



Akred. nr 1284
Provning
ISO/IEC 17025

Jämförande mätning

Uddevalla Kraft AB, Hovhultsverket CFB

Utförd 2019-08-27--29



ilema
MILJÖANALYS

JÄMFÖRANDE MÄTNING

ENLIGT NFS 2016:13

Uddevalla Kraft AB, Hovhultsverket CFB

Utförd 2019-08-27--29

ILEMA Miljöanalys AB

Kvalitetsansvarig

Jimmy Thollander

Utförd av



Erik Ivarson & Peter Blomgren

Granskad av



Stefan 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:

CFB	NO	O ₂	Rökgasflöde uppmätt	Rökgas-temperatur
	mg NO/m ³ ntg	vol%tg	m ³ ntg/s	°C
Fasta mätsystemets medelvärde, MV (x)	73	7,3	5,25	120
Kontrollmätsystemets medelvärde, MV (y)	70	7,0	5,64	123
MV av skillnaden mellan mätvärdesparen (z)	3,3	0,33	0,4	2,5
Standardavvikelsen för skillnaden mellan paren (s)	1,4	0,07	0,1	0,2
Standardavvikelsen i % av det fasta mätsystemets MV	1,86	-	2,23	0,20
Standardavvikelsen i vol-% alt ppm alt mg/m ³ n	-	0,07	-	
Krav i 23-29 § NFS 2016:13 för standardavvikelse	≤ ± 5,0%	≤ ±0,25 vol%	≤ ± 5,0%	
Systematisk skillnad?	-	-	-	
Mätparsskillnad i % av det fasta mätsystemets MV	4,55	-	7,53	
Mätparsskillnad i vol-%; ppm alt mg/m ³ n; °C	-	0,33	-	2,5
Krav i 23-29 § NFS 2016:13 för systematisk skillnad	≤ ± 10%	≤ ±0,50 vol%	≤ ± 15%	≤ ± 10°C
Andel NO ₂ i % av NO _x	24,09	-	-	-
Medelvärdesbildningsperiod (hh:mm)	01:00	01:00	01:00	01:00
Urustningen uppfyller kraven enligt NFS 2016:13	Ja	Ja	Ja	Ja

Kontrollen av den stationära mätutrustningen visar att kraven för mätning och registrering av kväveoxidemissioner är uppfyllda. Detta är en kompletterande mätning då kraven för O₂ inte uppfylldes vid senaste mätningen. Vid förra mättillfället så gick ordinare mätuttaget inte att öppna och ett alternativt uttag användes.

Innehåll

1	Allmänna uppgifter	5
2	Syfte	5
3	Ackreditering	5
4	Anläggningsbeskrivning	6
4.1	Driftsförhållanden under mätning	6
4.2	Beskrivning av mätplats	7
5	Stationärt mätsystem AMS	8
5.1	Utrustning	8
5.2	Mätvärdeshantering.....	8
6	Kontrollmätsystem SRM	9
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
7	Instrumentkontroll - Jämförande mätning	12
7.1	Standardavvikelse och systematisk skillnad	12
7.2	Andel NO ₂	12
8	Provtagning/Utförande	13
8.1	Utvärdering av mätvärdespar	13
8.2	Gasanalys med direktvisande instrument SRM	14
8.2.1	Syre och kolmonoxid, O ₂ /CO	14
8.2.2	Kväveoxider, NO/NO _x	15
8.3	Provtagningsmetoder.....	15
8.3.1	Rökgasflöde, tryck, temperatur	15
8.3.2	Fukt	15
8.4	Nomenklatur.....	15
9	Bilagor	16

1 Allmänna uppgifter

Platsnamn: Hovhultsverket
Besöksadress: Hovhultsvägen 2, 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 kväveoxidavgiftsredovisningssystemet.

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 (2017)	
Temperatur	Energiforsk 5.29 (2015)	
Kväveoxider (NO _x)	SS-EN14792 (2017)	
Syre (O ₂)	SS-EN14789 (2017)	
Koldioxid (CO ₂)	SS-ISO12039 (2001)	

4 Anläggningsbeskrivning

Hovhultsverket producerar hetvatten för fjärrvärme, med maximal temperatur på 120°C. Produktionen bedrivs av två fastbränslepannor, en CFB-panna med 45 MW tillförd effekt och en rosterpanna (ROP) med 10 MW tillförd effekt samt tre oljepannor.

Huvudsaklig bränslemix i fastbränslepannorna är bark, flis, spån, torv och RT-flis.

För att minska utsläppen av svaveloxider sker en tillsats av kalk till CFB-pannan varvid svaveloxiderna binds som sulfid och sulfat och avskiljs som stoft.

Fastbränslepannorna har ett gemensamt system för rökgaserna. Rening sker i ett elektrofilter varpå rökgaserna förs vidare till en rökgaskondensering där ytterligare energi utvinns.

I kondenseringsanläggningen finns en skrubber och ett neutraliseringssteg som renar rökgaserna ytterligare innan de släpps ut till luften.

Miljöprövningsdelegationen lämnade beslut om tillstånd till befintlig och utökad verksamhet vid Hovhults Värmeverk i Uddevalla kommun 2005-05-13. Rättelse av beslutet utkom 2005-06-23.

4.1 Driftsförhållanden under mätning

Medeleffekt, tillfört: ca 16,5 MW

Bränsletyp: Flis / torv

4.2 Beskrivning av mätplats

Beskrivning	Krav/rekommendation i standard	CFB
Placering		Inomhus
Kanalens utformning	-	Rund/Horisontell
Kanalens dimension (m)	-	1,20 m
Hydraulisk diameter ¹ (m)	-	1,20 m
Raksträcka före mätplan	> 5 HD	Ej enligt rek. (0,3 HD)
Raksträcka efter mätplan	> 2 alt >5 HD ²	Godkänt (2,5 HD)
Möjligt att traversera?	Enligt SS-EN 13284-1	Ja
Avstånd till AMS (m)	-	0,3
Mätuttagens utformning	-	2x3"
Åtkomst till mätplan/uttag	-	Trappa
Arbetsplattform	se SS-EN 15259	2,5x6
Belysning/El	se SS-EN 15259	Ja/Ja
Kylvatten/Tryckluft	se SS-EN 15259	Nej/Nej
Skyddsåtgärder		-
Övrigt	-	
Plattform höjd över golv/mark		20
Räcken tillräcklig höjd		Ja
Mätpunktens skick		Ok

Mätpunkter CFB



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

² >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	Gasmet CX4000	FTIR, extraktivt, våt gas	0-300 mg NO/m ³ nvg
O ₂	Enotec Oxitec 5000	Zirkoniumoxidcell, extraktivt, våt gas	0-25 vol% vg
Rökgasflöde	Beräkning	Beräkning/program	

Resultaten presenteras i mg/m³ntg i de data som utvärderingen gjorts mot. Värdena är omräknade från instrumentets mg/m³nvg.

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

5.2 Mätvärdeshantering

Hur lagras data (programvara): MRS Entric
 Backupintervall: 1 gång per dygn
 Löpande kontroll: Automatisk nollning 1 gång/dygn. Manuell kontroll av NO en gång/14 dagar
 Hur data har erhållits: Per e-post

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

Variabelnamn	Parameter	Enhet
T351 HOV_O2_NOx	O ₂	vol%tg
T358 HOV_NO_NOx	NO	mg NO/m ³ ntg
T1124 HOV_GtTot	Rökgasflöde	m ³ ntg/s
T302 HOV_Trg	Rökgastemperatur	°C

6 Kontrollmätssystem SRM

Parameter	Fabrikat/Modell	Mätprincip	Standard	Mätområde
Fukthalt	-	Utkondensering/gravimetrisk	SS-EN14790 (2017)	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 _x	Horiba PG350 / Horiba PG250	Kemiluminiscens, extraktivt, torr gas	SS-EN14792 (2017)	1 - 200 ppm
O ₂	Horiba PG350	Paramagnetisk, extraktivt, torr gas	SS-EN14789 (2017)	0,1 - 25 vol%
CO ₂	Horiba PG350	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 korrigering för avdriften mellan kontrollerna. Korrigerade parametrar markeras med *.

Parameter	Nollgas	Produktbeteckning (AGA)	Före mätning	Efter mätning	Nollpunktsavvikelse mot referensgas
O ₂ (vol%)	0	N ₂ instrument	0,18	0,11	0,8 %
CO (ppmtg)	0	N ₂ instrument	0,6	0,5	0,0 %
NO (ppmtg)	0	N ₂ instrument	-0,1	-0,1	0,0 %

Parameter	Ref.gas	Analys nr (AGA)	Före mätning	Efter mätning	Referenspunktsavvikelse mot referensgas
O ₂ (vol%)	8,98	100408756	9,08	8,94	1,6 %
CO (ppmtg)	200,3	100408756	201,4	203,5	1,0 %
NO (ppmtg)	88,5	100535826	88,5	87,0	1,7 %

6.2 Mätosäkerhet

I utförda mätningar av gaser finns en mätosäkerhet baserat på instrumentala fel. Mätosäkerheten är beroende på kalibregasens 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 rökgestemperatur

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

Parameter	Fasta mätsystemet	Kontrollmätsystemet
Rökgestemperatur (° C)	120,1	122,6

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 ³	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.

³ 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 ₂	Systematisk skillnad, Z	vol%tg	Ja	0,33	≤ ±0,50 vol%	Ja	Ja
	Standardavvikelse, S	vol%tg		0,07	≤ ±0,25 vol%	Ja	
NO/NO _x	Systematisk skillnad, Z	% (Z av MV)	Ja	4,6	≤ ± 10%	Ja	Ja
	Standardavvikelse, S	% (S av MV)		1,9	≤ ± 5%	Ja	
Rökgas-temperatur	Systematisk skillnad, Z	°C	Ja	2,5	≤ ± 10°C	Ja	Ja
	Standardavvikelse, S	°C		0,2	-	-	
Rökgasflöde uppmätt	Systematisk skillnad, Z	% (Z av MV)	Ja	7,5	≤ ± 15%	Ja	Ja
	Standardavvikelse, S	% (S av MV)		2,2	≤ ± 5,0%	Ja	

Se bilaga för beräkningar.

7.2 Andel NO₂

Fasta mätsystemets, AMS, NO₂ fastställs enligt nedan:

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

Andel NO₂ har beräknats över hela kontrollmätperioden:

NO ppm	NO _x ppm	Andel NO ₂ %	Stationära systemet mäter NO ₂ kontinuerligt
49,5	65,3	24,1	Nej

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 mätvärdesparsskillnader 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 mätvärdesparsskillnaden

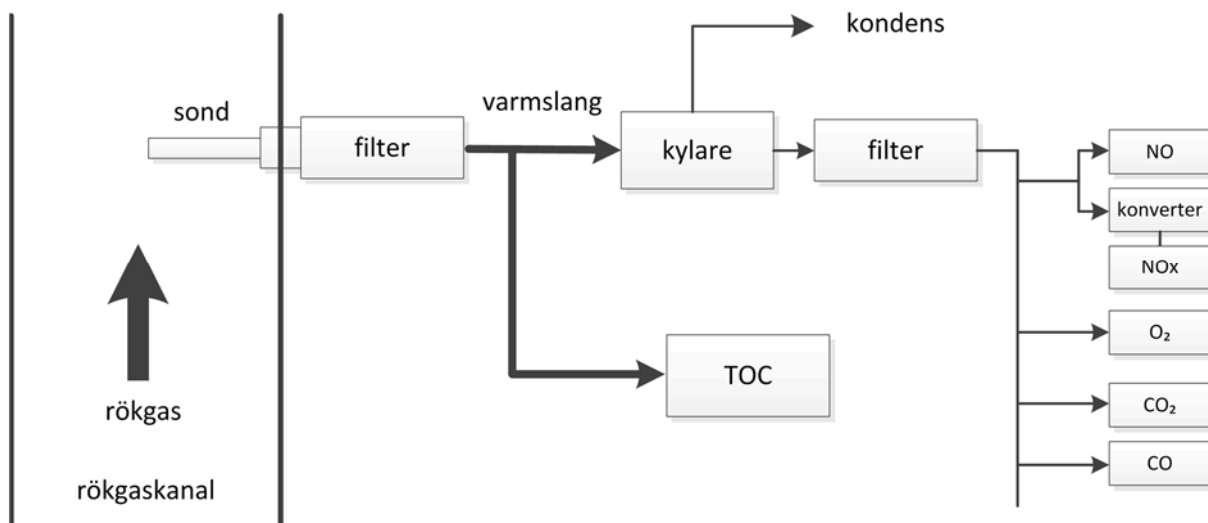
Följande prestandakrav föreligger:

- Standardavvikelsen för NO_x skall vara $\leq 5\%$ av medelvärdet (MV) under kontrollperioden, dock lägst 2,5 ppm. Standardavvikelsen för O_2 & CO_2 skall vara $\leq 0,25\%$ vol-%. Standardavvikelsen för flöde vid jämförande mätning skall vara $\leq 5\%$ av medelvärdet samt vid beräkning $\leq 1,5\%$ (fasta systemets indata används, B) eller $\leq 2,5\%$ (referensvärden används, A).
- Den systematiska skillnaden för NO_x skall vara $\leq \pm 10\%$ av medelvärdet (MV) under kontrollperioden, dock lägst ± 5 ppm. Den systematiska skillnaden O_2 & CO_2 skall vara $\leq \pm 0,5\%$ vol-%. Den systematiska skillnaden för flöde vid mätning både fasta & referenssystemet skall vara $\leq 15\%$ av medelvärdet, MV, samt vid mätning referens och beräkning fast system $\leq \pm 10\%$ av MV. Vid beräkning referens och fast system gäller $\leq \pm 3\%$ (fasta systemets indata används, B) eller $\leq \pm 5\%$ (bränslereferensvärden används, A). För rökgastemperatur gäller $\leq \pm 10^\circ\text{C}$ 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, O₂/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. O₂ mäts med en paramagnetisk cell.

8.2.2 Kväveoxider, NO/NO_x

Mätprincip - Kemiluminiscens med inbyggd konverter

Mätprincipen för kväveoxider är enligt kemiluminiscens vilket innebär att NO i gasen omvandlas till NO₂ med ozon varav en proportionell andel kommer att förekomma i en energirikare nivå (exciterad). Detta laddningstillskott sönderfaller spontant med en strålningsvåglängd på ca 1200 nm. Energin mäts fotoelektriskt. Eventuell förekomst av NO₂ i mätgasen omvandlas först till NO med en konverter innan gasen behandlas med ozon. I annat fall kommer inte andelen av exciterad NO₂ 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 provtagningens registreringsenhet 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

Torr gas (tg)	halt eller volym vid normalt tryck (101,3 kPa) och temperatur (0°C) torkad luft
Våt gas (vg)	halt eller volym vid normalt tryck (101,3 kPa) och temperatur (0°C) fuktig luft
Drift gas	halt eller volym som råder i kanal vid aktuellt provuttag.
mg/m³ ntg	mg ämne per normalkubikmeter torr gas
mg/m³ nvg	mg ämne per normalkubikmeter våt gas
mg/m³	mg ämne per kubikmeter drift gas
ppm tg	halt angivet som miljondelar av ämnet i luft torr gas
mg/MJ	mängd angivet relativt tillförd mängd energi
MW	energi per sekund (M=10 ⁶)
MJ	effekt under ett bestämt tidsintervall (M=10 ⁶)

9 Bilagor

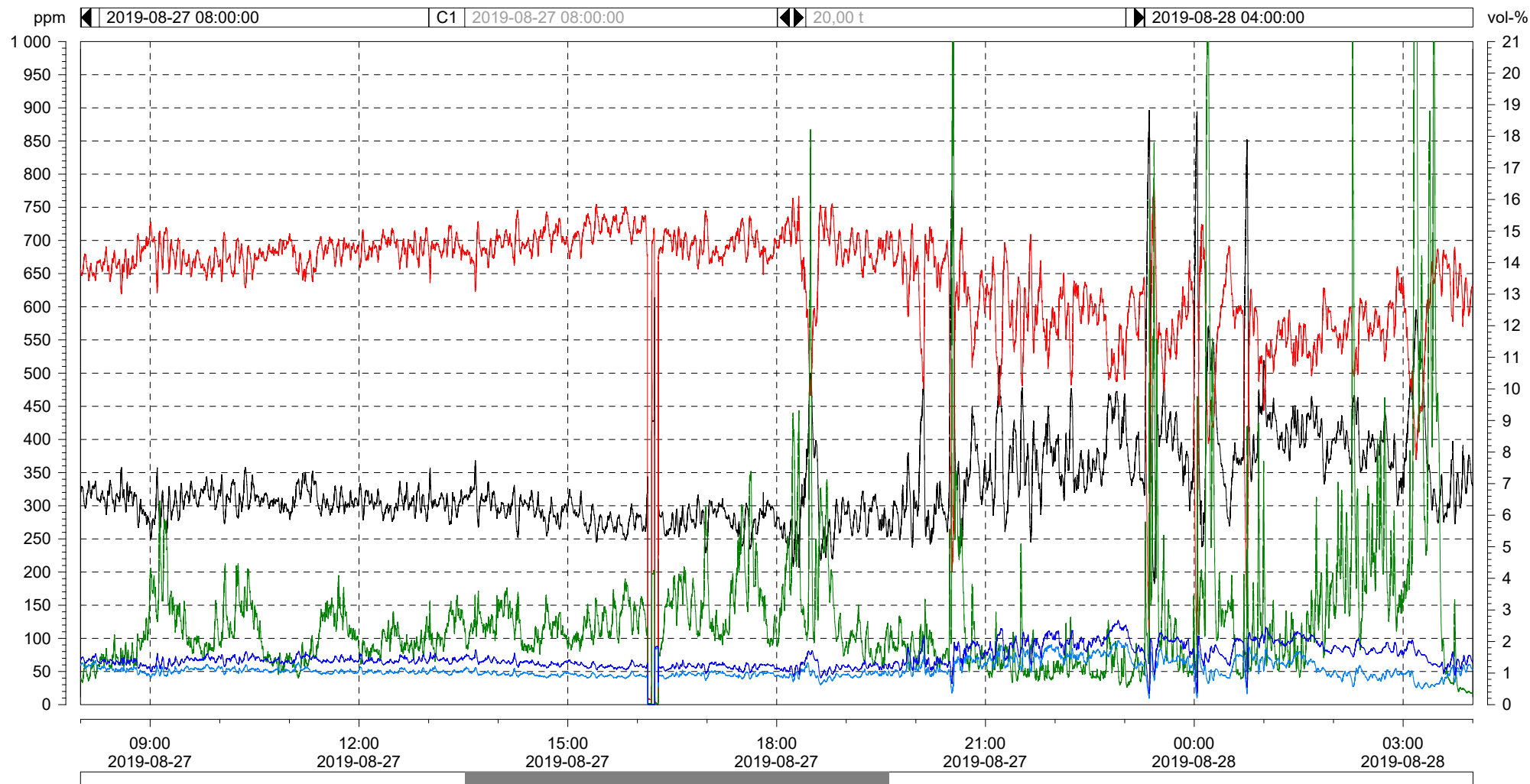
Rådatadiagram

Utvärdering mätvärdespar

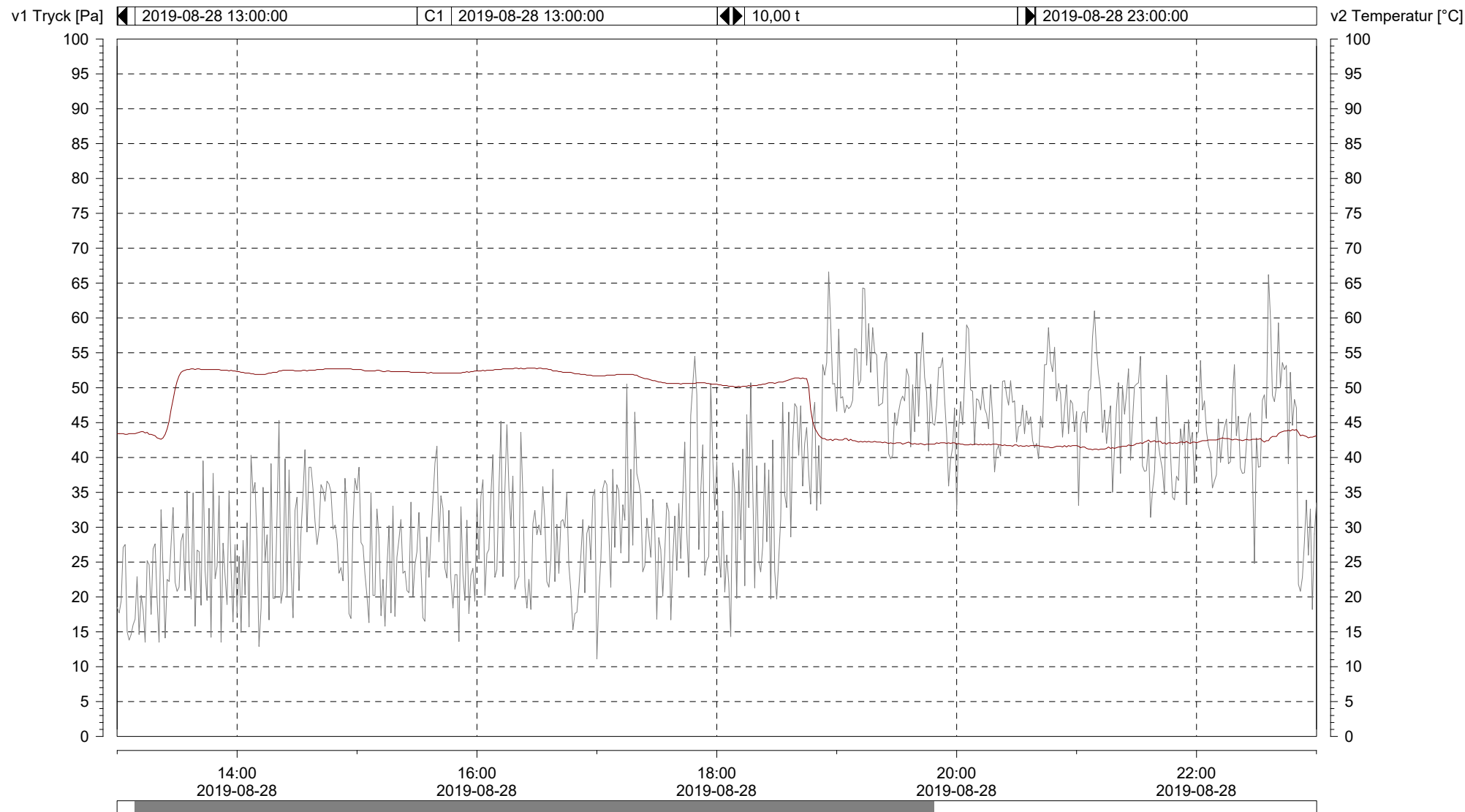
Traverseringsprotokoll

Flödesberäkning

Mätosäkerhetsberäkning



	Färg	Benämning	Enhet	Min	Med	Max
001	Black	O2	vol-%	-0,19	6,98	18,81
002	Red	CO2	vol-%	-0,00	13,39	16,34
003	Green	CO	ppm	0,56	133,19	1 183,56
004	Blue	NO	ppm	-0,05	52,31	96,83
007	Dark Blue	NOx	ppm	0,25	71,45	126,98



	Färg	Enhet	Med	Min	Max
001	◻	v1 Tryck [Pa]	35,70	11,10	66,60
002	◼	v2 Temperatur [°C]	47,39	41,10	52,80

Beräkningsbilaga JMF O₂

Standardavvikelse & Systematisk skillnad **Rapportid:** Uddevalla Kraft Hovhult CFB 1935 **Sign:** EI/PB

Plats: Uddevalla Kraft **Objekt:** CFB **Datum:** 2019-08-27
Parameter: O₂ **Enhet:** vol%tg **Kontrolltid:** start 08:00 stopp 04:00
Variabelnamn: T351 HOV_O2_NOx **Medelbildningsperiod:** 01:00 tt:mm

Ingångsdata (X är stationärt system och Y är referenssystem)

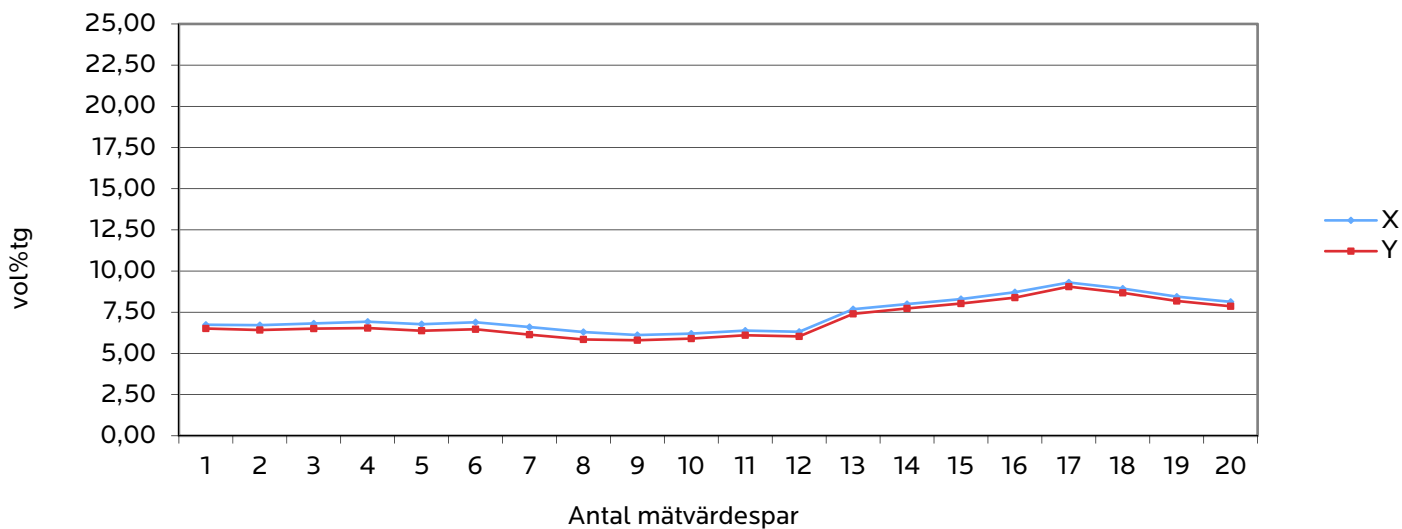
Tid	n	X	Y	Z=X-Y	Z*Z
vol%tg					
08:00-09:00	1	6,74	6,51	0,23	0,05
09:00-10:00	2	6,72	6,42	0,30	0,09
10:00-11:00	3	6,82	6,51	0,31	0,10
11:00-12:00	4	6,92	6,54	0,38	0,15
12:00-13:00	5	6,77	6,38	0,40	0,16
13:00-14:00	6	6,89	6,47	0,42	0,18
14:00-15:00	7	6,60	6,14	0,46	0,21
15:00-16:00	8	6,30	5,85	0,45	0,20
16:00-17:00	9	6,12	5,80	0,32	0,10
17:00-18:00	10	6,20	5,90	0,30	0,09
18:00-19:00	11	6,38	6,10	0,28	0,08
19:00-20:00	12	6,31	6,03	0,28	0,08
20:00-21:00	13	7,68	7,40	0,28	0,08
21:00-22:00	14	8,00	7,73	0,26	0,07
22:00-23:00	15	8,30	8,03	0,27	0,07
23:00-00:00	16	8,71	8,39	0,33	0,11
00:00-01:00	17	9,31	9,05	0,25	0,06
01:00-02:00	18	8,94	8,68	0,26	0,07
02:00-03:00	19	8,45	8,18	0,26	0,07
03:00-04:00	20	8,13	7,86	0,27	0,07
Medelvärde		7,3	7,0		
			Summa	6,32	2,09

Standardavvikelse (S)
 $S = \text{Rot}(\frac{\sum(Z*Z) - \sum Z * \sum Z / n}{n-1})$
S= 0,07
 Krav $\leq \pm 0,25$ vol%
 S andel av medelvärdet
0,9 % av MV

Systematisk skillnad
 $\text{abs}Z \geq tS / \sqrt{n}$
tS/Rot(n)= 0,03
 Syst. Skilln. -

Absoluta medelvärdet av Z
Z= 0,33
 Krav $\leq \pm 0,50$ vol%
 Z andel av medelvärdet
4,5 % av MV

Mätvärdespar - Jämförande mätning



Beräkningsbilaga **JMF NO**

Standardavvikelse & Systematisk skillnad			Rapportid: Uddevalla Kraft Hovhult CFB 1935		Sign: EI/PB
Plats:	Uddevalla Kraft	Objekt:	CFB	Datum:	2019-08-27
Parameter:	NO	Enhet:	mg NO/m ³ ntg	Kontrolltid:	start 08:00 stopp 04:00
Variabelnamn:	T358 HOV_NO_NOx			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/m ³ ntg			
08:00-09:00	1	73,4	72,3	1,1	1,3
09:00-10:00	2	71,4	69,6	1,8	3,3
10:00-11:00	3	71,6	69,8	1,9	3,4
11:00-12:00	4	70,6	67,8	2,8	7,9
12:00-13:00	5	69,0	66,5	2,5	6,3
13:00-14:00	6	70,1	66,2	4,0	15,7
14:00-15:00	7	63,4	60,5	2,9	8,5
15:00-16:00	8	61,5	58,4	3,1	9,6
16:00-17:00	9	61,0	55,9	5,1	25,6
17:00-18:00	10	63,1	61,2	2,0	3,8
18:00-19:00	11	61,1	58,4	2,7	7,0
19:00-20:00	12	64,9	63,3	1,6	2,5
20:00-21:00	13	78,7	75,7	3,1	9,4
21:00-22:00	14	98,6	95,3	3,3	10,9
22:00-23:00	15	108,3	104,0	4,3	18,6
23:00-00:00	16	90,6	84,9	5,7	32,9
00:00-01:00	17	78,3	73,6	4,7	22,1
01:00-02:00	18	89,4	83,9	5,5	29,7
02:00-03:00	19	64,5	59,6	4,9	24,4
03:00-04:00	20	58,9	54,9	4,0	15,8
Medelvärde		73,4	70,1		
			Summa	66,84	

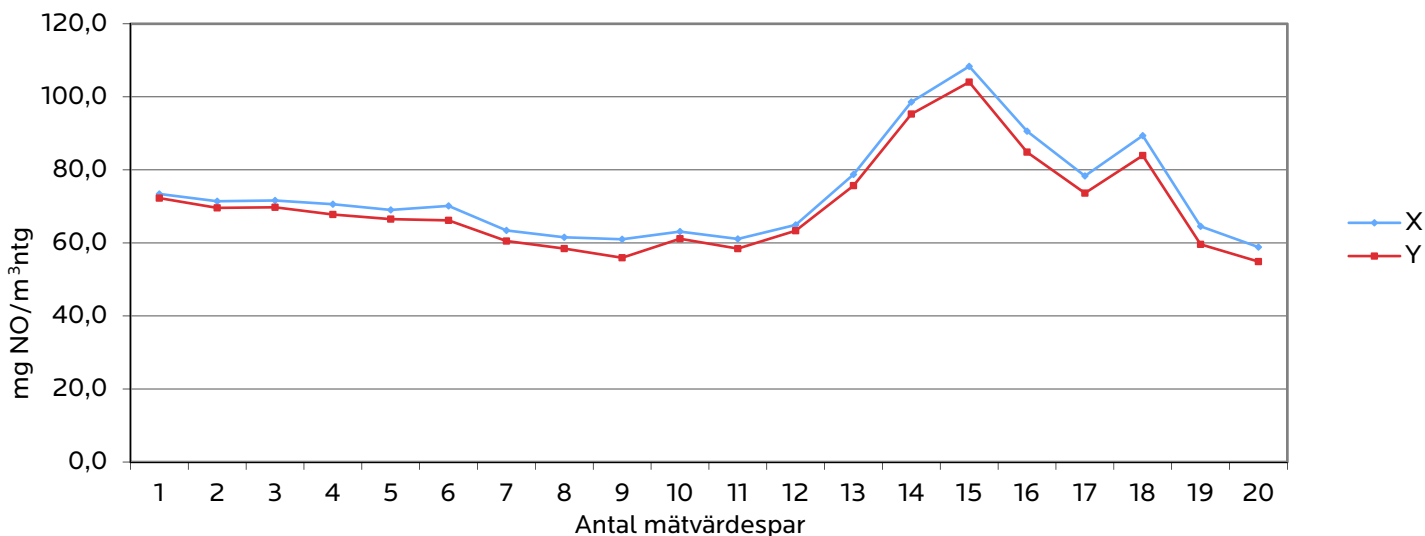
Standardavvikelse (S)
 $S = \text{Rot}(\frac{\sum(Z*Z) - \sum Z * \sum Z/n}{n-1})$
S= 1,4
 S andel av medelvärdet
1,9 % av MV
 Krav $\leq \pm 5,0\%$

Systematisk skillnad
 $\text{abs}Z \geq tS / \sqrt{n}$
tS/Rot(n)= 0,64
 Syst. Skilln. -

Absoluta medelvärdet av Z
Z= 3,3
 Z andel av medelvärdet
4,6 % av MV
 Krav $\leq \pm 10\%$

Brytpunkt medelhalt AMS för fixt alternativt procentuellt avvikelsemax för S och Z
 67 mg NO/m³ntg

Mätvärdespar - Jämförande mätning



Beräkningsbilaga JMF Rökgasflöde uppmätt

Standardavvikelse & Systematisk skillnad

Rapportid: Uddevalla Kraft Hovhult CFB 1935

Sign: EI/PB

Plats: Uddevalla Kraft

Objekt: CFB

Datum: 2019-08-27

Parameter: Rökgasflöde uppmätt

Enhet: m³ntg/s

start stopp
Kontrolltid: 08:00 18:00

Variabelnamn: T1124 HOV_GtTot

Medelbildningsperiod: 01:00 tt:mm

Ingångsdata (X är stationärt system och Y är referenssystem)

Tid	n	X	Y	Z=X-Y	Z*Z
m ³ ntg/s					
08:00-09:00	1	4,33	4,55	-0,2	0,0
09:00-10:00	2	4,61	5,05	-0,4	0,2
10:00-11:00	3	4,48	4,76	-0,3	0,1
11:00-12:00	4	4,65	5,04	-0,4	0,2
12:00-13:00	5	4,74	5,31	-0,6	0,3
13:00-14:00	6	5,34	5,7	-0,4	0,1
14:00-15:00	7	6,25	6,77	-0,5	0,3
15:00-16:00	8	6,28	6,62	-0,3	0,1
16:00-17:00	9	6,1	6,39	-0,3	0,1
17:00-18:00	10	5,71	6,23	-0,5	0,3
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Medelvärde		5	6		
		Summa		-4	

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

S= 0,12

S andel av medelvärdet
2,2 % av MV

Krav $\leq \pm 5,0\%$

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

tS/Rot(n)= 0,08

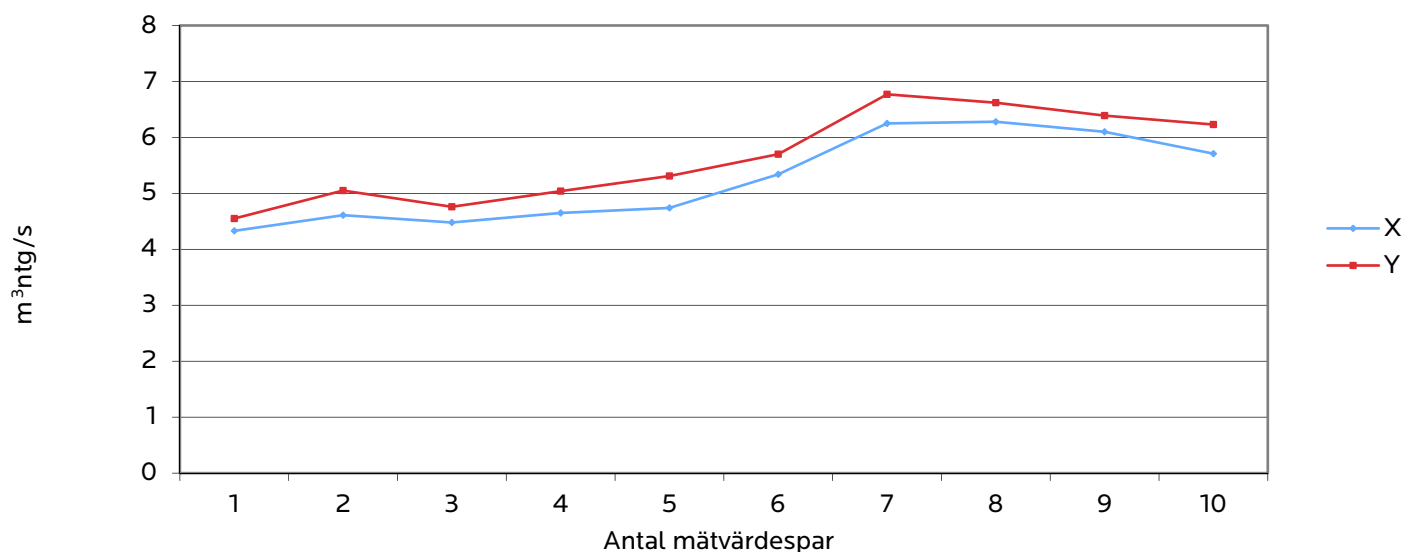
Syst. Skilln. -

Absoluta medelvärdet av Z
Z= 0,4

Z andel av medelvärdet
7,5 % av MV

Krav $\leq \pm 15\%$

Mätvärdespar - Jämförande mätning



Beräkningsbilaga JMF Rökgastemperatur

Standardavvikelse & Systematisk skillnad **Rapportid:** Uddevalla Kraft Hovhult CFB 1935 **Sign:** EI/PB

Plats: Uddevalla Kraft **Objekt:** CFB **Datum:** 2019-08-27

Parameter: Rökgastemperatur **Enhet:** °C **start** **stopp**

Variabelnamn: T302 HOV_Trg **Kontrolltid:** 08:00 18:00

Medelbildningsperiod: 01:00 tt:mm

Ingångsdata (X är stationärt system och Y är referenssystem)

Tid	n	X	Y	Z=X-Y	Z*Z
		°C			
08:00-09:00	1	114,3	116,7	-2,4	5,7
09:00-10:00	2	113,8	116,0	-2,2	4,8
10:00-11:00	3	113,6	115,9	-2,3	5,2
11:00-12:00	4	113,6	116,1	-2,5	6,3
12:00-13:00	5	113,6	116,2	-2,6	6,8
13:00-14:00	6	115,4	118,0	-2,6	6,6
14:00-15:00	7	127,8	130,0	-2,2	5,0
15:00-16:00	8	129,7	132,5	-2,8	8,1
16:00-17:00	9	129,5	132,2	-2,7	7,4
17:00-18:00	10	129,4	132,2	-2,8	8,0
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
Medelvärde		120,1	122,6		
		Summa		-25,2	

Standardavvikelse (S)
 $S = \sqrt{\frac{\sum(Z^2) - \frac{(\sum Z)^2}{n}}{n-1}}$

S= 0,24

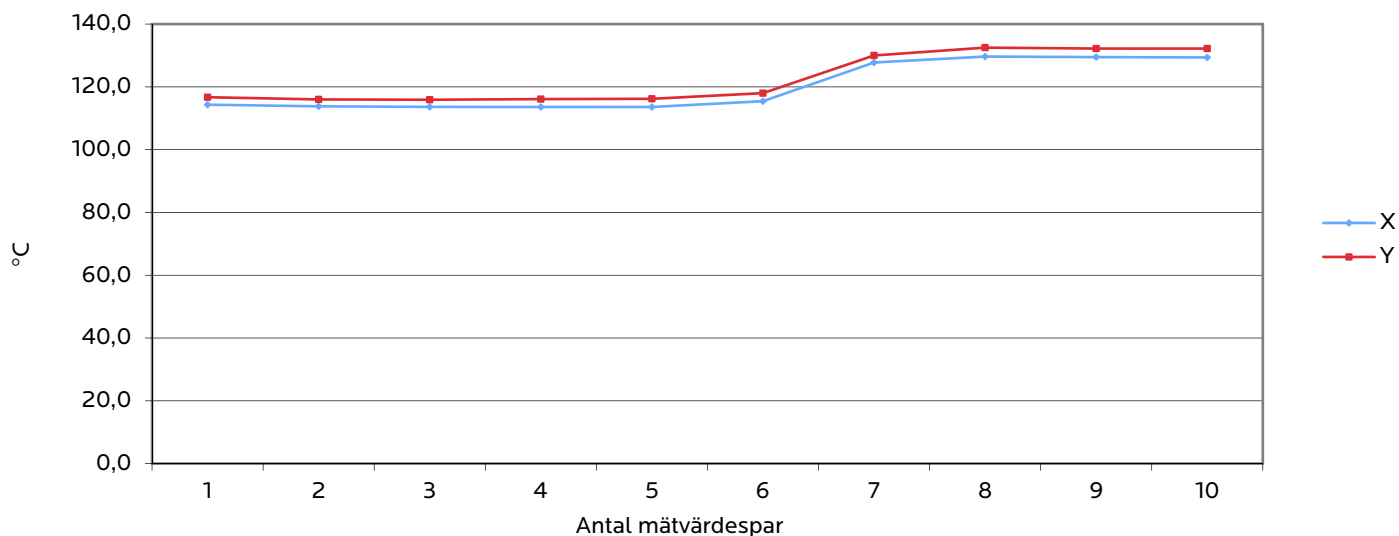
S andel av medelvärdet
0,2 % av MV

Systematisk skillnad
 $absZ \geq tS / \sqrt{n}$

tS/√n= 0,17

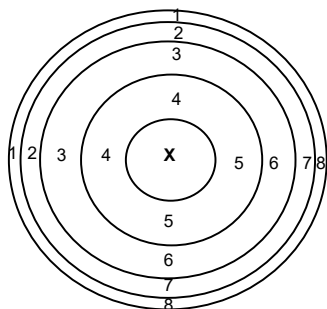
Absoluta medelvärdet av Z
Z= 2,5
 Krav $\leq \pm 10^\circ C$
 Z andel av medelvärdet
2,1 % av MV

Mätvärdespar - Jämförande mätning



Beräkningsbilaga Flödestraversering

Företag: Uddevalla Kraft
Datum: 2019-08-28
Anläggning: CFB
RapportID: Uddevalla Kraft Hovhult CFB 1935
Sign: EI/PB



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 ²	2	4
0,38 - 1,5 m ²	3	9
> 1,5 m ²	4	16

Kanaldimensioner: m

x m

Punkt	Traversering 1				Traversering 2				Traversering 3				m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	Densitet drift, kg/m ³	Trav 1	Trav 2	Trav 3			
	øp1	øp2	øp3	øp4	øp5	øp6	øp7	øp8	øp9	øp10	øp11	øp12										1,15	1,15	1,15			
1	15				13					9				5,1				4,8			4,0						
2	12				11					8				4,6				4,4			3,7						
3	18				15					10				5,6				5,1			4,2						
4	13				20					7				4,8				5,9			3,5						
5	17				12					12				5,4				4,6			4,6						
6	11				7					8				4,4				3,5			3,7						
7	19				12					12				5,7				4,6			4,6						
8	15				14					6				5,1				4,9			3,2						
Medel													5,1					4,7					3,9				
Loggat medel													6,3					6,0					4,9				
Korrigeringsfaktor	0,80				0,79				0,81				0,80				0,79				0,81						
Mätpunktens representativitet													1,3					1,7					1,4	krav ≤ 3			
Traverseringsskillnad													0,00					0,00					0,00	mål ≤ 10 %			
Korrigeringsfaktorns giltighet													0,00					0,00					0,00	krav ≤ 15 %			
																									7,99	7,99	7,99
																									0,907	0,907	0,907
																									43,0	43,0	43,0
																									0,191	0,191	0,191
																									11,00	11,03	10,63
																									102,3	102,3	102,3
																									-0,01	-0,01	-0,01
																									40,1	40,1	40,1

Beräkningsbilaga Flödesberäkning (kontinuerlig mätning)

Företag: Uddevalla Kraft	Anläggning: CFB										Sign: EI/PB				
Datum: 2019-08-28	RapportId: Uddevalla Kraft Hovhult CFB 1935														
Tid	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00					
	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4	Prov 5	Prov 6	Prov 7	Prov 8	Prov 9	Prov 10					Medel
Uttagen gasvolym, m ³	7,987	7,987	7,987	7,987	7,987	7,987	7,987	7,987	7,987	7,987					
Korrigeringsfaktor Gasur	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907					
Temperatur i Gasur, °C	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43					
Barometertryck, kPa	102,3	102,3	102,3	102,3	102,3	102,3	102,3	102,3	102,3	102,3					
Koldioxidhalt, vol%tg	11,2	12,1	12,5	12,5	12,5	12,9	13,0	12,9	12,9	12,9					12,7
Summa kondens, kg	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191					
Kanaltemperatur, °C	48,2	52,4	52,3	52,4	51,1	49,0	42,2	41,7	41,8	42,8					47,4
Kanaltryck, kPa	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009					
Kanalsida (L), m															
Kanalsida (B), m															
Kanaldiameter, m	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2					
Medelhastighet, m/s	5,08	5,71	5,39	5,70	5,99	6,38	7,42	7,24	6,99	6,84					6,27
Korrigeringsfaktor hastighet	0,7998	0,7998	0,7998	0,7998	0,7998	0,7998	0,7998	0,7998	0,7998	0,7998					0,79978
Area, m ²	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310	1,1310					
Resultat	Prov 1	Prov 2	Prov 3	Prov 4	Prov 5	Prov 6	Prov 7	Prov 8	Prov 9	Prov 10					
Volym torr gas, m ³	6,320	6,320	6,320	6,320	6,320	6,320	6,320	6,320	6,320	6,320					6,31952
Densitet torr gas, kg/m ³	1,3496	1,3543	1,3565	1,3562	1,3566	1,3583	1,3591	1,3587	1,3586	1,3585					1,35664
Gasens molvikt	30,233	30,339	30,387	30,381	30,390	30,427	30,446	30,436	30,435	30,431					30,3904
Vattenhalt, vol% nvg	7,681	7,705	7,717	7,715	7,717	7,726	7,730	7,728	7,732	7,731					7,71805
Vattenhalt, kg/kg gas	0,0495	0,0495	0,0495	0,0495	0,0495	0,0495	0,0495	0,0495	0,0496	0,0496					0,04954
Volym våt gas, m ³	6,556	6,556	6,556	6,556	6,556	6,556	6,556	6,556	6,556	6,556					6,55646
Densitet våt gas, kg/m ³	1,3077	1,3119	1,3138	1,3136	1,3139	1,3154	1,3162	1,3158	1,3157	1,3156					1,31395
Uttagen driftvolym, m ³	7,641	7,741	7,738	7,742	7,711	7,661	7,497	7,487	7,489	7,514					7,62207
Densitet driftgas, kg/m ³	1,1221	1,1112	1,1132	1,1124	1,1172	1,1257	1,1510	1,1522	1,1519	1,1480					1,13049
Flöden															
Gasflöde torr, m ³ ntg/h	16389	18178	17153	18146	19129	20513	24389	23833	22990	22418					20313,9
Gasflöde våt, m ³ nvg/h	17753	19695	18587	19663	20729	22231	26432	25829	24917	24296					22013,3
Gasflöde drift, m ³ /h	20688	23254	21936	23219	24380	25977	30225	29495	28459	27843					25547,7
Vattenhalt, kg/h	1096	1219	1153	1219	1285	1380	1642	1604	1548	1509					1366
Gasflöde torr, m ³ ntg/s	4,55	5,05	4,76	5,04	5,31	5,70	6,77	6,62	6,39	6,23					5,64275
Gasflöde våt, m ³ nvg/s	4,93	5,47	5,16	5,46	5,76	6,18	7,34	7,17	6,92	6,75					6,1148

Beräkningsbilaga Mätosäkerhet vid kontinuerlig mätning¹

Företag: Uddevalla Kraft

Datum: 2019-08-27

Objekt: CFB

		O ₂	CO ₂	CO	NO	SO ₂	O ₂	CO ₂	CO	NO
Instrument		Horiba PG250-1	Horiba PG250-1	Horiba PG250-1	Horiba PG250-1	Horiba PG250-1	Horiba PG350-4	Horiba PG350-4	Horiba PG350-4	Horiba PG350-4
Metod		Paramagnetisk	IR	IR	Kemiluminisc.	UV	Paramagnetisk	IR	IR	Kemiluminisc.
Enhet		vol%	vol%	ppmtg	ppmtg	ppmtg	vol%	vol%	ppmtg	ppmtg
Mätområde		25	20	1000	250	500	25	20	1000	250
Referensgas		8,98	15,00	200,3	88,5		8,98	15,00	200,3	88,5
Uppmätt värde		6,49	14,43	106,5	65,3		6,49	14,43	106,5	65,3
	Källa									
Detektionsgräns	referensgasjournal	0,20	0,10	1,80	0,20	0,80	0,20	0,10	1,80	0,20
Fältavvikelse										
vid nollpunkten	referensgasjournal	0,18			0,07		0,19	0,35	0,18	0,06
vid referenspunkten	referensgasjournal	0,07			1,06		0,02	0,36	3,80	3,90
<i>vid mätvärdet</i>	interpolerat	<i>0,10</i>			<i>0,80</i>		<i>0,07</i>	<i>0,36</i>	<i>2,10</i>	<i>2,89</i>
Laboratoriemätningar										
Interferens	leverantör	0,01	0,08	1,72	0,53		0,01	0,08	1,72	0,53
Linjäritet	intern kontroll	0,06	0,17	1,07	0,65		0,06	0,17	1,07	0,65
Mätplatsen										
Felplacerad sond	intern kontroll	0,13	0,29	2,13	1,31		0,13	0,29	2,13	1,31
Övrigt										
Fältförhållanden ²		0,04	0,12	1,70	0,98		0,04	0,12	1,70	0,98
Referensgasens osäkerhet	leverantör	0,08	0,17	1,28	0,78		0,08	0,17	1,28	0,78
Kombinerad osäkerhet, absolut ³		0,20			2,2		0,2	0,5	4,2	3,5
Utvidgad osäkerhet, absolut	+/-	0,39			4,3		0,4	1,1	8,4	7,0
Utvidgad osäkerhet, relativ	+/-	6%			7%		6%	7%	8%	11%

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

² Innehåller info om följande osäkerheter: påverkan för provgasflöde, omgivningstemperatur och nätspänningsvariationer.

³ 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 : Örnamark U, Utvärdering av mätosäkerhet i kemisk analys, 2:a reviderade utgåvan