

CALITATEA AERULUI ÎN INSTITUȚIILE DE ÎNVĂȚĂMÎNT

Vera GUȚUL G.^{1*}
Iolanda COLDA²
Vera GUȚUL I.¹

¹Departamentul Alimentări cu Căldură, Gaze, Apă și Protecția Mediului, Facultatea Urbanism și Arhitectură, Universitatea Tehnică a Moldovei,

²Departamentul de Sisteme termohidraulice și pentru protecția atmosferei, Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică de Construcții din București, București, România

*Autorul corespondent: Vera G. GUȚUL, email: vera.gutul@acagpm.utm.md

Rezumat. În instituțiile de învățământ sistemele de ventilare în majoritatea cazurilor nu funcționează, fie sunt defectate, fie nu sunt activate. Ca consecință, nu se asigură confortul termic și calitatea aerului interior. Calitatea aerului din interiorul încăperilor și lipsa aerului proaspăt au un impact semnificativ asupra sănătății oamenilor și productivității muncii. Parametrii cu cel mare impact asupra calității aerului interior sunt temperatura, umiditatea relativă și concentrația de CO₂. Scopul lucrării constă în cercetarea experimentală a calității aerului în instituțiile de învățământ.

Obiectivele cercetării sunt:

- de a aprecia care este rolul dioxidului de carbon ca parte integrantă a aerului atmosferic;
- măsurări experimentale a temperaturii, umidității relative a aerului și conținutului de dioxid de carbon în diferite zone ale instituției de învățământ;
- analiza indicatorilor cantitativi ai conținutului de dioxid de carbon și recomandări la reducerea CO₂ în sălile de studii.

Așfel, s-au analizat: temperatura, umiditatea relativă a aerului și concentrația de CO₂ pentru diferite cazuri: la funcționarea sistemului de ventilare la pauză; la nefuncționarea sistemului de ventilare; la aerisirea încăperii prin deschiderea geamurilor.

Cuvinte cheie: ventilare, concentrația de CO₂, temperatura, umiditatea relativă.

Introducere

Definirea calității aerului din interiorul unei încăperi închise, adică percepția de către ocupanți a calității aerului pe care al respiră, este o problemă foarte complexă, poate cea mai complexă din toate problemele ambientale. În mediul înconjurător se găsesc un număr foarte mare de poluanți care determină mii de noxe în forma gazoasă. Chiar omul care este cel pentru care trebuie îmbunătățită calitatea aerului, este o sursă de poluare, deoarece degajă căldură, umiditate, dioxid de carbon, și consumă oxigen. Dacă cererea de confort nu este verificată, ocupanții a unei clădiri sau încăperi pot manifesta numeroase simptome: dureri de cap, iritații ale pielii, oboseală ș.a.

Elevii, studenții petrec zeci de ore în instituțiile de învățământ în fiecare săptămână, astfel încât calitatea aerului din interiorul sălilor de clasă/auditoriu poate avea un impact marcat asupra sănătății și performanței academice și pot declanșa în unele cazuri, astmul sau alte boli ca urmare a iritației sistemului respirator. Organismul uman se poate adapta în maximum 15 minute la aerul sufocant dintr-o încăpere. Putem evalua calitatea aerului atunci când intrăm într-o încăpere, dar ne pierdem capacitatea de a-l judeca după puțin timp, din cauza adaptării la acel mediu. Din acest motiv, persoanele care stau un timp îndelungat într-o încăpere nu mai percep deteriorarea calității aerului și, prin urmare, nu mai văd niciun motiv să îmbunătățească condițiile în spațiul respectiv. Principalele pericole asociate cu poluarea aerului în interiorul sălilor de clasă sunt: mucegaiul, umiditatea, compuși organici volatili, CO₂, ș. a.

Fiecare om degajă aproximativ $18-25 \text{ Lh}^{-1}$ de CO_2 (dioxidului de carbon) prin respirație. Astfel într-o clasă, cu multe ore de curs fără pauză, sau fără ventilație, duce la creșterea CO_2 . Problema calității aerului în instituțiile de învățământ este destul de actuală, aceasta se explică prin implementarea a diferitor proiecte de cercetare [1-5, 12].

Respectarea standardelor sanitare și igienice [6-8] este principala cerință pentru sistemele de asigurare a microclimatului. Sistemele de încălzire, ventilare și de condiționarea aerului influențează la situația calității aerului în încăperi. Sistemele sunt proiectate astfel pentru a menține temperatura interioară (t_i), umiditatea relativă (ϕ) și poluanții atmosferici într-un spațiu la niveluri admisibile, sigure și confortabile reglementate de norme [9-11], astfel normele prevăd:

- numărul de schimburi de aer /debitul de aer specific: 2 schimburi de aer dar nu mai puțin de $20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ pentru auditorii și săli de clasă la o persoană pe oră; $80 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ pentru săli de sport la o persoană pe oră; $20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ pentru unitati de catering la o persoană pe oră;

- t_i a aerului minim $16 \text{ }^\circ\text{C}$ și maxim $22 \text{ }^\circ\text{C}$;
- nivelul maxim de zgomot admis - 110 dB
- concentrația de CO_2 - nu mai mult de $1 \text{ L} \cdot \text{m}^3^{-1}$ de aer.

În scopul determinării stării reale și a calității aerului în sălile de studii au fost efectuate cercetări experimentale în incinta blocului de studii al Facultății de Urbanism și Arhitectură a Universității Tehnice a Moldovei. Clădirea dată inițial a fost dotată cu sistemele de ventilare/climatizare, dar cu regret actualmente acestea nu funcționează, funcționează doar sistemul de încălzire.

Metodologia studiilor experimentale

Ca obiect de studiu s-a ales auditoriu 9-242, care reprezintă încăperea de laborator dotată cu sistem de ventilare mecanică prin refulare-aspirație cu recuperator de căldură.

Experimental au fost măsurate următorii parametri:

- dioxid de carbon al aerului interior CO_2 ;
- umiditatea relativă a aerului interior (ϕ);
- temperatura interioara a încăperii (t_i).

Parametrii aerului au fost mășurați cu ajutorul aparatului Testo 440 în perioada de tranziție și începutul sezonului de încălzire.

Mășurările au fost efectuate pentru următoarele condiții:

- la nefuncționarea sistemului de ventilare, cu geamuri și uși închise ale încăperii;
- aerisirea încăperii prin deschiderea geamurilor și ușilor în timpul pauzelor;
- la funcționarea sistemului de ventilare în timpul pauzelor, cu geamuri și uși închise ale încăperii.

Rezultatele cercetării

Mășurările sau efectuat în perioada septembrie-decembrie în 3 puncte ale încăperii, a câte 3 ori la fiecare punct, la cotele 1.200 m . și 1.600 m . Câteva rezultate ale măsurărilor efectuate sunt prezentate în Tab. 1-3 și Fig. 1. În tabele sunt indicate valori medii ale măsurărilor.

Din analiza rezultatelor obținute Tab.1-3 putem constata că temperatura interioară medie variază între $16-21^\circ\text{C}$ ceea ce corespunde normelor în vigoare. Umiditatea relativă la nefuncționarea sistemului de ventilare variază este $29-49 \%$ și la fel este în limitele admisibile. Dar la deschiderea geamurilor valorile umidității relative puțin depășesc normele admisibile de 65% din cauza umidității înalte în mediul exterior. În același timp în lipsa sistemului de ventilare se poate observa creșterea concentrației de CO_2 pe parcursul orelor din cauza prezenței sursei de emanare a noxelor, a oamenilor. Cît mai mare este numărul de elevi respectiv mai mare este concentrația.

Din analiza Tab. 2 se poate constata că aerisire naturală a încăperii micșorează concentrația de CO₂ și poate fi recomandată la un număr mic de persoane în auditoriu pentru perioada de vară și tranziție la temperaturi corespunzătoare a aerului exterior. Pentru perioada rece a anului deschiderea în pauză a ferestrelor va duce la micșorarea temperaturii aerului interior și pierdere a energiei termice. Deci, o soluție eficientă va fi funcționarea periodică a sistemului de ventilație mecanică, aceasta demonstrează rezultatele măsurărilor din Tab.3.

Tabelul 1

**Parametrii aerului la nefuncționarea sistemului de ventilație, cu geamuri și ușa închisă,
data 21.10.2022**

Nr.	Ora de măsurare	H= 1.200m			H=1.600m			Numărul de persoane
		CO ₂ , ppm	φ, %	t°, C	CO ₂ , ppm	φ, %	t°, C	
1	8.00	620	49	16,4	700	49	16,8	0
2	9.45 (1 pereche)	1283	46,8	17,5	1430	46	17,9	15
3	11.20 (2 pereche)	1570	43,2	19,6	1735	44,7	19,4	8
4	13.00 (3 pereche)	1970	44,2	20,1	1996	44,9	20,4	8

Tabelul 2

**Parametrii aerului la aerisirea încăperii prin deschiderea a 2 geamuri la pauză (10 minute),
data 11.11.2022**

Nr.	Ora de măsurare	H= 1.200m			H=1.600m			Numărul de persoane
		CO ₂ , ppm	φ, %	t°, C	CO ₂ , ppm	φ, %	t°, C	
1	8.00	788	64,3	14,8	823	64,2	14,8	0
2	9.35 (1 pereche)	1534	65,7	15,5	1549	66,4	15,5	15
3	9.44-9.54 aerisire - 10 minute	1104	65,7	15,4	1118	66,4	15,3	0
4	11.12 (2 pereche)	1776	66,3	16	1800	67,2	16	8
5	11.24-11.34 aerisire 10 minute	1046	62,5	15,6	1059	66,4	15,5	0

Tabelul 3

**Parametrii aerului la funcționarea sistemului de ventilație la pauză (10 minute) data
02.12.2022**

Nr.	Ora de măsurare	H= 1.200m			H=1.600m			Numărul de persoane
		CO ₂ , ppm	φ, %	t°, C	CO ₂ , ppm	φ, %	t°, C	
1	9.35	977	29,2	21,5	993	31,3	21,5	13
2	9.38-9.48 10 minute - sistemul de ventilație	484	32,3	26,7	32,3	32,5	26,7	0
3	11.25	1479	34,4	21,5	1490	38,4	22,0	8
4	11.25-11.35 (10 minute ventilator)	940	30	21,7	943	30,4	22,0	0

În lipsa unei surse de ventilare constantă pe parcursul zilei s-a depășit limita de CO₂ peste 1900 ppm după finisarea a 3 ore academice. Este evident cât de rapid crește concentrația de CO₂ pe parcursul zilei. În graficul din Fig. 1 se poate vedea foarte simplu că putem îmbunătăți calitatea aerului ce-l respirăm printr-un simplu obicei de deschidere a tuturor ferestrelor în timpul pauzei, în deosebi în perioada de tranziție deoarece scăderea temperaturii ambientale este minoră, valori care sunt indicate în Tab.2. Utilizarea sistemului de ventilare mecanică este cea mai benefică metotă de asigurare a calității aerului interior.

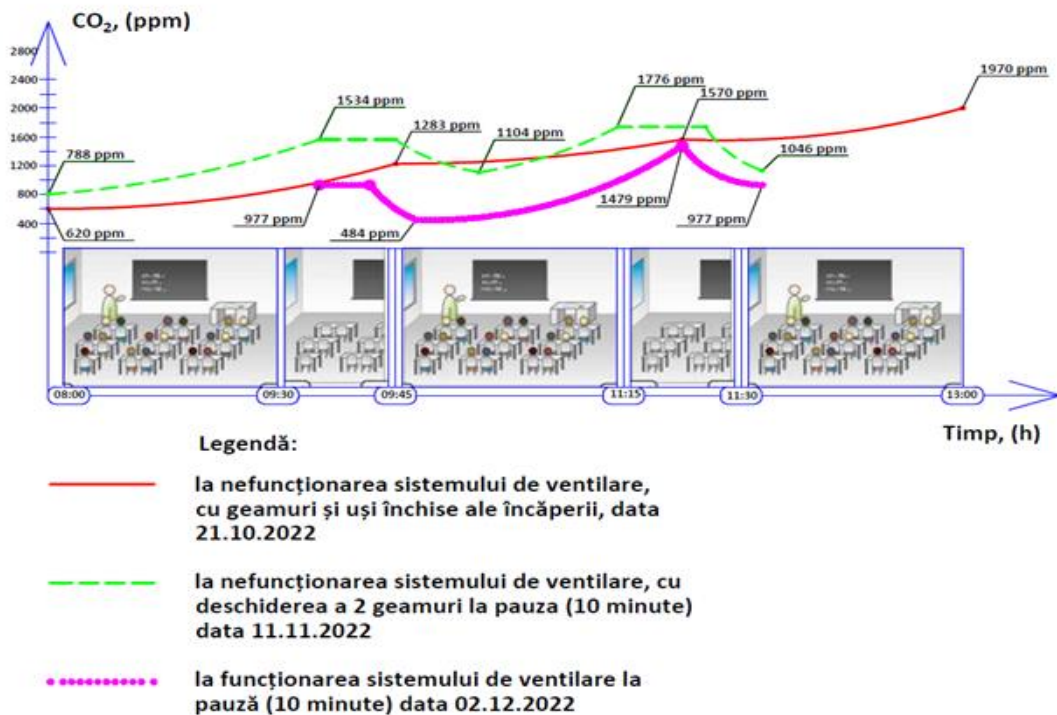


Figura 1. Variația concentrației de CO₂ la H=1.200 m

Concluzii

Ce fel de aer, ce prospețime și puritate este, cald sau rece pentru o persoană într-o cameră depinde în mare măsură de sistemele de inginerie special concepute pentru a asigura confortul aerului. În lipsa unor sisteme de ventilare mecanică centralizate sau descentralizate, deschiderea completa a ferestrelor timp de 10 minute, poate fi o metodă prin care calitatea aerului se păstrează la nivele rezonabil, numai în perioada de tranziție și vară însă pe perioada de iarna se formează curenți de aer care pot îmbolnăvi copiii. În plus la acesta, ca dezavantaj care nu ne permite să păstrăm geamurile deschise în timpul orelor este nivelul ridicat de zgomot în exterior.

Este benefică dotarea sălilor de clasă cu dispozitiv de monitorizare a concentrației de CO₂ din aer. Din cauza adaptării organismului la mediul din încăperea, creșterea nivelului de CO₂ nu este percepută de organismul uman.

Microclimatului interior și calitatea aerului pot fi asigurate doar la o funcționare a sistemelor de încălzire și ventilare corect proiectate și exploatate.

Referințe

1. scolisanatoase.ro <https://www.doctormit.ro/proiectul-scoli-sanatoase/>
2. www.cerespiro.ro <https://www.cerespir.ro/ventilatie-vs-calitate-educatie/>
3. www.aeer.md
4. [www.iqair.comhttps://www.iqair.com/ru/newsroom/air-pollution-and-co2-monitoring-in-schools](https://www.iqair.com/ru/newsroom/air-pollution-and-co2-monitoring-in-schools)

5. www.habr.com , <https://habr.com/ru/company/tion/blog/406383/>
6. СНиП 2-04-05.91. *Отопление, вентиляция и кондиционирование, Строительные нормы и правила*, Москва 1999.
7. Standard 62.1e2007. *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality* GA, USA: ASHRAE; 2007.
8. Indicativ I5-2010. *Normativ pentru proiectarea executarea și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare*. Ministerul Dezvoltării Regionale și Turismului, București 2011.
9. NCM C.01.12:2018. *Clădiri civile. Clădiri și construcții publice*. Ministerul Economiei și Infrastructurii, Chișinău 2018.
10. NCM C.01.01:2016. *Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor*. Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor, Chișinău 2016.
11. NCM C.01.03:2017. *Clădiri civile. Proiectarea construcțiilor pentru instituții de învățământ general*. Ministerul Economiei și Infrastructurii, Chișinău 2017.
12. Guțul V. G., Zaițev O., Colomieț T., Guțul V.I. *Calitatea aerului interior și eficiența energetică a clădirilor. Modul de curs pentru studii superioare de master și doctorat*. Chișinău 2020. ISBN 978-9975-3299-5-8. 189 p.