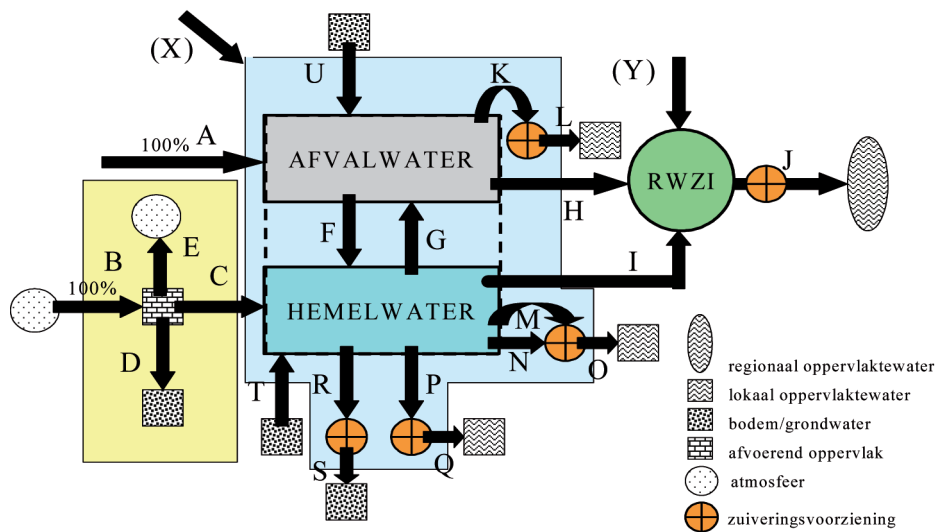
- Het inbouwen van de relaties voor dynamische rendementen van RWZI's als functie van de afkoppelingsgraad en aandeel rioolvreemd water.
- Het regelmatig verversen van de defaultwaarden voor de vuilgehalten in EMOS op grond van nieuw, uit onderzoek beschikbaar gekomen meetgegevens.

BIJLAGE 2

STOFFENTABEL – DEELSTROMEN EN CONCENTRATIES

Toelichting

1. De lettercodes in de kolommen verwijzen naar de volumestromen in het EMOS-modelschema.
2. In een aantal vakjes zijn geen concentraties vermeld, wat betekent dat er in de literatuur hiervoor geen waarden zijn gevonden.
3. Daar waar nulwaarden zijn vermeld, betekent dat de betreffende stof in die deelstroom niet voorkomt (voorbeelden: oestron in regenwater of glyfosaat in huishoudelijk afvalwater).
4. De in de tabel vermelde waarden voor oestron in huishoudelijk afvalwater zijn afgeleid uit in influent gemeten waarden door deze waarden met een factor 1,5 te vermenigvuldigen. Deze factor komt overeen met de verhouding van de jaarvolumes DWA en regenwater in het influent (DWA = 877 mm; HWA = 582 mm).



OVERZICHT DEFAULTWAARDEN STOFCONCENTRATIES DEELSTROMEN								
	BRONBENADERING		TOETSINGSWAARDEN		LOZINGSBENADERING			
CZV	Huishoudelijk afvalwater	Rioolinloop, infiltratie, foutsluiting	Influent RWZI gemengd	Influent RWZI hemelwater	Effluent RWZI	Lozing gemengd stelsel	Lozing (V)GS	
	A, F	C, D, Ga, Gb	H	I	J	K, Uexf	M, N, P, R, Texf	
	ondergrens [mg/l]	700	24	364	36		148	36
	rekenwaarde [mg/l]	900	39	550	48	43	259	48
bovengrens [mg/l]	1100	75	1300	69		389	69	
Ptotaal	Huishoudelijk afvalwater	Rioolinloop, infiltratie, foutsluiting	Influent RWZI gemengd	Influent RWZI hemelwater	Effluent RWZI	Lozing gemengd stelsel	Lozing (V)GS	
	A, F	C, D, Ga, Gb	H	I	J	K, Uexf	M, N, P, R, Texf	
	ondergrens [mg/l]	15,0	0,2	6,3	0,3	0,5	2,1	0,3
	rekenwaarde [mg/l]	20,0	0,3	8,0	0,4	2,0	3,1	0,4
bovengrens [mg/l]	30,0	0,5	13,0	0,6	29,0	4,8	0,6	
Koper	Huishoudelijk afvalwater	Rioolinloop, infiltratie, foutsluiting	Influent RWZI gemengd	Influent RWZI hemelwater	Effluent RWZI	Lozing gemengd stelsel	Lozing (V)GS	
	A, F	C, D, Ga, Gb	H	I	J	K, Uexf	M, N, P, R, Texf	
	ondergrens [µg/l]	50	8		9		67	9
	rekenwaarde [µg/l]	65	20	79	25	10	92	25
bovengrens [µg/l]	75	45		53	95	113	53	
Zink	Huishoudelijk afvalwater	Rioolinloop, infiltratie, foutsluiting	Influent RWZI gemengd	Influent RWZI hemelwater	Effluent RWZI	Lozing gemengd stelsel	Lozing (V)GS	
	A, F	C, D, Ga, Gb	H	I	J	K, Uexf	M, N, P, R, Texf	
	ondergrens [µg/l]	120	47		88		357	88
	rekenwaarde [µg/l]	150	110	228	289	46	431	289
bovengrens [µg/l]	175	292		459	210	472	459	
Benzo(k)fluor-antheen	Huishoudelijk afvalwater	Rioolinloop, infiltratie, foutsluiting	Influent RWZI gemengd	Influent RWZI hemelwater	Effluent RWZI	Lozing gemengd stelsel	Lozing (V)GS	
	A, F	C, D, Ga, Gb	H	I	J, Jb	K, Uexf	M, N, P, R, Texf	
	ondergrens [µg/l]	0	6,0E-03					
	rekenwaarde [µg/l]	0	1,0E-02			1,0E-01		
bovengrens [µg/l]	0	4,0E-02			2,5E-01			
E-coli	Huishoudelijk afvalwater	Rioolinloop, infiltratie, foutsluiting	Influent RWZI gemengd	Influent RWZI hemelwater	Effluent RWZI	Lozing gemengd stelsel	Lozing (V)GS	
	A, F	C, D, Ga, Gb	H	I	J, Jb	K, Uexf	M, N, P, R, Texf	
	ondergrens [kve/100 ml]	6,0E+06	6,8E+03	5,0E+01		1,0E+00		
	rekenwaarde [kve/100 ml]	1,0E+07	1,2E+04			2,0E+04		
bovengrens [kve/100 ml]	1,0E+09	2,4E+04	7,9E+05		5,5E+04			
Glyfosaat	Huishoudelijk afvalwater	Rioolinloop, infiltratie, foutsluiting	Influent RWZI gemengd	Influent RWZI hemelwater	Effluent RWZI	Lozing gemengd stelsel	Lozing (V)GS	
	A, F	C, D, Ga, Gb	H	I	J, Jb	K, Uexf	M, N, P, R, Texf	
	ondergrens [µg/l]	0	2,4					
	rekenwaarde [µg/l]	0	4,4			4,0		
bovengrens [µg/l]	0	6,1			4,6			
Oestron	Huishoudelijk afvalwater	Rioolinloop, infiltratie, foutsluiting	Influent RWZI gemengd	Influent RWZI hemelwater	Effluent RWZI	Lozing gemengd stelsel	Lozing (V)GS	
	A, F	C, D, Ga, Gb	H	I	J, Jb	K, Uexf	M, N, P, R, Texf	
	ondergrens [ng/l]	60	0	40		2		
	rekenwaarde [ng/l]	113	0	75		5		
bovengrens [ng/l]	225	0	150		30			

BIJLAGE 3

VOLUMESTROMEN

Volume		Sheet JG_Absoluut_vol_10jr Omschrijving Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden jaarlijks gemiddelde, volumes (m3 en mm)									
m3	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal						
Kleinste lozing	GS	87672	VGM	2965	GM	11364	GM	8874	VGS+	166070	
	GS+	87672	GM	4165	VGM	11364	VGM	8874	VGS	166088	
	GS-bodem	87672	GS_inf	12076	GS	11364	GS	8874	GS	166102	
	GS_inf	87672	VGS	15231	VGS	11364	VGS	8874	GS+	166102	
	VGS+	120534	VGS+	25298	GS+	11364	GS+	8874	GS-bodem	166102	
	VGS	130618	GS	58191	GS-bodem	11364	GS-bodem	8874	GS_inf	166102	
	GM	141698	GS+	58191	VGS+	11364	GS_inf	8874	VGM	166102	
	VGM	142898	GS-bodem	58191	GS_inf	57480	VGS+	8874	GM	166102	
Grootste lozing											

Volume		Sheet JG_Absoluut_vol_oob_10jr Omschrijving Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden per bron jaarlijks gemiddelde, volumes bij rioleringskenmerken ondergrens-ondergrens-bovengrens (m3 en mm)									
m3	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal						
Kleinste lozing	GS	87672	VGM	7958	GM	0	GM	9585	VGS+	166077	
	GS+	87672	GM	12037	VGM	0	VGM	9585	VGS	166089	
	GS-bodem	87672	GS_inf	13752	GS	0	GS	9585	VGM	166091	
	GS_inf	87672	VGS	27558	VGS	0	VGS	9585	GS	166103	
	VGS+	112437	VGS+	44055	GS+	0	GS+	9585	GS+	166103	
	VGS	128946	GS	68846	GS-bodem	0	GS-bodem	9585	GS-bodem	166103	
	GM	144481	GS+	68846	VGS+	0	GS_inf	9585	GS_inf	166103	
	VGM	148548	GS-bodem	68846	GS_inf	55094	VGS+	9585	GM	166103	
Grootste lozing											

Volume		Sheet JG_Absoluut_vol_bbo_10jr Omschrijving Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden per bron jaarlijks gemiddelde, volumes bij rioleringskenmerken bovengrens-bovengrens-ondergrens (m3 en mm)									
m3	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal						
Kleinste lozing	GS	87672	VGM	1056	GM	18940	GM	14482	VGS+	166062	
	GS+	87672	GM	1409	VGM	18940	VGM	14482	VGS	166080	
	GS-bodem	87672	VGS	8641	GS	18940	GS	14482	GS	166095	
	GS_inf	87672	GS_inf	10032	VGS	18940	VGS	14482	GS+	166095	
	VGS+	120109	VGS+	12531	GS+	18940	GS+	14482	GS-bodem	166095	
	VGS	124016	GS	45001	GS-bodem	18940	GS-bodem	14482	GS_inf	166095	
	GM	131264	GS+	45001	VGS+	18940	GS_inf	14482	GM	166095	
	VGM	131616	GS-bodem	45001	GS_inf	53909	VGS+	14482	VGM	166095	
Grootste lozing											

Volume		Sheet JG_Absoluut_vol_60%rv_10jr Omschrijving Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden jaarlijks gemiddelde, volumes 60% rioolvreemd water (tov DWA) (m3 en mm)									
m3	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal						
Kleinste lozing	GS	87672	VGM	3150	GM	11364	GM	8874	VGS+	166070	
	GS+	87672	GM	4435	VGM	11364	VGM	8874	VGS	166088	
	GS-bodem	87672	GS_inf	12076	GS	11364	GS	8874	GS	166102	
	GS_inf	87672	VGS	15231	VGS	11364	VGS	8874	GS+	166102	
	VGS+	120534	VGS+	25298	GS+	11364	GS+	8874	GS-bodem	166102	
	VGS	130618	GS	58191	GS-bodem	11364	GS-bodem	8874	GS_inf	166102	
	GM	194032	GS+	58191	VGS+	11364	GS_inf	8874	VGM	218705	
	VGM	195316	GS-bodem	58191	GS_inf	57480	VGS+	8874	GM	218705	
Grootste lozing											

BIJLAGE 4

STOFafhANKELIJKHEID

Volume		Sheet	JG_Absoluut_vol_10jr							
		Omschrijving	Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden jaarlijks gemiddelde, volumes (m3 en mm)							
m3		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			Totaal		
Kleinste lozing	GS	87672	VGM	2965	GM	11364	GM	8874	VGS+	166070
	GS+	87672	GM	4165	VGM	11364	VGM	8874	VGS	166088
	GS-bodem	87672	GS_inf	12076	GS	11364	GS	8874	GS	166102
	GS_inf	87672	VGS	15231	VGS	11364	VGS	8874	GS+	166102
	VGS+	120534	VGS+	25298	GS+	11364	GS+	8874	GS-bodem	166102
	VGS	130618	GS	58191	GS-bodem	11364	GS-bodem	8874	GS_inf	166102
	GM	141698	GS+	58191	VGS+	11364	GS_inf	8874	VGM	166102
	Grootste lozing	VGM	142898	GS-bodem	58191	GS_inf	57480	VGS+	8874	GM

Volume		Sheet	JG_Absoluut_vol_oob_10jr							
		Omschrijving	Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden per bron jaarlijks gemiddelde, volumes bij rioleringskenmerken ondergrens-ondergrens-bovengrens (m3 en mm)							
m3		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			Totaal		
Kleinste lozing	GS	87672	VGM	7958	GM	0	GM	9585	VGS+	166077
	GS+	87672	GM	12037	VGM	0	VGM	9585	VGS	166089
	GS-bodem	87672	GS_inf	13752	GS	0	GS	9585	VGM	166091
	GS_inf	87672	VGS	27558	VGS	0	VGS	9585	GS	166103
	VGS+	112437	VGS+	44055	GS+	0	GS+	9585	GS+	166103
	VGS	128946	GS	68846	GS-bodem	0	GS-bodem	9585	GS-bodem	166103
	GM	144481	GS+	68846	VGS+	0	GS_inf	9585	GS_inf	166103
	Grootste lozing	VGM	148548	GS-bodem	68846	GS_inf	55094	VGS+	9585	GM

Volume		Sheet	JG_Absoluut_vol_bbo_10jr							
		Omschrijving	Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden per bron jaarlijks gemiddelde, volumes bij rioleringskenmerken bovengrens-bovengrens-ondergrens (m3 en mm)							
m3		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			Totaal		
Kleinste lozing	GS	87672	VGM	1056	GM	18940	GM	14482	VGS+	166062
	GS+	87672	GM	1409	VGM	18940	VGM	14482	VGS	166080
	GS-bodem	87672	VGS	8641	GS	18940	GS	14482	GS	166095
	GS_inf	87672	GS_inf	10032	VGS	18940	VGS	14482	GS+	166095
	VGS+	120109	VGS+	12531	GS+	18940	GS+	14482	GS-bodem	166095
	VGS	124016	GS	45001	GS-bodem	18940	GS-bodem	14482	GS_inf	166095
	GM	131264	GS+	45001	VGS+	18940	GS_inf	14482	GM	166095
	Grootste lozing	VGM	131616	GS-bodem	45001	GS_inf	53909	VGS+	14482	VGM

Volume		Sheet	JG_Absoluut_vol_60%rv_10jr							
		Omschrijving	Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden jaarlijks gemiddelde, volumes 60% rioolvreemd water (tov DWA) (m3 en mm)							
m3		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			Totaal		
Kleinste lozing	GS	87672	VGM	3150	GM	11364	GM	8874	VGS+	166070
	GS+	87672	GM	4435	VGM	11364	VGM	8874	VGS	166088
	GS-bodem	87672	GS_inf	12076	GS	11364	GS	8874	GS	166102
	GS_inf	87672	VGS	15231	VGS	11364	VGS	8874	GS+	166102
	VGS+	120534	VGS+	25298	GS+	11364	GS+	8874	GS-bodem	166102
	VGS	130618	GS	58191	GS-bodem	11364	GS-bodem	8874	GS_inf	166102
	GM	194032	GS+	58191	VGS+	11364	GS_inf	8874	VGM	218705
	Grootste lozing	VGM	195316	GS-bodem	58191	GS_inf	57480	VGS+	8874	GM

mg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GM	43	GS-bodem	21	GS_inf	19	GM	0
	VGM	43	GS+	35	GM	39	VGM	0
	GS	43	VGS+	36	VGM	39	GS	0
	VGS	43	GS	48	GS	39	VGS	0
	GS+	43	VGS	48	VGS+	39	GS+	0
	GS-bodem	43	GS_inf	48	GS+	39	GS-bodem	0
	GS_inf	43	VGM	142	GS-bodem	39	GS_inf	0
	VGS+	43	GM	259	VGS+	39	VGS+	0
Grootste lozing								

mg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GM	2.0	GS+	0.38	GM	0.25	GM	0
	VGM	2.0	VGS+	0.39	VGM	0.25	VGM	0
	GS	2.0	GS-bodem	0.40	GS	0.25	GS	0
	VGS	2.0	GS	0.43	VGS	0.25	VGS	0
	GS+	2.0	VGS	0.43	GS+	0.25	GS+	0
	GS-bodem	2.0	GS_inf	0.43	GS-bodem	0.25	GS-bodem	0
	GS_inf	2.0	VGM	2.4	VGS+	0.25	GS_inf	0
	VGS+	2.0	GM	3.1	GS_inf	0.36	VGS+	0
Grootste lozing								

µg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GM	10	GS-bodem	15	GS_inf	14	GM	0
	VGM	10	GS+	21	GM	20	VGM	0
	GS	10	VGS+	21	VGM	20	GS	0
	VGS	10	GS	25	GS	20	VGS	0
	GS+	10	VGS	25	VGS	20	GS+	0
	GS-bodem	10	GS_inf	25	GS+	20	GS-bodem	0
	GS_inf	10	VGM	61	GS-bodem	20	GS_inf	0
	VGS+	10	GM	92	VGS+	20	VGS+	0
Grootste lozing								

µg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GM	46	GS-bodem	129	GS_inf	91	GM	0
	VGM	46	GS+	251	GM	110	VGM	0
	GS	46	VGS+	255	VGM	110	GS	0
	VGS	46	GS	289	GS	110	VGS	0
	GS+	46	VGS	289	VGS	110	GS+	0
	GS-bodem	46	GS_inf	289	GS+	110	GS-bodem	0
	GS_inf	46	VGM	315	GS-bodem	110	GS_inf	0
	VGS+	46	GM	431	VGS+	110	VGS+	0
Grootste lozing								

BIJLAGE 5

SPREIDING IN VUILGEHALTEN

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	3770	VGM	241	GM	0	GS-bodem	5998
	GS+	3770	GM	616	VGM	443	GS_inf	5998
	GS-bodem	3770	GS_inf	832	GS	443	VGM	6829
	GS_inf	3770	VGS	1049	VGS	443	VGS+	6944
	VGS+	5183	VGS+	1318	GS+	443	VGS	7109
	VGS	5617	GS-bodem	1785	GS-bodem	443	GS+	7110
	GM	6093	GS+	2897	VGS+	443	GS_inf	7153
	Grootste lozing	VGM	6145	GS	4009	GS_inf	1396	VGS+

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	3770	GS_inf	434	GM	443	GM	0	GS_inf	5143
	GS+	3770	VGS	547	VGM	443	VGM	0	GS-bodem	5143
	GS-bodem	3770	VGM	634	GS	443	GS	0	GS_inf	5723
	GS_inf	3770	VGS+	687	VGS	443	VGS	0	GS	6302
	VGS+	5183	GS-bodem	930	GS+	443	GS+	0	VGS+	6313
	VGS	5617	GS+	1510	GS-bodem	443	GS-bodem	0	VGS	6607
	GM	6093	GM	1620	VGS+	443	GS_inf	0	VGM	7222
	Grootste lozing	VGM	6145	GS	2089	GS_inf	940	VGS+	0	GM

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	175	VGM	4.8	GM	2.8	GM	0	GS+	209
	GS+	175	GS_inf	7.2	VGM	2.8	VGM	0	GS-bodem	210
	GS-bodem	175	GM	8.7	GS	2.8	GS	0	GS_inf	210
	GS_inf	175	VGS	9.1	VGS	2.8	VGS	0	GS	213
	VGS+	241	VGS+	14	GS+	2.8	GS+	0	VGS+	258
	VGS	261	GS+	31	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	VGS	273
	GM	283	GS-bodem	32	VGS+	2.8	GS_inf	0	VGM	293
	Grootste lozing	VGM	286	GS	35	GS_inf	28	VGS+	0	GM

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	175	GS_inf	3.6	GM	2.8	GM	0	GS+	194
	GS+	175	VGS	4.6	VGM	2.8	VGM	0	GS-bodem	194
	GS-bodem	175	VGS+	6.8	GS	2.8	GS	0	GS_inf	194
	GS_inf	175	VGM	11	VGS	2.8	VGS	0	GS	196
	VGS+	241	GS+	16	GS+	2.8	GS+	0	VGS+	251
	VGS	261	GS-bodem	16	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	VGS	269
	GM	283	GS	17	VGS+	2.8	GS_inf	0	VGM	300
	Grootste lozing	VGM	286	GM	20	GS_inf	15	VGS+	0	GM

Sheet		JG_Absoluut_CZV_onder_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l) bij ondergrensconcentraties gemengd en bovengrensconcentraties hemelwater						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	43 GS-bodem	31 GS_inf	24 GM	0			
	VGM	43 GS+	50 GM	39 VGM	0			
	GS	43 VGS+	52 VGM	39 GS	0			
	VGS	43 GS	69 GS	39 VGS	0			
	GS+	43 VGS	69 VGS	39 GS+	0			
	GS-bodem	43 GS_inf	69 GS+	39 GS-bodem	0			
Grootste lozing	GS_inf	43 VGM	81 GS-bodem	39 GS_inf	0			
	VGS+	43 GM	148 VGS+	39 VGS+	0			

Sheet		JG_Absoluut_CZV_boven_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l) bij bovengrensconcentraties gemengd en ondergrensconcentraties hemelwater						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	43 GS-bodem	16 GS_inf	16 GM	0			
	VGM	43 GS+	26 GM	39 VGM	0			
	GS	43 VGS+	27 VGM	39 GS	0			
	VGS	43 GS	36 GS	39 VGS	0			
	GS+	43 VGS	36 VGS	39 GS+	0			
	GS-bodem	43 GS_inf	36 GS+	39 GS-bodem	0			
Grootste lozing	GS_inf	43 VGM	214 GS-bodem	39 GS_inf	0			
	VGS+	43 GM	389 VGS+	39 VGS+	0			

Sheet		JG_Absoluut_Ptot_onder_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l) bij ondergrensconcentraties gemengd en bovengrensconcentraties hemelwater						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	2.0 GS+	0.53 GM	0.25 GM	0			
	VGM	2.0 VGS+	0.54 VGM	0.25 VGM	0			
	GS	2.0 GS-bodem	0.55 GS	0.25 GS	0			
	VGS	2.0 GS	0.60 VGS	0.25 VGS	0			
	GS+	2.0 VGS	0.60 GS+	0.25 GS+	0			
	GS-bodem	2.0 GS_inf	0.60 GS-bodem	0.25 GS-bodem	0			
Grootste lozing	GS_inf	2.0 VGM	1.6 VGS+	0.25 GS_inf	0			
	VGS+	2.0 GM	2.1 GS_inf	0.48 VGS+	0			

Sheet		JG_Absoluut_Ptot_boven_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l) bij bovengrensconcentraties gemengd en ondergrensconcentraties hemelwater						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	2.0 GS+	0.27 GM	0.25 GM	0			
	VGM	2.0 VGS+	0.27 VGM	0.25 VGM	0			
	GS	2.0 GS-bodem	0.28 GS	0.25 GS	0			
	VGS	2.0 GS	0.30 VGS	0.25 VGS	0			
	GS+	2.0 VGS	0.30 GS+	0.25 GS+	0			
	GS-bodem	2.0 GS_inf	0.30 GS-bodem	0.25 GS-bodem	0			
Grootste lozing	GS_inf	2.0 VGM	3.7 VGS+	0.25 GS_inf	0			
	VGS+	2.0 GM	4.8 GS_inf	0.27 VGS+	0			

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_onder_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij ondergrensconcentraties gemengd en bovengrensconcentraties hemelwater								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	0.88	VGM	0.13	GM	0.23	GM	0	VGM	1.8
	GS+	0.88	GM	0.28	VGM	0.23	VGM	0	GM	1.9
	GS-bodem	0.88	GS_inf	0.84	GS	0.23	GS	0	VGS	2.3
	GS_inf	0.88	VGS	0.81	VGS	0.23	VGS	0	VGS+	2.6
	VGS+	1.2	VGS+	1.1	GS+	0.23	GS+	0	GS_inf	3.0
	VGS	1.3	GS-bodem	1.9	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0	GS-bodem	3.0
	GM	1.4	GS+	2.6	VGS+	0.23	GS_inf	0	GS+	3.7
Grootste lozing	VGM	1.4	GS	3.1	GS_inf	1.4	VGS+	0	GS	4.2

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_boven_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij bovengrensconcentraties gemengd en ondergrensconcentraties hemelwater								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	0.88	GS_inf	0.11	GM	0.23	GM	0	GS_inf	1.4
	GS+	0.88	VGS	0.14	VGM	0.23	VGM	0	GS-bodem	1.4
	GS-bodem	0.88	VGS+	0.20	GS	0.23	GS	0	GS+	1.6
	GS_inf	0.88	VGM	0.22	VGS	0.23	VGS	0	VGS+	1.6
	VGS+	1.2	GS-bodem	0.32	GS+	0.23	GS+	0	GS	1.6
	VGS	1.3	GS+	0.45	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0	VGS	1.7
	GM	1.4	GM	0.47	VGS+	0.23	GS_inf	0	VGM	1.9
Grootste lozing	VGM	1.4	GS	0.54	GS_inf	0.44	VGS+	0	GM	2.1

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_onder_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij ondergrensconcentraties gemengd en bovengrensconcentraties hemelwater								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	4.0	VGM	0.77	GM	1.3	GM	0	VGM	8.6
	GS+	4.0	GM	1.5	VGM	1.3	VGM	0	GM	9.3
	GS-bodem	4.0	GS_inf	5.5	GS	1.3	GS	0	VGS	14
	GS_inf	4.0	VGS	7.0	VGS	1.3	VGS	0	VGS+	17
	VGS+	5.5	VGS+	10	GS+	1.3	GS+	0	GS-bodem	17
	VGS	6.0	GS-bodem	12	GS-bodem	1.3	GS-bodem	0	GS_inf	17
	GM	6.5	GS+	23	VGS+	1.3	GS_inf	0	GS+	28
Grootste lozing	VGM	6.6	GS	27	GS_inf	7.6	VGS+	0	GS	32

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_boven_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij bovengrensconcentraties gemengd en ondergrensconcentraties hemelwater								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	4.0	VGM	1.0	GM	1.3	GM	0	GS-bodem	7.6
	GS+	4.0	GS_inf	1.1	VGM	1.3	VGM	0	GS_inf	7.6
	GS-bodem	4.0	VGS	1.3	GS	1.3	GS	0	VGS	8.6
	GS_inf	4.0	GM	2.0	VGS	1.3	VGS	0	VGS+	8.8
	VGS+	5.5	VGS+	2.0	GS+	1.3	GS+	0	VGM	8.8
	VGS	6.0	GS-bodem	2.3	GS-bodem	1.3	GS-bodem	0	GS+	9.7
	GM	6.5	GS+	4.4	VGS+	1.3	GS_inf	0	GM	9.7
Grootste lozing	VGM	6.6	GS	5.1	GS_inf	2.5	VGS+	0	GS	10

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_ouder_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij ondergrensconcentraties gemengd en bovengrensconcentraties hemelwater						
µg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			Totaal
Kleinste lozing	GM	10	GS-bodem	32	GM	20	GM	0
	VGM	10	GS+	44	VGM	20	VGM	0
	GS	10	VGM	44	GS	20	GS	0
	VGS	10	VGS+	45	VGS	20	VGS	0
	GS+	10	GS	53	GS+	20	GS+	0
	GS-bodem	10	VGS	53	GS-bodem	20	GS-bodem	0
	GS_inf	10	GS_inf	53	VGS+	20	GS_inf	0
Grootste lozing	VGS+	10	GM	67	GS_inf	25	VGS+	0

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_boven_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij bovengrensconcentraties gemengd en ondergrensconcentraties hemelwater						
µg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			Totaal
Kleinste lozing	GM	10	GS-bodem	5,8	GS_inf	7,6	GM	0
	VGM	10	GS+	7,7	GM	20	VGM	0
	GS	10	VGS+	7,9	VGM	20	GS	0
	VGS	10	GS	9,2	GS	20	VGS	0
	GS+	10	VGS	9,2	VGS	20	GS+	0
	GS-bodem	10	GS_inf	9,2	GS+	20	GS-bodem	0
	GS_inf	10	VGM	75	GS-bodem	20	GS_inf	0
Grootste lozing	VGS+	10	GM	113	VGS+	20	VGS+	0

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_ouder_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij ondergrensconcentraties gemengd en bovengrensconcentraties hemelwater						
µg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			Totaal
Kleinste lozing	GM	46	GS-bodem	205	GM	110	GM	0
	VGM	46	VGM	261	VGM	110	VGM	0
	GS	46	GM	357	GS	110	GS	0
	VGS	46	GS+	398	VGS	110	VGS	0
	GS+	46	VGS+	406	GS+	110	GS+	0
	GS-bodem	46	GS	459	GS-bodem	110	GS-bodem	0
	GS_inf	46	VGS	459	VGS+	110	GS_inf	0
Grootste lozing	VGS+	46	GS_inf	459	GS_inf	132	VGS+	0

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_boven_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij bovengrensconcentraties gemengd en ondergrensconcentraties hemelwater						
µg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer			Totaal
Kleinste lozing	GM	46	GS-bodem	39	GS_inf	43	GM	0
	VGM	46	GS+	76	GM	110	VGM	0
	GS	46	VGS+	78	VGM	110	GS	0
	VGS	46	GS	88	GS	110	VGS	0
	GS+	46	VGS	88	VGS	110	GS+	0
	GS-bodem	46	GS_inf	88	GS+	110	GS-bodem	0
	GS_inf	46	VGM	345	GS-bodem	110	GS_inf	0
Grootste lozing	VGS+	46	GM	472	VGS+	110	VGS+	0

BIJLAGE 6

STELSELKENMERKEN

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	3770	GS_inf	660	GM	0	GS-bodem	5223
	GS+	3770	VGM	1134	VGM	0	GS_inf	5223
	GS-bodem	3770	VGS	1323	GS	0	GS+	6149
	GS_inf	3770	GS-bodem	1453	VGS	0	VGS+	6386
	VGS+	4835	VGS+	1552	GS+	0	VGS	6867
	VGS	5545	GS+	2379	GS-bodem	0	GS	7074
	GM	6213	GM	3118	VGS+	0	GS_inf	7521
	Grootste lozing	VGM	6388	GS	3305	GS_inf	793	VGS+

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	3770	VGM	150	GM	739	GS-bodem	5494
	GS+	3770	GM	365	VGM	739	GS_inf	5494
	GS-bodem	3770	VGS	415	GS	739	GS+	6081
	GS_inf	3770	VGS+	468	VGS	739	VGS+	6371
	VGS+	5165	GS_inf	482	GS+	739	VGS	6486
	VGS	5333	GS-bodem	985	GS-bodem	739	VGM	6549
	GM	5644	GS+	1573	VGS+	739	GS_inf	6669
	Grootste lozing	VGM	5680	GS	2180	GS_inf	1242	VGS+

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	175	GS_inf	5.9	GM	0	GS+	202
	GS+	175	VGS	12	VGM	0	GS-bodem	203
	GS-bodem	175	VGS+	17	GS	0	GS_inf	203
	GS_inf	175	VGM	19	VGS	0	GS	205
	VGS+	225	GS+	26	GS+	0	VGS+	242
	VGS	258	GS-bodem	27	GS-bodem	0	VGS	270
	GM	289	GS	30	VGS+	0	VGM	316
	Grootste lozing	VGM	297	GM	37	GS_inf	21	VGS+

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	175	VGM	2.5	GM	4.7	GS+	197
	GS+	175	VGS	3.7	VGM	4.7	GS-bodem	198
	GS-bodem	175	GS_inf	4.3	GS	4.7	GS_inf	198
	GS_inf	175	GM	4.4	VGS	4.7	GS	199
	VGS+	240	VGS+	4.9	GS+	4.7	VGS+	250
	VGS	248	GS+	17	GS-bodem	4.7	VGS	256
	GM	263	GS-bodem	18	VGS+	4.7	VGM	271
	Grootste lozing	VGM	263	GS	19	GS_inf	18	VGS+

CZV		Sheet JG_Absoluut_CZV_oob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l) bij rioleringskenmerken ondergrens-ondergrens-bovengrens						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	43 GS-bodem	21 GM	0 GM	0			
	VGM	43 GS+	35 VGM	0 VGM	0			
	GS	43 VGS+	35 GS	0 GS	0			
	VGS	43 GS	48 VGS	0 VGS	0			
	GS+	43 VGS	48 GS+	0 GS+	0			
	GS-bodem	43 GS_inf	48 GS-bodem	0 GS-bodem	0			
	GS_inf	43 VGM	142 VGS+	0 GS_inf	0			
Grootste lozing	VGS+	43 GM	259 GS_inf	14 VGS+	0			

CZV		Sheet JG_Absoluut_CZV_bbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l) bij rioleringskenmerken bovengrens-bovengrens-ondergrens						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	43 GS-bodem	22 GS_inf	23 GM	0			
	VGM	43 GS+	35 GM	39 VGM	0			
	GS	43 VGS+	37 VGM	39 GS	0			
	VGS	43 GS	48 GS	39 VGS	0			
	GS+	43 VGS	48 VGS	39 GS+	0			
	GS-bodem	43 GS_inf	48 GS+	39 GS-bodem	0			
	GS_inf	43 VGM	142 GS-bodem	39 GS_inf	0			
Grootste lozing	VGS+	43 GM	259 VGS+	39 VGS+	0			

Ptot		Sheet JG_Absoluut_Ptot_oob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l) bij rioleringskenmerken ondergrens-ondergrens-bovengrens						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	2.0 GS+	0.38 GM	0 GM	0			
	VGM	2.0 VGS+	0.38 VGM	0 VGM	0			
	GS	2.0 GS-bodem	0.40 GS	0 GS	0			
	VGS	2.0 GS	0.43 VGS	0 VGS	0			
	GS+	2.0 VGS	0.43 GS+	0 GS+	0			
	GS-bodem	2.0 GS_inf	0.43 GS-bodem	0 GS-bodem	0			
	GS_inf	2.0 VGM	2.4 VGS+	0 GS_inf	0			
Grootste lozing	VGS+	2.0 GM	3.1 GS_inf	0.39 VGS+	0			

Ptot		Sheet JG_Absoluut_Ptot_bbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l) bij rioleringskenmerken bovengrens-bovengrens-ondergrens						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	2.0 GS+	0.38 GM	0.25 GM	0			
	VGM	2.0 VGS+	0.39 VGM	0.25 VGM	0			
	GS	2.0 GS-bodem	0.40 GS	0.25 GS	0			
	VGS	2.0 GS	0.43 VGS	0.25 VGS	0			
	GS+	2.0 VGS	0.43 GS+	0.25 GS+	0			
	GS-bodem	2.0 GS_inf	0.43 GS-bodem	0.25 GS-bodem	0			
	GS_inf	2.0 VGM	2.4 VGS+	0.25 GS_inf	0			
Grootste lozing	VGS+	2.0 GM	3.1 GS_inf	0.34 VGS+	0			

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_oob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij rioleringskenmerken ondergrens-ondergrens-bovengrens						
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	0.88	GS_inf	0.34	GM	0	GS-bodem	1.9
	GS+	0.88	VGM	0.49	VGM	0	GS_inf	1.9
	GS-bodem	0.88	VGS	0.69	GS	0	VGM	2.0
	GS_inf	0.88	VGS+	0.93	VGS	0	VGS	2.0
	VGS+	1.1	GS-bodem	1.0	GS+	0	VGS+	2.0
	VGS	1.3	GM	1.1	GS-bodem	0	GS+	2.3
	GM	1.4	GS+	1.4	VGS+	0	GS_inf	2.6
Grootste lozing	VGM	1.5	GS	1.7	GS_inf	0.69	VGS+	2.6

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_bbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij rioleringskenmerken bovengrens-bovengrens-ondergrens						
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	0.88	VGM	0.064	GM	0.38	GM	1.8
	GS+	0.88	GM	0.13	VGM	0.38	VGM	1.8
	GS-bodem	0.88	VGS	0.22	GS	0.38	GS	1.8
	GS_inf	0.88	GS_inf	0.25	VGS	0.38	VGS	1.9
	VGS+	1.2	VGS+	0.27	GS+	0.38	GS+	1.9
	VGS	1.2	GS-bodem	0.69	GS-bodem	0.38	GS-bodem	1.9
	GM	1.3	GS+	0.94	VGS+	0.38	GS_inf	2.2
Grootste lozing	VGM	1.3	GS	1.1	GS_inf	0.82	VGS+	2.4

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_oob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij rioleringskenmerken ondergrens-ondergrens-bovengrens						
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	4.0	VGM	2.5	GM	0	GM	9.3
	GS+	4.0	GS_inf	4.0	VGM	0	VGM	12
	GS-bodem	4.0	GM	5.2	GS	0	GS-bodem	13
	GS_inf	4.0	VGS	8.0	VGS	0	GS_inf	13
	VGS+	5.2	GS-bodem	8.8	GS+	0	GS+	14
	VGS	5.9	VGS+	11	GS-bodem	0	GS-bodem	16
	GM	6.6	GS+	17	VGS+	0	GS_inf	21
Grootste lozing	VGM	6.8	GS	20	GS_inf	4.8	VGS+	24

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_bbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij rioleringskenmerken bovengrens-bovengrens-ondergrens						
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	4.0	VGM	0.33	GM	2.1	GM	8.5
	GS+	4.0	GM	0.61	VGM	2.1	VGM	8.7
	GS-bodem	4.0	VGS	2.5	GS	2.1	GS	10
	GS_inf	4.0	GS_inf	2.9	VGS	2.1	VGS	11
	VGS+	5.5	VGS+	3.2	GS+	2.1	GS+	12
	VGS	5.7	GS-bodem	5.9	GS-bodem	2.1	GS-bodem	12
	GM	6.0	GS+	11	VGS+	2.1	GS_inf	17
Grootste lozing	VGM	6.1	GS	13	GS_inf	5.1	VGS+	19

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_oob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij rioleringskenmerken ondergrens-ondergrens-bovengrens						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	10 GS-bodem	15 GM	0 GM	0			
	VGM	10 GS+	21 VGM	0 VGM	0			
	GS	10 VGS+	21 GS	0 GS	0			
	VGS	10 VGS	25 VGS	0 VGS	0			
	GS+	10 VGS	25 GS+	0 GS+	0			
	GS-bodem	10 GS_inf	25 GS-bodem	0 GS-bodem	0			
	GS_inf	10 VGM	61 VGS+	0 GS_inf	0			
Grootste lozing	VGS+	10 GM	92 GS_inf	13 VGS+	0			

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_bbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij rioleringskenmerken bovengrens-bovengrens-ondergrens						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	10 GS-bodem	15 GS_inf	15 GM	0			
	VGM	10 GS+	21 GM	20 VGM	0			
	GS	10 VGS+	22 VGM	20 GS	0			
	VGS	10 GS	25 GS	20 VGS	0			
	GS+	10 VGS	25 VGS	20 GS+	0			
	GS-bodem	10 GS_inf	25 GS+	20 GS-bodem	0			
	GS_inf	10 VGM	61 GS-bodem	20 GS_inf	0			
Grootste lozing	VGS+	10 GM	92 VGS+	20 VGS+	0			

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_oob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij rioleringskenmerken ondergrens-ondergrens-bovengrens						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	46 GS-bodem	127 GM	0 GM	0			
	VGM	46 GS+	250 VGM	0 VGM	0			
	GS	46 VGS+	252 GS	0 GS	0			
	VGS	46 GS	289 VGS	0 VGS	0			
	GS+	46 VGS	289 GS+	0 GS+	0			
	GS-bodem	46 GS_inf	289 GS-bodem	0 GS-bodem	0			
	GS_inf	46 VGM	315 VGS+	0 GS_inf	0			
Grootste lozing	VGS+	46 GM	431 GS_inf	87 VGS+	0			

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_bbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l) bij rioleringskenmerken bovengrens-bovengrens-ondergrens						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	46 GS-bodem	132 GS_inf	95 GM	0			
	VGM	46 GS+	251 GM	110 VGM	0			
	GS	46 VGS+	258 VGM	110 GS	0			
	VGS	46 GS	289 GS	110 VGS	0			
	GS+	46 VGS	289 VGS	110 GS+	0			
	GS-bodem	46 GS_inf	289 GS+	110 GS-bodem	0			
	GS_inf	46 VGM	315 GS-bodem	110 GS_inf	0			
Grootste lozing	VGS+	46 GM	431 VGS+	110 VGS+	0			

BIJLAGE 7

FOUTAANSLUITINGEN

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	11836	VGM	84	GM	443	GM	0	VGM	12680
	GS+	11836	GM	224	VGM	443	VGM	0	GM	12810
	GS-bodem	11836	GS_inf	471	GS	443	GS	0	VGS	13124
	GS_inf	11836	VGS	594	VGS	443	VGS	0	VGS+	13217
	VGS+	12028	VGS+	746	GS+	443	GS+	0	GS-bodem	13289
	VGS	12087	GS-bodem	1011	GS-bodem	443	GS-bodem	0	GS_inf	13289
	GM	12143	GS+	1640	VGS+	443	GS_inf	0	GS+	13919
	Grootste lozing	VGM	12153	GS	2269	GS_inf	983	VGS+	0	GS

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	11599	VGM	84	GM	443	GM	0	VGM	12680
	GS+	11599	GM	224	VGM	443	VGM	0	GM	12810
	GS-bodem	11599	GS_inf	473	GS	443	GS	0	VGS	13137
	GS_inf	11599	VGS	609	VGS	443	VGS	0	VGS+	13256
	VGS+	12017	VGS+	796	GS+	443	GS+	0	GS-bodem	13528
	VGS	12085	GS-bodem	1486	GS-bodem	443	GS-bodem	0	GS_inf	13528
	GM	12143	GS+	2667	VGS+	443	GS_inf	0	GS+	14709
	Grootste lozing	VGM	12153	GS	3848	GS_inf	1455	VGS+	0	GS

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	11244	VGM	84	GM	443	GM	0	VGM	12680
	GS+	11244	GM	224	VGM	443	VGM	0	GM	12810
	GS-bodem	11244	GS_inf	477	GS	443	GS	0	VGS	13157
	GS_inf	11244	VGS	633	VGS	443	VGS	0	VGS+	13318
	VGS+	12001	VGS+	874	GS+	443	GS+	0	GS-bodem	13886
	VGS	12081	GS-bodem	2198	GS-bodem	443	GS-bodem	0	GS_inf	13886
	GM	12143	GS+	4207	VGS+	443	GS_inf	0	GS+	15894
	Grootste lozing	VGM	12153	GS	6215	GS_inf	2164	VGS+	0	GS

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	10652	VGM	84	GM	443	GM	0	VGM	12680
	GS+	10652	GM	224	VGM	443	VGM	0	GM	12810
	GS-bodem	10652	GS_inf	484	GS	443	GS	0	VGS	13191
	GS_inf	10652	VGS	673	VGS	443	VGS	0	VGS+	13429
	VGS+	11971	VGS+	1014	GS+	443	GS+	0	GS-bodem	14482
	VGS	12075	GS-bodem	3386	GS-bodem	443	GS-bodem	0	GS_inf	14482
	GM	12143	GS+	6773	VGS+	443	GS_inf	0	GS+	17869
	Grootste lozing	VGM	12153	GS	10160	GS_inf	3346	VGS+	0	GS

CZV		Sheet JG_Absoluut_CZV_0%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	85	GSbodem	17	GS_inf	17	GM	0
	GM	86	GS+	28	GM	39	VGM	0
	VGS	93	VGM	28	VGM	39	GS	0
	VGS+	100	VGS+	29	GS	39	VGS	0
	GS	135	GS	39	VGS	39	GS+	0
	GS+	135	VGS	39	GS+	39	GS-bodem	0
	GS-bodem	135	GS_inf	39	GS-bodem	39	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	135	GM	54	VGS+	39	VGS+	0

CZV		Sheet JG_Absoluut_CZV_2%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 2% foutaansluitingen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	85	GSbodem	25	GS_inf	25	GM	0
	GM	86	VGM	28	GM	39	VGM	0
	VGS	93	VGS+	31	VGM	39	GS	0
	VGS+	100	GS_inf	39	GS	39	VGS	0
	GS	135	VGS	40	VGS	39	GS+	0
	GS+	135	GS+	44	GS+	39	GS-bodem	0
	GS-bodem	135	GM	54	GS-bodem	39	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	135	GS	64	VGS+	39	VGS+	0

CZV		Sheet JG_Absoluut_CZV_5%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 5% foutaansluitingen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	85	VGM	28	GS_inf	35	GM	0
	GM	86	VGS+	34	GM	39	VGM	0
	VGS	93	GSbodem	35	VGM	39	GS	0
	VGS+	100	GS_inf	39	GS	39	VGS	0
	GS	135	VGS	41	VGS	39	GS+	0
	GS+	135	GM	54	GS+	39	GS-bodem	0
	GS-bodem	135	GS+	67	GS-bodem	39	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	135	GS	99	VGS+	39	VGS+	0

CZV		Sheet JG_Absoluut_CZV_10%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 10% foutaansluitingen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	85	VGM	28	GM	39	GM	0
	GM	86	VGS+	38	VGM	39	VGM	0
	VGS	93	GS_inf	40	GS	39	GS	0
	VGS+	100	VGS	43	VGS	39	VGS	0
	GS	135	GSbodem	51	GS+	39	GS+	0
	GS+	135	GM	54	GS-bodem	39	GS-bodem	0
	GS-bodem	135	GS+	101	VGS+	39	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	135	GS	152	GS_inf	51	VGS+	0

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	351	VGM	1.2	GM	2.8	GM	0	VGM	357
	GS+	351	GM	2.5	VGM	2.8	VGM	0	GM	358
	GS-bodem	351	GS_inf	3.0	GS	2.8	GS	0	VGS	359
	GS_inf	351	VGS	3.8	VGS	2.8	VGS	0	VGS+	361
	VGS+	352	VGS+	5.7	GS+	2.8	GS+	0	GS+	366
	VGS	353	GS+	13	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	GS-bodem	367
	GM	353	GS-bodem	13	VGS+	2.8	GS_inf	0	GS_inf	367
	Grootste lozing	VGM	353	GS	15	GS_inf	13	VGS+	0	GS

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	344	VGM	1.2	GM	2.8	GM	0	VGM	357
	GS+	344	GM	2.5	VGM	2.8	VGM	0	GM	358
	GS-bodem	344	GS_inf	3.1	GS	2.8	GS	0	VGS	360
	GS_inf	344	VGS	4.1	VGS	2.8	VGS	0	VGS+	362
	VGS+	352	VGS+	7.0	GS+	2.8	GS+	0	GS+	390
	VGS	353	GS+	43	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	GS-bodem	391
	GM	353	GS-bodem	45	VGS+	2.8	GS_inf	0	GS_inf	391
	Grootste lozing	VGM	353	GS	50	GS_inf	45	VGS+	0	GS

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	333	VGM	1.2	GM	2.8	GM	0	VGM	357
	GS+	333	GM	2.5	VGM	2.8	VGM	0	GM	358
	GS-bodem	333	GS_inf	3.2	GS	2.8	GS	0	VGS	360
	GS_inf	333	VGS	4.6	VGS	2.8	VGS	0	VGS+	363
	VGS+	352	VGS+	9.1	GS+	2.8	GS+	0	GS+	424
	VGS	353	GS+	88	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	GS_inf	428
	GM	353	GS-bodem	92	VGS+	2.8	GS_inf	0	GS-bodem	428
	Grootste lozing	VGM	353	GS	102	GS_inf	92	VGS+	0	GS

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	316	VGM	1.2	GM	2.8	GM	0	VGM	357
	GS+	316	GM	2.5	VGM	2.8	VGM	0	GM	358
	GS-bodem	316	GS_inf	3.3	GS	2.8	GS	0	VGS	361
	GS_inf	316	VGS	5.4	VGS	2.8	VGS	0	VGS+	366
	VGS+	351	VGS+	13	GS+	2.8	GS+	0	GS+	482
	VGS	353	GS+	164	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	GS_inf	490
	GM	353	GS-bodem	171	VGS+	2.8	GS_inf	0	GS-bodem	490
	Grootste lozing	VGM	353	GS	190	GS_inf	171	VGS+	0	GS

Ptot		Sheet JG_Absoluut_Ptot_0%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	2.5	GS+ 0.22	GS_inf 0.23	GM 0.23		0	
	GM	2.5	VGS+ 0.23	GM 0.25	VGM 0.25		0	
	VGS	2.7	GS-bodem 0.23	VGM 0.25	GS 0.25		0	
	VGS+	2.9	GS 0.25	GS 0.25	VGS 0.25		0	
	GS	4.0	VGS 0.25	VGS 0.25	GS+ 0.25		0	
	GS+	4.0	GS_inf 0.25	GS+ 0.25	GS-bodem 0.25		0	
	GS-bodem	4.0	VGM 0.42	GS-bodem 0.25	GS_inf 0.25		0	
Grootste lozing	GS_inf	4.0	GM 0.59	VGS+ 0.25	VGS+ 0.25		0	

Ptot		Sheet JG_Absoluut_Ptot_2%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 2% foutaansluitingen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	2.5	GS_inf 0.25	GM 0.25	GM 0.25		0	
	GM	2.5	VGS 0.27	VGM 0.25	VGM 0.25		0	
	VGS	2.7	VGS+ 0.27	GS 0.25	GS 0.25		0	
	VGS+	2.9	VGM 0.42	VGS 0.25	VGS 0.25		0	
	GS	4.0	GM 0.59	GS+ 0.25	GS+ 0.25		0	
	GS+	4.0	GS+ 0.72	GS-bodem 0.25	GS-bodem 0.25		0	
	GS-bodem	4.0	GS-bodem 0.75	VGS+ 0.25	GS_inf 0.25		0	
Grootste lozing	GS_inf	4.0	GS 0.83	GS_inf 0.76	VGS+ 0.25		0	

Ptot		Sheet JG_Absoluut_Ptot_5%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 5% foutaansluitingen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	2.5	GS_inf 0.26	GM 0.25	GM 0.25		0	
	GM	2.5	VGS 0.30	VGM 0.25	VGM 0.25		0	
	VGS	2.7	VGS+ 0.35	GS 0.25	GS 0.25		0	
	VGS+	2.9	VGM 0.42	VGS 0.25	VGS 0.25		0	
	GS	4.0	GM 0.59	GS+ 0.25	GS+ 0.25		0	
	GS+	4.0	GS+ 1.4	GS-bodem 0.25	GS-bodem 0.25		0	
	GS-bodem	4.0	GS-bodem 1.5	VGS+ 0.25	GS_inf 0.25		0	
Grootste lozing	GS_inf	4.0	GS 1.6	GS_inf 1.5	VGS+ 0.25		0	

Ptot		Sheet JG_Absoluut_Ptot_10%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 10% foutaansluitingen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	2.5	GS_inf 0.27	GM 0.25	GM 0.25		0	
	GM	2.5	VGS 0.35	VGM 0.25	VGM 0.25		0	
	VGS	2.7	VGM 0.42	GS 0.25	GS 0.25		0	
	VGS+	2.9	VGS+ 0.48	VGS 0.25	VGS 0.25		0	
	GS	4.0	GM 0.59	GS+ 0.25	GS+ 0.25		0	
	GS+	4.0	GS+ 2.4	GS-bodem 0.25	GS-bodem 0.25		0	
	GS-bodem	4.0	GS-bodem 2.6	VGS+ 0.25	GS_inf 0.25		0	
Grootste lozing	GS_inf	4.0	GS 2.8	GS_inf 2.6	VGS+ 0.25		0	

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_0%_f_10jr									
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en µg/l)									
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	0.57	VGM	0.041	GM	0.23	GM	0	VGM	0.95	
	GS+	0.57	GM	0.087	VGM	0.23	VGM	0	GM	0.99	
	GS-bodem	0.57	GS_inf	0.24	GS	0.23	GS	0	VGS	1.2	
	GS_inf	0.57	VGS	0.30	VGS	0.23	VGS	0	VGS+	1.3	
	VGS+	0.64	VGS+	0.43	GS+	0.23	GS+	0	GS-bodem	1.5	
	VGS	0.66	GS-bodem	0.70	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0	GS_inf	1.5	
	GM	0.68	GS+	0.97	VGS+	0.23	GS_inf	0	GS+	1.8	
	Grootste lozing	VGM	0.68	GS	1.2	GS_inf	0.69	VGS+	0	GS	2.0

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_2%_f_10jr									
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 2% foutaansluitingen (kg en µg/l)									
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	0.56	VGM	0.041	GM	0.23	GM	0	VGM	0.95	
	GS+	0.56	GM	0.087	VGM	0.23	VGM	0	GM	0.99	
	GS-bodem	0.56	GS_inf	0.24	GS	0.23	GS	0	VGS	1.2	
	GS_inf	0.56	VGS	0.31	VGS	0.23	VGS	0	VGS+	1.3	
	VGS+	0.63	VGS+	0.44	GS+	0.23	GS+	0	GS-bodem	1.5	
	VGS	0.66	GS-bodem	0.76	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0	GS_inf	1.5	
	GM	0.68	GS+	1.1	VGS+	0.23	GS_inf	0	GS+	1.8	
	Grootste lozing	VGM	0.68	GS	1.3	GS_inf	0.75	VGS+	0	GS	2.1

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_5%_f_10jr									
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 5% foutaansluitingen (kg en µg/l)									
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	0.54	VGM	0.041	GM	0.23	GM	0	VGM	0.95	
	GS+	0.54	GM	0.087	VGM	0.23	VGM	0	GM	0.99	
	GS-bodem	0.54	GS_inf	0.24	GS	0.23	GS	0	VGS	1.2	
	GS_inf	0.54	VGS	0.31	VGS	0.23	VGS	0	VGS+	1.3	
	VGS+	0.63	VGS+	0.45	GS+	0.23	GS+	0	GS_inf	1.6	
	VGS	0.66	GS-bodem	0.85	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0	GS-bodem	1.6	
	GM	0.68	GS+	1.2	VGS+	0.23	GS_inf	0	GS+	2.0	
	Grootste lozing	VGM	0.68	GS	1.4	GS_inf	0.83	VGS+	0	GS	2.2

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_10%_f_10jr									
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 10% foutaansluitingen (kg en µg/l)									
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	0.51	VGM	0.041	GM	0.23	GM	0	VGM	0.95	
	GS+	0.51	GM	0.087	VGM	0.23	VGM	0	GM	0.99	
	GS-bodem	0.51	GS_inf	0.24	GS	0.23	GS	0	VGS	1.2	
	GS_inf	0.51	VGS	0.31	VGS	0.23	VGS	0	VGS+	1.3	
	VGS+	0.63	VGS+	0.46	GS+	0.23	GS+	0	GS_inf	1.7	
	VGS	0.65	GS-bodem	0.99	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0	GS-bodem	1.7	
	GM	0.68	GS+	1.4	VGS+	0.23	GS_inf	0	GS+	2.2	
	Grootste lozing	VGM	0.68	GS	1.7	GS_inf	0.97	VGS+	0	GS	2.5

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_0%_f_10jr							
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaanstuitingen (kg en µg/l)							
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater		Stedelijk bodem		Atmosfeer		Totaal	
Kleinste lozing	VGM	4.8	GS-bodem	12	GS_inf	12	GM	0	
	GM	4.8	VGM	14	GM	20	VGM	0	
	VGS	5.0	VGS+	17	VGM	20	GS	0	
	VGS+	5.3	VGS+	17	GS	20	VGS	0	
	GS	6.5	GS	20	VGS	20	GS+	0	
	GS+	6.5	VGS	20	GS+	20	GS-bodem	0	
	GS-bodem	6.5	GS_inf	20	GS-bodem	20	GS_inf	0	
Grootste lozing	GS_inf	6.5	GM	21	VGS+	20	VGS+	0	

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_2%_f_10jr							
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 2% foutaanstuitingen (kg en µg/l)							
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater		Stedelijk bodem		Atmosfeer		Totaal	
Kleinste lozing	VGM	4.8	GS-bodem	13	GS_inf	13	GM	0	
	GM	4.8	VGM	14	GM	20	VGM	0	
	VGS	5.0	VGS+	17	VGM	20	GS	0	
	VGS+	5.3	VGS+	18	GS	20	VGS	0	
	GS	6.5	GS_inf	20	VGS	20	GS+	0	
	GS+	6.5	VGS	20	GS+	20	GS-bodem	0	
	GS-bodem	6.5	GM	21	GS-bodem	20	GS_inf	0	
Grootste lozing	GS_inf	6.5	GS	21	VGS+	20	VGS+	0	

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_5%_f_10jr							
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 5% foutaanstuitingen (kg en µg/l)							
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater		Stedelijk bodem		Atmosfeer		Totaal	
Kleinste lozing	VGM	4.8	GS-bodem	14	GS_inf	13	GM	0	
	GM	4.8	VGM	14	GM	20	VGM	0	
	VGS	5.0	VGS+	17	VGM	20	GS	0	
	VGS+	5.3	VGS+	19	GS	20	VGS	0	
	GS	6.5	GS_inf	20	VGS	20	GS+	0	
	GS+	6.5	VGS	20	GS+	20	GS-bodem	0	
	GS-bodem	6.5	GM	21	GS-bodem	20	GS_inf	0	
Grootste lozing	GS_inf	6.5	GS	23	VGS+	20	VGS+	0	

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_10%_f_10jr							
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 10% foutaanstuitingen (kg en µg/l)							
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater		Stedelijk bodem		Atmosfeer		Totaal	
Kleinste lozing	VGM	4.8	VGM	14	GS_inf	15	GM	0	
	GM	4.8	GS-bodem	15	GM	20	VGM	0	
	VGS	5.0	VGS+	18	VGM	20	GS	0	
	VGS+	5.3	GS_inf	20	GS	20	VGS	0	
	GS	6.5	VGS	20	VGS	20	GS+	0	
	GS+	6.5	GM	21	GS+	20	GS-bodem	0	
	GS-bodem	6.5	GS+	21	GS-bodem	20	GS_inf	0	
Grootste lozing	GS_inf	6.5	GS	26	VGS+	20	VGS+	0	

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_0%f_10jr									
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en µg/l)									
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	2.6	VGM	0.24	GM	1.3	GM	0	VGM	5.3	
	GS+	2.6	GM	0.46	VGM	1.3	VGM	0	GM	5.5	
	GS-bodem	2.6	GS_inf	1.3	GS	1.3	GS	0	VGS	6.5	
	GS_inf	2.6	VGS	1.7	VGS	1.3	VGS	0	GS_inf	6.7	
	VGS+	3.4	VGS+	2.5	GS+	1.3	GS+	0	GS-bodem	6.7	
	VGS	3.6	GS-bodem	2.9	GS-bodem	1.3	GS-bodem	0	VGS+	7.1	
	GM	3.8	GS+	5.5	VGS+	1.3	GS_inf	0	GS+	9.4	
	Grootste lozing	VGM	3.8	GS	6.4	GS_inf	2.8	VGS+	0	GS	10

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_2%f_10jr									
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 2% foutaansluitingen (kg en µg/l)									
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	2.6	VGM	0.24	GM	1.3	GM	0	VGM	5.3	
	GS+	2.6	GM	0.46	VGM	1.3	VGM	0	GM	5.5	
	GS-bodem	2.6	GS_inf	1.3	GS	1.3	GS	0	VGS	6.5	
	GS_inf	2.6	VGS	1.7	VGS	1.3	VGS	0	GS_inf	6.8	
	VGS+	3.3	VGS+	2.5	GS+	1.3	GS+	0	GS-bodem	6.8	
	VGS	3.6	GS-bodem	2.9	GS-bodem	1.3	GS-bodem	0	VGS+	7.1	
	GM	3.8	GS+	5.8	VGS+	1.3	GS_inf	0	GS+	9.6	
	Grootste lozing	VGM	3.8	GS	6.7	GS_inf	2.9	VGS+	0	GS	10

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_5%f_10jr									
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 5% foutaansluitingen (kg en µg/l)									
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	2.5	VGM	0.24	GM	1.3	GM	0	VGM	5.3	
	GS+	2.5	GM	0.46	VGM	1.3	VGM	0	GM	5.5	
	GS-bodem	2.5	GS_inf	1.3	GS	1.3	GS	0	VGS	6.5	
	GS_inf	2.5	VGS	1.7	VGS	1.3	VGS	0	GS_inf	6.8	
	VGS+	3.3	VGS+	2.5	GS+	1.3	GS+	0	GS-bodem	6.8	
	VGS	3.6	GS-bodem	3.0	GS-bodem	1.3	GS-bodem	0	VGS+	7.1	
	GM	3.8	GS+	6.1	VGS+	1.3	GS_inf	0	GS+	9.8	
	Grootste lozing	VGM	3.8	GS	7.1	GS_inf	3.0	VGS+	0	GS	11

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_10%f_10jr									
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 10% foutaansluitingen (kg en µg/l)									
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	2.4	VGM	0.24	GM	1.3	GM	0	VGM	5.3	
	GS+	2.4	GM	0.46	VGM	1.3	VGM	0	GM	5.5	
	GS-bodem	2.4	GS_inf	1.3	GS	1.3	GS	0	VGS	6.5	
	GS_inf	2.4	VGS	1.7	VGS	1.3	VGS	0	GS-bodem	6.9	
	VGS+	3.3	VGS+	2.6	GS+	1.3	GS+	0	GS_inf	6.9	
	VGS	3.6	GS-bodem	3.2	GS-bodem	1.3	GS-bodem	0	VGS+	7.1	
	GM	3.8	GS+	6.6	VGS+	1.3	GS_inf	0	GS+	10	
	Grootste lozing	VGM	3.8	GS	7.7	GS_inf	3.2	VGS+	0	GS	11

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_0%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	27	GSbodem	49	GS_inf	48	GM	0
	GM	27	VGM	81	GM	110	VGM	0
	VGS	27	VGS+	95	VGM	110	GS	0
	VGS+	28	VGS+	97	GS	110	VGS	0
	GS	30	GS_inf	110	VGS	110	GS+	0
	GS+	30	VGS	110	GS+	110	GS-bodem	0
	GS-bodem	30	GS_inf	110	GS-bodem	110	GS_inf	0
	Grootste lozing	GS_inf	30	GM	111	VGS+	110	VGS+

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_2%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 2% foutaansluitingen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	27	GSbodem	49	GS_inf	48	GM	0
	GM	27	VGM	81	GM	110	VGM	0
	VGS	27	VGS+	96	VGM	110	GS	0
	VGS+	28	VGS+	97	GS	110	VGS	0
	GS	30	GS_inf	110	VGS	110	GS+	0
	GS+	30	VGS	110	GS+	110	GS-bodem	0
	GS-bodem	30	GM	111	GS-bodem	110	GS_inf	0
	Grootste lozing	GS_inf	30	GS	111	VGS+	110	VGS+

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_5%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 5% foutaansluitingen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	27	GSbodem	49	GS_inf	48	GM	0
	GM	27	VGM	81	GM	110	VGM	0
	VGS	27	VGS+	97	VGM	110	GS	0
	VGS+	28	VGS+	97	GS	110	VGS	0
	GS	30	GS_inf	110	VGS	110	GS+	0
	GS+	30	VGS	110	GS+	110	GS-bodem	0
	GS-bodem	30	GM	111	GS-bodem	110	GS_inf	0
	Grootste lozing	GS_inf	30	GS	113	VGS+	110	VGS+

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_10%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 10% foutaansluitingen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	27	GSbodem	48	GS_inf	48	GM	0
	GM	27	VGM	81	GM	110	VGM	0
	VGS	27	VGS+	98	VGM	110	GS	0
	VGS+	28	VGS+	99	GS	110	VGS	0
	GS	30	GS_inf	110	VGS	110	GS+	0
	GS+	30	VGS	110	GS+	110	GS-bodem	0
	GS-bodem	30	GM	111	GS-bodem	110	GS_inf	0
	Grootste lozing	GS_inf	30	GS	115	VGS+	110	VGS+

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_0%_f_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (#(x10 ⁹) en #/100ml)								
# (x10 ⁹)	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	88	GS_inf	0.14	GM	0.13	GM	0	GS_inf	88
	GS	88	VGS	0.18	VGM	0.13	VGM	0	GS-bodem	88
	GS+	88	GS-bodem	0.19	GS	0.13	GS	0	VGS	88
	GS-bodem	88	VGS+	0.24	VGS	0.13	VGS	0	VGS+	88
	GS_inf	88	VGM	0.26	GS+	0.13	GS+	0	VGM	88
	VGM	88	GS+	0.53	GS-bodem	0.13	GS-bodem	0	GS+	88
	VGS+	88	GS	0.68	VGS+	0.13	GS_inf	0	GS	88
	Grootste lozing	VGS	88	GM	0.76	GS_inf	0.19	VGS+	0	GM

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_2%_f_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 2% foutaansluitingen (#(x10 ⁹) en #/100ml)								
# (x10 ⁹)	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	86	GS_inf	0.17	GM	0.13	GM	0	GS-bodem	88
	GS+	86	VGM	0.28	VGM	0.13	VGM	0	GS_inf	88
	GS-bodem	86	VGS	0.33	GS	0.13	GS	0	VGM	88
	GS_inf	86	GM	0.76	VGS	0.13	VGS	0	VGS	88
	VGS+	88	VGS+	0.79	GS+	0.13	GS+	0	GM	89
	GM	88	GS-bodem	2.0	GS-bodem	0.13	GS-bodem	0	VGS+	89
	VGM	88	GS+	13	VGS+	0.13	GS_inf	0	GS+	99
	Grootste lozing	VGS	88	GS	18	GS_inf	1.9	VGS+	0	GS

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_5%_f_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 5% foutaansluitingen (#(x10 ⁹) en #/100ml)								
# (x10 ⁹)	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	83	GS_inf	0.21	GM	0.13	GM	0	GS-bodem	88
	GS+	83	VGM	0.26	VGM	0.13	VGM	0	GS_inf	88
	GS-bodem	83	VGS	0.57	GS	0.13	GS	0	VGM	88
	GS_inf	83	GM	0.76	VGS	0.13	VGS	0	VGS	88
	VGS+	88	VGS+	1.7	GS+	0.13	GS+	0	GM	89
	GM	88	GS-bodem	4.6	GS-bodem	0.13	GS-bodem	0	VGS+	89
	VGS	88	GS+	32	VGS+	0.13	GS_inf	0	GS+	116
	Grootste lozing	VGM	88	GS	45	GS_inf	4.6	VGS+	0	GS

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_10%_f_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 10% foutaansluitingen (#(x10 ⁹) en #/100ml)								
# (x10 ⁹)	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	79	VGM	0.26	GM	0.13	GM	0	VGM	88
	GS+	79	GS_inf	0.28	VGM	0.13	VGM	0	GS-bodem	88
	GS-bodem	79	GM	0.76	GS	0.13	GS	0	GS_inf	88
	GS_inf	79	VGS	0.97	VGS	0.13	VGS	0	GM	89
	VGS+	87	VGS+	3.2	GS+	0.13	GS+	0	VGS	89
	VGS	88	GS-bodem	9.1	GS-bodem	0.13	GS-bodem	0	VGS+	91
	GM	88	GS+	64	VGS+	0.13	GS_inf	0	GS+	143
	Grootste lozing	VGM	88	GS	88	GS_inf	8.9	VGS+	0	GS

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_0%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (#(x10^9) en #/100ml)						
#/100 ml	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	613675	GSbodem	3326	GS_inf	3224	GM	0
	GM	618662	GS+	9026	GM	11600	VGM	0
	VGS	671592	VGS+	9339	VGM	11600	GS	0
	VGS+	727682	GS	11600	GS	11600	VGS	0
	GS	1000000	VGS	11600	VGS+	11600	GS+	0
	GS+	1000000	GS_inf	11600	GS+	11600	GS-bodem	0
	GS-bodem	1000000	VGM	86449	GS-bodem	11600	GS_inf	0
	Grootste lozing	GS_inf	1000000	GM	182973	VGS+	11600	VGS+

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_2%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 2% foutaansluitingen (#(x10^9) en #/100ml)						
#/100 ml	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	613675	GS_inf	13920	GM	11600	GM	0
	GM	618662	VGS	21615	VGM	11600	VGM	0
	VGS	671754	VGS+	31042	GS	11600	GS	0
	VGS+	728359	GSbodem	32901	VGS	11600	VGS	0
	GS	1000000	VGM	86449	GS+	11600	GS+	0
	GS+	1000000	GM	182973	GS-bodem	11600	GS-bodem	0
	GS-bodem	1000000	GS+	219500	VGS+	11600	GS_inf	0
	Grootste lozing	GS_inf	1000000	GS	303770	GS_inf	32685	VGS+

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_5%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 5% foutaansluitingen (#(x10^9) en #/100ml)						
#/100 ml	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	613675	GS_inf	17398	GM	11600	GM	0
	GM	618662	VGS	36794	VGM	11600	VGM	0
	VGS	671997	VGS+	64490	GS	11600	GS	0
	VGS+	729375	GSbodem	74156	VGS	11600	VGS	0
	GS	1000000	VGM	86449	GS+	11600	GS+	0
	GS+	1000000	GM	182973	GS-bodem	11600	GS-bodem	0
	GS-bodem	1000000	GS+	513094	VGS+	11600	GS_inf	0
	Grootste lozing	GS_inf	1000000	GS	711324	GS_inf	73750	VGS+

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_10%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 10% foutaansluitingen (#(x10^9) en #/100ml)						
#/100 ml	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	613675	GS_inf	23190	GM	11600	GM	0
	GM	618662	VGS	62514	VGM	11600	VGM	0
	VGS	672409	VGM	86449	GS	11600	GS	0
	VGS+	731099	VGS+	122588	VGS	11600	VGS	0
	GS	1000000	GSbodem	135711	GS+	11600	GS+	0
	GS+	1000000	GM	182973	GS-bodem	11600	GS-bodem	0
	GS-bodem	1000000	GS+	951162	VGS+	11600	GS_inf	0
	Grootste lozing	GS_inf	1000000	GS	1319430	GS_inf	134955	VGS+

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_0%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en µg/l)						
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GM	1.5	GS	0	GM	0	GS	1.5
	VGM	1.5	VGS	0	VGM	0	VGS	1.5
	GS	1.5	GS+	0	GS	0	GS+	1.5
	VGS	1.5	GS-bodem	0	VGS	0	GS-bodem	1.5
	GS+	1.5	GS_inf	0	GS+	0	GS_inf	1.5
	GS-bodem	1.5	VGS+	0	GS-bodem	0	VGS+	1.5
	GS_inf	1.5	VGM	0.0048	GS_inf	0	GS_inf	1.5
	Grootste lozing	VGS+	1.5	GM	0.0080	VGS+	0	GM

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_2%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 2% foutaansluitingen (kg en µg/l)						
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	1.4	GS_inf	0.0003	GM	0	VGS	1.5
	GS+	1.4	VGS	0.0017	VGM	0	VGM	1.5
	GS-bodem	1.4	VGM	0.0048	GS	0	VGS+	1.5
	GS_inf	1.4	VGS+	0.0080	VGS	0	GM	1.5
	VGS+	1.5	GM	0.0080	GS+	0	GS-bodem	1.6
	GM	1.5	GS-bodem	0.19	GS-bodem	0	GS_inf	1.6
	VGM	1.5	GS+	0.19	VGS+	0	GS_inf	1.6
	Grootste lozing	VGS	1.5	GS	0.20	GS_inf	0.19	VGS+

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_5%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 5% foutaansluitingen (kg en µg/l)						
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	1.4	GS_inf	0.0008	GM	0	VGS	1.5
	GS+	1.4	VGS	0.0044	VGM	0	VGM	1.5
	GS-bodem	1.4	VGM	0.0048	GS	0	GM	1.5
	GS_inf	1.4	GM	0.0080	VGS	0	VGS+	1.5
	VGS+	1.5	VGS+	0.021	GS+	0	GS_inf	1.9
	GM	1.5	GS-bodem	0.47	GS-bodem	0	GS-bodem	1.9
	VGM	1.5	GS+	0.49	VGS+	0	GS+	1.9
	Grootste lozing	VGS	1.5	GS	0.49	GS_inf	0.47	VGS+

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_10%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 10% foutaansluitingen (kg en µg/l)						
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal		
Kleinste lozing	GS	1.3	GS_inf	0.0016	GM	0	VGM	1.5
	GS+	1.3	VGM	0.0048	VGM	0	GM	1.5
	GS-bodem	1.3	GM	0.0080	GS	0	VGS	1.5
	GS_inf	1.3	VGS	0.0089	VGS	0	VGS+	1.5
	VGS+	1.5	VGS+	0.043	GS+	0	GS-bodem	2.3
	VGS	1.5	GS-bodem	0.94	GS-bodem	0	GS_inf	2.3
	GM	1.5	GS+	0.97	VGS+	0	GS+	2.3
	Grootste lozing	VGM	1.5	GS	0.99	GS_inf	0.94	VGS+

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_0%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaanstuitingen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	10 GS	0 GM	0 GM	0			
	GM	10 VGS	0 VGM	0 VGM	0			
	VGS	11 GS+	0 GS	0 GS	0			
	VGS+	12 GS-bodem	0 VGS	0 VGS	0			
	GS	17 GS_inf	0 GS+	0 GS+	0			
	GS+	17 VGS+	0 GS-bodem	0 GS-bodem	0			
	GS-bodem	17 VGM	1.6 GS_inf	0 GS_inf	0			
Grootste lozing	GS_inf	17 GM	1.9 VGS+	0 VGS+	0			

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_2%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 2% foutaanstuitingen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	10 GS_inf	0.026 GM	0 GM	0			
	GM	10 VGS	0.11 VGM	0 VGM	0			
	VGS	11 VGS+	0.31 GS	0 GS	0			
	VGS+	12 VGM	1.6 VGS	0 VGS	0			
	GS	17 GM	1.9 GS+	0 GS+	0			
	GS+	17 GS-bodem	3.1 GS-bodem	0 GS-bodem	0			
	GS-bodem	17 GS+	3.2 VGS+	0 GS_inf	0			
Grootste lozing	GS_inf	17 GS	3.3 GS_inf	3.2 VGS+	0			

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_5%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 5% foutaanstuitingen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	10 GS_inf	0.065 GM	0 GM	0			
	GM	10 VGS	0.28 VGM	0 VGM	0			
	VGS	11 VGS+	0.80 GS	0 GS	0			
	VGS+	12 VGM	1.6 VGS	0 VGS	0			
	GS	17 GM	1.9 GS+	0 GS+	0			
	GS+	17 GS-bodem	7.5 GS-bodem	0 GS-bodem	0			
	GS-bodem	17 GS+	7.8 VGS+	0 GS_inf	0			
Grootste lozing	GS_inf	17 GS	7.9 GS_inf	7.6 VGS+	0			

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_10%_f_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 10% foutaanstuitingen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	10 GS_inf	0.13 GM	0 GM	0			
	GM	10 VGS	0.57 VGM	0 VGM	0			
	VGS	11 VGM	1.6 GS	0 GS	0			
	VGS+	12 VGS+	1.6 VGS	0 VGS	0			
	GS	17 GM	1.9 GS+	0 GS+	0			
	GS+	17 GS-bodem	14 GS-bodem	0 GS-bodem	0			
	GS-bodem	17 VGS	14 VGS	0 GS_inf	0			

BIJLAGE 8

RIOOLVREEMD WATER

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	11836	VGM	84	GM	443	GM	0	VGM	12680
	GS+	11836	GM	224	VGM	443	VGM	0	GM	12810
	GS-bodem	11836	GS_inf	471	GS	443	GS	0	VGS	13124
	GS_inf	11836	VGS	594	VGS	443	VGS	0	VGS+	13217
	VGS+	12028	VGS+	746	GS+	443	GS+	0	GS-bodem	13289
	VGS	12087	GS-bodem	1011	GS-bodem	443	GS-bodem	0	GS_inf	13289
	GM	12143	GS+	1640	VGS+	443	GS_inf	0	GS+	13919
	VGM	12153	GS	2269	GS_inf	983	VGS+	0	GS	14548
Grootste lozing										

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	11836	VGM	107	GM	443	GM	0	VGM	12702
	GS+	11836	GM	241	VGM	443	VGM	0	GM	12824
	GS-bodem	11836	GS_inf	471	GS	443	GS	0	VGS	13124
	GS_inf	11836	VGS	594	VGS	443	VGS	0	VGS+	13217
	VGS+	12028	VGS+	746	GS+	443	GS+	0	GS-bodem	13289
	VGS	12087	GS-bodem	1011	GS-bodem	443	GS-bodem	0	GS_inf	13289
	GM	12140	GS+	1640	VGS+	443	GS_inf	0	GS+	13919
	VGM	12152	GS	2269	GS_inf	983	VGS+	0	GS	14548
Grootste lozing										

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	351	VGM	1.2	GM	2.8	GM	0	VGM	357
	GS+	351	GM	2.5	VGM	2.8	VGM	0	GM	358
	GS-bodem	351	GS_inf	3.0	GS	2.8	GS	0	VGS	359
	GS_inf	351	VGS	3.8	VGS	2.8	VGS	0	VGS+	361
	VGS+	352	VGS+	5.7	GS+	2.8	GS+	0	GS+	366
	VGS	353	GS+	13	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	GS-bodem	367
	GM	353	GS-bodem	13	VGS+	2.8	GS_inf	0	GS_inf	367
	VGM	353	GS	15	GS_inf	13	VGS+	0	GS	368
Grootste lozing										

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	351	VGM	1.9	GM	2.8	GM	0	VGM	358
	GS+	351	GM	2.7	VGM	2.8	VGM	0	GM	359
	GS-bodem	351	GS_inf	3.0	GS	2.8	GS	0	VGS	359
	GS_inf	351	VGS	3.8	VGS	2.8	VGS	0	VGS+	361
	VGS+	352	VGS+	5.7	GS+	2.8	GS+	0	GS+	366
	VGS	353	GS+	13	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	GS-bodem	367
	GM	353	GS-bodem	13	VGS+	2.8	GS_inf	0	GS_inf	367
	VGM	353	GS	15	GS_inf	13	VGS+	0	GS	368
Grootste lozing										

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_0%rv_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem		Atmosfeer		Totaal		
Kleinste lozing	GS	0.57	VGM	0.041	GM	0.23	GM	0	VGM	0.95
	GS+	0.57	GM	0.087	VGM	0.23	VGM	0	GM	0.99
	GS-bodem	0.57	GS_inf	0.24	GS	0.23	GS	0	VGS	1.2
	GS_inf	0.57	VGS	0.30	VGS	0.23	VGS	0	VGS+	1.3
	VGS+	0.64	VGS+	0.43	GS+	0.23	GS+	0	GS-bodem	1.5
	VGS	0.66	GS-bodem	0.70	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0	GS_inf	1.5
	GM	0.68	GS+	0.97	VGS+	0.23	GS_inf	0	GS+	1.8
Grootste lozing	VGM	0.68	GS	1.2	GS_inf	0.69	VGS+	0	GS	2.0

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_60%rv_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem		Atmosfeer		Totaal		
Kleinste lozing	GS	0.57	VGM	0.044	GM	0.23	GM	0	VGM	0.95
	GS+	0.57	GM	0.091	VGM	0.23	VGM	0	GM	1.00
	GS-bodem	0.57	GS_inf	0.24	GS	0.23	GS	0	VGS	1.2
	GS_inf	0.57	VGS	0.30	VGS	0.23	VGS	0	VGS+	1.3
	VGS+	0.64	VGS+	0.43	GS+	0.23	GS+	0	GS-bodem	1.5
	VGS	0.66	GS-bodem	0.70	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0	GS_inf	1.5
	GM	0.68	GS+	0.97	VGS+	0.23	GS_inf	0	GS+	1.8
Grootste lozing	VGM	0.68	GS	1.2	GS_inf	0.69	VGS+	0	GS	2.0

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_0%rv_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem		Atmosfeer		Totaal		
Kleinste lozing	GS	2.6	VGM	0.24	GM	1.3	GM	0	VGM	5.3
	GS+	2.6	GM	0.46	VGM	1.3	VGM	0	GM	5.5
	GS-bodem	2.6	GS_inf	1.3	GS	1.3	GS	0	VGS	6.5
	GS_inf	2.6	VGS	1.7	VGS	1.3	VGS	0	GS_inf	6.7
	VGS+	3.4	VGS+	2.5	GS+	1.3	GS+	0	GS-bodem	6.7
	VGS	3.6	GS-bodem	2.9	GS-bodem	1.3	GS-bodem	0	VGS+	7.1
	GM	3.8	GS+	5.5	VGS+	1.3	GS_inf	0	GS+	9.4
Grootste lozing	VGM	3.8	GS	6.4	GS_inf	2.8	VGS+	0	GS	10

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_60%rv_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem		Atmosfeer		Totaal		
Kleinste lozing	GS	2.6	VGM	0.26	GM	1.3	GM	0	VGM	5.3
	GS+	2.6	GM	0.49	VGM	1.3	VGM	0	GM	5.5
	GS-bodem	2.6	GS_inf	1.3	GS	1.3	GS	0	VGS	6.5
	GS_inf	2.6	VGS	1.7	VGS	1.3	VGS	0	GS_inf	6.7
	VGS+	3.4	VGS+	2.5	GS+	1.3	GS+	0	GS-bodem	6.7
	VGS	3.6	GS-bodem	2.9	GS-bodem	1.3	GS-bodem	0	VGS+	7.1
	GM	3.8	GS+	5.5	VGS+	1.3	GS_inf	0	GS+	9.4
Grootste lozing	VGM	3.8	GS	6.4	GS_inf	2.8	VGS+	0	GS	10

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_0%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	4.8 GS-bodem	12 GS_inf	12 GM	0			
	GM	4.8 VGM	14 GM	20 VGM	0			
	VGS	5.0 GS+	17 VGM	20 GS	0			
	VGS+	5.3 VGS+	17 GS	20 VGS	0			
	GS	6.5 GS	20 VGS	20 GS+	0			
	GS+	6.5 VGS	20 GS+	20 GS-bodem	0			
	GS-bodem	6.5 GS_inf	20 GS-bodem	20 GS_inf	0			
	GS_inf	6.5 GM	21 VGS+	20 VGS+	0			
Grootste lozing								

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_60%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	3.5 GS-bodem	12 GS_inf	12 GM	0			
	GM	3.5 VGM	14 GM	20 VGM	0			
	VGS	5.0 GS+	17 VGM	20 GS	0			
	VGS+	5.3 VGS+	17 GS	20 VGS	0			
	GS	6.5 GS	20 VGS	20 GS+	0			
	GS+	6.5 VGS	20 GS+	20 GS-bodem	0			
	GS-bodem	6.5 GS_inf	20 GS-bodem	20 GS_inf	0			
	GS_inf	6.5 GM	21 VGS+	20 VGS+	0			
Grootste lozing								

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_0%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	27 GS-bodem	49 GS_inf	48 GM	0			
	GM	27 VGM	81 GM	110 VGM	0			
	VGS	27 GS+	95 VGM	110 GS	0			
	VGS+	28 VGS+	97 GS	110 VGS	0			
	GS	30 GS	110 VGS	110 GS+	0			
	GS+	30 VGS	110 GS+	110 GS-bodem	0			
	GS-bodem	30 GS_inf	110 GS-bodem	110 GS_inf	0			
	GS_inf	30 GM	111 VGS+	110 VGS+	0			
Grootste lozing								

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_60%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	20 GS-bodem	49 GS_inf	48 GM	0			
	VGM	20 VGM	81 GM	110 VGM	0			
	VGS	27 GS+	95 VGM	110 GS	0			
	VGS+	28 VGS+	97 GS	110 VGS	0			
	GS	30 GM	109 VGS	110 GS+	0			
	GS+	30 GS	110 GS+	110 GS-bodem	0			
	GS-bodem	30 VGS	110 GS-bodem	110 GS_inf	0			
	GS_inf	30 GS_inf	110 VGS+	110 VGS+	0			
Grootste lozing								

Gly		Sheet JG_Absoluut_Gly_0%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Gly jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)						
kg	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0 VGM	0.013 GM	0.050 GM	0 VGM	0.22		
	GS+	0 GM	0.018 VGM	0.050 VGM	0 GM	0.22		
	GS-bodem	0 GS_inf	0.053 GS	0.050 GS	0 VGS	0.24		
	GS_inf	0 VGS	0.067 VGS	0.050 VGS	0 VGS+	0.25		
	VGS+	0.094 VGS+	0.11 GS+	0.050 GS+	0 GS-bodem	0.30		
	VGS	0.12 GS-bodem	0.25 GS-bodem	0.050 GS-bodem	0 GS_inf	0.30		
	GM	0.15 GS+	0.25 VGS+	0.050 GS_inf	0 GS+	0.30		
Grootste lozing	VGM	0.16 GS	0.26 GS_inf	0.24 VGS+	0 GS	0.31		

Gly		Sheet JG_Absoluut_Gly_60%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Gly jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)						
kg	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0 VGM	0.013 GM	0.050 GM	0 VGM	0.22		
	GS+	0 GM	0.019 VGM	0.050 VGM	0 GM	0.22		
	GS-bodem	0 GS_inf	0.053 GS	0.050 GS	0 VGS	0.24		
	GS_inf	0 VGS	0.067 VGS	0.050 VGS	0 VGS+	0.25		
	VGS+	0.094 VGS+	0.11 GS+	0.050 GS+	0 GS-bodem	0.30		
	VGS	0.12 GS-bodem	0.25 GS-bodem	0.050 GS-bodem	0 GS_inf	0.30		
	GM	0.15 GS+	0.25 VGS+	0.050 GS_inf	0 GS+	0.30		
Grootste lozing	VGM	0.16 GS	0.26 GS_inf	0.24 VGS+	0 GS	0.31		

BkF		Sheet JG_Absoluut_BkF_0%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden BkF jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvreemd water (tov DWA) (g en µg/l)						
g	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0 VGM	0.017 GM	0.11 GM	0 VGM	0.19		
	GS+	0 GM	0.041 VGM	0.11 VGM	0 GM	0.21		
	GS-bodem	0 GS_inf	0.12 GS	0.11 GS	0 GS-bodem	0.26		
	GS_inf	0 GS-bodem	0.14 VGS	0.11 VGS	0 GS_inf	0.26		
	VGS+	0.033 VGS	0.15 GS+	0.11 GS+	0 VGS	0.31		
	VGS	0.043 VGS+	0.21 GS-bodem	0.11 GS-bodem	0 VGS+	0.35		
	GM	0.054 GS+	0.46 VGS+	0.11 GS_inf	0 GS+	0.57		
Grootste lozing	VGM	0.055 GS	0.58 GS_inf	0.14 VGS+	0 GS	0.70		

BkF		Sheet JG_Absoluut_BkF_60%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden BkF jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvreemd water (tov DWA) (g en µg/l)						
g	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0 VGM	0.018 GM	0.11 GM	0 VGM	0.19		
	GS+	0 GM	0.043 VGM	0.11 VGM	0 GM	0.21		
	GS-bodem	0 GS_inf	0.12 GS	0.11 GS	0 GS-bodem	0.26		
	GS_inf	0 GS-bodem	0.14 VGS	0.11 VGS	0 GS_inf	0.26		
	VGS+	0.033 VGS	0.15 GS+	0.11 GS+	0 VGS	0.31		
	VGS	0.043 VGS+	0.21 GS-bodem	0.11 GS-bodem	0 VGS+	0.35		
	GM	0.054 GS+	0.46 VGS+	0.11 GS_inf	0 GS+	0.57		
Grootste lozing	VGM	0.055 GS	0.58 GS_inf	0.14 VGS+	0 GS	0.70		

Gly		Sheet JG_Absoluut_Gly_0%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Gly jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0	GS-bodem	4.2	GS_inf	4.2	GM	0
	GS+	0	VGM	4.2	GM	4.4	VGM	0
	GS-bodem	0	GM	4.3	VGM	4.4	GS	0
	GS_inf	0	GS+	4.4	GS	4.4	VGS	0
	VGS+	0.78	VGS+	4.4	VGS	4.4	GS+	0
	VGS	0.94	GS	4.4	GS+	4.4	GS-bodem	0
	GM	1.1	VGS	4.4	GS-bodem	4.4	GS_inf	0
	VGM	1.1	GS_inf	4.4	VGS+	4.4	VGS+	0
Grootste lozing								

Gly		Sheet JG_Absoluut_Gly_60%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Gly jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0	VGM	4.2	GS_inf	4.2	GM	0
	GS+	0	GS-bodem	4.2	GM	4.4	VGM	0
	GS-bodem	0	GM	4.3	VGM	4.4	GS	0
	GS_inf	0	GS+	4.4	GS	4.4	VGS	0
	VGS+	0.78	VGS+	4.4	VGS	4.4	GS+	0
	VGS	0.79	GS	4.4	GS+	4.4	GS-bodem	0
	VGM	0.81	VGS	4.4	GS-bodem	4.4	GS_inf	0
	VGS	0.94	GS_inf	4.4	VGS+	4.4	VGS+	0
Grootste lozing								

BkF		Sheet JG_Absoluut_BkF_0%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden BkF jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvreemd water (tov DWA) (g en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0	GS-bodem	0.0025	GS_inf	0.0024	GM	0
	GS+	0	VGM	0.0056	GM	0.010	VGM	0
	GS-bodem	0	GS+	0.0079	VGM	0.010	GS	0
	GS_inf	0	VGS+	0.0081	GS	0.010	VGS	0
	VGS+	0.0003	GM	0.0098	VGS	0.010	GS+	0
	VGS	0.0003	GS	0.010	GS+	0.010	GS-bodem	0
	GM	0.0004	VGS	0.010	GS-bodem	0.010	GS_inf	0
	VGM	0.0004	GS_inf	0.010	VGS+	0.010	VGS+	0
Grootste lozing								

BkF		Sheet JG_Absoluut_BkF_60%rv_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden BkF jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvreemd water (tov DWA) (g en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0	GS-bodem	0.0025	GS_inf	0.0024	GM	0
	GS+	0	VGM	0.0056	GM	0.010	VGM	0
	GS-bodem	0	GS+	0.0079	VGM	0.010	GS	0
	GS_inf	0	VGS+	0.0081	GS	0.010	VGS	0
	VGS+	0.0003	GM	0.0097	VGS	0.010	GS+	0
	VGS	0.0003	GS	0.010	GS+	0.010	GS-bodem	0
	VGM	0.0003	VGS	0.010	GS-bodem	0.010	GS_inf	0
	VGS	0.0003	GS_inf	0.010	VGS+	0.010	VGS+	0
Grootste lozing								

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_0%rv_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvremd water (tov DWA) (#(x10 ⁹) en #/100ml)								
# (x10 ⁹)	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	88	GS_inf	0.14	GM	0.13	GM	0	GS_inf	88
	GS	88	VGS	0.18	VGM	0.13	VGM	0	GS-bodem	88
	GS+	88	GS-bodem	0.19	GS	0.13	GS	0	VGS	88
	GS-bodem	88	VGS+	0.24	VGS	0.13	VGS	0	VGS+	88
	GS_inf	88	VGM	0.26	GS+	0.13	GS+	0	VGM	88
	VGM	88	GS+	0.53	GS-bodem	0.13	GS-bodem	0	GS+	88
	VGS+	88	GS	0.68	VGS+	0.13	GS_inf	0	GS	88
Grootste lozing	VGS	88	GM	0.76	GS_inf	0.19	VGS+	0	GM	89

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_60%rv_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvremd water (tov DWA) (#(x10 ⁹) en #/100ml)								
# (x10 ⁹)	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	88	GS_inf	0.14	GM	0.13	GM	0	GS_inf	88
	GS	88	VGS	0.18	VGM	0.13	VGM	0	GS-bodem	88
	GS+	88	GS-bodem	0.19	GS	0.13	GS	0	VGS	88
	GS-bodem	88	VGS+	0.24	VGS	0.13	VGS	0	VGS+	88
	GS_inf	88	VGM	0.48	GS+	0.13	GS+	0	VGM	88
	VGM	88	GS+	0.53	GS-bodem	0.13	GS-bodem	0	GS+	88
	VGS+	88	GS	0.68	VGS+	0.13	GS_inf	0	GS	88
Grootste lozing	VGS	88	GM	0.86	GS_inf	0.19	VGS+	0	GM	89

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_0%rv_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvremd water (tov DWA) (kg en µg/l)								
kg	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	1.5	GS	0	GM	0	GM	0	GS	1.5
	VGM	1.5	VGS	0	VGM	0	VGM	0	VGS	1.5
	GS	1.5	GS+	0	GS	0	GS	0	GS+	1.5
	VGS	1.5	GS-bodem	0	VGS	0	VGS	0	GS-bodem	1.5
	GS+	1.5	GS_inf	0	GS+	0	GS+	0	GS_inf	1.5
	GS-bodem	1.5	VGS+	0	GS-bodem	0	GS-bodem	0	VGS+	1.5
	GS_inf	1.5	VGM	0.0048	GS_inf	0	GS_inf	0	VGM	1.5
Grootste lozing	VGS+	1.5	GM	0.0080	VGS+	0	VGS+	0	GM	1.5

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_60%rv_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvremd water (tov DWA) (kg en µg/l)								
kg	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	1.5	GS	0	GM	0	GM	0	GS	1.5
	VGM	1.5	VGS	0	VGM	0	VGM	0	VGS	1.5
	GS	1.5	GS+	0	GS	0	GS	0	GS+	1.5
	VGS	1.5	GS-bodem	0	VGS	0	VGS	0	GS-bodem	1.5
	GS+	1.5	GS_inf	0	GS+	0	GS+	0	GS_inf	1.5
	GS-bodem	1.5	VGS+	0	GS-bodem	0	GS-bodem	0	VGS+	1.5
	GS_inf	1.5	GM	0.0092	GS_inf	0	GS_inf	0	GM	1.5
Grootste lozing	VGS+	1.5	VGM	0.0092	VGS+	0	VGS+	0	VGM	1.5

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_0%rv_10jr Omschrijving Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvreemd water (tov DWA) (#(x10 ⁹) en #/100ml)								
#/100 ml	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	VGM	613675	GSbodem	3326	GS_inf	3224	GM	0		
	GM	618662	GS+	9026	GM	11600	VGM	0		
	VGS	671592	VGS+	9339	VGM	11600	GS	0		
	VGS+	727682	GS	11600	GS	11600	VGS	0		
	GS	1000000	VGS	11600	VGS	11600	GS+	0		
	GS+	1000000	GS_inf	11600	GS+	11600	GSbodem	0		
	GSbodem	1000000	VGM	86449	GSbodem	11600	GS_inf	0		
	Grootste lozing	GS_inf	1000000	GM	182973	VGS+	11600	VGS+	0	

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_60%rv_10jr Omschrijving Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvreemd water (tov DWA) (#(x10 ⁹) en #/100ml)								
#/100 ml	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	VGM	448948	GSbodem	3326	GS_inf	3224	GM	0		
	GM	451747	GS+	9026	GM	11600	VGM	0		
	VGS	671592	VGS+	9339	VGM	11600	GS	0		
	VGS+	727682	GS	11600	GS	11600	VGS	0		
	GS	1000000	VGS	11600	VGS	11600	GS+	0		
	GS+	1000000	GS_inf	11600	GS+	11600	GSbodem	0		
	GSbodem	1000000	VGM	152184	GSbodem	11600	GS_inf	0		
	Grootste lozing	GS_inf	1000000	GM	194807	VGS+	11600	VGS+	0	

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_0%rv_10jr Omschrijving Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en ng/l)								
ng/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	VGM	10	GS	0	GM	0	GM	0		
	GM	10	VGS	0	VGM	0	VGM	0		
	VGS	11	GS+	0	GS	0	GS	0		
	VGS+	12	GSbodem	0	VGS	0	VGS	0		
	GS	17	GS_inf	0	GS+	0	GS+	0		
	GS+	17	VGS+	0	GSbodem	0	GSbodem	0		
	GSbodem	17	VGM	1.6	GS_inf	0	GS_inf	0		
	Grootste lozing	GS_inf	17	GM	1.9	VGS+	0	VGS+	0	

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_60%rv_10jr Omschrijving Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 60% rioolvreemd water (tov DWA) (kg en ng/l)								
ng/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	VGM	7.6	GS	0	GM	0	GM	0		
	GM	7.6	VGS	0	VGM	0	VGM	0		
	VGS	11	GS+	0	GS	0	GS	0		
	VGS+	12	GSbodem	0	VGS	0	VGS	0		
	GS	17	GS_inf	0	GS+	0	GS+	0		
	GS+	17	VGS+	0	GSbodem	0	GSbodem	0		
	GSbodem	17	GM	2.1	GS_inf	0	GS_inf	0		
	Grootste lozing	GS_inf	17	VGM	2.9	VGS+	0	VGS+	0	

BIJLAGE 9

RENDEMENTEN

Chemisch zuurstofverbruik				
		ondergrens	rekenwaarde	bovengrens
J	Effluent RWZI	68	85	88
Ja	Extra zuiveringstrap RWZI	0	0	0
L	Effluent randvoorziening gemengd stelsel	36	45	56
O	Effluent randvoorziening hemelwater	28	35	48
Q	Lozing bodempassage	56	70	76
S	Infiltratievoorziening bodemlozing	56	70	76

Totaal fosfaat				
		ondergrens	rekenwaarde	bovengrens
J	Effluent RWZI	64	80	84
Ja	Extra zuiveringstrap RWZI	0	0	0
L	Effluent randvoorziening gemengd stelsel	18	23	38
O	Effluent randvoorziening hemelwater	11	14	31
Q	Lozing bodempassage	8	10	28
S	Infiltratievoorziening bodemlozing	8	10	28

Koper				
		ondergrens	rekenwaarde	bovengrens
J	Effluent RWZI	72	90	92
Ja	Extra zuiveringstrap RWZI	0	0	0
L	Effluent randvoorziening gemengd stelsel	27	34	47
O	Effluent randvoorziening hemelwater	17	21	37
Q	Lozing bodempassage	40	50	60
S	Infiltratievoorziening bodemlozing	40	50	60

Zink				
		ondergrens	rekenwaarde	bovengrens
J	Effluent RWZI	64	80	84
Ja	Extra zuiveringstrap RWZI	0	0	0
L	Effluent randvoorziening gemengd stelsel	22	27	42
O	Effluent randvoorziening hemelwater	13	17	33
Q	Lozing bodempassage	56	70	76
S	Infiltratievoorziening bodemlozing	56	70	76

Glyphosaat				
		ondergrens	rekenwaarde	bovengrens
J	Effluent RWZI	28	35	48
Ja	Extra zuiveringstrap RWZI	0	0	0
L	Effluent randvoorziening gemengd stelsel	2	2	22
O	Effluent randvoorziening hemelwater	1	1	21
Q	Lozing bodempassage	4	5	24
S	Infiltratievoorziening bodemlozing	4	5	24

E-coli				
		ondergrens	rekenwaarde	bovengrens
J	Effluent RWZI	72	90	92
Ja	Extra zuiveringstrap RWZI	0	0	0
L	Effluent randvoorziening gemengd stelsel	36	45	56
O	Effluent randvoorziening hemelwater	22	28	42
Q	Lozing bodempassage	72	90	92
S	Infiltratievoorziening bodemlozing	72	90	92

Benzo(k)fluorantheen				
		ondergrens	rekenwaarde	bovengrens
J	Effluent RWZI	72	90	92
Ja	Extra zuiveringstrap RWZI	0	0	0
L	Effluent randvoorziening gemengd stelsel	34	43	54
O	Effluent randvoorziening hemelwater	21	27	41
Q	Lozing bodempassage	76	95	96
S	Infiltratievoorziening bodemlozing	76	95	96

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	14203	VGM	67	GM	443	GM	0	VGM	15094	
	GS+	14203	GM	224	VGM	443	VGM	0	GM	15238	
	GS-bodem	14203	GS_inf	471	GS	443	GS	0	VGS+	15534	
	GS_inf	14203	VGS	594	VGS	443	VGS	0	VGS	15542	
	VGS+	14434	VGS+	657	GS+	443	GS+	0	GS-bodem	15549	
	VGS	14504	GS-bodem	903	GS-bodem	443	GS-bodem	0	GS_inf	15549	
	GM	14571	GS+	1406	VGS+	443	GS_inf	0	GS+	16052	
	Grootste lozing	VGM	14584	GS	2289	GS_inf	875	VGS+	0	GS	16916

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	9469	VGM	98	GM	443	GM	0	VGM	10264	
	GS+	9469	GM	224	VGM	443	VGM	0	GM	10381	
	GS-bodem	9469	GS_inf	471	GS	443	GS	0	VGS	10707	
	GS_inf	9469	VGS	594	VGS	443	VGS	0	VGS+	10860	
	VGS+	9622	VGS+	794	GS+	443	GS+	0	GS-bodem	11174	
	VGS	9670	GS-bodem	1262	GS-bodem	443	GS-bodem	0	GS_inf	11174	
	GM	9714	GS+	1766	VGS+	443	GS_inf	0	GS+	11678	
	Grootste lozing	VGM	9723	GS	2289	GS_inf	1235	VGS+	0	GS	12181

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	421	VGM	0.99	GM	2.8	GM	0	VGM	428	
	GS+	421	GM	2.5	VGM	2.8	VGM	0	GM	429	
	GS-bodem	421	GS_inf	3.0	GS	2.8	GS	0	VGS	430	
	GS_inf	421	VGS	3.8	VGS	2.8	VGS	0	VGS+	431	
	VGS+	423	VGS+	5.0	GS+	2.8	GS+	0	GS+	435	
	VGS	423	GS+	11	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	GS-bodem	435	
	GM	424	GS-bodem	11	VGS+	2.8	GS_inf	0	GS_inf	435	
	Grootste lozing	VGM	424	GS	15	GS_inf	11	VGS+	0	GS	438

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	281	VGM	1.3	GM	2.8	GM	0	VGM	287	
	GS+	281	GM	2.5	VGM	2.8	VGM	0	GM	288	
	GS-bodem	281	GS_inf	3.0	GS	2.8	GS	0	VGS	289	
	GS_inf	281	VGS	3.8	VGS	2.8	VGS	0	VGS+	291	
	VGS+	282	VGS+	5.8	GS+	2.8	GS+	0	GS+	297	
	VGS	282	GS+	13	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	GS-bodem	297	
	GM	282	GS-bodem	14	VGS+	2.8	GS_inf	0	GS_inf	297	
	Grootste lozing	VGM	283	GS	15	GS_inf	13	VGS+	0	GS	298

Sheet		JG_Absoluut_CZV_rendob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	102	GSbodem	16	GS_inf	15	GM	0
	GM	103	VGM	23	GM	39	VGM	0
	VGS	111	GS+	24	VGM	39	GS	0
	VGS+	120	VGS+	26	GS	39	VGS	0
	GS	162	GS	39	VGS	39	GS+	0
	GS+	162	VGS	39	GS+	39	GS-bodem	0
	GS-bodem	162	GS_inf	39	GS-bodem	39	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	162	GM	54	VGS+	39	VGS+	0

Sheet		JG_Absoluut_CZV_rendbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden CZV jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	68	GSbodem	22	GS_inf	21	GM	0
	GM	69	GS+	30	GM	39	VGM	0
	VGS	74	VGS+	31	VGM	39	GS	0
	VGS+	80	VGM	33	GS	39	VGS	0
	GS	108	GS	39	VGS	39	GS+	0
	GS+	108	VGS	39	GS+	39	GS-bodem	0
	GS-bodem	108	GS_inf	39	GS-bodem	39	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	108	GM	54	VGS+	39	VGS+	0

Sheet		JG_Absoluut_Ptot_rendob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	3.0	GS+	0.19	GS_inf	0.19	GM	0
	GM	3.0	GSbodem	0.19	GM	0.25	VGM	0
	VGS	3.2	VGS+	0.20	VGM	0.25	GS	0
	VGS+	3.5	GS	0.25	GS	0.25	VGS	0
	GS	4.8	VGS	0.25	VGS	0.25	GS+	0
	GS+	4.8	GS_inf	0.25	GS+	0.25	GS-bodem	0
	GS-bodem	4.8	VGM	0.33	GS-bodem	0.25	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	4.8	GM	0.59	VGS+	0.25	VGS+	0

Sheet		JG_Absoluut_Ptot_rendbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en mg/l)						
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	2.0	GS+	0.23	GS_inf	0.23	GM	0
	GM	2.0	VGS+	0.23	GM	0.25	VGM	0
	VGS	2.2	GSbodem	0.23	VGM	0.25	GS	0
	VGS+	2.3	GS	0.25	GS	0.25	VGS	0
	GS	3.2	VGS	0.25	VGS	0.25	GS+	0
	GS+	3.2	GS_inf	0.25	GS+	0.25	GS-bodem	0
	GS-bodem	3.2	VGM	0.44	GS-bodem	0.25	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	3.2	GM	0.59	VGS+	0.25	VGS+	0

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_rendob_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer		Totaal			
Kleinste lozing	GS	0.68	VGM	0.032	GM	0.23	GM	0	VGM	1.1
	GS+	0.68	GM	0.087	VGM	0.23	VGM	0	GM	1.1
	GS-bodem	0.68	GS_inf	0.24	GS	0.23	GS	0	VGS	1.3
	GS_inf	0.68	VGS	0.30	VGS	0.23	VGS	0	VGS+	1.4
	VGS+	0.76	VGS+	0.38	GS+	0.23	GS+	0	GS-bodem	1.5
	VGS	0.79	GS-bodem	0.61	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0	GS_inf	1.5
	GM	0.81	GS+	0.82	VGS+	0.23	GS_inf	0	GS+	1.7
	Grootste lozing	VGM	0.82	GS	1.2	GS_inf	0.60	VGS+	0	GS

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_rendbo_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en mg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer		Totaal			
Kleinste lozing	GS	0.46	VGM	0.045	GM	0.23	GM	0	VGM	0.82
	GS+	0.46	GM	0.087	VGM	0.23	VGM	0	GM	0.86
	GS-bodem	0.46	GS_inf	0.24	GS	0.23	GS	0	VGS	1.1
	GS_inf	0.46	VGS	0.30	VGS	0.23	VGS	0	VGS+	1.2
	VGS+	0.51	VGS+	0.45	GS+	0.23	GS+	0	GS-bodem	1.5
	VGS	0.52	GS-bodem	0.79	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0	GS_inf	1.5
	GM	0.54	GS+	1.0	VGS+	0.23	GS_inf	0	GS+	1.7
	Grootste lozing	VGM	0.54	GS	1.2	GS_inf	0.78	VGS+	0	GS

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_rendob_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer		Totaal			
Kleinste lozing	GS	3.2	VGM	0.19	GM	1.3	GM	0	VGM	6.1
	GS+	3.2	GM	0.46	VGM	1.3	VGM	0	GM	6.3
	GS-bodem	3.2	GS_inf	1.3	GS	1.3	GS	0	GS-bodem	7.0
	GS_inf	3.2	VGS	1.7	VGS	1.3	VGS	0	GS_inf	7.0
	VGS+	4.0	VGS+	2.1	GS+	1.3	GS+	0	VGS	7.2
	VGS	4.3	GS-bodem	2.5	GS-bodem	1.3	GS-bodem	0	VGS+	7.4
	GM	4.6	GS+	4.7	VGS+	1.3	GS_inf	0	GS+	9.1
	Grootste lozing	VGM	4.6	GS	6.4	GS_inf	2.5	VGS+	0	GS

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_rendbo_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer		Totaal			
Kleinste lozing	GS	2.1	VGM	0.26	GM	1.3	GM	0	VGM	4.6
	GS+	2.1	GM	0.46	VGM	1.3	VGM	0	GM	4.8
	GS-bodem	2.1	GS_inf	1.3	GS	1.3	GS	0	VGS	5.8
	GS_inf	2.1	VGS	1.7	VGS	1.3	VGS	0	VGS+	6.5
	VGS+	2.7	VGS+	2.5	GS+	1.3	GS+	0	GS-bodem	6.9
	VGS	2.9	GS-bodem	3.6	GS-bodem	1.3	GS-bodem	0	GS_inf	6.9
	GM	3.1	GS+	5.7	VGS+	1.3	GS_inf	0	GS+	9.1
	Grootste lozing	VGM	3.1	GS	6.4	GS_inf	3.5	VGS+	0	GS

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_rendob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	5.7	GS-bodem	10	GS_inf	10	GM	0
	GM	5.7	VGM	11	GM	20	VGM	0
	VGS	6.0	GS+	14	VGM	20	GS	0
	VGS+	6.3	VGS+	15	GS	20	VGS	0
	GS	7.8	GS	20	VGS	20	GS+	0
	GS+	7.8	VGS	20	GS+	20	GS-bodem	0
	GS-bodem	7.8	GS_inf	20	GS-bodem	20	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	7.8	GM	21	VGS+	20	VGS+	0

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_rendbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en mg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	3.8	GS-bodem	14	GS_inf	14	GM	0
	GM	3.8	VGM	15	GM	20	VGM	0
	VGS	4.0	GS+	17	VGM	20	GS	0
	VGS+	4.2	VGS+	18	GS	20	VGS	0
	GS	5.2	GS	20	VGS	20	GS+	0
	GS+	5.2	VGS	20	GS+	20	GS-bodem	0
	GS-bodem	5.2	GS_inf	20	GS-bodem	20	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	5.2	GM	21	VGS+	20	VGS+	0

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_rendob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	32	GS-bodem	44	GS_inf	43	GM	0
	GM	32	VGM	65	GM	110	VGM	0
	VGS	33	GS+	81	VGM	110	GS	0
	VGS+	33	VGS+	84	GS	110	VGS	0
	GS	36	GS	110	VGS	110	GS+	0
	GS+	36	VGS	110	GS+	110	GS-bodem	0
	GS-bodem	36	GS_inf	110	GS-bodem	110	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	36	GM	111	VGS+	110	VGS+	0

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_rendbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	22	GS-bodem	61	GS_inf	61	GM	0
	GM	22	VGM	87	GM	110	VGM	0
	VGS	22	GS+	98	VGM	110	GS	0
	VGS+	22	VGS+	100	GS	110	VGS	0
	GS	24	GS	110	VGS	110	GS+	0
	GS+	24	VGS	110	GS+	110	GS-bodem	0
	GS-bodem	24	GS_inf	110	GS-bodem	110	GS_inf	0
Grootste lozing	GS_inf	24	GM	111	VGS+	110	VGS+	0

Gly		Sheet JG_Absoluut_Gly_rendob_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Gly jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem		Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0	VGM	0.010	GM	0.050	GM	0	VGM	0.25
	GS+	0	GM	0.018	VGM	0.050	VGM	0	GM	0.25
	GS-bodem	0	GS_inf	0.053	GS	0.050	GS	0	GS-bodem	0.26
	GS_inf	0	VGS	0.067	VGS	0.050	VGS	0	GS_inf	0.26
	VGS+	0.11	VGS+	0.095	GS+	0.050	GS+	0	VGS+	0.26
	VGS	0.15	GS-bodem	0.21	GS-bodem	0.050	GS-bodem	0	GS+	0.26
	GM	0.19	GS+	0.21	VGS+	0.050	GS_inf	0	VGS	0.26
	Grootste lozing	VGM	0.19	GS	0.26	GS_inf	0.20	VGS+	0	GS

Gly		Sheet JG_Absoluut_Gly_rendbo_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Gly jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)								
kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem		Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0	VGM	0.013	GM	0.050	GM	0	VGM	0.19
	GS+	0	GM	0.018	VGM	0.050	VGM	0	GM	0.19
	GS-bodem	0	GS_inf	0.053	GS	0.050	GS	0	VGS	0.22
	GS_inf	0	VGS	0.067	VGS	0.050	VGS	0	VGS+	0.24
	VGS+	0.075	VGS+	0.11	GS+	0.050	GS+	0	GS-bodem	0.30
	VGS	0.098	GS-bodem	0.25	GS-bodem	0.050	GS-bodem	0	GS_inf	0.30
	GM	0.12	GS+	0.25	VGS+	0.050	GS_inf	0	GS+	0.30
	Grootste lozing	VGM	0.13	GS	0.26	GS_inf	0.24	VGS+	0	GS

BkF		Sheet JG_Absoluut_BkF_rendob_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden BkF jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (g en µg/l)								
g		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem		Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0	VGM	0.013	GM	0.11	GM	0	VGM	0.19
	GS+	0	GM	0.041	VGM	0.11	VGM	0	GM	0.22
	GS-bodem	0	GS_inf	0.12	GS	0.11	GS	0	GS_inf	0.25
	GS_inf	0	GS-bodem	0.14	VGS	0.11	VGS	0	GS-bodem	0.25
	VGS+	0.039	VGS	0.15	GS+	0.11	GS+	0	VGS	0.32
	VGS	0.052	VGS+	0.18	GS-bodem	0.11	GS-bodem	0	VGS+	0.33
	GM	0.065	GS+	0.39	VGS+	0.11	GS_inf	0	GS+	0.51
	Grootste lozing	VGM	0.066	GS	0.58	GS_inf	0.13	VGS+	0	GS

BkF		Sheet JG_Absoluut_BkF_rendbo_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden BkF jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (g en µg/l)								
g		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem		Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0	VGM	0.019	GM	0.11	GM	0	VGM	0.18
	GS+	0	GM	0.041	VGM	0.11	VGM	0	GM	0.20
	GS-bodem	0	GS_inf	0.12	GS	0.11	GS	0	VGS	0.30
	GS_inf	0	VGS	0.15	VGS	0.11	VGS	0	GS-bodem	0.35
	VGS+	0.026	VGS+	0.22	GS+	0.11	GS+	0	GS_inf	0.35
	VGS	0.034	GS-bodem	0.23	GS-bodem	0.11	GS-bodem	0	VGS+	0.36
	GM	0.043	GS+	0.48	VGS+	0.11	GS_inf	0	GS+	0.60
	Grootste lozing	VGM	0.044	GS	0.58	GS_inf	0.22	VGS+	0	GS

Gly		Sheet JG_Absoluut_Gly_rendob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Gly jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater		Stedelijk bodem	Atmosfeer		Totaal	
Kleinste lozing	GS	0	VGM	3.4	GS_inf	3.6	GM	0
	GS+	0	GSbodem	3.6	GM	4.4	VGM	0
	GS-bodem	0	GS+	3.7	VGM	4.4	GS	0
	GS_inf	0	VGS+	3.8	GS	4.4	VGS	0
	VGS+	0.94	GM	4.3	VGS	4.4	GS+	0
	VGS	1.1	GS	4.4	GS+	4.4	GS-bodem	0
	GM	1.3	VGS	4.4	GS-bodem	4.4	GS_inf	0
Grootste lozing	VGM	1.3	GS_inf	4.4	VGS+	4.4	VGS+	0

Gly		Sheet JG_Absoluut_Gly_rendbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Gly jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater		Stedelijk bodem	Atmosfeer		Totaal	
Kleinste lozing	GS	0	VGM	4.3	GS_inf	4.3	GM	0
	GS+	0	GSbodem	4.3	GM	4.4	VGM	0
	GS-bodem	0	GM	4.3	VGM	4.4	GS	0
	GS_inf	0	GS+	4.4	GS	4.4	VGS	0
	VGS+	0.62	VGS+	4.4	VGS	4.4	GS+	0
	VGS	0.75	GS	4.4	GS+	4.4	GS-bodem	0
	GM	0.87	VGS	4.4	GS-bodem	4.4	GS_inf	0
Grootste lozing	VGM	0.88	GS_inf	4.4	VGS+	4.4	VGS+	0

BkF		Sheet JG_Absoluut_BkF_rendob_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden BkF jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (g en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater		Stedelijk bodem	Atmosfeer		Totaal	
Kleinste lozing	GS	0	GSbodem	0.0024	GS_inf	0.0023	GM	0
	GS+	0	VGM	0.0045	GM	0.010	VGM	0
	GS-bodem	0	GS+	0.0067	VGM	0.010	GS	0
	GS_inf	0	VGS+	0.0071	GS	0.010	VGS	0
	VGS+	0.0003	GM	0.0098	VGS	0.010	GS+	0
	VGS	0.0004	GS	0.010	GS+	0.010	GS-bodem	0
	GM	0.0005	VGS	0.010	GS-bodem	0.010	GS_inf	0
Grootste lozing	VGM	0.0005	GS_inf	0.010	VGS+	0.010	VGS+	0

BkF		Sheet JG_Absoluut_BkF_rendbo_10jr						
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden BkF jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (g en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater		Stedelijk bodem	Atmosfeer		Totaal	
Kleinste lozing	GS	0	GSbodem	0.0040	GS_inf	0.0039	GM	0
	GS+	0	VGM	0.0065	GM	0.010	VGM	0
	GS-bodem	0	GS+	0.0083	VGM	0.010	GS	0
	GS_inf	0	VGS+	0.0085	GS	0.010	VGS	0
	VGS+	0.0002	GM	0.0098	VGS	0.010	GS+	0
	VGS	0.0003	GS	0.010	GS+	0.010	GS-bodem	0
	GM	0.0003	VGS	0.010	GS-bodem	0.010	GS_inf	0
Grootste lozing	VGM	0.0003	GS_inf	0.010	VGS+	0.010	VGS+	0

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_rendob_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)								
# (x10 ⁹)	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	105	GS_inf	0.14	GM	0.13	GM	0	GS-bodem	106
	GS	105	VGS	0.18	VGM	0.13	VGM	0	GS_inf	106
	GS+	105	GS-bodem	0.18	GS	0.13	GS	0	VGM	106
	GS-bodem	105	VGM	0.21	VGS	0.13	VGS	0	VGS	106
	GS_inf	105	VGS+	0.21	GS+	0.13	GS+	0	VGS+	106
	VGM	105	GS+	0.45	GS-bodem	0.13	GS-bodem	0	GS+	106
	VGS+	105	GS	0.88	VGS+	0.13	GS_inf	0	GS	106
Grootste lozing	VGS	105	GM	0.76	GS_inf	0.17	VGS+	0	GM	106

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_rendbo_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)								
# (x10 ⁹)	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	70	GS_inf	0.14	GM	0.13	GM	0	VGS	70
	GS	70	VGS	0.18	VGM	0.13	VGM	0	VGS+	71
	GS+	70	VGS+	0.25	GS	0.13	GS	0	GS_inf	71
	GS-bodem	70	GS-bodem	0.29	VGS	0.13	VGS	0	GS-bodem	71
	GS_inf	70	VGM	0.30	GS+	0.13	GS+	0	VGM	71
	VGM	70	GS+	0.56	GS-bodem	0.13	GS-bodem	0	GS+	71
	VGS+	70	GS	0.68	VGS+	0.13	GS_inf	0	GS_inf	71
Grootste lozing	VGS	70	GM	0.76	GS_inf	0.28	VGS+	0	GM	71

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_rendob_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (g en ng/l)								
g	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	1.8	GS	0	GM	0	GM	0	GS	1.8
	VGM	1.8	VGS	0	VGM	0	VGM	0	VGS	1.8
	GS	1.8	GS+	0	GS	0	GS	0	GS+	1.8
	VGS	1.8	GS-bodem	0	VGS	0	VGS	0	GS-bodem	1.8
	GS+	1.8	GS_inf	0	GS+	0	GS+	0	GS_inf	1.8
	GS-bodem	1.8	VGS+	0	GS-bodem	0	GS-bodem	0	VGS+	1.8
	GS_inf	1.8	VGM	0.0038	GS_inf	0	GS_inf	0	VGM	1.8
Grootste lozing	VGS+	1.8	GM	0.0080	VGS+	0	VGS+	0	GM	1.8

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_rendbo_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (g en ng/l)								
g	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	1.2	GS	0	GM	0	GM	0	GS	1.2
	VGM	1.2	VGS	0	VGM	0	VGM	0	VGS	1.2
	GS	1.2	GS+	0	GS	0	GS	0	GS+	1.2
	VGS	1.2	GS-bodem	0	VGS	0	VGS	0	GS-bodem	1.2
	GS+	1.2	GS_inf	0	GS+	0	GS+	0	GS_inf	1.2
	GS-bodem	1.2	VGS+	0	GS-bodem	0	GS-bodem	0	VGS+	1.2
	GS_inf	1.2	VGM	0.0048	GS_inf	0	GS_inf	0	VGM	1.2
Grootste lozing	VGS+	1.2	GM	0.0080	VGS+	0	VGS+	0	GM	1.2

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_rendob_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)								
# (x10 ⁹)	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	105	GS_inf	0.14	GM	0.13	GM	0	GS-bodem	106
	GS	105	VGS	0.18	VGM	0.13	VGM	0	GS_inf	106
	GS+	105	GS-bodem	0.18	GS	0.13	GS	0	VGM	106
	GS-bodem	105	VGM	0.21	VGS	0.13	VGS	0	VGS	106
	GS_inf	105	VGS+	0.21	GS+	0.13	GS+	0	VGS+	106
	VGM	105	GS+	0.45	GS-bodem	0.13	GS-bodem	0	GS+	106
	VGS+	105	GS	0.68	VGS+	0.13	GS_inf	0	GS	106
Grootste lozing	VGS	105	GM	0.76	GS_inf	0.17	VGS+	0	GM	106

E-coli		Sheet JG_Absoluut_E-coli_rendbo_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden E-coli jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (kg en µg/l)								
# (x10 ⁹)	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GM	70	GS_inf	0.14	GM	0.13	GM	0	VGS	70
	GS	70	VGS	0.18	VGM	0.13	VGM	0	VGS+	71
	GS+	70	VGS+	0.25	GS	0.13	GS	0	GS_inf	71
	GS-bodem	70	GS-bodem	0.29	VGS	0.13	VGS	0	GS-bodem	71
	GS_inf	70	VGM	0.30	GS+	0.13	GS+	0	VGM	71
	VGM	70	GS+	0.56	GS-bodem	0.13	GS-bodem	0	GS+	71
	VGS+	70	GS	0.68	VGS+	0.13	GS_inf	0	GS	71
Grootste lozing	VGS	70	GM	0.76	GS_inf	0.28	VGS+	0	GM	71

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_rendob_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden ondergrensendement RWZI, bovengrensendementen zuiveringsvoorzieningen (g en ng/l)								
ng/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	VGM	12	GS	0	GM	0	GM	0		
	GM	13	VGS	0	VGM	0	VGM	0		
	VGS	14	GS+	0	GS	0	GS	0		
	VGS+	15	GS-bodem	0	VGS	0	VGS	0		
	GS	20	GS_inf	0	GS+	0	GS+	0		
	GS+	20	VGS+	0	GS-bodem	0	GS-bodem	0		
	GS-bodem	20	VGM	1.3	GS_inf	0	GS_inf	0		
Grootste lozing	GS_inf	20	GM	1.9	VGS+	0	VGS+	0		

Oe		Sheet JG_Absoluut_Oe_rendbo_10jr								
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Oe jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden bovengrensendement RWZI, ondergrensendementen zuiveringsvoorzieningen (g en ng/l)								
ng/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	VGM	8.3	GS	0	GM	0	GM	0		
	GM	8.3	VGS	0	VGM	0	VGM	0		
	VGS	9.1	GS+	0	GS	0	GS	0		
	VGS+	9.8	GS-bodem	0	VGS	0	VGS	0		
	GS	14	GS_inf	0	GS+	0	GS+	0		
	GS+	14	VGS+	0	GS-bodem	0	GS-bodem	0		
	GS-bodem	14	VGM	1.6	GS_inf	0	GS_inf	0		
Grootste lozing	GS_inf	14	GM	1.9	VGS+	0	VGS+	0		

BIJLAGE 10

LOZINGS- VERSUS BRONBENADERING

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	3770	VGM	422	GM	443	GM	0	GS_inf	5457
	GS+	3770	GS_inf	580	VGM	443	VGM	0	GS-bodem	5457
	GS-bodem	3770	VGS	731	GS	443	GS	0	GS+	6232
	GS_inf	3770	VGS+	918	VGS	443	VGS	0	VGS+	6545
	VGS+	5183	GM	1079	GS+	443	GS+	0	VGS	6791
	VGS	5617	GS-bodem	1244	GS-bodem	443	GS-bodem	0	GS	7006
	GM	6093	GS+	2018	GS_inf	443	GS_inf	0	VGM	7010
	VGM	6145	GS	2793	GS_inf	1107	VGS+	0	GM	7615
Grootste lozing										

mg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GM	43	GS-bodem	21	GS_inf	19	GM	0		
	VGM	43	GS+	35	GM	39	VGM	0		
	GS	43	VGS+	36	VGM	39	GS	0		
	VGS	43	GS	48	GS	39	VGS	0		
	GS+	43	VGS	48	VGS	39	GS+	0		
	GS-bodem	43	GS_inf	48	GS+	39	GS-bodem	0		
	GS_inf	43	VGM	142	GS-bodem	39	GS_inf	0		
	VGS+	43	GM	259	VGS+	39	VGS+	0		
Grootste lozing										

kg		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	11836	VGM	84	GM	443	GM	0	VGM	12680
	GS+	11836	GM	224	VGM	443	VGM	0	GM	12810
	GS-bodem	11836	GS_inf	471	GS	443	GS	0	VGS	13124
	GS_inf	11836	VGS	594	VGS	443	VGS	0	VGS+	13217
	VGS+	12028	VGS+	746	GS+	443	GS+	0	GS-bodem	13289
	VGS	12087	GS-bodem	1011	GS-bodem	443	GS-bodem	0	GS_inf	13289
	GM	12143	GS+	1640	VGS+	443	GS_inf	0	GS+	13919
	VGM	12153	GS	2269	GS_inf	983	VGS+	0	GS	14548
Grootste lozing										

mg/l		Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	VGM	85	GS-bodem	17	GS_inf	17	GM	0		
	GM	86	GS+	28	GM	39	VGM	0		
	VGS	93	VGM	28	VGM	39	GS	0		
	VGS+	100	VGS+	29	GS	39	VGS	0		
	GS	135	GS	39	VGS	39	GS+	0		
	GS+	135	VGS	39	GS+	39	GS-bodem	0		
	GS-bodem	135	GS_inf	39	GS-bodem	39	GS_inf	0		
	GS_inf	135	GM	54	VGS+	39	VGS+	0		
Grootste lozing										

Ptot		Sheet JG_Absoluut_Ptot_10jr								
Omschrijving		Lozingsbenadering: Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l)								
kg	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	175	GS_inf	5.2	GM	2.8	GM	0	GS+	200
	GS+	175	VGS	6.5	VGM	2.8	VGM	0	GS-bodem	201
	GS-bodem	175	VGM	7.1	GS	2.8	GS	0	GS_inf	201
	GS_inf	175	VGS+	9.8	VGS	2.8	VGS	0	GS	203
	VGS+	241	GM	13	GS+	2.8	GS+	0	VGS+	254
	VGS	261	GS+	22	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	VGS	271
	GM	283	GS-bodem	23	VGS+	2.8	GS_inf	0	VGM	296
	VGM	286	GS	25	GS_inf	21	VGS+	0	GM	299
Grootste lozing										

Ptot		Sheet JG_Absoluut_Ptot_10jr							
Omschrijving		Lozingsbenadering: Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en mg/l)							
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GM	2.0	GS+	0.38	GM	0.25	GM	0	
	VGM	2.0	VGS+	0.39	VGM	0.25	VGM	0	
	GS	2.0	GS-bodem	0.40	GS	0.25	GS	0	
	VGS	2.0	GS	0.43	VGS	0.25	VGS	0	
	GS+	2.0	VGS	0.43	GS+	0.25	GS+	0	
	GS-bodem	2.0	GS_inf	0.43	GS-bodem	0.25	GS-bodem	0	
	GS_inf	2.0	VGM	2.4	VGS+	0.25	GS_inf	0	
	VGS+	2.0	GM	3.1	GS_inf	0.36	VGS+	0	
Grootste lozing									

Ptot		Sheet JG_Absoluut_Ptot_0%_f_10jr								
Omschrijving		Bronbenadering: Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en mg/l)								
kg	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal					
Kleinste lozing	GS	351	VGM	1.2	GM	2.8	GM	0	VGM	357
	GS+	351	GM	2.5	VGM	2.8	VGM	0	GM	358
	GS-bodem	351	GS_inf	3.0	GS	2.8	GS	0	VGS	359
	GS_inf	351	VGS	3.8	VGS	2.8	VGS	0	VGS+	361
	VGS+	352	VGS+	5.7	GS+	2.8	GS+	0	GS+	366
	VGS	353	GS+	13	GS-bodem	2.8	GS-bodem	0	GS-bodem	367
	GM	353	GS-bodem	13	VGS+	2.8	GS_inf	0	GS_inf	367
	VGM	353	GS	15	GS_inf	13	VGS+	0	GS	368
Grootste lozing										

Ptot		Sheet JG_Absoluut_Ptot_0%_f_10jr							
Omschrijving		Bronbenadering: Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Ptot jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en mg/l)							
mg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	VGM	2.5	GS+	0.22	GS_inf	0.23	GM	0	
	GM	2.5	VGS+	0.23	GM	0.25	VGM	0	
	VGS	2.7	GS-bodem	0.23	VGM	0.25	GS	0	
	VGS+	2.9	GS	0.25	GS	0.25	VGS	0	
	GS	4.0	VGS	0.25	VGS	0.25	GS+	0	
	GS+	4.0	GS_inf	0.25	GS+	0.25	GS-bodem	0	
	GS-bodem	4.0	VGM	0.42	GS-bodem	0.25	GS_inf	0	
	GS_inf	4.0	GM	0.59	VGS+	0.25	VGS+	0	
Grootste lozing									

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_10jr						
Omschrijving		Lozingsbenadering: Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l)						
kg	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0.88 VGM	0.18 GM	0.23 GM	0	VGM	1.8	
	GS+	0.88 GS_inf	0.30 VGM	0.23 VGM	0	VGS	1.9	
	GS-bodem	0.88 VGS	0.38 GS	0.23 GS	0	VGS+	2.0	
	GS_inf	0.88 GM	0.38 VGS	0.23 VGS	0	GS_inf	2.0	
	VGS+	1.2 VGS+	0.54 GS+	0.23 GS+	0	GS-bodem	2.0	
	VGS	1.3 GS-bodem	0.88 GS-bodem	0.23 GS-bodem	0	GM	2.0	
	GM	1.4 GS+	1.2 VGS+	0.23 GS_inf	0	GS+	2.3	
	Grootste lozing	VGM	1.4 GS	1.5 GS_inf	0.80 VGS+	0	GS	2.6

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_10jr						
Omschrijving		Lozingsbenadering: Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GM	10 GS-bodem	15 GS_inf	14 GM	0			
	VGM	10 GS+	21 GM	20 VGM	0			
	GS	10 VGS+	21 VGM	20 GS	0			
	VGS	10 GS	25 GS	20 VGS	0			
	GS+	10 VGS	25 VGS	20 GS+	0			
	GS-bodem	10 GS_inf	25 GS+	20 GS-bodem	0			
	GS_inf	10 VGM	61 GS-bodem	20 GS_inf	0			
	Grootste lozing	VGS+	10 GM	92 VGS+	20 VGS+	0		

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_0%f_10jr						
Omschrijving		Bronbenadering: Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en µg/l)						
kg	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	GS	0.57 VGM	0.041 GM	0.23 GM	0	VGM	0.95	
	GS+	0.57 GM	0.087 VGM	0.23 VGM	0	GM	0.99	
	GS-bodem	0.57 GS_inf	0.24 GS	0.23 GS	0	VGS	1.2	
	GS_inf	0.57 VGS	0.30 VGS	0.23 VGS	0	VGS+	1.3	
	VGS+	0.64 VGS+	0.43 GS+	0.23 GS+	0	GS-bodem	1.5	
	VGS	0.66 GS-bodem	0.70 GS-bodem	0.23 GS-bodem	0	GS_inf	1.5	
	GM	0.68 GS+	0.97 VGS+	0.23 GS_inf	0	GS+	1.8	
	Grootste lozing	VGM	0.68 GS	1.2 GS_inf	0.69 VGS+	0	GS	2.0

Cu		Sheet JG_Absoluut_Cu_0%f_10jr						
Omschrijving		Bronbenadering: Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Cu jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaansluitingen (kg en µg/l)						
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal			
Kleinste lozing	VGM	4.8 GS-bodem	12 GS_inf	12 GM	0			
	GM	4.8 VGM	14 GM	20 VGM	0			
	VGS	5.0 GS+	17 VGM	20 GS	0			
	VGS+	5.3 VGS+	17 GS	20 VGS	0			
	GS	6.5 GS	20 VGS	20 GS+	0			
	GS+	6.5 VGS	20 GS+	20 GS-bodem	0			
	GS-bodem	6.5 GS_inf	20 GS-bodem	20 GS_inf	0			
	Grootste lozing	GS_inf	6.5 GM	21 VGS+	20 VGS+	0		

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_10jr							
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l)							
kg	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	4.0 VGM	0.93 GM	1.3 GM	0 VGM				8.8
	GS+	4.0 GM	1.8 VGM	1.3 VGM	0 GM				9.6
	GS-bodem	4.0 GS_inf	3.5 GS	1.3 GS	0 VGS				12
	GS_inf	4.0 VGS	4.4 VGS	1.3 VGS	0 GS-bodem				13
	VGS+	5.5 VGS+	6.5 GS+	1.3 GS+	0 GS_inf				13
	VGS	6.0 GS-bodem	7.5 GS-bodem	1.3 GS-bodem	0 VGS+				13
	GM	6.5 GS+	15 VGS+	1.3 GS_inf	0 GS+				20
	Grootste lozing	VGM	6.6 GS	17 GS_inf	5.2 VGS+	0 GS			

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_10jr							
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden (kg en µg/l)							
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GM	46 GS-bodem	129 GS_inf	91 GM	0				
	VGM	46 GS+	251 GM	110 VGM	0				
	GS	46 VGS+	255 VGM	110 GS	0				
	VGS	46 GS	289 GS	110 VGS	0				
	GS+	46 VGS	289 VGS	110 GS+	0				
	GS-bodem	46 GS_inf	289 GS+	110 GS-bodem	0				
	GS_inf	46 VGM	315 GS-bodem	110 GS_inf	0				
	Grootste lozing	VGS+	46 GM	431 VGS+	110 VGS+	0			

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_0%f_10jr							
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaanwijzingen (kg en µg/l)							
kg	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	GS	2.6 VGM	0.24 GM	1.3 GM	0 VGM				5.3
	GS+	2.6 GM	0.46 VGM	1.3 VGM	0 GM				5.5
	GS-bodem	2.6 GS_inf	1.3 GS	1.3 GS	0 VGS				6.5
	GS_inf	2.6 VGS	1.7 VGS	1.3 VGS	0 GS_inf				6.7
	VGS+	3.4 VGS+	2.5 GS+	1.3 GS+	0 GS-bodem				6.7
	VGS	3.6 GS-bodem	2.9 GS-bodem	1.3 GS-bodem	0 VGS+				7.1
	GM	3.8 GS+	5.5 VGS+	1.3 GS_inf	0 GS+				9.4
	Grootste lozing	VGM	3.8 GS	6.4 GS_inf	2.8 VGS+	0 GS			

Zn		Sheet JG_Absoluut_Zn_0%f_10jr							
Omschrijving		Tienjarige regenreeks 1955 - 1965, totaalwaarden Zn jaarlijks gemiddelde, hoeveelheden 0% foutaanwijzingen (kg en µg/l)							
µg/l	Regionaal oppervlaktewater	Stedelijk oppervlaktewater	Stedelijk bodem	Atmosfeer	Totaal				
Kleinste lozing	VGM	27 GS-bodem	49 GS_inf	48 GM	0				
	GM	27 VGM	81 GM	110 VGM	0				
	VGS	27 GS+	95 VGM	110 GS	0				
	VGS+	28 VGS+	97 GS	110 VGS	0				
	GS	30 GS	110 VGS	110 GS+	0				
	GS+	30 VGS	110 GS+	110 GS-bodem	0				
	GS-bodem	30 GS_inf	110 GS-bodem	110 GS_inf	0				
	Grootste lozing	GS_inf	30 GM	111 VGS+	110 VGS+	0			

BIJLAGE 11

LITERATUURVERZICHT

Literatuurlijst

Rapporten

Aanduiding	Titel
CANADA 1989	Canadian water quality guidelines, appendix V. (1989)
CAS 2006	Gemeente Castricum, Beschouwing monitoringsdata rioolstelsel Castricum. (2006)
CIW 2001	Commissie Integraal Waterbeheer, Riooloverstorten, deel 2, Eenduidige basisinspanning, Nadere uitwerking van de definitie van de basinspanning
CUWVO 1992	CUWVO, Co ³ rdinatiecommissie uitvoering wet verontreiniging oppervlaktewateren werkgroep VI (1992), Overstortingen uit rioolstelsels en regenwaterlozingen. Aanbevelingen voor het beleid en de vergunningverlening. (1992)
DELFT 2005	TU Delft, "Promotie onderzoek TU Delft, door Cathelijne Flamink. Heeft studie niet afgerond." : 2005
Grontmij 2004	Grontmij Nederland bv, Regenwaterbehandeling - Waarom, wanneer en waarmee. (2004)
KOOT 1977	Koot, Inzameling en transport van rioolwater. (1977)
NWRW 1987	NWRW, Invloed overstortwater Vijver te Loenen. (1987)
NWRW 1989	NWRW, Eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982 - 1989. (1989)
RIONED 1999	RIONED, Onderzoek naar de effecten van een verbeterd stelselontwerp op de vuilemissie en waterkwaliteit - Meetlocatie Dorp-Oost te Stolwijk, gemeente Vlist. (1999)
RIONED 2002	RIONED, Effectiviteit Vuiluitsluitend Rioolstelsel. Meetproject Vuiluitsluitend Rioolstelsel Het Heilige Land Delft. (2002)
RIONED C2100	RIONED, Leidraad Riolering, moduloe C2100: Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren
RIONED-13	RIONED/STOWA: Oppervlaktewater: wat zijn relevante emissies? (RIONED-reeks 13)
RIZA 2002	RIZA, Estrogens and xeno-estrogens in the aquatic environment of the Netherlands - Occurrence, potency and biological effects. (2002)
RIZA 2004a	RIZA, Richtgetallen overstorten voor bacteriële belasting van oppervlaktewater. (2004)
RIZA 2004b	RIZA, Richtgetallen voor emissiebronnen voor zwembadwaterprofiel. Handreiking voor waterbeheerders. (2004)
RIZA 2005	RIZA, Richtgetal afstromend regenwater - Meetprogramma 2005, E.Coli en intestinale enterokokken. (2005)
STORA 1985	STORA, Het inwonerequivalent getoetst. (STORA rapport 1985-04)
STOWA 2003-15	STOWA, Verwijdering van hormoonverstorende stoffen in rioolwaterzuiveringsinstallaties. (2003-15)
STOWA 2003-8	STOWA, Rioolvreemd water, onderzoek naar hoeveelheden en oorsprong afvalwater (2003-8)
STOWA 2004-w-4	STOWA, Prioritering hormoonverstorende stoffen voor waterbeheerders (2004-w-4)
STOWA 2005-14	STOWA, Anaerobic treatment of concentrated wastewater in DESAR concepts. (2005-14)
STOWA 2005-28	STOWA, Verkenning zuiveringstechnieken en KRW. (2005-28)
STOWA 2005-20	STOWA, DWAAS, vervolgonderzoek rioolvreemd water (2005-20)
STOWA 2005-23	STOWA, Kwaliteitsaspecten infiltreren stedelijk water beter bekeken. (2005-23)
STOWA 2005-32	STOWA, Verkennende monitoring van hormoonverstorende stoffen en pathogenen op RWZI's met aanvullende zuiveringstechnieken. (2005-32)
STOWA 2006-18	STOWA, Anders omgaan met huishoudelijk afvalwater. (2006-18)
STOWA 2008-14	STOWA, Het effect van afkoppelen van hemelwater op de RWZI (2008-14)
STOWA 2009-1W-06	STOWA, EMOS- EmissieModel voor Systeemkeuze (2009 - publicatie in voorbereiding)
STOWA 2009-31	STOWA, Invloed van de systeemkeuze op de emissies van het afvalwatersysteem (2009 - publicatie in voorbereiding)
TILBURG 1999	Gemeente Tilburg, Praktijkonderzoek naar de vuilemissie van een verbeterd genenad rioolstelsel. (1999)
VROM 1988	VROM, Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing (IBA) (1988; ISBN 90 346 1707 6)
VROM 1991	VROM, Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing (IBA). (Publicatierieks Milieubeheer 1991/7)

Artikelen

Aanduiding	Auteur(s), Titel, Blad
Arnhem 2007	Liefing, H., J. Langeveld, H. Velthorst, I. Hoekstra-Berkhout, 'Behandeling van regenwater uit gescheiden rioolstelsels: eerste resultaten EU-pilotonderzoek in Arnhem', <i>H₂O</i> , 2007, nr. 10 (2007)
BELFROID 1999	Belfroid, A.C., Horst, A. van der, Vethaak, A.D., Schreier, A.J., Rijs, G.B.J., Wegener, J. en Cofino, W.P. Analysis and occurrence of estrogenic hormones and their glucuronides in surface water and waste water in the Netherlands. <i>Science of the Total Environment</i> , 225, 101-108. (1999)
VR0M 1982	Chardon, G.M., L.J.E. Duijsens, A. Tukkers, 'Infiltratie van huishoudelijk afvalwater en bodemverontreiniging', <i>H₂O</i> , 1982, nr.7 (1982)

Internet

Aanduiding	Omschrijving
CBS 2007	CBS, http://statline.cbs.nl/StatWeb/start.asp?LA=nl&DM=SLNL&lp=Search%2FSearch [gemiddelde van de meelijaren 2001-2004]
HHD 2006	email contact Hoogheemraadschap van Delfland, 11-2006
RIZA 2006a	email contact RIZA 11-12-2006
RWS 2007	email contact Rijkswaterstaat 16 januari 2007
STOWA 2007	STOWA, Concept Regenwaterdatabase. (2007)

Model/onderzoek

Aanduiding	Omschrijving
RIZA 2006b	RIZA, Synamica v1.2 (2006)
NORIS	NO Rainwater In Sewers. Internationaal onderzoeksprogramma naar de mogelijkheden van afkoppelen. HHNK werkt mee aan een

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 232 17 66
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

