



Marcel Zandvoort, Waternet

Marthe de Graaff, KWR Watercycle Research Institute

Theo Janse, Waternet

Mark van Loosdrecht, KWR Watercycle Research Institute / TU Delft

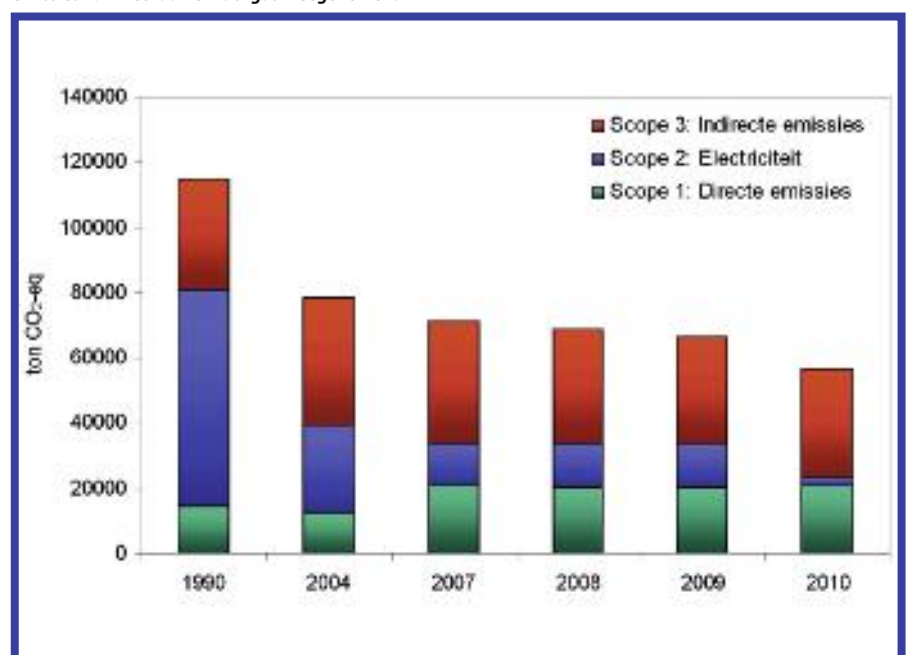
# Methaan- en lachgasemissies in de Amsterdamse waterketen

**Waternet wil in 2020 een klimaatneutrale bedrijfsvoering realiseren<sup>1)</sup>. De klimaatvoetafdruk die voor de Nederlandse waterketen is berekend, laat zien dat de bijdrage van methaan- en lachgasemissies verrassend groot kan zijn. Deze directe emissies worden berekend op basis van standaard kengetallen en niet op basis van praktijkmetingen. In het hier besproken project werden voor de waterketen van Amsterdam wel door metingen de emissieomvang en mogelijke reductiemaatregelen in kaart gebracht. Deze metingen laten grote verschillen zien met de op basis van kengetallen berekende emissies in de klimaatvoetafdruk. De gemeten directe emissies over de waterketen van Amsterdam vallen iets lager uit (ongeveer 36 procent). Ook laat deze studie zien dat mogelijkheden bestaan voor Waternet om de klimaatvoetafdruk verder te verminderen. In tegenstelling tot de IPCC-richtlijnen, waarin wordt aangenomen dat de emissie van methaan uit de riolering nihil is, blijkt een significante emissie uit het rioolsysteem voort te komen. In het algemeen laat deze studie zien dat de standaard kengetallen niet geschikt zijn om op lokaal niveau emissies vast te stellen en maatregelen te nemen om de klimaatvoetafdruk te verlagen. Het lokaal meten van de emissie is noodzakelijk indien gestreefd wordt naar een vermindering van de klimaatvoetafdruk in een specifieke situatie.**

Waternet bepaalt de omvang van haar klimaatvoetafdruk sinds 2006. Het eerste complete richtjaar was 2004<sup>2)</sup>. De emissie in 1990 wordt hierbij als referentiepunt gebruikt. In de klimaatvoetafdruk worden de emissies verdeelt in drie groepen: directe emissies (waaronder methaan en lachgas), emissies als gevolg van elektriciteitsverbruik én indirecte emissies. In 2004 werd al een deel van de elektriciteit als groene stroom ingekocht. Dit aandeel is geleidelijk vergroot naar 100 procent in 2010. Hierdoor draagt het elektriciteitsverbruik nauwelijks meer bij aan de klimaatvoetafdruk. Daarentegen zijn in 2007 de directe emissies van methaan en lachgas uit de afvalwaterketen toegevoegd aan klimaatvoetafdruk. In de huidige Waternet Klimaatvoetafdruk (2010) is het aandeel van directe emissies met 37 procent dan ook relatief groot (zie afbeelding 1).

In 2008 is de klimaatvoetafdruk van de gehele Nederlandse waterketen bepaald. Hier bleek de bijdrage van methaan- en lachgasemissies verrassend groot te zijn: 38 procent<sup>3)</sup>. Methaan kan vrijkomen bij het

**Afb. 1: Klimaatvoetafdruk van de Amsterdamse waterketen op basis van kengetallen<sup>2),3)</sup>. Vanaf 2007 zijn de emissies van methaan en lachgas meegenomen.**



ontgassen van grondwater en in de water- en sliblijn van rwzi's. Lachgas komt vooral vrij in de waterlijn van rwzi's en na lozing van het effluent. De gebruikte gegevens over hoeveelheden van deze emissies zijn erg onzeker, doordat ze niet gebaseerd zijn op metingen in de praktijk maar op kengetallen. De huidige kengetallen voor lachgasemissies worden niet gestaafd met de incidentele metingen die wel gedaan zijn. Andere kengetallen zijn veelal ook niet gevalideerd.

In deze studie zijn de methaan- en lachgasemissies in de Amsterdamse waterketen in kaart gebracht door middel van praktijkmetingen. Op deze manier is inzicht te verkrijgen in de daadwerkelijke emissies. De gemeten emissies zijn vervolgens te toetsen aan de klimaatvoetafdruk op basis van kengetallen. Daarbij wordt meer duidelijkheid verkregen over de ontstaansmechanismen van methaan- en lachgasemissies en de mogelijkheden deze te beperken. Dit project is uitgevoerd door Waternet en KWR Watercycle Research Institute. AgentschapNL verleende een subsidie uit het programma 'Reductie overige broeikasgassen'.

### Methode

Elke stap in de Amsterdamse waterketen (drinkwaterproductie, riolering en afvalwaterzuivering) is geanalyseerd op potentiële emissies. Dit resulteerde in een meetprogramma op de volgende locaties:

- ozonisatie op drinkwaterproductiebedrijf Weesperkarspel;
- drie rioolgemalen in Amsterdam: een (oud) gemengd vrijverval rioolstelsel, een bestaand gescheiden rioolstelsel (zonder regenwater) en een relatief nieuw gescheiden stelsel; dit gemaal is in 2006 in gebruik genomen;
- rwzi Amsterdam-West: waterlijn (aerietank 2 (AT2), ontvangwerk, rooster-goedruimte en harkroostergebouw) en sliblijn (terreinriool en uitgestigt slibbuffer). Aanvullend zijn metingen verricht aan de lavafilters waarover de proceslucht van alle installaties behalve de aerietanks wordt afgezogen. Hiermee is de totale emissie van de zuivering, uitgezonderd de aerietanks, vast te stellen.

Op deze locaties zijn gedurende een periode van minimaal een week continu metingen uitgevoerd. Die zijn verricht voor methaan, lachgas, koolstofdioxide en zuurstof. Aanvullend op het monitoringsprogramma zijn gedurende een dag in het rioleringsstelsel van Amsterdam puntmetingen verricht met meetapparatuur en hulp van het Energieonderzoek Centrum Nederland. Daarbij is gebruik gemaakt van de 'snelle boxmeting', die binnen 60 seconden de emissie uit een put of kolk bepaalt.

### Resultaten

De gemeten methaan- en lachgasemissies verschillen aanzienlijk ten opzichte van de op basis van kengetallen berekende emissies in de klimaatvoetafdruk (zie afbeelding 2). De directe emissies over de gehele waterketen vallen lager uit (36 procent).



Een aantal meetlocaties, van boven naar beneden: ozonisatie op drinkwaterproductiebedrijf Weesperkarspel, rioolgemaal van een bestaand gescheiden rioolstelsel en de afzuiging van aerietank 2 op rwzi Amsterdam-West.

### Drinkwaterproductie

De emissies uit de drinkwaterproductie zijn laag ten opzichte van de andere onderdelen van de waterketen. De emissie van methaan tijdens de drinkwaterproductie van Amsterdam is in deze studie als verwaarloosbaar beschouwd, omdat Waternet geen grondwater en diepe bronnen gebruikt voor de drinkwaterproductie. Lachgas kan worden geproduceerd tijdens de ozonisatie van drinkwater. Wanneer ozon wordt geproduceerd uit buitenlucht in plaats van pure zuurstof, kunnen zuurstof en stikstof uit de lucht reageren tot lachgas. De emissies op productiebedrijf Weesperkarspel vallen echter significant lager uit dan eerder geschat in de klimaatvoetafdruk, 16 tCO<sub>2</sub> eq/jaar tegenover 821 tCO<sub>2</sub> eq/jaar. In Nederland is de ozon dosering (gerelateerd aan het DOC-gehalte (Dissolved Organic Carbon) in het water) relatief laag vergeleken met wat

in het buitenland gangbaar is (kengetal is bepaald door UK Water Industry Research), waardoor de emissies ook lager uitvallen (persoonlijke communicatie Alex van der Helm, Waternet).

Binnenkort begint de renovatie van de ozoninstallatie op de productielocatie Weesperkarspel. Vanwege efficiëntie-, kosten- en uniformiteitsoverwegingen zal dan voor de productie van ozon geen buitenlucht meer worden gebruikt, maar pure zuurstof.

### Riolering

De metingen in rioolgemalen en -putten laten zien dat emissie van methaan uit de riolering plaatsvindt, in tegenstelling tot de IPCC-richtlijnen die aannemen dat de methaanuitstoot uit de riolering nihil is. De methaanconcentratie is gemeten in peilgestuurde gemalen. Emissies zijn bepaald aan

de hand van het gasvolume dat is verplaatst tijdens het vullen van de pompkelder. De snelle boxmetingen, uitgevoerd buiten het gemaal, waarmee zeer lage concentraties meetbaar zijn, hebben bevestigd dat emissies naar de atmosfeer daadwerkelijk optreden (lekkages via putdeksels en kleppen). Uiteraard is het een grove extrapolatie van de metingen in drie gemalen naar ruim 500 gemalen in Amsterdam, maar de metingen tonen aan dat deze methaanemissie, hoewel beduidend lager dan de totale emissies op rwzi Amsterdam-West, niet verwaarloosbaar is. Nader onderzoek is gewenst om het aandeel van het riool in de klimaatvoetafdruk te bepalen, zeker omdat diffuse bronnen, zoals putdeksels en standbuizen in woningen, niet zijn meegenomen in dit onderzoek. De metingen laten bovendien zien dat de kooldioxide- en methaanconcentraties (en -verhouding) in de gasfase verschillen in de tijd, afhankelijk van de aanvoer van afvalwater in het riool (zie afbeelding 3).

Een grote variatie in methaanemissies is gemeten tussen de verschillende rioolgemalen, die mogelijk is te verklaren door het ontwerp en type rioolstelsel (oud versus nieuw stelsel en gemengd versus gescheiden stelsel). Nader onderzoek is nodig om vast te stellen of de orde van grootte van de emissies is gerelateerd aan het type rioolstelsel of dat andere factoren, zoals de reinigingsfrequentie en de staat van onderhoud, bepalend zijn. Hoewel kwantitatief gering, is ook lachgasemissie waargenomen vanuit het rioolstelsel. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door nitrificatie en denitrificatie in het rioolwater. Opmerkelijke waarneming is dat uit het rottend (blad)materiaal in de regenwaterkolken ook meetbare methaanemissies naar de buitenlucht plaatsvinden (gemeten via snelle boxmeting van ECN).

### Rioolwaterzuivering

De methaan- en lachgasconcentratie in de luchtafzuiging van de aeratietank volgen het patroon van de droogweeraanvoer. De hogere pieken in de emissies uit de waterlijn van de rwzi worden grotendeels veroorzaakt door piekbelastingen als gevolg van regenwateraanvoer. Bij regen nemen de chemisch zuurstofverbruik (CZV)-belasting en vooral de stikstofbelasting in een korte periode snel toe, waardoor relatief veel lachgas wordt gevormd (zie afbeelding 4). Daarbij wordt ook meer methaan en lachgas gestript, omdat meer beluchting plaatsvindt. Dergelijke piekemissies zijn met de huidige (riool)infrastructuur waarschijnlijk niet te voorkomen, maar mogelijk wel enigszins te reduceren door beter te anticiperen op piekbelastingen, bijvoorbeeld door de beluchting in de aeratietank vroegtijdig te verhogen. Middels methaanoxidatie activiteitsmetingen (TU Delft) is vastgesteld dat een deel van het methaan in de waterlijn door het actiefslib kan worden geoxideerd. Nader onderzoek is nodig om te bepalen in hoeverre het mogelijk is deze methaanoxidatie te stimuleren.

Relatief hoge methaanemissies zijn gemeten vanuit de uitgestigte slibbuffer (USB) op de

rwzi (sliblijn). De USB wordt geventileerd en de afgezogen lucht, inclusief door nagisting gevormd methaan, gaat via de lavafilters naar de atmosfeer. Nagisting is in zekere mate inherent aan de CSTR (*Continuously Stirred Tank Reactor*)-configuratie van de vergisters, doordat een deel van het slib onvergist de reactor verlaat. Momenteel wordt onderzocht of het methaan uit de USB eenvoudig is terug te winnen. Het voorkomen van deze methaanemissies uit de slibbuffer kan de klimaatvoetafdruk aanzienlijk reduceren.

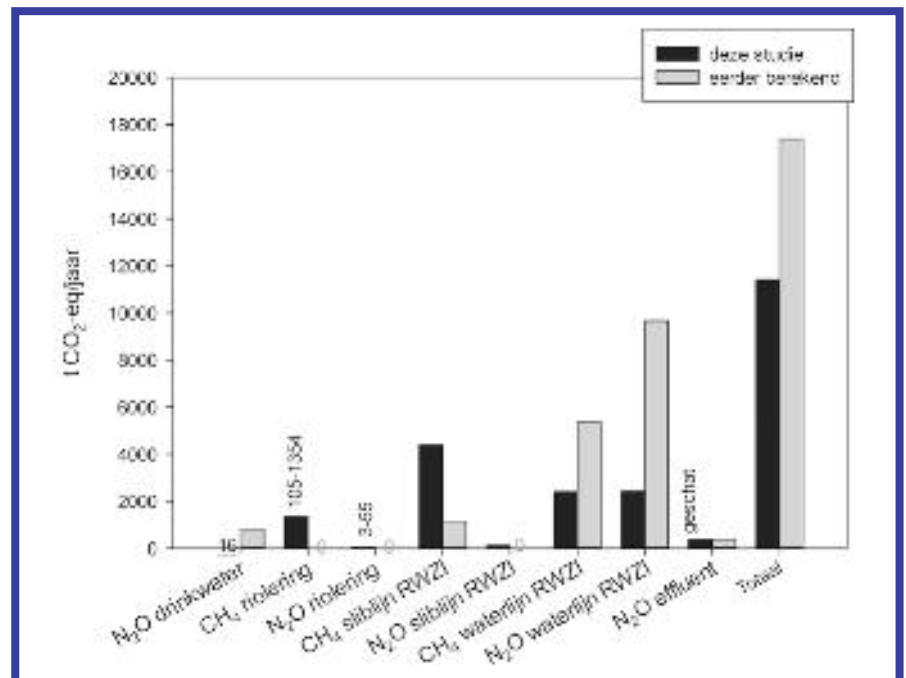
### Klimaatvoetafdruk in de waterketen

Over de omvang en het ontstaan van methaan- en lachgasemissies in de waterketen bestaat nog veel onduidelijkheid. Deze studie laat zien dat alleen het maken

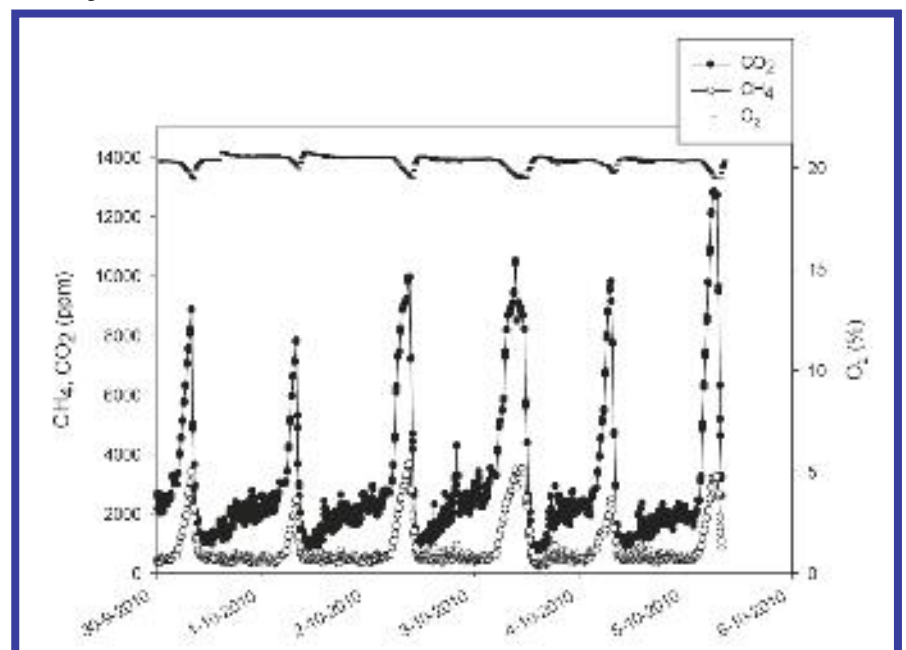
van een klimaatvoetafdruk op basis van kengetallen onvoldoende inzicht oplevert in de emissiebronnen en welke maatregelen tot verlaging van de klimaatvoetafdruk kunnen leiden.

In tegenstelling tot een recente publicatie in H<sub>2</sub>O (van Linthorst *et al.*<sup>4</sup>) in nr. 22 van 11 november 2011) is een klimaatvoetafdruk op basis van kengetallen niet geschikt om op lokaal niveau waterschappen maatregelen te laten nemen om de broeikasgasemissies te verlagen. De gemeten emissies in deze studie laten bijvoorbeeld zien dat de emissie van lachgas uit rwzi Amsterdam-West op basis van de kengetallen ruim overschat wordt, terwijl de uitstoot van methaan uit de sliblijn op de rwzi Amsterdam-West wordt onderschat (zie afbeelding 2).

Afb. 2: De gemeten emissies in deze studie vergeleken met de emissie berekend op basis van kengetallen.



Afb. 3: Concentraties methaan, kooldioxide en zuurstof in de gasfase in de ontvangkelder van het gemaal in bestaand gescheiden rioolstelsel.



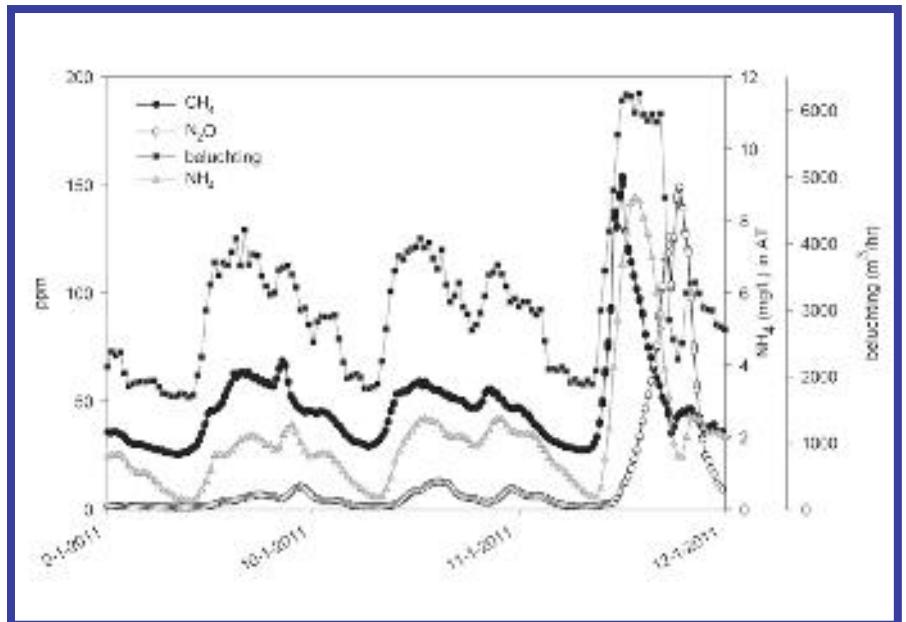
In totaal vallen de directe emissies uit de gehele waterketen van Amsterdam (en de rwzi) lager uit dan de op kengetallen gebaseerde emissies in de huidige klimaatvoetafdruk. Keuzes voor te nemen maatregelen kunnen hierdoor anders uitvallen, wanneer deze worden gebaseerd op metingen in plaats van op kengetallen.

Wij bevelen daarom aan een breed monitoringsprogramma uit te voeren voordat men besluiten over maatregelen ter verlaging van de klimaatvoetafdruk neemt. Nader onderzoek naar de emissies uit de waterlijn op de rwzi en de biologische processen in het riool is nodig om meer inzicht te krijgen in de exacte emissies en hoe deze te voorkomen zijn.

Een lopend STOWA-onderzoek richt zich met name op de achtergronden van emissies uit de waterlijn. Dit onderzoek is bijna afgerond.

#### LITERATUUR

- 1) Van der Hoek J.-P. (2011). Energy from the watercycle: A promising combination to operate climate neutral. *Water Practice & Technology* 6 (2).
- 2) Janse T. en P. Wiers (2007). The climate footprint: A practical tool to address climate change. *Water science and technology* 56, pag. 157-163.
- 3) Frijns J., M. Mulder en J. Roorda (2008). Op weg naar een klimaatneutrale waterketen. STOWA. Rapport 2008-17.
- 4) Linthorst G., C. van Erp Taalman Kip, M. Verheij en H. Legtenberg (2011). Van klimaatvoetafdruk naar reductie CO<sub>2</sub> bij waterschappen. *H<sub>2</sub>O* nr. 22, pag. 18-19.



**Afb. 4: Variatie in de methaan- en lachgasemissie in de aeratietank, afhankelijk van de belasting (weergegeven door middel van de variatie in beluchting en de ammoniumconcentratie in de tank). De eerste twee dagen (10 en 11 januari 2011) is sprake van droogweeraanvoer, op de derde dag (12 januari 2011) van regenweeraanvoer.**

advertenties

**13-16 March 2012**



## Join the Wetsus Rabobank Water Business Challenge



Open for everyone who has an exciting business proposition for the water industry and wants to learn more about how to be successful!

(Wetsus has several good cases for talented entrepreneurs to build a winning business plan)

**The world's premiere water entrepreneur boot camp**









**www.wetsus.nl | info@wetsus.nl**

Wetsus is financed in part by the Ministry of Economic Affairs, IOP-TTI, the Dutch Community, European Fund for Regional Development, the "Samenwerkingsverband Noord-Nederland", EZ/Pieken in de Delta, the city of Leeuwarden and the Province of Friesland









## Smet-Tunnelling

**Ook uw partner in  
kousrelining  
met UV-uitharding!**

**www.smetboring.be**  
+31 40 29 11 460  
+31 40 29 11 461