



Tjerk ter Veen, Centraal Bureau voor de Statistiek  
 Ronnie Huwaë, Centraal Bureau voor de Statistiek  
 Kees Baas, Centraal Bureau voor de Statistiek

# 25 jaar statistiek over zuivering van afvalwater

**De meeste ontwikkelingen in de stedelijke afvalwaterzuivering zijn een gevolg van internationale afspraken en implementatie van Europese wetgeving. De beschrijving van al deze ontwikkelingen en de rapportage daarover aan onder andere 'Den Haag' en 'Brussel' kan echter niet zonder een structurele cijfermatige onderbouwing. Deze onderbouwing wordt sinds 1981 verzorgd door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Via de enquête 'Zuivering van afvalwater' worden jaarlijks vele gegevens van alle rioolwaterzuiveringsinstallaties in Nederland opgevraagd. De statistiek 'Zuivering van afvalwater' bestaat dit jaar 25 jaar, reden om stil te staan bij de ontwikkelingen in zuiveringstechnologie, rendementen, emissies, slibverwerking, energieverbruik en de kosten en investeringen.**

**B**egin jaren tachtig startte het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) met de enquëtering van de rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's). De vragenlijsten waren opgesteld in nauw overleg met de zuiveringsbeheerders en met belangrijke gebruikers, zoals het RIZA, het RIVM en TNO. Genoemde organisaties stopten vervolgens met hun eigen enquêtes waardoor de enquëtedruk bij de waterkwaliteitsbeheerders daalde. De eerste jaren verliep de enquête moeizaam: de waterschappen moesten wennen aan de nieuwe vragenlijst en de verwerking van de uitkomsten kostte het CBS nog veel tijd. Pas in 1985 werden de eerste resultaten over het jaar 1981 gepubliceerd in een boekwerkje. Geleidelijk aan verliep het enquëteproces steeds sneller. Door de opkomende geautomatiseerde verwerking en het stapsgewijs overgaan tot elektronische vragenformulieren is de doorlooptijd (van enquëtering tot resultaten) teruggebracht tot slechts tien

In dit artikel zijn alle uitkomsten die betrekking hebben op het jaar 2005 nog niet definitief, omdat de verwerking van de enquête over 2005 nog niet is afgerond. De voorlopige cijfers zijn vastgesteld op basis van reeds ontvangen respons en/of te verwachten ontwikkelingen. Voor de kostengegevens en de gegevens uit de Emissieregistratie geldt 2004 als meeste actuele jaar.

maanden. Daarbij is de inzet van menskracht bij het CBS nu nog geen kwart van de benodigde menskracht in de beginperiode.

## Waterkwaliteitsbeheerders

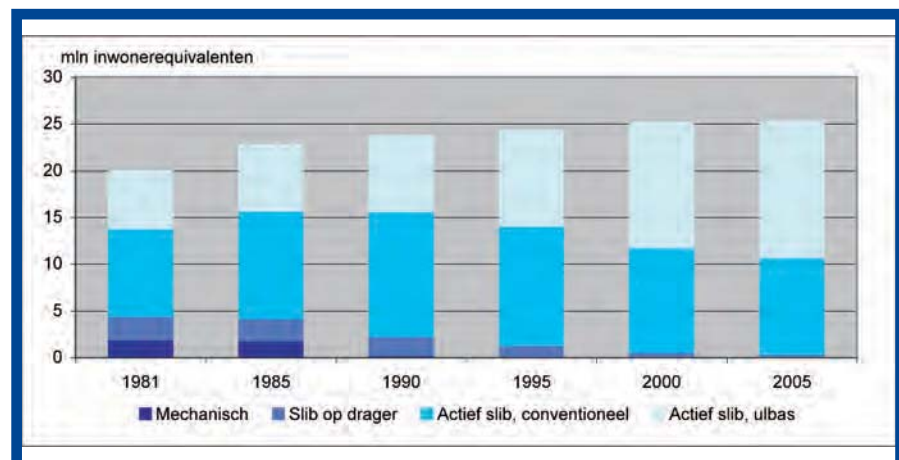
Veranderingen bij de waterkwaliteitsbeheerders maakten dat het CBS met steeds minder en met andere respondenten te maken kreeg. In 1981 waren er nog twee gemeenten, drie provincies en 27 waterschappen (of zuiveringschappen en hoogheemraadschappen) verantwoordelijk voor het zuiveringsbeheer. Thans zijn dat slechts 25 waterschappen. Van de oorspronkelijke 32 waterkwaliteitsbeheerders zijn er nog slechts acht waarvan het beheersgebied niet is gewijzigd. Uit de overige 24 waterkwa-

liteitsbeheerders zijn in de loop der tijd door fusies en opsplitsingen 17 nieuwe waterschappen ontstaan. Veel rwzi's veranderden in de loop der tijd dus van eigenaar.

## Uitbreiding, schaalvergroting en technologische verbetering

Door wet- en regelgeving is in de periode 1981-2005 de ongezuiverde lozing van huishoudelijk afvalwater sterk verminderd. Was in 1981 slechts 72 procent<sup>1)</sup> van de bevolking aangesloten op een rwzi, in 2005 bedroeg dit percentage bijna 99 procent<sup>2)</sup>. Door de noodzaak tot capaciteitsuitbreiding steeg de landelijke zuiveringscapaciteit van 20 tot ruim 25 miljoen inwonerequivalenten (zie afbeelding 1). Naast uitbreiding van de

Afb. 1: Capaciteit naar zuiveringstype.



capaciteit was ook sprake van schaalvergroting: het aantal rwzi's daalde van 506 in 1981 tot 368 in 2005<sup>3)</sup>.

De volgende cijfers illustreren de metamorfose van de populatie rwzi's in de periode 1981-2005: in totaal zijn 98 nieuwe rwzi's in bedrijf genomen, 236 rwzi's buiten bedrijf gesteld en bij 197 rwzi's ingrijpende aanpassingen verricht aan het zuiveringstype en/of de capaciteit, soms zelfs meerdere malen. Eén rwzi is binnen de periode in bedrijf genomen en later weer buiten bedrijf gesteld.

In afbeelding 1 is ook de ontwikkeling van de toegepaste zuiveringstechnologie zichtbaar. Mechanische installaties en oxidatiebedden zijn vervangen door actief-slibsystemen. Binnen deze systemen is bovendien een verschuiving opgetreden van hoog- en laagbelaste naar ultra-laagbelaste systemen, in afbeelding 1 aangeduid met 'actief slib, conventioneel' respectievelijk 'actief slib, ulbas'.

Begin jaren negentig kwam, door de implementatie van de Europese Richtlijn Stedelijk Afvalwater<sup>4)</sup>, de ontwikkeling van fosfaatverwijdering en later ook stikstofverwijdering in een stroomversnelling. Inmiddels is ruim 85 procent van de zuiveringscapaciteit uitgerust met defosfatering en ruim 60 procent met voorzieningen voor (biologische) stikstofverwijdering (afbeelding 2)<sup>5)</sup>. In 2005 werd op bijna de helft van de zuiveringscapaciteit biologische fosfaatverwijdering toegepast, overigens in de meeste gevallen aangevuld met chemische defosfatering. De moderne actief-slibinstallatie is dan ook uitgerust met anaërobe en anoxische compartimenten voor de biologische fosfaat- en stikstofverwijdering.

### Stijging zuiveringsrendementen

Het op grotere schaal toepassen van stikstof- en fosfaatverwijdering op rioolwaterzuiveringsinstallaties heeft geresulteerd in sterk verbeterde zuiveringsrendementen<sup>5)</sup> (zie afbeelding 3). Werd in 1981 nog 42 procent van het aangevoerde fosfaat verwijderd; in 2005 is dit rendement toegenomen tot bijna 82 procent. Opvallend is de scherpe stijging van het rendement voor fosfaat in het midden van de jaren negentig. In die periode is op veel installaties overgegaan tot defosfatering om zo te kunnen voldoen aan de verplichting om per ultimo 1995 landelijk

	Belasting oppervlaktewater 1990			Belasting oppervlaktewater 2004		
	Totaal alle bronnen	Rwzi's	Bijdrage rwzi's	Totaal alle bronnen	Rwzi's	Bijdrage rwzi's
	1.000 kg	1.000 kg	%	1.000 kg	1.000 kg	%
Arseen	9,39	2,47	26	8,33	2,69	32
Cadmium	5,62	0,82	15	1,14	0,323	28
Chroom	35,7	13,1	37	11,2	2,82	25
Koper	204	36,5	18	131	12,8	10
Kwik	1,28	0,315	25	0,33	0,1	31
Lood	194	25,1	13	114	6,58	5,8
Nikkel	70,7	19,5	28	44,3	9,35	21
Zink	766	140	18	570	86,51	15
Totaal fosfor	22.200	6.240	28	8.170	2.750	34
Totaal stikstof	124.000	39.500	32	95.800	23.500	24
	kg	kg	%	kg	kg	%
Fluorantheen	8.770	76,1	0,87	2160	89,1	4,1
Benzo(a)pyreen	1.220	12,9	1,1	243	14,5	6
Isoproturon	276	52,8	19	245	43	18

Tabel 1. Aandeel van rwzi's in de landelijke belasting van het oppervlaktewater.

driekwart van de fosforverbindingen uit het afvalwater te verwijderen<sup>4)</sup>.

Ook voor stikstof is het verwijderingsrendement sterk gestegen. Afgelopen jaar was het rendement voor stikstof bijna 75 procent tegen een rendement van 45 procent in 1981. Dit jaar zal Nederland hoogstwaarschijnlijk kunnen voldoen aan de eis uit de Richtlijn Stedelijk Afvalwater dat in totaal driekwart van de stikstof uit het afvalwater wordt verwijderd. Door de eerdergenoemde toename van het aantal (ultra)laagbelaste systemen zijn ook de rendementen voor de verwijdering van zuurstofbindende stoffen nog aanzienlijk gestegen. Werd in 1981 nog 87 en 80 procent van respectievelijk BZV en CZV verwijderd, in 2005 zijn deze rendementen toegenomen tot 97 en 92 procent (zie afbeelding 3).

### Rwzi's nog steeds belangrijke emissiebron

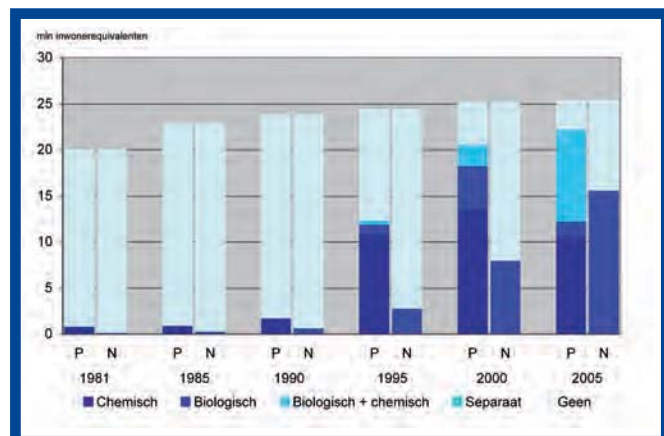
Via de databank van de landelijke Emissieregistratie<sup>6)</sup> komen gegevens beschikbaar over de totale belasting van het oppervlaktewater,

onder meer door lozingen, atmosferische depositie en af- en uitspoeling, én het aandeel daarin van de rioolwaterzuiveringsinstallaties. Tabel 1 geeft deze cijfers voor arseen, een aantal zware metalen, stikstof en fosfor, twee PAK's en een bestrijdingsmiddel. Helaas zijn voor veel emissiebronnen geen betrouwbare landelijke belastingcijfers van de periode vòòr 1990 beschikbaar. Daarom wordt in tabel 1 een vergelijking gemaakt tussen de situatie in 1990 en die in 2004. Tabel 1 laat ook zien dat de belasting van het oppervlaktewater in de periode 1990-2004 fors is afgenomen voor vrijwel alle gepresenteerde stoffen. Voor de meeste stoffen dragen de effluënten van de rwzi's nog relatief veel bij aan de landelijke belasting, maar zijn de absolute hoeveelheden wel sterk gedaald. Dit komt enerzijds door verbetering van de zuiveringsrendementen en anderzijds door de lagere vrachten in het influent.

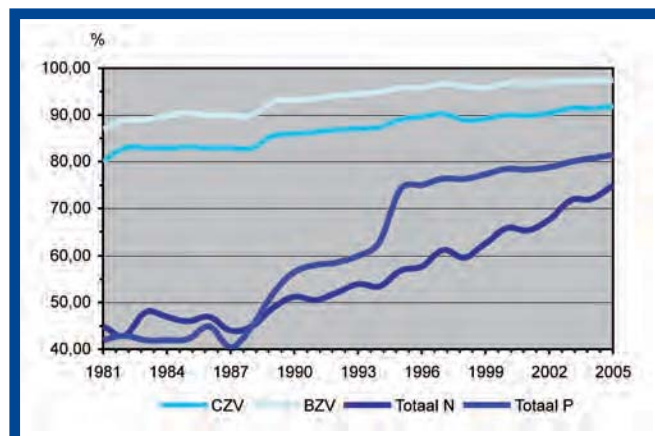
### Meer slibontwatering en -verbranding

De afgelopen 25 jaar is steeds meer zuive-

Afb. 2: Capaciteit naar methode van fosfaat- en stikstofverwijdering.



Afb. 3: Zuiveringsrendementen voor zuurstofbindende- en vermestende stoffen.



ringsluis van rioolwaterzuiveringsinstallaties ontwaterd (zie afbeelding 4). Bijna de helft van het zuiveringsluis werd in 1981 'nat' afgevoerd, terwijl in 2005 meer dan 90 procent van het zuiveringsluis werd ontwaterd<sup>7)</sup>. Het gebruik van droogbedden en lagunes (natuurlijke ontwatering) is in 2005 bijna gereduceerd tot nul. De toepassing van kunstmatige ontwatering (centrifuges, filter- en zeefbandpersen) is daarentegen sterk toegenomen. De laatste tien jaar is ook de toepassing van thermische ontwatering (slibdroging) gestegen. Slibdroging is een vervolgentwatering; het gedroogde sluis heeft veelal eerst een kunstmatige ontwatering ondergaan. Om geen dubbelstelling te introduceren, tellen deze hoeveelheden in afbeelding 4 alleen mee bij thermische ontwatering.

Afbeelding 5 laat zien dat de manier waarop het zuiveringsluis wordt verwerkt, eveneens sterk is veranderd<sup>10)</sup>. In 1981 werd het merendeel van het zuiveringsluis gestort of als meststof toegepast in de landbouw. Per 1 januari 1995 is de afzet naar de landbouw van sluis uit rioolwaterzuiveringsinstallaties beëindigd door de invoering van de normen voor gehalten van zware metalen uit het Besluit kwaliteit en gebruik van overige organische meststoffen<sup>8)</sup>. Strengere regels voor het storten van zuiveringsluis<sup>9)</sup> hebben ook de afzet naar stortplaatsen sterk doen afnemen. In 2005 wordt het grootste deel van het zuiveringsluis verbrand. Overigens kan de hoeveelheid afgezet zuiveringsluis in afbeelding 5 afwijken van de hoeveelheden sluis in afbeelding 4 (per ontwateringsmethode). Dit verschil wordt veroorzaakt door meerjarige opslag.

### Energieverbruik en vermeden CO<sub>2</sub> emissies

De enquête levert ook waardevolle informatie op over het energieverbruik van de rwzi's. Afbeelding 6 laat zien dat het energieverbruik van rioolwaterzuiveringsinstallaties in Nederland sterk is gegroeid<sup>11)</sup>. Was in 1981 behoefte aan 2000 TJ (=10<sup>12</sup> Joules) aan energie, in 2005 is dit toegenomen tot circa 5000 TJ. Deze toename wordt vooral veroorzaakt door een toename in de aankoop van elektriciteit voor onder meer de aandrijving van pompen, beluchters en blowers. Ook is het verbruik van aardgas gestegen, met name door het gebruik van aardgasgestookte slibdroginstallaties. Tenslotte is door een toegenomen slibgisting ook de productie en het verbruik van biogas (zie afbeelding 6) gestegen. Het biogas wordt veelal direct weer gebruikt op de rwzi om elektriciteit en warmte op te wekken in WKK-installaties.

De elektriciteit verkregen door de inzet van biogas in WKK-installaties op rwzi's wordt beschouwd als duurzame energie<sup>12)</sup>. Het aandeel van deze productie in het totale binnenlandse elektriciteitsverbruik varieert de laatste 15 jaar tussen de 0,08 en de 0,15%<sup>13)</sup>. De inzet van biogas van rwzi's leidt zo tot een lager verbruik van fossiele energiebronnen en daardoor tot een lagere nationale emissie van kooldioxide, zoals die wordt berekend in het kader van de IPCC-richtlijn (Kyoto-protocol). Deze vermeden kooldioxide-emissie bedraagt voor de rwzi's de laatste jaren circa 150 kton per jaar ofwel 0,8 procent van de totale kooldioxide-emissie in Nederland<sup>13)</sup>. De vermeden emissie is berekend met referen-

tietechnologie uit het Protocol Monitoring Duurzame Energie<sup>12)</sup>.

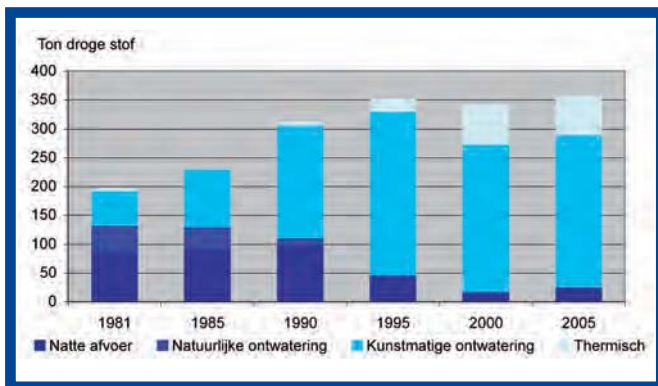
### Kosten en investeringen

Tot en met 1998 werd in de enquête ook gevraagd naar de exploitatiekosten van - en de investeringen in - zuiveringstechnische werken. In latere jaren kwamen deze financiële gegevens via andere CBS-statistieken beschikbaar, maar met minder details. Voor de beschouwde periode kunnen we in dit artikel dan ook alleen maar totalen geven<sup>14),15),16)</sup>.

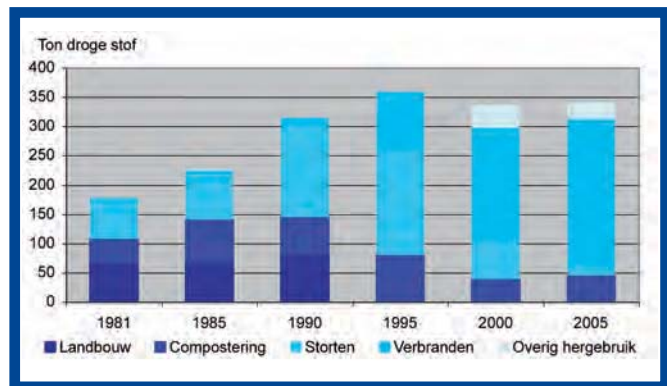
De totale investeringen in zuiveringstechnische werken betreffen zowel de nieuwbouw als vervanging en bedroegen voor de gehele periode 1981-2005 circa 6,5 miljard euro. Hiervan werd ruim 1,8 miljard in het laatste tijdvak (2001 t/m 2005) geïnvesteerd. Absoluut topjaar was 1996: in dat jaar werd 426 miljoen euro geïnvesteerd. De jaarlijkse exploitatiekosten van de zuiveringsinstallaties zijn in de beschouwde periode meer dan verdrievoudigd, namelijk van 250 miljoen euro in 1981 tot circa 800 miljoen euro in 2004. De exploitatiekosten bestaan vooral uit kosten voor energie, afvoer van slib, personeelskosten en de rente en afschrijvingen.

Een indicator voor de prijs/prestatieverhouding is de waarde voor de kosten per verwijderde vervuilingseenheid (v.e. à 136 g totaal zuurstofverbruik). Afbeelding 7 laat deze ontwikkeling zien, met en zonder inflatiecorrectie. Het blijkt dat de werkelijke kosten per verwijderde v.e. in de periode 1981-2004 bijna zijn verdubbeld. Gecorrigeerd voor inflatie (prijspeil 2004) geldt dat

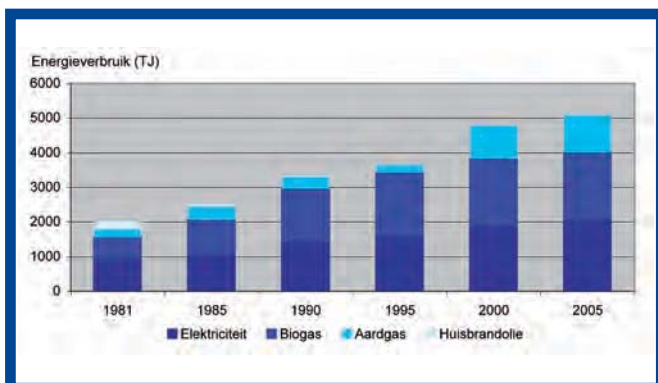
Afb. 4: Hoeveelheid zuiveringsluis (droge stof) per methode van ontwatering.



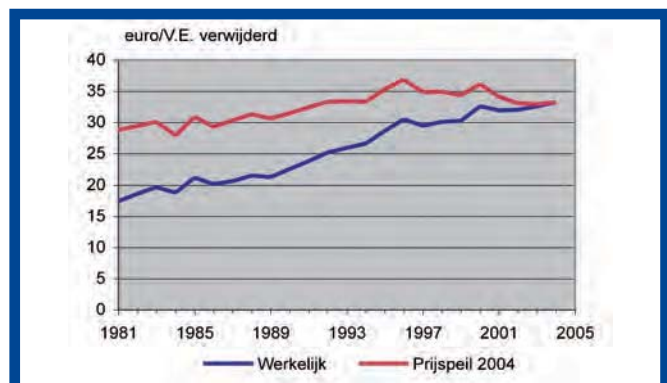
Afb. 5: Afzet van zuiveringsluis (droge stof) per bestemming.



Afb. 6: Energieverbruik per energiedrager.



Afb. 7: Exploitatiekosten per verwijderde hoeveelheid v.e.





de kosten slechts gering zijn gestegen: 15 procent over 24 jaar. Doordat in de periode 2000-2003 de kosten relatief minder stegen dan de inflatie, is in die jaren zelfs een daling te zien.

### **Toekomst**

Voor de nabije toekomst zal de statistiek Zuivering van afvalwater de technologische ontwikkelingen in het zuiveringsbeheer en

de milieubelasting vanuit deze sector in kaart blijven brengen. De al lopende introductie en uitbreiding van de membraanbioreactor-technologie zal interessant vergelijkingsmateriaal opleveren. Voorts is de verwachting dat de Kaderrichtlijn Water op termijn zal leiden tot strengere lozingsseisen en daaruit voortvloeiende aanpassingen, bijvoorbeeld in de vorm van een vierde zuiveringstrap.



**Een rioolwaterzuivering van Waterschap Noorderzijlvest (foto: Kees van der Mark)**

### Literatuur

- 1) CBS (1984). Waterkwaliteitsbeheer deel A. Lozing van afvalwater 1981.
- 2) Stichting RIONED (2005). Riool in cijfers 2005-2006.
- 3) CBS (2006). Zuivering van stedelijk afvalwater; installaties. [www.statline.nl](http://www.statline.nl).
- 4) Europese Commissie (1991). Richtlijn 91/271/EEG inzake de behandeling van stedelijk afvalwater.
- 5) CBS (2006). Zuivering van stedelijk afvalwater; zuiveringsproces. [www.statline.nl](http://www.statline.nl).
- 6) Publiekssite database Emissieregistratie [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl).
- 7) CBS (2006). Zuivering van stedelijk afvalwater; procesgegevens slibontwatering. [www.statline.nl](http://www.statline.nl).
- 8) LNV/VROM (1991). Besluit kwaliteit en gebruik van overige organische meststoffen (BOOM). Staatsblad 1991, nr 613.
- 9) VROM (1997). Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen. Staatsblad 1998, nr. 665.
- 10) CBS (2006). Zuivering van stedelijk afvalwater; zuiveringsslib. [www.statline.nl](http://www.statline.nl).
- 11) CBS (2006). Zuivering van stedelijk afvalwater; energieverbruik. [www.statline.nl](http://www.statline.nl).
- 12) SenterNovem (2004). Protocol monitoring duurzame energie.
- 13) CBS (2006). Duurzame energie; jaarcijfers. [www.statline.nl](http://www.statline.nl).
- 14) CBS (2001). Kosten openbare afvalwaterzuivering. [www.statline.nl](http://www.statline.nl).
- 15) CBS (2005). Milieukosten van waterschappen. [www.statline.nl](http://www.statline.nl). 6) CBS (2006). Waterschapsfinanciën. [www.statline.nl](http://www.statline.nl).