



I/S Norfors Ovn 4 Måling af emissioner til luften Præstationsmåling 1 2018

**Akkrediteret rapport 118-21286 A
Målinger udført i februar 2018
Projektleder: Jørgen Boje**

Underskriftsberettiget

Prøvningsrapporten er kun gyldig med signatur fra FORCE Technology. Rapporten forefindes som original i FORCE Technologys database og sendes som elektronisk duplikat til kunden. Den hos FORCE Technology lagrede original har forrang som dokumentation for rapportens indhold og gyldighed. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag med tilladelse fra FORCE Technology.

GTS

ADVANCED
TECHNOLOGY GROUP

Kontakt:
Metrologi og Luftmiljø
Projektleder Jørgen Boje
Direkte tlf. 43 25 01 39
Mobil: 42 62 71 39
E-mail: jbo@force.dk

FORCE Technology
Park Allé 345
2605 Brøndby, Danmark
+45 43 25 00 00
+45 43 25 00 10
info@forcetechnology.dk
www.forcetechnology.com



Resumé

Anlæg/afkast: ovn 4

Parameter	Enhed	Middel	Miljø krav
Dato	dd-mm-åå	22/02/2018	-

Hjælpeparametre

Temperatur	°C	120	-
CO ₂	vol% (tør)	10,1	-
O ₂	vol% (tør)	9,81	-
H ₂ O	vol%	17,6	-
Volumenstrøm	m ³ (n,t)/h	48.000	-

Koncentrationer

HF	mg/m ³ (ref)	0,15	1,0
Hg	mg/m ³ (ref)	0,012	0,050
∑ Cd & Tl	mg/m ³ (ref)	< 0,001	0,050
∑ As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb & V	mg/m ³ (ref)	0,022	0,50
Dioxiner (I-TEQ)	ng/m ³ (ref)	0,15	0,10
PAH'er (B[a]p-ækv.)	µg/m ³ (ref)	0,00059	5,0

(ref) angiver tør røggas ved normaltilstanden (0°C, 101,3 kPa) og 11 % ilt
Miljøkrav er oplyst af virksomheden.

Tabel 1 Hovedresultat af målinger



Indholdsfortegnelse

Resumé	2
1 Indledning	4
1.1 Formål	4
1.2 Resultatoversigt	5
1.3 Kommentarer til resultaterne	5
2 Anlægsbeskrivelse	5
2.1 Driftsforhold under målingerne	5
3 Målingernes udførelse	5
3.1 Målemetoder	5
3.2 Forhold af betydning for måleusikkerheden	6
Bilag A Målemetoder og usikkerheder	7



1 Indledning

FORCE Technology har i februar 2018 udført måling af emissioner til luften på virksomheden I/S Norfors's Ovn 4:

Adresse: Savsvinget 2, 2970 Hørsholm
Rekvirent: I/S Norfors ved Claus Fagerlund Carlsson

Målingerne er udført af: Lars Arentoft
Rapporten er udarbejdet af: Lars Arentoft

Måleparametre og målingernes varighed fremgår af resultatoversigten i kapitel 1.2.

Prøveudtagning og analyse er gennemført i overensstemmelse med FORCE Technologys akkreditering nr. 51 og nr. 65 fra DANAK.

Følgende er ikke omfattet af akkrediteringen:

- oplysninger om drifts- og produktionsforhold
- oplysninger om miljøkrav

Resultatet af målingerne gælder kun for det aktuelle anlæg, i de aktuelle måleperioder og for de aktuelle driftssituationer.

1.1 Formål

Formålet med målingerne er at kontrollere at emissionen fra ovn 4 er overholdt i henhold til anlæggets miljøgodkendelse.

1.2 Resultatoversigt

Anlæg/afkast: ovn 4

Parameter	Enhed	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Måling 4	Måling 5	Middel	Miljø krav	Felt blind/ Drift (%)
Dato	dd-mm-åå	22/02/2018	22/02/2018	22/02/2018	22/02/2018	22/02/2018	22/02/2018	-	-
Måleperiode	tt:mm	08:26 - 09:26	09:35 - 10:35	10:46 - 11:46	07:41 - 13:41	07:41 - 13:41	-	-	-
Kanalareal	m ²	1,539					-	-	-

Hjælpeparametre

Parameter	Enhed	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Måling 4	Måling 5	Middel	Miljø krav	Felt blind/ Drift (%)
Temperatur	°C	125	125	125	125	125	120	-	-
CO ₂	vol% (tør)	10,3	10,1	10,2	10,00	10,00	10,1	-	Drift: 0,10%
O ₂	vol% (tør)	9,81	9,86	9,60	9,88	9,88	9,81	-	Drift: 0,10%
H ₂ O	vol%	16,7	16,6	16,8	18,9	18,9	17,6	-	-
Volumenstrøm	m ³ (n,t)/h	49.000	49.000	49.000	48.000	48.000	48.000	-	-
Volumenstrøm driftstilstand	m ³ /h	84.000	83.000	83.000	84.000	84.000	84.000	-	-

Koncentrationer

Parameter	Enhed	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Måling 4	Måling 5	Middel	Miljø krav	Felt blind/ Drift (%)
HF	mg/m ³ (ref)	0,15	< 0,2	< 0,1	-	-	0,15	1,0	-
As	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	-	< 0,0005
Cd	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	-	< 0,0005
Cr	mg/m ³ (ref)	0,00085	0,00091	0,0015	-	-	0,0011	-	< 0,0005
Cu	mg/m ³ (ref)	0,0071	0,0073	0,0063	-	-	0,0069	-	< 0,0005
Hg	mg/m ³ (ref)	0,0093	0,013	0,013	-	-	0,012	0,050	< 0,00006
Mn	mg/m ³ (ref)	0,0010	0,0014	0,0012	-	-	0,0012	-	< 0,0005
Ni	mg/m ³ (ref)	0,00056	0,00051	0,00093	-	-	0,00067	-	0,00045
Pb	mg/m ³ (ref)	0,0060	0,017	0,011	-	-	0,012	-	< 0,0007
Co	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	-	< 0,0005
V	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	-	< 0,0005
Sb	mg/m ³ (ref)	0,00055	0,0011	0,00071	-	-	0,00079	-	< 0,0005
Tl	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	-	< 0,0005
Σ Cd & Tl	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	0,050	< 0,001
Σ As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb & V	mg/m ³ (ref)	0,016	0,028	0,022	-	-	0,022	0,50	0,00045
Dioxiner (I-TEQ)	ng/m ³ (ref)	-	-	-	0,14	0,16	0,15	0,10	-
PAH'er (B[a]p-ækv.)	µg/m ³ (ref)	-	-	-	0,00057	0,00062	0,00059	5,0	-

(ref) angiver tør røggas ved normaltilstanden (0°C, 101,3 kPa) og 11 % ilt
Miljøkrav er oplyst af virksomheden.

Tabel 2 Resultat af målinger

1.3 Kommentarer til resultaterne

Den målte koncentration af Dioxin er over den fastsatte grænseværdi. Alle øvrige miljøkrav er overholdt.

2 Anlægsbeskrivelse

I/S Norfors er et fælleskommunalt affaldsselskab. Forbrændingsanlægget er beliggende Savsvinget 2 i Hørsholm.

Ovnlinie 4, der er kraftvarmeproducerende, har en forbrændingskapacitet på 10 tons affald i timen. Ovnens kapacitet er 7,4 MW el og 20,8 MW varme. Ovnens er forsynet med elektrofilter, to-trins våd røggasrensning samt kulfilter.

2.1 Driftsforhold under målingerne

Der var normale driftsforhold på måledagen, med ca. 90% belastning.

3 Målingernes udførelse

3.1 Målemetoder

De anvendte målemetoder og deres tilhørende usikkerhed er beskrevet i Bilag A.

3.2 Forhold af betydning for måleusikkerheden

Målestedets indretning

Målestedets indretning og eventuelt manglende traverseringspunkter har en betydning for måleusikkerheden. Ved målinger, som omfatter måling af volumenstrøm, testes altid, om målestedet er egnet¹.

Målestedet er testet i henhold til EN15259 og fundet egnet til de gennemførte målinger.

Målestedet er indrettet med 2x4 stk. DIN100 flanger med 4" RG gennemføring. Måleportene er let forskudt fra centerlinje af kanalen, men dog uden nævneværdig betydning for målingernes usikkerhed. Målestedet ses på Billede 1.



Billede 1 Målegalleri for ovnlinje 4.

Oplysninger om forholdene på målestedet er ikke omfattet af akkreditering nr. 51.

Afvielser fra akkrediterede metoder

Ingen.

¹ Måleusikkerheden under optimale forhold er angivet i Bilag A. Det er ikke muligt angive usikkerheden ved ikke-optimale forhold (dårligt indrettede målesteder eller manglende traverseringspunkter). Når målestedet er fundet "ikke egnet", er usikkerheden på måleresultatet betydelig.

Akkrediteret rapport - sagsnr.: 118-21286 A

Bilag kan indeholde oplysninger, der ikke er omfattet af akkrediteringen

Bilag A Målemetoder og usikkerheder

I det følgende gives en kort beskrivelse af de anvendte målemetoder og deres tilhørende detektionsgrænser, referencer og usikkerhed.

Generelt vedr. detektionsgrænser og usikkerheder:

Monitorer:

Detektionsgrænsen er defineret som en procent af måleområdet eller som repeterbarheden ved gentagne nulpunktsmålinger.

Usikkerheden er opgivet som et interval, hvor den laveste usikkerhed er den der kan opnås ved optimeret valg af måleområde og kalibreringsgas. Den højeste angivne usikkerhed er den normalt opnåelige ved en præstationskontrolmåling. Ved måling i inhomogene målesteder (hvor gassens koncentration ikke er konstant over tværsnittet) kan usikkerheden være betydelig.

Manuelle metoder:

Detektionsgrænsen er opgivet som den normalt opnåelige ved en normal præstationskontrol. Dvs. ved 60 minutters måletid, normal sugeshastighed og akkrediteret analyse. Detektionsgrænsen kan i det enkelte tilfælde være lavere eller højere end den angivne værdi. Lavere detektionsgrænser kan f.eks. opnås ved større udsuget mængde. Metoder, der omfatter flere stoffer (f.eks. spormetaller), kan have forskellig detektionsgrænse for de forskellige stoffer. Den laveste værdi er opgivet. Detektionsgrænsen defineres som middelværdien af gentagne blindprøver plus tre gange spredningen af de gentagne blindprøver.

Usikkerheden er beregnet som den normalt opnåelige usikkerhed ved et målested, der opfylder kravene til traverseringsmålinger i DS/EN 15259. Ved afvigelse fra krav til målestedet kan usikkerheden være betydelig. Usikkerheden opgives i % af målt værdi eller som en fast værdi i måleenheden (for målte værdier tæt på detektionsgrænsen til en defineret værdi fx. 5 gange detektionsgrænsen).

Gastemperatur:

Måles med en pt100-termoføler eller en NiCr/NiAl-termoføler tilsluttet et digitaltermometer eller datalogger. Visningen aflæses med korte intervaller, og/eller signalet opsamles på datalogger.

Måleområde: -40 - 600°C

Usikkerhed (95% konfidensinterval, k=2): 2,5°C (absolut)

Reference/standard: VDI 3511 bl. 1-5, DS/IEC 584-2, DS/IEC 584-2 amd. 1

CO₂-koncentration:

På en tør og partikelfri delgasstrøm bestemmes CO₂-koncentrationen med en nondispersiv infrarød (NDIR) monitor.

Måleområde: 0 - 20 vol%

Metodens detektionsgrænse: 1% af måleområdet

Usikkerhed (95% konfidensinterval, k=2): fra 4 til 6% af målt værdi (afhænger af måleområde og spangasværdi).

Reference/standard: USEPA M.3A, DS/ISO 12039

O₂-koncentration:

På en tør og partikelfri delgasstrøm bestemmes O₂-koncentrationen med en paramagnetisk monitor.

Måleområde: 0 - 25 vol%

Metodens detektionsgrænse: 1% af måleområdet

Usikkerhed (95% konfidensinterval, k=2): fra 4 til 6% af målt værdi (afhænger af måleområde og spangasværdi).

Reference/standard: DS/EN 14789, MEL-05

Akkrediteret rapport - sagsnr.: 118-21286 A

Bilag kan indeholde oplysninger, der ikke er omfattet af akkrediteringen

Volumenstrøm: Gashastigheden måles ved hjælp af et pitotrør i forbindelse med et skrårørsmanometer eller mikromanometer, hvormed det dynamiske tryk måles. Hastigheden bestemmes i et antal målepunkter over kanalværsnittet. Ud fra hastigheden og måleplanets areal beregnes volumenstrømmen. Ud over volumenstrømsmåling udføres der altid en test af målestedets egnethed til flowmåling og isokinetisk prøveudtagning (de såkaldte gridmålinger). Testen udføres i henhold til DS/EN 15259, som i afsnit 6.2 opstiller en række krav, som skal være opfyldt før målestedet betegnes som egnet.

EN 16911-1 tillader korrektion for vægeffekt. For cirkulære og rektangulære kanaler kan der korrigeres med en faktor 0,995 hvis indersiden er glat og med en faktor 0,99 hvis indersiden er ru. Denne måling er korrigeret med faktoren 0,995.

Måleområde: 0 - 40 m/s

Metodens detektionsgrænse: 1,9 m/s

Usikkerhed (95% konfidensinterval, $k=2$): 10% af målt værdi eller $3.000 \text{ m}^3(n,t)/h$ (ved værdier mindre end 5 gange detektionsgrænsen)

Reference/standard: EN/ISO 16911-1, MEL-25

Vanddampindhold:

En kendt delgas mængde renses for partikler og udsuges gennem en kondenspotte og et silicageltårn, hvori gassens vand adsorberes. Efter endt måling bestemmes den opsamlede vandmængde gravimetrisk.

Måleområde: 0 - 75 vol%

Metodens detektionsgrænse: 2 vol%

Usikkerhed (95% konfidensinterval, $k=2$): 8% af målt værdi eller 0,8 vol% (ved værdier mindre end 5 gange detektionsgrænsen)

Reference/standard: DS/EN 14790

HF-koncentration:

En delrøggasstrøm udsuges gennem et forfilter og et i serie med filteret forbundet vaskeflaskesystem. Selve udtagsrøret er et opvarmet glasrør. Vaskeflaskesystemet består af to vaskeflasker, hver indeholdende ca. 100 ml. 0,1 N NaOH, hvori gasformigt HF absorberes. Røggasprøven udsuges med en pumpeenhed, der består af en gastæt pumpe, en kalibreret gasmåler, et flowmeter til regulering af den udsugede mængde samt et digitaltermometer til måling af temperaturen ved gasmåleren. Den tørre gas mængde bestemmes ved hjælp af en kalibreret gasmåler, som aflæses før og efter hver prøvetagning. På laboratoriet analyseres absorptionsvæsken vha. ionkromatografi eller ionselektiv elektrode. Vaskeflaskernes absorptions-effektivitet er testet til at være bedre end standardens krav på 95%.

Metodens detektionsgrænse: $0,2 \text{ mg/m}^3(n,t)$

Usikkerhed: 14% af målt værdi (95% konfidensinterval).

Reference/standard: VDI 2470 bl. 1, (mod.), MEL-19

Dioxiner og furaner (PCDD og PCDDF), (Poly Chlorerede Dibenzo Dioxiner / Furaner):

En delgasstrøm udsuges isokinetisk i repræsentative målepunkter over måleplanet i overensstemmelse med partikelmålinger. Prøvegassen ledes først gennem et opvarmet filter, hvor partiklerne opsamles, og derefter gennem en køler, hvor den køles til under 20°C , hvorved vanddamp udkondenseres og opsamles. Til sidst ledes gassen gennem en fast adsorbent bestående af XAD-2, hvor de ikke udkondenserede komponenter opsamles. Herfra ledes gassen gennem tørretårn, flowmeter, pumpe samt gasmåler. Den del af udstyret, der kommer i kontakt med gassen, er til og med den faste adsorbent bygget i glas.

Efter endt prøvetagning skylles udstyret med acetone og toluen, og de fire fraktioner - filter, kondensat, XAD-2 og skyllevæske sendes til analyse, hvor de ekstraheres med toluene, og en delprøve heraf oprenses og analyseres med HRGC/HRMS efter isotopfortyndingsmetoden.

Måleområde: 0 - $300 \text{ ng/m}^3(n,t)$

Akkrediteret rapport - sagsnr.: 118-21286 A

Bilag kan indeholde oplysninger, der ikke er omfattet af akkrediteringen

Metodens detektionsgrænse: 0,0007 ng/m³(n,t)

Usikkerhed: 15% af målt værdi (95% konfidensinterval).

Underleverandør: Alkontrol Laboratories, SWEDAC akkreditering nr. 1006

Reference/standard: DS/EN 1948 del 1-3, MEL-15

PAH (Poly Aromatiske Hydrocarboner):

En delgasstrøm udsuges isokinetisk i repræsentative målepunkter over måleplanet i overensstemmelse med partikelmålinger. Prøvegassen ledes først gennem et opvarmet filter, hvor partiklerne opsamles, og derefter gennem en køler, hvor den køles til under 20°C, hvorved vanddamp udkondenseres og opsamles. Til sidst ledes gassen gennem en fast adsorbent bestående af XAD-2, hvor de ikke udkondenserede komponenter opsamles. Herfra ledes gassen gennem tørretårn, flowmeter, pumpe samt gasmåler. Den del af udstyret, der kommer i kontakt med gassen, er til og med den faste adsorbent bygget i glas.

Efter endt prøvetagning skylles udstyret med acetone og toluen, og de fire fraktioner - filter, kondensat, XAD-2 og skyllevæske sendes til analyse, hvor de ekstraheres med toluen og en samlet delprøve heraf analyseres ved hjælp af GC/(HR)MS eller HPLC med fluorescense eller diode array detektor.

Måleområde: 0 - 2500 µg B[a]p-eq/m³(n,t)

Metodens detektionsgrænse: 0,00008 µg B[a]p-eq/m³(n,t)

Usikkerhed: 15% af målt værdi (95% konfidensinterval).

Underleverandør: Alkontrol Laboratories, SWEDAC akkreditering nr. 1006

Reference/standard: DS/ISO 11338 del 1, MEL-10

Spormetaller:

En delgasstrøm udsuges isokinetisk gennem et planfilter af typen kvarts mikrofiber, traverseret over måletværsnittet. Efter filteret ledes delgasstrømmen gennem et vaskeflaskesystem, som består af tre vaskeflasker med fritte, hver indeholdende ca. 100 ml. 4,5% HNO₃ /1,7% H₂O₂-opløsning, hvori de gasformige spormetaller absorberes. Prøvetagning gennem sonderør, filtrering og udtagning af delgasstrøm til vaskeflasker, foretages gennem et opvarmet temperaturkontrolleret system. Alle dele af prøvetagningssystemet, der er i kontakt med prøvetagningsgassen til og med filteret og sidste vaskeflaske, er bygget fuldstændigt i glas eller titanium. Den tørre gasmængde bestemmes ved hjælp af en kalibreret gasmåler, som aflæses før og efter hver prøvetagning. Efter endt prøvetagning skylles udstyret med en HNO₃-opløsning, som indgår i analysen. På laboratoriet oplukkes filteret og filteroplukning og absorptionsvæske analyseres ved ICP-MS. For hver måleserie udtages en delprøve af den anvendte HNO₃-opløsning samt et prøvetagningsfilter til kontrol for blindværdi. Indholdet i 3. vaskeflaske må maksimalt udgøre 10% af den totale opsamlede mængde (filter + vaskeflasker). Såfremt de 10% er overskredet bør målingen kasseres. Vaskeflaskernes absorptions-effektivitet er testet til at være bedre end standardens krav på 95%.

Måleområde: 0 - 1 mg/m³(n,t)

Metodens detektionsgrænse: 0,001 mg/m³(n,t) (laveste detektionsgrænse)

Usikkerhed: 40% af målt værdi (95% konfidensinterval).

Reference/standard: DS/EN 14385, MEL-08a

Akkrediteret rapport - sagsnr.: 118-21286 A

Bilag kan indeholde oplysninger, der ikke er omfattet af akkrediteringen

Hg:

En del gasstrøm udsuges isokinetisk gennem et planfilter af typen kvarts mikrofiber. Efter filteret suges en delgasstrøm gennem et vaskeflaskesystem, der består af to vaskeflasker med fritte, hver indeholdende ca. 100 ml. KMnO_4 (2% KMnO_4 i 10% H_2SO_4 stabiliseret med 2 ml 1 M HCl/liter), hvori gasformigt Hg absorberes. Prøvetagning gennem sonderør, filtrering og udtagning af delgasstrøm til vaskeflasker, foretages gennem et opvarmet temperaturkontrolleret system. Alle dele af prøvetagningssystemet, der er i kontakt med prøvetagningsgassen til og med filteret og sidste vaskeflaske, er bygget fuldstændigt i glas eller titanium. Den tørre gasmængde bestemmes ved hjælp af en kalibreret gasmåler, som aflæses før og efter hver prøvetagning. Efter hver prøvetagningsserie skylles udstyret med en HNO_3 -opløsning, som indgår i analysen. Filteret oplukkes efter EN 14385 og analyseres ved ICP-MS. Absorptionsvæsken analyseres, ved hjælp af flammeløs atomabsorption. For hver måleserie udtages delprøver af den anvendte KMnO_4 -opløsning til kontrol for blindværdi. Vaskeflaskernes absorptions-effektivitet er testet til at være bedre end standardens krav på 95%.

Måleområde: 0 - 0,6 $\text{mg}/\text{m}^3(\text{n,t})$

Metodens detektionsgrænse: 0,0004 $\text{mg}/\text{m}^3(\text{n,t})$ (laveste detektionsgrænse)

Usikkerhed: 27% af målt værdi (95% konfidensinterval).

Reference/standard: DS/EN 13211, MEL-08b