

stowa

SNELLE EMISSIESCHATTING VOOR GEMENGDE EN
GESCHEIDEN RIOOLSTELSELS

SESRIO



RAPPORT

2004
31

Bodemverbeterende eigenschappen van
sloot- en oevermaaisel op landbouwgronden

RAPPORT

2004

31

ISBN 90.5773.xxx.x



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

Publicaties en het publicatie overzicht van de STOWA kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3300 CC Zwijndrecht,
TEL 078 629 33 32 FAX 078 610 610 42 87 EMAIL info@hageman.nl
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een duidelijk afleveradres.

COLOFON

UTRECHT, XXX 2004

UITGAVE STOWA, Utrecht

AUTEUR
J.W. van Sluis

BIJDRAGE
A.P. Benoist

PROJECTLEIDER
J.W. van Sluis

PROJECTMANAGER
H. Bos

PRODUCTIE
Kruyt Grafisch Advies Bureau

STOWA rapportnummer 2004-31
ISBN 90-5773-xxx-x

TEN GELEIDE

STOWA heeft SESRIO laten ontwikkelen om te voorzien in de behoefte aan een snelle, op emissiefactoren gebaseerde schattingsmethode voor riolemissies. In het kader van het OASA-project van de toenmalige Dienst RWA van de gemeente Amsterdam ontwikkelde DHV des tijds de eerste aanzet voor de emissieschatting van gescheiden rioolstelsels. Voor STOWA is deze aanpak verfijnd en vervolgens aangevuld met rekenregels voor gemengde rioolstelsels.

SESRIO is speciaal bedoeld voor het verrichten van stofstroomstudies met betrekking tot het oppervlaktewater. Deze studies worden uitgevoerd in het kader van emissiebeheersplannen, waterplannen, waterketenanalyses, etc. Bij prioritering van de aanpak van bronnen van waterverontreiniging, zoals verbetering van de riolering, is het goed om de eerste globale analyse te maken met een flexibele, snelle schattingsmethode, alvorens zwaarder gereedschap wordt ingezet voor detailanalyses en -ontwerpen. Ook voor zulke globale analyses is SESRIO bruikbaar. SESRIO kwantificeert de belasting van het oppervlaktewater door rioolwaterlozingen. Dit is zowel mogelijk op het niveau van afzonderlijke deelstelsels (bemalingseenheden), als voor clusters van stelsels met gelijke kenmerken.

Voor de EU Kaderrichtlijn Water kan SESRIO van nut zijn in de analyse van menselijke belasting van het oppervlaktewater en bij het formuleren van maatregelen en de prioritering daarvan. Wanneer alle waterbeheerders deze werkzaamheden op uniforme wijze uitvoeren, is tevens een snelle uitwisseling van resultaten en aggregatie naar stroomgebiedsniveau mogelijk.

Het project is uitgevoerd door Hans van Sluis en Fred Benoist (DHV) en begeleid door Erik Matla (Waterschap Aa en Maas), Erwin Rebergen (gemeente Utrecht), Herman Van Rooijen (Waterschap Stichtse Rijnlanden), Sacha de Rijk (RIZA), Teije Dalstra (Waterschap Hollandse Delta).

Februari 2005

De directeur van de STOWA

Ir. J.M.J. Leenen

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, de provincies en het Rijk (i.c. het Rijksinstituut voor Zoetwaterbeheer en de Dienst Weg- en Waterbouw).

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

SESRIO

INHOUD

TEN GELEIDE
STOWA IN HET KORT

1	INLEIDING	5
2	TOEPASSINGSGEBIED	6
3	AANPAK EMISSIESCHATTING RIOLERING	7
3.1	Twee gezichtspunten: ketengericht en systeemgericht	7
3.2	Ketengerichte emissieschatting	7
3.3	Systeemgerichte emissieschatting	8
3.4	Emissiefactoren en emissieverklarende variabelen	8
3.5	Samengevat	9

4	EMISSIEBEREKENING MET SESRIO	10
4.1	Benodigde gegevens	10
4.2	Emissiefactoren	12
4.2.1	Gemengde stelsels (traditioneel)	12
4.2.2	Gescheiden stelsels (traditioneel)	13
4.2.3	Verbeterd gescheiden stelsels	14
4.2.4	Randvoorzieningen voor gemengde stelsels en regenwaterstelsels	14
5	ONDERZOEK TOEPASBAARHEID	15
5.1	Algemeen	15
5.2	Werkwijze	16
5.3	Gevoeligheid voor aard van verhard oppervlak	16
5.4	Vergelijking met op andere wijze verkregen emissieschatting	17
5.5	Conclusie	19
6	HANDLEIDING SESRIO-SHEET	21
6.1	Inleiding	21
6.2	Beschrijving van de menu's	21
6.2.1	Hoofdmenu	21
6.2.2	Emissieschatting gemengd rioolstelsel	22
6.2.3	Emissieschatting verbeterd gemengd rioolstelsel	23
6.2.4	Emissieschatting gescheiden rioolstelsel	24
6.2.5	Emissieschatting verbeterd gescheiden stelsel	25
6.3	Eindoverzicht berekeningsresultaten	26
7	REFERENTIES	27
	BIJLAGEN	

1

INLEIDING

Een evenwichtige reductie van emissies uit de riolering naar het oppervlaktewater vraagt om emissieschattingmethoden, die compatibel zijn met de voor andere bronnen gevolgde benadering. De gebruikelijke aanpak m.b.v. gegevens uit de landelijke emissieregistratie is onbevredigend, omdat daarin geen rekening wordt gehouden met specifieke gebieds- en stelselkenmerken en er geen goede voorspelling mee kan worden gemaakt van het effect van verbeteringsmaatregelen aan rioolstelsels.

Ook bij strategische keuzen m.b.t. de riolering zelf, zoals stelselkeuze, optimalisatie, etc., kan een snelle, globale emissieschatting helpen om het speelveld te verkennen en meer diepgaande analyses te sturen. Het gebruik van een uniforme aanpak voor gemengde en gescheiden stelsels is daarbij zeer aan te bevelen.

STOWA heeft SESRIO laten ontwikkelen om te voorzien in de behoefte aan een snelle, op emissiefactoren gebaseerde schattingsmethode voor rioolemissies. In het kader van het OASA-project van de toenmalige Dienst RWA van de gemeente Amsterdam [1], [2] ontwikkelde DHV destijds de eerste aanzet voor de emissieschatting van gescheiden rioolstelsels. Voor STOWA is deze aanpak verfijnd en vervolgens aangevuld met rekenregels voor gemengde rioolstelsels.

SESRIO is geheel gebaseerd op door meting verkregen gegevens van de jaarvrachten uit rioolstelsels. De resultaten van het NWRW-onderzoek [3] uit de periode 1982-1987 zijn aangevuld met recentere – Nederlandse – meetresultaten van gemengde stelsels en met emissiefactoren voor specifieke typen verhard oppervlak uit internationale literatuur.

Het resultaat van de uitgevoerde studies is neergelegd in afzonderlijke werkrapporten voor gescheiden stelsels, voor gemengde stelsels. Als afsluiting van de ontwikkeling is SESRIO beproefd door een aantal waterbeheerders. Daaruit bleek dat inderdaad van snelheidswinst gesproken kan worden, en dat de resultaten goed kunnen worden ingepast in bredere afwegingen. Alle werkrapporten zijn gebundeld in een achtergronddocument.

Deze hoofd rapportage presenteert de definitieve vorm van SESRIO aan de gebruikers. Voor een onderbouwing van de beide deelmethode en voor de detailresultaten van de pilots wordt verwezen naar het achtergronddocument [4]. Zie ook de STOWA-internetsite (www.STOWA.nl).

2

TOEPASSINGSGEBIED

SESRIO is speciaal bedoeld voor het verrichten van stofstroomstudies met betrekking tot het oppervlaktewater. Deze studies worden uitgevoerd in het kader van emissiebeheersplannen, waterplannen, waterketenanalyses, etc.

Bij stofstroomstudies worden de bronnen van waterverontreiniging die voor een concreet watersysteem relevant zijn in kaart gebracht en gekwantificeerd. In het algemeen zijn dat puntbronnen, diffuse bronnen, interne belasting, etc. Verder worden aan- en afvoerstromen die voortvloeien uit de waterhuishouding (waterinlaat, uitmaling, spui, etc.) gespecificeerd.

Bij prioritering van de aanpak van bronnen van waterverontreiniging, zoals verbetering van de riolering, is het goed om de eerste globale analyse te maken met een flexibele, snelle schattingsmethode, alvorens zwaarder gereedschap wordt ingezet voor detailanalyses en -ontwerpen. Ook voor zulke globale analyses is SESRIO bruikbaar.

SESRIO kwantificeert de belasting van het oppervlaktewater door rioolwaterlozingen. Dit is zowel mogelijk op het niveau van afzonderlijke deelstelsels (bemalingeenheden), als voor clusters van stelsels met gelijke kenmerken.

Bij de implementatie van de EU Kaderrichtlijn Water kan SESRIO van nut zijn in de analyse van menselijke belasting van het oppervlaktewater, bij het formuleren van maatregelen en de prioritering daarvan. Wanneer alle waterbeheerders deze werkzaamheden op uniforme wijze uitvoeren, is tevens een snelle uitwisseling van resultaten en aggregatie naar stroomgebiedsniveau mogelijk.

3

AANPAK EMISSIESCHATTING RIOLERING

3.1 TWEE GEZICHTSPUNTEN: KETENGERICHT EN SYSTEEMGERICHT

In de praktijk vindt de evaluatie van verbeteringsmaatregelen aan de riolering plaats vanuit verschillende gezichtspunten, te weten vanuit de waterketen of vanuit het watersysteem¹.

Bij de waterketengerichte evaluatie gaat het om maatregelen aan de riolering, mede met het oog op de Wvo-vergunningverlening door de waterbeheerder. Soms is in de - concept - vergunningvoorwaarden de wijze van emissieberekening gespecificeerd.

Bij evaluatie vanuit het watersysteem, voor een emissiebeheersplan of een waterplan, worden ingrepen aan alle relevante bronnen tegen het licht gehouden, teneinde de meest (kosten)effectieve wijze van emissiebeperking vast te stellen.

Met name wanneer de emissieschatting riolering onderdeel vormt van een brede afweging, is een snelle werkwijze gewenst, die eenvoudig kan worden toegepast op verschillende oplossingsvarianten en die qua aanpak overeenkomst met de schattingsmethode voor andere bronnen. SESRIO biedt zo'n snelle werkwijze voor de jaaremisse van zowel gemengde als gescheiden stelsels, die is gebaseerd op emissiefactoren.

4.2 KETENGERICHTE EMISSIESCHATTING

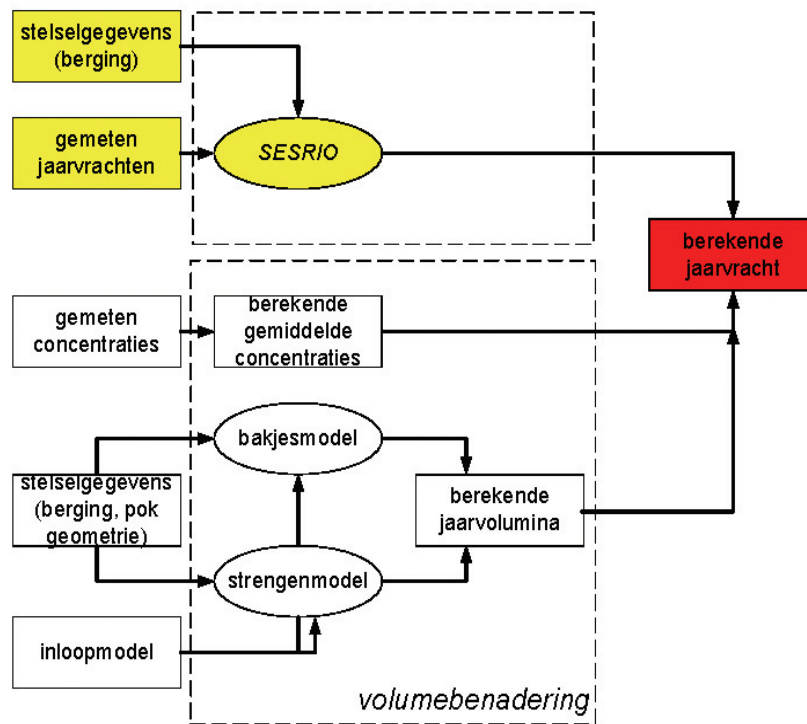
Het is gebruikelijk om ketengerichte emissieschattingen voor gemengde rioolstelsels te baseren op de volumebenadering. Daarbij worden door middel van dynamische simulatie overstortvolumina per gebeurtenis berekend voor geschematiseerde rioolstelsels (strengen of bakjes). De vracht wordt bepaald door vermenigvuldiging van het volume met een karakteristieke vuilconcentratie. De jaarvracht volgt uit somming van de vrachten per gebeurtenis over een jaar. Voor gescheiden rioolstelsels wordt de volumebenadering niet voor de schatting van emissies gebruikt, omdat er geen breed geaccepteerde werkwijze voorhanden is.

De werkwijze van de volumebenadering is betrekkelijk gedetailleerd en vraagt veel (invoer)data, c.q. rekentijd. Wanneer - voor een rioleringsplan - reeds alle benodigde stelselberekeningen zijn uitgevoerd, is dat geen bezwaar. Vergelijking van verschillende stelseltypen op basis van emissies is echter op deze wijze niet mogelijk.

Voor SESRIO kan worden volstaan met invoer van de rioolberging en het verhard oppervlak per deelstelsel. Zie Afbeelding 1.

¹ Voor de goede orde wordt opgemerkt dat het afvalwatersysteem een deel van de waterketen vormt.

AFBEELDING 1 VERGELIJKING VAN DE REKENSHEMA'S VAN VOLUMEKENADERING EN SESRIO VOOR GEMENGE RIOOLSTELSLS



3.3 SYSTEEMGERICHTE EMISSIESCHATTING

Systeemgerichte evaluaties zijn gebaseerd op een globale inschatting van alle bronnen van waterverontreiniging. Dit is mogelijk via het concept van emissiefactoren en emissieverklarende variabelen. Zie paragraaf 3.4. De emissiefactoren zijn karakteristiek voor het type bron, de emissieverklarende variabele geeft de omvang van de bron aan, bijvoorbeeld gerelateerd aan gebiedskenmerken.

Deze aanpak vergt weinig data en berekeningen kunnen snel worden uitgevoerd, c.q. herhaald.

SESRIO is speciaal bedoeld voor deze systeemgerichte evaluaties. Ketengerichte evaluatie op basis van jaarvrachten is echter eveneens mogelijk.

3.4 EMISSIEFACTOREN EN EMISSIEVERKLARENDE VARIABELEN

Bij globale benaderingen, zoals via emissiefactoren, wordt de jaaremisse geschat uit een directe relatie tussen input en output-variabelen. De processen in de riolering worden dan niet expliciet beschreven. In modeltermen spreekt men van een black-box benadering. Inputvariabelen zijn in dit geval de omvang van een vervuilende activiteit of voorziening (de emissieverklarende variabele) en een kenmerkende specifieke vervuilingswaarde (de emissiefactor). Het klassieke voorbeeld van een emissiefactor is het inwonerequivalent: één inwoner loost 54 g BZV per dag. De vuilvracht van een woonkern in kg/d wordt daarmee berekend door vermenigvuldiging van deze emissiefactor met het aantal inwoners. Snelle schattingen van de vervuiling van een industriegebied verkrijgt men bijvoorbeeld uit bedrijfstakspecifieke emissiefactoren en de omvang van de productie ter plaatse. Zulke emissiefactoren voor bedrijfsactiviteiten zijn veelal afgeleid uit de gegevens van de landelijke emissieregistratie.

Er is in het verleden eerder gepoogd ook voor rioolstelsels emissiefactoren af te leiden. Tot

duisver waren de resultaten hiervan onbevredigend, omdat te weinig rekening werd gehouden met verschillen in stelseltype, stelseldimensies en specifieke gebiedskenmerken. Een meer gedifferentieerde aanpak ondervangt deze bezwaren. De black-box wordt dan wat minder zwart gemaakt. Emissiefactoren voor riolering uitgedrukt in kg/ha/a sluiten het beste aan bij de opgaven in de internationale literatuur.

Emissiefactoren en emissieverklarende variabelen worden gebruikt om op snelle transparante wijze de emissie uit verschillende bronnen te kunnen berekenen. De emissiefactor is karakteristiek voor de oorzaak van de verontreiniging (een activiteit of een object) en de emissieverklarende variabele geeft de omvang aan die activiteit.

Voor SESRIO is het – afvoerend – verhard oppervlak gekozen als een emissieverklarende variabele. De emissiefactor is de hoeveelheid vervuiling die per eenheid van oppervlak per jaar wordt geloosd. De emissiefactoren verschillen per vervuilende stof, maar ook per type stelsel en – voor gescheiden stelsels – per soort verhard oppervlak. Zie verder paragraaf 4.2.

3.5 SAMENGEVAT

De volumebenadering is alleen toepasbaar voor waterketengerichte emissieschatting van gemengde rioolstelsels. Belangrijke toepassingsgebieden zijn rioleringsplannen en optimalisatiestudies voor het afvalwatersysteem.

SESRIO kan daarnaast ook in watersysteemgerichte evaluaties worden gebruikt en is geschikt voor alle typen rioolstelsels. Toepassingsgebieden zijn stedelijke watersysteemstudies, waterplannen en emissiebeheersplannen.

De uitkomsten van de voorspelde jaarvrachten voor gemengde rioolstelsels van deze berekeningswijzen komen redelijk overeen. Beide benaderingen hebben een mogelijke fout in de uitkomst van 50 à 100 %.

4

EMISSIEBEREKENING MET SESRIO

4.1 BENODIGDE GEGEVENS

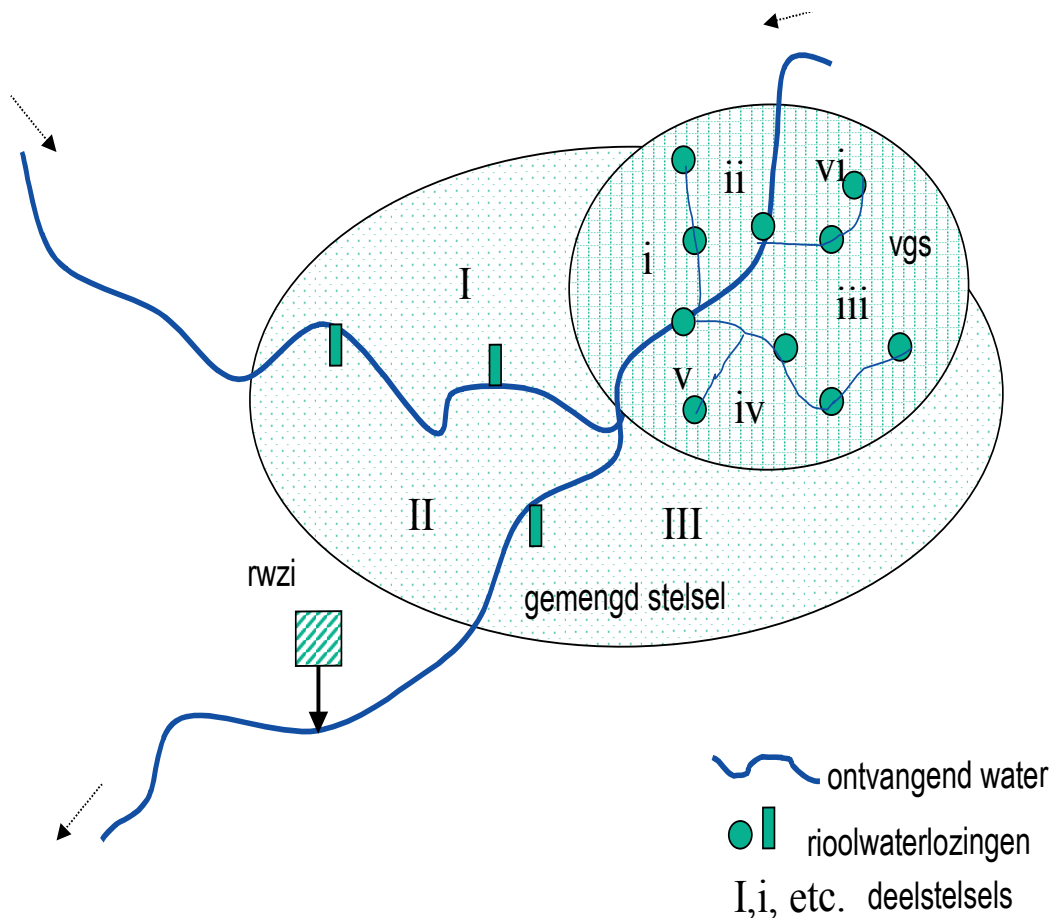
De emissieverklarende variabelen voor SESRIO zijn de areaalgegevens waarmee de omvang van de rioolstelsels wordt gekarakteriseerd. In alle gevallen is daarvoor het afvoerend verhard oppervlak gekozen. Bij gemengde stelsels wordt dat niet verder gedifferentieerd. De emissiefactor voor een gemengd stelsel is afhankelijk van de stelselberging en de aanwezigheid van een randvoorziening. Bij gescheiden stelsels is de emissiefactor afhankelijk van de aard en het gebruik van dat oppervlak. Onderscheiden worden:

- Oppervlak daken (vuil en niet vuil)
- Oppervlak wegen (druk en niet druk, snelweg met DAB of ZOAB)

De emissies worden per deelstelsel bepaald. Vervolgens wordt gesommeerd om het totaal van de beschouwde geografische eenheid te bepalen. Zie Afbeelding 2.

Een schematisch overzicht van de verschillende typen rioolstelsel is opgenomen in bijlage 1.

AFBEELDING 2 GEBIEDS- EN STELSELKENMERKEN VOOR DEELSTELSLS



In Tabel 1 is aangegeven aan welke bron de betreffende gegevens kunnen worden ontleend. De rioolberging en het totaal verhard oppervlak zijn te vinden in de BRP's. Uitsplitsing van de areaalgegevens is soms eenvoudig mogelijk via de betreffende gemeentelijke registraties. In andere gevallen moeten daarvoor verdeelsleutels op grond van expert judgement worden toegepast, rekening houdend met kenmerken en leeftijd van de bebouwing, verkeersdrukte etc.

In de toekomst zal in toenemende mate kunnen worden geput uit de databases van RIOKEN.

TABEL 1 BRONNEN VAN AREAAL- EN STELSELKENMERKEN

	Gemengd stelsel	Gescheiden stelsel
Afvoerend verhard oppervlak.	Uit BRP	Uit BRP
Specificatie verhard oppervlak	-	Areaal-gegevens
Rioolberging	Uit BRP	-

Tabel 2 geeft een overzicht van de wijze waarop het verhard oppervlak wordt uitgesplitst om de verschillen in emissie per oppervlaktesoort te bepalen. Zonodig kunnen de oppervlakfracaties worden geschat binnen de – meestal wel bekende – totaalwaarde.

TABEL 2 SPECIFICATIE VAN BERGING EN VERHARD OPPERVLAKE PER STELSELSOORT

Naam gemeente of kern	Naam of code gemengd deelstelsel(s)	traditioneel gerioleerd	Berging	Totaal afvoerend oppervlak
			Berging (incl. rvz)	Totaal afvoerend oppervlak
	Naam of code gescheiden deelstelsel(s)	traditioneel	daken	oppervlak Nieuw zonder zink
				oppervlak Bestaand met weinig zink
				oppervlak Bestaand met zink
		verbeterd	straten en wegen	oppervlak Rustige woonstraten
				oppervlak Drukke straten en wegen
				oppervlak Snelwegen met DAB
				oppervlak Snelwegen met ZOAB
		Totaal afvoerend oppervlak		

In hoofdstuk 6 is een rekenvoorbeeld uitgewerkt.

4.2 EMISSIEFACTOREN

4.2.1 GEMENGDE STELSELS (TRADITIONEEL)

De emissiefactoren voor gemengde rioolstelsels zijn bepaald uit de NWRW-gegevens (4 stelsels) en de resultaten van de recentere onderzoeken aan de stelsels van Stolwijk (gemeente Vlist) en Tilburg [4]. Er is gebruik gemaakt van regressieanalyse. Zie bijlage 2. Voor alle in Tabel 3 genoemde stoffen zijn significante verbanden gevonden tussen de rioolberging en de specifieke vuilvracht per ha per jaar.. Voor kwik en cadmium kon geen bruikbaar verband worden afgeleid.

Door het beperkte aantal beschikbare meetgebieden kon binnen de populatie van de gemengde stelsels geen verder onderverdeling naar eventuele interne emissiebeperkende maatregelen als compartimentering worden gemaakt. De op onderstaande factoren gebaseerde emissieschattingen gelden dus voor een algemeen gemengd rioolstelsel zonder externe randvoorziening.

TABEL 3 EMISSIEFACTOREN VOOR GEMENGDE STELSELS ZONDER EXTERNE RANDVOORZIENING (SPECIEFIEKE VUILVRACHTEN PER HA PER JAAR)

BERGING (MM)	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BZV (KG/HA/A)	47	39	33	29	26	24	22	21	19
CZV (KG/HA/A)	218	187	166	151	140	131	124	118	114
N-KJ OF NH ₄ -N (KG/HA/A)	10,1	8,6	7,5	6,8	6,3	5,8	5,5	5,2	5,0
TOT-P (KG/HA/A)	2,6	2,3	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5
DROOGREST (KG/HA/A)	324	233	173	129	97	72	52	35	21
LOOD (G/HA/A)	141	117	101	90	81	75	70	65	62
ZINK (G/HA/A)	355	279	229	193	166	146	129	115	104
KOPER (G/HA/A)	128	107	94	84	77	71	67	63	60

De mogelijke fout in de geschatte emissies bedraagt 50 à 100%. Dat is aanzienlijk, maar zeker niet slechter dan de onzekerheid in op andere wijze geschatte waarden. In absolute zin is de overeenstemming met de resultaten van de volumemethode redelijk tot goed [4].

4.2.2 GESCHEIDEN STELSELS (TRADITIONEEL)

4.2.2.1 DAKEN

Tabel 4 presenteert emissiefactoren voor daken, inclusief de bijbehorende goot- en afvoersystemen. Het materiaal van deze laatste is doorslaggevend voor de emissie van de metalen zink en lood².

TABEL 4 EMISSIEFACTOREN DAKEN EN GOTEN (INCLUSIEF BIJDRAGE ATMOSFEER)

Parameter	'Nieuw en schoon' (kg/ha/a)	'bestaand zonder zink' (kg/ha/a)	'Bestaand met zink' (loodslabben en gesoldeerde zinken goten) (kg/ha/a)
CZV	60		
droge stof	90		
NH ₄ -N of Kjeldahlstikstof	7,5		
Zn	0,1	0,5	3
Pb	0,06	0,06	0,3
Cu	0,04	0,04	0,04

² En van koper, in voorkomende gevallen. Hierover is echter geen literatuur gevonden.

4.2.2.2 WEGEN

Tabel 5 geeft de emissies van de straten en wegen. Een 'rustige' straat is duidelijk minder vervuילend dan een drukke straat of een ontsluitingsweg. Bij snelwegen is het type asfalt van belang. Een zoab-wegdek (met vluchtstroken) heeft onmiskenbare milieuvoordelen.

TABEL 5 EMISSIEFACTOREN STRATEN EN WEGEN (INCLUSIEF BIJDRAGE ATMOSFEER)

parameter	'rustige' straat (kg/ha/a)	'drukke' straat (kg/ha/a)	snelweg dicht asfalt (kg/ha/a)	snelweg zoab (kg/ha/a)
BZV		22*		
CZV	40	250/300*		
droge stof	100	700	250	100
NH ₄ -N of Kjeldahlstikstof	3			
totaal fosfor		0,9*		
Zn	0,4	0,8*/1,3	1/2,1**	1/1**
Pb	0,2	0,9/1,1*	0,2/0,6**	0,05/0,08**
Cu	0,1	0,2	0,2/0,24**	0,07/0,13**

* drukke straat: gewogen gemiddelde concentraties (Houtribdreef Lelystad 3189 vtg/d.)
** snelweg bij Parijs [5]

De grens tussen de categorieën "rustige straat" en "drukke straat" ligt in de orde van duizenden voertuigen per etmaal.

4.2.3 VERBETERD GESCEIDEN STELSLS

Emissiefactoren voor verbeterd gescheiden stelsels zijn direct aan de NWRW-waarnemingen worden ontleend. De uitkomsten van een regenwaterriool van een traditioneel gescheiden stelsel, waarop alleen schone daken en rustige wegen zijn aangesloten, zijn overigens van dezelfde orde van grootte. Zie Tabel 6.

TABEL 6 AANPAK VERBETERD GESCEIDEN STELSLS

Parameter	NWRW: verbeterd <i>gescheiden</i> stelsel (kg/ha/a)	'schone en rustige' woonwijk 50-50 (kg/ha/a)
BZV	3,2	
CZV	38	50
droge stof	100	95
NH ₄ -N (Kjeldahlstikstof)	2,1	5
totaal fosfor	0,5	
Zn	0,3	0,25
Pb	0,02	0,13
Cu	0,01	0,07

4.2.4 RANDVOORZIENINGEN VOOR GEMENGDE STELSLS EN REGENWATERSTELSLS

SESRIO is direct toepasbaar voor gemengde en gescheiden stelsels zonder randvoorzieningen. Bovendien wordt voor 'verbeterde' gemengde stelsels het effect van emissiebeperkende maatregelen in het stelsel, zoals vergroten van berging, aangepaste lay-out en toepassing van andere buisprofielen, in de emissieschatting verdisconteerd.

De gevolgen van eventuele externe randvoorzieningen dienen echter apart te worden ingeschat. Het gaat daarbij om technische voorzieningen die het uittredend overstortwater of regenwater opvangen en aan een of andere vorm van behandeling onderwerpen (bezinking, filtratie). Het emissiereducerend effect van dit soort voorzieningen (werveloverstort, bergbezinkbassin, bergbezinkriool, lamellenafscheider, helofytenfilter, etc) bestaat deels uit een volumereductie en deels uit een emissiereductie als gevolg van het behandelingsproces.

De volumereductie komt voort uit de extra berging die met de randvoorziening wordt gecreëerd.

Voor zover met randvoorziening extra berging wordt gecreëerd, kan in SESRIO hiermee rekening worden gehouden, door simpelweg de berging van de randvoorziening op te tellen bij de berging van het stelsel. Het emissiereducerend effect van het behandelingsproces is echter specifiek voor het type randvoorziening, mate van hydraulische belasting en bovendien gedifferentieerd naar verontreinigende stoffen. Opgeloste stoffen worden niet door sedimentatieprocessen worden afgevangen. In helofytenfilters vindt zowel verwijdering van verontreinigingen plaats door sedimentatie als door afbraak en opname in biomassa. De effectiviteit van deze processen is sterk afhankelijk van het ontwerp en de bedrijfswijze van het filter.

Voor zowel gemengde als gescheiden rioolstelsel zal van geval tot geval een inschatting van de emissiereductie door randvoorzieningen moeten worden gegeven. Dit kan worden aangegeven met een extra bergingscomponent en met het jaargemiddelde verwijderingsrendement van het procesaandeel per randvoorziening.

5

ONDERZOEK TOEPASBAARHEID

5.1 ALGEMEEN

Om de toepasbaarheid van de methodiek SESRIO te onderzoeken is een viertal pilots uitgevoerd. Voor elk der pilots zijn benodigde gegevens opgespoord en zijn emissieschattingen gemaakt volgens de hiervoor omschreven methodiek. Het onderzoek betreft vier regio's of stedelijke agglomeraties verspreid over Nederland, zoals weergegeven in Tabel 7; Tabel 8 geeft nadere gebiedsinformatie.

TABEL 7 CONTEXT VAN DE PILOTS

Belanghebbende	Bijdrage aan project
WS Reest en Wiede	Emissiestudie nutriënten in landelijk gebied
WS AA en Maas	Emissiebeheersplan deelgebied Zuid
ZHEW	Gebiedsstudie Krimpenerwaard
Ingenieursbureau Utrecht	Waterplan Utrecht

In het kader van het onderzoek is nagegaan:

- Past de SESRIO-benadering bij deze case?
- Zijn de benodigde gegevens te vinden?
- Wat kan beter?

TABEL 8 UITGEWERKTE PILOT-GEBIEDEN

Organisatie	Gemeenten	aantal deelstelsels (verbeterd) gemengd	aantal deelstelsels (verbeterd) gescheiden	
Waterschap Reest en Wiede	Steenwijk	3	10	
	Westerveld	21	3	
Waterschap Aa en Maas	Deurne	11	4	
	Someren	9	4	
	Helmond	13	14	
	Asten	7	2	
Zuiveringsschap	Bergambacht	18	5	
Hollandse Eilanden en Waarden	Gouda	1	1	
	Krimpen aan den IJssel	Nederlek	3	3
		Ouderkerk	14	2
	Schoonhoven	3	4	
	Vlist	5	3	
	Utrecht	Vlist	13	1
Gemeente Utrecht	Utrecht	16	-	
	De Meern	4	-	
	Vleuten-De Meern	7	-	
	Vleuten	2	1	

Per pilot heeft een medewerker van de betrokken instantie gefungeerd als contactpersoon. Met deze personen is bilateraal overleg gevoerd indien onduidelijkheden in de aangeleverde gegevensbestanden werden aangetroffen en is besloten welke aanvullende aannames bij uitwerking van de cases moesten worden genomen. De resultaten van de SESRIO-pilots zijn weer verwerkt in betreffende projecten. Ze zijn gerapporteerd in het achtergronddocument [4]. Voor de stedelijke agglomeratie van Utrecht hadden in het kader van het BRP reeds eerdere emissieschattingen plaatsgevonden. In paragraaf 5.4 is de vergelijking met de emissieschatting volgens SESRIO gepresenteerd.

Na de afronding van de pilots hebben inmiddels nog twee andere SESRIO-toepassingen plaatsgevonden, in het kader van studies voor respectievelijk HHS Rijnland en voor RWS/RIZA. Voor HHS Rijnland werden in het kader van een alternatievenstudie de emissies van verschillende typen gescheiden stelsels gekwantificeerd [6]. Voor RWS/RIZA zijn tijdreeksen gegenereerd van de landelijke emissies uit rioolstelsels voor de periode 1985-2003 [7]. Deze laatste gegevens zijn bedoeld om witte vlekken in het totaal van emissies naar het oppervlaktewater in te vullen. Dit emissiebeeld is van belang voor de landelijke emissieregistratie (ERC) en – op termijn – ook voor de rapportages voor de EU Kaderrichtlijn Water.

5.2 WERKWIJZE

De emissieberekeningen zijn verricht per deelstelsel. Er zijn vier typen stelsel onderscheiden, te weten: gemengd (GM), verbeterd gemengd (VGM), gescheiden (GS) en verbeterd gescheiden (VGS). De berekeningsresultaten zijn gepresenteerd als gesommeerde jaarvrachten voor deze typen, uitgesplitst naar gemeenten.

- Voor gemengde (GM) en verbeterd gemengde (VGM) stelsels is gebruik gemaakt van het verhard oppervlak (Ah) en de berging (B) in het stelsel. Het gaat hier om de totale berging per deelstelsel inclusief eventuele randvoorzieningen.
- Bij gescheiden (GS) en verbeterd gescheiden (VGS) deelstelsels is uitgegaan van het opgegeven verhard oppervlak en, voor zover van belang, de onderverdeling daarvan in schone en/of vuile daken en rustige en/of drukke wegen. Veelal is uitgegaan van een verdeling die overeenkomt met het landelijk gemiddelde, omdat gebiedsspecifieke informatie ontbrak.

5.3 GEVOELIGHEID VOOR DE AARD VAN HET VERHARD OPPERVLAK

In het kader van de pilots is tevens een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierbij is om na te gaan in hoeverre de emissieberekeningen worden beïnvloed door de keuze van de verdeling van type verhard oppervlak. Gebiedsspecifieke informatie voor één van de pilots (WS Aa en Maas) wijst uit dat in Deurne van het dakoppervlak ongeveer 70% als “bestaand dak met zink” en 30% als “nieuw dak zonder zink” is te typeren.

In Tabel 9 is het resultaat voor een willekeurige situatie weergegeven voor de emissieberekening van zink. Bij deze voorbeeldberekening is voor de emissiereductie van de aanvullende maatregelen aan het VGS een rendement van 30% aangehouden. Voor het verbeterd gemengde stelsel is alleen de emissiereductie als gevolg van de grotere berging (4 mm) meegenomen. Uit het resultaat blijkt dat een andere verhouding van type dakoppervlak aanzienlijk scheelt in de emissieschatting voor (verbeterd) gescheiden stelsels. Bij het omkeren van de verhoudingen 70/30 naar 30/70 blijkt de emissieschatting van zink voor de (verbeterd) gescheiden

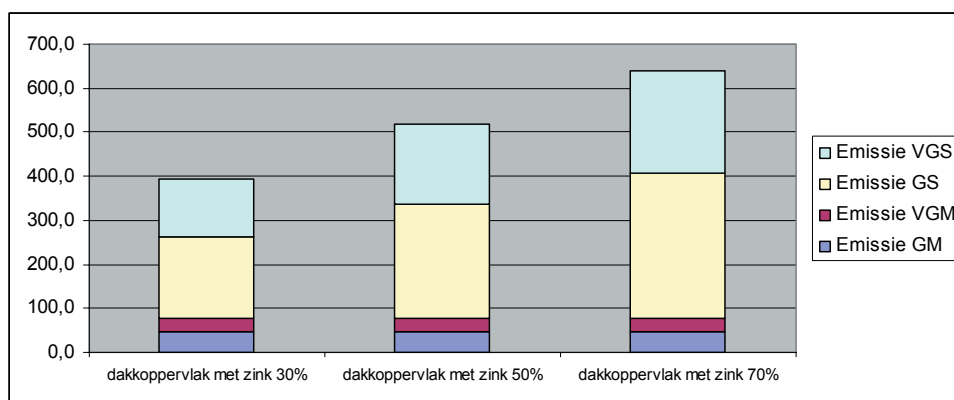
deelstelsels nagenoeg gehalveerd te worden. Ook voor de totale emissie vanuit het rioolstelsel zijn de verschillen aanzienlijk.

TABEL 9 GEVOELIGHEIDSANALYSE VAN EMISSIESCHATTING MET SESRIO VOOR ZINK (G/JAAR) VOOR HET PERCENTAGE DAKOPPERVLAK MET ZINK

A [ha]	0,25	0,25	0,25	0,25	1	
B [mm]	7	11	--	--	--	
	Emissie GM	Emissie VGM	Emissie GS	Emissie VGS	Emissie Totaal	eenheid
dakkoppervlak met zink 30%	48,3	28,8	186,3	130,4	393,7	[g/jaar]
dakkoppervlak met zink 50%	48,3	28,8	258,8	181,1	517,0	[g/jaar]
dakkoppervlak met zink 70%	48,3	28,8	331,3	231,9	640,2	[g/jaar]
<i>rustige straat : drukke wegen = 80% : 20%</i>						
overall rendement Emissiereductie (VGS-GS)/GS [%]	30%					

De resultaten zijn in Afbeelding 3 ook in histogramvorm gepresenteerd.

AFBEELDING 3 OVERALL EMISSIEFACTOREN ZINK (IN G/HA/A) PER STELSELTYPEN IN AFHANKELIJKHEID VAN PERCENTAGE DAKOPPERVLAK MET ZINK



De procentuele verdeling van per type van het dakoppervlak dat afvoert via de regenwaterriolerings heeft dus grote invloed op het eindresultaat van de schatting van de zinkemissie. Voor andere stoffen is deze invloed echter veel geringer (vergelijk Tabel 4).

5.4 VERGELIJKING MET OP ANDERE WIJZE VERKREGEN EMISSIESCHATTINGEN

Op basis van berekende jaarlijkse overstortvolumina uit basisrioleringsplannen (BRP) voor Utrecht (1997) en De Meern (2002) is door IB Utrecht een inschatting van de BZV-uitwerp per jaar gemaakt, gebruikmakend van één vaste concentratie. De resultaten van deze schatting voor Utrecht liggen lager dan de SESRIO schattingen, terwijl die voor De Meern juist hoger liggen (zie tabel 10). Er zijn diverse mogelijke oorzaken van deze verschillen aan te wijzen:

- De oorzaak van dit verschil kan deels liggen in de gemiddeld veel hogere berging van de stelsels in Utrecht. Bij hoge waarden voor de berging voorspelt SESRIO een grotere waarde voor de emissie dan de volumebenadering, terwijl bij een kleine berging in het stelsel de volumebenadering juist tot hogere emissiewaarden leidt [4].
- Een ander verschil tussen de stelsels van De Meern en Utrecht zit in de pompoevercapaciteit (poc). De gemiddelde poc voor het gehele stelsel van Utrecht bedroeg in de berekening 0,7 mm/h. In de berekening van De Meern bedroeg de gemiddelde pompoevercapaciteit ongeveer 0,35 mm/h. SESRIO houdt geen rekening met de variabele poc. Deze lagere poc verklaart vermoedelijk mede waarom de SESRIO-uitkomst voor De Meern lager ligt dan de emissie volgens de volumebenadering.

- Bij de volumebenadering zijn de rioolstelsels van Utrecht doorgerekend met een geavanceerd bakkenmodel, terwijl voor het stelsel van De Meern een strengenberekening is uitgevoerd. Ook dit kan tot andere resultaten leiden.

Overigens wordt erop gewezen dat uitkomsten van zowel SESRIO als van de volumebenadering een aanzienlijke onzekerheidsmarge vertonen (mogelijke fout 50 à 100%). Daarom zijn slechts enkele van de geconstateerde verschillen significant (verhouding < 50% of >200%).

TABEL 10 VERGELIJKING VAN SESRIO-BEREKENING MET VOLUMEBENADERING UIT BRP

Gemeente	Deelstelsel	type	[ha]	[mm]	emissie BRP [kg BZV/jr]	emissie SESRIO [kg BZV/jr]	specifieke emissie		SESRIO/BRP
							BRP [kg.ha/jr]	SESRIO [kg.ha/jr]	
Utrecht	Overvecht	GM	174,51	10,6	2.474	3.688	14,2	21,1	149%
Utrecht	Hagelstraat	GM	78,2	9,6	632	1.780	8,1	22,8	282%
Utrecht	Kanaalweg	GM	133,42	9,6	2.944	3.038	22,1	22,8	103%
Utrecht	Thomas a Kempisweg	GM	39,84	4	3.080	1.873	77,3	47,0	61%
Utrecht	Kardinaal de Jongweg	GM	86,08	10,1	1.181	1.886	13,7	21,9	160%
Utrecht	Korte Baanstraat	GM	126,92	8,4	1.470	3.204	11,6	25,2	218%
Utrecht	Baden Powellweg	GM	131,27	9,8	1.732	2.942	13,2	22,4	170%
Utrecht	Europaplein	GM	68,65	11,8	1.055	1.341	15,4	19,5	127%
Utrecht	Prof. Fuchslaan	GM	55,6	7,9	976	1.473	17,6	26,5	151%
Utrecht	Neutronweg	GM	83,55	2,7	4.372	5.598	52,3	67,0	128%
Utrecht	Rio Brancodreef	GM	46,32	4,6	1.193	1.926	25,7	41,6	161%
Utrecht	Veemarkt	GM	16,51	5	520	639	31,5	38,7	123%
Utrecht	Atoomweg	GM	32,75	3,6	699	1.690	21,3	51,6	242%
Utrecht	Zuilen/Ondiep	GM	187	10,1	3.774	4.097	20,2	21,9	109%
Utrecht	Catharijne	GM	86,12	3,7	2.782	4.338	32,3	50,4	156%
Utrecht	Lauwerecht/Tuinwijk	GM	82,91	6	2.721	2.749	32,8	33,2	101%
Utrecht	Totaal	GM	1429,7	8,3	31.602	42.263	22,1	29,6	134%
De Meern	De Meern-Noord	GM	5,4	5,9	340	182	62,9	33,6	53%
De Meern	De Meern-Centrum	GM	15,3	5,4	1.112	554	72,7	36,2	50%
De Meern	De Meern-Zuid	GM	11,2	6,2	603	361	53,8	32,3	60%
De Meern	De Meern-Oost	GM	7,9	5,2	408	296	51,6	37,4	72%
De Meern	Totaal	GM	39,8	5,6	2.463	1.393	61,9	35,0	57%

< 75%
75% - 125%
>125%

5.5 CONCLUSIES

Uit het verloop en de resultaten van de 4 pilots zijn, met betrekking tot de gestelde onderzoeksvragen, de volgende conclusies getrokken:

RELEVANTIE VOOR DE PILOTPROJECTEN

- De methodiek SESRIO is gemakkelijk toepasbaar voor gemengde stelsels en levert zeer snel resultaten die goed bruikbaar zijn in de hier uitgewerkte pilotprojecten.
- Resultaten van SESRIO zijn opgenomen in rapportage van waterschap Reest en Wiede
- De emissieschattingen uit de pilot voor Waterschap Aa en Maas en Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden zijn meegenomen in het emissiebeheerplan
- De resultaten van SESRIO voor de stelsels in Utrecht en De Meern leveren inzicht in de betrouwbaarheid en de gevoeligheid van de eerder uitgevoerde emissieschattingen.

AANLEVERING VAN DE BENODIGDE INVOERGEGEVENS

- De benodigde gegevens voor het uitvoeren van een emissieschatting zijn voor gemengde stelsels goed te vinden. Voor Zuiveringsschap Hollandse eilanden en Waarden geldt in het bijzonder dat het gebruik van RIOKEN aan de snelle gegevensuitwisseling heeft bijgedragen.
- Bij vragen over de inhoud van de bestanden is snel en adequaat gereageerd door de toeleverende instanties.
- Voor gescheiden stelsels bleek gebiedsspecifieke informatie over de verhouding daken en wegen en vooral gebiedspecifieke informatie over de categorieën dakoppervlak moeilijk te achterhalen. In die gevallen is gekozen voor een benadering met een landelijk gemiddelde verdeelsleutel. Deze keuze is, met name voor de emissie van zware metalen, sterk bepalend voor het eindresultaat.

WAT KAN BETER?

- Standaardisatie van gegevensuitwisseling met een duidelijker legenda en aanduiding van eenheden leidt tot efficiëntere gegevensverwerking. Aanlevering van gegevens dient daarom bij voorkeur plaats te vinden in het aangereikte format.
- Validatie van gegevens voorafgaand aan verwerking in SESRIO is een must. Deze validatie heeft plaatsgevonden bij DHV en heeft bij drie pilots aanleiding gegeven tot wijziging van de uitgangsgegevens.
- Het meenemen van het effect van randvoorzieningen of andere verbeteringsmaatregelen op de emissie van een stelsel kan worden gerealiseerd door het toepassen van een overall reductiecoëfficiënt per deelstelsel. Dit vergt expert judgement over de effectiviteit van de genomen maatregelen.

Gebleken is dat, als gebiedsspecifieke informatie van de rioolstelsels beschikbaar is, met de methode SESRIO snel inzicht verkregen wordt in de emissies van de diverse deelstelsels naar water.

6

HANDLEIDING SESRIO-SHEET

6.1 INLEIDING

Bij deze rapportage is een Excel-werksheet beschikbaar voor uitvoering van de berekeningen per deelstelsel. In dit spreadsheet zijn alle besproken emissiefactoren opgenomen, zodat kan worden volstaan met het invoeren van de stelsel- en gebiedskenmerken. De resultaten kunnen eenvoudig naar een andere toepassing worden gekopieerd. Dit hoofdstuk geeft een korte handleiding.

6.2 BESCHRIJVING VAN DE MENU'S

6.2.1 HOOFDMENU

Bij openen van het SESRIO-sheet verschijnt het hoofdmenu (Afbeelding 4). In dit menu worden de naam van de Gemeente en de naam van het deelstelsel waar men de emissie van wil schatten ingevuld.

AFBEELDING 4 HOOFDMENU MET INGEVULDE NAMEN VAN GEMEENTE EN DEELSTELSEL

SESRIO
(SNelle EmmissieSchatting RIOlering)

vul in de gele vakken
naam van gemeente en
naam deelstelsel in

Naam Gemeente:

Naam deelstelsel:

Kies hieronder een type deelstelsel (aanvinken)

GM: Traditioneel gemengd

VGM: Verbeterd gemengd (met randvoorziening)

GS: Traditioneel gescheiden (eventueel met emissiereducerende randvoorziening)

VGS: Verbeterd gescheiden

voor informatie kunt u contact opnemen met:



ir. A.P. Benoist
DHV Ruimte en Mobiliteit
bezoekadres: Laan 1914, no 35, Amersfoort
Postbus 1076
3800BB Amersfoort
tel: 033 468 2208
[mailto: fred.benoist@dhv.nl](mailto:fred.benoist@dhv.nl)
[internet: www.dhv.nl](http://www.dhv.nl)



ir. B. Palsma
Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
bezoekadres: Arthur van Schendelstr 816
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
(030) 232 11 99
[mailto: palsma@stowa.nl](mailto:palsma@stowa.nl)
[internet: www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

Als u de namen heeft ingevuld (en Return heeft gegeven), kunt u vervolgens een keuze maken voor een van de vier onderscheiden typen deelstelsels, te weten:

- GM Gemengd rioolstelsel
- VGM Verbeterd gemengd rioolstelsel
- GS Gescheiden rioolstelsel
- VGS Verbeterd gescheiden rioolstelsel

Na uw keuze verschijnt het betreffende volgmenu.

6.2.2 EMISSIESCHATTING GEMENGD RIOOLSTELSEL

Als u in het hoofdmenu kiest voor een gemengd stelsel (GM) verschijnt de berekening voor de emissie van gemengde stelsels.

Onder een gemengd rioolstelsel verstaan we een gemengd rioolstelsel, zonder randvoorziening. Het wordt gekenmerkt door berging in millimeters en totaal afvoerend verhard oppervlak in hectare. De waarden voor deze twee variabelen dienen te worden ingevuld in de gele vlakken (zie Afbeelding 5).

De berekeningsresultaten kunnen worden opgeslagen in een tabel met jaarlijkse emissies per stof. Door op de knop "Export resultaten GM" te klikken worden de resultaten bijgeschreven in het Tabblad "RESULT" en wordt het hoofdmenu getoond om verder te gaan met het volgende deelstelsel.

AFBEELDING 5

INVULSHEET VOOR DE EMISSIESCHATTING VAN GEMENGDEN RIOOLSTELSLS

Gemeente
Wijk 01

Hoofmenu

Traditioneel gemengd stelsel (GM) *verhard oppervlak*

kies berging [tussen 4 en 12 mm] 7,0 1 *ha*

SESRIO rekenresultaat

	eenheid	Emissie GM
gemeente	--	Gemeente
deelstelsel	--	Wijk 01
stelseltype	--	GM
verhard oppervlak A	[ha]	1
berging B	[mm]	7
Parameter		
BZV	[kg/jaar]	29,2
CZV	[kg/jaar]	151
N-kg of NH4-N	[kg/jaar]	6,8
Tot-P	[kg/jaar]	1,88
Droogrest	[kg/jaar]	129
Lood	[g/jaar]	90
Zink	[g/jaar]	193
Chroom	[g/jaar]	9,7
Koper	[g/jaar]	84
Nikkel	[g/jaar]	7,5
Kwik	[g/jaar]	0
Cadmium	[g/jaar]	2,29

**Exporteer
resultaten
GM**

6.2.3 EMISSIESCHATTING VERBETERD GEMENGD RIOOLSTELSEL

Als u in het hoofdmenu kiest voor een verbeterd gemengd stelsel (VGM) verschijnt de berekening voor de emissie van verbeterd gemengde stelsels (Afbeelding 6).

Een verbeterd gemengd rioolstelsel is een gemengd rioolstelsel met een externe emissie-reducerende randvoorziening. Veelal vindt de emissiereductie bij een VGM plaats door twee effecten, namelijk:

1. bergingsvergroting en daarmee reductie van het jaarlijkse overstortvolume
2. sedimentatie en eventueel afbraak van verontreinigingen in de randvoorziening waardoor concentraties van overstortend water afnemen.

Ook een verbeterd gemengd stelsel wordt gekenmerkt door berging in millimeters (inclusief randvoorziening) en totaal afvoerend verhard oppervlak in hectares. In de praktijk voert soms niet alle oppervlak af via de randvoorziening(en). Dit wordt in SESRIO ondervangen door binnen een bemalingsgebied twee deelstelsels te onderscheiden: 1 traditioneel gemengd en 1 verbeterd gemengd.

Men kan per stof een specifiek verwijderingsrendement van de randvoorziening (alleen het sedimentatie-effect) opgeven. Het rendement als gevolg van de bergingsvergroting wordt al meegerekend via de grotere berging.

In dit berekeningsheet kunt u als gebruiker een tabel invullen met uw eigen standaardwaarden (defaults) voor het rendement van de randvoorziening bij gemengde stelsels. Vervolgens kan naar behoefte een keuze worden gemaakt of van deze standaardtabel gebruik wordt gemaakt of niet.

Bij wijze van demonstratie-voorbeeld is hier een fictief standaard lijstje met rendementen van 1%, 2%, 3% ... 11%, 12% voor de twaalf onderscheiden stoffen ingevuld. Indien het vakje "Default" wordt uitgevinkt worden de rendementen op 0% gezet (geen emissiereductie door randvoorziening). U dan alsnog specifieke waarden opgeven die gelden voor de randvoorziening van het betreffende deelstelsel.

De berekeningsresultaten worden opgeslagen in een tabel met jaarlijkse emissies per stof. Door op de knop "Export resultaten VGM" te klikken worden de resultaten bijgeschreven in het Tabblad "RESULT" en wordt het hoofdmenu getoond om verder te gaan met het volgende deelstelsel.

AFBEELDING 6 INVULSHEET VOOR DE EMISSIESCHATTING VAN VERBETERD GEMENGD RIOOLSTELSLS

Gemeente
Wijk 02

Hoofmenu

Verbeterd gemengd stelsel (VGM)

kies berging [tussen 4 en 12 mm] mm verhard oppervlak ha
(berging inclusief randvoorziening)

randvoorziening met Default verwijderingsrendement doorrekenen? Default verwijderingsrendement rvz VGM

SESRIO rekenresultaat TRUE

	gemeente	--	Gemeente	Gemeente	Gemeente
	deelstelsel	--	Wijk 02	Wijk 02	Wijk 02
	stelseltype	--	VGM	VGM	VGM
verhard oppervlak A	[ha]		1	1	1
berging B	[mm]		11	11	11

Default-lijst door SESRIO-gebruiker in te voeren

Parameter	eenheid	Bruto Emissie VGM	verwijderingsrendement rvz [%]	Netto Emissie VGM	verwijderingsrendement rvz [%]
BZV	[kg/jaar]	20,6	1%	20,4	1%
CZV	[kg/jaar]	118	2%	116	2%
N-kj of NH4-N	[kg/jaar]	5,2	3%	5,1	3%
Tot-P	[kg/jaar]	1,53	4%	1,47	4%
Droogrest	[kg/jaar]	35	5%	33	5%
Lood	[g/jaar]	65	6%	61	6%
Zink	[g/jaar]	115	7%	107	7%
Chroom	[g/jaar]	4	8%	3,7	8%
Koper	[g/jaar]	63	9%	57	9%
Nikkel	[g/jaar]	4,5	10%	4,1	10%
Kwik	[g/jaar]	0	11%	0	11%
Cadmium	[g/jaar]	2,07	12%	1,82	12%

Exporteer resultaten

VGM

6.2.4 EMISSIESCHATTING GESCHIEDEN RIOOLSTELSEL

Kiest u in het hoofdmenu voor een gescheiden stelsel (GS), dan verschijnt de het tabblad voor de berekening voor de emissie van een gescheiden rioolstelsel (zie Afbeelding 7).

Een traditioneel gescheiden rioolstelsel wordt gekenmerkt door de aard en de omvang van het verhard afvoerend oppervlak. Voor de SESRIO-emissieschatting dient u dit oppervlak op te geven met een nadere onderverdeling in wegen en daken en daarbinnen een nog verdere verfijning in typen oppervlak naar mate van vervuilingsafgifte.

Voorts kan bij de berekening voor een gescheiden rioolstelsel rekening gehouden worden met eventuele randvoorzieningen, zoals een lamellenafscheider. In de praktijk voert soms niet alle oppervlak af via de randvoorziening(en). Dit wordt in SESRIO ondervangen door binnen een bemalingsgebied twee deelstelsels te onderscheiden: 1 traditioneel gescheiden en 1 verbeterd gescheiden.

Net als bij de randvoorziening van een verbeterd gemengd stelsel hier wordt aan de gebruiker gevraagd een lijst met verwijderingsrendementen op te geven. In dit voorbeeld zijn weer fictieve rendementen ingevuld van 12%, 11%, 10%, 2%, 1% voor de beschouwde stoffen. Indien het vakje "Default" wordt uitgevinkt worden de rendementen op 0% gezet (geen emissiereductie door randvoorziening).

De berekeningsresultaten worden opgeslagen in een tabel met jaarlijkse emissies per stof. Door op de knop "Export resultaten GS" te klikken worden de resultaten bijgeschreven in het Tabblad "RESULT" en wordt het hoofdmenu getoond om verder te gaan met het volgende deelstelsel.

AFBEELDING 7 INVULSHEET VOOR DE EMISSIESCHATTING VAN GESCHIEDEN RIOOLSTELSLS

Gemeente
Wijk 03

Hoofmenu

Traditioneel gescheiden (GS)

randvoorziening met Default
verwijderingsrendement doorrekenen?
 Default verwijderingsrendement rvz GS

		verhard oppervlak	
totaal	1	ha	
dakoppervlak	0,5	ha	
nieuw 'schoon' dak	0,25	ha	
bestaand dak weinig zink	0,25	ha	
bestaand dak veel zink		ha	

		wegoppervlak	
wegoppervlak	0,5	ha	
'rustige' straat	0,25	ha	
'drukke' straat	0,25	ha	
snelweg ZOAB		ha	
snelweg DAB		ha	

SESRIO rekenresultaat

		TRUE		
gemeente deelstelsel stelseltype verhard oppervlak A [ha] berging in stelsel B [mm]		Gemeente Wijk 03 GS	Gemeente Wijk 03 GS	Gemeente Wijk 03 GS
		1	1	1

Default-lijst door SESRIO-gebruiker in te voeren

Parameter	eenheid	Bruto Emissie GS	verwijderings- rendement rvz [%]	Netto Emissie GS	verwijderings- rendement rvz [%]
BZV	[kg/jaar]	11	12%	9,7	12%
CZV	[kg/jaar]	109	11%	97	11%
N-kj of NH4-N	[kg/jaar]	5,3	10%	4,7	10%
Tot-P	[kg/jaar]	0,45	9%	0,41	9%
Droogrest	[kg/jaar]	245	8%	225	8%
Lood	[g/jaar]	330	7%	307	7%
Zink	[g/jaar]	500	6%	470	6%
Chroom	[g/jaar]	0	5%	0	5%
Koper	[g/jaar]	315	4%	302	4%
Nikkel	[g/jaar]	0	3%	0	3%
Kwik	[g/jaar]	0	2%	0	2%
Cadmium	[g/jaar]	0	1%	0	1%

**Exporteer
resultaten

GS**

6.2.5 EMISSIESCHATTING VERBETERD GESCHIEDEN STELSEL

Kiest u in het hoofdmenu voor een verbeterd gescheiden stelsel (VGS), dan verschijnt de berekening voor de emissie van een gescheiden rioolstelsel (zie Afbeelding 8).

Onder een verbeterd gescheiden rioolstelsel verstaan we hier een gescheiden rioolstelsel met dwarsverbindingen naar het vuilwaterriool waarbij de 'first-flush' uit het regenwaterriool wordt afgevoerd naar de zuivering.

Een verbeterd gescheiden rioolstelsel wordt voor de emissieschatting alleen gekenmerkt door het totaal verhard afvoerend oppervlak.

De berekeningsresultaten worden opgeslagen in een tabel met jaarlijkse emissies per stof. Door op de knop "Export resultaten VGS" te klikken worden de resultaten bijgeschreven in het Tabblad "RESULT" en wordt het hoofdmenu getoond om verder te gaan met het volgende deelstelsel.

AFBEELDING 8 INVULSHEET VOOR DE EMISSIESCHATTING VAN VERBETERD GESCHIEDEN RIOOLSTELSELS

Gemeente
Wijk 04

Hoofmenu

Verbeterd gescheiden (VGS) verhard oppervlakt
1 ha

SESRIO rekenresultaat

gemeente	--	Gemeente
deelstelsel	--	Wijk 04
stelseltype	--	VGS
verhard oppervlakt A [ha]	[ha]	1
berging in stelsel B [mm]	[mm]	

Parameter	eenheid	Emissie VGS
BZV	[kg/jaar]	3,2
CZV	[kg/jaar]	38
N-kj of NH4-N	[kg/jaar]	2,1
Tot-P	[kg/jaar]	0,5
Droogrest	[kg/jaar]	100
Lood	[g/jaar]	20
Zink	[g/jaar]	300
Chroom	[g/jaar]	0
Koper	[g/jaar]	10
Nikkel	[g/jaar]	0
Kwik	[g/jaar]	0
Cadmium	[g/jaar]	0

**Exporteer
resultaten**

VGS

6.3 EINDOVERZICHT BEREKENINGSRESULTATEN

Zoals aangegeven wordt na elke "Exporteer" opdracht de berekeningsresultaten per deelstelsel in een sommatietabel bijgeschreven.

Voor de typen gemengd (GM) en verbeterd gescheiden (VGS) worden de resultaten op één regel weggeschreven (zware metalen in g/jaar en overige stoffen in kg/jaar). De resultaten van de typen verbeterd gemengd (VGM) en gescheiden (GS) staan in het tabblad "RESULT" met twee regels. De eerste regel geeft aan welk verwijderingsrendement per stof is gebruikt en de tweede regel geeft het berekeningsresultaat in massa-eenheid per jaar weer.

AFBEELDING 9: TABBLAD RESULT NA EXPORTEREN VAN DE EMISSIESCHATTINGEN

		verhard															
gemeente	deelstelsel	stelseltype	oppervlakt A [ha]	berging B [mm]	Parameter eenheid	BZV [kg/jaar]	CZV [kg/jaar]	N-kj of NH4-N [kg/jaar]	Tot-P [kg/jaar]	Droogrest [kg/jaar]	Lood [g/jaar]	Zink [g/jaar]	Chroom [g/jaar]	Koper [g/jaar]	Nikkel [g/jaar]	Kwik [g/jaar]	Cadmium [g/jaar]
Gemeente	Wijk 01	GM	1	7	Emissie GM	29,2	151	6,8	1,88	129	90	193	9,7	84	7,5	0	2,29
Gemeente	Wijk 02	VGM	1	11	verwijderings-rendement rvz [%]	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
Gemeente	Wijk 02	VGM	1	11	Netto Emissie VGM	20,4	116	5,1	1,47	33	61	107	3,7	57	4,1	0	1,82
Gemeente	Wijk 03	GS	1		verwijderings-rendement rvz [%]	12%	11%	10%	9%	8%	7%	6%	5%	4%	3%	2%	1%
Gemeente	Wijk 03	GS	1		Netto Emissie GS	9,7	97	4,7	0,41	225	307	470	0	302	0	0	0
Gemeente	Wijk 04	VGS	1		Emissie VGS	3,2	38	2,1	0,5	100	20	300	0	10	0	0	0

Voor verdere bewerking en presentatie kan de inhoud van dit sheet via Copy/Paste in een leeg sheet worden overgenomen. Daarna zijn alle Excel-functies voor berekenen, filteren, exporteren, etc. weer beschikbaar.

7

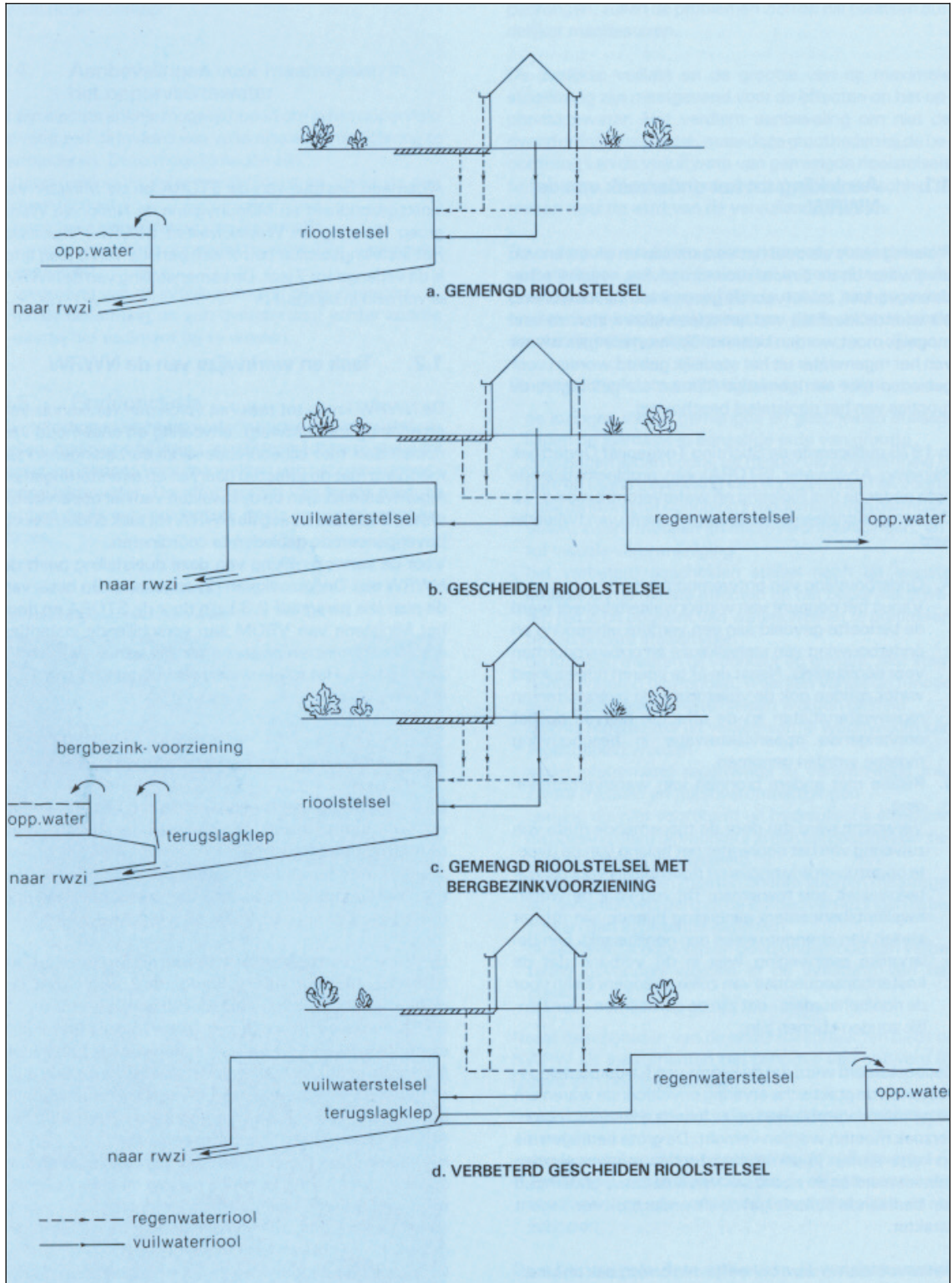
REFERENTIES

1. Sluis van, J.W., De POK verbergen. Optimalisatie van het afvalwatersysteem van Amsterdam. 1994, Riolering en Waterhuishouding Amsterdam.
2. Clewits, M.R.A., H.A.T.M. van Wezel, Regenwaterlozingen. Samenstelling en vrachten van deelstromen uit gescheiden stelsels. Amersfoort 1997, DHV in opdracht van Riolering en Waterhuishouding Amsterdam.
3. Sluis van, J.W., D. ten Hove , and B. de Boer, Eindrapport van het NWRW-onderzoek 1982-1987, Leidschendam 1989, DHV Water in opdracht van Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit.
4. STOWA, SESRIO Snellemissieschatting voorgemengde en gescheiden rioolstelsels. Achtergronddocument, STOWA rapport 2004.W06 Utrecht 2005.
5. Pagotto, C., M. Legret, and P.le. Cloirec, Comparison of the hydraulic behaviour and the quality of highway runoff water according to the type of pavement. Water Research, 2000. 34 (18): p. 4446-4454.
6. Besselink, D., Vergelijking van emissie uit v.g.s. en gescheiden stelsel met en zonder lamellenafscheiders. Amersfoort 2004, DHV in opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland.
7. Sluis van, J.W., Witte vlekken riolering en afvalwaterzuivering. Schatting van landelijke emissies met SESRIO. Amersfoort 2004, DHV in opdracht van RWS/RIZA.
8. Praktijkonderzoek naar de vuilemissie van een verbeterd gemengd rioolstelsel. 's-Hertogenbosch. 1999, ARCADIS in opdracht van Openbare Werken Tilburg.
9. Onderzoek naar de effecten van een verbeterd stelselontwerp op de vuilemissie en waterkwaliteit. 's-Hertogenbosch 1999, ARCADIS in opdracht van WRW, STOWA en Stichting RIONED.

BIJLAGE 1

LAY-OUT SCHETSEN

PER TYPE RIOOLSTELSEL [3]



BIJLAGE 2

REGRESSIE-ANALYSE VAN GEMETEN JAAREMISSIES VAN GEMENGDE STELSELS

ALGEMEEN

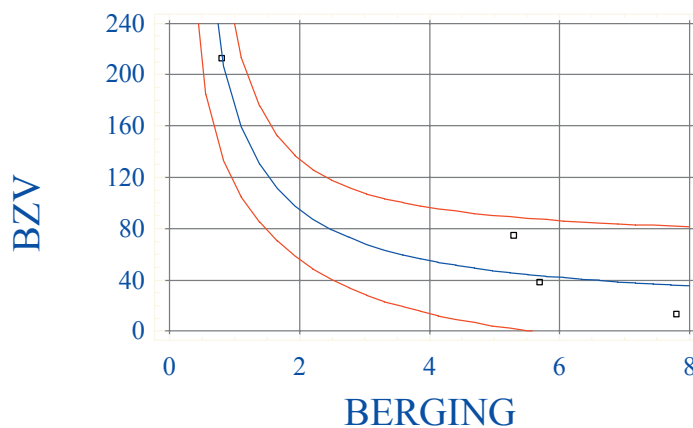
Uit het NWRW-onderzoek [3] en uit in de jaren 90 verricht onderzoek in Tilburg [8] en Stolwijk [9] zijn gemeten jaaremissies van gemengde stelsels bekend. Door middel van regressie-analyse is vastgesteld welk beschrijvend model het beste past bij de set van beschikbare meetgegevens. De rioolberging is de beste beschrijvende variabele gebleken; voor de jaaremissies is de pompovercapaciteit kennelijk minder belangrijk. Het zgn. reciproke model ($y = a + b/x$) voldoet voor alle stoffen, behalve kwik, aan gangbare statistische criteria. De gevonden relaties zijn, behalve voor kwik en cadmium, significant. Bij de regressie-analyse zijn tevens standaardafwijkingen van de regressiecoëfficiënten bepaald; daaruit is duidelijk met welke nauwkeurigheid voorspellingen met dit model kunnen worden gedaan.

REGRESSIELIJNEN EN BETROUWBAARHEIDSINTERVALLEN

De regressielijnen geven het verband weer tussen de beschrijvende variabele (de rioolberging) en de afhankelijke variabele, in dit geval de emissiefactor (specifieke jaaremissie). De regressiecoëfficiënten A en B bepalen de exacte vorm van de relatie. De gevonden regressielijn voor BZV en betrouwbaarheidsintervallen zijn weergegeven in onderstaande Figuur 1. Zie voor de andere relaties het achtergronddocument [4].

FIGUUR 1

REGRESSIELIJN EN 95%-BETROUWBAARHEIDSINTERVAL VOOR DE SPECIFIEKE JAAREMISSIE VAN BZV (IN KG/HA/A)



Figuur 1 geeft aan dat in het gebied met berging tussen 4 en 8 mm de mogelijke fout in de emissiefactor, d.i. de helft van het betrouwbaarheidsinterval, ongeveer gelijk is aan verwachtingswaarde. We spreken daar van een mogelijke fout van 100%. Voor sommige andere vervuilingparameters dan BZV is de mogelijke fout kleiner. De regressielijnen voor de emissie van kwik en cadmium laten echter een sterk afwijkend beeld zien. Dit komt door de grote spreiding in de meetpunten. Voor deze stoffen is geen sprake van een (significante) relatie. Een en ander is onderbouwd en uitgewerkt in het SESRIO-achtergronddocument [4].

In Tabel 11 zijn voor alle beschouwde stoffen de gevonden regressiecoëfficiënten en de bijbehorende standaardafwijking vermeld. De emissiefactor is gelijk aan : $A + B/\text{berging}$ (in mm).
Rekenvoorbeeld voor BZV (7 mm): $5 + 166/7 = 29$ kg/ha/a.

TABEL 11

REGRESSIECOËFFICIËNTEN EN STANDAARDAFWIJKINGEN

Parameter	Eenheid emissiefactor	A	St.afw. a	B	st.afw. b
BZV	kg/ha/a	5	17	166	29
CZV	kg/ha/a	61	70	627	132
N-kj	kg/ha/a	2,5	2,3	30	4
Tot-P	kg/ha/a	0,9	0,9	6,9	1,7
Droogrest	kg/ha/a	-130	81	1815	152
Lood	g/ha/a	22	41	475	63
Zink	g/ha/a	-22	75	1504	141
Chroom	g/ha/a	-5,9	3,2	109	5
Koper	g/ha/a	26	37	406	58
Nikkel	g/ha/a	-0,67	2,2	57	3,3
Kwik ¹	g/ha/a	-	-	-	-
Cadmium ²	g/ha/a	1,7	1,7	4,1	2,7
¹ geen passende relatie gevonden					
² deze relatie is niet significant					

