



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

**Akkrediteret rapport 120-20623.02 B
Målinger udført i maj 2020
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

Tabel 1 Resultatoversigt

Anlæg/afkast: Norfors, Ovn 4

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

Hjælpeparametre

Temperatur	°C	121	-
O ₂	%(t)	10,0	-
H ₂ O	%(f)	16,1	-
Volumenstrøm	m ³ (n,t)/h	64.000	-

Koncentrationer

HF	mg/m ³ (ref)	< 0,2	1,0
Hg	mg/m ³ (ref)	0,0031	0,050
Σ Cd & Tl	mg/m ³ (ref)	0,00040	0,050
Σ As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb & V	mg/m ³ (ref)	0,034	0,50
Dioxiner (I-TEQ)	ng/m ³ (ref)	0,024	0,10

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



Indholdsfortegnelse

Resumé	2
1 Indledning	4
1.1 Formål	4
2 Resultater	4
2.1 Præsentation af resultater	4
2.2 Resultatoversigt	5
2.3 Kommentarer til resultaterne	5
3 Anlægsbeskrivelse	5
3.1 Driftsforhold under målingerne	6
4 Målingernes udførelse	6
4.1 Målemetoder	6
4.2 Afvigelser fra akkrediterede metoder	6
4.3 Kvalitetssikring	6
4.3.1 Feltblindprøver	6
4.3.2 Instrumentdrift	6
4.3.3 Lækagekontrol	6
4.3.4 Forhold af betydning for måleusikkerheden	6
Bilag A Målemetoder og usikkerheder	8



1 Indledning

FORCE Technology har i maj 2020 udført måling af emissioner til luften på virksomheden.

Rekvirent: I/S Norfors ved Claus Carlsson

Adresse: Savsvinget 2, 2970 Hørsholm

Målingerne er udført af: Flemming Mikkelsen.

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. For visse parametre kan der være anvendt en akkrediteret underleverandør til analysen af de udtagne prøver.

Følgende er ikke omfattet af akkrediteringen:

- Drifts og produktionsoplysninger
- 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.

2 Resultater

2.1 Præsentation af resultater

Tabel 2 Præsentation af resultater – forkortelser og forklaringer.

Forkortelse / eksempel	Forklaring
Afrundede værdier < 2	Resultater (bortset fra O ₂ , CO ₂ og H ₂ O) vises med et forudbestemt antal betydende cifre. Som hovedregel vises volumenstrøm og koncentrationer med to betydende cifre. O ₂ , CO ₂ og H ₂ O vises med en decimal. Værdier under kvantifikationsgrænsen vises med et betydende ciffer mindre end hvis den var detekteret og vises med "<" tegn.
Sum af værdier	I summe medregnes kun værdier over kvantifikationsgrænsen, idet værdier under kvantifikationsgrænsen sættes til værdien nul i beregning af sum. Hvis alle værdier i en sum er under kvantifikationsgrænsen, er den højeste kvantifikationsgrænseværdi angivet som resultat for summen og markeret med "<" (for eksempel < 2).

Middelværdi, som inkluderer værdier under kvantifikationsgrænsen	Værdier under kvantifikationsgrænsen er inkluderet i beregningen af middelværdien. Hvis en eller flere værdier er detekteret angives middelværdien som detekteret, dvs. uden "<"-tegnet.
Drift	Drift af målinger mellem kalibreringer i procent. Hvis driften er større end 5%, skal målingen forkastes. Alle værdier korrigeres for drift.
Usikkerhed	Når målte værdier er under kvantifikationsgrænsen, rapporteres usikkerheden på måleresultatet ikke.

2.2 Resultatoversigt

Tabel 3 Resultater

Anlæg/afkast: Norfors, Ovn 4

Parameter	Enhed	Måling 1	Måling 2	Måling 3	Måling 4	Måling 5	Middel	Usikkerhed (k=2)	Miljøkrav	Feltblind/Drift (%)
Dato	dd-mm-åå	12-05-2020	12-05-2020	12-05-2020	12-05-2020	12-05-2020	-	-	-	-
Måleperiode	tt:mm	11:16 - 12:16	12:32 - 13:32	13:51 - 14:51	09:56 - 15:56	09:56 - 15:56	-	-	-	-
Kanalareal	m ²	1,744					-	-	-	-

Hjælpeparametre

Temperatur	°C	120	120	122	122	122	121	± 2,5	-	-
O ₂	%(t)	10,2	10,1	9,8	10,1	10,1	10,0	± 0,10	-	Drift: 0,10%
H ₂ O	%(f)	14,9	15,8	17,1	16,5	16,3	16,1	± 0,58	-	-
Volumenstrøm	m ³ (n,t)/h	65.000	65.000	64.000	63.000	65.000	64.000	± 4.000	-	-
Volumenstrøm driftstilstand	m ³ /h	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	± 6.000	-	-

Koncentrationer

Hf	mg/m ³ (ref)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	-	< 0,2	-	1,0	< 0,2
As	mg/m ³ (ref)	0,00077	0,00060	< 0,001	-	-	0,00084	± 0,0003	-	< 0,0008
Cd	mg/m ³ (ref)	0,00035	0,00047	0,00037	-	-	0,00040	± 0,0002	-	< 0,0008
Cr	mg/m ³ (ref)	0,0017	0,0018	0,0019	-	-	0,0018	± 0,0002	-	< 0,0008
Cu	mg/m ³ (ref)	0,0033	0,0032	0,0022	-	-	0,0029	± 0,0004	-	< 0,0008
Hg	mg/m ³ (ref)	0,0032	0,0029	0,0031	-	-	0,0031	± 0,0003	0,050	< 0,0001
Mn	mg/m ³ (ref)	0,0025	0,0080	0,0025	-	-	0,0043	± 0,0005	-	< 0,0008
Ni	mg/m ³ (ref)	0,00066	0,00073	0,00063	-	-	0,00067	± 0,0002	-	< 0,0008
Pb	mg/m ³ (ref)	0,023	0,019	0,010	-	-	0,017	± 0,002	-	< 0,001
Co	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	-	-	< 0,0008
V	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	-	-	< 0,0008
Sb	mg/m ³ (ref)	0,011	0,0061	0,0014	-	-	0,0063	± 0,0008	-	< 0,0008
Tl	mg/m ³ (ref)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	-	-	< 0,001	-	-	< 0,0008
Σ Cd & Tl	mg/m ³ (ref)	0,00035	0,00047	0,00037	-	-	0,00040	± 0,0004	0,050	< 0,002
Σ As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb & V	mg/m ³ (ref)	0,043	0,039	0,019	-	-	0,034	± 0,002	0,50	< 0,007
Dioxiner (I-TEQ)	ng/m ³ (ref)	-	-	-	0,026	0,022	0,024	± 0,007	0,10	< 0,0009

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

2.3 Kommentarer til resultaterne

Alle de anførte miljøkrav er overholdt i henhold til den relevante kontrolregel¹.

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 elektrofilter, to-trins våd røggasrensning og posefilter med dosering af aktivt kul.

¹ Kontrolreglen er anført i Luftvejledningen og i diverse bekendtgørelser: "Emissionsvilkåret anses for overholdt, når det aritmetiske gennemsnit af samtlige målinger udført ved præstationskontrollen er mindre end eller lig med kravværdien".



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 Afvigelser fra akkrediterede metoder

Ingen.

4.3 Kvalitetssikring

4.3.1 Feltblindprøver

Feltblindprøver behandles på samme måde som almindelige prøver, dog uden at der suges luft igennem prøven. Der udtages mindst en feltblindprøve pr måleserie. Ved større måleserier og ved måling over flere dage udtages der ekstra feltblindprøver. Resultatet fra feltblindprøver rapporteres i resultatskemaet.

4.3.2 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

4.3.3 Lækagekontrol

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

4.3.4 Forhold af betydning for måleusikkerheden

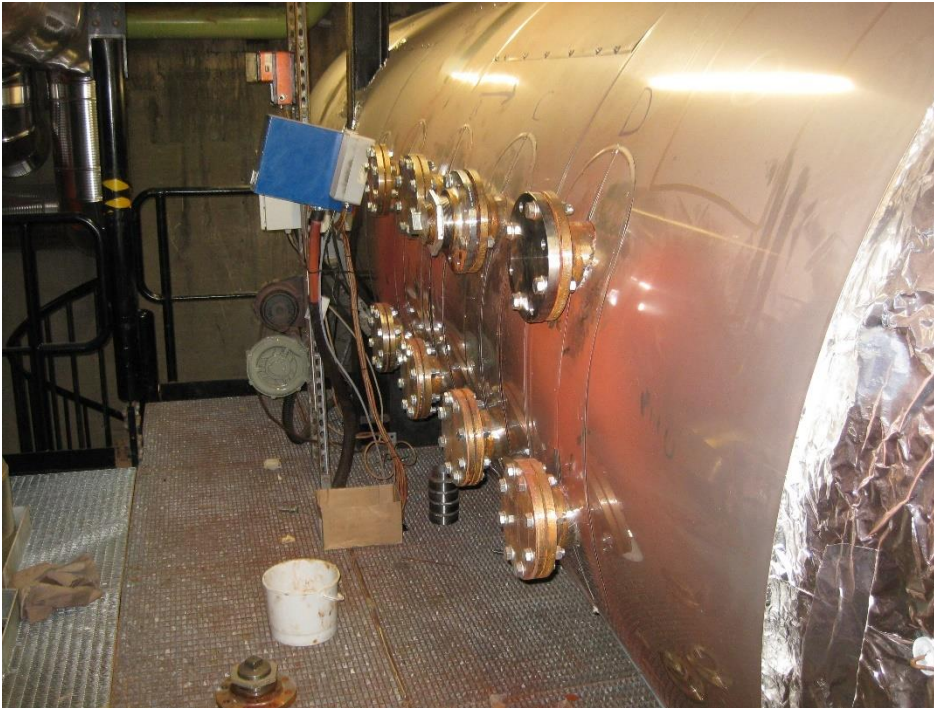
Målestedets indretning

Målestedets indretning og eventuelt manglende traverseringspunkter har en betydning for måleusikkerheden. Ved målinger, som omfatter måling af volumenstrøm, testes altid, om målestedet er egnet².

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.

² 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.



Billede 1 Målegalleri for ovnlinje 4.

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

Akkrediteret rapport - sagsnr.: 120-20623.02

Bilag kan indeholde oplysninger, der ikke er omfattet af akkrediteringen

Bilag A Målemetoder og usikkerheder

Generelt vedr. kvantifikationsgrænser, usikkerheder og læktest:

Monitorer:

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

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 kvantifikationsgrænsen). 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:

Kvantifikationsgrænsen er opgivet som den normalt opnåelige ved en normal præstationskontrol. Dvs. ved 60 minutters måletid, normal sugeshastighed og akkrediteret analyse. Kvantifikationsgrænsen kan i det enkelte tilfælde være lavere eller højere end den angivne værdi. Lavere kvantifikationsgrænser kan f.eks. opnås ved større udsuget mængde. Metoder, der omfatter flere stoffer (f.eks. spormetaller), kan have forskellig kvantifikationsgrænse for de forskellige stoffer. Den laveste værdi er opgivet. Kvantifikationsgrænsen 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 kvantifikationsgrænsen).

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 %(t)

Metodens kvantifikationsgrænse: 3 %(t)

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 mikromanometer, hvormed det dynamiske tryk måles. Hastigheden bestemmes i et antal målepunkter over kanaltværsnittet. 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 kvantifikationsgrænse: 1,9 m/s

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

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 %(f)

Metodens kvantifikationsgrænse: 6 %(f)

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

Reference/standard: DS/EN 14790

Akkrediteret rapport - sagsnr.: 120-20623.02

Bilag kan indeholde oplysninger, der ikke er omfattet af akkrediteringen

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 af borosilicat glas med fritte, 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. ionkromatografi eller ionselektiv elektrode. Vaskeflaskernes absorptions-effektivitet er testet til at være bedre end standardens krav på 95%.

Metodens kvantifikationsgrænse: 0,5 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 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 ng/m³(n,t)

Metodens kvantifikationsgrænse: 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

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 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 kvantifikationsgrænse: 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 kvantifikationsgrænse: 0,00050 mg/m³(n,t) (laveste detektionsgrænse)

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

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