

## Jämförande mätning Lillesjöverket 2017

### Uddevalla Kraft AB, Uddevalla

**2017-03-27**

Uppdragsnr:	412838		
Dokumentnr:	756817		
	Rapport upprättad av		Uppdragsledare
	Johan Sidenberg		Daniel Nilsson
Tel:	073-377 18 70		073-417 10 98
E-post:	johan.sidenberg@dge.se		daniel.nilsson@dge.se

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdat laboratorium i förväg skriftligt godkänt annat.

DGE Mark och Miljö  
Tel: +46 (0)771 48 00 48  
E-post: info@dge.se  
Hemsida: www.dge.se

Kalmar  
Norra Långgatan 1  
Box 258, 391 23 Kalmar  
Tel: +46 (0)480 47 71 15

Göteborg  
Gullbergs strandgata 9  
411 04 Göteborg  
Tel: +46 (0)31 18 30 15

Malmö  
Citadellsvägen 23  
211 18 Malmö  
Tel: +46 (0)40 685 89 90

## Sammanfattning

På uppdrag av Uddevalla Kraft AB, har DGE Mark och Miljö AB genomfört jämförande mätningar enligt NFS 2004:6 vid Lillesjöverket i Uddevalla. Mätningarna utfördes den 22-23 februari 2017. En sammanställning av erhållna standardavvikelse och systematiska skillnader framgår av följande tabell.

**Tabell. Sammanfattning – standardavvikelse och systematisk skillnad**

Avseende	Standardavvikelse (%)		Systematisk skillnad (%)		
	Beräknad	Krav	Beräknad	Krav	Föreligger
NO	1,0 mg/m <sup>3</sup> ntg	≤ ± 5 mg/m <sup>3</sup> ntg	2,9 mg/m <sup>3</sup> ntg	≤ ± 10 mg/m <sup>3</sup> ntg	Ja
O <sub>2</sub>	0,02 vol-%	≤ ± 0,25 vol-%	0,11 vol-%	≤ ± 0,5 vol-%	Ja
Flöde	0,4 %	≤ ± 5 %	12,4 %	≤ ± 15 %	Ja

### Gällande Krav enligt NFS 2004:6

För NO-medelvärden under 50 ppm får den systematiska skillnaden uppgå till högst 5 ppm (10,25 mg/m<sup>3</sup>ntg) och standardavvikelsen högst 2,5 ppm (5,125 mg/m<sup>3</sup>ntg). Den systematiska skillnaden för O<sub>2</sub> får vara som högst 0,5 vol-% och standardavvikelsen högst 0,25 vol-%.

Vid mätning av rökgasflöden enligt NFS 2004:6 får absolutbeloppet av en skillnad som är systematisk vara högst 15 % av det fasta mätsystemets medelvärde. Standardavvikelsen får vara högst 5 % av det fasta mätsystemets medelvärde.

Om kraven på standardavvikelse eller systematisk skillnad överskrider under den jämförande mätningen ska orsaken undersökas och nödvändiga åtgärder vidtagas.

**Standardavvikelse** Samtliga krav avseende standardavvikelse enligt NFS 2004:6 innehålls.

**Systematisk skillnad** Samtliga krav avseende systematisk skillnad enligt NFS 2004:6 innehålls.

**Andelen NO<sub>2</sub>** Andelen NO<sub>2</sub> av NO<sub>x</sub> bestämdes till 3,8 % vid aktuellt mättillfälle.

DGE Mark och Miljö

Göteborg

*Upprättad av*

*Uppdragsledare*

Johan Sidenberg

Daniel Nilsson

Denna rapport är digitalt signerad

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	4
2	Allmänna uppgifter .....	4
3	Anläggning.....	4
4	Provtagningsmetodik, bolaget.....	5
4.1	Instrumentering.....	5
4.2	Nollpunkts- och spanpunktskalibrering.....	5
4.3	Mätvärdesinsamling.....	5
5	Provtagningsmetodik, DGE Mark och Miljö AB .....	5
5.1	Instrumentering och kalibrergas .....	5
5.2	Rökgasflöde .....	6
5.3	Mätvärdesinsamling.....	6
5.4	Nollpunkts- och kalibrerpunktsdrift .....	6
6	Beräkningar.....	7
7	Mätresultat .....	7
7.1	Jämförande gashaltsmätning.....	7
7.2	Bestämning av NO <sub>2</sub> -andel.....	8
7.3	Jämförande mätning avseende rökgasflöde .....	8
7.4	Kontroll av temperatur.....	9

## Bilagor

1. Resultat NO
2. Resultat O<sub>2</sub>
3. Resultat flöde
4. Resultat traverseringar
5. Dygnsrapporter

## Versionsförteckning

Nr	Datum	Kommentar
1	2017-03-27	Originalrapport

## 1 Inledning

På uppdrag av Uddevalla Kraft AB, har DGE Mark och Miljö AB genomfört jämförande mätningar enligt NFS 2004:6 vid Lillesjöverket i Uddevalla. Mätningarna utfördes den 22–23 februari 2017.

## 2 Allmänna uppgifter

Tabell 1. Administrativa uppgifter.

Huvudman:	Uddevalla Kraft AB
Platsnamn:	Lillesjöverket
Postadress:	Strömberget, 451 81 Uddevalla
Telefonnummer:	0522-69 82 00
Miljösamordnare ansvarig för rapportering och kontakt med tillsynsmyndighet:	Wanja Duner
Kommun:	Uddevalla kommun
Län:	Västra Götalands län
Uppdragsledare DGE:	DGE Mark och Miljö Daniel Nilsson Tel: 0734-17 10 98

## 3 Anläggning

Information om Lillesjöverket:

<u>Typ</u>	Rostereldad ångpanna på 43 MW.
<u>Bränsle</u>	Hushållsavfall samt avfall från industriverksamhet (ej farligt avfall).
<u>Rökgasrening</u>	Elfilter (torrt), quench-skrubber, kombi-skrubber, elfilter (vått), SCR-reaktor och kondenserande skrubber.
<u>Mätposition</u>	Raksträckor uppfyller rekommendation enligt SS-EN 13284-1. Provuttag för gasmätning var placerat <1 m från bolagets provuttag. Positionen är placerad efter kondenseringskrubbern cirka 25 meter ovan mark inne i pannhuset. Kanalen är cirkulär med 3 st 2,5” varav 2 st är placerade med 90 graders förskjutning för traversering av flöde samt 1 st 1” provuttag och 1 st 3” provuttag. Mätplatsen är tillgänglig med hiss eller trappor. I anlutning till mätplatsen finns tillgång till vatten och elektricitet.
<u>Drift</u>	Driften var normal enligt bolagets driftspersonal. Aktuell pannlast var ca 42 MW tillförd effekt som medel under mätningarna.

## 4 Provtagningsmetodik, bolaget

### 4.1 Instrumentering

Bolagets instrument redovisas i nedanstående tabell. Bolaget mäter rökgasflödet. Bolagets instrument för gashaltsmätning är av typen extraktivt vått mätsystem. Detta innebär att provgas sugas via ett uppvärmt filter och uppvärmda slangar innan det påförs instrumentet.

Tabell 2. Bolagets instrumentering.

Avseende	Instrument	Mätområde	Fabrikat/Typ	Mätprincip
Lillesjöverket	NO	0-300 mg/m <sup>3</sup>	SICK MCS 100 E	IR
	O <sub>2</sub>	0-21 vol- %	SICK MCS 100 E	Kemisk cell
	Flöde	0-150 000 m <sup>3</sup> /h	FLAWSIC 100 UMD	Ultraljud

### 4.2 Nollpunkts- och spanpunktskalibrering

Bolagets instrument nollpunktskalibreras 1 gång per dygn med N<sub>2</sub>. Bolaget kontrollerar instrumentet med kalibrergaser 1 gång per månad och instrumentdrift utvärderas med cusum-diagram.

### 4.3 Mätvärdesinsamling

Alla mätvärden loggas i mätsystemet som minutmedelvärden. Bolaget använder sig av miljöredovisningssystemet Entric MRS. Ur denna databas beräknas sedan emissioner av NO<sub>x</sub>. Vår bedömning är att utrustningen för registrering och behandling av mätdata uppfyller gällande föreskrifter och krav. Ur bolagets datasystem har mätvärden tagits ut under korresponderande tider för jämförelse.

## 5 Provtagningsmetodik, DGE Mark och Miljö AB

De jämförande mätningarna har gjorts med ett extraktivt provtagningsystem med analys på torr gas.

### 5.1 Instrumentering och kalibrergas

Instrument och certifierade referensgaser som använts vid de jämförande mätningarna redovisas i nedanstående tabeller.

**Tabell 3. Instrument, DGE Mark och Miljö AB.**

Avseende	NO/NO <sub>2</sub> -instrument	O <sub>2</sub> -instrument	Rökgasflöde
DGE nr	INS005	INS006	S160/INS106
Fabrikat	Eco Physics	SICK	Metlab/Schiltknecht
Typ	CLD 700	SIDOR	S-pitotrör/ManoAir
Mätområde	0-1000 ppm	0-25 vol-%	3-35 m/s / 0-2000 Pa
Mätosäkerhet	8 % av mätvärde	5 % av mätvärde	10 % av mätvärde
Mätprincip	Kemiluminiscens	Paramagnetism	Dynamiskt tryck
Standard	SS-EN 14792	SS-EN 14789	SS-ISO 10780

**Tabell 4. Kalibrergaser, DGE Mark och Miljö AB.**

Parameter	Kalibrergas, halt	Hållbarhet
NO <sub>x</sub> , ppm	89,4	2018-01-30
NO, ppm	79,2	2018-01-30
O <sub>2</sub> , vol-%	9,00	2017-12-03

Kvävgas har använts för nollkalibrering.

## 5.2 Rökgasflöde

Bestämning av rökgasflöde har utförts kontinuerligt med mikromanometer och pitotrör enligt SS-ISO 10 780. Resultatet av traverseringar med pitotrör redovisas i bilaga 4.

Fukthalten har hämtats ur det automatiska mätsystemet.

## 5.3 Mätvärdesinsamling

Av erhållna mätresultat har timmedelvärden skapats som sedan jämförts med bolagets värden för korresponderande tider. Mätvärden registreras varje sekund och lagras som minutmedelvärden.

## 5.4 Nollpunkts- och kalibrerpunktsdrift

DGEs instrument innehöll gällande krav avseende nollpunktsdrift,  $\leq \pm 2 \%$ , och kalibrerpunktsdrift,  $\leq \pm 4 \%$ , vid mättillfället. Vid utvärdering korrigeras rutinmässigt nollpunkts- och kalibrerpunktsdrift varvid det förutsätts att avdriften varit linjär över tiden.

**Tabell 5. Nollpunktsdrift.**

Parameter	Enhet	Halt på certifierad gas	Nollpunktsdrift i % av mätområdet
NO	ppm	0 (kvävgas)	0,0
O <sub>2</sub>	vol-%	0 (kvävgas)	0,0

**Tabell 6. Spannpunktsdrift.**

Parameter	Enhet	Halt på certifierad gas	Spannpunktsdrift i % av mätområdet
NO	ppm	79,4	1,6
O <sub>2</sub>	vol-%	9,00	0,1

## 6 Beräkningar

Mätosäkerheten har beräknats enligt ”European cooperation for Accreditation of Laboratories” dokument EAL-R2 med supplement S1 och S2. Ett 95 %-igt konfidensintervall har använts för beräkning av mätosäkerheten. Standardavvikelse, systematisk skillnad samt nedre detektionsgräns har beräknats enligt NFS 2004:6 och Handbok 2004:3.

## 7 Mätresultat

Mätningarna genomfördes den 22-23 februari 2017 mellan kl.20:00-06:00.

### 7.1 Jämförande gashaltsmätning

Enligt NFS 2004:6 skall den systematiska skillnaden (medelavvikelsen) för NO vara  $\leq 10\%$ , och standardavvikelsen  $\leq 5\%$  av det fasta analysinstrumentets medelvärde. För NO-medelvärden under 50 ppm får den systematiska skillnaden uppgå till högst 5 ppm (10,25 mg/m<sup>3</sup>ntg) och standardavvikelsen högst 2,5 ppm (5,125 mg/m<sup>3</sup>ntg). Den systematiska skillnaden för O<sub>2</sub> får vara som högst 0,5 vol-% och standardavvikelsen högst 0,25 vol-%.

Resultaten från den jämförande gashaltsmätningen redovisas i nedanstående tabell. Primärvärden från mätningarna redovisas i bilaga 1-2.



**Tabell 7. Sammanfattning av resultat vid jämförande gashaltsmätning.**

Avseende	O <sub>2</sub> , vol-%	NO, mg/m <sup>3</sup> ntg
Kontrollinstrumentets medelvärde (DGE)	7,1	15,2
Fasta mätinstrumentets medelvärde (bolaget)	7,2	12,3
Medelavvikelse, $ \bar{z} $	0,11	2,9
Standardavvikelse, s	0,02	1,0
Antal värdepar, n	10	10
$t * s / \sqrt{n}$	0,01	0,70
Systematisk skillnad, $ \bar{z}  \geq t * s / \sqrt{n}$	Ja	Ja
Medelavvikelse i mg/m <sup>3</sup> ntg - Fasta mätinstrumentets medelvärde är <50 ppm	-	2,9
Överskrider 10,25 mg/m <sup>3</sup> ntg, åtgärd skall vidtas	-	Nej
Medelavvikelse i vol-%	0,11	-
Överskrider 0,5 vol-%, åtgärd skall vidtas	Nej	-
Standardavvikelse i mg/m <sup>3</sup> ntg - Fasta mätinstrumentets medelvärde är <50 ppm	-	1,0
Överskrider 5,125 mg/m <sup>3</sup> ntg åtgärd skall vidtas	-	Nej
Standardavvikelse i vol-%	0,02	-
Överskrider 0,25 vol-%, åtgärd skall vidtas	Nej	-

Den jämförande gashaltsmätningen visar att det fast installerade gasanalyssystemet innehåller fastställda krav enligt NFS 2004:6.

## 7.2 Bestämning av NO<sub>2</sub>-andel

Enligt NFS 2004:6 skall andelen och halten av NO<sub>2</sub> kontrolleras. Om halten NO<sub>2</sub> är större än 5 % av halten NO<sub>x</sub> och större än 5 ppm, skall bolagets fasta mätsystem vara utrustat för mätning av både NO och NO<sub>2</sub>. Resultat redovisas i nedanstående tabell.

**Tabell 8. Medelvärde av uppmätta NO<sub>x</sub>- och NO<sub>2</sub>-halter under mätningen.**

NO <sub>x</sub> , mg/m <sup>3</sup> ntg	NO <sub>2</sub> , mg/m <sup>3</sup> ntg	Andel NO <sub>2</sub> av NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> -mätning behövs
15,2	0,6	3,8 %	Nej

Enligt kontroll vid det aktuella mättillfället behöver bolaget ej mäta NO<sub>2</sub> separat.

## 7.3 Jämförande mätning avseende rökgasflöde

Den systematiska skillnaden (medelavvikelsen) för rökgasflödet vid mätning skall vara ≤ 15 %, och standardavvikelsen ≤ 5 % av det fasta systemets medelvärde för att uppfylla kraven enligt NFS 2004:6.

Resultaten från den jämförande rökgasflödesmätningen redovisas i nedanstående tabell.  
Primärvärden från mätningarna redovisas i bilaga 3-4.

**Tabell 9. Resultat vid jämförande rökgasflödesmätning.**

Avseende	Rökgasflöde, m <sup>3</sup> nvg/h
Kontrollinstrumentets medelvärde (DGE)	74 809
Fasta mätsystemets medelvärde (bolaget)	66 554
Medelavvikelse, $\left  \bar{z} \right $	8 255
Standardavvikelse, s	278
Antal värdepar, n	10
$t * s / \sqrt{n}$	196
Systematisk skillnad, $\left  \bar{z} \right  \geq t * s / \sqrt{n}$	Ja
Medelavvikelse i % av fast mätsystems medelvärde	12,4
Överskrider 15 %, åtgärd skall vidtas	Nej
Standardavvikelse i % av fasta mätsystemets medelvärde	0,4
Överskrider 5 %, åtgärd skall vidtas	Nej

Anm - Enheten för rökgasflöde är m<sup>3</sup>/h våt gas vid 101.3 kPa och 0°C (m<sup>3</sup>nvg/h).

Den jämförande rökgasflödesberäkningen visar att det fast installerade systemets rökgasflödesbestämning innehåller gällande krav avseende standardavvikelse och systematisk skillnad enligt NFS 2004:6.

## 7.4 Kontroll av temperatur

Jämförelse mellan bolagets och DGEs uppmätta temperatur visar att temperaturmätningen innehar en avvikelse <10°C som är kravet enligt NFS2004:6.

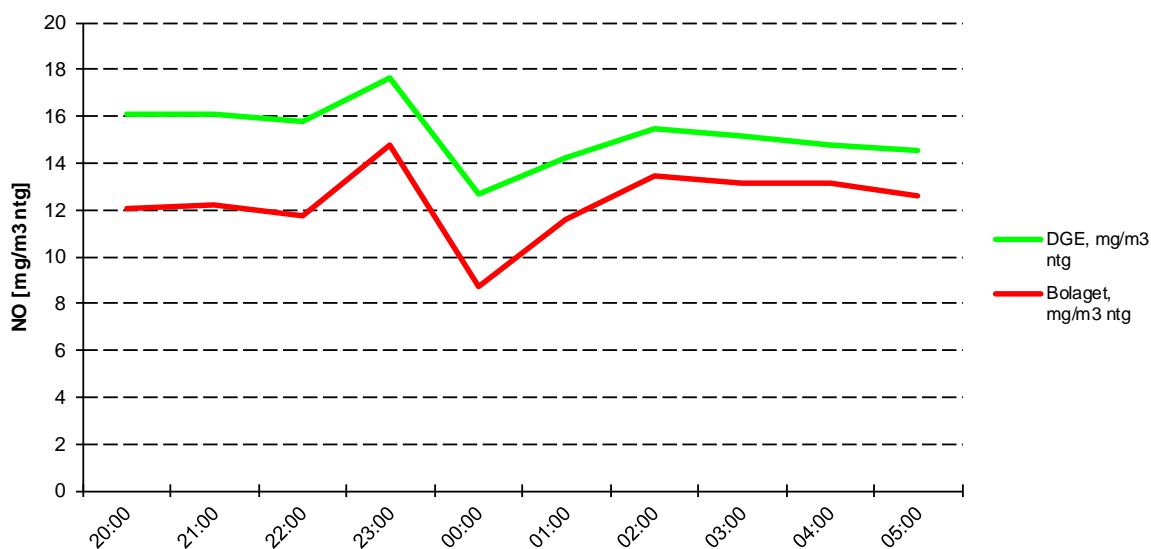
-----

## Bilaga 1

Kund Uddevalla Kraft AB  
 Plats Lillesjöverket  
 Avseende NO [mg/m<sup>3</sup> normal torr gas]  
 Datum 2017-02-22--23

Tid	Bolaget, mg/m <sup>3</sup> ntg	DGE, mg/m <sup>3</sup> ntg	zi	NO <sub>2</sub> mg/m <sup>3</sup> ntg
20:00	12,1	16,1	-4,0	0,6
21:00	12,2	16,1	-3,9	0,7
22:00	11,8	15,8	-4,0	0,7
23:00	14,8	17,6	-2,8	0,7
00:00	8,8	12,7	-3,9	0,6
01:00	11,6	14,3	-2,6	0,6
02:00	13,4	15,4	-2,0	0,5
03:00	13,1	15,2	-2,0	0,5
04:00	13,1	14,7	-1,6	0,5
05:00	12,6	14,5	-1,9	0,4
<b>Medel</b>	<b>12,3</b>	<b>15,2</b>	<b>-2,9</b>	<b>0,6</b>

STDAV 1,0 mg/m<sup>3</sup> tg 8,0 % av bolagets medelvärde  
 t-värde 2,23  
 abs z medel 2,9 mg/m<sup>3</sup> tg  
 $t_{sx}/\sqrt{n}$  0,70  
 Systematisk skillnad Ja 23,4 % av bolagets medelvärde  
 NO<sub>2</sub> andel av NO<sub>x</sub> (DGE) 3,8%

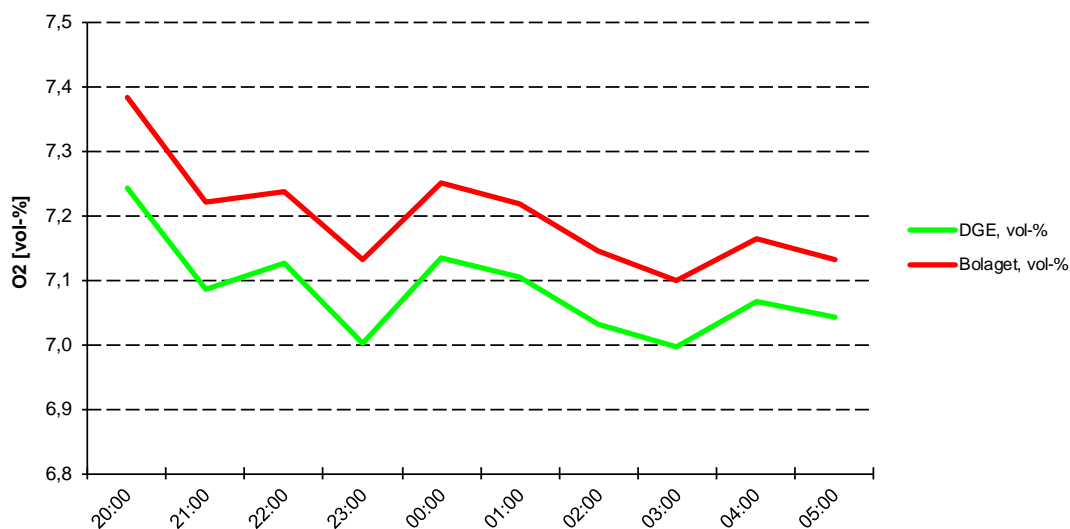


## Bilaga 2

Kund Uddevalla Kraft AB  
Plats Lillesjöverket  
Avseende O2 [vol-% torr gas]  
Datum 2017-02-22--23

Tid	Bolaget, vol-%	DGE, vol-%	zi
20:00	7,4	7,2	0,1
21:00	7,2	7,1	0,1
22:00	7,2	7,1	0,1
23:00	7,1	7,0	0,1
00:00	7,3	7,1	0,1
01:00	7,2	7,1	0,1
02:00	7,1	7,0	0,1
03:00	7,1	7,0	0,1
04:00	7,2	7,1	0,1
05:00	7,1	7,0	0,1
<b>Medel</b>	<b>7,2</b>	<b>7,1</b>	<b>0,1</b>

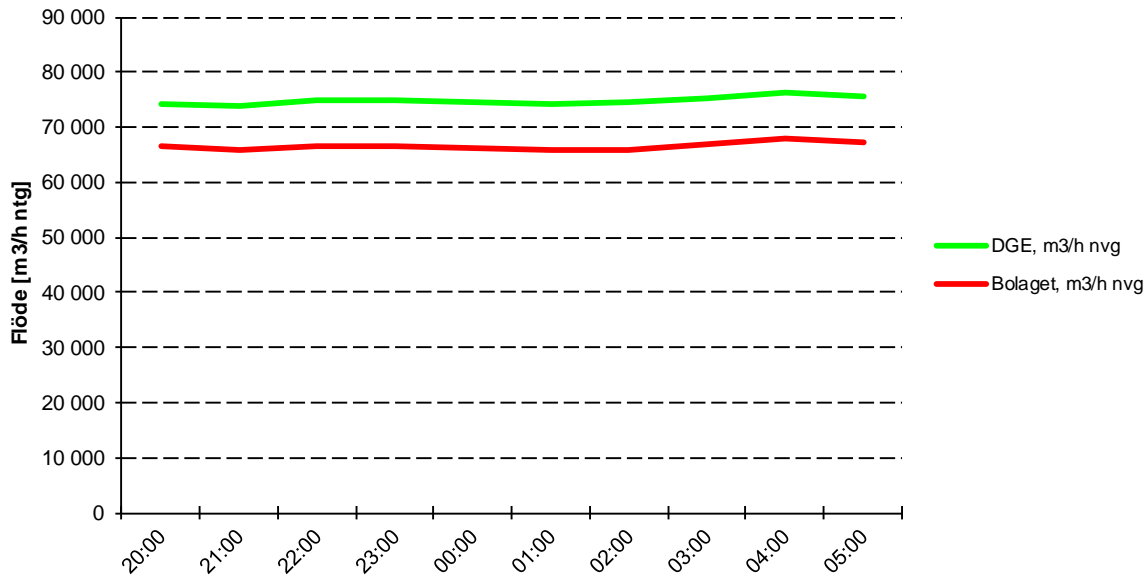
STDAV 0,02 vol-% 0,22 % av bolagets medelvärde  
t-värde 2,23  
abs z medel 0,11 vol-%  
 $t \times s \times \sqrt{n}$  0,01  
Systematisk skillnad Ja 1,6 % av bolagets medelvärde



### Bilaga 3

Kund	Uddevalla Kraft AB		
Plats	Lillesjöverket		
Avseende	Gasflöde [m <sup>3</sup> /h N våt gas]		
Datum	2017-02-22--23		
Tid	Bolaget, m <sup>3</sup> /h nvg	DGE, m <sup>3</sup> /h nvg	zi
20:00	66 609	74 286	-7 677
21:00	65 976	73 953	-7 977
22:00	66 699	74 777	-8 078
23:00	66 665	74 824	-8 159
00:00	66 166	74 515	-8 349
01:00	65 804	74 279	-8 475
02:00	65 977	74 429	-8 452
03:00	66 731	75 078	-8 347
04:00	67 816	76 362	-8 546
05:00	67 091	75 585	-8 493
<b>Medel</b>	<b>66 554</b>	<b>74 809</b>	<b>-8 255</b>

STDAV	278 m <sup>3</sup> /h ntg	0,4 % av bolagets medelvärde
t-värde	2,23	
abs z medel	8255 m <sup>3</sup> /h ntg	
$t_{sx}/\sqrt{n}$	196,38	
Systematisk skillnad	Ja	12,4 % av bolagets medelvärde



## Bilaga 4

### Lillesjö

Atmosfärstryck	96,9 kPa
Kanaltryck	0,3 kPa
Kanaldimension	1,45 m
Kanalarea	1,651 m <sup>2</sup>

Datum kl-kl	Temperature °C	O2 vol-%	CO2 vol-%	H2O vol-%	Dens torr kg/m <sup>3</sup>	Dens våt kg/m <sup>3</sup>	Dens drift kg/m <sup>3</sup>	Pdyn Pa*	Hastighet m/s	Flöde m <sup>3</sup> /h (drift)	Flöde m <sup>3</sup> /h nvg	Flöde m <sup>3</sup> /h ntg
2017-02-22 20:00	40,8	7,2	11,6	8,5	1,352	1,305	1,089	198	15,1	89 551	74 286	67 972
2017-02-22 21:00	41,0	7,1	11,7	8,6	1,352	1,305	1,089	196	15,0	89 185	73 953	67 593
2017-02-22 22:00	41,9	7,1	11,7	9,0	1,352	1,303	1,083	200	15,2	90 446	74 777	68 047
2017-02-22 23:00	42,2	7,0	11,7	9,2	1,352	1,302	1,081	201	15,2	90 593	74 824	67 940
2017-02-23 00:00	43,6	7,1	11,6	9,8	1,351	1,298	1,073	199	15,2	90 628	74 515	67 212
2017-02-23 01:00	44,5	7,1	11,5	10,2	1,351	1,295	1,068	198	15,2	90 581	74 279	66 703
2017-02-23 02:00	44,4	7,0	11,7	10,2	1,352	1,296	1,069	199	15,3	90 749	74 429	66 837
2017-02-23 03:00	44,8	7,0	11,7	10,4	1,352	1,295	1,067	203	15,4	91 660	75 078	67 270
2017-02-23 04:00	45,3	7,1	11,7	10,6	1,352	1,294	1,064	210	15,7	93 353	76 362	68 268
2017-02-23 05:00	45,4	7,0	11,7	10,7	1,352	1,293	1,063	206	15,6	92 448	75 585	67 497

\*Pa-värde ej justerat för pitotrörsfaktor.

### Traverseringar

Datum klockan Mätpunkt	2017-02-22 15:40		2017-02-22 15:50		2017-02-22 16:00		2017-02-23 13:10		2017-02-23 13:20		Linje 1	Linje 2
	Linje 1	Linje 2	Linje 1	Linje 2	Linje 1	Linje 2	Linje 1	Linje 2	Linje 1	Linje 2		
1	197	165	213	167	210	159	205	164	189	164		
2	252	186	247	158	244	169	236	176	238	174		
3	240	181	243	173	238	174	232	169	213	168		
4	208	177	209	176	200	153	202	164	193	160		
5	173	175	170	181	151	165	154	176	219	189		
6	172	184	167	198	165	189	172	185	161	201		
7	168	197	160	183	171	207	155	232	161	218		
8	156	174	169	174	187	186	152	231	148	228		
9												
10												
Faktor, S-rör 160	0,675		0,675		0,675		0,675		0,675			
Medel	188		187		186		188		189			
Ref.punkt	208		209		200		202		193			
Faktor	0,903		0,894		0,928		0,930		0,980			

Medel Faktor 0,927

## Bilaga 5 - Dygnrapporter





