

## Diagnostiskt prov i mätteknik/luftbehandling

inför kursen

### Injustering av luftflöden

1. I vilken skrift kan man läsa om de mätmetoder som normalt skall användas vid mätningar i ventilationsinstallationer?
  
2. Ange vad de tre ingående parametrarna  $m_1$ ,  $m_2$  och  $m_3$  står för.  
Ange formel samt beräkna sannolikt mätfel  $\bar{m}$  ( $m_m$ ) med en decimals noggrannhet ( $m_1 = 4.0\%$ ,  $m_2 = 6.0\%$ ,  $m_3 = 5.0\%$ )

Vad är  $m_1$  i ord beskrivet?

---

Vad är  $m_2$  i ord beskrivet?

---

Vad är  $m_3$  i ord beskrivet?

---

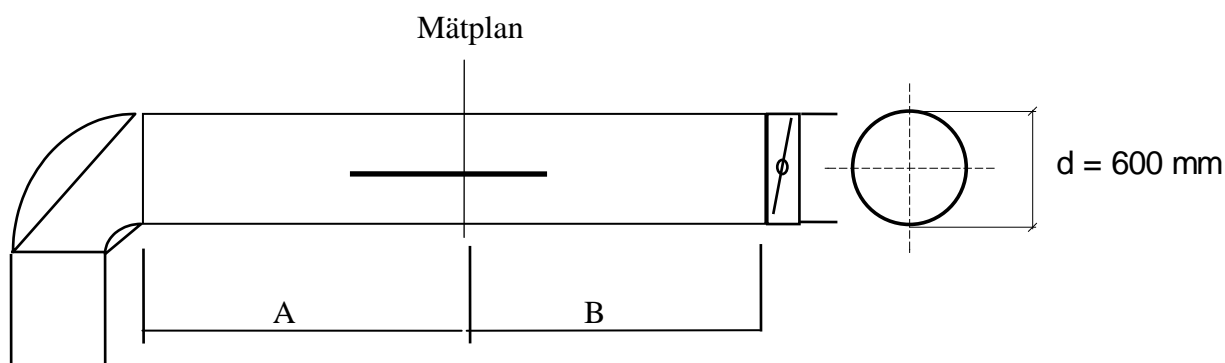
$\bar{m}$  (alt  $m_m$ ) = (ange formel) \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ %

3. Du har i ett tilluftsdon mätt i fast tryckuttag trycket 36 Pa.  
Donets K-faktor är 16,6 för enheterna Pa och l/s.  
Beräkna uppmätt flöde.  
Redovisa även formel och din beräkning.

4. Beräkna hydraulisk diameter för en kanal med måtten 500 x 200 mm.  
Redovisa även din beräkning.

5. Ange för rekommenderat mätplan:

- a) erforderligt minsta avstånd på rakdel före/uppströms mätplan för nedanstående befintliga kanal om mätningen skall utföras med Prandtl-rör.
- b) erforderligt minsta avstånd på rakdel efter/nedströms mätplan för nedanstående befintliga kanal om mätningen skall utföras med Prandtl-rör.



a)

b)

6. Vad är kravnivån på koldioxidhalt enligt AFS ”Arbetsplatsens utformning” 2000:42?

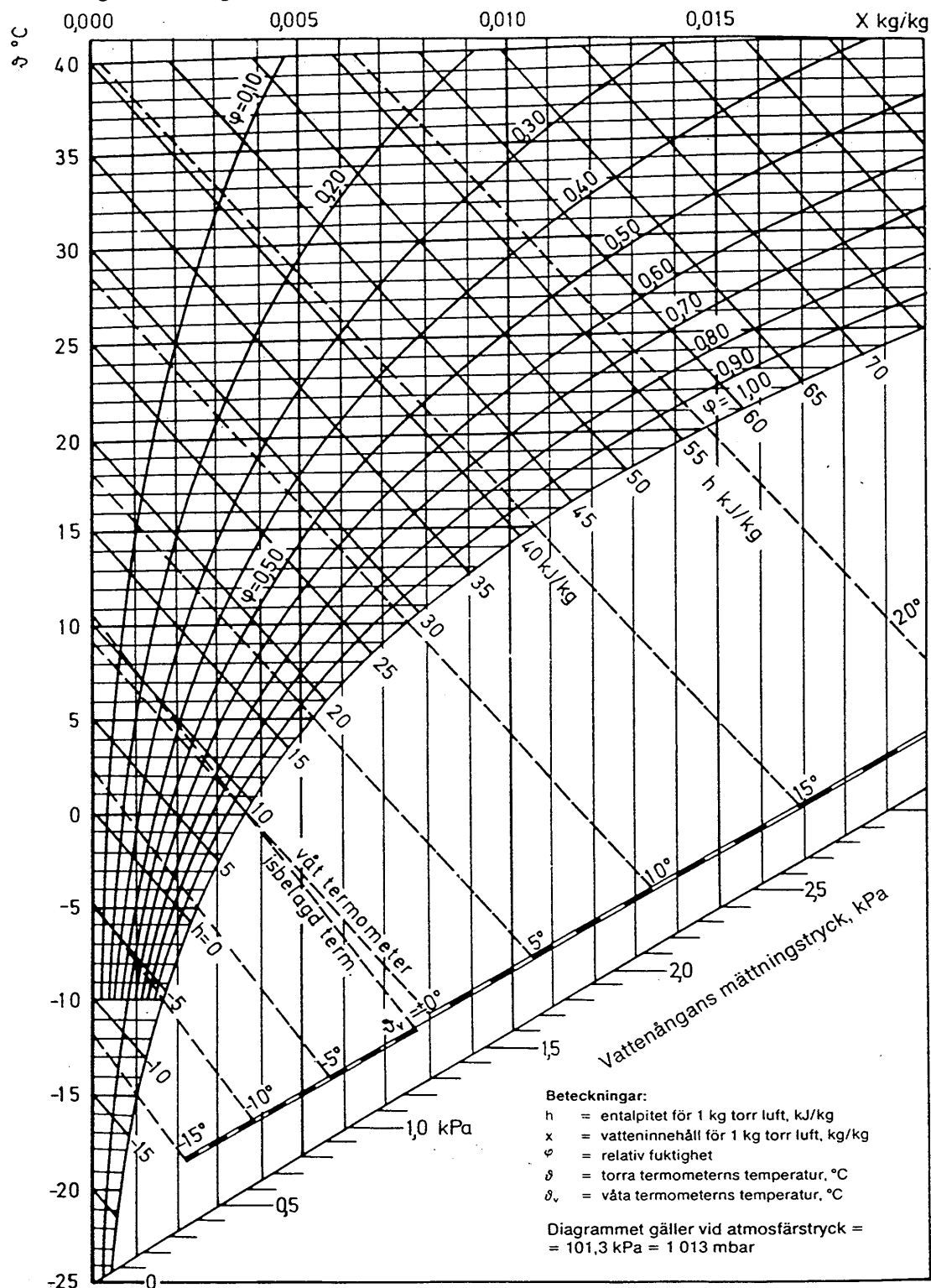
7. Vilka två faktorer ger flödet genom en kontrollventil och hur bestämmer man dem?

8. Ange varför vindhastigheten utomhus kan påverka mätresultatet vid en flödesmätning inomhus!
9. En filtervakt mäter tryckfall över ett filter, vad är det för art av tryck som mäts?
10. Det dynamiska trycket kallas ibland för hastighetstrycket. Hur hänger  $P_d$  ihop med  $v$ ? Visa med formel!

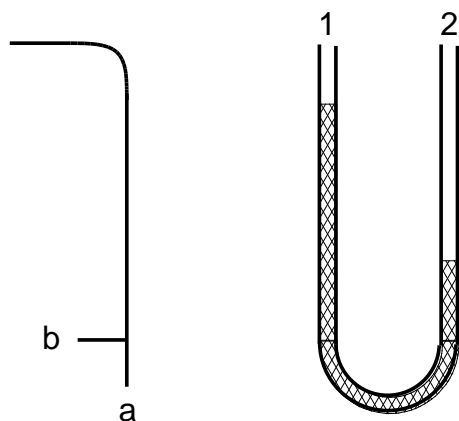
11. Du mäter spiskåpor i lägenheter. Om Du tar bort fettfiltret kan Du komma åt med en stofsörsedd anemometer, är detta rätt? Motivera även Ditt svar.
12. Vad skiljer ett pitotrör från ett prandtlrör?
13. Du har skickat ditt instrument för kalibrering.  
Visar ditt instrument rätt när det kommer tillbaka?  
Motivera även ditt svar.
14. Varför skall  $K_1$  vara 1.0 oavsett temperatur och tryck i kanalen då man använder elektronisk varmkroppsanemometer för luftflödesmätning i cirkulär kanal mätmetod A31 enligt protokoll A1 (mätprotokollet för A1 finner Du på sista sidan).

15. Vid bestämning av relativa fuktigheten i ett rum fås torr temperatur till +23°C och våt temperatur till +16°C.  
 Vad blir RH i % ? Rita även in i nedanstående Mollierdiagram hur Du kom fram till Ditt svar.

Mollierdiagram för fuktig luft

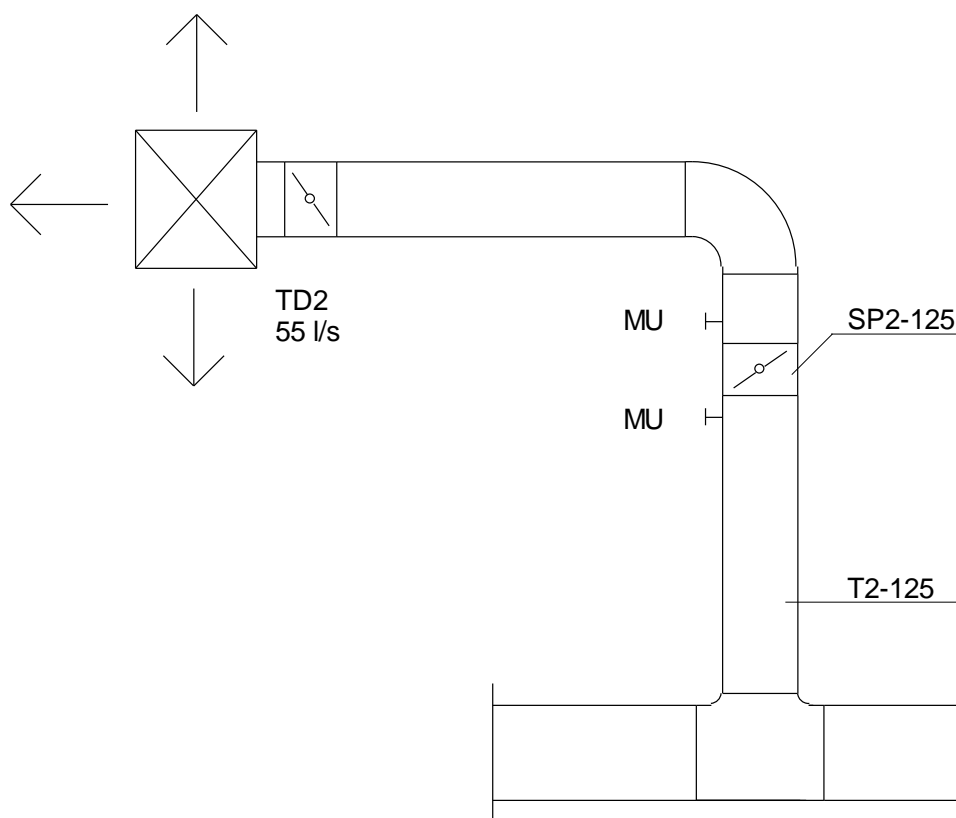


16. Du skall mäta statiska trycket i en anslutningskanal till ett frånluftsdon i ett ventilationssystem typ F, med ett prandtl-rör och en U-rørsmanometer. Ange hur Du ansluter prandtl-röret med u-rørsmanometern.



17. Hur ofta bör en elektronisk varmkroppsanemometer kalibreras ?

18. Vid en mätning i två mätnipplar på vardera sidan om ett spjäll, SP2, har Du för ett och ett halvt år sedan konstaterat att statiskt tryckfall över spjället är 120 Pa. Samtidigt har Du mätt flödet i don TD2 till 55 l/s. Se nedanstående figur.



En ny mätning skall göras och vid denna får Du ett statiskt tryckfall över spjället SP2 till 36 Pa. Hur stort är flödet i TD2?

Spjälläget är märkt och ej ändrat. Spjället saknar injusteringsdiagram. Strömningen antages vara fullt utbildad turbulens vid båda mättillfällena. Redovisa Din beräkning!



19. Komplettera nedanstående mätprotokoll så att det blir fullständigt, samt beräkna flöde och sannolikt mätfel!

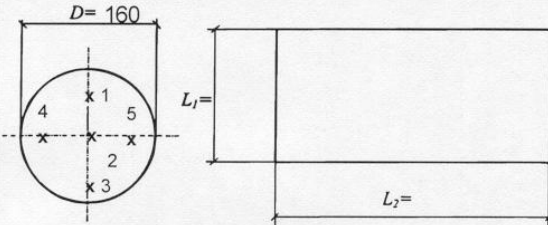
### Mätmetod A1 - Protokoll

#### Luftflödesmätning i kanal, prandtlrör

Projektname	Referensnummer	Datum
Beställare/byggherre	Ritningsnr mm	Ordernr
Mätställe	<input type="checkbox"/> Tilluft <input type="checkbox"/> Frånluft	Utfört av

Strömningshinder före mätställe. typ: 90-Böj	Avstånd, m: 5,0	<b>Anteckningar</b> Dynamiskt tryck i centrum .....Pa Max dynamiskt tryck .....Pa Läge för max dynamiskt tryck (räknat från kanalkant) .....mm Eventuell pendling ± .....Pa Ute-temp .....°C Barometertryck .....mbar Statiskt över- eller undertryck i kanal .....Pa Statiskt tryck i kanalen .....Pa $\rho_s = B + \Delta p_s$
Strömningshinder efter mätställe. typ: 90-Böj	Avstånd, m: 3,0	

Sätt ut dimensioner och markera mätpunkternas lägen med nummer.



$L_1 =$  \_\_\_\_\_

$L_2 =$  \_\_\_\_\_

Mätpunkternas nummer	Dynamiskt tryck, Pa	Instrumentkorrektion	Korrigerat dynamiskt tryck, Pa	Hastighet, m/s	
1	9	17	12	-2	
2	10	18	16	-3	
3	11	19	13	-3	
4	12	20	14	-3	
5	13	21			
6	14	22			
7	15	23			
8	16	24			
<b>Summa:</b>					



Lufttemperatur 0 °C	Medelhastighet, $u_m$ ..... m/s
	Korrektionsfaktor, $k_1$ ..... -
	Metodkorrektion, $k_2$ ..... -
	Korrigerad hastighet, $u_k = u_m \cdot k_1 \cdot k_2$ ..... m/s
	Kanalens tvärsnittsarea, $A$ ..... m <sup>2</sup>
	Flödet, $q = u_k \cdot A$ ..... m <sup>3</sup> /s

Noteringar (t ex faktorer som kan ha påverkat mätresultatet)


Instrument fel, $m_1$	4 %
Metodfel, $m_2$	%
Avläsningsfel, $m_3$	2 %
Sannolikt fel, $m_m$	%

Underskrift: .....

Omvandlingsskala från dynamiskt tryck  $p_d$  (Pa) till hastighet  $u$  (m/s) ( $T_{luft} = 20$  °C,  $\rho_s = 1013$  hPa).

**Facit till diagnostiskt prov i mätteknik**

1. I NVG (Nordiska ventilationsgruppen) ”Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer” T22:1998.

2.  $M_1$  = instrumentfel  
 $M_2$  = metodfel  
 $M_3$  = avläsningsfel

$$\bar{m} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2} = \sqrt{16.0 + 36.0 + 25.0} = \sqrt{77.0} = \pm 8.77\% \approx \pm 8.8\%$$

(Avrundning sker alltid uppåt vid mätfelsberäkning)

3.  $q = k \cdot \sqrt{p}$

$$q = 16,6 \cdot \sqrt{36} = 16,6 \cdot 6,0 = 99,6 \text{ l/s} \approx 100 \text{ l/s}$$

q = flöde i l/s

k = k-faktor (donkonstant)

p = injusteringsstryck (är egentligen ett statiskt tryck  $P_s$ )

$$4. \quad d_h = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b} = \frac{2 \cdot 0,500 \cdot 0,200}{0,500 + 0,200} = 0,286 \text{ m} = 286 \text{ mm}$$

5. Rekommenderat mätplan fordrar:

$5 \cdot d_h$  före mätställe och

$2 \cdot d_h$  efter mätställe

dvs

$A = 5 \cdot 0,600 = 3,0 \text{ m}$  före mätställe och

$B = 2 \cdot 0,600 = 1,2 \text{ m}$  efter mätställe

6. ”Bör eftersträvas att hålla 1000 ppm.

7. Statisk tryckskillnad och konläge.

8. Vindtryck på intagsgaller/avluftsgaller gör att luftflöde kan variera. Övertryck på ena sidan av huset och undertryck på andra sidan, ”drar igenom” huset.

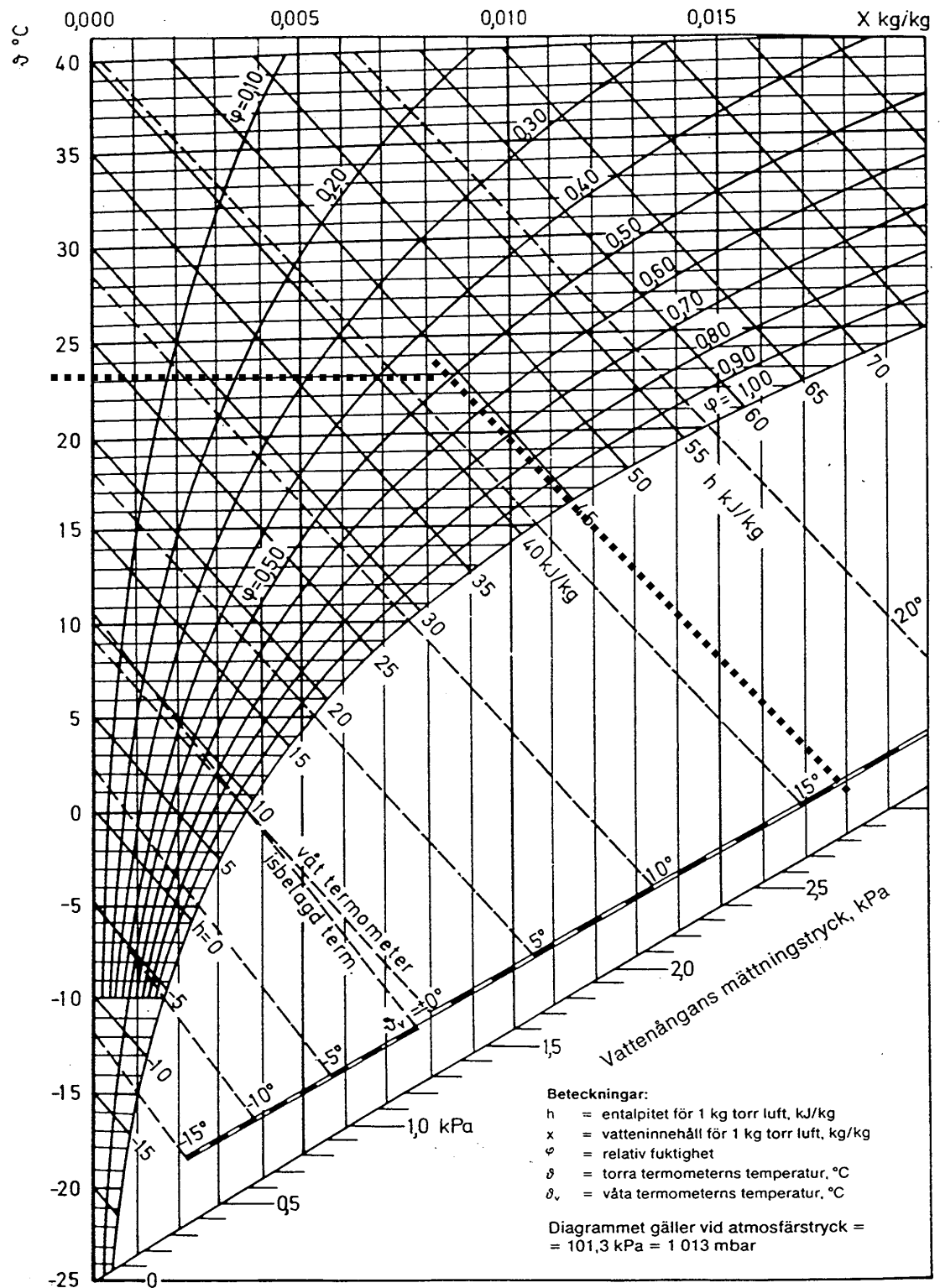
Fysikaliska orsaker är att luftens rörelseenergi (dynamiskt lufttryck) omvandlas till statisk energi (= ökning i statiskt tryck) när lufthastigheten bromsas/sänks på lovartsidan.

Vidare sjunker statiska lufttrycket ovan hustaket där vindhastigheten ökar jämfört med en bit bort från huset. Eftersom totaltrycket alltid är konstant sjunker statiska trycket när dynamiska trycket ökar.  $P_t = p_s + p_d$ .

9. Statiskt tryck, Ps.
10. Alt 1:  
 $v = 1.29 \cdot \sqrt{P_d}$  vid +20°C och 1013 mbar (eller  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ )
- Alt 2:  
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot P_d}{\delta}}$$
11. Nej. Mäter man utan fettfilter tas inte tryckfallet över filtret med. Därmed blir resultatet felaktigt. Dessutom är det ofta svårt att få det tätt mot stos.
12. Prandtlrör mäter både statiskt och totaltryck (diff blir dynamiskt). Pitotrör mäter endast totaltryck.
13. Inte säkert. Vid kalibrering konstateras hur fel instrumentet visar. En del leverantörer kan elektroniskt justera instrumentet i vissa punkter för att få avvikelser mindre. Andra leverantörer redovisar i protokoll en korrektionsterm enligt: Verkligt värde = avläst värde + korrektionsterm, utan att justera instrumentet. Därmed måste alltid kalibreringsprotokollet för instrumentet studeras.
14. Faktorn  $K_1$  korrigerar lufthastigheten då luftens temperatur och tryck avviker från 20°C och 1013 hPa.  
En elektronisk varmkroppsanemometer utför denna kompensering i instrumentet automatiskt (mer eller mindre bra beroende på typ och ålder på instrument). En manuell korrigering skulle då innebära att man korrigerat två gånger på samma sak.

15. RH = 48%. Se även ifyllt bifogat Mollierdiagram.

Mollierdiagram för fuktig luft



16. b ansluts till skänkel nr 1.
17. Var 6:e månad för äldre elektroniska instrument och var 12:e månad för nyare elektroniska instrument. Även beroende på användnings sätt och användningsintensitet på instrumentet samt syftet med mätningen. Även trend/historik på avvikelse kan påverka intervalltiden.

18. 120 Pa och 55 l/s.

$$q = k \cdot \sqrt{P}$$

$$k = \frac{q}{\sqrt{P}}$$

$$k = \frac{55}{\sqrt{120}} = 5,02$$

Ny mätning gav 36 Pa.

$$\text{Nytt flöde } q = k \cdot \sqrt{p} = 5,02 \cdot \sqrt{36} = 30 \text{ l/s}$$

19. Mätprotokoll

**Mätmetod A1 - Protokoll**  
**Luftflödesmätning i kanal, prandtlrör**

Projektnamn	Referensnummer	Datum
Beställare/byggherre	Ritningsnr mm	Ordernr
Mätställe	<input type="checkbox"/> Tilluft <input type="checkbox"/> Frånluft	Utfört av

Strömningshinder före mätställe. typ: 90-Böj	Avstånd, m: 5,0	<b>Anteckningar</b>
Strömningshinder efter mätställe. typ: 90-Böj	Avstånd, m: 3,0	

Sätt ut dimensioner och markera mätpunkternas lägen med nummer.

Dynamiskt tryck i centrum	14,0	Pa
Max dynamiskt tryck	16	Pa
Läge för max dynamiskt tryck (räknat från kanalkant)		mm
Eventuell pendling ±		Pa
Utetemperatur	+0	°C
Barometertryck	1000	mbar
Statiskt över- eller undertryck i kanal	100	Pa
Statiskt tryck i kanalen	1001	hPa

$\rho_s = B + \Delta p_s$

Mätpunkternas nummer	Dynamiskt tryck, Pa			Instrumentkorrektion			Korrigerat dynamiskt tryck, Pa			Hastighet, m/s		
1	9	17	12			-2			10			4,08
2	10	18	16			-3			13			4,65
3	11	19	13			-3			11			4,28
4	12	20	14			-3			11			4,28
5	13	21										
6	14	22										
7	15	23										
8	16	24										
<b>Summa:</b>											17,29	

Lufttemperatur ( ) °C	Medelhastighet, $u_m$	4,32	m/s
	Korrektionsfaktor, $k_1$	0,96	-
	Metodkorrektion, $k_2$	0,96	-
	Korrigerad hastighet, $u_k = u_m \cdot k_1 \cdot k_2$	3,98	m/s
	Kanalens tvärsnittsarea, $A$	0,020	m <sup>2</sup>
	Flödet, $q = u_k \cdot A$	0,08	m <sup>3</sup> /s

Noteringar (t ex faktorer som kan ha påverkat mätresultatet)	Instrument fel, $m_1$	4	%
	Metodfel, $m_2$	4	%
	Avläsningsfel, $m_3$	2	%
	Sannolikt fel, $m_m$	6	%

Underskrift: .....

Omvandlingsskala från dynamiskt tryck  $p_d$  (Pa) till hastighet  $u$  (m/s) ( $T_{luft} = 20$  °C,  $\rho_s = 1013$  hPa).