

Af Bjørn K. Eliassen og Torben Kvist,
Dansk Gasteknisk Center a/s

Reduktion af svovludledning fra biogas

Danmark har sat høje mål for biogasudbygningen. Da biogas kan indeholde store mængder svovlbrinte, kan dette potentielt medføre store svovlemissioner.

I forbindelse med overgang til et grønt gassystem ønsker man en stor biogasudbygning i Danmark. Biogasproduktionen forventes at stige fra ca. 4 PJ/år i 2012 til ca. 12 PJ/år biogasproduktion i 2020.

Udbygningen skal især ske ved at øge andelen af husdyrgødning, der behandles i biogasanlæg.

Biogas fra husdyrgødning kan have et højt indhold af svovlbrinte. Dansk Gasteknisk Center a/s har derfor i projektet "Svovlemissioner fra anvendelse af biogas" set på, hvordan svovlbrinte fra biogas kan fjernes med de laveste omkostninger.

Svovlbrinte har en karakteristisk lugt af rådne æg og er i selv små koncentrationer giftigt. Yderligere har svovlemissioner en række sundhedsmæssige konsekvenser og medvirker desuden til forsurening. Udledningen af svovl ønskes derfor minimeret.

I projektet har vi set på, hvordan svovlbrinte bedst kan fjernes fra biogassen, afhængig af om gassen anvendes til motordrift eller til opgradering. Til dette har der været kontakt med en række leverandører af svovlfjernelsesteknologier og foretaget målinger på eksisterende svovlfjernelsesanlæg for at fastlægge effektiviteten heraf. Der gives også bud på, hvilke omkostninger svovlfjernelsen forventes at medføre.

Teknologier i fokus

Fokus har primært været på teknologier til svovlfjernelse fra biogas, hvor undersøgelsen

baserer sig på tre teknologier til svovlfjernelse, nemlig biologisk skrubber, fældning med jernklorid og fjernelse med aktivt kul.

Dertil er der set på anvendelse ved motordrift samt opgradering ved enten Pressure Swing Adsorption (PSA), vand- eller aminskrubberanlæg. De to sidstnævnte opgraderingsteknologier har mulighed for at håndtere større eller mindre mængder svovlbrinte, hvorfor disse også kan benyttes i svovlfjernelsesprocessen.

Effektivitet af eksisterende anlæg

Til at fastlægge effektiviteten af eksisterende svovlfjernelsesanlæg og teknologier er der målt på svovlbrinteindholdet i biogassen på en række biogasanlæg.

Der er udført tre typer målinger. Spotmålinger, hvor der måles en gang på anlægget, "kontinuerlige" målinger, hvor der foretages målinger i gassen hvert 30. minut, og analyse af gasprøver på gaskromatograf. Hvor det har væ-

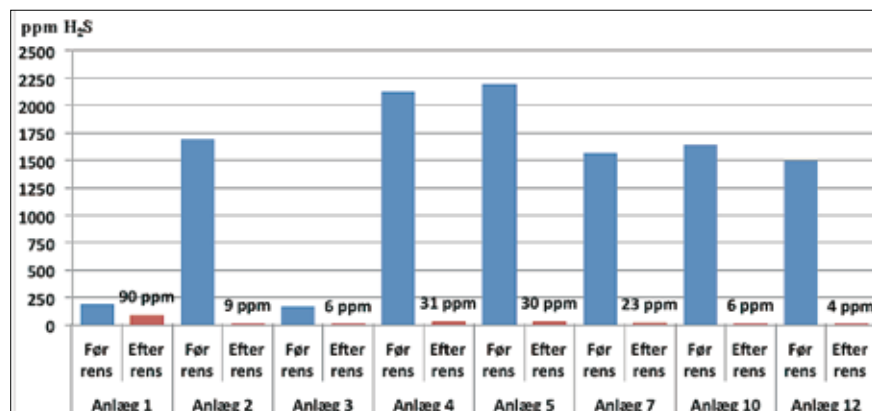
ret muligt, er målingerne udført både i den rå og rensede biogas.

Målingerne er fordelt på forskellige svovlfjernelsesteknologier og er udført på både gyllebaserede og spildevandsbaserede anlæg.

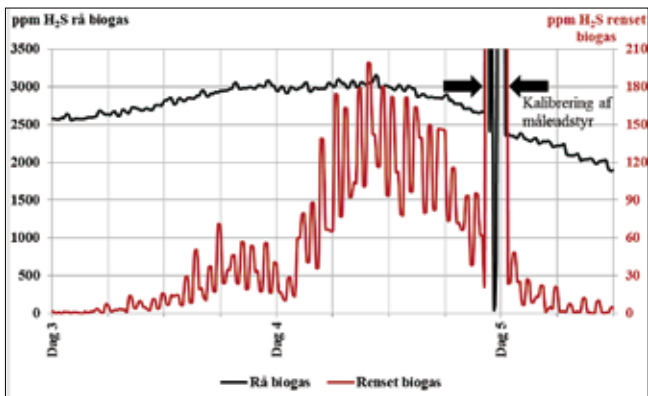
I Figur 1 ses resultatet af spotmålinger i biogas på gyllebaserede biogasanlæg med biologiske svovlfiltre. Målingerne viser generelt en lav koncentration af svovlbrinte efter svovlfjernelse, både ved lave og forholdsvis høje koncentrationer inden rensning.

Biologiske filtre har derfor vist mulighed for at opnå en høj grad af fjernelse. Gennemsnittet af målingerne har vist ca. 25 ppm H₂S.

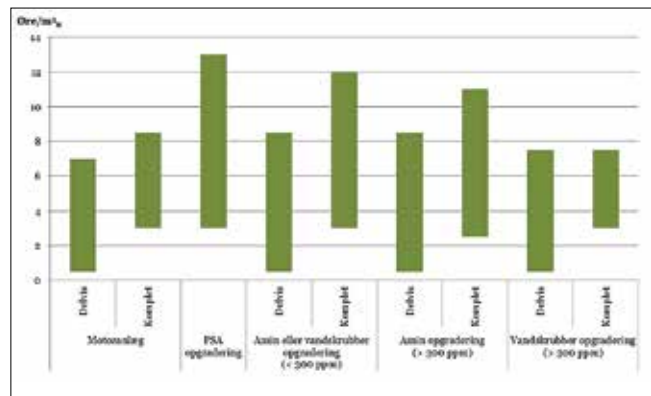
For målinger på anlæg, hvor der benyttes jernklorid til at fælde svovlbrinte, blev der målt lidt højere niveauer af svovlbrinte i biogassen. Da fjernelse af svovl på disse anlæg sker direkte i rådnetanken, findes der ikke en egentlig rågas. Spotmålingerne viste her et niveau i gassen imellem 150 og 210 ppm H₂S.



Figur 1. Spotmålinger af svovlbrinteniveauet i biogas på gyllebaserede biogasanlæg med biologisk svovlfiltre



Figur 2. Udsnit af måleperiode fra biogasanlæg med biologisk svovlrensning. Figuren viser koncentration af H_2S i rå og rensed biogas.



Figur 3. Variation i omkostninger til fjernelse af svovlbriente fra biogas.

Effektive kulfiltre

Kulfiltre er meget effektive. På de anlæg, hvor DGC foretog målinger, både spot- og kontinuerte, kunne der detekteres ingen eller højst ganske få ppm svovlbriente efter filteret.

Svovlbriente niveauet i biogas fra biogasanlæg, baseret på spildevandsslam ligger generelt lavere end for gyllebaserede anlæg. Her blev målt niveauer omkring 140-210 ppm H_2S i rågassen.

For at supplere spotmålingerne blev der også udført kontinuerte målinger på fem biogasanlæg. For et anlæg, hvor fjernelse skete med fældning med jernklorid, blev svovlbriente niveauet i biogassen målt til at ligge imellem 35 til 90 ppm, altså en smule lavere end for spotmålingerne. Generelt var niveauet relativt stabilt.

Biologiske filtre

For biologiske filtre var situation dog anderledes. Et uddrag af måledata herfra er vist i Figur 2. Det ses i starten og slutningen af perioden, at filteret opnår høj effektivitet med kun ganske få ppm H_2S i den rensede gas.

I den mellemliggende periode sker der en stigning i den rå biogas, som tilsvarende medfører en stigning i den rensede biogas. Det skyldes, at filteret udsættes for større svovlbelastning, end der er kapacitet til at fjerne.

Der ses også store udsving i den rensede biogas, som sker med lille tidskonstant, uden de

tilsvarende fluktuationer i den rå biogas. Denne hurtige fluktuation viste sig at stamme fra variationen i gasflowet, som skyldtes ind- og udpumpning af materiale til reaktortanken.

På grund af de store fluktuationer i svovlbriente niveauet kan der være tilfælde, især hvis man ligger tæt på filterets kapacitetsgrænse, hvor spotmålinger ikke vil give et retvisende billede af svovlbriente niveauet i gassen.

Teknologiernes effektivitet

Skal der opstilles en oversigt over teknologiernes effektivitet, vil kulfilter være den teknologi, der har mulighed for at opnå de laveste niveauer af svovlbriente.

Modsat vil fældning ofte være den af de tre teknologier, der opererer med det højeste udgangssvovlbriente niveau. Det vil selvfølgelig afhænge af driftsparametrene. Fx kan et dårligt drevet og underdimensioneret biologisk filter have langt højere svovlbrienteudgangsniveauer, end der opnås ved fældning.

For både biologiske filtre og kulfiltre er ilttilførsel, ofte i form af luft, kritisk i forhold til processen. Et biologisk filter benytter bakterier til rensprocessen, som kræver ilt, hvor der i et kulfilter kræves ilt for at gennemføre en kemisk reaktion.

Omkostninger til svovlrensning

Ud fra målinger, leverandørplysninger og krav til teknologierne har projektet opstillet beregnin-

ger over omkostninger til svovlfjernelse fra biogas. Beregningerne er gjort ud fra forskellige kombinationer af renseteknologier, anvendelse og svovlkoncentrationer i den rå biogas.

For de fleste anvendelser er fastsat to rensescenarier: et, hvor der sker komplet fjernelse af svovlbriente, og et, hvor der sker fjernelse ned til det niveau, den billigste rensemetode tillader, dog højst det niveau, som anvendelsen kræver.

Komplet eller delvis fjernelse

Et eksempel på hvor der sker delvis fjernelse af svovlbriente, kan være, hvor der kun benyttes et biologisk filter. Hvis dette filter så suppleres med et aktivt kulfilter til efterpolering af gassen, vil der være antaget komplet fjernelse, jf. de målte niveauer.

Da der anvendes forskellige metoder til rensning, vil omkostningerne være forskellige, ligesom slutkoncentrationen af svovlbriente i biogassen vil være det.

En oversigt over omkostningerne til fjernelse af svovlbriente og variation af omkostningerne ses i Figur 3. Variationen afhænger af teknologi, svovlkoncentration og anlægstørrelse.

Undersøgelsen har desuden vist, at omkostninger til fjernelse af svovlbriente generelt er lavere, end omkostningerne vil være ved udledning.

Projektet har været støttet af Miljøstyrelsen ved MUDP-projekt 141-00365.