

RenoSam

SO₂-emissioner ved affaldsforbrænding

Sammenfatning

Juni 2007

RenoSam

SO₂-emissioner ved affaldsforbrænding

Sammenfatning

Juni 2007

Ref 657018A
834-070180(Final)

Version Final

Dato 2007-06-01

Udarbejdet af DLB/TOH

Kontrolleret af PEHA

Godkendt af PEHA

Rambøll Danmark A/S
Teknikerbyen 31
DK-2830 Virum
Danmark

Telefon +45 4598 6000
www.ramboll.dk

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	1
2.	Baggrund og teoretisk grundlag	2
3.	Historiske data	3
4.	Fuldskalaforsøg med forbrænding af mellemlagret affald	4

1. Indledning

På en række affaldsforbrændingsanlæg har det i nogle perioder været en udfordring at overholde de nye emissionskrav for SO_2 . Dette kan blandt andet skyldes højt indhold af SO_2 i den såkaldte "rågas", som er betegnelsen for røggas, inden den er renset i røggasrensingsanlægget. Forbrænding af mellemlagret affald er under mistanke for at give højt SO_2 -indhold i rågassen, men også andre forhold som f.eks. forbrænding af specifikke affaldskomponenter med højt svovlindhold kan være af betydning. I Figur 1.1 er vist eksempler på affaldstyperne dagrenovation og mellemlagret affald.



Figur 1.1. Eksempel på dagrenovation (t.v.) og mellemlagret affald (t.h.).

I det her beskrevne projekt, der er udført i et samarbejde mellem 6 forbrændingsanlæg (AVV, KARA/NOVEREN, KAVO, Nordforbrænding, REFA, TAS), Rambøll og Reno-Sam, er mulige årsager til højt SO_2 -indhold i rågassen vurderet. Projektet har været opdelt i 3 faser, der er afrapporteret i nedenstående 3 delrapporter:

- Delrapport 1: Etablering af teoretisk grundlag
- Delrapport 2: Historiske data
- Delrapport 3: Afrapportering af fuldskalaforsøg med forbrænding af mellemlagret affald

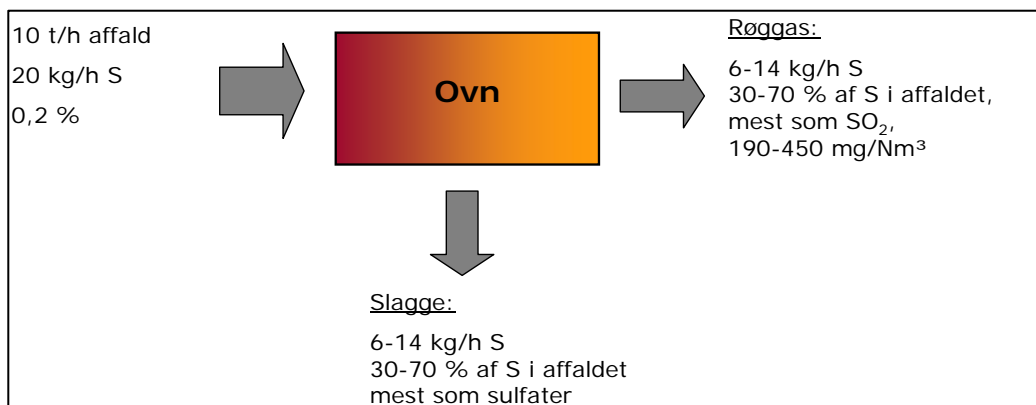
De 3 delrapporter er kort sammenfattet i det følgende.

2. Baggrund og teoretisk grundlag

I delrapport 1 med titlen "Etablering af teoretisk grundlag" er den eksisterende teori om mulige grunde til højt SO₂-indhold i rågas fra affaldsforbrændingsanlæg sammenfattet.

Emissionskrav til den rensede røggas fra affaldsforbrændingsanlæg fremgår af Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 162 af 11. marts 2003, "Bekendtgørelse om anlæg, der forbrænder affald", som trådte i kraft d. 28. december 2005. For SO₂ er kravet, at enten skal alle ½-timemiddelværdier højst være 200 mg/Nm³ eller også skal 97 % af alle ½-timemiddelværdier højst være 50 mg/Nm³, ligesom alle døgnmiddelværdier højst må være 50 mg/Nm³ (alle grænseværdier gælder ved referencebetingelserne tør røggas og 11 % O₂). Indtil udgangen af år 2005 var SO₂-kravet 300 mg/Nm³ målt ved stikprøve. Der er således sket en betydelig skærpelse af SO₂-kravet, hvilket i sig selv har betydet et stærkt øget fokus på emissionen af SO₂.

SO₂ i rågassen stammer alene fra svovl (S) i det brændte affald. Omdannelsen af S i affald til SO₂ er ikke 100 %, og typisk forbliver 30-70 % af svovlet i slaggen eller kedelasken. Hermed regnes tilsvarende med en omdannelsesgrad af S til SO₂ på 30-70 %. Svovl i affald til forbrænding kan stamme fra en lang række forskellige kilder i både husholdningsaffald og industriaffald. Nogen af de mest betydelige kilder vurderes at være gipsplader (består primært af CaSO₄), bildæk og andre produkter med vulkaniseringsmiddel samt motor- og gearolie. Samlet set indeholder affald til forbrænding typisk omkring 2-3 g S per kg. På Figur 2.1 er massebalancen for S gennem et forbrændingsanlæg illustreret. Omdannelsesgraden af S til SO₂ afhænger både af den måde, svovlet findes på i affaldet, af forbrændingsbetingelserne og af affaldets forudgående lagring (bund af silo, mellemdeponi m.m.).



Figur 2.1. Massebalance for S gennem et forbrændingsanlæg.

Overordnet set bestemmes den maksimale mængde af SO₂ i rågassen af affaldets samlede indhold af svovl, men det er som nævnt ikke alt svovl, der omdannes til SO₂

under forbrænding. Mulige årsager til højt SO₂-indhold i rågassen kan være forbrænding af mellemlagret affald. Mange anlæg mellemlagrer affald om sommeren, hvor afsætningsmulighederne for den producerede varme er begrænset. Det mellemlagrede affald, der typisk består af stort og småt brændbart affald, brændes så om vinteren. Et højt SO₂-indhold ved forbrænding af mellemlagret affald og affald, som har ligget længe i bunden af affaldssiloen, kan skyldes, at der under lagring af affaldet kan ske en omdannelse af svovlet i affaldet til mere reaktive svovl-forbindelser. Herved bliver svovlet mere tilgængeligt for omsætning til SO₂ under forbrændingsprocessen. Selv omlejring af en mindre del af svovlet under mellemlagring til mere reaktive svovl-forbindelser vil kunne betyde en væsentlig forøget mængde SO₂ i rågassen. Ud over forbrænding af mellemlagret affald kan forbrænding af specifikke affaldskomponenter med højt svovlindhold resultere i højt SO₂-indhold, ligesom forbrændingsbetingelserne kan være af betydning for sammensætningen af rågassen.

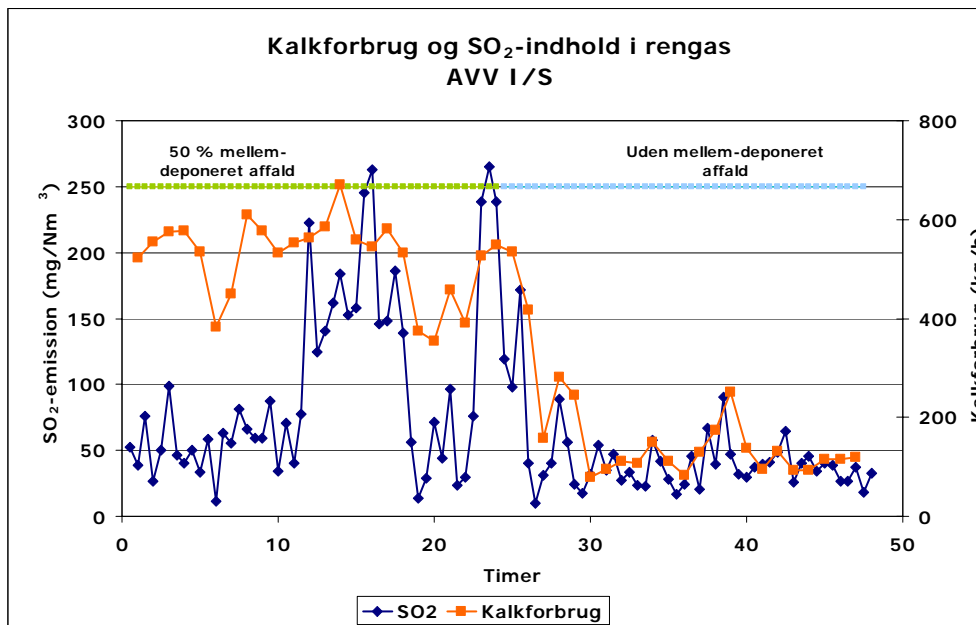
For at undersøge mulige årsager til forhøjet SO₂ i primært rågassen er der i anden og tredje fase af projektet set nærmere på sammenhængen mellem typen af forbrændt affald og mængden af SO₂ i rågassen. Der er dels set på historiske data (delrapport 2) og dels gennemført fuldskala forbrændingsforsøg på 3 forbrændingsanlæg (delrapport 3).

3. Historiske data

I delrapport 2 med titlen "Historiske data" er gennemgået en række historiske data fra forskellige forbrændingsanlæg i et forsøg på at finde og vurdere mulige årsager til højt SO₂-indhold i rågassen. De anvendte data har bl.a. omfattet tilkørte affaldsmængder og -typer, rågas- og rengasmålinger af primært SO₂ samt kalkforbrug til røggasrensning.

På en række forbrændingsanlæg er der konstateret visse vanskeligheder ved altid at overholde de gældende emissionskrav for SO₂. Høje SO₂-emissioner kan skyldes højt indhold af SO₂ i rågassen. I den forbindelse er forbrænding af mellemlagret affald som nævnt under mistanke for at kunne give forhøjet indhold af SO₂ i rågassen. I et forsøg på at finde mulige årsager til dette er der i projektet gennemgået historiske data for forskellige forbrændingsanlæg.

Omfanget af data, der kan anvendes til at vurdere en eventuel sammenhæng mellem forbrænding af mellemlagret affald og SO₂-indhold i rågassen, er meget begrænset. Dels er der mange forbrændingsanlæg, som ikke har kontinuerlige rågasmålinger, og dels er det svært at fremskaffe tilstrækkeligt detaljerede oplysninger om det forbrændte affald. Der er dog fundet relevante historiske data for et par forbrændingsanlæg. Disse data viser samstemmende, at indfyring af mellemlagret affald kan betyde en stigning i rågassens indhold af SO₂. I Figur 3.1 er vist et eksempel på SO₂-emissioner (rengasmålinger) og kalkforbrug til røggasrensning ved et forsøg på AVV I/S.



Figur 3.1. SO₂-emission som ½-times middelværdier (blå kurve) og kalkforbrug (orange kurve) til røggasrensning på AVV I/S med og uden forbrænding af mellemlagret affald. De viste data er fra d. 4.-5. februar 2006. Røggaskoncentrationerne er for tør røggas med 11 % O₂.

Figur 3.1 viser en tydelig højere SO₂-emission i det døgn, hvor der blev indfyret mellemlagret affald, end i det efterfølgende døgn, hvor der ikke blev indfyret mellemlagret affald. Tilsvarende var der et tydeligt højere kalkforbrug til røggasrensning i perioden med forbrænding af mellemlagret affald end i den efterfølgende periode, hvor der udelukkende blev brændt frisk affald. Et højere forbrug af kalk er et indirekte tegn på et højere indhold af forureningskomponenter som SO₂ i rågassen.

I et forsøg på at få et mere detaljeret og præcist billede af en eventuel sammenhæng mellem rågassens SO₂-indhold og forbrænding af mellemlagret affald blev der i tredje fase af projektet på 3 forbrændingsanlæg gennemført kontrollerede fuldskala-forbrændingsforsøg med og uden indfyring af mellemlagret affald. Disse forsøg er nærmere beskrevet i delrapport 3.

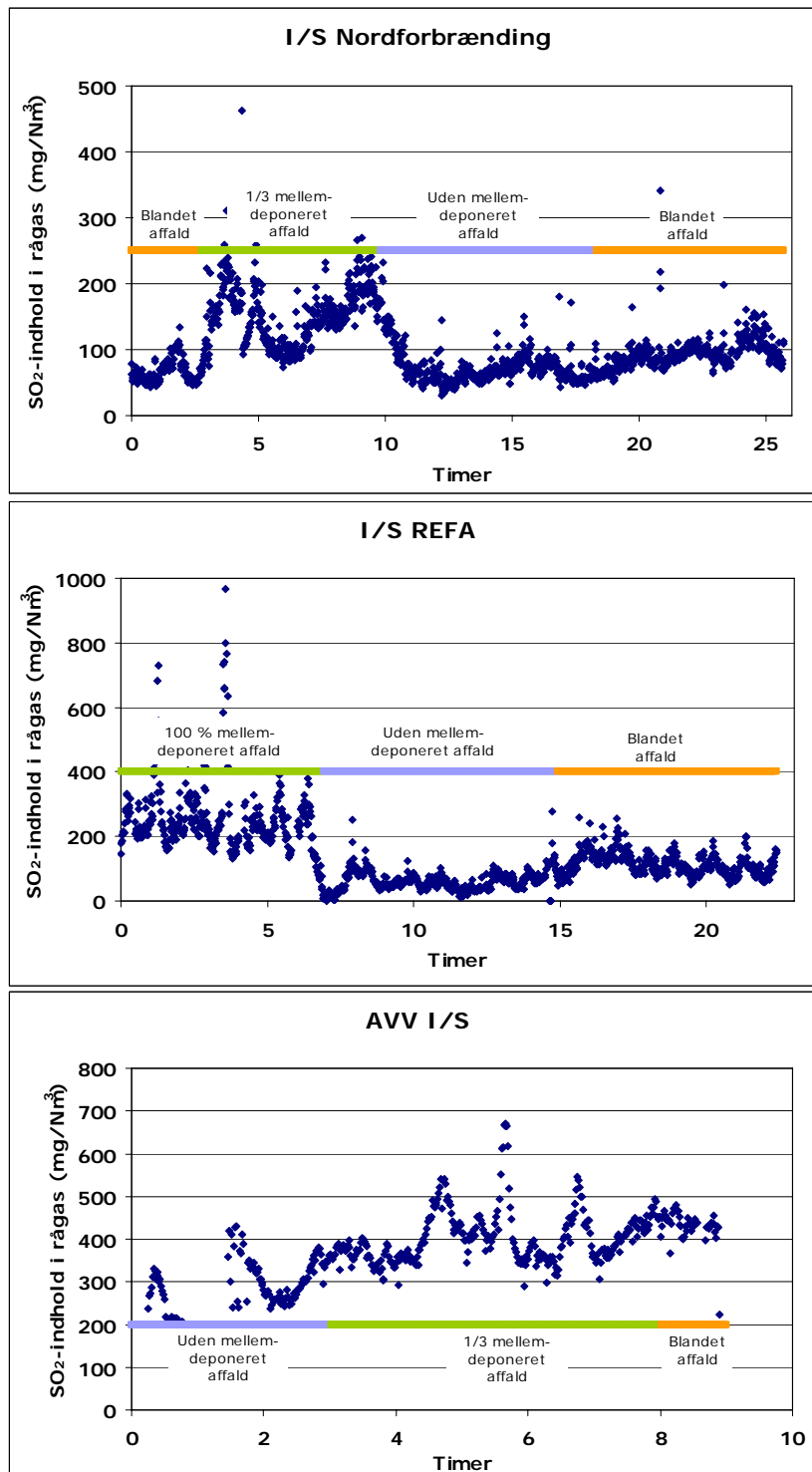
4. Fuldskalaforsøg med forbrænding af mellemlagret affald

I forbindelse med projektet er der gennemført fuldskalaforsøg med forbrænding af mellemlagret affald på forbrændingsanlæggene AVV I/S, I/S Nordforbrænding og I/S REFA. Disse forsøg er beskrevet og afrapporteret i delrapport 3 med titlen "Afrapportering af fuldskalaforsøg med forbrænding af mellemlagret affald". På alle tre forbrændingsanlæg var forsøget delt op i 2 dele, én del med forbrænding af mellemlagret affald og én del, hvor der ikke blev medforbrændt mellemlagret affald.

Det mellemlagrede affald bestod primært af neddelt affald af typerne storskrald og stort brændbart affald. På AVV I/S og I/S Nordforbrænding blev der ved forbrænding af mellemlagret affald indfyret omkring 30 % mellemlagret og 70 % blandet affald, mens der ved forsøget på I/S REFA blev indfyret rent mellemlagret affald uden iblandet blandet affald. Under forsøgene blev der foretaget samtidig registrering af forbrændte affaldstyper, forbrændingsbetingelser, rågasdata og emissioner. Alle 3 forbrændingsanlæg kørte i normal drift i hele forsøgsperioden.

Som et led i forsøgene blev der opsat rågasmåleinstrumenter til bestemmelse af rågassens indhold af bl.a. SO₂. På Figur 4.1 er resultaterne af rågasmålingerne vist for alle 3 anlæg. Af Figur 4.1 fremgår det, at der i forsøgene på alle 3 anlæg var en tydelig sammenhæng mellem rågassens indhold af SO₂ og forbrænding af mellemlagret affald. Sammenhængen var især tydelig ved forsøgene på I/S Nordforbrænding og I/S REFA. Ved forbrænding af mellemlagret affald var der et tydeligt højere indhold af SO₂ i rågassen end ved forbrænding af friskt blandet affald (primært dagrenovation) helt uden mellemlagret affald.

Et forhøjet SO₂-indhold i rågassen kan resultere i et forhøjet SO₂-indhold i rengassen. For AVV I/S blev der ikke observeret nogen stigning i SO₂-emissionen under forbrændingsforsøgene hverken i forhold til det generelle SO₂-niveau eller i forhold til variationen i SO₂-emissionen i perioden omkring forbrændingsforsøgene. For både I/S Nordforbrænding og I/S REFA sås derimod højere SO₂-emissioner under forbrændingsforsøgene end det generelle niveau i perioden omkring forsøgene. SO₂-emissionerne for både I/S Nordforbrænding og I/S REFA vurderes at være større, end hvad der kan forklares med generelle variationer. Specielt sås der tydeligt højere SO₂-emissioner for I/S REFA. Dette stemmer med, at I/S REFA er det eneste af de 3 anlæg, hvor der i forsøgsperioden med forbrænding af mellemlagret affald udelukkende blev brændt denne affaldstype.



Figur 4.1. Resultater af fuldskalaforsøg på forbrændingsanlæggene AVV I/S, I/S Nordforbrænding og I/S REFA. På figurerne er vist rågassens (før røggasrensning) indhold af SO₂ (korrigeret til tør røggas og 11 % ilt) for perioder både med og uden forbrænding af mellemlagret affald. De viste værdier er minutværdier.

Massebalancer for svovl for alle 3 forbrændingsanlæg viser, at der er mere svovl i det forbrændte affald i forsøgsperioden med forbrænding af mellemlagret affald end i den forsøgsperiode, hvor der udelukkende blev brændt frisk affald. Dette kan skyldes, at affaldstyper, der mellemlagres, har et højere svovlindhold end frisk dagrenovation. Grunden kan også være, at der kan ske en opkoncentrering af svovl i affaldet under mellemlagring som følge af nedbrydning af organisk stof og deraf følgende tab af samlet masse.

For AVV I/S og I/S Nordforbrænding er fordelingen af svovl mellem de forskellige massestrømme ud af forbrændingsanlægget (slagge, røggasrensningsprodukt og røggas) nogenlunde den samme for de 2 forsøgsperioder. Da massestrømmen af svovl i det forbrændte affald er væsentlig større ved forbrænding af mellemlagret affald, er der dog tilsvarende mere svovl i de udgående massestrømme ved forbrænding af mellemlagret affald. For I/S REFA er fordelingen af svovl mellem de forskellige massestrømme ud af forbrændingsanlægget væsentlig forskellig for de 2 forsøgsperioder, idet en væsentlig større andel af svovlet i det indfyrede affald ender i røggasrensningsproduktet for forsøgsperioden med forbrænding af mellemlagret affald (ca. 40 %), end for forsøgsperioden med forbrænding af frisk dagrenovation (ca. 17 %). Tilsvarende er andelen af svovl, der genfindes i slaggen, lavere i forsøgsperioden med forbrænding af mellemlagret affald (ca. 58 %) sammenlignet med forsøgsperioden med forbrænding af frisk dagrenovation (ca. 80 %). Andelen af svovl, der emitteres med rengassen, er nogenlunde den samme for de 2 forsøgsperioder (2-3 %).

Samlet vurderes det, at de opnåede resultater fra forbrændingsforsøgene underbygger teorien om, at der ved mellemlagring af affald sker en omlægning af svovl til en mere reaktiv form, der lettere omdannes til SO₂ ved den efterfølgende forbrændingsproces. Yderligere indikerer resultaterne, at der ved mellemlagring af affald kan ske en vis opkoncentrering af svovl i affaldet, samt at affaldstyper der mellemlagres har et højere svovlindhold end frisk blandet affald. Forbrænding af mellemlagret affald er dermed en større udfordring for røggasrensningsanlægget end forbrænding af almindelig blandet affald. Yderligere er der sandsynligvis nogle anlæg, der vil have større behov for at styre sammensætningen af det forbrændte affald (f.eks. mængden af mellemlagret affald) end andre anlæg for at sikre, at de gældende emissionskrav overholdes.