

Energiefabriek, vergeet de slibopslag ná de gisting niet

Wim Wiegant (Royal HaskoningDHV), Ellen van Voorthuizen (Royal HaskoningDHV), Alex Sengers (Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard), Marcel Zandvoort (Waternet)

De belangrijkste bronnen van methaanemissie in een rioolwaterzuivering met slibgisting bleken de slibopslagtanks ná gisting te zijn. Dit vormde de aanleiding voor STOWA voor een onderzoek naar de mogelijkheden om deze emissie te inventariseren en te reduceren.

Met een theoretisch model kan voor in serie geschakelde tanks een eerste inschatting worden gemaakt van de methaanemissie uit de slibopslagtanks ná gisting. Metingen in de praktijk zijn nodig om de werkelijke bijdrage van de methaanemissie aan de CO₂-voetafdruk vast te stellen. Aangetoond is dat haalbare maatregelen beschikbaar zijn om de emissie van methaan ná de gisting te reduceren.

Steeds meer Nederlandse rioolwaterzuiveringen worden energiefabrieken. Door zuiveringsslib te vergisten maken ze duurzaam biogas, dat vaak wordt omgezet in elektriciteit. Hiermee voorzien ze in hun eigen energiebehoefte en vermijden ze de uitstoot van CO₂, dat vrijkomt bij energieopwekking. Voor het totale effect op het klimaat is het echter belangrijk de uitstoot van methaan (en lachgas) niet uit het oog te verliezen. Bij een rioolwaterzuivering met slibgisting kan de emissie van methaan een significante bijdrage leveren aan de CO₂-voetafdruk van een zuivering. Dat is uit onderzoek al gebleken.

De grootste bijdrage aan de methaanuitstoot wordt geleverd door de buffer direct na de gisting en de slibsilo voor de opslag van ontwaterd slib. Maar liefst 60 procent van de vermeden CO₂-uitstoot door energieopwekking uit biogas kan teniet gedaan worden door de emissie van methaan uit de slibbuffer en de slibsilo.

Dit vormde voor de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) aanleiding om een onderzoek te starten naar de wijze waarop de emissie van methaan op een zuivering kan worden ingeschat én gereduceerd. Aan dit onderzoek wordt in dit artikel aandacht besteed.

Modelmatige inschatting

Methaanvorming tijdens de vergisting kan redelijk worden geschat met de Contoiskinetiek. Deze kinetiek vormt de basis van het veelgebruikte gistingsmodel van Chen en Hashimoto. Als het slib na de vergisting wordt overgebracht naar een 'uitgegiste' slibbuffer en vervolgens na ontwateren in een slibsilo, gaat het vergistingsproces gewoon door. Buffer en slibsilo kunnen als aparte vergistingsreactoren worden opgevat met een korte verblijftijd.

De methaanproductie uit in serie geschakelde reactoren kan worden gemodelleerd. Deze theorie is weliswaar niet helemaal toepasbaar op de slibopslag (dit zijn vaak meer propstroomreactoren dan volledig gemengde reactoren), maar geeft naar verwachting een redelijke benadering om de emissie van methaan uit de slibbuffer en de slibsilo te berekenen.

De invoerparameters van het model zijn slibgehalte en afbraakparameters van primair en secundair slib en de verblijftijd en temperatuur in de gisting en opslagtanks. Tot slot is voor de berekende emissie uit de buffer en silo nog rekening gehouden met het vrijkomen van het opgeloste methaan.

Haalbaarheid reductiemaatregelen

Twee maatregelen die de emissie van methaan uit de buffer (en slibsilo) sterk kunnen reduceren zijn:

- de afgezogen lucht van de buffer gebruiken als verbrandingslucht;
- de buffer ombouwen naar nagisting.

Om de technische en financiële haalbaarheid te toetsen zijn beide maatregelen uitgewerkt aan de hand van twee praktijkcases. In Kralingseveer is gekeken naar mogelijkheden om de afgezogen lucht als verbrandingslucht te gebruiken in de warmtekrachtkoppeling. De ombouw van de buffer naar

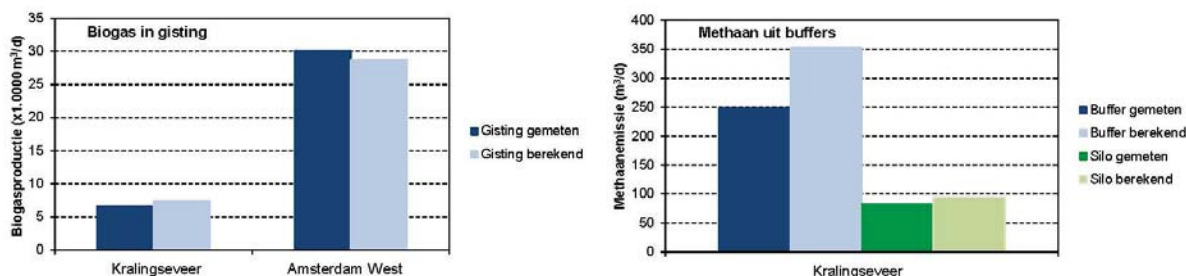
nagisting is bekeken in Amsterdam-West. Deze twee maatregelen zijn, naast meerdere alternatieven, als meest kansrijk beoordeeld en nader geanalyseerd op haalbaarheid.

Inschatting methaanemissie

Aan de hand van beschikbare meetdata uit Kralingseveer en Amsterdam-West is de bruikbaarheid van het gehanteerde model getoetst. De gemeten biogasproductie uit de gistingstank en de gemeten methaanemissie uit slibbuffer en silo zijn vergeleken met de berekende biogas- en methaanproductie uit de gisting- en opslagtanks.

De beschikbare meetdata voor de slibbuffer en silosilo Amsterdam-West waren te beperkt om te vergelijken met de berekende waarden. Om die reden zijn voor die vergelijking alleen de data van Kralingseveer gebruikt.

Het resultaat van de vergelijking is weergegeven in afbeelding 1.



Afbeelding 1. Gemeten en berekende biogasproductie in de gisting (links) en de gemeten en berekende emissie uit de buffer en silosilo (rechts); meetdata silosilo Amsterdam-West waren niet beschikbaar.

De biogasproductie uit de gisting is met het model voor beide locaties goed te schatten. De emissie vanuit de buffer laat een iets groter verschil zien tussen gemeten en berekende methaanemissie, terwijl dit verschil bij de silo weer beperkt kan worden genoemd. De totale emissie van methaan uit de buffer en silosilo bedraagt circa 5 procent van de methaanproductie uit de gisting.

Met het model is een eerste inschatting te maken van de emissie uit de buffer en de silosilo. Factoren die invloed hebben op de emissie, maar die niet direct in het model zijn te vatten, zijn het optreden van kortsluitstromen en de aanwezigheid van vervuiling in de gisting, zoals zand (waardoor het effectieve volume wordt verkleind en de verblijftijd afneemt).

Het is daarom aan te bevelen om de werkelijke emissie in de praktijk vast te stellen. Een eerste methode is om over een langere periode de emissie direct uit de buffer en silo te meten. Een tweede methode is het volgen van de afname van de productie van biogas wanneer door omstandigheden de gisting een aantal dagen uit bedrijf wordt genomen. Met de afname in biogasproductie, de verblijftijd in de buffer en de inhoud van de buffer kan een inschatting worden gemaakt van de methaanemissie uit de buffer. Wanneer de gemeten emissie significant hoger ligt dan de berekende emissie, kan dit een indicatie zijn dat een deel van de gisting niet wordt benut door de aanwezigheid van vervuiling of dat kortsluitstroming optreedt.

Het is overigens niet bekend in welke mate kortsluitstroming optreedt in Nederlandse gistingstanks. In slibgistingen in de Verenigde Staten bleken substantiële kortsluitstromen voor te komen. Met het uitvoeren van een tracertest met bijvoorbeeld lithium kan het optreden van kortsluitstromen of de aanwezigheid van vervuiling relatief eenvoudig worden onderzocht.

Impact emissie

Met het model is voor een rioolwaterzuivering van 100.000 inwonersequivalenten de emissie van methaan uit de buffer en silosilo berekend. De bijdrage van deze emissie aan de CO₂-voetafdruk is vastgesteld door ook de emissie van methaan uit andere bronnen te berekenen en de bijdrage van andere bronnen (brandstoffen, elektriciteit en polymeren) vast te stellen (binnen de grenzen van de rioolwaterzuivering, conform opzet Klimaatmonitor 2014).

Hieruit bleek dat de emissie uit de buffer en de silo meer dan 50 procent kan bijdragen aan de CO₂-voetafdruk van een zuivering, waarbij de emissie van lachgas vooralsnog niet is meegenomen. Tegelijkertijd is berekend dat meer dan 65 procent van de vermeden CO₂-uitstoot door eigen elektriciteitsopwekking, teniet kan worden gedaan door de emissie uit de slibopslag ná de gisting. Dit is in lijn met de gemeten waarde voor Kralingseveer, waar een waarde van 60 procent werd vastgesteld. Dit toont aan dat de emissie van methaan uit de slibopslag ná de gisting niet te verwaarlozen is en dat het zeker de moeite loont hiernaar bij de realisatie van energiefabrieken goed te kijken.

Reductiemaatregelen

Methaanproductie in de opslagtanks na de gistingstank(s) is niet te voorkomen, omdat het gistingproces altijd doorgaat. Wel kan door een goede en stabiele bedrijfsvoering zoveel mogelijk biogas in de slibgisting worden opgevangen en benut. Een stabiele bedrijfsvoering betekent in ieder geval een gelijkmatige aanvoer (constante verblijftijd), constante temperatuur en goede menging.

Om de afgezogen lucht van de buffer te gebruiken als verbrandingslucht in de warmtekrachtkoppeling moet deze eerst door een blower op druk worden gebracht. Ter bescherming van de warmtekrachtkoppeling is gaswassing nodig waarmee waterstofsulfide en zwaveloxide uit de afgezogen lucht wordt verwijderd.

Met deze maatregel kan de totale emissie van methaan voor deze zuivering met circa 30 procent worden gereduceerd. Tegelijkertijd is vastgesteld dat de maatregel technisch uitvoerbaar is en binnen gebruikelijke afschrijvingstermijnen kan worden terugverdiend.

Daarbij moet nog wel aandacht worden besteed aan:

- de balans in de vraag naar verbrandingslucht en het af te zuigen debiet van de buffer;
- een constante kwaliteit van de afgezogen lucht;
- een constante bedrijfsvoering van de buffer;
- effect op emissie van de gasmotor bij inbrengen van de afgezogen lucht.

Buffer als nagisting

Voor de ombouw naar nagisting moet de buffer worden voorzien van een gasdichte afdekking en worden aangesloten op de gashouder. Met deze maatregel is voor Amsterdam-West een reductie van de totale emissie van methaan mogelijk van circa 40 procent. Uitgaande van een betonnen afdekking (alternatieven zijn ook mogelijk) lijkt deze maatregel voor Amsterdam-West financieel haalbaar binnen de gebruikelijke afschrijvingstermijnen. Bij het uitvoeren van deze maatregel moet wel aandacht besteed worden aan:

- de constructie van de buffer bij toepassen betonnen afdekking;
- explosieveiligheid, de buffer wordt nu onderdeel van ATEX-zonering;
- variatie in hoogte van de buffer in relatie tot productie van biogas (onderdruk);
- het vrijkomen van extra methaan bij de ontwatering.

De beschreven praktijkcases tonen aan dat er technisch en financieel haalbare maatregelen mogelijk zijn om de emissie van methaan uit opslagtanks ná de gisting sterk te reduceren. De financiële haalbaarheid is wel locatiespecifiek. In algemene zin zullen deze maatregelen op een grotere (centrale) gistinglocatie eerder rendabel zijn omdat de investeringskosten in het algemeen niet evenredig met de schaal oplopen, terwijl de opbrengsten dit wel doen.

Conclusies

Met een model voor in serie geschakelde reactoren is een inschatting te maken van de emissie van methaan uit de slibopslagtanks ná de gisting. De bijdrage van de emissie van methaan uit de slibopslag ná de gisting kan circa 50 procent bijdragen aan de CO₂-voetafdruk van een zuivering. Uiteindelijk zijn metingen nodig om de werkelijke emissie vast te stellen en daarmee inzicht te krijgen in de bijdrage aan de CO₂-voetafdruk van een zuivering.

De twee praktijkcases toonden aan dat met het gebruiken van de afgezogen lucht als verbrandingslucht in de warmtekrachtkoppeling, of met het ombouwen van de buffer naar nagisting de methaanemissie met 30 tot 40 procent kan worden verminderd. Deze maatregelen lijken ook financieel haalbaar te zijn, hetgeen laat zien dat maatregelen beschikbaar zijn om bij de realisatie van een energiefabriek ook daadwerkelijk te komen tot een zuivering met een lagere CO₂-voetafdruk.

Dit artikel is ook gepubliceerd in Water Matters van april 2016.

Water Matters is het halfjaarlijkse kenniskatern van H2O.