



I/S Norfors Ovnlinje 4 Måling af emissioner til luften Præstationskontrol

**Akkrediteret rapport 119-27.175 F
Målinger udført i oktober 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:
Clean Air Technologies
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
-----------	-------	--------	------------

Hjælpeparametre

Temperatur	°C	122	-
CO ₂	vol% (tør)	10,4	-
O ₂	vol% (tør)	8,9	-
H ₂ O	vol%	17,8	-
Volumenstrøm	m ³ (n,t)/h	51.000	-
Hastighed	m/s	16,1	-

Koncentrationer

HF	mg/m ³ (ref)	< 0,1	1,0
Hg	mg/m ³ (ref)	0,0030	0,050
∑ Cd & Tl	mg/m ³ (ref)	< 0,0009	0,050
∑ As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb & V	mg/m ³ (ref)	0,0045	0,50
Dioxiner (I-TEQ)	ng/m ³ (ref)	0,049	0,10
PAH'er (B[a]p-ækv.)	µg/m ³ (ref)	0,00043	5,0

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

Tabel 1 Resumé af målinger foretaget d. 17-10-2019



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	6
4.1 Målemetoder	6
4.2 Kvalitetssikring	6
4.2.1 Instrumentdrift	6
4.2.2 Lækagekontrol	6
4.2.3 Forhold af betydning for måleusikkerheden	6
Bilag A Målemetoder og usikkerheder	8



1 Indledning

FORCE Technology har den 17. oktober 2019 udført måling af emissioner til luften på virksomheden I/S Norfors's Ovnlinje 4:

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

Målingerne er udført af: Nicolai Madvig Madsen
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 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 dokumentere virksomhedens emission af dioxin, PAH, metaller og Hg til omgivelserne fra ovnlinje 4 under afbrænding af trykimprægneret træ. Der er endvidere målt for HF.

2 Resultater

2.1 Resultatoversigt

Anlæg/afkast: Ovn 4

Parameter	Enhed	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Måling 4	Måling 5	Måling 6	Middel	Usikkerhed (k=2)	Miljøkrav	Feltblind/Drift(%)
Dato	dd-mm-åå	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	-	-	-	-
Måleperiode	tt:mm	13:20 - 14:23	14:39 - 15:39	16:02 - 17:02	17:18 - 18:18	10:58 - 16:59	10:58 - 16:59	-	-	-	-
Dato, volumenstrøm	dd-mm-åå	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	17-10-2019	-	-	-	-
Måleperiode, volumenstrøm	tt:mm	11:50 - 11:55	13:29 - 13:34	15:50 - 15:55	17:28 - 17:32	11:50 - 11:55	11:50 - 11:55	-	-	-	-
Kanalareal	m ²	1,539						-	-	-	-

Hjælpeparametre

Parameter	Enhed	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Måling 4	Måling 5	Måling 6	Middel	Usikkerhed (k=2)	Miljøkrav	Feltblind/Drift(%)
Temperatur	°C	122	124	122	119	122	122	122	± 2,5	-	-
CO ₂	vol% (tør)	10,6	10,6	10,1	10,1	10,4	10,4	10,4	± 0,10	-	Drift: 0,10%
O ₂	vol% (tør)	8,8	8,6	9,1	9,5	8,8	8,8	8,9	± 0,089	-	Drift: 0,10%
H ₂ O	vol%	17,4	18,8	17,7	17,1	17,5	18,5	17,8	± 0,58	-	-
Volumenstrøm	m ³ (n,t)/h	50.000	52.000	54.000	54.000	50.000	49.000	51.000	± 5.000	-	-
Volumenstrøm driftstilstand	m ³ /h	86.000	92.000	93.000	92.000	86.000	86.000	89.000	± 8.000	-	-
Hastighed	m/s	15,5	16,6	16,9	16,7	15,6	15,6	16,1	± 0,93	-	-

Koncentrationer

Parameter	Enhed	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Måling 4	Måling 5	Måling 6	Middel	Usikkerhed (k=2)	Miljøkrav	Feltblind/Drift(%)
Hf	mg/m ³ (ref)	< 0,1	< 0,2	< 0,1	-	-	-	< 0,1	-	1,0	< 0,1
As	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0003	-	-	< 0,0009	-	-	-
Cd	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0003	-	-	< 0,0009	-	-	-
Cr	mg/m ³ (ref)	0,00025	0,00028	0,00054	0,00029	-	-	0,00034	± 0,0002	-	-
Cu	mg/m ³ (ref)	0,00029	0,00031	0,00064	0,00048	-	-	0,00043	± 0,0002	-	-
Hg	mg/m ³ (ref)	0,0048	0,0017	0,0054	0,00013	-	-	0,0030	± 0,0002	0,050	-
Mn	mg/m ³ (ref)	0,0018	0,00050	0,0022	0,00054	-	-	0,0013	± 0,0002	-	-
Ni	mg/m ³ (ref)	0,0014	< 0,001	0,0013	< 0,0003	-	-	0,00099	± 0,0002	-	-
Pb	mg/m ³ (ref)	0,0032	0,00090	0,0019	0,0012	-	-	0,0018	± 0,0002	-	-
Co	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0003	-	-	< 0,0009	-	-	-
V	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0003	-	-	< 0,0009	-	-	-
Sb	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0003	-	-	< 0,0009	-	-	-
Tl	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0003	-	-	< 0,0009	-	-	-
Σ Cd & Tl	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0003	-	-	< 0,0009	-	0,050	-
Σ As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb & V	mg/m ³ (ref)	0,0070	0,0020	0,0065	0,0025	-	-	0,0045	± 0,0009	0,50	-
Dioxiner (I-TEQ)	ng/m ³ (ref)	-	-	-	-	0,040	0,059	0,049	± 0,01	0,10	< 0,0009
PAH'er (B[a]p-ækv.)	µg/m ³ (ref)	-	-	-	-	0,0000037	0,00086	0,00043	± 0,0004	5,0	< 0,007

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

Tabel 2 Resultat af målinger foretaget d. 19-09-2019

2.2 Kommentarer til resultaterne

De anførte miljøkrav er overholdt i henhold til kontrolreglen i Luftvejledningen.

Der er udført en ekstra måling af metaller og Hg.

3 Anlægsbeskrivelse

I/S Norfors er et fælleskommunalt affaldsselskab.

Ovnlinje 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. Røggasrensningen består af et elektrofilter, to-trins våd røggasrensning og posefilter med dosering af aktivt kul.

3.1 Driftsforhold under målingerne

Der har været normal drift under målingerne. Der er blevet afbrændt trykimprægneret træ under hele måleperioden.

4 Målingernes udførelse

4.1 Målemetoder

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

4.2 Kvalitetssikring

4.2.1 Instrumentdrift

Mindst en gang om dagen kontrolleres monitorernes drift ved nul- og span-aflæsninger før og efter målingen. Hvis driften er mere end 5% skal målingen kasseres. Alle måleresultater er korrigeret for drift og resultatet af driftskontrollen anføres i resultatskemaet i afsnit 2.1.

4.2.2 Lækagekontrol

Alle målinger er testet for lækage i henhold til standarderne. Hvis lækagen er større end kontrolværdien rapporteres målingen ikke.

4.2.3 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 indrettet med 2x4 stk. 4" måleporte med DIN100 flanger med 4" gennemføringer med indvendigt RG. Måleportene er let forskudt fra centerlinje af kanelen men dog uden nævneværdig betydning for målingernes usikkerhed. Målestedet ses på billede 1.



Figur 1 Målegalleri for ovnlinje 4

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", kan usikkerheden på måleresultater for partikler og volumenstrøm være betydelig.



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

Afvielser fra akkrediterede metoder

Ingen.

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, usikkerheder og læktest:

Monitorer:

Detektionsgrænsen er defineret som en procent af måleområdet eller som repeterbarheden ved gentagne nul-punktsmålinger.

Usikkerheden er opgivet som den normalt opnåelige usikkerhed ved et homogent målested (dvs. hvor gaskoncentrationen ikke varierer over måletværsnittet). Usikkerheden i rapporten opgives i % af målt værdi eller som en absolut værdi i måleenheden. Usikkerheden i dette afsnit er den maksimale usikkerhed ved normalt forekommende koncentrationer (langt over detektionsgrænsen). Ved måling i inhomogene målesteder (hvor gassens koncentration ikke er konstant over tværsnittet) kan usikkerheden være betydelig.

Læktest udføres før hver prøve, hvor relevant. Kun prøver, hvor kriteriet er opfyldt rapporteres.

Manuelle metoder:

Detektionsgrænsen er opgivet som den normalt opnåelige ved en normal præstationskontrol. Dvs. ved 60 minutters måletid, normal sugehastighed 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 opgivet 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 i rapporten opgives i % af målt værdi eller som en absolut værdi i måleenheden. Usikkerheden i dette afsnit er den normalt opnåelige usikkerhed ved normalt forekommende koncentrationer (langt over 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

O₂-koncentration:

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

Måleområde: 0 - 25 vol%

Metodens detektionsgrænse: 0,25 vol%

Usikkerhed (95% konfidensinterval, k=2): 6% af målt værdi.

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

Volumenstrøm: Gashastigheden måles ved hjælp af et pitotrør i forbindelse med et skrårørsmanometer eller mikro-manometer, 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 m³(n,t)/h (ved værdier mindre end 5 gange detektionsgrænsen)

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

Akkrediteret rapport - sagsnr.: 117-27.175.02F

Bilag kan indeholde oplysninger, der ikke er omfattet af akkrediteringen

Vanddampindhold:

En kendt delgas mængde renses for partikler og udsuges gennem en kondenspotte og et silicageltårn, hvori gas-sens 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 de-tektionsgrænsen)

Reference/standard: DS/EN 14790

HF-koncentration:

En delrøggasstrøm udsuges gennem et forfilter og et i serie med filteret forbundet vaskeflaskesystem. Selve ud-tagstrøret er et opvarmet glasrør. Vaskeflaskesystemet består af to vaskeflasker af borosilicat glas med fritte, hver indeholdende ca. 100 ml. 0,1 N NaOH, hvori gasformigt HF absorberes. Røggasprøven udsuges med en pumpeen-hed, 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 absorptionsvæ-sken vha. ionchromatografi eller ionselektiv elektrode. Vaskeflaskernes absorptions-effektivitet er testet til at være bedre end standardens krav på 95%.

Metodens detektionsgrænse: 0,2 mg/m³(n,t)

Usikkerhed: 16% 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 parti-kelmålinger. 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 gen-nem 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 gas-sen, 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 oprensnes og analyseres med HRGC/HRMS efter isotopfortyndingsmetoden.

Måleområde: 0 - 300 ng/m³(n,t)

Metodens detektionsgrænse: 0,0008 ng/m³(n,t)

Usikkerhed: 27% 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 parti-kelmålinger. 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 gen-nem 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 gas-sen, 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 fluorescence eller diode array detektor.

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

Metodens detektionsgrænse: 0,0005 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

Akkrediteret rapport - sagsnr.: 117-27.175.02F

Bilag kan indeholde oplysninger, der ikke er omfattet af akkrediteringen

Spormetaller:

En delgasstrøm udsuges isokinetisk gennem et planfilter af typen kvarts mikrofiber, traverseret over måletværsnit. Efter filteret ledes delgasstrømmen gennem et vaskeflaskesystem, som består af tre vaskeflasker af borosilicat glas 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: 0,0004 mg/m³(n,t) (laveste detektionsgrænse)

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

Usikkerhed (sum af 9 metaller): 12% af målt værdi (95% konfidensinterval).

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

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 af borosilicat glas med fritte, hver indeholdende ca. 100 ml. KMnO₄ (2% KMnO₄ i 10% H₂SO₄ 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 HNO₃-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 KMnO₄-opløsning til kontrol for blindværdi. Vaskeflaskernes absorptions-effektivitet er testet til at være bedre end standardens krav på 95%.

Måleområde: 0 - 0,6 mg/m³(n,t)

Metodens detektionsgrænse: 0,00048 mg/m³(n,t) (laveste detektionsgrænse)

Usikkerhed: 16% af målt værdi (95% konfidensinterval).

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