

Determinarea influenței factorilor de microclimat asupra organismului uman

Determinarea valorilor temperaturii și umidității aerului, a vitezei curenților de aer și a radiației calorice nu oferă suficiente informații referitoare la influența pe care microclimatul o exercită asupra organismului uman; această influență poate fi apreciată prin evaluări subiective și prin metode fiziologice.

1. Evaluarea subiectivă a influenței factorilor de microclimat asupra organismului uman

Deoarece majoritatea oamenilor își petrec cea mai mare parte a timpului (până la 90%, conform American Physical Society [30]) în spații închise (încăperi), realizarea și menținerea confortului termic este o cerință esențială pentru realizarea unei bune calități a vieții.

În acest context, **confortul termic** este definit ca acea stare fizică și mentală care exprimă satisfacție în raport cu mediul termic înconjurător (conform ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) [29].

Confortul termic este condiționat de șase parametri numiți *factori de confort termic*:

- factorii de microclimat:
 1. temperatura aerului;
 2. umiditatea aerului;
 3. viteza curenților de aer;
 4. radiația calorică (sau temperatura medie radiantă);
- factori în relație cu capacitatea organismului uman de acomodare în vederea menținerii homeotermiei:
 5. termogeneza (datorată cu precădere activității fizice) și termoliza;
 6. îmbrăcămintea.

Confortul termic este asigurat atunci când ansamblul factorilor de confort termic generează o rezultantă de echilibru termic, astfel încât homeotermia este menținută fără încordarea funcției de termoreglare. Ruperea acestui echilibru generează senzația „de frig” sau „de cald”, urmată de suprasolicitarea termogenezei, respectiv a termolizei în vederea menținerii homeotermiei.

Senzația termică (de confort termic, de frig sau de cald) reprezintă o evaluare subiectivă a influenței microclimatului asupra organismului uman. O astfel de evaluare poate fi făcută de subiecții aflați într-o ambianță termică, subiecți care caracterizează ambianța cu ajutorul unor calificative convenționale

prestabilite, numite *scale de apreciere subiectivă*. Cea mai simplă scală are trei trepte (deja amintite - „cald”, „confort termic” și „rece”), dar se folosesc și scale cu mai multe trepte.

Astfel, în anii 1980, Povl Ole Fanger (expert danez în calitatea aerului interior) a introdus o scală cu șapte trepte (figura 1.8., adaptare după [31]) pentru evaluarea confortului termic.

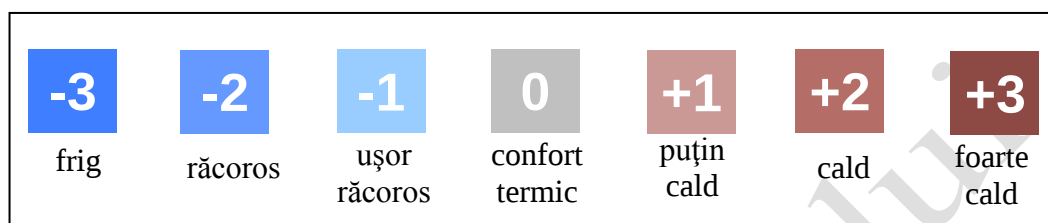


Figura 1.8. Scala Fanger pentru evaluarea confortului termic

Această scală permite efectuarea de studii pe grupuri mari de subiecți ce poartă diferite articole de îmbrăcăminte și desfășoară diferite activități, în ambianțe în care factorii de microclimat înregistrează valori variate; subiecții sunt rugați să exprime gradul confortului lor termic, folosind calificativele din scala Fanger. Răspunsul oferit de majoritatea subiecților intervievați caracterizează respectiva ambianță termică.

Fanger a demonstrat că valoarea medie a răspunsurilor numerice (-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3) date de subiecții intervievați poate fi anticipată (*predicted mean vote* - PMV), pe baza unei ecuații în care sunt introduse valorile celor șase factori de confort termic.

În 1995, the British Standards Institute a arătat existența unei corelații între PMV și procentul predictibil de subiecți nesatisfăcuți de ambianța termică (*predicted percentage of dissatisfied people* - PPD), conform figurii 1.9.

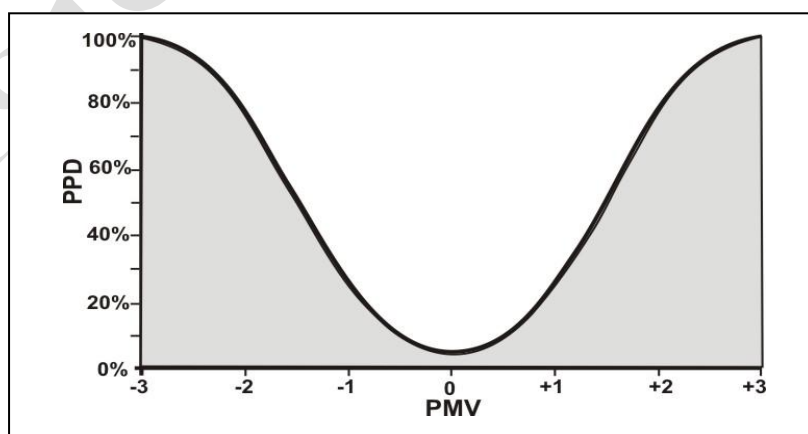


Figura 1.9. PPD în funcție de PMV – adaptare după [31]

Se observă că, inclusiv în condiții de confort termic ($PMV = 0$), există un procent de aproximativ 5% din subiecți care nu se simt bine în respectiva ambianță termică (nesatisfăcuți) [31].

Utilizând scalele de apreciere subiectivă, putem caracteriza două ambianțe termice cu caracteristici fizice diferite (valori diferite ale factorilor de microclimat) ca fiind echivalente dacă un grup de subiecți, trecând dintr-o ambianță în cealaltă, descrie o aceeași senzație termică.

A fost astfel elaborată **scala temperaturilor echivalent efective (TEE)**, pornind de la valorile temperaturii aerului, ale umidității relative și ale vitezei curenților de aer (figura 1.10., adaptare după [2, 4]).

Pentru a determina valoarea TEE (exprimată în grade TE), se introduc în nomogramă valoarea temperaturii uscate și valoarea temperaturii umede (determinate cu psihrometrul Assmann). În punctul în care dreapta care unește cele două temperaturi intersectează linia ce corespunde vitezei curenților de aer determinate în acea ambianță, se citește valoarea TEE.

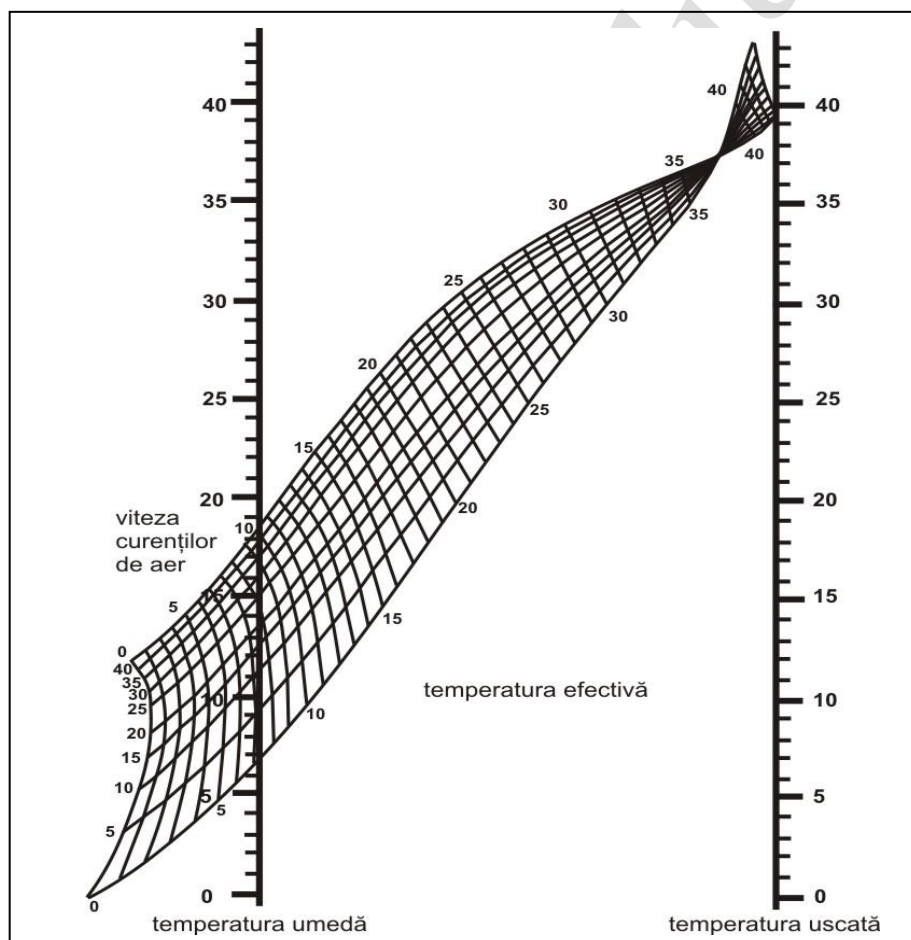


Figura 1.10. Nomograma TEE

După cum se poate observa, în determinarea TEE nu se iau în considerare decât trei din cei patru factori de microclimat (nu se ține seama de radiația calorică). Pentru a corecta această deficiență, a fost elaborată **scala temperaturilor echivalent efective corectate (TEEC)** în care, în nomogramă (se folosește aceeași nomogramă), în locul temperaturii uscate, se introduce fie temperatura medie radiantă din ambianță (măsurată cu globtermometrul), fie o temperatură T calculată după formula [2, 4]:

$$T (^{\circ}\text{C}) = 0,45 \cdot T_{\text{aer}} (^{\circ}\text{C}) + 0,55 \cdot T_{\text{medie a suprafețelor din jur}} (^{\circ}\text{C})$$

Norme sanitare

Pentru adulții sănătoși, purtând îmbrăcăminte de interior și desfășurând o activitate cu consum energetic redus, valoarea optimă a TEEC este de 19⁰ TE iarna și 21⁰ TE vara; se acceptă valori mai mari în sezonul cald comparativ cu cel rece deoarece organismul uman se poate adapta mai bine la microclimatul cald [4].

2. Metode fiziologice pentru determinarea influenței factorilor de microclimat asupra organismului uman

În condiții de confort termic, funcția de termoreglare este foarte puțin solicitată. Microclimatul cald sau rece determină însă încordarea funcției de termoreglare, ceea ce conduce la modificarea valorilor unor parametri fiziologici aflați în strânsă legătură cu aceasta, și anume temperatura centrală, temperatura periferică, frecvența cardiacă, tensiunea arterială, transpirația, metabolismul energetic, reactivitatea neuro-psihică.

Temperatura centrală (temperatura organelor interne) este o constantă a organismelor homeoterme.

Valoarea cea mai apropiată de temperatura internă reală se obține măsurând temperatura rectală; uzual, în practica medicală se determină însă temperatura sublinguală, timpanică sau axilară, folosind termometre medicale cu mercur, cu termistori sau termometre digitale.

Interpretarea valorilor determinate pentru temperatura sublinguală:

- în condiții de confort termic este 36,4⁰-37⁰°C;
- creșterea cu 0,5⁰-0,9⁰°C indică suprasolicitarea mecanismelor de termoreglare, limita de creștere maximum admisă fiind de 1,2⁰°C;
- creșterea cu mai mult de 1,2⁰°C marchează fenomenul de acumulare de căldură și hipertermie [2, 4].

Temperatura periferică (cutanată) prezintă variații la cele mai mici modificări ale valorilor parametrilor unei ambianțe termice.

Se determină în două tipuri de zone:

- zone cu temperatură mai mare și constantă (frunte, stern);
- zone cu temperatură mai mică și labilă (extremități: vârful nasului, lobul urechii, maleola internă sau externă, degetele).

Redăm în tabelul 1.2. variațiile temperaturii cutanate în raport cu caracteristica ambianței termice.

microclimat	temperatura frunții	temperatura extremităților
rece	$< 29^{\circ}\text{C}$	$< 25^{\circ}\text{C}$
confort termic	$31,5^{\circ} - 33,5^{\circ}\text{C}$	cu $3^{\circ} - 4^{\circ}\text{C}$ mai mică decât temperatura frunții
cald	$> 34^{\circ}\text{C}$	$> 34^{\circ}\text{C}$, aproximativ egală cu temperatura frunții
excesiv cald	$> 34^{\circ}\text{C}$	$> 34^{\circ}\text{C}$ și mai mare decât temperatura frunții

Tabelul 1.2. Variațiile temperaturii cutanate în raport cu microclimatul

Observație. Temperatura frunții înregistrează valori relativ egale atât în microclimatul *cald*, cât și în cel *excesiv cald*; această situație se explică prin faptul că, în microclimatul *excesiv cald*, fruntea este prima zonă la nivelul căreia începe termoliza prin evaporarea transpirației, ceea ce face ca temperatura frunții să se modifice mai puțin comparativ cu alte zone (unde temperatura continuă să crească) [2, 4, 17].

Frecvența cardiacă

Deși este un indicator fiziologic influențat de numeroși factori exogeni sau endogeni, frecvența cardiacă este adesea utilizată pentru a aprecia reactivitatea organismului uman la diferite condiții de microclimat, fiind ușor de determinat.

Frecvența cardiacă se menține în limite normale într-o ambianță cu temperatura aerului sub 30°C ; în schimb, valoarea sa crește într-un microclimat excesiv cald, atingând valori de 120 bpm ca semn al suprasolicitării termolizei [2, 4].

Tensiunea arterială scade în microclimatul cald/excesiv cald datorită vasodilatației (ajungând să se prăbușească în condițiile instalării colapsului caloric), respectiv crește în microclimatul rece datorită vasoconstricției [4].

Transpirația

După cum menționam la începutul acestui capitol, termoliza prin elaborarea și evaporarea transpirației joacă un rol important în menținerea homeotermiei, mai ales atunci când temperatura ambientală depășește 30°C .

Apariția sudorației se poate determina fie colorimetric (prin aplicarea pe tegumente a unor reactivi care își schimbă culoarea în prezența transpirației), fie prin măsurarea rezistenței electrice a pielii (care scade la nivelul tegumentelor sudorate).

Volumul transpirației se poate determina prin metoda ponderală (prin cântărirea subiectului înainte și după expunerea la microclimat cald/excesiv cald; dacă este cazul, se vor lua în calcul cantitățile de lichide și/sau alimente consumate

- *ingesta* - în intervalul amintit, precum și cantitățile de urină și/sau materii fecale
- *excreta* - eliminate) [2, 4].

Metabolismul energetic participă la bilanțul termic al organismului prin termogeneză. Cantitatea de căldură produsă poate fi estimată prin utilizarea unor tabele ce indică intensitatea efortului (în Kcal/min) pentru diferite activități (tabelul 1.3.) [1, 2, 8, 32].

Reactivitatea neuro-psihică a organismului uman la acțiunea factorilor de microclimat poate fi apreciată prin urmărirea în dinamică (înainte și după expunerea subiectului la anumite condiții de microclimat) a funcțiilor cognitive (prin teste de atenție concentrată și distributivă), a capacității de reacție psiho-motorie (prin măsurarea timpului de reacție sau a intensității reacției motorii), etc. [2, 4].

activitatea	consum energetic (Kcal/min)
poziție șezând	0,33
poziție ortostatică	0,66
gestualitate ușoară cu mâinile	0,41
gestualitate grea cu mâinile	0,83
gestualitate ușoară cu brațele	1,25
gestualitate grea cu brațele	2,08
mers pe drum plan, fără a purta greutate, cu 2 km/h	1,2
mers pe drum plan, fără a purta greutate, cu 7 km/h	5,4
urcare pe plan înclinat (10^0), fără a purta greutate, cu 2,5 km/h	4,9
mers pe bicicletă, plan neted, fără vânt potrivnic, cu 12 km/h	3,5
mers pe bicicletă, plan neted, fără vânt potrivnic, cu 20 km/h	7,8
baschet	7,5
tenis	7,5
dans	3,5
fotbal	8,3
jogging (6 km/h)	10,9
activități casnice (curățenie)	4
săpat sol lutos	7,5-8,7
cosit	8,3
tăiat lemne cu fierăstrăul	12
tăiat lemne cu toporul	10-11,5

Tabel 1.3. Intensitatea efortului (în Kcal/min) pentru diferite activități

Determinarea poluării aerului

În conformitate cu *Legea nr. 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător*, prin **poluant atmosferic** se înțelege „orice substanță prezentă în aerul înconjurător și care poate avea efecte dăunătoare asupra sănătății umane și/sau a mediului” [18].

Aceeași lege prevede că, în România, evaluarea calității aerului înconjurător se face luând în considerare 13 poluanți atmosferici: ▪ dioxidul de sulf SO_2 ▪ dioxidul de azot NO_2 ▪ oxizii de azot NO_x (suma concentrațiilor volumice de monoxid de azot NO și de dioxid de azot) ▪ monoxidul de carbon CO ▪ ozonul O_3 ▪ particulele în suspensie PM_{10} și $\text{PM}_{2,5}$ (particule care trec printr-un orificiu de selectare a dimensiunii cu un randament de separare de 50% pentru un diametru aerodinamic de 10, respectiv 2,5 μm) ▪ plumbul Pb ▪ arsenul As ▪ cadmiul Cd ▪ nichelul Ni ▪ mercurul Hg ▪ benzenul C_6H_6 ▪ hidrocarburile aromatice policiclice HAP, reprezentate de benzo(a)piren (BaP).

Pentru acești poluanți atmosferici, *Legea nr. 104/2011* stabilește următoarele niveluri (concentrații):

- **valoarea-limită** reprezintă nivelul stabilit pe baza cunoștințelor științifice, în scopul prevenirii producerii unor evenimente dăunătoare și al reducerii efectelor acestor evenimente asupra sănătății umane și a mediului; acest nivel se atinge într-o perioadă dată și nu trebuie depășit odată ce a fost atins;

- **marja de toleranță** indică procentul din valoarea-limită cu care aceasta poate fi depășită;

- **nivelul critic** reprezintă nivelul stabilit pe baza cunoștințelor științifice, care, dacă este depășit, poate conduce la efecte adverse directe asupra anumitor receptori (copaci, plante, ecosisteme naturale), dar nu și asupra oamenilor;

- **valoarea-țintă** este nivelul stabilit în scopul prevenirii producerii unor evenimente dăunătoare și al reducerii efectelor acestor evenimente asupra sănătății umane și a mediului; acest nivel trebuie să fie atins într-o anumită perioadă;

- **pragul de alertă** este nivelul a cărui depășire generează un risc pentru sănătatea umană la o expunere de scurtă durată a populației, de aceea trebuie să se acționeze imediat;

- **pragul de informare** este nivelul a cărui depășire generează un risc pentru sănătatea umană la o expunere de scurtă durată pentru categorii ale populației deosebit de sensibile, de aceea este necesară informarea imediată și adecvată;

- **pragul superior de evaluare** este nivelul sub care, pentru a evalua calitatea aerului înconjurător, se poate utiliza o combinație de măsurări fixe și măsurări indicative;

- **pragul inferior de evaluare** este nivelul sub care, pentru a evalua calitatea aerului înconjurător, este suficientă utilizarea măsurărilor indicative [18].

În conformitate cu *Legea nr. 104/2011*, prin **măsurări fixe** se înțeleg măsurări efectuate în puncte fixe, fie continuu, fie prin prelevare aleatorie, pentru a determina nivelurile de poluanți, în conformitate cu obiectivele de calitate relevante ale datelor; **măsurările indicative** sunt măsurări care respectă obiective de calitate a datelor mai puțin stricte decât cele solicitate pentru măsurările în puncte fixe [18].

Determinarea poluării aerului se realizează prin parcurgerea a două etape – recoltarea probelor de aer și efectuarea de analize fizico-chimice, calitative și cantitative.

1. Recoltarea probelor de aer

În România, determinarea nivelului de poluare a aerului se face în 13 aglomerări (zone urbane cu o populație de peste 250.000 de locuitori sau cu o densitate a populației mai mare de 3.000 de locuitori/km²: municipiile Bacău, Baia Mare, Brașov, Brăila, București, Cluj-Napoca, Constanța, Craiova, Galați, Iași, Pitești, Ploiești și Timișoara) și în 41 de zone de evaluare, reprezentând județele administrative ale țării.

În conformitate cu *Legea nr. 104/2011*, **la nivel de macroscară**, punctele de recoltare a probelor de aer se amplasează astfel încât:

- să furnizeze informații despre ariile din interiorul zonelor și aglomerărilor în care apar cele mai mari concentrații de poluanți la care populația poate fi expusă pentru o perioadă de timp semnificativă;
- probele recoltate să fie reprezentative pentru calitatea aerului:
 - de pe un segment de stradă cu o lungime de cel puțin 100 m, în cazul stațiilor de trafic;
 - de pe o arie de minimum 250 m x 250 m, în cazul stațiilor de tip industrial;
 - de pe o arie de câțiva km², în cazul stațiilor de fond urban;
- în stațiile de fond urban, nivelul de poluare să fie influențat de contribuțiile tuturor surselor din direcția opusă vântului și nu dominat de o sursă unică;
- în stațiile de fond rural, nivelul de poluare caracteristic să nu fie influențat de aglomerările sau de zonele industriale din vecinătatea sa (aflate la o distanță mai mică de 5 km);
- atunci când se evaluează aportul surselor industriale, cel puțin unul dintre punctele de prelevare să fie instalat pe direcția dominantă a vântului dinspre sursă, în cea mai apropiată zonă rezidențială [18].

Aceeași lege stabilește numărului minimum de puncte de prelevare a probelor de aer pentru măsurări fixe, în raport cu numărul populației din aglomerarea/zona de evaluare (tabelul 1.4.).

La nivel de microscară, la recoltarea probelor de aer se ține seama de următoarele reguli:

- fluxul de aer din jurul orificiului de admisie al dispozitivului de prelevare nu trebuie să fie limitat sau obstrucționat; în mod normal, dispozitivul se plasează la câțiva metri distanță de clădiri/balcoane/copaci/alte obstacole și la mai puțin de 0,5 m de cea mai apropiată clădire în cazul punctelor de prelevare reprezentative pentru calitatea aerului la fațada clădirilor;

populația (mii de locuitori)	concentrațiile maxime > > prag superior de evaluare				prag inferior de evaluare < < concentrațiile maxime < < prag superior de evaluare			
	SO ₂ , NO ₂ , NO _x , CO, Pb, C ₆ H ₆	PM	As, Cd, Ni	BaP	SO ₂ , NO ₂ , NO _x , CO, Pb, C ₆ H ₆	PM	As, Cd, Ni	BaP
0-249	1	2	1	1	1	1	1	1
250-499	2	3	1	1	1	2	1	1
500-749	2	3	1	1	1	2	1	1
750-999	3	4	2	2	1	2	1	1
1000-1499	4	6	2	2	2	3	1	1
1500-1999	5	7	2	2	2	3	1	1
2000-2749	6	8	2	3	3	4	1	1
2750-3749	7	10	2	3	3	4	1	1
3750-4749	8	11	3	4	3	6	2	2
4750-5999	9	13	4	5	4	6	2	2
≥ 6000	10	15	5	5	4	7	2	2

Tabelul 1.4. Numărul minimum de puncte de prelevare a probelor de aer pentru măsurări fixe, conform *Legii nr. 104/2011* [18]

orificiul de admisie al dispozitivului de prelevare este poziționat între 1,5 m (înălțimea de respirație) și 4 m distanță față de sol; pot fi necesare și poziționări la înălțime mai mare (de până la 8 m), de exemplu atunci când stația este reprezentativă pentru o arie mai mare;

- orificiul de admisie a aerului nu se plasează în imediata apropiere a surselor de poluare, pentru a evita captarea de emisii neamestecate cu aerul înconjurător;

- orificiul de evacuare al dispozitivului de prelevare trebuie să fie plasat în așa fel încât să se evite recircularea aerului evacuat către orificiul de admisie;

- dispozitivele de prelevare din stațiile de trafic rutier se amplasează la cel puțin 25 m de extremitatea intersecțiilor mari și la cel mult 10 m de bordura trotuarului; pentru măsurarea concentrațiilor de arsen, cadmiu, nichel și benzo(a)piren, dispozitivele se amplasează la cel puțin 25 m de extremitatea intersecțiilor mari și cel puțin 4 m de axul celei mai apropiate benzi de circulație [18].

În funcție de starea de agregare (solidă sau lichidă - particule în suspensie – sau gazoasă) și de concentrația poluantului, recoltarea probelor de aer se poate face în flacoane închise, prin sedimentare, prin aspirație sau prin precipitare.

1.1. Recoltarea în flacoane închise (prin dislocuire de lichid) se utilizează în cazurile în care poluanții sunt prezenți în aer în concentrații mari, deoarece metoda nu permite concentrarea poluantului.

Se folosesc flacoane de sticlă (care se pot închide ermetic cu dopuri de sticlă sau de cauciuc străbatute de tubulatură cu robinet) sau tonometre (pipete de sticlă prevăzute la extremități cu tubulatură cu robinet – figura 1.11.) [36].

Flacoanele se spală bine, se umplu cu apă distilată și se transportă la locul recoltării, unde se scurge complet apa; locul apei va fi ocupat de aerul de analizat. Flacoanele se închid și se transportă la laborator [2, 4, 13].

1.2. Recoltarea prin sedimentare se utilizează pentru determinarea poluării aerului cu pulberi sedimentabile.

Metoda constă în expunerea la locul recoltării, timp de 30 de zile, a unor vase de sticlă cilindrice ce conțin 150-200 ml apă distilată (pentru reținerea pulberilor), vase în care particulele de praf se vor sedimenta datorită atracției gravitaționale.

Metoda este simplă și ieftină, ceea ce face să fie foarte folosită, în ciuda celor câteva dezavantaje pe care le presupune, și anume:

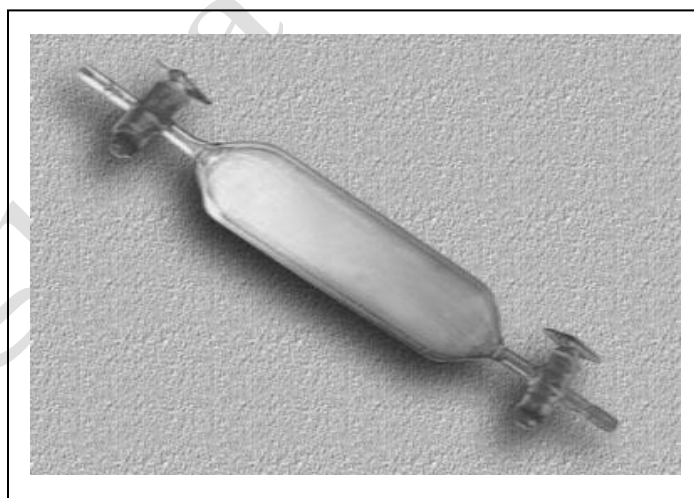


Figura 1.11. Tonometru

- permite numai determinarea pulberilor sedimentabile (mai grele, cu diametrul mai mare de 5 μm), nu și a celor aflate în suspensie (mai ușoare, cu diametrul mai mic de 5 μm);
- cantitatea de pulberi sedimentate depinde de durata de expunere a vaselor de recoltare;
- nu se cunoaște exact volumul de aer din care s-au sedimentat pulberile recoltate, deci rezultatele analizelor efectuate (exprimate pe unitatea de volum de aer) nu sunt foarte precise [2, 4, 13].

1.3. Recoltarea prin aspirație permite determinarea poluării aerului atât în situațiile în care concentrația poluanților este foarte mică, cât și în cele în care aerul este poluat cu pulberi în suspensie (cu diametrul mai mic de 5 μm , care nu se sedimentează).

Se folosește o instalație în care se leagă în serie un dispozitiv de reținere a poluanților (R), un dispozitiv pentru măsurarea volumului de aer aspirat (debitmetru – D) și un dispozitiv pentru aspirarea aerului (A) (figura 1.12.).

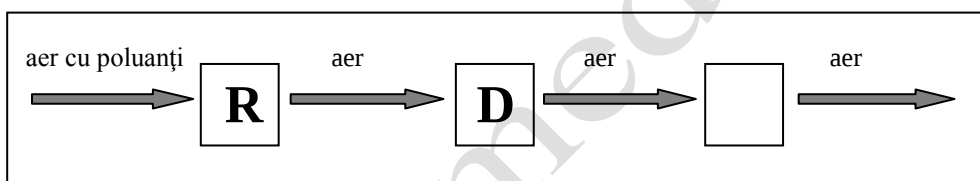


Figura 1.12. Instalație de recoltare a probelor de aer prin aspirație

Reținerea poluanților se poate face prin filtrare, prin impact și prin absorbție/adsorbție; primele două procedee se folosesc pentru reținerea pulberilor, iar cel de-al treilea – pentru reținerea poluanților gazoși. Astfel:

- **reținerea prin filtrare** presupune utilizarea unui material filtrant introdus într-un dispozitiv de reținere specific, care poate fi **alonja** sau **un portfiltru metalic**:
 - **alonja** este un dispozitiv din sticlă prevăzut la capete cu dopuri rodate, în care se introduce ca material filtrant vată de sticlă, vată de bumbac sau burete;
 - în **portfiltrul metalic** se montează un filtru de hârtie sau o membrană filtrantă.

Întrucât metoda se folosește pentru analize gravimetrice (exprimarea gradului de poluare cu pulberi în mg/m^3 aer), este necesar ca dispozitivele conținând materialul filtrant să fie foarte bine uscate înainte de utilizare (până se aduc la masă constantă – între două cântăriri succesive la balanța analitică se înregistrează o diferență mai mică de 0,2 mg).

- **reținerea prin impact** constă în proiectarea cu forță a aerului poluat pe un obstacol, unde particulele de praf sunt reținute; obstacolul poate fi lichid sau solid:

- dispozitivul folosit în cazul obstacolului lichid este **impingerul** – un cilindru de sticlă prevăzut cu un braț lateral și un dop rodat prin care trece un tub îngustat la partea inferioară (figura 1.13); aerul pătruns prin acest tub își mărește viteza în porțiunea lui inferioară, ceea ce face ca pulberile să fie izbite de fundul impingerului și reținute în lichidul pe care acesta îl conține (o soluție alcoolică);

- în cazul obstacolului solid, se folosește dispozitivul numit **coniomtru Zeiss**; aerul recoltat este proiectat pe suprafața unui disc; aceasta este acoperită cu o substanță adezivă, pentru reținerea pulberilor;

- **reținerea prin absorbție/adsorbție** presupune folosirea alonjei sau a impingerului:

- în cazul utilizării alonjei, aceasta conține o substanță adsorbantă (cărbune activat, silicagel, etc) care reține poluanții gazoși din aerul aspirat;

- impingerul conține un lichid absorbant, astfel ales încât să reacționeze chimic cu gazul de analizat [2, 4, 13, 37].



Figura 1.13. Impinger

Măsurarea volumului de aer aspirat se realizează, de regulă, cu ajutorul unui debitmetru care indică debitul de aspirație (volumul de aer recoltat în unitatea de timp); se notează timpul cât durează recoltarea probei de aer și apoi, prin calcularea produsului dintre debit și timp, se determină volumul de aer recoltat.

Se pot folosi și gazometre care indică direct volumul de aer aspirat.

Dispozitivele folosite pentru aspirarea aerului nu trebuie să fie foarte puternice, pentru a permite un timp suficient de contact între aerul de analizat și substanțele folosite pentru reținerea poluanților; se pot folosi dispozitive hidrostatice, trompe de apă, pompe manuale sau aspiratoare mecanice [2,13].

1.1.3.1.4. Recoltarea prin precipitare se folosește pentru determinarea poluării aerului cu pulberi. Se cunosc două variante ale metodei: termoprecipitarea și electroprecipitarea:

- **termoprecipitarea** este bazată pe principiul conform căruia în jurul unui filament incandescent se formează curenți de aer; se pune un obstacol în calea acestor curenți, obstacol la nivelul căruia sunt reținute pulberile; dispozitivul folosit se numește termoprecipitator;

- **electroprecipitarea** constă în inducerea unei sarcini electrice pulberilor, în funcție de care ele vor fi atrase la anodul sau la catodul dispozitivului (numit precipitator electric) [2].

2. Analize fizico-chimice

În funcție de starea de agregare a poluanților, analizele fizico-chimice efectuate pe probele de aer recoltate urmăresc:

- în cazul poluanților gazoși – identificarea poluantului și măsurarea concentrației sale;
- în cazul pulberilor – determinarea compoziției chimice a particulelor, a gradului de prăfuire (exprimat în mg pulberi/m³ aer -gravimetrie- sau în număr de particule/cm³ aer -coniometrie-) și a gradului de dispersie a pulberilor (repartiția procentuală a particulelor în funcție de dimensiuni -dispersometrie-) [2,13].

În conformitate cu *Legea nr. 104/2011*, în funcție de pragurile superior și inferior de evaluare, în fiecare zonă sau aglomerare se delimitează arii care se clasifică în *regimuri de evaluare*, după cum urmează:

- regim de evaluare A, în care nivelul este mai mare decât pragul superior de evaluare;
- regim de evaluare B, în care nivelul este situat între pragul superior și pragul inferior de evaluare;
- regim de evaluare C, în care nivelul este mai mic decât pragul inferior de evaluare.

Clasificarea în regimuri de evaluare se revizuieste cel puțin o dată la 5 ani.

Redăm în tabelul 1.5. concentrațiile admise pentru principalii poluanți atmosferici în vederea protecției sănătății umane [18].

poluant	prag superior de evaluare	prag inferior de evaluare
SO ₂	60% din valoarea-limită/ 24 de ore (75 µg/m ³ , a nu se depăși de mai mult de 3 ori/an calendaristic)	40% din valoarea-limită/ 24 de ore (50 µg/m ³ , a nu se depăși de mai mult de 3 ori/an calendaristic)
NO _x (valoarea-limită orară)	70% din valoarea-limită (140 µg/m ³ , a nu se depăși de mai mult de 18 ori într-un an calendaristic)	50% din valoarea-limită (100 µg/m ³ , a nu se depăși de mai mult de 18 ori într-un an calendaristic)
NO _x (valoarea-limită anuală)	80% din valoarea-limită (32 µg/m ³)	65% din nivelul critic (26 µg/m ³)
PM (media/24 ore)	70% din valoarea-limită (35 µg/m ³ , a nu se depăși de mai mult de 35 de ori într-un an calendaristic)	50% din valoarea-limită (25 µg/m ³ , a nu se depăși de mai mult de 35 de ori într-un an calendaristic)
PM (media anuală)	70% din valoarea-limită (28 µg/m ³)	50% din valoarea-limită (20 µg/m ³)
Pb (media anuală)	70% din valoarea-limită (0,35 µg/m ³)	50% din valoarea-limită (0,25 µg/m ³)
C ₆ H ₆ (media anuală)	70% din valoarea-limită (3,5 µg/m ³)	40% din valoarea-limită (2 µg/m ³)
Co (media/8 ore)	70% din valoarea-limită (7 mg/m ³)	50% din valoarea-limită (5 mg/m ³)
As (media/24 ore)	60% din valoarea-țintă (3,6 ng/m ³)	40% din valoarea-țintă (2,4 ng/m ³)
Cd (media/24 ore)	60% din valoarea-țintă (3 ng/m ³)	40% din valoarea-țintă (2 ng/m ³)
Ni (media/24 ore)	70% din valoarea-țintă (14 ng/m ³)	50% din valoarea-țintă (10 ng/m ³)
B(a)P (media/24 ore)	60% din valoarea-țintă (0,6 ng/m ³)	40% din valoarea-țintă (0,4 ng/m ³)

Tabelul 1.5. Concentrații admise pentru principalii poluanți atmosferici în vederea protecției sănătății umane [18]