



Akred. nr 1284  
Provning  
ISO/IEC 17025

# Jämförande mätning

Uddevalla Kraft AB, Lillesjöverket

Utförd 2019-01-09--10



**ilema**  
MILJÖANALYS

# JÄMFÖRANDE MÄTNING

## ENLIGT NFS 2016:13

Uddevalla Kraft AB, Lillesjöverket

Utförd 2019-01-09--10

ILEMA Miljöanalys AB

Kvalitetsansvarig

Jimmy Thollander

*Utförd av*



Erik Ivarson & Peter Blomgren

*Granskad av*



Ulf Wiklund

**Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.  
This report may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.**

## Sammanfattning

Kontrollen av utrustningen för mätning och registrering av gasemissioner uppfyller NFS 2016:13 prestandakrav med följande noteringar och avvikelser:

<b>Panna 1</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>Rökgasflöde uppmätt</b>	<b>Rökgastemperatur</b>
	mg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ntg	vol%tg	m <sup>3</sup> ntg/h	°C
Fasta mätsystemets medelvärde, MV (x)	6	7,6	66 200	46
Kontrollmätsystemets medelvärde, MV (y)	9	7,4	67 200	47
MV av skillnaden mellan mätvärdesparen (z)	2,9	0,18	959,3	1,0
Standardavvikelsen för skillnaden mellan paren (s)	0,6	0,08	308,4	0,3
Standardavvikelsen i % av det fasta mätsystemets MV	-	-	0,47	0,73
Standardavvikelsen i vol-% alt ppm alt mg/m <sup>3</sup> n	0,6	0,08	-	
Krav i 23-29 § NFS 2016:13 för standardavvikelse	≤ ±5,1 mg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> n	≤ ±0,25 vol%	≤ ± 5,0%	
Systematisk skillnad?		-	-	
Mätparsskillnad i % av det fasta mätsystemets MV	-	-	1,45	
Mätparsskillnad i vol-%; ppm alt mg/m <sup>3</sup> n; °C	2,9	0,18	-	1,0
Krav i 23-29 § NFS 2016:13 för systematisk skillnad	≤ ±10,3 mg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> n	≤ ±0,50 vol%	≤ ± 15%	≤ ± 10°C
Andel NO <sub>2</sub> i % av NO <sub>x</sub>	0,21	-	-	-
Medelvärdesbildningsperiod (hh:mm)	01:00	01:00	01:00	01:00
<b>Utrustningen uppfyller kraven enligt NFS 2016:13</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>

**Kontrollen av den stationära mätutrustningen visar att kraven för mätning och registrering av kväveoxidemissioner är uppfyllda.**

**På grund av frysning i slangar så har mätningen av NO<sub>x</sub> och O<sub>2</sub> delats i två delar, 19:00-22:00, 9/1 och 8:00-15:00, 10/1.**

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Allmänna uppgifter</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Syfte</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Ackreditering</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Anläggningsbeskrivning</b>	<b>6</b>
4.1	Driftförhållanden under mätning	6
4.2	Beskrivning av mätplats	7
<b>5</b>	<b>Stationärt mätsystem AMS</b>	<b>8</b>
5.1	Utrustning	8
5.2	Mätvärdeshantering	8
<b>6</b>	<b>Kontrollmätsystem SRM</b>	<b>9</b>
6.1	Noll- och referensgaskontroll under jämförande mätning	10
6.2	Mätosäkerhet	10
6.3	Jämförelse av rökgastemperatur	11
6.4	Rökgasflödesprofil och koncentrationsfördelning	11
6.5	Rökgasflödesmätning med pitotrör	11
<b>7</b>	<b>Instrumentkontroll - Jämförande mätning</b>	<b>12</b>
7.1	Standardavvikelse och systematisk skillnad	12
7.2	Andel NO <sub>2</sub>	12
<b>8</b>	<b>Provtagning/Utförande</b>	<b>13</b>
8.1	Utvärdering av mätvärdespar	13
8.2	Gasanalys med direktvisande instrument SRM	14
8.2.1	Syre och kolmonoxid, O <sub>2</sub> /CO	14
8.2.2	Kväveoxider, NO/NO <sub>x</sub>	15
8.3	Provtagningsmetoder	15
8.3.1	Rökgasflöde, tryck, temperatur	15
8.3.2	Fukt	15
8.4	Nomenklatur	15
<b>9</b>	<b>Bilagor</b>	<b>16</b>

## 1 Allmänna uppgifter

Platsnamn: Lillesjöverket  
Besöksadress: Nitstansvägen 2, 451 55 Uddevalla  
Kontaktperson/  
miljöansvarig: Wanja Dunér  
0522 – 69 62 72, wanja.duner@uddevallaenergi.se  
Kommun: Uddevalla

## 2 Syfte

Mätningen görs för att kontrollera den stationära utrustningen (AMS) mot en referensmätning (SRM). Kontrollen är ett krav för utrustning som används för kvävoxidavgiftsredovisningssystemet.

## 3 Ackreditering

Mätning av jämförelsevärden är utförd av ackrediterat laboratorium 1284 (ILEMA Miljöanalys AB) med nedan standardmetoder.

Parameter	Standard	Avvikelse mot standard
Rökgasflöde	SS-ISO10780 (1995)	
Fukthalt	SS-EN14790 (2005)	
Temperatur	Energiforsk 5.29 (2015)	
Kväveoxider (NO <sub>x</sub> )	SS-EN14792 (2005)	
Syre (O <sub>2</sub> )	SS-EN14789 (2005)	
Koldioxid (CO <sub>2</sub> )	SS-ISO12039 (2001)	

## 4 Anläggningsbeskrivning

Verksamheten på Lillesjö omfattar avfallsförbränning med produktion av värme och el. Bränslet till anläggningen utgörs av avfall från hushåll och industriverksamheter. Avfallet kommer i huvudsak från närregionen (inom en radie på 10 mil). Den totala tillståndsgivna avfallsförbränningsmängden är 130 000 ton per år. Värmen som produceras levereras till Uddevallas fjärrvärmenät. Anläggningen innefattar:

- Rostereldad ångpanna på 38 MW avgiven termisk effekt, ångdata 40 bar, 400 °C.
- Rosterpannan är utrustad med två stödoljebrännare på vardera 15 MW.
- Rökgasrening som består av elfilter, quencher, kombiscrubber, vått elfilter, SCR-reaktor och en kondenserande scrubber innehållande ADIOX-fyllkroppar.
- Vattenrening för processavloppsvatten med fällningssteg, avskiljning i filterpress samt sandfilter.
- Turbin på 8-10 MW med tillhörande fjärrvärmekondensorer.
- Ackumulatortank på 10 000 m<sup>3</sup> och en kylare på 16 MW
- Lagringskapacitet i bränslebunkern är 10 000 m<sup>3</sup>.
- Jonbytare för rening av kondensatvatten från den katalytiska rökgasreningen (SCR).

Produktionskapaciteten är 38 MW termisk avgiven effekt och 8-10 MW elenergi. Rökgaskondenseringen ger ett effekttillskott på mellan 4 till 6 MW beroende av bränslets fukthalt.

### 4.1 Driftsförhållanden under mätning

Medeleffekt, tillfört: 42,6 MW

Bränsletyp: Avfall

Bränslefördelning: 100%

## 4.2 Beskrivning av mätplats

Beskrivning	Krav/rekommendation i standard	P1
Placering		Inomhus
Kanalens utformning	-	Rund/Horisontell
Kanalens dimension (m)	-	1,45 m
Hydraulisk diameter <sup>1</sup> (m)	-	1,45 m
Raksträcka före mätplan	> 5 HD	Godkänt (5,5 HD)
Raksträcka efter mätplan	> 2 alt >5 HD <sup>2</sup>	Godkänt (2,8 HD)
Möjligt att traversera?	Enligt SS-EN 13284-1	Ja
Avstånd till AMS (m)	-	0,5
Mätuttagens utformning	-	2x2,5" ; 1x3" ; 1x2"
Åtkomst till mätplan/uttag	-	Hiss
Arbetsplattform	se SS-EN 15259	1x5x6
Belysning/El	se SS-EN 15259	Ja/Ja
Kylvatten/Tryckluft	se SS-EN 15259	Nej/Nej
Skyddsåtgärder		-
Övrigt	-	-
Plattform höjd över golv/mark		-
Räcken tillräcklig höjd		-
Mätpunktens skick		Bra

**Panna 1**



<sup>1</sup> Den hydrauliska diametern beräknas m h a formeln:  $4 \times \text{Arean} / \text{Omkretsen}$

<sup>2</sup> >2 hydrauliska diametrar (HD) på kanalavsnitt, >5 hydrauliska diametrar (HD) mot kanalslut (atmosfär)

## 5 Stationärt mätsystem AMS

### 5.1 Utrustning

Parameter	Fabrikat/Modell	Mätprincip	Mätområde
NO <sub>x</sub>	SICK MCS100FT	FTIR, extraktivt, torr gas	600 mg/Nm <sup>3</sup> , ntg
NO <sub>2</sub>	SICK MCS100FT		
O <sub>2</sub>	SICK MCS100FT	Zirconiumoxidcell	25 vol-%
CO <sub>2</sub>	SICK MCS100FT	FTIR, extraktivt, torr gas	20 vol-%
Rökgasflöde	Beräkning	Beräkning/program	

- Status på AMS-system:  
Mätsystem och instrument bedöms som tillförlitliga.

### 5.2 Mätvärdeshantering

Hur lagras data (programvara): MRS Entric  
 Backupintervall: 1 gång per dygn (Entric)  
 Löpande kontroll: Automatkalibrering, manuell inmatning QAL3,  
 NO kontroll varannan vecka  
 Hur data har erhållits: Per e-post och dygnsrapporter på plats

Vid jämförande beräkningar har följande variabler från det fasta mätsystemet använts:

Variabelnamn	Parameter	Enhet
1HNA29FF001(Value)	Rökgasflöde	nm <sup>3</sup> /h
1HNA29CQ008(Value)	NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> tg
1HNA29CQ009(Value)	O <sub>2</sub>	vol-% tg
1HNA29CT001(Value)	Rökgastemperatur	°C



## 6 Kontrollmätsystem SRM

Parameter	Fabrikat/Modell	Mätprincip	Standard	Mätområde
Fukthalt	-	Utkondensering/gravimetrisk	SS-EN14790 (2005)	0,1 - 57 %
Temperatur	Kimo CP300	Termoelement, typ K	Energiforsk 5.29 (2015)	10 - 300°C
Rökgasflöde	Pitotrör, Kimo CP300	Differenstryck, in-situ, våt gas	SS-ISO10780 (1995)	2 - 40 m/s
NO/NO <sub>x</sub>	Eco Physics CLD822	Kemiluminiscens, extraktivt, torr gas	SS-EN14792 (2005)	1 - 200 ppm
O <sub>2</sub>	Rosemount NGA2000	Paramagnetisk, extraktivt, torr gas	SS-EN14789 (2005)	0,1 - 25 vol%
CO <sub>2</sub>	Rosemount NGA2000	IR, extraktivt, torr gas	SS-ISO12039 (2001)	0,2 - 20 vol%
Ber. flöde	-	-	NVV 2006 ber. rökgasflöde	-

### 6.1 Noll- och referensgaskontroll under jämförande mätning

Avvikelsen får inte överstiga 5 % av referensvärdet för nollpunkt eller referenspunkt om inte referensvärdet är under 50 ppm. Vid avvikelser > 2% utförs en korrigerig för avdriften mellan kontrollerna. Korrigerade parametrar markeras med \*.

Parameter	Nollgas	Produktbeteckning (AGA)	Före mätning	Efter mätning	Nollpunktsavvikelse mot referensgas
O <sub>2</sub> (vol%)	0	N <sub>2</sub> instrument	0,07	0,10	0,3 %
CO <sub>2</sub> (vol%)	0	N <sub>2</sub> instrument	0,01	0,00	0,1 %
NO (ppmtg)	0	N <sub>2</sub> instrument	-0,2	-0,2	0,0 %
NO <sub>x</sub> (ppmtg)	0	N <sub>2</sub> instrument	-0,2	-0,2	0,0 %

Parameter	Ref.gas	Analys nr (AGA)	Före mätning	Efter mätning	Referenspunktsavvikelse mot referensgas
O <sub>2</sub> (vol%)	9,02	100493734	9,08	9,23	1,7 %
CO <sub>2</sub> (vol%)	15,00	100493734	15,07	15,05	0,1 %
NO (ppmtg)	89,5	100506152	89,8	89,7	0,1 %
NO <sub>x</sub> (ppmtg)	89,5	100506152	89,1	89,3	0,2 %

### 6.2 Mätosäkerhet

I utförda mätningar av gaser finns en mätosäkerhet baserat på instrumentala fel. Mätosäkerheten är beroende på kalibrergasens tolerans, linjäritet, interferenser, referensavvikelser, omgivningstryck & temperatur, mätpunktens representativitet mm. Mätosäkerheten är beräknad som procent av det uppmätta medelvärdet och i absoluta tal. Se bilagor för beräknade mätosäkerheter för respektive parameter.

### 6.3 Jämförelse av rökgastemperatur

Jämförelse av rökgastemperatur direkt efter panna har utförts med följande resultat:

Parameter	Fasta mätsystemet	Kontrollmätsystemet
Rökgastemperatur (° C)	46,5	47,5

Skillnaden får maximalt vara 10°

### 6.4 Rökgasflödesprofil och koncentrationsfördelning

Kontroll av rökgasflödesprofilen skall alltid göras i samband med jämförande rökgasflödesmätning. Kraven för flödesprofilen följer SS-EN13284-1 (skillnad max och minpunkt, bilaga F) och SS-EN15259 (homogenitetstest kap 8.3)

Kontroll koncentrationsfördelningen bör alltid utföras vid jämförande haltmätning. Kraven för koncentrationfördelning/homogenitetstest följer SS-EN15259 kap 8.3

Utvärdering rökgasflödesprofil <sup>3</sup>	Utfall
Inget negativt flöde	OK
Alla värden över 5 Pa	OK
Mätpunkts representativitet	OK
Traverseringsskillnad	OK
Korr. faktorns giltighet	OK

### 6.5 Rökgasflödesmätning med pitotrör

Bedömning av om representativa mätvärden kan erhållas med pitotrör baseras på flödesförhållandet. Om vinkeln mellan gasflödet och kanalens längdaxel är större än 15°, negativt flöde förekommer, lägsta tryckskillnad är mindre än 5 Pa (pitotrör), stora variationer i flöden eller att förhållandet mellan högsta och lägsta gashastighet är större än 3:1, så uppfylls inte kraven enligt europastandarden och ett flöde baserat på bränsleförbrukningen tas fram som alternativ.

Om mätplatsen inte uppfyller de krav som finns på hydrauliska diametrar före och efter mätplanet bör en tätare traversering utföras.

- Mätplatsen uppfyller ovan krav och en jämförande rökgasflödesmätning kan ske.

Traversering har utförts, se bilaga för resultat.

<sup>3</sup> Samtliga kriterier måste uppfyllas för att flödesmätning ska kunna ske.

## 7 Instrumentkontroll - Jämförande mätning

### 7.1 Standardavvikelse och systematisk skillnad

		Enhet	Skillnad systematisk	Uppmätt	Krav	Inom kravet	Godkänd
O <sub>2</sub>	Systematisk skillnad, Z	vol%tg	Nej	0,08	≤ ±0,50 vol%	Ja	Ja
	Standardavvikelse, S	vol%tg		0,24	≤ ±0,25 vol%	Ja	
NO/NO <sub>x</sub>	Systematisk skillnad, Z	mg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ntg	Ja	2,9	≤ ±10,3 mg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> n	Ja	Ja
	Standardavvikelse, S	mg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ntg		0,6	≤ ±5,1 mg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> n	Ja	
Rökgas-temperatur	Systematisk skillnad, Z	°C	Ja	1,0	≤ ± 10°C	Ja	Ja
	Standardavvikelse, S	°C		0,3	-	-	
Rökgasflöde uppmätt	Systematisk skillnad, Z	% (Z av MV)	Ja	1,4	≤ ± 15%	Ja	Ja
	Standardavvikelse, S	% (S av MV)		0,5	≤ ± 5,0%	Ja	

Se bilaga för beräkningar.

### 7.2 Andel NO<sub>2</sub>

Fasta mätsystemets, AMS, NO<sub>2</sub> fastställs enligt nedan:

Andel NO <sub>2</sub> (%)	Procentpåslag	Tillämpas
0-2	2 %	
2 och uppåt	Använd faställd NO <sub>2</sub> -andel	
Kalibreringsfunktion enligt EN14181	Ange funktion (y=a+bx)	
Ej faställd	10 %	
NO <sub>2</sub> -konverter finns	-	
NO <sub>2</sub> mäts separat	-	X

Andel NO<sub>2</sub> har beräknats över hela kontrollmätperioden:

NO ppm	NO <sub>x</sub> ppm	Andel NO <sub>2</sub> %	Stationära systemet mäter NO <sub>2</sub> kontinuerligt
4,8	4,8	0,2	Ja

## 8 Provtagning/Utförande

### 8.1 Utvärdering av mätvärdespar

För varje parameter ska skillnaden mellan mätvärdesparen beräknas genom att bestämma standardavvikelsen och medelvärdet. Dessutom ska den systematiska skillnaden fastställas.

Skillnaden mellan mätvärdeparen beräknas enligt

$$z_i = x_i - y_i$$

och medelvärdet för serien av mätvärdesparskillnader fås genom

$$z_{medel} = \frac{\sum z_i}{n} \quad (\text{anger parallellförskjutningen mellan kurvorna})$$

$$\text{Standardavvikelsen, } S = \sqrt{\frac{\sum z^2 - \frac{(\sum z)^2}{n}}{(n-1)}} \quad (\text{anger avvikelse i kurvornas följsamhet})$$

Systematisk skillnad råder om

$$|z_{medel}| \geq \frac{t \times S}{\sqrt{n}}$$

#### Nomenklatur

$x_i$	halt av aktuell mätkomponent bestämd med det fasta mätsystemet
$y_i$	halt av aktuell mätkomponent bestämd med kontrollmätsystemet
$i$	1, 2, ..., n
$n$	antal mätvärdespar
$z_i$	skillnaden mellan de två värden som bildar mätvärdesparet
$ z_{medel} $	absoluta medelvärdet av mätvärdesparskillnaden

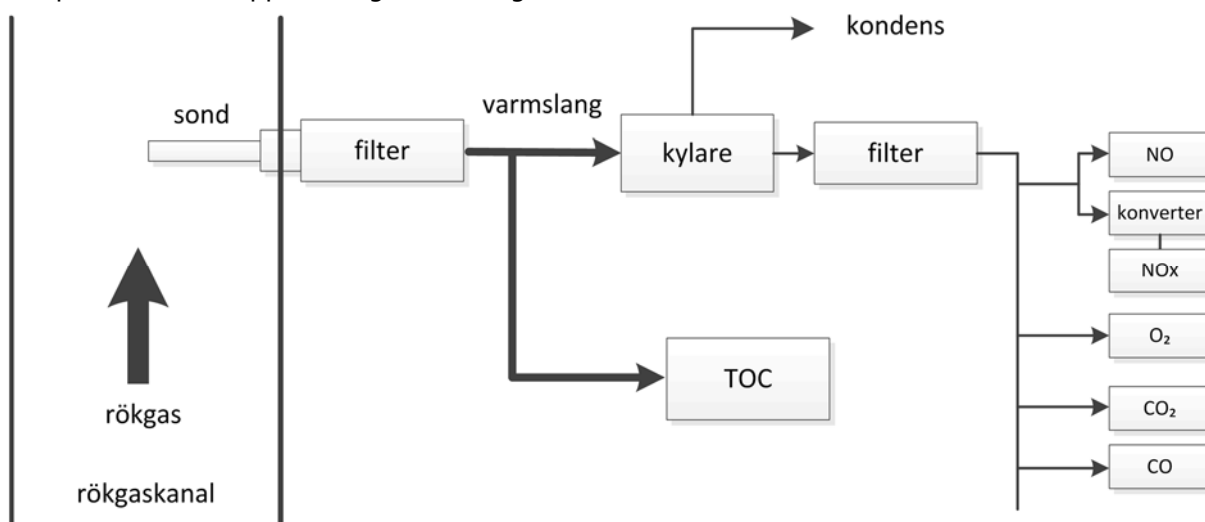
#### Följande prestandakrav föreligger:

- Standardavvikelsen för NO<sub>x</sub> skall vara ≤ 5 % av medelvärdet (MV) under kontrollperioden, dock lägst 2,5 ppm. Standardavvikelsen för O<sub>2</sub> & CO<sub>2</sub> skall vara ≤ 0,25 vol-%. Standardavvikelsen för flöde vid jämförande mätning skall vara ≤ 5 % av medelvärdet samt vid beräkning ≤ 1,5 % (fasta systemets indata används, B) eller ≤ 2,5 % (referensvärden används, A).
- Den systematiska skillnaden för NO<sub>x</sub> skall vara ≤ ±10 % av medelvärdet (MV) under kontrollperioden, dock lägst ±5 ppm. Den systematiska skillnaden O<sub>2</sub> & CO<sub>2</sub> skall vara ≤ ±0,5 vol-%. Den systematiska skillnaden för flöde vid mätning både fasta & referenssystemet skall vara ≤ 15 % av medelvärdet, MV, samt vid mätning referens och beräkning fast system ≤ ±10 % av MV. Vid beräkning referens och fast system gäller ≤ ±3 % (fasta systemets indata används, B) eller ≤ ±5 % (bränslereferensvärden används, A). För rökgastemperatur gäller ≤ ±10 °C av MV.

## 8.2 Gasanalys med direktvisande instrument SRM

För analys av en förbränningsgas innehåll används instrument som kontinuerligt analyserar den utgående gasen. Mätningen sker genom extraktiv analys av gasen.

Gasberedningen utgörs av en insticks sond med ett uppvärmt keramiskt filter, som placeras i kanalen. Gasen sugas genom sonden och filtreras för att sedan gå vidare i en uppvärmd teflonledning (min 150 °C) fram till en gaskylare, som snabbt kyler gasen till en maxtemperatur på + 5 °C. Under kylningen sker en snabb kondensation vilket garanterar att gasens ingående komponenter inte följer med det avskilda kondensatet. Det avskilda kondensatet pumpas kontinuerligt ut så att inte det kan störa torkprocessen. Mätupställningen visas i figuren nedan.



För att eliminera störningar från omgivningen placeras analysutrustningen så att stabila omgivningsförhållanden uppnås. I första hand sker analysen i ett mobilt laboratorium med specialinredd analysavdelning eller på en plats som inte avviker från de rekommendationer som instrumentleverantören förespråkar. Under mätningen registreras omgivningstemperatur och lufttryck samt om möjligt luftfuktighet. Kompensation för de externa faktorerna kan ske direkt eller indirekt vid utvärdering av erhållna värden.

Gasanalysenheten justeras före och efter varje mätning med referensgas som förs in i strålgången. Värdet kontrolleras därefter och om det avviker mer än 1 % från kalibrergasens värde görs kalibreringen om. Efter mätperiodens slut sker en kontroll för att fastställa eventuell avdrift. Uppmätta värden från kontrollen journalförs och används för en eventuell efterjustering. Journalerna arkiveras i 10 år. Mätprinciper för de olika analysatorerna beskrivs nedan.

### 8.2.1 Syre och kolmonoxid, O<sub>2</sub>/CO

#### Mätprincip - Paramagnetiskt och IR

Mätprincipen för CO för gaskomponenten är enligt infraröd absorption, vilket innebär att gasen fungerar som filter som försvagar ljusstrålens intensitet. Ljuset lyser genom en kyvett som genomströmmas av gasen. På andra sidan av kyvetten finns en mottagare som registrerar ljusets intensitet. O<sub>2</sub> mäts med en paramagnetisk cell.

## 8.2.2 Kväveoxider, NO/NO<sub>x</sub>

### Mätprincip - Kemiluminiscens med inbyggd konverter

Mätprincipen för kväveoxider är enligt kemiluminiscens vilket innebär att NO i gasen omvandlas till NO<sub>2</sub> med ozon varav en proportionell andel kommer att förekomma i en energirikare nivå (exciterad). Detta laddningstillskott sönderfaller spontant med en strålningstvåglängd på ca 1200 nm. Energin mäts fotoelektriskt. Eventuell förekomst av NO<sub>2</sub> i mätgasen omvandlas först till NO med en konverter innan gasen behandlas med ozon. I annat fall kommer inte andelen av exciterad NO<sub>2</sub> vara korrekt.

## 8.3 Provtagningsmetoder

### 8.3.1 Rökgasflöde, tryck, temperatur

#### Mätprincip - Prandtlrör, differenstryck, termoelement

**Rökgasflödet** bestäms med en differenstryckmätare till vilken ett Prandtlrör ansluts. Det dynamiska trycket, fastställs som skillnaden på det totala trycket och statiska trycket. Hastigheten i kanalen beräknas utifrån det erhållna dynamiska trycket och provgasens densitet. Rökgasflödet i kanalen fås genom att multiplicera kanalens tvärsnittsarea med den uppmätta gashastigheten. Det dynamiska trycket bestäms i ett antal delpunkter enligt ett fastställt mönster beroende på kanalens dimensioner.

**Tryck i atmosfären** avläses med en barometer. Mätningen utförs på det plan som provtagningsregistreringsenhet är placerad.

**Temperatur** i gasur och i kanaler avläses med ett termoelement typ K och en digital mätadel. Mätprincipen är termoelektrisk det vill säga så kallad Seebeck effekt vilket innebär att man utnyttjar att ledningsbanden i olika metaller ligger på olika energinivåer. När man förenar dessa metaller i två kontaktpunkter (det kalla och det varma) erhålls en potentialdifferens som är beroende av temperaturskillnaden.

### 8.3.2 Fukt

#### Mätprincip –gravimetrisk/utkondensering

Fukt bestäms gravimetriskt genom utkondensation och torkning (silikagel). Vattenmängden sätt i relation till den volym luft som tas ut i samband med kondensationen.

## 8.4 Nomenklatur

<b>Torr gas (tg)</b>	halt eller volym vid normalt tryck (101,3 kPa) och temperatur (0°C) torkad luft
<b>Våt gas (vg)</b>	halt eller volym vid normalt tryck (101,3 kPa) och temperatur (0°C) fuktig luft
<b>Drift gas</b>	halt eller volym som råder i kanal vid aktuellt provuttag.
<b>mg/m<sup>3</sup> ntg</b>	mg ämne per normalkubikmeter torr gas
<b>mg/m<sup>3</sup> nvg</b>	mg ämne per normalkubikmeter våt gas
<b>mg/m<sup>3</sup></b>	mg ämne per kubikmeter drift gas
<b>ppm tg</b>	halt angivet som miljondelar av ämnet i luft torr gas
<b>mg/MJ</b>	mängd angivet relativt tillförd mängd energi
<b>MW</b>	energi per sekund (M=10 <sup>6</sup> )
<b>MJ</b>	effekt under ett bestämt tidsintervall (M=10 <sup>6</sup> )

## 9 Bilagor

Rådatadiagram

Utvärdering mätvärdespar

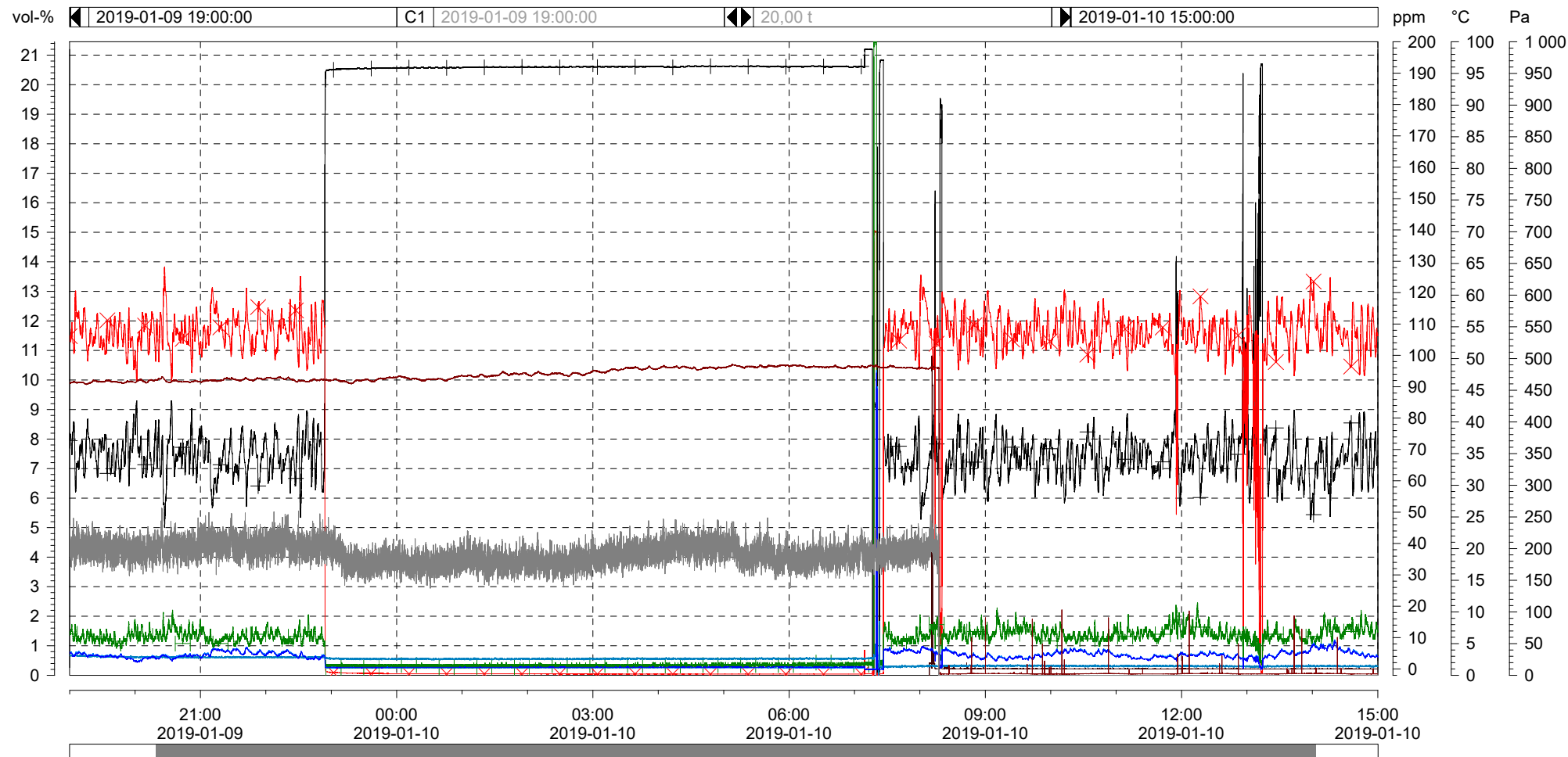
Traverseringsprotokoll

Flödesberäkning

Dygnsrapport

Mätosäkerhetsberäkning





	Färg	ID	Benämning	Enhet	Min	Med	Max
004	Black	09	O2	vol-%	0,09	13,00	21,20
005	Red	10	CO2	vol-%	0,00	6,65	15,05
006	Green	11	CO	ppm	-0,36	7,19	201,37
015	Blue	15	NO	ppm	-0,17	2,91	95,25
016	Blue	16	NOx	ppm	-0,23	2,89	94,38
001	Brown	05	TOC	ppm	-23,82	-15,56	99,83
011	Cyan	16	N2O	ppm	-4,43	2,46	15,22
002	Dark Red	06	Temperatur	°C	0,19	31,65	49,07

**Standardavvikelse & Systematisk skillnad**

**Rapportid:** Uddevalla Kraft AB

**Sign:** Uddevalla Kra

**Plats:** Rör ej detta!

**Objekt:**

**Datum:** Panna

**Parameter:** O<sub>2</sub>

**Enhet:** vol%tg

**Kontrolltid:** start 17:00 stopp 15:00

**Medelbildningsperiod:** 01:00 tt:mm

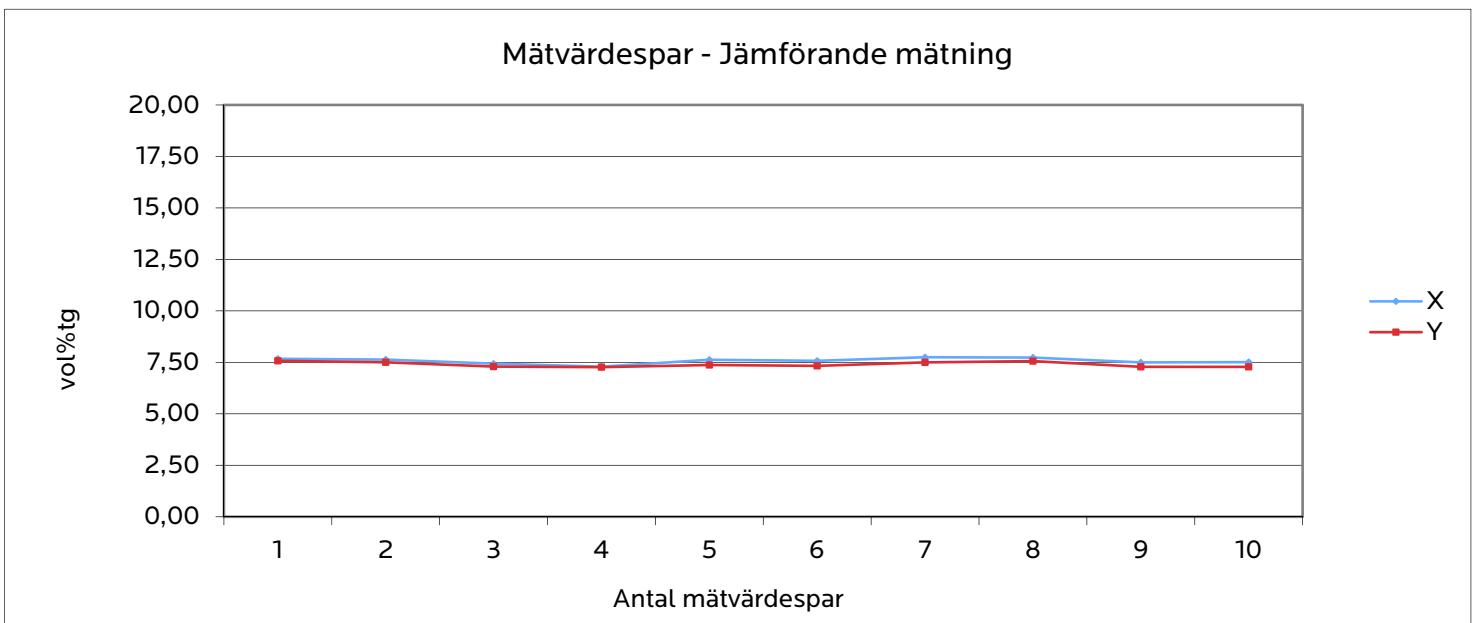
**Ingångsdata (X är stationärt system och Y är referenssystem)**

Tid	n	X	Y	Z=X-Y	Z*Z
		vol%tg			
17:00-18:00	1	7,67	7,57	0,10	0,01
18:00-19:00	2	7,64	7,50	0,13	0,02
19:00-20:00	3	7,44	7,29	0,14	0,02
8:00-9:00	4	7,29	7,27	0,02	0,00
9:00-10:00	5	7,63	7,37	0,25	0,06
10:00-11:00	6	7,57	7,33	0,24	0,06
11:00-12:00	7	7,75	7,50	0,25	0,06
12:00-13:00	8	7,73	7,56	0,17	0,03
13:00-14:00	9	7,50	7,28	0,21	0,05
14:00-15:00	10	7,51	7,28	0,23	0,05
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Medelvärde		7,6	7,4		
		Summa		1,76	0,36

**Standardavvikelse (S)**  
 $S = \sqrt{\frac{\sum(Z*Z) - \sum Z * \sum Z / n}{n-1}}$   
**S= 0,08**  
 Krav  $\leq \pm 0,25$  vol%  
 S andel av medelvärdet  
**1,0** % av MV

**Systematisk skillnad**  
 $absZ \geq tS / \sqrt{n}$   
**tS/Rot(n)= 0,06**  
 Syst. Skilln. -

**Absoluta medelvärdet av Z**  
**Z= 0,18**  
 Krav  $\leq \pm 0,50$  vol%  
 Z andel av medelvärdet  
**2,3** % av MV



**Standardavvikelse & Systematisk skillnad**

**Rapportid:** Uddevalla Kraft AB

**Sign:** Uddevalla Kra

**Plats:** Rör ej detta!

**Objekt:**

**Datum:** Panna

**Parameter:** NO<sub>x</sub>

**Enhet:** mg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>ntg

**Kontrolltid:** start 17:00 stopp 15:00

**Medelbildningsperiod:** 01:00 tt:mm

**Ingångsdata (X är stationärt system och Y är referenssystem)**

Tid	n	X	Y	Z=X-Y	Z*Z
		mg NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ntg			
17:00-18:00	1	5,5	8,5	-3,0	8,7
18:00-19:00	2	4,5	7,5	-3,0	8,8
19:00-20:00	3	8,7	10,9	-2,2	5,0
8:00-9:00	4	7,4	10,1	-2,7	7,4
9:00-10:00	5	4,1	7,7	-3,5	12,4
10:00-11:00	6	8,5	10,8	-2,3	5,4
11:00-12:00	7	4,2	7,7	-3,5	12,0
12:00-13:00	8	5,7	8,7	-3,1	9,4
13:00-14:00	9	6,0	9,5	-3,5	12,5
14:00-15:00	10	10,1	11,8	-1,8	3,1
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Medelvärde		6,5	9,3		
			Summa	-28,53	

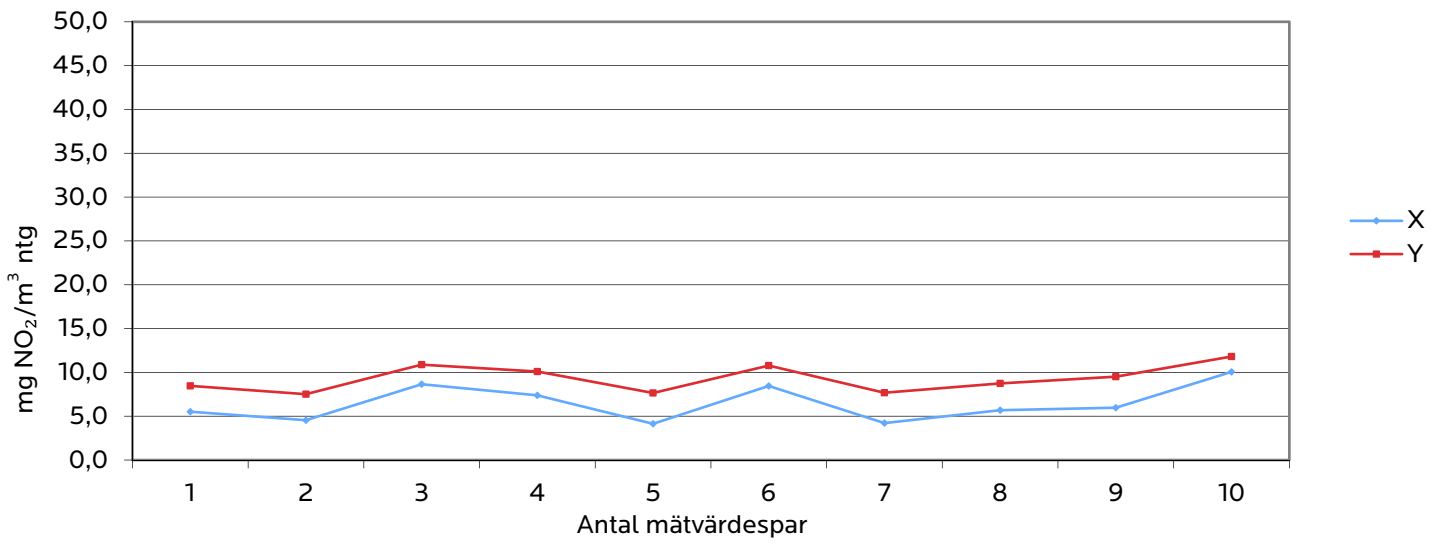
**Standardavvikelse (S)**  
 $S = \text{Rot}(\frac{\sum(Z*Z) - \sum Z * \sum Z / n}{n-1})$   
**S= 0,6**  
 Krav  $\leq \pm 5,1$  mg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>n

**Systematisk skillnad**  
 $\text{abs}Z \geq tS / \sqrt{n}$   
**tS/Rot(n)= 0,43**

**Absoluta medelvärdet av Z**  
**Z= 2,9**  
 Krav  $\leq \pm 10,3$  mg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>n

Brytpunkt medelhalt AMS för fixt alternativt procentuellt avvikelsemax för S och Z  
 102,5 mg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>ntg

**Mätvärdespar - Jämförande mätning**



**Standardavvikelse & Systematisk skillnad**

**Rapportid:** Uddevalla Kraft AB

**Sign:** Uddevalla Kra

**Plats:** Rör ej detta!

**Objekt:**

**Datum:** Panna

**Parameter:** Rökgasflöde uppmätt

**Enhet:** m<sup>3</sup>ntg/h

**Kontrolltid:** start 17:00 stopp 05:00

**Medelbildningsperiod:** 01:00 tt:mm

**Ingångsdata (X är stationärt system och Y är referenssystem)**

Tid	n	X	Y	Z=X-Y	Z*Z
		m <sup>3</sup> ntg/h			
17:00-18:00	1	67750	68645,7	-895,3	801495,6
18:00-19:00	2	67655	68539,7	-884,2	781801,9
19:00-20:00	3	67859	68580,7	-721,4	520477,2
20:00-21:00	4	68754	69398,1	-644,5	415401,6
21:00-22:00	5	68958	69594	-635,7	404079,9
22:00-23:00	6	64492	65208,3	-715,8	512433,7
23:00-00:00	7	63886	64506,1	-619,7	384052,0
00:00-01:00	8	63749	64888,4	-1139,6	1298585,8
01:00-02:00	9	63453	64739,7	-1286,7	1655506,6
02:00-03:00	10	65430	66642,2	-1212,5	1470096,0
03:00-04:00	11	67048	68579,2	-1531,5	2345516,4
04:00-05:00	12	65382	66607,1	-1224,9	1500479,3
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
Medelvärde		66201	67161		
			Summa	-11512	

**Standardavvikelse (S)**  
 $S = \text{Rot}(\frac{\sum(Z*Z) - \sum Z * \sum Z / n}{n-1})$

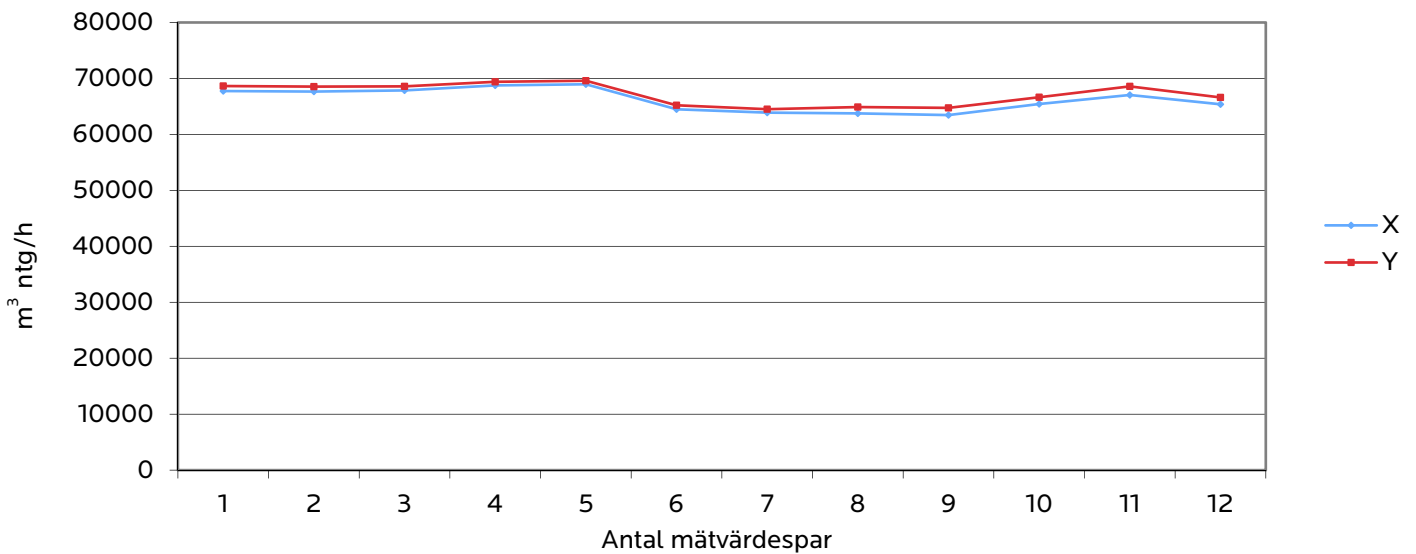
**S= 308,44**  
 S andel av medelvärdet  
**0,5 % av MV**  
 Krav  $\leq \pm 5,0\%$

**Systematisk skillnad**  
 $\text{abs}Z \geq tS / \sqrt{n}$

**tS/Rot(n)= 195,97**  
 Syst. Skilln. -

**Absoluta medelvärdet av Z**  
**Z= 959,3**  
 Z andel av medelvärdet  
**1,4 % av MV**  
 Krav  $\leq \pm 15\%$

**Mätvärdespar - Jämförande mätning**



**Standardavvikelse & Systematisk skillnad**

**RapportId:** Uddevalla Kraft AB

**Sign:** Uddevalla Kra

**Plats:** Rör ej detta!

**Objekt:**

**Datum:**

Panna

**Parameter:** Rökgasttemperatur

**Enhet:** °C

**start**

**stopp**

**Kontrolltid:** 17:00

06:00

**Medelbildningsperiod:**

01:00 tt:mm

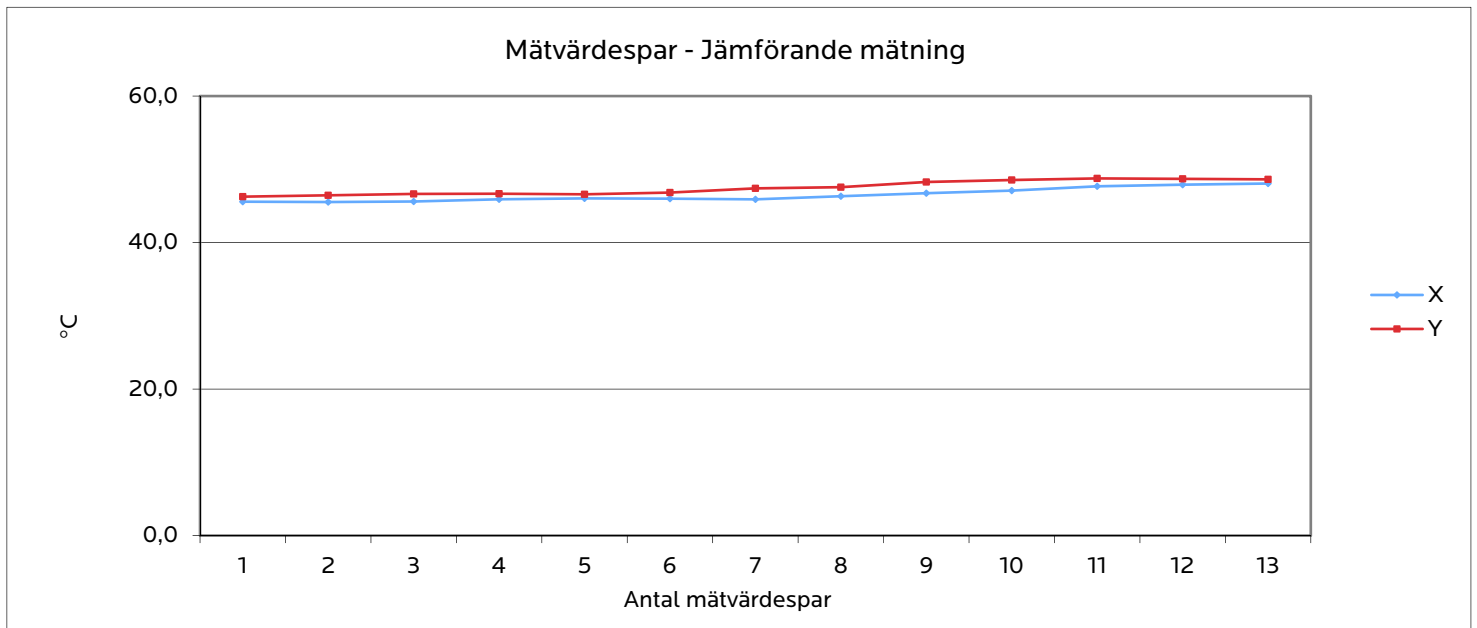
**Ingångsdata (X är stationärt system och Y är referenssystem)**

Tid	n	X	Y	Z=X-Y	Z*Z
17:00-18:00	1	45,6	46,3	-0,7	0,5
18:00-19:00	2	45,5	46,5	-0,9	0,8
19:00-20:00	3	45,6	46,6	-1,0	1,1
20:00-21:00	4	45,9	46,7	-0,8	0,6
21:00-22:00	5	46,0	46,6	-0,6	0,3
22:00-23:00	6	46,0	46,8	-0,8	0,7
23:00-00:00	7	45,9	47,4	-1,5	2,2
00:00-01:00	8	46,3	47,6	-1,2	1,5
01:00-02:00	9	46,7	48,3	-1,5	2,3
02:00-03:00	10	47,1	48,5	-1,4	2,1
03:00-04:00	11	47,7	48,8	-1,1	1,2
04:00-05:00	12	47,9	48,7	-0,8	0,6
05:00-06:00	13	48,1	48,6	-0,6	0,3
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Medelvärde		46,5	47,5		
Summa				-12,9	

**Standardavvikelse (S)**  
 $S = \text{Rot}(\frac{\sum(Z*Z) - \sum Z * \sum Z / n}{n-1})$   
**S= 0,34**  
 S andel av medelvärdet  
**0,7 % av MV**

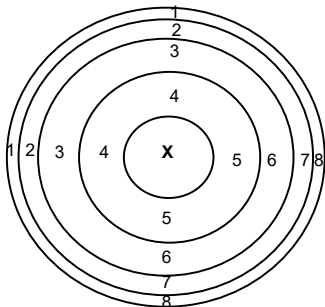
**Systematisk skillnad**  
 $\text{abs}Z \geq tS / \sqrt{n}$   
**tS/Rot(n)= 0,21**

**Absoluta medelvärdet av Z**  
**Z= 1,0**  
 Krav  $\leq \pm 10^\circ\text{C}$   
 Z andel av medelvärdet  
**2,1 % av MV**



# Flödestraversering

**Företag:** Uddevalla Kraft AB  
**Datum:** 2019-01-10  
**Anläggning:** Panna  
**RapportID:** Uddevalla Kraft AB Lillesjö 1902  
**Sign:** EI



X	X	X
X	X	X

## MÄTPUNKTSFÖRDELNING CIRKULÄR KANAL

Kanaldiameter	Antal mätpunkter/diagonal	Fördelning/diagonal
0,3 - 0,7 m	2	14,6 x 85,4 %
0,7 - 1,0 m	4	6,7 25,0 x 75,0 93,3 %
1 - 2 m	6	4,4 14,6 29,6 x 70,4 85,4 95,6 %
>2 m	8	3,3 10,5 19,4 32,3 x 67,7 80,6 89,5 96,7 %

## MÄTPUNKTFÖRDELNING REKTANGULÄR KANAL

Kanalyta	Antal mätlinjer	Antal mätpunkter
0,07 - 0,38 m <sup>2</sup>	2	4
0,38 - 1,5 m <sup>2</sup>	3	9
> 1,5 m <sup>2</sup>	4	16

Kanaldimensioner:

1,45 m

□ x □ m

Punkt	Traversering 1				Traversering 2				Traversering 3				Traversering 1				Traversering 2				Traversering 3				Densitet drift, kg/m <sup>3</sup>	Trav 1	Trav 2	Trav 3					
	∂p1	∂p2	∂p3	∂p4	∂p5	∂p6	∂p7	∂p8	∂p9	∂p10	∂p11	∂p12	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s					Densitet torr, m <sup>3</sup>	Densitet torr, kg/m <sup>3</sup>	Molvikt	Vattenhalt, kg/kg gas	Vattenhalt, vol%
1	127				121				117				15,5				15,1				14,9					1,06	1,06	1,06					
2	124				119				120				15,3				15,0				15,1				Volym torr, m <sup>3</sup>	9,92	9,92	9,92					
3	104				108				124				14,0				14,3				15,3				Densitet torr, kg/m <sup>3</sup>	1,29	1,29	1,29					
4	104				123				100				14,0				15,2				13,7				Molvikt	29	29	29					
5	120				130				128				15,0				15,7				15,5				Vattenhalt, kg/kg gas	0,07	0,07	0,07					
6	106				129				116				14,1				15,6				14,8				Vattenhalt, vol%	10,7	10,7	10,7					
7	120				109				107				15,0				14,3				14,2				Provvolum, m <sup>3</sup>	11,53	11,53	11,53					
8	116				115				120				14,8				14,7				15,1				Korrigeringsf. Gasur	0,914	0,914	0,914					
Medel													14,7					15,0					14,8					Temp gasur, °C	43,6	43,6	43,6		
Loggat medel													19,0					19,1					19,2					Kondens, kg	0,578	0,578	0,578		
Korrigeringsfaktor					0,78					0,78					0,77					0,78					0,78					Koldioxid, vol%			
Mätpunktens representativitet													1,1					1,1					1,1					Barometertryck, kPa	101,1	101,1	101,1		
Traverseringskillnad													0,00					0,00					0,00					Kanaltryck, kPa	0,27	0,27	0,27		
Korrigeringsfaktorns giltighet													0,00					0,00					0,00					Kanaltemp, °C	47,0	47,0	47,0		

krav ≤ 3  
 mål ≤ 10 %  
 krav ≤ 15 %

Företag: Uddevalla Kraft AB		Anläggning: Panna														Sign: EI
Datum: 2019-01-10		RapportId: Uddevalla Kraft AB Lillesjö 1902														
Tid	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00		
Flödesberäkning	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4	Prov 5	Prov 6	Prov 7	Prov 8	Prov 9	Prov 10	Prov 11	Prov 12	Prov 13	Prov 14	Medel	
Uttagen gasvolym, m <sup>3</sup>	11,534	11,534	11,534	11,534	11,534	11,534	11,534	11,534	11,534	11,534	11,534	11,534	11,534	11,534		
Korrigeringsfaktor Gasur	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914	0,914		
Temperatur i Gasur, °C	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6		
Barometertryck, kPa	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1		
Koldioxidhalt, vol%tg																
Summa kondens, kg	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578		
Kanaltemperatur, °C	46,3	46,3	46,5	46,6	46,7	46,6	46,8	47,4	47,6	48,3	48,539	48,763	48,699	48,632	47,4	
Kanaltryck, kPa	0,274	0,2737	0,2737	0,2737	0,2737	0,2737	0,2737	0,2737	0,2737	0,2737	0,2737	0,2737	0,2737	0,2737		
Kanalsida (L), m																
Kanalsida (B), m																
Kanaldiameter, m	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45		
Medelhastighet, m/s	15,12	15,09	15,11	15,30	15,34	14,37	14,23	14,34	14,31	14,76	15,21	14,78	14,55	14,86	14,81	
Korrigeringsfaktor hastighet	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,7766	0,77656	
Area, m <sup>2</sup>	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513	1,6513		
<b>Resultat</b>	<b>Prov 1</b>	<b>Prov 2</b>	<b>Prov 3</b>	<b>Prov 4</b>	<b>Prov 5</b>	<b>Prov 6</b>	<b>Prov 7</b>	<b>Prov 8</b>	<b>Prov 9</b>	<b>Prov 10</b>	<b>Prov 11</b>	<b>Prov 12</b>	<b>Prov 13</b>	<b>Prov 14</b>		
Volym torr gas, m <sup>3</sup>	9,071	9,071	9,071	9,071	9,071	9,071	9,071	9,071	9,071	9,071	9,071	9,071	9,071	9,071	9,07102	
Densitet torr gas, kg/m <sup>3</sup>	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,2939	1,29393	
Gasens molvikt	28,986	28,986	28,986	28,986	28,986	28,986	28,986	28,986	28,986	28,986	28,986	28,986	28,986	28,986	28,9856	
Vattenhalt, vol% nvg	10,686	10,686	10,686	10,686	10,686	10,686	10,686	10,686	10,686	10,686	10,686	10,686	10,686	10,686	10,6861	
Vattenhalt, kg/kg gas	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	0,0743	
Volym våt gas, m <sup>3</sup>	9,790	9,790	9,790	9,790	9,790	9,790	9,790	9,790	9,790	9,790	9,790	9,790	9,790	9,790	9,7898	
Densitet våt gas, kg/m <sup>3</sup>	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,24152	
Uttagen driftvolym, m <sup>3</sup>	11,446	11,444	11,450	11,457	11,458	11,455	11,464	11,484	11,490	11,515	11,525	11,533	11,531	11,528	11,4842	
Densitet driftgas, kg/m <sup>3</sup>	1,0619	1,0621	1,0615	1,0609	1,0608	1,0610	1,0602	1,0584	1,0578	1,0555	1,0546	1,0539	1,0541	1,0543	1,05836	
<b>Flöden</b>																
Gasflöde torr, m <sup>3</sup> ntg/h	68646	68540	68581	69398	69594	65208	64506	64888	64740	66642	68579	66607	65606	66989	67037,4	
Gasflöde våt, m <sup>3</sup> nvg/h	76859	76740	76786	77701	77921	73010	72224	72652	72486	74616	76784	74576	73455	75004	75058,2	
Gasflöde drift, m <sup>3</sup> /h	89861	89705	89809	90933	91197	85429	84573	85226	85072	87767	90393	87855	86517	88323	88047	
Vattenhalt, kg/h	6600	6590	6594	6672	6691	6269	6202	6239	6224	6407	6593	6404	6308	6441	6445	
Gasflöde torr, m <sup>3</sup> ntg/s	19,07	19,04	19,05	19,28	19,33	18,11	17,92	18,02	17,98	18,51	19,05	18,50	18,22	18,61	19	
Gasflöde våt, m <sup>3</sup> nvg/s	21,35	21,32	21,33	21,58	21,64	20,28	20,06	20,18	20,13	20,73	21,33	20,72	20,40	20,83	21	

# Mätosäkerhet - kontinuerlig mätning<sup>1</sup>

Företag: Uddevalla Kraft

Datum: 2019-01-09

Objekt: Lillesjö

		O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>x</sub>	TOC	
<b>Instrument</b>		NGA2000-2	NGA2000-2	NGA2000-2	NGA2000-2	NGA2000-2	CLD822-2	CLD822-2	FID SICK6	
<b>Metod</b>		Paramagnetisk	IR	IR	IR	UV	Kemiluminisc.	Kemiluminisc.	FID	
<b>Enhet</b>		vol%	vol%	ppmtg	ppmtg	ppmtg	ppmtg	ppmtg	ppmvg	
<b>Mätområde</b>		25	20	1000	100	500	200	200	1000	
<b>Referensgas</b>		9,02	15,00	201,0	15,1	101,7	89,5	89,5	89,3	
<b>Uppmätt värde</b>		<b>7,55</b>	<b>11,44</b>	<b>11,4</b>	<b>0,9</b>		<b>4,7</b>	<b>4,5</b>	<b>&lt; 0,4</b>	
	<b>Källa</b>									
<b>Detektionsgräns</b>	referensgasjournal	0,20	0,10	1,80	0,70	0,80	0,20	0,20	0,40	
<b>Fältavvikelse</b>										
vid nollpunkten	referensgasjournal	0,03	0,01	1,44			0,01	0,01		
vid referenspunkten	referensgasjournal	0,15	0,02	0,71						
<i>vid mätvärdet</i>	interpolerat	<i>0,13</i>	<i>0,02</i>	<i>1,40</i>						
<b>Laboratoriemätningar</b>										
Interferens	leverantör	0,01	0,08	1,73	0,30	1,83	0,54	0,54	0,22	
Linjäritet	intern kontroll	0,08	0,13	0,11	0,01		0,05	0,03		
<b>Mätplatsen</b>										
Felplacerad sond	intern kontroll	0,15	0,23	0,23	0,02		0,09	0,09		
<b>Övrigt</b>										
Fältförhållanden <sup>2</sup>		0,05	0,09	0,18	0,01		0,07	0,11		
Referensgasens osäkerhet	leverantör	0,09	0,14	0,14	0,01		0,06	0,05		
<b>Kombinerad osäkerhet, absolut<sup>3</sup></b>		<b>0,24</b>	<b>0,32</b>	<b>2,2</b>						
<b>Utvidgad osäkerhet, absolut</b>	+/-	<b>0,47</b>	<b>0,65</b>	<b>4,5</b>						
<b>Utvidgad osäkerhet, relativ</b>	+/-	<b>6%</b>	<b>6%</b>	<b>39%</b>						

<sup>1</sup> Mätosäkerheten är beräknad enligt Nyquist G, Blinksbjerg P, ITM rapport 111 Osäkerhetsbudget för direktvisande instrument

<sup>2</sup> Innehåller info om följande osäkerheter: påverkan för provgasflöde, omgivningstemperatur och nätpänningsvariationer.

<sup>3</sup> Summerad som kvadraterna av det absoluta felet vid det uppmätta värdet. Utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktorn K=2, vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

**Övriga referenser:** Örnemark U, Utvärdering av mätosäkerhet i kemisk analys, 2:a reviderade utgåvan