

Be sure. **testo**



**Praktisk handbok  
Inomhusklimat  
och komfortnivå på  
arbetsplatsen.**

## Inledning.

Flera hundra miljoner människor över hela världen arbetar på kontor. Många av dem är missnöjda med omgivningsförhållandena där de arbetar. Den vanligaste orsaken till detta är klagomål på termisk komfort, som ofta också är relaterade till inomhusluftens kvalitet.

Klagomålen behöver oftast utredas av en mättekniker. Denna person ställs inför utmaningen att objektivt utvärdera personalens värmeupplevelser för att avgöra om klagomålen är berättigade och, i förekommande fall, lokalisera orsakerna och eliminera dem.

Bara ur ett affärsperspektiv är det självklart att klagomålen måste tas på allvar, eftersom de anställdas prestationer direkt relaterar till omgivningsförhållandena på arbetsplatsen.

Till detta kommer att inomhusluftens kvalitet påverkar medarbetarnas immunförsvar och vissa patogener har större chans att överleva om inomhusluften är för torr. Anställda löper därför en dubbel risk, eftersom de kan utsättas för fler patogener om deras immunförsvar försvagas.

Denna praktiska guide är avsedd att hjälpa den inomhusklimatansvarige, och visa på hur medarbetarnas hälsa kan skyddas på ett proaktivt sätt och hur subjektiva intryck av komfortnivån objektivt kan bedömas vid klagomål.



## Innehåll:

Introduktion .....	<b>2</b>
Innehåll .....	<b>3</b>
1. Vad betyder "luftkvalitet inomhus"? .....	<b>4</b>
2. Övervakning av inomhuskvalitet i praktiken .....	<b>6</b>
2.1 Vad behöver mätas och hur? .....	<b>7</b>
2.1.1 Temperatur och relativ fuktighet .....	<b>7</b>
2.1.2 CO <sub>2</sub> .....	<b>9</b>
3. Vad är termisk komfort? .....	<b>11</b>
4. Skäl för att använda mätteknik för termisk utvärdering på arbetsplatser .....	<b>12</b>
5. Åtgärder som vidtas av en mättekniker vid klagomål .....	<b>13</b>
5.1 Förberedelser .....	<b>13</b>
5.2 PMV/PPD-mätning .....	<b>14</b>
5.3 Mätning av turbulens och drag .....	<b>20</b>
5.4 Arbetsplatser med särskilda utmaningar .....	<b>22</b>
5.5 Andra kriterier för att utvärdera komfortnivån .....	<b>23</b>
6. Slutsats .....	<b>24</b>

# 1. Vad betyder luftkvalitet inomhus?

Luftkvaliteten inomhus har en betydande inverkan på de anställdas välbefinnande och är därför en avgörande miljöfaktor vid utformning av arbetsytor. De tre viktigaste parametrarna som påverkar inomhusluftens kvalitet är: lufttemperatur, luftfuktighet och CO<sub>2</sub>. Att regelbundet mäta dessa parametrar utgör grunden för att uppnå ett optimalt anpassat inomhusklimat.

## Lufttemperatur

Lufttemperatur avser temperaturen på luften som omger oss, utan påverkan av termisk strålning. Denna kan lätt mätas och utvärderas. Den lokala lufttemperaturen och strålningstemperaturerna för enskilda omgivande ytor, såsom väggar och tak, kombineras för att generera inomhuslufttemperaturen.

## Fukt

Fuktigheten beskriver luftens fukthalt. Man skiljer på absolut fuktighet (mättet på faktisk vattenånga i luften) och relativ fuktighet (luftens mättnad med vattenånga).

Studier visar ett samband mellan den relativa fuktigheten och överlevnadstiden för virus och människokroppens barriärfunktion. Vid genomsnittlig relativ luftfuktighet inaktiveras virus mycket snabbare. Dessutom är människor mer mottagliga för infektion vid låg relativ luftfuktighet.

Källor:

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0046789>  
<https://www.pnas.org/content/116/22/10905>

## CO<sub>2</sub>

På kontor och liknande arbetsplatser har människor en avgörande inverkan på inomhusluftens kvalitet – nämligen genom de ämnen de avger (t.ex. CO<sub>2</sub>). Med hjälp av koldioxidmätning kan luftkvaliteten i dessa rum subjektivt utvärderas med tillförlitlighet. Som regel har förhöjda koncentrationer av koldioxid en negativ inverkan på uppmärksamhetsförmågan.

Källa:

<https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physikalische-Faktoren-und-Arbeitsumgebung/Klima-am-Arbeitsplatz/Faktoren.html>



## 2. Övervakning av inneklimat i praktiken

För att säkerställa bästa möjliga inomhusluftkvalitet på en arbetsplats måste du på ett tillförlitligt sätt övervaka alla relevanta klimatparametrar. Beroende på arbetssystem eller rumslayout är två olika tillvägagångssätt lämpliga för detta.

### **Regelbundna mätningar**

Om enskilda arbetsplatser och deras individuella förutsättningar uttryckligen behöver utvärderas, rekommenderas regelbundna mätningar med ett universellt IAQ-mätinstrument som testo 400.

### **Permanent övervakning**

Om å andra sidan det allmänna inomhusklimatet eller känsliga områden som små mötesrum behöver utvärderas är permanent övervakning av omgivningsvärdena med hjälp av ett automatiserat dataövervakningssystem som testo Saveris 2 en effektivare lösning.

## 2.1 Vad behöver mätas och hur?

### 2.1.1 Temperatur och relativ fuktighet

Oavsett vilket klagomål personalen har är det bra att få lite inledande information om omgivningsförhållandena genom att utföra en enkel mätning av omgivningstemperatur och luftfuktighet.

#### **Mätprocess med multiinstrumentet testo 400.**

Gå till mitten av rummet med testo 400. Sväng luftfuktighetsgivaren lätt fram och tillbaka genom luften på en höjd av cirka 60 cm (hastighet ca. 1,5 m/s), tills de visade värdena har stabiliserats. Här måste du undvika mätfel på grund av din egen utandning.



Fig. 1: Mätning av omgivningsluftens temperatur och luftfuktighet med hjälp av klimatinstrumentet testo 400.

#### **Mätresultat/tolkning.**

Mätresultatet består av lufttemperaturen i °C och den relativa luftfuktigheten i %. En person på ett kontor känner sig i allmänhet mest bekväm vid en omgivningstemperatur på 22 till 24 °C och en omgivande luftfuktighet på 40 till 60 %.

DIN EN 15251 Kategori II tillåter maximala temperaturer på 26 °C i kylläge och 20 °C i värmeläge vid 25 till 60 % luftfuktighet.

Detta mått används för att få lite inledande information om inomhusklimatet. Om mätvärdena kraftigt avviker från ovannämnda komfortnivåintervall, behövs inga ytterligare utvärderingar för tillfället. Med all sannolikhet orsakas detta av ett fel i ventilationsanläggningen.

## Komfortnivåmätning på arbetsplatsen

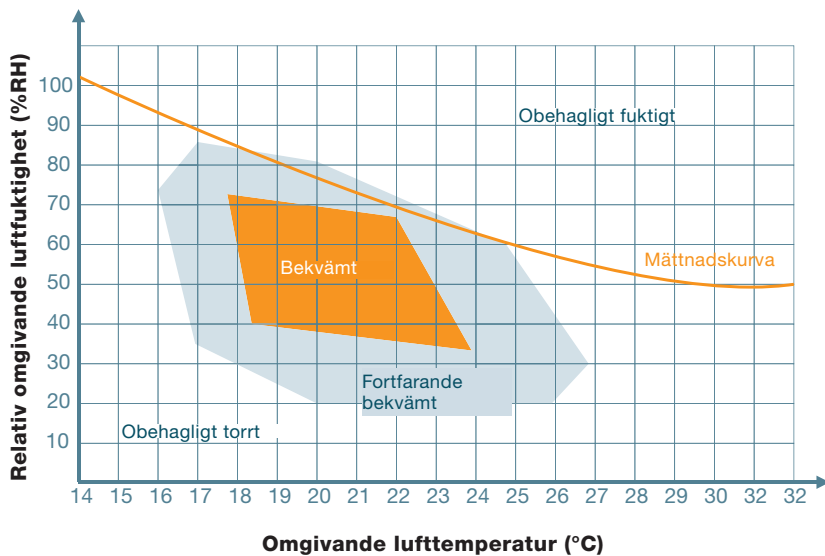


Fig. 2: Grafisk presentation av komfortnivå med avseende på omgivande luftfuktighet och omgivande lufttemperatur.

## 2.1.2 CO<sub>2</sub>

Koldioxidkoncentrationen (CO<sub>2</sub>) är en nyckelindikator på "god" inomhusluftkvalitet. "Dålig" luftkvalitet på grund av för stor CO<sub>2</sub>-koncentration leder till trötthet och bristande koncentration och kan till och med orsaka sjukdom.

### **Mätning.**

Placera multiinstrumentet testo 400 i mitten av rummet, som tidigare beskrivits för mätning av omgivningstemperatur/luftfuktighet, och håll givaren "bort från din kropp" (höjd 0,6 m).

Beroende på vilket klagomålet är kan ett första konstaterande göras efter bara en kort acklimatiseringstid för CO<sub>2</sub>-givaren (ca. 30 till 60 sekunder). Vid CO<sub>2</sub>-mätning brukar det vara bra att genomföra en långtidsmätning över en arbetsdag. Därefter kan du göra en utvärdering via mjukvara för att analysera vid vilken tid på dygnet höga koncentrationer uppnås och om ventilationssystemet ger en lämplig luftväxling. Slutsatser kan också dras om ventilationsvanorna utifrån CO<sub>2</sub>-koncentrationen.

### **Mätresultat/tolkning.**

Tabell 1 listar de tillåtna referenssiffrorna för CO<sub>2</sub>-koncentration.

I praktiken bör CO<sub>2</sub>-koncentrationen på arbetsplatsen inte överstiga 1 000 ppm (enligt Pettenkofer). För att uppnå lämplig inomhusluftkvalitet bör luftväxlingen vara minst 50 m<sup>3</sup>/h per person i rummet.

CO <sub>2</sub> -koncentration – benchmarksiffror		
CO <sub>2</sub> vol%	CO <sub>2</sub> ppm	Beskrivning
0,033 ... 0,04	330 ... 400	Frisk luft på landsbygden
0,07	700	Stadsluft
0,1	1 000	Gränsvärde på kontor, maxvärde enligt Pettenkofer
0,5	5 000	MAC-värde
0,7	7 000	Maximalt värde på biografen efter en visning
2	20 000	Kortsiktigt fysiologiskt toleransvärde
2 ... 4	20 000 ... 40 000	Tyngre andning, ökad puls
4 ... 5,2	40 000 ... 52 000	Utandningsluft
4 ... 8	40 000 ... 80 000	Huvudvärk, yrsel
8 ... 10	80 000 ... 100 000	Kramper, snabb förlust av medvetande, ett brinnande ljus slocknar
20	200 000	Dödlig på några sekunder

Tabell 1: Benchmarksiffror för CO<sub>2</sub>-koncentration.

Kurvan visar andelen av dem som är missnöjda med inomhusluftens kvalitet vid en viss CO<sub>2</sub>-koncentration.

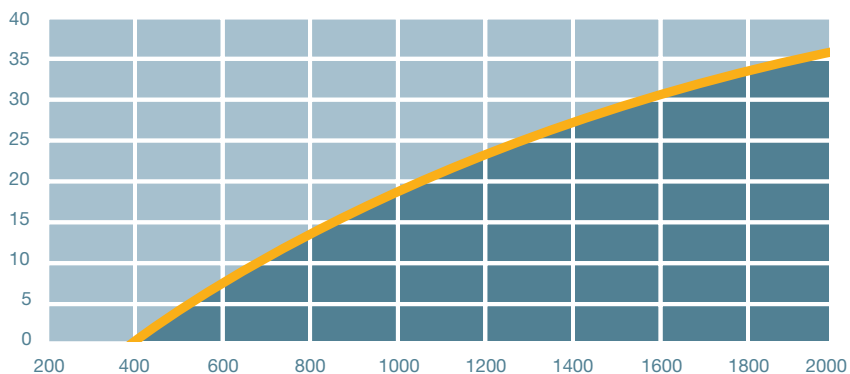


Fig. 3: Andel missnöjda människor vid en viss CO<sub>2</sub>-koncentration.

### 3. Vad är termisk komfort?

Termisk komfort spelar en avgörande roll för fysiska och mentala förmågor.

Människokroppens känslighet för värme beror i huvudsak på dess termiska jämvikt (termisk balans). Denna termiska jämvikt påverkas av fysisk aktivitet och kläder, såväl som omgivande atmosfäriska parametrar. Dessa är:

- **Lufttemperatur**
- **Strålningstemperatur**
- **Lufthastighet (drag)**
- **Luftfuktighet**

Termisk komfort uppstår när en person känner sig termiskt neutral. Detta händer när människor tycker att omgivningsparametrarna (temperatur, luftfuktighet, drag och termisk strålning) i sin omgivning är behagliga. Det finns inget krav på varmare eller kallare, torrare eller fuktigare inomhusluft. Termisk komfort beror också på typ av aktivitet och klädsel.



Fig. 4: Termisk komfort beror på olika faktorer.

## 4. Skäl för att använda mätteknik för termisk utvärdering på arbetsplatser

Termisk komfort på arbetsplatsen är ingen onödig lyx för de anställda, det är faktiskt ett grundläggande krav på prestation och produktivitet. Det är därför det ur ett ekonomiskt perspektiv måste skapas lämpliga omgivningsförhållanden.

För att säkerställa ett genomgående bra omgivningsklimat på arbetsplatserna bör dessa miljöförhållanden övervakas regelbundet eller permanent med hjälp av lämplig mätteknik. På så sätt kan eventuella avvikelser upptäckas i god tid och klagomål från anställda undvikas.

Om det finns klagomål är det viktigt att omvandla medarbetarens kommentarer om termiska besvär till ett objektiva mätresultat. Om alla parametrar ligger inom det normala området kan mätteknikern omedelbart utesluta eventuell felaktig konfiguration av ventilationssystemet. Analysen av den anställdes termiska obehag måste sedan genomföras på en annan nivå.

Det kan finnas andra orsaker till besvären, till exempel missnöje med arbetet, problem med kollegor, privata problem eller hälsobesvär. Alla dessa faktorer ha inverkan på hur den termiska komfortnivån uppfattas.

### Fördelar med professionell mätteknik.

1. Klagomål från anställda kan förutses och undvikas genom permanent eller regelbunden övervakning av parametrarna.
2. Bevis kan utfärdas på att ventilationssystemet fungerar korrekt.
3. Mätningar dokumenteras och kan analyseras.
4. När högklassig mätteknik används känner den som framför klagomålet att han/hon tas på allvar.

## 5. Åtgärder som vidtas av en mättekniker vid klagomål

### 5.1 Förberedelser

Om en anställd klagar på de termiska förhållandena på sin arbetsplats, bör det första steget vara att ta detta klagomål på allvar och börja undersöka omedelbart.

#### **Kontrollera ventilationssystemet.**

Innan en detaljerad undersökning på arbetsplatsen utförs bör teknikern undersöka hur ventilationssystemet är inställt, med tanke på följande frågor: Vilken status har ventilationssystemets temperaturreglering? I detta fall bör temperaturen på plats som mäts av sensorerna för omgivningstemperatur kontrolleras. Har några ändringar gjorts i ventilationssystemets inställningar nyligen?

#### **Inledande utredning på arbetsplatsen.**

Innan du påbörjar en utvärdering av kriterierna för komfortnivå på arbetsplatsen bör du ta reda på den exakta karaktären av den anställdes klagomål. Är det för kallt, för varmt, för torrt eller för kvavt för dem, eller utsätts de för drag på grund

av felaktigt injusterade luftdon? Är besvären bestående eller uppstår de bara vissa tider på dygnet?

#### **Förhållanden på arbetsplatsen.**

För att få ett första intryck av arbetsplatsen bör du vara uppmärksam på följande:

- Temperatursensorer installerade felaktigt i rummet (i direkt solljus, täckta, nära ett drag). Detta skulle resultera i felaktig återkoppling till ventilationssystemets centrala styrenhet.
- Blockerade/smutsiga luftdon
- Öppna fönster
- Strukturella ändringar

## 5.2 PMV/PPD-mätning

Om det finns aktuella resultat från regelbunden mätning av inomhusluftens parametrar och ett generellt fel i systemet därmed kan uteslutas, är nästa steg att titta på den individuella situationen på respektive arbetsplats.

PMV/PPD-värdet ger en integrerad undersökning av termiska faktorer under respektive arbets- och omgivningsförhållanden på arbetsplatsen.

Mätresultatet är ett objektiva värde för den termiska komfortnivån.

### **PMV (Predicted Mean Vote).**

PMV är ett mått på den genomsnittliga termiska upplevelsen hos ett stort antal människor. Detta värde beräknas från följande parametrar

- **Omgivningstemperatur**
- **Strålningstemperatur**
- **Luftflöde**
- **Relativ luftfuktighet och angivna värden**
- **Klädindex**
- **Aktivitet**

### **Klädindex.**

Kläder påverkar en persons värmehantering. Den utgör gränsskiktet mellan kropp och inomhusklimat och har därför en direkt inverkan på den termiska komforten. Fysiskt kännetecknas kläder av dess värmeöverföringsmotstånd mellan hud och omgivande miljö.

### **Aktivitet.**

Aktivitetsnivån är ett mått på en persons energiomvandling. En person i fullständig vila har en basal metabolisk hastighet på  $M = 0,8$  met (met = metabolisk hastighet = metabolisk enhet,  $1 \text{ met} = 58 \text{ W/m}^2$  kroppsytan).

### **PPD (Predicted Percentage Dissatisfied).**

PPD beskriver den förväntade andelen människor som är missnöjda med de omgivande förhållandena. Värdet uttrycks i procent och kommer inte att understiga 5% missnöjda personer, eftersom det är omöjligt att tillfredsställa alla på grund av skillnader mellan olika individer.

## Mätparametrar med rekommenderade givare.

Mätparameter	Artikelnr.	Beskrivning
(Strålnings-)temperatur	0602 0743	Globgivare
Lufttemperatur Relativ luftfuktighet	0632 1551	IAQ-givare (rekommenderas) eller temperatur-/luftfuktighetsgivare (beställningsnr. 0636 9732)
Lufthastighet	0628 0152	Komfortnivågivare

Tabell 2: Mätparametrar med lämpliga givare.

## Parametrar för PMV/PPD-beräkningen

Parameter [met]			
Fysisk aktivitet	met	W/m <sup>2</sup>	Områden (med manuell inmatning)
Ligga ner, avslappnad	0,6	46	0,1 ... 0,6
Sitta ner, avslappnad	0,9	58	0,7 ... 1,0
Lätt aktivitet, sittande (kontorsarbete, skola)	1,2	70	1,1 ... 1,4
Lätt aktivitet, stående (laboratoriearbete, lätt industriarbete, handel)	1,6	93	1,5 ... 1,8
Måttlig aktivitet, stående (säljverksamhet, hushållsarbete, maskindrift)	2,0	116	1,9 ... 2,4
Tung aktivitet (tungt arbete med maskiner, verkstadsarbete)	2,8	165	2,5 ... 3,0

Info: met = metabolisk hastighet = metabolisk enhet, 1 met = 58 W/m<sup>2</sup> kroppsytta

Parameter [clo]			
Typ av kläder	clo	m <sup>2</sup> K/W	Områden (med manuell inmatning)
Oklädd, naken	0	0	0 ... 0,1
Sommarkläder (underkläder, kortärmad skjorta / shorts / strumpor / skor)	0,5	0,078	0,2 ... 0,6
Lätta arbetskläder (underkläder, kortärmad skjorta, lätta byxor, lätta strumpor, skor)	0,7	0,11	0,7 ... 0,9
Vanliga arbetskläder (underkläder, skjorta, byxor, overall, strumpor, skor)	1,0	0,16	1,0 ... 1,4
Varma arbetskläder (underkläder med korta ärmor och ben, skjorta, byxor, jacka, kraftig quiltad jacka och overall, strumpor, skor)	1,5	0,2325	1,5 ... 1,9
Mycket varma arbetskläder (underkläder med korta ärmor och ben, skjorta, byxor, jacka, kraftig quiltad jacka och overall, strumpor, skor, mössa, handskar)	2,0	0,32	2,0 ... 2,4
Varma vinterkläder (underkläder med långa ärmor och ben, termojacka och byxor, parkas med kraftig quiltning, overall med kraftig quiltning, strumpor, skor, mössa, handskar)	2,5	0,3875	2,5 ... 3,0

Info: kläder, 1 clo = 0,155 m<sup>2</sup>K/W

Tabell 3: Parametrar för PMV/PPD-beräkningen

## Mätprocess med testo 400.

**1.** Klimatinstrumentet testo 400 med relevanta givare är uppställt på "arbetsplatsen där klagomålet gjordes". DIN EN ISO 7726 anger att mätning av luftfuktighet och strålningstemperatur ska utföras på 1 medelhöjd (0,6 eller 1,1 m), medan temperatur och lufthastighet ska mätas på 3 olika höjder (0,1; 0,6; 1,1 eller 0,1; 1,1; 1,7).

**2.** Innan den faktiska PMV/PPD-mätningen påbörjas, måste globgivaren få tid att anpassa sig (ca. 20 ... 30 minuter). Börja alltså inte att mäta förrän värdet från globgivaren har stabiliserats.

**3.** PMV/PPD-mätprogrammet guidar teknikern genom mätningen steg för steg. Förutom klädindex och aktiviteten behöver även mätperioden och mätcykeln definieras. Dessa beror i första hand på respektive mätuppgift eller klagomålets karaktär.



Fig. 5: En relativt snabb mätning räcker ofta för att få en uppfattning om de termiska förhållandena.

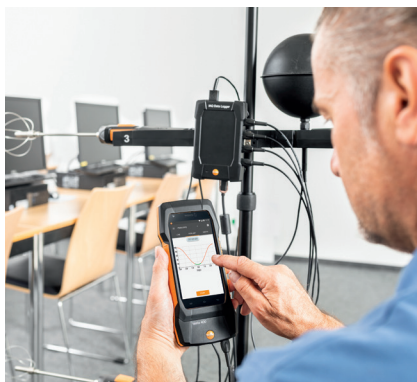


Fig. 6: De termiska förhållandena är uppenbara direkt, med ett ögonkast.

### Mätcykel/mätperiod.

Om en anställd till exempel klagar på generella, bestående termiska besvär på sin arbetsplats, räcker det ofta med en snabb mätning på några minuter för att få en uppfattning om de termiska förhållandena. Men om den anställde bara är missnöjd med de termiska förhållandena periodvis, vid olika tidpunkter på dygnet, är det vettigt att utföra en långtidsmätning över hela arbetsdagen.

Dagsberoende styrning av ventilationssystemet kan resultera i tillfälligt termiskt obehag. Den mätcykel som väljs för långtidsmätning bör definitivt vara relativt finjusterad (5 – 30 s), eftersom mer data gör det möjligt att genomföra en tidsmässigt mer exakt undersökning. Med sitt minne för upp till 1 miljon mätvärden kan testo 400 även dokumentera mycket stora datamängder utan problem.

Dessutom medger **Testos IAQ-data-logger** extremt omfattande långtidsmätningar, med möjlighet att ansluta upp till 5 kabelgivare samtidigt och spara upp till 360 000 mätvärden. Särskilt praktiskt: mätinstrumentet kan användas för andra uppgifter under långtidsmätningen.

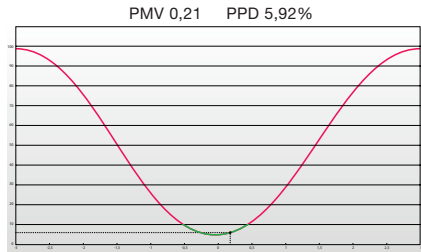


Fig. 7: Utdrag ur mätprotokollet.

### Mätresultat/tolkning.

Oavsett om du genomför en relativt kort mätning eller en långtidsmätning under loppet av en dag, får du ett PMV/PPD-värde när mätprogrammet avslutats, som är ett medelvärde över respektive mätperiod. Under vissa omständigheter kan detta vara tillräckligt informativt.

Men du har även möjlighet att göra en individuell värdeanalys av PMV/PPD-värdena för att filtrera bort värden som vid en långtidsmätning endast ligger utanför normen vid en viss tidpunkt. Detta är mycket enkelt att göra med testo DataControl PC-programvara som medföljer testo 400.

Mätresultatet är ett värde mellan 3 och -3 och relaterar till den omgivande miljön. Ett PMV-värde på -0,5 till 0,5 motsvarar den termiska komfortnivån.

PMV IAQ betygsskala	
+3	hett
+2	varmt
+1	något varmt
0	neutralt
-1	lite svalt
-2	kyligt
-3	kallt

Tabell 4: PMV IAQ betygsskala.

Utvärderingen kan utföras i grafisk form eller tabellform. Figur 7 visar mätresultatet som en graf, där ett PMV-värde på 0,21 och ett PPD-värde på 5,92 % visas som en blå prick på den gröna linjen. Alla värden på den gröna linjen motsvarar en termisk komfortnivå "Kategori B" enligt DIN EN ISO 7730.

Om PMV-värdet ligger utanför  $\pm 0,5$ -gränsen måste en orsaksanalys utföras. Som ett första steg bör mätresultaten för de enskilda parametrarna: globtemperatur, omgivningstemperatur, luftfuktighet och flödes hastighet, undersökas närmare (se tabell 5). Om du till exempel upptäcker en stor temperaturskillnad mellan omgivnings- och globtemperaturen kan orsaken vara hög solinstrålning genom fönstret.

Beroende på vilka individuella parametrar som avviker från normen, kan orsakerna vara defekta komponenter, en felaktig inställning av ventilationssystemet eller omgivningsförhållandena på arbetsplatsen (t.ex. frånluftsdon, fönster eller strukturella förändringar).

Rumstyp	Aktivitet i met	Klädfaktor i clo		Kategori	Operativ temperatur (glob) i °C		Max. medelluftshastighet i m/s	
		Sommar	Vinter		Sommar	Vinter	Sommar	Vinter
Kontorsrum Kontorsmiljö Konferensrum Hörsal Cafeteria/ restaurang Klassrum	1,2	0,5	1,0	B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,19	0,16

Den maximala medelluftshastigheten baseras vid en turbulens på 40 % och en lufttemperatur som är lika med globtemperaturen. En relativ luftfuktighet på 60 % eller 40 % används för sommar och vinter. För att bestämma den maximala medelluftshastigheten väljs den lägre temperaturen i området både på sommaren och på vintern.

Tabell 5: Utdrag från DIN EN ISO 7730.

## 5,3 Mätning av turbulens och drag

Utöver PMV/PPD-mätningen finns det andra mätmetoder för att objektivt utvärdera anställdas klagomål. Till exempel, om en anställd klagar specifikt på drag, ska alltid en turbulens- eller dragmätning utföras.

### Definition av mätparametrar.

Mätningen är en icke-riktad registrering av lufthastigheter med hjälp av komfortgivaren. Testos komfortgivare uppfyller de tekniska kraven i standarderna DIN EN 13182, DIN EN ISO 7726 och DIN EN 12599.

### Turbulens.

Turbulens beskriver likformigheten eller ojämnheten i luftflödet och är nödvändig för att beräkna risken



Fig. 8: Alla höjder kan mätas med hjälp av testo 400.

för drag. För att beräkna turbulens måste standardavvikelsen ( $S_v$ ) av det bestämda lufthastighetsvärdet mätas.

### Mätning.

Följande krav måste uppfyllas för mätningen:

- Snabb, masslös termisk flödessensor (komfortgivare)

$$T_u = \frac{S_v}{\bar{v}} * 100 [\%]$$

$S_v$  = standardavvikelse för de momentana lufthastighetsvärdena  
 $\bar{v}$  = medellufthastighet

- Tre mät höjder beroende på aktivitet  
Stående aktivitet:  
0,1 m/1,10 m/1,70 m  
Sittande aktivitet:  
0,1 m/0,6 m/1,10 m
- Mätperiod: 180 sekunder (rekommenderad)
- Mätcykel: 1 sekunds drag.

Draghastigheten representerar den förväntade andelen missnöjda rumsanvändare på grund av att lufthastigheten är för hög. Beräkningen inkluderar den omgivande lufttemperaturen ( $t_a$ ), medellufthastigheten ( $v$ ) och turbulensen ( $T_u$ ).

$$DR = (34 - ta)(v \cdot 0,05)^{0,62} (0,37 \times v \times Tu + 3,14) [\%]$$

DR = dragnivå  
 ta = lokal lufttemperatur [°C]  
 v = lokal medellufthastighet [m/s]  
 Tu = lokal turbulens [%] (beräknad variabel)

Här kan det uppmätta medelluftflödet och medeltemperaturen, tillsammans med turbulensen som beräknas utifrån dessa parametrar samt dragnivån ses. I exemplet har vi en dragnivå på 7 %.

En maximalt tillåten dragnivå enligt DIN EN ISO 7730 – Kategori B motsvarar DR = 20 %. En dragnivå enligt DIN EN ISO 7730 – Kategori B kan därför tilldelas denna mätplats.

## Mätresultat/tolkning.

Du får följande mätprotokoll från testo 400:

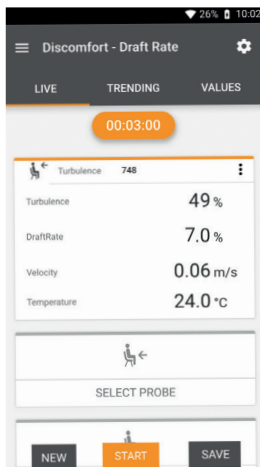


Fig. 9: Här kan det uppmätta medelluftflödet och medeltemperaturen, tillsammans med turbulensen som beräknas utifrån dessa parametrar samt dragnivån ses. I exemplet har vi en dragnivå på 7 %.

## 5.4 Arbetsplatser med särskilda utmaningar

### Renrum

I renrum ställs mycket höga krav på rumsluftparametrar – inte bara för optimala processförhållanden utan också för säkerheten och komforten för de anställda. Ett exempel på detta: Dragskåp med laminära luftflöden för mikrobiologiskt och biotekniskt arbete ska vara utrustade med lämpliga ventilationssystem för att skydda de personer som arbetar där och arbetsobjektet, enligt DIN EN 12469.

Du kan ta reda på mer om mätuppgifter i renrum här:

Mätteknik för renrum >>

### Varma arbetsplatser

På arbetsplatser med betydande värmestrålning, såsom inom glasindustrin, gjuterier, vägbyggen eller idrottsanläggningar, får värmebelastningen inte överstiga vissa målvärden. För att bestämma den maximala tillåtna exponeringstiden på dessa arbetsplatser samt för att definiera belastningsgränser är det nödvändigt att bestämma WBGT-indexet noggrant och i enlighet med ISO 7243 eller DIN 33403-3.

WBGT-mätsetet som är lämplig för mätningen hittar du här (avsedd att användas i kombination med testo 400):

WBGT-mätset >>

## 5.5 Andra kriterier för att utvärdera komfortnivån

### **Vertikal lufttemperaturskillnad.**

En hög vertikal lufttemperaturskillnad i området mellan huvud och fot kan resultera i obehag.

### **Mätning.**

Vid kontroll av den vertikala lufttemperaturskillnaden räcker en punktmätning av temperaturdifferensen mellan huvud (1,10 m) och fotled (0,10 m) för en sittande person.

### **Mätresultat/tolkning.**

För att uppfylla komfortkriterierna enligt DIN ISO 7730-kategori B bör temperaturskillnaden vara mindre än 3 K.

### **Varma och kalla golv.**

Om golvet är för varmt eller för kallt kan människor i rummet känna sig obekväma på grund av den termiska känslan i fötterna. För de som bär lätta inomhusskor är det inte golv materialet som är avgörande för komfortnivån utan snarare golvtemperaturen.



Fig. 10: Mätning på golvnivå.

### **Mätning.**

Golvtemperaturen kan bestämmas med testo 400 och en yttemperaturgivare (fjädrande sensor) eller ännu snabbare med en IR-termometer.

### **Mätresultat/tolkning.**

Enligt DIN EN ISO 7730 ska golvets temperatur vara mellan 19 och 29 °C.

## 6. Sammanfattning

Med ett ökande antal helt luftkonditionerade arbetsplatser i nya byggnader eller byggnader som renoverats för att göra dem mer energieffektiva, ökar också medarbetarnas klagomål om termiska obehag på arbetsplatsen.

Utan lämplig mätteknik är det praktiskt taget omöjligt för ventilationstekniker att upptäcka skillnaden mellan personligt obehag och verkliga negativa inomhusklimat effekter. Detta är dock absolut nödvändigt för att eliminera eventuella negativa effekter som beror på ventilationssystemet, för att uppfylla olika regelverk.

I detta avseende är enkla och ekonomiska mätmetoder ett bra sätt att förebygga de risker som dåligt eller felaktigt konfigurerade ventilationssystem i byggnader kan orsaka.

Med klimatinstrumentet testo 400 och dess omfattande sortiment av givare kan ansvariga registrera, analysera och dokumentera alla nyckelparametrar snabbt och effektivt, för att vidta lämpliga korrigerande åtgärder.

Om en permanent övervakning av inomhusluftens kvalitet också krävs, kan WiFi-dataloggar som testo 160 IAQ användas för en sömlös övervakning inklusive larmhantering.