

RenoSam

SO₂-emissioner ved affaldsforbrænding

Delrapport 2: Historiske data

Juni 2007

RenoSam

SO₂-emissioner ved affaldsforbrænding

Delrapport 2: Historiske data

Juni 2007

Ref 657018A
834-061471(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.	Sammenfatning	1
2.	Indledning	2
3.	Baggrund	3
4.	Data for udvalgte forbrændingsanlæg	5
4.1	Sammenhæng mellem HCl-indhold i rågas og SO ₂ -fjernelse	5
4.2	Sammenhæng mellem forbrænding af mellemlagret affald og SO ₂ -indhold i rågas	8
5.	Konklusion	12

1. Sammenfatning

På en række forbrændingsanlæg er der konstateret visse vanskeligheder ved altid at overholde de gældende emissionskrav for SO₂. I et forsøg på at finde mulige årsager til dette er der i nærværende rapport gennemgået historiske data for forskellige forbrændingsanlæg. De anvendte historiske data har omfattet tilkørte affaldsmængder og -typer samt rågas- og rengasmålinger for især SO₂.

Høje SO₂-emissioner kan både tilskrives ikke-optimale forhold i røggasrensningssystemet og højt indhold af SO₂ i rågassen. I forhold til røggasrensningssystemet kan Cl bidrage til absorptionen af SO₂ under røggasrensningen, hvorved der kan være en sammenhæng mellem SO₂-indhold i rengassen og HCl-indhold i rågassen.

I et forsøg på at vurdere om HCl-indholdet i rågassen reelt har indflydelse på sorptionen af SO₂ i røggasrensningssystemet, er der på 2 anlæg set på samhørende rågas- og rengasmålinger af HCl og SO₂. De optegnede data, der generelt svarer til, hvad der ses på andre tilsvarende anlæg, viser ingen klar og entydig sammenhæng mellem HCl-indholdet i rågassen og den opnåede fjernelsesgrad for SO₂ ved røggasrensningen. Der er således ikke indikationer af, at SO₂-emissionen er direkte og entydigt koblet med HCl-indholdet i rågassen.

Som nævnt kan høje SO₂-emissioner også skyldes højt indhold af SO₂ i rågassen. I den forbindelse er forbrænding af mellemlagret affald under mistanke for at kunne give forhøjet indhold af SO₂ i rågassen. Dette 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, jf. delrapport 1 "Etablering af teoretisk grundlag".

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 2 forbrændingsanlæg. Disse data viser samstemmende, at indfyring af mellemlagret affald kan betyde en stigning i rågassens indhold af SO₂.

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 er der i tredje fase af dette projekt gennemført forbrændingsforsøg på 3 forbrændingsanlæg. I løbet af forsøgene blev der gennemført kontrollerede fuldskala forbrændingsforsøg med og uden indfyring af mellemlagret affald. Disse forsøg er nærmere beskrevet i delrapport 3.

2. Indledning

På en række forbrændingsanlæg er der konstateret visse vanskeligheder med altid at overholde de gældende emissionskrav for SO₂. Der kan være flere årsager til dette. De høje emissioner kan både tilskrives ikke-optimale forhold i røggasrensingsanlægget og højt indhold af SO₂ i rågassen, hvor rågassen er betegnelsen for den urensede røggas, der forlader ovn/kedelanlægget, dvs. inden den er rensset i røggasrensingsanlægget.

Hvad angår højt SO₂-indhold i rågassen, har mistanken været rettet mod mellemlagret affald, men også specifikke affaldskomponenter med højt svovlindhold kan være af betydning, ligesom forbrændingsbetingelserne vil have indflydelse på sammensætningen af rågassen.

Det overordnede formål med det her afrapporterede projekt er at undersøge årsagerne til højt SO₂-indhold i rågassen ved affaldsforbrænding. Resultaterne af denne undersøgelse skal bl.a. danne grundlag for beslutninger om mulige tiltag med hensyn til fremtidig affaldshåndtering og regulering af forbrændingsprocessen for at reducere indholdet af SO₂ i rågassen.

Grundelementer i undersøgelsen er:

1. Etablering af teoretisk grundlag og indhentning af rapporterede erfaringer.
2. Gennemgang af udvalgte anlægs historiske registreringer af tilkørt affald samt rågas- og rengasdata for især SO₂.
3. Kontrollerede forsøg på udvalgte anlæg med samtidig registrering af indfyrede affaldstyper, forbrændingsbetingelser og rågasdata.

I nærværende rapport gennemgås udvalgte anlægs historiske data kort, herunder bl.a.:

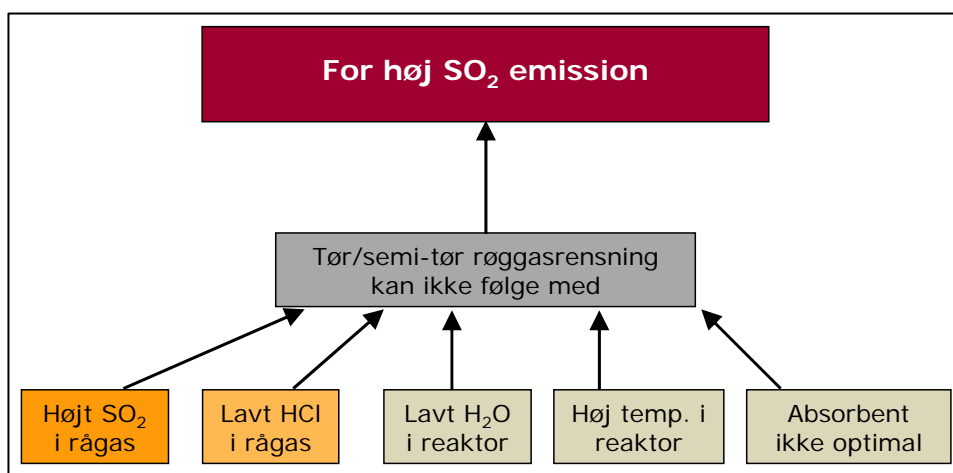
- Mulig sammenhæng mellem SO₂-indhold i rengassen og HCl-indhold i rågassen.
- Mulig sammenhæng mellem SO₂-indhold i rågassen og forbrænding af mellemlagret affald.

Muligheder for at reducere SO₂-emissioner ved optimering af røggasrensingsprocessen er ikke en del af det her afrapporterede projekt, og beskrives derfor ikke i nærværende rapport.

3. Baggrund

I delrapport 1 "Etablering af teoretisk grundlag" er baggrunden for projektet nærmere beskrevet. Baggrunden vil derfor kun kort blive opridset i det følgende.

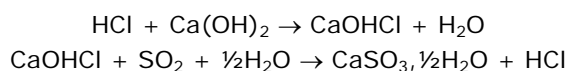
Generelt kan for høje SO₂-emissioner i forhold til de gældende kravværdier skyldes en lang række faktorer i røggasrensningsanlæg, der i øvrigt er velfungerende. De væsentligste af disse er skitseret i Figur 3.1.



Figur 3.1. Forhold i røggasrensningsanlæg, der kan lede til forhøjede SO₂-emissioner.

Der er rapporteret om, at SO₂-indholdet i rågassen er steget, og højt indhold af SO₂ i rågassen kan i sig selv betyde overskridelse af grænseværdien. En grund til højt SO₂-indhold i rågassen kunne være forbrænding af mellemlagret affald. Mange anlæg mellemlagrer affald om sommeren, hvor afsætningsmulighederne for den producerede varme er begrænset. Dette mellemlagrede affald brændes så om vinteren. Under mellemlagring vil der ofte ske en række forskellige kemiske reaktioner i affaldet. Herved kan svovlet i affaldet blive omdannet til en mere reaktiv form, så det bliver mere tilgængeligt for omsætning til SO₂ under forbrændingsprocessen.

Forhøjede SO₂-emissioner kan som nævnt også skyldes forhold i røggasrensningsanlægget. En grund kan være, at der på nogle anlæg er en tendens til faldende HCl-indhold i rågassen. Da Cl kan bidrage til absorptionen af SO₂ (jf. nedenstående reaktionsligninger), kan et faldende HCl-indhold i røggassen resultere i et stigende indhold af SO₂ i den rensede røggas.



Hvorvidt der er denne sammenhæng mellem rågassens HCl-indhold og rensningseffektiviteten i røggasrensningsanlæggene er endnu ikke endeligt fastlagt. Fra forskellige sider er der dog indikationer af, at der kan være en sammenhæng mellem rå-

gassens HCl-indhold og rensningseffektiviteten af SO₂, hvis rågassens indhold af SO₂ er højere end 70-100 % af rågassens indhold af HCl.

Generelt er der en del usikkerhed om årsagerne til den til tider utilstrækkelige rensning for SO₂, ligesom der savnes omkostningseffektive løsningsmuligheder til etablering på kort og langt sigt.

I nærværende fase af projektet undersøges primært forhold, der har betydning for rågassen. Der er således tale om forhold, der er af generel betydning for alle anlæg uanset den anvendte røggasrensningssproces.

4. Data for udvalgte forbrændingsanlæg

4.1 Sammenhæng mellem HCl-indhold i rågas og SO₂-fjernelse

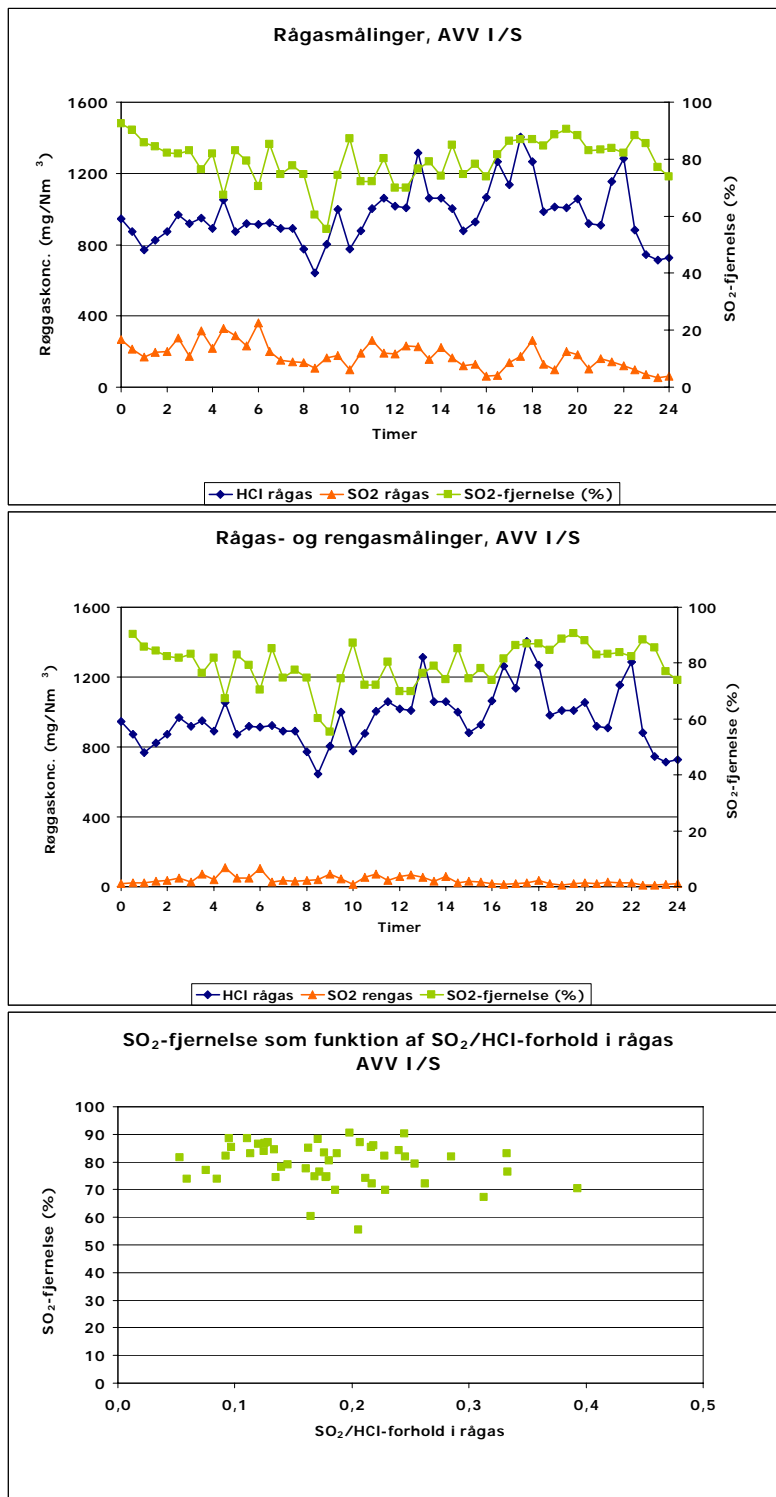
HCl-indholdet i rågassen kan som nævnt have indflydelse på sorptionen af SO₂ i røggasrensingsanlægget. I et forsøg på at vurdere dette, er der på 2 anlæg set på samhørende rågas- og rengasmålinger af HCl og SO₂.

På Figur 4.1 er vist et eksempel på samhørende rågas- og rengasmålinger fra AVV I/S gennem et døgn med almindelig drift. Tilsvarende er der på Figur 4.2 vist samhørende rågas- og rengasmålinger fra en 300 timers test på I/S Nordforbrænding.

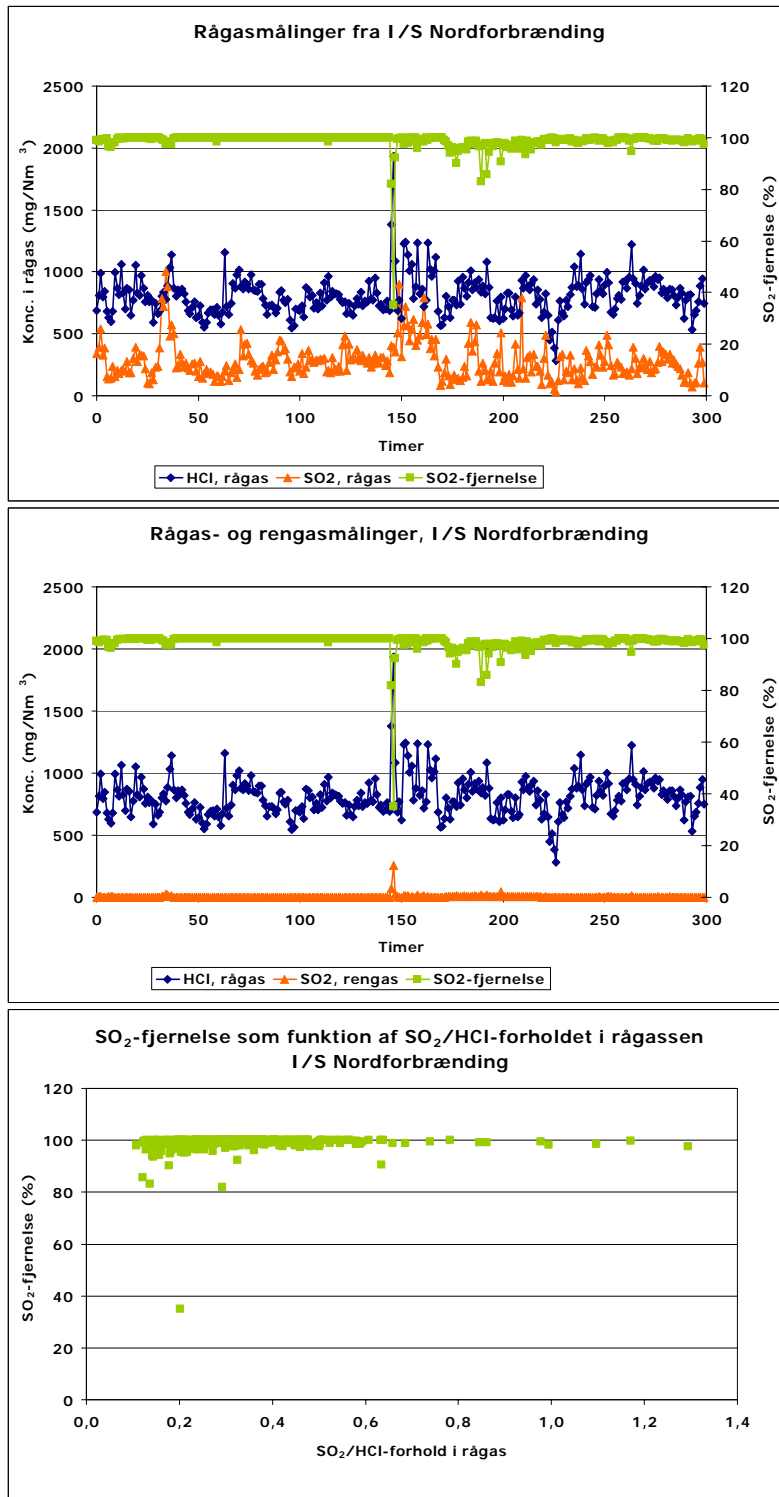
Øverst på de 2 figurer (Figur 4.1 og Figur 4.2) er vist samhørende rågasmålinger af HCl og SO₂ samt den opnåede rensningsgrad for SO₂ i røggasrensingsanlægget. I midten på de 2 figurer er vist rågasmålinger for HCl, rengasmålinger for SO₂ samt den opnåede rensningsgrad for SO₂ i røggasrensingsanlægget. Endelig er der nederst på de 2 figurer vist rensningsgraden for SO₂ som funktion af forholdet mellem rågassens indhold af SO₂ og HCl. Sidstnævnte figur er medtaget for at vurdere, om en eventuel sammenhæng mellem rågassens HCl-indhold og rensningseffektiviteten i røggasrensingsanlæggene som nævnt kan afhænge af forholdet mellem SO₂ og HCl i rågassen.

Af Figur 4.1 og Figur 4.2 fremgår det, at der ikke er nogen klar og entydig sammenhæng mellem HCl indholdet i rågassen og den opnåede fjernelsesgrad for SO₂ ved røggasrensningen. For de fleste data er SO₂-indholdet i rågassen langt under de tidligere nævnte 70-100 % af HCl-indholdet i rågassen. For I/S Nordforbrænding er der dog enkelte målinger, hvor forholdet mellem SO₂ og HCl i rågassen ligger i intervallet 0,7-1,3 (Figur 4.2). Selv ved disse høje SO₂-koncentrationer i forhold til HCl-koncentrationer er der ingen sammenhæng mellem rågassens indhold af HCl og rensningseffektiviteten for SO₂.

De viste data er naturligvis stikprøver. For AVV I/S dækker de viste data et døgn måleværdier (Figur 4.1), mens de anvendte data for I/S Nordforbrænding dækker over næsten 2 ugers kontinuert drift. Generelt svarer de optegnede data til, hvad der ses på andre tilsvarende anlæg. Resultaterne indikerer derfor, at SO₂-emissionen ikke er direkte og entydigt koblet med HCl-indholdet i rågassen. På nærværende grundlag er det dog ikke muligt at vurdere, om HCl har en vis effekt på SO₂-fjernelsen. Dette vil kræve en mere omfattende undersøgelse af både rågas- og rengasdata fra en række anlæg samt tilhørende vurderinger af den aktuelle røggasrensning. En sådan detailundersøgelse falder uden for formålet med nærværende projekt.



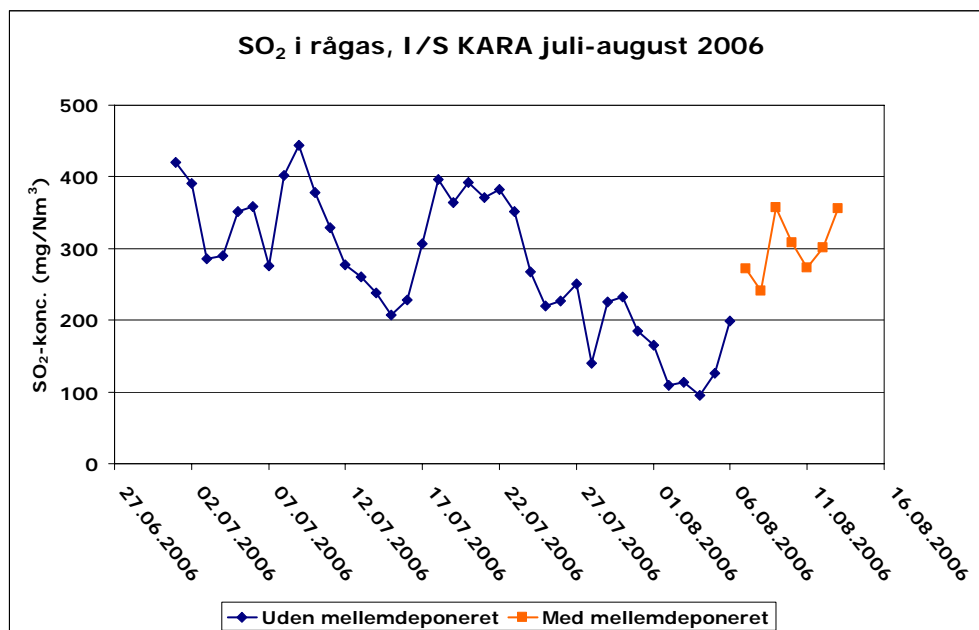
Figur 4.1. Eksempel på rågas- og rengasmålinger af HCl og SO₂ (½-times middelværdier) samt tilhørende fjernelsesgrad af SO₂ i røggasrensingsanlægget (data fra AVV I/S). De viste data er fra d. 12. december 2005. Røggaskoncentrationerne er for tør røggas med 11 % O₂.



Figur 4.2. Eksempel på rågas- og rengasmålinger af HCl og SO₂ (time-middelværdier) samt tilhørende fjernelsesgrad af SO₂ i røggasrensingsanlægget (data fra 300 timers test på I/S Nordforbrænding). De viste data er fra periode 27. nov. til 9. dec. 2002. Røggaskoncentrationerne er for tør røggas med 11 % O₂.

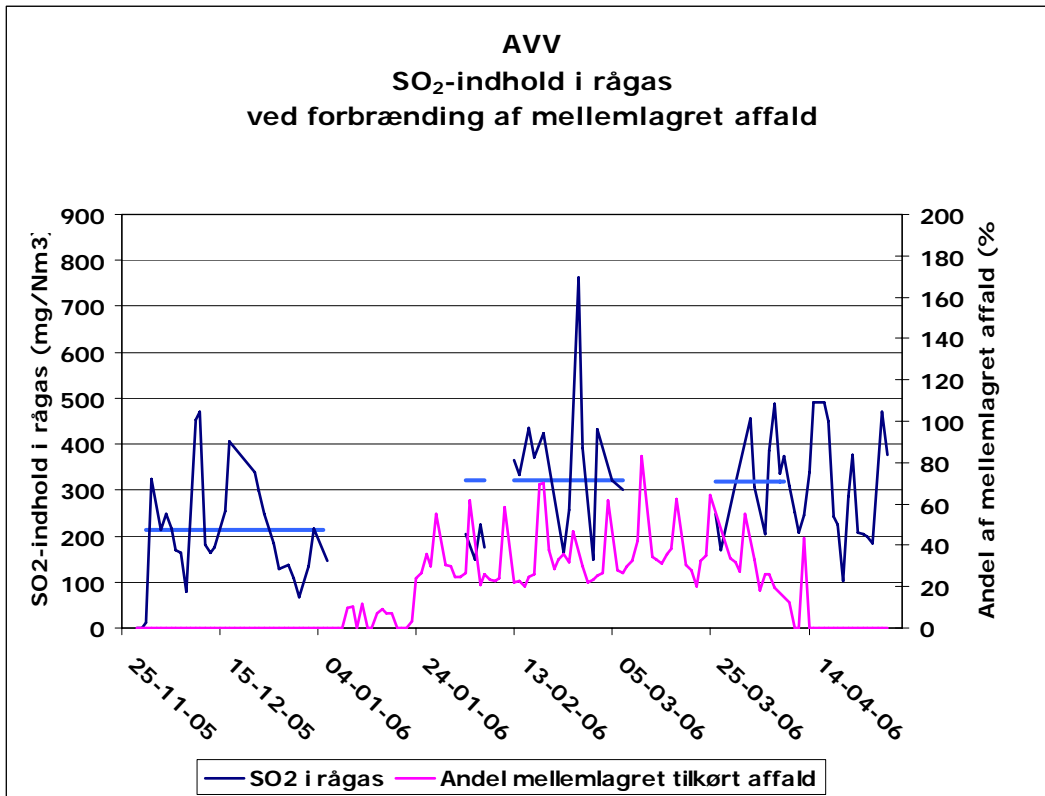
4.2 Sammenhæng mellem forbrænding af mellemlagret affald og SO₂-indhold i rågas

Data, der kan anvendes til at vurdere en eventuel sammenhæng mellem forbrænding af mellemlagret affald og SO₂-indhold i rågassen, er svære at fremskaffe. Dels er der mange forbrændingsanlæg, som ikke har kontinuerlige rågasmålinger, og dels er det svært at fremskaffe tilstrækkeligt detaljerede oplysninger om det indfyrede affald. Det har dog været muligt at fremskaffe nogle data, og eksempler på disse data er vist i Figur 4.3, Figur 4.4 og Figur 4.5.



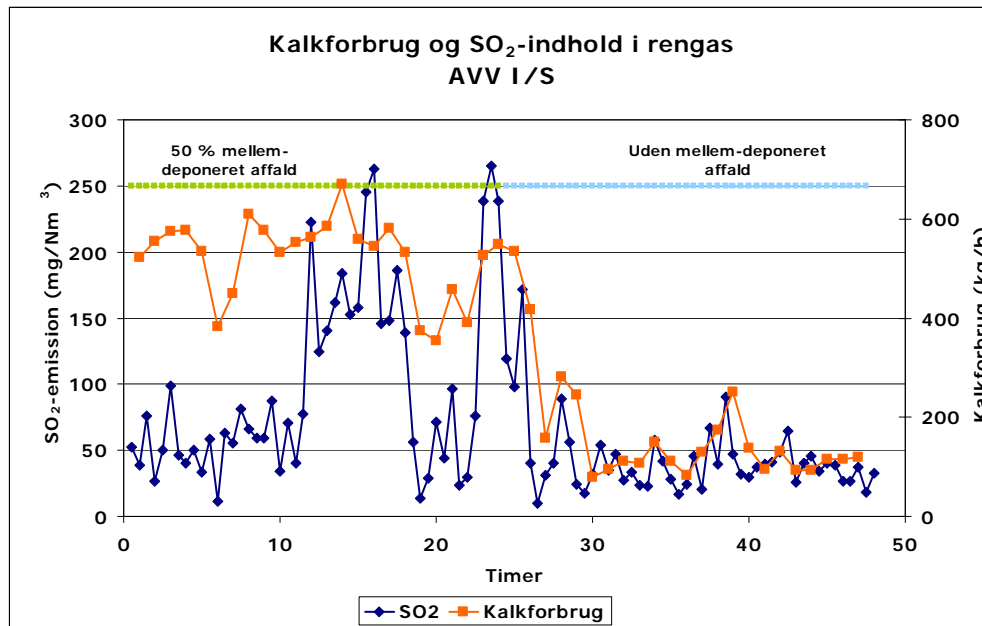
Figur 4.3 Eksempel på rågasmålinger af SO₂ (døgn-middelværdier) for perioder både med (blå kurve) og uden (orange kurve) forbrænding af mellemlagret affald (data fra I/S KARA). Røggaskoncentrationerne er for tør røggas med 11 % O₂.

Figur 4.3 viser et eksempel på rågasmålinger af SO₂ over en 2 måneders periode. Den sidste uge af måleperioden er der indfyret mellemlagret affald sammen med den almindelige dagrenovation (den orange kurve). Figuren indikerer, at indfyring af mellemlagret affald kan betyde en stigning i rågassens indhold af SO₂. Stigningen i SO₂-indholdet er dog ikke helt entydig, da der også er andre kortere perioder over den samlede 2 måneders måleperiode, med højt SO₂-indhold i rågassen. I forhold til perioden umiddelbart inden indfyring af mellemlagret affald ses der dog en tydelig stigning i SO₂-indholdet i rågassen. Stigningen i SO₂-indholdet vil naturligvis afhænge af en lang række faktorer som f.eks. mængde og sammensætning (især S-indhold) af det indfyrede mellemlagrede affald, samt andelen af mellemlagret affald i forhold til den samlede indfyrede affaldsmængde.



Figur 4.4 Eksempel på rågasmålinger af SO₂ (blå kurve) for perioder både med (pink kurve) og uden tilkørsel af mellemlagret affald til forbrændingsanlægget (data fra AVV I/S). Mængden af tilkørt mellemlagret affald er vist som den %-vise andel af den samlede tilførte affaldsmængde til anlægget. Røggaskoncentrationerne er for tør røggas med 11 % O₂.

Figur 4.4 viser et eksempel på rågasmålinger af SO₂ over en periode på omkring ½ år. Det er kun i dele af denne ½ års periode, for hvilke der findes rågasmålinger af SO₂. For disse perioder er både vist de aktuelle SO₂-målinger og det gennemsnitlige SO₂-indhold i rågassen for hver af de sammenhængende måleperioder. Ud over SO₂-indholdet i rågassen, viser figuren den andel af den samlede tilkørte affaldsmængde, som udgøres af mellemlagret affald. Af figuren fremgår det, at andelen af det tilkørte affald, der udgøres af mellemlagret affald, varierer meget. På enkelte dage udgør det op til 80 % af den samlede tilkørte affaldsmængde. I månederne februar, marts og april udgør det typisk 30-40 % af den samlede tilkørte affaldsmængde. SO₂-indholdet i rågassen er stærkt varierende også i perioder med tilkørsel af mellemlagret affald. Omregnes det målte SO₂-indhold i rågassen til en gennemsnitsværdi for hver af de 3 sammenhængende perioder, hvor der er SO₂-målinger, ses det, at det gennemsnitlige SO₂-indhold i rågassen er højere ved tilkørsel og dermed også forbrænding af mellemlagret affald. Figur 4.4 indikerer hermed, at indfyring af mellemlagret affald kan betyde en stigning i rågassens indhold af SO₂.



Figur 4.5. 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.

På Figur 4.5 er vist et eksempel på SO₂-emissioner (rengasmålinger) og kalkforbrug til røggasrensning ved et forsøg på AVV I/S.

Ved forsøget udgjorde mellemlagret affald i et døgn ca. 50 % af det indfyrede affald, mens der i det efterfølgende døgn ikke blev brændt mellemlagret affald, men udelukkende en blanding af dagrenovation, frisk erhvervsaffald og frisk storskrald. Der er ikke sammenhørende rågasmålinger for de 2 døgn, men rengasmålingerne 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. Den gennemsnitlige SO₂-emission var ca. dobbelt så høj i den periode, hvor der blev forbrændt mellemlagret affald, sammenlignet med den gennemsnitlige SO₂-emission i det efterfølgende døgn uden forbrænding af mellemlagret affald.

Også målinger af kalkforbrug til røggasrensning viser et tydeligt højere kalkforbrug i perioden med forbrænding af mellemlagret affald end i den efterfølgende periode, hvor der udelukkende blev brændt frisk affald. Kalkforbruget på forbrændingsanlægget styres af rengassens indhold af HCl og SO₂. Et højere forbrug af kalk er således et indirekte tegn på et højere indhold af forureningskomponenter i rågassen. Rengasmålinger af HCl viser ikke tegn på stigning i perioden med forbrænding af mellemlagret affald (se Figur 4.5). Det øgede kalkforbrug i denne periode skyldes derfor sandsynligvis primært forhøjet SO₂-indhold.

Sammenfaldende indikerer både kalkforbruget og SO₂-indholdet i rengassen således, at koncentrationen af forureningskomponenter (især SO₂) var betydelig højere i pe-

rioden med forbrænding af mellemlagret affald end i perioden, hvor der udelukkende blev brændt frisk affald.

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 er der i tredje fase af dette projekt gennemført forbrændingsforsøg på 3 forbrændingsanlæg. I løbet af forsøgene er der gennemført kontrollerede fuldskala-forbrændingsforsøg med og uden indfyring af mellemlagret affald. Disse forsøg er nærmere beskrevet i delrapport 3.

5. Konklusion

Ud fra de gennemgåede historiske data for tilkørt affald samt rågas- og rengasmålinger fra forskellige affaldsforbrændingsanlæg kan følgende konkluderes:

- Der kan være visse vanskeligheder med altid at overholde de gældende emissionskrav for SO_2 .
- Der findes ikke en klar og entydig sammenhæng mellem SO_2 -emissionen og HCl-indholdet i rågassen. Hvis der var en sådan sammenhæng, kunne det være indikation af, at HCl bidrager positivt ved binding af SO_2 .
- Der er tydelige indikationer af, at forbrænding af mellemlagret affald giver et øget indhold af SO_2 i rågassen.