

Protocol 8136 Afvalwater,
t.b.v NIR 2008
uitgave maart 2008

6B: CH₄ en N₂O uit Afvalwater



Voorwoord

Onder het Kyoto Protocol is Nederland verplicht om een nationaal systeem op te zetten en te onderhouden voor de monitoring van broeikasgassen. Een van de elementen hierin is een transparante en controleerbare beschrijving van de methoden en processen, die daarbij gehanteerd worden. De methoden moeten daarbij voldoen aan de internationale richtlijnen, welke zijn vastgesteld door de Verenigde Naties (UN) en de Europese Unie (EU).

In Nederland wordt aan deze eisen onder meer invulling gegeven in de vorm van Monitoring Protocollen, waarin de methoden en werkprocessen zijn beschreven voor de vaststelling van emissies en de hoeveelheid vastlegging (sinks) van broeikasgassen. Er zijn protocollen voor ongeveer 40 verschillende bronnen of sinks van broeikasgassen. Dit document beschrijft het protocol voor een van deze bronnen of sinks.

De protocollen zijn opgesteld in een nauw samenwerkingsverband tussen experts vanuit diverse sectoren van de Nederlandse samenleving, alsmede van de Emissieregistratie (ER, gecoördineerd door het Milieu- & Natuurplanbureau), SenterNovem, het Ministerie van Landbouw, Natuur & Voedselkwaliteit en het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM).





Inhoudsopgave

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | OMSCHRIJVING EMISSIEBRONNEN/ACTIVITEITEN | 4 |
| 2 | BIJDRAGE AAN DE TOTALE NATIONALE EMISSIES | 4 |
| 3 | ALGEMEEN | 4 |
| 3.1 | BESCHRIJVING BRON/ACTIVITEIT EN EMISSIES | 4 |
| 3.2 | BELANGRIJKSTE ONTWIKKELINGEN VAN INVLOED OP DE EMISSIE | 5 |
| 4 | BEREKENINGSMETHODE EN PROCESSEN | 5 |
| 4.1 | METHODIEK | 5 |
| 4.2 | WERKPROCESSEN | 7 |
| 5 | RELEVANTE ACTIVITEITENDATA | 8 |
| 6 | PUNTBONCRITERIA | 9 |
| 7 | EMISSIEFACTOREN | 9 |
| 8 | STOFPROFIELEN | 10 |
| 9 | ONZEKERHEIDSINSCHATTING | 10 |
| 10 | VERBETERPUNTEN T.A.V. HUIDIGE BEREKENINGSMETHODE | 10 |
| 10.1 | HISTORIE | 10 |
| 10.2 | TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN | 10 |
| 11 | REGIONALISERING | 10 |
| 12 | TIJDGEBONDEN VARIATIES IN BRONSTERKTE | 10 |
| 13 | AANVULLENDE INFORMATIE | 10 |
| 14 | AANVULLENDE DOCUMENTEN | 11 |
| 15 | VERIFICATIEPROCEDURES | 11 |
| 16 | REFERENTIES | 11 |
| 17 | BIBLIOGRAFIE | 11 |



Protocol

6B: CH₄ en N₂O uit Afvalwater

| | |
|-----------------|--------|
| IPCC Categorie: | 6B |
| NFR Code: | n.v.t. |
| NOSE Code: | n.v.t. |
| NACE Code | 9001 |

1 Omschrijving emissiebronnen/activiteiten

Dit protocol betreft een beschrijving van de monitoring van de emissies van CH₄ en N₂O die vrijkomen bij de behandeling en het lozen van afvalwater in zuiveringsprocessen in Nederland in afvalwaterzuiveringsinstallaties en septic tanks (IPCC-categorie: 6B). Het betreft SBI code 9001 voor de communale AWZI's (afvalwaterinzameling en behandeling) en voor de septic tanks betreft het de doelgroep consumenten. Voor de industriële AWZI's betreft het de doelgroepen overige industrie, chemische industrie en afvalverwijderingsbedrijven.

2 Bijdrage aan de totale nationale emissies

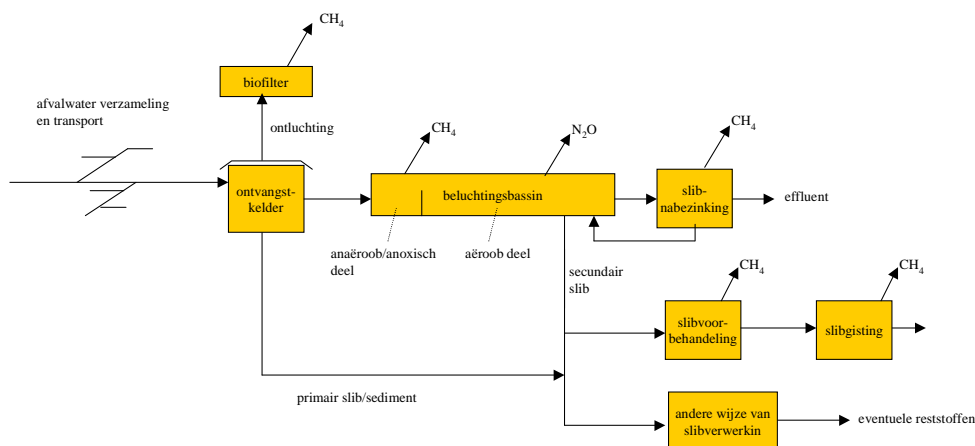
De CH₄-emissie uit afvalwater levert een bijdrage van minder dan 0,5% aan de Nederlandse broeikasgasemissies.

De N₂O-emissie uit afvalwater levert een bijdrage van minder dan 0,5% aan de Nederlandse broeikasgasemissies.

3 Algemeen

3.1 Beschrijving bron/activiteit en emissies

Afvalwaterzuivering is een bron van zowel methaan als lachgas. In onderstaande figuur is aangegeven in welke onderdelen van een typische afvalwaterzuivering emissies van CH₄ en N₂O door microbiële activiteit ontstaan.





Onder *aërobe* omstandigheden wordt biodegradeerbaar organisch materiaal (DOC) in het afvalwater bacteriologisch omgezet naar CO₂. Methaan wordt gevormd onder *anaërobe* omstandigheden. DOC in afvalwater in of het slib wordt hierbij in een eerste stap gehydrolyseerd en vervolgens door methanogene bacteriën omgezet in biogas: een mengsel van CO₂ en methaan.

Lachgas kan ontstaan als nevenproduct bij nitrificatie en denitrificatie van stikstofhoudende verontreinigingen. Tijdens de nitrificatie wordt ammonium omgezet tot nitraat. Wanneer onvoldoende zuurstof aanwezig is, kan NO₂⁻ (een tussenproduct in de nitrificatie) als oxidant worden gebruikt, waarbij N₂O ontstaat. N₂O wordt ook gevormd tijdens de opvolgende denitrificatie. Ook tijdens en na het lozen van het effluent op het oppervlaktewater wordt N₂O gevormd.

Onderscheid wordt gemaakt in de emissies van communale en industriële afvalwaterzuiveringen en septic tanks.

De industriële afvalwaterzuiveringen zijn vooral anaërobe installaties waar alleen CH₄ wordt geëmitteerd. Bij de communale waterzuiveringsinstallaties wordt onderscheid gemaakt in de emissies van de waterlijn en de sliblijn (CH₄ en N₂O).

Bij huishoudens die niet zijn aangesloten op het rioolnet wordt het afvalwater opgevangen in septic tanks. In de anaërobe tanks wordt DOC omgezet in CH₄.

Zie voor een nadere specificatie een rapport van TNO [TNO, 2004].

3.2 Belangrijkste ontwikkelingen van invloed op de emissie

Bij de bronnen worden geen specifieke maatregelen genomen met als enig doel de CH₄ en of N₂O emissies te beperken. Derhalve worden de emissies vooral bepaald door het aantal installaties en de belasting daarvan. De eventuele ontwikkeling / verschuivingen worden gedocumenteerd in het CRF. Er is geen reden om aan te nemen dat de EF in de toekomst zal wijzigen.

4 Berekeningsmethode en processen

4.1 Methodiek

De berekeningsformules zijn:

1. Methodiek methaanemissies communale AWZI's

$$CH_{4, AWZI} = CH_{4, waterlijn} + CH_{4, slibvergister} = 0,0085 * CZV_{influent}$$

Waarbij:

CH_{4, AWZI} : Totale methaanemissie AWZI's (in kg jr⁻¹)

CH_{4, waterlijn} : Methaanemissie waterlijn AWZI's (in kg jr⁻¹)
= EF_{waterlijn} * CZV_{influent} = 0,007 * CZV_{influent}

EF_{waterlijn} = 0,007

CZV_{influent} : chemisch zuurstof verbruik influent AWZI (in kg jr⁻¹)
= DOC_{AWZI} (hoeveelheid organische componenten in het afvalwater)



$$\text{CH}_4, \text{ slibvergister} : \text{Methaanemissie slibvergisters AWZI's (in kg jr}^{-1}\text{)} \\ = \text{EF}_{\text{slib}} * \text{DOC}_{\text{slib}} * (1 - \text{MR}_{\text{ind}}) = 0,0015 * \text{CZV}_{\text{influent}}$$

$$\text{EF}_{\text{slib}} = 0.0567$$

DOC_{slib} : hoeveelheid organische componenten = $0,37 * \text{CZV}_{\text{influent}}$ (in kg jr^{-1})

$\text{CZV}_{\text{influent}}$: chemisch zuurstof verbruik influent AWZI (in kg jr^{-1})

MR_{ind} : CH_4 winnings- en verbrandingsrendement van slibgister = 0,94 (-)

2. Methodiek lachgasemissies AWZI's

De N_2O -emissies die optreden tijdens het zuiveringsproces worden als volgt berekend:

$$\text{N}_2\text{O}_{\text{AWZI}} = 44/28 * \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}} * \text{N}_{\text{Kj, influent}} * \eta_{\text{Nkj}} = 0,01 * \text{N}_{\text{Kj, influent}}$$

Waarbij:

$\text{N}_2\text{O}_{\text{AWZI}}$: lachgasemissie (in kg jr^{-1})¹

$\text{EF}_{\text{N}_2\text{O}}$: 0,01 (kg $\text{N}_2\text{O-N}$ / kg N_{Kj})

η_{Nkj} : omzettingsrendement van stikstof in de RWZI als fractie van influent (2000 = 0,67)

$\text{N}_{\text{Kj, influent}}$: stikstofvracht in het influent, volgens Kjeldahl (in kg jr^{-1})

44/28 : omrekenfactor van N naar N_2O (-)

De N_2O -emissies die optreden tijdens het lozen van effluent van AWZI's op het oppervlaktewater, worden als volgt berekend:

$$\text{N}_2\text{O}_{\text{AWZI,effluent}} = \text{N}_{\text{effluent}} * \text{omzettingsfactor} * 44/28$$

Waarbij:

$\text{N}_2\text{O}_{\text{AWZI,effluent}}$: lachgasemissie door lozen van effluent (in kg jr^{-1})

$\text{N}_{\text{effluent}}$: som van de aanwezige stikstof in effluent RWZI's, Industrie en consumenten (bron: CBS)

Omzettingsfactor : 0,01 (IPCC-default), d.w.z. 1/100 deel van de stikstof in effluent wordt omgezet in N_2O

44/28 : omrekenfactor van N naar N_2O (-)

3. Methodiek methaanemissies septic tanks

$$\text{CH}_4, \text{ septic tanks} = \text{EF}_{\text{st}} * \text{DOC}_{\text{st}} = 7,5 * n_{\text{st}}$$

¹ $\text{N}_2\text{O}_{\text{AWZI}} = 1,6 * \text{N}_2\text{O-N}_{\text{AWZI}}$



Waarbij

$CH_{4, \text{septic tanks}}$: Methaanemissie septic tanks (in kg jr⁻¹)

EF_{st} : emissiefactor septic tank = 0,125 (g/g)

$$DOC_{\text{st}} = n_{\text{st}} * DOC_{\text{cap}} = 60 * n_{\text{st}}$$

DOC_{st} : hoeveelheid organische stof in septic tanks (in kg jr⁻¹)

DOC_{cap} : hoeveelheid organische stof per capita = 60 (in kg jr⁻¹)

n_{st} : aantal personen niet aangesloten op riool ≈ aantal septic tanks

4. Methodiek methaanemissies industriële anaërobe zuiveringsinstallaties

$$CH_{4, \text{ind}} = DOC_{\text{ind}} * EF_{\text{ind}} * (1 - MR_{\text{ind}}) = 0,056 * \text{capaciteit}$$

Waarbij

$CH_{4, \text{ind}}$: Methaanemissie industriële anaërobe installaties (in kg jr⁻¹)

MR_{ind} : winning- en verbrandingsrendement installatie = 99%

DOC_{ind} : hoeveelheid organische stof industrieel afvalwater (in kg jr⁻¹)

$$= \text{belastinggraad} * \text{capaciteit} * \text{BZV/i.e.} * \text{CZV/BZV}$$

Belastinggraad = 80%

Capaciteit : totale capaciteit industriële anaërobe installaties in Nederland

BZV : biologisch zuurstofverbruik = 20 (in kg jr⁻¹)

CZV : chemisch zuurstofverbruik (in kg jr⁻¹)

CZV/BZV : 1,5 - 2

i.e. : inwoner equivalent

EF_{ind} : emissiefactor industriële anaërobe installaties = 0.176

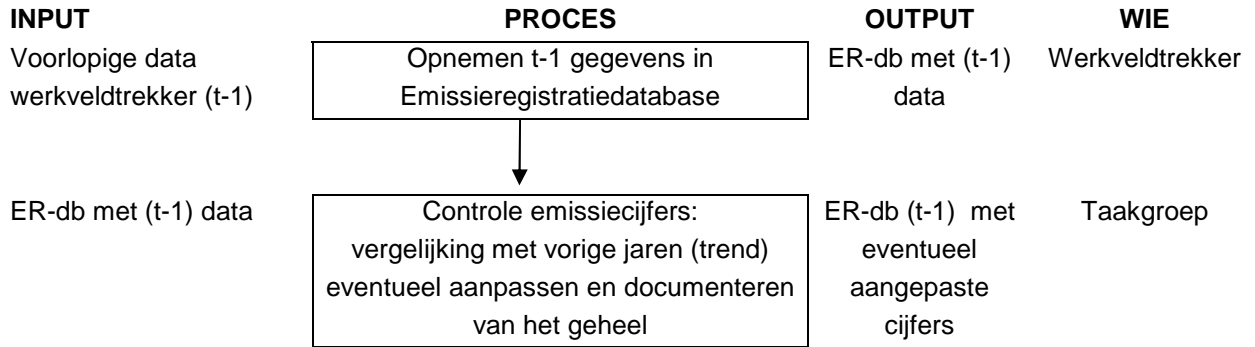
Voor nadere informatie over de gehanteerde activiteitendata en emissiefactoren wordt verwezen naar respectievelijk punt 5 en 7 van dit protocol.

De beschreven methodieken zijn in overeenstemming met de Revised 1996 IPCC Guidelines [IPCC, 1997: pag. 6.17-6.28] (en de GPG (IPCC, 2001: pag. 5.14 – 5.24). In een rapport van TNO wordt dit nader toegelicht [TNO, 2004]. Er wordt gebruik gemaakt van landenspecifieke parameters en emissiefactoren voor de bepaling van de CH₄ emissie. Voor de bepaling van de emissie van N₂O door communale AWZI's wordt de IPCC default emissiefactor toegepast.

4.2 Werkprocessen

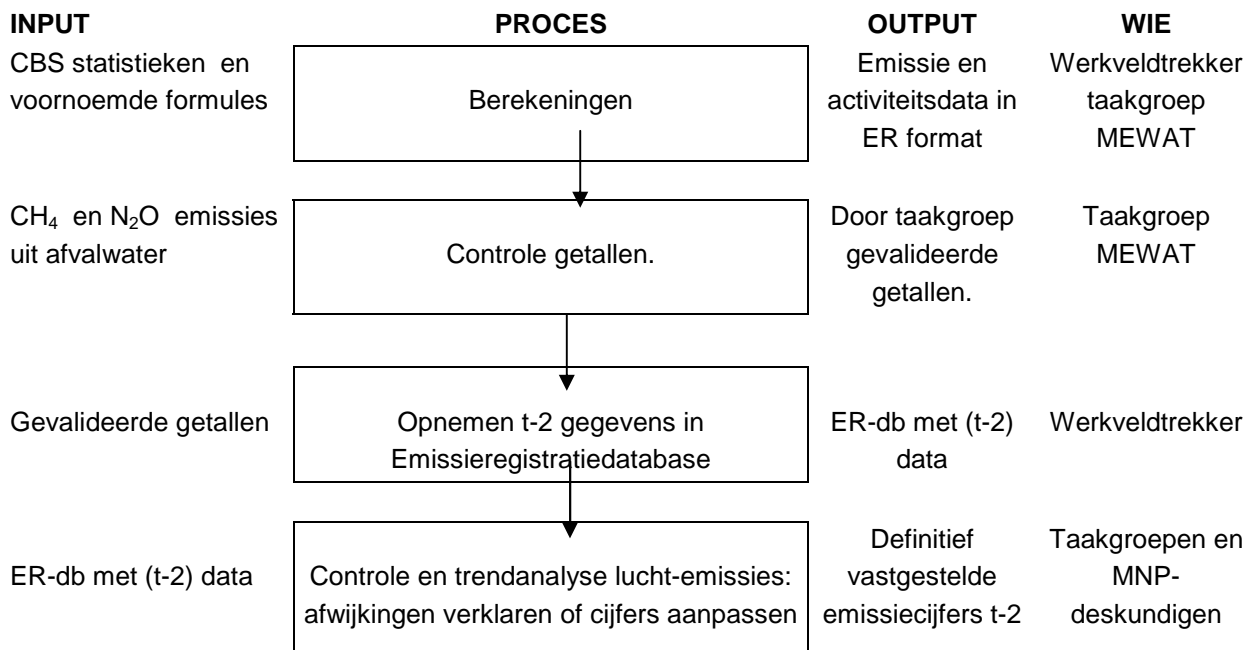
Proces voor raming (t-1)

Indien op een bepaald moment voorlopige cijfers nodig zijn wordt het onderstaande proces gevolgd om tot een raming van t-1 te komen. De voorlopige data van de werkveldtrekker zijn berekend door extrapolatie van de cijfers van het voorgaande jaar op basis van prognoses in de ontwikkelingen in de belangrijkste activiteitendata (afkomstig uit CBS- of andere statistieken).



Proces voor definitieve vaststelling (t-2)

De definitieve emissiecijfers (zoals beschreven in dit protocol) worden berekend volgens het onderstaande proces.



5 Relevante activiteitendata

Ten behoeve van de berekeningen vermeld onder 4.1 wordt jaarlijks gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

- CZV_{influent} : chemisch zuurstof verbruik van het te zuiveren afvalwater
- N_{kj, influent} : stikstofgehalte (volgens Kjeldahl) in het te zuiveren afvalwater
- N_{effluent} : som van de aanwezige stikstof in effluent RWZI's, Industrie en consumenten
- Capaciteit : van de industriële anaërobe AWZI's (in inwoner equivalenten (i.e.))
- n_{st} : aantal personen niet aangesloten op riool

Genoemde gegeven kunnen worden afgeleid van de afvalwaterstatistieken (Zuivering van , deze zijn beschikbaar via www.cbs.nl, via Statline onder het thema Milieu, natuur en ruimte (of via zoekterm 'afvalwater').



6 Puntbroncriteria

N.v.t.

7 Emissiefactoren

1. Emissiefactoren ten behoeve van de berekening van methaan uit communale AWZIs

Voor de berekening van de emissie van methaan uit communale AWZIs wordt gebruik gemaakt van de volgende *landenspecifieke emissiefactoren* [TNO, 2004]:

$$EF_{\text{waterlijn}} = B_{o,AWZI} * \eta_{\text{DOC}} * MCF_{AWZI} = 0,007 \text{ (g/g)}$$

$B_{o,AWZI}$: methaanvorming bij anaërobe omzetting DOC = 0,25 (g/g)

η_{DOC} : omzetting DOC in gasvormige verbindingen in AWZIs = 0,8 (g/g)

MCF_{AWZI} : fractie DOC anaëroob omgezet in riolering en AWZIs = 0,035 (g/g)

$$EF_{\text{slib}} = B_{o,slib} * \eta_{\text{slib}} * MCF_{\text{slib}} = 0.0567 \text{ (g/g)}$$

$B_{o,slib}$: methaanvorming bij anaërobe omzetting slib = 0,25 (g/g)

η_{slib} : omzetting van slib in de anaërobe vergister = 0,42 (-)

MCF_{slib} : fractie DOC in slib die anaëroob afbreekt = 0,54 (-)

2. Emissiefactor ten behoeve van de berekening van de lachgasemissies communale AWZI's

Voor de berekening van de lachgasemissie uit AWZI's wordt de *IPCC default waarde* gebruikt [TNO, 2004] + [IPCC, 1997: p. 6.28]:

$$EF_{\text{N}_2\text{O}} : 0,01 \text{ (kg N}_2\text{O-N / kg N}_{\text{Kj}})$$

Omzettingfactor: 0,01, d.w.z. 1/100 deel van de stikstof in effluent wordt omgezet in N_2O

3. Emissiefactor ten behoeve van de berekening van de methaanemissie uit septic tanks

Voor de berekening van de emissie van methaan uit septic tanks wordt gebruik gemaakt van de volgende *landenspecifieke emissiefactor* [TNO, 2004]:

$$EF_{\text{st}} = B_{o,st} * \eta_{\text{st}} * MCF_{\text{st}} = 0,125 \text{ (g/g)}$$

$B_{o,st}$: methaanvorming bij anaërobe omzetting DOC = 0,25 (g/g)

η_{st} : omzetting DOC in gasvormige verbindingen = 100%

MCF_{st} : fractie DOC die anaëroob wordt omgezet 0,5 (-)

4. Emissiefactor t.b.v. de berekening van de methaanemissie uit industriële anaërobe zuiveringsinstallaties

Voor de berekening van de emissie van methaan uit industriële anaërobe zuiveringsinstallaties wordt gebruik gemaakt van de volgende *landenspecifieke emissiefactor* [TNO, 2004]:

$$EF_{\text{ind}} = B_{o,ind} * \eta_{\text{ind}} * MCF_{\text{ind}} = 0,176 \text{ (g/g)}$$

$B_{o,ind}$: methaanvorming per kg omgezette DOC in industriële anaërobe installaties = 0,22 (g/g)

η_{st} : verwijderingrendement van DOC in de vergister = ca. 80%

MCF_{st} : mate waarin afbraak onder anaërobe omstandigheden plaatsvindt = 1 (-)



8 Stofprofielen

N.v.t.

9 Onzekerheidsinschatting

Jaarlijks wordt voor submitie van de NIR door de ER een Tier 1 onzekerheidsanalyse uitgevoerd op de broeikasgasinventarisatie volgens de IPCC richtlijnen. De gebruikte aannames en resultaten worden beschreven in een achtergrondrapport bij het National Inventory Report (NIR). In aanvulling hierop worden, voorzover opgenomen in het QA/QC programma voor de betreffende periode, regelmatig in specifieke situaties extra analyses uitgevoerd, waaronder eventuele actualisering van Tier 2 onzekerhedenanalyses. In 2006 is de Tier 2 onzekerheidsanalyse geactualiseerd. Deze analyse toonde aan dat de Tier 1 onzekerheidsanalyse voldoende betrouwbaar is en dat de Tier 2 onzekerheidsanalyse slechts met een tussenpoos van ongeveer 5 jaar hoeft te worden uitgevoerd, tenzij een grote verandering bij een belangrijke bron aanleiding geeft tot een eerdere actualisatie.

10 Verbeterpunten t.a.v. huidige berekeningsmethode

10.1 Historie

Tot 2003 werden de emissies uit septic tanks en industriële afvalwaterzuiveringen niet berekend. Voor de AWZI's werden alleen de CH₄ emissies uit de sliblijn berekend. In 2004 is een onderzoek uitgevoerd [TNO, 2004] met als doel de meest geschikte methodiek voor de emissieberekening conform IPCC te bepalen voor alle emissies uit de afvalwaterbehandeling.

10.2 Toekomstige ontwikkelingen

N.v.t.

11 Regionalisering

N.v.t.

12 Tijdgebonden variaties in bronsterkte

Het betreft een emissieschatting gesommeerd over een heel jaar.

13 Aanvullende informatie

N.v.t.



14 Aanvullende documenten

N.v.t.

15 Verificatieprocedures

De werkveldtrekkers van de ER checken:

1. of basisdata goed zijn gedocumenteerd en overgenomen (check op typefouten, gebruik van juiste eenheden en goede omrekening);
2. of de berekeningen juist zijn uitgevoerd;
3. of aannames consistent zijn, alsmede of specifieke parameters (zoals activiteiten data) consistent zijn gebruikt;
4. of complete en consistente datasets zijn aangeleverd.

Eventuele hieruit voortvloeiende acties worden bijgehouden op een 'actielijst'. Alvorens de dataset wordt vastgesteld, wordt gecheckt of de relevante acties op deze lijst en de QC checks zijn afgehandeld.

Vaststelling hiervan vindt plaats in de Werkgroep Emissie Monitoring (WEM), dan wel schriftelijk door een e-mail van de instituutvertegenwoordigers aan de projectleider ER bij MNP.

Bij het toevoegen van nieuwe data wordt door de werkveldtrekker een documentatiesheet ingevuld. Om efficiencyredenen geldt een ondergrens voor verplichte documentatie van wijzigingen van 5% op doelgroepniveau en 0,5% op niveau van het nationale totaal. Deze documentatiesheets vormen een onderdeel van de trendanalyse en van de uiteindelijke vaststelling van de dataset (het zogenaamde MBin bestand).

De werkveldtrekkers van de ER communiceren per e-mail over deze QC-checks, resultaten en acties. Zij sturen daarvan een afschrift aan de secretaris van de ER, die een logboek bijhoudt en deze e-mails bundelt in een "actielijst". Daarmee wordt expliciet gemaakt dat de benodigde checks en correcties zijn uitgevoerd.

16 Referenties

IPCC, 1997: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Emission Inventories, Three volumes: Reference Manual, Reporting Guidelines and Workbook. IPCC/OECD/IEA. IPCC WG1 Technical Support Unit, Hadley Centre, Meteorological Office, Bracknell, UK

IPCC, 2001: Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, IPCC-TSU NGGIP, Japan

TNO rapport R2004/486 "Methaan- en lachgasemissies uit afvalwater", J. Oonk, November 2004.

www.cbs.nl, via Statline onder het thema Milieu, natuur en ruimte (of via zoekterm 'afvalwater').

17 Bibliografie

N.v.t.