

**Bestemmelse af koncentrationer af gasformige komponenter i strømmende gas med FTIR**

| | |
|-------------------|--|
| Parameter | Mange forskellige gasformige komponenter (udvalgte komponenter: H ₂ O, CO ₂ , CO, N ₂ O, NO, NO ₂ , SO ₂ , NH ₃ , HCl, HF og CH ₄) |
| Anvendelsesområde | Måling med FTIR i luftemissioner fra virksomheder |
| Metode | Kontinuert bestemmelse med FTIR (Fourier transform infrarød spektroskopi) |
| Referencer | CEN/TS 17337:2019 /1/ |
| Først udgivet år | 2019 |
| Revideret år | - |

Indholdsfortegnelse

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | Indledning | 3 |
| 2 | Metodebladernes status, indhold og form | 3 |
| 2.1 | Samspil mellem standarder, metodeliste og akkreditering | 3 |
| 2.1.1 | Standarder | 3 |
| 2.1.2 | Metodeliste | 4 |
| 2.1.3 | Metodeblade | 4 |
| 2.1.4 | Akkreditering..... | 4 |
| 2.2 | Generelt | 5 |
| 3 | Anvendelsesområde..... | 5 |
| 3.1 | Måleområde..... | 6 |
| 3.2 | Begrænsninger..... | 6 |
| 4 | Målemetode | 6 |
| 4.1 | Prøvetagning..... | 6 |
| 4.2 | Måleprincip | 6 |
| 5 | Udstyr | 7 |
| 5.1 | Prøvetagning..... | 7 |
| 5.2 | Analyse..... | 8 |
| 6 | Fremgangsmåde ved måling i felten | 8 |
| 6.1 | Opvarmning | 8 |
| 6.2 | Kontrol eller spankalibrering af analysatoren | 8 |
| 6.2.1 | Kontrol af analysatorens nulpunkt..... | 9 |
| 6.2.2 | Kontrolgasmetoden eller spankalibreringsmetoden | 9 |
| 6.2.2.1 | Kontrolgasmetoden | 9 |
| 6.2.2.2 | Spankalibreringsmetoden | 9 |
| 6.2.2.3 | Generelt..... | 10 |
| 6.3 | Krav til kontrolgasser og spankalibreringsgasser | 10 |
| 6.3.1 | Kontrolgasser | 10 |
| 6.3.2 | Spankalibreringsgasser | 12 |
| 6.4 | Justering og kontrol af prøvetagningssystem før måling | 12 |
| 6.5 | Måling | 13 |
| 7 | Kvalitetssikring i felten og ved årlig kontrol | 14 |
| 7.1 | Responstidstest | 15 |
| 7.2 | Residualtest | 16 |

| | | |
|-----|--|----|
| 7.3 | Linearitetstest | 16 |
| 7.4 | Årlig kalibrering med kontrolgasmeteret | 16 |
| 8 | Databehandling | 16 |
| 8.1 | Nul- og spanpunktsdrift | 16 |
| 8.2 | Korrektion for analysatordrift | 16 |
| 8.3 | Omregning mellem ppm og mg/m ³ (n) | 17 |
| 8.4 | Korrektion af gaskoncentrationer for vandindhold og reference-O ₂ | 18 |
| 8.5 | Residualtest | 18 |
| 9 | Usikkerhed | 19 |
| 10 | Rapportering | 20 |
| 11 | Modifikationer | 21 |
| 12 | Referencer | 22 |

1 Indledning

Historik for metodebladet:

| Udgave | Årstal (evt. måned) | Væsentlige ændringer siden sidste version |
|-----------|---------------------|---|
| 1. udgave | 07-2019 | Nyt metodeblad |

Metodebladet referer til CEN/TS 17337: 2019 /1/. TS 17337 er en Teknisk Specifikation, som er en forløber for en CEN-standard.

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", der kan findes på www.ref-lab.dk redegøres der i detaljer for systemets opbygning. Det følgende er en sammenfatning af notatet:

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 måles efter 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 endvidere 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. Endvidere 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 /3/ 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.

Alle modifikationer i forhold til standarden inklusiv deres mulige indvirkning på måleresultatet vil fremgå af kapitlet "Modifikationer" sidst i metodebladet. Samme sted vil der være reference til det sted i standarden, som er modificeret.

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 / Supplementer / Eksempler:

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

Der henvises endvidere til metodebladet MEL-22 Kvalitet i emissionsmålinger /7/.

3 Anvendelsesområde

Dette metodeblad beskriver måling af koncentrationer af mange forskellige gasformige komponenter fra afkast med strømmende gasser. Med afkast menes her skorstene, ventilationsafkast eller kanaler, gennem hvilke der udsendes varm eller kold gas til atmosfæren.

Målemetoden omfatter ekstraktiv Fourier transform infrarød spektroskopi (FTIR).

For dette metodeblad er der taget udgangspunkt i følgende komponenter, der kan måles med FTIR, men listen kan udvides: H₂O, CO₂, CO, N₂O, NO, NO₂, SO₂, NH₃, HCl, HF og CH₄.

FTIR kan ikke bestemme koncentrationen af symmetriske molekyler, der ikke ændrer deres dipolmoment ved molekylevibration. Dette skyldes, at disse vibrationstyper ikke er aktive i det infrarøde bølgeområde. Som eksempel kan nævnes O₂ og Cl₂. Det forekommer dog, at FTIR-analysatorer har en indbygget O₂-måler. Der henvises til MEL-05, "Bestemmelse af koncentrationer af ilt (O₂) i strømmende gas" for yderligere information /2/.

Standarden kræver, at udstyret skal opfylde kravene i EN 15267-4 /10/. Dette krav gælder dog kun for målere indkøbt efter standarden udkom.

Målemetoden, der er beskrevet i dette metodeblad kan anvendes som alternativ metode (AM) til standardreferencemetoden (SRM) når måleren er godkendt efter EN 15267-4. Ældre målere skal have demonstreret ækvivalens til SRM jf. EN 14793 /5/, via et testlaboratorium, der er akkrediteret til at udføre denne type test.

Modifikation

FTIR-målere, der ikke er godkendt efter EN 15267-4 kan anvendes som SRM metode såfremt de opfylder kravene i dette metodeblad.

3.1 Måleområde

Måleområdet skal afstemmes med formålet af målingen.

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

Det aktuelle nedre måleområde afgrænses af detektionsgrænsen, som maksimalt bør være 10% af grænseværdien der skal dokumenteres. Detektionsgrænse defineres i henhold til appendiks B.3 i standarden. Såfremt den pågældende analysator kan operere med måleværdier på begge sider af nul anvendes metode A (appendiks B.3.2 i standarden), hvor den nedre detektionsgrænse bestemmes ud fra gentagende målinger ved nul. Hvis analysatoren derimod opererer med en nedre afskæring fx 0 ppm, anvendes metode B (appendiks B.3.3 i standarden).

3.2 Begrænsninger

En række interferenser er mulige ved FTIR måling. Forskellige analysemodellers evne til at håndtere interferenser er forskellige. Især H₂O, men også CO₂, der ofte forekommer i store mængder i røggassen, vil være repræsenteret i store dele af det målte IR-spektrum. Disse komponenter vil potentielt interferere med mange andre af de komponenter, der skal analyses.

4 Målemetode

4.1 Prøvetagning

Gassen filtreres i et filter (ved outstack opvarmet) og ledes gennem en varm prøvetagningslange frem til den opvarmede analysator.

4.2 Måleprincip

Polykromatisk lys, som dækker IR området, sendes gennem målecellen. Hver IR-aktive gaskomponent, der er tilstede i målecellen, vil absorbere strålingen i en serie af karakteristiske bølgelængder, som muliggør identifikation. Dæmpningen af lyset (absorbansen) giver information om koncentrationen af komponenten (Lambert Beer's lov). FTIR kan måle en lang række komponenter bortset fra molekyler, som ikke udviser dipolære forandringer ved vibration (fx O₂ og Cl₂). En lang række interferenser er mulige inden for spektret og den analytiske model i analysatoren (normalt et PC-program) skal tage højde for alle interferenser, når koncentrationen af de forskellige gasser skal beregnes ud fra det målte IR-spektrum.

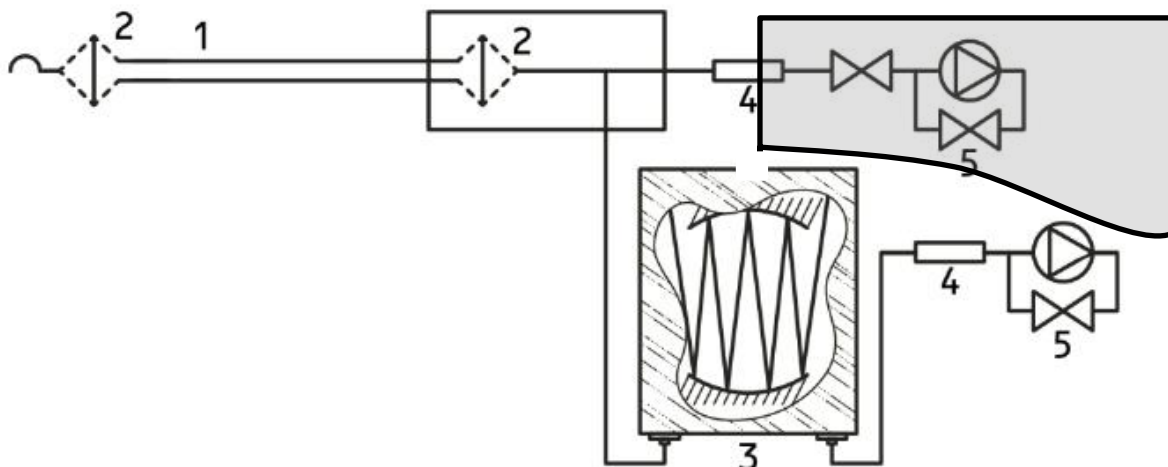
Analysen foretages on-site med en analysator, der måler efter FTIR-princippet. Den målte koncentration af komponenterne registreres kontinuert på en computer eller direkte i analysatoren.

Information

Det er vigtigt at kende temperaturer og tryk i målecellen, da de målte gaskoncentrationen er direkte afhænger af disse parametre. Fx vil et højere tryk eller lavere temperatur end specificeret for udstyret, betyde at der vil være flere molekyler pr. volumenenhed i målecellen og derved vil koncentrationen i gassen fremstå højere end den reelle koncentration.

5 Udstyr

5.1 Prøvetagning



- 1 Opvarmet sonde
2 Opvarmet filter (In-stack og out-stack)
3 Opvarmet FTIR analysator

- 4 Tørremiddel (frivillig)
5 Pumpe (kan være integreret i FTIR analysatoren eller udtagsystemet). Hvis pumpen er placeret foran analysatoren skal den være opvarmet til samme temperatur som resten af udtagsystemet.

Figur 1. Skitse af prøvetagningsopstillinger ved split-flow. Direkte sampling foregår ved at udelade det ene sæt tørreenhed og pumpe (markeret med gråt). Pumpen kan placeres foran eller efter analysatoren.

Følgende udstyr anvendes (sonderør, filter og slanger frem til analysatoren skal opvarmes til minimum 180°C):

- Sonderør i passende korrosionsbestandigt materiale² og i passende længde i forhold til kanalen/skorstenen.
- Partikelfilter af inert materiale¹.
- Prøveslanger i passende inert og korrosionsbestandigt materiale².
- Korrosionsbestandig pumpe med en tilstrækkelig kapacitet til at transportere prøvegassen gennem målesystemet med en sådan hastighed, at responstiden minimeres (er evt. indbygget i analysatoren). Pumpen kunne reguleres/fastindstilles så den passer til målecellens specificerede krav til tryk. Hvis pumpen er placeret foran analysatoren, skal pumpen være gastæt og opvarmet til samme temperatur som resten af udtagsystemet. Hvis pumpen sidder efter analysatoren er der ikke krav til at pumpen er gastæt.
- Nulgas (syntetisk luft eller N₂), akkrediteret eller certificeret kontrol- eller kalibreringsgas.

¹ fx. keramisk materiale, sintermetal eller lign. En porestørrelse på 3 µm er tilstrækkeligt i de fleste situationer. Et sekundært filter med en porestørrelse på 0,1-1 µm kan anbefales til at beskytte målecellen.

² fx. PTFE eller rustfrit stål.

5.2 Analyse

Følgende udstyr skal anvendes:

- Analysatoren skal være baseret på FTIR analyseprincippet for kontinuert bestemmelse af koncentrationer af én eller flere gaskomponenter i prøvegasen samtidig. Analysatoren skal opfylde specifikationer jf. EN 15267-4:2017. Denne information indhentes fra instrumentleverandøren eller producenten af udstyret. Dette forhold gælder dog kun for analysatorer, som indkøbes efter standardens udgivelsesdato.
- Dataopsamling. Dataopsamlingen udføres af den tilhørende computer. Tidsopløsningen i dataopsamlingen skal tilpasses opgaven og målesystemets responstid. Det anbefales at lagre mindst en middelværdi pr. 60 sekunder.

6 Fremgangsmåde ved måling i felten

6.1 Opvarmning

Hele målesystemet samles som beskrevet i producentens instruktioner.

Sonde, filter, varmeslanger og analysator stabiliseres på de ønskede temperaturer. Ingen steder i udtagssystemet må prøvningsgassen som udgangspunkt komme under 180°C. Det er dog muligt ifølge standarden at anvende en gaskonditioneringsenhed i udtagssystemet. Konditioneringsystemet skal opfylde alle krav til udtagssystemet (fx materialevalg og responstid) bortset fra en minimumskravet til temperaturen.

Information

Såfremt der ikke er behov for at måle koncentrationen af vandopløselige gasser (fx NO₂, SO₂, HCl, HF og NH₃) kan man med fordel placere en konditioneringsenhed foran analysatoren og herved kun måle de gasser, der ikke er vandopløselige (fx CO₂, CO, NO eller CH₄). Dette kan være en fordel, da et højt vandindhold giver betydende interferens på visse komponenter i lavt niveau (eksempelvis NO).

Målecellen i analysatoren skal være mindst 180°C, med mindre det er i konflikt med udstyrets godkendelse i henhold til EN 15267-4. Såfremt dette er tilfældet anvendes den temperatur som er anvendt i henhold til EN 15267-4. Hvis målesystemet ikke er godkendt efter EN 15267-4 skal måler levet op til kravene som beskrevet i MEL-26, herunder temperatur.

6.2 Kontrol eller spankalibrering af analysatoren

Der findes to fremgangsmåder til kontrol og kalibrering af analysatoren; kontrolgasmethoden og spankalibreringsmetoden:

- Kontrolgasmethoden (se afsnit 6.2.2.1):
 - Årlig kalibrering, kontrol og service af analysatoren, med certificerede gasser. Dette gælder for samtlige gaskomponenter, der ønskes analyseret.
 - Feltkontrol: Nulpunkts-tjek samt kontrol af analysatoren med kontrolgasser. Dette gælder for samtlige gaskomponenter, der ønskes analyseret efter kontrolgasmethoden.
- Spankalibreringsmetoden (se afsnit 6.2.2.2):
 - Årlig kontrol (linaritetsstest, residualtest) og service af analysatoren.
 - Feltkalibrering: Nulpunkts-tjek samt kalibrering af analysator med en spangas ved hver feltmåling. Dette gælder for samtlige gaskomponenter, der ønskes analyseret efter spankalibreringsmetoden.

Det enkelte laboratorium skal vælge, hvilken fremgangsmåde de vil anvende mellem den årlige kontrol for de enkelte gasser. Det er muligt at anvende en kombination af de to fremgangsmetoder, således at der for gas #1 anvendes kontrolgasmetoden og for gas #2 anvendes spankalibreringsmetoden. Det er som udgangspunkt ikke muligt at skifte metode i perioden mellem de årlige kontroller for de enkelte gasser. Et skift af metode skal ske ved den årlige kontrol.

Modifikation

Såfremt laboratoriet ønsker at skifte metode undervejs i perioden kræves det, at der foretages en ny kalibrering, kontrol, service af udstyret, herunder kontrol af hele udtagssystemet.

6.2.1 Kontrol af analysatorens nulpunkt

Kontrol af analysatoren nulpunkt udføres uanset om kontrolgasmetoden eller spankalibreringsmetoden er valgt. Nulgas (fx syntetisk luft (O₂ + N₂) eller nitrogen, der ikke indeholder andre gaskomponenter i koncentrationer, der kan interferere og forstyrre målingen) tilføres analysatoren direkte uden om prøvetagningssystemet ved et gasflow, der specificeret af instrumentleverandøren. Der foretages mindst 10 aflæsninger af 1 minuts varighed. Det sikres, at analysatoren viser $\leq 2\%$ af det aktuelle måleområde på alle de parametre, der skal analyseres. Juster analysatoren, hvis der er behov for dette og kontroller, at nulpunktet ikke har flyttet sig mere end 2% af det aktuelle måleområde inden for 10 aflæsninger efter justeringen er foretaget.

Efter kontrol med nulgas direkte gennem analysatoren, tilføres nulgas gennem hele prøvetagningssystemet og frem til analysatoren. Det sikres, at analysatoren viser $\leq 2\%$ af det aktuelle måleområde på alle de parametre, der skal analyseres. Kontrol af nulpunktet på analysatoren foretages mindst én gang i døgnet.

6.2.2 Kontrolgasmetoden eller spankalibreringsmetoden**6.2.2.1 Kontrolgasmetoden**

Kontrolgasmetoden baserer sig på en årlig kalibrering af analysatoren, med certificerede gasser for hver af de enkelte komponenter man ønsker at kunne analysere. Den udvidede usikkerhed på den certificerede gas må maksimalt være $\pm 2\%$.

Ved den efterfølgende måling i felten foretages ingen felt-kalibrering, men kun en kontrol af analysatoren ved hjælp af certificerede gasser i ét målepunkt. Den udvidede usikkerhed på den certificerede gas må maksimalt være $\pm 2\%$. Såfremt der ikke kan skaffes en kommercielt tilgængelige certificeret gas er der i standarden mulighed for at anvende, ud fra testlaboratoriets vurdering, det bedst mulige alternativ. Valg af kontrolgasser er beskrevet i afsnit 6.3.

Ved måling i felten foretages først en nulpunktskalibrering af analysatoren (se afsnit 6.2.1). Herefter tilføres forvarmet kontrolgas direkte til analysatoren eller ledes ind gennem hele prøvetagningssystemet (se afsnit 6.2.2.3).

6.2.2.2 Spankalibreringsmetoden

Spankalibreringsmetoden baserer sig på at udstyret kalibreres med en spangas ved hver feltmåling. Dette gælder for samtlige gaskomponenter, der ønskes analyseret. Som spangas anvendes certificerede gasser. Den udvidede usikkerhed på den certificerede gas må maksimalt være $\pm 2\%$. Såfremt der ikke kan skaffes en kommercielt tilgængelig certificeret gas er der i standarden mulighed for at anvende, ud fra testlaboratoriets vurdering, bedst mulige alternativ. Yderligere krav til spangasser er beskrevet i afsnit 6.3.

Ved måling i felten foretages først en nulpunktskalibrering af analysatoren (se afsnit 6.2.1). Herefter tilføres hver enkelt spankalibreringsgas til analysatoren eller ledes ind gennem hele prøvetagningssystemet (se afsnit 6.2.2.3). Analysatoren justeres i ét målepunkt til den koncentration, der er anført på certifikatet på gasen. Herefter tilføres nulgas påny igennem analysatoren og aflæsningsværdierne for de enkelte gasparametre må ikke afvige mere 2 gange standardafvigelsen ved den førnævnte kalibrering med nulgas.

6.2.2.3 Generelt

Standarden foreskriver, at kontrol- eller spankalibreringsgassen som udgangspunkt skal tilføres direkte ind i analysatoren uden om prøvetagningssystemet. I sådanne tilfælde er der behov for at forvarme gassen inden den tilføres til analysatoren. Det anbefales dog altid at tilføre kontrolgassen til analysatoren gennem hele prøvetagningssystemet, da det giver en større sikkerhed for at hele systemet fungerer, og der ikke er lækager eller tab (kondensering, absorbering mm.) i selve prøvetagningssystemet. Aflæsning på analysatoren må i hvert tilfælde ikke afvige mere 5% fra koncentrationen af den certificerede span- eller kontrolgas.

Det anvendte gasflow gennem systemet specificeres af instrumentleverandøren.

Testlaboratoriet skal kunne dokumentere en procedure for hvordan kontrollen foretages, herunder

- hvilke gasser der anvendes
- hvorfor disse gasser anvendes
- hvordan resultatet tolkes
- frekvensen for kontrollen

6.3 Krav til kontrolgasser og spankalibreringsgasser

6.3.1 Kontrolgasser

Ved kontrolgasmetoden skal der anvendes et sæt certificerede kontrolgasser til at validere om systemet fortsat måler korrekt. I standarden er det muligt at vælge at kontrollere samtlige gaskomponenter enkeltvist eller ved at anvende en multikomponent kontrolgas. Herudover skal der altid anvendes nulgas (se afsnit 6.2.1)

Baggrunden for at anvende en multikomponent kontrolgas frem for en række enkelgasser skyldes først og fremmest, at det er en nemmere og billigere løsning, der ikke influerer negativt på måleresultatet. Desuden vil man, alt afhængig af sammensætningen kunne kontrollere enkelte interferenser mellem de forskellige gaskomponenter. I praksis vil kontrolgassen bestå af nogle af de samme gasser, der optræder i røggasser.

Ved brug af en multikomponent kontrolgas er det muligt at kontrollere at analysatoren fortsat måler korrekt ved de forskellige bølgeområder, der omfatter de analytiske vinduer. Kriterierne for udvælgelsen af gasser til multikomponent kontrolgassen er:

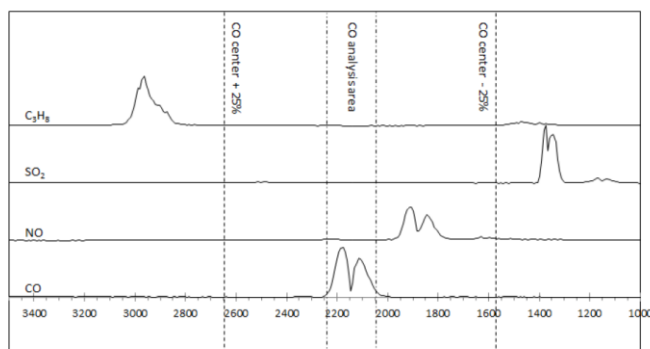
- For hver gaskomponent, der ønskes målt skal kontrolgassen indeholde en gas, der har en absorptions-top der ligger inden for $\pm 25\%$ af det analytiske vindue for den pågældende gas. Den pågældende absorptions-peak i det analytiske vindue skal have en intensitet, der er mindst 10 gange detektionsgrænsen for testgassen.
- Kontrolgassen skal indeholde mindst en gaskomponent, der optræder med den peak-bredde (full width half height), som svarer til den gaskomponent i røggassen, der ønskes analyseret for, der har den smalleste peak-bredde.

- Koncentrationen af de enkelte gaskomponenter i kontrolgassen må ikke overstige 3 gange ELV. Ideelt set skal de enkelte gaskomponenter i kontrolgassen være i samme størrelsesorden som ELV.
- Usikkerheden på de enkelte gaskomponenter i kontrolgassen må ikke overstige 2%. Såfremt der ikke kan skaffes en kommercielt tilgængelig certificeret gas er der i standarden mulighed for at anvende, ud fra testlaboratoriets vurdering, bedst mulige alternativ.

Standarden gør det også muligt at kontrollere systemet ved at anvende en våd testgas. Referencevæsken skal være udstedt af et laboratorium, der er akkrediteret efter EN 17025. Valg af kontrolgas anføres i målerapporten.

Eksempel

Som eksempel for valg af gaskomponenter i kontrolgassen kan nævnes CO. Nogle analysatorer benytter et analytiske vindue på $2000 - 2200 \text{ cm}^{-1}$ for CO. Ved at udvide vinduet med $\pm 25\%$ opnås et kontrolvindue på $1575 - 2625 \text{ cm}^{-1}$. Inden for dette kontrolvindue har NO en absorptionstop. CO kan derfor anvendes til at kontrollere signaldrift og verificering analysatoren for fx CO og NO (se afsnit 8). Derimod kan CO ikke anvendes til at kontrollere signaldrift mm for fx SO_2 og C_3H_8 , da disse ligger uden for kontrolvinduet for CO. En tabel over den forskellige mulige kombinationer kan findes i standardens appendiks D.



Figur 2: Central position af CO i det analytiske vindue, set i forhold til andre gasser.

6.3.2 Spankalibreringsgasser

Ved spankalibreringsmetoden skal der anvendes et sæt certificerede spangasser til at kalibreret systemet. I standarden er det muligt at anvende en multikomponent kalibreringsgas. Herudover skal der altid anvendes nulgas (se afsnit 6.2.1). Kravet til spankalibreringsgasserne er følgende:

- Koncentrationen af de enkelte gaskomponenter i spangassen må ikke overstige 3 gange ELV. Ideelt set skal de enkelte gaskomponenter i spangassen være i samme størrelsesorden som ELV.
- Såfremt der ikke findes ELV for en pågældende gaskomponent, anvendes om mulig samme gaskoncentration som forventes at være til sted i røggassen.
- Usikkerheden på de enkelte gaskomponenter i spangassen må ikke overstige 2%. Såfremt der ikke kan skaffes en kommercielt tilgængelig certificeret gas er der i standarden mulighed for at anvende, ud fra testlaboratoriets vurdering, bedst mulige alternativ.
- Valg af spangas anføres i målerapporten.

6.4 Justering og kontrol af prøvetagningssystem før måling

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

Prøvetagningssystemet tjekkes for lækager, tab samt responstid for gasserne forud for hver måling. Dette gøres ved brug af den mest reaktive gaskomponent, der tænkes analyseret. Gassen skal tilføres hele målesystemet (prøvetagningssystemet og frem til analysatoren) i felten forud for selve målingen. Tabel 1 viser en rangorden af de forskellige almindelige gasser på baggrund af hvor reaktive de er i forhold til absorption i udtagsystemet. Det antages at tab i systemet for alle andre gasser er lig med det gastab, der måles med den mest reaktive gas. I praksis vil tabet for de mindre reaktive gasser være mindre end tabet målt med den mest reaktive gas. Standarden gør det også muligt at kontrollere gastab og responstid i systemet ved at anvende en våd testgas.

Tabel 1: Rangorden af gasser i forhold til, hvor reaktive de er i udtagsystemet (mest reaktive øverst).

| Rangering | Komponent |
|-----------|------------------|
| 1 | HCl/HF |
| 2 | NH ₃ |
| 3 | SO ₂ |
| 4 | NO ₂ |
| 5 | CO ₂ |
| 6 | N ₂ O |
| 7 | NO |
| 8 | CO |

Forskellen mellem aflæsning på analysatoren, når spangas eller kontrolgas indføres direkte på måleren og gennem hele udtagsystemet må ikke overstige 2%. Såfremt spangas eller kontrolgas kun tilføres analysatoren gennem hele udtagsystemet kan der set bort fra førnævnte krav på maksimalt 2% afvigelsen og aflæsning på analysatoren må ikke afvige mere 5% fra koncentrationen af den certificerede kontrolgas.

Information

Som våd testgas kan fx anvendes en vandig opløsning af H₂O og HCl, der fordampes og føres ind gennem sonden til udtagsystemet. Anvendelsen af en våd gas vil ofte betyde, at responstiden for de mest reaktive gasser reduceres. Kontrol af tab, lækager og responstid kan evt. fortages samtidigt med den øvrige kontrol af systemet (se kontrolgasmetoden afsnit 6.2.2 eller spankalibreringsmetoden afsnit 6.2.2.2).

Responstiden må ikke afvige mere end 10% fra responstidstesten fra den årlige laboratorietest. Herudover gælder det, at for NH₃, HCl og HF må responstiden ikke overstige 400 sek., mens den for andre gasser ikke må overstige 200 sek.

Som alternativ metode tillader standarden at der foretages "analytisk spiking" af en testgas parallelt med selve målingen. Dette gøres ved at dosere testgas ind gennem udtagsystemet så tæt på spidsen af sonden som muligt. Blandingsforholdet mellem den spikede testgas og prøvegassen skal være 1:10 – 9:10. Blandingsforholdet skal bestemmes ved hjælp af en af en kalibreret flowmåler eller ved hjælp af en sporgas, fx O₂.

Koncentrationen af den spikede testgas skal være mellem ELV³ og 3 gange ELV eller 50 – 100% af den målte komponents certificerede måleområde såfremt der ikke findes en ELV for det pågældende stof. Testgassen skal kunne måles i mindst 70% af tiden, hvor der spikes.

Metoden kan ikke anbefales ved store koncentrationsvariationer i prøvegassen. Endvidere er det vigtigt at blandingsforholdet er konstant under målingen.

6.5 Måling

Prøvetagningen skal planlægges i henhold til DS/EN 15259 /9/ og MEL-22 /7/, 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 måleparameteren eller anden relevant komponent. MEL-22 afsnit 8.4 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.

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 en traverseringsmåling.

Følgende parametre skal vurderes inden målingen påbegyndes:

- Temperatur og tryk i røggaskanalen
- Vandindhold i røggaskanalen, herunder muligheder for dråbedannelse.
- Støvindholdet i røggaskanalen
- Forventet koncentrationer af de enkelte gasser

³ ELV: Emission Limit Value eller emissionsgrænseværdi. I forbindelse med parallelmålinger ved QAL2 eller AST (MEL-16 /8/) betyder ELV døgngrænseværdien.

Det understreges at temperatur aldrig må være under dugpunktet for den målte gas og det anbefales en minimumstemperatur på 180°C igennem hele systemet (udtagssystem og analytator). Bemærkes, at såfremt temperaturen i røggaskanalen er højere end temperaturen i udtagssystemet og/eller målecellen i analysatoren, er der risiko for udkondenseringer i systemet, der potentielt kan forårsage skade på analysatoren og fejl på analyseresultatet.

Hvis gaskoncentrationerne overstiger måleområdet for analysatoren skal måleområdet udvides (laboratorie test og evt. udvidelse af akkreditering) eller opsamling ved fortynding af prøvegasen. Sidstnævnte kræver, at fortyndingsforholdet bestemmes og inkluderes i usikkerhedsbudgettet. Bemærk, at der gælder de samme krav til temperatur og materialet i fortyndingssystemet som med resten af udtagssystemet.

Såfremt, der er dråbedannelse i røggaskanalen udføres målingen isokinetisk.

Under målingen skal der opretholdes et konstant flow, og responstiden bør være så kort som mulig. Derfor bør afstanden mellem målested og analytator være så kort som mulig. Bemærk, at kolde samlinger (fx mellem sonde og varmeslange) er specielt kritiske i forhold til bestemmelsen af fx H₂O, NH₃, HCl og HF. Kolde samlinger kan for disse komponenter betyde en væsentligt forøget responstid og/eller underbestemmelse af komponenten.

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 /3/. Ved QAL2 og AST følges reglerne i MEL-16 /8/ og EN 14181 /11/. Der kan i øvrigt være forhold i processen, som berettiger til kortere eller længere prøvetagningstider. Se desuden MEL-22 /7/ for yderligere oplysninger.

6.6 Afslutning af måling

Ved afslutning af målingen fjernes sonden i røggaskanalen. Herefter tilføres nulgas gennem hele udtagssystemet (analytator) på samme måde som ved feltmålingsstart. Det sikres, at analysatoren viser $\leq 2\%$ af det aktuelle måleområde på alle de parametre, der er analyseret. I praksis bør analysatoren dog vise nul på alle parametre.

Herefter testes hele systemet for tab, lækager, responstid og drift. Dette foretages ved at lede testgas (kontrolgas/spankalibreringsgas) gennem hele systemet. Krav til tab, lækager, responstid og drift er angivet i afsnit 6.4 og 8.1. Såfremt der anvendes analytic spikning indsættes sonden i røggaskanalen jf. afsnit 6.4.

Data logges indtil man er færdig med at lede nulgas og testgas gennem systemet. Herefter kan datalogningen stoppes og målesystemet kan pakkes ned. I praksis anbefales det at systemet når at suge atmosfærisk luft eller nulgas i 10 – 15 minutter inden systemet pakkes ned. Dette gøres for at undgå at eventuelle korrosive gasser ikke fanges i systemet når pumpen slukkes og strømmen til analytator og udtagssystemet afbrydes.

7 Kvalitetssikring i felten og ved årlig kontrol

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 analytator som anført i Tabel 2.

| Kontrol | Hypighed | Beskrivelse/kriterium |
|--|--|--------------------------------------|
| Rens eller skift af partikelfilter ^b ved prøvetagningsindløb og ved indløb til analysator | Forud for hver feltmåling ^a , hvis nødvendigt | Efter leverandørens anvisninger |
| Regelmæssigt vedligehold og justering af analysatordele | Som foreskrevet af leverandør | Efter leverandørens anvisninger |
| Test af udtagssystem, herunder responstidstest | Ved hver feltmåling ^a | Som specificeret i afsnit 6.4 |
| Justering af analysatorens nul-punkt | Ved hver feltmåling ^a | Som specificeret i afsnit 6.2 |
| Tjek af analysator med kontrolgas i ét målepunkt (ved valg af kontrolgasmethoden) | Ved hver feltmåling ^a | Som specificeret i afsnit 6.2 |
| Kalibrering/justering af analysator med spangas i ét målepunkt (ved valg af spankalibreringsmetoden) | Ved hver feltmåling ^a | Som specificeret i afsnit 6.2 |
| Drift af måledata | Ved hver feltmåling ^a | Som specificeret i afsnit 8.1 |
| Residualtest | Ved hver feltmåling ^a | Som specificeret i afsnit 8.5 |
| Årlig residualtest | Laboratorietest mindst en gang pr. år for hver gaskomponent og efter reparation | Som specificeret i afsnit 8.5 |
| Årlig responstidstest | Laboratorietest mindst en gang pr. år for hver gaskomponent og efter ændringer i prøvetagnings-systemet samt efter reparation af målesystem. | Som specificeret i afsnit 7.1 |
| Årlig linearitetstest | Laboratorietest mindst en gang pr. år for hver gaskomponent og efter reparation | Som specificeret i afsnit 7.3 |
| Årlig kalibrering eller kalibrerings-validering ^c | Ved anvendelse af kontrolgasmethoden | Som specificeret i afsnit 6.2 og 7.4 |

^a Ved feltmåling forstås en måleopgave på en eller flere afkast. Såfremt strømmen til målesystemet afbrydes og systemet afkøles eller ved ændringer i systemet (fx montering af ny varmeslange eller pumpe) skal fortsatte målinger anses som en start på en ny feltmåling. Måling i flere afkast uden andre ændringer af målesystemet end probens placering anses som én feltmåling.

^b Partikelfilteret skal skiftes periodevis afhængig af støvbelastningen. Ved filterskift skal også filterhuset renses. Overbelastning af filteret kan medføre tab af fx NO₂ ved adsorption på partiklerne og kan medføre øget tryktab i prøvetagningsystemet.

^c Det anbefales at vanddamp kalibreres hver ½ år. For visse målesystemer er årlig gentagelse dog tilstrækkeligt.

Tabel 2: Oversigt over hyppighed af periodevise kontroller.

7.1 Responstidstest

Responstidstesten udføres ved feltmåling samt mindst en gang pr. år i laboratoriet. Responstidstesten udføres på samme måde som beskrevet i afsnit 6.4

Responstiden må ikke overstige 400 sek. for NH₃, HCl og HF. For alle andre gasser må responstiden ikke overstige 200 sek.

7.2 Residualtest

Residualtesten udføres ved hver feltmåling samt mindst en gang pr. år for hver komponent og efter reparation. Fremgangsmåden er beskrevet i afsnit 8.5.

7.3 Linearitetstest

Analysatorens linearitet kontrolleres i mindst 5 punkter fordelt over hele måleområdet. Fremgangsmåden for den årlig linearitetstest er beskrevet i standardens appendiks B.5.

7.4 Årlig kalibrering med kontrolgasmetoden

Ved valg af kontrolgasmetoden skal analysatoren kalibreres årligt for hvert hver enkel gaskomponent. Kalibrering af H₂O er særlig vigtig eftersom absorptionstoppe optræder i store dele af bølgeområdet. Da H₂O ofte som oftest optræder i koncentrationen, der langt overstiger koncentrationen af de fleste andre IR-aktive gasser er det derfor vigtigt, at man altid kender H₂O-koncentrationen præcist for at kunne kompensere bedst muligt for interferensen. Det anbefales, at kalibrering af H₂O foretages mindst én gang hvert halve år. For visse målesystemer er en årlig H₂O-kalibrering dog tilstrækkeligt. Den henvises til leverandørens beskrivelse af kalibreringsintervallet for H₂O.

Den udvidede usikkerhed på den certificerede kalibreringsgas må maksimalt være ±2%. Standarden gør det også muligt at kontrollere systemet ved at anvende en våd testgas, herunder fx fordampede væske til H₂O-kalibrering. Referencevæsken skal være analyseret af et laboratorium, der er akkrediteret efter EN 17025.

Kalibreringsproceduren skal kunne dokumenteres og det skal vises, at systemet ikke har undergået en designændring, der betyder at systemet ikke længere lever op til certificering efter EN 15267-4 eller på anden måde har negativ betydning for kvaliteten af målingen.

8 Databehandling

8.1 Spanpunktsdrift

Det forudsættes i det følgende, at signaldriften er lineært aftagende (eller stigende) under hele måleperioden, og at der anvendes nul-, og kontrol-gasser som foreskrevet (se afsnit 6.2). Signaldriften, d , af den målte værdi under målingen foretages da efter:

$$d = \frac{(c_e - c_s)}{c_s} \cdot 100\%, \quad \text{hvor}$$

c_s = Målte startkoncentration med kontrol/kalibreringsgas.

c_e = Målte slutkoncentration med kontrol/kalibreringsgas.

Såfremt $d < 2\%$ foretages ingen korrektion. Hvis $2\% \leq d < 5\%$ korrigeres de målt data for signaldrift (se afsnit 8.2). Hvis d afviger mere 5% fra koncentrationen af den certificerede kontrolgas kasseres data.

8.2 Korrektion for analysatordrift

Korrektion for analysatordrift er ifølge standarden ikke påkrævet såfremt signaldriften er $< 2\%$ (se afsnit 8.1). Såfremt der er behov for at korrigere målingerne, foretages det efter nedenstående fremgangsmåde, der anvendes i andre metodeblade:

$$\bar{c}_{korr} = \frac{c_{ma}}{c_m - c_0} \cdot (\bar{c}_{avg} - c_0), \text{ hvor}$$

| | |
|--------------------|--|
| \bar{c}_{korr} = | den målte middelværdi korrigeret for drift af analysatoren under målingen. |
| c_{ma} = | koncentrationen af den aktuelt anvendte kalibreringsgas. |
| c_m = | gennemsnittet af analysatorens visning med kalibreringsgas før og efter måling gennem hele prøvetagningsystemet. |
| \bar{c}_{avg} = | gennemsnittet af alle analysatoraflysninger under målingen. |
| c_0 = | gennemsnittet af analysatorens visning med nulgas før og efter måling. |

Det forudsættes, at signaldriften er lineært aftagende (eller stigende) under hele måleperioden, og at der anvendes nul-, og kontrol/span-gasser som foreskrevet.

I standardens Annex E (informativ annex) er angivet et eksempel på en korrektion af analysatordrift, der er næsten identisk med ovenstående fremgangsmåde. Begge typer beregninger er tilladt at anvende til korrektion for analysatordrift.

Ved brug af en multikomponent kontrolgas er det muligt at overføre analysatordrift fra de gasser, der er til stede i multikomponent gassen, til de gasser, hvis pågældende analytiske vindue ligger inden for kontrolgassens kontrolvindue (se afsnit 6.3.1).

Eksempel

Hvis CO er anvendt som kontrolgas, kan evt. signaldrift for denne komponent overføres til NO. CO har et kontrolvindue på 15755 – 2625 cm^{-1} , mens det analytiske vindue for NO 2200 – 2222 cm^{-1} . NO er derfor indeholdt i kontrolvinduet for CO og derfor kan signaldrift for CO overføres til NO.

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

Den målte koncentration af komponenterne udlæses normalt i enheden ppm (mol).

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

$$C_{\text{gas}} [\text{mg}/\text{m}^3 (\text{n})] = k * C'_{\text{gas}} [\text{ppm} (\text{mol})]$$

hvor,

| | |
|---------------------|---|
| k = | Konverteringsfaktor |
| C_{gas} = | Koncentrationen af den pågældende gaskomponent [$\text{mg}/\text{m}^3 (\text{n})$], (273K, 101,3 kPa) |
| C'_{gas} = | Koncentrationen af den pågældende gaskomponent [ppm (mol)] |

MEL-26: 2019**Bestemmelse af koncentrationer af gasformige komponenter i strømmende gas med FTIR**

Konverteringsfaktor (k) for udvalgte komponenter:

| | |
|-------------------|------|
| CO: | 1,25 |
| N ₂ O: | 1,96 |
| NO: | 1,34 |
| NO ₂ : | 2,05 |
| SO ₂ : | 2,86 |
| NH ₃ : | 0,76 |
| HCl: | 1,63 |
| HF: | 0,89 |
| CH ₄ : | 0,72 |

8.4 Korrektion af gaskoncentrationer for vandindhold og reference-O₂

En korrektion af den målte gaskoncentration fra våd gas til tør gas udføres efter følgende formel:

$$C_{\text{tør}} = C_{\text{våd}} * \frac{100\%}{100\% - H_m}$$

hvor,

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| $C_{\text{tør}}$ = | Målte koncentration angivet i tør gas |
| $C_{\text{våd}}$ = | Målte koncentration angivet i våd gas |
| H_m = | Målte vandindhold [vol%] |

En korrektion af den målte gaskoncentration til en bestemt reference-O₂ udføres efter følgende formel:

$$C_{\text{korrr}} = C_m * \frac{21 [\text{vol}\%] - O_{\text{ref,tør}}}{21 [\text{vol}\%] - O_{m,tør}}$$

hvor,

| | |
|------------------------|---|
| C_{korrr} = | Korrigerede gaskoncentration |
| C_m = | Målte ukorrigerede gaskoncentration |
| $O_{\text{ref,tør}}$ = | Reference-O ₂ angivet som tør gas [vol%] |
| $O_{m,tør}$ = | Målte O ₂ angivet som tør gas [vol%] |

8.5 Residualtest

Hver dag under en feltmåling skal et repræsentativt absorbans-spektrum udtages til en residualtest. Testen skal foretages for hvert af de enkelte analysevinduer. Først beregnes residualen for hvert enkelt bølgenummer efter følgende formel:

$$r_i = s_i - \sum_{j=1}^m f_j * R_{ij}$$

hvor,

- r_i = Residualen for den i 'te bølgenummer efter at alle skalerede referencespektre er blevet subtraheret fra det valgt målespektrum
- s_i = Absorbansen ved det i 'te bølgenummer ved udvalgt målespektrum
- f_j = Forholdet mellem den målte koncentration for det j 'te komponent og det tilhørende referencespektrum
- R_{ji} = Absorbansen ved det i 'te bølgenummer for den j 'te komponent
- m = Antallet af komponenter, der skal analyseres

Det antages at den kvantitative beregning af koncentrationerne er baseret på en mindste kvadraters metode ved lineær skalering af referencespektret.

Herefter foretages den egentlige residualkontrol/interferenstjek ved hjælp at følgende formel:

$$\delta_j = \frac{\max|r_i|}{\max|s_k|} * 100\%$$

hvor,

- $\max|r_i|$ = Den maksimale beregnede residualværdi for det j 'te komponent i det tilhørende analytiske vindue.
- $\max|s_k|$ = Den maksimale målte værdi for det j 'te komponent i det tilhørende analytiske vindue.
- δ_j = Indikation for den procentvise afvigelse mellem det målte spektrum og det beregnede spektrum i det analytiske bånd for den j 'te komponent.

Hvis $\delta_j \leq 5\%$ antages det i standarden, at der ikke er interfererende komponenter, der ikke er taget højde for i den analytiske model. Hvis $\delta_j > 5\%$ skal data forkastes.

Kravet på $\delta_j \leq 5\%$ kan ikke altid opnås i de tilfælde, hvor der måler tæt på detektionsgrænsen. I de tilfælde kan man eftervise kravet ved at beregne peak-to-peak støjen i residualspektrummet og vise at det er maksimalt 2x peak-to-peak støj ved måling med nulgas i samme analytiske vindue.

9 Usikkerhed

Rapporten skal altid indeholde en vurdering af usikkerheden på den aktuelle måling. Der tages udgangspunkt i metodens generelt bedst opnåelige usikkerhed, der kan estimeres enten ved hjælp af usikkerhedsbudgetter eller ved parvise målinger. I standardens appendiks C, er beskrevet hvordan usikkerheden beregnes. Der henvises desuden til DS/EN ISO 14956 /6/.

Information

De parameterspecifikke målestandarder (fx EN 14792 for NO_x) stiller krav om maksimale usikkerheder. Herudover stilles der ved parallelmålinger ved QAL2/AST et godhedskrav (i % af ELV) som dækker både usikkerheden på AMS og SRM-metoden. Se endvidere MEL-16 /8/.

Usikkerhedskrav:

| Parameter | Godhedsprocent | Fra parameterspecifik standard |
|-------------------|----------------|--------------------------------|
| CO: | 10 | 6 |
| N ₂ O: | - | - |
| NO _x : | 20 | 10 |
| SO ₂ : | 20 | 15 |
| NH ₃ : | 40* | - |
| HCl: | 40 | - |
| HF: | 40 | - |
| CH ₄ : | - | - |

* Fra Miljøstyrelsen FAQ for store fyr BREF

Alle usikkerhedsangivelser i dette metodeblad er som ekspanderet usikkerhed⁴.

10 Rapportering

Rapporten udformes som beskrevet i ISO 17025 /4/ og i EN 15259 /9/.

I rapporten skal der refereres til den tekniske standard /1/ samt 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.

Herudover kræves der følgende i rapporteringen:

- Hvis "kontrolgasmetoden" er anvendt:
 - Valg af kontrolgasser og demonstration af overensstemmelse med udvælgelseskriterierne (ideelt set i tabelformat)
 - Resultater for test af hver komponent
- Hvis "spankalibreringsmetoden" er anvendt:
 - Valg af spangasser
- Valg af gas til kontrol af prøvetagningssystemet
- Resultatet af kontrollen af prøvetagningssystemet
- Resultatet af drift over måleperioden og om der er udført driftskorrektion
- Resultatet af daglige residualtest
- Intervallerne for hvert analytisk vindue (angivet som max/min bølge-nummer), som anvendes af den analytiske model (medmindre den er leverandørbeskyttet)

Supplement

Foruden standardens krav til rapportering, henvises endvidere til afsnit om rapportering i MEL-22 /7/

⁴ k=2 eller 95% konfidensinterval.

11 Modifikationer

Dette metodeblad er udarbejdet med udgangspunkt i TS 17337: 2019. Der er foretaget modifikationer på følgende punkter:

- Afsnit 6, "Sampling system". Man kan med fordel placere en konditioneringsenhed foran analysatoren og herved kun måle de gasser, der ikke er vandopløselige (fx CO₂, CO, NO). Dette kan være en fordel, da et højt vandindhold giver betydende interferens på visse komponenter i lavt niveau (eksempelvis NO). Denne modifikation vil ikke influere negativt på kvaliteten af målingen af de ikke-vandopløselige komponenter.
- Afsnit 7.1, "Measured components covered by SRM". FTIR-målere, der ikke er godkendt efter EN 15267-4 kan anvendes som SRM metode såfremt de opfylder kravene i dette metodeblad.
- Afsnit 8.4.1, "General". Såfremt laboratoriet ønsker at skifte metode undervejs i perioden kræver det at man fortager en ny kalibrering, kontrol, service af udstyret, herunder kontrol af hele udtagssystemet. Denne modifikation vil ikke influere negativt på kvaliteten af målingen.

12 Referencer

- /1/ CEN/TS 17337:2019. Stationary Source Emissions — Determination of mass concentration of multiple gaseous species — Fourier transform infrared spectroscopy.
- /2/ MEL-05 Bestemmelse af koncentrationer af ilt (O₂) i strømmende gas
- /3/ Miljøstyrelsens vejledning nr. 2, 2001 Luftvejledningen, Begrænsning af luftforurening fra virksomheder.
- /4/ DS/EN ISO/IEC 17025: 2005 Generelle krav til prøvetagnings- og kalibreringslaboratoriers kompetence.
- /5/ EN 14793: 2017 Stationary Source Emissions — Demonstration of equivalence of an alternative method with a reference method.
- /6/ DS/EN ISO 14956: 2002 Air Quality - Evaluation of the suitability of a measurement method by comparison with a stated measurement uncertainty.
- /7/ MEL-22 Kvalitet i emissionsmålinger (www.ref-lab.dk).
- /8/ MEL-16 Kvalitetssikring af AMS (www-ref-lab.dk).
- /9/ 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.
- /10/ EN 15267-4: 2017 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
- /11/ EN 14181: 2014. Emissioner fra stationære kilder - Kvalitetssikring af automatiske målere.