

SVENSK STANDARD

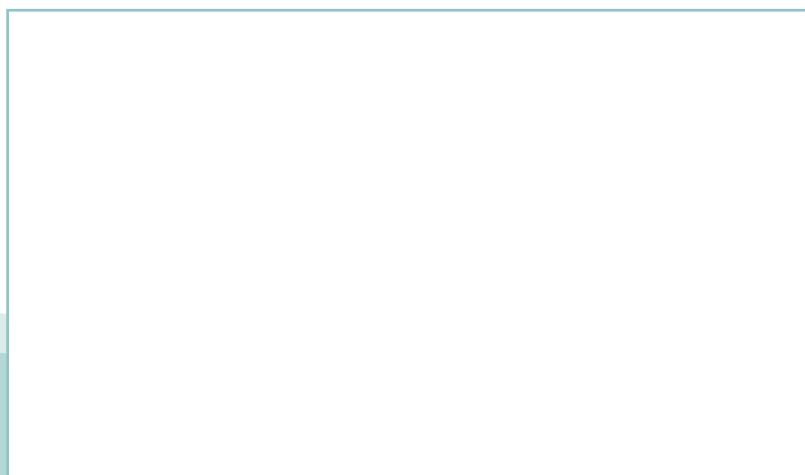
SS-EN 16211:2015



Fastställt/Approved: 2015-07-05
Publicerad/Published: 2016-12-14
Utgåva/Edition: 1
Språk/Language: svenska/Swedish
ICS: 17.120.10; 91.140.30

Luftbehandling – Fältmetoder för mätning av luftflöden

Ventilation for buildings – Measurement of air flows on site – Methods



Europastandarden EN 16211:2015 gäller som svensk standard. Standarden fastställdes 2015-07-05 som SS-EN 16211:2015 och har utgivits i engelsk språkversion. Detta dokument återger EN 16211:2015 i svensk språkversion. De båda språkversionerna gäller parallellt.

The European Standard EN 16211:2015 has the status of a Swedish Standard. The standard was approved and published 2015-07-05 as SS-EN 16211:2015 in English. This document contains a Swedish language version of EN 16211:2015. The two versions are valid in parallel.

© Copyright/Upphovsrätten till denna produkt tillhör SIS, Swedish Standards Institute, Stockholm, Sverige. Användningen regleras av slutanvändarlicensen för denna produkt.

© Copyright SIS, Swedish Standards Institute, Stockholm, Sweden. All rights reserved. The use of this product is governed by the end-user licence for this product.

Upplysningar om sakinnehållet i standarden lämnas av SIS, Swedish Standards Institute, telefon 08-555 520 00. Standarder kan beställas hos SIS Förlag AB som även lämnar allmänna upplysningar om svensk och utländsk standard.

Information about the content of the standard is available from the Swedish Standards Institute (SIS), telephone +46 8 555 520 00. Standards may be ordered from SIS Förlag AB, who can also provide general information about Swedish and foreign standards.

Standarden är framtagen av kommittén för Ventilation, SIS/TK 170/AG 3.

Har du synpunkter på innehållet i den här standarden, vill du delta i ett kommande revideringsarbete eller vara med och ta fram andra standarder inom området? Gå in på www.sis.se - där hittar du mer information.

Innehåll

Sida

1	Omfattning.....	5
2	Normativa referenser	5
3	Termer, definitioner och symboler	5
3.1	Termer och definitioner	5
3.2	Symboler	5
4	Principer och påverkande parametrar.....	6
4.1	Hydraulisk diameter	6
4.2	Flödesstörningar	6
4.3	Luftdensitet, ρ	7
4.4	Dynamiskt tryck, p_d	7
4.5	Korrektion för luftdensitet, ρ	7
5	Felkällor	7
5.1	Allmänt.....	7
5.2	Systematiska fel	8
5.3	Slumpmässiga fel	9
6	Mätosäkerhet.....	10
6.1	Sammanlagd mätosäkerhet.....	10
6.2	Instrumentets standardosäkerhet, u_1	10
6.3	Metodens standardosäkerhet, u_2	10
6.4	Avläsningens standardosäkerhet, u_3	11
6.5	Utökad mätosäkerhet, U_m	11
7	Mätkrav	11
7.1	Mätkrav och korrektioner.....	11
7.2	Mätningar med manometer.....	11
7.3	Mätningar med anemometer.....	12
7.4	Mätningar med prandtlrör	12
7.5	Mätning av temperatur och barometertryck	12
7.6	Medelvärdesberäkning av mätsignal.....	13
8	Metoder för mätning av luftflöden i kanaler – ID-metoder (In Duct).....	13
8.1	Översikt över rekommenderade metoder	13
8.2	Punktvisa hastighetsmätningar med prandtlrör (metod ID 1) eller anemometer (metod ID 2)	13
8.2.1	Metodbeskrivning	13
8.2.2	Förberedelser som ska göras vid mätplatsen	14
8.2.3	Mätprocedur	17
8.2.4	Korrektioner för mätvärden och beräkning av luftflöde.....	17
8.2.5	Standardmätosäkerhet.....	18
8.3	Fasta flödesmätton – Metod ID 3	19
8.3.1	Metodbeskrivning.....	19
8.3.2	Förberedelser inför mätningar – Utrustning.....	19
8.3.3	Mätprocedur	19
8.3.4	Korrektion av uppmätta värden	19
8.3.5	Metodens standardosäkerhet.....	19
8.4	Spårgasmätning – Metod ID 4	20
8.4.1	Metodbeskrivning.....	20
8.4.2	Utrustning.....	20
8.4.3	Beräkning av luftflöde.....	21
8.4.4	Standardmätosäkerhet.....	22
8.4.5	Förutsättningar för homogen spårgasblandning.....	22
9	Metoder för mätning på tilluftsdon – ST-metoder (Supply (Air) Terminal (Devices)).....	23
9.1	Översikt över rekommenderade metoder	23
9.2	Mätning av referenstryck – Metod ST 1.....	24

9.2.1	Introduktion	24
9.2.2	Utrustning	25
9.2.3	Korrektion av uppmätta värden	25
9.2.4	Metodens standardosäkerhet	25
9.3	Mätning med tätslutande mätpåse – Metod ST 2.....	25
9.3.1	Metodbeskrivning.....	25
9.3.2	Begränsningar	26
9.3.3	Utrustning	26
9.3.4	Förberedelser	26
9.3.5	Mätning.....	26
9.3.6	Korrektion av uppmätta värden	26
9.3.7	Metodens standardosäkerhet	26
9.4	Mätning med stos – Metod ST 3	27
9.4.1	Introduktion	27
9.4.2	Utrustning	27
9.4.3	Mätning.....	28
9.4.4	Korrektion av uppmätta värden	28
9.4.5	Metodens standardosäkerhet	28
10	Metoder för mätning på frånluftsdon – ET-metoder (Exhaust (Air) Terminal (Devices)).....	29
10.1	Översikt över rekommenderade metoder	29
10.2	Mätning av referenstryck över frånluftsdon – Metod ET 1	29
10.2.1	Metodbeskrivning.....	29
10.2.2	Begränsningar	30
10.2.3	Utrustning	30
10.2.4	Korrektion av uppmätta värden	30
10.2.5	Metodens standardosäkerhet	30
10.3	Mätning med stos – Metod ET 2	31
10.3.1	Introduktion	31
10.3.2	Utrustning	31
10.3.3	Mätning.....	32
10.3.4	Korrektion av uppmätta värden	32
10.3.5	Metodens standardosäkerhet	32
A.1	Exempel på beräkningar.....	33
A.2	Sammansatta osäkerheter	34
A.3	Exempel.....	34
	Litteraturlista.....	35

SS-EN 16211:2015 (Sv)**Förord**

Detta dokument (EN 16211:2015) har utarbetats av den tekniska kommittén CEN/TC 156 "Ventilation for buildings". Sekretariatet hålls av BSI.

Denna Europastandard ska ges status av nationell standard, antingen genom publicering av en identisk text eller genom ikraftsättning, senast januari 2016, och motstridande nationella standarder ska upphävas senast januari 2016.

Det bör uppmärksammas att vissa beståndsdelar i denna Europastandard möjligen kan vara föremål för patenträtter. CEN [och/eller CENELEC] ska inte hållas ansvarig för att identifiera någon eller alla sådana patenträtter.

Mätmetoder som är både korrekta och enkla att använda har utvecklats och standardiserats så att det blir möjligt med injustering och driftövervakning av luftbehandlingsinstallationer. Inomhusklimat och luftkvalitet kan ofta förbättras avsevärt om värme- och ventilationssystem hanteras på ett sätt som garanterar att de fungerar väl på lång sikt. Det är därför viktigt att systemet utformas och konstrueras så att det tillåter att mätning och övervakning kan göras genom etablerade och godkända metoder.

Enligt CEN:s/CENELEC:s interna bestämmelser ska följande länder fastställa denna Europastandard: Belgien, Bulgarien, Cypern, Danmark, Estland, Finland, Frankrike, Grekland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Makedonien, Malta, Nederländerna, Norge, Polen, Portugal, Rumänien, Schweiz, Slovakien, Slovenien, Spanien, Storbritannien, Sverige, Tjeckien, Turkiet, Tyskland, Ungern och Österrike.

1 Omfattning

Denna Europastandard specificerar förenklade metoder för mätning av luftflöden på fältet. Standarden tillhandahåller en beskrivning av luftflödesmätmetoderna och hur mätningarna görs inom marginalerna för de föreskrivna metodosäkerheterna.

En mätmetod innebär att det görs punktviss hastighetsmätning över ett tvärsnitt av en kanal för att beräkna luftflödet. Denna metod är ett alternativ till den metod som beskrivs i ISO 3966 och EN 12599. Denna Europastandard kräver att vissa mätförhållanden (längd på rak kanal och enhetlig hastighetsprofil) ska vara uppfyllda för att de föreskrivna mätosäkerheterna för den förenklade metoden ska kunna uppnås.

2 Normativa referenser

Följande dokument, delvis eller i sin helhet, är normativt refererade till i detta dokument och de är oumbärliga för dess tillämpning. För referenser med datumangivelse gäller den version som citeras. För odaterade referenser gäller den senaste versionen av det dokument som det refereras till (inklusive eventuella ändringar).

EN 12792, *Ventilation for buildings – Symbols, terminology and graphical symbols*

EN 14277, *Ventilation for buildings – Air terminal devices – Method for airflow measurement by calibrated sensors in or close to ATD/Plenum boxes*

3 Termer, definitioner och symboler

3.1 Termer och definitioner

För syftena med detta dokument gäller de termer och definitioner som används i EN 12792.

3.2 Symboler

Följande symboler används

Symbol	Beskrivning	SI-enhet	Symbol	Beskrivning	SI-enhet
t	Tid	s	O	Omkrets	m
ρ	Densitet	kg/m ³	p	Tryck	Pa
ρ_s	Luftdensitet vid standardförhållanden = 1,2	kg/m ³	p_d	Dynamiskt tryck	Pa
ρ_r	Verklig luftdensitet	kg/m ³	p_s	Statiskt tryck	Pa
$\rho_{g\text{tracer}}$	Spårgasdensitet	kg/m ³	p_t	Totaltryck	Pa
$\rho_{g\text{duct}}$	Kanalluftsdensitet	kg/m ³	p_u	Uppmätt tryck	Pa
A	Tvärsnittsarea	m ²	Δp	Differentialtryck	Pa
a, b, c OSV.	Längdmått	mm	Δp_u	Uppmätt differentialtryck	Pa
L	Omblandningslängd	mm	q	Luftflöde	m ³ /s, l/s
H	Kanalens höjd	mm	q_k	Korrigerat luftflöde	m ³ /s, l/s
W	Kanalens bredd	mm	q_s	Spårgasflöde	m ³ /s, l/s
B	Barometertryck	hPa	$q_{s\text{g}_{\text{duct}}}$	Spårgasflöde vid kanaltemperatur	m ³ /s, l/s
C	Föroreningskoncentration	ppm	q_{stracer}	Spårgasflöde vid rotametertemperatur	m ³ /s, l/s
C_i	Spårgasens begynnelsekoncentration	ppm	q_t	Totalt luftflöde	m ³ /s, l/s

SS-EN 16211:2015 (Sv)

C_s	Spårgaskoncentration i stationärt tillstånd	ppm	q_u	Uppmätt luftflöde	m ³ /s, l/s
D	Diameter	mm	g	Temperatur	°C
D_h	Hydraulisk diameter	mm	g_{duct}	Temperatur i kanal	°C
k_c	Täckningsfaktor	-	g_{tracer}	Spårgasens temperatur	°C
k_1	Korrektionsfaktor för densitet	-	V	Volym	m ³
k_2	Korrektionsfaktor för kanalform	-	v	Lufthastighet	m/s
k	Flödesfaktor	-	v_s	Standardlufthastighet	m/s
L_1	Mindre dimension hos en rektangulär kanal	mm	v_r	Verklig lufthastighet	m/s
L_2	Större dimension hos en rektangulär kanal	mm	v_m	Lufthastighet, medelvärde	m/s
u_1	Instrumentets standardosäkerhet	-			
u_2	Metodens standardosäkerhet	-			
u_3	Avläsningens standardosäkerhet	-			
u_m	Standardmätosäkerhet	-			
U_m	Utökad mätosäkerhet	-			

4 Principer och påverkande parametrar

4.1 Hydraulisk diameter

Den hydrauliska diametern är diametern hos en cirkulär kanal som orsakar samma tryckfall vid samma lufthastighet och samma friktionskoefficient, och den hydrauliska diametern definieras av följande formel:

$$D_h = 4 \cdot A/O \tag{1}$$

För en rektangulär kanal blir detta:

$$D_h = 2 \cdot L_1 \cdot L_2 / (L_1 + L_2) \tag{2}$$

där

L_1 och L_2 är kanalens sidor.

För en cirkulär kanal blir detta:

$$D_h = D \tag{3}$$

4.2 Flödesstörningar

Flödesstörningar i kanaler resulterar i oregelbundna hastighetsprofiler.

ANM. Flödet har sällan ett symmetriskt utseende utom efter långa raksträckor. Symmetrin störs ofta av diverse motstånd, exempelvis efter en böj, en areaförminskning eller areaförstoring. Hastighetsprofilen störs även av spjäll och T-stycke, samt före och efter en fläkt.

4.3 Luftdensitet, ρ

Densiteten hos torr luft varierar med lufttrycket och temperaturen enligt följande approximeringsformel:

$$\rho = 1,293 \cdot \frac{B}{1013,25} \cdot \frac{273,15}{273,15 + \vartheta} \quad (4)$$

ANM. Den relativa luftfuktigheten (RH) har mycket liten påverkan på densiteten hos luft vid rumstemperatur. Densitet hos luft vid 20 °C och 1 013,25 hPa som är mättad med vattenånga är endast cirka 1 % lägre än motsvarande torr luft.

I ett lågtryckssystem behöver man knappast ta hänsyn till det statiska tryckets inverkan på densiteten. I högtryckssystem kan det emellertid bli aktuellt. Beräkningen görs då enligt följande:

$$\rho = 1,293 \cdot \frac{B + 0,01 \cdot p_s}{1013,25} \cdot \frac{273,15}{273,15 + \vartheta} \quad (5)$$

4.4 Dynamiskt tryck, p_d

Vid mätning med ett prandtlrör mäts ett dynamiskt tryck. Det dynamiska trycket kan användas för att beräkna lufthastigheten med hjälp av följande formel:

$$p_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (6)$$

4.5 Korrektion för luftdensitet, ρ

Vid presentation av ett uppmätt luftflöde eller en lufthastighet bör det anges om det är det verkliga luftflödet eller standardluftflödet, dvs. flödet omvandlat till standardförhållanden, som presenteras. Mätningarna bör motsvara systemets projekterade luftflödesvärden (verkligt luftflöde eller standardluftflöde). Metoderna i denna standard presenterar mätningarna som verkligt luftflöde. Hur det går till att omvandla mellan standardhastighet och verklig hastighet finns beskrivet i 4.5. Samma omvandling kan göras för luftflöde.

Luftens verkliga flöde är flödet vid den befintliga temperaturen och det befintliga barometertrycket. Standardluftflödet används för att presentera luftflödet vid ett standardförhållande av 1 013,25 hPa och 20 °C. En fläkt transporterar ungefär samma mängd luft oavsett luftdensitet. Mängden standardflöde förändras med luftdensiteten.

Instrumentet som används kan mäta verkligt luftflöde eller standardluftflöde, eller så kan det kräva kalibreringsförhållanden för att visa rätt värde. Kompensera i enlighet med detta, särskilt vid användning vid andra förhållanden än kalibreringsförhållandet eller standardförhållandet på 1 013,25 hPa och 20 °C. Barometertrycket minskar med höjden och varierar med vädret.

Omvandla det verkliga flödet eller den verkliga lufthastigheten till standardflöde eller standardhastighet med hjälp av följande formel:

$$v_s = v_r \cdot \rho_r / \rho_s \quad (7)$$

5 Felkällor

5.1 Allmänt

Det finns en mängd olika faktorer som kan påverka mätresultaten och som ska kontrolleras vid mätning, t.ex.:

- kalibreringsutrustning, som ska jämföras regelbundet med en spårbar normal (kalibreringsenhet),
- kalibrerade mätinstrument,

SS-EN 16211:2015 (Sv)

- c) kalibreringsintervall,
- d) undersökning av instrumentens långsiktiga stabilitet,
- e) instrumentens temperatur- eller densitetskompensation,
- f) slumpmässiga instrumentosäkerheter,
- g) slumpmässiga avläsningsosäkerheter,
- h) variationer i den uppmätta kvantiteten,
- i) mätmetoder anpassade efter olika installationsfall,
- j) slumpmässiga osäkerheter i mätmetoder,
- k) mätmetodernas inflytande på flödes hastigheten,
- l) variationer i utomhusklimatet,
- m) luftflödesstabilitet.

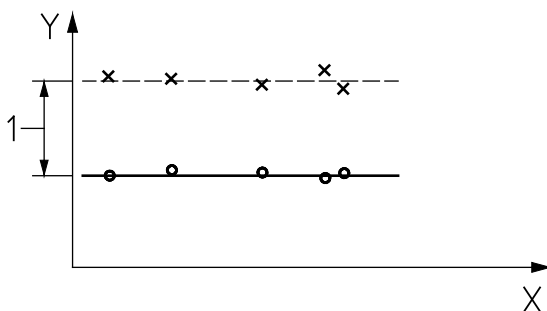
En del felkällor är svåra att manipulera, andra kan minskas eller till och med elimineras. Fel i indata kan vara resultatet av mätningar som har påverkats av systemfel eller tillfälliga störningar. Fel i mätdata kan delas in i:

- grova fel, som kan uppstå till följd av den mänskliga faktorn, vilka bör undvikas för att uppfylla kraven i denna standard,
- systematiska fel,
- slumpmässiga fel.

5.2 Systematiska fel

Enligt definitionen uppkommer systematiska fel om de enskilda mätvärdena avviker i samma riktning från det "verkliga" värdet, eller om de varierar regelbundet.

Mätningar med systematiska fel kan se ut som i figur 1.



Teckenförklaring

- 1 systematiskt fel
- X tid (*t*)
- Y värde

Figur 1 – Förklaring av systematiskt fel

Cirklarna föreställer mätetal som ligger slumpmässigt samlade kring det sanna värdet och som enligt definitionen alltså är fria från systematiska fel.

Kryssen betecknar resultat av mätningar där mätetalen ligger för högt, exempelvis beroende på att ett okalibrerat mätinstrument använts. Detta fel kan enkelt avhjälpas genom att instrumentet kalibreras och en korrektion bestäms.

Följande gäller för en korrektion:

$$\text{Korrektion} = (\text{skattning av sant värde}) - (\text{avläst värde})$$

eller

$$(\text{Avläst värde}) + (\text{korrektion}) = \text{skattning av sant värde}$$

Skattning av sant värde kallas ofta mätvärde. För att göra korrektioner rekommenderas att man lägger till ett korrektionsvärde (positivt eller negativt) istället för att multiplicera med en korrektionsfaktor.

Kalibrering är en del av bestämningen av systematiska fel för ett instrument, vilken medför en förståelse för kalibreringsosäkerheten, så att instrumentet slutligen kan ställas in eller mätningarna korrigeras och genom repetition av dessa kan avdriftsosäkerheten bedömas.

Ett instrument ska alltid kunna ge ett korrekt uppmätt värde. Detta innebär att kalibrering måste ske med jämna tidsintervall. Det rekommenderas att elektroniska instrument som används för tryck-, flödes- och hastighetsmätningar kalibreras regelbundet enligt deras avdrift för att uppnå den osäkerhet som krävs. Instrumentet och annan utrustning som påverkar mätresultatet (t.ex. mätpåsen i mätmetoden med en tätslutande mätpåse) bör kalibreras med hjälp av en metod med (känd) låg osäkerhet som är spårbar till internationella kalibreringsstandarder.

Kalibreringstabeller ska användas där korrektioner, alternativt det verkliga värdet, framgår.

5.3 Slumpmässiga fel

Även om man lyckas eliminera systematiska fel kan upprepade mätningar av samma mängd inte producera identiska resultat trots att mätningarna utförs med stor noggrannhet. Denna typ av fel definieras vanligtvis som ett resultat av slumpen och kallas osäkerhet. Detta betyder att storleken på osäkerheten och dess karaktär inte kan redovisas i förväg. Det finns flera möjliga källor till slumpmässiga osäkerheter, såsom avläsningsosäkerheter, instrumentosäkerheter, metodosäkerheter, repeterbarhetsproblem på grund av operatören, variation i miljöförhållandena osv. I allmänhet kan de slumpmässiga osäkerheterna reduceras genom att man ökar antalet mätpunkter eller genom att man ökar mättiden tack vare instrumentet med medelvärdesfunktion.

De slumpmässiga osäkerheterna som beror på avläsningen, instrumentet och metoden diskuteras mer ingående i avsnitt 6.