

NN31050.94-5

stowa

10/9/94

**Bedrijfstakonderzoek
stankbestrijding op rwzi's**

Handleiding voor het vaststellen
van geuremissies bij rwzi's

BIBLIOTHEEK
STAPINGGEBOUW

stowa

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

Arthur van Schendelstraat 816

Postbus 8090, 3503 RB Utrecht

Telefoon 030 - 32 11 99 of 34 07 57

Bedrijfstakonderzoek stankbestrijding op rwzi's

Handleiding voor het vaststellen
van geuremissies bij rwzi's

94-5



0000 0781 7196

Publikaties en het publikatieoverzicht
van de Stowa kunt u uitsluitend
bestellen bij:

Hageman Verpakkers BV
Postbus 281

2700 AC Zoetermeer

tel. 079-611188

fax 079-613927

o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.

ISBN 90.74476.06.6

13 111 111

INHOUD

TEN GELEIDE

1	INLEIDING	4
2	GEBRUIKSAANWIJZING	5
	2.1 Stappenplan	5
	2.2 Uitwerking van een voorbeeld	9
Bijlagen		
1	Emissiematrix	22
2	Nomogrammen	23
3	Geurreduktiemaatregelen bij rwzi's	24

Ten geleide

De Nota Stankbeleid van het ministerie van VROM richt zich op het vaststellen van stanknormen en de wijze waarop deze doorwerken in de ruimtelijke ordening, dit door voor geur kwaliteitsdoelstellingen te geven die de stratus van grenswaarden bezitten. Het voldoen aan deze grenswaarden via brongericht beleid houdt een inspanningsverplichting in voor de diverse bedrijfstakken.

De Nota Stankbeleid categoriseert rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) als een "homogene" bedrijfstak, waarvoor de geuremissie per bedrijf vergelijkbaar is en waarvoor het mogelijk wordt geacht een standaard pakket aan maatregelen te ontwikkelen om aan de grenswaarden te voldoen. Voor alle partijen betrokken bij de planning en oprichting van rwzi's brengt een dergelijke standaardisatie grote voordelen met zich mee.

Het bedrijfstakonderzoek naar de stankbestrijding op rwzi's werd door het dagelijks bestuur van de STOWA opgedragen aan DHV Milieu en Infrastructuur B.V. (projectteam bestaande uit L.Th.M. Hermans, mw.drs. ir. E. van der Vorm - Gouman, ir. A. Bos en ir. D. Jansen). Het onderzoek werd namens de STOWA begeleid door een commissie bestaande uit ir. M.D. Sinke (voorzitter), ing. W.G. Wiessner (secretaris), ir. A.H. Dirkzwager, ir. A.E. van Giffen, ing. C.J. van Lohuizen, ir. M. Marskamp, ing. A. Peters Weem, ir. P.C. Stamperius en ir. A.W. van der Vlies.

Het bedrijfstakonderzoek heeft de bij rwzi's geïnterpreteerde geuremissies verwerkt tot kentallen voor de geuremissie per rwzi-onderdeel en tot nomogrammen voor de relatie tussen geuremissie en afstand. In snuffelonderzoeken zijn deze kentallen en de werking van de nomogrammen getoetst aan werkelijk ervaren geurhinder.

De resultaten van het bedrijfstakonderzoek hebben geleid tot een rapportage over de "Onderzoeksresultaten" (STOWA-rapport 94 - 4) en de onderhavige "Handleiding voor het vaststellen van geuremissies bij rwzi's".

De handleiding geeft op eenvoudige en eenduidige wijze aan hoe de geuremissies van een rwzi vast te stellen, evenals de in de omgeving optredende geurconcentraties.

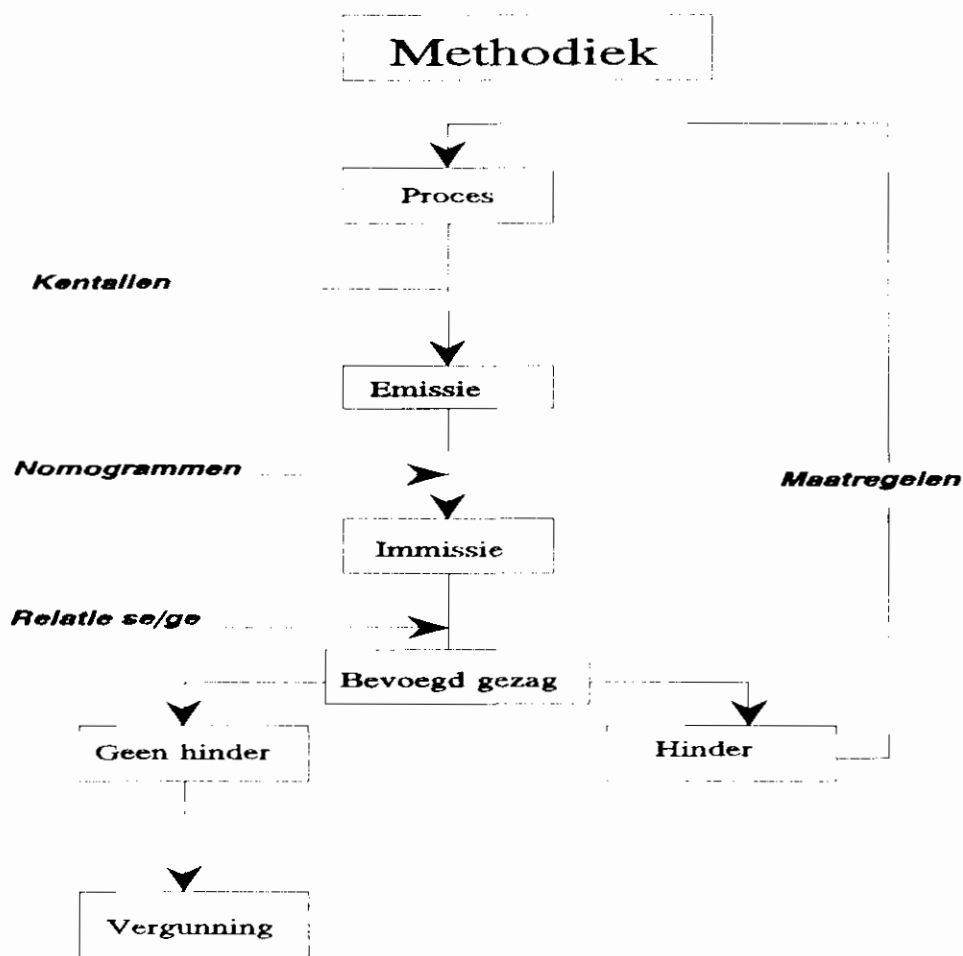
Utrecht, april 1994

De directeur van de STOWA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

1 INLEIDING

In de Nota Stankbeleid zijn "categorie 1"-bedrijven opgenomen waarvan verwacht mag worden dat de geuremissies per bedrijf vergelijkbaar zijn en het daardoor mogelijk wordt een standaard pakket maatregelen te ontwikkelen voor de reductie van geurhinder. Deze standaardmaatregelen kunnen uiteindelijk als richtlijnen worden vastgesteld in de vorm van opname in de Nederlandse Emissie Richtlijnen (NER). Vervolgens kan hiermee bij vergunningverlening rekening worden gehouden. Riolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) worden aangemerkt als inrichtingen behorende tot een homogene bedrijfstak uit categorie 1.



Figuur 1 Schematische weergave van de ontwikkeling van de methodiek

Het bedrijfstakonderzoek

In een separaat gerapporteerd onderzoek is gezocht naar een methodiek om de geuremissies van rwzi's te bepalen. Deze methodiek, schematisch weergegeven in figuur 1, is gebaseerd op het vaststellen van de geuremissie van een rwzi aan de hand van het proces, gecombineerd met geuremissiekentallen. Met behulp van nomogrammen kan de optredende immissieconcentratie worden vastgesteld. De kentallen die in voornoemd

onderzoek zijn vastgesteld komen uit eerder uitgevoerde geuronderzoeken bij rwzi's en daaruit voortvloeiende meetrapporten. Vervolgens zijn de resultaten van de methodiek geverifieerd met behulp van een snuffelploegonderzoek. Tevens zijn maatregelen aangegeven voor de reductie van geuremissies. Het resultaat van deze studie bestaat naast deze handleiding uit het onderzoeksrapport "Bedrijfstakonderzoek stankbestrijding rwzi's; Onderzoekresultaten" (STOWA-rapport 94-04).

De resultaten van het bedrijfstakonderzoek vormen de basis voor de voorliggende handleiding, die tot doel heeft eenvoudig en relatief snel inzicht te geven in de te verwachten geurbelasting op een willekeurige afstand van een rwzi. De handleiding is bedoeld voor waterkwaliteitsbeheerders om de geuremissie, de invloed hiervan op de omgeving en eventueel toe te passen geuremissiebeperkende maatregelen vast te kunnen stellen. De handleiding zal tevens vergunningverlenende instanties van dienst kunnen zijn, zowel vanuit de invalshoek "milieu", als de ruimtelijke ordening.

Het toepassingsgebied

De toepasbaarheid van de methode wordt bepaald door het feit of de rwzi onder "categorie 1" mag worden gerangschikt. Dit is het geval voor een gangbare communale rwzi. Onder communale rwzi's worden rwzi's verstaan met een influent dat eventueel gedeeltelijk afkomstig is van industrieën, waarbij de geur van het gecombineerde influent niet noemenswaardig afwijkt van die van huishoudelijk afvalwater. Tevens dienen voor de betreffende rwzi kentallen beschikbaar te zijn voor de relevante procesonderdelen.

De handleiding

Hoofdstuk 2 vormt de gebruiksaanwijzing voor de handleiding die van stap tot stap weergeeft hoe de methodiek moet worden gevolgd. Het gebruik van de handleiding wordt geïllustreerd aan de hand van een voorbeeld.

2 GEBRUIKSAANWIJZING

2.1 Stappenplan

In figuur 2 zijn de stappen aangegeven die moeten worden doorlopen bij gebruik van de methode. Achtereenvolgens komen aan de orde:

- 0 Uitgangsinformatie
- 1 Behoort de rwzi tot een "Categorie 1" bedrijf ?
- 2 Berekening van de bronsterkte
- 3 Berekening van het geurgewogen zwaartepunt
- 4 Aflezing van het nomogram
- 5 Bepaling van de onnauwkeurigheid
- 6 Beoordeling van het resultaat

Per afzonderlijke stap wordt ingegaan op de te verrichten handelingen.

stap 0: Uitgangsinformatie

De uitgangsinformatie bestaat uit de wijze van aanvoer (percentage vrij verval), toegepaste procesonderdelen, technische uitvoering en hun relevante afmetingen, slibbelasting e.d.

In het algemeen zal deze uitgangsinformatie zijn (worden) opgenomen in een vergunningaanvraag ingevolge de Wet Milieubeheer.

stap 1: Beoordeling of de rwzi tot de "categorie 1"-bedrijven behoort

Dit is het geval wanneer het een gangbare communale rwzi betreft, bestemd voor zuivering van huishoudelijk afvalwater, eventueel met een toevoeging van industrieel afvalwater waarbij de geur van het gecombineerde influent niet noemenswaardig afwijkt van die van huishoudelijk afvalwater en wanneer voor alle relevante procesonderdelen, de technische uitvoering hiervan en de bedrijfsvoering van de rwzi, emissiekentallen beschikbaar zijn.

stap 2: Berekening van de bronsterkte

Per procesonderdeel wordt de bronsterkte bepaald. Dit gebeurt aan de hand van de emissiematrix in bijlage 1. Voor elk afzonderlijk procesonderdeel wordt de bronsterkte vastgesteld aan de hand van het produkt van zijn emissiekental en oppervlak of lengte. De totale bronsterkte wordt vervolgens bepaald uit de sommatie van alle afzonderlijke bronsterkten. Het resultaat hiervan geeft de geuremissie van de gehele rwzi geconcentreerd in één puntbron.

stap 3: Berekening van het geurgewogen zwaartepunt

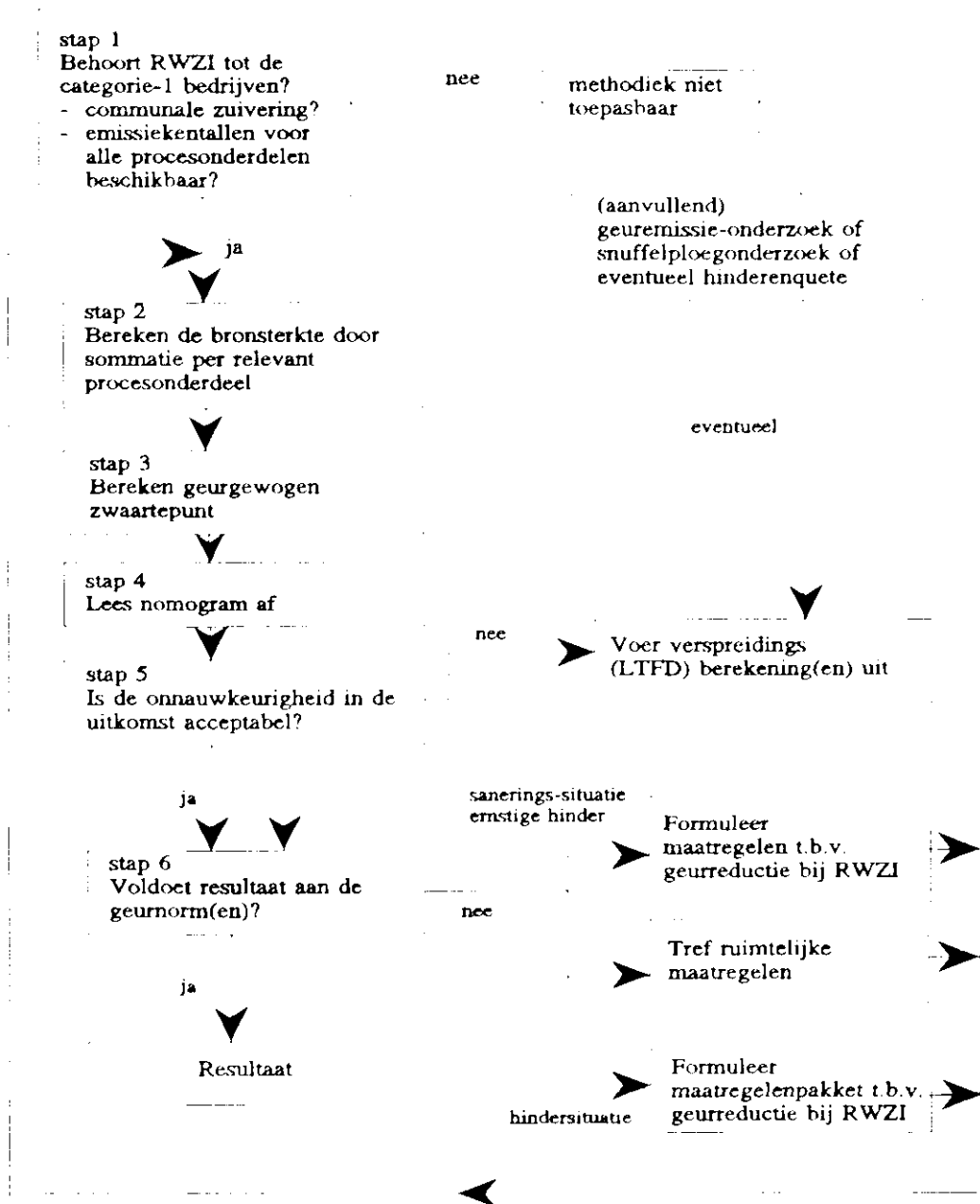
De berekende totale geuremissie van de rwzi wordt in het geurgewogen zwaartepunt geconcentreerd. Het geurgewogen zwaartepunt wordt bepaald uit de emissiegewogen middeling van de x- en y-coördinaten per procesonderdeel. Het geurgewogen zwaartepunt van de rwzi vormt het punt van waaruit de immissieconcentratie wordt berekend.

Van alle procesonderdelen wordt de procentuele bijdrage in de totale geuremissie (= 100 %) vastgesteld. Van iedere bron worden de x- en de y-coördinaat vastgesteld. Per bron worden de x-coördinaat en de y-coördinaat vermenigvuldigd met de procentuele bijdrage van hun bron. De som van deze produkten geeft de x- en y-coördinaat van het geurgewogen zwaartepunt. Een voorbeeld van deze berekening is uitgewerkt in paragraaf 2.2 stap 3.

stap 4: Aflezing van het nomogram

In bijlage 2 zijn nomogrammen opgenomen, die zijn uitgewerkt voor de geurimmissieconcentraties als 95, 98- en 99,5-percentielen. In de nomogrammen voor de afzonderlijke percentielen zijn verschillende immissieconcentraties opgenomen: 0,5, 1, 2, 4 en 10 ge/m³. De nomogrammen zijn voor de emissiebereiken 0-200.10⁶ ge/h en 0-10⁹ ge/h weergegeven; de afstanden reiken tot 2600 respectievelijk 7000 meter. De nomogrammen zijn gebaseerd op een "worst case" situatie, aangezien de voor het LTFD-model

Stappenplan



Figuur 2 Stappenplan van de methodiek voor het vaststellen van de geurbelasting bij rwzi's

belangrijke invoerparameters ongunstig zijn gekozen: voor klimatologie, windrichting en de landschapsfactor is die waarde gekozen waarbij de betreffende geurconcentratie het verst verwijderd is van het geurgewogen zwaartepunt.

stap 5: Bepaling van de onnauwkeurigheid

De onnauwkeurigheid in de methode wordt hoofdzakelijk bepaald door het uitgangspunt van de concentrering van de totale geuremissie in één (geurgewogen) zwaartepunt. Deze onnauwkeurigheid kan worden bepaald met behulp van figuur 5. Hierin is de onnauwkeurigheid van de methode weergegeven als functie van de afstand (X) gedeeld door de diameter (D) van de rwzi. Wanneer de onnauwkeurigheid $\leq 30\%$, is gebruik van de nomogrammen voor de meeste situaties goed mogelijk.

Voor het overige moet worden bedacht dat ook de onnauwkeurigheid van de bronsterkte c.q. de emissiekentallen een factor 2-4 bedraagt.

De nomogrammen zijn gepresenteerd als "worst-case" situaties. De mogelijke afwijkingen door de meteo-condities (toegepast is de klimatologie van Eindhoven), de sector (windrichting) en de ruweheidslengte (landschapsfactor) bedraagt voor ieder gemiddeld 10 %. Dit betekent dat er afwijkingen ter grootte van 30 % kunnen optreden bij bronnen die aan de kust zijn gesitueerd, gerekend in Z-W richting en die gelegen zijn in een stedelijke omgeving.

Wanneer de gebruiker een grotere nauwkeurigheid in het resultaat wilt bereiken, moeten LTFD-berekeningen worden uitgevoerd op basis van zo nauwkeurig mogelijke invoergegevens, dat wil zeggen van alle voorkomende geurbronnen afzonderlijk met hun exacte invoerparameters.

stap 6: Beoordeling van het resultaat

In het algemeen zal het resultaat worden getoetst aan geurnorm(en). Wanneer normoverschrijding plaatsvindt, moet onderzocht worden of maatregelen op de rwzi genomen kunnen worden of dat ruimtelijke maatregelen mogelijk zijn.

Voor geurreductiemaatregelen wordt verwezen naar de informatie in bijlage 3 en het rapport met de onderzoeksresultaten. Opgemerkt wordt dat het niet in alle gevallen mogelijk is een algemene uitspraak te doen over de meest geschikte geuremissiebeperkende maatregelen. De waterkwaliteitsbeheerder kan, eventueel samen met adviseur en vergunningverlener een passend maatregelenpakket samenstellen. Met behulp van deze handleiding kan het effect van een maatregel worden vastgesteld, en worden bezien of daardoor aan de geurnorm kan worden voldaan. Het uiteindelijke resultaat zal een beschrijving zijn van een bron situatie en een daarmee samenhangende geuremissie en -immissiesituatie, waarbij wordt voldaan aan de luchtkwaliteitseisen die door de vergunningverlener worden gesteld.

2.2 Uitwerking van een voorbeeld

stap 0: Uitgangsinformatie

De uitgangsinformatie zal veelal bestaan uit een beschrijving van de rwzi, meestal reeds in voldoende mate opgenomen in een (concept) aanvraag ingevolge de Wet Milieubeheer. Hierbij kan sprake zijn van oprichting van een rwzi, wijziging, uitbreiding of totale revisie. Met dit laatste kan ook een vergunningtechnische revisie worden bedoeld. In het algemeen zal bij een ontvankelijke aanvraag voldoende informatie aanwezig zijn om de methode met succes toe te kunnen passen.

Er wordt verondersteld dat de uitgangsinformatie voor de voorbeeld rwzi ontleend is aan een dergelijke aanvraag.

stap 1: Behoort rwzi tot de "categorie 1"-bedrijven?

Dit is het geval wanneer de rwzi bestemd is voor de rwzi van huishoudelijk afvalwater, eventueel gemengd met industrieel afvalwater dat niet of nauwelijks bijdraagt in de geurconcentratie, terwijl voor alle relevante procesonderdelen emissiekentallen zijn.

De tweede voorwaarde behoeft enige toelichting.

In bijlage 1 is de emissiematrix opgenomen voor rwzi's. Hierin zijn de procesonderdelen genoemd waar emissiekentallen beschikbaar zijn. Wanneer voor bepaalde procesonderdelen geen emissiekentallen beschikbaar zijn is aanvullend geuronderzoek noodzakelijk om de geuremissie van het betreffende onderdeel bij de gegeven procesomstandigheden vast te stellen. De geuremissie kan worden bepaald door middel van o.a. olfactometrie en snuffelploegmetingen. Hoewel het resultaat van snuffelploegmetingen de beste aansluiting geeft op de resultaten van dit bedrijfstakonderzoek kan in de praktijk ook een olfactometrisch bepaalde emissie als zodanig 1:1 in de berekening volgens het bedrijfstakonderzoek worden ingevoerd. Gezien de ontwikkeling in de olfactometrie kan dit wel tot iets hogere emissiecijfers leiden.

Wanneer niet kan worden voldaan aan een of beide voorwaarde(n) kan de methode niet zonder meer worden toegepast. Extra informatie over de rwzi zal moeten worden verzameld. Dit kan gebeuren met behulp van de gangbare methoden zoals emissiemetingen (eventueel gecombineerd met snuffelploegonderzoek), of een snuffelploegonderzoek of een hinderenquête.

Hierbij wordt wel met nadruk opgemerkt dat de resultaten van de afzonderlijke emissiemetingen zo mogelijk moeten worden vergeleken met de resultaten van een snuffelploegonderzoek. Hiermee kan de waarneembaarheid van de geur in het veld worden vastgesteld. De ligging van de snuffelcontour moet worden vertaald in de normen waaraan getoetst moet worden (zie stap 4 en verder).

Uit het aan deze handleiding ten grondslag liggende onderzoek is op basis van de beschikbare geuremissiekentallen een verhouding tussen snuffeleenheden en geureenheden vastgesteld van 1. Wanneer andere geuremissiekentallen worden gehanteerd, dient tevens de relatie tussen snuffeleenheden en geureenheden te worden vastgesteld.

Stap 2: Berekening van de bronsterkte

In de voorbeeld rwzi zijn de volgende onderdelen van belang:

- voorbezinktank;
- beluchtingstank;
- nabezinktank;
- na-indikker;
- surplusslibindikker;
- slibbufferbakken.

De voorbeeld rwzi is verder gekenmerkt door 26 % vrij verval, puntbeluchting, een slibbelasting van 0,05 kg BZV/kg d.s.d. en de afwezigheid van ijzerdosering. Het betreft hier een nieuw te bouwen rwzi.

De totale bronsterkte van de rwzi kan worden berekend door sommatie van de bronsterkten van de procesonderdelen. Per procesonderdeel wordt de bronsterkte (ge/s) bepaald door het produkt van het kental (ge/m².s of ge/m.s) en het oppervlak, respectievelijk de lengte van het procesonderdeel (m² of m). In tabel 1 is de bronsterkteberekening uitgewerkt.

Tabel 1: Bronsterkte berekening voorbeeld rwzi

	Oppervlak (m ²)	Emissiekental (ge/m ² .s)	Emissie (ge/s)
Voorbezinktank	710 lengte 94,5 m	15 (oppervlak) 33 ¹⁾ (overstort)	13767
Beluchtingstank	3740	1.1	4114
Nabezinktank	1590	0.56	890
Na-indikker	95	6.1	580
Surplusslibindikker	95	7.9	750
Slibbufferbakken	200	6.1	1220
Totaal			21321 (77*10 ⁶ ge/h)

¹⁾ Het emissiekental voor de overstort is gegeven in ge/m.s

De aanvoervijzels en de zandvanger zijn afgedekt. In principe zal hier een restemissie van 5% blijven bestaan die bijdraagt aan de totale geuremissie. Gezien de geringe oppervlakken wordt deze emissie hier niet meegeteld. Wanneer zou blijken dat sprake is van een knelpuntsituatie moet opnieuw worden beoordeeld of het alsnog zinvol is de bronsterkten van deze procesonderdelen mee te nemen.

Stap 3: Berekening van het geurgewogen zwaartepunt

Voorwaarde voor toepassing van de methodiek is dat de verschillende geurbronnen op de rwzi kunnen worden beschouwd als puntbronnen, waarbij de totale geuremissie wordt geconcentreerd in het geurgewogen zwaartepunt. Het geurgewogen zwaartepunt wordt berekend door de x- en y-coördinaten per procesonderdeel emissiegewogen te

middelen. De onnauwkeurigheid in deze benadering is afhankelijk van de afstand tot de rwzi waarop beoordeling van de geurbelasting plaatsvindt (stap 5).

De emissiegewogen middeling gebeurt door per procesonderdeel de procentuele bijdrage in de geuremissie te berekenen. Dit percentage wordt vermenigvuldigd met de afzonderlijke x- en y-coördinaat van elk afzonderlijk procesonderdeel. Een sommatie van de afzonderlijke produkten van emissiepercentage en coördinaten levert de coördinaten van het geurgewogen zwaartepunt. In tabel 2 is de berekening van de coördinaten van het geurgewogen zwaartepunt weggegeven.

Tabel 2 Berekening van de coördinaten van het geurgewogen zwaartepunt voor de voorbeeld rwzi

Procesonderdeel	Emissie (ge/s)	Percentage geuremissie	Coördinaten (x,y)	Produkt Emissie-percentage en coördinaten
Voorbezinktank	13767	64,6	(0,0 . -1,2)	(0,0 . -0,78)
Beluchtingstank	4114	19,3	(7,0 . 1,4)	(1,35 . 0,27)
Nabezinktank	890	4,2	(1,0 . -1,9)	(0,04 . -0,08)
Na-indikker	580	2,7	(-1,2 . 2,0)	(-0,03 . 0,05)
Surplusslibindikker	750	3,5	(-1,2 . 1,0)	(-0,04 . 0,04)
Slibbufferbakken	1220	5,7	(3,5 . -1,0)	(0,20 . -0,06)
Totaal	21321 (77*10 ⁶ ge/h)	100	-	(1,52 . -0,56)

De laatste kolom levert de coördinaten (1,52, -0,56) op voor het emissiegewogen zwaartepunt, waarin de totale emissie van 77*10⁶ ge/h wordt geconcentreerd gedacht.

Stap 4: Aflezing van het nomogram

In bijlage 2 zijn de nomogrammen opgenomen. Met behulp van deze nomogrammen kan, op een te kiezen afstand van het geurgewogen zwaartepunt van de rwzi met een bekende bronsterkte, worden bepaald wat de te verwachten immissieconcentratie zal zijn.

Via een andere benadering wordt bepaald op welke afstand van de rwzi bijvoorbeeld de 1 ge/m³ als 98-percentiel is gelegen. Voor dit onderzoek is een verhouding 1 afgeleid tussen geureenheden en snuffeleenheden. Wanneer conform stap 1 (aanvullend) emissieonderzoek en/of snuffelploegonderzoek wordt uitgevoerd moet opnieuw de relatie tussen geureenheden en snuffeleenheden worden vastgesteld.

De omgeving van de rwzi wordt als volgt gekarakteriseerd. Op een afstand van 250 meter is een industrieterrein gelegen waar hoogwaardige industrie is gevestigd, zoals een productiebedrijf van computers, een autoleasebedrijf, een verpakkingsbedrijf en een transportonderneming. Het industrieterrein kan volgens de gemeente worden aangemerkt als een geurgevoelig gebied; toetsing in dit gebied moet plaatsvinden aan 1 ge/m³ als 95-percentiel.

Op een afstand van 600 meter is de kern van het dorp gelegen, met op de grens een bejaardenoord. Dit betekent dat op deze afstand getoetst moet worden aan de 1 ge/m^3 als 99,5 percentiel.

Bij een bronsterkte van $77 \cdot 10^6 \text{ ge/uur}$ bedraagt de immissieconcentratie ter plaatse van het industrieterrein 2 ge/m^3 als 95-percentiel. Ter plaatse van het bejaardenoord bedraagt de immissieconcentratie $1,8 \text{ ge/m}^3$ als 99,5-percentiel. In de nomogrammen van figuur 3 en 4 zijn deze resultaten gevisualiseerd.

Stap 5: Bepaling van de onnauwkeurigheid

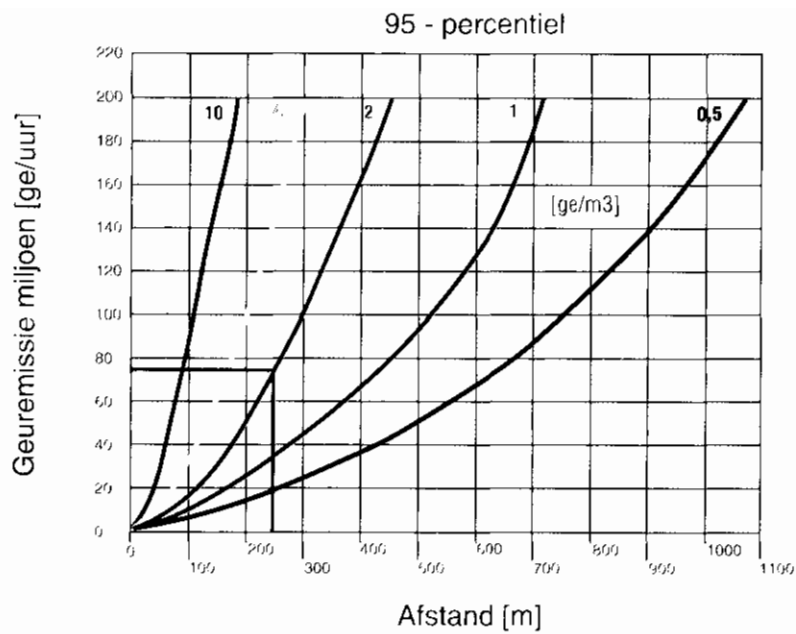
De verschillende stappen in de methodiek veroorzaken een onnauwkeurigheid in het resultaat van de totale methode. Deze onnauwkeurigheid zal een bepaalde bandbreedte in de afgelezen afstand of de afgelezen concentratie met zich meebrengen. Wanneer de rwzi als één punthron wordt beschouwd is de onnauwkeurigheid afhankelijk van de afstand tot de rwzi en de diameter van de rwzi. Hierbij wordt de diameter van de rwzi berekend uit de diameter van de cirkel die ontstaat uit de oppervlakte van de rwzi met daarin de relevante procesonderdelen. Deze onnauwkeurigheid kan worden afgelezen in figuur 5.

Voor de voorbeeld rwzi betekent dit dat de oppervlakte van de rwzi 13.325 m^2 is; hieruit volgt een diameter van 130 meter en de X/D-verhoudingen.

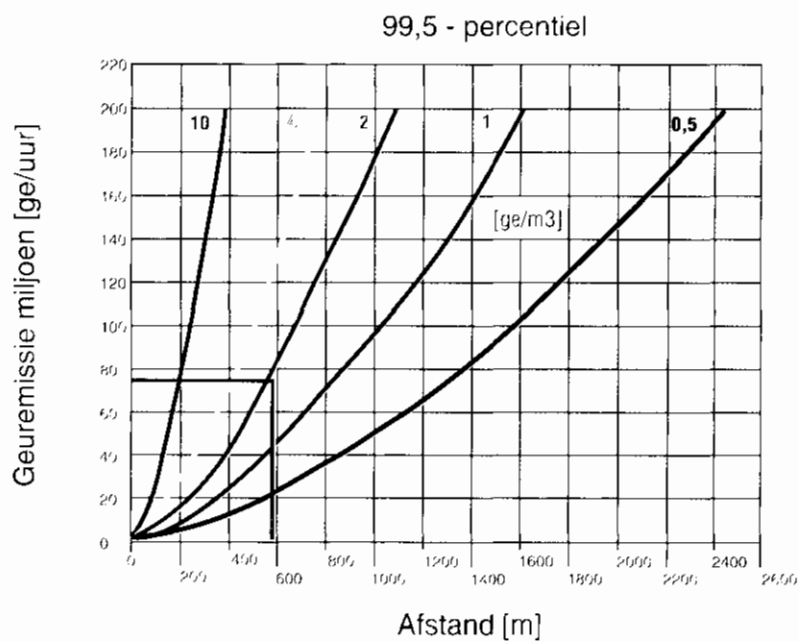
$$\frac{X_1}{D} = \frac{250}{130} = 1,9 \quad \text{en} \quad \frac{X_2}{D} = \frac{600}{130} = 4,6$$

De onnauwkeurigheid bedraagt 12 % voor de afstand tot het industrieterrein en 8 % voor de afstand tot het bejaardenoord. De toepassing van de methodiek is hiermee terecht geweest.

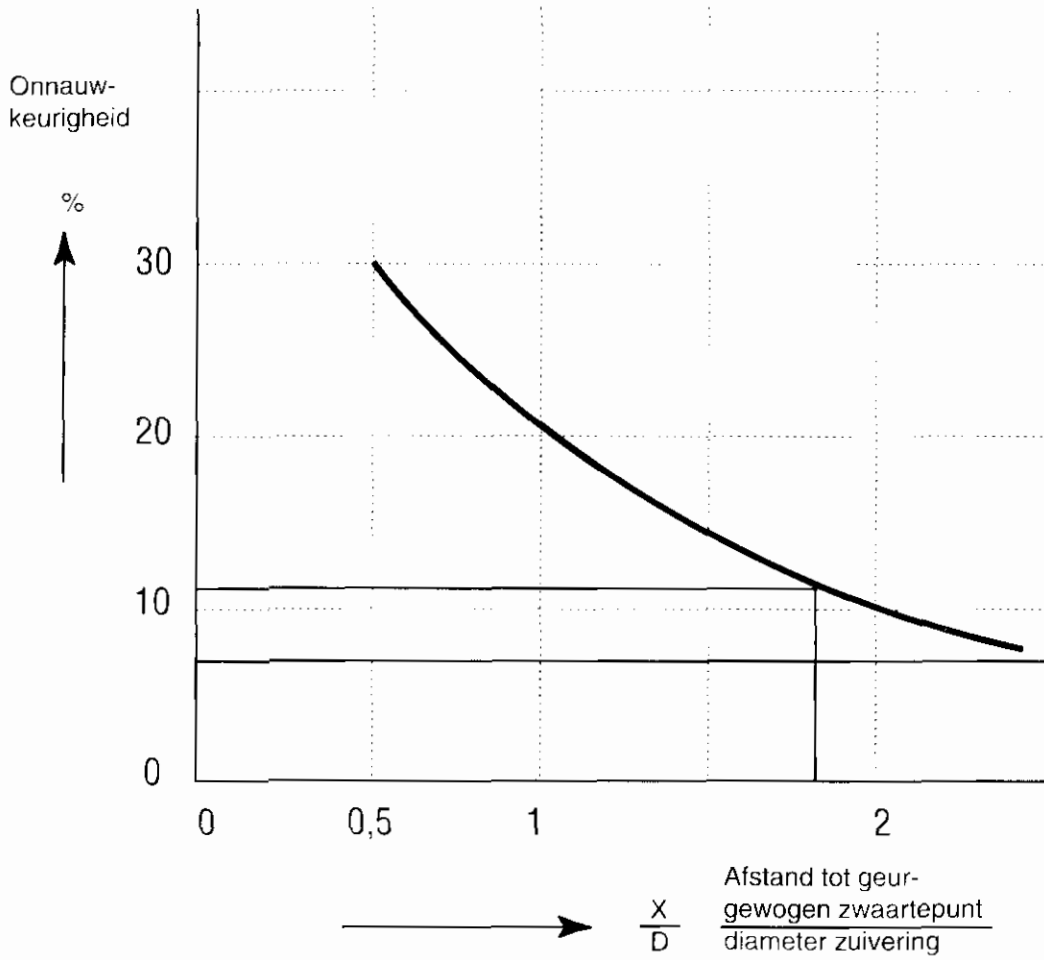
Wanneer de onnauwkeurigheid $> 30 \%$ is, moeten voor de betreffende situatie verspreidingsberekeningen worden uitgevoerd om de invloed op het immissieniveau vast te stellen.

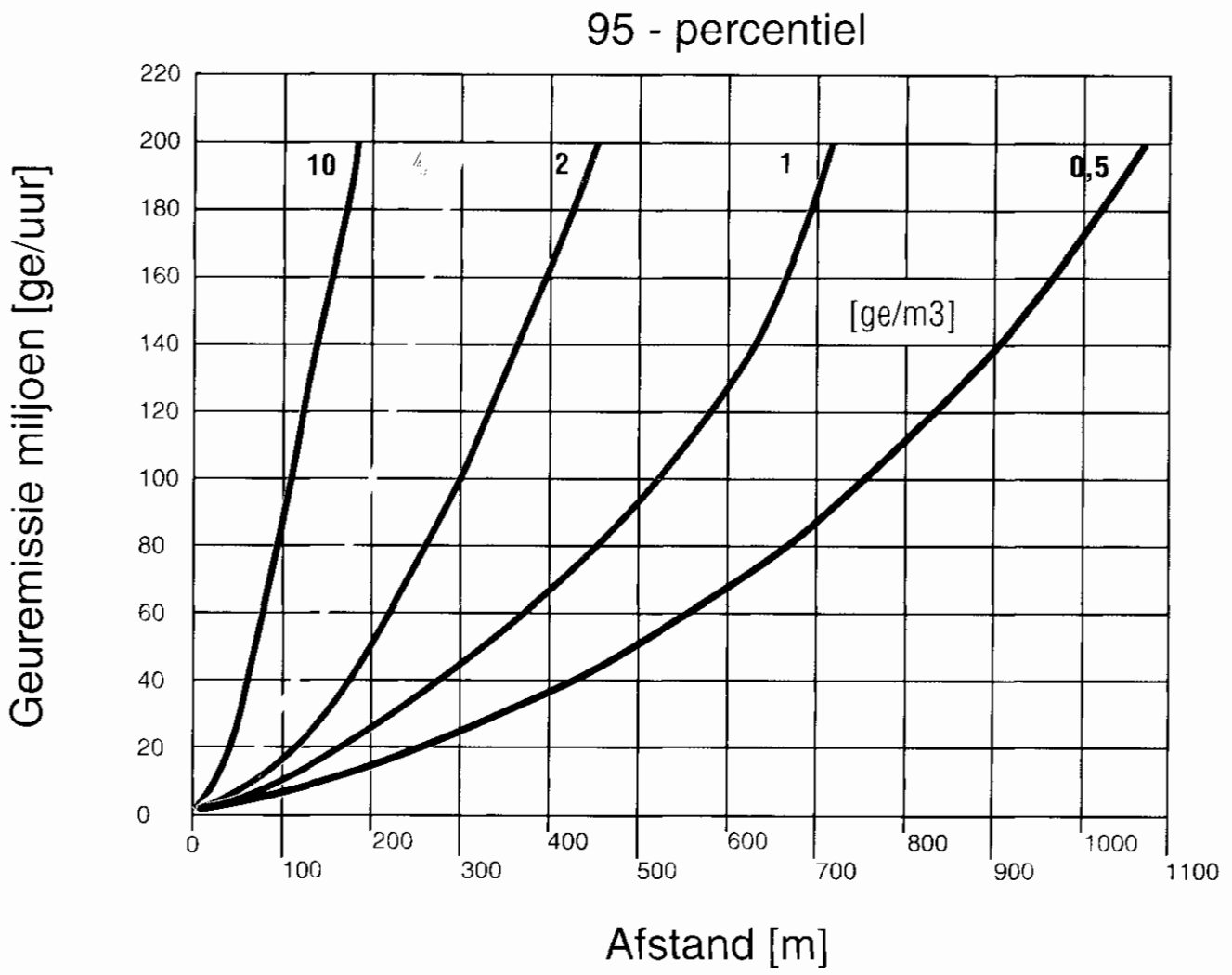


Figuur 3 Relatie tussen de afstand en de optredende geurconcentratie als 95-percentiel en het bereik tot $200 \cdot 10^6$ ge/h; situatie voor de voorbeeld rwzi.



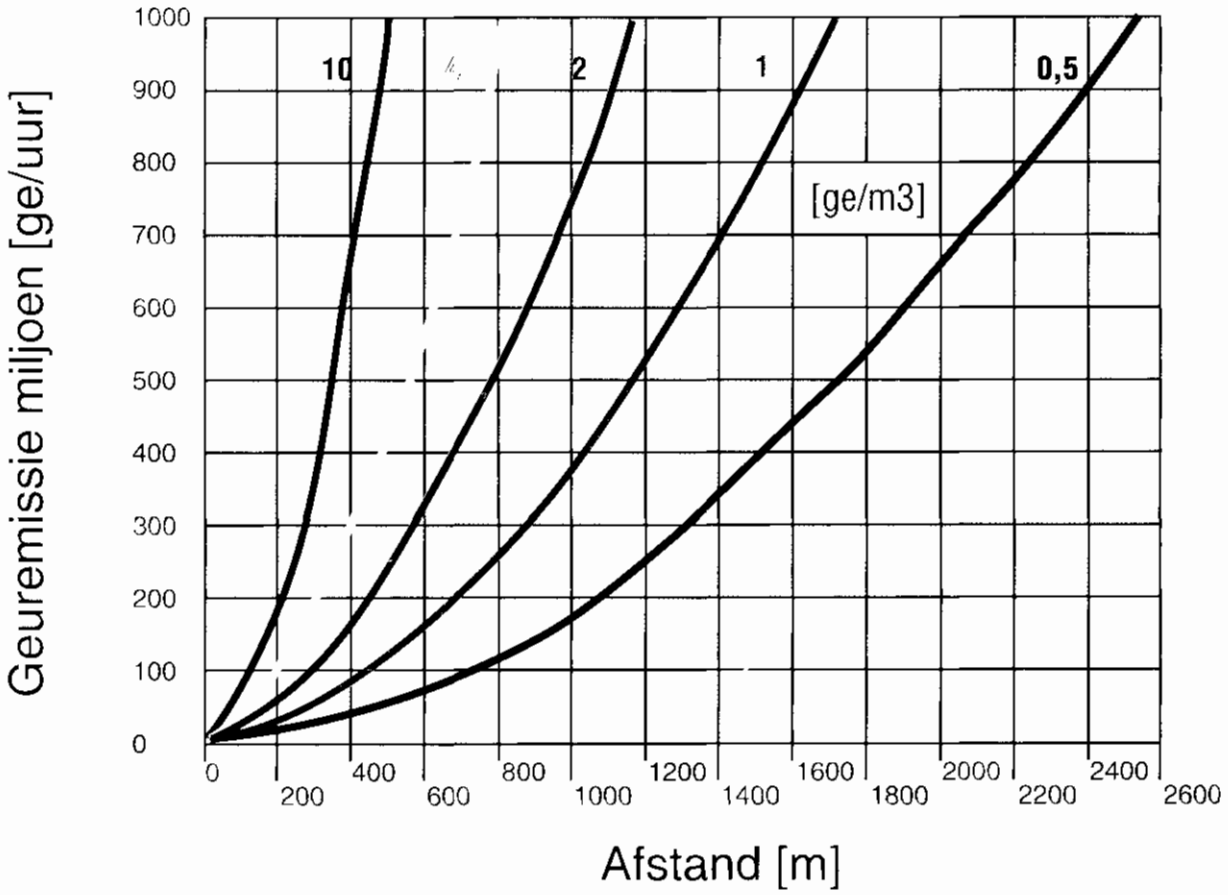
Figuur 4 Relatie tussen de afstand en de optredende geurconcentratie als 99,5-percentiel en het bereik tot $200 \cdot 10^6$ ge/h; situatie voor de voorbeeld rwzi.





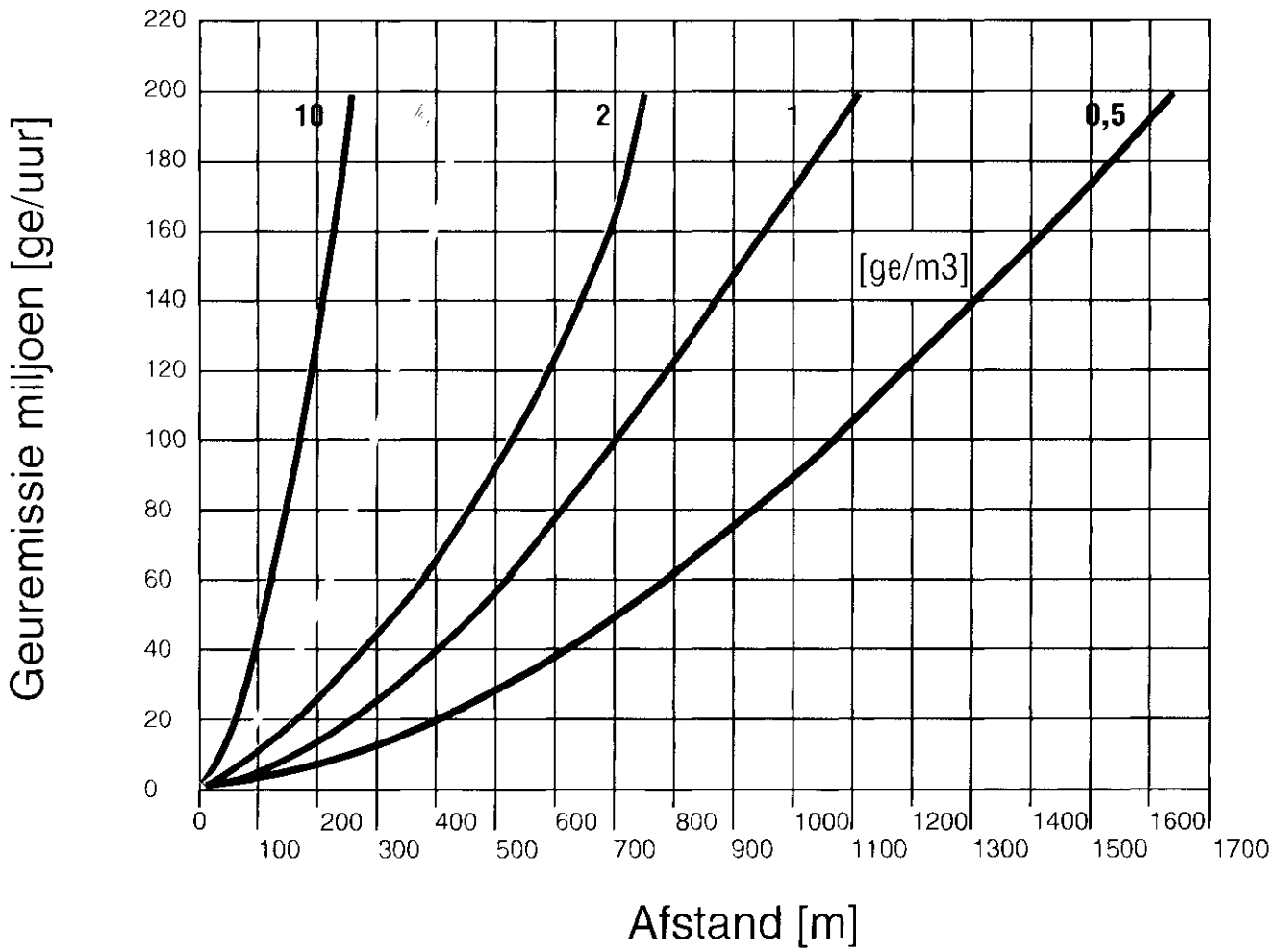
Figuur 6 Relatie afstand - geurconcentratie voor het 95-percentiel en het bereik tot $200 \cdot 10^6$ ge/h.

95 - percentiel

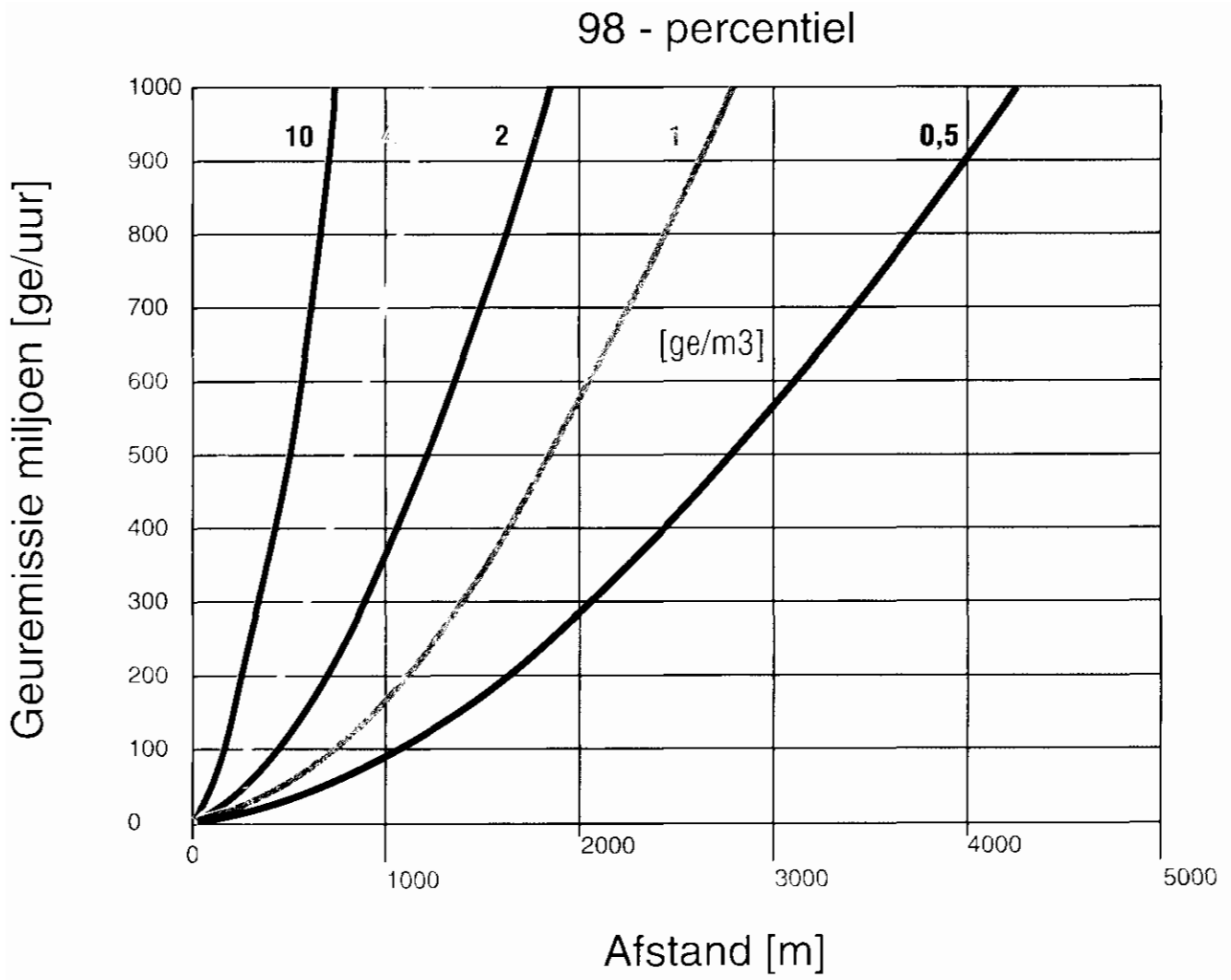


Figuur 7 Relatie afstand - geurconcentratie voor het 95-percentiel en het bereik tot 1000.10⁶ ge/h.

98 - percentiel

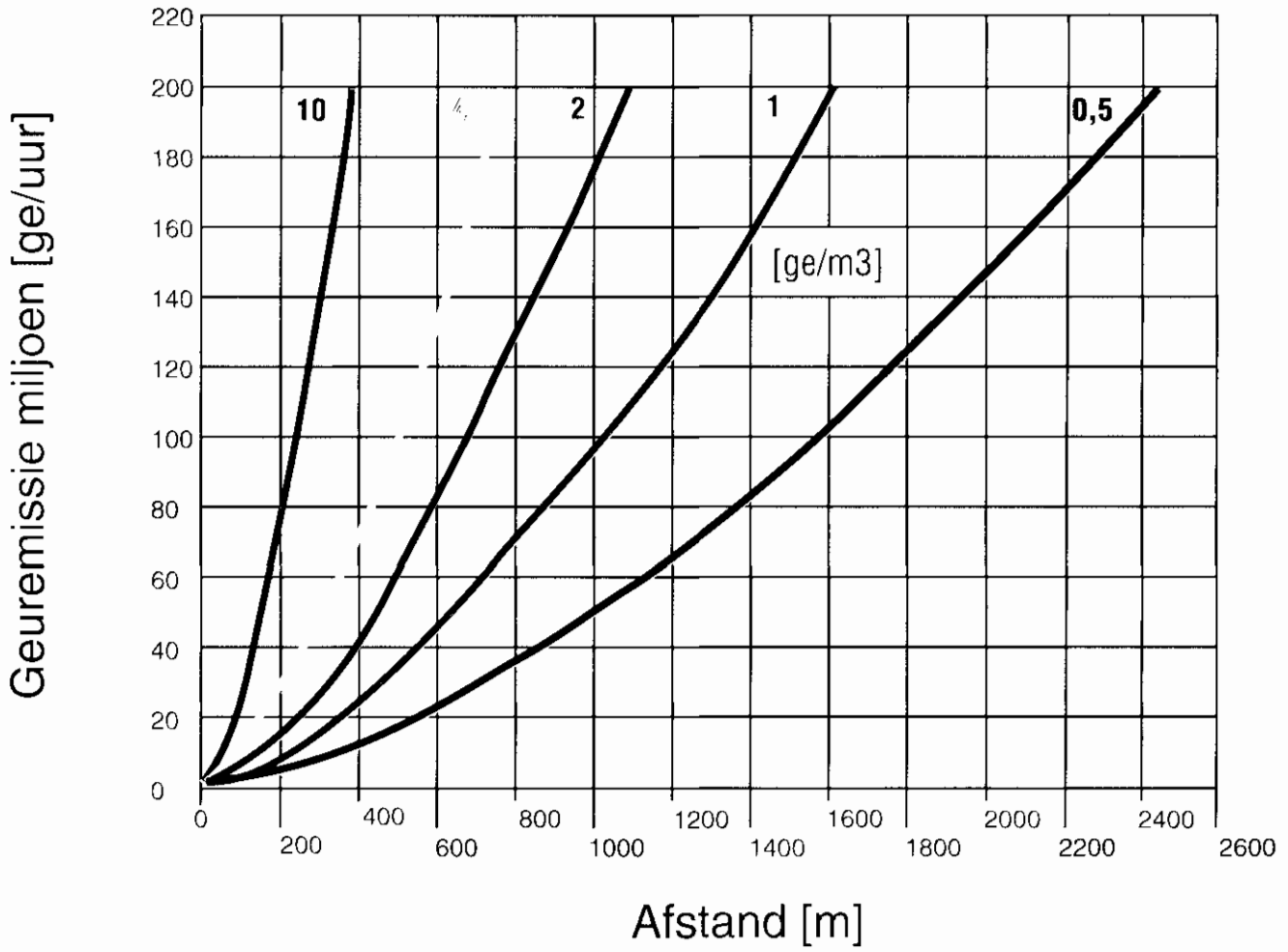


Figuur 8 Relatie afstand - geurconcentratie voor het 98-percentiel en het bereik tot 200.10⁶ ge/h.

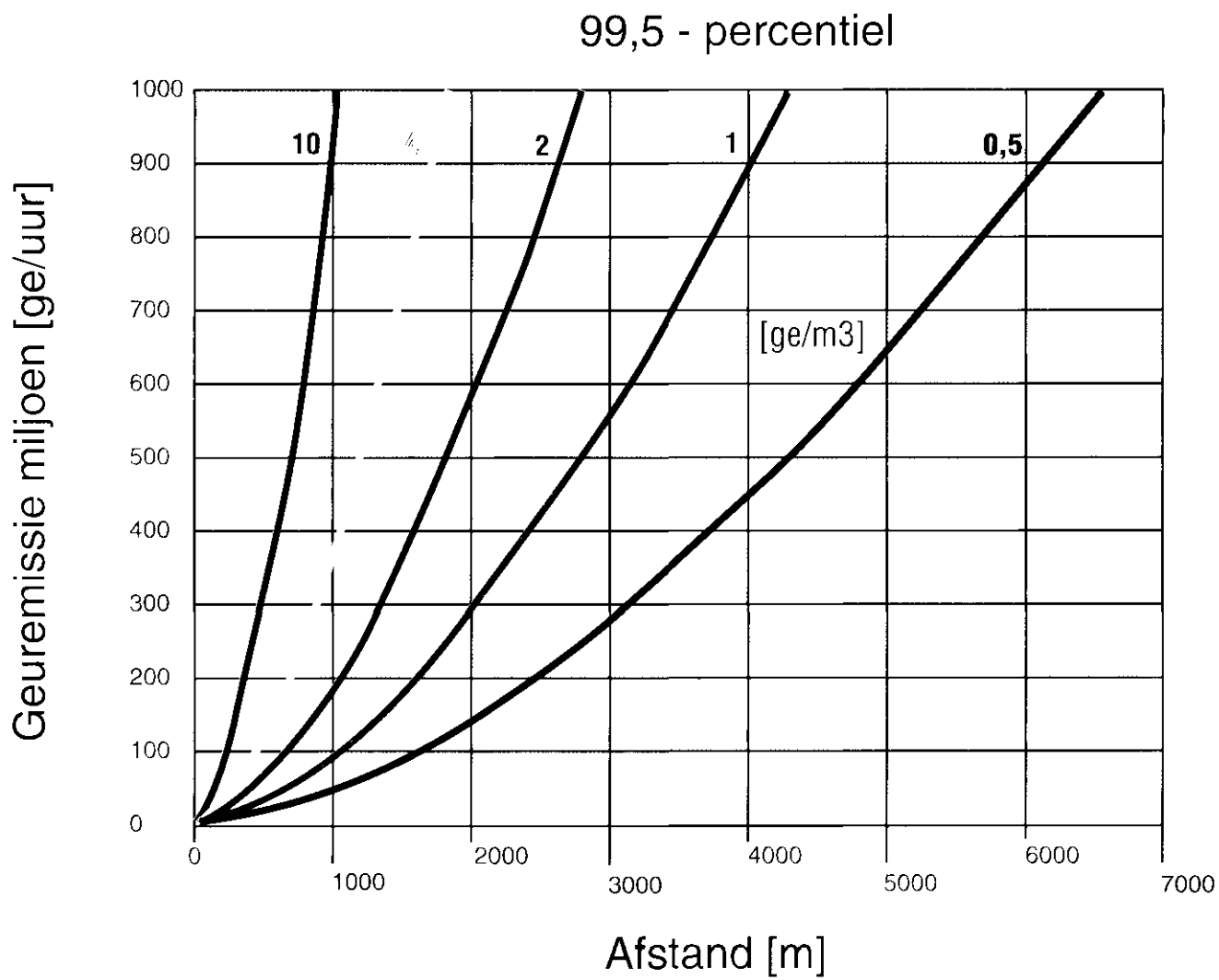


Figuur 9 Relatie afstand - geurconcentratie voor het 98-percentiel en het bereik tot 1000,10⁶ ge/h.

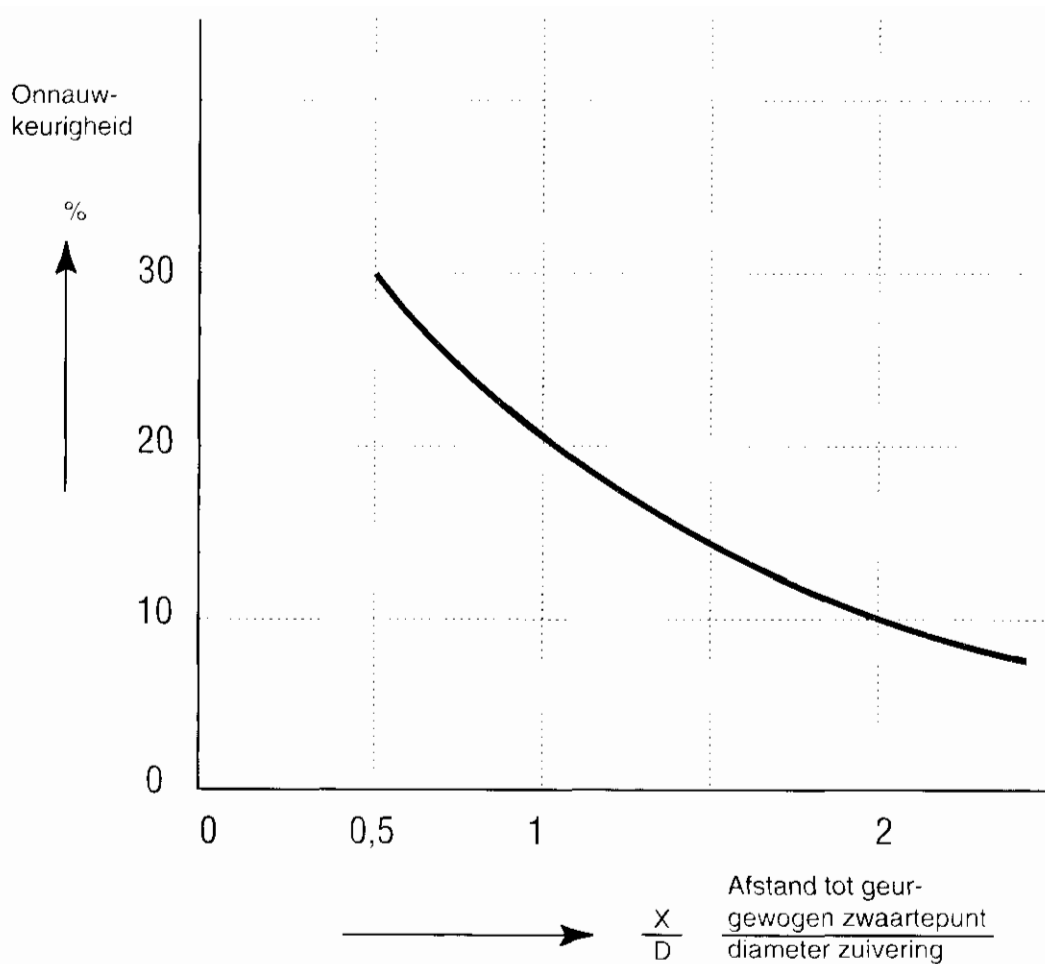
99,5 - percentiel



Figuur 10 Relatie afstand - geurconcentratie voor het 99,5-percentiel en het bereik tot 200.10⁶ ge/h.



Figuur 11 Relatie afstand - geurconcentratie voor het 99,5-percentiel en het bereik tot 1000.10⁶ ge/h.



Figuur 12

Indicatie van de onnauwkeurigheid bij de typering van de rwzi als puntbron, geconcentreerd in het geurgewogen zwaartepunt

BIJLAGE I EMISSIEMATRIX

Tabel 3 Overzicht van emissiecentalen van rwzi's **]

MATRIX 3		KENTALLEN: Specifieke geuremissie in ge/m ³ s en ge/m ³ s (ge/m ³ s is gemerkt met *)												
Waterlijn: voorbehandeling				Waterlijn: rwzi						Sliblijn				
x aanvoer vrij verval rioolstelsel				slibbelasting (kg BZV/kg d.s.d.)										
0-25%	26-50%	51-75%	76-100% (of met Fe)	< 0,05	0,05-0,10	0,11-0,20	0,21-0,30	> 0,30	vers	aëroob	anaëroob	gemengd		
Ontvangwerk	130	93	56	19	Beluchtingstank:						Voorindikker	16	7,9	16
Rooster-goedverwijdering	130	93	56	19	- aërobe zone:						Naindikker/-uitgegist-slibbuffer			6,1
Rooster-goedcenta-ners	130	93	56	19	0,4	0,7	1,3	2,1	3,3	3,3	8,1	3,5	8,7	
Zandvang-er	15	14	12	11	- belenbeluchting/ puntbeluchting met omkapping						Filterpers			-
- oppervlak	270	96	34	12	0,4	0,7	1,3	2,1	3,3				-	
- overstort														
Zandwasser	270	96	34	12	0,61	1,1	2	3,2	5			3,5	8,7	
					- puntbeluchting zonder omkapping						Zeeftandpers		8,1	
Verdeelwerk	270	96	34	12	- anoxische zone:						Centrifuge			-
Voorbezink-tank					0,36	0,63	1,2	1,9	3			3,5	8,7	
- oppervlak	17	15	14	12	- belenbeluchting/ borstelbeluchting/ puntbeluchting						Afvoer en opslag		8,1	
- overstort]	37	33	30	27										
Anaërobe tank	11	10	9,2	8,3	1,2	2,2	4	6,4	10					
					Retourslibgemaal						Fosfaat-bezinktank/stripper-tank/slibindikker/flocculatietank		7,9	
Selector:					Nabezinktank:									
- belucht	12	11	10	9	0,4	0,7	1,3	2,1	3,3					
- onbelucht	11	10	9,2	8,3	0,32	0,56	1	1,7	2,6					
					- invoerzone - oppervlak + overstort									
Voordennitri-ficatietank	4,3	3,8	3,4	3,1	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32					
					Na-nitrificatie									
					0,32	0,32	0,32	0,32	0,32					
					Na-denitrificatie									

**] zonder aanvullende maatregelen

BIJLAGE 2 NOMOGRAMMEN

De figuren in deze bijlage geven de nomogrammen weer waaruit de relatie tussen de geuremissie en de afstand waarop de geurconcentratie gelijk is aan een bepaalde waarde. Het betreft in totaal zes nomogrammen:

Nomogram	Emissiebereik in 10^6 ge/h	Percentielen
1	0 - 200	95
2	0 - 1000	95
3	0 - 200	98
4	0 - 1000	98
5	0 - 200	99,5
6	0 - 1000	99,5

In figuur 12 is een indicatie weergegeven van de optredende onnauwkeurigheid bij het toepassen van de methode.

In deze bijlage worden de verschillende typen maatregelen besproken. Hierbij is voor een aantal maatregelen een kental voor de kosten weergegeven. De weergegeven kosten (prijsspeil 1993) dienen met grote omzichtigheid te worden gehanteerd en kunnen in specifieke situaties aanzienlijk afwijken. Deze kosten kunnen niet zonder meer worden gebruikt voor het maken van begrotingen ten behoeve van realisatie van maatregelen bij rwzi's. Op individueel niveau is maatwerk vereist.

Tabel 4
Overzicht van effectgerichte maatregelen bij rwzi's

Methode	soort maatregel	procesonderdelen	reductiepercentage (%)
verduunning van het afvalwater	p p	- bijmenging van oppervlaktewater - bijmenging van effluent	-
fixatie van stankstoffen	p p	- dosering van bijv. ijzerzouten t.b.v. fixatie van sulfide - dosering van chemicaliën (loog, kalk) ter verhoging van de zuurgraad van het afvalwater	-
oxydatie van stankstoffen	p	- injectie van zuurstof in de persleidingen - dosering van een (krachtig) oxydatiemiddel zoals waterstofperoxyde	90-95 ¹⁾
afdekking procesonderdelen, afzuiging, luchtbehandeling	n	- ontvangwerk - roostergoedverwijdering - roostergoedcontainers - zandvanger - zandwasser - voorbezinktank - verdeelwerk - anaërobe tank - selector - slibontwatering	90-95 ¹⁾ (incl. luchtbehandeling)
minimalisatie van het grensvlak water/lucht	n p	- afdekking genoemde procesonderdelen - verkleining overstorthoogte - aanpassing in- en uitloopconstructies Voorbeelden: <ul style="list-style-type: none"> • Invoerwerk ▪ Verdeelwerken • Voorbezinktank • Retourslibgemaal * Nabezinktank ▪ Effluentcascade 	-
voorbelijuchting van influent	p	- ontvangwerk	≥ 50 ¹⁾

- ¹⁾ = bij een goede technische uitvoering
 - = afhankelijk van lokale omstandigheden
 p = procesgeïntegreerd
 n = nageschakelde techniek

1 Preventieve maatregelen

Deze maatregelen zijn gericht op voorkoming van de vorming van waterstofsulfide. Eigenlijk is dit beperkt tot verkorting van de tijd dat het afvalwater in anaërobe omstandigheden verkeert. Onder anaërobe omstandigheden kunnen stankstoffen worden gevormd, waaronder H_2S . Lange persleidingen geven een hoge emissie van H_2S in het voortraject van de rwzi.

Door zuurstofinjectie in het begin van persleidingen wordt voorkomen dat een anaëroob milieu ontstaat en vorming van sulfiden uit sulfaat plaatsvindt. Door dosering van een krachtig oxydatiemiddel aan het einde van een persleiding worden sulfiden geoxydeerd tot sulfaat. Bij dosering van bijvoorbeeld waterstofperoxyde kan een reductie in H_2S -vorming worden verkregen van 80 tot 95 %.

Slib afkomstig van de diverse procesonderdelen kan gaan rotten, zodat er stankstoffen worden geëmitteerd. Preventie van een dergelijke situatie kan worden verkregen door afvoer naar elders en behandeling aldaar en door stabilisatie. Stabilisatie betekent dat het slib zodanig wordt behandeld dat geen rotting meer optreedt. Stabilisatie kan zowel aëroob (met doorblazen van lucht) als anaëroob (zonder toetreding van lucht) plaatsvinden. De anaërobe stabilisatie is de slibgisting. In beide gevallen is stabilisatie een betrekkelijk langdurige kwestie. Tijdens de stabilisatie worden organische bestanddelen die stank kunnen veroorzaken, afgebroken.

Door intensieve beluchting van het influent worden de stankstoffen deels geoxydeerd en deels meegevoerd met de lucht. Het influent wordt op deze manier opgefrist, waardoor slechts een geringe hoeveelheid stankstoffen naar de volgende onderdelen van het zuiveringsproces wordt gevoerd. De ontwijkende lucht moet worden gereinigd.

Overdracht van een vluchtige stof uit de vloeistof (of vaste stof) naar de gasfase wordt niet alleen bepaald door de drijvende kracht ten gevolge van het verschil tussen evenwichtsconcentratie in de gasfase en de werkelijke concentratie daarin, maar ook door de grootte van het grensvlak vloeistof(vaste stof)/gas. Dit betekent dat emissiereductie mogelijk is door verkleining van de grootte van dit grensvlak. Voorbeelden hiervan zijn:

- afdekking van emitterende oppervlakken;
- maatregelen bij overstortranden. De emissie van een overstortrand wordt onder andere bepaald door de overstorthoogte. Verkleining hiervan geeft een emissiereductie. In het uiterste geval wordt gewerkt met een "verdrongen" overstortrand (een overstortrand die geheel onder water gezet is).

2 Effectgerichte maatregelen

Procesgeïntegreerde maatregelen bij rwzi's zijn grotendeels gericht op het omzetten van stankstoffen (waterstofsulfide) in minder of niet geurende componenten. Dit kan worden bereikt door verdunning van het afvalwater en fixatie.

Door het afvalwater te verdunnen, bijvoorbeeld met oppervlaktewater of met effluent neemt de concentratie van de stankstof af en daarmee tevens de drijvende kracht voor overgang naar de lucht. Uiteraard blijft de hydraulische belasting van de installatie wel bepalend voor de mate van verdunning van het aangevoerde afvalwater.

De toevoeging van ijzerchloride kan de emissie van eventueel aanwezig H_2S beperken. In dat geval wordt het sulfide gebonden tot slecht oplosbaar ijzersulfide dat bezinkt en met het slib wordt afgevoerd. De emissie van H_2S kan ook worden beperkt door het scheppen van een basisch milieu, door toevoeging van kalk of loog.

De geurconcentraties op grondniveau in de omgeving van een geurbron (de geurimmissieconcentraties) zijn afhankelijk van de hoogte waarop de emissie plaatsvindt. Verhoging van het emissiepunt geeft een verlaging van de geurimmissieconcentraties. Dit kan gerealiseerd worden door bij afdekking van één of meerdere procesonderdelen de ventilatielucht van de afgezogen ruimtes onder de afdekkingen via een schoorsteen te emitteren.

3 Afdekking van procesonderdelen

De toepassing van nageschakelde technieken bij rwzi's betekent vaak afdekking van procesonderdelen van de rwzi. Indien een procesonderdeel wordt afgedekt, wordt de ruimte onder de afdekking afgezogen, waarna de ventilatielucht wordt behandeld in een afgasreinigingssysteem of toegepast als bellenbeluchting. In sommige gevallen kan gebruik gemaakt worden van een op het vloeistofoppervlak drijvende afdekking. In dat geval en bij toepassing als bellenbeluchting is een afgasreinigingssysteem niet nodig.

Voor het afdekken van procesonderdelen van een rwzi kunnen de in tabel 5 vermelde materialen gebruikt worden. In de tabel is aangegeven voor welk type afdekking de betrokken materiaalsoort gebruikt kan worden (overspannend of drijvend). Tevens is een indicatie van de kosten (f/m^2) gegeven. Deze kosten betreffen alleen de materiaalkosten.

De ruimte onder de afdekking wordt geventileerd, waarna de ventilatielucht behandeld wordt. Het te hanteren ventilatievoud is afhankelijk van het feit of de ruimte al dan niet betreedbaar dient te zijn en hoeveel H_2S in de lucht aanwezig is. De volgende ventilatievouden zijn gebruikelijk voor onderdelen met H_2S - emissie:

- te betreden ruimtes: 10 maal per uur;
- niet en vrijwel niet te betreden ruimtes: 1-3 maal per uur.

Aan de hand van het oppervlak van het af te dekken onderdeel en de hoogte van de ruimte onder de afdekking kan vervolgens het benodigde ventilatiedebiet bepaald worden.

Tabel 5 Afdekkingsmaterialen voor rwzi's

Materiaal	Overspannend	Drijvend	Kosten (f/m^2)
Beton	ja	neen	250 - 350
Aluminium	ja	neen	350 - 1000
Polyester	ja	ja	350 - 400 (drijvend) 900 - 1200 (overspannend)
Hout	ja	neen	250 - 350
PUR-schuim	neen	ja	80 - 115
Tentdoek	ja	neen	150 - 250

Voor behandeling van de ventilatielucht komen de onderstaande afgasreinigingstechnieken in aanmerking. De selectie van de technieken is beperkt gebleven tot die technieken die het meest gangbaar zijn. De vermelde technieken worden kort beschreven. Tevens wordt een inschatting gemaakt van het rendement. Tenslotte worden de kosten globaal weergegeven. De kostenschatting wordt beperkt tot de investeringskosten ("kaal"). Dit betekent dat kosten voor benodigde randapparatuur en andere bijkomende kosten (leidingensysteem, bouwkundige voorzieningen, engineering) niet worden meegenomen. Deze overige kosten kunnen totaal zeer globaal 50 tot 150 % van de "kale" investeringskosten bedragen. De investeringskosten voor emissiebeperkende technieken zijn veelal te koppelen aan de grootte van het door te voeren debiet. Om deze reden worden de investeringskosten uitgedrukt in $f/(Nm^3/hr)$.

3.1 *Biofiltratie*

Biofiltratie is een techniek waarbij stoffen door micro-organismen worden geoxideerd. Als dragermateriaal wordt vaak compost toegepast, waarin de benodigde nutriënten voor de micro-organismen aanwezig zijn. Meestal worden toeslagstoffen gebruikt voor verbetering van de structuur en verlaging van de drukval. Een veel toegepast mengsel is compost/boomschors. Het filtermateriaal moet na enige tijd worden vervangen ten gevolge van veroudering. De standtijd is veelal 3 jaar. Voor een goede werking van het filter is een vochtgehalte van 40-60 gew. % in het filtermateriaal belangrijk.

Biofiltratie is toepasbaar voor alle biologisch afbreekbare stoffen in concentraties tot 1 à 2 g/m^3 , voor ammoniak tot 20 à 30 mg/m^3 en voor H_2S tot 50 à 100 mg/m^3 lucht. Bij deze hoge concentraties NH_3 en H_2S is de standtijd echter wel erg beperkt.

Indien H_2S -houdende afgassen in een biofilter worden behandeld, zal na verloop van tijd verzuring van het filter optreden. De optimale pH van het filter is 6 - 8. Om verzuring te voorkomen en daarmee de levensduur van het filtermateriaal te verhogen kan $CaCO_3$ als zuurbuffer voor de start aan het filtermateriaal worden toegevoegd. Overigens bevat compost reeds kalk, zodat een zekere zuurbuffering ook zonder extra toevoeging van $CaCO_3$ optreedt. Er zijn twee soorten systemen: open en gesloten. Het gesloten systeem heeft als voordeel dat het vochtgehalte van het filtermateriaal beter gereguleerd kan worden.

Athankelijk van de belasting is een rendement van 90-95% is goed haalbaar bij een biofilter met een hoogte van 1 meter, een oppervlaktebelasting van maximaal 50 - 100 $m^3/m^2.h$ en een H_2S -belasting van maximaal 5 $g/m^3.h$.

De "kale" investeringskosten voor biofilters bedragen f 10-75/(Nm^3/h) voor open systemen. Voor gesloten systemen zijn deze kosten ongeveer tweemaal zo hoog.

3.2 *Biowassing*

Biowassers of bioscrubbers bestaan uit een absorptiestap in water (gaswassing), meestal door middel van een gepakte kolom, gevolgd door biologische reiniging van de waterstroom in een actief-slibinstallatie. In geval van een actief-slibinstallatie moeten nutriënten worden toegevoegd. Een belangrijk verschil met biofilters is het feit dat via een spui afvoer mogelijk is van ongewenste

componenten (bijvoorbeeld zuren) en dat een betere sturing van het proces (bijvoorbeeld het vochtgehalte) mogelijk is.

Afhankelijk van de belasting bij een goede dimensionering is een rendement van 90-95 % haalbaar. De "kale" investeringskosten voor biowassers bedragen f 50-200/(Nm³/h).

3.3 *Biotricklingfilter*

Bij biotricklingfilters vindt verwijdering van de geurcomponenten plaats in één apparaat. De installatie bestaat uit een kolom met (kunststof) pakking, waarop de micro-organismen zich hechten. De pakking wordt bevochtigd met water, waarin zich de nutriënten bevinden. Ook voor deze techniek geldt dat afvoer mogelijk is van ongewenste componenten (bijvoorbeeld zuren) en het proces (bijvoorbeeld het vochtgehalte) beter stuurbaar is. Afvoer van ongewenste componenten vindt plaats met behulp van een spuistroom.

Afhankelijk van de belasting is bij een goede dimensionering is een rendement van 90-95 % haalbaar.

De "kale" investeringskosten voor biotricklingfilters bedragen f 50-200/(Nm³/h).

3.4 *Lavafilter*

Een lavawasser (biosorpfiler) is gevuld met lavasteen die in tegenstelling tot andere filtermaterialen volledig stabiel blijft en derhalve een lange standtijd heeft. Op de lavafilterpakking wordt waterstofsulfide geoxideerd tot zwavelzuur en elementair zwavel.

Dit materiaal is ideaal als drager van micro-organismen, mede doordat het de eigenschap bezit water in een dunne film vast te houden rond de korrel.

Door de hoge adsorptie-capaciteit van het materiaal kunnen sterk variërende concentraties stankstoffen worden gebufferd. Het filtermateriaal is pH-bufferevend. Een lavafilter heeft een lage luchtweerstand. De inhoud van het filter is afhankelijk van de te filteren luchthoeveelheid.

Het rendement van de verwijdering van waterstofsulfide kan, afhankelijk van de belasting, 90-95 % bedragen. De standtijd van de filterpakking kan enkele jaren zijn. De "kale" investeringskosten bedragen f 11.000,- tot f 62.000,-, voor een filter met een diameter tussen 1,4 en 6 meter en een hoogte van 4 m. De "kale" investeringskosten bedragen hiermee voor een open lavafilter circa f 10/(Nm³/h).

3.5 *Gaswassing*

Bij gaswassing vindt reiniging van de afgasstroom plaats met behulp van water dat over een gepakte kolom wordt gesproeid. Op deze wijze wordt een groot water/afgasgrensvlak gecreëerd zodat de te verwijderen componenten zo efficiënt mogelijk in het water worden opgenomen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen absorptie en chemische wassing. Bij absorptie lossen de componenten op in water, in het geval van chemische wassing vindt na de absorptiestap een omzetting van de geabsorbeerde component plaats.

Bij verwijdering van zure componenten (bijvoorbeeld H_2S) kan gebruik worden gemaakt van alkalische wassing. In dat geval wordt de afgasstroom gewassen met een waterige oplossing van veelal natronloog. Bij verwijdering van basische componenten (bijvoorbeeld ammoniak, amines) kan gewassen worden met een aangezuurde oplossing (bijvoorbeeld verdund zwavelzuur of zoutzuur). Indien bij chemische wassing de verontreinigingen vergaand moeten worden geoxydeerd, worden oplossingen gebruikt van oxydatiemiddelen als H_2O_2 (waterstofperoxyde), $NaOCl$ (chloorbleekloog) of O_3 (ozon). Indien zure verbindingen aanwezig zijn wordt de oxydatiestap gevolgd door een neutralisatiestap met loog. Gaswassing levert een waterige spuistroom op.

Afhankelijk van de belasting is bij een goede dimensionering is een rendement van 90-95 % haalbaar.

Investeringskosten voor een afgasreinigingsinstallatie zijn afhankelijk van het te behandelen debiet. Naarmate het te behandelen afgasdebiet groter wordt zullen de investeringskosten per Nm^3/hr dalen. Dit komt tot uiting in de volgende formule voor de "kale" investeringskosten (per Nm^3/hr) voor gaswassers:

$$I = \frac{4000}{Q^{0.6+0.1}}$$

Met:

I: investeringkosten ($f/(Nm^3/hr)$)

Q: afgasdebiet (Nm^3/hr)

3.6 *Adsorptie aan actief kool*

Bij adsorptie aan actief kool hechten de geurcomponenten zich aan het actief kool dat zich in het filter bevindt. Op den duur zal het filter verzadigd raken zodat vervanging van het actief kool noodzakelijk is. Een andere mogelijkheid is regeneratie van het actief-koolfilter. Dit geeft een aanzienlijke verhoging van de investeringskosten. Voor rwzi's is een niet-regeneratief systeem geschikter gezien de relatief lage concentraties in het afgas waardoor de vervangingsfrequentie laag zal zijn. Een nadeel voor toepassing bij rwzi's is het feit dat de afgasstroom niet te vochtig mag zijn (relatieve vochtigheid lager dan 60 á 70 %). Opgemerkt wordt dat voor adsorptie van H_2S speciaal geïmpregneerde kool nodig is.

Afhankelijk van de belasting is bij een goede dimensionering een rendement van 90-95 % haalbaar.

Bij eenmalig gebruik van actief kool bedragen de "kale" investeringskosten f 5-10/ (Nm^3/h) inclusief een regeneratievoorziening. De exploitatiekosten zijn hoog.