

## Vägledning till NFS 2016:13 – Jämförande mätning

Detta dokument innehåller vägledning till Naturvårdsverkets föreskrifter om mätutrustning för bestämmande av miljöavgift på utsläpp av kväveoxider vid energiproduktion; NFS 2016:13, som trädde i kraft den 1 juli 2017.

Vägledningen berör reglerna om jämförande mätning (JM) och vänder sig i första hand till de ackrediterade luftlaboratorier som ska utföra mätningen.

Denna uppdaterade vägledning trädde i kraft 2019-04-01 och ersätter den vägledning som publicerades 2017-06-09.

På Naturvårdsverkets webbplats finns mer du kan ha nytta av, till exempel länkar till lagstiftning. [www.naturvardsverket.se/kvaveoxidavgiften](http://www.naturvardsverket.se/kvaveoxidavgiften)

# Innehåll

<b>INNEHÅLL</b>	<b>2</b>
<b>FÖRORD</b>	<b>4</b>
<b>JÄMFÖRANDE MÄTNING</b>	<b>5</b>
Bakgrund.....	5
Utformningen – Vad ska mätas?.....	6
Gashalter .....	6
Rökgasflödet .....	6
Utförande – Hur ska det göras?.....	10
Driftförhållanden vid kontrollmätningen .....	10
Kalibrering av kontrollmätutrustning.....	10
Löpande kontroll av den fasta mätutrustningen .....	10
Bedömning av provtagningspunkt .....	10
Parallellmätning av gashalter .....	11
Parallellmätning av rökgasflöde.....	12
Parallellmätning av rökgastemperatur .....	13
Krav på mättid.....	13
Fukthaltsbestämning i rökgaser vid jämförande mätning .....	14
Jämförande mätning och kalibrering.....	14
Utvärdering .....	15
Bestämning av skillnad mellan mätvärdespar.....	15
Bestämning av standardavvikelse .....	15
Bestämning av om skillnaden är systematisk.....	16
Rapportering .....	17
Inledning (försättsblad) .....	17
Namn på anläggning och produktionsenhet.....	17
Innehållsförteckning .....	17
Sammanfattning av resultat.....	17
Anläggningsbeskrivning .....	18
Fast mätutrustning.....	20
Kontrollmätsystemet.....	20
Genomförande och resultat från kontroll av gashaltsmätningen.....	21

Genomförande och resultat från traversering vid pitotrörsmätning .....	21
Beräkning av rökgasflödet .....	22

## Förord

Den 1 juli 2017 trädde de nya föreskrifterna om mätutrustning för bestämmande av miljöavgift på utsläpp av kväveoxider vid energiproduktion (NFS 2016:13) i kraft. Kopplat till föreskrifterna publicerades också vägledning för att tydliggöra innebörden i föreskrifterna.

Denna vägledning om jämförande mätning vänder sig i första hand till de ackrediterade luftlaboratorier som utför jämförande mätningar vid de verksamheter som berörs av kväveoxidavgiften. Det finns även en särskild vägledning som riktar sig till verksamhetsutövarna.

Vägledningen ersätter föregående version av ”Vägledning till NFS 2016:13 – Jämförande mätning” som utkom 2017-06-01. De främsta förändringarna i denna vägledning jämfört med den tidigare gäller för 19 och 20 §§ och på sid 5–10. För dessa paragrafer och på dessa sidor har det förtydligats hur föreskriften ska tolkas.

Vägledningen har tagits fram av arbetsgruppen för kväveoxidavgiften vid Naturvårdsverkets Klimatavdelning, för att tillgodose behovet av en beskrivning kring hur en jämförande mätning kan utföras.

Stockholm/Östersund 2019-04-01

Naturvårdsverket  
Fredrik Hannerz, Chef Utsläppshandelsenheten

# Jämförande mätning

Denna vägledning vänder sig i första hand till de ackrediterade luftlaboratorier som ska utföra jämförande mätningar. Syftet är att vägleda om det huvudsakliga innehållet i mätföreskrifterna NFS 2016:13 om jämförande mätning [17-29 §§].

I vägledningen görs hänvisningar till föreskrifterna NFS 2016:13 genom att inom hakparentes ange paragrafnummer.

Definitionerna i vägledningen överensstämmer med definitionerna som finns i föreskrifterna.

## Bakgrund

Syftet med den jämförande mätningen är att kontrollera om den fasta mätutrustningens mätvärden representerar de verkliga utsläppen. Kontrollen ska vara oberoende och den som utför kontrollen ska vara ackrediterad för uppgiften. Den är en del av kvalitetssäkringen av de utsläppsdata som ligger till grund för deklARATIONERNA inom kväveoxidavgiften. Kontrollen är ett komplement till de kalibreringar, den löpande kontrollen och det underhåll av mätutrustningen som den avgiftsskyldige måste utföra enligt reglerna i NFS 2016:13.

Kontrollen sker genom att en parallellmätning utförs på den fasta mätutrustningen med en kontrollmätutrustning. Därefter utvärderas mätresultaten från de två mätutrustningarna. Är det en stor systematisk skillnad mellan resultaten kan det tyda på att det finns ett stort systematiskt mätfel, alltså att precisionen är dålig. På samma sätt kan en stor variation i skillnaderna mellan mätserierna (standardavvikelsen) från de två mätutrustningarna tyda på att det kan finnas fel i den fasta mätutrustningen. I båda dessa fall ska det göras undersökningar för att hitta felen, om avvikelserna överskrider gränserna som anges i föreskrifterna [24, 28 §§]. Dessa fel ska därefter åtgärdas inom en viss tid.

Den här typen av kontroll utesluter inte att kontrollmätutrustningen kan mäta fel och att en undersökning av uppkomna fel kan leda fram till slutsatsen att felet ligger i kontrollmätutrustningen. Därför får inte en jämförande mätning användas som en kalibrering eller justering av det fasta mätsystemets mätningar. Det är viktigt att se att det är hela mätsystemet, det vill säga mätutrustningen från provpunkt till mät dator, som ska kontrolleras och inte bara mätinstrumentet.

Det är den avgiftsskyldige verksamhetsutövarens ansvar att se till att kraven i NFS 2016:13 följs. Detta innebär att den avgiftsskyldige ska se till att det ackrediterade laboratoriet utför den jämförande mätningen enligt kraven i föreskrifterna. Det ackrediterade laboratoriet ska i sin tur följa de givna kraven i relevanta standarder och vara ackrediterat av ett ackrediteringsorgan. I Sverige är det Swedac som är ackrediteringsorganet.

## Utformningen – Vad ska mätas?

För varje avgiftspliktig produktionsenhet ska hela mätsystemet för mätning av gashalter och mätning eller beräkning av rökgasflöde kontrolleras minst en gång per kalenderår av ett ackrediterat laboratorium genom en jämförande mätning [18, 19 §§].

### Gashalter

Bestämning av halt av NO, NO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub>, som används för bestämning av utsläpp av NO<sub>x</sub>, ska kontrolleras med en jämförande mätning enligt något av nedanstående alternativ:

Då jämförande mätning utförs på fasta mätsystem som mäter både NO och NO<sub>2</sub> [4 § punkt 1] ska den jämförande mätningen utföras genom att kontrollmätsystemet mäter båda dessa parametrar och att mätvärdespar bildas för NO<sub>x</sub>.

Då jämförande mätning utförs på sådana fasta mätsystem som mäter NO<sub>x</sub> med hjälp av konverter [4 § punkt 2], ska den jämförande mätningen utföras genom att kontrollmätutrustningen antingen mäter NO<sub>x</sub> eller att den mäter NO och NO<sub>2</sub> var för sig. I båda fallen ska resultaten utvärderas som NO<sub>x</sub>. Därutöver rekommenderar vi att andelen NO<sub>2</sub> bestäms och redovisas för att underlätta felsökningen, eftersom om andelen NO<sub>2</sub> är hög så kan en oacceptabelt låg konverteringsgrad vara orsak till en skillnad mellan mätvärdesparen.

För sådana fasta mätinstrument där endast NO mäts och där utsläppet av NO<sub>x</sub> beräknas genom påslag med andelen NO<sub>2</sub> [4 § punkterna 3-5], ska jämförande mätning utföras genom mätning av NO och andelen NO<sub>2</sub> ska bestämmas vid den jämförande mätningen [19 § punkt 2].

Det är även möjligt att använda sig av en kalibreringsfunktion enligt QAL2 i SS-EN 14181:2014 för att bestämma NO<sub>x</sub> [4 § punkt 6]. Då ska den jämförande mätningen utföras på den eller de signaler från den parameter som mäts innan den har korrigerats med kalibreringsfunktionen från QAL2. Använder den avgiftsskyldige kalibreringsfunktionen för att bestämma NO<sub>x</sub> ska den avgiftsskyldige skicka in "QAL2-rapporten" i samband med deklARATIONEN för redovisningsåret. Naturvårdsverket bedömer om jämförande mätning enligt 4 § punkt 6 är rimlig och korrekt utförd.

För sådana fasta mätsystem där O<sub>2</sub> eller CO<sub>2</sub> används för beräkning av rökgasflödet, ska en jämförande mätning utföras av den parameter som används i rökgasflödesberäkningen [19 § punkt 1].

### Rökgasflödet

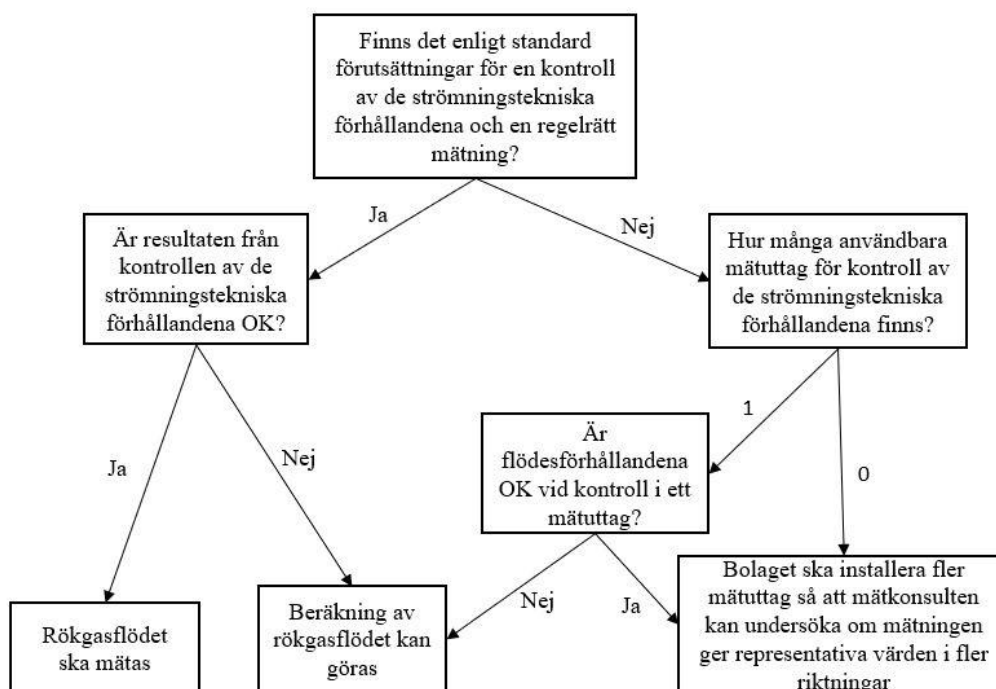
Rökgasflödet ska i **första hand** kontrolleras genom *mätning* vid den jämförande mätningen [19 § stycke 2].

En kontroll av de strömningstekniska förhållandena behöver göras vid varje jämförande mätning för att undersöka om mätning av rökgasflödet ger representativa mätvärden. Denna kontroll ska även utföras under de driftförhållanden som råder vid mättillfället, då de strömningstekniska förhållandena kan ändras beroende på t.ex. pannlast,

rökgaskondensering vid drift och bypass (se avsnitt ”Utförande – Hur ska det göras?” och ”Bedömning av provtagningspunkt” för vidare vägledning kring hur kontrollen av de strömningstekniska förhållandena ska utföras och bedömningen av representativa mätvärden).

Det är den avgiftsskyldiges ansvar att se till så att denna kontroll kan utföras av en oberoende mätkonsult från det ackrediterade luftlaboratoriet. Om exempelvis mätuttag saknas, inte går att öppna eller om det råder bristande förberedelser med avseende på arbetsmiljön så ska bristerna åtgärdas så att en kontroll kan utföras. Det är rekommenderat att den avgiftsskyldige och mätkonsulten har en dialog innan den jämförande mätningen utförs avsett mätplatsen och förutsättningarna på anläggningen. Det är även rekommenderat att den avgiftsskyldige skickar en plan över mätplats och information om anläggningen till mätkonsulten i god tid innan den jämförande mätningen, så att mätkonsulten kan påpeka eventuella brister på anläggningen.

I figur 1 nedan visas översiktligt ett schema över hur kontrollmetod väljs vid mätning och beräkning. Schemat gäller för en rökgaskanal där minst två mätuttag behövs för att kunna göra en kontroll av de strömningstekniska förhållandena och kunna utföra mätning av rökgasflödet. De två beräkningsmetoderna beskrivs sedan närmare i nästa avsnitt.



**Figur 1: Översiktligt schema för val av metod (mätning eller beräkning) för jämförande mätning av rökgasflödet.**

Om resultatet från den jämförande rökgasflödesmätningen inte ger trovärdiga mätvärden p.g.a. exempelvis att stoft och fukt sätter igen mätkonsultens mätinstrument kan det ses som att mätning av rökgasflödet inte är praktiskt genomförbart. Rökgasflödet kan då beräknas [19 § stycke 2]. Dock gäller att mätkonsulten ska välja

typ av pitotrör för dessa förhållanden, t.ex. L-pitotrör med större tryckhål för måttliga halter av stoft och vattendroppar eller S-pitotrör med t ex 8 mm tryckhål för höga halter av stoft och vattendroppar. Återkommande renblåsning av pitotrören under mätperioden kan också vara nödvändigt.

Om mätning av rökgasflödet inte är praktiskt genomförbart eller inte ger representativa mätvärden får mätkonsulten även gärna påpeka i rapporten för jämförande mätning om någon eventuell mätplats finns för framtida jämförande mätningar.

#### MÄTNING SOM KONTROLLMETOD

Vid jämförande mätning av rökgasflöde används vanligen mätning med pitotrör. Det är även möjligt att mäta rökgasflödet genom att använda en spårämnesmetod [22 § punkt 3]. Oavsett val av mätteknik ska mätningen utföras enligt en standardiserad metod för rökgasflödesmätning, eller enligt vedertagna metoder. Den mätmetod som används ska redovisas.

Orsaken till att mätning som kontrollmetod i första hand ska användas är att den ger en bättre oberoende kontroll än beräkning eftersom det med den metoden inte används några mätvärden som anläggningen tillhandahåller.

#### BERÄKNING SOM KONTROLLMETOD

##### *Beräkning A*

Beräkning A är främst en kontroll av att bränsledata är representativa för produktionsenheten. Vid beräkning A använder det ackrediterade laboratoriet sina egna analyserade bränsledata och ibland sina egna värden från uppmätta parametrar. Undantag är när pannan eldas med fossil olja, naturgas eller gasol och har tillgång till bränsledata från leverantören av bränslet. Kontrollen genom Beräkning A kan även hjälpa till att hitta andra fel i beräkningsformler eller rökgasflödesmätning.

##### *Beräkning B (formelkontroll)*

Beräkning B är en kontroll av den avgiftsskyldiges beräkningsformler där det ackrediterade laboratoriet använder sina egna formler men samma bränsledata och kontinuerligt mätta parametrar som det fasta mätsystemet använder. Alla indata i beräkningarna är samma för anläggningens och det ackrediterade laboratoriets formler. Endast formlerna ska skilja sig åt.

#### NÄR SKA BERÄKNING A OCH BERÄKNING B ANVÄNDAS?

Om mätkonsulten ska beräkna rökgasflödet gäller följande:

- Om den avgiftsskyldige **mäter** rökgasflödet ska det ackrediterade luftlaboratoriet bara använda **Beräkning A**.
- Om den avgiftsskyldige **beräknar** rökgasflödet ska det ackrediterade luftlaboratoriet använda både **Beräkning A och Beräkning B**.

Med andra ord kan sägas att **Beräkning A** alltid ska användas medan **Beräkning B** även ska användas då den avgiftsskyldige beräknar rökgasflödet [25 §].



Ett undantag till ovanstående är om den avgiftsskyldige använder fossil olja, naturgas eller gasol och har kvalitetssäkrade bränsledata, enligt ovan, för då ska mätkonsulten enbart använda Beräkning B (formellkontrollen).

#### KONTROLL AV RÖKGASTEMPERATURMÄTNINGEN

Om det fasta mätsystemet använder uppmätt rökgastemperatur i beräkning av rökgasflöde ska det ackrediterade luftlaboratoriet utföra en kontroll av den avgiftsskyldiges temperaturmätning [19 § punkt 4]. Denna kontroll av temperaturmätaren ska alltså utföras oavsett om den jämförande mätningen av rökgasflödet sker via beräkning eller mätning.

Även temperaturmätare som används för temperaturkompensation av rökgasflödesmätare ska kontrolleras.

## Utförande – Hur ska det göras?

### Driftförhållanden vid kontrollmätningen

Eftersom tiden för den jämförande mätningen är mycket kort jämfört med produktionsenhetens årliga drifttid anser Naturvårdsverket att den jämförande mätningen bör utföras vid sådan last på pannan som är vanligast förekommande. Kontrollen blir däremot normalt inte underkänd om den utförts vid andra driftförhållanden.

### Kalibrering av kontrollmätutrustning

Eftersom osäkerheten i referensmaterialet för det fasta mätsystemet får vara högst  $\pm 2$  procent är det lämpligt att även det ackrediterade laboratoriet använder referensmaterial med minst samma kvalitet [7 §]. Det är dock kraven i standarden som följer ackrediteringen som ska följas.

Naturvårdsverket rekommenderar även att korsvis kontroll (korsvisa kalibreringar) av mätkonsultens och anläggningens mätsystem sker innan den jämförande mätningen påbörjas. Korsvis kontroll innebär att mätkonsulten kontrollerar sin mätutrustning mot anläggningens referens-/kalibrergas och anläggningen kontrollerar sin mätutrustning mot konsultens kalibrergas. Om en skillnad kan hittas redan vid denna korsvisa kontroll bör en diskussion tas med verksamhetsutövaren då det med stor sannolikhet kommer att innebära en skillnad vid den jämförande mätningen och risk att kraven i föreskriften inte uppfylls.

### Löpande kontroll av den fasta mätutrustningen

Tänk på att dokumentera om det har gjorts någon löpande kontroll på den fasta mätutrustningen, enligt 7 §, under tiden som den jämförande mätningen utförs. Det blir då lättare att hitta avvikelser som beror på fel ersättningsvärden vid löpande kontroll. Det är också en uppgift som bör finnas med i rapporten från den jämförande mätningen (se avsnitt ”Rapportering”).

### Bedömning av provtagningspunkt

Provtagningspunkter för kontrollmätutrustning ska vara placerade så att fördelningen av ämnet som mäts och rökgashastigheten uppfyller kraven i 20 § NFS 2016:13.

Vid flödesmätning bör mätning ske i samma mätsektion som gashalter mäts. Om inte det är möjligt eller lämpligt är det särskilt viktigt att mätningen utförs så att den mäter samma rökgasflöde som i provtagningspunkten där gashalter mäts.

Enligt standard behövs minst två mätuttag för att kunna bestämma en flödesprofil i en rökgaskanal. Om det däremot endast finns ett mätuttag för flödesmätning ska luftlaboratoriet utföra en kontroll av de strömningstekniska förhållandena i denna riktning (se flödesschema på sid 6). Om mätresultaten i en riktning kan underkännas är det troligt att flödesbilden kommer att underkännas även om det skulle gå att traversera i två riktningar. Då kan luftlaboratoriet beräkna rökgasflödet för pågående jämförande mätning. Anläggningen ska därefter undersöka om ett lämpligt mätplan kan ordnas

någon annanstans för framtiden. Om mätningen däremot inte är underkänd i en riktning ska anläggningen öppna ett till mätuttag så att en regelrätt flödesbild kan bestämmas.

#### FLÖDESFÖRHÅLLANDEN

Erfarenhetsmässigt erhålls vid mätning vanligtvis representativa mätvärden med raksträckor som är 5 hydrauliska diametrar innan mätplanet och 2 hydrauliska diametrar efter mätplanet. Det ska däremot förtydligas att detta endast är en rekommendation och att det förekommer många fall då raksträckorna är betydligt kortare än ovanstående och då representativa mätvärden ändå erhålls.

Vid kontrollen av de strömningstekniska förhållandena ska mätplanet uppfylla nedanstående punkter:

- Vinkeln mellan gasflödet och kanalens längdaxel är mindre än  $15^\circ$
- Inget lokalt negativt flöde
- Lägsta hastighet beror på vilken metod för flödesbestämning som används (för pitotrör skall tryckskillnaden vara minst 5 Pa)
- Förhållandet mellan högsta och lägsta gashastighet ska vara mindre än 3:1.

Om samtliga ovanstående punkter inte är uppfyllda kan den ackrediterade mätkonsulten bedöma att mätning som kontrollmetod inte ger representativa mätresultat och den jämförande kontrollen kan utföras genom beräkning [19 § stycke 2].

I svensk standard SS-ISO 10780 för *pitotrörmätning*, och SS-EN 15259, anges de kriterier som ska vara uppfyllda om pitotrör används.

Vid *gashaltsmätning* ska en kontroll av koncentrationsfördelningen utföras om det inte är uppenbart onödigt. Om den inte utförs ska detta motiveras. Vid gashaltsmätningar, där rökgasen passerat fläkt och stoftreningsutrustning är det inte lika viktigt att det finns långa raksträckor före och efter mätstället eftersom koncentrationsprofilen då oftast blivit mycket jämn. Observera att om denna mätning sker efter en katalysator så kan koncentrationsfördelningen ändras betydligt på grund av skillnad i reningsgrad längs katalysatorns tvärsnitt.

#### Parallellmätning av gashalter

Hela mätsystemet för kväveoxider ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ), som används för bestämning av kväveoxidutsläppen, samt övriga gashalter (t.ex.  $\text{O}_2$  eller  $\text{CO}_2$ ) som används för beräkning av rökgasflödet, ska kontrolleras med hjälp av en parallellmätning. Den ska bestå av minst tio mätvärdespar (se avsnitt "Krav på mättid"). Nedan anges särskilda faktorer att tänka på vid växlande mätning och vid fastställande av andelen  $\text{NO}_2$ .

#### TILLVÄGAGÅNGSSÄTT VID VÄXLANDE MÄTNING

En mätutrustning kan användas för växelvis mätning i flera rökgaskanaler. Den jämförande mätningen bör utföras med växlingen i gång för att få med fel som beror på växlingsfunktionen.

### FASTSTÄLLANDE AV ANDELEN NO<sub>2</sub>

Den som är avgiftsskyldig ska bestämma om andelen NO<sub>2</sub> behöver fastställas eller ej vid den jämförande mätningen. Det som avgör utfallet är hur NO<sub>x</sub> mäts vid den aktuella produktionsenheten [4 § och 19 § punkt 2]. Om andelen NO<sub>2</sub> mäts upp och det uppmätta värdet är lika med eller mindre än 2 % av den totala halten NO<sub>x</sub> ska andelen NO<sub>2</sub> fastställas till 2 %. Avsikten med den regeln är att hantera mätosäkerheten vid låga halter. Om andelen är större än 2 % fastställs den till det uppmätta resultatet [4 § punkterna 3-4]. Andelen NO<sub>2</sub> ska bestämmas i samband med den jämförande mätningen.

### Parallellmätning av rökgasflöde

#### DIREKT MÄTNING SOM KONTROLLMETOD

Om det fastställs vid kontrollen av de strömningstekniska förhållandena att representativa mätvärden erhålls så ska mätning av rökgasflödet utföras.

Om representativa mätvärden inte erhålls eller om mätning som kontrollmetod inte är praktiskt genomförbar t.ex. på grund av att sot och fukt sätter igen mätkonsultens instrument så kan även den jämförande kontrollen utföras genom beräkning (se även avsnitten ovan ”Rökgasflödet” och ”Bedömning av provtagningspunkt”).

#### BERÄKNING SOM KONTROLLMETOD

I nedanstående text beskrivs de två beräkningarna A och B samt kontrollen av produktionsenhetens mätning av rökgastemperaturen, om den används för att beräkna utsläppen av kväveoxider.

I både beräkning A och B ska det ackrediterade laboratoriet använda sina egna formler, för att säkerställa ackrediteringens krav på oberoende. De ska vara relevanta för produktionsenheten. Det innebär att de behöver vara anpassade efter produktionsenhetens utformning och aktuella driftförhållanden [25 §].

#### *Beräkning A*

Då den avgiftsskyldige eldar andra bränslen än fossil olja, naturgas eller gasol, ska det ackrediterade laboratoriet använda bränsledata från en analys av bränsleprover som tas vid den jämförande mätningen [26 § punkt 4]. Bränsleproven ska vara representativa för det bränsle som eldas under den jämförande mätningen. Bränsleprovtagningen bör utföras enligt antingen svensk eller internationell standard.

En bränsleanalys ska omfatta fukthalt, värmevärde, askhalt och halt av kol, väte, syre, kväve och svavel [2 §]. Luftlaboratoriet ska skicka bränsleanalysen för analysering till ett analyslaboratorium som är ackrediterat för analysmetoden och enligt SS-EN ISO/IEC 17025. Det är viktigt att provet blir representativt, särskilt med avseende på fukthalten.

För att bränsleprovtagningen till *beräkning A* ska vara så oberoende som möjligt bör den ske i samråd med det ackrediterade laboratoriet som utför bränsleanalysen.

Naturvårdsverket är medveten om att det för vissa bränslen, till exempel avfall, kan vara svårt att ta representativa prover. I sådana fall är det inte lämpligt att använda beräkning som kontrollmetod.

Om den avgiftsskyldige eldar fossil olja, naturgas eller gasol och har kvalitetssäkrade bränsledata från bränsleleverantör eller en bränsleanalys får det ackrediterade luftlaboratoriet använda samma bränsledata som det fasta mätsystemet använder [26 § punkt 4]. Bränsleanalysen ska inte vara äldre än ett år, men det är godtagbart att anläggningen använder samma analys för fossila bränslen i mer än ett år om bränslet kommer från samma "batchnummer".

Följande uppgifter får hämtas av det ackrediterade laboratoriet från den fasta mätutrustningen [26 § punkt 1]:

- Bränsleflöde i förekommande fall
- Panneffekt
- Flödet av förbränningsluft

Om halt av O<sub>2</sub>, halt av CO<sub>2</sub> respektive rökgestemperatur används för att beräkna rökgasflödet vid produktionsenheten, ska det ackrediterade laboratoriet hämta mätvärden för dessa två parametrar från den avgiftsskyldiges fasta mätutrustning. [26 § punkt 2].

### *Beräkning B*

*Beräkning B* kan ses som en ren kontroll av den avgiftsskyldiges formler.

### **Parallellmätning av rökgestemperatur**

Kontrollen av rökgestemperaturen ska utföras som en parallellmätning. Samhörande mätvärdespar ska bildas av värden som bestämts i en representativ mätpunkt [19, 21 §§] (se avsnitt "Krav på mättid").

### **Krav på mättid**

Den jämförande mätningen ska omfatta minst tio mätvärdespar [21 §]. De parallella mätningarna ska göras för samma tidsintervall så att sammanhängande medelvärdespar kan skapas. Det innebär att för samtliga mätvärdespar ska mättiden per mätvärdespar vara minst 60 minuter [22 §], utom vid följande tre fall:

- Då det fasta mätsystemet mäter växelvis i rökaskanaler från flera produktionsenheter ska mättiden för åtminstone en av produktionsenheterna vara minst 60 minuter per mätvärdespar. För övriga produktionsenheter ska mättiden vara minst 20 minuter per mätvärdespar. Detta förutsätter dock att alla produktionsenheterna har samma bränsle. Syftet med att ha samma bränsle är att rökgasens sammansättning inte ska skilja sig mellan produktionsenheterna [22 § punkt 1].
- Då olja eller gas (även bioolja och biogas) används som bränsle ska mättiden för mätvärdesparen vara minst 20 minuter [22 § punkt 2].
- I de fall spårämnesmetod [2 §, 22 § punkt 3] används för att kontrollera rökgasflöde måste mätningen utformas så att provtagningen är representativ för medelvärdesbildningsperiodens mätvärde från den fasta mätutrustningen. I

metoden sprutas ett ämne in i rökaskanalen och koncentrationsfördelningen mäts nedströms. Ämnet kan vara radioaktivt eller av annat slag.

Om något mätvärdespar tas bort från mätserien ska det motiveras. Man får inte ta bort mätvärdespar i syften att klara gränser för standardavvikelse eller avvikelse för medelvärden som är systematisk.

Kontrollmätutrustningens medelvärdesbildning ska motsvara den period som används i den fasta mätutrustningen. Klockan i det fasta mätsystemet användas som referenstid.

### **Fukthaltsbestämning i rökgaser vid jämförande mätning**

Vissa anläggningar använder våt rökgas i den slutgiltiga beräkningen av massflödet av NO<sub>x</sub>. Den jämförande mätningen ska då även utvärderas i det fuktiga tillståndet [19 § stycke 3]. Bestämning av fukthalt i rökgaser under jämförande mätning kan göras enligt följande alternativ:

- Kontinuerlig mätning med t.ex. ackrediterat FTIR instrument
- Mätning av tryck och temperatur samt hämtat tabellvärde på mättad vattenånga (Mollierdiagram) t.ex. efter rökgas-kondensering
- Om bolaget har egen AMS för mätning av fukthalt finns två möjligheter:
  - Om AMS är kalibrerat med QAL2 så kan detta användas
  - ta omkring 5 stycken prov för jämförelse samt kontroll och justering.
- Om bolaget ej har egen AMS för fukthalt kan omkring 5 stycken prov tas (proverna bör vara jämnt fördelade och tas i början av mätningen, i slutet av mätningen samt pågående under mätning) för medelvärdesbildning.

De tre sista punkterna ska utföras enligt standardreferensmetoden SS-EN 14790:2007.

### **Jämförande mätning och kalibrering**

Resultaten från den jämförande mätningen får inte användas för att kalibrera gashaltsmätningarna och rökasmätaren eftersom kontrollen ska vara oberoende av den fasta mätutrustningens resultat. Därför går det inte att bestämma funktionen för QAL2, enligt SS-EN 14181 samtidigt som jämförande mätning enligt NFS 2016:13, om QAL2-funktionen ska användas för bestämning av andelen NO<sub>2</sub>. Likaså går det inte att bestämma funktionen för QAL2, enligt SS-EN 16911, samtidigt som jämförande mätning enligt NFS 2016:13, om QAL2-funktionen ska användas för att kalibrera rökgasflödesmätaren.

## Utvärdering

För varje parameter som jämförande mätning utförts på ska skillnaden mellan mätvärdesparen beräknas [23 §]. För denna serie av mätvärdesparsskillnader ska medelvärdet och standardavvikelsen beräknas.

Kontrollmätningens resultat bör presenteras i samma tillstånd som i dygnsrapporterna.

Om resultaten från den jämförande mätningen inte klarar kraven så är det den avgiftsskyldiges ansvar att utreda orsaken till avvikelsen. Luftlaboratoriet kan dock bistå den avgiftsskyldige i detta samt ange orsaken, om den är känd, i rapporten till den jämförande mätningen.

### Bestämning av skillnad mellan mätvärdespar

Skillnaderna mellan mätvärdesparen bestäms enligt följande:

$x_i$  = halt av aktuell mätkomponent,  $i = 1 \dots n$ , bestämd med det fasta mätsystemet,

$y_i$  = halt av aktuell mätkomponent bestämd med kontrollmätsystemet

$n$  = antalet mätvärdespar

$z_i$  = skillnaden mellan de två värden som bildar mätvärdesparet

$$z_i = x_i - y_i$$

och medelvärdet för serien av mätvärdesparsskillnader fås genom formeln:

$$Z = \frac{\sum z_i}{n}$$

Den verkliga skillnaden mellan mätvärdena kan vara såväl mindre som större än det på detta sätt beräknade medelvärdet. Med en viss sannolikhet (konfidensnivå, vanligen 95 %) kan man dock uttala sig om att den verkliga skillnaden ligger inom ett visst konfidensintervall.

### Bestämning av standardavvikelse<sup>1</sup>

Standardavvikelsen,  $s$ , för mätvärdesparsskillnaderna beräknas enligt:

a)

$$s = \sqrt{\frac{\sum z_i^2 - (\sum z_i)^2 / n}{n - 1}}$$

gäller för liten uppsättning av data;  $n < 20$

<sup>1</sup> Principles of Instrumental analysis Third Edition(1985) ; Douglas A. Skoog and 6<sup>th</sup> Edition (2007) ; Douglas A. Skoog, F. James Holler, Stanly R. Crouch.

b)

$$s = \sqrt{\frac{\sum z_i^2 - (\sum z_i)^2 / n}{n}}$$

gäller för större uppsättning av data;  $n > 20$

Standardavvikelsen beräknad på detta sätt innehåller de slumpvisa felen, till exempel alla de effekter som kan orsakas av variationer av interfererande ämnen i rökgas, variationer av temperatur (både i rökgaskanal och omgivningsluft) och nätspänning samt nollpunkts- och referenspunktsdrift hos både det fasta mätsystemet och kontrollmätsystemet. En orsak kan också vara att det finns variationer i de tidsperioder under vilka de både mätsystemen mäter upp sina mätvärden.

En stor standardavvikelse innebär att skillnaden mellan mätvärdesparen har en stor slumpmässig spridning.

### Bestämning av om skillnaden är systematisk

En systematisk skillnad mellan mätresultaten föreligger om

$$|\bar{z}| \geq t \cdot s / \sqrt{n}$$

där  $|\bar{z}|$  är absoluta medelvärdet av skillnaden för medelvärdesparen och  $t$  är det tal som beror på antalet mätvärdespar. En systematisk skillnad innebär att det med minst 95 % sannolikhet (konfidensnivå) är en faktisk skillnad mellan mätvärdesserierna. Vid 95 % konfidensnivå är  $t = 2,262$  om antalet mätvärdespar är tio. Vid fler mätvärdespar blir  $t$  mindre. Kritiska  $t$ -värden (2 sidiga tester) finns i Tabell 1.

Tabell 1:  $t$ -värden vid 95 % sannolikhet (konfidensnivån)

Antal mätvärden(n)	t-värde	Antal mätvärden (n)	t-värde	Antal mätvärden (n)	t-värde
2	12,71	11	2,228	20	2,093
3	4,303	12	2,201	21	2,086
4	3,182	13	2,179	26	2,060
5	2,776	14	2,160	31	2,042
6	2,571	15	2,145	50	2,010
7	2,447	16	2,131	Över 50	2,000
8	2,365	17	2,120		
9	2,306	18	2,110		
10	2,262	19	2,101		



## Rapportering

Naturvårdsverkets roll är att kontrollera och bedöma om den avgiftsskyldige deklarerar korrekt och uppfyller kraven i föreskriften. Som underlag för denna bedömning är rapporten från den jämförande mätningen av stor betydelse.

Enligt ackrediteringen ska resultaten från den jämförande mätningen redovisas i en skriftlig rapport. I NFS 2016:13 finns inga krav på innehållet i rapporten eller hur den ska utformas. Av det ackrediterade laboratoriets ackreditering följer däremot att rapporten ska upprättas enligt kraven i standarden SS-EN ISO/IEC 17025 och eventuella krav i ackrediteringsorganets föreskrifter.

Rapporten bör vara lämnad till den avgiftsskyldige så att denne har möjlighet att utreda eventuella avvikelser inom 10 veckor från då jämförande mätning utfördes [30 §]. Eftersom det är angeläget att så snart som möjligt rätta till eventuella felaktigheter på det fasta mätsystemet är det lämpligt att det ackrediterade laboratoriet lämnar en preliminär utvärdering av resultaten från den jämförande mätningen så snart mätningen avslutats, det vill säga helst innan det ackrediterade laboratoriet lämnar anläggningen.

De omvandlingskonstanter som används för omräkning till fasta mätutrustningens tillstånd bör redovisas i rapporten.

I det följande ges exempel på utformningen av vissa avsnitt i rapporten.

### **Inledning (försättsblad)**

I ett inledande avsnitt bör tydligt anges var och när mätningen utfördes, samt vem som utförde den. Här bör också syftet med den jämförande mätningen framgå.

Här kan även luftlaboratoriets ackreditering nämnas.

### **Namn på anläggning och produktionsenhet**

Identifieringen av produktionsenheten underlättas av ett tydligt namn, exempelvis dess vardagsnamn (till exempel FB2 eller Barkpannan). Det är viktigt att beteckningen stämmer överens med uppgiften som den avgiftsskyldige lämnar i deklARATIONEN.

### **Innehållsförteckning**

#### **Sammanfattning av resultat**

Sammanfattningen av resultaten från den jämförande mätningen redovisas enklast i form av en tabell. Tabellen, som lämpligen kan finnas i början av rapporten, kan se ut som i Tabell 2 nedan. Sedan visar även tabell 3 exempel på sammanfattning för bl.a. arbetsmiljö och mätplats som kan infogas i rapporten.

**Tabell 2: Ett exempel på sammanfattning som visar om kraven på medelvärdesskillnaden, som är systematisk, och standardavvikelsen är uppfyllda.**

Fastbränslepannan 1	NO	O <sub>2</sub>	Rökgasflöde
Klarar man alla krav	Ja/Nej	Ja/Nej	Ja/Nej
Skillnad i % av fasta mätsystemets medelvärde	+4,2 %	-	-0,8%
Skillnad i vol-%	-	-0,2 vol-%	-
Krav i 28 § NFS 2017 för avvikelse som är systematisk	≤ ±10 %	≤ ±0,5 vol-%	≤ ±15 %
Standardavvikelse i % av fasta mätsystemets Medelvärde	0,9 %	-	4,7 %
Standardavvikelse i vol-%	-	0,12 vol-%	-
Krav i 28 § NFS 2017 för standardavvikelse	≤ 5 %	≤ 0,25 vol-%	≤ 5 %
Fasta mätsystemets medelvärde = x	65,9 ppm	4,5 vol-%	13 960 m <sup>3</sup> (ntg)/h
Kontrollmätsystemets medelvärde = y	63,2 ppm	4,7 vol-%	14 070 m <sup>3</sup> (ntg)/h
Medelvärdet av skillnaden mellan mätvärdesparen = z	2,8 ppm	-0,2 vol-%	- 110 m <sup>3</sup> (ntg)/h
Standardavvikelse för skillnaden mellan mätvärdesparen = s	0,61 ppm	0,12 vol-%	656 m <sup>3</sup> (ntg)/h

**Tabell 3: Ett exempel på sammanfattning som visar hur kraven på temperatur, andel NO<sub>2</sub>, mätplatsen och arbetsmiljö kan redovisas.****Temperatur**

	Skillnad	Krav	Anm.
Skillnad av fasta mätsystemets medelvärde	+ - diff	ok/ej ok	

**NO<sub>2</sub>**

	Krav	Införda värdet VU	Anm.
Luftlaboratoriets uppmätta värden	uppmätt värde	2 %, uppmätt, eller 10 %	

**Mätplats**

	Krav	Åtgärd	Anm.
Luftlaboratoriets bedömning	ok/ej ok	Ex saknas uttag	

**Arbetsmiljö**

	Krav	Åtgärd	Anm.
Vad saknas/förbättras	ok/ej ok	Har tidigare anmärkning åtgärdats	

**Anläggningsbeskrivning****PRODUKTIONSENHET**

Produktionsenheten (panna, gasturbin, stationär förbränningsmotor) beskrivs med avseende på typ, märke och storlek samt om det finns rökgaskondensor och reningsutrustning.

En skiss över produktionsenheten får gärna bifogas rapporten.

## DRIFTBETINGELSER UNDER MÄTNING

Driftsbetingelserna bör beskrivas i rapporten. Till exempel panneffekt, typ av bränsle och O<sub>2</sub>-halt (luftöverskott) i rökgasen [4 § andra stycket].

Dygnsrapporter från det fasta mätsystemets NO<sub>x</sub>-dator, under den tid då den jämförande mätningen utförs, ska bifogas. Rapporterna bör innehålla timmedelvärden för de mätta parametrarna, samt de viktigaste beräknade parametrarna, som till exempel rökgasflöde och kg NO<sub>x</sub>.

## MÄTFÖRUTSÄTTNINGAR

*Beskrivning av mätplats*

Placering av mätuttag, beskrivning av rökgaskanalen före och efter provtagningspunkt samt bedömning av kontrollmätsystemets mätställe ska anges. Uppgifterna får gärna sammanställas i en tabell (se exempel i Tabell 4 nedan).

**Tabell 4: Förslag på hur mätförutsättningar kan redovisas.**

Beskrivning	Krav i standard /rekommendationer	Verkliga förhållanden	Kommentar
Placering	Arbetsmiljökrav	Utomhus, plattform vid skorsten	Uppfylls
Kanalens utformning	-	Rund	
Kanalens dimension	-	1,23 meter i diameter	
Hydraulisk diameter	-	1,23 meter	
Raksträcka före provtagningspunkt	> 5 hydrauliska diametrar	7 hydrauliska diametrar	Krav uppfyllt
Raksträcka efter provtagningspunkt	> 2 hydrauliska diametrar	< 2 hydrauliska diametrar	Krav ej uppfyllt
Traversering kanaltvärsnitt	Enligt SS-ISO 10780	Ja	
Resultat, kontroll av strömningstekniska förhållanden		Ej godkänt	
Placering i förhållande till det fasta mätsystemet	Ska kunna ge representativa mätvärden	2 meter nedströms utan mellanliggande störningar	OK
Mätuttagens utformning		3" diameter	
Antal mätuttag		4	OK
Återkomst till uttag till provtagningspunkt		ex trappa, stege mm	
Arbetsplattform	Se SS-EN15259	2 x 3 m	
Belysning/EI	Se SS-EN15259	Ja/Ja	
Kylvatten/Tryckluft	Se SS-EN15259	Ja/Nej	
Skyddsåtgärder		Räcken saknas	
Plattform höjd över golv/mark		3 m	
Räcken tillräcklig höjd		Nej	
Mätplatsens skick		Ej ok	
Övrigt			

*Bedömning av mätplatsens representativitet*

Här beskrivs också vilka överväganden som gjorts för att få representativa mätvärden med pitotrörsmetoden samt vad som ligger till grund för denna bedömning.

Om mättutaget för jämförande mätning inte sitter på ett ställe som ger representativa mätresultat får det ackrediterade luftlaboratoriet gärna komma med förslag om vad som behöver göras för att åtgärda det.

*Illustration*

Ett fotografi från mätplatsen kan med fördel läggas in i rapporten.

*Kommentar om arbetsmiljö*

Naturvårdsverket har inget tillsynsansvar rörande arbetsmiljö men det ackrediterade luftlaboratoriet får ändå för kännedom gärna kommentera hur arbetsmiljön är vid mätplatsen till exempel om det saknas räcke eller är dålig belysning.

**Fast mätutrustning**

Märke och modell på analysator samt uppgifter om den fasta mätutrustningen (modell, mätprincip och mätområde) får gärna sammanställas i en tabell (Tabell 5). En beskrivning och illustration över mätprincipen kan också med fördel läggas in.

**Tabell 5: Förslag på redovisning av den fasta mätutrustningen, med parametrar, fabrikat/modell, mätprincip, och mätområde.**

Parameter	Fabrikat/modell	Mätprincip	Mätområde
NO	Maihak, Multor 610	IR, extraktivt, torr gas	0-300 ppm
O <sub>2</sub>	M&C, PMA 25	Paramagnetism, extraktivt, torr gas	0-25 %
Flöde	Beräkning	Beräkning - PannlogWin	-
Flöde	Sick, Flowsic	Ultraljudsmätare	0-50 000 m <sup>3</sup> /h

## INTERNKONTROLLER

Rapporten får gärna innehålla uppgifter om hur ofta löpande kontroll (och metod) och service av den fasta mätutrustningen. Det är uppgifter som kan vara till stor hjälp när Naturvårdsverket ska granska resultaten.

**Kontrollmätsystemet**

Märke och modell på kontrollsystemets analysator ska anges i rapporten. Även mätprincip och mätområde behöver redovisas (Tabell 6).

**Tabell 6: Förslag på redovisning av kontrollmätsystemet, med parametrar, fabrikat/modell, mätprincip, och mätområde.**

Parameter	Fabrikat/modell	Mätprincip och standard	Mätområde
NO	Eco Physics, CLD 700	Kemiluminiscens, extraktivt, torr gas SS 02 84 25	0-250 ppm

NO <sub>x</sub>	Eco Physics, CLD 700	Kemiluminiscens, extraktivt, torr gas SS 02 84 25	0-250 ppm
O <sub>2</sub>	M&C, PMA 25	Paramagnetism, extraktivt, torr gas	0-30 %
Rökgasflöde	Pitotrör	Differenstryck, in-situ, våt gas SS-ISO 10780	0-20 m/s
Fukt	-	Utkondensering/gravimetrisk SS 02 84 26	-
Rökgas-temperatur	-	Termoelement, typ K	0-300 °C

#### KONTROLL AV KONTROLLMÄTSYSTEMETS NOLLPUNKTS- OCH REFERENSPUNKTENS DRIFT

Uppgifter om resultaten från kontroll av span- och referenspunkt hos kontrollmätssystemet redovisas gärna i tabellform (se exemplen i Tabell 7-8 nedan).

**Tabell 7: Kontrollmätssystemets nollpunktsdrift under den jämförande mätningen**

Parameter	Enhet	Halt på certifierad gas	Avläst före prov	Avläst efter prov	Nollpunktsdrift % av mätområdet
NO	ppm	0 (ren) kvävgas	0	-0,5	-0,2
O <sub>2</sub>	vol-%	0 (ren) kvävgas	0	-0,04	-0,1

**Tabell 8: Kontrollmätssystemets referenspunkt under den jämförande mätningen**

Parameter	Enhet	Halt* på certifierad gas	Avläst före prov	Avläst efter prov	referenspunkt% av certifierad halt
NO	ppm	203,2	203,6	202,7	-0,4
O <sub>2</sub>	vol-%	12	12,02	12,08	0,2

\*Osäkerheten i referensgasen halt är  $\pm 2$  %

#### MÄTOSÄKERHETEN FÖR KONTROLLMÄTSYSTEMET

Mätosäkerheten ska redovisas i en eller flera tabeller.

Den utvidgade mätosäkerheten beräknad enligt de standarder som laboratoriet är ackrediterat för ska redovisas för varje mätt parameter. Lämpligen anges den utvidgade mätosäkerheten i procent av laboratoriets uppmätta medelvärde vid den jämförande mätningen, lämpligen i en tabell.

#### Genomförande och resultat från kontroll av gashaltsmätningen

För att kunna tolka resultaten är det viktigt att tillräckligt antal värdesiffror anges. Enligt NFS 2016:13 ska det vara minst två värdesiffror [21 §]. Om det underlättar utvärderingen bör det vid behov vara fler än två.

#### Genomförande och resultat från traversering vid pitotrörmätning

Här beskrivs utförligt hur man gått till väga vid traverseringen och vad resultatet av denna blev.

Rådata från traverseringen redovisas lämpligast i en bilaga.

## Beräkning av rökgasflödet

De värden som används som fasta parametrar i Beräkning A och B bör redovisas. Exempel på fasta parametrar är  $c_p$  (specifikt värmevärde) och bränsledata som värmevärden, fukthalt och elementarsammansättning.

För de kontinuerligt mätta parametrar som jämförande mätning inte utförts för men för vilka laboratoriet registrerat mätvärden och använt dessa i kontrollen (Beräkning A, Beräkning B och kontroll av rökgastemperaturen) bör följande redovisas:

- Uppgift om värden hämtats från det fasta mätsystemet eller om laboratoriet själv har mätt
- Uppgift om fabrikat, modell, mätprincip och mätområde för mätutrustningen
- Uppgift om medelvärden för samma tidsperioder som mätvärdesparen bildats för.

Om det ackrediterade laboratoriet utfört en bränsleprovtagning och en bränsleanalys bör en redogörelse för denna göras. En detaljerad beskrivning av bränsleprovtagningen bör göras samt vem som utfört analysen. En kopia av analysprotokollet bör även bifogas rapporten från den jämförande mätningen.

### FÖRKLARA VARFÖR MÄTVÄRDEN TAGITS BORT.

Om ett timmedelvärde av någon anledning blivit fel, kan detta tas bort från utvärderingen. Om ett mätvärde tas bort ska anledningen till detta motiveras i rapporten. Syftet med parallellmätningen är att kontrollera mätsystemet, så det är viktigt att inte ta bort mätvärden som beror på avvikelser från det fasta mätsystemet.

”Grubbs test” kan användas som indikator på om ett mätvärde bör tas bort, men det räcker inte enbart för att utesluta ett värde. Man måste även lägga till en bedömning om varför man ska utesluta detta värde. Det finns en fallgrop när det gäller Grubbs test och det är att testet bara fungerar vid normalfördelning så därför måste man undersöka om materialet åtminstone är ungefär normalfördelat.

### NOMENKLATUR

De enheter och förkortningar som används i rapporten behöver definieras, gärna i ett avgränsat avsnitt. Se nedan på exempel av definitioner:

Torr gas (tg) halt eller volym på torkad provgas vid specificerat tryck och temperatur

Fuktig gas (vg) halt eller volym på fuktig provgas vid specificerat tryck och temperatur

ppm            Halt i miljondelar beräknad som andel molekyler av ett ämne. Kan även vara volymandel om provgasen approximeras till att ha egenskaper som en ideal gas.

%              Andel i hundradelar. För syrgas och koldioxid i provgas beräknad som andel molekyler av ett ämne. Kan även vara volymandel om provgasen approximeras till att ha egenskaper som en ideal gas.

Omvandlingsfaktor mellan ppm och  $\text{mg}/\text{m}^3$  för NO, NO<sub>2</sub> och NO<sub>x</sub>

Omvandla halt NO till halt NO<sub>2</sub>

$$\text{ppm NO} * 2,10 = \text{mg}/\text{m}^3 \text{NO}_2$$

Omvandla halt NO till halt NO

$$\text{ppm NO} * 1,34 = \text{mg}/\text{m}^3 \text{NO}$$

Omvandla halt NO<sub>2</sub> till halt NO<sub>2</sub>

$$\text{ppm NO}_2 * 2,05 = \text{mg}/\text{m}^3 \text{NO}_2$$