

**Bestemmelse af koncentrationer af kvælstofoxider (NO_x) i strømmende gas (kemiluminescens metode)**

Parameter	Kvælstofoxider, NO _x
Anvendelsesområde	Måling af NO _x i luftemissioner fra virksomheder
Metode	Kontinuert bestemmelse med kemiluminescens metode
Referencer	DS/EN 14792: 2017 /1/
Udgaver	8. udgave: 05-2025 7. udgave: 12-2024 6. udgave: 2017 5. udgave: 2017 4. udgave: 2014 3. udgave: 2007 2. udgave: 2003 1. udgave: 1999

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	3
2	Metodebladenes status, indhold og form	4
2.1	Samspil mellem standarder, metodeliste og akkreditering	4
2.1.1	Standarder	4
2.1.2	Metodeliste	5
2.1.3	Metodeblade	5
2.1.4	Akkreditering	5
2.2	Generelt	6
3	Anvendelsesområde.....	6
3.1	Måleområde.....	6
3.2	Begrænsninger.....	7
4	Princip	7
4.1	Prøvetagning.....	7
4.2	Analyse.....	7
5	Fremgangsmåde	8
5.1	Opvarmning	8
5.2	Justering og kontrol af samplesystem før måling	8
5.2.1	Tilledning af kalibreringsgas direkte til analysatoren	8
5.2.2	Læktest og kontrol af prøvetagningssystemet.....	9



Måling af emissioner til luften

Metodeblad nr.: MEL-03: 05-2025

5.3	Måling	9
5.4	Kontrol af analysatordrift	9
6	Planlægning	10
7	Udstyr	11
b)	Konfiguration 4	11
7.1	Udstyr til prøvetagning	12
7.2	Udstyr til analyse.....	12
7.2.1	Analysator.....	13
7.2.2	Datalogger	14
7.2.3	Gasser	14
8	Særlige forhold ved måling af NO _x efter denox anlæg.....	14
8.1	SRM-måling efter denox anlæg	14
8.1.1	Lavere NO _x -niveau.....	14
8.1.2	NH ₃ slip – interferens.....	14
9	Kvalitetssikring	15
9.1	Kontrol af konverter	15
9.2	Kontrol af analysator og prøvetagningssystem for tab af NO ₂	17
10	Beregninger	17
10.1	Beregning af nul- og spanpunkt	17
10.2	Korrektion for nul- og spanpunktsdrift	17
10.3	Omregning mellem ppm og mg/m ³ (n).....	18
10.4	Beregning af NO ₂ -andel	18
11	Usikkerhed.....	19
12	Rapportering	19
13	Modifikationer	20
14	Referenceliste	20

1 Indledning

Historik for metodebladet:

Udgave	Årstal	Væsentlige ændringer siden sidste version.
8	05-2025	Krav om at rapportere afskæringsprocenten er indført i afsnit 3.1.
7	12-2024	<p>Generelle opdateringer og præciseringer af tekst og layout.</p> <p>Modifikationer er flyttet til modifikationsboks, så man sammen med teksten kan se modifikationer af metoden.</p> <p>Afsnit 2 er opdateret til nyeste version med udgangspunkt i Referencelaboratoriets notat fra 2018 " Samspil mellem metodeliste, metodeblade, standarder og akkreditering" /13/.</p> <p>Dataopsamling med linjeskriver er fjernet i teksten i afsnit 4.2.</p> <p>Modifikation 1 vedr. behovet for at justere analysatoren før måling når korrektion foregår i databehandlingen er tilføjet i afsnit 5.2.1.</p> <p>Krav om at notere sondens placering når der ikke traverseres er indført i afsnit 5.3.</p> <p>Teksten i afsnit 5.4 er præciseret, men proceduren er uændret.</p> <p>Paragraf om at det bør sikres, at prøveudtagningen er repræsentativ for den maksimale emission ved præstationskontrolmålinger, er indført i afsnit 6 (fra MEL-22 /6/).</p> <p>I afsnit 6 er Information 1 vedr. bestemmelse af NO₂-andelen i forbindelse med emissionsmålinger tilføjet</p> <p>Ordet repeterbarhed i Tabel 1, linje 4 er erstattet med det mere korrekte reproducerbarhed.</p> <p>I afsnit 7.2 er der indført en kort beskrivelse af metoder til bestemmelse af NO₂-andel.</p> <p>Ordet repeterbarhed i Tabel 1, linje 4 er erstattet med det mere korrekte reproducerbarhed.</p> <p>Modifikation 2 vedr. test af analysatoren efter EN 15267-4 /9/ er indført i afsnit 7.2.1.</p> <p>I afsnit 7.2.2 er der indført en fodnote vedr. aflæsninger som erstatning for data-logning i nødstilfælde.</p> <p>I afsnit 8 er kommentar om NO₂-andele ved denox. fjernet.</p> <p>I afsnit 9.1 om kontrol af konverter er der tilføjet en formel og formlerne er revideret, så de anvender samme nomenklatur som i standarden /1/.</p>

Udgave	Årstal	Væsentlige ændringer siden sidste version.
		<p>I afsnit 9.2 Kontrol af analysator for tab af NO₂, er beskrivelsen af testen opdateret, så den følger forslag til testmetode anført i Referencelaboratoriets rapport nr. 89 /10/. Nu anføres det, at sampleslanger skal indgå i testen samt at testen skal udføres for alle de prøvetagningskonfigurationer laboratoriet anvender. Fodnoter er indført i Modifikation 4 og Modifikation 5.</p> <p>Afsnit 10.1 og 10.2 vedr. nul- og spanpunktsberegninger er ændret så de er identiske med MEL-05 (O₂) /11/, der blev revideret tilsvarende i 2020. Ændringen præciserer fremgangsmåde og formler til beregning.</p> <p>I afsnit 10.3 er konstanten tilføjet en decimal, så den stemmer med værdierne i referencelaboratoriets rapport 87: Formler til emissionsberegninger.</p> <p>Afsnit 10.4 vedr. beregning af NO₂-andel er tilføjet.</p> <p>Afsnit 11 vedr. usikkerhed er omskrevet, så det primært referer til MEL-22 /6/ og fremhæver metodekrav til usikkerhed samt krav om rapportering af usikkerhed fra MEL-22 /6/.</p> <p>Afsnit 12 vedr. rapportering er skrevet om, så det følger MEL-22 /6/;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der henvises generelt til afsnittet om rapportering i MEL-22 /6/, som ikke gentages i dette metodeblad. • Metodespecifikke rapporteringskrav er bibeholdt • Modifikation 6, om rapportering af gassens karakteristika, er indført
6	2017	Test for tab af NO ₂ er præciseret (konditioneringsenhed og analysator skal testes)
5	2017	Revideret i henhold til EN 14792: 2017
4	2014	Tilføjet nyt kapitel 8 om "Særlige forhold ved måling af NO _x efter denox anlæg"
3	2007	-
2	2003	-
1	1999	Første udgave

2 Metodebladens status, indhold og form

Metodebladet er målrettet målefirmaer og andre med specialinteresse for målinger og giver information på dansk om, hvordan målingerne skal udføres og hvilke særlige forholdsregler og modifikationer, der kan forekomme efter danske forhold. Formålet er at sikre ensartede analyseresultater samt at oplyse om særlige forhold, hvor modifikationer eller andre forholdsregler kan være påkrævet.

2.1 Samspil mellem standarder, metodeliste og akkreditering

I Referencelaboratoriets notat fra 2018 " Samspil mellem metodeliste, metodeblade, standarder og akkreditering" /13/, der kan findes på www.ref-lab.dk, redegøres der i detaljer for systemets opbygning. Det følgende er en sammenfatning af notatet (afsnit 2.1.1 til 2.1.4):

2.1.1 Standarder

Der foreligger CEN-standarder for næsten alle almindeligt forekommende måleparametre; for måleparametre som ikke har en CEN-standard, findes der i de fleste tilfælde ISO-standarder eller nationale standarder.

2.1.2 Metodeliste

Miljøstyrelsens metodehåndbog anfører hvilke standarder, der skal benyttes ved emissionsmålinger i Danmark. Metodelisten vedligeholdes og opdateres af Referencelaboratoriet og kan findes på www.ref-lab.dk.

2.1.3 Metodeblade

Metodebladene indeholder en beskrivelse på dansk af, hvordan målingerne skal udføres. Metodebladene beskriver udvalgte emner fra standarden og er ikke en fuldstændig afskrift af standarden. Der kan desuden være tilføjet noget i metodebladet, som standarden ikke dækker, men som er vurderet relevant for emissionsmålinger i Danmark.

Metodebladene revideres, når der udkommer en ny standard eller, når eksisterende standarder revideres. Desuden kan der som følge af tilbagemeldinger fra emissionslaboratorier eller på baggrund af resultater fra præstationsprøvnings gennemføres en revision af et metodeblad. Det er Referencelaboratoriets følge-gruppe, der prioriterer revision af metodebladene. Det kan således godt forekomme, at metodeblade ikke revideres umiddelbart efter, at standarden er revideret.

2.1.4 Akkreditering

Luftvejledningen /2/ anfører, at egenkontrol ved eksterne laboratorier bør udføres som akkrediterede målinger. DANAK akkrediterer på luftemissionsområdet i henhold til standarder og metodeblade, idet standarden skal følges, og de modifikationer og tilføjelser, der fremgår af metodebladet, bør følges af danske laboratorier.

I flere bekendtgørelser, bl.a. standardvilkårsbekendtgørelsen, refereres til, at målinger skal ske i henhold til metodeblade (ikke standarder) og med mulighed for at anvende *internationale standarder med mindst samme analysepræcision og usikkerhedsniveau*. Med denne sætning er det således tilladt at benytte den standard, som metodebladet refererer til, uden at følge de modifikationer/tolkninger, der er anført i metodebladet. Man kan også anvende andre internationale standarder med samme analysepræcision og usikkerhedsniveau.

Praksis i Danmark, når danske, akkrediterede laboratorier udfører emissionsmålinger, er at følge standarden med de modifikationer, der er nævnt i metodebladet.

Ved nye udgaver af standarder, hvor metodebladet ikke er revideret:

ISO 17025 /4/ anfører, at et akkrediteret laboratorium skal sikre, at den gældende udgave af en standard anvendes. Det betyder i praksis, at et laboratorium hurtigst muligt skal referere til den nyeste udgave af en standard uanset, om det tilknyttede metodeblad er revideret.

Det er op til det enkelte laboratorium at tage stilling til, hvordan en evt. konflikt mellem den reviderede standard og det ikke reviderede metodeblad håndteres, men som udgangspunkt bør standarden have forrang for metodebladet.

Ved nye udgaver af metodebladet, hvor standarden endnu ikke er udgivet:

Reviderede standarder:

- Der refereres til den gamle standard med det ny metodeblads modifikationer, indtil standarden udkommer. Herefter refereres der til den nye standard med det nye metodeblads modifikationer.
- Hvis der foreligger en prEN eller en ISO/DIS kan der søges akkreditering til den, hvis nødvendigt.

Ny standard og nyt metodeblad (dvs. i modsætning til en revideret standard):

- Hvis laboratoriet er akkrediteret til parameteren med en alternativ reference, så fortsættes der med denne reference, indtil den nye standard udkommer. Hvis laboratoriet ikke er akkrediteret til parameteren, kan laboratoriet søge akkreditering til metodebladet og den teknisk færdige standard.

2.2 Generelt

Referencelaboratoriet udvælger i samarbejde med Miljøstyrelsen metodeblade til granskning hvert år. Brugere af metodebladene er velkomne til at kontakte Referencelaboratoriet, hvis de bliver opmærksomme på behov for ændringer.

Modifikationer nævnes relevante steder i teksten i en boks:

Modifikation:

I metodebladet benyttes generelt en boks som denne. Boksene er nummererede, så der kan henvises til dem.

Fortolkninger af standardens tekst, supplementer til standarden eller vejledninger i brug af standarden bliver ikke nævnt under "Modifikationer", men vil i nødvendigt omfang blive anført i bokse:

Information / Supplement / Eksempel:

I metodebladet benyttes generelt en boks som denne. Boksene er nummererede, så der kan henvises til dem.

3 Anvendelsesområde

Dette metodeblad beskriver måling af emissioner af NO_x til luften fra afkast med strømmende gasser. Med afkast menes her skorstene, ventilationsafkast eller kanaler, gennem hvilke der udsendes varm eller kold gas til atmosfæren.

NO_x defineres som summen af NO og NO₂. Metoden kan også anvendes til måling af NO, NO₂ og NO_x.

3.1 Måleområde

Måleområdet skal afstemmes med formålet af målingen.

Det aktuelle måleområde bør være stort nok til at dække højest forekommende koncentration og mindst 1,5 gange grænseværdien.

I stil med afskæringsmuligheden i MEL-16 /7/ kan perioder over måleområdet i maksimalt 2% af en måleperiode for en enkelt måling (fx 60 minutter) accepteres, hvis:

- midlingstiden for dataloggeren er maksimalt 60 sekunder¹ og
- der som måleresultat i afskæringsperioden benyttes maksimal range på monitoren².

Hvis 2%'s reglen kan overholdes, så kan resultatet rapporteres uden yderligere bemærkninger.

¹ Afskæring af AMS-data sker på FLD-niveau (First Level Data), som er maksimalt 60 sekunder.

² Hvis monitoren ikke af sig selv giver maksimalt måleområde som signal, skal dette beregningsmæssigt indføres inden midling.

Hvis 2%’s reglen overskrides benyttes maksimal range for monitoren i afskæringsperioden og resultatet rapporteres som ”større end” (>). Den aktuelle afskæringsprocent skal rapporteres inklusiv en note om årsagen evt. med henvisning til dette metodeblad.

Metoden er valideret til 0-1.300 mg NO_x/m³ (som NO₂) for store fyringsanlæg og 0-400 mg NO_x/m³ (som NO₂) for affaldsforbrænding.

3.2 Begrænsninger

Ved målinger på anlæg hvor NO₂ koncentrationen er betydelig, og hvor gassen har et højt vandindhold, er der risiko for tab af NO₂ ved anvendelse af køleenhed til konditionering (konfiguration 1).

Der vil være interferens ved forekomst af andre kvælstofoxider, der kan reduceres til NO på analysatorens konverter (for eksempel HNO₃).

CO₂ sammen med vanddamp kan interferere og interferensen kan reduceres ved anvendelse af vakuum kemiluminescens og ved anvendelse af kalibreringsgasser med samme indhold af CO₂ som i gassen.

NH₃ interfererer. Ved koncentrationer over 20 mg/m³ kan korrektion være nødvendigt.

Anvend ikke permeationstørrer (konfiguration 2) ved NH₃ koncentrationer større end leverandørens anbefalinger (risiko for afsætning af ammoniumforbindelser).

4 Princip

4.1 Prøvetagning

Konfigurationer 1-3:

En delgasstrøm udsuges gennem forfilter, sonderør og evt. slange, alt opvarmet til over gassens dugpunkt. Herefter ledes gassen gennem en gaskonditioneringsenhed (1-køling, 2-permeationstørring eller 3-fortynding).

Herefter ledes gassen gennem uopvarmede rør eller slanger til en konverter, der omdanner NO₂ til NO, inden den ledes ind i selve analysatoren (konverter og analysator er ofte bygget i samme enhed).

Konfiguration 4:

Prøvegassen holdes på en temperatur over gassens dugpunkt frem til den opvarmede konverter, der omdanner NO₂ til NO, inden den ledes ind i den opvarmede analysator (konverter og analysator er ofte bygget i samme enhed).

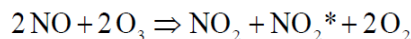
4.2 Analyse

Analysen foretages on-site med en analysator der anvender kemiluminescens-princippet, som måler NO (men ikke NO₂). En konverter omdanner NO₂ til NO, således at summen af NO₂ og NO registreres kontinuert, fx ved hjælp af en datalogger. Hvis der ikke benyttes en konverter, vil der kun måles NO.

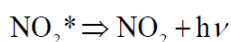
Analysatoren kan være forsynet med en og to måleceller eller én målecelle med automatisk eller manuel bypass af konverteren, så det er muligt at måle henholdsvis NO og NO_x. Differencen mellem NO_x og NO er lig

med NO₂. Analysatorer med én målecelle og uden mulighed for bypass af konverter kan kun bestemme NO_x. En analysator uden konverter kan kun bestemme NO.

Den grundlæggende reaktion i kemiluminescensprincippet sker mellem NO og O₃ i et reaktionskammer:



En del af NO₂-molekylerne dannes i en eksiteret tilstand (NO₂*). Eksitationsenergien frigives herefter som fotoner (lys):



Denne stråling er normalt målbar i bølglængdeområdet 590 - 3000 nm, og dens intensitet afhænger af volumenindholdet og opholdstiden for NO i reaktionskammeret, men også af trykket i kammeret og gassens sammensætning.

Påvirkningen fra andre gasser kan kun ske, hvis disse også giver kemiluminescens-stråling ved reaktion med O₃, eller hvis strålingen fra NO₂* hindres ved quenching.

5 Fremgangsmåde

5.1 Opvarmning

Hele målesystemet (inklusive konditioneringsenhed) samles som beskrevet i producentens instruktioner.

Konditioneringsenhed, sonde, filter og analysator stabiliseres på de ønskede temperaturer. Samtidigt afventes, at der opnås konstant (lavt) tryk i analysatorens målecelle.

5.2 Justering og kontrol af samplesystem før måling

Efter endt opvarmning justeres flow gennem konditioneringsenheden og analysatoren til det flow, der skal anvendes under målingen.

5.2.1 Tilledning af kalibreringsgas direkte til analysatoren

Nul- og spangas tilføres analysatoren direkte, uden om prøvetagningsystemet. Det sikres, at der er sammenhæng med gassernes aktuelle koncentration og den værdi, der opsamles ved hjælp af dataregistreringen. Eventuelt justeres.

Hvis justering foretages, gøres dette ved først at justere nulpunktet, herefter spanpunktet. Til sidst kontrolleres det, at nulpunktsændringen er ubetydelig. Hvis dette ikke er tilfældet, gentages proceduren.

Modifikation 1

I standarden /1/ kræves det, at analysatoren skal justeres til nul- og spanpunkt. Hvis der korrigeres for nul og spanpunktsvisning i databehandlingen vurderes det ikke nødvendigt at justere analysatoren. Visninger på nul og spangas skal registreres når der ikke justeres.

5.2.2 Læktest og kontrol af prøvetagningssystemet

En af de to følgende test gennemføres:

- Der tilføres nul- og spangas (i vilkårlig rækkefølge) så vidt muligt gennem hele prøvetagningssystemet. Afvigelsen mellem analysatorens visning ved direkte tilledning af gas og visning ved tilledning af gas gennem samplesystemet, må ikke overstige 2% af spangassens værdi.
- Prøvetagningssystemet kontrolleres for utætheder ved en læktetest, fx. ved at blokere sonde-enden og tænde pumpen. Når minimum tryk er opnået kontrolleres flowet med et passende flowmeter. Lækflowet må ikke overstige 2% af det forventede flow under måling³.

5.3 Måling

Prøvetagningen skal planlægges i henhold til DS/EN 15259 /8/ og MEL-22 /6/, med henblik på at sikre at målingen bliver repræsentativ. Standarden anfører, at der skal udføres traverseringsmålinger med mindre, der er dokumenteret homogenitet ved en homogenitetstest for NO_x eller anden relevant komponent. MEL-22 /6/ beskriver hvornår og på hvilke anlæg og for hvilke parametre der skal udføres homogenitetstest.

Der skal ikke traverseres i følgende situationer:

- Målestedet er dokumenteret homogent.
- Der skal ikke udføres homogenitetstest i henhold til MEL-22 /6/.

Der skal traverseres i følgende situationer:

- Hvis målestedet er dokumenteret inhomogent.
- Hvis der burde være udført en homogenitetstest på et målested og den ikke er udført.
- Hvis der i øvrigt er mistanke om inhomogenitet.

Sonden placeres i et repræsentativt punkt i kanalen/skorsten, eller der udføres traverseringsmåling. Registrer hvor i kanalen målingen udføres, hvis der ikke traverseres⁴.

Under målingen skal der opretholdes et konstant flow, og responstiden bør være så kort som mulig og maksimalt 200 s. Derfor bør afstanden mellem målested og analysator være så kort som mulig – brug eventuelt en by-pass pumpe ved store afstande.

5.4 Kontrol af analysatordrift

Umiddelbart efter hver måling og mindst en gang om dagen, inden nogen form for justering af analysatoren, tilføres nulgaz og spangas direkte, uden om prøvetagningssystemet til analysatoren. De registrerede værdier noteres.

Hvis enten nulpunktsdrift- eller spanpunktsdrift er større end 2% af spanværdien skal der korrigeres for både nul- og span drift.

Hvis enten nulpunktsdrift- eller spanpunktsdrift er større end 5% af spanværdien skal målingen kasseres. Se afsnit 10.1 for beregning af nul- og spanpunktsdrift.

³ I praksis vil man blot konstatere at flowmeteret går i nul.

⁴ MEL-22 /6/ anfører i afsnittet om rapportering at den omtrentlige placering af målinger der ikke traverseres, skal angives i rapporten fx med en tegning.

6 Planlægning

Hvis intet andet er angivet eller forlangt, tilstræbes det, at der ved præstationskontrol udtages i alt 3 prøver, hvor hver prøve har en varighed på ca. 1 time, som angivet i Luftvejledningen /2/. Ved QAL2 og AST følges reglerne i MEL-16 /7/. Der kan i øvrigt være forhold i processen, som berettiger til kortere eller længere prøvetagningstider.

Det bør ved præstationskontrol sikres, at prøveudtagningen er repræsentativ for den maksimale emission, ligesom det bør sikres, at den aktuelle produktion under præstationskontrollen er beskrevet entydigt i rapporten. Se desuden MEL-22 /6/.

I planlægningen besluttes det om NO₂-andelen skal bestemmes og med hvilken metode (se 7.2 og Information 1).

Information 1

Luftvejledningen /2/ anfører bla. følgende:

- at B-værdien gælder for den del af NO_x-mængden der udsendes som NO₂.
- at hvis der ikke foreligger oplysninger om NO_x-indholdets fordeling på NO og NO₂ regnes med, at hele den udsendte mængde af NO_x (regnet som NO₂) udgøres af NO₂.
- at hvis under halvdelen af en oplyst mængde NO_x er NO₂, skal der altid regnes med, at mindst halvdelen af den udsendte mængde NO_x udgøres af NO₂.

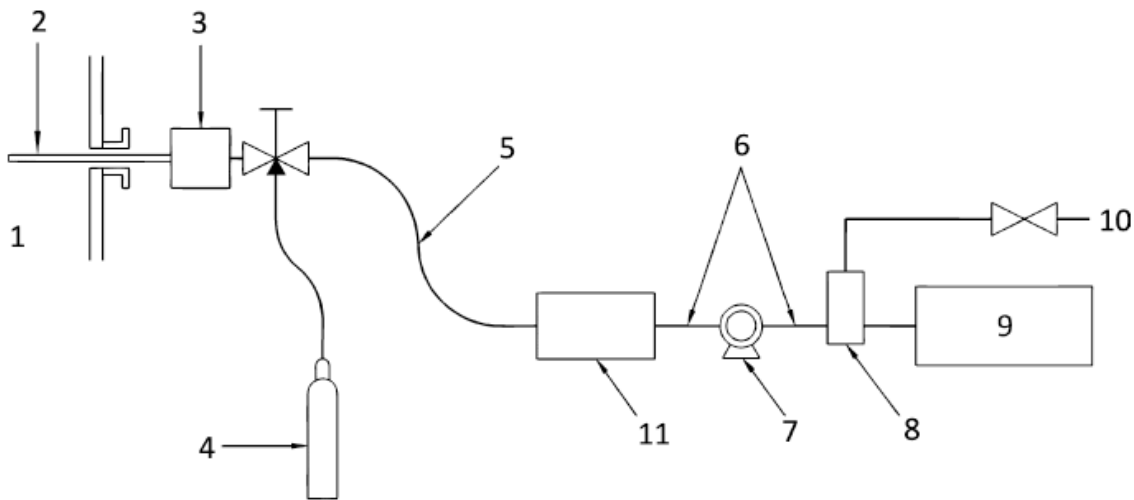
Det betyder i praksis at det er nødvendigt at vide om NO₂-andelen er under 50% eller hvor stor NO₂-andelen er, hvis den er over 50%.

Da NO_x kan være dimensionerende for skorstenshøjden i forhold til at vurdere om B-værdien er overholdt, vil oplysninger om NO₂-andelen normalt indgå i den samlede vurdering. Når der efterfølgende udføres præstationskontrolmålinger for NO_x-koncentration bør NO₂-andelen også dokumenteres, så myndighederne kan vurdere om B-værdien er overholdt.

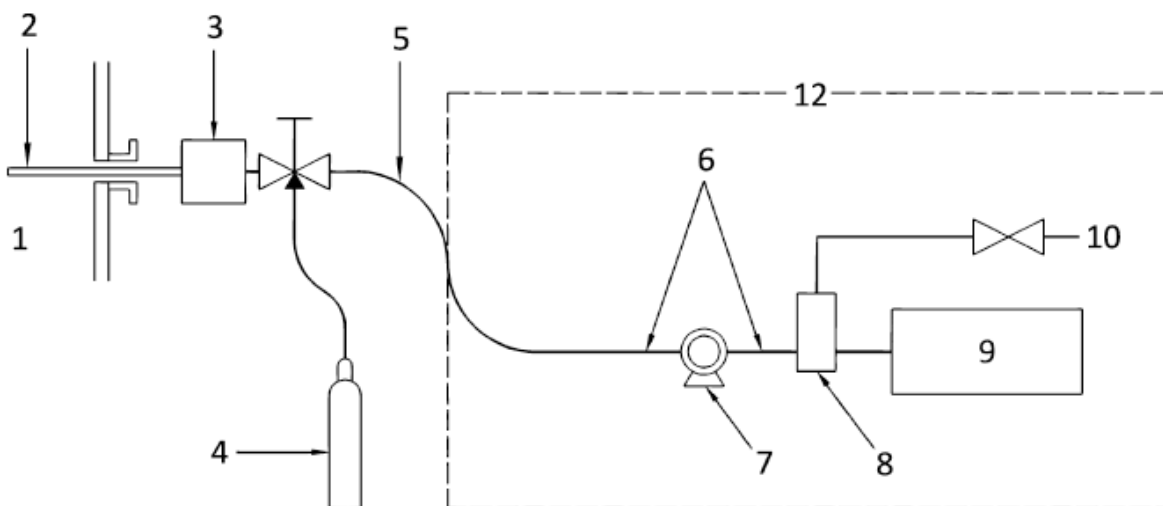
For visse anlægstyper og brændsler kan NO₂-andelen overstige 50% og for andre vil det være usandsynligt at NO₂-andelen overstiger 50%. Der henvises til Referencelaboratoriets rapport nr. 89 /10/ for information om NO₂-andel for forskellige anlægstyper og brændsler.

Det anbefales, at der ved præstationskontrolmåling for NO_x bestemmes og rapporteres en målt NO₂-andel når der er usikkerhed om NO₂-andelen kan overskride 50%. Når NO₂-andelen ikke er bestemt bør rapporten indeholde information om NO₂-andelen vurderes at være under 50%.

7 Udstyr



a) Konfiguration 1, 2 og 3



b) Konfiguration 4

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1 Skorsten | 9 Analysator |
| 2 Sonde | 10 Bypassventil |
| 3 Opvarmet filter | 11 Konditioneringsystem for: |
| 4 kalibreringsgas ⁵ | Konfiguration 1 (køler) |
| 5 Opvarmet prøvetagningsslange | Konfiguration 2 (permeationstørrer) |
| 6 Prøvegasslange (PTFE) | Konfiguration 3 (fortynding) |
| 7 Pumpe | 12 Opvarmet og temperaturkontrolleret zone for: |
| 8 Manifold | Konfiguration 4 (opvarmet analysator) |

Figur 1 Skitse af mulige prøvetagningsopstillinger (fra standarden)

⁵ På skitsen i afsnit 0 tilføres kalibreringsgassen efter filteret. Det anbefales dog at tilføre gassen via prøvetagningssonde og filter hvis muligt.

7.1 Udstyr til prøvetagning

Følgende udstyr anvendes (sonderør, filter og slanger før konditioneringsenheden skal opvarmes til over gassens dugpunkt)⁶:

1. Sonderør i passende korrosionsbestandigt materiale⁷ i passende længde i forhold til kanalen/skorstenen.
2. Partikelfilter af inert materiale (f.eks. keramisk materiale, sintermetal eller lignende). Ekstra filtre kan anvendes før og/eller efter konditioneringsenheden som ekstra beskyttelse af selve analysatoren.
3. Prøveslanger i passende korrosionsbestandigt materiale⁷.
4. Gaskonditioneringsenhed. Der kan vælges mellem følgende fire konfigurationer:
 - 4.1. Kondensation af vanddamp⁸ (pumpen skal placeres mellem køleenheden og analysatoren, så der undgås overtryk i køleren⁹).
 - 4.2. Permeationstørring (må ikke anvendes hvis NH₃ koncentrationen er udenfor den af leverandørens anførte range)
 - 4.3. Fortynding
 - 4.4. Opvarmet slange, pumpe og analysator
5. Sekundært filter med porestørrelse på 1-2 µm (er ofte indbygget i analysatoren).
6. Konverter som omdanner NO₂ til NO.
7. Gastæt pumpe med en tilstrækkelig kapacitet til at transportere prøvegassen gennem målesystemet med en sådan hastighed, at responstiden minimeres (er ofte indbygget i analysatoren).

Prøvegassens flowkontrol (f.eks. flowmeter) med tilhørende ventil, til justering af flowet gennem analysatoren (er ofte indbygget i analysatoren).

7.2 Udstyr til analyse

Analysatoren kan være med dobbelt eller enkelt analysecelle. Med dobbelt analysecelle kan både NO og NO_x måles kontinuerligt. Med enkelt analysecelle kan der skiftes mellem at gassen føres gennem konverteren (måling af NO_x) eller at gassen føres uden om konverteren (måling af NO). NO₂ bestemmes som forskellen mellem NO_x og NO. Hvis resultater i NO, NO₂ og NO_x ønskes fra en analysator med enkelt analysecelle skal skiftet mellem analysecellerne være hurtigere end skift i NO_x-koncentrationen i afkastet for at undgå negative NO₂ data.

Hvis NO₂ andelen skal bestemmes og rapporteres skal der anvendes en af følgende metoder:

1. 2-kanals analysator (måler både NO_x og NO)
2. 1-kanals analysator som kan skifte automatisk mellem NO_x og NO
3. 1-kanals analysator, hvor der fx efter endt NO_x-måling måles NO i en passende periode

⁶ Hvis der er undertryk i systemet (pumpen placeret mellem gaskonditionering og monitor) kan der for 4.1 og 4.2 anvendes en kort (maksimalt 1 meter) uopvarmet slange frem til konditioneringsenheden.

⁷ fx. rustfrit stål, borosilicatglas eller keramisk materiale; PTFE eller PFA kan kun bruges ved temperaturer < 200°C. Ved høje gastemperaturer (> 250°C) kan rustfrit stål medføre risiko for, at forholdet mellem NO₂ og NO_x ændres i prøvetagningssonden.

⁸ Ved høje NO₂ koncentrationer kan anvendelsen af konfiguration 1 medføre tab af NO₂ pga. dets vandopløselighed. Tabets størrelse afhænger også af vandindholdet i røggassen.

⁹ Overtryk kan medføre tab af NO₂ i kondensatet.

Ved store variationer i NO_x-koncentrationen kan metode 2 og især metode 3 medføre en større usikkerhed på NO₂-andelen.

7.2.1 Analysator

NO_x-analysatoren inklusive konverter skal være baseret på kemiluminescensprincippet for kontinuert bestemmelse af NO_x-koncentrationen i prøvegassen. Analysatoren skal opfylde følgende specifikationer:

Specifikation	Performance kriterium
Respons tid	≤ 200 s
Repeterbarhed ved nulpunkt	≤ 2,0% ^a
Repeterbarhed ved spanpunkt	≤ 2,0% ^a
Reproducerbarhed	≤ 3,3% ^a
Linearitet	≤ 2,0% ^a
Korttidsbaseret nulpunkts drift	≤ 2,0% ^{a,b}
Korttidsbaseret span drift	≤ 2,0% ^{a,b}
Følsomhed for ændringer i omgivende temperatur fra 5°C-25°C og fra 40°C-20°C ved nulpunkt	≤ 5,0% ^{a,b}
Følsomhed for ændringer i omgivende temperatur fra 5°C-25°C og fra 40°C-20°C ved spanpunkt	≤ 5,0% ^{a,b}
Følsomhed for tryk i prøvetagningsgassen ved spanpunkt, for en trykændring Δp 3 kPa	≤ 2,0% ^a
Følsomhed for prøvetagningsflow i forhold til en given specifikation fra leverandøren	≤ 2,0% ^a
Følsomhed for vibrationer	≤ 2,0% ^a
Følsomhed for spænding, ved -15% under og ved +10% over nominal spænding i forsyningsnettet	≤ 2,0% ^a
Interferenser	≤ 2,0% ^a
Konverter effektivitet	≥ 95,0%
Læk i prøvetagnings- og konditionerings-systemet	≤ 2,0% af den målte værdi
^a Procent af den øverste ende af certificeringsområdet. ^b Overvej enten en kombination af drift- og temperatur effekter i laboratoriet eller drift i felten (største værdi vælges). Drift i felten kombinerer hovedsagelig apparatdrift og temperaturdrift.	

Tabel 1 Performance karakteristisk af SRM og tilhørende performance kriterier (tabellen i standarden indeholder informationer ved bidrag til usikkerhedsberegninger, som ikke er medtaget her)

De nævnte specifikationer i Tabel 1 er ikke noget der skal testes med regelmæssige mellemrum, men de specifikationer, som leverandøren skal kunne garantere at analysatoren lever op til. I standarden anføres det, at hele målesystemet skal testes efter EN 15267-4 /9/ af et akkrediteret eller af myndighederne godkendt laboratorium til implementering af test procedurer i EN 15267-4 /9/. Dette gælder dog kun for analysatorer som indkøbes efter standardens udgivelsesdato. For eksisterende analysatorer gennemføres de kontroller, som er anført i Tabel 2 og med den anførte hyppighed.

Modifikation 2

Kravet om en test af analysatoren efter EN 15267-4 /9/ gælder ikke for analysatorer indkøbt før standardens /1/ udkommelsesdato (første version (2005)).

7.2.2 Datalogger¹⁰

Tidsopløsningen i dataopsamlingen skal tilpasses opgaven og målesystemets responstid. Generelt bør der lagres mindst en (middel)værdi pr. 60 sekunder.

7.2.3 Gasser

Der skal anvendes i alt 2 kalibreringsgasser:

1. en nulgase uden signifikant indhold af NO_x (f.eks. rensede luft eller nitrogen)
2. en spangase med en certificeret indhold af NO eller NO/NO₂. Usikkerheden¹¹ på spangassen skal være ≤ ±2% for NO eller NO/NO₂. Når målingen benyttes til eftervisning af grænseværdier (herunder QAL2 og AST) skal spangassen have en koncentration på ca. 1/2-1 times grænseværdien eller mellem 50% og 90% af det valgte måleområde.

8 Særlige forhold ved måling af NO_x efter denox anlæg

Denox anlæg har en dosering af NH₃ eller urea således at NO_x kan reduceres til N₂ (og vand). Som følge af denne proces påvirkes NO_x-målingen på følgende måde:

1. det generelle NO_x-niveau er lavere ved denox
2. NH₃ slip forekommer i større eller mindre grad. Niveauer på 0-20 ppm NH₃ er normalt forekommende

Disse to situationer eller kombinationer heraf har betydning for målingen af NO_x. Nærværende kapitel giver anvisning på hvordan disse måletekniske udfordringer løses bedst muligt.

8.1 SRM-måling efter denox anlæg

8.1.1 Lavere NO_x-niveau

I afsnit 3.1 angives der følgende vedr. måleområdet: "Måleområdet skal afstemmes med formålet af målingen" og "Det aktuelle måleområde bør være stort nok til at dække højest forekommende koncentration og mindst 1,5 gange grænseværdien." Da denox kan være indført uden at grænseværdien er sænket til det nye niveau (fx for at reducere NO_x-afgiftsbetalingen), er valg af måleområde efter ovenstående retningslinjer ikke så ligetil.

Valg af måleområde ved denox, bør derfor tage udgangspunkt i den forventede højeste måleværdi i stedet for som angivet ved grænseværdien. Ved QAL2 og AST, hvor der kan forekomme både høje og lave niveauer under parallelmålinger anbefales det at benytte forskellige måleområder og spangasser, så målingerne i det lave område bliver så nøjagtige som muligt¹².

8.1.2 NH₃ slip – interferens

I afsnit 7.2.1 anføres det at interferenser fra bla. NH₃ maksimalt må være 2,0% af måleområdet.

¹⁰ I nødstilfælde kan hyppig notering af aflæste koncentrationer i måleperioden anvendes i stedet for datalogger, idet det sikres at data kan benyttes til en troværdig vurdering af måleresultatet overfor en grænseværdi.

¹¹ Alle usikkerhedsangivelser i metodeblade er som 95% konfidens interval (k=2).

¹² På store kraftværker o.lign., hvor volumenstrømmen er meget stor, har selv små afvigelser i en lav NO_x-koncentration betydning for NO_x-afgiften.

Ved måling efter denox-anlæg skal man således være ekstra opmærksom på problemer med NH₃, både ved anvendelse af permeationstørrer og i forhold til interferens¹³.

9 Kvalitetssikring

En væsentlig del af kvalitetssikringen foregår i felten. Ud over kontrol og justering på målestedet vedligeholdes analysatoren løbende i henhold til leverandørens anvisninger. Herudover udføres der periodevise kontroller af analysator og konverter som anført i Tabel 2.

Kontrol	Hyppeghed	Beskrivelse/kriterium
Rens eller skift af partikelfilter ^a ved prøvetagningsindløb og ved indløb til analysator	Hver målekampagne, hvis nødvendigt ^a	-
Læktest	Hver målekampagne	Som specificeret i 5.2
Nul og span justering	Hver målekampagne	Som specificeret i 5.2
Drift	Hver målekampagne	Som specificeret i 5.4
Tab af NO ₂	Hver tredje måned	Som specificeret i 9.2
Konverter effektivitet	Mindst en gang pr. år ^b	Effektivitet ≥ 95%
Kontrol eller skift af ozonfjernelsesenhed, og hvis relevant, tørre-enheder og sliddele	Mindst en gang pr. år ^c	Efter leverandørens anvisninger
Regelmæssigt vedligehold af analysatordele	Som foreskrevet af leverandør	Efter leverandørens anvisninger
Linearitet	Mindst en gang pr. år og efter hver reparation	Se Tabel 1

^a Partikelfilteret skal skiftes periodevis afhængig af støvbelastningen. Ved filterskift skal også filterhuset renses. Overbelastning af filteret kan medføre tab af NO₂ ved sorption på partiklerne og kan medføre øget tryktab i prøvetagningsystemet.
^b Afhængig af konverterens type og af NO₂ koncentrationen. Hyppegheden bør øges på basis af tidligere kontroller.
^c Afhænger af brugen af analysatoren.

Tabel 2 Oversigt over hyppeghed af periodevise kontroller.

Analysatorens linearitet kontrolleres i mindst 5 punkter fordelt over hele måleområdet.

9.1 Kontrol af konverter

Konverteren omdanner NO₂ til NO. Konverteren har en begrænset levetid, og når konverterens effektivitet falder, bliver de målte NO₂- (og NO_x-) værdier for lave. Konverterens effektivitet skal derfor kontrolleres mindst én gang årligt på en af følgende måder (se desuden bilag C i standarden):

¹³ Efter denox anlæg kan NH₃ forekomme i samme koncentrationsområde som NO_x. Fx. 10 ppm NH₃ og 10 ppm NO_x efter et SCR-anlæg med overdosering af NH₃.

Metode 1: test af effektivitet ved anvendelse af NO₂ kalibreringsgas

Analysatoren justeres med en gas med et kendt indhold af NO. Justeringen foretages med analysatoren indstillet til at måle NO_x. Herefter tilføres analysatoren en spangas med en kendt koncentration af NO₂. Konverteringen er tilfredsstillende, hvis analysatoren stabiliserer sig med en visning, der svarer til mindst 95% af spangassens NO₂-koncentration. Konvertereffektiviteten bestemmes minimum 3 gange og middelværdien benyttes. Convertereffektiviteten beregnes efter følgende formel:

$$E = \frac{C_{NOx,u} - C_{NO,u}}{C_{NO2,i}} \cdot 100 \%$$

hvor

E er convertereffektivitet

$C_{NOx,u}$ er NO_x- aflæsningen med NO₂-gas

$C_{NO,u}$ er NO-aflæsningen med NO₂-gas

$C_{NO2,i}$ er NO₂-koncentrationen af den anvendte gas¹⁴

Metode 2: test af effektivitet ved anvendelse af gasfasetitrering

Konverteren kontrolleres ved gasfasetitrering efter følgende princip: Analysatoren tilføres en NO gas med omkring 80% af måleområdet¹⁵. Noter koncentrationen af total NO_x ($C_{NOx,0}$) og koncentrationen af NO ($C_{NO,0}$). Herefter blandes NO-gassen med ozon, hvorefter koncentrationen af total NO_x ($C_{NOx,i}$) og koncentrationen af NO ($C_{NO,i}$) noteres. Nu varieres ozongeneratorens¹⁶ output i yderligere mindst 3 niveauer ($i = 1$ til n) og koncentrationen af total NO_x ($C_{NOx,i}$) og koncentrationen af NO ($C_{NO,i}$) noteres. Convertereffektiviteten for hver ozonkoncentration beregnes efter følgende formel:

$$E_i = \frac{(C_{NOx,i} - C_{NO,i}) - (C_{NOx,0} - C_{NO,0})}{C_{NO,0} - C_{NO,i}} \cdot 100\%$$

hvor

E_i er convertereffektivitet i procent ved indstilling i på ozongeneratoren

$C_{NOx,0}$ er total NO_x-koncentrationen med ozongeneratoren slukket

$C_{NO,0}$ er NO-koncentrationen med ozongeneratoren slukket

$C_{NOx,i}$ er total NO_x-koncentrationen med ozongeneratoren i stilling i ($i = 1$ til n)

$C_{NO,i}$ er NO-koncentrationen med ozongeneratoren i stilling i ($i = 1$ til n)

Modifikation 3

Det vurderes ikke nødvendigt at ændre koncentrationsniveau ved metode 2, hvis det forventede målniveau af NO₂ er opnået. Testen gentages ved dette NO₂ niveau, så den i alt er gennemført 3 gange som i metode 1.

¹⁴ Usikkerheden på den anvendte gas kan godskrives i testen, således at den laveste værdi i usikkerhedsintervallet for gassen indsættes som $C_{NO2,i}$.

¹⁵ Det er ikke nødvendigt at kende den præcise koncentration ved gasfasetitrering.

¹⁶ Når der anvendes en corona-discharge ozongenerator skal der bruges ren O₂, da N₂ i luften kan omdannes til NO.

9.2 Kontrol af analysator og prøvetagningssystem for tab af NO₂

Følgende beskrivelse af testen er hentet fra Referencelaboratoriets rapport nr. 89 /10/, da standarden /1/ ikke detaljeret beskriver en testmetode.

Hver tredje måned skal analysatoren og prøvetagningssystemet kontrolleres for tab af NO₂ efter følgende procedure:

Efter justering af analysatoren med NO tilføres NO₂ i N₂ gennem et komplet prøvetagningssystem med så lange slanger, som laboratoriet kan komme ud for at skulle anvende. Der anvendes en tør NO₂-gas med en koncentration svarende til det højeste niveau, laboratoriet kommer ud for, eller lidt højere. NO₂-gassen skal have en usikkerhed på maksimalt 2% ($k=2$)¹⁷. Gassen ledes til prøvetagningssystemet, og efter indtræden af ligevægt opsamles i minimum 3 minutter. Middelværdien heraf beregnes og må ikke repræsentere et større tab end 20% af NO₂-gassens værdi¹⁸.

Hvis laboratoriet anvender forskellige konfigurationer af prøvetagningssystem og monitorer, udføres en tilsvarende test for hver konfiguration (konfiguration 1-4 i afsnit 4.1).

Modifikation 4

Hyppigheden for kontrol af NO₂ tab i målesystemet kan nedsættes til én gang pr år, idet det maksimale tab samtidig nedsættes fra 20% til 10%.

Modifikation 5

Da testen er ganske grov, kan gasser med større usikkerhed anvendes (fx 5% ($k=2$)).

10 Beregninger

10.1 Beregning af nul- og spanpunkt

Nulpunktsdrift beregnes som differensen mellem nul-aflæsninger før og efter måleperioden i procent af span-gassens værdi.

Spanpunktsdrift beregnes som differensen mellem span-aflæsninger før og efter måleperioden i procent af spangassens værdi.

10.2 Korrektion for nul- og spanpunktsdrift

Afsnit 9.4.3 i standarden /1/ indeholder beskrivelse og formler for korrektion for nul- og spanpunktsdrift. Bilag G i standarden /1/ indeholder et eksempel på korrektion for nul- og spanpunktsdrift¹⁹.

¹⁷ Denne test er et krav i standarden. Da testen er ganske grov, kan gasser med større usikkerhed anvendes (fx 5% ($k=2$)).

¹⁸ Der kan ved testen tages højde for den krævede usikkerhed på gassen, således at en værdi i usikkerhedsspannet kan benyttes til testen. Eksempel: Gassens certifikatværdi: 50 ppm \pm 2% ($k=2$), svarende til 49-51 ppm. Værdier mellem 49 og 51 ppm kan anvendes ved testen. Bemærk at denne fremgangsmåde er begrænset til $\pm 2\%$, selvom der anvendes gasser med en højere usikkerhed (Modifikation 5).

¹⁹ Metoden antager at driften er lineær mellem nul- og span-punkt registreringer og anvender lineær interpolation.

Det forudsættes i det følgende, at signaldriften er lineært aftagende (eller stigende) under hele måleperioden og, at der anvendes nul- og spangasser som foreskrevet. Det antages også at tiden t_0 kan eksistere samtidig for nul og span (i praksis kan middeltiden for nul og span benyttes. Tidspunkter for nul og span bør ligge tæt på hinanden ved denne løsning). Den angivne formel kan kun benyttes hvis der anvendes en nulgas med værdien nul.

Korrektion af den målte værdi for signaldrift under målingen kan foretages efter nedenstående formel eller tilsvarende formel, som anvender lineær interpolation:

$$C_{\text{korrigeret},t} = \frac{C_{\text{målt},t} - (B_{t,0} + \text{Drift}(B) * t)}{(A_{t,0} + \text{Drift}(A) * t)}$$

hvor

$C_{\text{korrigeret},t}$	er den korrigerede måleværdi til tiden t
$C_{\text{målt},t}$	er den målte værdi til tiden t
$B_{t,0}$	er måleværdien for nulgas til t_0 (efter evt. justering af måleren)
$\text{Drift}(B)$	er $(\text{måleværdien for nulgas ved } t_{\text{slut}} - \text{måleværdien for nulgas ved } t_0) / (t_{\text{slut}} - t_0)$
$A_{t,0}$	er $(\text{måleværdien for spangas til } t_0 \text{ (efter evt. justering af måleren)} - B_{t,0}) / (\text{koncentration af spangas} - \text{koncentration af nulgas})$
$\text{Drift}(A)$	er $\{[(\text{måleværdien for spangas ved } t_{\text{slut}} - \text{måleværdien for nulgas ved } t_{\text{slut}}) / (\text{koncentration af spangas} - \text{koncentration af nulgas})] - A_{t,0}\} / (t_{\text{slut}} - t_0)$
t_0	er tidspunkt for kontrol med nulgas og spangas før målingen
t_{slut}	er tidspunkt for kontrol med nulgas og spangas efter målingen
t	er det tidspunkt for hvilket, man ønsker sin måleværdi korrigeret

10.3 Omregning mellem ppm og mg/m³(n)

Den målte koncentration af NO_x udlæses normalt i enheden ppm (vol), idet summen af NO og NO₂, herved kan beregnes direkte. Dataopsamling vil derfor mest hensigtsmæssigt baseres på enheden ppm.

For sammenligning med grænseværdier i Miljøstyrelsens vejledninger udtrykkes NO_x som NO₂. NO_x omregnes fra ppm til mg/m³(n) efter:

$$C_{NO_x} \left[\frac{mg}{m^3(n)}, \text{ beregnet som } NO_2 \right] = 2,053 \cdot C_{NO_x} [ppm]$$

10.4 Beregning af NO₂-andel

NO₂ koncentrationen beregnes som differencen mellem koncentrationerne af NO_x og NO i ppm.

NO₂-andelen beregnes efter:

$$NO_2 - \text{andel} [\%] = \frac{C_{NO_2}}{C_{NO_x}} \cdot 100$$

hvor

C_{NO_2} er NO_2 -koncentrationen i ppm eller mg/m^3

C_{NO_x} er NO_x -koncentrationen i ppm eller mg/m^3

Da NO_x beregnes som NO_2 kan enhederne i formlen være enten ppm eller mg/m^3 for både NO_2 og NO_x (må ikke blandes).

11 Usikkerhed

Der henvises generelt til MEL-22 /6/ vedr. beregning og rapportering af usikkerhed, idet følgende fremhæves i dette metodeblad:

Standarden /1/ anfører, at usikkerheden ($k=2$) for koncentrationer på tør basis og uden korrektion til referenceilt ikke må overstige 10% af den relevante grænseværdi²⁰.

Det enkelte emissionslaboratorium skal kunne dokumentere, at laboratoriet lever op til dette krav.

Alle usikkerhedsangivelser i dette metodeblad er som ekspanderet usikkerhed²¹.

12 Rapportering

Rapporten udformes som beskrevet i ISO 17025 /4/, EN 15259 /8/ og i afsnit om rapportering i MEL-22 /6/.

I rapporten skal der refereres til EN 14792 /1/ og dette metodeblad. Enhver afvigelse herfra, eller valgfri operationer, skal angives i rapporten.

Hvis det ikke er muligt at få adgang til et egnet målested eller hvis målingerne er udført ved ikke-stabile driftssituationer, som kan lede til en øgning af usikkerheden på måleresultater, skal dette anføres i rapporten.

Der henvises generelt til afsnit om rapportering i MEL-22 /6/, som skal følges ved alle akkrediterede NO_x -målinger.

Herudover er der følgende metodespecifikke krav til rapportering:

- beskrivelse af målesystemet inklusive valg af konfiguration
- anvendt måleinterval (range)
- anvendte kalibreringsgasser (værdi og usikkerhed)
- analysatorens drift under målingen

Modifikation 6

Standarden /1/ kræver at rapporten skal indeholde information om gassens karakteristika (temperatur, hastighed, fugt og tryk). Disse parametre skal kun medtages i rapporten hvis de vurderes relevante.

²⁰ Kravet gælder ved alle de grænseværdier som laboratoriet udfører målinger ved eller forventer at udføre målinger ved.

²¹ $k=2$ eller 95% konfidensinterval.

13 Modifikationer

Dette metodeblad er udarbejdet med udgangspunkt i DS/EN 14792 /1/. Der er foretaget modifikationer på følgende punkter:

nr.	Modifikation
Modifikation 1	I standarden /1/ kræves det, at analysatoren skal justeres til nul- og spanpunkt. Hvis der korrigeres for nul og spanpunktvisning i databehandlingen vurderes det ikke nødvendigt at justere analysatoren. Visninger på nul og spangas skal registreres når der ikke justeres.
Modifikation 2	Kravet om en test af analysatoren efter EN 15267-4 /9/ gælder ikke for analysatorer indkøbt før standardens /1/ udkommelsesdato (første version).
Modifikation 3	Det vurderes ikke nødvendigt at ændre koncentrationsniveau ved metode 2, hvis det forventede måleniveau af NO ₂ er opnået. Testen gentages ved dette NO ₂ niveau, så den i alt er gennemført 3 gange som i metode 1.
Modifikation 4	Hypigheden for kontrol af NO ₂ tab i målesystemet kan nedsættes til én gang pr år, idet det maksimale tab samtidig nedsættes fra 20% til 10%.
Modifikation 5	Da testen er ganske grov, kan gasser med større usikkerhed anvendes (fx 5% (k=2)).
Modifikation 6	Standarden /1/ kræver at rapporten skal indeholde information om gassens karakteristika (temperatur, hastighed, fugt og tryk). Disse parametre skal kun medtages i rapporten hvis de vurderes relevante.

14 Referenceliste

Alle referencer er angivet med årstal for deres udgivelse på tidspunktet for dette metodeblads udarbejdelse. Hvis der efter metodebladets udgivelse udkommer nyere versioner af referencerne, forventes det at laboratorierne arbejder efter nyeste version. Se desuden uddybende forklaring i afsnit 2.

/1/ DS/EN 14792: 2017. Stationary source emissions - Determination of mass concentration of nitrogen oxides (NO_x) – Reference method: Chemiluminescence.

/2/ Miljøstyrelsens vejledning nr. 2, 2001 Luftvejledningen, Begrænsning af luftforurening fra virksomheder. Denne vejledning er gældende indtil revideret luftvejledning /3/ udkommer.

/3/ Udkast: Vejledning fra Miljøstyrelsen, Luftvejledningen. Sendt i høring i august 2023.

/4/ DS/EN ISO/IEC 17025: 2017 Generelle krav til prøvetagnings- og kalibreringslaboratoriers kompetence.

/5/ DS/EN ISO 14956: 2002 Air Quality - Evaluation of the suitability of a measurement method by comparison with a stated measurement uncertainty.

/6/ MEL-22 2023: Kvalitet i emissionsmålinger (www.ref-lab.dk).

/7/ MEL-16 2023: Kvalitetssikring af AMS (www-ref-lab.dk).

- /8/ DS/EN 15259: 2007. Air quality – Measurement of stationary source emissions – Requirements for measurement sections and sites for and for the measurement objective, plan and report.
- /9/ EN 15267-4: 2023 Air quality - Certification of automated measuring systems - Part 4: Performance criteria and test procedures for automated measuring systems for periodic measurements of emissions from stationary sources
- /10/ Referencelaboratoriets rapport nr. 89: 2019, revideret 03-2023: "Undersøgelse af tab af NO₂ ved NO_x-måling" (www.ref-lab.dk).
- /11/ MEL-03 2022: Bestemmelse af koncentrationer af ilt (O₂) i strømmende gas (paramagnetisk metode) (www.ref-lab.dk).
- /12/ Referencelaboratoriets rapport nr. 25: 2002: "Opstilling af usikkerheds-budgetter for direkte visende instrumenter" (www.ref-lab-dk).
- /13/ Referencelaboratoriets notat fra 2018 " Samspil mellem metodeliste, metodeblade, standarder og akkreditering" (www.ref-lab.dk).