

Violeta FIRESCU

Design și ergonomie **Îndrumător de laborator**



Ergonomia mediului fizic

UTPRESS



CLUJ-NAPOCA, 2019
ISBN 978-606-737-405-6





Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
C.P. 42, O.P. 2, 400775 Cluj-Napoca
Tel.:0264-401.999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
<http://biblioteca.utcluj.ro/editura>

Director: Ing. Călin D. Câmpean

Recenzia: Conf.dr. Emilia Ciupan
Ș.l.dr.ing. Daniel Filip

Notă: Acest material reprezintă suportul parțial de laborator pentru modulul *Design și ergonomie*, predat la specializarea *Inginerie Economică Industrială*, domeniul *Inginerie și Management*.

Scopul materialului este de a prezenta, pentru uz didactic, cunoștințe existente privind proiectarea ergonomică a mediului de muncă.
În cadrul orelor de laborator va fi discutată aplicarea acestor cunoștințe în diferite domenii, prin exemple practice, exerciții și studii de caz.

Copyright © 2019 Violeta Firescu, Editura U.T.PRESS

Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-405-6

Cuprins

Generalități.....	5
1. Ergonomia, știință interdisciplinară	5
2. Ce înseamnă proiectare ergonomică?	6
3. Domeniile ergonomiei	6
4. Câteva ramuri ale ergonomiei	8
5. Proiectarea ergonomică a mediului fizic.....	9
Proiectarea și evaluarea mediului vizual.....	10
Obiective	10
Timp estimat.....	10
Mod de desfășurare.....	10
Mod de evaluare a activității studenților	10
Suport teoretic.....	11
1. Proiectarea mediului vizual.....	11
2. Informații generale	12
Lumina	12
Noțiuni de fotometrie: iluminat, luminanță și reflectanță	12
Surse de lumină	14
Noțiuni privind perceperea mediului vizual: culoare, contrast și strălucire	15
3. Măsurători fotometrice	16
Descrierea aparatului.....	16
Modul de utilizare a aparatului	17
4. Metodologia de măsurare a mediului vizual	18
Iluminatul mediu în încăpere	18
Iluminatul mesei de lucru	19
Alte măsurători.....	20
5. Evaluarea mediului vizual.....	20
6. Întrebări	21
Știați că... ..	21
Studiu de caz	22
Recapitulare.....	24
Evaluarea performanței	24
Bibliografie suplimentară	24
Proiectarea și evaluarea mediului termic.....	25
Obiective	25
Timp estimat.....	25
Mod de desfășurare.....	25

Mod de evaluare a activității studenților	25
Suport teoretic	26
1. Proiectarea mediului termic	26
2. Informații generale	26
Variabile ce descriu mediul termic	26
Variabile ce determină reacția organismului uman la mediul termic	28
3. Efectele mediului termic asupra organismului uman	30
4. Măsurători de microclimat	31
Descrierea aparatului	31
Modul de utilizare a aparatului	32
5. Metodologia de măsurare a mediului termic	33
6. Evaluarea mediului termic	33
Evaluarea mediilor termice calde	33
Evaluarea mediilor termice reci	34
Evaluarea mediilor termice moderate	34
7. Întrebări	36
Știați că... ..	36
Studiu de caz	37
Recapitulare	39
Evaluarea performanței	39
Bibliografie suplimentară	39
Proiectarea și evaluarea mediului sonor	40
Obiective	40
Timp estimat	40
Mod de desfășurare	40
Mod de evaluare a activității studenților	40
Suport teoretic	41
1. Proiectarea mediului sonor	41
2. Informații generale	41
Sunet și zgomot	41
Măsurarea sunetelor	43
3. Efectele zgomotului asupra factorului uman	44
Efectul zgomotului asupra comunicării	44
Efectele zgomotului asupra performanței	45
Efectele zgomotului asupra sănătății	45
4. Măsurători acustice	46
Descrierea aparatului	46
Modul de utilizare a aparatului	46
5. Metodologia de măsurare a sunetelor	48
6. Evaluarea mediului sonor	51
7. Întrebări	51
Știați că... ..	51
Studiu de caz	52

Recapitulare.....	53
Evaluarea performanței.....	53
Bibliografie suplimentară.....	54
Proiectarea și evaluarea mediului fizic – expunerea la vibrații	55
Obiective	55
Timp estimat.....	55
Mod de desfășurare.....	55
Mod de evaluare a activității studenților	55
Suport teoretic.....	56
1. Informații generale	56
Aspecte privind vibrațiile	56
Vibrațiile și expunerea corpului uman la vibrații.....	56
2. Analiza efectelor vibrațiilor	58
3. Efectele vibrațiilor asupra factorului uman.....	59
Efectele vibrațiilor asupra sănătății	59
Efectele vibrațiilor asupra performanței.....	59
4. Considerente legate de limitele expunerii la vibrații	60
5. Întrebări	62
Știați că... ..	62
Exercițiu	63
Recapitulare.....	64
Evaluarea performanței	64
Bibliografie suplimentară	64
Proiectarea mediului fizic, legislația SSM și standardul ISO 45001:2018	65

Generalități

1. Ergonomia, știință interdisciplinară

Ergonomia este o știință care a evoluat și evoluează o dată cu dinamica lumii în care trăim. Schimbările apărute în domeniul muncii și problemelor sociale au determinat ca atenția ergonomiei să se concentreze spre diferite domenii. Definiția ergonomiei s-a extins de-a lungul timpului, astfel:

- *studiul științific al relației dintre om și mediul său de muncă (1949)*
- *disciplina științifică preocupată de înțelegerea interacțiunilor dintre oameni și celelalte elemente ale sistemului și profesia care aplică teorii, principii, date și metode, pentru proiectarea în scopul optimizării stării de bine și împlinire a ființei umane și atingerii performanței totale a sistemului (2000, Asociația Internațională de Ergonomie).*

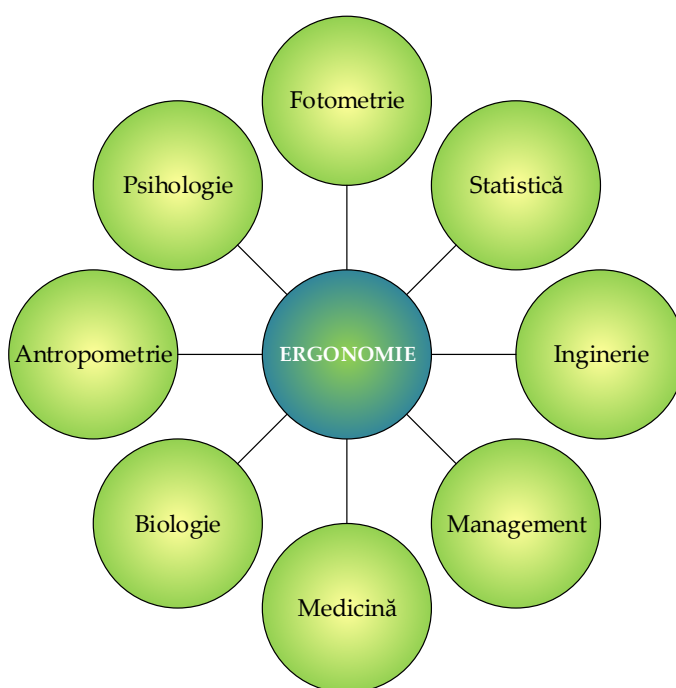


Figura 1.1. Științe conexe ergonomiei

Așa cum se observă în figura 1.1, ergonomia este o știință interdisciplinară, folosind informații din numeroase discipline în cadrul analizelor complexe privind munca.

2. Ce înseamnă proiectare ergonomică?

Formarea unei echipe interdisciplinare de proiectare, ergonomistul fiind mediator între reprezentanții angajaților/ clienților și inginerii proiectanți.



Rolurile ergonomistului în cadrul echipei interdisciplinare sunt¹:

- expert – este membrul echipei cu experiența și cunoștințele necesare pentru rezolvarea problemelor de muncă,
- sfătuitor – oferă recomandări pentru selecțiile tehnice, organizatorice, umane și sociale din cadrul organizației,
- observator – face investigații “pe teren”; observă și înțelege procesul de muncă, putând apoi să formuleze ipoteze,
- supraveghetor – contribuie la menținerea funcționării optime a sistemului,
- promovator al schimbării – “muncește pentru viitor”, oferind soluții cu impact pe termen lung în organizație,
- agent politic – ergonomistul trebuie să se integreze și să fie mediatorul unei echipe ai cărui membri au interese și tipuri de putere diferite.

3. Domeniile ergonomiei

Specialistul în ergonomie trebuie să se asigure că echipa de proiectare are în vedere nevoile reale ale utilizatorilor, iar pentru realizarea acestui deziderat, fiecare domeniu al ergonomiei contribuie cu abordări specifice:

- *Ergonomia tradițională*, domeniul ergonomiei fizice, se concentrează pe studiul omului în strânsă legătură cu mediul de muncă. Domeniul analizează interacțiunile ce apar între

¹ Christol J., Mazeau M., “Le métier d’ergonome”, *Performances Humaines et Techniques*, 60, 18-25, sept.-oct. 1992.

componentele sistemului și vizează proiectarea echipamentelor și spațiilor de muncă pentru a se potrivi omului, astfel încât să-i ofere confort, securitate și protejarea sănătății.

- *Ergonomia cognitivă* studiază omul în strânsă legătură cu capacitatea psihică de a utiliza tehnologia. Domeniul analizează modul în care omul percepe și răspunde stimulilor primiți din mediul extern și vizează pe de o parte proiectarea tehnologiei pentru a se potrivi caracteristicilor umane mentale, iar pe de altă parte instruirea personalului pentru utilizarea tehnologiei.
- *Ergonomia organizațională* studiază interacțiunea om – mediu ca fiind mai mult decât ceea ce poate fi exprimat printr-o analiză simplă, directă, a părților componente ale sistemului. Domeniul vizează armonizarea interacțiunii om-sistem prin înțelegerea nevoilor umane și a factorilor motivatori.

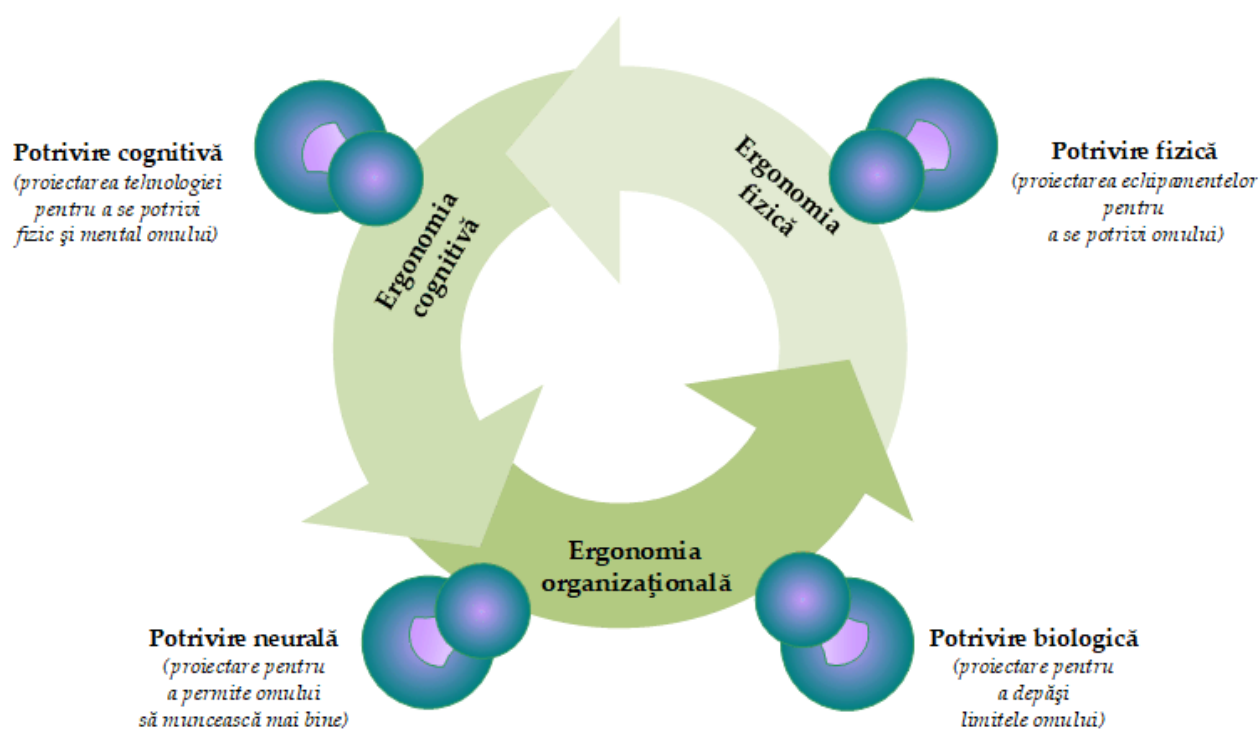


Figura 1.2. Domeniile ergonomiei

Așa cum se observă în figura 1.2, debutul ergonomiei a avut în vedere *potrivirea fizică*, cu focalizare pe proiectarea tehnologiei pentru a se potrivi mai bine omului.

Ulterior a devenit necesară *potrivirea cognitivă*, prin proiectarea tehnologiei pentru a corespunde fizic și mental omului și prin concentrarea spre factorul uman și cu focalizare pe instruirea/ perfecționarea angajaților.

Atenția s-a îndreptat apoi spre *potrivirea neurală*, prin proiectarea cu scopul de a permite omului să muncească mai bine, concentrarea fiind îndreptată pe întregul sistem și asigurarea capacității acestuia de a face față evenimentelor nefavorabile pe termen lung.

Diversitatea în problemele abordate de ergonomie s-a aprofundat apoi prin îndreptarea atenției spre *potrivirea biologică*, cu focalizare pe proiectarea cu scopul de a depăși limitele umane. Această a patra etapă în dezvoltarea ergonomiei implică modificarea caracteristicilor umane fizice și psihice, cu scopul maximizării eficacității, creșterii capacității umane și depășirii limitelor factorului uman.

4. Câteva ramuri ale ergonomiei

Dicționarul de ergonomie² prezintă o serie de ramuri ale ergonomiei, prezentate succint în figura 1.3.

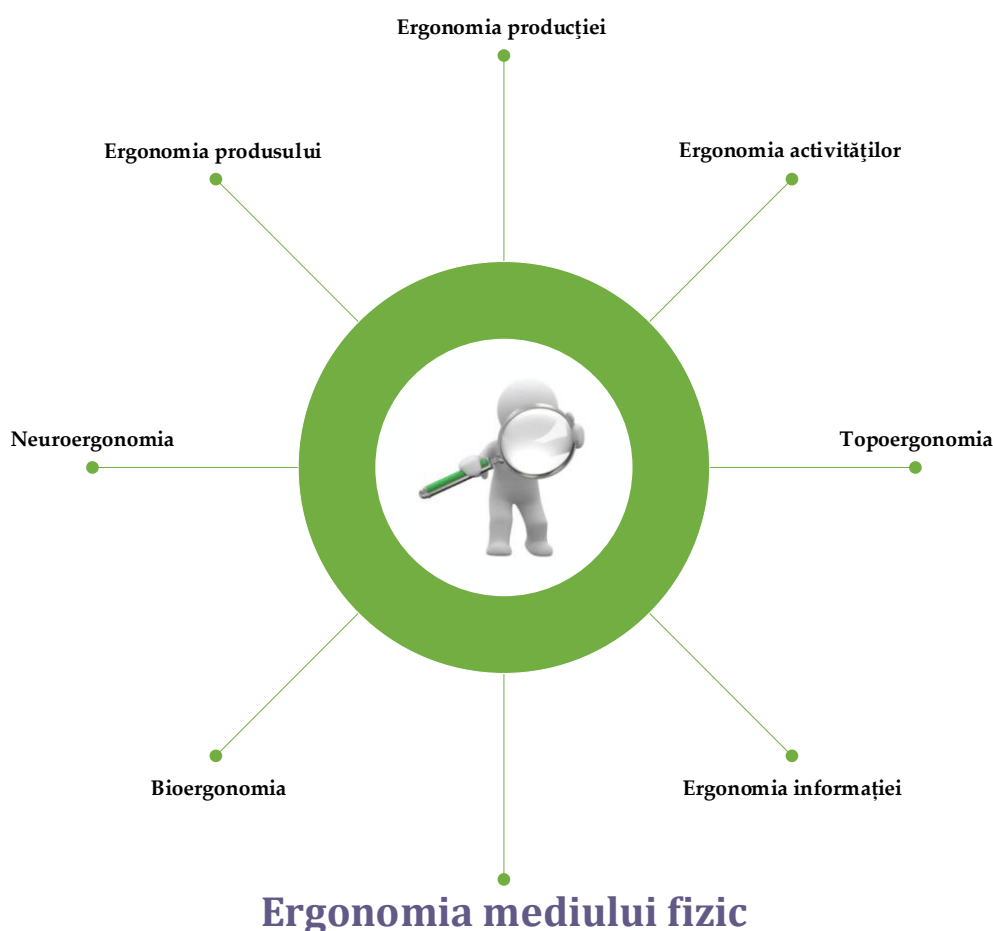


Figura 1.3. Ramurile ergonomiei

² Roșca C. (coord.), *Dicționar de ergonomie*, Ed. CERTI, Craiova, 1997.

Ergonomia producției: studiază *succesiunea sarcinilor de muncă* sub aspectul abilităților fizice și mentale ale operatorului

Ergonomia activităților: studiază sarcina de muncă sub aspect *fiziologic și igienic*

Bioergonomia: studiază *comportamentul organismului în timpul muncii*, oboseala, repausul și regimul de muncă

Neuroergonomia: studiază posibilitățile de a utiliza cunoștințele existente despre performanța umană și funcțiile creierului pentru a proiecta sisteme sigure și eficiente

Topoergonomia: studiază componentele locului de muncă din punct de vedere *antropometric și al factorilor de ambianță fizică*; proiectarea dimensională a mașinilor, organelor de comandă și locurilor de muncă.

Ergonomia produsului: orientată spre *studiul caracteristicilor* pe care produsele trebuie să le aibă pentru a se potrivi mai bine utilizatorilor

Ergonomia informației: studiază, apelând la logică și psihologie, *procesele de percepere, cunoaștere, gândire și decizie*; proiectarea cu scopul ca percepția senzorială a informației să fie cât mai clară, și rapidă.

Ergonomia mediului de lucru (fizic): studiază *factorii de mediu* (iluminat, microclimat, zgomot și vibrații) sub aspectul *sănătății și securității locului de muncă*

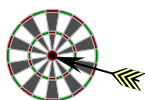
5. Proiectarea ergonomică a mediului fizic

Pentru proiectarea, analiza și evaluarea mediului fizic de muncă au fost dezvoltate metodologii *standardizate*, care vizează:

- măsurătorile fotometrice și evaluarea mediului vizual
- măsurătorile de microclimat și evaluarea mediului termic
- măsurătorile acustice și evaluarea mediului sonor
- evaluarea vibrațiilor.

Proiectarea și evaluarea mediului vizual

Obiective



După parcurgerea lucrării studenții vor fi capabili:

- ☒ să identifice aspectele de interes pentru proiectarea și analiza mediului vizual
- ☒ să aplice metodologia de măsurare a parametrilor fotometrici
- ☒ să utilizeze luxmentrul, aparat pentru măsurarea iluminatului
- ☒ să evalueze mediul vizual într-un sistem de muncă

Timp estimat



Pentru managementul timpului:

- ⌚ pregătire laborator: 15 minute
- ⌚ discutare temă laborator: 30 minute
- ⌚ realizare de măsurători: 30 minute
- ⌚ discuții comparative și studiu de caz: 40 minute

Mod de desfășurare



- ✂ se recapitulează aspectele teoretice discutate la curs
- ✂ se discută metodologia de utilizare a aparatului
- ✂ studenții se grupează în echipe de 3-4 membri și aplică teoria în practică

Mod de evaluare a activității studenților



Se vor acorda note pentru:

activitatea individuală la ora de laborator N_I (50%) și activitatea de echipă N_E (50%).

Suport teoretic



ERGONOMIA MEDIULUI VIZUAL

1. Proiectarea mediului vizual

Mediul vizual poate fi definit ca totalitatea punctelor care la un moment dat sunt percepute de către ochi. Informațiile primite prin intermediul vederii sunt extrem de importante în desfășurarea activităților, iar modul în care acestea sunt percepute influențează: confortul, sănătatea, siguranța și eficiența factorului uman.

O bună proiectare a mediului vizual poate conduce la creșterea calității și productivității sistemului de muncă, la îmbunătățirea performanței și confortului uman³. Calitatea iluminatului depinde nu doar de numărul surselor de lumină și poziționarea lor, ci și de tipul acestora.

Ochiul se poate adapta la diferite niveluri de lumină, însă pentru fiecare activitate a fost stabilit prin standard un nivel recomandat pentru cantitatea de lumină necesară astfel încât desfășurarea activității să nu aibă consecințe negative asupra omului.

În proiectarea mediului vizual se iau în considerare: activitatea, recomandările standardului privind iluminatul mediu și al zonei de lucru, reflectanțele suprafețelor înconjurătoare, sursele de lumină – amplasarea, numărul și caracteristicile lor, contrastele și strălucirile ce apar în câmpul vizual, dar și cromatica mediului fizic de lucru.

³ Helander M., *A Guide to the Ergonomics of Manufacturing*, Taylor&Francis, 1995, p. 79.

2. Informații generale

Lumina

Lumina și fenomenele luminoase sunt studiate de optică⁴, ramură a fizicii care cercetează proprietățile și natura luminii, modul de producere și legile propagării ei. Lumina este acea radiație electromagnetică ce poate fi percepută de sistemul vizual uman, caracterizată prin lungimi de undă între 380 nm și 780 nm. Radiațiile caracterizate prin lungimi de undă în afara intervalului de vizibilitate sunt ultravioletele și radiațiile infraroșii. Ochiul distinge culorile datorită lungimilor de undă diferite. Sensibilitatea ochiului este maximă pentru culoarea verde-gălbui (550 nm), scăzând spre extremitățile spectrului: regiunea violetă (400 nm) și regiunea roșie (760 nm).

Perceperea mediului vizual este așadar influențată de sistemul vizual uman și de caracteristicile spectrale ale luminii.

Noțiuni de fotometrie: iluminat, luminanță și reflectanță

Fotometria se ocupă cu măsurarea luminii prin intermediul senzației vizuale pe care o provoacă, stând la baza tehnicii iluminatului. Parametrii fotometrici sunt prezentați în tabelul 2.1. Dintre aceștia, de interes pentru evaluarea mediului vizual, sunt iluminatul și luminanța.

Cantitatea de lumină ce cade pe o suprafață, *iluminatul*, poate proveni direct de la sursele de lumină sau indirect, prin reflectarea de pe alte suprafețe (pereți, tavan, obiecte din jur). Iluminatul direct variază în funcție de mai mulți factori⁵:

- Cantitatea de energie emisă de sursele de lumină;
- Numărul surselor de lumină;
- Poziționarea surselor de lumină⁶.

⁴ Optikos, în greacă, înseamnă “relativ la vedere”.

⁵ Osborne D., *Ergonomics at Work: Human Factors in Design and Development*, John&Wiley Sons Ltd, third edition, Chichester, England, 1995, p.336.

Tabelul 2.1. Parametri fotometrici⁷

Parametru fotometric	Definiție	Unitate de măsură (simbol)	Relația cu unitatea fotometrică fundamentală (cd)	Relația cu unitatea energetică (W)
Intensitate luminoasă	Cantitatea de lumină emisă de o sursă punctiformă.	candelă (cd)	-	W/sr
Flux luminos	Energia transportată de unda luminoasă în unitatea de timp, evaluată în funcție de senzația vizuală.	lumen (lm)	cd·sr	W
Iluminat	Cantitatea de lumină ce cade pe unitatea de suprafață.	lux (lx)	cd·sr/m ²	W/m ²
Luminanță	Cantitatea de lumină emisă de suprafață.	-	cd/m ²	W/sr·m ²

Luminanța este parametrul care măsoară lumina emisă de o suprafață. Termenul se referă atât la lumina reflectată de diferite suprafețe cât și la lumina emisă de monitoare (monitorul calculatorului sau televizorului emit lumină ce are aceleași caracteristici ca și lumina reflectată⁸).

Reflectanța, măsură a luminii absorbite de o suprafață, are valori cuprinse între 0 și 1. Practic nu există suprafețe care să reflecte perfect lumina. Oglinzile, obținute prin depunerea unei pelicule de metal pe o suprafață de sticlă, pot avea cel mult reflectanța unui corp metalic lustruit (0,9). O foaie albă de hârtie are o reflectanță de 0,85, în timp ce o suprafață de culoare negru mat are reflectanța 0.

⁶ S-a demonstrat că există două legi la care se supune iluminatul: "legea pătratului distanței": iluminatul variază invers proporțional cu pătratul distanței dintre sursă și suprafață și "legea cosinusului": iluminatul variază proporțional cu cosinusul unghiului format de direcția sursei de lumină cu suprafața.

⁷ Prelucrat după Bunget I., coord, *Compendiu de fizică*, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1988, p.517.

⁸ Helander M., *op.cit.*, p. 79.

Aparatul ce poate fi utilizat pentru măsurarea iluminatului este luxmetrul, unitatea de măsură în S.I. pentru iluminat fiind luxul (lx). Ghidurile de proiectare furnizează valoarea iluminatului recomandat pentru diferite tipuri de activități (tabelul 2.2).

Tabelul 2.2. Iluminatul recomandat pentru diferite activități

Tipul activității	Exemplu	Iluminatul recomandat (lx)
Normală	Sarcini vizuale ocazionale	80 – 170
	Împachetare	200 – 300
De precizie moderată	Asamblare fără precizie	200
	Muncă de birou cu calculator	300
De precizie, contrast mediu	Muncă de birou (scris/ citit)	500
	Asamblare de precizie	1000
De precizie ridicată, contrast ridicat, implică control vizual	Control, detalii foarte mici	2000
	Stomatologie	2000
	Operații chirurgicale	10000

Luminanța unei suprafețe, măsurată în cd/m^2 , poate fi măsurată utilizând un fotometru sau poate fi calculată făcând diferența între cantitatea de lumină primită de suprafață (iluminatul ei) și cea absorbită de ea (reflectanța ei). Formula de calcul este:

$$\text{luminanța}(\text{cd/m}^2) = \frac{\text{iluminatul}(\text{lx}) \times \text{reflectanța}}{\pi}$$

Surse de lumină

Sursele de lumină sunt importante în proiectare deoarece determină caracteristicile calitative și cantitative ale luminii. Ele se deosebesc în principal prin modul în care energia luminoasă este produsă. Există surse de lumină naturală⁹ și surse de lumină artificială.

⁹ Singura sursă de lumină naturală de interes pentru analiza unui sistem de muncă este Soarele, sursă de lumină incandescentă. Surse de lumină naturale cu descărcare sunt licuricii, aurora boreală, diferite

Sursele de lumină artificiale sunt de două tipuri, cu incandescență și cu descărcare, și prezintă câteva caracteristici economice (tabelul 2.3) prin care se deosebesc. Alegerea corectă a surselor de lumină trebuie să aibă în vedere cerințele vizuale ale activității desfășurate în mediul respectiv.

Tabelul 2.3. Comparație între sursele de lumină incandescente și cu descărcare

Caracteristică	Surse de lumină incandescente	Surse de lumină cu descărcare
Principiul de funcționare	Lumina este produsă de energia rezultată în urma reacțiilor dintre atomii unui filament (de obicei wolfram), prin încălzire la o temperatură ridicată	Lumina este produsă prin excitarea atomilor gazului fluorescent aflat în tub, de către arc electric format la trecerea curentului.
Randamentul luminos (%) (lumina produsă / energie consumată)	2 – 3	>20
Eficacitatea luminoasă (lm/W)	8 –23	50 – 200
Durata de viață (ore)	1000	6500
Emisie spectrală (culoarea luminii)	Dată de temperatura la care este încălzit filamentul, lumină caldă.	Dată de tipul gazului din interiorul tubului, de obicei lumină rece.

Noțiuni privind perceperea mediului vizual: culoare, contrast și strălucire

În perceperea mediului de lucru, alături de nivelul iluminatului și reflectanțele suprafețelor, sunt importante câteva aspecte care influențează confortul și eficiența. Relația obiectelor privite cu mediul înconjurător este descrisă de contrast și strălucire, în

specii de bacterii și pești în al căror corp se produc reacții chimice în urma cărora rezultă energie pe care o percepem ca lumină.

timp ce culoarea furnizează informații despre obiecte, având o influență psihologică în desfășurarea activității.

Perceperea *culorii* obiectelor este determinată atât de caracteristicile spectrale ale luminii reflectate de acestea, cât și de poziția și compoziția spectrală a surselor de lumină. Variațiile de intensitate ale luminii modifică culoarea¹⁰, ceea ce determină necesitatea alegerii atente a surselor de lumină în funcție de sarcinile de muncă.

Strălucirea¹¹ și contrastul¹² intervin în perceperea mediului vizual, influențând vizibilitatea și confortul vizual al observatorului, fiind la rândul lor influențate de tipul surselor de lumină. Eficiența unui sistem de iluminare artificial poate fi cuantificată cu ajutorul factorului de redare a contrastului (CRF) și a indicelui de redare a culorilor (CRI).

3. Măsurători fotometrice

Descrierea aparatului

Aparatul utilizat în cadrul lucrării de laborator pentru măsurarea iluminatului este luxmetrul 0500 (figura 2.1), instrument de măsurare conform cu EN 50081-1 și EN 50082-1. Intervalul în care aparatul poate realiza măsurători este 0 – 100000 lux.

Luxmetrul este compus dintr-un aparat la care se conectează, prin intermediul unei mufe (3) o celulă fotosensibilă cu silicon.

Părțile componente ale aparatului sunt:

1. buton On/Off, cu 3 funcții:

¹⁰ Demetrescu C., *Culoarea – suflet și retină*, Ed. Meridiane, București, 1966, p. 35.

¹¹ În urma iluminării unui obiect, radiația electromagnetică reflectată este percepută de retină și transmisă creierului sub formă de impuls nervos. *Strălucirea* este un aspect subiectiv al luminanței unei suprafețe și se referă la informațiile pe care creierul le primește în legătură cu aceasta. Este un fenomen subiectiv deoarece depinde de capacitatea fizică a receptorului vizual, de experiența observatorului și de strălucirea celorlalte suprafețe din câmpul vizual. Strălucirea devine orbitoare în cazul în care o porțiune a câmpului vizual este mai luminoasă decât nivelul de luminozitate la care ochiul s-a adaptat.

¹² *Contrastul* se referă la relația care există între luminanța unei suprafețe și luminanța suprafețelor înconjurătoare. Fără contrast, practic obiectele nu pot fi vizualizate, perceperea lor fiind influențată de raportul dintre luminanțe.

Hold – „menținerea”¹³ valorii măsurate;

On – pornirea măsurătorii;

Off – oprirea măsurătorii.

2. ecran de afișare;

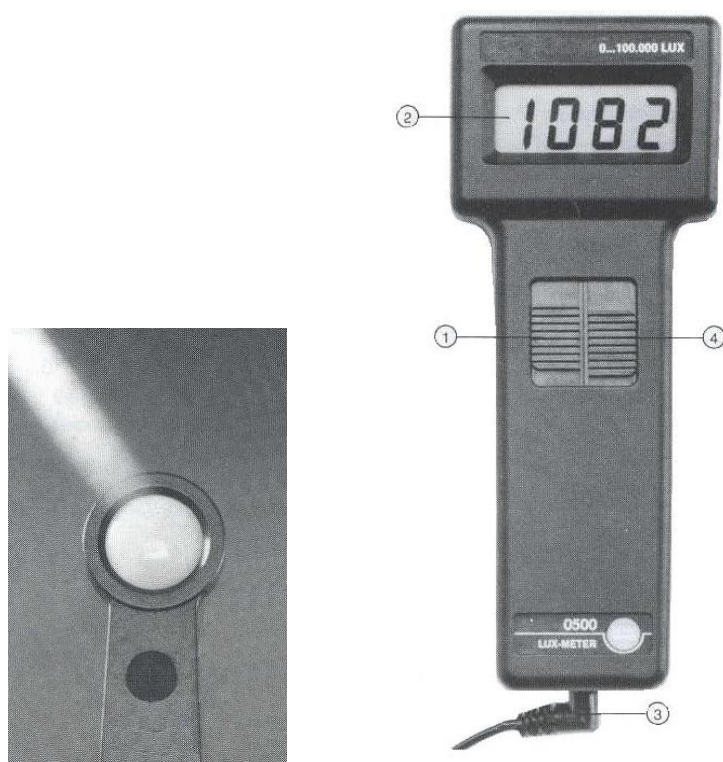
3. senzor de lumină (celulă fotosensibilă cu silicon);

4. buton pentru selectarea intervalului de măsurare:

20000... 100000 lx, valoarea afișată se înmulțește cu 100;

2000... 20000 lx, valoarea afișată se înmulțește cu 10;

0... 2000 lx, aparatul afișează valoarea iluminatului.



Celulă fotosensibilă cu silicon

Figura 2.1. Luxmetrul 0500

Modul de utilizare a aparatului

Luxmetrul 0500 poate fi utilizat pentru măsurarea iluminatului în condiții de temperatură de 0 – 50°C și umiditate relativă de 0 – 85%.

¹³ Cantitatea de lumină ce cade pe celula fotosensibilă (iluminatul) variază în timp, funcția *hold* permițând menținerea valorii afișate

Etapele realizării de măsurător¹⁴:

1. pornirea aparatului prin comutarea butonului 1 în poziția de mijloc;
2. alegerea intervalului de măsurare, cu ajutorul butonului 2, în funcție de scopul măsurătorii;
3. poziționarea celulei fotosensibile în poziție orizontală, la o înălțime de 0,85 m (nivelul mesei);
4. valoarea iluminatului în punctul respectiv va apărea afișată pe ecran.

Observații:

1. dacă valoarea indicată de aparat este 1, intervalul de măsurare nu a fost bine ales.
2. este indicat ca specialistul să se poziționeze astfel încât să nu influențeze valorile măsurate.

4. Metodologia de măsurare a mediului vizual

Măsurarea mediului vizual urmează unei etape în care specialistul a discutat cu ocupanții spațiului de muncă și a identificat sarcinile de muncă desfășurate și posibilele probleme de natură vizuală.

Pentru măsurarea obiectivă a mediului vizual sunt necesare: calculul iluminatului mediu în încăpere, măsurarea iluminatului mesei de lucru și a zonelor adiacente acesteia, dar și alte posibile măsurători.

Iluminatul mediu în încăpere

Metoda prezentată în continuare poate fi utilizată pentru calculul iluminatului mediu în încăpere și oferă o precizie de 90%. Etapele metodei sunt:

1. se determină dimensiunile încăperii: lungime (L), lățime (l) și înălțime (h);
2. se trasează planul la scară al încăperii, într-o secțiune paralelă cu tavanul;
3. se notează pe planul încăperii poziția surselor de lumină;
4. se calculează numărul minim de puncte de măsurare astfel:

¹⁴ Cărean M., Cărean Al., *Principii și metode ergonomice de proiectare și analiză*, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 2001, p. 128-131.

Se compară dimensiunile L și l .

Dacă $L \approx l$, încăperea poate fi considerată pătrată, se calculează raportul L/h și se alege din tabelul 3 numărul minim de puncte de măsurare (N);

Dacă $L > l$, încăperea nu poate fi considerată pătrată, se calculează raportul l/h , se determină conform tabelului 2.4 numărul minim de puncte de măsurare pentru încăperea pătrat (N'), care se înmulțește cu raportul L/l . Așadar, în acest caz, numărul minim de puncte de măsurare este $N = N' \cdot L/l$.

Tabelul 2.4. Stabilirea numărului minim de puncte de măsurare¹⁵

Raportul dimensiune (L, l) / înălțime (h)	<2	2 – 4	4 – 6	>6
Numărul minim de puncte de măsurare	4	9	16	25

5. pentru creșterea preciziei măsurătorilor, numărul minim de puncte de măsurare poate fi crescut. Dublând numărul de puncte de măsurare, precizia măsurătorii crește la 95%.

6. se împarte planul încăperii în atâtea „pătrate” câte puncte de măsurare s-au calculat anterior.

7. se stabilește centrul fiecărui „pătrat”, atât pe planul schițat al încăperii cât și imaginar, în încăpere.

8. se realizează măsurători ale iluminatului plasând celula fotosensibilă a aparatului în centrul fiecărui „pătrat” al încăperii și se notează pe schiță valorile măsurate.

9. se calculează iluminatul mediu în încăpere, ca medie aritmetică a valorilor înregistrate pe planul încăperii.

Iluminatul mesei de lucru

Etapele care pot fi urmate pentru determinarea iluminatului mesei de lucru sunt:

1. se schițează planul la scară al mesei de lucru, inclusiv diferitele obiecte amplasate pe masă;

¹⁵ Prelucrare după Cărean M., Cărean A., *op.cit.*, p. 130.

2. se determină zona de lucru și se notează poziția surselor de lumină;
3. se realizează măsurători ale iluminatului în diferite puncte ale mesei de lucru, atât în zona de lucru cât și în zone adiacente acestuia, operatorii ocupând poziția obișnuită de lucru.
4. se notează pe schița mesei valorile măsurate.

Alte măsurători

În funcție de natura sarcinilor de lucru și a organizării spațiului de muncă pot fi de interes alte măsurători, cum ar fi: luminanța diferitelor suprafețe, calculul reflectanțelor diferitelor suprafețe, notarea strălucirilor și contrastelor ce apar în zona de lucru.

5. Evaluarea mediului vizual

După realizarea măsurătorilor obiective ale iluminatului mediu în spațiul de lucru și iluminatului zonelor de lucru, se compară valorile măsurate cu valoarea recomandată de standard, corespunzătoare activității desfășurate. Se recomandă de asemenea verificarea rapoartelor ce descriu mediului vizual (tabelul 2.5).

Tabelul 2.5. Evaluarea mediului vizual¹⁶

Aplicabilitate	Raport	Valoare recomandată
Pentru masa de lucru	$\frac{\text{iluminatul minim}}{\text{iluminatul mediu}}$	$\geq 0,8$
Pentru zone adiacente celor de lucru	$\frac{\text{iluminatul zonei de lucru}}{\text{iluminatul zonei adiacente}}$	$\geq 0,3$
Pentru interior cu sistem de iluminare general	$\frac{\text{iluminatul mediu al tavanului}}{\text{iluminatul mediu al planului de lucru}}$	0,3...0,9
	$\frac{\text{iluminatul oricărei pereți}}{\text{iluminatul mediu al planului de lucru}}$	0,5...0,8
Pentru interior cu sistem de iluminare local	$\frac{\text{iluminatul zonei de lucru}}{\text{iluminatul zonei înconjurătoare}}$	< 3

¹⁶ Ibidem, p. 132.

6. Întrebări

1. Descrieți succint sursele de lumină din cadrul sistemului de muncă în care realizați măsurători.
2. Cum apreciați iluminatul mediu în sala de laborator, iluminatul meselor de lucru și reflectanțele diferitelor suprafețe, ca urmare a realizării de măsurători?
3. Utilizând valorile măsurate și recomandările pentru evaluarea mediului vizual, identificați problemele de natură vizuală și propuneți îmbunătățiri.

Știați că...



*** Lumina provenită de la diferite corpuri constituie agentul fizic care, prin intermediul retinei, ne ajută să vedem corpurile din jurul nostru, prin transformarea imaginii lor geometrice în senzații vizuale. Retina conține un număr mare de celule senzoriale care percep lumina, denumite conuri și bastonașe¹⁷. Ochiul normal percepe fără efort punctele situate la o distanță mai mare de 15 m. Pentru punctele situate între punctul remotum¹⁸ și punctul proximum¹⁹ are loc fenomenul de acomodare a ochiului, ce constă în bombarea cristalinului astfel încât imaginea obiectului să se formeze pe retină.²⁰

¹⁷ Celulele cu conuri, aproximativ 7 milioane ca număr, sunt specializate în perceperea luminii intense, din timpul zilei, fiind capabile să dea senzații diferite pentru culori diferite. În cazul scăderii intensității luminii, perceperea acestora se realizează cu ajutorul bastonașelor, aproximativ 130 milioane ca număr, care sunt incapabile să distingă culorile.

¹⁸ Punct aflat la distanță maximă față de ochi (15 m, pentru ochiul normal), care este perceput de retină fără efort

¹⁹ Punct aflat la distanță minimă față de ochi (10-15 cm la tineri și 25 cm la adulți), perceput de retină datorită acomodării

²⁰ Bunget I., coord, *op.cit.*, p. 502.

Studiu de caz



Conflict în biroul firmei GO

Sunteți consultant în domeniul performanței muncii. Ați fost solicitați de către firma GO să oferiți consultanță pentru evaluarea și reproiectarea mediului vizual în biroul de proiectare.

Din primele discuții cu reprezentantul firmei ați aflat că în cadrul biroului lucrează 6 persoane. În urmă cu două săptămâni a avut loc un incident în urma căruia firma a hotărât să solicite consultanță pentru evaluarea mediului vizual în birou.

Pe scurt: George, care lucrează la biroul 1 (vezi schița din figura 2.2), a hotărât ca, începând din acea zi, peste fereastra din spatele lui să fie trase jaluzelele verticale de culoare albastră. Și-a motivat alegerea prin faptul că, o dată cu venirea primăverii, “razele soarelui cad direct pe monitorul calculatorului și nu mai vede nimic”. Atmosfera creată a fost și pe placul lui Eugen, care lucrează la biroul 2 și care este catalogat de colegi “singuraticul”. Maria și Mihai, care lucrează la birourile 3 și 4, nu au avut obiecții privind schimbarea. În schimb, Ana și Cristian, ocupanții birourilor 5 și 6 s-au plâns că, începând de atunci, resimt la sfârșitul programului de lucru oboseală, dureri de ochi și uneori dureri în zona cefei.

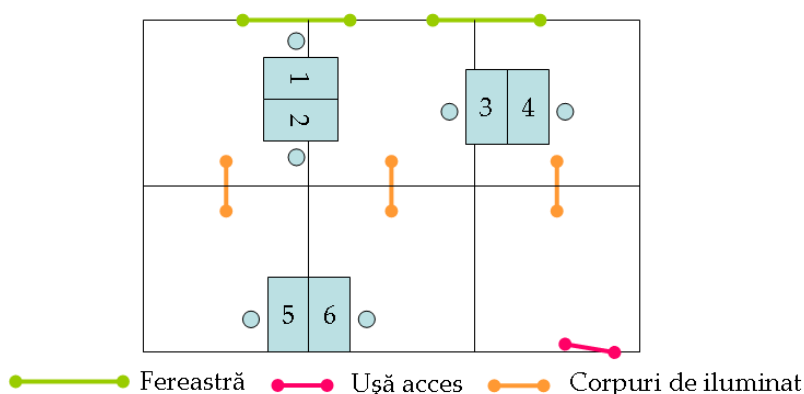


Figura 2.2. Schița biroului

Pentru soluționarea conflictului, în urmă cu o săptămână s-a apelat la o firmă care a realizat măsurători ale iluminatului mediu în birou și iluminatului meselor la care

lucrează cei nemulțumiți. Reprezentantul firmei GO v-a pus la dispoziție raportul ce cuprinde rezultatele studiului. Acestea sunt prezentate schematic în figura 2.3. Raportul specifică de asemenea faptul că măsurătorile au fost realizate la ora 12, când toți salariații erau la locurile de muncă, desfășurând activitatea în mod obișnuit; condițiile atmosferice de afară erau de cer înnorat, iar atunci când au fost realizate măsurătorile funcționau toate cele trei corpuri de iluminat (tuburi fluorescente cu neon).

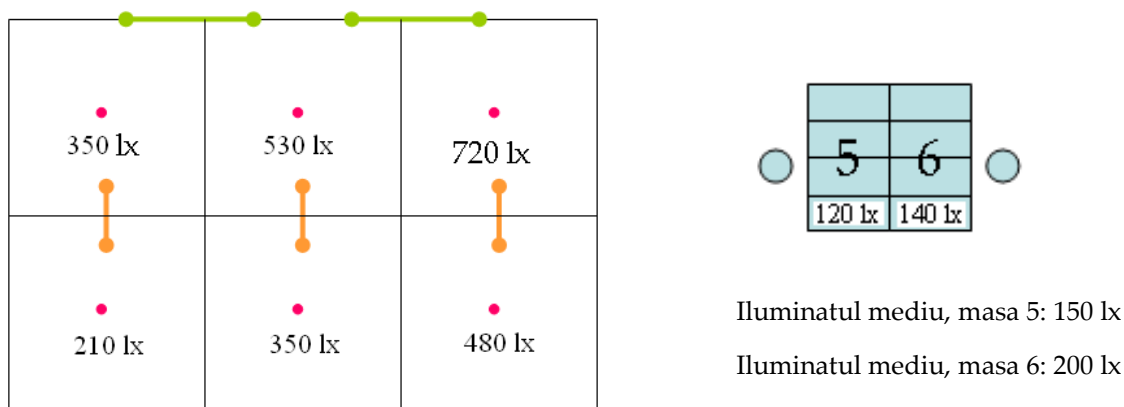


Figura 2.3. Valoarea iluminatului în punctele de măsurare

Prima vizită în biroul de proiectare v-a adus noi informații.

- ați aflat dimensiunile încăperii: $4 \times 6 \times 2,1$ (l*L*h) m³.
- de asemenea, ați aflat că George, Cristian și Mihai utilizează același program de proiectare și, în general, lucrează în echipă. Principala sarcină de muncă a Anei este "verificarea finală și îndosărirea rezultatelor proiectului", iar Maria și Eugen sunt responsabili de "negocierea cu clienții".
- referitor la estetica biroului, ați observat că pereții sunt zugrăviți în albastru deschis, iar mobilierul este mat, de culoarea stejarului. În spatele ocupantului biroului 5 sunt dulapuri cu uși metalice, de culoare neagră. Pardoseala este acoperită cu mochetă de culoare gri.

Probleme de dezbatere:

1. Pentru a evalua mediul vizual în biroul de proiectare puteți lua în considerare rezultatele studiului privind iluminatul? Argumentați răspunsul.

2. De ce alte date aveți nevoie pentru evaluarea mediului vizual în birou? Cum le puteți afla?
3. Sunt necesare soluții pentru îmbunătățirea mediului vizual în biroul de proiectare?
Dacă da, faceți propuneri!

Recapitulare



Am învățat:

- 📖 aspectele analizate în proiectarea și analiza mediului vizual
- 📖 metodologia de măsurare a parametrilor fotometrici
- 📖 metoda de evaluare și soluții de îmbunătățire a mediului vizual la locul de muncă

Evaluarea performanței



Standarde minime de performanță:

- ✓ aplicarea corectă a metodologiei pentru măsurarea iluminatului mediu în încăpere și a iluminatului mesei de lucru
- ✓ utilizarea corectă a aparatului, în realizarea măsurărilor

Bibliografie suplimentară

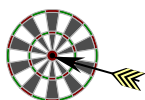


Pentru aprofundarea temei:

1. Cărean M., Cărean Al., *Principii și metode ergonomice de proiectare și analiză*, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 2001, pp.93-132.
2. Rodrick D., Karwowski W., Sherehiy B., "Human factors and ergonomics standards", în: Salvendy G. (coord.), *Handbook of human factors and ergonomics*, John Wiley & Sons, Inc., 2012, pp.1511-1549.

Proiectarea și evaluarea mediului termic

Obiective



După parcurgerea lucrării studenții vor fi capabili:

- ☑ să identifice aspectele de interes pentru proiectarea și analiza mediului termic
- ☑ să aplice metodologia de măsurare a variabilelor ce descriu mediul termic
- ☑ să utilizeze trusa pentru măsurarea microclimatului (temperatură, umiditate și viteza curenților de aer)
- ☑ să evalueze mediul termic într-un sistem de muncă

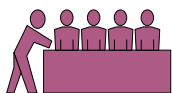
Timp estimat



Pentru managementul timpului:

- ⌚ pregătire laborator: 15 minute
- ⌚ discutare temă laborator: 30 minute
- ⌚ realizare de măsurători: 30 minute
- ⌚ discuții comparative și studiu de caz: 40 minute

Mod de desfășurare



- ✂ se recapitulează aspectele teoretice discutate la curs
- ✂ se discută metodologia de utilizare a aparatului
- ✂ studenții se grupează în echipe de 3-4 membri și aplică teoria în practică

Mod de evaluare a activității studenților



Se vor acorda note pentru:

activitatea individuală la ora de laborator N_I (50%) și activitatea de echipă N_E (50%).

Suport teoretic



ERGONOMIA MEDIULUI TERMIC

1. Proiectarea mediului termic

Proiectarea mediului termic trebuie să asigure sănătatea, confortul și eficiența umană în timpul desfășurării activităților. Analiza debutează cu studiul activităților și a locului de muncă, fiind urmată de realizarea de măsurători fizice (temperatură, viteza curenților de aer, radiații termice, umiditate relativă). Interpretarea valorilor măsurate, ținând cont de activitatea desfășurată și caracteristicile izolatoare ale îmbrăcăminte, conduce la determinarea unui indice care arată senzația termică umană în legătură cu mediul termic. Valoarea acestuia este determinată și interpretată utilizând standardele specifice. Există în plus câteva variabile ce influențează percepția mediului termic de către organismul uman²¹, dar acestea sunt mai mult de natură psihologică și culturală: dimensiunile și culoarea încăperii, anotimpul și poziționarea geografică, diferențele etnice și vârsta.

2. Informații generale

Variabile ce descriu mediul termic

În analiza mediului termic sunt luate în considerare în primul rând caracteristicile acestuia, care sunt descrise de temperatura și umiditatea aerului, viteza curenților de aer și radiația termică.

²¹ Osborne D., *op.cit.*, p. 333.

Temperatura aerului, măsurată în mod tradițional cu ajutorul termometrelor, este *temperatura de bulb uscat* (DB). Ea furnizează informații legate de starea aerului fără vapori de apă²².

Umiditatea relativă (%) este dată de raportul dintre conținutul vaporilor de apă din aer și conținutul vaporilor de apă din aerul saturat, la aceeași temperatură. Poate fi măsurată cu ajutorul higrometrelor sau a sondelor pentru umiditate.

Temperatura aerului ce ține cont de umiditatea relativă este *temperatura de bulb umed* (WB). Cele două temperaturi, WB și DB, pot fi egale în cazul în care umiditatea relativă este 100%, în alte cazuri existând relația $WB < DB$. Dacă DB crește și cantitatea vaporilor de apă rămâne neschimbată (implicit și WB), umiditatea absolută rămâne neschimbată, în timp ce umiditatea relativă scade.

Datorită diferenței dintre temperatura lor, între corpurile învecinate apare un transfer de energie numit radiație termică. Variabila ce caracterizează mediul termic ținând cont de efectele căldurii radiante este *temperatura globului* (GT).

Mișcarea aerului, caracterizată de *viteza curenților de aer* (v), poate fi măsurată cu ajutorul anemometrelor. Ea influențează procesul de evaporare și transmiterea radiațiilor termice. Influența vitezei curenților de aer asupra temperaturii este arătată de *temperatura radiantă principală* (RT), calculată în funcție de DB, GT și viteza curenților de aer.

Mediul termic este așadar caracterizat de temperatură, umiditate, viteza curenților de aer și radiațiile termice, care influențează, separat sau combinate, confortul termic. De aceea, pentru realizarea măsurătorilor au fost stabilite scări combinate de temperatură.

Scara temperaturii reale²³ (ETS) ține cont de influența umidității și vitezei curenților de aer asupra temperaturii. Ea a fost corectată cu un factor ce ține cont de radiația termică și a rezultat scara CET (Corrected Effective Temperature Scale) prezentată în figura 3.1.

²² Dacă se ia în considerare și cantitatea vaporilor de apă din aer, *umiditatea absolută* (g/m^3) descrie cantitatea vaporilor de apă conținuți în volumul de aer. Raportul între cantitatea vaporilor de apă din aer și cantitatea aerului (inclusiv vaporii de apă) definește *umiditatea specifică* (g/kg).

²³ Propusă de Houghton și Yaglou în 1923.

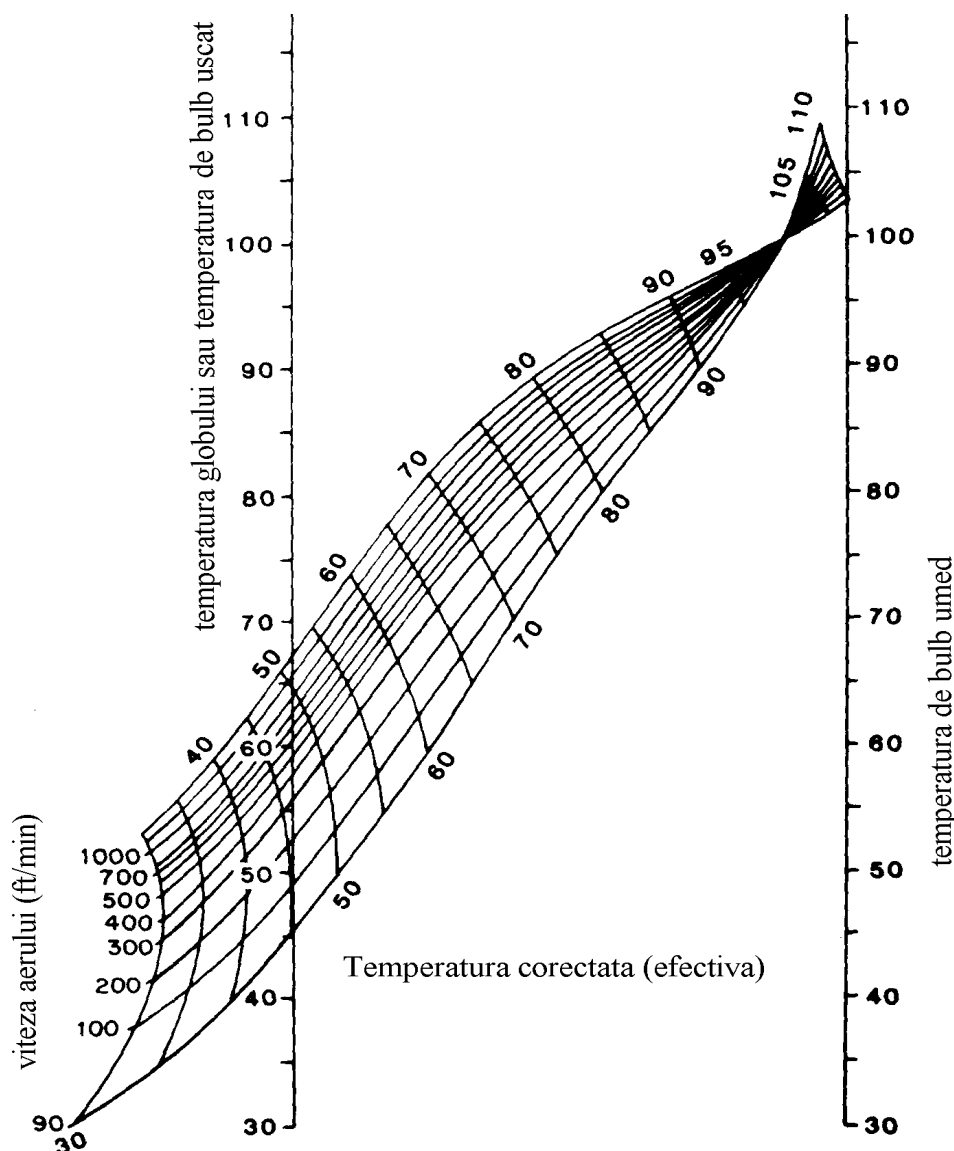


Figura 3.1. Scara corectată a temperaturii reale (sursa: Osborne D., 1995, p.332)

Variabile ce determină reacția organismului uman la mediul termic

Modul de percepere a mediului termic poate fi diferit în cadrul unui grup, datorită activităților desfășurate și izolării date de îmbrăcăminte.

Îmbrăcămintea influențează transferul de căldură între organism și mediu, prin protejarea stratului de aer din jurul corpului, unde au loc procesele de convecție, conducție²⁴ și radiație²⁵. Izolarea termică pe care o asigură îmbrăcămintea depinde atât de

²⁴ Convecția (C) se referă la transmiterea căldurii prin intermediul curenților de fluid cu care corpul uman intră în contact, în timp ce conducția (H) este o măsură a cantității de căldură transferată între organism și corpurile solide cu care interacționează.

tipul țesăturii cât și de grosimea stratului liber de aer format la suprafața corpului, fiind exprimată prin intermediul unității de măsură CLO²⁶. Intervalul în care poate varia izolarea oferită de îmbrăcăminte este de la 0 (persoană nudă) până la 3–4 CLO (costumele eschimoșilor)²⁷ (tabelul 3.1).

Tabelul 3.1. Valori estimate pentru izolarea dată de îmbrăcăminte²⁸

Tipul de îmbrăcăminte	Izolarea dată de îmbrăcăminte (CLO)
Fără îmbrăcăminte	0
Haine de vară ușoare	0,3
Haine de lucru ușoare	0,65
Costum subțire	1,0
Costum gros	1,5

Tabelul 3.2. Producția metabolică de căldură pentru diferite activități²⁹

Tipul activității	Natura muncii	Producția metabolică de căldură (W/m ²)
Așezat, relaxat	odihnă	58
Operare pe calculator	ușoară	70
În picioare, industria ușoară	ușoară	93
În picioare, lucru la o mașină	ușoară	116
Industria grea	moderată	165
Deplasarea de materiale grele	grea	230
Atlet	foarte grea	>260

²⁵ Radiația (R), căldura primită sau cedată de organism mediului, diferă de C și H prin faptul că este transmisă fără contact direct între corpuri.

²⁶ $1\text{CLO}=0,155\text{ m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$

²⁷ Osborne D., *op.cit.*, p. 331.

²⁸ Cărean M., *Ergonomie – îndrumător pentru lucrări de laborator și diplomă*, Cluj-Napoca, 1999, p. 52.

²⁹ Cărean M., *op.cit.* p. 53 și Helander M., *op.cit.*, p. 35.

Reacția organismului uman la mediul termic este influențată pe de altă parte de *activitatea umană*, cuantificată prin producția metabolică de căldură (tabelul 3.2), în funcție de tipul și natura³⁰ activității.

3. *Efectele mediului termic asupra organismului uman*

În funcție de caracteristicile care îl descriu, mediile termice pot fi considerate calde, reci sau moderate.

Mediile termice calde influențează sănătatea și performanța umană. Sănătatea este influențată fie prin deteriorarea țesutului în urma arsurilor provocate de creșterea temperaturii la nivelul pielii la peste 45°C, fie prin hipertermie (șoc termic), cauzată de creșterea temperaturii corpului peste 42°C.

Mediile termice reci au de asemenea influențe negative asupra sănătății și performanței umane. O scădere a temperaturii corpului la 36°C conduce la hipotermie, iar la temperatura corpului de 30°C se produce infarctul cardiac. Riscul îmbolnăvirilor crește prin expunerea la temperaturi scăzute a diferitelor părți ale corpului. De asemenea, mediile termice reci influențează performanța sarcinilor manuale prin scăderea dexterității și a forței de strângere, iar apariția tremurăturii, perturbă activitatea. Un mediu termic rece, perceput ca factor de stres, influențează sarcinile mentale prin scăderea timpului de reacție și a concentrării³¹. Într-un studiu al influenței mediului asupra performanței, (Wyon s.a., 1979) au arătat că scăderea performanței apare în jurul temperaturii de 29-30°C³².



³⁰ Normele de Protecția Muncii clasifică munca fizică în trei categorii: ușoară, medie, grea, în funcție de consumul de energie pentru activitatea respectivă.

³¹ Osborne D., *op.cit.*, p. 329.

³² Ibidem, p. 323.

4. Măsurători de microclimat

Descrierea aparatului

Aparatul utilizat în cadrul lucrării de laborator pentru măsurarea mediului termic este trusa Testo 451 (figura 3.2).



Figura 3.2. Componente ale trusei TESTO 451

Trusa are în componență un aparat la care pot fi conectate trei tipuri de sonde, un adaptor PC și un aparat pentru înregistrarea și listarea valorilor înregistrate. Aparatul (figura 3.3) permite realizarea de măsurători combinate de umiditate, temperatură și viteza curenților de aer, prin utilizarea unor sonde prevăzute cu senzori de umiditate, temperatură și respectiv anemometru.

I. Sonda pentru măsurarea umidității relative (în figură prima de la stânga la dreapta) este combinată cu senzori de temperatură, putând fi folosită pentru măsurători de umiditate relativă între 0 și 100 %RH, respectiv temperatură între -20 și +70°C.

II. Sonda pentru măsurarea temperaturii suprafețelor (în figură a doua de la stânga la dreapta) poate realiza măsurători între -200 și +600°C.

III. Sonda pentru măsurarea vitezei curenților de aer (în figură a treia de la stânga la dreapta) este prevăzută cu senzor de temperatură și poate realiza măsurători ale vitezei curenților de aer între 0,4 și 60 m/s, respectiv temperatură între -30 și +140 °C.

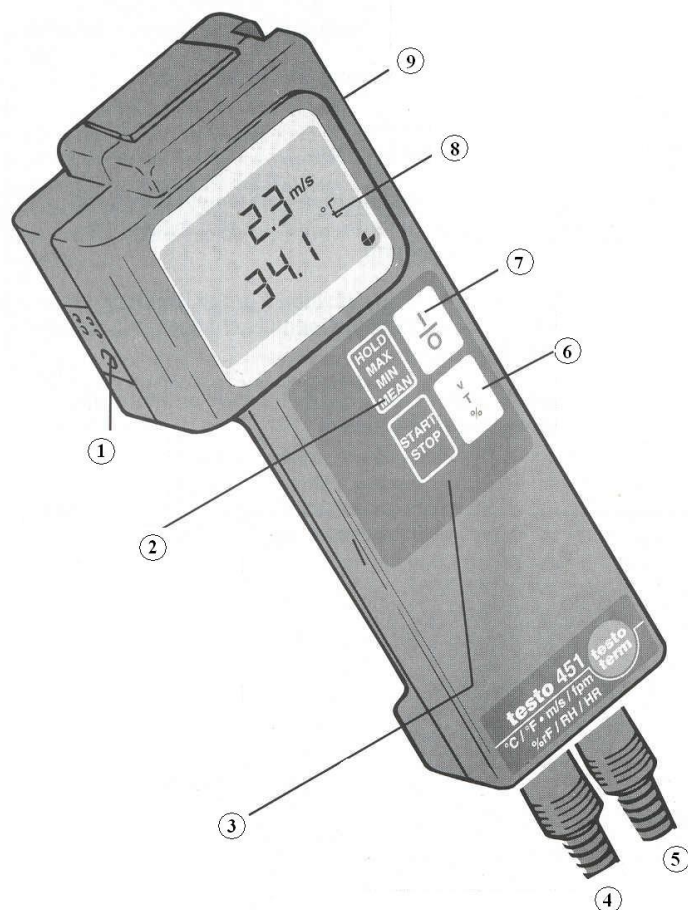


Figura 3.3. Aparat pentru măsurarea variabilelor ce descriu microclimatul

Modul de utilizare a aparatului

Aparatul este conectat la sursa de curent prin intermediul mufei 1.

Prin intermediul mufelor 5 și/sau 4 se conectează la aparat sonda pentru umiditate și temperatură, respectiv alternativ mufa pentru măsurarea vitezei curenților de aer și temperaturii sau mufa pentru măsurarea temperaturii suprafețelor.

Pornirea aparatului se realizează prin apăsarea butonului 7. În cazul în care la aparat nu este conectată nici o sondă, pe ecran (8) apare o bară orizontală.

Prin apăsarea succesivă a butonului 6 pe ecran se derulează valorile înregistrate de aparat în cazul utilizării sondelor I sau III, sau a utilizării concomitente a două sonde.

Butonul 2 este utilizat pentru afișarea valorilor maxime, minime, respectiv medii a valorilor înregistrate de la pornirea măsurătorilor.

Butonul 3 poate fi utilizat în cazul în care la aparat este conectată sonda pentru măsurarea vitezei curenților de aer și temperaturii, având ca funcție pornirea unui cronometru pentru realizarea măsurătorilor.

5. Metodologia de măsurare a mediului termic

Pentru determinarea factorilor ce descriu mediul termic trebuie să se realizeze măsurători la locurile de muncă, în trei puncte, corespunzătoare nivelului capului, pieptului și gleznelor. Valorile măsurate vor fi notate pe planul încăperii și interpretate corespunzător.

6. Evaluarea mediului termic

Evaluarea mediilor termice calde

Condițiile de mediu cald sunt evaluate cu ajutorul indicelui de temperatură a globului cu bulb umed (WBGT), calculat pentru două cazuri:

În interiorul clădirii sau în exteriorul clădirii unde nu există încărcare solară:

$$WBGT = 0,7 \cdot WB + 0,3 \cdot GT$$

În exteriorul clădirii, cu încărcare solară:

$$WBGT = 0,7 \cdot WB + 0,2 \cdot GT + 0,1 \cdot DB$$

Valoarea indicelui WBGT furnizează informații despre activitatea ce poate fi desfășurată, existând valori de referință stabilite în funcție de natura muncii (tabelul 3.3).

Tabelul 3.3. Valori de referință pentru WBGT (după Helander, 1995)

Natura muncii	Metabolismul (W/m ²)	WBGT (°C) Valoare de referință	
		Cu aclimatizare	Fără aclimatizare
Odihnitoare	<65	33	32
Ușoară	65 – 130	30	29
Moderată	130 - 200	28	26
Grea	200 - 260	26	23
Foarte grea	>260	24	19

Evaluarea mediilor termice reci

Evaluarea mediilor reci se face prin calculul indicelui de răcire a vântului (WCI) și interpretarea lui prin efectul fiziologic resimțit de către organismul uman (tabelul 3.4).

$$WCI = (10 \cdot \sqrt{v + 10,45} - v)(33 - DB)$$

Tabelul 3.4. Interpretarea indicelui WCI (după Cărean, 2001)

Valoarea indicelui WCI	Efectul fiziologic perceput de organism
200	Plăcut
400	Răcoros
1000	Rece
1200	Foarte rece
1400	Părțile expuse ale corpului îngheață
2500	Intolerabil

Evaluarea mediilor termice moderate

Majoritatea situațiilor de muncă se desfășoară în condiții de microclimat ce pot fi considerate moderate. Pentru evaluarea mediilor moderate se fac măsurători de temperatură, umiditate și viteză a curenților de aer, pe baza cărora se calculează indicii de confort termic: PMV (votul major prezis) și PPD (procentul prezis al insatisfacției).

În calculul PMV, utilizând tabelul 3.5 sunt luate în considerare tipul activității, izolarea dată de îmbrăcăminte și temperatura aerului. Indicele de confort termic PMV poate lua valori pe o scară cuprinsă între -3 (foarte rece) și 3 (foarte cald), cu valoarea 0 corespunzătoare confortului termic (neutru). Interpretarea lui ne arată care este percepția majorității grupului în legătură cu mediul termic.

Disconfortul termic pentru întreg organismul este dat de indicele PPD, furnizat grafic (figura 3.4) în funcție de valoarea PMV. Acesta arată valoarea procentului de persoane care ar putea să fie nemulțumite de condițiile de microclimat.

Tabelul 3.5. Calculul PMV³³ (după Cărean, 1999)

Izolarea dată de îmbrăcăminte (CLO)	Producția metabolică de căldură (W/m ²)	Temperatura aerului (°C)						
		16	18	20	22	24	26	28
0,65	58	-	-2,7	-2	-1,3	-0,6	0	0,8
1	58	-2,1	-1,6	-1,1	-0,5	0	0,6	1,2
1,5	58	-1,1	-0,7	-0,3	0,2	0,6	1,1	1,5
0,65	70	-2,2	-1,7	-1,2	-0,6	0	0,5	1
1	70	-1,3	-0,9	-0,5	0	0,4	0,9	1,3
1,5	70	-0,5	-0,2	0,2	0,5	0,9	1,2	1,6
0,65	100	-0,9	-0,5	-0,1	0,3	0,6	1	1,4
1	100	-0,3	0	0,3	0,6	1	1,3	1,6
1,5	100	0,3	0,5	0,7	1	1,3	1,5	1,8

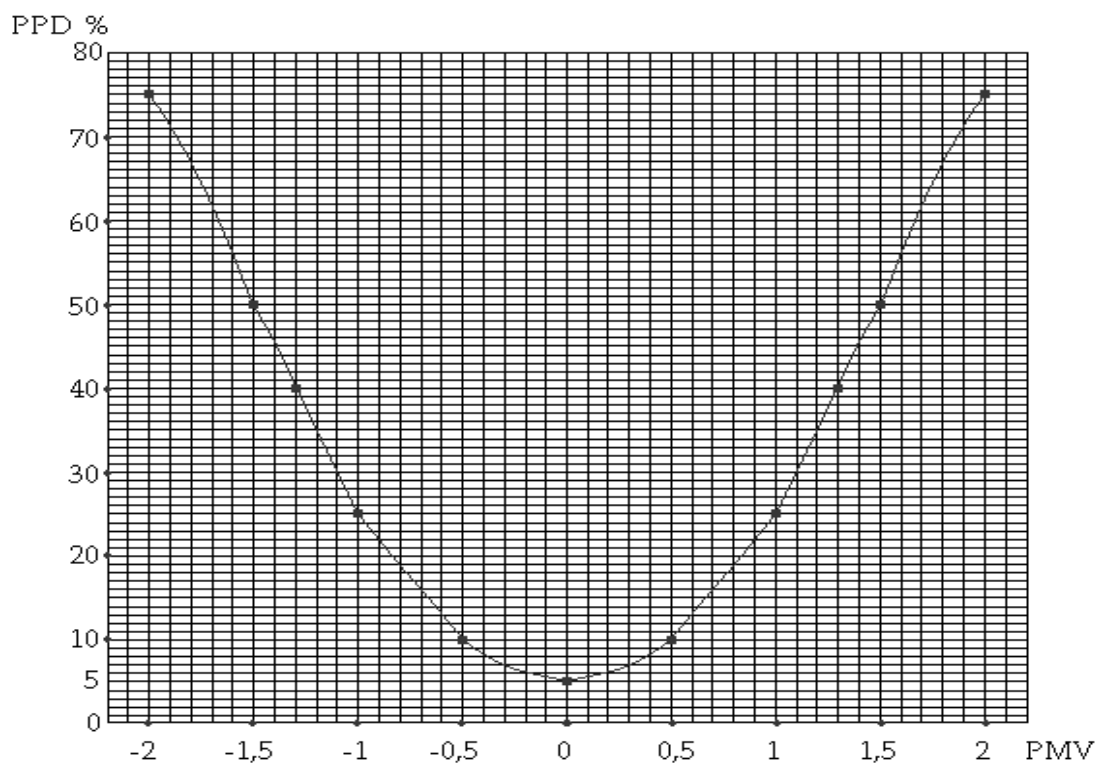


Figura 3.4. Procentul prezis al insatisfacției (PPD) în funcție de votul major prezis (PMV)

³³ După Cărean M., *op.cit*, p. 54.

Disconfortul termic local este cauzat de curenții de aer și de pierderile de căldură prin radiație. Evaluarea lui se face comparând valorile măsurate cu valorile recomandate, prezentate în tabelul 3.6.

Tabelul 3.6. Evaluarea disconfortului termic local

Disconfort termic local cauzat de:	Valoare recomandată
Mișcările aerului rece	< 0,5 m/s
Asimetria radiantă	< 10°C
Gradientul de temperatură pe verticală ³⁴	< 3°C

7. Întrebări

1. Descrieți factorii care determină reacția organismului vostru la mediul termic din sala de laborator.
2. Cum caracterizați, în urma realizării de măsurători fizice, mediul termic în sala de laborator?
3. Propuneți, dacă este cazul, îmbunătățiri ale condițiilor de mediu termic.

Știați că...



*** Aerul este perceput ca înăbușitor începând de la umidități relative de 60% la 24°C și 80% la 18°C.

*** Pentru munca sedentară se recomandă temperaturi cuprinse între 19 și 23°C, la umidități relative cuprinse între 40 și 70%.

*** Un studiu asupra activității de învățare a arătat că eficiența ei este aceeași pentru temperaturi cuprinse între 11 și 28°C dacă umiditatea relativă este menținută la 40%.

³⁴ Se referă la diferența de temperatură între nivelul capului, pieptului și gleznelor.

Studiu de caz



A sosit vara!

Sunteți consultant în domeniul performanței muncii. Ați fost solicitați de către firma SPEED să oferiți consultanță pentru evaluarea microclimatului în biroul de proiectare.

Din primele discuții cu reprezentantul firmei ați aflat că în cadrul biroului lucrează 4 persoane cu vârste cuprinse între 25 și 55 ani. În urmă cu două săptămâni a avut loc un incident în urma căruia firma a hotărât să solicite consultanță pentru evaluarea microclimatului în birou.

Pe scurt: Elena, care lucrează la biroul 1 (vezi schița din figura 3.5), a hotărât să fie pornit aparatul de aer condiționat. Și-a motivat alegerea prin faptul că temperatura indicată de termometrul de perete era de 30°C și “era foarte cald”. Tudor, care lucrează la biroul 2 a fost foarte mulțumit de alegere. Oricum, colegele îi spun “căldurosul”, deoarece încă de la sosirea primăverii vine îmbrăcat în tricou. În schimb, Alina, care lucrează la biroul 3 este nemulțumită deoarece, începând de atunci, resimte dureri în zona cefei și umerilor. Și Cristina, ocupanta biroului 4 spune că “de atunci îi lăcrimează ochii”.

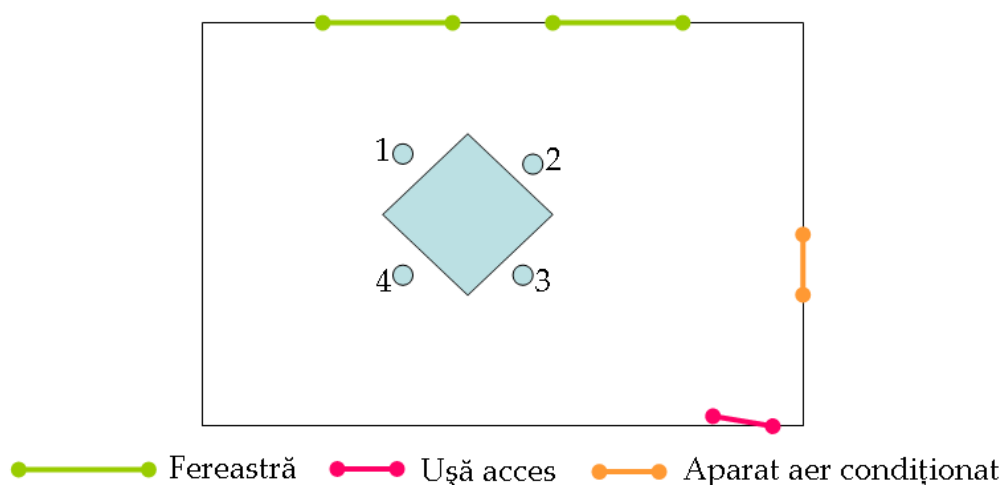


Figura 3.5. Schița biroului

Pentru soluționarea conflictului, în urmă cu o săptămână s-a apelat la o firmă care a realizat măsurători ale temperaturii, umidității aerului și vitezei curenților de aer.

Din raportul pe care reprezentantul firmei SPEED vi l-a pus la dispoziție ați aflat că au fost făcute măsurători la locurile de muncă 1 și 3, în trei puncte: la nivelul gleznelor, la nivelul umerilor și la nivelul capului. Valorile măsurate au fost:

Pentru locul de muncă 1:

La nivelul capului: DB = 30°C; WB = 24°C; GT = 30°C; RT = 28°C; $v < 0,4\text{m/s}$

La nivelul umerilor: DB = 29°C; WB = 25°C; GT = 30°C; RT = 28°C; $v < 0,4\text{m/s}$

La nivelul gleznelor: DB = 27°C; WB = 22°C; GT = 29°C; RT = 27,7°C; $v < 0,4\text{m/s}$

Pentru locul de muncă 3:

La nivelul capului: DB = 27°C; WB = 22°C; GT = 21°C; RT = 24°C; $v = 0,5\text{m/s}$

La nivelul umerilor: DB = 26°C; WB = 22°C; GT = 20°C; RT = 23°C; $v = 0,5\text{m/s}$

La nivelul gleznelor: DB = 26°C; WB = 21°C; GT = 21°C; RT = 24°C; $v = 0,5\text{m/s}$

Prima vizită în biroul de proiectare v-a adus noi informații.

- Încăperea este orientată spre sud, astfel că în birou este multă lumină naturală. Referitor la estetica biroului, ați observat că pereții sunt zugrăviți în galben.
- Elena, cea mai în vârstă dintre ocupanții biroului, vine la serviciu îmbrăcată în costum. Are convingerea că își arăți respectul față de tine, față de firmă și față de ceilalți prin îmbrăcăminte. În schimb, Alina, ultima venită în firmă și dintre cei mai tineri, vine la serviciu îmbrăcată în blugi și cămașă subțire.

Probleme de dezbatere:

1. Puteți lua în considerare rezultatele studiului pus la dispoziție pentru evaluarea microclimatului în biroul de proiectare? Argumentați răspunsul.
2. De ce alte date aveți nevoie pentru a evalua microclimatul în birou? Cum le puteți afla aceste date?
3. Utilizând datele înregistrate în urma măsurărilor, cum puteți demonstra dacă nemulțumirea Alinei este întemeiată?
4. Sunt necesare schimbări? Dacă da, faceți propuneri.

Recapitulare



Am învățat:

- ☞ variabilele analizate în proiectarea și analiza mediului termic
- ☞ metodologia de măsurare a variabilelor ce descriu mediul termic
- ☞ metoda de evaluare și soluții de îmbunătățire a microclimatului la locul de muncă

Evaluarea performanței



Standarde minime de performanță:

- ✓ aplicarea corectă a metodologiei pentru măsurarea variabilelor ce descriu mediul termic
- ✓ utilizarea corectă a aparatului, în realizarea măsurătorilor

Bibliografie suplimentară

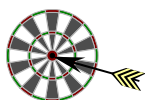


Pentru aprofundarea temei:

1. Cărean M., Cărean Al., *Principii și metode ergonomice de proiectare și analiză*, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 2001, pp.133-157.
2. Rodrick D., Karwowski W., Sherehiy B., "Human factors and ergonomics standards", în: Salvendy G. (coord.), *Handbook of human factors and ergonomics*, John Wiley & Sons, Inc., 2012, pp.1511-1549.

Proiectarea și evaluarea mediului sonor

Obiective



După parcurgerea lucrării studenții vor fi capabili:

- ☒ să identifice aspectele de interes pentru proiectarea și analiza mediului sonor
- ☒ să aplice metodologia de măsurare a nivelului de presiune sonoră
- ☒ să utilizeze sonometrul, aparat pentru măsurarea sunetelor
- ☒ să evalueze mediul sonor într-un sistem de muncă

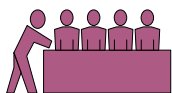
Timp estimat



Pentru managementul timpului:

- ⌚ pregătire laborator: 15 minute
- ⌚ discutare temă laborator: 30 minute
- ⌚ realizare de măsurători: 30 minute
- ⌚ discuții comparative și studiu de caz: 40 minute

Mod de desfășurare



- ✂ se recapitulează aspectele teoretice discutate la curs
- ✂ se discută metodologia de utilizare a aparatului
- ✂ studenții se grupează în echipe de 3-4 membri și aplică teoria în practică

Mod de evaluare a activității studenților



Se vor acorda note pentru:

activitatea individuală la ora de laborator N_I (50%) și activitatea de echipă N_E (50%).

Suport teoretic



ERGONOMIA MEDIULUI SONOR

1. Proiectarea mediului sonor

În munca pe care o desfășurăm zilnic, dar și în timpul liber, suntem expuși unui mediu sonor care, prin caracteristicile lui, determină confortul muncii depuse, influențându-ne sănătatea și buna dispoziție.

Aspecte luate în considerare în interpretarea mediului sonor sunt:

- identificarea surselor de zgomot și proiectarea mediului astfel încât perceperea sonoră să fie optimă,
- parte caracteristicile fizice ale sunetelor.

2. Informații generale

Sunet și zgomot

Sunetul este o vibrație mecanică a unui mediu care, percepută de ureche, produce senzația auditivă. Propagarea sunetului se realizează prin transmiterea energiei, prin oscilații succesive ale mediului, de la sursă către particulele învecinate. Ca orice tip de undă, sunetul este caracterizat de frecvență, lungime de undă, timp și viteză de propagare.

Sunetele se diferențiază prin calitățile lor, prezentate succint în tabelul 4.1.

Noțiunile sunet și zgomot se disting prin efectul pe care unda sonoră îl produce asupra receptorului. Zgomotul, un fenomen subiectiv, este un sunet deranjant, în timp ce sunetul este de obicei plăcut și util. Putem spune că zgomotul este rezultatul suprapunerii

mai multor sunete, care, în funcție de perioada de expunere, poate fi perceput de o persoană ca fiind nedorit.

Tabelul 4.1. Calitățile sunetului³⁵

Calitățile sunetului	Descriere
Înălțimea	Calitatea sunetului de a fi mai profund (grav) sau mai acut (ascuțit, subțire). Depinde de frecvența oscilațiilor sonore.
Intensitatea (tăria)	Determinată de cantitatea de energie pe care unda sonoră o transportă. Scade invers proporțional cu pătratul distanței față de sursă.
Timbrul	Determinat de sunetele de frecvență superioară ce însoțesc sunetul fundamental. ³⁶ Depinde de numărul, înălțimea și intensitatea sunetelor superioare.

Pentru a putea fi percepută de urechea umană ca sunet, o vibrație acustică trebuie să se situeze în limitele intervalului de audibilitate (tabelul 4.2), date de pragul de audibilitate³⁷ și pragul tactil sau pragul senzației dureroase³⁸.

Tabelul 4.2. Limitele intervalului de audibilitate

Caracteristică	Infrasunete	Prag de audibilitate	Interval de audibilitate	Prag tactil	Ultrasunete
Frecvență (Hz)		16		20000	
Intensitate (W/m ²)		10 ⁻¹²		2·10 ²	
Nivel de intensitate (dB)		0		120	

Există o diferență, pusă în evidență de legile acusticii, între intensitatea sunetului fizic și intensitatea senzației auditive (nivelul de intensitate). Aceasta este dată de relația:

³⁵ Prelucrare după Bunget I., coord, *op.cit.*

³⁶ Un corp material emite, în afara sunetului fundamental, și o serie de sunete de frecvențe superioare și intensități mult mai mici decât a celui fundamental.

³⁷ intensitatea minimă ce determină senzația auditivă

³⁸ intensitatea maximă peste care apare senzația de presiune și durere

$$L_I = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} [\text{dB}], \text{ unde:}$$

$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, intensitatea pragului de audibilitate;

I = intensitatea sunetului fizic (măsurată);

L_I = senzația auditivă produsă de sunet, exprimată în dB.

Măsurarea sunetelor

Pentru măsurarea sunetelor a fost definit nivelul de presiune a sunetului, calculat cu formula:

$$L_p = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} [\text{dB}], \text{ unde:}$$

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ dB}$, presiunea de referință a sunetului;

p = valoarea RMS (root mean square) a presiunii sonore; valoarea RMS, rădăcina pătrată a mediei aritmetice (a pătratelor unui set de valori), se referă la valoarea medie a presiunii sunetului afișată și înregistrată de aparatul de măsurare.

L_p = nivel de presiune sonoră, exprimat în dB.

Aparatele utilizate pentru măsurarea sunetelor sunt sonometrele și dozimetrele. Dozimetrul este un aparat atașat corpului uman, care măsoară expunerea la zgomot în timpul zilei, ținând cont și de comportamentul individului în timpul lucrului. Sonometrele sunt utilizate pentru analiza mediului sonor și cu ajutorul lor se obțin informații legate de zgomotul prezent în mediul de lucru.

Așa cum urechea transformă energia acustică în impulsuri nervoase pe care apoi le decodează și interpretează, sonometrul transformă sunetul înregistrat în energie electrică, care apoi este măsurată.

Urechea umană este mai sensibilă la unele frecvențe, de aceea rețeaua de măsurare a sonometrelor a fost creată astfel încât sunetul înregistrat să poată fi comparat cu sunetul perceput de ureche.

Sonometrele utilizează pentru ponderarea frecvențelor trei scări, A, B și C, recunoscute internațional (figura 4.1.).



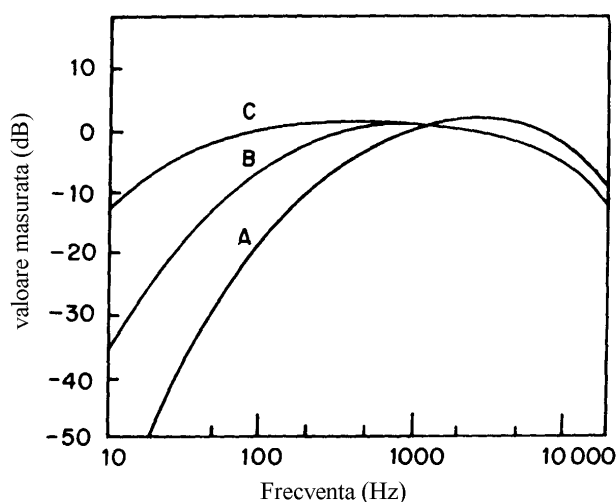


Figura 4.1. Ponderarea frecvenței pentru sonometre (sursa: Osborne, 1995, p. 298)

Observație: Alegerea ponderii de frecvență este foarte importantă pentru interpretarea măsurătorii, fiind menționată la sfârșitul simbolului dB. Scara A atenuează frecvențele joase mai mult decât celelalte două scări, arătând răspunsul urechii umane la un zgomot normal. Zgomotele moderate sunt măsurate utilizând scara B, în timp ce conținutul de joasă frecvență a zgomotului este determinat utilizând scara dBc.

3. Efectele zgomotului asupra factorului uman

Efectul zgomotului asupra comunicării

Efectul de mascare a comunicării apare datorită zgomotului de fond, perturbația fiind mai ridicată în cazul când acesta are aceeași frecvență ca și vorbirea.

Pentru evaluarea efectului zgomotului asupra comunicării există câteva metode, care determină inteligibilitatea vorbirii prin calculul nivelului preferențial de interferență al vorbirii (PSIL – preferred speech interference level), al indicelui de articulare (AI) sau cu ajutorul curbelor criteriul preferat de zgomot (PNC – Preferred Noise Criteria)³⁹.

O metodă simplă pentru evaluarea efectului zgomotului asupra comunicării, care nu necesită măsurarea directă a nivelului vorbirii, constă în calcularea PSIL.

În urma determinării PSIL (în dB), ca valoarea medie a nivelului de presiune sonoră a zgomotului pentru benzile de frecvență de 500, 1000 și 2000 Hz, pe baza

³⁹ Metode prezentate în Cărean M., Cărean Al., *op.cit.*, p. 190-194 și Helander M., *op.cit.*, p. 140-142

graficului din figura 4.2, se determină, în funcție de distanță dintre vorbitori, nivelul necesar al vorbirii.

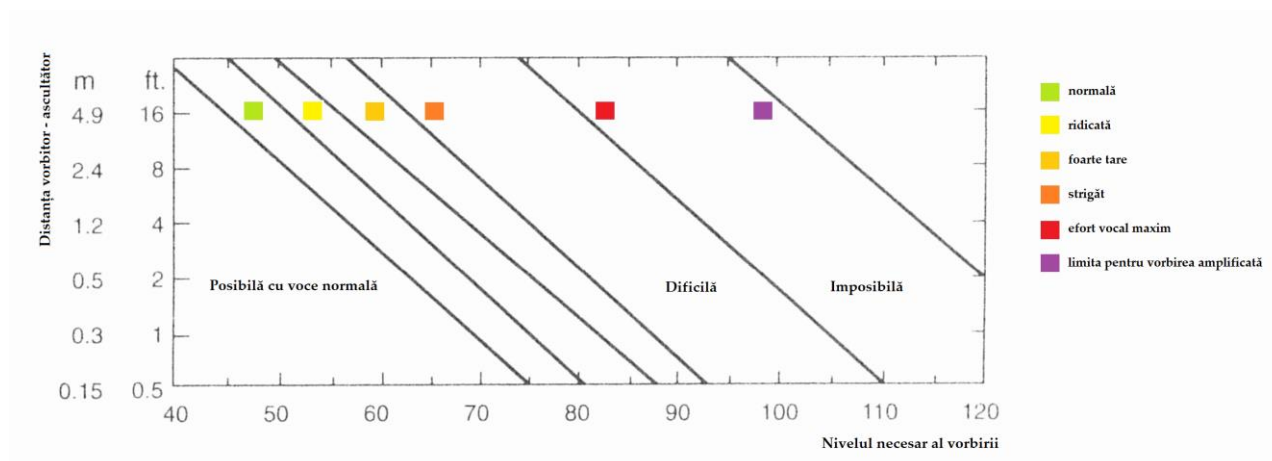


Figura 4.2. Nivelul vorbirii (PSIL) și distanța dintre vorbitori

Efectele zgomotului asupra performanței

Părerea specialiștilor în privința influenței zgomotului asupra performanței sarcinilor de muncă arată într-o analiză statistică⁴⁰ faptul că pentru 58 de experimente, în 29 de cazuri zgomotul a scăzut performanța, 22 nu au fost influențate de zgomot, iar în 7 cazuri performanța a crescut. Nu există, însă, o teorie care să determine, prin aplicarea ei, efectul pe care zgomotul îl are asupra performanței.

Pe de altă parte, zgomotul este considerat o sursă de stres, perceperea lui influențând comportamentul psihologic și reducând atenția. Au fost formulate câteva concluzii privind influența zgomotului asupra desfășurării activității, care arată că zgomotul influențează negativ performanța sarcinilor intelectuale, favorizând performanța sarcinilor manuale.

Efectele zgomotului asupra sănătății

Efectul zgomotului asupra sănătății se evaluează ținând cont de tipul, durata și intensitatea expunerii. Durata expunerii, perioada de timp în care persoana este expusă zgomotului, poate să fie continuă sau întreruptă de zgomote mai puternice și perioade de

⁴⁰ Helander M., op.cit., p. 137

liniște. Intensitatea expunerii influențează măsura în care o persoană își poate pierde auzul, în timp ce tipul expunerii caracterizează nivelul mediu de expunere sonoră.

Orice expunere la zgomote mai puternice decât nivelul conversației normale poate cauza deteriorarea temporară a aparatului auditiv, expunerea îndelungată provocând surzirea. Expunerea la sunete puternice produce apariția senzației auditive deranjante denumită acufene (țiuitul în urechi). Zgomotul poate determina creșterea presiunii sângelui și tulburări nervoase, fiind o sursă de stres care perturbă munca și crește riscul de apariție a problemelor de sănătate.

4. Măsurători acustice

Descrierea aparatului

Aparatul pentru măsurarea sunetului utilizat în cadrul lucrării de laborator este sonometrul 2236 (figura 4.3).

Sonometrul are în componență un microfon ce captează sunetele și le transformă, printr-o rețea de amplificare, în semnale electrice, care ulterior sunt afișate ca nivelul de presiune a sunetului (SPL), exprimat în dB. Aparatul poate face înregistrări în domeniul 20 – 140 dB și are trei tipuri de memorie:

- buffer-ul – conține toate rezultatele măsurărilor curente (de la ultima resetare);
- registrul (LOG) – conține rezultatele înregistrate automat (L_{eq} , MaxL, MaxP);
- memoria – conține rezultatele măsurărilor anterioare (până la 40 înregistrări).

Modul de utilizare a aparatului

Pornirea aparatului se realizează cu ajutorul butonului 1.

Nivelul sonor înregistrat de sonometru depinde de domeniul de măsurare⁴¹ ales, modul de ponderare a timpului și a frecvenței.

⁴¹ Domeniul de măsurare se alege utilizând săgețile "level" (4)

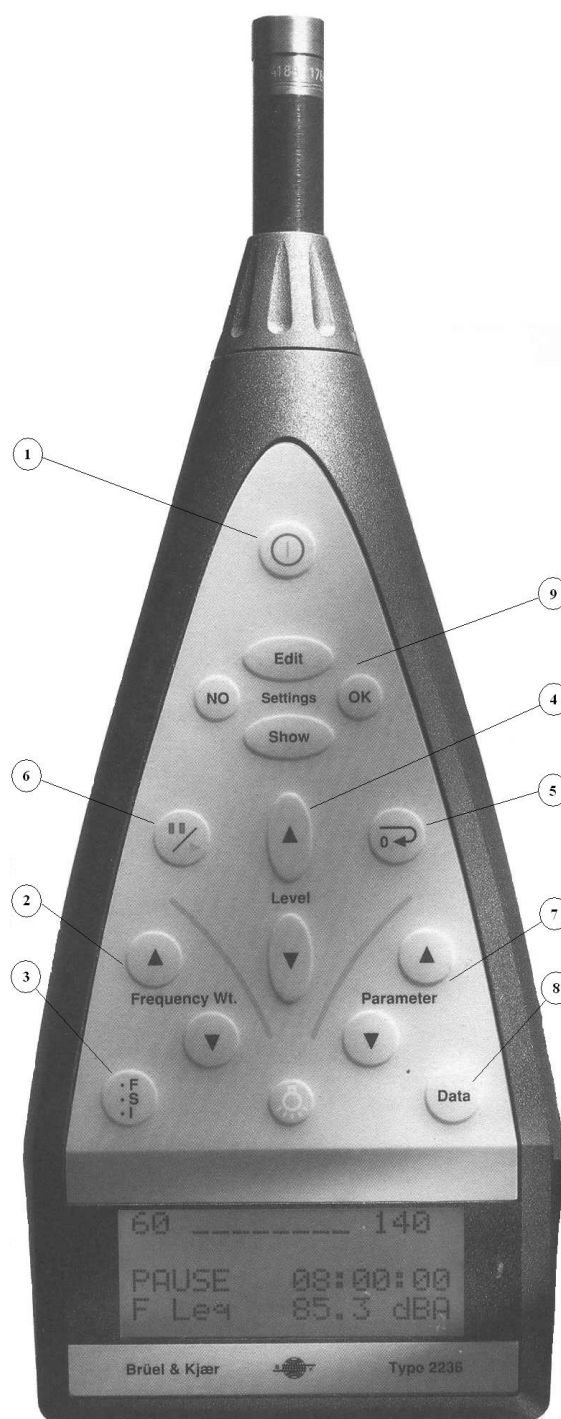


Figura 4.3. Sonometrul 2236

În funcție de caracteristicile sursei de zgomot setarea ponderii de timp⁴² se face astfel: F – pentru măsurători normale,
 S – pentru verificarea zgomotelor fluctuante,
 I – pentru măsurarea zgomotului impulsiv.

⁴² Pentru setarea ponderii de timp se utilizează butonul 3

Pentru ponderea de frecvență⁴³ se alege:

A – pentru măsurători ale nivelului sonor general;

C – pentru verificarea conținutului de joasă frecvență a zgomotului;

Resetarea timpului se face apăsând butonul 5, iar butonul 6 are ca funcție pornirea/oprirea măsurărilor.

Sonometrele înregistrează toate sunetele captate la nivelul microfonului în perioada de măsurare (figura 4.4) și furnizează apoi câțiva parametri⁴⁴ (tabelul 4.3) care descriu mediul sonor.

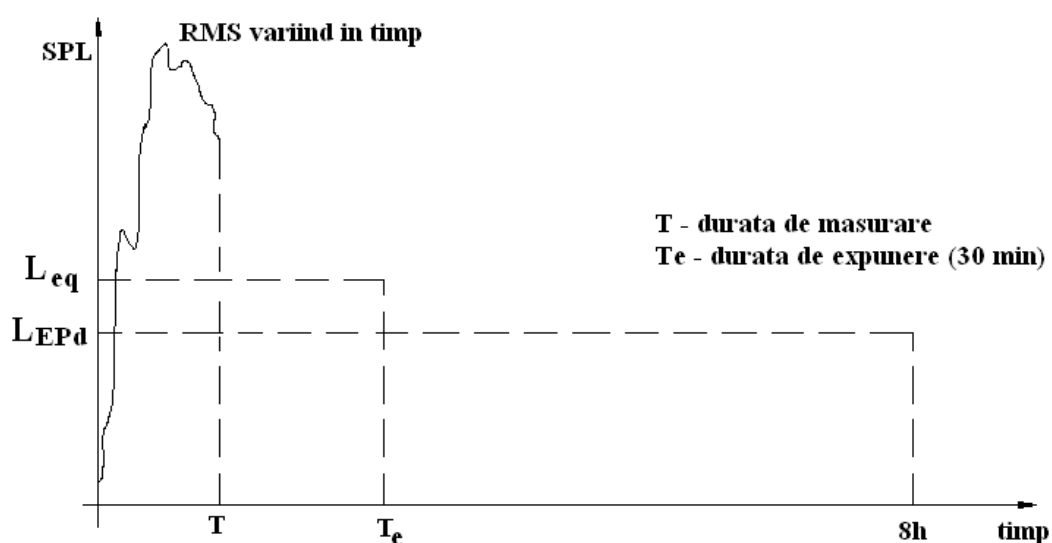


Figura 4.4. Comparație între Leq și LEPd

5. Metodologia de măsurare a sunetelor

Proiectarea sau analiza mediului sonor debutează cu identificarea surselor de zgomot – a caracteristicilor, amplasării și duratei de acțiune. Este urmată de măsurătorile fizice ale nivelului sonor și de interpretarea valorilor măsurate pe baza standardelor.

Neconcordanța între valorile măsurate și cele admisibile pentru desfășurarea activității conduce la formularea de măsuri de reducere a zgomotului, care pot viza sursa de zgomot, protecția auditivă sau acustica spațiului de lucru.

⁴³ Ponderea de frecvență se alege utilizând săgețile "frequency Wt"(2)

⁴⁴ Cărean M., Cărean Al., *op.cit.*, p. 171-177, Cărean M., *op.cit.*, p. 62-71.

Tabelul 4.3. Parametrii furnizați de sonometru

Parametru	Simbol	Semnificație	Unitate de măsură
<i>Nivelul echivalent de sunet continuu</i>	L_{eq}	Nivelul mediu de sunet continuu care are aceeași energie ca și sunetul real măsurat de-a lungul aceleiași perioade de măsurare. Integrează zgomotele fluctuante și le aduce la un nivel mediu constant	dBA
<i>Nivelul de expunere sonoră</i>	SEL	Nivelul constant care, dacă ar fi menținut pentru o perioadă de o secundă, ar furniza aceeași energie acustică ponderată ca însuși evenimentul real măsurat	dBA
<i>Nivelul de expunere la impuls</i>	IEL	Nivelul sonor al unui semnal sonor impuls. Nivelul constant care, dacă ar fi menținut pentru o perioadă de o secundă, ar furniza aceeași energie acustică ponderată ca însuși evenimentul impuls măsurat	dBA
<i>Nivelul de expunere personală zilnică</i>	L_{EPd}	Nivelul sonor constant, care dacă este menținut timp de 8 ore, are aceeași energie ca și L_{eq} extins într-un timp de expunere	dBA
<i>Nivelul de zgomot de fond</i>	L_{95}	Nivelul sonor depășit în 95% din timpul de măsurare	dBA
<i>Nivelul de zgomot de vârf</i>	L_5	Nivelul sonor depășit în 5% din timpul de măsurare	dBA
<i>Nivelul sonor minim</i>	MinL	Valoarea minimă a nivelului de presiune sonoră, în timpul perioadei de măsurare	dBA
<i>Nivelul sonor maxim</i>	MaxL	Valoarea maximă a nivelului de presiune sonoră, în timpul perioadei de măsurare	dBA
<i>Nivelul de vârf maxim</i>	MaxP	Nivelul de vârf maxim	dB
<i>Nivelul de vârf</i>	Peak	Nivelul de vârf maxim în intervalul de o secundă	dB
<i>Indicator de suprasarcină</i>	Ov1	% din timp în care nivelul de vârf al semnalului de intrare neponderat a fost în afara intervalului de măsurare	%

Tabelul 4.4. Exemple de activități, nivelul sonor admisibil și efectele zgomotului

Activitate/ Locul de desfășurare a activității	Nivelul sonor admisibil (dB)	Efecte
Avion cu reacție	125	Riscul de deteriorare a auzului pentru expunere timp de 8 ore/zi.
Lovitură de presă, la 1 m	105	
Strung	90	
Ateliere de producție în școli	85	Conversația este dificilă.
Cabinete de control și comandă la distanță, situate în interiorul halelor de producție	75	Conversația telefonică este dificilă. Conversația directă față în față se desfășoară cu voce ridicată.
Automobil, la 20 m	65	Nivel superior acceptabil când oamenii se așteaptă la un mediu zgomotos.
Magazine	60	Nivel acceptabil pentru condițiile de trai zilnice.
Laboratoare tehnologice	55	Nivel superior acceptabil când oamenii se așteaptă la un mediu silențios
Conversație, la 1 m	50	Nivel acceptabil pentru cei care doresc liniște
Birouri de lucru cu publicul	45	
Săli de clasă	40	Nivel acceptabil pentru concentrarea intelectuală.
Cabinete de consultații	35	
Camere de locuit	30	Condiții optime pentru concentrare intelectuală. Sunetele intermitente cu nivel scăzut devin deranjante.
Biblioteci	20	
Studio de înregistrări	0	

6. Evaluarea mediului sonor

În tabelul 4.4 sunt prezentate exemple de activități, nivelul sonor admisibil⁴⁵ și efectele posibile ale zgomotului.

În proiectarea mediului sonor trebuie să se țină cont de tipul sarcinii de muncă, de necesitatea comunicării în timpul desfășurării activității și de efectele pe care zgomotul le are asupra sănătății și inteligibilității vorbirii. Zgomotul poate afecta sănătatea prin pierderea auzului, dar și prin influențarea stării generale a persoanei, manifestată prin apatie și lipsa de interes pentru interacțiunile sociale.

7. Întrebări

1. Cum interpretați valorile parametrilor furnizați de sonometru, în urma realizării de măsurători în sala de laborator?
2. Sunt necesare îmbunătățiri? Dacă da, ce soluții ați propune?

Știați că...



***Studiile au demonstrat un risc crescut de pierdere a auzului, după o perioadă de șase ani, pentru persoanele ce sunt expuse zilnic la un nivel sonor ce depășește 94 dB (Nixon, Glorig, 1961). De asemenea, s-a arătat că expunerea la zgomote continue produce deteriorarea temporară a auzului mai profundă decât în cazul expunerii la zgomote intermitente, perioada de recuperare fiind aproximativ egală în cele două cazuri (Johnson s.a., 1976).

⁴⁵ STAS 6156-86: *Protecția împotriva zgomotului în construcții civile și social-culturale. Limite admisibile și parametri de izolare acustică*; STAS 10009-88: *Acustica urbană. Limite admisibile ale nivelului de zgomot*; Cărean M., Cărean Al., op.cit. p.191; Helander M., op.cit., p.131

Studiu de caz



Cabinetul stomatologic

Sunteți consultant în domeniul sănătății și securității muncii. Ați fost solicitați să oferiți consultanță în evaluarea mediului sonor într-un cabinet stomatologic, situat la parterul unui bloc de locuințe.

Sursele de zgomot în cabinet sunt: turbina, sprayul pentru aer, micromotorul (piesa contraunghi) și compresorul. Acestea acționează independent, dar există și momente ale zilei de lucru când funcționează concomitent. Aceste momente sunt deranjante atât pentru medicul stomatolog cât și pentru vecinii ce locuiesc în apartamentele din jur.

De asemenea știți că activitățile medicilor stomatologi au un risc ridicat de pierdere a auzului. Studiile au arătat că echipamentul folosit în cabinetele stomatologice emite sunete de frecvențe înalte, ce scad capacitatea de concentrare și determină în timp pierderea auzului.

Pentru măsurarea zgomotului ați folosit un sonometru și ați realizat măsurători pe scara dBA, ce convertește nivelul real de presiune sonoră ținând cont de frecvențele la care urechea umană este mai sensibilă. În tabelul 4.5 sunt prezentați parametrii furnizați de sonometru, valorile fiind înregistrate în trei cazuri: 1 – funcționarea turbinei; 2 – funcționarea turbinei, compresorului și piesei contraunghi; 3 – funcționarea turbinei și sprayului pentru aer.

Probleme de dezbatere:

1. Cum interpretați valorile măsurate?
2. De ce alte date aveți nevoie pentru a evalua mediul sonor?
3. Ce soluții propuneți pentru scăderea nivelului de zgomot în cabinetul stomatologic?
4. Sunt necesare schimbări? Dacă da, faceți propuneri.




Tabelul 4.5. Valorile parametrilor furnizați de sonometru

Parametru	Valoare măsurată (dBA)		
	1	2	3
<i>Nivelul echivalent de sunet continuu - Leq</i>	60,4	64,1	71,1
<i>Nivelul de expunere sonoră - SEL</i>	86	92	97,6
<i>Nivelul de expunere personală zilnică - LEPd</i>	48,4	52,1	59,1
<i>Nivelul de zgomot de fond - L95</i>	41	40,5	40
<i>Nivelul de zgomot de vârf - L5</i>	66,5	70	78,5
<i>Nivelul sonor minim –MinL</i>	35	31,9	33,9
<i>Nivelul sonor maxim – MaxL</i>	76,4	88,5	88,4
<i>Nivelul de vârf maxim – MaxP</i>	Valoare măsurată (dBC)		
	90,5	106,4	93,6

Recapitulare



Am învățat:

-  aspectele analizate în proiectarea și analiza mediului sonor
-  metodologia de măsurare a sunetelor
-  metoda de evaluare și soluții pentru diminuarea zgomotului la locul de muncă

Evaluarea performanței



Standarde minime de performanță:

- ✓ aplicarea corectă a metodologiei pentru măsurarea sunetelor
- ✓ utilizarea corectă a aparatului, în realizarea măsurărilor

Bibliografie suplimentară

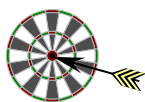


Pentru aprofundarea temei:

1. Cărean M., Cărean Al., *Principii și metode ergonomice de proiectare și analiză*, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 2001, pp.158-195.
2. Rodrick D., Karwowski W., Sherehiy B., "Human factors and ergonomics standards", în: Salvendy G. (coord.), *Handbook of human factors and ergonomics*, John Wiley & Sons, Inc., 2012, pp.1511-1549.

Proiectarea și evaluarea mediului fizic – expunerea la vibrații

Obiective



După parcurgerea lucrării studenții vor fi capabili:

- ☑ să identifice sursele de vibrații dintr-un mediu de muncă
- ☑ să identifice riscurile datorate expunerii la vibrații
- ☑ să evalueze expunerea la vibrații într-un sistem de muncă

Țimp estimat



Pentru managementul timpului:

- ⌚ pregătire laborator: 15 minute
- ⌚ discutare temă laborator: 30 minute
- ⌚ realizare analiză de risc: 30 minute
- ⌚ discuții comparative și exercițiu: 40 minute

Mod de desfășurare



- ✂ se recapitulează aspectele teoretice discutate la curs
- ✂ se discută metodologia de utilizare a aparatului
- ✂ studenții se grupează în echipe de 3-4 membri și aplică teoria în practică

Mod de evaluare a activității studenților



Se vor acorda note pentru:

activitatea individuală la ora de laborator N_I (50%) și activitatea de echipă N_E (50%).

Suport teoretic



EXPUNEREA LA VIBRAȚII

1. Informații generale

Aspecte privind vibrațiile

Vibrațiile sunt factorul de mediu care influențează confortul, sănătatea și eficiența activităților. Ele pot interveni în producerea și percepția zgomotelor și stimulilor vizuali.

În diferite situații de muncă omul poate fi expus la vibrația mâinii și brațului sau la vibrația întregului corp. Vibrația mâinii sau brațului se datorează obiectelor care vibrează și cu care mâna intră în contact direct. Întregul corp poate fi expus vibrațiilor de natură directă, transmise prin intermediul scaunului sau pardoselii cu care omul este în contact, sau de natură indirectă, provenite de la mașini ce transmit vibrații în întreaga încăpere și implicit corpului uman.

Vibrațiile și expunerea corpului uman la vibrații

Definită în cel mai simplu mod, vibrația este orice mișcare alternativă pe care un corp o face în jurul unui punct de refrință. Putând fi regulată sau aleatoare, mișcarea complexă poate fi analizată printr-o analiză Fourier, ce constă în divizarea ei într-un număr de componente simple. Astfel definită, vibrația pare a produce corpului deplasări în numeroase direcții. Cu toate acestea, ISO 2631:1985 stabilește că orice mișcarea trebuie definită și măsurată într-un sistem ortogonal de axe de coordonare (figura 5.1):

- X corespunzătoare direcției față – spate,
- Y corespunzătoare direcției dreapta – stânga
- Z pentru direcția cap-membre inferioare.

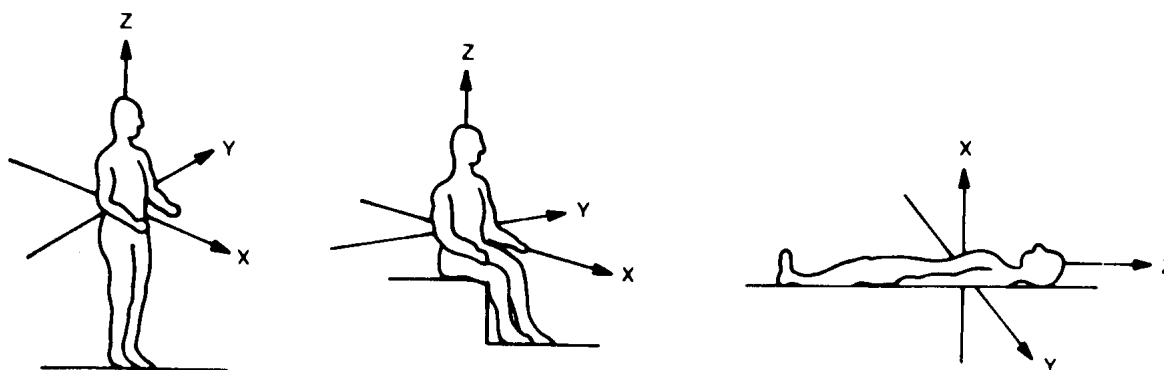


Figura 5.1. Sistemul de coordonate pentru stabilirea direcției vibrațiilor (ISO 2631:1985)

Deși există cazuri în care corpurile vibrează după două sau chiar trei direcții în același timp, pentru analiza vibrațiilor este stabilită o singură axă, de obicei axa Z.

Caracteristicile vibrației sunt direcția mișcării, frecvența și intensitatea ei.

Frecvența mișcării arată de câte ori, în intervalul de timp specificat (de obicei o secundă), corpul trece printr-o poziție de referință. Este exprimată în Hz, un hertz reprezentând 1 ciclu/s.

Intensitatea vibrației este exprimată în unități g ($1g = 9,81 \text{ m/s}^2$ reprezintă accelerația mișcării de ridicare a unui corp de la suprafața pământului), fiind determinată de accelerația mișcării și calculată în funcție de frecvență și amplitudine.

Orice corp are tendința de a vibra liber la o anumită frecvență, numită *frecvență naturală*. Dacă asupra corpului acționează o vibrație de o frecvență apropiată celei naturale, atunci corpul intră în rezonanță, intensitatea vibrației fiind mai mare decât cea aplicată. Fenomenul invers, amortizarea vibrației, apare atunci când frecvența vibrației aplicate este redusă de frecvența naturală.

Corpul omenesc, alcătuit din oase, articulații, mușchi și organe, nu face excepție de la aspectele prezentate, părțile corpului putând reacționa diferit la vibrații. Pentru anumite frecvențe, corpul poate vibra cu amplitudini mai mari decât cea a vibrației aplicate, intrând în rezonanță, în timp ce pentru altele poate să absoarbă și să atenueze vibrațiile aplicate. Datorită rezonanței omul poate întâmpina dificultăți în coordonarea mișcărilor, iar pe de altă parte, energia vibrației absorbite prin amortizare poate cauza corpului deteriorarea diferitelor structuri.

2. Analiza efectelor vibrațiilor

Există două domenii de interes pentru analiza efectelor vibrațiilor: vibrația întregului corp și vibrația mâinii și brațului. Tabelul 5.1 prezintă efectele frecvenței vibrațiilor asupra diferitelor părți ale corpului uman.

Tabelul 5.1. Efectele vibrațiilor asupra organismului uman

Partea corpului supusă vibrațiilor	Frecvența vibrațiilor (Hz)	Efecte asupra organismului uman	Sursă de referință
corp, așezat	5 10 – 12	Intră în rezonanță	Rowlands (1977), Paddan, Griffin (1988)
corpul	5	Intră în rezonanță	Paddan (1980)
	<20	Tulburări digestive	Seidel, Heide (1986)
	>20	Tulburări ale sistemului nervos	Seidel, Heide (1986)
capul	20 – 30	Intră în rezonanță	Helander (1995)
ochii	30 – 70	Intră în rezonanță	Stott (1980)
	10 - 25	Scade acuitatea vizuală	Grether (1971), Collins (1973)
mâna	100 – 150	Amortizate	Reynolds, Angevine (1977)
umerii	2 – 10	Reducerea performanței	Levison (1976)

Disconfortul resimțit în urma expunerii întregului corp la vibrații poate avea și cauze psihologice, cum ar fi: natura muncii desfășurate sau prezența altor factori de stres ce acționează în același timp.

S-a demonstrat că vibrațiile în combinație cu zgomotul sunt un factor de stres mai mare decât zgomotul sau vibrațiile ce acționează independent (Helander M).

Studiile au arătat că vibrațiile se transmit progresiv, intensitatea lor scăzând de la nivelul degetelor spre braț. În analiza expunerii la vibrații a mâinii și brațului trebuie considerați și factori ca: timpul de expunere, condițiile de mediu termic, modul de prindere a obiectului ce transmite vibrațiile, condiția fizică umană etc.

Expunerea la vibrații a corpului uman sau a diferitelor părți ale corpului este analizată prin prisma direcției și frecvenței vibrațiilor, luând în considerare efectele asupra sănătății, confortului și eficienței muncii.

3. Efectele vibrațiilor asupra factorului uman

Efectele vibrațiilor asupra sănătății

Sănătatea organismului uman expus la vibrații poate fi influențată de frecvența și intensitatea acestora. Vibrațiile de intensitate ridicată și joasă frecvență pot cauza deteriorarea diferitelor organe ale corpului, în urma fenomenului de amortizare. Îmbolnăvirile țesuturilor corpului uman pot apărea după o perioadă lungă de rezonanță sau pentru vibrații puternice.



Vibrațiile intense ale sculelor sunt transmise degetelor, mâinii și brațului operatorului, producând tulburări vasomotorii care, în timp, produc amorțeli la nivelul degetelor și în cazuri extreme decolorarea extremităților și pierderea temporară a controlului muscular (Oborne D., 1995). Fenomenul este cunoscut sub denumirea “maladia Raynaud” și apariția lui poate fi cauzată și de expunerea la frig sau factori emoționali. Stadiul bolii este descris de o scară de la 0 la 4, stadiile 2-4 având efecte asupra sarcinilor sociale și de muncă.

Vibrația întregului corp este un factor de risc pentru sănătatea umană, în funcție de frecvența vibrațiilor aplicate putând să apară tulburări ale coloanei vertebrale, dificultăți de respirație, tulburări digestive și musculare, tulburări de vedere și dificultăți de vorbire.

Efectele vibrațiilor asupra performanței

Studiile au arătat că vibrațiile sunt o cauză pentru reducerea controlului muscular și implicit a performanței motorii, puține dovezi susținând faptul că pot afecta performanța proceselor intelectuale. Vibrațiile afectează în schimb performanța vizuală a sarcinilor de muncă prin influențarea modului de percepție a obiectelor și a detaliilor legate de acestea.

Performanța vizuală este determinată atât de vibrația corpului uman cât și de vibrația obiectului vizualizat, acestea putând să apară independent sau concomitent. Ochiul percepe eficient orice obiect care vibrează cu frecvențe până la 1 Hz. Dacă frecvența de vibrație a obiectului vizualizat crește până la 2-4 Hz, eficiența urmăririi lui scade o dată cu creșterea amplitudinii vibrației. Pe de altă parte, frecvențele mici de vibrație a corpului uman determină dificultăți în stabilirea imaginii obiectului perceput, în timp ce la frecvențe mari intră în rezonanță capul (20-30 Hz) și ochii (30-70 Hz), ceea ce determină scăderea performanței vizuale. În practică, majoritatea situațiilor implică atât imagini, cât și observatori care sunt concomitent supuse/ supuși vibrației. Efectele acestora asupra percepției vizuale sunt analizate în funcție de intensitatea și frecvența vibrațiilor, de mărimea obiectelor și de distanța la care sunt situate față de observator.



Încă de la recunoașterea ergonomiei ca știință, specialiștii au fost preocupați să arate dacă timpul de reacție al operatorului și implicit procesarea informațiilor este influențat de vibrații.

Cercetările efectuate la începutul anilor '60 susțin că timpul de reacție nu este afectat de vibrații, ci acestea pot fi considerate un factor de stres care determină omul să depună un efort mai mare pentru menținerea performanței. Au urmat experiențe care, luând în considerare intensitatea vibrațiilor, au demonstrat scăderea performanței sarcinilor de gândire pentru vibrații de frecvențe diferite și intensitate 0,5g și neafectarea lor pentru intensități până la 0,31g. Rezultatele experiențelor sunt neconcludente, dar în analiza efectelor vibrațiilor asupra performanței cognitive trebuie considerați și alți factori, ca: interesul pentru activitatea desfășurată, perioada zilei când acționează vibrațiile sau alți factori de stres.

4. Considerente legate de limitele expunerii la vibrații

În evaluarea expunerii umane la vibrația întregului corp se utilizează standardul ISO 2631:1985 care fundamentează limitele expunerii la vibrații laterale și verticale, cu frecvențe între 1 – 80 Hz. Expunerea la vibrații este exprimată în funcție de frecvență,

intensitate și timpul de expunere. Sunt utilizate trei criterii descrise prin intermediul nivelului criteriului:

- protejarea sănătății (nivelul de expunere EL);
- eficiența muncii (limita oboseală-scăderea îndemânării FDPB);
- confortul (limita de confort redus RCB).

Nivelul fiecărui criteriu este definit de timpul de expunere, sau timpul maxim în care o persoană poate fi expusă la vibrații. Acesta poate varia între 1 minut și 8 ore (timpul unei zile de muncă). Pentru un timp de expunere (un punct al graficului), între nivelele criteriilor există următoarele două relații: $EL = 2 \times FDP$ și $RCB = FDPB/3,14$.

Măsurarea frecvenței vibrațiilor este urmată de interpretarea efectelor asupra sănătății, eficienței și confortului, cu ajutorul curbelor prezentate în figura 5.2.

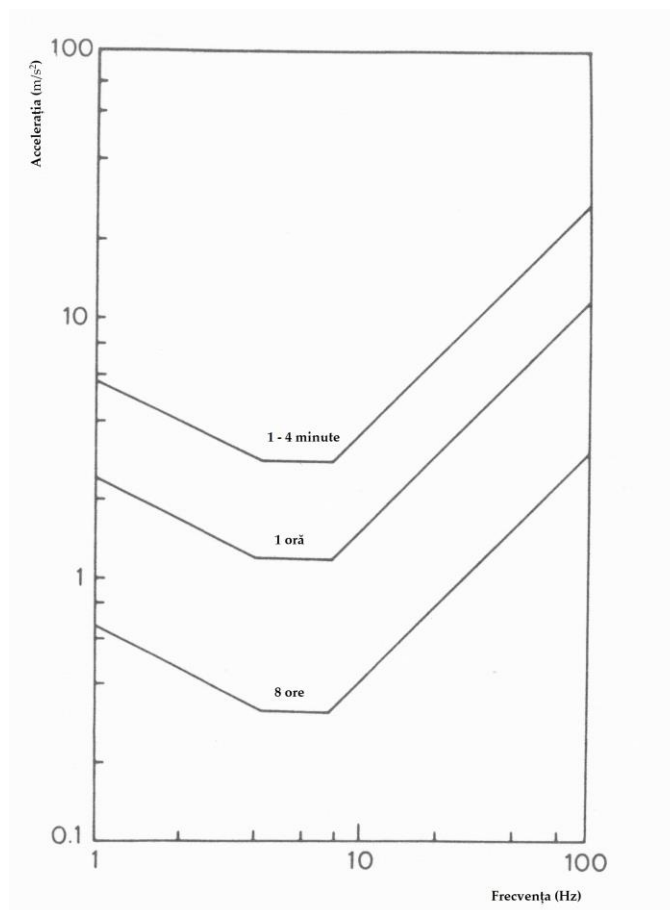


Figura 5.2. Limitele acceptabile ISO pentru expunerea la vibrații a întregului corp, pentru eficiența muncii (sursa: Osborne, 1995)

Graficul arată că, de exemplu, pentru o perioadă de expunere de 8 ore la un mediu în care predomină vibrații de frecvență 20 Hz, o intensitate a acestora de $0,8 \text{ m/s}^2$ conduce la scăderea eficienței muncii.

Pentru aceeași frecvență, timpul de expunere de 1 minut are același efect negativ asupra eficienței muncii, dacă intensitatea vibrațiilor este de $6,5 \text{ m/s}^2$.

Aplicarea standardului ISO 2631:1985 este limitată de unele restricții:

- standardul se referă la vibrația întregului corp în poziția ortostatică sau așezat, dar nu și la vibrația mâinii și brațului.
- curbele se referă la influența vibrațiilor asupra persoanelor masculine tinere, cu sănătate normală, neluând în considerare faptul că persoanele reacționează diferit la vibrații, în funcție de vârstă, sex și starea de sănătate.

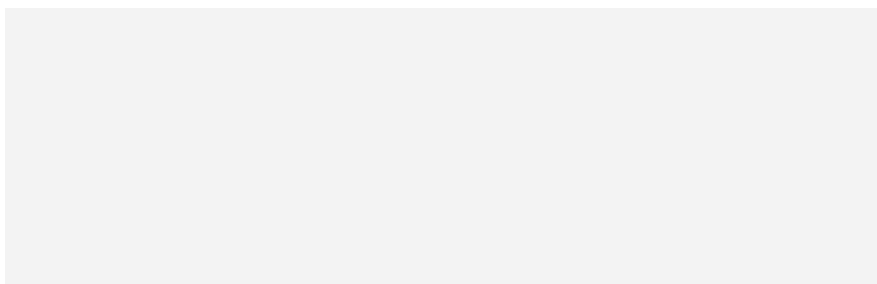
Cu toate acestea, standardul este utilizat pentru a evalua răspunsul probabil al structurilor fizice și psihice ale organismului uman la vibrații.

5. Întrebări

1. Identificați și descrieți succint sursele de vibrații din cadrul sistemului de muncă în care vă desfășurați activitatea.

2. Analizați, în diferite situații de muncă, expunerea la vibrația mâinii și brațului sau la vibrația întregului corp.

Știați că...



*** Directiva 2002/44/CE prevede *limitele de expunere și valorile vibrațiilor în regiunea mâinii, brațului și a întregului corp*. Angajatorii trebuie să analizeze riscurile, să evite sau să reducă expunerea la vibrații și să-și informeze și să-și instruiască lucrătorii în vederea

minimalizării riscurilor asociate cu vibrațiile. Directiva prevede, de asemenea, cerințe privind monitorizarea sănătății lucrătorilor.

*** Directiva 98/37/CE se referă la proiectarea utilajelor și specifică faptul că, la proiectarea utilajului trebuie să se țină cont de principiile ergonomice astfel încât disconfortul, oboseala și solicitarea psihologică a operatorului să fie reduse la minim. Principiile ergonomice trebuie să se aplice, de asemenea, dispozitivelor de control, echipamentelor personale de protecție și scaunelor de mașină. Utilajele trebuie să fie proiectate astfel încât să se reducă la minim riscurile asociate cu vibrațiile.

*** Expunerea la vibrații este legiferată în România prin *HG nr. 1876 din 2005 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de vibrații*. Legislația specifică valoarea limită de expunere zilnică profesională, calculată pentru o perioadă de referință de 8 ore (5 m/s^2) și valoarea expunerii zilnice de la care se declanșează acțiunea, calculată pentru o perioadă de referință de 8 ore ($2,5 \text{ m/s}^2$).

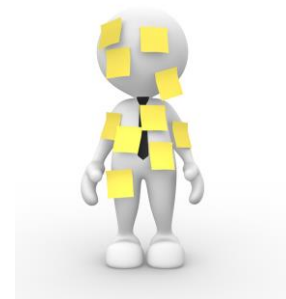
Exercițiu



Furtuna ideilor

Sunteți consultant în domeniul sănătății și securității muncii. Ați fost solicitați să oferiți consultanță în procesul de proiectare a unor utilaje și scule utilizate în agricultură (fierăstraie, drujbe, mașini de tuns iarba etc.).

Ați format echipa de proiectare și v-ați întâlnit pentru a identifica aspectele referitoare la expunerea utilizatorului la vibrații – aspecte de care veți ține cont în proiectarea produselor.



Probleme de dezbatere:

1. Cum ar putea arăta rezultatul brainstorming-ului?
2. Ce soluții propuneți pentru scăderea nivelului de expunere la vibrații a utilizatorului produsului?

Recapitulare



Am învățat:

- 📖 surse de vibrații
- 📖 riscuri datorate expunerii la vibrații
- 📖 metodologia de evaluare a expunerii la vibrații

Evaluarea performanței



Standarde minime de performanță:

- ✓ identificarea corectă a riscurilor de expunere la vibrații
- ✓ utilizarea corectă a standardului ISO pentru evaluarea expunerii la vibrații, pentru eficiența muncii

Bibliografie suplimentară



Pentru aprofundarea temei:

1. Cărean M., Cărean Al., *Principii și metode ergonomice de proiectare și analiză*, Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 2001, pp.196-208.
2. Rodrick D., Karwowski W., Sherehiy B., "Human factors and ergonomics standards", în: Salvendy G. (coord.), *Handbook of human factors and ergonomics*, John Wiley & Sons, Inc., 2012, pp.1511-1549.

Proiectarea mediului fizic, legislația SSM și standardul ISO 45001:2018

Ergonomia mediului fizic este ramura din ergonomie care se regăsește în cea mai mare măsură în reglementările legislației în domeniul sănătății și securității în muncă (SSM). *Legea 319/2006 – legea sănătății și securității în muncă* și *HG 1091/2006 – privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă* obligă angajatorii să ia măsurile necesare pentru protejarea lucrătorilor sub orice aspect al muncii, în special respectarea normelor de protecție a muncii. Așa cum se observă din figura 6.1, legislația SSM reprezintă baza pentru stabilirea instrucțiunilor proprii specifice locurilor de muncă.

În funcție de specificul muncii, există hotărâri de guvern specifice care trebuie aplicate, de exemplu:

- H.G. nr. 493/2006 – privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de zgomot
- H.G. nr. 1876/2005 – privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de vibrații

Legi și HG – privire de ansamblu

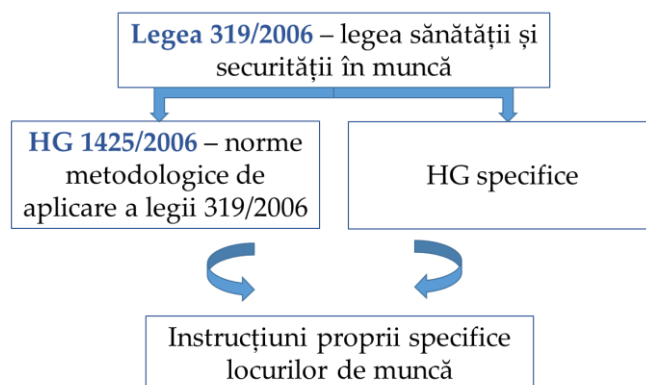


Figura 6.1. Legislația SSM – privire de ansamblu

Conform legislației (figura 6.2), angajatorul are obligația de a lua măsuri pentru prevenirea riscurilor profesionale, de a evalua riscurile și de a stabili măsuri de prevenire și protecție.

Context legislativ

Legea 319/2006 - dispoziții generale



ART. 1

(2) Prezenta lege stabilește principii generale referitoare la prevenirea riscurilor profesionale, protecția sănătății și securitatea lucrătorilor, eliminarea factorilor de risc și accidentare, informarea, consultarea, participarea echilibrată potrivit legii, instruirea lucrătorilor și a reprezentanților lor, precum și direcțiile generale pentru implementarea acestor principii.

ART. 7

(1) În cadrul responsabilităților sale, angajatorul are obligația să ia măsurile necesare pentru:

...

b) prevenirea riscurilor profesionale;

...

ART. 7

(4) ... angajatorul are obligația:



a) să evalueze riscurile pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor, inclusiv la alegerea echipamentelor de muncă, a substanțelor sau preparatelor chimice utilizate și la amenajarea locurilor de muncă;

b) ca, ulterior evaluării prevăzute la lit. a) și dacă este necesar, măsurile de prevenire, precum și metodele de lucru și de producție aplicate de către angajator să asigure îmbunătățirea nivelului securității și al protecției sănătății lucrătorilor și să fie integrate în ansamblul activităților întreprinderii și/sau unității respective și la toate nivelurile ierarhice;

...

e) să ia măsurile corespunzătoare pentru ca, în zonele cu risc ridicat și specific, accesul să fie permis numai lucrătorilor care au primit și și-au însușit instrucțiunile adecvate.

...

ART. 12

(1) Angajatorul are următoarele obligații:

a) să realizeze și să fie în posesia unei evaluări a riscurilor pentru SSM, inclusiv pentru acele grupuri sensibile la riscuri specifice;



ART. 13

În vederea asigurării condițiilor de SSM și pentru prevenirea accidentelor de muncă și a bolilor profesionale, angajatorii au următoarele obligații:

a) să adopte, din faza de cercetare, proiectare și execuție a construcțiilor, a echipamentelor de muncă, precum și de elaborare a tehnologiilor de fabricație, soluții conforme prevederilor legale în vigoare privind SSM, prin a căror aplicare să fie eliminate sau diminuate riscurile de accidentare și de îmbolnăvire profesională a lucrătorilor;

b) să întocmească un plan de prevenire și protecție compus din măsuri tehnice, sanitare, organizatorice și de altă natură, bazat pe evaluarea riscurilor, pe care să îl aplice corespunzător condițiilor de muncă specifice unității (HG 1425/2006, sect.7);

Figura 6.2. Obligațiile angajatorului privind riscurile SSM

Evaluarea riscurilor de accidentare

Etapa 1 – analiza sistematică a activităților, în scopul identificării factorilor de risc dependenți de cele patru componente ale sistemului de muncă

- executant;
- sarcina de muncă;
- mijloacele de producție;
- mediul de muncă.



1. Factorii de risc în sistemul de muncă

- analiza sistematică a posibilităților de apariție a accidentelor și ale abaterilor posibile la nivelul fiecărei componente a sistemului.

2. Factorii de risc proprii executantului

- abaterea posibilă a executantului de la linia ideală pe care trebuie să o urmeze pentru îndeplinirea sarcinii de muncă

- erori de decizie;
- erori de execuție;
- erori de autoreglaj;
- erori de recepție, prelucrare și interpretare a informației.
- comportament neadecvat (SSM)

3. Factorii de risc proprii sarcinii de muncă

- analiza sistematică a conținutului sau structurii necorespunzătoare a sarcinii de muncă în raport cu scopul sistemului de muncă sau cu cerințele impuse de situațiile de risc (operații, reguli, procedee greșite, absența unor operații, metode de muncă necorespunzătoare);

- sub/supradimensionarea cerințelor impuse executantului, respectiv necorespunzătoare posibilităților acestuia.

4. Factorii de risc proprii mijloacelor de producție

- factori de risc mecanic
- factori de risc termic
- factori de risc electric
- factori de risc chimic
- factori de risc biologic

5. Factorii de risc proprii mediului de muncă

Mediul fizic ambiant

- abateri sub formă de depășiri ale nivelului sau intensității funcționale a parametrilor specifici (microclimat, zgomot, vibrații, noxe chimice, radiații, iluminat etc.), fie caracteristici care reprezintă condiții de muncă inadecvate (**suprasolicitare fizică**)

Mediul social

- factori de risc de natură psihică al căror rezultat este **suprasolicitarea** executantului

oboseală – surmenaj



Etapa 2 – stabilirea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională

Pericol – sursă, situație sau acțiune cu un potențial de a produce o vătămare, în termeni de rănire sau îmbolnăvire profesională sau o combinație a acestora

- **identificare pericol** – proces de recunoaștere a faptului că există un pericol și de definire a caracteristicilor acestuia



Risc – probabilitatea cu care într-un proces de muncă intervine un accident sau o îmbolnăvire profesională cu o anumită frecvență și gravitate a consecințelor.

...

Figura 6.3. Factorii de risc proprii mediului fizic - incluși în riscurile SSM

Din figura 6.3 se observă că factorii de risc proprii mediului fizic (abateri sub formă de depășiri ale nivelului sau intensității funcționale a parametrilor specifici – iluminat, microclimat, zgomot, vibrații, noxe chimice, radiații etc.) sunt incluși în riscurile privind sănătatea și securitatea în muncă.

Procesul de identificare și evaluare a riscurilor (figura 6.4) conduce la o ierarhizare a riscurilor SSM, pe baza căreia se stabilesc planurile de măsuri pentru prevenirea riscurilor profesionale.

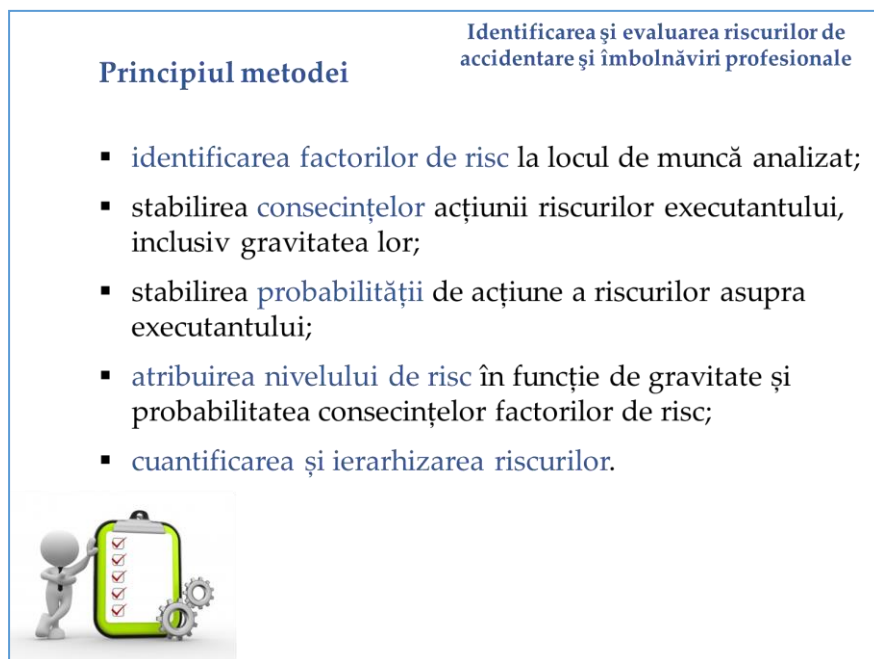


Figura 6.4. Procesul de identificare și evaluare a riscurilor SSM

Pe lângă respectarea legislației SSM (ca obiectiv specific), managementul general/strategic al organizației ar trebui să aibă ca obiectiv general atingerea competitivității, într-un mediu extern și intern aflat într-o continuă schimbare. Pentru atingerea acestui obiectiv este aproape obligatorie dezvoltarea unor sisteme de management integrat (figura 6.5): calitate (ISO 9001:2015) – mediu (ISO 14001:2018) – sănătate și securitate în muncă (ISO 45001:2018) – alte sisteme de management specifice (de exemplu, securitatea informației ISO 27001:2013).

Așa cum se observă în figura 6.6., evaluarea riscurilor SSM constituie parte integrantă în dezvoltarea sistemelor de management al sănătății și securității în muncă (SMSSM).

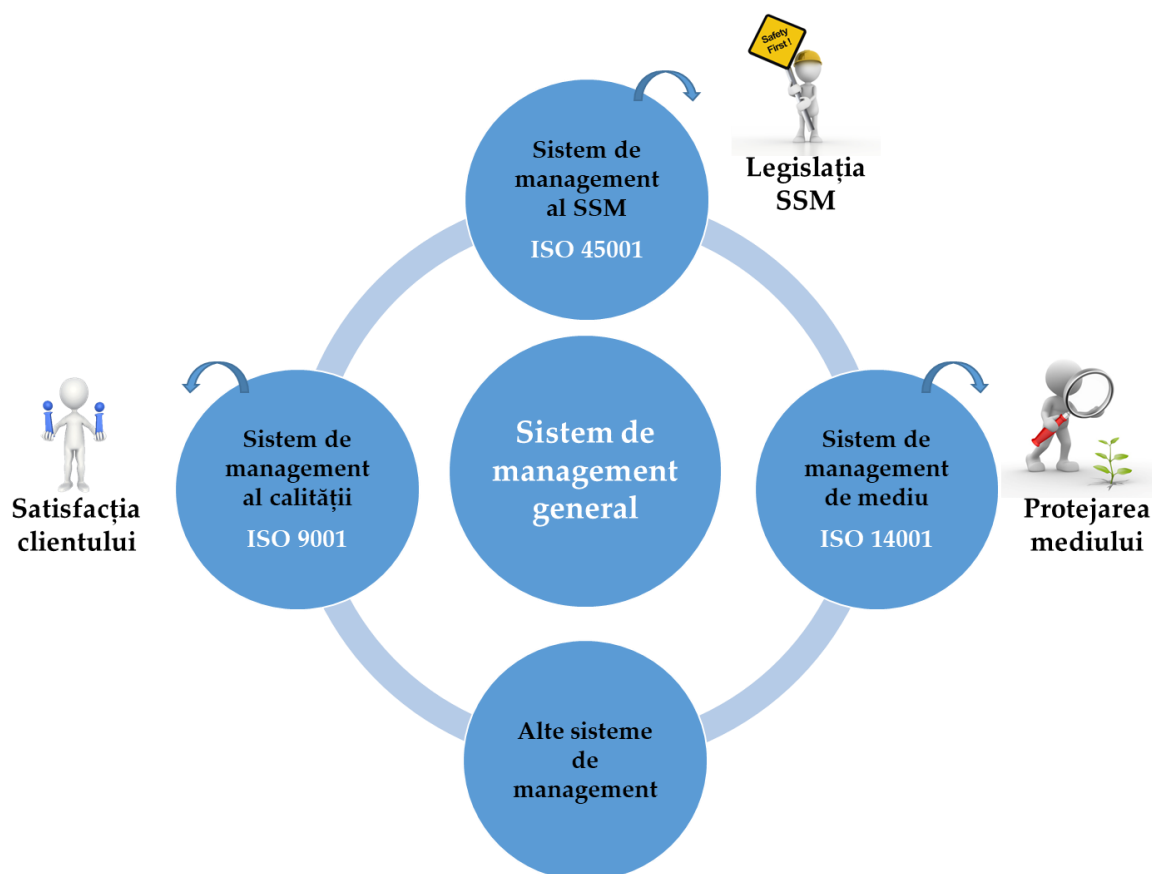


Figura 6.5. Certificarea pe baza standardului ISO 45001 – garanție pentru aplicarea legislației SSM

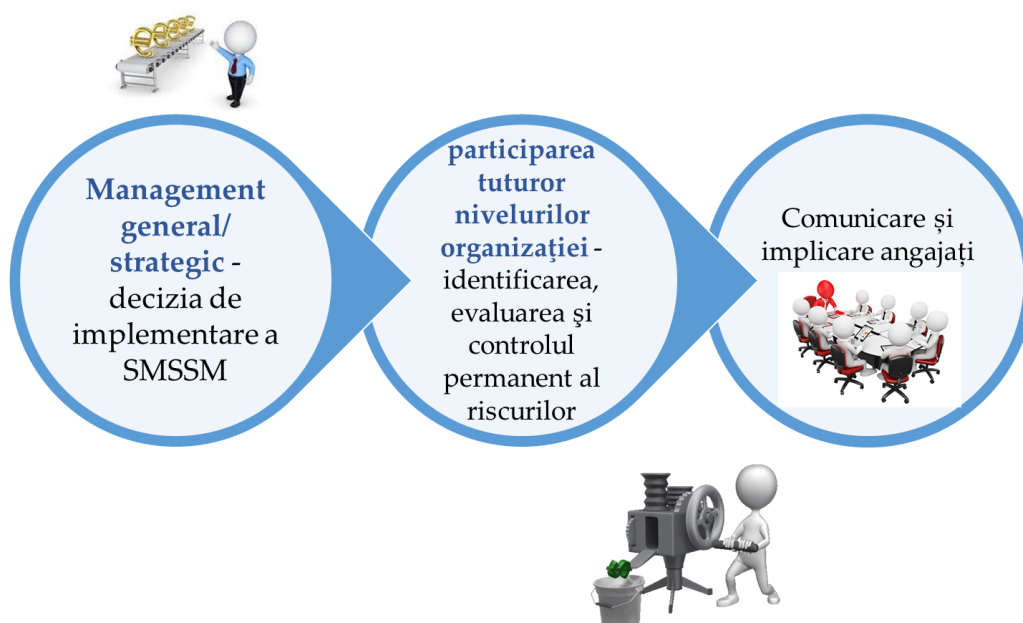


Figura 6.6. Evaluarea riscurilor SSM – parte integrantă în dezvoltarea Sistemelor de management al sănătății și securității în muncă (SMSSM)

Structura noului standard *ISO 45001:2018 Sisteme de management al sănătății și securității în muncă. Cerințe și îndrumări pentru utilizare* este parțial prezentată în figura 6.6.

4	Contextul organizației	
4.1	Înțelegerea organizației și a contextului acesteia	
4.2	Înțelegerea necesităților și așteptărilor lucrătorilor și ale altor părți interesate	
4.3	Determinarea domeniului de aplicare al sistemului de management SSM	
4.4	Sistem de management SSM	
5	Leadership și participarea lucrătorilor	
5.1	Leadership și angajament.....	
5.2	Politica SSM	
5.3	Roluri, responsabilități și autorități organizaționale	
5.4	Consultarea și participarea lucrătorilor	
6	Planificare.....	
6.1	Acțiuni pentru tratarea riscurilor și oportunităților	
6.1.1	Generalități.....	
6.1.2	Identificarea pericolelor și evaluarea riscurilor și oportunităților	
6.1.3	Determinarea cerințelor legale și a altor cerințe	
6.1.4	Planificarea acțiunilor	
6.2	Obiective SSM și planificarea realizării acestora	
6.2.1	Obiective SSM	
6.2.2	Planificarea realizării obiectivelor SSM	



Figura 6.6. Legătura ISO 45001:2018 – proiectare ergonomică
(prin clauzele 6.1.2.2 Evaluarea riscurilor și 6.1.2.3 Analiza oportunităților)

Se observă că standardul ISO 45001:2018 permite organizațiilor să-și gestioneze riscurile și să-și îmbunătățească performanța privind sănătatea și securitatea în muncă.

Prin structura sa, standardul stabilește o legătură cu ergonomia prin faptul că specifică "proiectarea ergonomică a locurilor de muncă" la clauza 6.1. *Acțiuni pentru tratarea riscurilor și oportunităților* (6.1.2.2 Evaluarea riscurilor și 6.1.2.3 Analiza oportunităților).

Aplicarea abordărilor ergonomice în planificarea noilor locuri de muncă, eliminarea muncii monotone sau a muncii care provoacă stres negativ sunt menționate ca măsuri ce pot fi implementate la fiecare nivel pentru eliminarea pericolelor și reducerea riscurilor SSM. De asemenea, proiectarea ergonomică a locurilor de muncă reprezintă o oportunitate pentru creșterea performanțelor SSM.