



Provningsjämförelse 2020

Rökgasmätningar vid Gärstadverket

Referenslaboratoriet för tätortsluft – mätningar

Provningsjämförelse 2020

Rökgasmätningar vid Gärstadverket

Ref-m rapport: 2021:1

Rapport framtagen av:

Referenslaboratoriet för tätortsluft -mätningar
Institutionen för miljövetenskap, Stockholms Universitet

Rapport skriven av:

Alexander Håkansson, Stockholms Universitet, i samarbete med Kristoffer Molarin,
Naturvårdsverket

2021-02-01

Version: 1,0

Innehåll

| | |
|--|----|
| Innehåll | 3 |
| Sammanfattning | 4 |
| Förord | 4 |
| Bakgrund | 5 |
| Förutsättningar | 6 |
| Deltagande laboratorier | 7 |
| Genomförande | 8 |
| Krav enligt Naturvårdsverket | 9 |
| Ytterligare utvärdering | 11 |
| Resultat och diskussion | 12 |
| Jämförande mätning av O ₂ | 12 |
| Jämförande mätning av NO _x | 12 |
| Jämförande mätning av rökgasflöde | 13 |
| Jämförande beräkning av rökgasflöde | 13 |
| Jämförande mätning av rökgastemperatur | 13 |
| Tabell- och figurbilaga | 14 |
| Mätning O ₂ | 14 |
| Mätning NO _x | 17 |
| Mätning rökgasflöde | 21 |
| Beräkning rökgasflöde | 24 |
| Mätning rökgastemperatur | 26 |
| Mätning fukthalt i rökgas | 29 |
| Samtliga mätvärden, O ₂ | 31 |
| Samtliga mätvärden, NO _x | 32 |
| Samtliga mätvärden, rökgasflöde | 33 |
| Samtliga värden, rökgasflöde beräknat | 34 |
| Samtliga mätvärden, rökgastemperatur | 35 |

Sammanfattning

Naturvårdsverket arrangerade i maj 2020 en provningsjämförelse vid Gärstadverket i Linköping. Sammantaget skulle en jämförande mätning enligt NFS 2016:13 genomföras. I provningsjämförelsen deltog 10 laboratorier vars uppgift var att mäta rökgasflödet, kväveoxidhalten och syrehalten i rökgaskanalen. Dessutom skulle rökgastemperaturen och fukthalten i rökgaserna mätas samt en beräkning av rökgasflödet utföras. Resultaten presenterade laboratorierna i en rapport som motsvarar en jämförande mätningsrapport enligt kväveoxidavgiftens regler.

Huvudsyftet med provningsjämförelsen var att jämföra standardavvikelsen och den systematiska skillnaden mellan anläggningens och laboratoriernas mätvärde och om Naturvårdsverkets krav uppfylldes. Dessutom var syftet att utvärdera deltagande laboratoriers resultat samt spridningen mellan laboratorierna.

För mätningar av syre (O_2), rökgasflöde och rökgastemperatur samt beräkning av rökgasflöde uppfyllde samtliga deltagande laboratorier med ett resultat inom Naturvårdsverkets krav. För mätningar av kväveoxider (NO_x) däremot klarade samtliga laboratorier utom ett kraven på standardavvikelse och samtliga utom tre kraven på systematisk skillnad.

Förord

Institutionen för miljövetenskap vid Stockholms Universitet fungerar på uppdrag av Naturvårdsverket som nationellt Referenslaboratorium för mätningar av luftkvalitet i utomhusluft.

Referenslaboratoriets huvudverksamhet handlar om mätningar i utomhusluft men har i detta fall även fått i uppdrag att utvärdera den av Naturvårdsverket organiserade provningsjämförelse av rökgasmätningar som genomfördes vid Tekniska Verken i Linköpings anläggning Gärstadverket under maj 2020.

I provningsjämförelsen deltog 10 laboratorier.

I rapporten redovisas hur provningsjämförelsen gick till, hur den utvärderats och vilket mätresultat som erhöles.

Bakgrund

1991 trädde Naturvårdsverkets föreskrifter SNFS 1991:5 och 1991:4 (NO_x-avgifter; miljökontroll av NO_x och SO_x) i kraft och därmed infördes krav på obligatorisk årlig kontroll av alla berörda förbränningsanläggningars mätsystem av "sakkunnig och oberoende besiktningsman". I de efterföljande utgåvorna (senaste är NFS 2016:13 som trädde ikraft 1 juli 2017) har termen "sakkunnig och oberoende besiktningsman" bytts ut mot "ackrediterat laboratorium". Krav på ackreditering började gälla 1 januari 1993.

SWEDAC (Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll) ackrediterade de första luftlaboratorierna under hösten 1992. I dagsläget (maj 2020) är 8 laboratorier i Sverige ackrediterade (enligt SS-EN ISO/IEC 17025) för att utföra mätningar som fordrar ackreditering enligt Naturvårdsverkets föreskrifter NFS 2016:13. Enligt NFS 2016:13 får dessutom den årliga kontrollen utföras av ett laboratorium från någon annan medlemsstat inom Europeiska Unionen, Turkiet eller Europeiska ekonomiska samarbetsområdet om laboratoriet på annat sätt erbjuder motsvarande garantier i fråga om teknisk och yrkesmässig kompetens samt garantier om oberoende.

I en ackreditering ingår att regelbundet delta i de provningsjämförelser som faller inom verksamhetsområdet. En första provningsjämförelse för luftlaboratorier genomfördes hösten 1992 - våren 1993 av Luftlaboratoriet vid ITM, Stockholms universitet på uppdrag av Naturvårdsverket. Sedan dess har ett stort antal provningsjämförelser genomförts på uppdrag av SWEDAC och/eller Naturvårdsverket. Den senaste provningsjämförelsen av rökgasmätningar utfördes 2007.

Provningsjämförelsen som presenteras i denna rapport genomfördes under maj 2020 och organiserades av Naturvårdsverket i samarbete med Gärtstadverket. Referenslaboratoriet vid Stockholms universitet har utvärderat resultaten och sammanställt denna rapport på uppdrag av Naturvårdsverket. Huvudsaklig målgrupp för provningsjämförelsen var de luftlaboratorier som är ackrediterade att utföra mätningar enligt NFS 2016:13. Andra laboratorier, både ackrediterade och icke ackrediterade för mätning med kontinuerliga mätinstrument, inbjöds också att delta i hela eller delar av provningsjämförelsen.

Syftet med provningsjämförelsen var att utvärdera deltagande laboratoriers resultat samt spridningen mellan laboratoriernas resultat.

Förutsättningar

Laboratorierna skulle genomföra mätningar och beräkningar utifrån kraven i NFS 2016:13. Provningsjämförelsen ägde rum mellan 4 och 20 maj 2020. Varje laboratorium fick nästan ett dygn till sitt förfogande (från eftermiddagen till förmiddagen dagen efter). Därmed var inga laboratorier samtidigt på plats och utförde mätningar. Då laboratorierna utförde mätningar vid olika tidpunkter är det inte säkert att resultaten i provningsjämförelsen är helt jämförbara.

Mätningarna gjordes i en cirkulär rökgaskanal efter panna 5 (KV62), vilken eldas med avfall. Pannan är en ångpanna av typen rörlig snedrost med en panneffekt på 84 MW. Det fanns tillräckligt med mätuttag i kanalen för att kunna utföra korrekta pitotrörs- och gashaltsmätningar enligt relevanta standarder. Rökgaskanalens diameter är cirka 2,4 m. Före mätuttagen, och därigenom mätplanet, finns fri raksträcka på omkring 14 m, medan efter mätplanet finns fri raksträcka på cirka 6 m.

Under mätningarna försökte anläggningen köra pannan på en jämn last.

Anläggningens uppmätta gashalter (NO_x och O_2 där NO_x är NO omräknat till NO_2), rökgasflöde och rökgastemperatur användes som referens. Den fasta mätutrustning var:

NO_x : SICK, MCS-100 FT, FTIR, extraktiv provtagning, mätning på torr gas.

O_2 : SICK, MCS-100 FT, zirkoniumoxid, extraktiv provtagning, mätning på torr gas.

Rökgasflöde: SICK, ultraljud, mätning i vått tillstånd (instrumentet var kalibrerat mot en jämförande mätning utförd av IndMeas).

Rökgastemperatur: PT100.

Dessutom skulle laboratorierna utföra en beräkning av rökgasflöde. Dessa resultat har jämförts med mätdata från QAL 2 korrigerat rökgasflöde från anläggningen.

Deltagande laboratorier

Antalet deltagande laboratorier var 10. Nedan är laboratorierna listade i bokstavsordning. Vid rapporteringen av insända mätdata har varje laboratorium tilldelats ett slumpmässigt nummer för vardera del av provningsjämförelsen. På så sätt har identiteten på deltagarna hanterats konfidentiellt och endast varit känd av de som organiserar övningen. Detta är viktigt då jämförelsen och rapporten syftar till att få fram ett mått på spridningen mellan laboratorierna och inte att peka ut laboratorier som av olika skäl får avvikande resultat. För ackrediterade laboratorier gäller att de är skyldiga att vid den årliga tillsynen från SWEDAC redovisa resultatet från provningsjämförelser samt ange om resultatet medförde behov av några korrigerande åtgärder.

Deltagande laboratorier i bokstavsordning:

Ackrediterad Miljöprovning i Västerås AB

Cementa AB - Research

DGE Mark och Miljö AB

ENA Miljökonsult AB

FORCE Technology Environment AB

Ilema Miljöanalys AB

Metlab Miljö AB

Miljöassistans Norden AB

Miljömätarna i Linköping AB

Oy IndMeas AB

Genomförande

Vid jämförande mätning enligt NFS 2016:13 ska hela mätsystemet för kväveoxider (NO , NO_2 , NO_x) samt övriga gashalter (O_2 och/eller CO_2) som används för beräkning av rökgasflödet kontrolleras med hjälp av en parallellmätning. Rökgasflödet kan även i vissa fall (efter kontroll att mätning inte är praktiskt genomförbart eller inte ger representativa mätvärden) kontrolleras med hjälp av beräkning. Varje utvärdering ska bestå av minst tio mätvärdespar där mättiden mellan mätutrustningarna varit detsamma för respektive par. Mättiden för dessa mätvärdespar skulle vara minst en timme förutom vid mätningar med pulshastighetsmetod där tiden kunde vara kortare. För att på bästa sätt simulera detta i provningsjämförelsen skulle varje deltagande laboratorium redovisa följande.

Mätning av kväveoxider, NO_x

Laboratorierna skulle genom mätning bestämma halten kväveoxider (NO_x) i rökgasen och rapportera detta som minst 10 mätvärdespar med den fasta anläggningen.

Mätning av syrehalt, O_2

Laboratorierna skulle genom mätning bestämma halten syre (O_2) i rökgasen och rapportera detta som minst 10 mätvärdespar med den fasta anläggningen.

Rökgasflöde (mätning)

Laboratorierna skulle genom mätning bestämma rökgasflödet och rapportera detta som minst 10 mätvärdespar med den fasta anläggningen.

Rökgasflöde (beräkning)

Laboratorierna skulle genom beräkning bestämma rökgasflödet. I rapporten skulle minst 10 mätvärdespar med den fasta anläggningens QAL 2 korrigerat rökgasflöden återges. Laboratorierna har genomfört beräkningarna utifrån uppgifter från anläggningen, inklusive elementaranalys på bränslet (avfall), värmevärde, uppmätta ångeffekten och rökgastemperatur före kondensering.

Rökgastemperatur

Laboratorierna skulle genom mätningen bestämma rökgastemperaturen och rapportera detta som minst 10 mätvärdespar med den fasta anläggningen.

Efter att de deltagande laboratorierna utfört sina mätningar på anläggningen fick de lämna en kopia av sina preliminära resultat till Naturvårdsverket innan de fick tillgång till mätvärdena från anläggningen. Med tillgång till dessa värden kunde sedan en provningsrapport färdigställas.

Förutom ovanstående parametrar redovisade laboratorierna även NO_2 -andel av NO_x samt rökgasens fukthalt. Det finns inget krav kopplade till dessa parametrar varvid dessa bara redovisas som information i Tabell-och figurbilaga utan djupare analys.

Krav enligt Naturvårdsverket

Systematiska skillnaden och standardavvikelse

Provningsjämförelsens syfte var att så långt som möjligt efterlikna en jämförande mätning enligt NFS 2016:13. Det som skulle fastställas var systematisk skillnad och standardavvikelse mellan anläggningens fasta mätsystem och deltagande laboratoriums kontrollmätsystem. Motsvarande även för beräkningar.

Vid utvärdering av resultatet bestäms först skillnaden mellan mätvärdesparen enligt följande:

$$Z_i = X_i - Y_i$$

där: z_i = skillnaden mellan de två värden som bildar mätvärdesparet,
 x_i = halt av aktuell mätkomponent bestämd med det fasta mätsystemet,
 y_i = halt av aktuell mätkomponent bestämd med kontrollmätsystemet

Medelvärdet för serien av mätvärdesparskillnader fås därefter genom formeln:

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

där: Z = medelvärdet för respektive mätserie eller parameter,
 n = antalet mätvärdespar

Standardavvikelsen beräknas enligt följande:

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

där: s = standardavvikelsen för respektive mätserie eller parameter

Den systematiska skillnaden mellan mätresultaten bestäms som medelvärdet av skillnaden för medelvärdesparen.

Kraven på systematisk skillnad och standardavvikelse finns i NFS 2016:13 och kan ses i tabell 1 och 2. Utvärderingen av provningsjämförelsen följde samma krav.

Tabell 1. Krav enligt NFS 2016:13 vid jämförande mätning.

| Parameter | Systematisk skillnad | Standardavvikelse | Enhet |
|------------------------------------|----------------------|-------------------|--|
| NO och NO _x | 10 | 5,0 | % av det fasta mätsystemets medelvärde |
| NO och NO _x | 5,0* | 2,5* | ppm |
| O ₂ och CO ₂ | 0,50 | 0,25 | volymprocent |
| Rökgasflöde (mätning) | 15 | 5,0 | % av det fasta mätsystemets medelvärde |
| Temperatur | 10 | - | °C |

* Om det fasta mätsystemets medelvärde är mindre än 50 ppm.

När rökgasflödet kontrolleras genom beräkning enligt NFS 2016:13 gäller värdena i tabell 2.

Tabell 2. Krav enligt NFS 2016:13 vid jämförande mätning.

| Anläggningens sätt att bestämma rökgasflödet | Systematisk skillnad i % av det fasta mätsystemets medelvärde | Standardavvikelse i % av det fasta mätsystemets medelvärde | Beräkningsmetod |
|--|---|--|-----------------|
| Beräkning | 5,0 | 2,5 | Beräkning A |
| Beräkning | 3,0 | 1,5 | Beräkning B |
| Mätning | 10 | 5,0 | Beräkning A |

Samtliga deltagande laboratoriers mätningar och beräkningar utvärderades enligt detta sätt.

Ytterligare utvärdering

E_n-score

Utöver kraven i NFS 2016:13 har även ett E_n-score beräknats för mätningarna av O₂, NO_x, rökgasflöde och rökgastemperatur. E_n-score ger ett mått på hur nära ett rapporterat laboratorieresultat överensstämmer med anläggningens referensvärde med hänsyn tagen till mätosäkerheter i både resultatet och referensvärdet. Beräkningen görs således på enskilda mätvärden och inte på medelvärden. E_n-score är därför ett objektiva mått på huruvida ett enskilt mätresultat överensstämmer med referensvärdet för respektive mätvärdespar.

E_n-score beräknas enligt följande:

$$E_n = \frac{y_i - x_i}{\sqrt{u_{y_1}^2 + u_{x_1}^2}}$$

där: E_n = Beräknat E_n-score

y_i = halt av aktuell mätkomponent bestämd med kontrollmätsystemet,

x_i = halt av aktuell mätkomponent bestämd med det fasta mätsystemet,

u_{y_1} = expanderad mätosäkerhet för kontrollmätsystemet

u_{x_1} = expanderad mätosäkerhet för det fasta mätsystemet

Resultatet är tillfredställande om $|E_n| < 1$. Om $|E_n| \geq 1$ indikerar detta antingen att mätosäkerheten är underskattad eller ett felaktigt mätresultat.

För utvärderingen har laboratoriernas rapporterade mätosäkerhet använts tillsammans med mätosäkerheten som angetts för anläggningen vid Gärstadverket som i jämförelsen fungerat som referens.

Resultat och diskussion

Anläggningen försökte köra pannan vid en jämn last under perioden för provningsjämförelsen, vilket vanligen även uppnåddes. Det ska däremot uppmärksammas att då mätningarna har skett på olika dagar och/eller vid olika tidpunkter på dagen är värdena från laboratorierna inte helt inbördes jämförbara. Detta gäller särskilt för rökgasflödena som är starkt relaterade till pannans producerade effekt.

Jämförande mätning av O₂

I Tabell- och figurbilagan redovisas samtliga resultat från den jämförande mätningen av O₂. Nio laboratorier rapporterade mätvärden och samtliga hade en standardavvikelse och systematisk skillnad inom Naturvårdsverkets krav. Nästan alla laboratoriernas resultat för systematisk skillnad är lägre än anläggningens resultat, och till stor del är skillnaden i samma storleksordning, vilket kan vara en indikation på att anläggningens mätinstrument behöver åtgärdas.

Beräkning av E_n-score visar att alla laboratorier låg inom $\pm 1,0$. Detta innebär att skillnaden mellan referens och kontrollmätningarna var på en acceptabel nivå i förhållande till mätosäkerheten i respektive värde.

Jämförande mätning av NO_x

I Tabell- och figurbilagan redovisas samtliga resultat från den jämförande mätningen av NO_x. Av de nio laboratorier som rapporterade resultat hade samtliga utom ett, laboratorium 3, en standardavvikelse inom Naturvårdsverkets krav. För systematisk skillnad däremot hade tre laboratorier, laboratorium 1, 2 och 8, resultat utanför Naturvårdsverkets krav. Notera dock att då anläggnings medelvärde för vissa laboratorier låg över 50 ppm och för andra under så utvärderades olika laboratorier mot olika kravgränser.

Medelvärdet för den systematiska skillnaden för alla laboratorierna var 9 % samt 4,9 ppm, vilket är mycket nära Naturvårdsverkets krav på 10 % respektive 5 ppm. Dessutom var alla laboratoriernas resultat för systematisk skillnad lägre än anläggningens resultat, och till stor del är skillnaden i samma storleksordning. Det kan innebära att anläggningens mätinstrument behöver åtgärdas.

Beräkning av E_n-score visar att endast ett laboratorium, laboratorium 5, hade samtliga mätvärden inom $\pm 1,0$. Detta innebär att övriga laboratorier rapporterat minst ett resultat som var för långt ifrån referensanläggningen i förhållande till värdenas mätosäkerhet. Detta kan uppstå antingen då mätosäkerheten är underskattat eller till följd av ett felaktigt mätresultat.

Jämförande mätning av rökgasflöde

I Tabell- och figurbilagan redovisas samtliga resultat från den jämförande mätningen av rökgasflöde. Av nio laboratorier som rapporterade mätvärden hade samtliga en standardavvikelse och systematisk skillnad inom Naturvårdsverkets krav.

För den systematiska skillnaden hade en majoritet av laboratorierna ett medelvärde som var lägre än anläggningens medelvärde. Dessutom var till största del skillnaden mellan laboratoriernas och anläggningens medelvärde stora (endast tre av nio laboratorier hade en skillnad som var 4 % eller lägre).

Beräkning av E_n -score visar att endast tre laboratorier, laboratorium 5, 6 och 9, hade samtliga mätvärden inom $\pm 1,0$. För laboratorium 1 var detta dock ett gränsfall där man hade fem värden precis lika med 1,0. Övriga laboratorier rapporterade minst ett resultat som var för långt ifrån referensanläggningen i förhållande till värdens mätosäkerhet.

Jämförande beräkning av rökgasflöde

I Tabell- och figurbilagan redovisas samtliga resultat från jämförande beräkning av rökgasflöde. Åtta laboratorier rapporterade värden och samtliga hade en standardavvikelse och systematisk skillnad inom Naturvårdsverkets krav. Variationen mellan olika laboratorier var dock relativt stort och skälet till detta kan vara att samma elementaranalys för avfallet användes av alla deltagare. Möjligen var inte elementaranalysen helt representativ för alla laboratorier eftersom innehållet i avfallet kan variera mycket och sammansättningen snabbt kan förändras jämfört med t.ex. ett homogent bränsle såsom olja.

Jämförande mätning av rökstemperatur

I Tabell- och figurbilagan redovisas samtliga resultat från den jämförande mätningen av rökstemperatur. Samtliga tio laboratorier hade en systematisk skillnad inom Naturvårdsverkets krav.

Beräkning av E_n -score visar att endast ett laboratorium, laboratorium 10, hade mätvärden inom $\pm 1,0$. Detta innebär att övriga laboratorier rapporterat resultat som var för långt ifrån referensanläggningen i förhållande till värdens mätosäkerhet.

Tabell-och figurbilaga

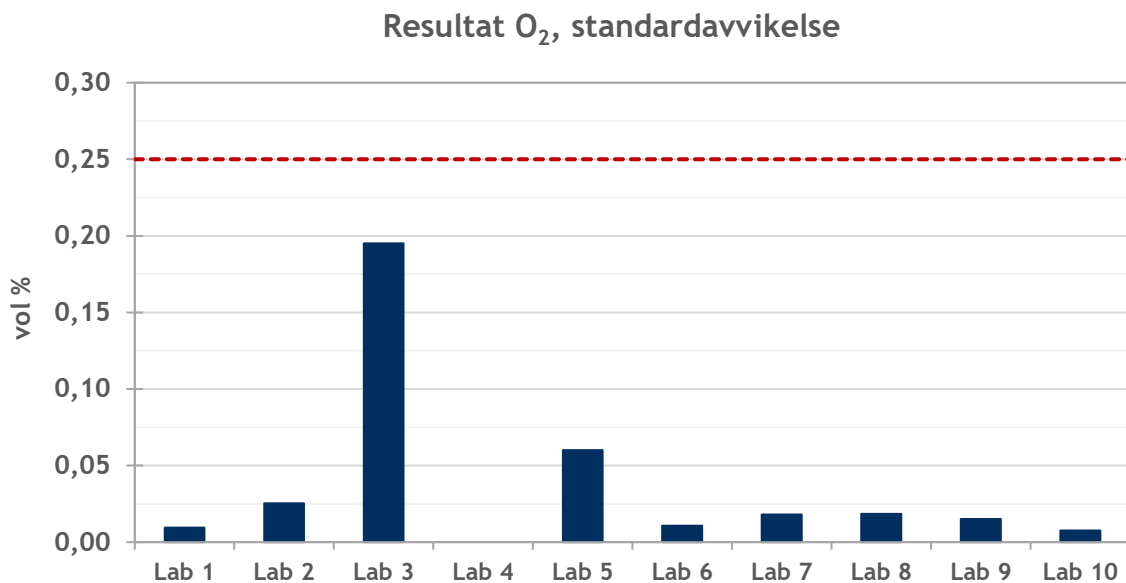
Mätning O₂

Tabell 1. Jämförande mätning av O₂. Tabellen innehåller medelvärden av samtidigt uppmätta värden för både den fasta anläggningen och deltagande laboratorium samt systematisk skillnad och standardavvikelse.

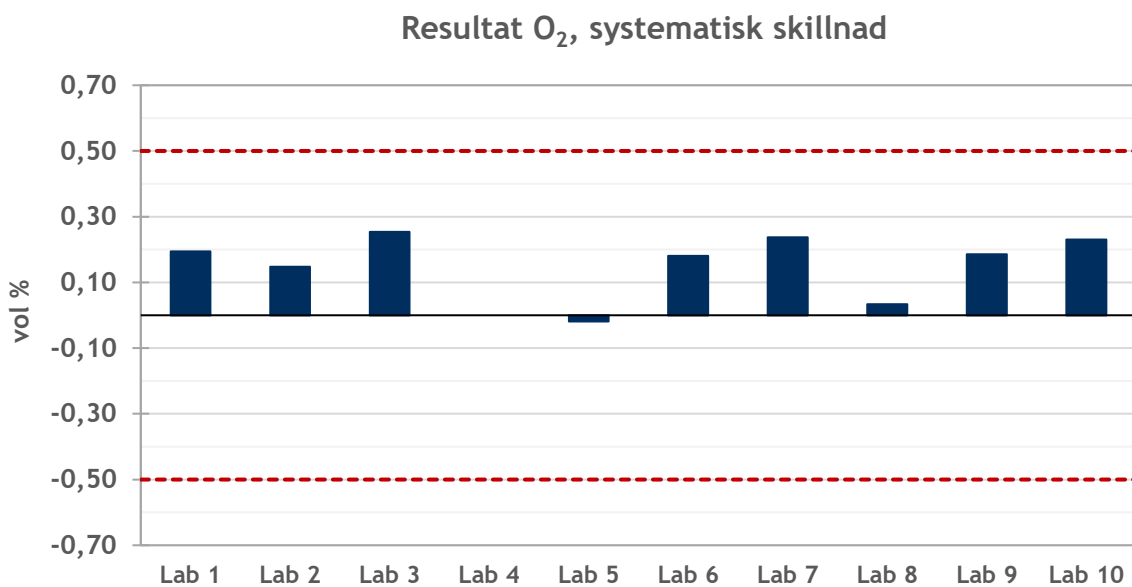
| Lab nr | Resultat O ₂ (vol-%) | | | |
|-------------------|---------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| | Anläggning | Laboratorium | Standard- avvikelse ¹ | Systematisk skillnad ² |
| 1 | 6,36 | 6,16 | 0,01 | 0,19 |
| 2 | 6,53 | 6,38 | 0,03 | 0,15 |
| 3 | 6,65 | 6,40 | 0,20 | 0,25 |
| 4 | - | - | - | - |
| 5 | 6,71 | 6,73 | 0,06 | -0,02 |
| 6 | 6,79 | 6,61 | 0,01 | 0,18 |
| 7 | 6,34 | 6,10 | 0,02 | 0,24 |
| 8 | 6,56 | 6,52 | 0,02 | 0,03 |
| 9 | 6,53 | 6,35 | 0,02 | 0,19 |
| 10 | 6,92 | 6,69 | 0,01 | 0,23 |
| | | | | |
| Medelvärde | 6,60 | 6,44 | 0,04 | 0,16 |
| Max | 6,92 | 6,73 | 0,20 | 0,25 |
| Min | 6,34 | 6,10 | 0,01 | -0,02 |

1) Naturvårdsverkets krav: $\leq 0,25$ vol-%

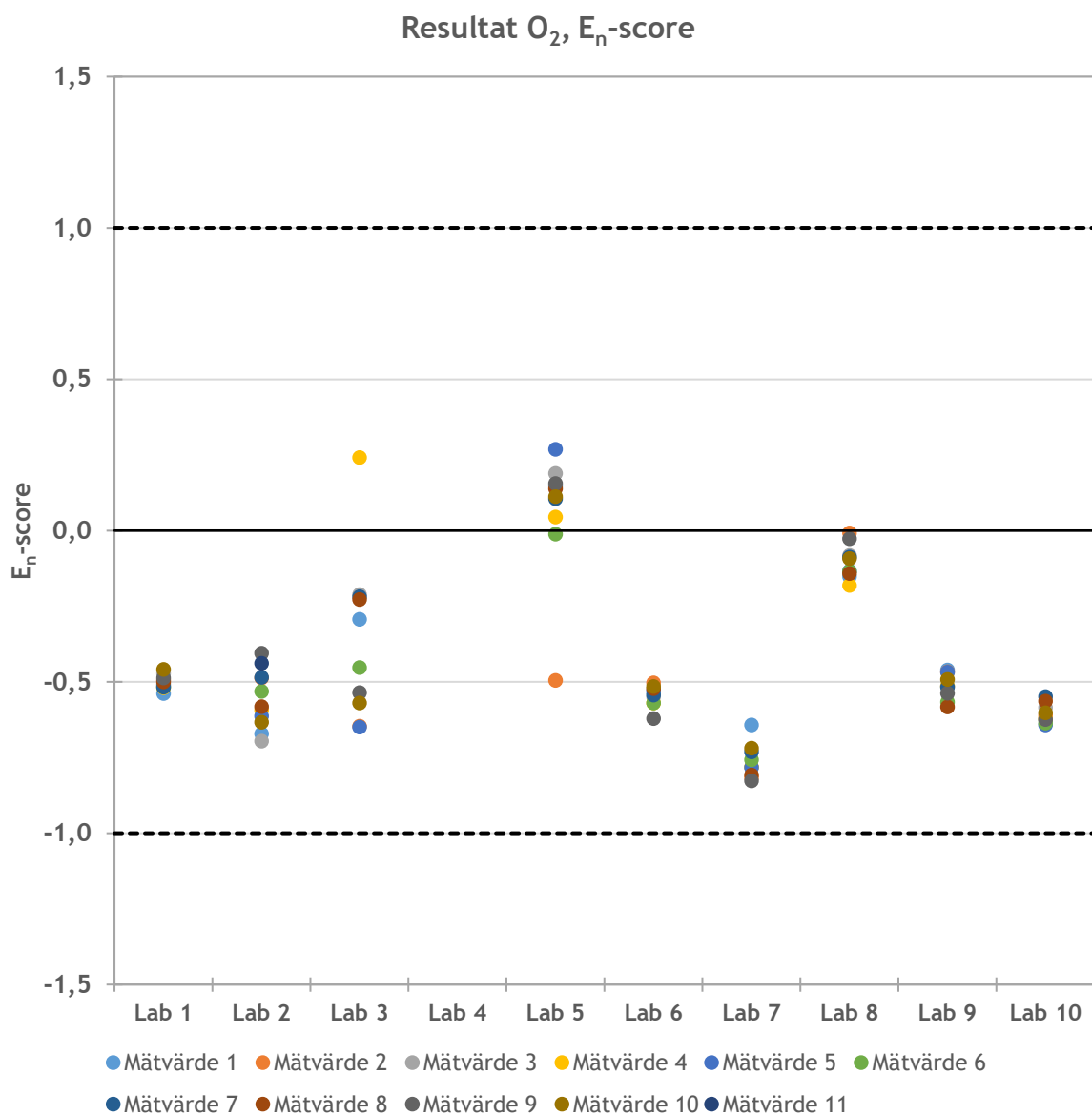
2) Naturvårdsverkets krav: $\leq \pm 0,50$ vol-%



Figur 1. Jämförande mätning av O₂. Figuren visar respektive laboratoriums uppmätta standardavvikelse. Naturvårdsverkets krav är att standardavvikelsen ska vara $\leq 0,25$ vol-% och illustreras med streckad linje.



Figur 2. Jämförande mätning av O₂. Figuren visar anläggningens systematiska skillnad uppmätt av respektive laboratorium. Naturvårdsverkets krav är att den systematiska skillnaden ska vara $\leq \pm 0,50$ vol-% och illustreras med streckad linje.



Figur 3. Beräknat E_n-score för samtliga rapporterade O₂ mätvärden. Resultatet är tillfredställande om $|E_n| < 1$. För beräkningen har laboratoriernas rapporterade mätosäkerhet använts tillsammans med en mätosäkerhet på 2,66% som angetts för referensanläggningen vid Gärstadverket.

Mätning NO_x

Tabell 4. Jämförande mätning av NO_x (NO omräknat till NO₂). Tabellen innehåller medelvärden av samtidigt uppmätta värden för både den fasta anläggningen och deltagande laboratorium. För att kunna utvärdera mot Naturvårdsverkets krav visas systematisk skillnad och standardavvikelse i % av den fasta anläggningens medelvärde för de laboratorium som gjorde mätningar då halten var över 50 ppm, medan för laboratorium som gjorde mätningar när halten var under 50 ppm redovisas resultatet i ppm.

| Lab nr | Resultat NO _x | | | | | |
|-------------------|--------------------------|--------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----|
| | Anläggning | Laboratorium | Standardavvikelse ¹ | | Systematisk skillnad ² | |
| | | | mg/m ³ ntg | mg/m ³ ntg | % | ppm |
| 1 | 84,59 | 73,10 | - | 0,5 | - | 5,6 |
| 2 | 101,86 | 95,81 | - | 0,8 | - | 3,0 |
| 3 | 99,93 | 86,15 | - | 6,3 | - | 6,7 |
| 4 | - | - | - | - | - | - |
| 5 | 105,09 | 99,05 | 2,8 | - | 5,7 | - |
| 6 | 106,81 | 97,12 | 3,3 | - | 9,1 | - |
| 7 | 90,94 | 81,69 | - | 0,9 | - | 4,5 |
| 8 | 108,05 | 94,98 | 2,5 | - | 12 | - |
| 9 | 97,40 | 88,63 | - | 0,8 | - | 4,3 |
| 10 | 86,80 | 76,47 | - | 0,3 | - | 5,0 |
| | | | | | | |
| Medelvärde | 97,94 | 88,11 | 2,9 | 1,6 | 9,0 | 4,9 |
| Max | 108,05 | 99,05 | 3,3 | 6,3 | 12 | 6,7 |
| Min | 84,59 | 73,10 | 2,5 | 0,3 | 5,7 | 3,0 |

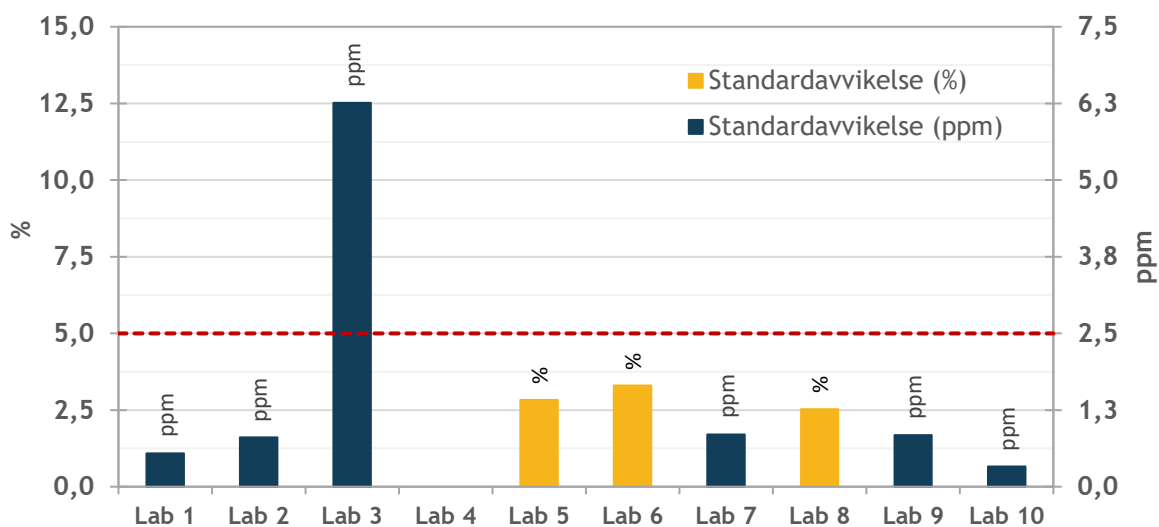
1) Naturvårdsverkets krav:

≤ 5,0 % då anläggningens medelvärde är ≥ 50 ppm (102,50 mg/m³ ntg)
 ≤ 2,5 ppm då anläggningens medelvärde är < 50 ppm (102,50 mg/m³ ntg)

2) Naturvårdsverkets krav:

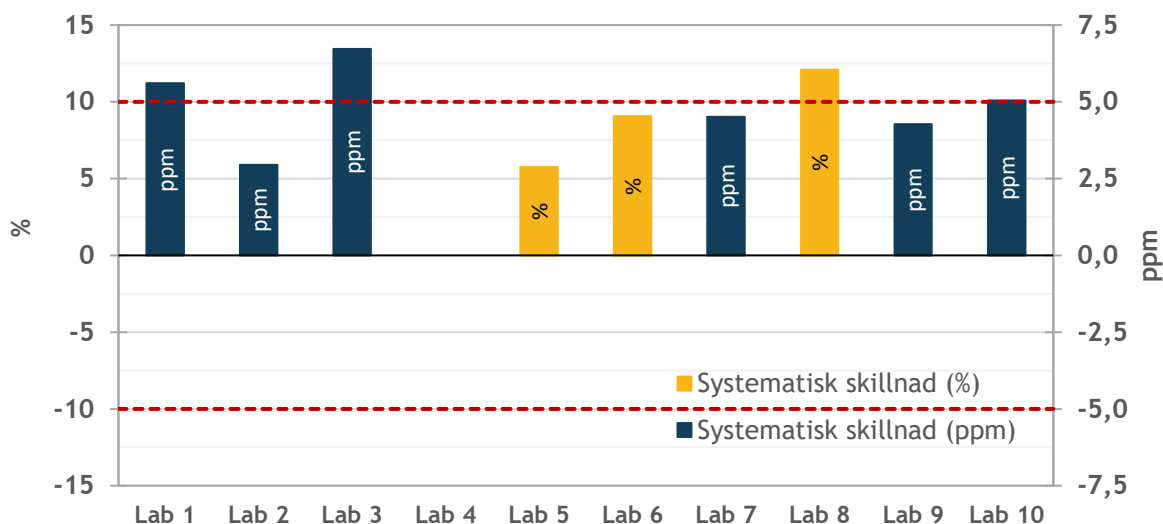
≤ ± 10 % då anläggningens medelvärde är ≥ 50 ppm (102,50 mg/m³ ntg)
 ≤ 5,0 ppm då anläggningens medelvärde är < 50 ppm (102,50 mg/m³ ntg)

Resultat NO_x, standardavvikelse

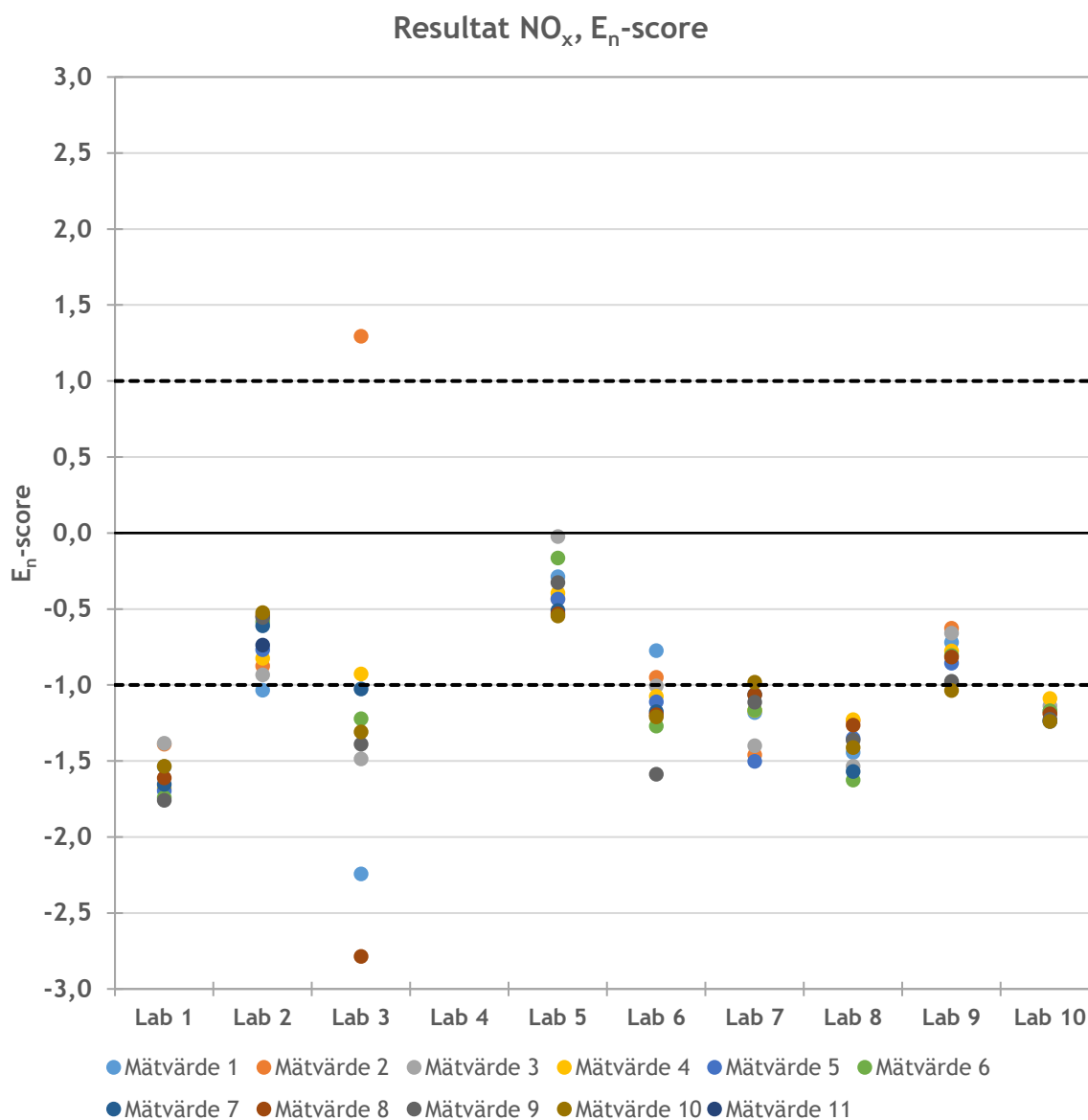


Figur 4. Jämförande mätning av NO_x. Figuren visar respektive laboratoriums uppmätta standardavvikelse. Resultat vid halt ≥ 50 ppm redovisas i % av den fasta anläggningens medelvärde med skala på vänster axel. Resultat vid halt < 50 ppm redovisas i ppm med skala på höger axel. Skalorna har anpassats så att Naturvårdsverkets krav visas som gemensam streckad linje.

Resultat NO_x, systematisk skillnad



Figur 5. Jämförande mätning av NO_x. Figuren visar anläggningens systematiska skillnad uppmätt av respektive laboratorium. Resultat vid halt ≥ 50 ppm redovisas i % av den fasta anläggningens medelvärde med skala på vänster axel. Resultat vid halt < 50 ppm redovisas i ppm med skala på höger axel. Skalorna har anpassats så att Naturvårdsverkets krav visas som gemensam streckad linje.



Figur 6. Beräknat E_n-score för samtliga rapportera NO_x mätvärden. Resultatet är tillfredställande om $|E_n| < 1$. För beräkningen har laboratoriernas rapporterade mätosäkerhet använts tillsammans med en mätosäkerhet på 7,14% som angetts för referensanläggningen vid Gärstadverket.

Tabell 5. Uppmätt andelen NO₂ av NO_x. Det finns inte några krav kopplade till denna jämförelse utan värdena presenteras bara som information. Det kan kort noteras att laboratoriernas resultat för NO₂-andelen är alla i samma storleksordning förutom laboratorium 10, som har en betydligt högre andel.

| | Andel NO ₂ i NO _x | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Andel NO ₂ | Lab 1 | Lab 2 | Lab 3 | Lab 4 | Lab 5 | Lab 6 | Lab 7 | Lab 8 | Lab 9 | Lab 10 |
| ppm | < 1 | 0,1 | 0,0 | - | 0,4 | 0,7 | < 1 | 0,1 | 0,2 | 2,4 |
| % | < 1 | 0,2 | 0,0 | - | 0,9 | 1,3 | < 1 | 0,1 | 0,0 | 6,5 |

Mätning rökgasflöde

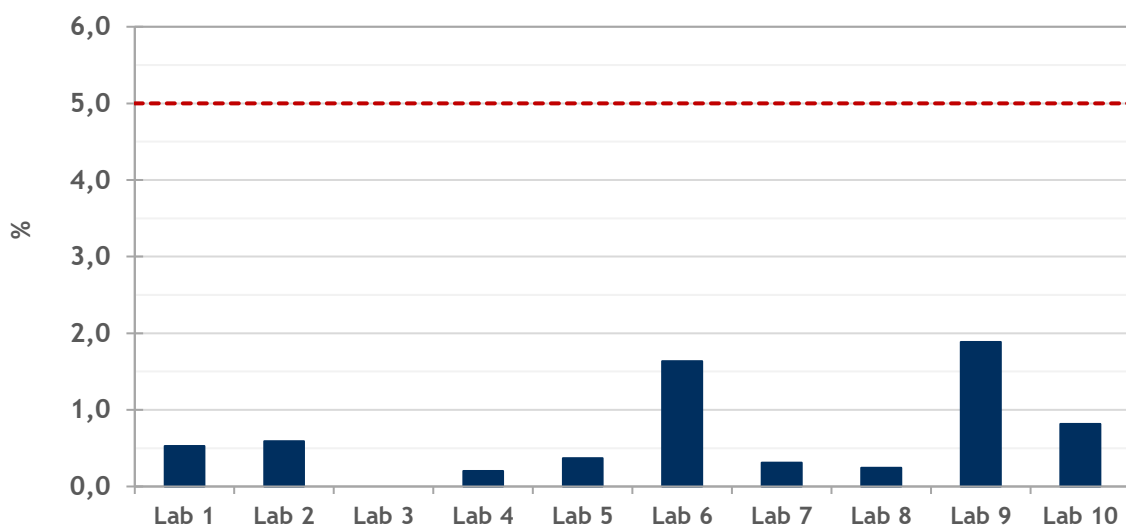
Tabell 6. Jämförande mätning av rökgasflöde. Tabellen innehåller medelvärden av samtidigt uppmätta värden för både den fasta anläggningen och deltagande laboratorium samt systematisk skillnad och standardavvikelse i % av den fasta anläggningens medelvärde.

| Lab nr | Rökgasflöde uppmätt | | | |
|-------------------|--------------------------------------|--|---|--|
| | Anläggning (m ³ nvg/h) | Laboratorium (m ³ nvg/h) | Standard- avvikelse ¹ (%) | Systematisk skillnad ² (%) |
| 1 | 169 031 | 160 256 | 0,5 | 5,2 |
| 2 | 163 325 | 148 443 | 0,6 | 9,1 |
| 3 | - | - | - | - |
| 4 | 140 171 | 145 679 | 0,2 | -3,9 |
| 5 | 168 631 | 156 667 | 0,4 | 7,1 |
| 6 | 168 411 | 166 166 | 1,6 | 1,3 |
| 7 | 158 531 | 145 634 | 0,3 | 8,1 |
| 8 | 171 627 | 153 094 | 0,2 | 11 |
| 9 | 158 383 | 158 844 | 1,9 | -0,3 |
| 10 | 165 215 | 146 887 | 0,8 | 11 |
| | | | | |
| Medelvärde | 162 592 | 153 519 | 0,7 | 5,4 |
| Max | 171 627 | 166 166 | 1,9 | 11 |
| Min | 140 171 | 145 634 | 0,2 | -3,9 |

1) Naturvårdsverkets krav: $\leq 5,0$ %

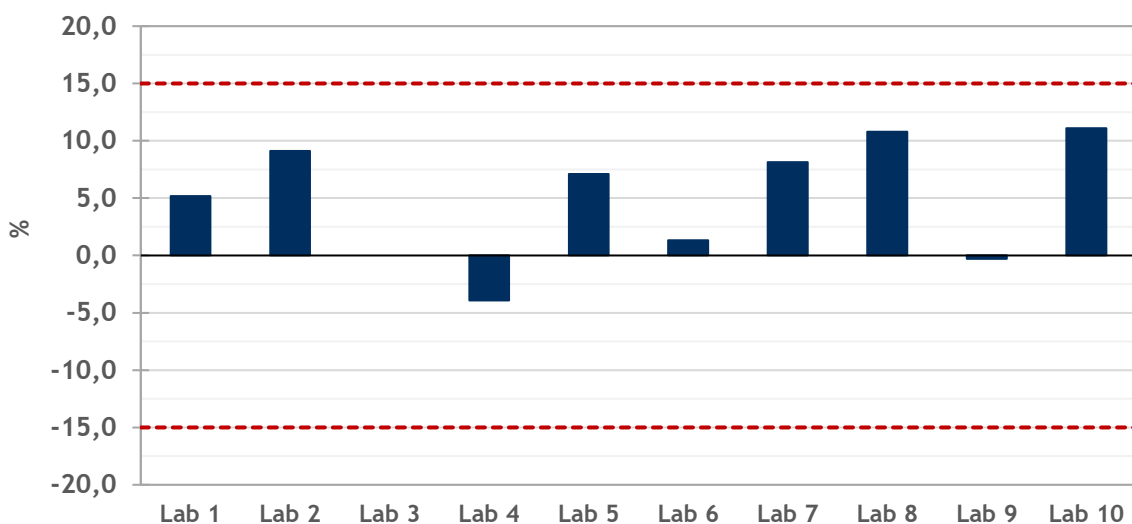
2) Naturvårdsverkets krav: $\leq \pm 15$ %

Resultat rökgasflöde uppmätt, standardavvikelse



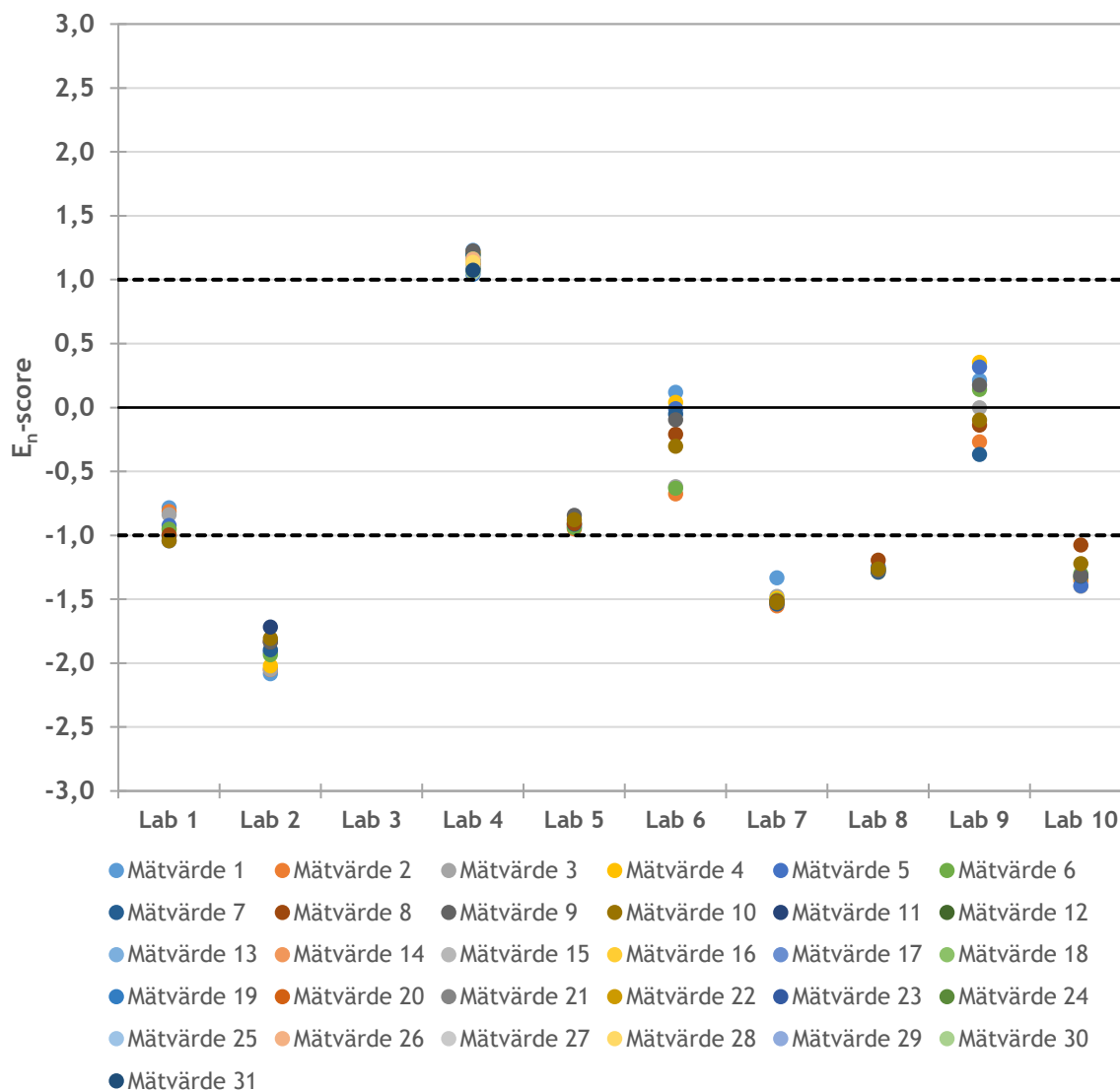
Figur 7. Jämförande mätning av rökgasflöde. Figuren visar standardavvikelse i % av det fasta mätsystemets medelvärde. Naturvårdsverkets krav är att avvikelsen ska vara $\leq 5,0$ % och illustreras med streckad linje.

Resultat rökgasflöde uppmätt, systematisk skillnad



Figur 8. Jämförande mätning av rökgasflöde. Figuren visar anläggningens systematiska skillnad uppmätt av respektive laboratorium. Naturvårdsverkets krav är att skillnaden ska vara $\leq \pm 15$ % och illustreras med streckad linje.

Resultat rökgasflöde uppmätt, E_n -score



Figur 9. Beräknat E_n -score för samtliga rapportera rökgasflödesmätvärden. Resultatet är tillfredställande om $|E_n| < 1$. För beräkningen har laboratoriernas rapporterade mätosäkerhet använts tillsammans med en mätosäkerhet på 2,9% som angetts för referensanläggningen vid Gärstadverket. Observera att endast Laboratorium 4 rapporterade fler än 11 mätvärden.

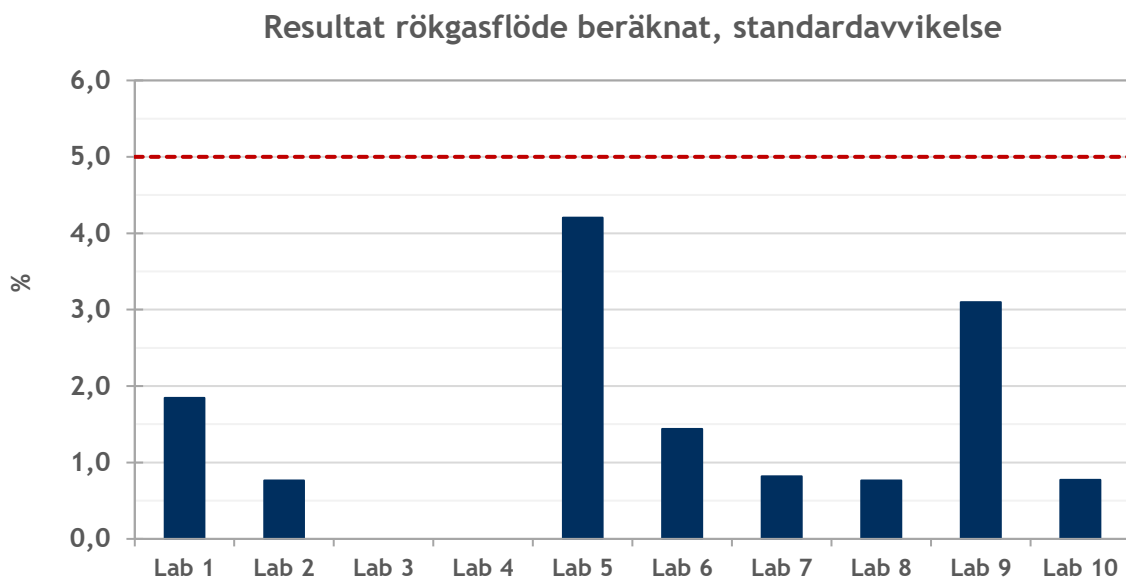
Beräkning rökgasflöde

Tabell 7. Jämförande beräkning av rökgasflöde. Tabellen innehåller medelvärden av samtidigt beräknade värden för både den fasta anläggningen och deltagande laboratorium samt systematisk skillnad och standardavvikelse i % av den fasta anläggningens medelvärde.

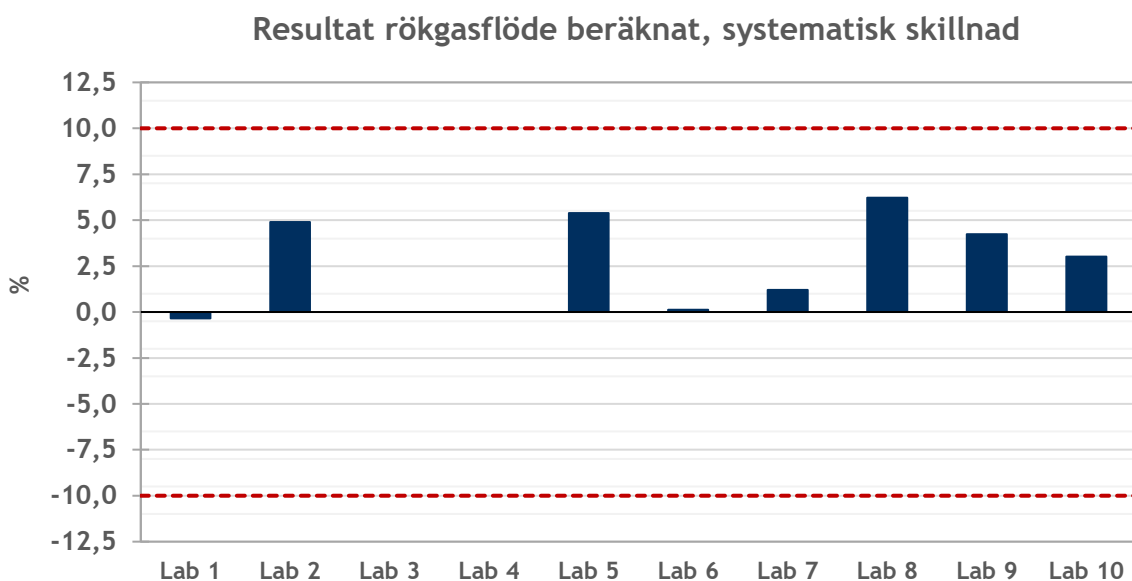
| Lab nr | Rökgasflöde beräknat | | | |
|-------------------|--------------------------------------|--|---|--|
| | Anläggning (m ³ nvg/h) | Laboratorium (m ³ nvg/h) | Standard- avvikelse ¹ (%) | Systematisk skillnad ² (%) |
| 1 | 155 801 | 156 349 | 1,8 | -0,4 |
| 2 | 150 756 | 143 377 | 0,8 | 4,9 |
| 3 | - | - | - | - |
| 4 | - | - | - | - |
| 5 | 155 447 | 147 079 | 4,2 | 5,4 |
| 6 | 155 253 | 155 058 | 1,4 | 0,1 |
| 7 | 146 518 | 144 744 | 0,8 | 1,2 |
| 8 | 158 096 | 148 254 | 0,8 | 6,2 |
| 9 | 146 387 | 140 191 | 3,1 | 4,2 |
| 10 | 152 427 | 147 820 | 0,8 | 3,0 |
| | | | | |
| Medelvärde | 152 586 | 147 859 | 1,7 | 3,1 |
| Max | 158 096 | 156 349 | 4,2 | 6,2 |
| Min | 146 387 | 140 191 | 0,8 | -0,4 |

1) Naturvårdsverkets krav: $\leq 5,0$ %

2) Naturvårdsverkets krav: $\leq \pm 10$ %



Figur 10. Jämförande beräkning av rökgasflöde. Figuren visar standardavvikelse i % av det fasta mätsystemets medelvärde. Naturvårdsverkets krav är att avvikelsen ska vara $\leq 5,0$ % och illustreras med streckad linje.



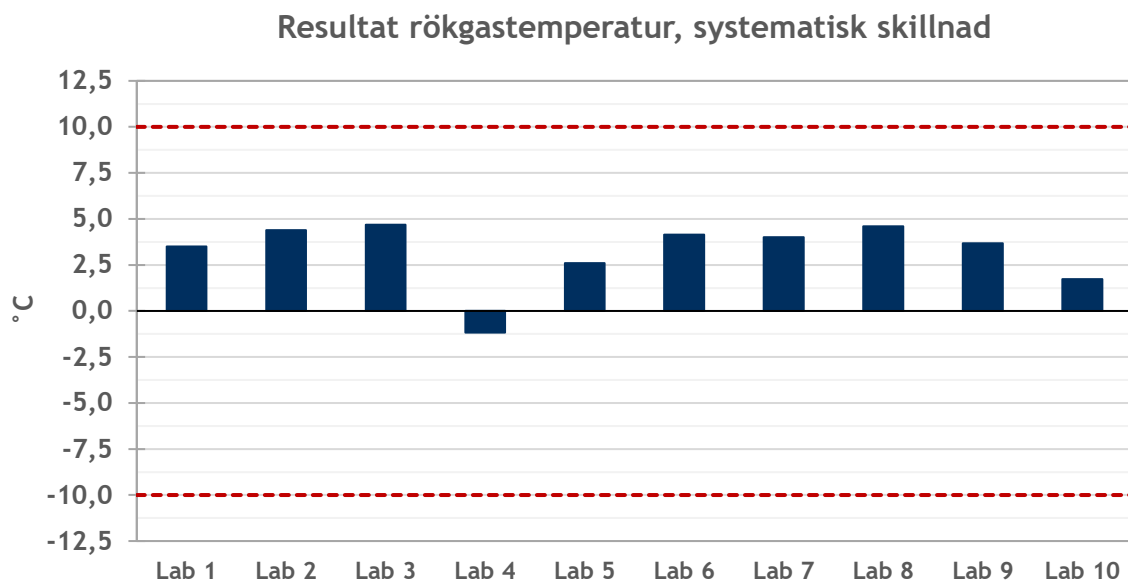
Figur 11. Jämförande beräkning av rökgasflöde. Figuren visar anläggningens systematiska skillnad beräknad av respektive laboratorium. Naturvårdsverkets krav är att skillnaden ska vara $\leq \pm 10$ % och illustreras med streckad linje.

Mätning rökgastemperatur

Tabell 8. Jämförande mätning av rökgastemperatur. Tabellen innehåller medelvärden av samtidigt uppmätta värden för både den fasta anläggningen och deltagande laboratorium samt dess skillnad.

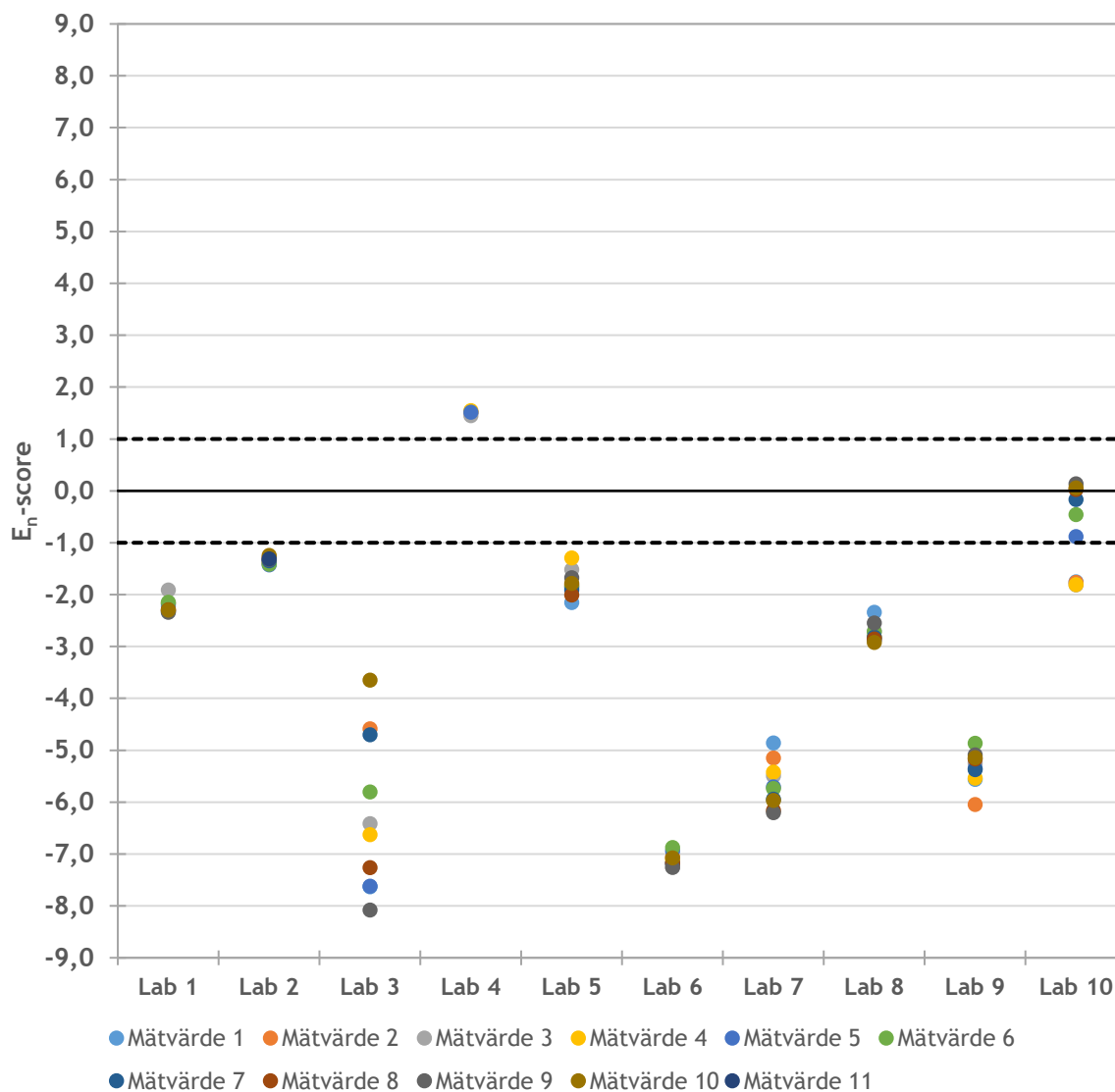
| Lab nr | Rökgastemperatur (°C) | | |
|-------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
| | Anläggning | Laboratorium | Skillnad ¹ |
| 1 | 60,0 | 56,5 | 3,5 |
| 2 | 53,6 | 49,2 | 4,4 |
| 3 | 60,7 | 56,0 | 4,7 |
| 4 | 54,9 | 56,1 | -1,2 |
| 5 | 55,1 | 52,5 | 2,6 |
| 6 | 53,8 | 49,7 | 4,1 |
| 7 | 54,0 | 50,0 | 4,0 |
| 8 | 60,1 | 55,5 | 4,6 |
| 9 | 51,2 | 47,6 | 3,7 |
| 10 | 52,8 | 51,1 | 1,7 |
| | | | |
| Medelvärde | 55,6 | 52,4 | 3,2 |
| Max | 60,7 | 56,5 | 4,7 |
| Min | 51,2 | 47,6 | -1,2 |

1) Naturvårdsverkets krav: $\leq \pm 10^\circ\text{C}$



Figur 12. Jämförande mätning av rökgastemperatur. Figuren visar anläggningens systematiska skillnad uppmätt av respektive laboratorium. Naturvårdsverkets krav är att skillnaden ska vara $\leq \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$ och illustreras med streckad linje.

Resultat rökgasttemperatur, E_n -score

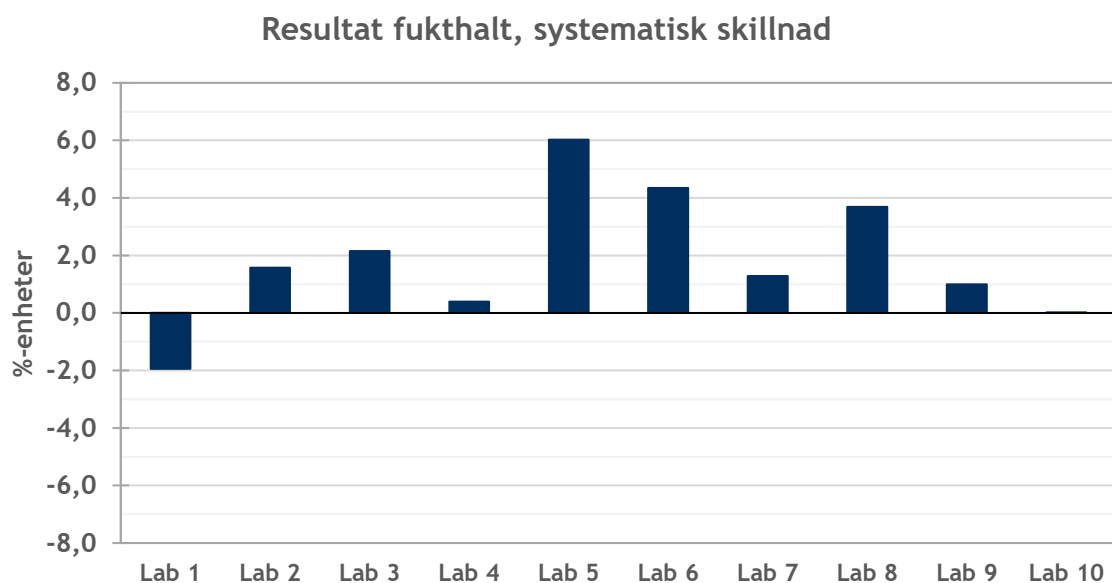


Figur 13. Beräknat E_n -score för samtliga rapportera rökgasttemperaturmätvärden. Resultatet är tillfredställande om $|E_n| < 1$. För beräkningen har laboratoriernas rapporterade mätosäkerhet använts tillsammans med en mätosäkerhet på $0,5^\circ\text{C}$ som angetts för referensanläggningen vid Gärsstadverket.

Mätning fukthalt i rökgas

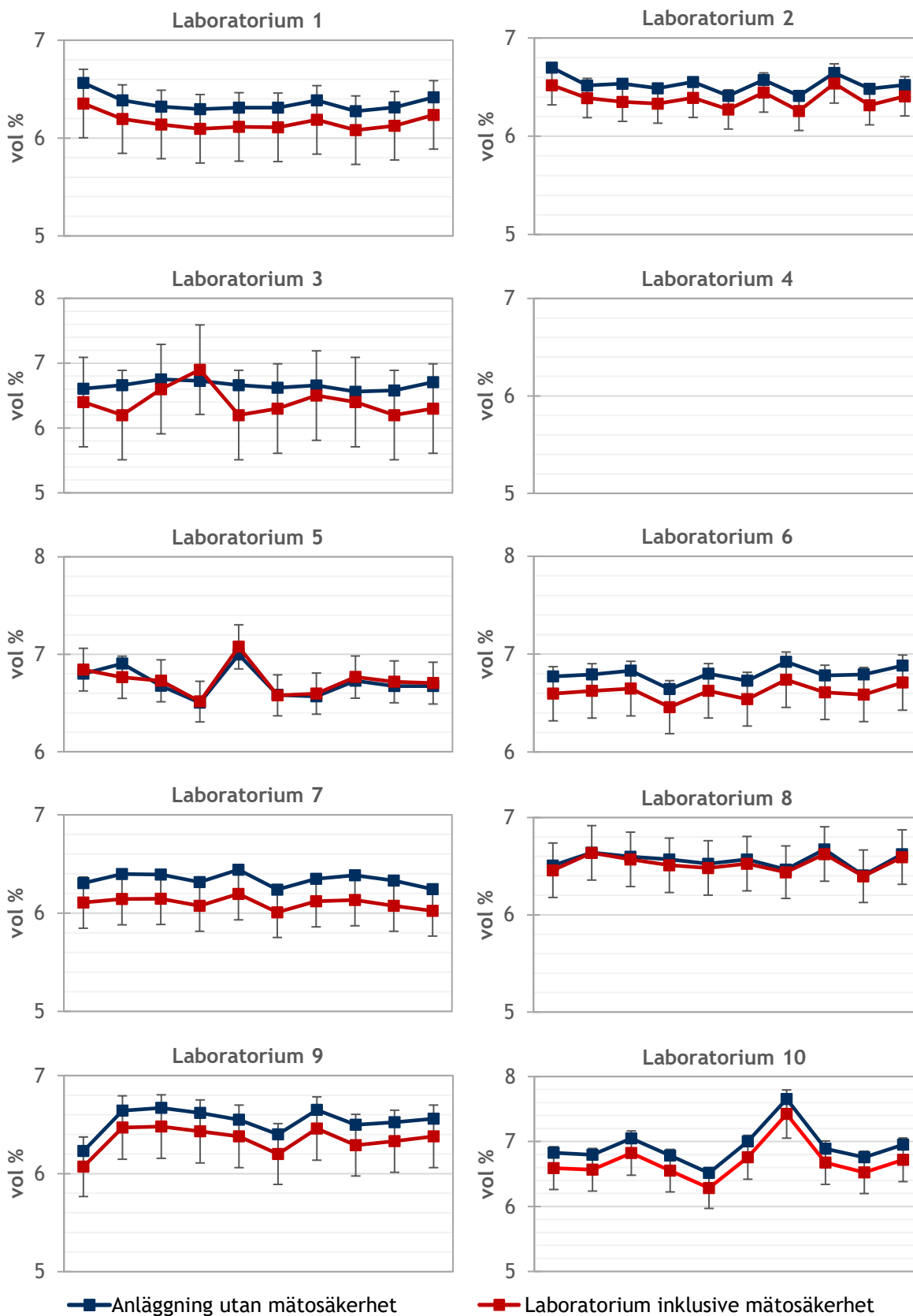
Tabell 9. Jämförande mätning av rökgasens fukthalt. Tabellen innehåller medelvärden av samtidigt uppmätta värden för både den fasta anläggningen och deltagande laboratorium samt dess skillnad. Det finns inte några krav kopplade till denna jämförelse utan värdena presenteras bara som information. Det kan kort noteras att den uppmätta skillnaden är i samma storleksordning för samtliga laboratorier.

| Lab nr | Fukthalt (%) | | |
|-------------------|--------------|--------------|----------|
| | Anläggning | Laboratorium | Skillnad |
| 1 | 18,4 | 20,30 | -1,9 |
| 2 | 13,8 | 12,2 | 1,6 |
| 3 | 17,6 | 15,4 | 2,2 |
| 4 | 17,6 | 17,2 | 0,4 |
| 5 | 14,4 | 8,4 | 6,0 |
| 6 | 13,8 | 9,5 | 4,3 |
| 7 | 14,2 | 12,9 | 1,3 |
| 8 | 18,3 | 14,6 | 3,7 |
| 9 | 12,4 | 11,4 | 1,0 |
| 10 | 13,2 | 13,2 | 0,0 |
| | | | |
| Medelvärde | 15,4 | 12,8 | 1,9 |
| Max | 18,4 | 17,2 | 6,0 |
| Min | 12,4 | 8,4 | -1,9 |



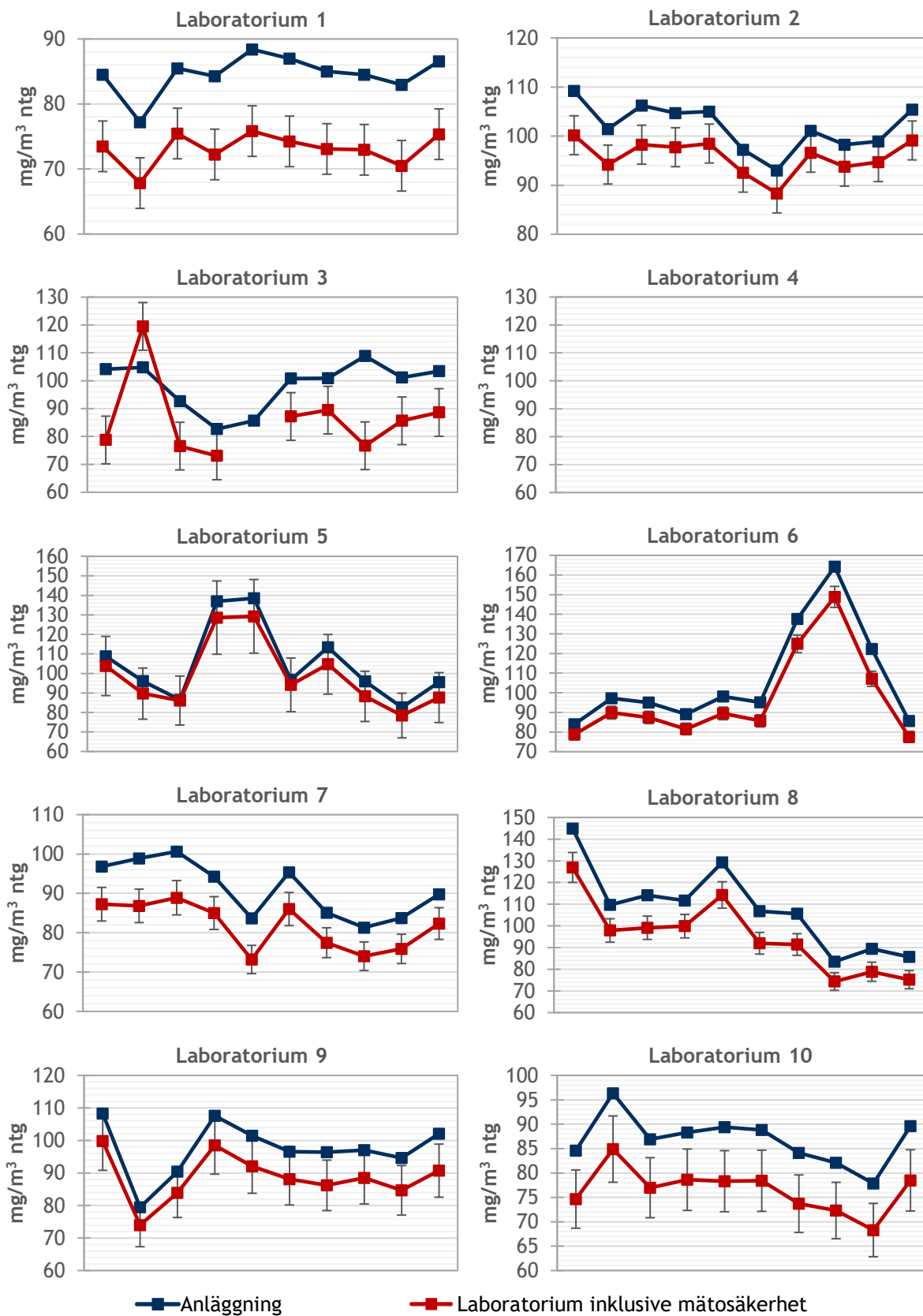
Figur 14. Jämförande mätning av rökgasens fukthalt. Figuren visar anläggningens systematiska skillnad uppmätt av respektive laboratorium. Det finns inte några krav kopplade till denna jämförelse utan värdena presenteras bara som information. Det kan kort noteras att den uppmätta skillnaden är i samma storleksordning för samtliga laboratorier.

Samtliga mätvärden, O₂



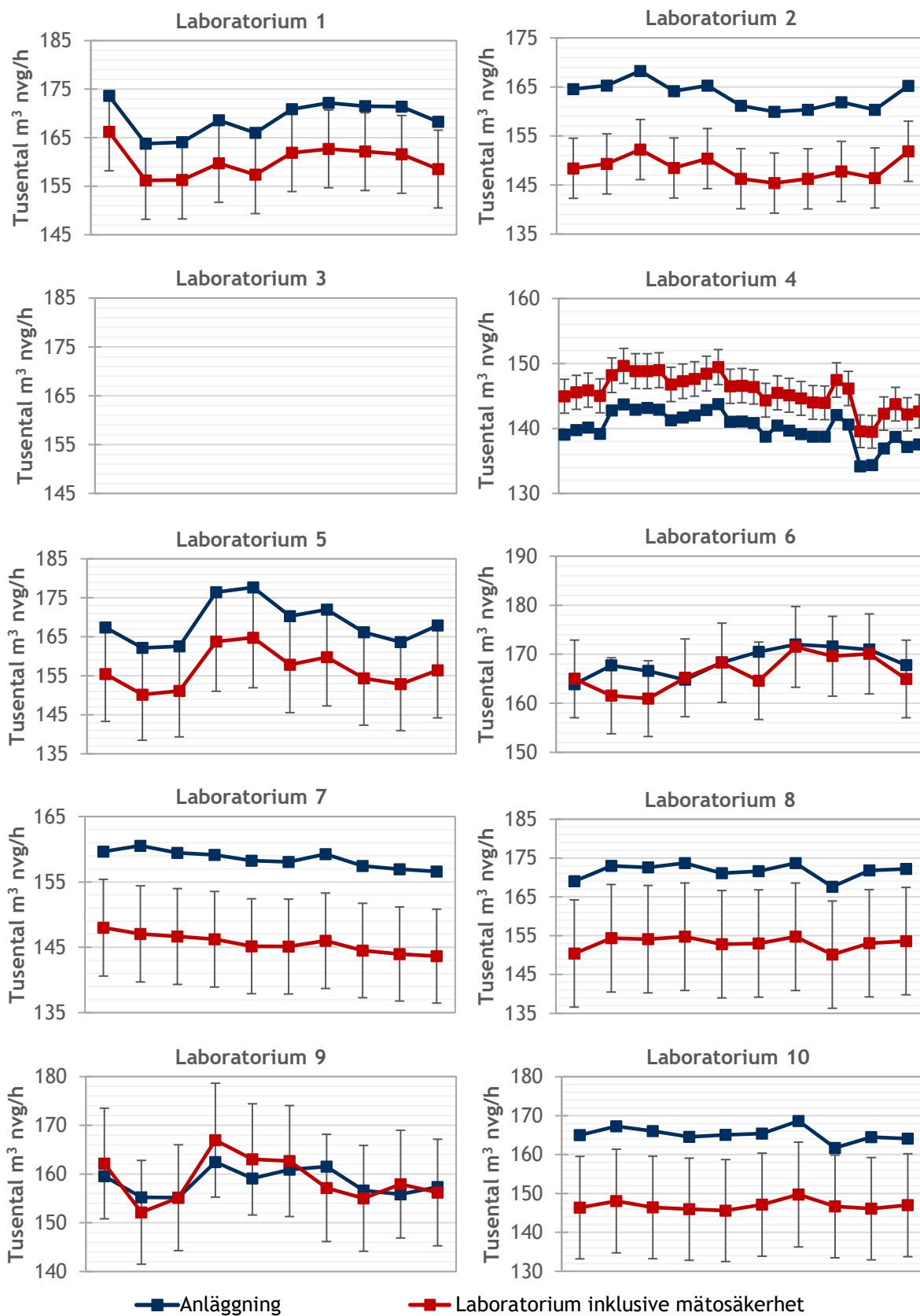
Figur 15. Samtliga O₂ mätvärden rapporterade från provningsjämförelsen.

Samtliga mätvärden, NO_x



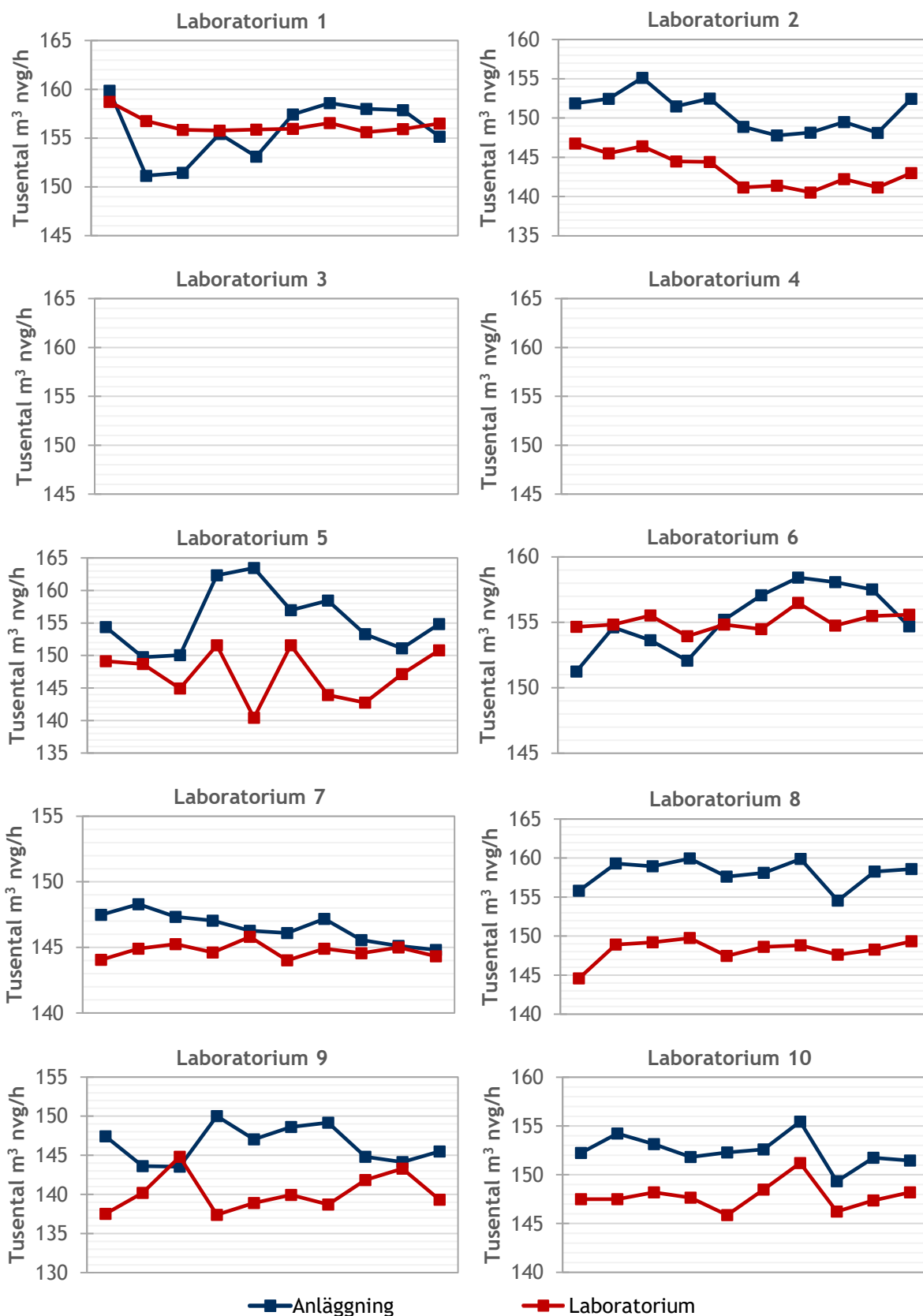
Figur 16. Samtliga NO_x mätvärden rapporterade från provningsjämförelsen.

Samtliga mätvärden, rökgasflöde



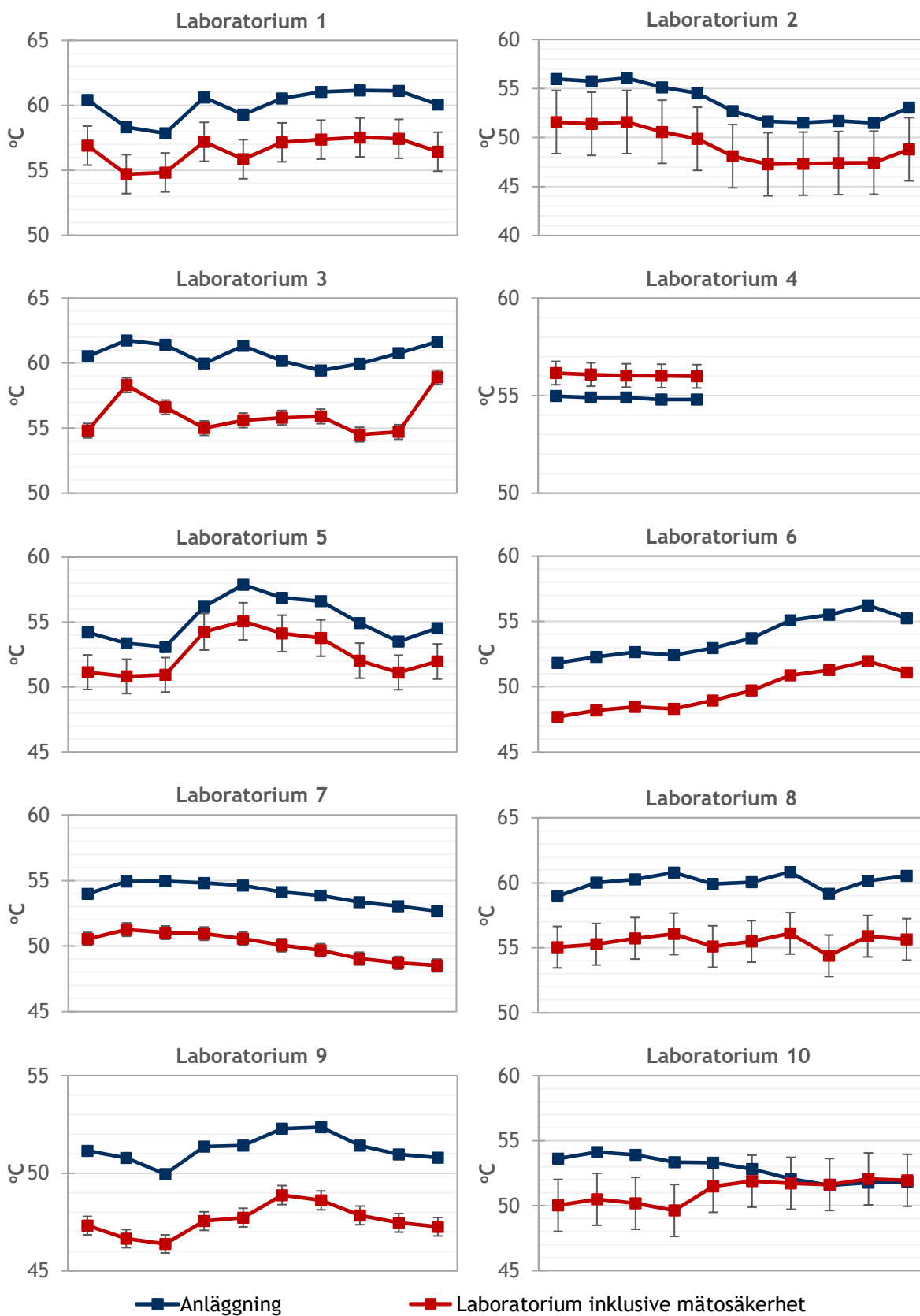
Figur 17. Samtliga mätvärden för rökgasflöde rapporterade från provningsjämförelsen.

Samtliga värden, rökgasflöde beräknat



Figur 18. Samtliga beräknade värden för rökgasflöde från provningsjämförelsen.

Samtliga mätvärden, rökgastemperatur



Figur 19. Samtliga mätvärden för rökgastemperatur från provningsjämförelsen.