



# **I/S Norfors Ovn 5 Måling af emissioner til luften Præstationsmåling 2, 2019**

**Akkrediteret rapport 119-31603 A  
Målinger udført i november 2019  
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.



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 5

Parameter	Enhed	Middel	Miljø krav
-----------	-------	--------	------------

### Hjælpeparametre

Temperatur	°C	65	-
CO <sub>2</sub>	vol% (tør)	11,7	-
O <sub>2</sub>	vol% (tør)	7,5	-
H <sub>2</sub> O	vol%	18,6	-
Volumenstrøm	m <sup>3</sup> (n,t)/h	46.000	-

### Koncentrationer

HF	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,1	1,0
Partikler	mg/m <sup>3</sup> (ref)	0,14	-
∑ Cd & Tl	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	0,025
∑ Ni, As, Cd & Cr	mg/m <sup>3</sup> (ref)	0,0030	0,10
∑ As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb & V	mg/m <sup>3</sup> (ref)	0,0036	0,25
Dioxiner (I-TEQ)	ng/m <sup>3</sup> (ref)	0,017	0,10

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

**Tabel 1 Resumé af målinger**



## Indholdsfortegnelse

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



## 1 Indledning

FORCE Technology har i november 2019 udført måling af emissioner til luften på virksomheden I/S Norfors's Ovn 5:

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

Målingerne er udført af: Uffe Stitz Krog  
Rapporten er udarbejdet af: Jørgen Boje

Måleparametre og målingernes varighed fremgår af resultatoversigten i kapitel 2.1.

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

At kontrollere at emissionen fra ovn 5 overholder emissionsgrænseværdierne i henhold til anlæggets miljøgodkendelse.

## 2 Resultater

### 2.1 Resultatoversigt

#### Anlæg/afkast: Ovn 5

Parameter	Enhed	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Måling 4	Måling 5	Middel	Usikkerhed (k=2)	Miljøkrav	Feltblind/Drift (%)
Dato	dd-mm-åå	28-11-2019	28-11-2019	28-11-2019	28-11-2019	28-11-2019	-	-	-	-
Måleperiode	tt:mm	11:20 - 12:20	12:29 - 13:29	13:38 - 14:47	09:35 - 15:37	09:35 - 15:37	-	-	-	-
Dato, volumenstrøm	dd-mm-åå	28-11-2019	28-11-2019	28-11-2019	28-11-2019	28-11-2019	-	-	-	-
Måleperiode, volumenstrøm	tt:mm	09:45 - 09:54	12:10 - 12:30	13:26 - 13:45	08:44 - 08:52	08:44 - 08:52	-	-	-	-
Kanalareal	m <sup>2</sup>	1,767					-	-	-	-

#### Hjælpeparametre

Temperatur	°C	65	65	65	65	65	65	± 1,5	-	-
CO <sub>2</sub>	vol% (tør)	11,7	11,9	11,7	11,6	11,6	11,7	± 0,12	-	Drift: 0,10%
O <sub>2</sub>	vol% (tør)	7,5	7,4	7,6	7,6	7,6	7,5	± 0,15	-	Drift: 0,10%
H <sub>2</sub> O	vol%	18,2	19,9	18,8	17,7	18,4	18,6	± 0,67	-	-
Volumenstrøm	m <sup>3</sup> (n,t)/h	47.000	47.000	52.000	43.000	43.000	46.000	± 5.000	-	-
Volumenstrøm driftstilstand	m <sup>3</sup> /h	71.000	72.000	79.000	65.000	65.000	70.000	± 7.000	-	-

#### Koncentrationer

HF	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	< 0,1	-	1,0	-
Partikler	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,07	< 0,07	0,29	-	-	0,14	± 0,06	-	< 0,05
As	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	< 0,0009	< 0,001	-	-	< 0,0009	-	-	-
Cd	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	< 0,0009	< 0,001	-	-	< 0,0009	-	-	-
Cr	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	< 0,0009	< 0,001	-	-	< 0,0009	-	-	-
Cu	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	< 0,0009	< 0,001	-	-	< 0,0009	-	-	-
Mn	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	< 0,0009	0,0014	-	-	0,0011	± 0,0002	-	-
Ni	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	0,0012	0,0070	-	-	0,0030	± 0,0004	-	-
Pb	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	-	-	-
Co	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	< 0,0009	< 0,001	-	-	< 0,0009	-	-	-
V	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	< 0,0009	< 0,001	-	-	< 0,0009	-	-	-
Sb	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	< 0,0009	< 0,001	-	-	< 0,0009	-	-	-
TI	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	< 0,0009	< 0,001	-	-	< 0,0009	-	-	-
Σ Cd & TI	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	< 0,0009	< 0,001			< 0,0009	-	0,025	-
Σ Ni, As, Cd & Cr	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,0009	0,0012	0,0070			0,0030	± 0,0005	0,10	-
Σ As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb & V	mg/m <sup>3</sup> (ref)	< 0,001	0,0012	0,0084			0,0036	± 0,0010	0,25	-
Dioxiner (I-TEQ)	ng/m <sup>3</sup> (ref)	-	-	-	0,016	0,018	0,017	± 0,005	0,10	< 0,001

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

#### Tabel 2 Resultat af målinger

### 2.2 Kommentarer til resultaterne

De målte koncentrationer er under de respektive miljøkrav.

## 3 Anlægsbeskrivelse

Ovn 5 er den nyeste ovn linje hos Norfors. Ovnen har en kapacitet på 10 ton affald pr. time. Røggassen renses for blandt andet partikler, HCl, SO<sub>2</sub>, dioxiner og kviksløv i posefilter ved inddysning af kalk og aktivt kul. NO<sub>x</sub>-emissionen reduceres ved hjælp af SCR.

### 3.1 Driftsforhold under målingerne

Der var normale driftsforhold på måledagen.

## 4 Målingernes udførelse

### 4.1 Målemetoder

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



## 4.2 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 egnet<sup>1</sup>.

Målestedet er testet i henhold til EN 15259 og fundet egnet til de udførte traverseringsmålinger. Testen gælder for målestedets egnethed til traverseringsmålinger (volumenstrøm, partikler og partikelbundne stoffer, der kræver isokinetisk prøvetagning).

Målestedet er indrettet med 6 stk. DN80 flanger på den vandrette kanal med dimensionen Ø1650 mm. En af flangerne er placeret i den lodrette retning, mens de øvrige er placeret i vandret retning.

Det skal bemærkes, at målingerne for metaller og HF kun er foretaget i den vandrette diameter, da FORCE Technology's udstyr ikke kan placeres i lodret position. FORCE vurderer, at resultaterne, trods dette forhold, er repræsentative for røggassens indhold af metaller og HF.

### Afvielser fra akkrediterede metoder

Se ovenstående – målestedets indretning.

---

<sup>1</sup> 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.: 119-31603 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:

Monitører:

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): 1,5°C (absolut)

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

CO<sub>2</sub>-koncentration:

På en tør og partikelfri delgasstrøm bestemmes CO<sub>2</sub>-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

O<sub>2</sub>-koncentration:

På en tør og partikelfri delgasstrøm bestemmes O<sub>2</sub>-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

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: 1,8 m/s

## Akkrediteret rapport - sagsnr.: 119-31603 A

*Bilag kan indeholde oplysninger, der ikke er omfattet af akkrediteringen*

Usikkerhed (95% konfidensinterval,  $k=2$ ): 10% af målt værdi eller 4.000  $\text{m}^3(\text{n,t})/\text{h}$  (ved værdier mindre end 5 gange detektionsgrænsen)

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

### Vanddampindhold:

En kendt delgasmængde 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 gasmængde bestemmes ved hjælp af en kalibreret gasmåler, som aflæses før og efter hver prøvetagning. På laboratoriet analyseres absorptionsvæsken vha. ionchromatografi eller ionselektiv elektrode.

Vaskeflaskernes absorptions-effektivitet er testet til at være bedre end standardens krav på 95%.

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

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  $\text{ng}/\text{m}^3(\text{n,t})$

Metodens detektionsgrænse: 0,0007  $\text{ng}/\text{m}^3(\text{n,t})$

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

Underleverandør: Synlab Laboratories, SWEDAC akkreditering nr. 1006

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

### 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%  $\text{HNO}_3$  /1,7%  $\text{H}_2\text{O}_2$ -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 prøvetagningssgassen 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  $\text{HNO}_3$ -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  $\text{HNO}_3$ -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  $\text{mg}/\text{m}^3(\text{n,t})$

Metodens detektionsgrænse: 0,001  $\text{mg}/\text{m}^3(\text{n,t})$  (laveste detektionsgrænse)

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

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