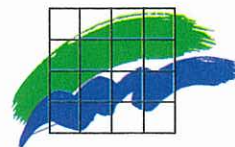


Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 1 af 13	

1	Formål	2
2	Gyldigheds- og anvendelsesområde	2
3	Ansvarsforhold	2
4	Definitioner	2
5	Revisioner	2
6	Reference til kvalitetssystemet	3
7	Generelt	3
7.1	Princip	3
7.2	Analyseudstyr, kalibreringsgasser mm.	4
7.3	Fremgangsmåde	5
7.4	Beregning af resultater	7
7.5	Dataflow	7
7.6	Godkendelseskriterier	8
8	Metodekarakteristik og metodedokumentation	8
9	Dokumentation og referencer	12



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 2 af 13	

1 Formål

Formålet med proceduren er at beskrive den fastlagte fremgangsmåde for måling med kontinuert registrerende instrumenter.

2 Gyldigheds- og anvendelsesområde

Proceduren er gældende for måling af gasformig luftforurening i den omgivende luft, med kontinuert registrerende instrumenter (monitorer), placeret i ubemandede målehuse. Proceduren gælder for monitorer der måler nedennævnte gasser i de anførte koncentrationsområder:

SO₂: 0-400 ppb
NO: 0-1500 ppb
NO₂: 0-250 ppb
O₃: 0-200 ppb
CO: 0-20 ppm

3 Ansvarsforhold

De ansvarlige for monitormålingerne skal sikre at indholdet i denne procedure er svarende til beskrivelserne i de instrukser der skal arbejdes efter.

4 Definitioner

Spangas: en gasblanding med en kendt koncentration af den komponent monitoren måler på. Gasblandingen er en international accepteret standard og anvendes til at kalibrere målingen med.

Ekstra spangas: til NO_x-monitorerne anvendes 2 af hinanden uafhængige spangasser (fra forskellige produktioner) for at sikre målingernes kvalitet.

Nulluft: luft uden indhold af den komponent der måles på.

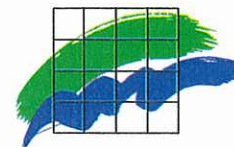
Indgangsscheck: kontrol af monitorens måling efter hjemtagningen, dvs. inden service på laboratoriet

Udgangsscheck: kontrol af monitorens måling før udsendelse, dvs. efter service på laboratoriet

5 Revisioner

Version 01: 30.10.1998. Udarbejdet af Axel Egeløv (AHE), godkendt af Finn Palmgren (FPJ).

Udarbejdet af: CNO	Godkendt af: AHE <i>AHE</i>	Fil nr.: ATMI001P03 I
--------------------	-----------------------------	-----------------------



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 3 af 13	

Version 02: 04.04.2001. Udarbejdet af Axel Egeløv (AHE), godkendt af Finn Palmgren (FPJ)-

Version 03: 09-03-2011. Udarbejdet af Claus Nordstrøm (CNO). Godkendt af Axel Egeløv (AHE)

6 Reference til kvalitetssystemet

Kvalitetshåndbogen kapitel 9

7 Generelt

7.1 Princip

Principperne i målemetoderne er følgende:

– NO- og NO₂-monitor:

Instrumentet er baseret på måling af kemoluminescens (lysudsendelse) efter reaktionen mellem NO i luftprøven og tilsat O₃. Lysudsendelsen sker fra det dannede NO₂ kort tid efter, at det er dannet. Luftprøvens indhold af NO₂ kan ikke reagere med O₃.

NO₂ bestemmes ved at reducere luftprøvens indhold af NO₂ til NO. Derefter måles denne luftprøves indhold af NO. Den forøgelse i NO, der er resultatet af reduktionen er lig med NO₂. Summen af NO og NO₂ kaldes NO_x.

Reduktionen af NO₂ til NO sker ved at sende luftprøven gennem en 315 grader Celsius varm beholder fyldt med Molybden-spåner. Konverteringen er bedre end 96%, ofte langt bedre.

Der er kun ét målekammer og heri måles skiftevis den ubehandlede og den reducerede luftprøve.

Metoden er beskrevet i en standard (ref. 5).

Metoden betegnes som referencemetode i USA (ref. 6) .

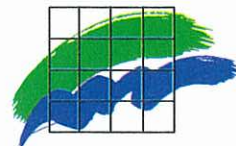
– SO₂-monitor:

Instrumentet er baseret på måling af SO₂'s fluorescens (lysudsendelse) i bølglængdeområdet 240 - 420 nm når luftprøven i et målekammer belyses med ultraviolet lys af en bølglængde på 214 nm (filtreret lys fra en Zn-udladningslampe).

Monitoren er godkendt som referencemetode i USA (ref. 7).

Metoden er beskrevet i en standard (ref. 8).

Udarbejdet af: CNO	Godkendt af: AHE <i>AHE</i>	Fil nr.: ATMI001P03 I
--------------------	-----------------------------	-----------------------



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 4 af 13	

– **O₃-monitor:**

Instrumentet er baseret på O₃'s absorption af lys i bølgelængdeområdet 250 - 320 nm, fortrinsvis ved 254 nm.

I et målekammer måles skiftevis på ubehandlet luft og på luft, der har passeret en "scrubber", der katalytisk nedbryder O₃. Forskellen mellem de to målinger er et mål for koncentrationen af O₃ i luften. På denne måde elimineres f.eks. forstyrrelsen fra luftens indhold af vanddamp. Vanddamp absorberer i samme bølgelængdeområde som O₃.

Monitoren er godkendt som equivalentmetode i USA (ref. 9).

Metoden er beskrevet i en standard (ref. 10).

– **CO-monitor:**

Instrumentet er baseret på CO's absorption af lys i området omkring 4700 nm (infrarødt, IR). Instrumentet kombinerer gas-filter-correlation med en multipass-celle, der giver en absorptionslysvej i målecellen på ca. 16 meter.

Lys fra en glødetråd passerer gennem en roterende skive med to åbninger. I den ene side der en forseglet glascelle fyldt med kvælstof og i den anden en tilsvarende fyldt med CO (de to gasfiltre). Efter at have passeret denne skive går det gennem målecellen og ved udgangen af denne gennem et båndpass-filter. Derefter rammer lyset en halvleder IR-detektor. Indholdet af CO i gassen i målecellen beregnes af instrumentet ud fra værdierne når 1) skiven blokerer for lyset, 2) når det går gennem kuvetten med kvælstof og 3) når det går gennem kuvetten med CO. Metoden er beskrevet i en standard (ref. 18).

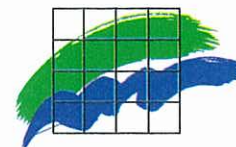
7.2 Analyseudstyr, kalibreringsgasser mm.

– **Monitorer:**

Til måling af NO/NO₂, SO₂, O₃ og CO anvendes monitorer der opererer efter måleprincipper beskrevet i 7.1 samt i standarderne nævnt i referencerne 5, 8, 10 og 18.

– **Nulluft og spangas:**

Til automatisk kalibrering af NO_x-, CO- og SO₂-monitorerne på målestationerne bruges nulluft og spangas. Nulluft er luft uden indhold af den komponent monitoren måler, mens spangas er en gasblanding med en kendt koncentration af den komponent der måles. Til NO_x- og SO₂-monitorerne fremstilles nulluft ved at suge luft gennem en filterpatron, i CO monitoren genereres den internt i en celle hvor CO brændes katalytisk til CO₂. Spangassen kommer fra en trykflaske. Tilførslen af nulluft og spangas reguleres af et system af afspærringsventiler og pumper indbygget i et skab (spanskab). O₃-monitoren kalibreres med nulluft og checkes med spangas begge dele lavet af udstyr i O₃-monitorerne (se monitor-manualer).



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 5 af 13	

– PC:

Datopsamling, hjemsendelse af opsamlede data samt styring af span-skab og monitor foretages af en PC. Dette sker automatisk, men det er muligt at betjene PC'en fra ATMI via internet eller modem.

– Målehus:

Monitorer, spangasser, nulluft, spanskab og PC er placeret i målehuse, hvor temperaturen stabiliseres af air-konditionerings anlæg. Luftindtag til monitorerne er oftest placeret på tagene af målehusene. Den nøjagtige placering fremgår af stationsbeskrivelsen for hver enkel station se stationsskema for den pågældende station.

– Kalibreringsgas:

I laboratoriet bruges til kalibrering af monitorer og kontrol af spangasser NO-, CO- og SO₂-gasser. Gasserne er internationalt accepterede gasser med certifikat. Kalibrering med NO₂ sker ved gasfasetitrering af NO med O₃. O₃-monitorer kalibreres ved hjælp af en kalibreret O₃-generator der er sporbar til NIST. Nulluften for NO₂- og SO₂-monitorerne er renset trykluft (ref. 16), for CO er nulluften renset trykluft, der efterfølgende er blevet renset vha hopcalite.

7.3 Fremgangsmåde

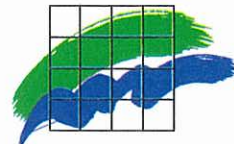
Monitorerne serviceres og kalibreres på ATMI's laboratorium, hvorefter de udsendes og opstilles i målehuse. I måleperioden foretages en række automatiske test samt en række tilsyn til sikring af kvaliteten af de indsamlede data. Noget af dette foretages automatisk styret af en PC, andet af stationspasserne (som kan være en lokalt bosiddende person) og atter andet af udsendte medarbejdere fra ATMI. Nedenfor redegøres for hyppigheden og omfanget af disse kontrolfunktioner, med henvisning til, hvor de er nærmere beskrevet.

- 1) For NO/NO₂-, SO₂- og CO-monitorerne på målestationerne foretages automatisk en måling på nulluft en gang i døgnet og desuden en måling på spangas en gang om ugen. Resultaterne fra denne autokalibrering bliver brugt når de endelige koncentrationer af NO/NO₂-, SO₂- og CO skal beregnes..

For NO/NO₂-monitoren vedkommende opereres derudover med en ekstra spangas (NO), hvor der foretages en automatisk måling på denne mindst en gang hver 4. uge. Formålet med dobbelt NO-spangasmåling er dels at kontrollere de to spangasser mod hinanden, for således at imødekomme potentielle problemer, hvis den ene NO-spangas bliver ustabil, og dels at kontrollere monitormålingens stabilitet.

For O₃-monitorerne udføres automatisk en daglig måling på en O₃-spankoncentration genereret af monitoren indbyggede O₃-generator og på en nulluft ligeledes genereret af monitoren. Denne autospan for O₃ anvendes ikke i den endelige koncentrationsberegning, men kun til at vurdere om O₃-monitoren opererer stabilt. I den endelige koncentrationsberegning for

Udarbejdet af: CNO	Godkendt af: AHE <i>AHE</i>	Fil nr.: ATMI001P03 I
--------------------	-----------------------------	-----------------------



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 6 af 13	

O₃, anvendes kun span-kalibreringsværdierne fra ud- og indgangsschecket i laboratoriet, og de daglige automatiske nulpunkter.

Alle ovennævnte gassers autonul- og spangas-målinger bruges i den løbende overvågning/kontrol til at vurdere, hvornår de enkelte monitorer på stationerne skal service-res/skiftes og indgår som en del af kvalitetskontrollen.

- 2) En gang om ugen tilses monitorerne af stationspasseren (ref. 2 og 3), der foretager et skift af partikelfilteret i hver enkel monitor (luftprøven filtreres inden den går ind i monitoren's analysedel) og aflæser forskellige parametre fra monitorerne, parametre som ikke kan hentes hjem via dataopsamlingen. Stationspasseren vil også kunne tilkaldes, hvis der konstateres noget unormalt, og hjælpe med at klarlægge eller afhjælpe fejlen.
- 3) Mindst en gang hver 3. måned tilses monitorerne af en medarbejder fra ATMI (ref. 4) ifm servicebesøg på den enkelte målestation.

Stationsservice består bla. i at ombytte monitorer, spangasflasker, nulluftpatroner eller pumper til monitorerne. Ombytningerne er normalt planlagt et stykke tid i forvejen, ud fra de automatiske målinger på spangas og nulluft.

Før nedtagningen og efter opsætningen af en monitor måles på den tilhørende spangas. Før nedtagningen og efter opsætningen af en spangas måles på den med den tilhørende monitor.

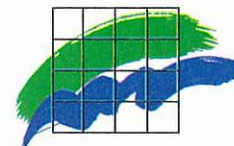
Før nedtagning af en pumpe til en NO_x-monitor måles den tilhørende spangasværdi med den pågældende NO_x-monitor. Efter opsætning af en nyserviceret pumpe måles igen den tilhørende spangasværdi med den pågældende NO_x-monitor. Pumperne til O₃-, SO₂- og CO-monitorerne er integreret i instrumenterne og skiftes ikke separat

Formålet med disse målinger er at sikre at det opsatte udstyr fungerer korrekt, da det kan blive ændret / beskadiget under transporten. Målingerne giver desuden en ekstra kontrol af det nedtaget udstyr, så der foreligger en spangasmåling fra umiddelbart før nedtagningen.

- 4) I laboratoriet foretages følgende: Så snart en monitor er hjemtaget fra en målestation og igen umiddelbart før den skal sendes ud for opsætning foretages kontrolmålinger af monitoren's nul- og span-værdi. Kontrolmålingen ved udsendelse foretages kun, hvis der er gået mere end en uge siden service. Formålet med kontrollen efter hjemtagningen, (indgangsscheck) (ref. 11) er dels at verificere og supplere de målinger der blev foretaget ude på stationen, men også at danne basis for den efterfølgende service (ref. 12). Kontrollen umiddelbart før udsendelsen, (udgangsscheck) (ref. 13) sker for at sikre at monitoren stadig er fejlfri.

Spangasserne inkl. ekstra spangassen for NO kontrolleres før de sendes ud for at blive opstillet, og efter de er blevet hentet hjem, sidstnævnte for at se om koncentrationen har ændret sig under udstationeringen på målestationen (ref. 25)

Udarbejdet af: CNO	Godkendt af: AHE <i>AHE</i>	Fil nr.: ATMI001P03 I
--------------------	-----------------------------	-----------------------



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 7 af 13	

- 5) På målestationen foretages følgende: Når monitoren skal nedtages udføres en zero og span-kontrol. Der udføres ligeledes en zero og span kontrol på monitoren der opsættes (ref. 22). Tilsvarende ved skift af spangasser måles gassens koncentration inden nedtagning af den gamle flaske og efter opsætning af den nye spangas (ref. 23 og 24).

7.4 Beregning af resultater

Beregninger kan først ske når de ubehandlede måleresultater er i måleresultattabellen, Se (ref. 21).

Først kompenseres for nulpunktsafvigelsen, der er lig med monitorens visning, når den måler på nulluft. Denne værdi fratrækkes måleresultatet, og data er derefter nulpunktskorrigerede data.

Dernæst kompenseres for "forstærkningsfejlen", den fejl der foreligger når monitoren viser mere eller mindre end den skal, bestemt ved hjælp af spangasser. Målingerne på nulluften og spangassen er "punktmålinger" (ref. 17). Værdien for de mellemliggende perioder findes ved interpolation (ref. 15).

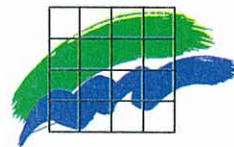
For O₃ se afsnit 7.3 trin 1.

7.5 Dataflow

Dataflowet fra rådata til de endeligt godkendte data er vist nedenfor.

- Trin 1: Monitoren måler koncentrationen.
- Trin 2: En Pc på målestationen samler data fra monitorens signaludgang. Stations PC'en kommunikerer via internet/modem med en PC i ATMI.
- Trin 3: Pc'en i ATMI henter hver morgen, automatisk, data hjem fra alle monitorer på alle stationer og sender dem derefter op i et direktorie på G-drevet. Data kan, manuelt, hentes hjem når som helst (ref. 14).
- Trin 4: Data overføres, til luftdatabasen, herunder sker en kontrol af om data har det korrekte format, nogle fejl kan herved automatisk findes (ref. 19).
- Trin 5: Data kvalitetskontrolleres, dvs. fejlagtige data markeres og der korrigeres for nul og span. Korrektionsværdierne føres ind i luftdatabasens måleresultattabel. Det korrigerede data i datawarehouse rettes og dataer er klar til afrapportering (ref. 15) og (ref. 21).

Udarbejdet af: CNO	Godkendt af: AHE <i>AHE</i>	Fil nr.: ATMI001P03 I
--------------------	-----------------------------	-----------------------



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 8 af 13	

7.6 Godkendelseskriterier

Rådata skal foreløbig godkendes. Først fejlmærkes måledata fra perioder hvor monitoren ikke fungerede korrekt, og hvor det ikke er muligt at korrigere for fejl. Dernæst markeres perioder, hvor data er usikre. Disse afgørelser træffes ud fra den viden, der foreligger når den foreløbige godkendelse sker. Denne viden kan være ufuldstændig, således at det senere i godkendelsesprocessen kan blive nødvendigt at markere yderligere data. Dernæst skal data nulpunktskorrigeres og sluttelig spankorrigeres som beskrevet under afsnit 7.5. "Beregning af resultater".

Hermed er den del af kvalitetskontrollen, der er baseret på kontrolldata for den enkelte station overstået, men der foretages desuden en kvalitetskontrol baseret på sammenligning af monitorer på samme station og stationer imellem.

8 Metodekarateristik og metodedokumentation

Målemetoderne og de anvendte monitorer følger de amerikanske myndigheders krav (ref. 6, 7 og 9). Der er foretaget mindre ændringer i monitorernes opbygning, men disse ændringer opfylder kravene.

Vedrørende detektionsgrænse, måleområde og måleusikkerhed se (ref. 20).

A) Interferenser

– NO_x-monitoren:

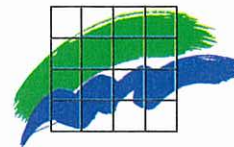
Konverteren for konvertering af NO₂ til NO vil også reducerer andre (iltede) N-forbindelser, f.eks. PAN og HNO₃ til NO (men ikke N₂O og NH₃, der for at omdannes til NO skal iltes). Fejlen på målingen som følge af omdannelsen af PAN og HNO₃ til NO er kun af betydning i baggrundsområder, idet det kun er dér at NO₂-koncentrationen er så lav at koncentrationer af PAN og HNO₃ er af samme størrelsesorden.

– SO₂-monitoren:

Andre gasser i luften kan interferere ved at fluorescere, blandt andet aromatiske forbindelser. Interferensen giver sig udslag i at der måles for meget SO₂.

Interferensen fra aromatiske forbindelser mindskes i vid udstrækning ved, før målingen, at sende luften gennem et rør hvor cellevæggen selektivt lader de aromatiske forbindelser passerer ud af luftstrømmen (en "Kicker").

NO interfererer, en øgning af prøvens indhold af NO med 100 ppb vil forøge SO₂-monitoren visning med mellem 1 og 3 ppb.



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 9 af 13	

– **O₃-monitoren:**

Metallisk kviksølv interfererer ved at give en kraftig absorption i det benyttede bølglængdeområde, men i praksis betyder dette intet da forekomsten af metallisk kviksølv i naturen i de nødvendige koncentrationer er yderst sjælden.

– **CO-monitoren:**

H₂O og CO₂ giver en positiv interferens, men ved de koncentrationer der er i atmosfæren er denne uden betydning.

B) Usikkerhedsbudget

Med undtagelse af spanværdierne af ozon, hvis span normeres i forhold til monitorens ind- og udgangs-check i laboratoriet, normeres de øvrige målinger i forhold til en nulluft og en spangas ude på selve målestationerne.

A: en nulluft lavet af omgivelsernes luft ved kemisk at fjerne uønskede komponenter,

B: en spangas, der er sporbar til en international accepteret standard.

Ad A, (afvigelse fra nul er en konstant, der fratrækkes måleværdien):

Nulluften udviser for NO, NO₂ og SO₂ en middelværdi der i gennemsnit ligger 0,5 ppb ± 1 ppb over den nulluft, der anvendes ved det månedlige tilsyn. Nulluften for O₃ laves internt i monitoren og kan ikke afvige fra nul med mere end måleusikkerheden: 0,5 ppb. Nulluften for CO afviger mindre end 0,1 ppm.

SO₂-målingen påvirkes af tilstedeværelsen af NO, idet 30 - 100 ppb NO øger måleresultatet med 1 ppb SO₂, en værdi der med det nuværende niveau af NO og SO₂ i byerne, kan give en fejl på den målte middelværdi af SO₂ på op til +1 ppb.

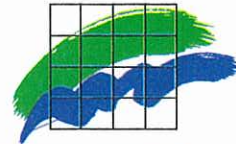
Når analysedelen i en monitor bliver snavset vil der gå længere tid før der opnås en stabil visning. Ved høje luftfugtigheder forstærkes dette yderligere. Visningen for NO_x vil være 3 til 5 ppb, for NO 1 til 2 ppb og for SO₂ 1 ppb for høj, førend monitorerne hjemtages for service. I beregningen vil der blive kompenseret for fejlen på NO_x, hvorved den resulterende fejl vil være 1 til 2 ppb.

Ad B, (fejlen er proportional med måleværdien fratrullet nulpunktet):

Spangassen bestemmes i monitorlaboratoriet med en usikkerhed på ± 1,8 %. Spangassen bestemmes både før opsætningen og efter nedtagningen i monitorlaboratoriet (6 - 9 måneders udstationering).

I monitorerne for SO₂, CO og O₃ kompenseres for barometerstanden. Anderledes med NO_x-monitoren. Kun nogle af modellerne har indbygget kompenseringsalgoritmen er uklar, bruges den endnu ikke. NO_x-monitoren's visning varierer derfor pro-

Udarbejdet af: CNO	Godkendt af: AHE <i>AHE</i>	Fil nr.: ATMI001P03 I
--------------------	-----------------------------	-----------------------



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 10 af 13	

proportionalt med barometerstanden, dvs. op til $\pm 3\%$, ofte mindre (3% svarer til 30 mbar). Fejlen er den samme for NO og NO_x og dermed for NO₂.

I alle monitorerne fortynder vanddampen den luft, der skal analyseres, idet referencen er den fuldstændig tørre spangas. Dette giver en fejl på op til -3% på en ekstrem varm og fugtig sommerdag. Fejlen er den samme for NO og NO_x og dermed for NO₂.

I tillæg til dette kan vanddamp "quenche" (udslukke) lysudsendelsen fra NO-målingen. Mekanismen bevirker at det er svært at lave en god korrektion (hovedafhængigheden er vanddamppartialtrykket i målekammeret, der igen afhænger af vacuum'et i kammeret og luftens absolutte vanddampindhold). Fejlen skønnes at give en visning der er mellem -1 og -5% . Fejlen af denne årsag er den samme for NO og NO_x (enkanal-instrument) og dermed for NO₂.

Når en monitor bliver snavset tager det længere tid førend en stabil visning nås ved tilsætning af spangas, undertiden længere end den får. Fejlen på spanværdien af denne årsag overstiger ikke -2% .

Spanfejlen på en O₃-monitor viser sig normalt ved en for lille visning. Forskellen på en monitor ved opsætning og nedtagning er normalt 2% eller mindre. Disse bedømmelser er baseret på målingerne foretaget i monitorlab ved udgangs- og indgangsscheck. En parallelkørsel på en målestation viser en afvigelse på $1-3\%$. Små afvigelser skyldes normalt tilsnavsning, store afvigelser normalt et delvist funktionssvigt af en komponent.

Linearitetsfejl på alle monitorerne er mindre end 1% og er ikke væsentlige i denne forbindelse.

Konklusion:

På nær bestemmelsen af spangassen's koncentration er de ovennævnte fejlkilder ikke stokastiske, og man undervurderer deres samlede effekt, hvis man tager summen af deres kvadrater. Simpel addition, med fortegn, hvor man vælger det værste tilfælde, vil på den anden side overvurdere fejlen. Begge beregninger er udført i det følgende for at kunne sætte et øvre og nedre estimat af den maksimale usikkerhed. I almindelighed er øvre estimat meget for højt. Erfaringerne fra interkalibreringer synes at vise, at der ikke er problemer med at overholde de grænser der er givet i "Metodedokumentation" (ref. 20).

Nedenfor er opgivet usikkerheden på forstærkningen (hvor forstærkningen er udgangssignal som målt atmosfærisk koncentration/ spangassens kendte koncentration).

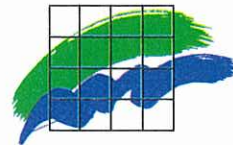
For NO, NO_x og NO₂:

Øvre estimat af den maksimale usikkerhed: $-(1,8 + 2 + 3 + 3 + 5) = -15\%$

Nedre estimat af den maksimale usikkerhed: $-((1,8)^2 + (2)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (5)^2)^{1/2} = -7\%$

Den resulterende usikkerhed ligger derfor mellem $(-15\%$ til $-7\%)$ og $+2\%$

Udarbejdet af: CNO	Godkendt af: AHE 	Fil nr.: ATMI001P03 I
--------------------	--	-----------------------



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 11 af 13	

For SO₂:

Øvre estimat af den maksimale usikkerhed: $-(1,8 + 3 + 2) = -7 \%$

Nedre estimat af den maksimale usikkerhed: $-\left((1,8)^2 + (3)^2 + (2)^2\right)^{1/2} = -4 \%$

Den resulterende usikkerhed ligger derfor mellem (-7% til -4%) og +2%

For O₃:

Øvre estimat af den maksimale usikkerhed: -3 %

Nedre estimat af den maksimale usikkerhed: $\pm 1 \%$

Den resulterende usikkerhed ligger derfor mellem -3% og +1%

For CO:

Øvre estimat af den maksimale usikkerhed: $-(1,8 + 3,0) = -5\%$

Nedre estimat af den maksimale usikkerhed: $-\left((1,8)^2 + (3,0)^2\right)^{1/2} = -4\%$

Den resulterende usikkerhed ligger derfor mellem: (-5% til -4%) og +2%

Nedenfor er opgivet nulpunktsfejl for de forskellige komponenter (værdien efter \pm er tilfældig støj ved målingen):

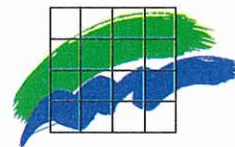
NO, NO_x og NO₂: 2 ppb \pm 1 ppb

SO₂: 1 ppb \pm 1 ppb

O₃: 0,5 ppb \pm 0,5 ppb

CO: 0,05 \pm 0,05 ppm

Usikkerheder i henhold til standarderne (ref. 5, 8, 10 og 18) fremgår af metodedokumentationen.

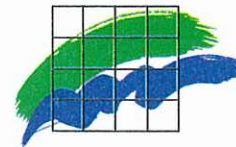


Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 12 af 13	

9 Dokumentation og referencer

- 1) Register over ansvarsområder, ATMI001Rxx A.
- 2) Skift af partikelfiltre på NO_x-, SO₂-, CO- eller O₃-monitorer 09D269xx D.
- 3) Brug af PC på en målestation ved filterskift 09D295xx.INS.
- 4) Stationsbesøg på stationer i NOVANA programmet ATMI331Ixx J.
- 5) NO- og NO₂-måling: EN 14211:2005. Ambient air quality — Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence.
- 6) NO_x-måling: Metoden betegnes som referencemetode i (den amerikanske) Federal Regulation 40 CFR part 50, Appendiks F. De benyttede monitorer, API model 200 og 200A er godkendt af de amerikanske myndigheder.
- 7) SO₂-måling: Monitor model 100A er godkendt af EPA som referencemetode i USA efter (den amerikanske) Federal Regulation 40 CFR part 53. Monitor model 100 er godkendt af EPA som equivalensmetode i USA efter (den amerikanske) Federal Regulation 40 CFR part 53. Se monitorens manual.
- 8) SO₂-måling: EN 14212:2005. Ambient air quality. Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence.
- 9) O₃-måling: O₃-måling: Monitoren er godkendt som equivalent-metode i USA efter (den amerikanske) Federal Regulation 40 CFR part 53, subpart B.
- 10) O₃ -måling: EN 14625:2005. Ambient air quality. Standard method for the measurement of the concentration of ozone by ultraviolet photometry.
- 11) Instruks for indgangsscheck: SO₂ ATMI094Ixx H
CO 09H257xx.INS
NO_x ATMI322Ixx H
O₃ ATMI312Ixx H
- 12) Instruks for service: SO₂ 09H093xx.INS
CO 09H256xx.INS
NO_x ATMI322Ixx H
O₃ ATMI312Ixx H
- 13) Instruks for udgangsscheck: SO₂ 09H092xx.INS
CO 09H258xx.INS
NO_x ATMI322Ixx H
O₃ ATMI312Ixx H

Udarbejdet af: CNO	Godkendt af: AHE <i>AHE</i>	Fil nr.: ATMI001P03 I
--------------------	-----------------------------	-----------------------



Dokumentbetegnelse: Procedure	Dok. type: I	Version: 2
Emne: Måling med kontinuert registrerende instrumenter (SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₃ og CO)	Gyldig fra: 09-03-2011	
	Side: 13 af 13	

- 14) Instruks for daglig kontrol af måledata fra målestationer samt overførsel af måledata til databaserne ATMI338Ixx N.
- 15) Instruks for kvalitetskontrol af monitordata 09N158xx.INS.
- 16) Instruks for nulluft på laboratoriet 09K197xx.INS
- 17) Instruks for kontrol af nulpunkts- og spangasdata: 09N12601.INS
- 18) CO-måling: EN 14626:2005. Ambient air quality. Standard method for the measurement of the concentration of carbon monoxide by nondispersive infrared spectroscopy.
- 19) Instruks for daglig kontrol af måledata fra målestationer samt overførsel af måledata til databaserne ATMI338Ixx N.
- 20) Metodedokumentation for måling med kontinuert registrerende instrumenter.
- 21) Procedure for afsluttende kvalitetskontrol af data fra kontinuert registrerende instrumenter, 09N018xx.PRO.
- 22) Instruks for skift af monitorer ifm stationsbesøg (under udarbejdelse)
- 23) Instruks for skift af spangas: SO₂, CO, CO₂: 09J184xx ins
- 24) Instruks for opsætning/skift af NO-spangas på stationen: 09J190xx ins
- 25) Instruks for Kontrolmåling af spangasflasker med NO, CO eller SO₂ (ATMI078Ixx H)