

Bilaga. Mätuppställningar

Mätuppställning nr 1

(Tilluft ; 315 mm)

Från den varvtalsstyrda fläkten leds luftflödet vidare genom spiralfalsade rör med 315 mm diameter, där den av SP kalibrerade mätflänsen (Stifab Farex CIMc 315 s/n) är monterad. Därifrån leds luftflödet till en stor trycklåda. Vid utflödet från trycklådan är en perforerad plåt monterad. Direktflödesmätaren placeras över den perforerade plåten.

Mätuppställning nr 2

(Frånluft ; 315 mm)

Direktflödesmätaren placeras över en perforerad plåt, som i sin tur är monterad över hålet till en stor trycklåda. Från trycklådan leds luftflödet vidare genom spiralfalsade rör med 315 mm diameter, där den av SP kalibrerade mätflänsen (Stifab Farex CIMc 315 s/n) är monterad. Därifrån leds luftflödet till den varvtalsstyrda fläkten.

Mätuppställning nr 3

(Frånluft ; 125 mm)

Direktflödesmätaren placeras över en perforerad plåt, som i sin tur är monterad över hålet till en stor trycklåda. Från trycklådan leds luftflödet vidare genom spiralfalsade rör med 125 mm diameter, där den av SP kalibrerade mätflänsen (Stifab Farex CIMc 125 s/n) är monterad. Därifrån leds luftflödet till den varvtalsstyrda fläkten.

Mätuppställning nr 4

(Tilluft ; 125 mm)

Från den varvtalsstyrda fläkten leds luftflödet vidare genom spiralfalsade rör med 125 mm diameter, där den av SP kalibrerade mätflänsen (Stifab Farex CIMc 125 s/n) är monterad. Därifrån leds luftflödet till en stor trycklåda. Vid utflödet från trycklådan är en perforerad plåt eller ett tilluftdon monterat. Direktflödesmätaren placeras över plåten/tilluftdonet.

Mätuppställning nr 5

(Tilluft ; 200 mm)

Från den varvtalsstyrda fläkten leds luftflödet vidare genom spiralfalsade rör med 200 mm diameter, där den av SP kalibrerade mätflänsen (Stifab Farex CIMc 200 s/n) är monterad. Därifrån leds luftflödet till en stor trycklåda. Vid utflödet från trycklådan är ett tilluftdon monterat. Direktflödesmätaren placeras över tilluftdonet.

Mätuppställning nr 6

(Tilluft ; 125 mm)

Från den varvtalsstyrda fläkten leds luftflödet vidare genom spiralfalsade rör med 125 mm diameter, där den av SP kalibrerade mätflänsen (Stifab Farex CIMc 125 s/n) är monterad. Därifrån leds luftflödet till ett takdon som är monterat för att efterlikna ett verkligt monteringsfall. Påsen placeras över takdonet.



Rapport om mätosäkerheten hos direktflödesmätare

Utgåva 1

2014-03-30

Erik Dalsryd
Ingemar Kedland
Jan Boldrup



VÄRDEN FÖR VÄRDEN

I flertalet av mätningarna blir svaret på frågan ”i vad mån direktflödesmätare ger riktiga värden på luftflödet vid olika mätuppställningar” att direktflödesmätarnas mätresultat avviker mindre än 15 % från mätriggens. (Från detta kan mätriggens mätosäkerhet på 8 % dras.) Undantaget är de två mätningarna där storskalig rotation kan förväntas, nämligen

1. när ett galler är placerat nära direktflödesmätarens stös och gallrets lameller är vinklade 25 grader mot stosen samt
2. när dysorna i SinusA är monterade så att maximal rotation erhålls.

Mätningarna vid dessa två tillfällen uppvisar mätresultat som har avvikelser från mätriggen på 45% respektive 60 %. Det är stor skillnad på hur de olika direktflödesmätarna klarar de sista två mätningarna (se kapitlen "Tilluft. Galler med vinklade lameller" och "Tilluft. SinusA med roterande luftström").

En intressant iakttagelse är att resultaten vid mätning med påse (inom +/- 4 %) är så markant bättre i jämförelse med många andra mätningar. Det kan även konstateras att resultatet vid mätning med påse är det samma oavsett vilka störningar i luftflödet som olika don kan orsaka.

Önskemål om framtida studier

I det inledande kapitlet "Metodbeskrivning och mätuppställning" förklaras att den här rapporten inte tar hänsyn till hur motståndet i direktflödesmätarna påverkar luftflödet som de ska mäta. I hur stor grad detta påverkar mätningarna är en naturlig fortsättning på den här studien.

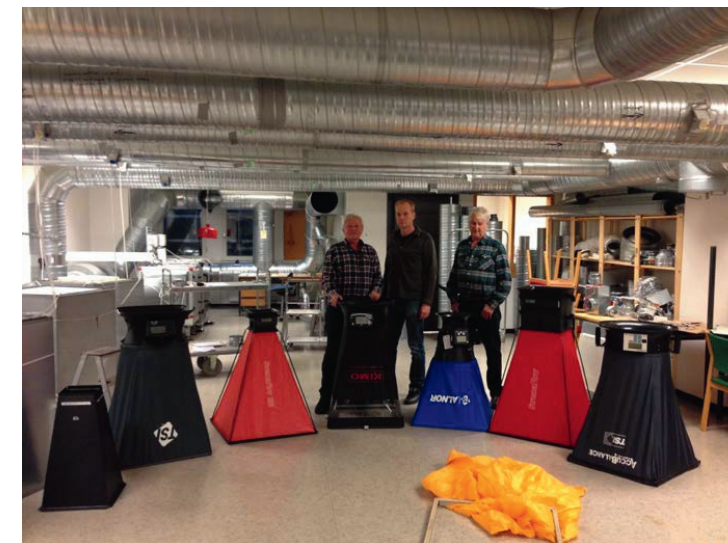
Uppföljande studier för att se de förbättringar som förhoppningsvis sker när nya don och mätinstrument kommer ut på marknaden skulle vara önskvärt, både för den här rapporten och för den tidigare "Rapport om luftflöden genom ventilationsdon" (ISBN 978-91-977869-0-4).

I framtiden skulle det vara värdefullt om fler områden, exempelvis varmtrådsanemometer, blev granskade vad gäller mätosäkerheten.

Text: Erik Dalsryd
Tryck: DanagårdLiTHO, Sverige 2014
Grafisk form: Olle Nevenius, Nevenius Ingenjörbyrå AB
© 2014 Locum och författarna

Nyckelord	UDK
Luftbehandlingssystem	697.9
Injustering	697.001.2
Värmesystem	697.4
Värmehushållning	644.5
Behovsstyrda luftbehandlingssystem	697.9
Drift och underhåll	658.6
Ekonomi	351.77; 65.911.4

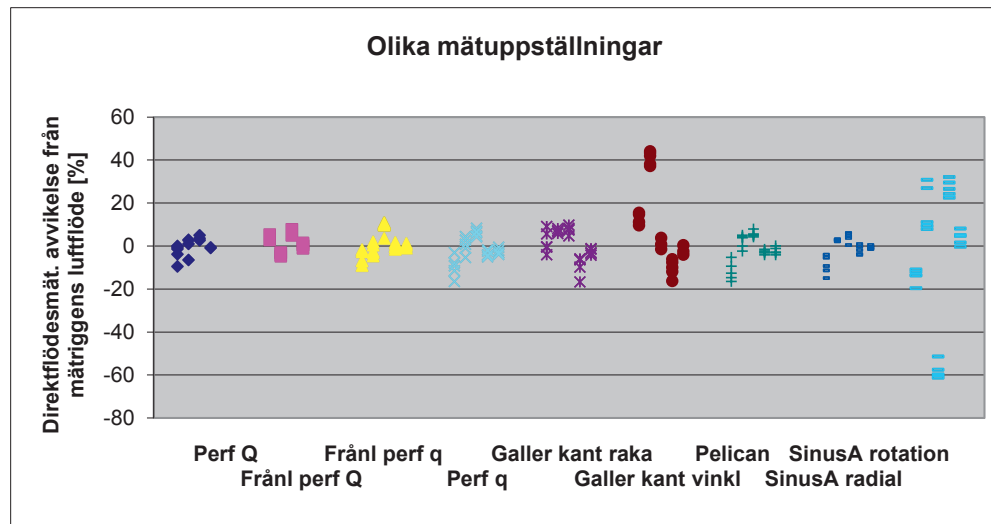
ISBN 978-91-977869-1-1



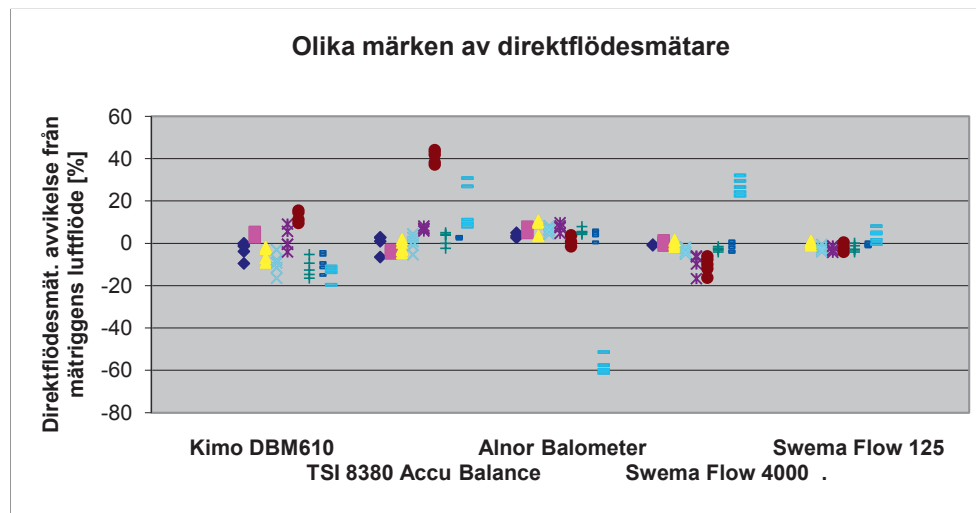
Ingemar Kedland, Erik Dalsryd och Jan Boldrup vid de utprovade direktflödesmätarna i Locums Negawattlabb på Karolinska Universitetet Huddinge sjukhus.

Diskussioner och slutsatser

Sammanställning av samtliga mätningar gjorda ovan, med undantag av mätningarna i kapitlet "Tilluft. Mätning med påse". Nedanstående två figurer visar exakt samma mätdata men från två olika perspektiv. En mätpunkt med en viss färg i den övre figuren har samma färg i den undre figuren. Det innebär att varje mätning är representerad av en markering i den övre figuren och en markering i den nedre.



PerfQ = Perforerad plåt, stort luftflöde
Perf q = Perforerad plåt, litet luftflöde
Tillägget Frånl anger frånluft (övriga är tilluft).
Övriga markeringar refererar till respektive rubrik.



Uppdragsgivarens förord

Mätningarna i den här rapporten har gjorts på Negawatt-laboratoriet, Huddinge sjukhus, Stockholm, av Erik Dalsryd, Ingemar Kedland och Jan Boldrup. Dalsryd har dessutom sammanställt och analyserat mätningarna och skrivit rapporten. Kedland och Boldrup har mångårig erfarenhet inom ventilationsbranschen. Projektansvarig är Mikael Nutsos, OVK-ansvarig inom Locum (OVK = obligatorisk ventilationskontroll).

Ventilationssystem utgör en betydande faktor för en god inomhusmiljö men också för en god energihushållning. För att ge en fullvärdig inomhusmiljö åt såväl vårdpersonal som patienter ställs det stora krav på att verkligen ventileras varje lokal med rätt luftflöde med hänsyn till den verksamhet som bedrivs där. Detta är ett viktigt arbete för att dels uppnå den goda inomhusmiljön och även få det energioptimerade ventilationssystemet. Locum AB, som är Stockholms läns landstings fastighetsförvaltare, lägger ner mycket arbete för att uppnå en väl avvägd ventilation i sjukhus och vårdlokaler. Trots stora omläggningar av sjukvården inom landstinget har andelen OVK-godkända anläggningar hållits hög.

Injusterare av luftflöden i ventilationssystem och OVK-kontrollanter har ofta konstaterat att olika mätmetoder kan ge olika luftflödesvärden och man har misstänkt att mätosäkerheten kan vara stor. Syftet med det här arbetet har därför varit att kontrollera mätinstrumentens mätosäkerhet. Föreliggande rapport ger fakta och är av stort intresse för aktörer inom ventilationsbranschen; fabrikanter av mätutrustning, OVK-besiktningmän och injusterare.

Locum har för avsikt att i det fortsatta arbetet bjuda in ventilationsbranschen till samarbete för att utveckla mätinstrumenten och öka kunskapen i syfte att göra de dagliga mätningarna tillförlitligare.

Stockholm i mars 2014

Mikael Nutsos

OVK-ansvarig för landstingsfastigheter i Stockholm

Innehållsförteckning

Sidan

Uppdragsgivarens förord.....	2
Bakgrund, problem och syfte.....	4
Metodbeskrivning och mätupställning.....	5
Uppskattning av mätosäkerhet.....	5
Mätresultat och objektdata.....	6
Tilluft. Perforerad plåt. Stort luftflöde.....	7
Frånluft. Perforerad plåt. Stort luftflöde.....	8
Frånluft. Perforerad plåt. Litet luftflöde.....	9
Tilluft. Perforerad plåt. Litet luftflöde.....	10
Tilluft. Galler med raka lameller.....	11
Tilluft. Galler med vinklade lameller.....	12
Tilluft. Swegon PELICAN CSa 125-400.....	13
Tilluft. SinusA med radiell luftström.....	14
Tilluft. SinusA med roterande luftström.....	15
Tilluft. Mätning med påse.....	16
Diskussioner och slutsatser.....	17
Önskemål om framtida studier.....	18
Bilaga. Mätupställningar.....	19

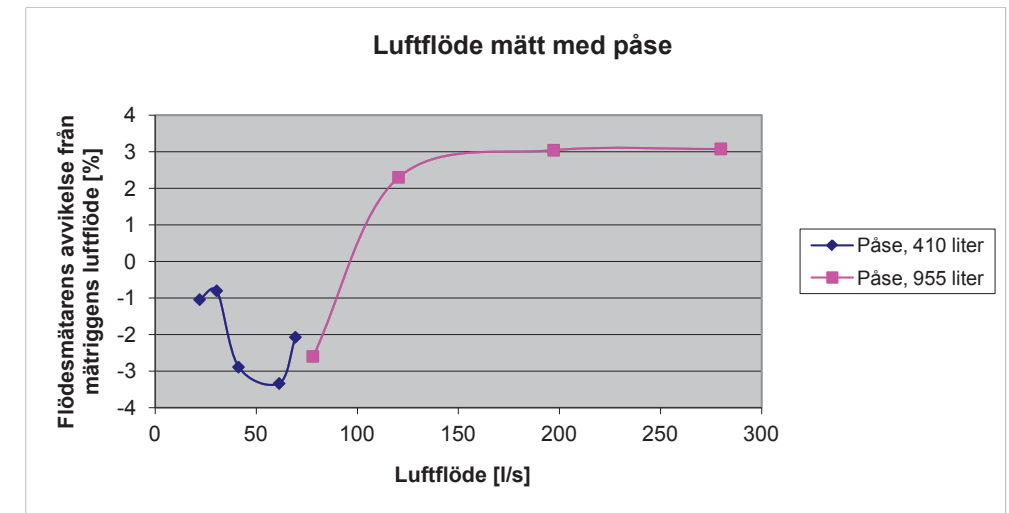
Tilluft. Mätning med påse

Mätupställning nr 6 (se bilaga)

Mätningarna gjordes med två storlekar på påsen, 410 och 955 liter, båda med en gummipackning runt kanten för att sluta tätt.

Vid mätningarna har två personer deltagit. Den ena har satt påsen över tilluftdonet och hållit påsen på plats. Den andra personen har skött tidtagningen med hjälp av stoppuret på en mobiltelefon.

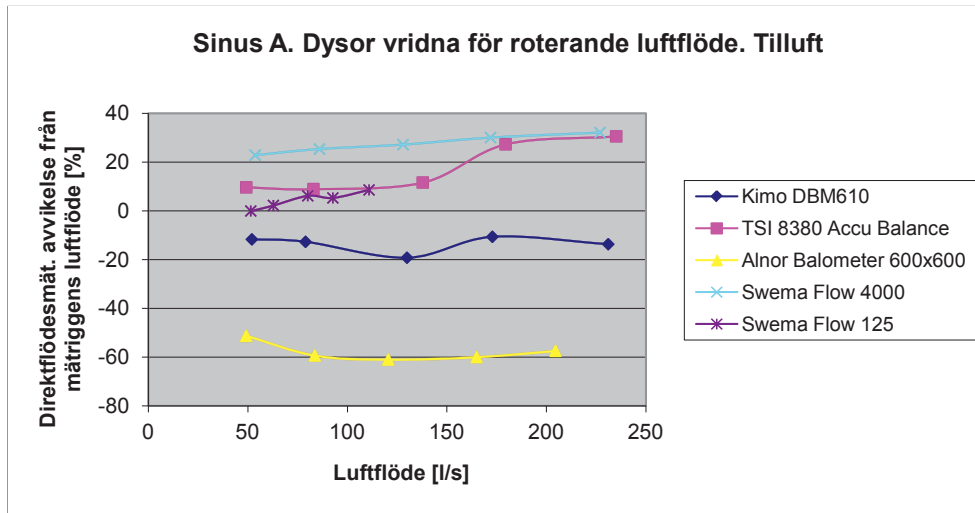
Under mätningarna har en noggrannhet i handhavandet eftersträvat, vilket även är viktigt vid fältmätningar om dessa ska ge pålitliga resultat. Mätningar med upplevd osäkerhet har gjorts om.



Tilluft. SinusA med roterande luftström

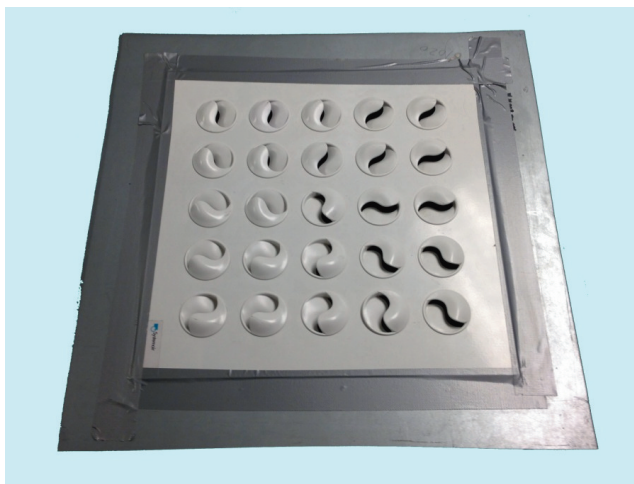
Tilluftdonet (Systemair SinusA) är monterat så att dysorna är riktade vinkelrätt mot radien (för att skapa maximal rotation av luften).

Mätuppställning nr 5 (se bilaga)



Direktflödesmätarna är

- Kimo DBM 610
- TSI 8380 AccuBalance
- TSI Alnor LoFlo Balometer 6200 D
- Swema Flow 4000
- Swema Flow 125



Tilluftsdon Sinus A
Roterande inställning

Bakgrund, problem och syfte

En felaktig injustering av ventilationssystem i byggnader ger ett dåligt inomhusklimat och/eller för stora energikostnader. För att få en riktig injustering krävs bland annat att mätningarna av luftflödena är riktiga. Enligt T22:1998 ("Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer" utgiven av Byggforskningsrådet) kräver VVS AMA 98 att det för olika lokaler bestämda luftflödet ska uppnås med högst 15 % avvikelse. Vidare står det att det är mycket svårt att göra en fältmätning med mindre än 6 % till 7 % sannolikt fel, vilket gör att injusteringen måste ske inom toleransgränserna 8 % till 9 % (15 % minus 6 % till 7 %).

För att ta reda på på mätosäkerheten hos direktflödesmätare har Mikael Nutsos på Locum AB (Stockholms läns landstings fastighetsförvaltare) samt FunkiS (Funktionskontrollanterna i Sverige) gett utredarna i uppdrag att undersöka denna mätosäkerhet.

Syftet med rapporten är alltså att svara på i vad mån direktflödesmätare ger riktiga värden på luftflödet vid olika mätuppställningar.

Metodbeskrivning och mätuppställning

I Locums lokaler inom Huddinge sjukhusområde, Stockholm, finns Negawatt-laboratoriets mättrigg för mätning av luftflöden. Den var ursprungligen kalibrerad med hjälp av Anders Svensson från Stifab Farex AB och har därefter kalibrerats av SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut.

Mättriggen består av en varvtalsstyrd axialfläkt, med möjlighet till omkastad flödesriktning, och kanaler av spiralfalsade rör. För flödesmätningen används mätflänsar av typen Stifab Farex CIMc 125 s/n, CIMc 200 s/n och CIMc 315 s/n. Till mättriggen ansluts i serie ett tilluftdon, galler eller liknande, över vilket mätningen med direktflödesmätarna sker. Eftersom samma luftmassa går igenom den kalibrerade mättriggen och donet, som ska mätas, kan de båda märesultaten jämföras.

Avläsningen av luftflödet i direktflödesmätaren och i den kalibrerade mättriggen har skett samtidigt. Det innebär att om en direktflödesmätare stryker luftflödet kraftigt blir också det avlästa flödet i den kalibrerade mättriggen lägre. Detta gör att den här rapporten inte tar hänsyn till i vad mån en direktflödesmätare påverkar det luftflöde den ska mäta (vilket har betydelse vid en verklig mätning).

Uppskattning av mätosäkerhet

För att beräkna storleken av den totala mätosäkerheten har vi använt metoden som beskrivs i T22:1998 ("Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer" utgiven av Bygghälsorådet). Med "mätfel" i T22:1998 avses samma sak som här kallas "mätosäkerhet".

Mätosäkerheten består av tre delar:

- m_1 = instrumentfel vid bestämning av mättriggens luftflöde. Manometern har en mätosäkerhet < 5 %.
- m_2 = metodfel. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut har fastställt mätosäkerheten till < 5 %. (SP's dokument ETks3F013354.)
- m_3 = avläsningsfel vid bestämning av mättriggens luftflöde. Den använda manometern (SwemaMan80) bildar ett medelvärde av mätvärden för de senaste åtta sekunderna. Ett pulserande tryck i luftkanalerna ger ändå en osäkerhet. Mätosäkerheten anges till < 3 %.

De olika felen kan anses slumpmässiga och oberoende av varandra. Därför används felfortplantningsformeln

$$\text{sannolik mätosäkerhet} = \sqrt{(m_1^2 + m_2^2 + m_3^2)}$$

Med insatta värden fås

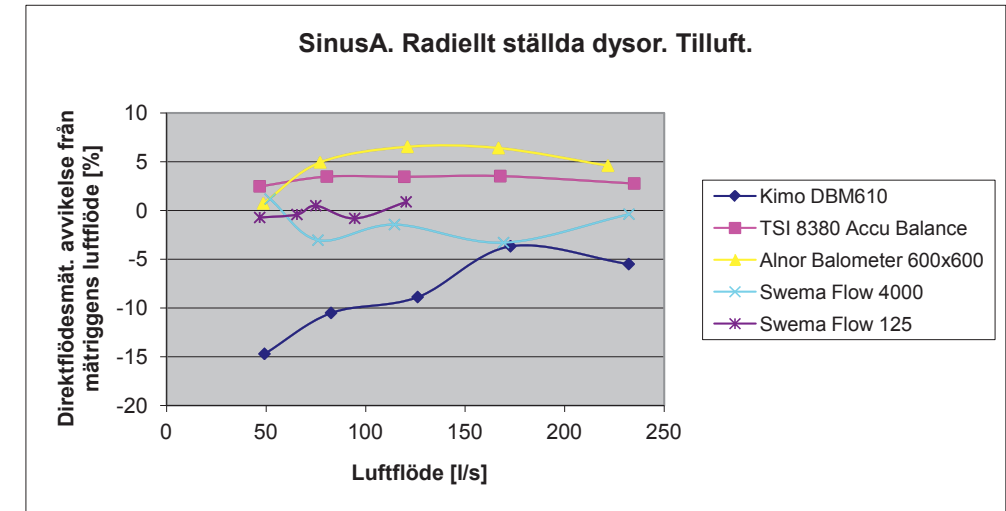
$$\text{sannolik mätosäkerhet} = \sqrt{(5^2 + 5^2 + 3^2)} \% = 7,7 \% < 8 \%$$

Den totala mätosäkerheten i mättriggen ligger alltså inom ± 8 %. Det innebär att om en direktflödesmätare avviker mindre än 8 % ska det inte betraktas som ett fel, utan kan bero helt på mätosäkerheten i mättriggen.

Tilluft. SinusA med radiell luftström

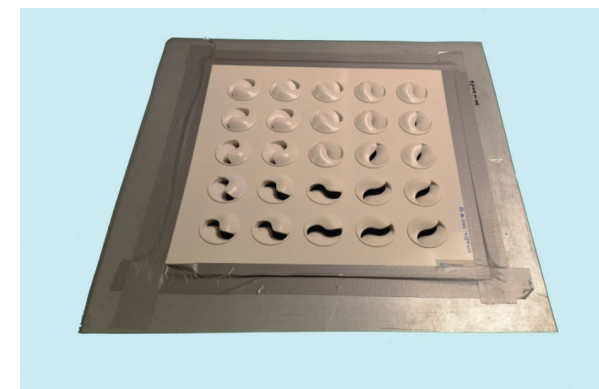
Tilluftdonet (Systemair SinusA) är monterat så att dysorna är riktade från donets centrum.

Mätuppställning nr 5 (se bilaga)



Direktflödesmätarna är

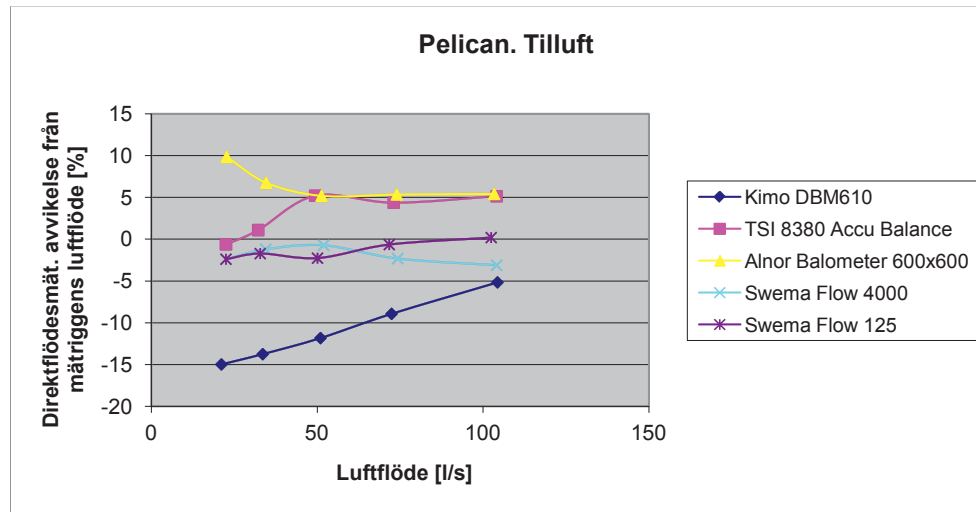
- Kimo DBM 610
- TSI 8380 AccuBalance
- TSI Alnor LoFlo Balometer 6200 D
- Swema Flow 4000
- Swema Flow 125



Tilluftsdon Sinus A
Radiell inställning

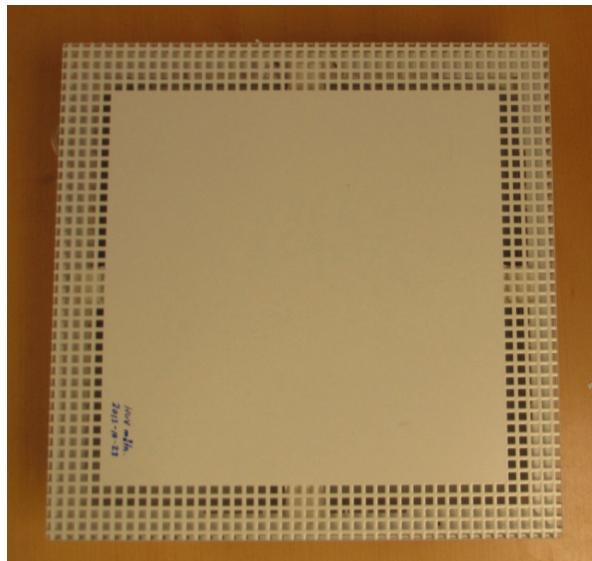
Tilluft. Swegon PELICAN CSa 125-400

Mätuppställning nr 4 (se bilaga)



Direktflödesmätarna är

- Kimo DBM 610
- TSI 8380 AccuBalance
- TSI Alnor LoFlo Balometer 6200 D
- Swema Flow 4000
- Swema Flow 125



Tilluftsdon Pelican

Rapport om mätosäkerheten hos direktflödesmätare

Sidan 13 av 19

Mätresultat och objektdata

De direktflödesmätare som ingår i rapporten är

- Kimo DBM 610. Serienummer 13 02 06 60
- TSI 8380 AccuBalance. Serienummer T83 80 12 51 004
- TSI Alnor LoFlo Balometer 6200 D. Serienummer 71 21 73 61
- Swema Flow 4000. Serienummer 67 15 69
- Swema Flow 125. Serienummer 67 13 09
- Mätning med påse

För utförligare beskrivning av donen, se respektive tillverkares hemsida.

Alla figurer i rapporten har en lodrät axel som visar hur stor den procentuella skillnaden är mellan det direktflödesmätaren visar och det Negawatt-laboratoriets mättrigg visar.

Formeln är: **"Direktflödesmätarens avvikelse från mättriggens luftflöde"** =

$$= 100 \% \cdot (\text{direktflödesmätarens luftflöde} - \text{mättriggens luftflöde}) / \text{mättriggens luftflöde}.$$

Om till exempel mättriggen ger ett luftflöde på 50 liter/s och direktflödesmätaren visar 54 liter/s ger det ett värde på 8 % på den lodräta axeln. Eftersom $8 \% = 100 \% \cdot (54 - 50) / 50$. Skulle däremot direktflödesmätaren visa 47 liter/s ger det ett värde på -6 % på den lodräta axeln. Eftersom $-6 \% = 100 \% \cdot (47 - 50) / 50$. **Det ideala är alltså mätresultat på 0 %.**

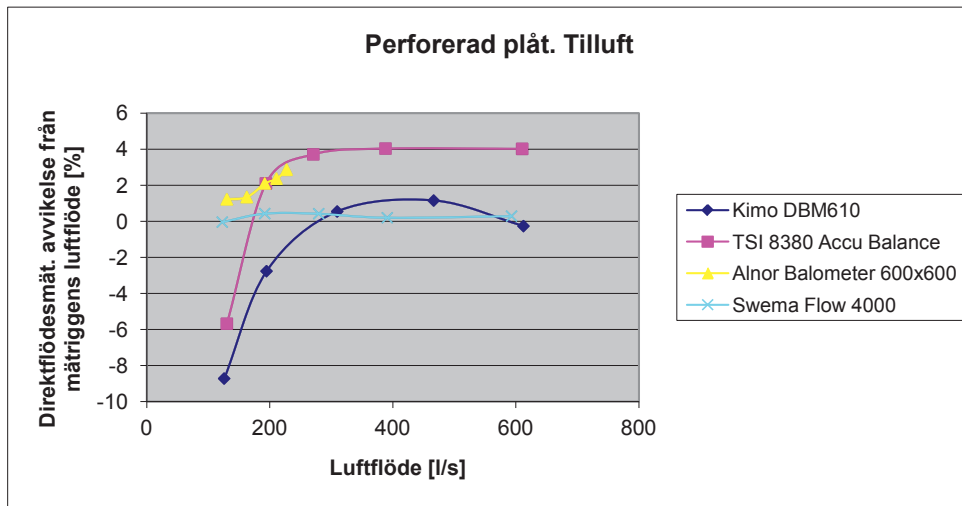
Rapport om mätosäkerheten hos direktflödesmätare

Sidan 6 av 19

Tilluft. Perforerad plåt. Stort luftflöde

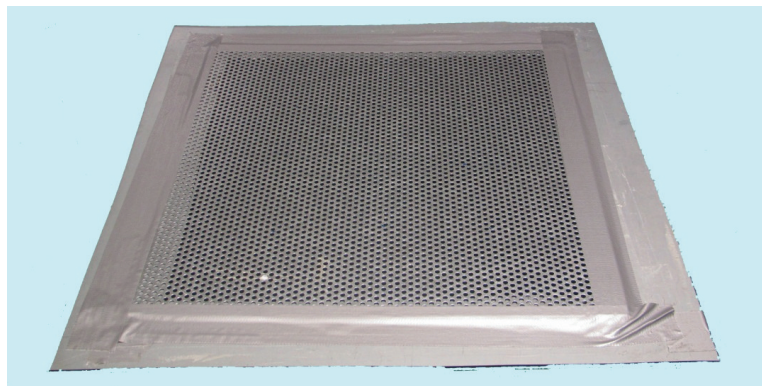
Den perforerade plåten har cirkulära hål med en diameter på 5 mm och avståndet mellan centrumen på två närliggande hål är 8 mm. Hålen är placerade i ett sexkantigt mönster, det vill säga att varje hål har sex närliggande hål på samma avstånd. Det innebär att hålens area är 35 % av plåtens totala area.

Mätuppställning nr 1 (se bilaga)



Direktflödesmätarna är

- Kimo DBM 610
- TSI 8380 AccuBalance
- TSI Alnor LoFlo Balometer 6200 D. Maximalt luftflöde 236 l/s.
- Swema Flow 4000



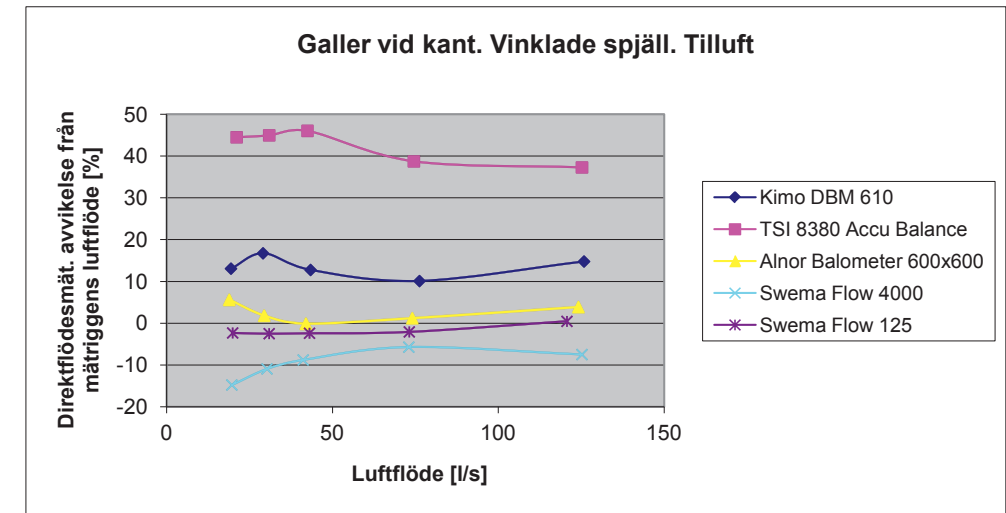
Tilluftsdon och Frånluftsdon perforerad plåt

Tilluft. Galler med vinklade lameller

Gallret (Stifab Farex ABR500-150) med lameller vinklade cirka 25 grader, så att luftströmmen kastas mot direktflödesmätarens stös.

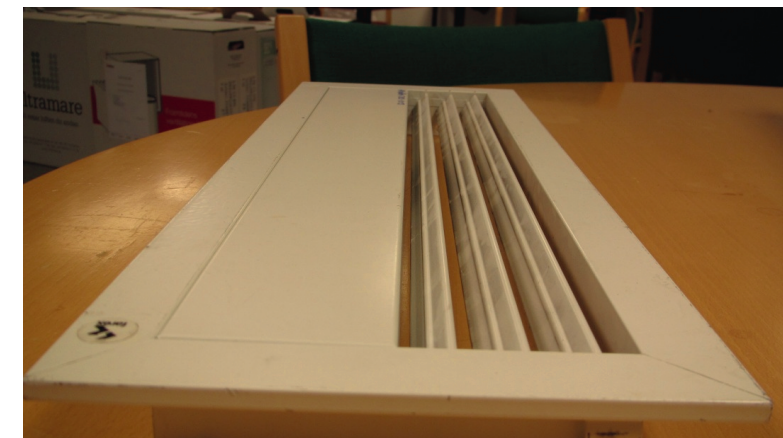
Direktflödesmätaren är placerad så att gallret är längs stosens ena sida.

Mätuppställning nr 4 (se bilaga)



Direktflödesmätarna är

- Kimo DBM 610
- TSI 8380 AccuBalance
- TSI Alnor LoFlo Balometer 6200 D
- Swema Flow 4000
- Swema Flow 125

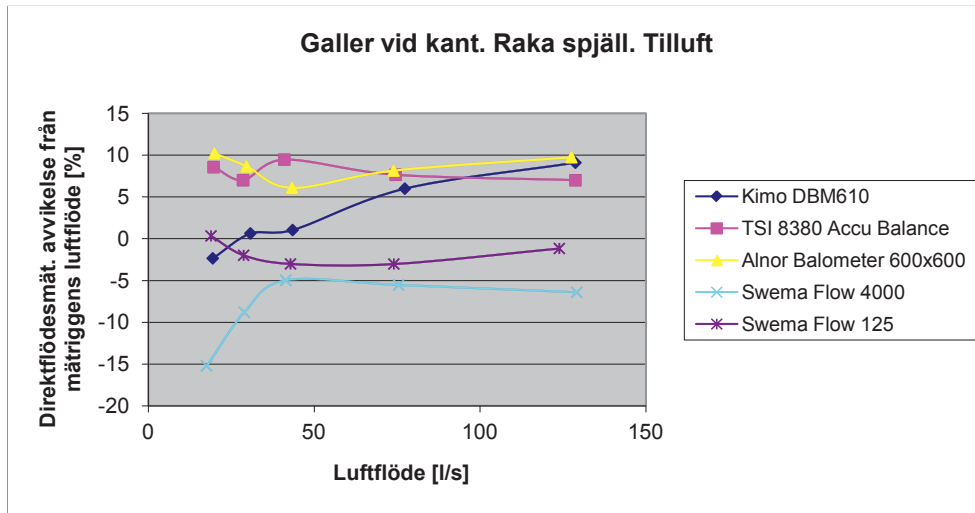


Tilluftsdon Galler med vinklade lameller

Tilluft. Galler med raka lameller

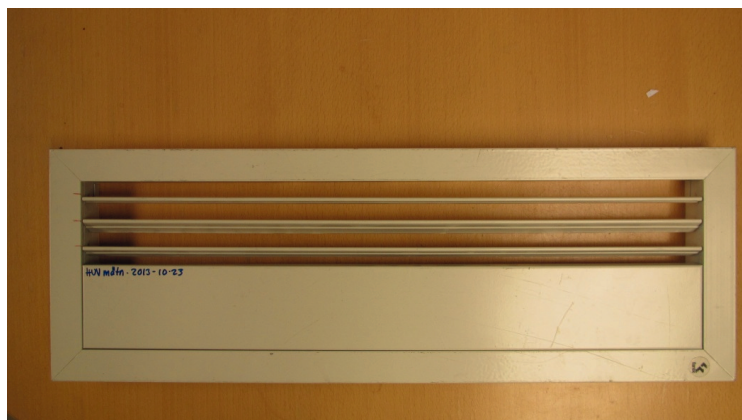
Gallret (Stifab Farex ABR500-150) med rakt ställda lameller. Direktflödesmätaren är placerad så att gallret är längs stosens ena sida.

Mätuppställning nr 4 (se bilaga)



Direktflödesmätarna är

- Kimo DBM 610
- TSI 8380 AccuBalance
- TSI Alnor LoFlo Balometer 6200 D
- Swema Flow 4000
- Swema Flow 125

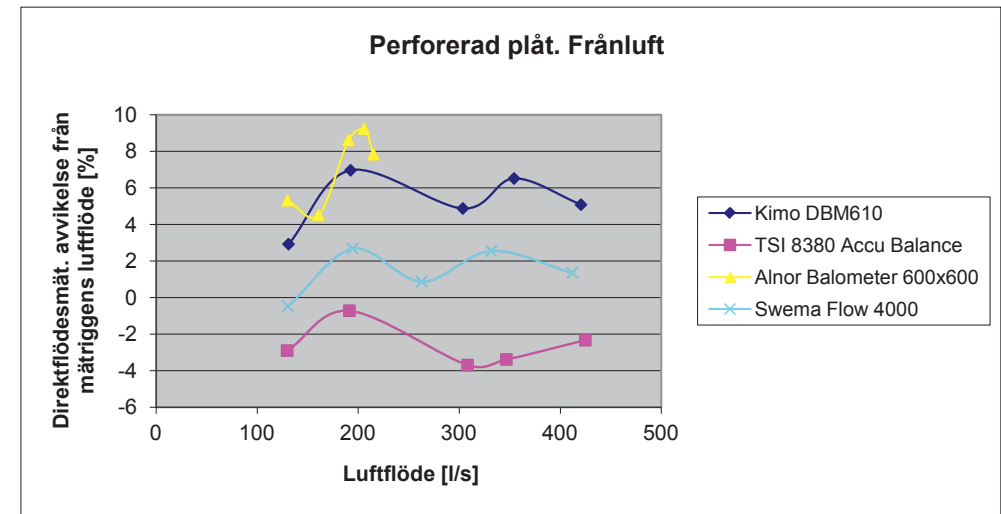


Tilluftsdon
Galler med
raka lameller

Frånluft. Perforerad plåt. Stort luftflöde

Den perforerade plåten har cirkulära hål med en diameter på 5 mm och avståndet mellan centrumen på två närliggande hål är 8 mm. Hålen är placerade i ett sexkantigt mönster, det vill säga att varje hål har sex närliggande hål på samma avstånd. Det innebär att hålens area är 35 % av plåtens totala area.

Mätuppställning nr 2 (se bilaga)



Direktflödesmätarna är

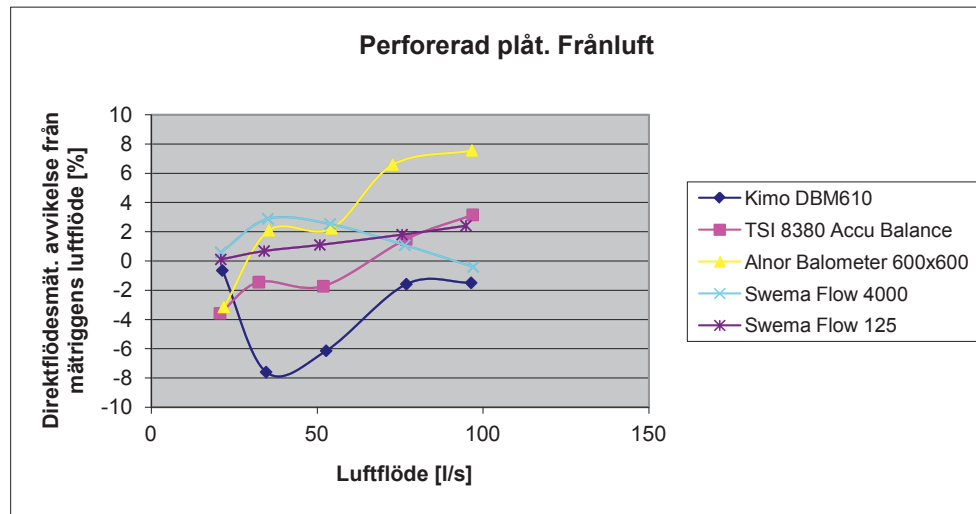
- Kimo DBM 610
- TSI 8380 AccuBalance
- TSI Alnor LoFlo Balometer 6200 D. Maximalt luftflöde 236 l/s.
- Swema Flow 4000

Bild, se sidan 7.

Frånluft. Perforerad plåt. Litet luftflöde

Den perforerade plåten har cirkulära hål med en diameter på 5 mm och avståndet mellan centrumen på två närliggande hål är 8 mm. Hålen är placerade i ett sexkantigt mönster, det vill säga att varje hål har sex närliggande hål på samma avstånd. Det innebär att hålens area är 35 % av plåtens totala area.

Mätuppställning nr 3 (se bilaga)



Direktflödesmätarna är

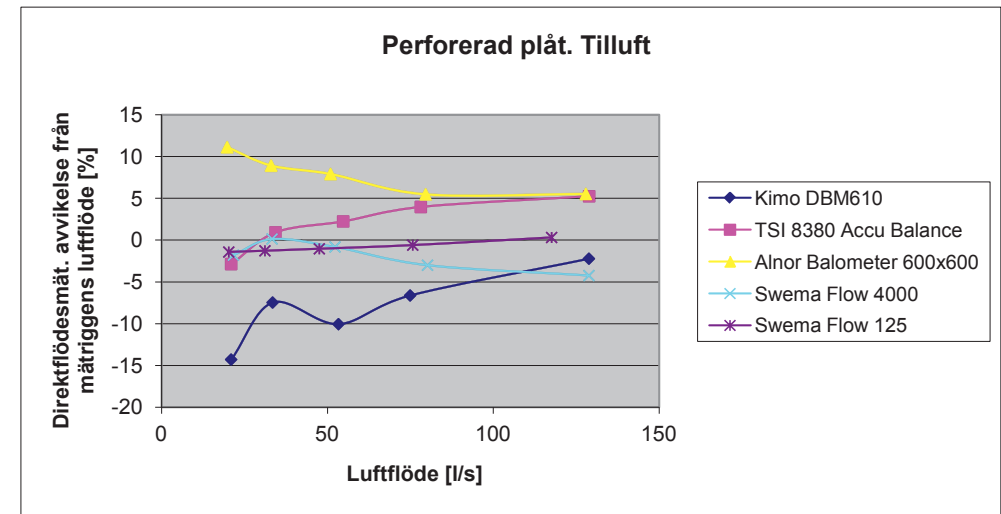
- Kimo DBM 610
- TSI 8380 AccuBalance
- TSI Alnor LoFlo Balometer 6200 D
- Swema Flow 4000
- Swema Flow 125

Bild, se sidan 7.

Tilluft. Perforerad plåt. Litet luftflöde

Den perforerade plåten har cirkulära hål med en diameter på 5 mm och avståndet mellan centrumen på två närliggande hål är 8 mm. Hålen är placerade i ett sexkantigt mönster, det vill säga att varje hål har sex närliggande hål på samma avstånd. Det innebär att hålens area är 35 % av plåtens totala area.

Mätuppställning nr 4 (se bilaga)



Direktflödesmätarna är

- Kimo DBM 610
- TSI 8380 AccuBalance
- TSI Alnor LoFlo Balometer 6200 D
- Swema Flow 4000
- Swema Flow 125

Bild, se sidan 7.