



### Bestemmelse af koncentrationer af kulmonoxid (CO) i strømmende gas (NDIR metode)

Parameter	Kulmonoxid, CO
Anvendelsesområde	Måling af CO i luftemissioner fra virksomheder
Metode	Kontinuert bestemmelse med nondispersiv infrarød metode (NDIR)
Referencer	DS/EN 15058: 2017 /1/
Udgaver	6: udgave: 05-2025 5. udgave: 12-2024 4. udgave: 2017 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 .....	4
2.1.3	Metodeblade .....	4
2.1.4	Akkreditering .....	5
2.2	Generelt .....	5
3	Anvendelsesområde.....	6
3.1	Måleområde.....	6
3.2	Begrænsninger.....	6
4	Princip .....	7
4.1	Prøvetagning.....	7
4.2	Analyse.....	7
5	Fremgangsmåde .....	7
5.1	Opvarmning .....	7
5.2	Justering og kontrol af samplesystem før måling .....	7
5.2.1	Tilledning af kalibreringsgas direkte til analysatoren .....	7
5.2.2	Læktest og kontrol af prøvetagningssystemet.....	7
5.3	Måling .....	8
5.4	Kontrol af analysatordrift .....	8



## Måling af emissioner til luften

## Metodeblad nr.: MEL-06: 05-2025

6	Planlægning .....	8
7	Udstyr .....	9
	b) Konfiguration 4 .....	9
7.1	Udstyr til prøvetagning .....	10
7.2	Udstyr til analyse.....	10
	7.2.1 Analysator.....	10
	7.2.2 Datalogger .....	11
	7.2.3 Gasser .....	11
8	Kvalitetssikring .....	12
9	Beregninger .....	12
	9.1 Beregning af nul- og spanpunkt .....	12
	9.2 Korrektion for nul- og spanpunktsdrift .....	12
	9.3 Omregning mellem ppm og mg/m <sup>3</sup> (n).....	13
10	Usikkerhed.....	13
11	Rapportering.....	14
12	Modifikationer .....	14
13	Referenceliste .....	15

## 1 Indledning

Historik for metodebladet:

Udgave	Årstal	Væsentlige ændringer siden sidste version.
6	05-2025	Krav om at rapportere afskæringsprocenten er indført i afsnit 3.1.
5	12-2024	<p>Generelle opdateringer og præciseringer af tekst og layout.</p> <p>Modifikationer er flyttet til modifikationsboks, så man i teksten kan se hvad der er 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 7.1 er der indført en fodnote vedr. at CO-analysator nedstrøms fra en NO<sub>x</sub>-analysator skal undgås.</p> <p>Ordet repeterbarhed i Tabel 1, linje 4 er erstattet med det mere korrekte reproducerbarhed i afsnit 7.2.1.</p> <p>Modifikation 2 vedr. test af analysatoren efter EN 15267-4 /9/ er indført i afsnit 7.2.1.</p> <p>Afsnit 9.1 og 9.2 vedr. nul- og spanpunktsberegninger er ændret så de er identiske med MEL-05 (O<sub>2</sub>) /10/, der blev revideret tilsvarende i 2020. Ændringen præciserer fremgangsmåde og formler til beregning.</p> <p>I afsnit 9.3 er konstanten tilføjet en decimal, så den stemmer med værdierne i referencelaboratoriets rapport 87: Formler til emissionsberegninger.</p> <p>Afsnit 10 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 11 vedr. rapportering er skrevet om, så det følger MEL-22 /6/;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Der henvises generelt til afsnittet om rapportering i MEL-22 /6/, som ikke gentages i dette metodeblad.</li><li>• Metodespecifikke rapporteringskrav er bibeholdt</li><li>• Modifikation 3, om rapportering af gassens karakteristika, er indført</li></ul>

Udgave	Årstal	Væsentlige ændringer siden sidste version.
4	2017	Revideret i henhold til EN 15058 /1/. Revisionen i 2017 er gennemgribende i relation til den nyreviderede standard /1/, der udkom i 2017. Denne revision har følgende betydelige ændringer i forhold til den tidligere udgave: Der er tilføjet 2 nye konditioneringsmuligheder: <ul style="list-style-type: none"><li>• konfiguration 3: fortynding</li><li>• konfiguration 4: opvarmet samplesystem og monitor</li></ul>
3	2007	-
2	2003	-
1	1999	Første udgave

## 2 Metodebladenes 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", der kan findes på [www.ref-lab.dk](http://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](http://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 præstationsprøvninger gennemføres en revision af et metodeblad. Det er Referencelaboratoriets følgegruppe, 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 CO 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.

#### 3.1 Måleområde

Måleområdet skal afstemmes med formålet af målingen.

Det aktuelle måleområde bør være stort nok til at dække højst 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 sekunder<sup>1</sup> og
- der som måleresultat i afskæringsperioden benyttes maksimal range på monitoren<sup>2</sup>.

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

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 0-400 mg CO/m<sup>3</sup> for store fyringsanlæg og 0-740 mg CO/m<sup>3</sup> for affaldsforbrænding.

#### 3.2 Begrænsninger

Enhver komponent, der har en kraftig absorption i det infrarøde område, kan påvirke målingen. For eksempel kan vand (H<sub>2</sub>O), kuldioxid (CO<sub>2</sub>), hydrocarboner og lattergas (N<sub>2</sub>O) have indflydelse på målingen af CO. De fleste instrumenter indeholder automatisk korrektion for interferens fra H<sub>2</sub>O og CO<sub>2</sub>, når disse gasser er inden for normalt forekommende koncentrationsområder. Instrumenter med gas korrelation spektrofotometer er mindre følsomme over for interferens. Der skal tages hensyn til risikoen for interferens ved målingerne.

Anvend ikke permeationstørrer (konfiguration 2) ved NH<sub>3</sub> koncentrationer større end leverandørens anbefalinger (risiko for afsætning af ammoniumforbindelser).

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

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

## 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).

Konfiguration 4:

Prøvegassen holdes på en temperatur over gassens dugpunkt frem til den opvarmede analysator.

### 4.2 Analyse

Analysen foretages on-site med en analysator, der bestemmer CO-koncentrationen ved hjælp af absorption af infrarødt lys. Dæmpningen af infrarødt lys, som passerer gennem målecellen, er et mål for CO koncentrationen i cellen.

## 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 prøvetagningssystemet. 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 Lækttest 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 læktest, 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 måling<sup>3</sup>.

### **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 CO 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 en mistanke om inhomogenitet.

Sonden placeres i et repræsentativt punkt i kanalen/skorsten, eller der udføres traverseringsmåling. Register hvor i kanalen målingen udføres, hvis der ikke traverseres<sup>4</sup>.

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 9.1 for beregning af nul- og spanpunktsdrift.

## **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

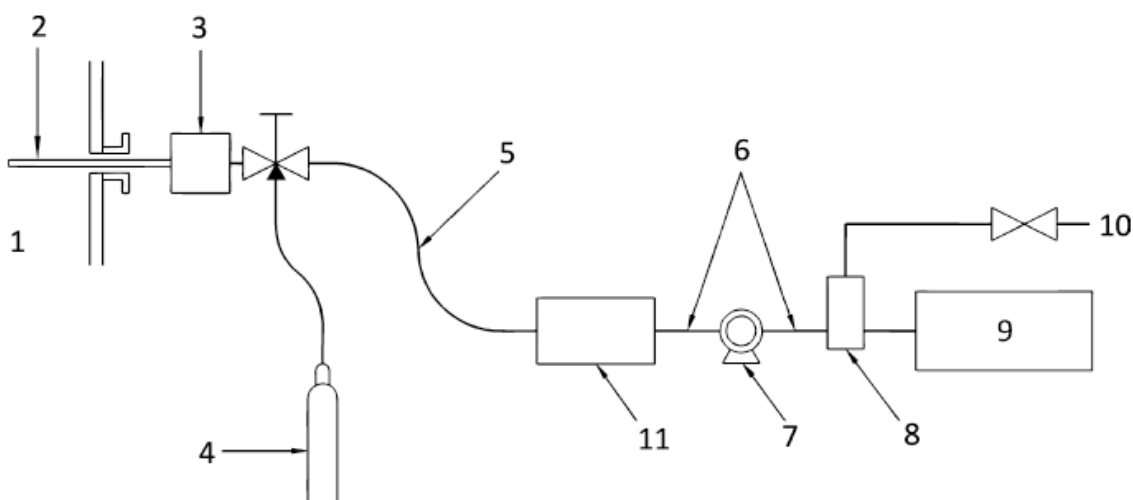
<sup>3</sup> I praksis vil man blot konstatere at flowmeteret går i nul.

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

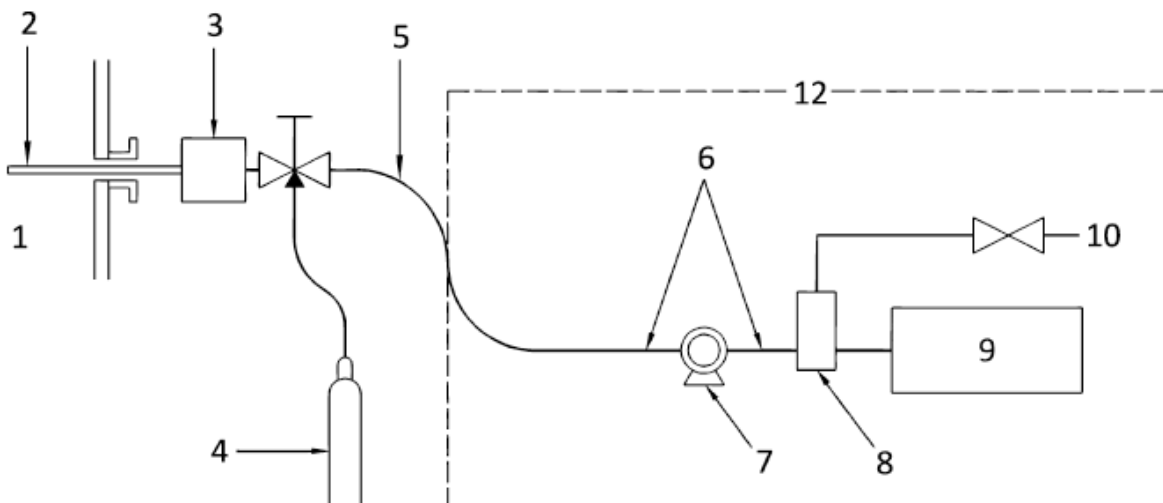
reglerne i MEL-16 /7/. Der kan i øvrigt være forhold i processen, som berettiger til kortere eller længere prøvetagningstider.

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/.

## 7 Udstyr



a) Konfiguration 1, 2 og 3



b) Konfiguration 4

- 1 Skorsten
- 2 Sonde
- 3 Opvarmet filter
- 4 kalibreringsgas<sup>5</sup>
- 5 Opvarmet prøvetagningsslange

- 9 Analysator
- 10 Bypassventil
- 11 Konditioneringsystem for:  
Konfiguration 1 (køler)  
Konfiguration 2 (permeationstørrer)

<sup>5</sup> På skitsen i afsnit 7 tilføres kalibreringsgassen efter filteret. Det anbefales dog at tilføre gassen via prøvetagningssonde og filter hvis muligt.

6 Prøvegasslange (PTFE)  
7 Pumpe  
8 Manifold

Konfiguration 3 (fortynding)  
12 Opvarmet og temperaturkontrolleret zone for:  
Konfiguration 4 (opvarmet analysator)

**Figur 1 Skitse af mulige prøvetagningsopstillinger (fra NO<sub>x</sub>-standarden /12/)**

## 7.1 Udstyr til prøvetagning

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

1. Sonderør i passende korrosionsbestandigt materiale<sup>7</sup> 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 materiale<sup>7</sup>.
4. Gaskonditioneringsenhed. Der kan vælges mellem følgende fire konfigurationer<sup>8</sup>:
  1. Kondensation af vanddamp.
  2. Permeationstørring (må ikke anvendes hvis NH<sub>3</sub> koncentrationen er udenfor den af leverandørens anførte range)
  3. Fortynding
  4. Opvarmet slange, pumpe og analysator
5. Sekundært filter med porestørrelse på 1-2 µm (er ofte indbygget i analysatoren).
6. Gastæt pumpe med en tilstrækkelig kapacitet til at transportere prøvegasen gennem målesystemet med en sådan hastighed, at responstiden minimeres (er ofte indbygget i analysatoren).
7. Prøvegass flowkontrol (f.eks. flowmeter) med tilhørende ventil, til justering af flowet gennem analysatoren (er ofte indbygget i analysatoren).

## 7.2 Udstyr til analyse

### 7.2.1 Analysator

CO-analysatoren skal være baseret på NDIR princippet for kontinuert bestemmelse af CO-koncentrationen i prøvegasen. Analysatoren skal opfylde følgende specifikationer:

Specifikation	Performance kriterium
Respons tid	≤ 200 s
Repeterbarhed ved nulpunkt	≤ 2,0% <sup>a</sup>
Repeterbarhed ved spanpunkt	≤ 2,0% <sup>a</sup>
Reproducerbarhed	≤ 3,3% <sup>a</sup>
Linearitet	≤ 2,0% <sup>a</sup>
Korttidsbaseret nulpunkts drift	≤ 2,0% <sup>a,b</sup>
Korttidsbaseret span drift	≤ 2,0% <sup>a,b</sup>
Følsomhed for ændringer i omgivende temperatur fra 5°C-25°C og fra 40°C-20°C ved nulpunkt	≤ 5,0% <sup>a,b</sup>

<sup>6</sup> Hvis der er undertryk i systemet (pumpen placeret mellem gaskonditionering og monitor) kan der for 4 og 1.1 anvendes en kort (maksimalt 1 meter) uopvarmet slange frem til konditioneringsenheden.

<sup>7</sup> fx. rustfrit stål, borosilicatglas eller keramisk materiale; PTFE eller PFA kan kun bruges ved temperaturer < 200°C.

<sup>8</sup> Da en NO<sub>x</sub>-konverter kan producere CO, bør en CO-analysator aldrig placeres nedstrøms fra en NO<sub>x</sub>-analysator.

Følsomhed for ændringer i omgivende temperatur fra 5°C-25°C og fra 40°C-20°C ved spanpunkt	≤ 5,0% <sup>a,b</sup>
Følsomhed for tryk i prøvetagningsgassen ved spanpunkt, for en trykændring $\Delta p$ 3 kPa	≤ 2,0% <sup>a</sup>
Følsomhed for prøvetagningsflow i forhold til en given specifikation fra leverandøren	≤ 2,0% <sup>a</sup>
Følsomhed for vibrationer	≤ 2,0% <sup>a</sup>
Følsomhed for spænding, ved -15% under og ved +10% over nominal spænding i forsyningsnettet	≤ 2,0% <sup>a</sup>
Interferenser	≤ 4,0% <sup>a</sup>
Læk i prøvetagnings- og konditionerings-systemet	≤ 2,0% af den målte værdi
<sup>a</sup> Procent af den øverste ende af certificeringsområdet.	
<sup>b</sup> 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 karakteristik 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 analyser som indkøbes efter standardens udgivelsesdato. For eksisterende analyser 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 analyser indkøbt før standardens /1/ udkommelsesdato (første version (2006)).

### 7.2.2 Datalogger<sup>9</sup>

Tidsopløsningen i dataopsamlingen skal tilpasses opgaven og målesystemets responstid. Generelt bør der lagres mindst en (middel)værdi pr. 60 sekunder. Da der for CO kan forekomme kortvarige peaks kan det være nødvendigt med kortere middelværdi perioder.

### 7.2.3 Gasser

Der skal anvendes i alt 2 kalibreringsgasser:

1. en nulgase uden signifikant indhold af CO (f.eks. rensede luft eller nitrogen)
2. en spangase med en certificeret indhold af CO. Usikkerheden<sup>10</sup> på spangassen skal være ≤ ±2% for CO. 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.

<sup>9</sup> 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.

<sup>10</sup> Alle usikkerhedsangivelser i metodeblade er som 95% konfidens interval (k=2).

## 8 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	Hypighed	Beskrivelse/kriterium
Rens eller skift af partikelfilter <sup>a</sup> ved prøvetagningsindløb og ved indløb til analysator	Hver målekampagne, hvis nødvendigt <sup>a</sup>	-
Lækttest	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
Regelmæssigt vedligehold af analysatordele	Som foreskrevet af leverandør	Efter leverandørens anvisninger
Linearitet	Mindst en gang pr. år og efter hver reparation	Se Tabel 1

<sup>a</sup> Partikelfilteret skal skiftes periodevis afhængig af støvbelastningen. Ved filterskift skal også filterhuset renses. Overbelastning af filteret kan medføre øget tryktab i prøvetagningssystemet.

**Tabel 2 Oversigt over hyppighed af periodevise kontroller.**

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

## 9 Beregninger

### 9.1 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.

### 9.2 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 spanpunktsdrift.

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 nul-gas med værdien nul.

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

### 9.3 Omregning mellem ppm og $\text{mg}/\text{m}^3(\text{n})$

Den målte koncentration af CO udlæses normalt i enheden ppm (vol),  $\text{mg}/\text{m}^3(\text{n},t)$  eller  $\text{mg}/\text{m}^3(\text{n})$ .

CO omregnes fra ppm til  $\text{mg}/\text{m}^3(\text{n})$  efter:

$$C_{\text{CO}} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{m}^3(\text{n})} \right] = 1,250 \cdot C_{\text{CO}}[\text{ppm}]$$

## 10 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 6% af den relevante grænseværdi<sup>11</sup>.

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

MEL-22 /6/ anfører i afsnittet om rapportering, at oplysninger om den metodeusikkerhed, laboratoriet normalt kan opnå ved et optimalt indrettet målested, angivet ved den målte værdi eller ved den relevante grænseværdi skal rapporteres.

<sup>11</sup> Kravet gælder ved alle de grænseværdier som laboratoriet udfører målinger ved eller forventer at udføre målinger ved.

Alle usikkerhedsangivelser i dette metodeblad er som ekspanderet usikkerhed<sup>12</sup>.

## 11 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 15058 /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 CO-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 3**

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.

## 12 Modifikationer

Dette metodeblad er udarbejdet med udgangspunkt i DS/EN 15058 /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	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.

<sup>12</sup>  $k=2$  eller 95% konfidensinterval.

---

## 13 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 15058: 2017. Stationary source emissions - Determination of mass concentration of carbon monoxide – Reference method: non-dispersive infrared spectrometry.
- /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](http://www.ref-lab.dk)).
- /7/ MEL-16 2023: Kvalitetssikring af AMS ([www-ref-lab.dk](http://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/ MEL-03 2022: Bestemmelse af koncentrationer af ilt (O<sub>2</sub>) i strømmende gas (paramagnetisk metode) ([www.ref-lab.dk](http://www.ref-lab.dk)).
- /11/ Referencelaboratoriets rapport nr. 25: 2002: "Opstilling af usikkerhedsbudgetter for direkte visende instrumenter" ([www.ref-lab.dk](http://www.ref-lab.dk)).
- /12/ DS/EN 14792: 2017. Stationary source emissions - Determination of mass concentration of nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) – Reference method: Chemiluminescence.
- /13/ Referencelaboratoriets notat fra 2018 " Samspil mellem metodeliste, metodeblade, standarder og akkreditering" ([www.ref-lab.dk](http://www.ref-lab.dk)).