



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R51: 1974

SKONISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Gemensamma Nordiska metoder för mätning av luftflöden i ventilations- anläggningar

Anders Svensson

Byggforskningen

CENTERLOF & HOLMBERG AB Gemensamma Nordiska metoder för mätning av luftflöden i ventilationsanläggningar

En sammanställning antagen av Nordiska Ventilationsgruppen

Anders Svensson

På olika håll har problemen med att mäta luftflöden och luftfästigheter ägnats stor uppmärksamhet. Anledningen till detta är de stora svårigheter som är förknippade med dessa mätningar i första hand under fältmässiga förhållanden samt den stora betydelse ventilationsanläggningens funktion har på inomhusklimatet. Vid fastställandet av dessa nu föreliggande mätmetoder för fältbruk har strävan varit att använda så okomplicerade metoder som möjligt. Vi skall givetvis inte slå oss till ro med denna mätteknik, utan sträva efter att förbättra och förenkla denna ytterligare. Dessa metoder som sammanställts inom Nordiska ventilationsgruppen har till stor del bearbetats inom en arbetsgrupp finansierad av byggforskningsrådet i Sverige och har antagits av Nordiska ventilationsgruppen vid dess möte i Helsingfors 13–14 maj 1974.

Föreliggande rapport är resultat av ett arbete utfört inom Statens institut för byggnadsforskning i samarbete med arbetsgruppen för injustering och funktionsprovning av vvs-anläggningar. Syftet med arbetet är att man inom de nordiska länderna ska utarbeta identiskt lika regler för kontroll och injustering av i första hand ventilationsanläggningar. Rapporten får ses som en etappredovisning av förslag till fältmätning-metoder för ventilationsanläggningar. Det är av stor betydelse att metoderna praktiskt prövas i större utsträckning än vad som varit möjligt under projektets gång.

Målsättning för det fortsatta arbetet är att utarbeta en handbok för fältmätningar för vvs-anläggningar, där kravet är att metodernas osäkerhet skall kunna beräknas samt att mätningarna skall kunna genomföras till rimliga kostnader.

De olika mätmetoderna är klassade i två grupper. Metodbeteckningar som föregås av bokstaven R är s k rekommenderade metoder för vilka metodfel anges och där metodfelet är mindre än 10 %. Metodbeteckningar som föregås av bokstaven Ö är s k övriga metoder vars osäkerhet är okänt hög.

Metodernas giltighetsområde

De rekommenderade metoder som här

anges kan användas vid avtal med avseende på inreglering och besiktningar av ventilationsanläggningar.

Generella krav

Kalibrering

Instrumenten skall vara kalibrerade mot en metod som ger ett (känt) lågt fel. Kalibreringskurvor varav korrektionen – alternativt verkliga värdet – framgår skall användas.

Avlästa värdet korrigeras enligt följande:

$\text{uppmätt värde} = \text{avläst värde} + \text{korrektion för instrument.}$

Korrektionen bör alltså anges som ett absolutvärde, ej som en faktor med hänsyn till att korrektionen skall utföras på fältet. Kalibreringsregler av den 11 okt 1972 från Nordiska ventilationsgruppen skall följas.

Mätning

En mätning skall baseras på en väldefinierad metod varvid såväl mätpunkter som mätinstrument måste vara bestämda. Detta innebär ej att man skall standardisera vissa bestämda instrument utan att man har ett bestämt och normerat tillvägagångssätt för det instrument man använder.

Mätvärdena utvärderas efter ett för metoden specificerat sätt, varefter dessa värden korrigeras med hänsyn till metoden. Här måste vanligen en korrektionsfaktor användas, varvid $\text{rätt värde} = \text{uppmätt värde} \cdot \text{korrektionsfaktor för metod.}$

Beträffande korrektionsfaktorer för olika metoder hänvisas till den beskrivande delen.

Mätfel

Sannolika mätfelet, \bar{m} , skall beräknas enligt följande:

$$\bar{m} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2} \%$$

där m_1 = mätinstrumentets fel, %

m_2 = mätmetodens fel, % pga avvikelser från kalibreringsmetod för mätinstrument. Till denna typ av fel räknas även avvikelser från kalibreringskurva för serietillver-

Bygghorsningen Sammanfattningar

R51:1974

Nyckelord:

ventilationsanläggning, luftflöde, mätmetoder, mätfel

Rapport R51:1974 hänför sig till projekt 801 vid Statens institut för byggnadsforskning samt forskningsanslag 720640-5 från Statens råd för byggnadsforskning till VVS-Tekniska Föreningen, Stockholm.

UDK 697.95

53.08(48):697.45

SfB (57)

ISBN 91-540-2371-8

Sammanfattning av:

Svensson, A., 1974, *Gemensamma Nordiska metoder för mätning av luftflöden i ventilationsanläggningar. En sammanställning antagen av Nordiska Ventilationsgruppen*, (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R51:1974, 70 s, ill. 17 kr exkl moms.

Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403,
111 84 Stockholm
Telefon 08-24 28 60

Grupp: installation

kad mätanordning, spjäll eller luftdon med inbyggt mätuttag

$m_3 =$ avläsningsfel, %

Kommentarer:

Slumpmässiga fel m_1

Även sedan man korrigerat ett avläst värde eller ett uppmätt medelvärde med hänsyn till olika faktorer kvarstår vid en mätning vissa slumpmässiga fel. Dessa beror på bl a hystereseffekter, för vilka korrektion ej kan införas. Dessa fel upptäcks som avvikelser i mätvärde vid upprepade mätningar av samma storhet och yttrar sig därför vid t ex upptagande av en kalibreringskurva genom att denna erhålls som ett band i stället för en kurva.

Slumpmässiga fel m_2

Vid mätningen bör en noggrant specificerad metod användas. På grund av avvikelser från metoden, t ex sondens riktning och dess avstånd mellan sond och galler m m kommer även mätmetoden att ge vissa slumpmässiga fel. De mätmetoder som finns utvecklade idag har olika noggrannheter.

Slumpmässiga fel m_3

Dessa kan t ex hänföras till avläsningsfel varvid skalindelningen är av stor betydelse.

Exempel på felkalkyl

Antag att vi ska mäta luftflödet genom ett intagsgaller med metod B 12 (intagsgaller inkluderas i gruppen frånluftsdon).

Mätinstrument: varmtrådsanemometer

m_1 : Varmtrådsanemometrar kan ofta vid hastigheter över ca 1 m/s uppvisa slumpmässiga fel på ca ± 1 %. Instrument som kalibreras uppvisar helt naturligt fel pga kalibreringsmetodens ofullkomlighet. Är i detta fall varmtrådsinstrumentet kalibrerat mot en ut-

rustning med ett fel av ± 2 % blir sannolika felet:

$$m_1 = \pm \sqrt{1^2 + 2^2} = \pm 2,2 \%$$

m_2 : För mätmetod B 12 framgår att metodfelet $m_2 = \pm 5$ % inom noggrannhetsområde 1 (exklusive avläsnings- och instrumentfel).

m_3 : Avläsningen av instrument sker med varierande noggrannhet bl a beroende på instrumentets skalindelning. Logaritmiska eller andra olinjära skalor kan inom vissa hastighetsområden ge avläsningsfel på ± 3 % eller mer. Är avläsningsfelet 0,1 m/s vid 3,5 m/s blir $m_3 = \pm 3$ %.

\bar{m} : Sannolika mätfelet, \bar{m} , blir med den valda mätbetoden och den valda varmtrådsanemometern:

$$\bar{m} = \pm \sqrt{2,2^2 + 5^2 + 3^2}$$

$$\text{dvs } \bar{m} \approx \pm 6 \%$$

Vid uppmätning av flödet i detta exempel får således avvikelser från föreskrivet flöde vara maximalt ca 9 % för att avvikelserna ska kunna hållas inom de enligt VVS AMA 72 maximalt tillåtna 15 %.

Mätprotokoll

Vid presentation av de erhållna mätresultaten kan de blanketter användas som finns redovisade för de olika metoderna.

Metoder för flödesmätning i kanal

I den beskrivande delen av detta kapitel finns en metodsamling. Ur denna väljs den mätmetod som passar bäst med hänsyn till erforderlig mätnoggrannhet. Följande rekommenderade mätmetoder (R-) samt övriga mätmetoder (Ö-) förekommer.

Metodteckning	Metodbeskrivning	Metodfel $m_3 \pm \%$
A 1	Traversering med prandtrör	
R - A 11	a) i rund kanal	3-6
R - A 12	b) i rektangulär kanal	2-5
A 2	Fast mätuttag	
R - A 21	a) korsrör	6-10
R - A 22	b) flödesmätdon EHBA, AB Svenska läkfabriken	5
R - A 23	c) DAMD från Air Monitor Corp. USA	6-10
Ö - A 24	d) Annubar	okänt
R - A 25	e) tryckmätning i rörbj	4-10
Ö - A 3	Tryckmätning över komponent	okänt
A 4	Mätning över fläkt	
Ö - A 41	Pitotrörstraversering	okänt
Ö - A 42	Tryckmätning	okänt
Ö - A 43	Effektmätning	okänt

Metoder för flödesmätning i don

I den beskrivande delen av detta kapitel finns en metodsamling. Ur denna väljs den metod som passar bäst med hänsyn till erforderlig mätnoggrannhet. Följande rekommenderade (R-) och övriga (Ö-) mätmetoder förekommer.

Frånluftsdon

Metodteckning	Metodbeskrivning	Metodfel $m_3 \pm \%$
B 1	Traversering med anemometer	
Ö - B 11	a) punktmeter	okänt
R - B 12	b) 4-punktsmetoden	5-8
Ö - B 13	c) kontinuerlig traversering	okänt
B 2	Tryckfallsmätning	
R - B 21	a) tryckmätning med sond	3-10
R - B 22	b) fast mätuttag	3-10
R - B 3	Flödesmatrare (stos + anemometer)	3-10
Ö - B 4	Uppmätning av V_m vid känd A_{eff}	okänt

Tilluftsdon

Metodteckning	Metodbeskrivning	Metodfel $m_3 \pm \%$
C 1	Traversering med anemometer	
Ö - C 11	a) punktmeter	okänt
Ö - C 12	b) kontinuerlig traversering	okänt
C 2	Tryckfallsmätning	
Ö - C 21	a) tryckmätning med sond	okänt
R - C 22	b) fast mätuttag	3-10
Ö - C 3	Flödesmatrare (stos + anemometer)	okänt
Ö - C 4	Uppmätning av V_m vid känd A_{eff}	okänt
R - C 5	Pasmeter	3

Metoder för luftomsättningsmätning

I den beskrivande delen av detta kapitel finns en metodsamling. Ur denna väljs den mätmetod som passar bäst med hänsyn till tillgängliga resurser och till erforderlig mätnoggrannhet. Följande mätmetoder (R-) är beskrivna.

Metodteckning	Metodbeskrivning	Sannolikt mätfel $\bar{m} \pm \%$
D	Allmänt om luftomsättningsmätning	
R - D 1	Dräger-rör och koldioxid	7-10
R - D 2	Gasanalyser av typen interferens-refraktometer och med helium eller koldioxid som spärgas	4-10

Revidering av metoderna

Dessa metoder kommer att tas upp till revidering i den Nordiska ventilationsgruppen senast den 1 januari 1976.

Med tanke på kommande revidering emottages med tacksamhet de erfarenheter och synpunkter som framkommer vid användningen av dessa metoder. Kontaktman: Anders Svensson, Statens institut för byggnadsforskning, Box 27163, 102 52 Stockholm 27, tel 08-63 56 20.

Common Nordic methods for measurement of air flows in ventilation systems

A collection accepted by the Nordic Ventilation Group

Anders Svensson

The problems connected with the measurement of air flows and air velocities have attracted a great deal of attention in a number of quarters. The reason for this is the considerable degree of difficulty encountered in carrying out measurements, in particular under field conditions, plus the importance of the performance of the ventilation system in the context of indoor climate. In finalizing the present measuring methods designed for application under field conditions an effort has therefore been made to use the simplest techniques possible. We shall not of course rest on our laurels after having established this measurement technique, but shall continue our efforts to improve it and to simplify it even further. The methods described in this publication have been compiled by the Nordic Ventilation Group and have subsequently been examined by a working group financed by the Swedish Council for Building Research. They were approved by the Nordic Ventilation Group at a meeting held in Helsinki on 13–14th May 1974.

The present report is the result of a project carried out at the National Swedish Institute for Building Research in collaboration with a working group dealing with balancing and performance-testing of ventilation, heating and sanitary installations. The object of this work is to draw up identical rules for control and balancing of ventilation systems (as a first step) for application throughout the Nordic countries. This report may be regarded as covering a phase of the work on a draft of methods for field measurements in ventilation systems. It is extremely important that the methods be subjected to more extensive practical testing than it was possible to arrange in the course of the project.

The ultimate goal is to produce a manual covering field measurements in ventilation systems, the requirement here being to permit calculation of the measure of uncertainty in the methods and implementation of measurement at reasonable cost.

The various measurement methods have been divided into two classes. Code numbers preceded by the letter R indicate recommended methods where the method error is specified and where this error does not exceed 10%. Method codes preceded by the letter Ö belong to the "other methods" class

where the measure of uncertainty is unknown but definitely high.

Field of application for the methods

The methods recommended listed here can be used in connection with balancing and inspection of ventilation systems.

General requirements

Calibration

Instruments are to be calibrated using a method involving a low (known) degree of error. Calibration curves showing the correction factor (alternative the real value) must be used.

Readings are to be corrected as follows:

recorded value = reading + correction for instrument

The correction should therefore be expressed in terms of an absolute value and not in the form of a factor as the correction must be made in the field. The rules for calibration approved by the Nordic Ventilation Group on 11th October 1972 must be observed.

Measuring procedure

A precisely defined method must be used for measuring with specific measuring points and instrumentation. This does not mean that certain instruments will be standardized, but simply that there is a given standard procedure for the instrument used.

The results of measurements are subsequently evaluated using a procedure specified for the method in question and the values are then corrected accordingly. This usually means the use of a correction factor whereby

correct value = value recorded · correction factor for the method

Readers are referred to the section describing the different methods for the respective correction factors.

Measurement error

The probable measurement error (\bar{m}) should be calculated as follows:

$$\bar{m} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2} \%$$

where m_1 = the error deriving from the measuring instrument in terms of %.

m_2 = the error deriving from the method of measure-

National Swedish Building Research Summaries

R51:1974

Key words:

ventilation system, air flow, measurement methods, measurement error

Report R51:1974 refers to Research Project 801 at the National Swedish Institute for Building Research and to Research Grant 720640-5 from the Swedish Council for Building Research to the Swedish Association of Heating & Ventilating Engineers.

UDC 697.95

53.08(48):697.45

SfB (57)

ISBN 91-540-2371-8

Summary of:

Svensson, A, 1974, *Gemensamma Nordiska metoder för mätning av luftflöden i ventilationsanläggningar*. Common Nordic methods for measurement of air flows in ventilation systems. A collection accepted by the Nordic Ventilation Group. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R51:1974, 70 pp., ill. Sw Cr 17.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Distribution:

Svensk Byggtjänst
Box 1403,
S-111 84 Stockholm
Sweden

ment in terms of % and due to deviation from the method of calibration specified for measuring instruments. This type of error also includes deviation from the calibration curve for mass-produced instruments, grilles or air inlets with built-in provision for measurement.

$m_3 =$ reading error in terms of %.

Remarks:

Random errors m_1

With any measuring procedure certain random errors will remain even following correction of a reading or a recorded mean on the basis of various factors. One reason for these is the effect of hysteresis for which no correction can be introduced. These errors are discovered in the form of deviations in measured values when series of measurements of the same scope are carried out. They thus manifest themselves on calibration curves, for example, when these are presented in the form of a band instead of in the form of a curve.

Random errors m_2

A carefully specified method should be used for measuring work. Even the method of measurement will give rise to certain random errors due to deviations from the standard procedure, e.g. direction of probe, distance between probe and grille etc. The measurement methods which have been developed to date are of varying degrees of accuracy.

Random errors m_3

These can for instance be traced to reading errors. The scale is therefore of great importance.

Examples of error estimates

Let us assume that we are to measure the air flow through an air inlet using method B 12.

Measuring instrument: hot-wire anemometer:

m_1 : At velocities in excess of approximately 1 m/s hot-wire anemometers often exhibit random errors in the region of $\pm 1\%$. Instruments which have been calibrated do quite naturally exhibit errors due to imperfections present in the method of calibration. If, for instance, a hot-wire anemometer is

calibrated using an instrument with an error of $\pm 2\%$, the probable error will be:

$$m_1 = \pm \sqrt{1^2 + 2^2} = \pm 2.2\%$$

m_2 : In the case of measurement method B 12 it is obvious that the method error $m_2 = \pm 5\%$ within accuracy interval 1 (excluding reading and instrumentation errors).

m_3 : The taking of readings from an instrument is done with varying degrees of accuracy, which is in its turn dependent on the scaling of the instrument in question. In some velocity ranges, logarithmic and other non-linear scales of $\pm 3\%$ or more. With a reading error of 0.1 m/s at 3.5 m/s, $m_3 = \pm 3\%$.

\bar{m} : According to the measurement method and hot-wire anemometer chosen, the probable measurement error (\bar{m}) will be:

$$\bar{m} = \pm \sqrt{2.2^2 + 5^2 + 3^2}$$

i.e. $\bar{m} \approx \pm 6\%$

Thus in measuring the flow in this example, the deviation from the stipulated flow may be no more than 9% as a maximum in order to keep the deviation within the 15% limit set in the VVS AMA 1972 (National Standard Specifications for Heating, Ventilation and Sanitary Engineering).

Minutes of measuring

The forms shown for the different methods can be used for recording the results of measurements.

Methods for measurement of flows in ducts

The descriptive section of this chapter contains a list of methods. We can then choose from this list the method of measurement best suited to the case on hand taking the required dimensional accuracy into account. The following "recommended" (R-) methods plus "other" (Ö-) methods are to be found.

Method code	Description of method	Method error $m_2 + \%$
A 1	Traversing using a Prandtl tube	
R - A 11	a) in round duct	3-6
R - A 12	b) in rectangular duct	2-5
A 2	Permanent measuring device	
R - A 21	a) cross tubing	6-10
R - A 22	b) EHBA flow gauge manufactured by AB Svenska Fläktfabriken	5
R - A 23	c) DAMD from Air Monitor Corp, USA	6-10
Ö - A 24	d) Annubar	unknown
R - A 25	e) pressure measurements in pipe bend	4-10
Ö - A 3	Pressure measurements over component	unknown
A 4	Measurements over fan	
Ö - A 41	Traversing with Pitot tube	unknown
Ö - A 42	Pressure measurements	unknown
Ö - A 43	Measurement of effect	unknown

Methods for measurement of flows in terminal devices

The descriptive section of this chapter contains a list of methods. We can then choose from this list the method which is best suited to the case on hand taking the required dimensional accuracy into account. The following "recommended" (R-) methods and "other" methods (Ö-) are to be found.

Exhaust air terminal devices

Method code	Description of method	Method error $m_2 + \%$
B 1	Traversing with anemometer	
Ö - B 11	a) point method	unknown
R - B 12	b) 4 point method	5-8
Ö - B 13	c) continuous traversing	unknown
B 2	Measurement of pressure drops	
R - B 21	a) pressure measurements using probe	3-10
R - B 22	b) permanent measuring device	3-10
R - B 3	Flow gauge (hood + anemometer)	3-10
Ö - B 4	Measurement of V_d where A_{gr} is known	unknown

Supply air terminal devices

Method code	Description of method	Method error $m_2 + \%$
C 1	Traversing with anemometer	
Ö - C 11	a) point method	unknown
Ö - C 12	b) continuous traversing	unknown
C 2	Measurement of pressure drops	
Ö - C 21	a) pressure measurements using probe	unknown
R - C 22	b) permanent measuring device	3-10
Ö - C 3	Flow gauge (hood + anemometer)	unknown
Ö - C 4	Measurement of V_d where A_{gr} is known	unknown
R - C 5	Bag method	3

Methods for measurement of air change

The descriptive section of this chapter contains a list of methods. We can then choose from this list the method of measurement best suited to the case on hand taking into account the available resources and the dimensional accuracy required. The following methods of measurement (R-) are described.

Method code	Description of method	Probable measuring error $m \pm \%$
D	General information on measurement of air change	
R - D 1	Dräger tubes and carbon dioxide	7-10
R - D 2	Gas testing apparatus of interference/refractometer type using helium or carbon dioxide as tracer gas	4-10

Revision of the methods

These methods are to be examined with a view to revision by the Nordic Ventilation Group by 1st January 1976 at the latest.

In view of the plans for revision all information on experience of using these methods plus points of view will be welcome. Liaison officer: Anders Svensson, National Swedish Institute for Building Research, Box 27163, S-102 52 Stockholm 27, Sweden (Tel. 08-63 56 20).

Rapport R51:1974

GEMENSAMMA NORDISKA METODER FÖR MÄTNING AV LUFTFLÖDEN
I VENTILATIONSANLÄGGNINGAR

En sammanställning antagen av Nordiska Ventilations-
gruppen

Anders Svensson

Denna rapport avser projekt 801 vid Statens institut för byggnads-
forskning samt anslag nr 720640-5 från Statens råd för byggnads-
forskning till VVS-Tekniska Föreningen, Stockholm

Statens institut för byggnadsforskning, Stockholm
ISBN 91-540-2371-8

LiberTryck Stockholm 1974

FÖRORD

Föreliggande rapport är resultat av ett arbete utfört inom Statens institut för byggnadsforskning genom civiling. Anders Svensson i samarbete med arbetsgruppen för injustering och funktionsprovning av vvs-anläggningar (BFR projekt 720640-5) genom civiling. Carl Naumburg, doc. Folke Peterson och civiling. Stefan Sandesten. Ansvarig för sammanställningen har varit Anders Svensson.

Rapporten har remissbehandlats inom den Nordiska ventilationsgruppen (NVG) som antagit förslaget vid sammanträde i Helsingfors den 14 maj 1974.

NVG bildades vid ett möte i Stockholm i april 1972 med bl a deltagare från de nordiska byggforskningsorganisationerna. De permanenta medlemmarna i gruppen kommer från dessa organisationer, dvs NBI Norge, SBI Danmark, SIB Sverige och STF Finland.

Till gruppen är dock knutna en hel del andra institutioner som också deltar i gruppens arbete. För Sveriges del ingår således även KTH, GLSM och VVS-Tekniska Föreningen. Tyngdpunkten i gruppens arbete ligger för närvarande på kontroll och injustering av ventilationssystem. För att lösa dessa problem har ett antal arbetsgrupper bildats. Syftet med arbetet är att man inom dessa nordiska länder ska utarbeta identiskt lika regler för kontroll och injustering av i första hand ventilationsanläggningar. Resultaten kan då framläggas som:

- I Administrativa regler
- II Metoder
- III Teoretiskt underlag

Rapporten får ses som en etappredovisning av förslag till fältmättningsmetoder för ventilationsanläggningar. Det är av stor betydelse att metoderna praktiskt prövas i större utsträckning än vad som varit möjligt under projektets gång. Erfarenheter från praktiken samt förslag till ändringar emottages med tacksamhet av alla som medverkat vid utarbetandet av rapporten.

Som komplement till rapporten redovisas separat i kommande rapport dokumentation, utredningar och provningar som ligger till grund för metodernas utformning.

Målsättning för det fortsatta arbetet är att utarbeta en handbok för fältmätningar för vvs-anläggningar, där kravet är att metodernas osäkerhet skall kunna beräknas samt att mätningarna skall kunna genomföras till rimliga kostnader.

STATENS INSTITUT FÖR BYGGNADSFORSKNING

NORDISKA VENTILATIONSGRUPPEN

INNEHÅLL

GEMENSAMMA NORDISKA METODER FÖR MÄTNING AV LUFTFLÖDEN I VENTILATIONSANLÄGGNINGAR

1.0	Metodernas giltighetsområde	5
2.0	Generella krav	5
3.0	Metoder för flödesmätning i kanal	7
4.0	Metoder för flödesmätning i don	8
5.0	Metoder för luftomsättningsmätning	9
6.0	Revidering av metoderna	9

METODBESKRIVNING FÖR MÄTNING AV LUFTFLÖDEN

3.0	Flödesmätning i kanal	10
4.1	Flödesmätning, frånluftsdon	28
4.2	Flödesmätning, tilluftsdon	49
5.0	Luftomsättningsmätning	58

BILAGA

Nordiska regler för proceduren vid kalibrering av mätinstrument för lufthastigheter och luftflöden, 1972	69
--	----

GEMENSAMMA NORDISKA METODER FÖR MÄTNING AV LUFTFLÖDEN I VENTILATIONSANLÄGGNINGAR

På olika håll har problemen med att mäta luftflöden och luft-hastigheter ägnats stor uppmärksamhet. Anledningen till detta är de stora svårigheter som är förknippade med dessa mätningar i första hand under fältmässiga förhållanden samt den stora betydelse ventilationsanläggningens funktion har på inomhus-klimatet. Vid fastställandet av dessa nu föreliggande mätme-toder för fältbruk har strävan varit att använda så okompli-cerade metoder som möjligt. Vi skall givetvis inte slå oss till ro med denna mätteknik, utan sträva efter att förbättra och förenkla denna ytterligare. Dessa metoder som sammanställts inom Nordiska ventilationsgruppen har till stor del bearbetats inom en arbetsgrupp finansierad av byggforskningsrådet i Sverige (anslag nr 720640 - 5) och har antagits av Nordiska ventilationsgruppen vid dess möte i Helsingfors 13-14 maj 1974.

De olika mätmetoderna är klassade i två grupper. Metodbeteck-ningar som föregås av bokstaven R är s k rekommenderade metoder för vilka metodfel anges och där metodfelet är mindre än 10%. Metodbeteckningar som föregås av bokstaven Ö är s k övriga metoder vars osäkerhet är okänt hög.

1.0 METODERNAS GILTIGHETSOMRÅDE

De rekommenderade metoder som här anges kan användas vid avtal med avseende på inreglering och besiktningar av ventilations-anläggningar.

2.0 GENERELLA KRAV

2.1 Kalibrering

Instrumenten skall vara kalibrerade mot en metod som ger ett (känt) lågt fel. Kalibreringskurvor varav korrektionen - alter-nativt verkliga värdet - framgår skall användas.

Avlästa värdet korrigeras enligt följande:

Uppmätt värde = avläst värde + korrektion för instrument

Korrektionen bör alltså anges som ett absolutvärde, ej som en faktor med hänsyn till att korrektionen skall utföras på fältet. Kalibreringsregler av den 11 okt 1972 från Nordiska ventilations-gruppen skall följas. Se bilaga 1. Se även "Metod för bestämning av raka installationssträckor för fasta flödesmätare i ventila-tionssystem", Tekniska Meddelanden nr 57 från Institutionen för uppvärmings- och ventilationsteknik, KTH (1974:6 vol. 3).

2.2 Mätning

En mätning skall baseras på en väldefinierad metod varvid så-väl mätpunkter som mätinstrument måste vara bestämda. Detta innebär ej att man skall standardisera vissa bestämda instru-ment utan att man har ett bestämt och normerat tillvägagångs-sätt för det instrument man använder.

Mätvärdena utvärderas efter ett för metoden specificerat sätt, varefter dessa värden korrigeras med hänsyn till metoden. Här måste vanligen en korrektionsfaktor användas, varvid

rätt värde = uppmätt värde · korrektionsfaktor för metod.

Beträffande korrektionsfaktorer för olika metoder hänvisas till den beskrivande delen.

2.3 Mätfel

Sannolika mätfel, \bar{m} , skall beräknas enligt följande:

$$\bar{m} = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2} \%$$

där m_1 = mätinstrumentets fel, %

m_2 = mätmetodens fel, %, pga avvikelse från kalibreringsmetod för mätinstrument. Till denna typ av fel räknas även avvikelse från kalibreringskurva för serietillverkad mätanordning, spjäll eller luftdon med inbyggt mätuttag

m_3 = avläsningsfel, %.

Kommentarer

Slumpmässiga fel m_1 :

Även sedan man korrigerat ett avläst värde eller ett uppmätt medelvärde med hänsyn till olika faktorer kvarstår vid en mätning vissa slumpmässiga fel. Dessa beror på bl a hystereseffekter, för vilka korrektion ej kan införas. Dessa fel upptäcks som avvikelser i mätvärde vid upprepade mätningar av samma storhet och yttrar sig därför vid t ex upptagande av en kalibreringskurva genom att denna erhålls som ett band i stället för en kurva.

Slumpmässiga fel m_2

Vid mätningen bör en noggrannt specificerad metod användas. På grund av avvikelser från metoden, t ex sondens riktning och dess avstånd mellan sond och galler m m kommer även mätmetoden att ge vissa slumpmässiga fel. De mätmetoder som finns utvecklade idag har olika noggrannheter.

Slumpmässiga fel m_3

Dessa kan t ex hänföras till avläsningsfel varvid skalindelningen är av stor betydelse.

Exempel på felkalkyl

Antag att vi ska mäta luftflödet genom ett intagsgaller med metod B 12 (intagsgaller inkluderas i gruppen frånluftsdon, se sid 30).

Mätinstrument: varmtrådsanemometer

m_1 : Varmtrådsanemometrar kan ofta vid hastigheter över ca 1 m/s uppvisa slumpmässiga fel på ca $\pm 1\%$. Instrument som kalibreras uppvisar helt naturligt fel pga kalibreringsmetodens ofullkomlighet. Är i detta fall varmtrådsinstrumentet kalibrerat mot en utrustning med ett fel av $\pm 2\%$ blir sannolika felet:

$$m_1 = \pm \sqrt{1^2 + 2^2} = \pm 2,2\%$$

m_2 : För mätmetod B 12 framgår av sid 32 att metodfelet $m_2 = \pm 5\%$ inom noggrannhetsområde 1 (exklusive avläsnings- och instrumentfel).

m_3 : Avläsningen av instrument sker med varierande noggrannhet bl a beroende på instrumentets skalindelning. Logaritmiska eller andra olinjära skalor kan inom vissa hastighetsområden ge avläsningsfel på $\pm 3\%$ eller mer. Är avläsningsfelet 0,1 m/s vid 3,5 m/s blir $m_3 = \pm 3\%$.

\bar{m} : Sannolika mätfelet, \bar{m} , blir med den valda mätmetoden och den valda varmtrådsanemometern:

$$\bar{m} = \pm \sqrt{2,2^2 + 5^2 + 3^2}$$

dvs $\bar{m} \approx \pm 6\%$

Vid uppmätning av flödet i detta exempel får således avvikelsen från föreskrivet flöde vara maximalt ca 9% för att avvikelsen ska kunna hållas inom de enligt VVS AMA 72 maximalt tillåtna 15%.

2.4 Mätprotokoll

Vid presentation av de erhållna mätresultaten kan de blanketter användas, som finns redovisade för de olika metoderna i kapitel 3, 4 och 5.

3.0 METODER FÖR FLÖDESMÄTNING I KANAL

I den beskrivande delen av detta kapitel, sid 10-27 finns en metodsamling. Ur denna väljs den mätmetod som passar bäst med hänsyn till erforderlig mätnoggrannhet. Följande rekommenderade mätmetoder (R-) samt övriga mätmetoder (Ö) förekommer.

Metodbe- teckning	Metodbeskrivning	Metodfel $m_2 \pm \%$
A1	Traversering med prandtlrör	
R - A11	a) i rund kanal	3-6
R - A12	b) i rektangulär kanal	2-5
A2	Fast mätuttag	
R - A21	a) korsrör	6-10
R - A22	b) flödesmätdon EHBA, AB Svenska fläktfabriken	5
R - A23	c) DAMD från Air Monitor Corp, USA	6-10
Ö - A24	d) Annubar	okänt
R - A25	e) tryckmätning i rörböj	4-10
Ö - A3	Tryckmätning över komponent	okänt
A4	Mätning över fläkt	
Ö - A41	Pitotrörstraversering	okänt
Ö - A42	Tryckmätning	okänt
Ö - A43	Effektmätning	okänt

4.0 METODER FÖR FLÖDESMÄTNING I DON

I den beskrivande delen av detta kapitel, sid 28-57 finns en metodsamling. Ur denna väljs den metod som passar bäst med hänsyn till erforderlig mätnoggrannhet. Följande rekommenderade (R-) och övriga (Ö-) mätmetoder förekommer.

4.1 Frånluftsdon

Metodbe- teckning	Metodbeskrivning	Metodfel $m_2 \pm \%$
B1	Traversering med anemometer	
Ö - B11	a) punktmetoden	okänt
R - B12	b) 4-punktsmetoden	5-8
Ö - B13	c) kontinuerlig traversering	okänt
B2	Tryckfallsmätning	
R - B21	a) tryckmätning med sond	3-10
R - B22	b) fast mätuttag	3-10
R - B3	Flödesmätare (stos + anemometer)	3-10
Ö - B4	Uppmätning av V_o vid känd A_{eff}	okänt

4.2 Tilluftsdon

Metodbe- teckning	Metodbeskrivning	Metodfel $m_2 \pm \%$
C1	Traversering med anemometer	
Ö - C11	a) punktmetoden	okänt
Ö - C12	b) kontinuerlig traversering	okänt
C2	Tryckfallsmätning	
Ö - C21	a) tryckmätning med sond	okänt
R - C22	b) fast mätuttag	3-10
Ö - C3	Flödesmätare (stos + anemometer)	okänt
Ö - C4	Uppmätning av V_o vid känd A_{eff}	okänt
R - C5	Påsmetoden	3

5.0 METODER FÖR LUFTOMSÄTTNINGSMÄTNING

I den beskrivande delen av detta kapitel, sid 58-68 finns en metodsamling. Ur denna väljs den mätmetod som passar bäst med hänsyn till tillgängliga resurser och till erforderlig mätnoggrannhet. Följande mätmetoder (R-) är beskrivna.

Metodbe- teckning	Metodbeskrivning	Sannolikt mätfel m ± %
D	Allmänt om luftomsättningsmätning	
R - D1	Dräger-rör och koldioxid	7-10
R - D2	Gasanalysator av typen inter- ferens-refraktometer och med helium eller koldioxid som spårgas	4-10

6.0 REVIDERING AV METODERNA

Dessa metoder kommer att tas upp till revidering i den Nordiska ventilationsgruppen senast den 1 januari 1976.

Med tanke på kommande revidering emottages med tacksamhet de erfarenheter och synpunkter som framkommer vid användningen av dessa metoder. Kontaktman: Anders Svensson, Statens institut för byggnadsforskning, Box 27163, 102 52 Stockholm 27, tel. 08-63 56 20.

METODBESKRIVNING FÖR MÄTNING AV LUFTFLÖDEN

3.0 FLÖDESMÄTNING I KANAL

Metodbeteckning	Metodbeskrivning	Sid
A1	Traversering med prandtlrör	
R - A11	a) i rund kanal	11
R - A12	b) i rektangulär kanal	11
A2	Fast mätuttag	
R - A21	a) korsrör	20
R - A22	b) Flödesmätdon EHBA, AB Svenska fläktfabriken	22
R - A23	c) DAMD från Air Monitor Corp, USA	23
Ö - A24	d) Annubar	24
R - A25	e) tryckmätning i rörböj	25
Ö - A3	Tryckmätning över komponent	26
A4	Mätning över fläkt	27
Ö - A41	Pitotrörstraversering	27
Ö - A42	Tryckmätning	27
Ö - A43	Effektmätning	27

Traversering med Prandtl-rör i rund respektive rektangulär kanal

Metoden innebär att flödet beräknas genom en serie hastighetsmätningar i ett kanaltvårsnitt. Hastighetsbestämningen sker med Prandtl-rör med vilket dynamiska trycket i mätpunkten erhålles. Från detta tryck beräknas hastigheten.

UTRUSTNING

- Prandtl-rör (graderade i cm)
- Slang
- Manometer (mikromanometer, U-rör)
- Termometer
- (Aneroid-barometer)

dessutom

- Utrustning för håltagning (och plastplugg)
- Stativ
- Talmeter (stålmåttband)
- Protokollpapper A1.

FÖRBEREDELSE PÅ PLATS

Mätning skall ske i ett mätplan beläget enligt FIG. 1. OBS att avståndet mellan mätplanet och efterföljande strömningshinder skall vara $2 \text{ à } 3 \times d$ (eller vid rektangulär kanal $2 \text{ à } 3 \times$ hydraulisk diam. d_h).

Tag bort utvändig isolering. Undvik mätning i invändigt isolerade kanaler. Det är svårt att exakt bestämma dimensioner. Om mätning sker i invändigt isolerad kanal måste mätpunkterna enligt TAB. 1 och 3 omräknas.

Gör iordning mikromanometern (vågrät uppställning). Koppla slangar och kontrollera att vätskepelaren är fri från luft.

Kontrollera och justera eventuellt nollläget.

FIG. 1, se nästa sida.

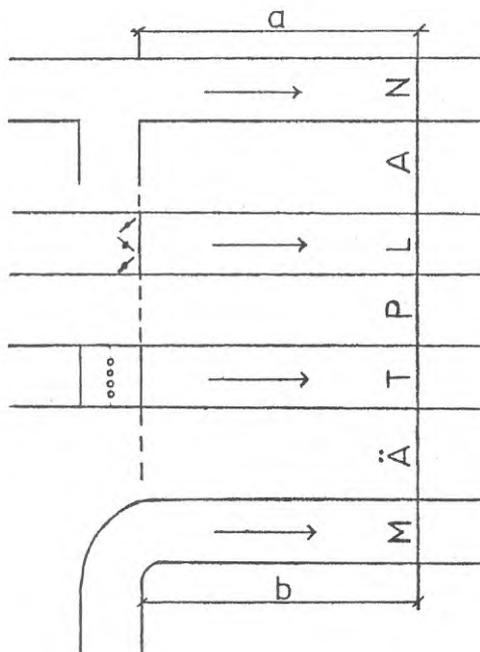


FIG. 1.

Cirkulärt tvärsnitt

$a \geq 5d$ vid rekommenderat mätplan

$a \geq 3d$ vid alternativt mätplan

Rektangulärt tvärsnitt

$b \geq 6d_h$ vid rekommenderat mätplan

$b \geq 3d_h$ vid alternativt mätplan

MÄTNING

Det är viktigt att sondröret hålls parallellt med strömningsriktningen (snedställning kan medföra ett för lågt mätvärde) och i rätt mätpunkt. Välj mätställen. Vid cirkulära kanaler bör mätplan vara beläget minst 150 mm uppströms skarv. Vid rektangulära kanaler bör mätplan vara beläget minst 50 mm uppströms gejd. Rektangulära kanaler med dim. ≥ 600 mm är vanligen knäckta. Man bör om möjligt mäta från icke knäckt sida.

Bestäm först hastighetsfördelningen i mätplanet. Mätning med Prandtl-rör bör ej ske vid hastigheter under 3 m/s.

- a. Mät dynamiskt tryck i centrum av tvärsnittet.
 - b. Sök läge för största dynamiska tryck och notera såväl storlek som läge härför.
1. Om detta maximum är beläget längre från kanalvägg än $0,1 d$ ($0,1 d_h$) och det maximala dynamiska trycket är mindre än $2 \times$ dynamiska trycket i centrum godtas mätplanet och mätpunkter väljs enligt TAB. 1 och 3 avseende rekommenderat mätplan.

2. Om båda villkoren ej uppfylls söks ett nytt rekommenderat mätplan.
3. Om inget mätplan som uppfyller villkoren kan lokaliseras väljs alternativt mätplan enligt punkt 4.
4. Det maximala dynamiska trycket är beläget längre från kanalvägg än $0,1 d$ ($0,1 d_H$) och är mindre än 4 x dynamiska trycket i centrum. Vidare får ej återströmning ske, dvs dynamiska trycket vara negativt. Mätpunkter väljs då enligt TAB. 2 och 4.
5. Om inget mätplan som uppfyller villkoren enligt punkter 1 och 4 kan lokaliseras bör ej flödesmätning med Prandtl-rör ske.

Efter slutförd mätning pluggas hålen.

TAB. 1. Mätpunkternas lägen vid mätning i rekommenderat mätplan vid cirkulärt tvärsnitt

Mätningarna skall företrädesvis ske enligt fall A



och om detta ej är möjligt enligt

fall B



Nominell diam mm ¹⁾	Mätplan	Mätpunkternas lägen, a - d, i mm			
		a	b	c	d
100 125 160 ²⁾		29 36 46	71 89 114		
200 250 315 400		20 25 32 40	100 125 160 200	180 225 283 360	
500 630 800 1000 1250		22 27 34 43 54	145 185 230 290 360	355 445 570 710 890	478 603 766 957 1196

1) enligt ny kanalstandard. För äldre standard, SIS 827203 väljs punkter enligt TAB. 5.

2) Prandtl-rörets diameter bör ej överstiga 1/30 av kanaldiametern. Vid kanaldimensioner < 200 mm bör därför Prandtl-rör med diameter ~ 2,5 mm användas.

TAB. 2. Mätpunkternas lägen vid mätning i alternativt mätplan.
Cirkulärt tvärsnitt.

Mätningarna skall ske utefter två diametrar i det bästa av de undersökta mätplanen.

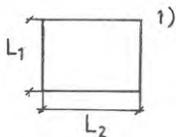
Antalet mätpunkter skall vid respektive dimensionsgrupper vara:

$d \leq 160$	minst 6 mätpunkter per diameter
$200 < d < 400$	" 9 " " "
$500 < d < 1250$	" 10 " " "

För valet av mätpunkter utefter respektive diameter gäller:

- första respektive sista mätpunkt skall ligga 15 mm från kanalvägg
- övriga mätpunkter fördelas jämnt däremellan
- eventuella hastighetsmaxima respektive hastighetsminima skall bestämmas till såväl läge som storlek.

TAB. 3. Mätpunkternas lägen vid mätning i rekommenderat mätplan.
Rektangulärt tvärsnitt.

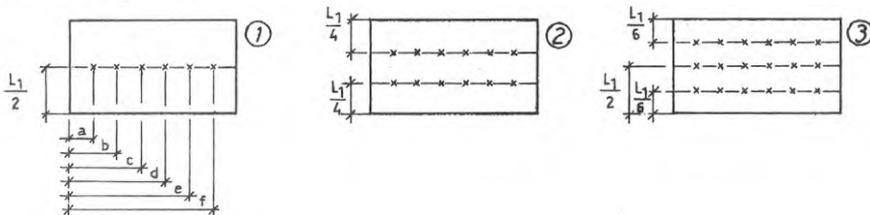


Två dim.områ- den för L ₂ :	I	$200 < L_2 \leq 300$
	II	$400 < L_2 \leq 2000$

För område I gäller att; $a=0,08 \times L_2$, $b=0,43 \times L_2$, $c=0,57 \times L_2$, $d=0,92 \times L_2$
 " " II " " ; $a=0,060 \times L_2$, $b=0,235 \times L_2$, $c=0,430 \times L_2$, $d=0,570 \times L_2$,
 $e=0,765 \times L_2$, $f=0,940 \times L_2$

Tre mätfall för L₁:

- ① $200 < L_1 \leq 400$
- ② $400 < L_1 \leq 800$
- ③ $800 < L_1 \leq 2000$



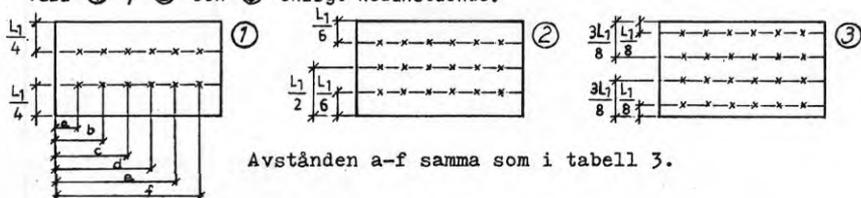
För mätfallen ①, ② och ③ erhålls då följande mätpunktsplacering

L ₂	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
a	16	20	25	25	30	35	50	60	70	85	95	110	120
b	85	110	130	95	120	140	190	235	280	330	375	420	470
c	115	140	170	170	215	260	345	430	515	600	690	775	860
d	184	230	275	230	285	340	455	570	685	800	910	1025	1140
e	-	-	-	305	380	460	610	765	920	1070	1225	1380	1530
f	-	-	-	380	470	565	750	940	1130	1315	1505	1690	1880

1) enligt ny kanalstandard

TAB. 4. Mätpunkternas lägen vid mätning i alternativt mätplan.
Rektangulärt tvärsnitt.

I förhållande till tabell 3 ändras antalet mättrader för respektive fall ①, ② och ③ enligt nedanstående.



Avstånden a-f samma som i tabell 3.

TAB. 5. Mätpunkternas lägen vid mätning i rekommenderat mätplan vid kanaldimensioner enligt äldre standard, SIS 827203. Cirkulärt tvärsnitt.

Mätningarna skall företrädesvis ske enligt fall A



och om detta ej är möjligt enligt fall B



Storlek	Mätplan	Mätpunkternas lägen, a - d, i mm			
		a	b	c	d
10 13 15		30 39 44	72 94 108		
20 25 30 35 40		20 25 31 36 41	185 230 275 320 365	102 125 155 180 205	
50 60 80 100 125		22 26 35 44 55	150 180 195 295 365	360 435 820 970 1215	485 585 660 720 805

PROTOKOLL

I protokoll A1 antecknas, förutom mätvärden (dynamiska tryck), även barometerstånd, luftströmmens temperatur, kanaldimensioner samt avstånd till strömningshinder. Vidare noteras eventuella hastighetspulsationer. OBS att vid mätning enligt TAB. 2 mätpunkternas lägen måste anges.

Vid uträkning av flödet korrigeras för instrumentfel, lufttemperatur och barometerstånd samt metodfel.

Korrigerings för instrumentfel sker enligt instrumenttillverkarens anvisningar eller instrumentets kalibreringskurva.

Korrigerings för lufttemperatur och statiskt tryck i kanal görs enligt TAB. 6. Under vissa omständigheter måste man till barometerståndet addera t ex av fläkt orsakad tryckförhöjning.

Korrigerigering för metodfel (använda mätpunkter) görs enligt nedanstående:

- a) cirkulärt tvärsnitt
 $d \leq 160$ → korrektion 0,96
 $200 \leq d \leq 400$ → korrektion 0,97
 $500 \leq d \leq 1250$ → korrektion 0,98
- b) rektangulärt tvärsnitt
 stående kanal → korrektion 0,94
 liggande kanal → korrektion 0,98

TAB. 6. Korrektionsfaktor för temperatur och statistiskt tryck.

Temperatur i kanal °C	Statistiskt tryck i kanal mbar		
	970- 1000	1000- 1030	1030- 1060
-10			
+10	1,03	1,04	1,05
+11			
+30	0,98	1,00	1,01
+31			
+51	0,96	0,97	0,98

MÄTFEL

Mätinstrumentens fel

Systematiska mätfel kan bl a uppstå på grund av snedställning ($> 10^\circ$) av Prandtl-rör, luftblåsor i mikromanometerns skänkel, att manometern ej har korrekt lutning.

Metodfel (se VVS-AMA 72, sid. 22)

Slumpmässiga metodfel kan uppstå till följd av t ex sned hastighetsprofil i mättvärsnittet. Felet är, vid rekommenderat mätplan och fall A, ca 4 %. Vid mätning enligt fall B stiger metodfelet till ca 6 %. Vid alternativt mätplan kan metodfelet uppskattas till 6 %.

Avläsningsfel (se VVS-AMA 72, sid. 22)

Vid tryckmätningen kan avläsningsfelet sättas till $\pm 0,3$ av en skaldel. Vid pulserande tryck (hastighet) tillkommer dessutom $1/8$ av amplituden hos tryckutslaget. Avläsningsfel i mm vp vid olika amplituder och olika manometerlutningar framgår av TAB. 7.

TAB. 7. Avläsningsfel i mm vp vid olika amplituder och manometerlutningar.

Skattad medel- amplitud i mm	0	2	5	10	20
Manometerlutning K					
1	± 0,3	± 0,6	± 0,9	± 1,6	± 2,8
0,1	± 0,03	± 0,06	± 0,09	± 0,16	± 0,28
0,05	± 0,02	± 0,03	± 0,05	± 0,08	± 0,14

UTVÄRDERING

Utvärdering vid användande av rekommenderat mätplan framgår av protokoll A1. Vid alternativt mätplan görs utvärdering genom grafisk integration över de två mätvärsnitten. Medelvärde beräknas genom areamätning av uppritade hastighetsprofiler. Härvid ritas först de två mätta hastighetsprofilerna (FIG. 1a) och med hjälp av dessa funktionen $v_k \times r$ (FIG. 1b).

Används följande skala:

för hastigheten 1 m/s motsvarar W cm

för radien 1 m motsvarar R cm

erhålls flödet Q (i m³/s) ur produkten av $\frac{\pi}{2 \cdot W \cdot R}$ och summan av

de erhållna fyra sektionerade ytorna i FIG. 1b. Areorna uppmäts i cm².

Hastighetsprofil utmed:

diameter A-A diameter B-B

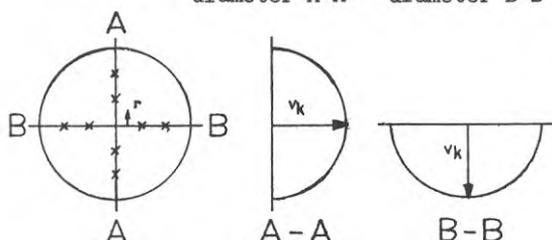


FIG. 1a.

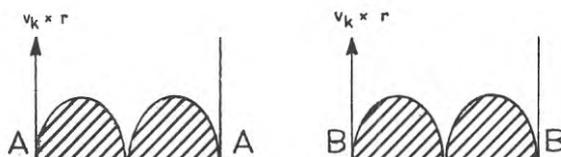


FIG. 1b.

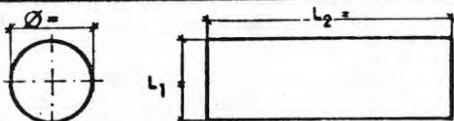
MÄTPROTOKOLL A 1
Luftflödesmätning i kanal, Prandtl-rör

Uppdr.nr 19
Datum _____
Mätförrättare _____
Sid _____ av _____

Objekt _____ Mätställe (ritn.nr m.m.) _____

Strömningshinder vid mätställe: FÖRE Typ _____ Avstånd _____ EFTER Typ _____ Avstånd _____

Sätt ut dimensioner:
Markera mätpunkternas lägen
Beteckning enl. tabell 1 och 2
alt avstånd i mm

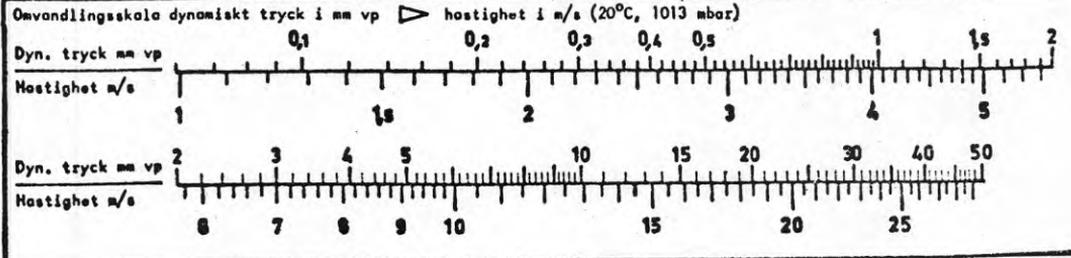


Anteckningar:
- Ev. pendling
- Spec. omständigheter
- Dyn. tryck i centrum _____
- Max dyn. tryck _____

	Avläst utslag på mikromonometer	Mikromonomerlutn.	Dynamisk tryck mm vp	Instrumentkorr.	Korr. dyn. tryck mm vp	Hastigh. v i m/s
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

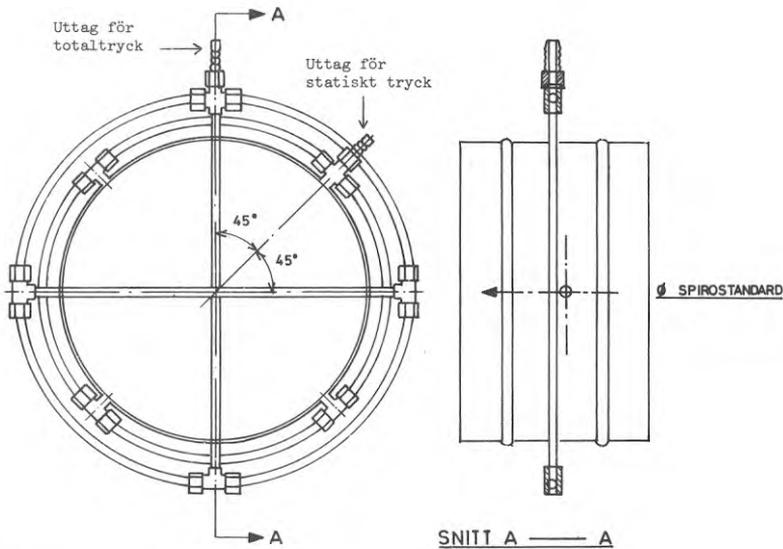
Summa
Medelhast. v_m m/s
Korrektion för temp. °C
och statiskt tryck mbar
Metodkorrektion
Korrigerad hastighet v_k m/s
Kanals tvärsnittsarea, A m²
FLÖDE ($v \times A$) m³/s

Variationsbredd _____ m/s
Instrumentfel _____ %
Metodfel _____ %
Avläsningsfel _____ %
Sannolikt fel _____ %



Fast mätuttag - korsrörMetod

Korsröret, som tillverkas i standardiserade dimensioner för ventilationskanaler, är fast monterad i kanalsystemet. För närvarande finns korsröret endast utprovat för runda kanaler och då användes spironippel som stomme för mätanordningen. Anordningen består av två stycken korslagda totaltrycksrör med borrarade hål på rak linje utefter mantelytan. Hålen ska vara riktade mot luftströmmen. I rörändarna finns gängade förskruvningar för samlingsrör av plast. T-rör för statiskt tryckuttag är fastlödda och även de försedda med gängade förskruvningar, sammanbundna med samlingsrör av plast. När mätning skall ske ansluts en manometer via slangar till korsrörets mätuttag (se FIG). Ur ett diagram erhålles flödet som funktion av den uppmätta karakteristiska tryckskillnaden.



Korsrörsanordning

Begränsningar

Korsröret måste monteras i enlighet med tillverkarens anvisningar. Detta innebär minst 4 kanaldiametrar efter en böj. Förekommer spjäll placeras korsröret minst 2 kanaldiametrar före detta.

Mätmetodens fel

Metodfelet $m_2 \geq 6\%$

Erforderlig utrustning

Manometer -

Slangar -

Diagram - flödet som funktion av karakteristiskt tryck

Svensk representant

Gustav Fagerberg AB, Stockholm

Anm: Korsrörsprincipen finns f n endast utvecklad för cirkulära kanaler.

Kalibreringsmetod

Se "Metod för bestämning av raka installationssträckor för fasta flödesmätare i ventilationssystem", Tekniska Meddelanden nr 57 från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH (1974:6 vol. 3).

Fast mätuttag - flödesmätton EHBA

Flödesmätton EHBA är ett don för mätning av luftflöden i cirkulära kanalsystem. Donet är avsett för permanent installation och kan användas för såväl momentan som kontinuerlig flödesmätning. Se FIG nedan. Mättonet har påskjutdimension enligt kanalstandard och har två nipplar för anslutning av mätslang till tryckmätare. För installations- och mätanvisningar se tillverkarens rekommendationer.

Erforderlig utrustning

Mikromanometer

Mätslang för anslutning till tryckuttag

Flödesdiagram

Mätmetodens fel

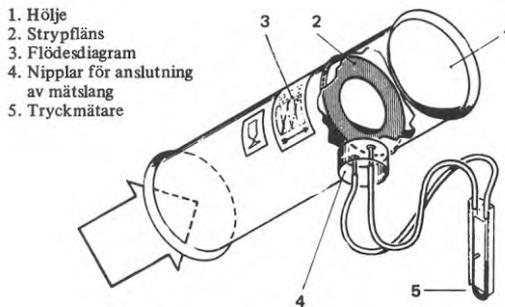
Metodfelet $m_2 \geq 5 \%$

Tillverkare

AB Svenska fläktfabriken

Kalibreringsmetod

Se "Metod för bestämning av raka installationssträckor för fasta flödesmätare i ventilationssystem", Tekniska Meddelanden nr 57 från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH (1974:6 vol. 3).



Fast mätuttag - DAMD

Denna mätanordning, DAMD (Duct Air Monitor Device), som tillverkas av Air Monitor Corporation, USA fungerar i princip som korsröret enligt metod A 21. Sonderna är dock placerade något annorlunda och efter en luftriktare.

Mätanordningen finns tillgänglig för såväl runda som kvadratiska och rektangulära kanaler, inom flödesområdet 0,07 - 70 m³/s. Mätanordningen kan kompletteras med ett avläsningsinstrument graderat antingen i hastighet eller flöde.

Erforderlig utrustning

Mikromanometer

Mätslang för anslutning till tryckuttag

Flödesdiagram

Mätmetodens fel

Metodfelet $m_2 \geq 6\%$ (med samma krav på raksträckor som för A21).

Kalibreringsmetod

Se "Metod för bestämning av raka installationssträckor för fasta flödesmätare i ventiliationssystem", Tekniska Meddelanden nr 57 från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH (1974:6 vol. 3).

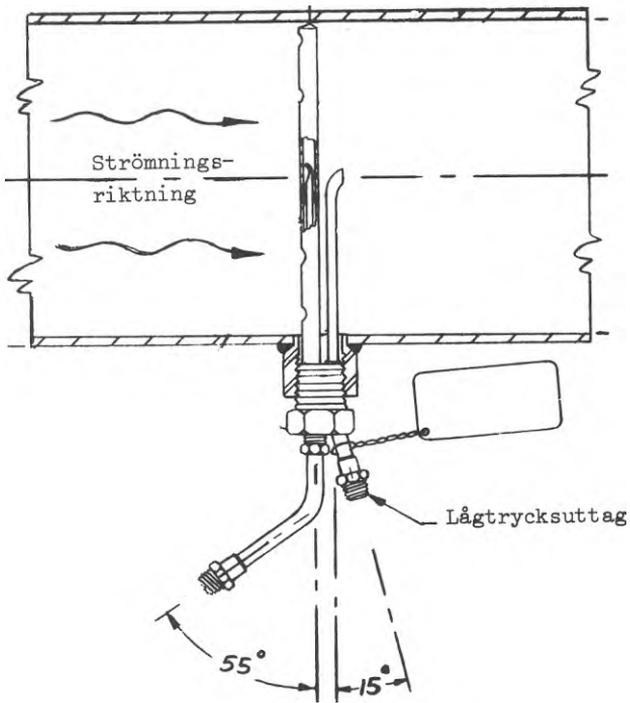
Fast mätuttag - Annubar

Annubar DP-mätsond för flödesmätning är konstruerad för mätning i vätskor och gaser. Figuren nedan visar principen för sondens konstruktion.

En raksträcka på minst 6 kanaldiametrar rekommenderas uppströms sonden och 3-4 kanaldiametrar nedströms.

Svensk representant: Gustav Fagerberg AB

Mätmetodens fel: Okänt



Fast mätuttag - tryckmätning i rörböj

Metoden går ut på att man mäter tryckskillnaden mellan 2 punkter, belägna på samma linje från en böjs krökningscentrum. Den ena mätpunkten är belägen i kanalen vid böjens inre radie och den andra vid böjens yttre radie. Se tekniska meddelanden nr 19, 1973:4 från institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH, Stockholm.

Erforderlig utrustning

Mikromanometer

Mätslang för anslutning till tryckuttag

Flödesdiagram.

Mätmetodens fel

Metodfelet $m_2 \geq 4\%$

Kalibreringsmetod

Se "Metod för bestämning av raka installationssträckor för fasta flödesmätare i ventilationssystem", Tekniska Meddelanden nr 57 från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH (1974:6 vol. 3).

Tryckmätning över komponent

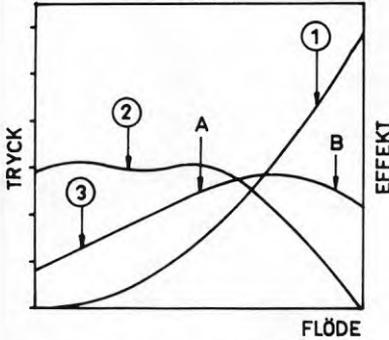
Mätning över en komponent i ett kanalsystem för bestämning av luftflödet över denna komponent kan i regel ske på två olika sätt. Dels uppmätning av den statiska tryckdifferensen över komponenten och dels uppmätning av hastighetsprofilen och arean före eller efter komponenten. För den senare metoden hänvisas till metod A1, traversering med prandtlrör.

De komponenter som kan bli aktuella för tryckdifferensmätningar är i första hand värmeväxlare. Mätning över filter är olämpligt, eftersom motståndet varierar med stoftackumuleringen. Fuktiga kylbatterier är ej heller lämpliga, ty kondensatmängden påverkar tryckfallet. Ej heller mätning över spjäll är lämpligt emedan det är svårt att med tillräcklig noggrannhet bestämma spjällets inställning. Värmeväxlaren skall, för att mätning skall kunna ske, vara utförd med tre eller flera rörrader.

Mätmetodens fel: okänt

Mätning över fläkt

I FIG 1 visas karakteristika och effektbehov för en ventilationsanläggning, där fläktens skovlar är bakåtböjda. Jämför man punkterna A och B på effektkurvan ser man att effektmätning inte ger ett entydigt värde. Två olika metoder A41 och A42 kan härvid användas för att ge ett tillförlitligare resultat.



Beteckningar: (1) Anläggningens karakteristika
(2) Fläktens karakteristika (n r/m)
(3) Effektbehov (vid n r/m)

Fig 1:

Karakteristika och effektbehov för en ventilationsanläggning, där fläktens skovlar är bakåtböjda

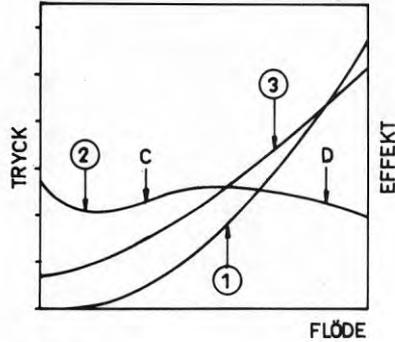


Fig 2:

Karakteristika och effektbehov för en ventilationsanläggning, där fläktens skovlar är framåtböjda.

FIG 2 visar karakteristika och effektbehov för en ventilationsanläggning där fläktens skovlar är framåtböjda. Dess karakteristika är därför mycket flack. Att bestämma det av fläkten levererade luftflödet ur en mätning av tryckuppsättningen i systemet skulle därför inte ge ett entydigt resultat. Jämför punkterna C och D. Om man däremot mäter fläktens effektbehov, metod A43, vilket kan ske med en wattmeter, blir luftflödet entydigt bestämt.

Metod A41 - A43

Traversering kan dels ske med pitotrör (metod A41) där alltså flödets hastighetsprofil uppmäts och dels kan under förutsättning att fläktens in- och utloppskanaler har samma areor flödet bestämmas genom tryckmätningar före och efter fläkten (metod A42). Flödet erhålles därefter med hjälp av tryckdifferensen och varvtalet ur fläktkarakteristikan.

Vid fläktar med framåtböjda skovlar kan en effektmätning göras (metod A43) för att fastställa luftflödet. Effektbehovet mäts med en wattmeter varvid även fläktens varvtalet måste bestämmas.

Beroende på omfattande turbulenser i luftströmmen invid fläkten är osäkerheten i dessa olika metoder stor.

Mätmetodernas fel: okänt

4.1 FLÖDESMÄTNING, FRÅNLUFTSDON

Metodbeteckning	Metodbeskrivning	Sid
B1	Traversering med anemometer	
Ö - B11	a) punktmetoden	29
R - B12	b) 4-punktsmetoden	30
Ö - B13	c) kontinuerlig traversering	43
B2	Tryckfallsmätning	
R - B21	a) tryckmätning med sond i referenspunkt bakom don	44
R - B22	b) tryckmätning över don med fast mätuttag	45
R - B3	Flödesmätare (stos + anemometer)	46
Ö - B4	Uppmätning av V_o vid känd A_{eff}	48

Traversering med anemometer - punktmetodenMetod

Vid mätningar av flöde vid luftintag är den vanligaste metoden att göra en traversering över intaget med hjälp av någon typ av anemometer. Traverseringstekniken består i att man delar gallerarean i ett antal lika stora rektanglar eller kvadrater och uppmäter hastigheten i centrum av varje delyta, se FIG 1. Rutornas kantlängd är normalt 15-30 cm och mättiden 10-15 sek per ruta, vid användning av vinghjulsanemometer.

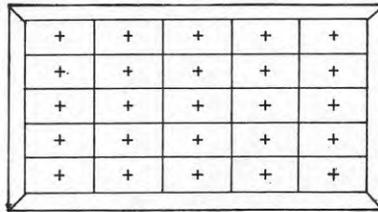


FIG. 1. Mätning på ett rektangulärt don

Medelhastigheten V_m uppmätt med instrumentet och med hänsyn tagen till dess kalibreringskurva sättes in i ekvationen:

$$Q = K \cdot V_m \cdot A$$

för att erhålla flödet genom gallret.

K = korrektionsfaktor

A = tvärsnittsarean

Samhörande värden på K och A måste anges av fabrikanten.

Från en nyligen utförd undersökning med olika typer av vinghjulsanemometrarna kan följande slutsatser dragas:

1. För att mätning med vinghjulsanemometer ska vara meningsfullt för andra mätningar än relativa, erfordras en för vinghjulsanemometrarna standardiserad kalibreringsmetod.
2. En generellt användbar korrektionsfaktor kan ej användas. K-faktorn beror utav en mängd olika faktorer. Bl a har kalibreringsmetod, typ av vinghjulsanemometer, typ av galler, bladvinkel, montagesätt, gallerarea och lufthastighet inverkan på K-faktorn.
3. Vinghjulsanemometrarna av olika typer men med samma diameter förefaller ge ungefär samma K-faktorer.
4. Vinghjulsanemometern ska vidröra gallrets utsida för att reproducerbara K-faktorer ska erhållas.

Mätmetodens fel: okänt

Mätning med varmtrådsanemometer vid rektangulära don, 4-punktsmetoden

Metoden som är tillämpbar på rektangulära eller kvadratiska frånluftsgaller förutsätter mätning av lufthastigheten i 4 bestämda punkter, se FIG. 1. Mätsonden skall befinna sig i ett bestämt avstånd från gallret. Det är viktigt att detta avstånd är rätt för att de angivna korrektionsfaktorerna skall gälla.

Luftflödet erhålles ur ekvationen

$$q = K \cdot V_m \cdot A$$

där

K = flödesfaktor enligt diagram 1-9.

V_m = medelhastigheten i mätpunkterna 1-4. Här, liksom alltid, måste hänsyn till instrumentkorrektionen göras för de fyra delmätningarna innan medelvärdet beräknas.

A = galleröppningens totala area.

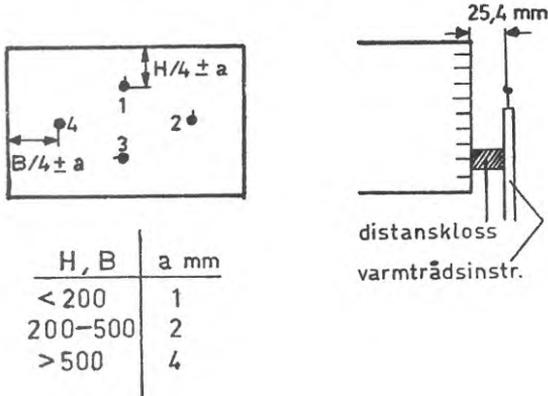


FIG. 1.

UTRUSTNING

- Varmtrådsinstrument (inklusive distanskloss)
- termometer

dessutom

- talmeter (stålåttband)
- protokollpapper B12
- ritningar

FÖRBEREDELSE PÅ PLATS

Mät upp donets dimensioner, BxH enligt FIG. 2.

Om donet är försett med spjäll uppskattas spjällets relativa öppning d_1/d_2 enligt FIG. 3.

Gör iordning instrumentet, kontrollera och justera nollställning, batterispänning mm.

Anteckna donets bladvinkel enligt tillverkarens uppgifter.

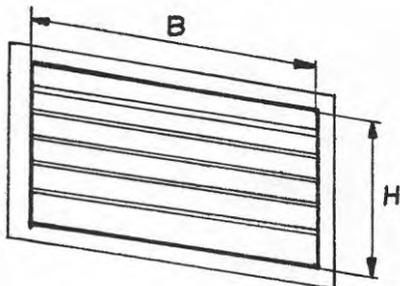


FIG. 2.

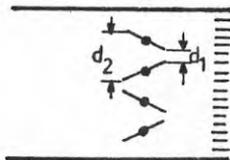


FIG. 3.

MÄTNING

Mät lufthastigheter i punkterna 1, 2, 3 och 4 (FIG. 1) och i ett plan beläget $25,4 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ framför gallret. Mätningen (med punkterna i ordning 1, 2, 3 och 4) upprepas två gånger. Avläsning skall ske efter 15 sekunder i varje punkt.

Mät lufttemperaturen.

PROTOKOLL

I protokoll B12 antecknas avlästa värden på hastigheter och lufttemperaturer, kanaldimensioner, spjällställning och donets bladvinkel. Vidare noteras hastighetspulsationer.

Medelvärdet av avlästa hastigheter bestäms.

Vid uträkning av flödet korrigeras för instrumentfel, metodfel och lufttemperatur.

Korrigerig för instrumentfel och lufttemperatur sker enligt kalibreringskurva för använt instrument och med hänsyn till uppmätt lufttemperatur. (Kalibrering av instrument skall vara utförd enligt Nordiska Ventilationsgruppens rekommendationer.)

Korrigerig för metodfel. Medelvärdet av avlästa hastigheter korrigeras enligt protokoll B12 varvid korrektionsfaktorn tas ur diagram 1-9.

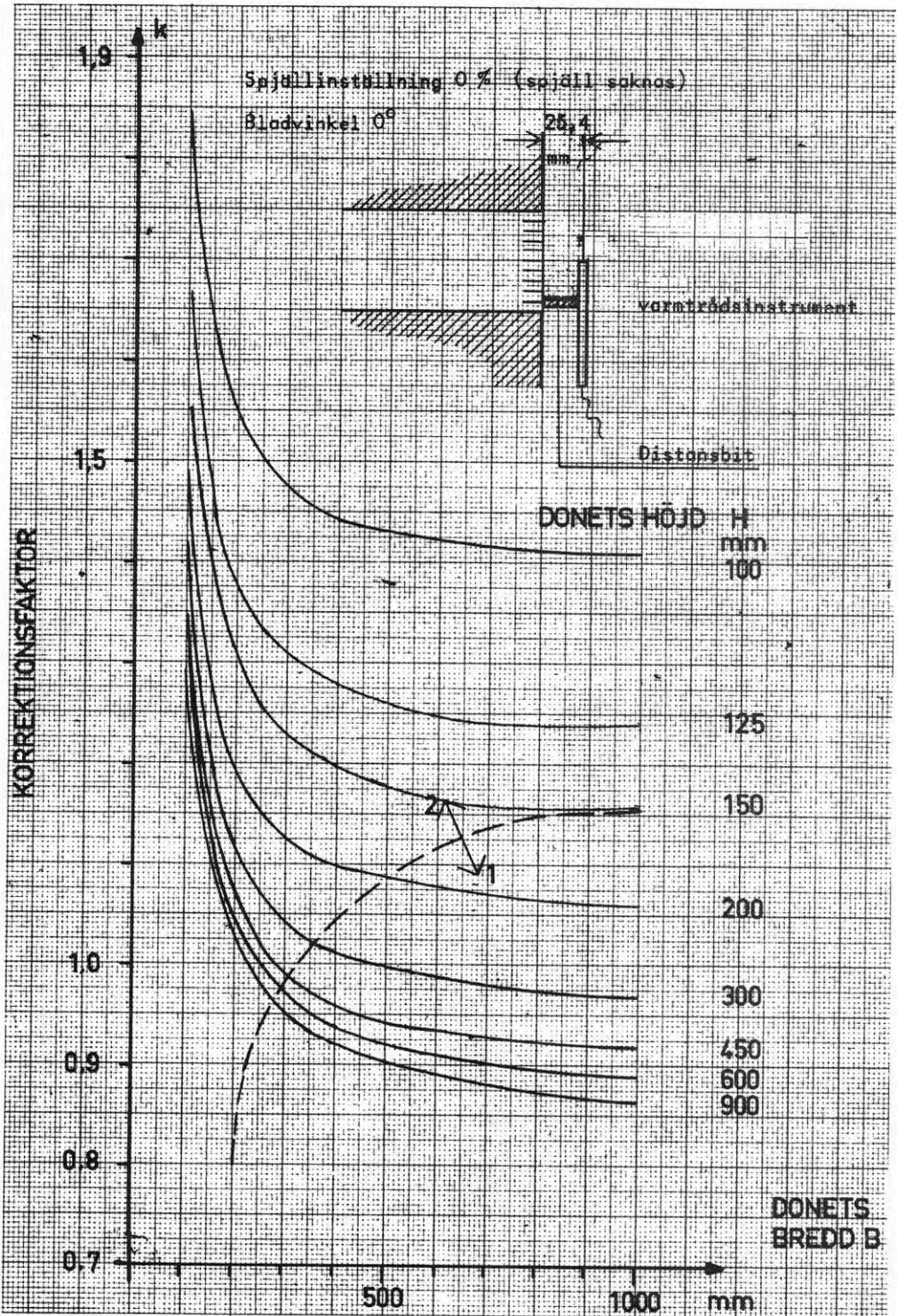
MÄTFEL

Mätinstrumentets fel. Slumpmässiga fel enligt kalibreringsdiagram.

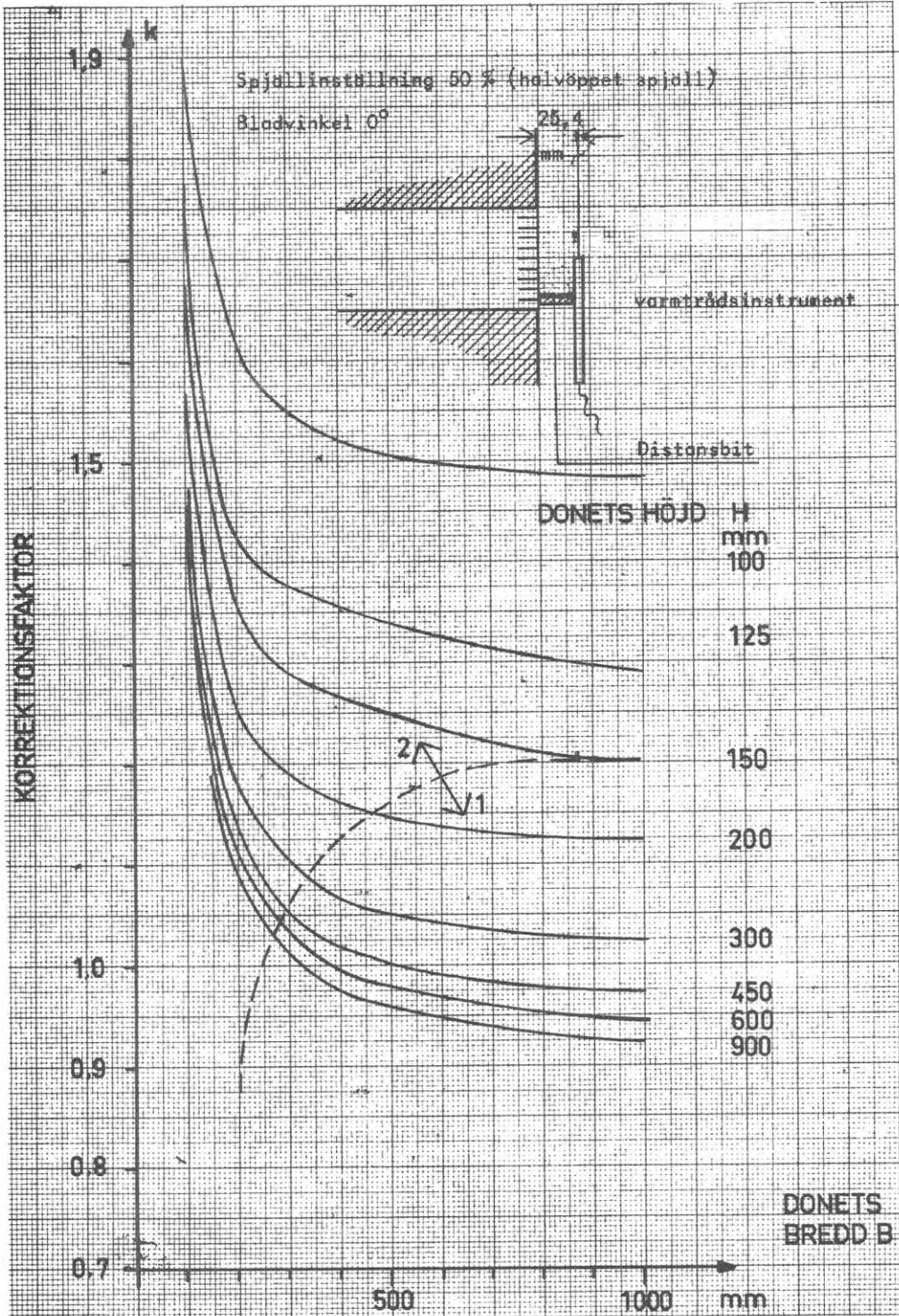
Metodfel. Systematiska metodfel uppstår bl a vid snedställning av mätsond, felaktigt avstånd mellan galler och varmtråd. Slumpmässiga metodfel antas utgöra $\pm 5\%$ inom noggrannhetsområde 1 (se diagram 1-9) och $\pm 8\%$ inom noggrannhetsområde 2.

Avläsningsfel utgör $\pm 0,2$ skaldelar + $1/8$ av amplituden vid hastighetspulsationer.

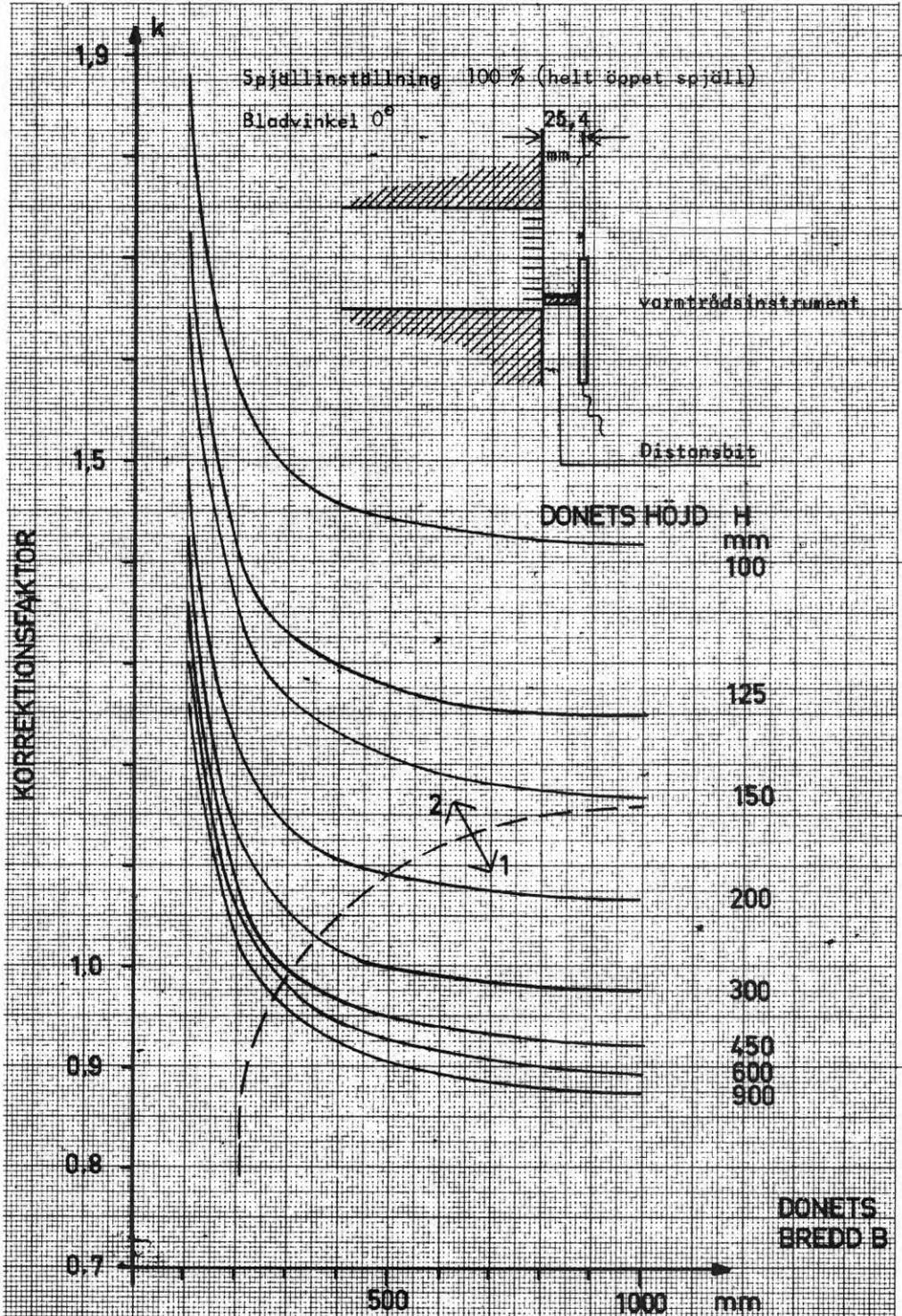
Mätning av flöde vid rektangulära frånluftsdon och intagsgaller med varmtrådsinstrument. Korrektion för metodfel.



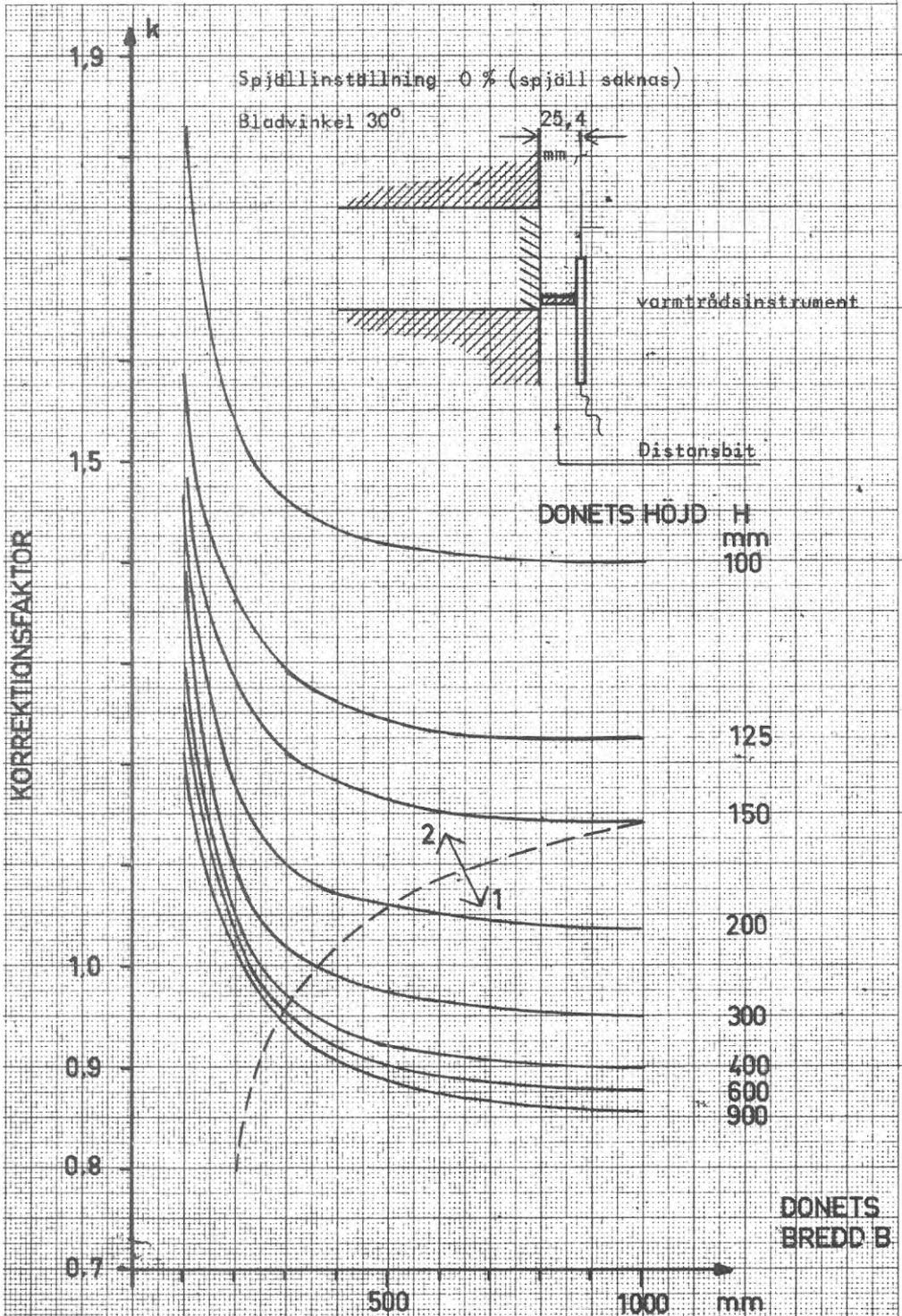
Mätning av flöde vid rektangulära frånluftsdon och intagsgaller med varmtrådsinstrument. Korrektion för metodfel.



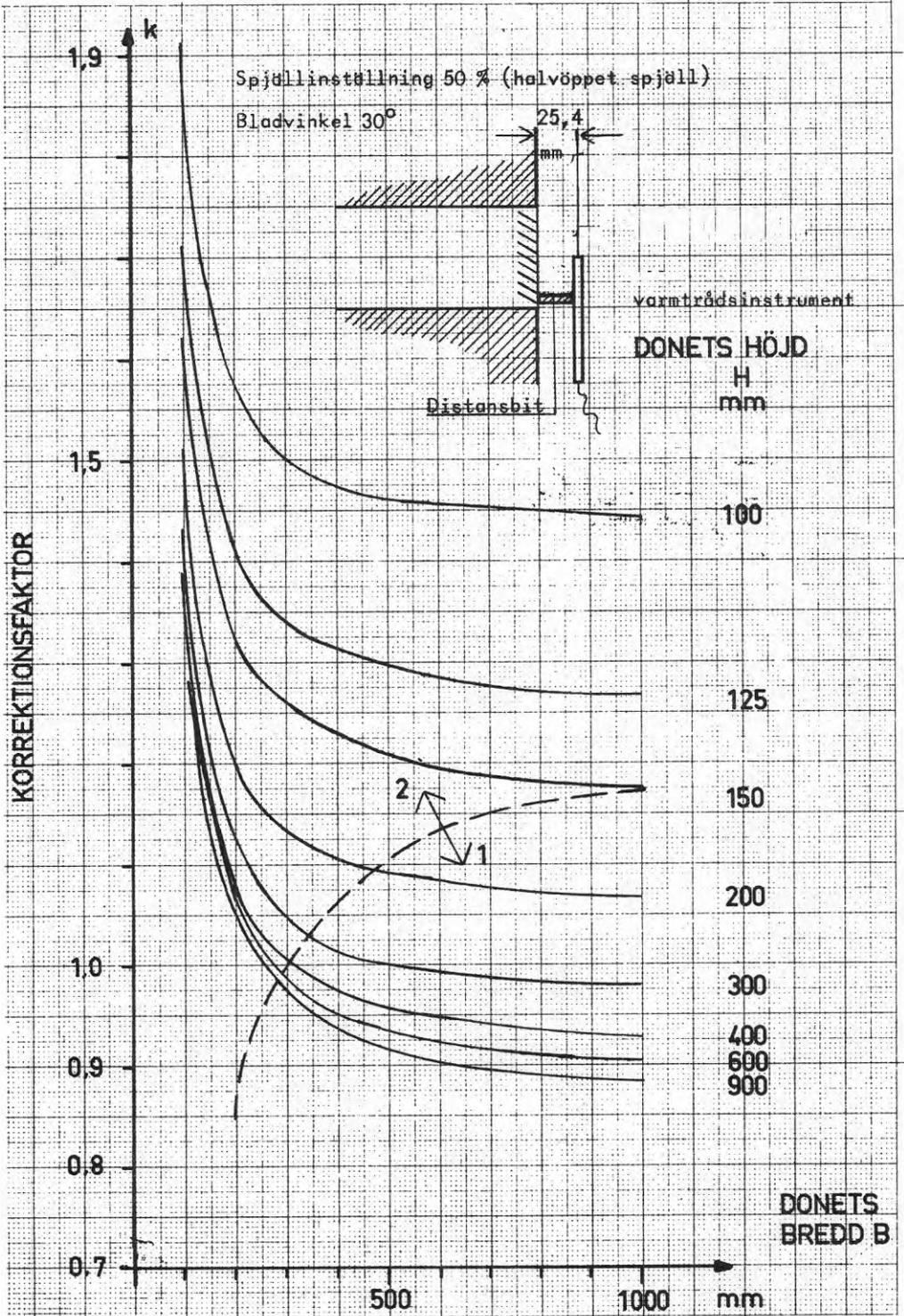
Mätning av flöde vid rektangulära frånluftsdon och intagsgaller med varmtrådsinstrument. Korrektion för metodfel.



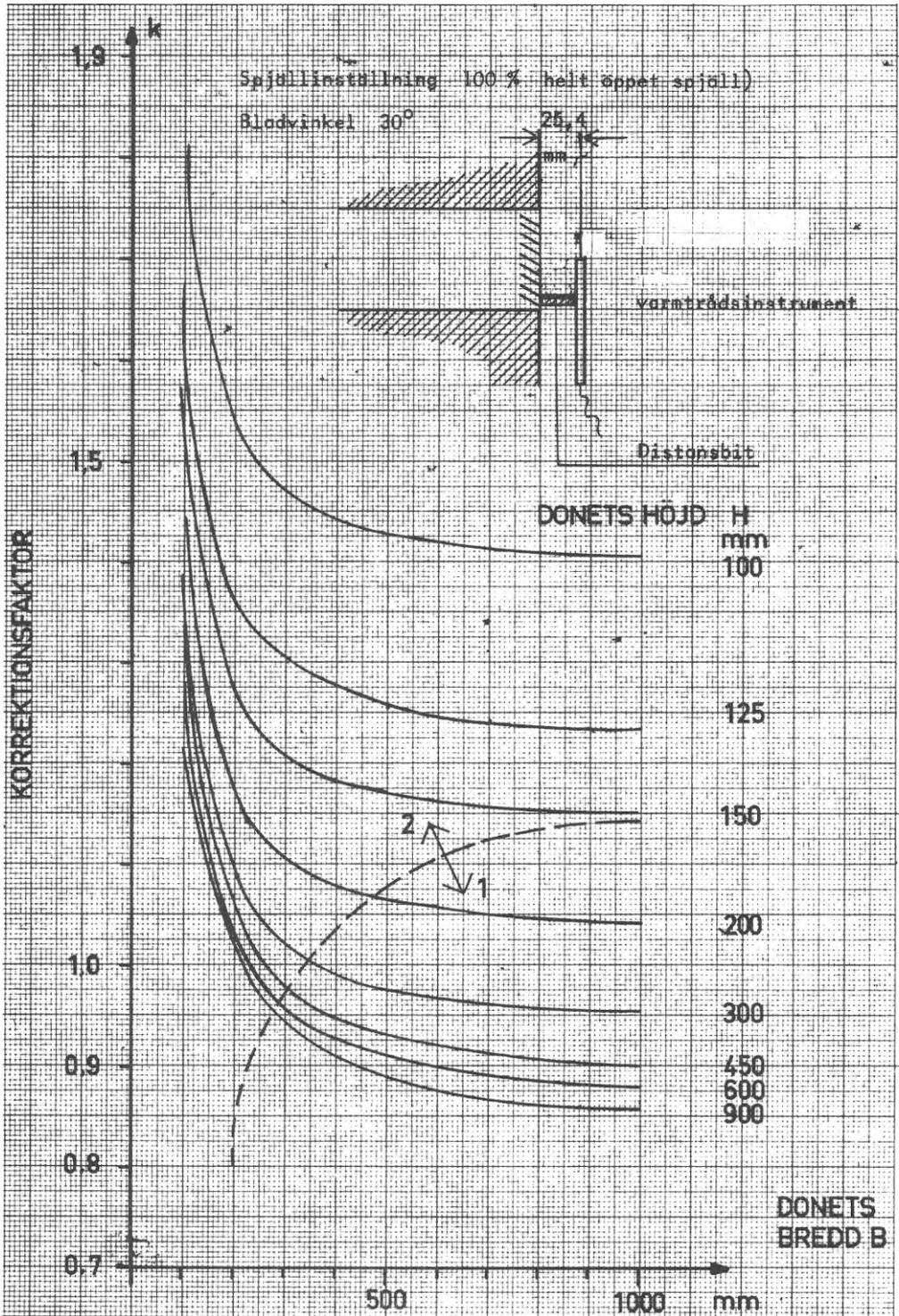
Mätning av flöde vid rektangulära frånluftsdon och intagsgaller med varmrådsinstrument. Korrektion för metodfel.



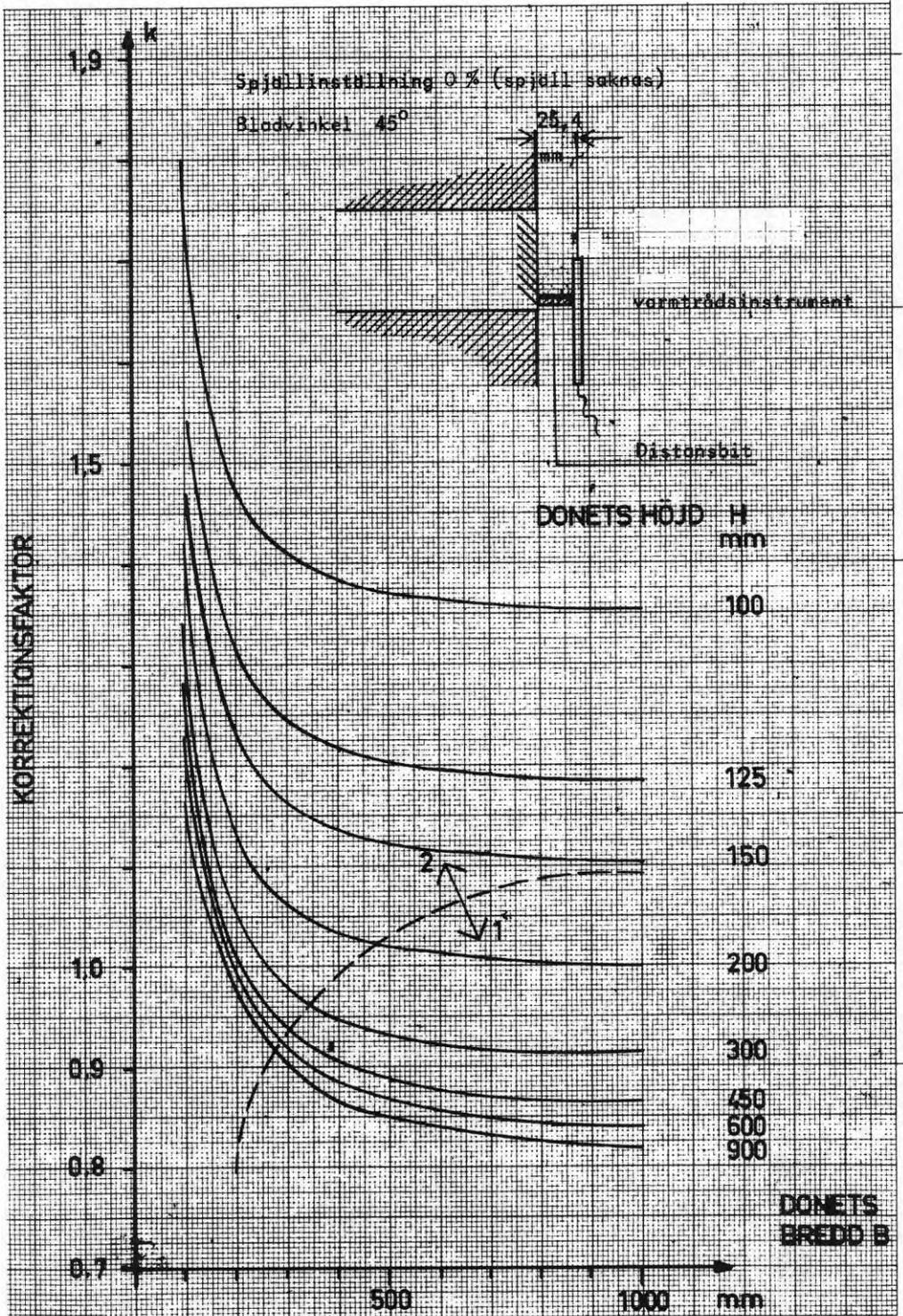
Mätning av flöde vid rektangulära frånluftsdon och intagsgaller med varmtrådsinstrument. Korrektion för metodfel.



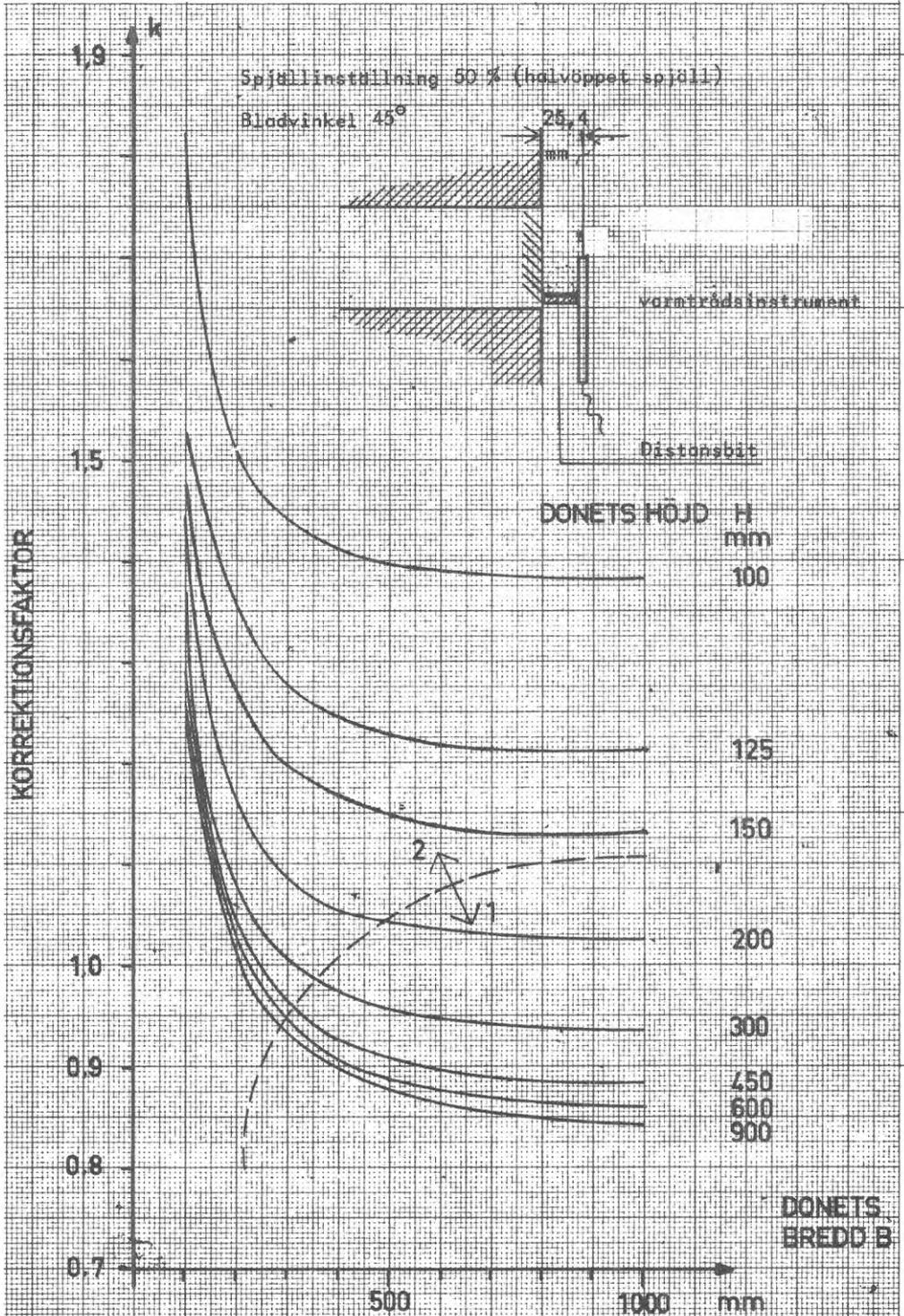
Mätning av flöde vid rektangulära frånluftsdon och intagsgaller med varmtrådsinstrument. Korrektion för metodfel.



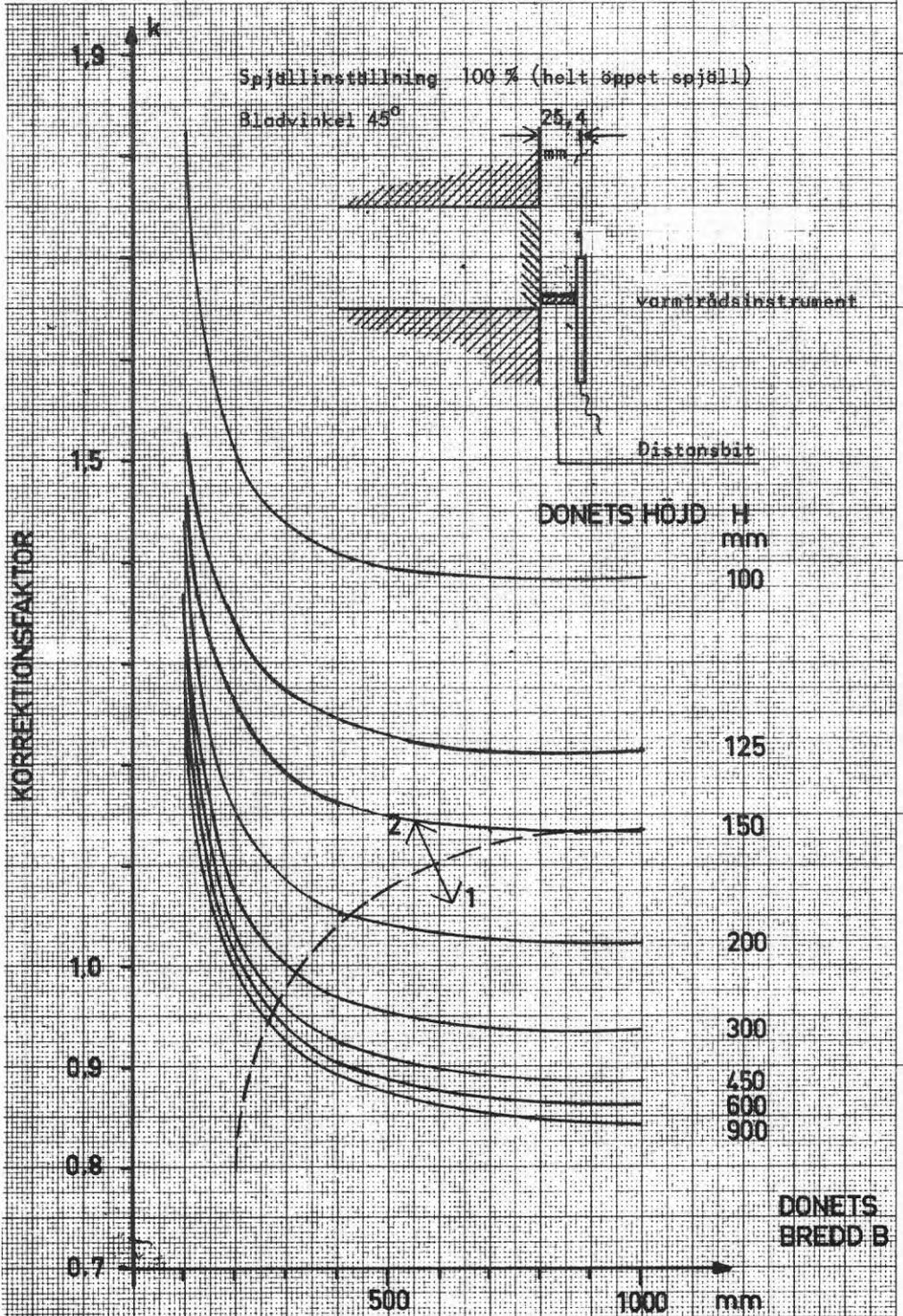
Mätning av flöde vid rektangulära frånluftsdon och intagsgaller med varmtrådsinstrument. Korrektion för metodfel.



Mätning av flöde vid rektangulära frånluftsdon och intagsgaller med varmtrådsinstrument. Korrektion för metodfel.



Mätning av flöde vid rektangulära frånluftsdon och intagsgaller med varmtrådsinstrument. Korrektion för metodfel.



Don nr		H x B mm ²	Area A m ²	H / 4 mm	B / 4 mm	L mm	Spjäll- öppn. %	Blod- vinkel °	Mät- pkt	HASTIGHET			
										avläst m / s	korr m / s	uppmätt m / s	
Objekt									Mätställe, ritn.nr., mm.				
Mätning av flöde vid rektangulära frönluftdon och intags- galler med varmtrödsinstrument									Uppdr.nr.	42			
									Datum				
									Mätförrättare				
									Sid	av			
Instrumentfel									±	%	Summa v	m/s	
Avläsningsfel									±	%	$v_m = 1/8 \times \sum v$	m/s	
Metodfel									±	%	Metodkorr. k enl. diagr.		
Totalt sannolikt fel									±	%	Flöde $q = A \times v_m \times k$	m ³ /s	
Största variationsbredd										m/s			
									1				
									2				
									3				
									4				
									1				
									2				
									3				
									4				
Instrumentfel									±	%	Summa v	m/s	
Avläsningsfel									±	%	$v_m = 1/8 \times \sum v$	m/s	
Metodfel									±	%	Metodkorr. k enl. diagr.		
Totalt sannolikt fel									±	%	Flöde $q = A \times v_m \times k$	m ³ /s	
Största variationsbredd										m/s			
									1				
									2				
									3				
									4				
									1				
									2				
									3				
									4				
Instrumentfel									±	%	Summa v	m/s	
Avläsningsfel									±	%	$v_m = 1/8 \times \sum v$	m/s	
Metodfel									±	%	Metodkorr. k enl. diagr.		
Totalt sannolikt fel									±	%	Flöde $q = A \times v_m \times k$	m ³ /s	
Största variationsbredd										m/s			

Traversering med anemometer - kontinuerlig traverseringMetod

Den kontinuerliga traverseringsmetoden innebär att anemometern förs med en konstant hastighet fram och tillbaka över tvärsnittsytan så att hela ytan täcks in. Vinghjulsanemometer och separat stoppur användes. Vinghjulsanemometern ska, i likhet med metod B11, vidröra det don över vilket flödet skall mätas.

Flödet erhålles ur ekvationen $Q = K \cdot V_m \cdot A$

där V_m = med vinghjulsanemometern uppmätt medelhastighet
och med hänsyn tagen till dess kalibreringskurva.

A = tvärsnittsarean

K = korrektionsfaktor

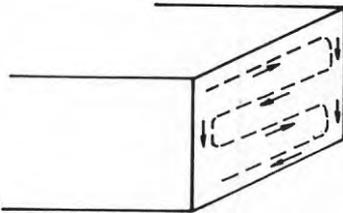


FIG. 1. Kontinuerlig traversering

Begränsningar

Metoden bör ej användas annat än i speciella fall där man konstaterat en jämn hastighetsfördelning.

Vid traverseringen får instrumentet inte flyttas med en hastighet som är högre än 1/3 av lufthastigheten. Nedre gräns för lufthastigheten är 1 m/s.

Vinghjulsanemometern ska i likhet med metod B11 vidröra det don över vilket flödet skall mätas för att reproducerbara K-faktorer ska erhållas.

En generellt användbar korrektionsfaktor kan ej användas emedan denna beror av en mängd olika faktorer (se metod B11). Korrektionsfaktorer och tvärsnittsareor måste anges av fabrikanter.

Mätmetodens fel: okänt

Tryckmätning med sond i referenspunkt bakom don

En mätsond (kapillärrör) införes bakom donet där ett karakteristiskt tryckfall mätes. Ur ett diagram erhålles flödet som funktion av den uppmätta karakteristiska tryckskillnaden.

Begränsningar

På grund av tryckförhållandena nedströms ett frånluftsdon måste följande punkter vara uppfyllda för att metoden skall kunna användas.

- Tillverkaren/leverantören av donet redovisar exakt var tryckmätningen skall ske och hur mätsonden skall vara utformad alternativt tillhandahåller speciell mätsond.
- Tillverkaren/leverantören av donet tillhandahåller ett diagram över flödet som funktion av karakteristisk tryckskillnad.

Mätmetodens fel

Mätmetoden kräver stor noggrannhet när det gäller placering av mätsond.

Mätfelet, m_2 , kan om ovanstående synpunkter är tillgodosedda bli ca $\pm 3\%$.

Erforderlig utrustning

- | | | |
|-----------|---|---|
| Mätsond | - | utförd enligt tillverkarens anvisningar |
| Manometer | - | |
| Slang | - | gummi/plast-slang mellan sond och manometer |
| Diagram | - | diagram över det karakteristiska trycket som funktion av flödet och avsett för denna typ av mätning |

Kalibreringsmetod: skall utarbetas som komplement till "Metod för bestämning av raka installationssträckor för fasta flödesmätare i ventilationssystem", Tekniska Meddelanden nr 57 från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH (1974:6 vol. 3).

Tryckmätning över don med fast mätuttag

Metod

Vid tillverkningen har donet försetts med ett fast tryckuttag, alternativt ett speciellt mätmunstycke. Till detta ansluts en manometer och ett karakteristiskt tryck mäts upp. Ur ett diagram erhålles flödet som funktion av den karakteristiska tryckskillnaden och donets inställning.

Begränsningar

Endast ett begränsat antal don är förberedda för denna typ av mätning. Detta skulle kunna vara en praktiskt användbar mätmetod på integrerade belysningsarmaturer, där det annars är mycket svårt att utföra mätningar.

I praktiken kan mätuttaget vara så placerat att man måste demontera en kåpa eller skyddsplåt vilket kan vara mycket tidsödande och medföra att mätmetoden i många fall ej är praktiskt tillämplig.

Mätmetodens fel

Mätmetodens noggrannhet beror av

- säkerheten i fabrikantens diagram
- inverkan av eventuell spridning mellan olika exemplar.

Vid gott utförande kan $m_2 = 3\%$ erhållas.

Erforderliga instrument

- Manometer -
- Slangar -
- Diagram - diagram över flödet som funktion av uppmätt tryckfall

Kalibreringsmetod: skall utarbetas som komplement till "Metod för bestämning av raka installationssträckor för fasta flödesmätare i ventilationssystem", Tekniska Meddelanden nr 57 från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH (1974:6 vol. 3).

Flödesmätare (stos + anemometer)Metod

För bestämning av flödet genom frånluftsdon finns i marknaden några olika typer av varmtrådsinstrument. Välkända märken är Swemas AFM-66A och Wallacs GGA-23S med mätstosar AM-300 och 600. Förutom dessa instrument finns en mekanisk luftflödesmätare, Veab LM-200. Dessa tre instrument har olika flödesområden som framgår av tabellen nedan.

Tabell: Flödesmätare

Typ av instrument	Luftflödesområde m ³ /h
Swema AFM-66A	5-30, 30-230
Wallac + AM 300	20-300
Wallac + AM 600	50-750
Veab LM 200	20-200

Förutom dessa i marknaden förekommande flödesmätare kan man använda en egenhändigt tillverkad mätanordning bestående av stos försedd med t ex en vinghjulsanemometer i ena änden.

Begränsningar

Instrumentens kalibreringskurvor påverkas i viss mån av vilken typ av frånluftsdon instrumentet används på. Instrumenten kan ge ett fel på $\pm 5\%$ beroende på ventiltyp. En kalibrering i kombination med det aktuella donmontaget bör därför göras om största möjliga noggrannhet ska kunna erhållas.

Alla mätinstrument som är försedda med stos påverkar luftflödet genom donet beroende på att det blir ett visst tryckfall i mätstosen. Denna påverkan är ofrånkomlig om man ej förser mätinstrumentet med en hjälpfläkt som kompenserar för detta tryckfall. Lätthanterliga sådana instrument finns för närvarande ej att tillgå. Man kan dock genom en ganska enkel beräkning ta hänsyn till denna påverkan på luftflödet. Följande ekvation gäller:

$$q = q_m \sqrt{\frac{\Delta P_s}{\Delta P_{sm}}}$$

där

q är flödet genom donet vid tryckfallet ΔP_s då mätinstrumentet ej är inkopplat.

q_m är flödet genom donet vid tryckfallet ΔP_{sm} över donet då mätinstrumentet är inkopplat. (ΔP_{sm} är statiska undertrycket efter donet minskat med tryckfallet över mätstosen.)

Mätmetodens fel

Om instrumentet kalibreras tillsammans med det don det skall användas på kan felet m_2 uppskattas till $\geq 3\%$. Korrektion pga tryckfallet över mätstosen erhålles ur nedanstående tabell.

Tryckfall över mätstos i % av dontryckfallet	Korrektions- faktor %
5	0,99
10	0,95
20	0,90

Erforderlig utrustning

- Flödesmätare
- Kalibreringskurva för instrumentet i kombination med aktuella luftdon
- Mikromanometer och tryckmätningsslang.

Kalibreringsmetod: skall utarbetas som komplement till "Metod för bestämning av raka installationssträckor för fasta flödesmätare i ventilationssystem", Tekniska Meddelanden nr 57 från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH (1974:6 vol. 3).

Uppmätning av V_o vid känd A_{eff} Metod

Genom metod angiven i ISO/TC 144 (USA - 1) 8 E gällande förslag om redovisning och provning av tillufts- och frånluftsdons strömningstekniska egenskaper har man skapat en möjlighet att utföra flödesmätningar på färdiga anläggningar. Tillverkarna av donen skall nämligen ange samhörande värden på A_{eff} och V_o samt anvisningar om hur V_o skall uppmätas. Flödet erhålles ur ekvationen:

$$q = V_o \cdot A_{eff}$$

där V_o = uppmätt hastighet

A_{eff} = effektiv frånluftsarea

Begränsning

Mycket få fabrikanter redovisar samhörande värden på V_o och A_{eff} enligt den föreslagna provmetoden.

Metoden lämpar sig inte för alla don, pga svårigheten att uppmäta reproducerbara hastigheter.

Mätmetodens fel: okänt

4.2 FLÖDESMÄTNING, TILLUFTSDON

Metodbeteckning	Metodbeskrivning	Sid
C1	Anemometertraversering	
Ö - C11	a) punktmetoden	50
Ö - C12	b) kontinuerlig traversering	51
C2	Tryckfallsmätning	
Ö - C21	a) tryckmätning med sond i referenspunkt bakom don	52
R - C22	b) tryckmätning över don med fast mätuttag	53
Ö - C3	Flödesmätare (stos + anemometer)	54
Ö - C4	Uppmätning av V_o vid känd A_{eff}	55
R - C5	Påsmetoden	56

Traversering med anemometer - punktmetodenMetod

Vid mätning på tilluftsgaller kan man utföra en traversering över intaget med hjälp av någon typ av anemometer. Traverseringstekniken består i att man delar in gallerarean i ett antal lika stora rektanglar eller kvadrater och uppmäter hastigheten i centrum av varje delyta. Rutornas kantlängd är normalt 15-30 cm beroende på gallerstorleken. Se FIG. 1.

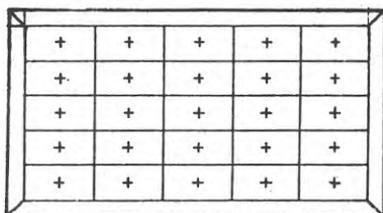


FIG. 1. Mätning på ett rektangulärt don.

Medelhastigheten V_m uppmätt med instrumentet och med hänsyn tagen till dess kalibreringskurva sättes in i ekvationen:

$$Q = K \cdot V_m \cdot A$$

för att erhålla flödet genom gallret.

K = korrektionsfaktor

A = tvärsnittsarea

Samhörande värden på K och A måste anges av fabrikanten.

Begränsningar

Vid användning av vinghjulsanemometer ska denna vidröra gallrets utsida för att reproducerbara K-faktorer ska erhållas. En generellt användbar korrektionsfaktor kan ej användas emedan denna beror av en mängd olika faktorer (se metod B11).

Korrektionsfaktorer och tvärsnittsareor måste anges av fabrikanten.

Mätmetodens fel: okänt

Traversering med anemometer - kontinuerlig traversering

Den kontinuerliga traverseringsmetoden innebär att anemometern förs med en konstant hastighet fram och tillbaka över gallerytan så att hela ytan täcks in. Vinghjulsanemometer och separat stoppur användes. Anemometern hålls tryckt intill gallret se FIG metod B13. Flödet erhålles ur ekvationen

$$Q = K \cdot V_m \cdot A$$

där V_m = uppmätt medelhastighet

A = tvärsnittsarea

K = korrektionsfaktor

Samhörande värden på A och K skall anges av fabrikanter.

Begränsningar

Om man inte har en mycket jämn hastighetsfördelning över ytan kan metoden ge upphov till stora felvisningar.

Vid traverseringen får instrumentet inte flyttas med en hastighet som är högre än 1/3 av lufthastigheten. Undre gräns för lufthastigheten är 1 m/s.

Vinghjulsanemometern ska vidröra det don över vilket flödet skall mätas för att reproducerbara K-faktorer skall erhållas. En generellt användbar korrektionsfaktor kan ej anges emedan denna beror av en mängd olika faktorer (se metod B11).

Korrektionsfaktorer och tvärsnittsareor måste anges av fabrikanter.

Mätmetodens fel: okänt

Tryckmätning med sond i referenspunkt bakom donMetod

En mätsond (kapillärrör) införes på en fixerad plats bakom donet där ett karaktäristiskt tryckfall uppmättes. Ur ett diagram tillhandahållet av dontillverkaren erhålles flödet som funktion av den uppmätta tryckskillnaden.

Krav

På grund av att tryckförhållandena uppströms om ett tilluftsdon förändras måste följande punkter vara uppfyllda för att metoden skall kunna användas

- Tillverkaren av donet redovisar exakt var tryckmätningen skall ske och hur mätsonden skall vara utformad, alternativt tillhandahåller speciell mätsond.
- Tillverkaren av donet tillhandahåller ett diagram över flödet som funktion av karaktäristisk tryckskillnad.

Mätmetodens fel

Mätmetoden kräver stor noggrannhet när det gäller placering av mätsond. Under kalibrerade förhållanden, bl a innebärande att ventilen placeras på rätt sätt i förhållande till en eventuell böj före donet, kan mätmetodens fel bli ca $\pm 5\%$. Detta förutsätter också små toleranser vid dontillverkningen. Vid mindre gott utförande på tilluftsdonet kan felet lätt överstiga $\pm 15\%$.

Kalibreringsmetod: skall utarbetas som komplement till "Metod för bestämning av raka installationssträckor för fasta flödesmätare i ventilationssystem", Tekniska Meddelanden nr 57 från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH (1974:6 vol. 3).

Tryckmätning över don med fast mätuttag

Metod

Vid tillverkningen har donet försetts med ett fast tryckuttag, alternativt ett speciellt mätmunstycke. Till detta ansluts en manometer och ett karakteristiskt tryck mäts upp. Ur ett diagram erhålles flödet som funktion av den karakteristiska tryckskillnaden och donets inställning.

Begränsningar

Endast ett begränsat antal don är förberedda för denna typ av mätning. Detta skulle kunna vara en praktiskt användbar mätmetod på integrerade belysningsarmaturer, där det annars är mycket svårt att utföra mätningar.

I praktiken kan mätuttaget vara så placerat att man måste demontera en kåpa eller skyddsplåt vilket kan vara mycket tidsödande och medföra att mätmetoden i många fall ej är praktiskt tillämplig.

Mätmetodens fel

Mätmetodens noggrannhet beror av

- säkerheten i fabrikantens diagram
- inverkan av eventuell spridning mellan olika exemplar.

Vid gott utförande kan $m_2 = 3\%$ erhållas.

Erforderliga instrument

Manometer -

Slangar -

Diagram - diagram över flödet som funktion av uppmätt tryckfall

Exempel på användningsområde

För inblåsningsapparater av typen induktionsapparater, vilka i regel är försedda med dysor vars tryckfall är relativt högt är tryckmätning över dysorna i detta fall en användbar mätmetod, $m_2 \approx 3\%$ under förutsättning att tryckfallet över dysorna ≥ 150 Pa (15 mm vp). Olika inkopplingsprinciper för tilluften kan också påverka tryckfördelningen och därmed mätnoggrannheten.

Kalibreringsmetod: skall utarbetas som komplement till "Metod för bestämning av raka installationssträckor för fasta flödesmätare i ventilationssystem", Tekniska Meddelanden nr 57 från Institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, KTH (1974:6 vol. 3).

Flödesmätare (stos + anemometer)

Några instrument av denna typ som är speciellt konstruerade att användas på tilluftsdon finns för närvarande inte i marknaden. På olika håll har man gjort undersökningar för att utröna hur stora fel som kan erhållas då de nu på marknaden förekommande stofsörsedda anemometrarna användes på tilluftsdon. Resultaten som visar att avvikelser på flera hundra procent kan erhållas innebär att det är helt otillfredsställande att använda sådana här instrument i kombination med i varje fall rektangulära tilluftsdon med osymmetrisk luftutströmning. I sådana fall kan man komplettera mätanordningen med en extra stos, vars längd är ca 3 x donets hydrauliska diameter och försedd med luftriktare.

För runda och kvadratiska diffusorer med en axelsymmetrisk luftutströmning kan dock ett ganska enhetligt resultat erhållas då stofsörsedda anemometrar användes.

Exempel på stofsörsedda anemometrar:

Swema AFM-66A	(5-230 m ³ /h)
Wallac GGA 23 S + AM 300	(20-300 m ³ /h)
Wallac GGA 23 S + AM 600	(50-750 m ³ /h)
Veab LM 200	(20-200 m ³ /h)

För erhållande av bättre mätnoggrannhet, speciellt gällande Wallac-instrumentet där man mäter i enbart en punkt, kan ett noggrannare resultat erhållas om en extra stos (se ovan) användes.

Förutom de på marknaden förekommande flödesmätarna kan man använda en egenhändigt tillverkad mätanordning bestående av en stos vars längd är 3 x donets hydrauliska diameter och försedd med luftriktare. Som anemometer användes lämpligen en vinghjulsanemometer placerad i stososens cirkulära utlopp. För att begränsa tryckfallet i mätanordningen bör stososens utloppsdiameter vara ca 1,5 ggr vinghjulsanemometerns diameter.

Begränsningar

Metoderna kräver en kalibrering i kombination med det aktuella tilluftsdonet. Alla mätinstrument som är försedda med stos påverkar luftflödet genom donet beroende på att det blir ett visst tryckfall i mätstosen. Denna påverkan är ofrånkomlig om man ej förser mätinstrumentet med en hjälpfläkt som kompenserar för detta tryckfall. Sådana instrument finns för närvarande dock ej att tillgå. Man kan genom en beräkning ta hänsyn till denna påverkan på luftflödet. Följande ekvation gäller

$$q = q_m \sqrt{\frac{\Delta P_s}{\Delta P_{sm}}}$$

där q = flödet genom donet vid tryckfallet ΔP_s då mätinstrumentet ej är inkopplat

q_m = flödet genom donet vid tryckfallet ΔP_{sm} över donet då mätinstrumentet är inkopplat. (ΔP_{sm} är alltså statiska övertrycket före donet minskat med tryckfallet över mätstosen.)

Mätmetodens fel

Mätmetodens fel, m_2 , måste bestämmas vid den obligatoriska kalibreringen i kombination med det aktuella tilluftsdonet.

Uppmätning av V_0 vid känd A_{eff} Metod

Genom metod angiven i ISO/TC 144 (USA - 1) 8 E gällande förslag om redovisning och provning av tillufts- och frånluftsdons strömningstekniska egenskaper har man skapat en möjlighet att utföra flödesmätningar på färdiga anläggningar. Tillverkarna av donen ska nämligen ange samhörande värden på A_{eff} och V_0 samt anvisningar om hur V_0 skall uppmätas. Flödet erhålles ur ekvationen:

$$q = V_0 \cdot A_{eff}$$

där V_0 = uppmätt utgångshastighet på tilluften

A_{eff} = effektiv utblåsningsarea

Begränsning

Mycket få redovisar samhörande värden på V_0 och A_{eff} enligt den föreslagna provmetoden.

Det kan många gånger vara svårt att definiera V_0 entydigt, speciellt då man har varierande strömningssymmetri före donen. De värden som idag anges för A_{eff} gäller i regel endast för ett enda strömningförhållande. För andra strömningförhållanden erhålles andra faktorer.

Mätmetodens fel: okänt

Mätning av flöde vid tilluftsdon med påsmetoden

Metoden som illustreras av FIG. 1 innebär att en hoprullad plast-säck med en viss volym placeras över donet så att detta helt täcks. Tiden som åtgår för att fylla säcken med luft till ett bestämt övertryck tages. Flödet erhålles sedan ur ekvationen

$$q = \frac{v}{t}$$

där

v = plastsäckens volym
t = fyllningstiden.

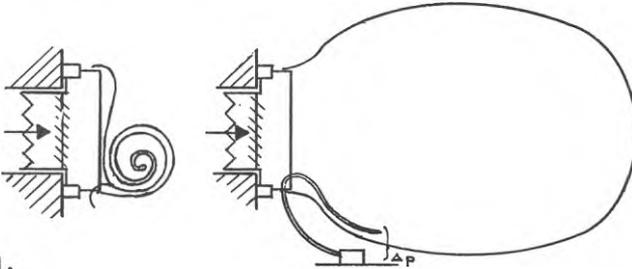


FIG. 1.

UTRUSTNING

- Kalibrerade plastpåsar med olika volym och tjocklek 0.03-0.04 mm (Minst två påsar med samma volym)
- Ramar med lämpliga innermått
- Stoppur
- Mikromanometer + slang
- Tejp
- Ritningar
- Protokollpapper
- Stege

FÖRBEREDELSE

Med hjälp av ritningsunderlag numreras de don som skall mätas.

I protokollbladet införs för respektive don yttermått, projekterat luftflöde samt antagen lämplig påsvolym.

Påsvolymer skall vara sådan att fyllningstiden inte understiger 10 sekunder.

Påsen fästes vid ramen och mikromanometerns tryckslang placeras i påsen.

Mikromanometern görs i ordning (vågrät uppställning). Slangen kopplas och kontroll görs att vätskepelaren är fri från luft.

Mikromanometerens nolläge justeras.

5.0 LUFTOMSÄTTNINGSMÄTNING

Metodbeteckning	Metodbeskrivning	Sid
D	Allmänt om luftomsättningsmätning	59
D1	Mätning av luftomsättning med Dräger-rör och koldioxid som spårgas	61
D2	Mätning av luftomsättning med helium eller koldioxid som spårgas och med gasanalysator typ interferens- refraktometer	65

Allmänt om mätning av luftomsättningen med spårgas i rum

För att luftflödet till och från en lokal skall kunna bestämmas, används ofta spårgas och för denna gas lämplig detekteringsutrustning. Bestämning av luftomsättningen med spårgas är en metod, som väl lämpar sig för fältbruk och har god noggrannhet i jämförelse med andra mätförfaranden, som användes för mätningar av ventilationsanläggningarnas prestanda.

Spårgasmätningar är lätta att genomföra, men mätmetoden är tidsödande. Gas tillföres rummet i lämplig mängd. Då gasen har blandat sig väl med rumsluften tas sammanhörande värden för spårgaskoncentration och tid. Värdena läggs in i ett linjärlogaritmiskt diagram.

Mätpunkterna kommer att ligga utmed en rät linje. Om punkterna avviker från den räta linjen, har störningar i någon form inverkat på mätningarna.

Då spårgasen har doserats och denna blandat sig med rumsluften, följer utspädningsförloppet följande samband.

Vi har spårgaskoncentrationen C vid tiden t och $C+dC$ vid tiden $t+dt$.

Då gäller,

$$V \cdot (C+dC) = V \cdot dC + n \cdot V \cdot C_b \cdot dt - n \cdot V \cdot C \cdot dt \quad (1)$$

där V = rummets volym

C = spårgaskoncentrationen i rummet

C_b = spårgaskoncentrationen i den luft, som tillföres rummet

n = luftomsättningen

t = tiden.

Detta ger

$$\frac{dC}{C_b - C} = n \cdot dt \quad (2)$$

Uttrycket integreras och för

$$C = C_o \text{ då } t = 0 \text{ erhålles} \quad n \cdot t = \ln \frac{C_o - C_b}{C - C_b} \quad (3)$$

De spårgaser som användes i metoderna D1 och D2 är helium och koldioxid. Helium är avsedd att användas i rum med liten volym. I små rum spelar koldioxidinnehållet i en persons utandningsluft roll vid bestämning av luftomsättningen. När rummets volym är så stor, att kostnaden för heliumgas är oacceptabel, bör koldioxid användas. Koldioxidinnehållet i atmosfärsluften måste emellertid vara konstant. Principiellt kan naturligtvis andra gaser än dessa två användas (ex vätgas, syrgas, lustgas). Vid rum med mycket stor volym finnes möjligheter att använda en radioaktiv ädelgasisotop.

Gasanalytutrustning för fältbruk skall vara robust och lätt att använda. Utrustningen skall helst inte behöva fast strömförsörjning.

Den enklaste utrustningen består av ampuller för absorption i torrsustans sk Dräger-rör. Metoden lämpar sig för koldioxid eftersom reaktionen är specifik för denna gas och ej störs av närvaro av andra gaser.

Metoden har ett relativt stort fel för varje enskild mätning ($\pm 5 - 15\%$). Av detta skäl måste analysrör med två skilda skalområden användas, för att luftomsättningen skall bestämmas med så lågt fel som möjligt.

En annan mycket användbar utrustning är interferens - refraktometern. Metoden bygger på det faktum att olika gaser ha olika brytningsindex.

Metoden påverkas av tryck och temperatur. Emellertid krävs bara, att mätförutsättningarna är likvärdiga under provets gång. Denna mätutrustning har mycket hög noggrannhet ($\pm 1\%$ av fullt skalutslag). Metoden kan användas för en mängd gaser och ångor. Utrustningen är bärbar och kräver inte någon extern strömförsörjning.

Flera gasanalytatorer (t ex URAS) arbetar med gasens absorption av infraröd strålning. Två strålkällor med infrarött ljus betjänar via en roterande bländare två absorptionskammare, en analyscell och en referenscell. Efter dessa absorptionskammare finns två mätkameror. Energiskillnaden mellan mätkamerorna omvandlas till en elektrisk impuls via en membrankondensator.

Mätnoggrannheten ligger vid $\pm 1\%$.

Utrustningen kräver nätanslutning. Vidare har URAS-analytatorn en uppvärmningstid av några timmar.

De två sistnämnda gasanalytutrustningarna ha så god noggrannhet i varje enskild mätning, att luftomsättningens storlek och den tid man låter provtagningen fortgå, avgör hur stort fel vid bestämning av luftomsättningen som erhålles.

För stora lokaler kan radioaktiva isotoper och Geiger - Müller detektor användas. Emellertid måste denna metod handhas av person med tillstånd att arbeta med radioaktivt material.

Mätning av luftomsättning med Dräger-rör och koldioxid som spår-gas

UTRUSTNING

- Dräger analysutrustning (Modell 21/31) (en eller flera)
- Reagensrör med katalognr.
CH 23501 (1.2 - 0.1 vol. % CO₂)
CH 30801 (0.3 - 0.02 vol. % CO₂)
- Fläkt(-ar)
- Tryckflaska med flytande koldioxid
- Reduceringsventil
- Stoppur

dessutom

- Måttband
- Mikromanometer med trycksond (alt. precisionsaneroidbarometer)
- Tejp
- Protokollpapper D1:1-2.

FÖRBEREDELSE PÅ PLATS

Ställ upp fläkt(-ar) så att gasen blandas väl. Se vidare till att springor tätas mot ofrivillig ventilation. Kontrollera Drägerpumpens täthet. (Sätt i ett öppnat Dräger-rör i pumpen och kontrollera att bälgen inte har expanderat fullt på kortare tid än tio minuter). Bestäm rummets volym med avdrag för inventarier. Mät vidare tryckförhållandet från rummet till omgivande lokaler och atmosfär. (På detta sätt kan man avgöra om det är till- eller frånluftsdon som har det största luftflödet och således skall hänföras till mätta värdet på luftomsättningen).

MÄTNING

Bestäm bakgrundsnivån innan spårgasen doserats. (Koncentrationen ligger vanligtvis vid 0.03 - 0.04 vol. % CO₂). Dosera spårgasen till 0.7 - 0.8 vol. %. De punkter i rummet vilka väljs för gasanalys skall ligga > 1 m från vägg och ha en lufthastighet < 0.3 m/s.

Bestäm antalet punkter för gasanalys i rummet enligt TAB. 8 och upprepa proven på samma ställe.

TAB. 8. Antal punkter för gasanalys i rummet

Rummets volym (m ³)	Antal punkter
40-100	1
100-200	2
> 200	3-5

Genomför ej mätningar i rum mindre än 40 m³. Koldioxidinnehållet i utandningsluften från en person börjar då att påverka mätningen. Övre gräns för luftutbytet är 4-5 luftomsättningar/timme.

Analysrören kan ej sparas för utvärdering vid ett senare tillfälle ty infärgningen av rören fortsätter då provet slutförts.

Då gasen doserats och har blandat sig väl med rumsluften (3-5 min.) tas några förberedande prov för att konstatera att inblandningen i rumsluften av spårgas är god. Därefter kan provtagningen påbörjas. Starta stoppur och notera tiden vid första pumpslaget början och vid det sista då bälgen har expanderat helt. Gör avläsningen av koldioxidkoncentrationen omedelbart och notera värdet i protokoll.

Välj antalet mätvärden enligt TAB. 9.

TAB. 9. Antal mätvärden för provperiodens längd

Antal luftomsättningar ggr/tim.	Antal mätvärden	Provperiodens längd
1	10	1,5 tim.
2	8	1 tim.
4	6	40 min.

PROTOKOLL

I protokoll antecknas förutom mätvärden, rummets volym, tryckförhållanden och projekterade luftflöden. Vidare faktorer som har inflytande på mätningen. (Lufttemperatur utomhus, vindriktning etc.)

MÄTFEL

Mätinstrumentets fel. Sannolikt fel för Dräger-rör CH 235 är $\pm 5-10\%$. Den lägre siffran gäller för de högre mätvärdena medan det högre talet gäller de lägre värdena. För rör CH 308 är det sannolika felet $\pm 10-15\%$ och vidare gäller vad som sagts för CH 235.

Båda typerna av analysrör måste användas för att nå god noggrannhet.

Avläsningsfel. Detta fel bedöms vara av storleksordningen 3-5 % av avläst värde.

Den resulterande noggrannheten beror av den enskilda mätningens noggrannhet, mätperiodens längd, luftomsättningens storlek och antalet mätpunkter i mätperioden. Den bestämda mätproceduren ger ett sannolikt mätfel av $\pm 7\%$.

UTVÄRDERING

Lägg in mätvärdena i kontrolldiagram och kontrollera att punkterna ansluter till en rät linje.

Mätvärdena behandlas i enlighet med protokoll D1:1. De summor som finns angivna beräknas. Luftomsättningen beräknas med minsta kvadratmetoden (lutningen i diagram) och vidare skärningen med ordinatan. (Formler längst ned i protokoll D1:2).

Med hjälp av sambandet:

$$n = \frac{\ln \frac{C_o - C_b}{C_i - C_b}}{t_i}$$

där n = antalet luftomsättningar per tidsenhet
 C_b = koncentrationen av koldioxid i atmosfären
 C_i = koncentrationen vid tiden $t = t_i$
 C_o = koncentrationen vid tiden $t = 0$

läggs den slutgiltiga linjen in i kontrolldiagram.

Objekt		MÄTPROTOKOLL D1:1 Mätning av luftomsättning i rum Dräger-rör CH 23501 CH 30801						Uppdrag nr. Datum Mätförrättare Sid. av	
Prov nr. (m= antalet prov)	Provets start kl.	Provets slut kl.	Medelvärde kl.	Avläst värde vol. % CO ₂ (C _i)	Avläst värde - bakgrundnivå vol. % CO ₂ (C _i -C _b)	ln(C _i -C _b)	Tidsdifferens från provets början (min.) t _i	t _i · ln(C _i -C _b)	(t _i) ²
1						-	0	0	0
2						-		-	
3						-		-	
4						-		-	
5						-		-	
6						-		-	
7						-		-	
8						-		-	
9						-		-	
10						-		-	
11						-		-	
12						-		-	

Bakgrundnivå CO ₂ = _____ vol. % (C _b)	$\sum_{i=1}^n \ln(C_i - C_b) =$	$\sum_{i=1}^n t_i =$	$\sum_{i=1}^n t_i \cdot \ln(C_i - C_b) =$	$\sum_{i=1}^n (t_i)^2 =$
	= _____	= _____	= _____	= _____

	MATPROTOKOLL D 1:2 Mätning av luftomsättning i rum Dräger-rör CH 23501 CH 30801	Uppdrag nr.
		Datum
		Mätförrättare
		Sid. av
Objekt	Mätställe (ritn. nr. m.m.)	

Rummets volym: _____ m³ Tryckförhållanden: Från rum-till _____ = _____ mm vp
 (Med avdrag för inventarier) _____ = _____ mm vp
 Andra förhållanden av betydelse _____ = _____ mmvp
 (Vindriktning, hastighet, lufttemperatur utomhus m.m.) _____

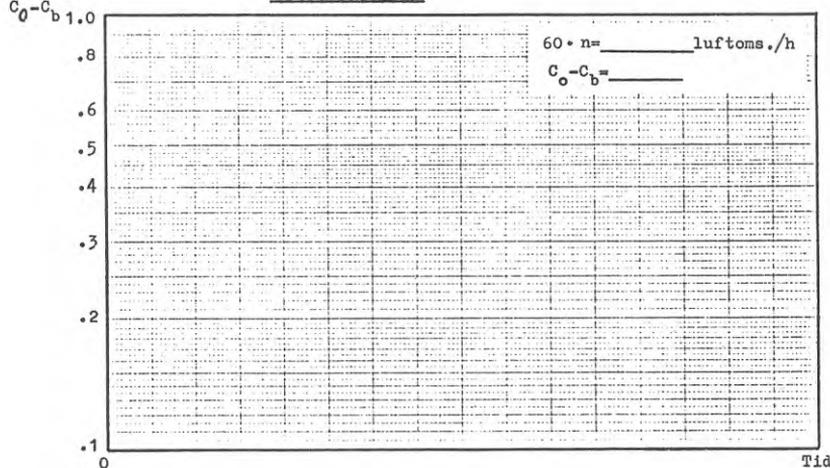
Projekterat luftflöde:

till _____ m³/h
 från _____ m³/h

Sannolikt fel _____ %

$$\frac{C_i - C_b}{C_0 - C_b}$$

Kontrolldiagram



$$n = \frac{\frac{\sum_{i=1}^m \ln(C_i - C_b)}{m} - \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot \ln(C_i - C_b)}{\sum_{i=1}^m t_i}}{\frac{\sum_{i=1}^m (t_i)^2}{\sum_{i=1}^m t_i} - m} \quad \ln(C_0 - C_b) = \frac{\frac{\sum_{i=1}^m \ln(C_i - C_b)}{\sum_{i=1}^m t_i} - \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot \ln(C_i - C_b)}{\sum_{i=1}^m (t_i)^2}}{\frac{m}{\sum_{i=1}^m t_i} - \frac{\sum_{i=1}^m (t_i)^2}{\sum_{i=1}^m t_i}}$$

Gasanalytator av typen interferens - refraktometer och med helium eller koldioxid som spårgas

UTRUSTNING

- Gasanalytator
Riken-Keiki gasanalytator modell 21 avsedd för helium kan användas. Används ett instrument avsett för koldioxid fås omvänt skalutslag.
- Fläkt(-ar)
- Tryckflaska med flytande helium
- Reduceringsventil
- Stoppur

dessutom

- Måttband
- Mikromanometer med trycksond
- Tejp
- Protokollpapper D2:1-2.

FÖRBEREDELSE PÅ PLATS

Ställ upp fläkt(-ar) så att rumsluften blandas väl. Se vidare till att all ofrivillig ventilation tätas. Kontrollera att gasanalytatorn är klar för mätning. Justera instrumentets nollpunkt. Detta tillgår på följande sätt. Med handpumparna fylls instrumentets provcylindrar. (Minst fem pumpslag.) Därefter nollställs skalan med nollställningsskruven.

Bestäm rummets volym med avdrag för inventarier. Mät vidare tryckförhållandet från rummet till omgivande lokaler och atmosfär. (På detta sätt kan man avgöra om det är till- eller frånluftsdonet, som har det största luftflödet och således skall hänföras till det mätta värdet på luftomsättningen).

MÄTNING

Dosera spårgasen till minst 2/3 av fullt skalutslag. De punkter i rummet vilka väljs för gasanalys skall ligga på ett avstånd > 1 m från vägg och ha en lufthastighet < 0,3 m/s.

Bestäm antalet punkter i rummet för gasanalys enligt TAB. 10 och upprepa proven på samma ställe.

TAB. 10. Antal punkter för gasanalys i rummet

Rummets volym (m ³)	Antal punkter
< 100	1
100 - 200	2
> 200	3-5

Då gasen doserats och har blandat sig väl med rumsluften (3-5 min.) tas några förberedande prov för att konstatera att inblandningen i rumsluften av spårgas är god. Därefter kan provtagningen påbörjas.

Instrumentets provcylindrar fylls genom att man pumpar minst fem gånger. Starta stoppur vid avläsningen och notera tid och värde på spårgaskoncentrationen i protokollet.

Välj antalet mätvärden enligt TAB. 11

TAB. 11. Antal mätvärden för provperiodens längd

Antal luftomsättningar ggr/tim.	Antal mätvärden	Provperiodens längd
1	10	45 min.
2	8	30 min.
4	6	20 min.

PROTOKOLL

I protokoll antecknades förutom mätvärden, rummets volym, tryckförhållanden och projekterade luftflöden. Vidare faktorer som har inflytande på mätningen. (Lufttemperatur utomhus, vindriktning etc.)

MÄTFEL

Mätinstrumentets fel uppges av återförsäljaren. För t ex Riken-Keiki anges: $\pm 0,02$ vol. % vilket innebär att felet är ± 1 % av fullt skalutslag.

Avläsningsfel. Detta fel bedöms vara $\pm 0,001$ vol. %.

Med angivet mätförfarande blir det sannolika felet ± 4 %.

UTVÄRDERING

Lägg in mätvärdena i kontrolldiagram och kontrollera att punkterna ansluter till en rät linje.

Mätvärdena behandlas i enlighet med protokoll D2:1. De summor som finns angivna beräknas. Luftomsättningen beräknas med minsta kvadratmetoden (lutningen i diagram) och vidare skärningen med ordinatan. (Formler längst ned i protokoll D2:2.)

Med hjälp av sambandet:

$$n = \frac{\ln \frac{C_0}{C_i}}{t_i} :$$

där n = antalet luftomsättningar per tidsenhet
 C_i = koncentrationen av spårgas vid tiden $t = t_i$
 C_0 = koncentrationen av spårgas vid tiden $t = 0$

läggs den slutgiltiga linjen in i kontrolldiagram.

Objekt		Mätställe (ritning nr. m. m.)					
Prov nr. (mängdet prov)	Provtag- ning kl.	Avläst värde vol. % C _i	ln C _i	Tidsdifferens från provets början (min) t _i	t _i · ln C _i	(t _i) ²	Anm.
1				0	0	0	
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
$\sum_{i=1}^m \ln C_i =$ = _____			$\sum_{i=1}^m t_i =$ = _____		$\sum_{i=1}^m t_i \ln C_i =$ = _____		$\sum_{i=1}^m (t_i)^2 =$ = _____

$$\sum_{i=1}^m \ln C_i =$$

$$\sum_{i=1}^m t_i =$$

$$\sum_{i=1}^m t_i \ln C_i =$$

$$\sum_{i=1}^m (t_i)^2 =$$

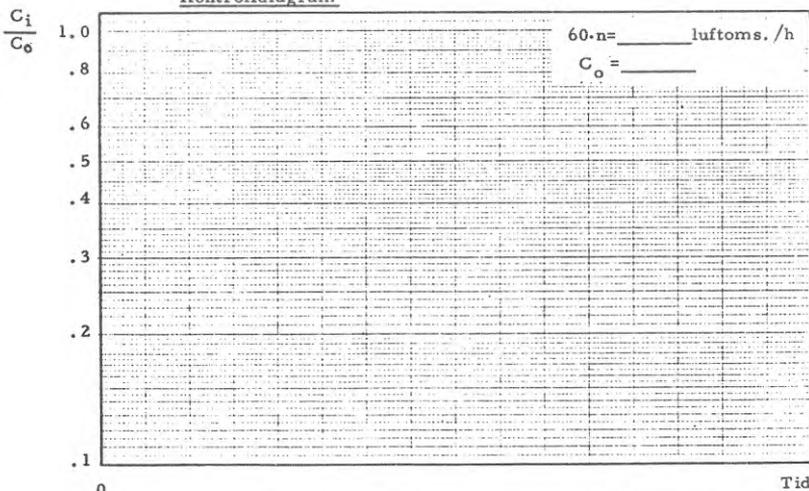
	<u>MÄTPROTOKOLL D2:2</u> Mätning av luftomsättning i rum med gasanalysator typ interfe- rens-refraktometer	Uppdrag nr. _____
		Datum _____
		Mätförrättare _____
		Sid. _____ av _____
Objekt _____	Mätställe (ritn. nr. m. m.) _____	

Rummets volym: _____ m³
(Med avdrag för inventarier)
Andra förhållande av betydelse
(Vindriktning, hastighet, lufttemperatur
utomhus m. m.)

Tryckförhållanden. Från rum - till
_____ = _____ mm vp
_____ = _____ mm vp
_____ = _____ mm vp

Projekterat luftflöde:
till _____ m³/h
från _____ m³/h
Sannolikt fel _____ %

Kontrolldiagram



$$n = \frac{\frac{\sum_{i=1}^m \ln C_i}{m} - \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot \ln C_i}{\sum_{i=1}^m t_i}}{\frac{\sum_{i=1}^m (t_i)^2}{m} - \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{m}}$$

$$\ln C_o = \frac{\frac{\sum_{i=1}^m \ln C_i}{m} - \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot \ln C_i}{\sum_{i=1}^m (t_i)^2}}{\frac{m}{\sum_{i=1}^m t_i} - \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m (t_i)^2}}$$

NORDISKA REGLER FÖR PROCEDUREN VID KALIBRERING AV MÄTINSTRUMENT
FÖR LUFTHASTIGHETER OCH LUFTHÖJDER

Antaget av den Nordiska ventilationsgruppen i Oslo den 11 oktober 1972.

1.0 REGLERNAS GILTIGHETSOMRÅDE

Dessa regler kan användas vid avtal med avseende på inreglering och besiktning av ventilationsanläggningar.

2.0 GENERELLA KRAV

2.1 Instrumentets kalibreringsintyg - giltighetstid

beroende på typen av instrument får kalibreringsintyget vid tidpunkten för mätningarna vara högst 1/2-1 år gammalt.

1 år:

- Mekaniska instrument
- statisk anemometer (t ex Velometer)
 - vinghjulsanemometer
 - svävkroppsmätare (rotameter)

1/2 år:

- Elektroniska och elektromekaniska instrument
- varmtrådsanemometer
 - elektronisk vinghjulsanemometer

Anm: Ett instrument som faller i golvet eller på annat sätt blir utsatt för hårdhänt behandling kan få en ändrad kalibreringskaraktäristik. Det faller på instrumentägaren (brukaren) att tillse att sådana instrument inte användes förrän de är kontrollerade eller kalibrerade på nytt. Utöver de fasta periodiska kalibreringarna vid en godkänd kalibreringsinstans bör brukaren av instrumentet själv låta kontrollera instrumentets kalibrering då någon som helst osäkerhet om dess riktighet råder. Detta gäller speciellt under de perioder då instrumentet dagligen används i en anläggning. I sådana fall kan det vara tillräckligt att kontrollera instrumentet mot t ex ett referensdon med konstant luftflöde eller mot ett annat instrument, som inte har varit i bruk efter sista kalibreringen. En sådan kontroll kan göras på mycket kort tid och spara inregleringspersonalen mycket arbete om kontrollen visar att instrumentet har fått en ändrad kalibreringskaraktäristik.

2.2 Kalibreringsintyg

Ett kalibreringsintyg skall innehålla följande:

1. Kalibreringsinstansens namn och adress
2. Datum för kalibreringen
3. Instrumenttyp, kort beskrivning
4. Instrumentidentifikation
 - fabrikat
 - typbeteckning
 - tillverkningsnummer

5. Kalibreringsresultat
Siffermässig angivelse av varje kalibreringsvärde
6. Lufttillståndet under kalibreringen
 - lufttemperatur
 - barometertryck
 - relativ fuktighet
7. Särskilda anmärkningar t ex
 - sondens orientering
 - typ av ventil (luftflödeskalibrering)
 - batterityp, spänning o dyl
8. Underskrift av ansvarig.

Anm:

- De diagram som utarbetas på basis av mätresultaten får inte ge ett avläsningsfel som överstiger 2 %.
- Antalet nödvändiga kalibreringspunkter för att kunna dra en kurva med tillräcklig noggrannhet beror på kurvans linearitet. Vid mycket oregelbunden kurvform kan 15-20 mät-punkter erfordras. Minsta antal punkter är 4.
- Vid de tillfällen som kalibreringen (och en eventuell kalibreringskurva) inte täcker hela instrumentets skala skall det klart framgå för vilken begränsad del av skalan som kalibreringen gäller.
- Kopior av kalibreringsintyg, kalibreringsresultat och eventuella diagram skall förvaras vid kalibreringsinstansen.
- Vid mätinstrument som består av flera samhörande delar skall alla delar som har ingått i kalibreringen vara tydligt märkta.

3.0 GODKÄNNANDE AV KALIBRERINGSINSTANSER

En förutsättning för att dessa regler ska kunna brukas är att ifrågavarande kalibreringsinstans arbetar med en sådan noggrannhet att det totala kalibreringsfelet hålls på en rimlig nivå. I Sverige kan dylika kalibreringsinstanser, som andra institutioner eller privata firmor önskar upp-rätta, kontrolleras och eventuellt auktoriseras av statens provningsanstalt.

4.0 REVIDERING AV REGLERNA

Dessa regler kommer att tagas upp till revidering i den Nordiska ventilationsgruppen senast den 1 januari 1975.

R51:1974

**Denna rapport avser projekt 801 vid Statens institut för
byggnadsforskning samt anslag nr 720640-5 från Statens råd för
byggnadsforskning till VVS-Tekniska Föreningen, Stockholm.
Försäljningsintäkterna tillfaller fonden för byggnadsforskning.**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm
Grupp: installation**

Pris: 17 kronor + moms