



Referencelaboratoriet for måling af emissioner til luften	
Titel	Afprøvning af metode for opsamling og analyse af svovlbrinte i røggasemission
Undertitel	
Forfatter(e)	Jørn Rokkjær og Peter Mortensen Eurofins Miljø A/S
Arbejdet udført, år	2013
Udgivelsesdato	28 marts 2014
Revideret, dato	-



Sagsnr. 221522-151-122

Rapport

Afprøvning af metode for opsamling og analyse af svovlbrinte i røggasemission

November 2013

Rekvirent: Referencelaboratoriet for måling af emissioner til luft

Dato: 28. marts 2014

Udført af: Eurofins Miljø A/S
Smedeskovvej 38, DK-8464 Galten



Jørn Rokkjær
cand.scient.

Peter Mortensen
cand.scient.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

I:\SAGER\GALTEN\EMISSION\122\221000_221999\221522_MST_H2S_PROJEKT\METODE FOR MÅLING AF SVOVLBRINTE I AFKASTLUFT_7.DOC

Side 1 af 18

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	3
2.	Baggrund og formål	3
3.	Beskrivelse af gennemførte forsøg	3
4.	Gasgenereringssystem	5
5.	Måle- og analysemetoder	5
6.	Resultater	7
7.	Diskussion	9

Bilag

Bilag 1 - Delresultater

Bilag 2 - CdAc, ZnAc, H₂S monitor (alle resultater excl interferensforsøg)Bilag 3 - CdAc, ZnAc, H₂S monitor (måleområde 0-20 mg/Nm³)

Bilag 4 - Absorptionseffektivitet

Bilag 5 - Skitse af måleopstilling

Bilag 6 - Foto vaskeflasker

Bilag 7 - Resultater kontinuert H₂S målerBilag 8 – Gascerfifikat H₂S

Indledning

Svovlbrinte optræder som uønsket emission fra en række forskellige industrielle processer. Miljøstyrelsen har således opstillet en B-værdi for stoffet.

Korrekt måling for svovlbrinte er derfor vigtig af hensyn til både de miljømæssige forhold og de økonomiske konsekvenser en sådan måling kan få for de involverede virksomheder i form af etablering af eventuelle afhjælpende tiltag.

Dette projekt har til formål at tilvejebringe viden om korrektheden af to på markedet værende måle- og analysemetoder til brug for måling for svovlbrinte i emissionssammenhæng.

1. Baggrund og formål

Svovlbrinte måles traditionelt ved opsamling i en vaskeflaske med indhold af et reagens, som via en kemisk reaktion opfanger eventuelt tilstedeværende svovlbrinte i den tilledte prøvegase.

Som reagens anvendes metalsalte. Ved reaktionen i vaskeflasken dannes de tilhørende metal-sulfider. I det tilfælde hhv. zinksulfid og cadmiumsulfid.

I laboratoriet analyseres der efterfølgende for det dannede reaktionsprodukt, idet mængden af dannet metal-sulfid er udtryk for den oprindelige mængde tilledt svovlbrinte. Ud fra kendskab til den opsamlede luftmængde beregnes den gennemsnitlige koncentration i den tilledte røggas.

Analyseprincippet består i en omdannelse af metalsulfid til methylenblåt vha. N,N-dimethylphenylendiamin/ferrichlorid. Methylenblåt kan herefter bestemmes spektrofotometrisk.

Det nuværende metodeblad for måling af svovlbrinte (MEL 23) angiver, at zinkacetat skal anvendes som reagens. Metodebladet refererer imidlertid til EPA Method 11 (*Determination of hydrogen sulfide content of fuel streams in petroleum refineries*) som reference og denne angiver cadmiumacetat som reagens. Som følge heraf og som følge af, at Zn-acetat af en række miljø- og arbejdsmiljømæssige årsager er at foretrække, er det besluttet at afprøve de to metoder hhv. opsamling med cadmiumacetat og zinkacetat som reagens.

Baggrunden for projektet er således et ønske om at fastlægge, hvorvidt Zn-acetat kan substituere Cd-acetat i forbindelse med måling af svovlbrinte i emissionssammenhæng.

Formålet med projektet er følgende:

- **At vurdere om anvendelse af zinkacetat og cadmiumacetat giver sammenlignelige resultater ved anvendelse til opsamling af H₂S under emissions realistiske forhold**

2. Beskrivelse af gennemførte forsøg

Der er udført en række kontrollerede eksponeringsforsøg med opsamling og efterfølgende analyse af kendte H₂S koncentrationer. Til opsamling og analyse anvendes de nuværende forskrifter, som beskrevet i MEL 23.

Alle forsøgene er gennemført i Eurofins' laboratorier i Galten.

Forsøgene gennemføres med realistiske og typiske svovlbrintekoncentrationer (0, 5, 10, 20 og 100 mg/Nm³),

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

I:\SAGER\GALTEN\EMISSION\122\221000_221999\221522_MST_H2S_PROJEKT\METODE FOR MÅLING AF SVOVLBRINTE I AFKASTLUFT_7.DOC

Side 3 af 18



Sagsnr. 221522-151-122

som de kan findes ved røggasemissioner. MEL 23 angiver et måleområde for metoden på 0,1 til 10 mg/m³. De to højeste testkoncentrationer er medtaget med henblik på vurdering af metodens anvendelighed udenfor det angivne måleområde.

I forsøgene anvendes primært test-atmosfærer med atmosfærisk luft og H₂S i blanding. Der er desuden foretaget enkelte forsøg med henblik på at belyse interferens fra vand, SO₂ og NO₂.

Til at følge forsøgets forløb og til at kvalitetssikre måleopstillingen er der tilsluttet en direkte visende SO₂-monitor, der via en molybdæn-konverter er sat op til måling af H₂S. H₂S målerens primære opgave er at verificere at den til ledte H₂S koncentration er konstant og at blandingskoncentrationen er korrekt.

Absorptionseffektiviteten for begge opsamlingsmedier er tillige bestemt ved udvalgte koncentrationer (separate analyser af indholdet i de enkelte vaskeflasker i opsamlingsystemet).

Skitse af forsøgsopstillingen ses i bilag 5.

I de enkelte forsøgsrunder er der foretaget parallelle og samtidige opsamlinger med både CdAc og ZnAc.

Efter opsamling er opsamlingsvæskerne videregivet til laboratoriet ved Eurofins Product Testing, Galten, som har analyseret prøverne for svovlbrinte

Resultaterne er efterfølgende sammenlignet med de forventede værdier.

MEL 23 angiver, at der er en potentiel interferens fra SO₂ og NO₂.

MEL 23 foreskriver, at evt. forekomst af SO₂ fjernes ved gennembobling i hydrogenperoxidopløsning forud for opsamling. Hvorvidt det påvirker den efterfølgende opsamling af svovlbrinte testes for de to metoder ved, at der som led i førnævnte eksponeringsforsøg dubleres med en opsamling med en forflaske med hydrogenperoxid ved høj H₂S koncentration i forsøget.

NO₂ angives at have potentiel negativ interferens på måling af H₂S. Dette testes ved at eksponeringsforsøget ved høj H₂S koncentration under samtidig tilledning af høj NO₂ koncentration.

Ved én H₂S koncentration testes evt. vandinterferens ved at gentage eksponeringsforsøget ved indhold af vand i testgassen i en emissionsrealistisk koncentration (10 vol%).

Den samlede forsøgsmatrice er skitseret herunder:

Nr	CdAc	ZnAc	H ₂ S mg/Nm ³	SO ₂ mg/Nm ³	NO ₂ mg/Nm ³	H ₂ O ₂ "Fælde"	H ₂ O vol%	Kont. H ₂ S/SO ₂	Div.
1	x	x	50	0	0	nej	0	ja	*
2	x	x	5	0	0	nej	0	ja	
3	x	x	10	0	0	nej	0	ja	
4	x	x	20	0	0	nej	0	ja	**
5	x	x	20	0	0	Ja	0	ja	
6	x	x	100	0	0	nej	0	ja	**
7	x	x	45	ca 80	0	Ja	0	ja	
8	x	x	90	0	ca. 80	nej	0	ja	
9	x	x	20	0	0	nej	ca. 10	ja	
10	x	x	0	0	0	nej	0	ja	

*: supplerende testpunkt

** : supplerende undersøgelse af opsamlingseffektivitet

Herudover er udtaget flere prøver for blindværdi bestemmelse.

3. Gasgenereringssystem

Kendte koncentrationer af svovlbrinte er genereret ved dynamisk fortynding af indkøbt certificeret svovlbrinte-referencegas (H₂S 102 mg/Nm³ i N₂, leverandør AGA, cylindernr 7523100000917). Fortynderne er foretaget på fortyndingssystem model Hovacal 311. Fortyndingssystemet består af 3 mass flow controllers samt pumpe for væske (H₂O) dosering.

Til undersøgelse af eventuel interferens for svovldioxid og nitrogendioxid er anvendt tilledning af kendte koncentrationer af disse gasser fra certificerede referencegasser (SO₂ 49,4 ppm N₂, leverandør AGA, cylindernr 7523100000194), (NO₂ 312 ppm i N₂, leverandør AGA, cylindernr 7520000454580).

4. Måle- og analysemetoder

Opsamling er foretaget i henhold til beskrivelse i MEL 23, idet en testgas med kendt koncentration er tilladt vaskeflasker med hhv. zinkacetat og cadmiumacetat som opsamlingsmedie.

Skitse af måleopstilling er gengivet i bilag 5.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

I:\SAGER\GALTENEMMISSION122\221000_221999\221522_MST_H2S_PROJEKTMETODE FOR MÅLING AF SVOVLBRINTE I AFKASTLUFT_7.DOC

Side 5 af 18

Opsamlingsmetoder:

CdAc opsamlingsvæsken består af 2 væsker:

- 1) 0,9 g Cd-acetat, 2H₂O samt 2,0 g arabinogalatan fortyndet op til 100 ml med vand.
- 2) 0,15 N NaOH

Væskerne blandes 1:1 umiddelbart før prøvetagningen.

Det skal bemærkes at den normalt anvendte NaOH er 0,015N men den højere koncentration vurderes ikke at have betydning for resultaterne. pH umiddelbart før analysen er målt til < 1. Anvendelse af højere NaOH koncentration var ikke tilsigtet.

ZnAc : Opsamlingsvæske er fremstillet i henhold til MEL-23 bestående af en 2% Zn-acetat opløsning i vand.

Opsamlingsbetingelser

Der er anvendt 2 serieforbundne vaskeflasker uden "fritte". Prøvetagningsflow på ca. 1,2 l/min og et absorptionsvæskevolumen på ca. 25 ml. Prøvetagningstid ca. 30 minutter.

Prøvetagningssystemet herunder pumpeudstyr er kontrolleret før og efter målingernes gennemførelse. Pumpeudstyret overholder Eurofins' normale acceptkriterier.

Analyse

Analyserne for svovlbrinte er foretaget i henhold til interne metoder fra Eurofins Product Testing :

CdAc : Hydrogensulfid i luft intern Eurofins metode 71 M 54 4450.

ZnAc : Bestemmelse af koncentration af hydrogensulfid (svovlbrinte) i strømmende gas. MEL-23

CdAc og Zn-Ac (MEL-23):

Laboratorieanalysen for begge metoder er den samme:

Prøven overføres til målekolbe og der tilsættes aminreagens (sur). Herefter tilsættes ferri-kloridopløsning og prøven henstår i 30-45 min. Absorbansen måles ved 670 nm ("methylenblå").

Analyse usikkerhed : 20% (K=2).

5. Resultater

Alle delresultater fremgår af resultatskema i bilag 1.

Forsøg 1, 2, 3, 4, 6 og 10: sammenligning af ZnAcetat og CdAcetat

Såvel opsamling med ZnAcetat som CdAcetat udviser linearitet i måleområdet fra 0 til 100 mg/Nm³ (R² hhv. 0,95 og 0,97).

Begge metoder har en væsentlig afvigelse fra referencen (cylinder gas). CdAc og ZnAc metoderne synes således begge at underestimere den af leverandøren anførte koncentration af referencegassen.

CdAc (måleområde 0-100 mg/Nm³) : Måleværdi = 0,76 * referencekoncentration R² = 0,965

ZnAc (måleområde 0-100 mg/Nm³) : Måleværdi = 0,82 * referencekoncentration R² = 0,937

Som det fremgår, er der en tendens til at opsamling med ZnAcetat er tættere på den nominelle værdi end tilsvarende for CdAcetat. Vurderet ud fra de relativt få forsøg, som er gennemført, synes der dog ikke at være nogen væsentlig forskel i måleområdet 0-100 mg/Nm³ for de to metoder.

I området 0-20 mg/Nm³ er forholdet dog omvendt, således at CdAc og ZnAc synes at overestimere den af leverandøren anførte koncentration (se bilag 3).

Det skal bemærkes, at H₂S referencegassen er kontrolleret ved sammenligning med en 50 ppm SO₂ referencegas med måleudstyret kalibreret med H₂S standarden. Målesignalet fra SO₂ gassen giver en koncentration, der kan omregnes til 50 ppm, dvs, at der er i overensstemmelse med H₂S standarden og SO₂ standarden (når der korrigeres for flaskernes koncentrationer). Den anførte referencegas koncentration synes derfor at være korrekt.

Interferens forsøg

Effekt af SO₂ scrubber (forsøg nr 4 og 5)

Ved en H₂S referencekoncentration på 20 mg/Nm³ blev der foretaget eksponering hhv. med og uden indskudt SO₂ scrubber (3% H₂O₂). Resultatet fremgår af nedenstående tabel. Som det fremgår, er der begge steder tale om en reduktion i den målte koncentration af H₂S efter scrubberen. Reduktionen i % er anført i parentes.

NR	Scrubber	CdAc mg/Nm ³	ZnAc mg/Nm ³
4	Nej	24,5	27,9
5	Ja	16,0 (35%)	24,4 (13%)

Tabel 1: Opsamling med og uden indskudt SO₂ scrubber.

SO₂ scrubber vurderes effektivt at kunne fjerne tilstedeværende SO₂ i koncentrationer op til 80 mg/Nm³ (max testede koncentration).

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

I:\SAGER\GALTEN\EMISSION\122\221000_221999\221522_MST_H2S_PROJEKTMETODE FOR MÅLING AF SVOVLBRINTE I AFKASTLUFT_7.DOC

Side 7 af 18

NO₂- interferens (Forsøg 8)

NR	Reference H ₂ S mg/Nm ³	CdAc mg/Nm ³	ZnAc mg/Nm ³
8	89,1	43,4 (51%)	74,7 (16%)

Tabel 2: NO₂ Interferens (80 mg/Nm³)

Ovenstående tabel viser målt koncentration sammenholdt med referencegaskoncentrationen under samtidig tilledning af emissionsrealistisk NO₂ koncentration på 80 mg/Nm³. For både ZnAcetat og CdAcetat ses en negativ interferens, som angivet i parentes. Interferensen synes størst for CdAcetat. Det meget begrænsede datamateriale taget i betragtning skal denne forskel mellem CdAc og ZnAc dog tages med forbehold.

Interferens fra vanddamp (forsøg 9)

NR	Reference H ₂ S mg/Nm ³	CdAc mg/Nm ³	ZnAc mg/Nm ³
9	19,5	20,6 (5,6%)	28,7 (47%)

Tabel 3: Vanddamp interferens (12 vol%)

Ovenstående tabel viser målt koncentration sammenholdt med referencegaskoncentrationen under samtidig tilledning af emissionsrealistisk vanddamp koncentration på 12 vol%. For især ZnAcetat ses en betydelig afvigelse fra referencen (angivet i parentes). Som nævnt tidligere skal afvigelsen tages med forbehold pga. den ringe datamængde.

Absorptionseffektivitet

Begge metoder har en absorptionseffektivitet på over 98% - se bilag 4., Absorptionseffektivitet vurderes at være tilfredsstillende.

H₂S monitor

Parallelt med opsamlingerne med vaskeflasker var måleopstillingen forsynet med en kontinuert registrerende måler.

Resultaterne heraf fremgår af bilag 1 og af kurverne i bilag 2. Det har ikke været formålet med den foreliggende undersøgelse at vurdere anvendeligheden af den kontinuerte måler, men som det fremgår viser resultaterne fra måleren en særdeles stor overensstemmelse med den nominelle referencegas koncentration.

Måleren synes lineær i hele området fra 0 til 100 mg/Nm³ H₂S:

Måleværdi = 1,00 * referencekoncentration R² = 0,999.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

6. Diskussion og konklusion

Formålet med denne undersøgelse var at vurdere om anvendelse af zinkacetat og cadmiumacetat giver sammenlignelige resultater ved anvendelse til opsamling af H₂S under emissions realistiske forhold.

Forsøgene har vist, at opsamling i vaskeflaske med såvel zinkacetat og cadmiumacetat synes at underestimerer den faktiske koncentration. Der er en tendens til, at zinkacetat giver bedre overensstemmelse, men datamaterialets størrelse taget i betragtning er det dog næppe en sikker konklusion. Det skal bemærkes, at prøverne er analyseret samme dag overfor de samme laboratoriestandarder, så forskellen mellem de 2 metoder er derfor med stor sandsynlighed ikke en forskel, der opstår f.eks. dag til-dag variationer under analyserne.

Konklusionen er derfor, at der ikke synes at være forskel i de to metodes anvendelighed til måling af svovlbrinte. Da zinkacetat af både arbejdsmiljø- og miljømæssige årsager er at foretrække, kan zinkacetat med fordel anvendes i stedet for cadmiumacetat.

Interferensforsøgene har vist, at den anbefalede SO₂ scrubber foran måleopstillingen reducerer den målte koncentration af svovlbrinte, ligesom tilstedeværelse af NO₂ har en tydelig negativ interferens. Begge forhold er af vigtighed i forbindelse med emissionsmålinger og bør tages i betragtning ved planlægning af målinger og i forbindelse med vurdering af resultater. Den påviste positive interferens for vand er vanskelig at forklare og bør tages med forbehold.

Den kontinuerte metode (monitor) viser en væsentlig bedre overensstemmelse med referencen end de manuelle metoder. Anvendelse af denne metode bør derfor overvejes fremover som alternativ metode for måling af svovlbrinte i emissionssammenhæng. Det skal dog bemærkes at evt. interferenser ikke er dokumenteret på den kontinuerte metode ligesom den kontinuerte metode er væsentlig mere udstyrskrævende og kompliceret. Den kontinuerte metode er kalibreret med H₂S. Der er ikke i måleopstillingen anvendt SO₂ scrubber foran H₂S-monitoren da monitoren primære opgave var at monitere og kontrollere den dynamisk genererede H₂S koncentration.

De manuelle metoder har umiddelbart en fordel i form af en lavere detektionsgrænse sammenlignet den kontinuerte metode. Samtidigt kan detektionsgrænsen sænkes ved længere prøvetagningstid/større opsamlet luftmængde.

Nogle metoder foreskriver, at vaskeflaskerne efter endt prøvetagning skal udluftes med ren luft for at få rester af H₂S drevet ud så alt udsuget H₂S kommer frem til vaskeflaskerne med CdAc/ZnAc og bliver medtaget i analysen. MEL-23 foreskriver ikke denne fremgangsmåde og i forsøgene er der ikke foretaget udluftning efter endt prøvetagning. MEL 23 bør evt. suppleres med en beskrivelse af, at vaskeflaskerne skal udluftes, efter endt prøvetagning, hvis der er brugt SO₂ scrubber.

Inden forsøgets start blev der indsamlet oplysninger om typiske svovlbrintekoncentrationer under industrielle forhold. Fra Dansk Gasteknisk Center blev det bl.a. oplyst at der var erfaringer, som viste, at der i specielt biogas kunne påvises høje svovlbrintekoncentrationer men også en lang række andre svovlholdige forbindelser. Dette forsøg har ikke undersøgt anvendeligheden af metoderne ved måling på biogas. På grund af tilstedeværelsen af andre svovlforbindelser bør det i givet fald ske med forsigtighed. Konklusionerne fra dette forsøg kan næppe udstrækkes til også at omfatte biogas.

ZnAc metoden vurderes at kunne anvendes i range 0 – 100 mg/Nm³. Der bør evt. udføres ekstra bestemmelser over 20 mg/Nm³ for at opnå en bedre dokumentation for metodens anvendelsesområde.

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

I:\SAGER\GALTEN\EMISSION\122\221000_221999\221522_MST_H2S_PROJEKTMETODE FOR MÅLING AF SVOVLBRINTE I AFKASTLUFT_7.DOC

Side 9 af 18

Forslag til supplerende undersøgelser:

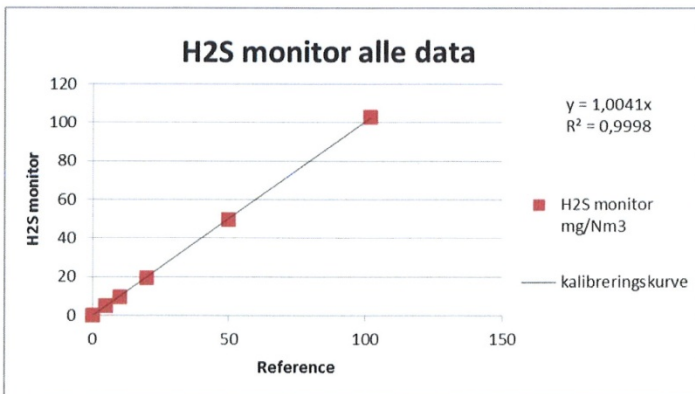
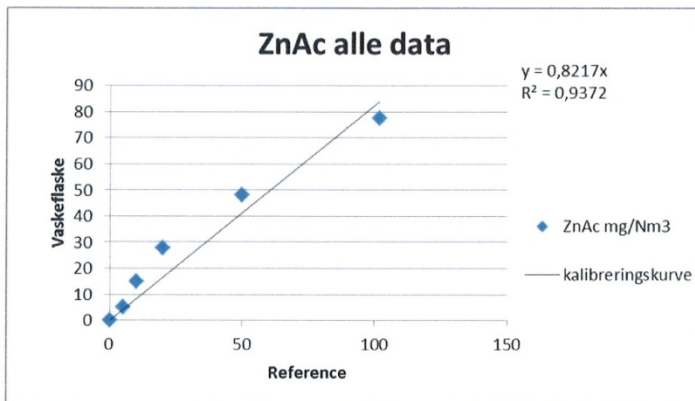
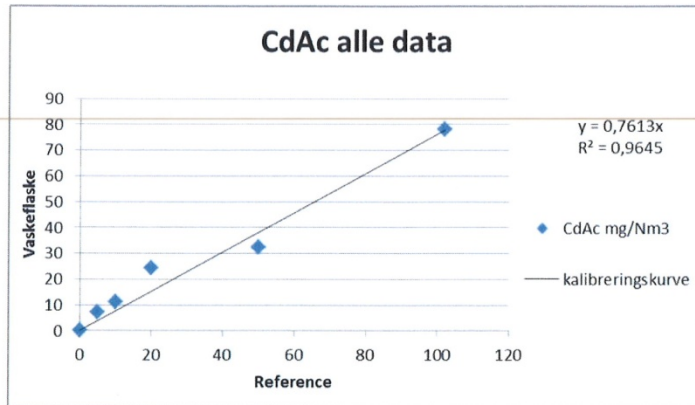
- 1) Undersøgelser der kan belyse den systematiske forskel mellem de 2 målemetoder og afvigelsen fra referencegas koncentrationen. Flere målinger og gentagelser til bestemmelse af repeterbarhed/reproducerbarhed.
- 2) SO₂ scrubbers effekt (mistes H₂S og hvor meget). Evt. betydning af udluftning af prøven efter endt prøvetagning
- 3) Linearitet og målerange. Flere forsøg i det høje måleområde
- 4) Optimering af kontinuert metode og evt. supplement til den manuelle metode
- 5) Interferens fra NO₂ bør testes yderligere
- 6) Måling på biogas hvor der er konstateret problemer med metodens validitet

Bilag 1 : Delresultater

NR	Reference H ₂ S mg/Nm ³	Opsamling CdAc mg/Nm ³	Opsamling ZnAc mg/Nm ³	Kont. H ₂ S (SO ₂) mg/Nm ³	Bemærkning
1	50,0	32,4	48,1	49,6	
2	5,0	7,2	5,1	5,2	
3	10,0	11,1	15,1	9,4	
4	20,0	24,5	27,9	19,4	
5	20,0	16,0	24,4	19,4 før scrubber	SO ₂ scrubber
6	102,0	78,1	77,4	102,9	
7	44,3	35,7	49,5	(88,8 excl scrubber. Ref =86,8 *)	SO ₂ scrubber 80 mg/Nm ³
8	89,1	43,4	74,7	80,8	NO ₂ interferens 80,5 mg/Nm ³
9	19,5	20,6	28,7	20,2	H ₂ O interferens 12 vol%
10	0,0	< 0,2	< 0,2	0,0	

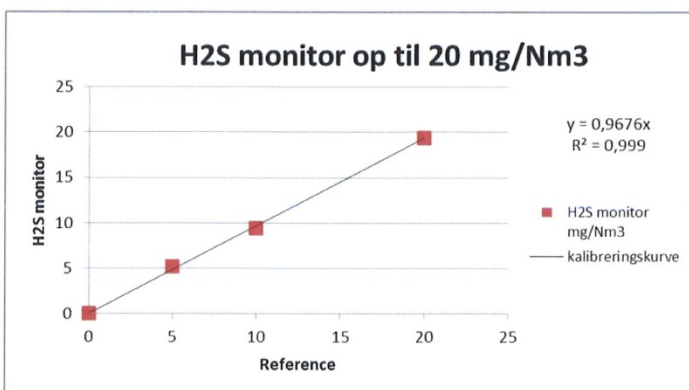
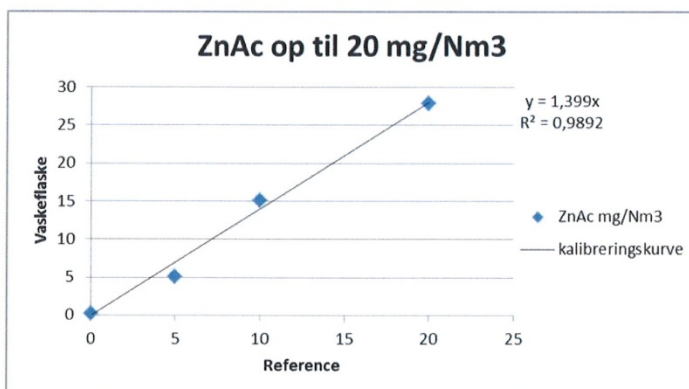
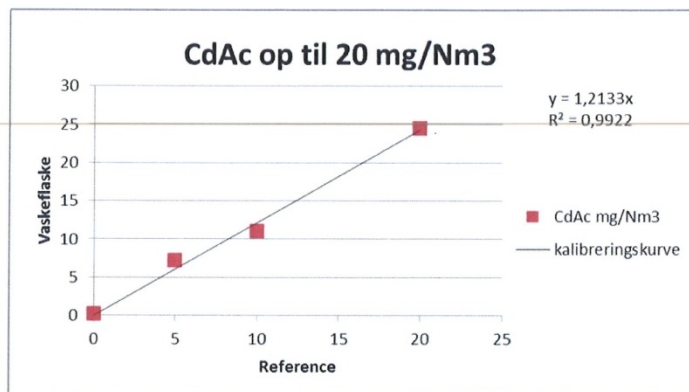
*: 80 mg/Nm³ SO₂ svarer til 80*1,52/2,86 = 42,5 mg/Nm³ H₂S. Da der ikke er SO₂ scrubber foran H₂S monitor så vil H₂S monitor måle summen af H₂S og SO₂ dvs 44,3+42,5 = 86,8 mg/Nm³

Bilag 2 : CdAc, ZnAc, H₂S monitor (alle resultater excl interferensforsøg)



Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Bilag 3: CdAc, ZnAc, H₂S monitor (måleområde 0-20 mg/Nm³)



Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
 Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Bilag 4 : Absorptionseffektivitet

Ved de fleste af målingerne er "sampling trains" vaskeflasker "poolet" inden analyse.

Der er ved prøve 4 og 6 foretaget analyse af "sampling trains" enkelte vaskeflasker. I nedenstående tabel er der anført koncentrationen i hhv 1. vaskeflaske og 2. vaskeflaske.

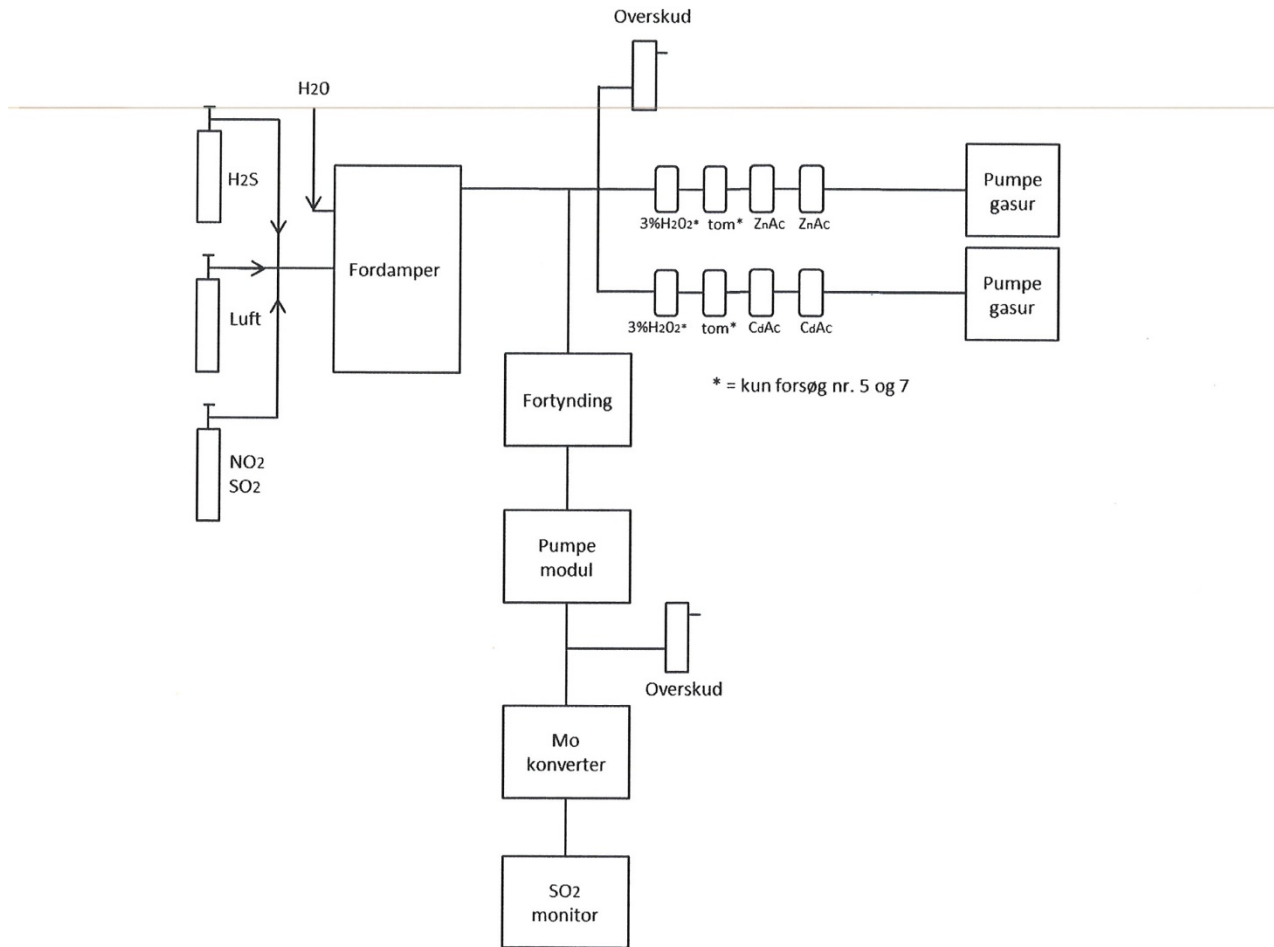
Nr	CdAc mg/Nm ³	ZnAc mg/Nm ³
4	24,5 / < 0,1	27,9 / 0,5
6	78,1 / < 0,1	77,4 / < 0,2

Det fremgår af ovenstående tabel at der er en meget fin absorptionseffektivitet på begge metoder. Absorptionseffektiviteten er større end 98%.

$$\text{Absorptionseffektiviteten} = [A] \cdot 100 / ([A] + [B]) \%$$

hvor [A] og [B] er konc af H₂S i hhv A og B flaske.

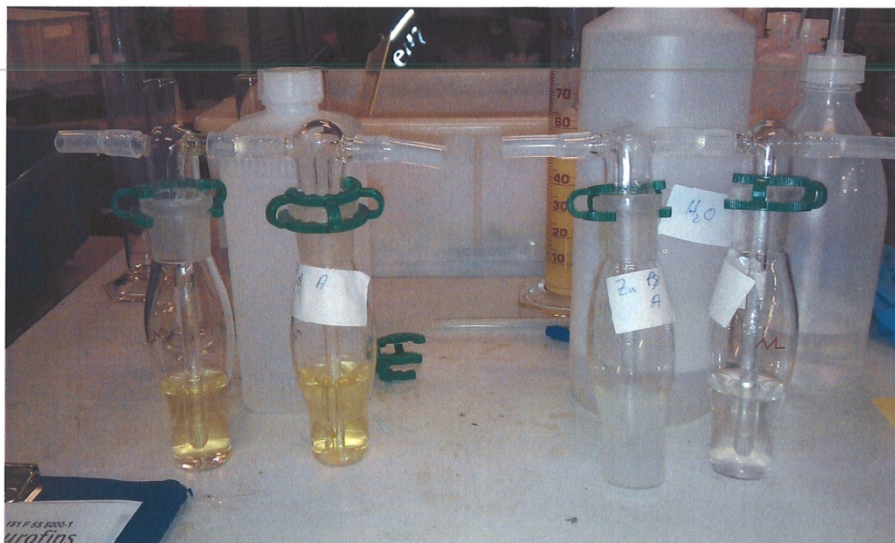
Bilag 5 : Skitse af måleopstilling



Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
 Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

Bilag 6 : Foto vaskeflasker

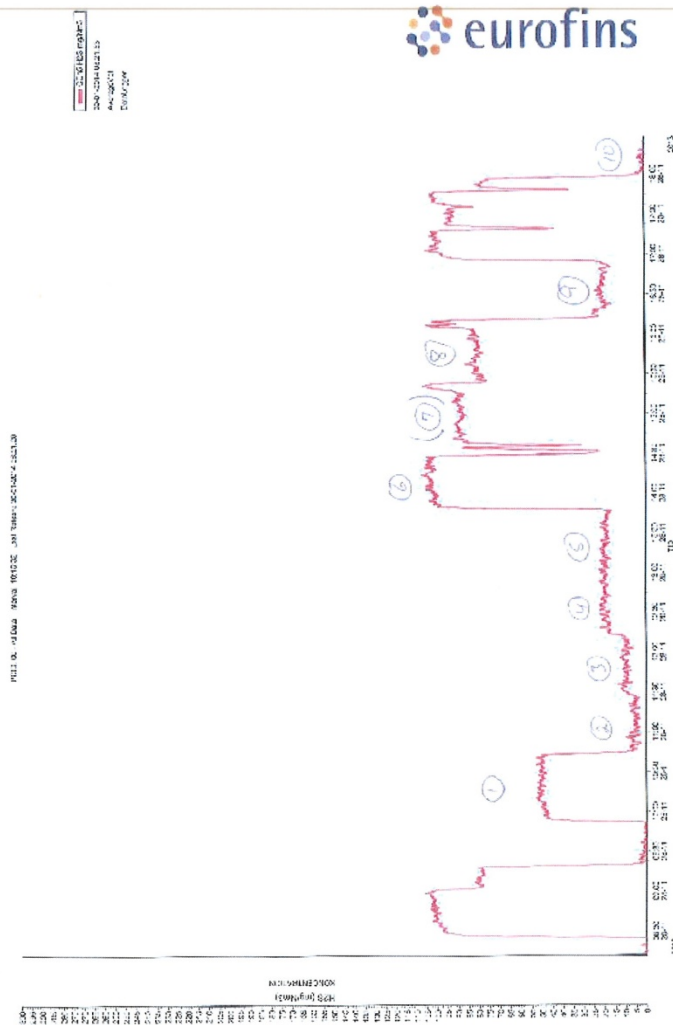
Eksporerede vaskeflasker med hhv CdAc og ZnAc



Bilag 7 : Resultater kontinuert H2S måler

1 ppm SO₂ = 2,86 mg/Nm³

SO₂ kalibreringsgas : 49,4 ppm svarende til 75 mg/Nm³ H₂S



Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).

Rapporten må ikke gives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.

I:\SAGER\GALTENEMISSION\122\221000_221999\221522_MST_H2S_PROJEKTMETODE FOR MÅLING AF SVOVLBRINTE I AFKASTLUFT_7.DOC

Side 17 af 18

Bilag 8 : Gascertifikat H₂S

		Udstiftelsesdato/ Date of issue 20. 3-09-16 Analysnr/ Certificate number 100300554 Flasknr/ Cylinder number 7523 105006917 Ordernr/ Order number 20_2056844 Sidnr/ Page number Page of . Materialnr/ Material number 714008
Kundnavn/ Customer name Eurofins Miljø A/S Smødeskov vej 38 8466 Galten		

Analyscertifikat/Certificate of analysis
 Certified standard
 Configurable spg HiQ® Produktnummer N/A

Flasker/Cylinder					
Flasketype	Ventilansturing	Fyllningstryk	Gasvolum		
Cylinder type	Valve connection	Cylinder pressure (at 15°C)	Gas volume (at 15°C, 1.013 bar)		
OTM-50	SS-DIN 1	150 bar	7,5m ³		

Komponent		Beståld Halt	Analysrad Halt	Enhed	Analysosikkerhed
Component		Ordered	Analysis result	Unit	Uncertainty % Rel.
Svovlvand/Hydrogen sulfide	H ₂ S	100,000	102	mg/m ³	- 1,0
Nitrogen/Nitrogen	N ₂	Grundgasv. 5			

Rekommenderad lager- och användningstemperatur / Recommended storage and usage temperature: -20 °C till/til -40 °C

Lägsta användningstryck / Minimum utilization: 5 bar

Används före (AAAA-MM-DD) / Use before: 2014-08-29

Konfidenznivå / Confidence level: 95 %

Blandningstolerans / Blend tolerance: 5,0 % relativ/relative

Kommentarer / Comments:

Anläggning/Site: Enköping

Analysansvarig/Responsible for the analysis

Lindo Subsidiary

AGA Gas AB		I certifikatet får ej återges något till i sin helhet utan skriftligt tillstånd från laboratoriet. The certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of the laboratory.	
Specialgas Box 20 715 21 ENKÖPING Sweden	Telefon/Telefonno 08 731 10 00 / 045 8 731 10 00 Telefax: 08 731 10 00 08 757 97 19 / 045 8 757 97 18	Huvudkontor / Head Office Org nr.: Reg No 555069-8118 AGA Gas AB Box 10 131 31 LINDINGÖ Sweden	Förtroende / Trust Commission for AGA AB The company operates an behalf of AGA AB VAT No: SE566388034301

Prøvningsresultaterne gælder udelukkende for de(n) undersøgte prøve(r).
 Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden prøvningslaboratoriets skriftlige godkendelse.