

Determinarea factorilor de microclimat

Microclimatul reprezintă totalitatea factorilor fizici din încăperi care acționează asupra organismului uman, în general, și asupra funcției de termoreglare, în special [2].

Mecanismul termoreglării este cel care asigură **homeotermia** organismului uman (menținerea relativ constantă a temperaturii centrale, independent de variațiile temperaturii mediului); homeotermia este menținută atunci când există un **echilibru între termogeneza și termoliza**:

- **termogeneza** (producerea de căldură) se datorează unor procese chimice (metabolice) desfășurate în întreg organismul, dar cu precădere la nivel muscular și hepatic;

- **termoliza** (pierderea de căldură) se realizează prin mecanisme fizice; se produce:

- prin conducție, convecție și radiație (la nivel cutanat)
- prin evaporarea apei (la nivel cutanat și pulmonar)
- prin încălzirea aerului inspirat la temperatura corpului
- prin urină și materii fecale.

1. Termoliza prin conducție, convecție și radiație la nivel cutanat este responsabilă de pierderea a aproximativ 70% din căldura corporală. Astfel:

- **conducția** are loc atunci când două sisteme (indiferent de starea lor de agregare) cu temperaturi diferite sunt puse în contact direct; transferul de căldură se realizează de la sistemul cu temperatură mai mare la sistemul cu temperatură mai mică. În cazul organismului uman, prin acest mecanism se pierde căldură atunci când tegumentul se află în contact cu aerul (liniștit, fără curenți) sau cu un obiect, ambele având temperatura inferioară temperaturii corpului uman;

- pierderea de căldură prin **convecție** se realizează prin intermediul stratului subțire de aer aflat în contact cu suprafața corpului. Acest strat de aer se încălzește (prin conducție), devenind astfel mai ușor; această încălzire, alături de mișcările corpului, generează curenți de aer care îndepărtează aerul cald de corpul uman; locul acestui strat de aer va fi ocupat de o altă pătură de aer mai

rece. În felul acesta, o parte din căldura corporală este în permanență preluată de către aer;

- **radiația** (termică) reprezintă schimbul de căldură între două obiecte care nu se află în contact direct, prin intermediul undelor electromagnetice. Prin acest mecanism, organismul uman cedează căldură nu aerului înconjurător, ci obiectelor mai reci din ambianța respectivă. Organismul pierde astfel circa 55% din căldura sa.

2. Termoliza prin evaporarea apei se desfășoară la nivel cutanat și la nivel pulmonar:

- la nivel cutanat - prin elaborarea și evaporarea transpirației, fie sub formă de perspirație sensibilă (transpirație vizibilă), fie sub formă de perspirație insensibilă;
- la nivel pulmonar - prin vaporii de apă prezenți în aerul expirat.

În condiții de confort termic (18-20°C), organismul uman pierde, în decurs de 24 de ore, aproximativ 500 ml apă la nivel cutanat, prin evaporarea transpirației (cu precădere prin perspirație insensibilă), și aproximativ 500 ml apă la nivel pulmonar, prin vaporii care saturează aerul expirat [27]. Cantitatea de căldură care se pierde prin evaporarea apei este de aproximativ 580 kcal/l. La o temperatură ambientală de confort termic, când nu există perspirație sensibilă, termoliza prin evaporarea apei reprezintă 27% din totalul pierderilor de căldură; procentul crește semnificativ atunci când temperatura ambientală depășește 30°C.

3. Termoliza prin încălzirea aerului inspirat la temperatura corpului (încălzire realizată prin convecție) reprezintă 2-3% din căldura corporală.

4. Termoliza prin urină și materii fecale vizează maximum 1% din pierderile de căldură [14, 27].

Factorii de microclimat sunt temperatura aerului, umiditatea aerului, viteza curenților de aer și radiația calorică.

1.1.1.1.1. Temperatura aerului este cel mai comun și, totodată, cel mai important parametru care caracterizează o ambianță termică; poate fi definită ca temperatura aerului din jurul corpului uman aflat la distanță de sursele de radiație calorică din respectiva ambianță.

Temperatura aerului se determină prin termometrie sau termografie, folosind:

- **termometrul de cameră** – un termometru obișnuit, cu alcool sau cu mercur;

- **termometrul de maximă** – un termometru cu mercur care prezintă, la limita dintre rezervor și tubul capilar, o îngustare ce nu îi permite mercurului să revină în rezervor după ce s-a dilatat și a ascensionat în tubul capilar; termometrul va indica astfel valoarea cea mai mare atinsă de temperatură pe parcursul unei determinări;

▪ **termometrul de minimă** – un termometru cu alcool ce prezintă în tubul capilar un indicator metalic care va fi antrenat de coloana de alcool și va arăta cea mai mică valoare atinsă de temperatură pe parcursul unei determinări. Se folosește alcoolul deoarece acesta îngheață la -70°C (comparativ cu -35°C – temperatura la care îngheață mercurul), putând fi astfel determinate valori foarte scăzute ale temperaturii aerului;

▪ **termometrul de maximă și minimă** – un termometru care reunește ultimele două dispozitive descrise, permițând determinarea atât a temperaturii celei mai mari, cât și a celei mai mici atinse în decursul unui interval de timp;

▪ **psihrometrul Assmann** – indicațiile termometrului uscat (figura 1.1.) [35].

Psihrometrul este alcătuit din două termometre cu mercur identice, fixate paralel într-o montură metalică. Rezervorul fiecărui termometru este introdus într-un tub metalic nichelat (nichelul reflectă radiația solară) cu pereți dubli. Cele două tuburi se reunesc într-un tub central aflat în legătură cu un sistem de aspirație a aerului (care funcționează pe baza mecanismului de ceasornic) ce aspiră aerul dinspre rezervoare cu viteză constantă.

Unul din termometre (marcat distinct) are rezervorul învelit într-un manșon de bumbac care se umezește în timpul determinării. El se numește *termometru umed* și indică o temperatură numită *temperatură umedă*. Celălalt termometru se numește *termometru uscat* și indică *temperatura uscată*, care este chiar temperatura aerului din acea ambianță.

Temperatura aerului (temperatura uscată) poate fi citită după stabilizarea nivelului coloanei de mercur.

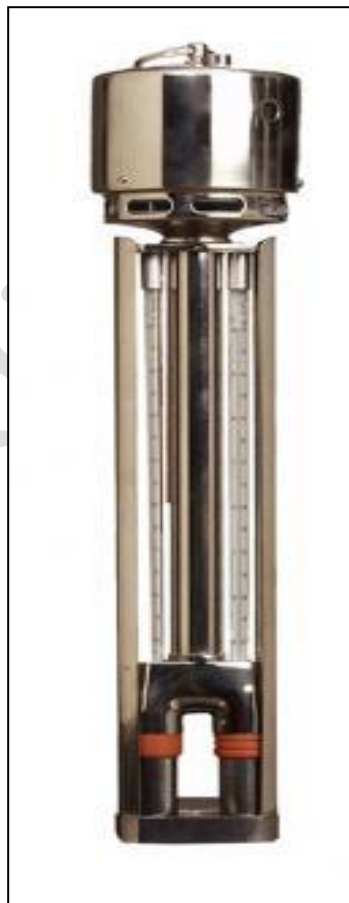


Figura 1.1. Psihrometrul Assmann

▪ **termometrul cu termistori** (termistorii sunt semiconductori care își modifică rezistența electrică în funcție de temperatura ambianță);

▪ **termograful** (figura 1.2.) [34] permite înregistrarea grafică a variațiilor temperaturii dintr-un interval de timp; are în alcătuire o lamă bimetalică, confecționată din două metale cu coeficienți de dilatare diferiți; variația temperaturii aerului determină dilatarea/contractarea diferită a celor două metale; mișcarea acestora este transmisă unei penițe inscriptoare care înscrie pe hârtia unui cilindru în rotație o termogramă (figura 1.3., adaptare după [28]);

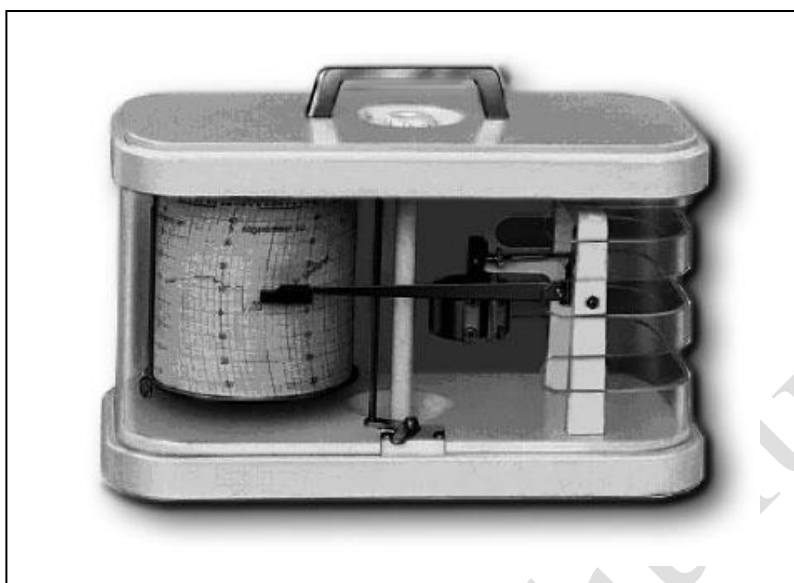


Figura 1.2. Termograf

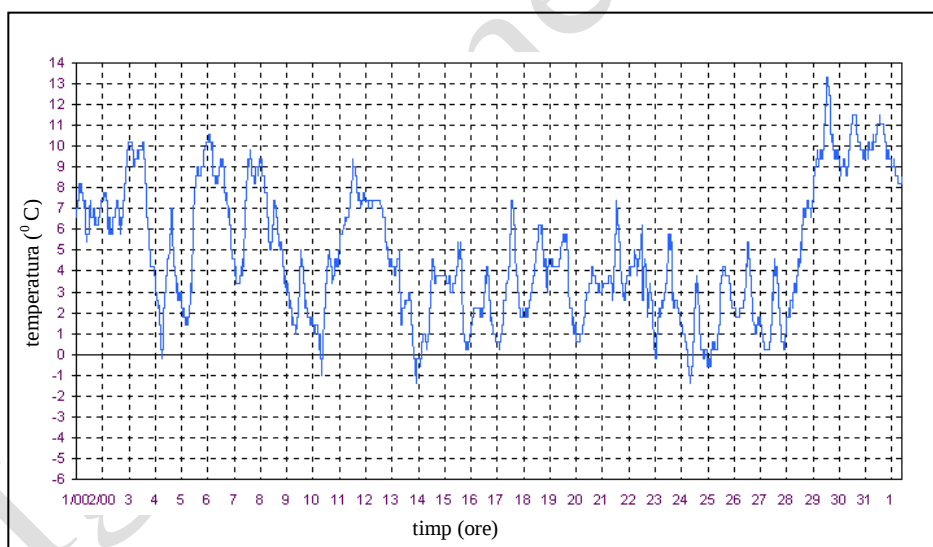


Figura 1.3. Termogramă

▪ **aparatură electronică** – exemplificată printr-o trusă de testare a calității aerului (airmetru) care va fi folosită pentru efectuarea determinării temperaturii aerului (și a altor parametri) în cadrul prezentei lucrări practice.

Trusa de testare a calității aerului este un dispozitiv portabil cu cinci senzori, folosit pentru diagnosticarea calității aerului.

Dispozitivul măsoară, calculează și afișează mai mulți parametri (unii dintre ei, marcați prin scriere italică în enumerarea următoare, urmând a fi determinați în cadrul lucrărilor practice de Igiena mediului):

- *temperatura (TEMP)*, punctul de rouă (reprezintă temperatura la care un amestec format dintr-un gaz și vaporii unui lichid – adesea aer umed – trebuie răcit pentru ca vaporii să se condenseze) și punctul de fierbere, exprimate în °C sau °F – valori minime, maxime și medii;
- *umiditatea relativă (% RH – Relative Humidity)*, exprimată procentual – valori minime, maxime și medii;
- *nivelul de dioxid de carbon (CO₂)* și nivelul de monoxid de carbon (CO), exprimate în ppm – valori minime, maxime și medii;

„ppm” (parts per million) reprezintă o modalitate de exprimare a concentrațiilor foarte mici. Astfel, $1 \text{ ppm} = 0,0001\% = 1 \cdot 10^{-6}$, ceea ce reprezintă echivalentul unei picături dintr-o substanță diluată în 50 l de solvent sau echivalentul a 32 de secunde dintr-un an.

În practică se folosesc și alte fracții similare:

- ppb (parts per billion) – $1 \text{ ppb} = 1 \cdot 10^{-9}$
- ppt (parts per trillion) – $1 \text{ ppt} = 1 \cdot 10^{-12}$
- ppq (parts per quadrillion) – $1 \text{ ppq} = 1 \cdot 10^{-15}$.

- *viteza curenților de aer (velocity)*, exprimată în m/s sau fpm (feet per minute) – valori minime, maxime și medii;
- procentul de aer ambiental (% outside air);
- debitul, exprimat în m³/s sau cfm (cubic feet per minute);
- presiunea barometrică absolută (afișată numai la pornire) [42]; reamintim relațiile de transformare dintre unitățile de măsură ale presiunii atmosferice: $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr} = 101.325 \text{ Pa} = 1,01325 \text{ bar}$.

Utilizarea trusei de testare a calității aerului

Redăm în figura 1.4. tastele utilizate pentru efectuarea determinărilor.

Semnificația tastelor din figura 1.4. este următoarea:

- tastele F₁, F₂, F₃ – fiecare tastă corespunde indicației afișate în partea de jos a ecranului; indicația se schimbă în funcție de meniul utilizat;
- tasta „% OUTSIDE AIR” activează meniul pentru determinarea procentului de aer ambiental;
- tasta „CO, CO₂, TEMP, % RH” activează funcțiile pentru determinarea temperaturii, a punctului de rouă, a punctului de fierbere, a umidității relative, a nivelului de CO și de CO₂;
- tasta „VELOCITY” activează meniul pentru determinarea vitezei curenților de aer și a debitului (atunci când airmetrului i se atașează dispozitivul pentru determinarea vitezei);
- tasta „LOG/SAVE” activează meniurile pentru înregistrarea/salvarea datelor;

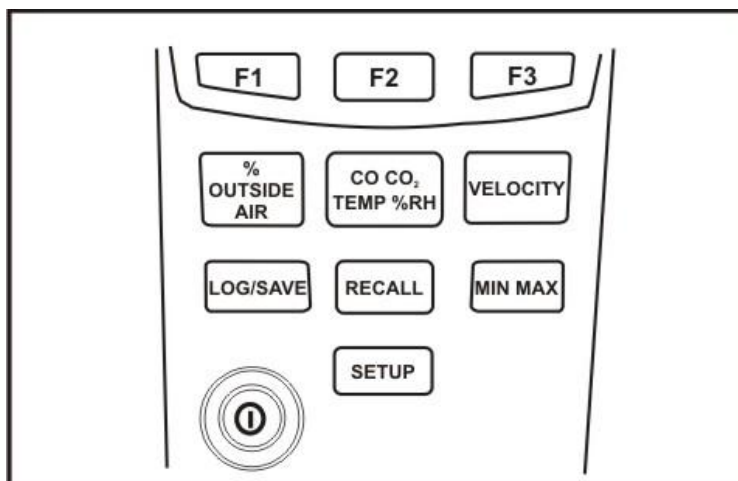


Figura 1.4. Trusa de testare a calității aerului - semnificația tastelor

- tasta „RECALL” permite accesarea meniului de informații înregistrate;
- tasta „MIN MAX” activează funcția de stocare a valorilor minime și maxime înregistrate pentru temperatură, punctul de rouă, punctul de fierbere, umiditatea relativă, nivelul de CO și de CO₂, viteza curenților de aer;
- tasta „SETUP” permite intrarea în meniul de reglare, cu ajutorul căruia se pot modifica următorii parametri ai dispozitivului:
 - ora și formatul orei (în varianta 12 sau 24 de ore);
 - data și formatul datei (L/Z/A sau Z/L/A);
 - scara de temperatură (°C sau °F);
 - sistemul de unități de măsură (SI sau sistemul USA);
 - alarma de CO – sistemul este echipat cu o alarmă de CO, reglată inițial să se declanșeze la 35 ppm; atunci când concentrația de CO depășește limita stabilită, alarma se declanșează și emite un sunet ce poate fi auzit, iar un LED roșu luminează intermitent. Tasta „SETUP” permite modificarea valorii concentrației CO la care alarma intră în funcțiune (valori între 1 ppm și 200 ppm);
 - oprirea automată;
 - ciclul de calibrare (între 1 și 365 zile, la alegerea utilizatorului);
 - lumina de fundal (activare/dezactivare automată);
 - limba de afișare (engleză, franceză, germană, spaniolă, portugheză);
 - sunetul de tastatură (activarea/dezactivarea lui, fără influențarea alarmei de CO);
- butonul **ⓘ** „POWER” este butonul de pornire/oprire a airmetrului.

Pentru a pune în funcțiune airmetrul, se apasă și se menține apăsat butonul „POWER” timp de câteva secunde (pentru a opri airmetrul, se apasă timp de două secunde pe același buton); se așteaptă până când LED-ul roșu din partea stângă a afișajului începe să lumineze intermitent.

Odată pus în funcțiune, airmetrul execută un proces de autodiagnosticare a funcțiilor sale, proces ce durează 35 de secunde; în acest timp, se afișează pe ecran mai multe informații (indicatoare de încărcare a bateriei, model și versiune de firmă, data curentă, data ultimei calibrări, data următoarei calibrări necesare, presiunea barometrică absolută, numărătoarea inversă a autotestării).

După ce dispozitivul finalizează cu succes autoverificarea, se pot determina parametrii menționați anterior.

Pentru **măsurarea temperaturii aerului**, se apasă tasta „CO, CO₂, TEMP, % RH” (dacă airmetrul afișează alt meniu); pe ecran se va afișa valoarea temperaturii aerului din ambianță (alături de valoarea umidității relative, a nivelului de CO și de CO₂); airmetrul este reglat pentru afișarea temperaturii °C [42].

Indiferent de dispozitivul folosit, determinarea temperaturii aerului se face la 0,5 m și la 1,5 m înălțime față de podea, în diferite puncte ale încăperii: în cele patru colțuri și în centrul ei, în apropierea surselor de încălzire (sobă, calorifer) și de răcire (ferestre, uși, pereți exteriori).

Norme sanitare

În încăperile de locuit, temperatura aerului trebuie să înregistreze valori cuprinse între 18-20°C, cu un maximum admis de 26°C vara (pentru adulții sănătoși). Se admit variații de maximum:

- 2-3°C pe orizontală;
- 2°C pe verticală;
- 2-4°C /24 de ore în încăperile cu sistem central de încălzire;
- 3-6°C /24 de ore în încăperile cu sistem local de încălzire [2, 4].

Valorile admise pentru temperatura aerului în unitățile pentru ocrotirea, educarea și instruirea copiilor și tinerilor sunt redată în capitolul 2.1.5.1.

1.1.1.1.2. Umiditatea aerului este dată de cantitatea de vapori de apă prezenți în aer. Cel mai frecvent, caracterizarea gradului de încărcare a aerului cu vapori de apă se face prin intermediul **umidității relative (UR)**, definite ca fiind raportul procentual dintre umiditatea absolută (UA) și umiditatea maximă (UM) a aerului din acea ambianță:

$$UR = \frac{UA}{UM} \cdot 100$$

- umiditatea absolută reprezintă cantitatea de vapori de apă prezenți într-un volum de aer la un moment dat, la o anumită temperatură; se exprimă în g/m³ aer;
- umiditatea maximă reprezintă cantitatea maximă de vapori de apă ce se poate găsi într-un volum de aer, la o anumită temperatură; este o constantă fizică ale cărei valori, exprimate în g/m³ aer, se citesc în tabele, în funcție de temperatura aerului.

Umiditatea absolută și umiditatea maximă se pot determina prin metoda gravimetrică, constând în absorbția/adsorbția vaporilor de apă dintr-un volum de aer pe o substanță higroscopică (acid sulfuric, metanol, etanol, respectiv hidroxid de sodiu solid, clorură de calciu). Diferența înregistrată între masa substanței higroscopice după și înainte de trecerea aerului de analizat reprezintă masa vaporilor de apă reținuți.

Umiditatea relativă se determină folosind psihrometrul Assmann, higrometre și higrografe clasice sau aparatură electronică:

▪ determinarea UR cu ajutorul **psihrometrului Assmann** (dispozitiv descris la subcapitolul anterior) presupune parcurgerea următoarelor etape:

- umezirea manșonului de bumbac al termometrului umed;
- suspendarea psihrometrului (în poziție verticală) la locul determinării;
- punerea în funcțiune a sistemului de aspirare a aerului, pentru o durată de timp de 5-10 minute vara, respectiv 15-20 minute iarna;
- citirea valorilor indicate de cele două termometre, începând cu cea umedă (deoarece este mai labilă) și evitând direcționarea aerului expirat asupra aparatului.

Temperatura umedă indicată de psihometru este mai mică decât temperatura uscată (temperatura aerului), deoarece, în timpul aspirării aerului, termometrul umed pierde căldură pentru evaporarea apei din manșonul de bumbac. Cantitatea de apă evaporată (și deci căldura utilizată în acest scop) depinde de *deficitul de saturație a aerului în vapori de apă* (definit ca fiind cantitatea de vapori de apă care lipsește unui volum de aer pentru a deveni saturat în vapori de apă, adică diferența „UM – UA”).

Valorile celor două temperaturi se folosesc pentru calcularea diferenței psihometrice (DP), definite ca fiind diferența „temperatură uscată – temperatură umedă”. Valorile temperaturii uscate și a diferenței psihometrice se introduc în „tabelul psihometric” (tabelul 1.1.), în care, pe orizontală, sunt înscrise valorile temperaturii uscate, iar pe verticală – cele ale diferenței psihometrice; la intersecția perpendicularelor trasate prin cele două valori se citește valoarea umidității relative, exprimate procentual.

▪ **higrometrele și higrografele clasice** funcționează pe baza proprietății firului de păr omenesc blond degresat (sau a unor fibre sintetice) de a absorbi vaporii de apă din aer, alungindu-se proporțional cu umiditatea acestuia. Se folosesc fire de păr blond deoarece prezintă o mai mare sensibilitate la variațiile umidității aerului, având cantități reduse de pigmenți.

Firele de păr se află în legătură directă cu un ac indicator (în cazul higrometrelor), respectiv cu o peniță inscriptoare (în cazul higrografelor) care înscrie o higrogramă pe hârtia unui cilindru în rotație.

▪ **aparatură electronică** – exemplificată prin trusa de testare a calității aerului care va fi folosită pentru efectuarea determinării UR a aerului în cadrul prezentei lucrări practice; determinarea se face conform metodologiei descrise la capitolul anterior (1.1.1.1.1.). Reamintim faptul că, apăsând tasta „CO, CO₂,

TEMP, % RH”, pe ecran se va afișa valoarea umidității relative a aerului din ambianță (alături de valoarea temperaturii aerului, a nivelului de CO și de CO₂), exprimată procentual.

Indiferent de dispozitivul folosit, determinarea umidității relative a aerului se face în mai multe puncte ale încăperii (similar metodologiei de determinare a temperaturii aerului), luându-se în considerare valoarea medie.

Norme sanitare

În încăperi, umiditatea relativă a aerului trebuie să fie cuprinsă între 35% și 65%, valoarea optimă fiind 50%; se acceptă valori extreme de 30% (valoare sub care este vorba despre „aer uscat”), respectiv 70% (valoare peste care este vorba despre „ambianță cu aer umed”) [2, 4].

1.1.1.1.3. Viteza curenților de aer

Aerul dintr-o încăpere se află într-o permanentă mișcare, atât datorită ventilației, cât și datorită respirației, activității și deplasării persoanelor din încăpere. Mișcarea aerului influențează semnificativ funcția de termoreglare a organismului uman, în sensul favorizării procesului de termoliză prin convecție și prin evaporarea apei.

Determinarea vitezei curenților de aer din încăperi se poate face cu ajutorul catatermometrului Hill sau cu aparatură electronică; precizăm că, pentru determinarea curenților de aer cu viteze mari (situație întâlnită în condiții excepționale în încăperile de locuit), se folosesc dispozitive numite anemometre.

Catatermometrul Hill are ca principiu de funcționare schimbul de căldură între dispozitiv și mediul ambiant, schimb realizat într-un interval de timp variabil, dependent de viteza curenților de aer.

Catatermometrul Hill (figura 1.5.) este un termometru cu alcool colorat, alcătuit din două rezervoare (unul mai mare, inferior, și altul mai mic, superior), unite printr-un tub capilar pe care sunt înscrise gradațiile 35°C și 38°C (se observă faptul că media celor două valori este 36,5°C, valoare ce corespunde temperaturii organismului uman). Pe tubul capilar este notat și catafactorul „F” – o constantă a fiecărui termometru, reprezentând cantitatea de căldură (exprimată în cal/cm² suprafață a rezervorului inferior) care se pierde atunci când termometrul se răcește de la 38°C la 35°C.

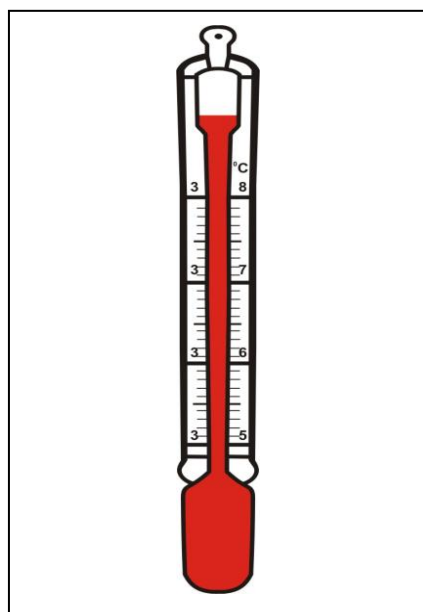


Figura 1.5. Catatermometrul Hill

Catatermometrul Hill se poate utiliza numai la temperaturi ale aerului de maximum 32°C -33°C.

Pentru determinarea vitezei curenților de aer se procedează astfel:

- se introduce catatermometrul într-un vas cu apă caldă (80°C) până când alcoolul, prin dilatare, urcă și umple o treime din rezervorul superior;
- se scoate termometrul din apă și se șterge, pentru a evita pierderea de căldură prin evaporarea apei;
- termometrul se suspendă la locul determinării;
- se cronometrează timpul (în secunde) în care coloana de alcool coboară între cele două diviziuni înscrise pe tubul capilar (38°C și 35°C). În fiecare punct de determinare se fac câte trei măsurători; se ia în considerare media celor trei timpi, notată cu litera „t”;
- se calculează un parametru „H” numit *catavaloare* sau *putere de răcire a aerului*, după formula:

$$H = \frac{F}{t}$$

- se calculează un al doilea parametru „Q” reprezentând diferența dintre temperatura medie a aparatului (36,5°C) și temperatura „T” a aerului din acea încăpere:

$$Q = 36,5^{\circ}\text{C} - T^{\circ}\text{C}$$

- se calculează raportul H/Q, în funcție de valoarea căruia se determină viteza curenților de aer (exprimată în m/s) folosind formule, tabele sau nomograme.

Aparatura electronică ce poate fi folosită pentru determinarea vitezei curenților de aer este exemplificată prin trusa de testare a calității aerului care va fi folosită pentru efectuarea determinării vitezei curenților de aer în cadrul prezentei lucrări practice.

După punerea în funcțiune a airmetrului conform metodologiei descrise la capitolul 1.1.1.1. și finalizarea cu succes a autoverificării, se poate determina viteza curenților de aer dacă se parcurg următoarele etape:

- se atașează dispozitivul de măsurare a vitezei curenților de aer (figura 1.6.) [43]; acesta are nevoie de aproximativ 1 minut pentru „a se încălzi”;
- se apasă tasta „VELOCITY” pentru a intra în meniul de viteză; se inițializează astfel dispozitivul atașat;

Figura 1.6. Dispozitiv ce se atașează pentru măsurarea vitezei curenților de aer



- se așază senzorul sub formă de baghetă perpendicular pe curentul de aer de măsurat. Punctul alb al dispozitivului trebuie să fie în mijlocul curentului de aer pentru a se obține înregistrări precise;
- se apasă tasta „F₃” (air velocity); pe ecran va fi afișată valoarea vitezei curenților de aer [42].

Indiferent de dispozitivul folosit, viteza curenților de aer se determină în mai multe puncte ale încăperii, de obicei lângă ușă și lângă fereastră.

Norme sanitare

În încăperi, viteza curenților de aer poate atinge valori de până la 0,5 m/s; valorile optime se situează între 0,15 m/s și 0,25 m/s [2, 4].

În încăperile destinate copiilor și tinerilor, viteza curenților de aer poate oscila între 0,1 și 0,3 m/s.

1.1.1.1.4. Radiația calorică

Radiațiile calorice (termice, infraroșii) sunt radiații emise de corpurile cu temperatură mai mare de zero absolut (-273°C); corpurile mai calde cedează energie termică, această fiind preluată de către corpurile mai reci.

Radiația calorică se determină cu termocupluri pentru radiații sau cu actinometre, principiul lor de funcționare bazându-se pe absorbția energiei radiante și transformarea ei în energie calorică.

Adesea, în practică se determină **temperatura medie radiantă**, cu ajutorul unui dispozitiv numit globtermometru (figura 1.7.) [39]; acesta este alcătuit dintr-un termometru cu mercur al cărui rezervor se găsește în centrul unei sfere metalice (cu diametrul de aproximativ 15 cm) cu pereții exteriori vopsiți în negru. Funcționarea globtermometrului are la bază principiul absorbției fluxului de radiație calorică de către corpurile negre; prin urmare, valoarea temperaturii indicate de termometru depinde de cantitatea de radiație calorică absorbită de către acesta.

Adeseori, în practică, în încăperi se determină temperatura surselor ce emit radiație calorică; pentru aceasta, se folosesc termometre cu rezervor plat [2, 4].



Figura 1.7. Globtermometrul

Norme sanitare

În încăperi, nivelul radiațiilor calorice nu trebuie să depășească $1 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$, iar temperatura surselor de căldură (sobe, calorifere, etc) – valoarea de 80°C .

Determinarea vicierei aerului

Vicierea aerului reprezintă alterarea proprietăților fizice și chimice ale aerului dintr-un spațiu închis, supraaglomerat și neventilat, ca urmare a activității fiziologice a persoanelor din acea ambianță.

În funcție de gradul de viciere a aerului, de timpul petrecut în ambianța respectivă, de reactivitatea individuală, subiecții umani pot acuza:

- în expunerea acută - cefalee, amețeli, astenie, perturbarea funcțiilor cognitive (atenție, capacitate de memorizare), transpirații, greață, vărsături, sete, uscăciunea mucoaselor, senzație de sufocare, hipertermie, somnolență, mergând până la delir, sincopa și exitus dacă nu pot părăsi ambianța (închisoare, cala unui vapor);
- în expunerea cronică - scăderea rezistenței organismului la acțiunea noxelor, perturbarea metabolismului energetic și a funcției de termoreglare, etc.

Cercetările întreprinse în domeniu au demonstrat că principala cauză a apariției acestor simptome este alterarea proprietăților *fizice* ale aerului, și anume:

- creșterea temperaturii aerului și a temperaturii suprafețelor/obiectelor din încăpere, ca urmare a căldurii pe care o cedează persoanele prezente (prin convecție și radiație sau prin aerul expirat);
- creșterea umidității aerului datorită termolizei prin evaporarea apei, la nivel cutanat și la nivel pulmonar; în timp, saturarea aerului din încăpere în vapori de apă limitează evaporarea transpirației; aceasta va umezi îmbrăcămintea, care va deveni impermeabilă pentru aer, limitând și mai mult termoliza;
- absența curenților de aer, încăperea fiind închisă și neventilată.

După cum menționam în definiția vicierei, alterarea proprietăților fizice ale aerului este însoțită și de modificarea proprietăților lui *chimice*, constând în scăderea concentrației oxigenului și creșterea concentrației dioxidului de carbon. Se impune să precizăm faptul că variația compoziției chimice a aerului nu este determinantă pentru simptomatologia apărută în cazul expunerii la aer viciat deoarece:

- concentrația oxigenului nu scade sub 19%, manifestările generate de reducerea concentrației sale apărând în jurul valorii de 16% și
- concentrația dioxidului de carbon nu depășește 0,5%, în timp ce tulburările datorate creșterii concentrației sale apar la valori de 3-4%.

Determinarea vicierei aerului se poate face prin metode directe sau indirecte.

Metodele directe constau fie în măsurarea valorilor factorilor de microclimat, fie în măsurarea variațiilor înregistrate de parametri fiziologici aflați în relație cu funcția de termoreglare.

Metodele indirecte au urmărit folosirea unui *indicator de viciere a aerului*. S-a propus ca indicator **mirosul** care apare în spațiile cu aer viciat, miros datorat atât produșilor de secreție tegumentară (sebacée și sudorală), cât și activității din tubul digestiv (substanțe produse la nivelul cavității bucale, gaze de fermentație și de putrefacție de proveniență intestinală, etc); s-a stabilit însă că este un indicator subiectiv, prezentând mare variabilitate a cazurilor în care apare și a persistenței în aer, precum și dificultate în determinarea lui obiectivă.

În prezent, parametrul unanim acceptat ca *indicator de viciere a aerului* este **concentrația dioxidului de carbon**. Ea poate fi determinată prin metode chimice sau folosind aparatură electronică:

- metode chimice. După recoltarea probelor de aer, concentrația CO₂ poate fi determinată prin metoda titrimetrică (CO₂ este fixat sub formă de carbonat de bariu într-o soluție de hidroxid de bariu; excesul de hidroxid se titrează cu acid oxalic, în prezența fenolftaleinei ca indicator) sau prin metoda interferometrică (bazată pe fenomenul de refracție și interferență a luminii, care variază în funcție de densitatea mediului prin care trece un fascicul luminos).

- aparatură electronică – exemplificată prin trusa de testare a calității aerului care va fi folosită pentru efectuarea determinării concentrației CO₂ în cadrul prezentei lucrări practice; determinarea se face conform metodologiei descrise la capitolul anterior. Reamintim faptul că, apăsând tasta „CO, CO₂, TEMP, % RH”, pe ecran se va afișa valoarea concentrației CO₂ din ambianță (alături de valoarea temperaturii aerului, a umidității relative a aerului și a nivelului de CO), exprimată în ppm.

Interpretarea rezultatelor

Concentrația maximum admisă a CO₂ în încăperi este 0,07-0,1% (700-1.000 ppm), cu condiția ca, în încăperea respectivă, să nu existe alte surse de CO₂ în afara aerului expirat de persoanele din încăpere.

Precizăm faptul că depășirea valorilor sus-menționate nu semnifică un risc pentru sănătatea persoanelor din încăpere, ci atrage atenția asupra necesității ventilării ambianței respective.