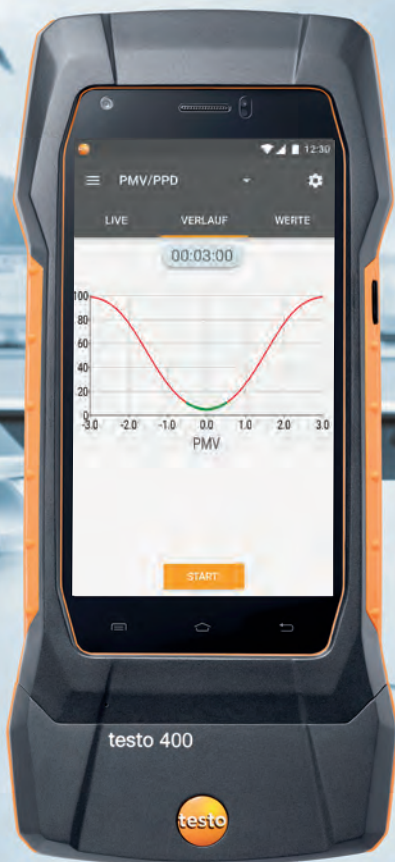


Be sure. **testo**



**Praktický průvodce
Měření a hodnocení
tepelného prostředí
na pracovišti.**

Úvod.

Několik stovek milionů lidí po celém světě pracuje v kancelářích. Mnoho z nich je nespokojeno s okolními podmínkami, ve kterých pracují. Nejčastějšími důvody jsou stížnost na tepelnou pohodu a kvalitu vzduchu v místnosti.

Stížnosti obvykle musí prověřovat servisní technik. Ten čelí výzvě objektivně vyhodnotit tepelné pocity zaměstnanců, aby zjistil, zda jsou stížnosti oprávněné, lokalizoval jejich příčiny a následně je odstranil.

Z hospodářského hlediska je samozřejmé, že stížnosti je třeba brát vážně, protože výkon zaměstnanců je přímo závislý na okolních podmínkách na pracovišti.

Cílem tohoto praktického průvodce je nabídnout podporu těm, kteří jsou zodpovědní za vnitřní klima a identifikovat možné způsoby objektivního posouzení subjektivních dojmů o úrovni pohody prostředí v případě stížností.



Obsah:

1. Co je to tepelný komfort?	04
2. Důvody použití měřicí techniky pro vyhodnocení tepelného pocitu na pracovišti ...	05
3. Akce prováděné měřicím technikem v případě stížnosti	06
3.1 Příprava	06
3.2 Měření teploty a vlhkosti okolního vzduchu.....	07
3.3 Určení středního tepelného pocitu a stupně diskomfortu	08
3.4 Měření intenzity turbulence a průvanu	15
3.5 Další kritéria pro vyhodnocení tepelného prostředí	17
3.6 Vyhodnocení kvality vzduchu v místnosti.....	18
4. Závěr.....	20

1. Co je to tepelný komfort?

Tepelný komfort, či tepelná pohoda prostředí hraje rozhodující roli při ovlivňování tělesných a duševních schopností.

Citlivost lidského těla na teplo závisí v podstatě na jeho tepelné rovnováze. Tato tepelná rovnováha je ovlivněna fyzickou aktivitou a oděvem, stejně jako parametry okolního klimatu.

Těmi jsou:

- Teplota vzduchu
- Střední radiační teplota
- Rychlost proudění vzduchu (průvan a intenzita turbulence)
- Relativní vlhkost vzduchu

Tepelná pohoda nastává, když se člověk cítí tzv. tepelně neutrální. K tomu dochází, když lidé subjektivně považují parametry okolního klimatu (teplota, vlhkost, průvan a střední radiační teplota) za příjemné. Když nejsou žádné požadavky na teplejší nebo chladnější, ani na sušší nebo vlhčí vzduch v místnosti. Tepelný pocit těla se liší dle druhu oděvu a intenzity prováděné činnosti, a tomu musí být přizpůsobeny podmínky daného pracoviště.



Obr. 1: Tepelná pohoda závisí na různých faktorech.

2. Důvody použití měřicí techniky pro vyhodnocení tepelného pocitu na pracovišti

Tepelná pohoda na pracovišti není pro zaměstnance zbytečným luxusem, ale je to vlastně základní požadavek na výkonnost a produktivitu. Proto je z ekonomického hlediska třeba vytvořit vhodné podmínky okolního prostředí.

Jakmile si zaměstnanec stěžuje na okolní podmínky na pracovišti, musí se tvrzení zaměstnance o tepelném nepohodlí přeměnit na objektivní výsledky měření pomocí vhodné měřicí techniky. To umožňuje optimální vyhodnocení situace.

Pokud jsou výsledky měření v normálním rozsahu, může servisní technik okamžitě vyloučit jakoukoliv nesprávnou konfiguraci systému HVAC. Analýza tepelné nepohody zaměstnance pak musí být sledována na jiné úrovni.

Mohou existovat i jiné důvody pro stížnosti, například nespokojenost s prací, problémy s kolegy, soukromé záležitosti nebo zdravotní problémy. To vše může mít také vliv na to, jak je vnímána úroveň tepelné pohody.

Výhody profesionální měřicí techniky.

1. Subjektivní pocity jsou objektivně vyhodnoceny.
2. Možnost prokázat správnou funkčnost systému HVAC.
3. Měření jsou zdokumentována a lze je analyzovat.
4. Při použití kvalitní technologie měření vnímá zaměstnanec, který podává stížnost, že jeho připomínky jsou brány vážně.

3. Akce prováděné technikem v případě stížnosti

3.1 Příprava

Pokud si zaměstnanec začne stěžovat na teplotní podmínky na svém pracovišti, mělo by být prvním krokem vážné a okamžité prošetření stížnosti.

Kontrola systému HVAC.

Před provedením podrobného prošetření situace na pracovišti by měl technik zkontrolovat nastavení systému HVAC s ohledem na následující faktory: Jaký je stav řízení teploty systému HVAC? Je třeba zkontrolovat teplotu na místě, kam je zpětně přiváděn vzduch k senzoru teploty okolí. Nebo byly v poslední době provedeny nějaké změny v nastavení systému HVAC?

Počáteční prošetření na pracovišti.

Než začnete vyhodnocovat kritéria úrovně pohody prostředí na pracovišti, měli byste zjistit přesný charakter stížnosti zaměstnance. Je mu příliš velké chladno nebo horko, je příliš suchý nebo vlhký vzduch, nebo

je vystaven průvanu kvůli špatně nastaveným vyústkám? Jsou problémy trvalé nebo se vyskytují pouze v určitých dnech?

Podmínky na místě.

K vytvoření prvotního dojmu na místě je třeba věnovat pozornost následujícím skutečnostem:

- Nesprávně instalované teplotní senzory v místnosti (v přímém slunečním záření, zakryté, v blízkosti průvanu).
To vše by vedlo k nesprávné zpětné vazbě v centrální řídicí jednotce systému HVAC.
- Zablockované/znečištěné vyústky
- Otevřená okna
- Strukturální změny

3.2 Měření teploty a vlhkosti okolního vzduchu

Bez ohledu na stížnost zaměstnance je užitečné získat některé počáteční informace o okolních podmínkách provedením jednoduchého měření okolní teploty/vlhkosti.

Měření pomocí univerzálního měřicího přístroje testo 400.

Jděte doprostřed místnosti s přístrojem testo 400. Pohybujte vlhkostní sondou okolního vzduchu lehce tam a zpět ve výšce přibližně 60 cm (rychlost cca 1,5 m/s), až se zobrazené hodnoty stabilizují. Je třeba dbát na to, aby měření nebylo zkresleno dechem.



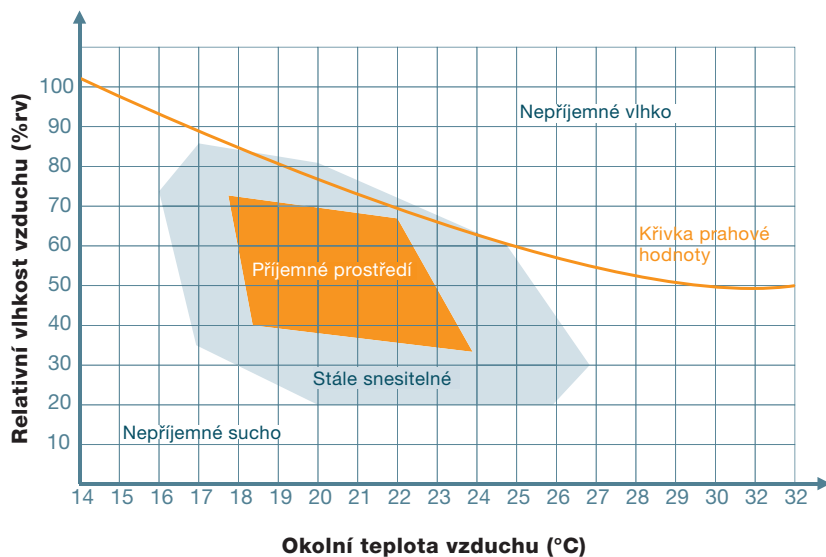
Obr. 2: Měření teploty a vlhkosti okolního vzduchu pomocí měřicího přístroje testo 400 pro měření klimatických veličin.

Výsledky měření/interpretace.

Naměřený výsledek se skládá z teploty vzduchu ve °C a relativní vlhkosti v % jako poměr okamžitého množství vodních par ve vzduchu a množství par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení. Člověk v kanceláři se cítí nejpohodlněji při okolní teplotě 22 až 24 °C a vlhkosti okolního vzduchu 40 až 60 %.

Kritéria vnitřního prostředí pro tepelnou pohodu v nuceně vytápěných a chlazených budovách jsou specifikovány v normě ČSN EN ISO 15251.

Toto měření slouží k získání prvotních informací o vnitřním klimatu. Pokud se naměřené hodnoty již výrazně odchyľují od výše zmíněného rozsahu úrovně pohody prostředí, nejsou prozatím potřebná další hodnocení. Příčiny jsou pravděpodobně způsobeny poruchou systému HVAC.



Obr. 3: Grafické znázornění úrovně pohody prostředí v závislosti na vlhkosti vzduchu v místnosti a jeho teplotě.

3.3 Určení středního tepelného pocitu a stupně diskomfortu

Určení tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů středního tepelného pocitu a stupně diskomfortu umožňuje komplexní posouzení tepelného prostředí na pracovišti a stanovení přijatelných environmentálních podmínek pro celkový tepelný komfort.

Předpověď středního tepelného pocitu (PMV - Predicted Mean Vote).

PMV je měřítkem středního tepelného pocitu, který je stanoven na základě hodnocení subjektivního tepelného pocitu většího počtu osob pomocí sedmibodové stupnice. Tato hodnota je vypočítána z následujících parametrů

- Teplota okolí
- Střední radiační teplota
- Relativní rychlost proudění vzduchu
- Parciální tlak vodní páry
- Tepelný odpor oděvu
- Metabolismus a užitečný mechanický výkon

Povrchový faktor oděvu.

Oblečení ovlivňuje tepelnou rovnováhu člověka. Je to hraniční vrstva mezi tělem a klimatem v místnosti a tím má přímý vliv na tepelnou pohodu. Fyzikálně je oblečení charakterizováno svým tepelným odporem proti přenosu tepla mezi pokožkou a okolním prostředím.

Metabolizmus a užitečný mechanický výkon.

Úroveň aktivity je měřítkem pro výdej energie člověka. Člověk v úplném klidovém stavu má bazální metabolický výdej $M = 0,8 \text{ met}$ (met = rychlost Metabolizmu = metabolická hodnota, $1 \text{ met} = 58 \text{ W/m}^2$ povrchu těla).

Předpověď procentuálního podílu nespokojených (PPD - Predicted Percentage Dissatisfied).

PPD popisuje předpokládané procento osob nespokojených s okolními podmínkami tepelného prostředí. Ukazatel PPD se vypočítá z hodnoty PMV a jeho hodnota neklesá pod 5 % nespokojených lidí, protože není možné specifikovat okolní klima, které uspokojí každého kvůli rozdílům mezi jednotlivci.

Parametry měření s doporučenými sondami.

Parametr měření	Obj. číslo	Popis
(Střední radiační) teplota	0602 0743	Kulový teploměr
Teplota vzduchu Relativní vlhkost vzduchu	0632 1551	IAQ sonda (doporučena) nebo teplotní/vlhkostní sonda (obj. číslo 0636 9731)
Rychlost proudění vzduchu	0628 0152	Sonda pro měření intenzity turbulence

Tabulka 1: Měření parametrů s příslušnými sondami.

Parametry pro výpočet PMV

Metabolizmus při různých činnostech [met]

Fyzická aktivita	met	W/m ²	Rozsahy (ručně zadané)
Ležení, uvolněné	0.8	46	0.1 až 0.6
Sezení, uvolněné	1.0	58	0.7 až 1.0
Lehká aktivita, sezení: (kancelářská práce, škola)	1.2	70	1.1 až 1.4
Lehká aktivita, vestoje: (laboratorní práce, lehká průmyslová činnost, obchod)	1.6	93	1.5 až 1.8
Mírná aktivita, vestoje: (prodejní aktivity, domácí práce, ovládání stroje)	2.0	116	1.9 až 2.4
Těžká aktivita: (těžké práce na strojích, dílenské práce)	2.8	165	2.5 až 3.0

Info: met = rychlost metabolismu = metabolická jednotka, 1 met = 58 W/m² povrchu těla

Tepelná izolace oděvu [clo]

Druh oblečení	clo	m ² K/W	Rozsahy (ručně zadané)
Neoblečený, nahý	0	0	0 až 0.1
Letní oblečení (spodní prádlo, košile s krátkým rukávem / krátké kalhoty / ponožky/boty)	0.5	0.078	0.2 až 0.6
Lehké pracovní oblečení (spodní prádlo, košile s krátkým rukávem, lehké kalhoty, lehké ponožky, boty)	0.7	0.11	0.7 až 0.9
Normální pracovní oděv (spodní prádlo, košile, kalhoty, ponožky, boty)	1.0	0.16	1.0 až 1.4
Teplé pracovní oblečení (spodní prádlo s krátkými rukávy a nohavicemi, košile, kalhoty, bunda, těžká prošívaná bunda a kombinéza, ponožky, boty)	1.5	0.2325	1.5 až 1.9
Velmi teplé pracovní oblečení (spodní prádlo s krátkými rukávy a nohavicemi, košile, kalhoty, bunda, těžká prošívaná bunda a kombinéza, ponožky, boty, čepice, rukavice)	2.0	0.32	2.0 až 2.4
Teplé zimní oblečení (spodní prádlo s dlouhými rukávy a nohavicemi, termo bunda a kalhoty, bunda s těžkým prošíváním, kombinéza s těžkým prošíváním, ponožky, boty, čepice, rukavice)	2.5	0.3875	2.5 až 3.0

Info: oblečení, 1 clo = 0.155 m²K/W

Měření pomocí testu 400.

- 1.** Měřicí přístroj testo 400 pro měření klimatických veličin s příslušnými sondami je sestaven na "pracovišti, kde byla podána stížnost". ČSN EN ISO 7726 uvádí, že měření vlhkosti a vyzařované teploty by se mělo provádět při průměrné výšce (0,6 nebo 1,1 m), zatímco teplota a rychlost proudění vzduchu by měly být měřeny ve třech různých výškách (0,1; 0,6; 1,1 nebo 0,1; 1,1; 1,7).
- 2.** Před zahájením skutečného měření veličin pro určení PMV / PPD je třeba vzít v úvahu dobu aklimatizace kulového teploměru (přibližně 20 až 30 minut). Proto odložte spuštění měřicího programu, dokud nebude hodnota teploty ustálená.
- 3.** Měřicí program PMV / PPD provede technika krok za krokem měřením. Kromě indexu oblečení a aktivity je třeba také definovat dobu měření a měřicí cyklus. Ty závisí primárně na příslušném měřicím úkolu nebo povaze stížnosti.



Obr. 4: Relativně rychlé měření často postačuje k získání představ o teplotních podmínkách.



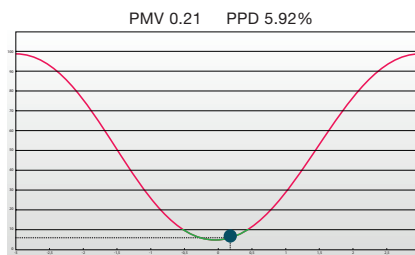
Obr. 5: Tepelné podmínky jsou zřejmé okamžitě, na první pohled.

Měřicí cyklus / doba měření.

Pokud si zaměstnanec např. stěžuje na všeobecné, trvalé tepelné nepohodlí na svém pracovišti, pak rychlé měření trvající několik minut často postačí k získání nějaké představy o teplotních podmínkách. Nicméně, pokud je zaměstnanec s teplotními podmínkami nespokojen v různých časech v průběhu dne, pak má smysl provést dlouhodobé měření po celý pracovní den.

Denní ovládání systému HVAC může mít za následek dočasné tepelné nepohodlí. Cyklus měření vybraný pro dlouhodobá měření by určitě měl být relativně jemně laděn (5 - 30 s), protože více údajů umožňuje provést prošetření, které je časově přesnější. S pamětí umožňující zaznamenat až 1 milion měření dokáže testo 400 bez problémů dokumentovat velmi velké množství dat.

Kromě toho umožňuje testo IAQ záznamník velmi komplexní dlouhodobá měření s možností připojit až 6 sond současně a uložit až 360 000 záznamů. Obzvláště praktické: měřicí přístroj může být při dlouhodobém měření použit pro jiná měření na jiných místech.



Obr. 6: Ukázka z měřicího protokolu.

Výsledky měření/interpretace.

Bez ohledu na to, zda provádíte poměrně krátká měření nebo dlouhodobá měření v průběhu jednoho dne, získáte po ukončení měřicího programu hodnotu PMV/PPD, která je zprůměrována během příslušného období měření. To může za určitých okolností poskytnout dostatečné informace.

Máte však také možnost provádět individuální analýzu hodnot PMV/PPD za účelem odfiltrování hodnot, které jsou v případě dlouhodobého měření v určité době mimo normu. S pomocí softwaru testo DataControl PC, který je dodáván spolu s testo 400, je to velmi snadné.

Výsledkem měření je hodnota mezi +3 a -3 a vztahuje se k okolnímu prostředí. Hodnota PMV od -0,5 do +0,5 odpovídá úrovni tepelné pohody.

Stupnice hodnocení IAQ PMV	
+3	horko
+2	teplo
+1	mírně teplo
0	neutrální
-1	mírně chladno
-2	chladno
-3	zima

Tabulka 3: Stupnice hodnocení IAQ PMV.

Vyhodnocení může být provedeno v grafické nebo tabulkové podobě. Obrázek 6 ukazuje výsledek měření v grafu, kde je hodnota PMV 0,21 a hodnota PPD 5,92 % zobrazena jako modrá tečka na zelené křivce. Všechny hodnoty na zelené křivce odpovídají úrovni tepelné pohody kategorie B podle ČSN EN ISO 7730.

Pokud je hodnota PMV mimo interval (-0.5,0.5), musí být provedena analýza příčiny. Jako první krok by měly být podrobněji prozkoumány výsledky měření jednotlivých parametrů: teplota kulového teploměru, okolní teplota, vlhkost a rychlost proudění (viz tabulka 4). Pokud zjistíte například významný teplotní rozdíl mezi teplotou okolí a teplotou kulového teploměru, může být příčinou vysoké sluneční záření prostupující oknem.

Měření a hodnocení tepelného prostředí na pracovišti

V závislosti na tom, které jednotlivé parametry se odchyľují od normy, mohou být příčinou vadné součásti, nesprávné

nastavení systému HVAC nebo okolní podmínky na místě (např. vzduchové výústky, okna nebo konstrukční změny).

Typ místnosti	Aktivita v met	Faktor oblečení clo		Kategorie	Operativní teplota ve °C		Max. střední rychlost proudění vzduchu v m/s	
		Léto	Zima		Léto	Zima	Léto	Zima
Jedna kancelář Kancelářské prostředí Konferenční místnost Sál Kavárna / restaurace Třída	1.2	0.5	1.0	B	24.5 ± 1.5	22.0 ± 2.0	0.19	0.16

Maximální střední rychlost proudění vzduchu je založena na 40% intenzitě turbulence a na teplotě vzduchu, která se rovná operativní teplotě. Pro letní období se používá relativní vlhkost 60 %, pro zimní 40 %. Pro určení maximální střední rychlosti vzduchu se zvolí nižší teplota rozsahu v letním i v zimním období.

Tabulka 4: Výňatek z normy ČSN EN ISO 7730.

3.4 Měření intenzity turbulence a průvanu

Kromě určení ukazatelů PMV a PPD existují další metody měření pro objektivní vyhodnocení stížností zaměstnanců. Například pokud si zaměstnanec stěžuje konkrétně na průvan, pak by se mělo vždy provést měření stupně turbulence a měření rizika průvanu.

Definice parametrů měření.

Měření je nesměrový záznam rychlostí vzduchu pomocí sondy pohody prostředí. Sonda pohody prostředí Testo splňuje technické požadavky norem ČSN EN 13182, ČSN EN ISO 7726 a ČSN EN 12599.



Obr. 7: Všechny výšky lze měřit s přístrojem testo 400.

Turbulence.

Turbulence popisuje rovnoměrnost nebo nerovnoměrnost rychlosti proudění vzduchu a je nezbytná pro výpočet rizika průvanu. Pro výpočet místní intenzity turbulence se musí měřit standardní odchylka (S_v) stanovené hodnoty rychlosti vzduchu.

$$T_{it} = \frac{S_v}{\bar{v}} + 100 [\%]$$

S_v = standardní odchylka okamžitých hodnot rychlosti vzduchu

\bar{v} = střední rychlost vzduchu

Měření.

Pro měření musí být splněny následující požadavky:

- Rychlý, bezbariérový tepelný senzor proudění (sonda pohody prostředí)
- Tři výšky měření v závislosti na činnosti

Aktivita vestoje: 0.1 m/1.10 m/1.70 m

Aktivita vsedě: 0.1 m/0.6 m/1.10 m

- Doba měření: 180 sekund (doporučeno)
- Měřicí cyklus: 1 sekunda

Průvan.

Stupeň obtěžování průvanem představuje předpokládané procento nespokojených uživatelů místnosti, protože je rychlost proudění vysoká. Vypočítá se z teploty vzduchu (t_a), průměrné rychlosti proudění (v) a intenzity turbulence (T_u).

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

DR = stupeň obtěžování průvanem

t_a = teplota vzduchu [°C]

v = místní střední rychlost proudění vzduchu [m/s]

T_u = intenzita turbulence [%] (vypočtená proměnná)

Zde je možné sledovat naměřenou průměrnou rychlost proudění vzduchu, průměrnou teplotu vzduchu, z nich vypočítanou turbulenci a stupeň obtěžování v průvanu. V příkladu uvažujeme hodnotu DR rovnou 7 %.

Maximální přípustný stupeň obtěžování průvanem podle ČSN EN ISO 7730 - kategorie B odpovídá DR = 20%.

V tomto místě měření lze proto přiřadit stupeň obtěžování průvanem ČSN EN ISO 7730 - kategorie B.

Výsledky měření / interpretace.

S testu 400 dostanete následující protokol měření:



Obr. 8: Zde je možné sledovat naměřenou střední rychlost proudění vzduchu, průměrnou teplotu vzduchu, z nich vypočítaný stupeň turbulence a obtěžování průvanem. V příkladu máme stupeň obtěžování průvanem 7 %.

3.5 Další kritéria pro vyhodnocení tepelného prostředí

Vertikální rozdíl teploty vzduchu.

Vysoký vertikální teplotní rozdíl v oblasti mezi hlavou a kotníkem může způsobit nepohodlí.

Měření.

Při kontrole vertikálního rozdílu teplot vzduchu postačuje bodové měření diferenční teploty mezi hlavou (1,10 m) a výškou kotníku (0,10 m) pro sedící osobu.

Výsledky měření / interpretace.

Pro splnění kritérií pohody podle normy ČSN ISO 7730 - kategorie B, by měl být teplotní rozdíl menší než 3 K.

Teplé a chladné podlahy.

Pokud je podlaha příliš teplá nebo příliš studená, mohou se lidé v místnosti cítit nepříjemně kvůli tepelnému pocitu v nohách. Pro ty, kteří nosí lehkou obuv, není rozhodujícím faktorem materiál podlahy, pokud jde o úroveň komfortu, ale spíše teplota podlahy.

Měření.

Teplotu podlahy lze stanovit pomocí testu 400 a povrchové sondy (průřezovou sondou) nebo dokonce ještě rychleji pomocí infračerveného teploměru.

Výsledky měření / interpretace.

Podle ČSN EN ISO 7730 musí být teplota podlahy mezi 19 a 29 °C.



Obr. 9: Měření na úrovni podlahy.

3.6 Vyhodnocení kvality vzduchu v místnosti

Pokud jde o úroveň pohody prostředí, je kromě tepelné pohody dalším důležitým faktorem kvalita vzduchu v místnosti, zkratka IAQ (Indoor Air Quality). V tomto ohledu je koncentrace oxidu uhličitého (CO_2) klíčovým ukazatelem “dobré” kvality vzduchu v místnosti. “Špatná” kvalita vzduchu v důsledku nadměrné koncentrace CO_2 vede k únavě a snížené schopnosti soustředění, které může způsobit dokonce onemocnění.

Měření.

Umístěte multifunkční měřicí přístroj testu 400 doprostřed místnosti, jak bylo popsáno výše pro měření teploty a vlhkosti okolního vzduchu a držte sondu “od těla” (výška 0,6 m). V závislosti na stížnosti může být počáteční stanovení provedeno po krátké aklimatizační době sondy CO_2 (přibližně 30 až 60 sekund).

Pro měření CO_2 má obvykle smysl provádět dlouhodobá měření během pracovního dne. Následně můžete provést vyhodnocení pomocí softwaru, analyzovat, kdy je dosahováno vysoké koncentrace a zda zajišťuje klimatizační systém dostatečnou výměnu vzduchu. Koncentrace CO_2 může být také použita k vyvození závěrů o chování uživatelů v místnosti.

Výsledky měření / interpretace.

Tabulka 5 uvádí povolené parametry pro koncentraci CO_2 .

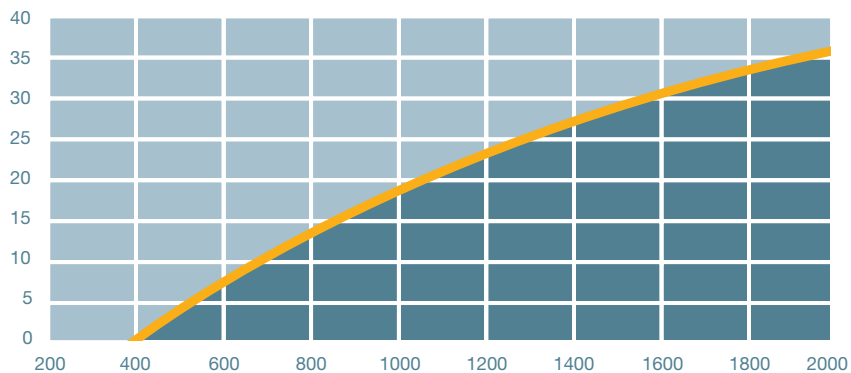
V praxi by koncentrace CO_2 na pracovišti neměla přesáhnout 1000 ppm (podle Pettenkofera, 1858). Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby stanovuje limit koncentrace CO_2 uvnitř budov na 1500 ppm. Pro dosažení vhodné kvality vzduchu v místnosti je nutné dodržet minimální hodnotu množství přiváděného vzduchu $50 \text{ m}^3/\text{h}$ na uživatele místnosti.

CO₂ koncentrace – povolené parametry

CO ₂ obj%	CO ₂ ppm	Popis
0.033 až 0.04	330 až 400	Čerstvý vzduch na venkově
0.07	700	Městský vzduch
0.1	1,000	Limitní hodnota v kancelářích, maximální hodnota podle Pettenkofera
0.5	5,000	Maximální bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik
0.7	7,000	Maximální hodnota v kinech po představení
2	20,000	Krátkodobá hodnota fyz. tolerance
2 až 4	20,000 až 40,000	Těžší dýchání, zvýšená tepová frekvence
4 až 5.2	40,000 až 52,000	Vydechovaný vzduch
4 až 8	40,000 až 80,000	Bolest hlavy, závratě, možná ztráta vědomí
8 až 10	80,000 až 100,000	Křeče, rychlá ztráta vědomí, hořící svíčka zhasne
20	200,000	Smrt během několika vteřin

Tabulka 5: Povolené parametry pro koncentraci CO₂.

Křivka ukazuje procento lidí, kteří nejsou spokojeni s kvalitou vzduchu v místnosti při určité koncentraci CO₂.



Obr. 10: Procento nespokojených lidí s určitou koncentrací CO₂.

6. Závěr

S rostoucím počtem plně klimatizovaných pracovišť v nových nebo v rekonstruovaných budovách, které zvyšují energetickou účinnost, stoupají také stížnosti zaměstnanců na tepelné nepohodlí na pracovišti.

Bez vhodné měřicí techniky je prakticky nemožné, aby servisní technik klimatizace / údržbář detekoval rozdíl mezi osobní nepohodou a reálnými negativními vnitřními klimatickými účinky.

To je však naprosto nezbytné k vyloučení negativních vlivů klimatizačního systému.

Jednoduchá a ekonomická realizace měřicích metod je mimořádně úměrná rizikům, která může vadná nebo nesprávně nastavená ventilační a klimatizační technika v budovách způsobit.

S měřicím přístrojem testo 400 pro měření klimatických veličin a jeho rozsáhlého výběru sond mohou zodpovědní zaměstnanci rychle a efektivně zaznamenávat, analyzovat a dokumentovat všechny důležité parametry, aby mohli přijmout vhodná nápravná opatření.