

A. ELEMENTE DE ERGONOMIE

1. Conținutul ergonomiei

1.1. Ergonomia - știință interdisciplinară

Pe măsura dezvoltării forțelor de producție, omul fiind elementul hotărâtor în cadrul acestora, a apărut necesară – în special în condițiile tehnicii moderne – efectuarea de studii și cercetări referitoare la muncă, având ca scop menținerea la un nivel cât mai înalt a stării fizice și psihice a acestuia, pentru a-l face să poată răspunde în mod corespunzător cerințelor impuse de introducerea progresului tehnic.

Alături de progresul tehnic, care a determinat schimbări fundamentale în munca omenească, un rol deosebit în dezvoltarea acestor studii și cercetări a avut evoluția concepției omului despre muncă și viață și în general, evoluția științelor care au ca obiect munca.

Astfel, progresul tehnic materializat prin introducerea pe scară din ce în ce mai largă a mecanizării și automatizării proceselor, a condus la schimbarea raportului între munca fizică și cea intelectuală, în sensul că executantul devine tot mai mult un operator și un conducător al procesului.

Pe de altă parte, echipamentele/instalațiile devin tot mai complexe, mai scumpe, se uzează moral mai rapid și au astfel o viață mai scurtă în producție decât executantul. De aceea, devine necesară concentrarea preocupărilor asupra omului, în sensul adaptării lui la cerințele acestora, sub aspectul cunoștințelor profesionale și al cerințelor fiziologice și psihologice necesare unei deserviri eficiente, precum și al adaptării echipamentelor/instalațiilor la caracteristicile biologice și psihologice ale omului, pentru a solicita din partea acestuia un minimum de efort și pentru a asigura funcționarea lor cu randament maxim și înlăturarea eventualelor pagube/accidente care ar putea fi destul de costisitoare.

Totodată, oamenii au devenit mai exigenți în ce privește confortul, condițiile de viață și de muncă, solicitând spații luminoase și bine aerisite, echipamente care să le ușureze munca, transporturi mai confortabile, locuințe mai bune etc.

Realizarea acestor deziderate a dus la dezvoltarea științelor care studiază diferitele laturi ale muncii omenești și anume igiena și securitatea muncii, fiziologia muncii, psihologia muncii, economia muncii, precum și organizarea muncii, căreia îi revine rolul de a sintetiza rezultatele cercetărilor specialiștilor din toate celelalte domenii, precum și optimizarea relațiilor om-muncă-mediu.

Complexitatea mașinilor și a proceselor de producție a determinat însă din ce în ce mai multe situații în care specialiștii care studiau diferitele laturi ale muncii omenești să nu mai poată rezolva singuri întreaga gamă de probleme ridicate de cerințele practice ale dezvoltării producției și au impus necesitatea conlucrării lor în grup pentru a găsi soluțiile cele mai eficiente.

Necesitatea conlucrării în grup a specialiștilor a condus la apariția unei noi discipline, respectiv a unei noi științe – denumită ergonomie – care studiază munca sub toate aspectele ei, înmănunchind într-un tot unitar toate disciplinele și științele care aveau preocupări unilaterale în acest domeniu.

Ergonomia a fost definită ca o știință interdisciplinară care urmărește realizarea unor raporturi optime între om – mijloc de muncă – mediu (fizic și social), cu efecte deosebite în ce privește creșterea productivității muncii și îmbunătățirea condițiilor de muncă ale omului. Ea nu se confundă însă cu nici una din științele care participă la definirea ei, nu se substituie acestora și nici nu le prejudiciază, ci, dimpotrivă, prin concepția sa, creează premisele valorificării datelor din științele respective, în scopul optimizării raporturilor dintre om și munca sa.

Ergonomia nu constituie deci monopolul biologului, antropologului, psihologului, sociologului, inginerului, economistului sau organizatorului, ci cu ea se face apel la acești specialiști pentru a furniza organizatorului maximum de informații privind posibilitățile optime ale omului de a se integra în procesul de muncă. (fig 1.1.)

Etimologic, denumirea de „ergonomie” provine din două cuvinte de origine greacă: „ergon” - care înseamnă muncă, putere, forță – și „nomos” care înseamnă știință, teorie, lege, regulă. Deci, ergonomia este considerată ca „știința muncii”, având ca obiect de studiu relația „om-muncă”, sintetizând/corelând datele tuturor științelor disciplinelor preocupate de acest domeniu, formulând principii, reguli proprii îndeosebi cu caracter aplicativ, care să asigure adaptarea reciprocă dintre om și munca sa.

Ea este o știință multidisciplinară prin metode, unitară prin obiectivul său care îl constituie optimizarea relației om-muncă, prin adaptarea muncii la om, a omului la meseria sa, în scopul creșterii continue accentuate a productivității muncii în condițiile unui consum rațional de energie umană.

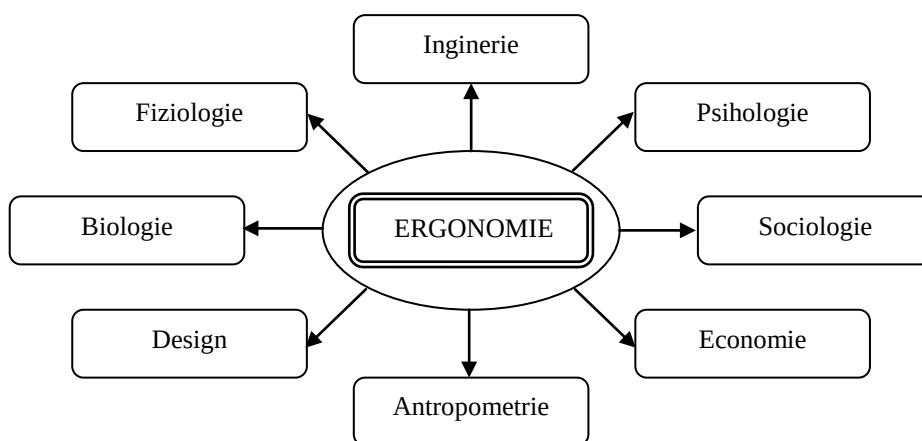


Fig. 1. 1. Principalele domenii științifice la care apelează ergonomia

Ergonomia folosește în mod integrat cunoștințele disciplinelor științelor bio-psiho-medicale (fiziologia, psihologia, ecologia, antropologia, biomecanica, mecanica muncii, igiena, etc.), tehnico-economice (știința conducerii, studiul muncii, estetica industrială, ingineria tehnologică, economia industriei, cibernetica, ingineria construcțiilor de mașini, tehnica securității muncii, etc.), sociala (sociologia muncii), toate vizând *menținerea îndelungată la nivel optim a capacității de muncă, a promovării stării de sănătate a omului*.

În figura 1.1 sunt prezentate sintetic principalele discipline/științe la care apelează ergonomia care îi conferă caracterul de multidisciplinaritate/interdisciplinaritate.

Datorită acestui caracter, având în vedere complexitatea funcțiilor umane marea diversitate a activităților de muncă, cercetările ergonomice, aplicative fundamentale, presupun de regulă munca în echipă, în care, funcție de natura importanța problemelor ce se ivesc se recomandă să participe inginerul, fiziologul (sau medicul de medicina naturii), psihologul, economistul, sociologul, etc.

Datele obținute în urma cercetărilor fundamentale în diverse domenii de activitate (prezentate sub forma de tabele, diagrame, standarde, etc.) sunt utilizate în proiectarea/corectarea ergonomică a unor situații (condiții) de muncă existente.

Existența diferitelor ramuri ale ergonomiei (ergonomia informațională, topoergonomia, bioergonomia, ergonomia activităților, ergonomia aerospațială, ergonomia urbanistică, ergonomia școlară, ergonomia recuperării handicapărilor mentali fizici, ergonomia casnică) este dictat tocmai de diversitatea mare a situațiilor de muncă în care ergonomia intervine.

1.2. Scurt istoric

În SUA, ergonomia a apărut ca disciplină după cel de-al Doilea Război Mondial. Apăruseră multe probleme în folosirea echipamentelor sofisticate precum avioane, radare, sonare și tancuri. Uneori aceste probleme au cauzat erori umane cu consecințe grave. De exemplu, în timpul războiului din Coreea, mai mulți piloți au fost uciși în timpul antrenamentelor decât în luptă (Nichols, 1976). Această constatare a avut ca urmare creșterea interesului pentru crearea unor sisteme de control și afișaj în avioane. De aceea, informațiile disponibile în manuale despre factori umani sunt în mare parte influențate de aplicațiile militare în domeniul ergonomiei.

Unele agenții federale au sponsorizat cercetări ale aplicațiilor civile: Administrația Federală a Autostrăzilor (design-ul autostrăzilor și a indicatoarelor rutiere), NASA (capacitate și limitare umană în spațiu, design-ul stațiilor spațiale), Administrația Națională a Autostrăzilor pentru Siguranța Traficului (design-ul mașinilor, efectele drogurilor și a alcoolului în timpul condusului), Comisia Nucleară (planuri necesare pentru centrale nucleare), Administrația Federală a Aviației (siguranța aviației).

În SUA, aplicațiile în in domeniul civil sunt destul de recente. Eastman-Kodak în Rochester, New York, a fost probabil prima companie care a implementat un program substanțial în jurul anului 1965. La IBM, interesul în ergonomie a început în

jurul anului 1980. La acea vreme, IBM avea numeroși experți în domeniul factorilor umani, majoritatea lucrând însă la proiectarea produselor destinate consumatorilor. Recent, aceștia și-au îndreptat interesul spre calculatoare și programe.

În Europa, ergonomia este foarte bine implementată în special în Anglia, Franța, Germania, Olanda, Italia și țările scandinave. În fosta URSS, la fel ca în SUA, interesul a fost concentrat pe activitățile Departamentului de Apărare. Au fost puține aplicații în domeniul civil, dar interesul crește rapid.

Încă din Epoca de piatră omul a creat unelte necesare diferitelor operații (Drillis, 1963). În timpul Revoluției Industriale s-a încercat aplicarea unui concept prin care operatorul uman să primească sarcini interesante și să fie lăsată mașina să execute operațiile repetitive (Rosenbrock, 1983). La începutul secolului 20, Frederick Taylor a introdus studiul „științific” al muncii. Acesta a fost urmat de către Frank și Lillian Gilbreth care au dezvoltat studiul timp-mișcare și conceptul de a împărți munci obișnuite în microelemente numite „therbligs” (Konz, 1990).

Abia în anii '50 ergonomia a devenit o disciplină independentă. În Anglia, Societatea Dezvoltării Ergonomice a fost înființată în 1950. În SUA, Societatea Factorului Uman a fost înființată în 1957. În 1961 a avut loc prima întâlnire a Asociației Ergonomice Internaționale ținută la Stockholm, Suedia (Chapanis, 1990). În prezent asociația are aproximativ 15000 de ergonomiști din 40 de țări.

Ergonomia se practică atât în faza de proiectare și poartă numele de *ergonomie de concepție*, cât și în faza de realizare a acestora – *ergonomia de corectare*.

Accentul trebuie, însă, pus pe aplicarea în faza de proiectare, corectarea ulterioară fiind mai costisitoare. Tot datorită faptului că proiectantul nu dispune încă de suficiente date (ne referim la datele obținute în urma cercetărilor ergonomice fundamentale) apar necesități de corectare ergonomică ulterioare. Corectarea ergonomică se execută pe baza studiilor efectuate de echipa ergonomică (care urmărește de regulă ansamblul activităților din punct de vedere economic, tehnic, social).

Privită din punct de vedere al obiectului preocupărilor, ergonomia poate căpăta două forme: ergonomia aplicată la proiectarea produselor (mijloace de muncă, bunuri de larg consum), cunoscută sub denumirea de *ergonomia produsului* și ergonomia aplicată la proiectarea produselor de producție, cunoscută sub denumirea de *ergonomia producției*.

Ergonomia produsului urmărește ca produsul realizat să îi fie conferite valențe de ordin ergonomic, pe baza datelor obținute în urma cercetărilor fundamentale, astfel ca aceste produse să solicite omul în limita posibilităților sale normale, satisfăcând în totalitate cerințele beneficiarului.

Precizarea nivelului ergonomic realizat al produsului se face cu ajutorul unui certificat ergonomic care însoțește produsul care poartă denumirea de *atestat ergonomic*.

Ergonomia producției studiază condițiile în care se desfășoară procesul de producție, complexul oameni – mașini în dinamica lui. Ținând seama că activitatea de muncă se desfășoară într-un mediu ambiental fizic, psiho-social, ergonomia urmărește

obținerea unor rezultate optime a desfășurării procesului de muncă privit în ansamblul său, luând în considerare toți factorii de influență.

În țara noastră principiile ergonomice sunt precizate de normele generale de protecția muncii elaborate de Institutul de Cercetări Științifice pentru Protecția Muncii (I.C.S.P.M), în colaborare cu specialiști din cadrul M.M.P.S. și ai Institutului de Igienă Sănătate Publică, Serviciul de Sănătate și Conducere. Astfel principiile ergonomice în organizarea locului de muncă sunt date de articolele 143,...,153; principiile ergonomice de proiectare a echipamentelor tehnice sunt reglementate prin articolele 302, 303, 304, 305; sistemele de comandă prin articolele 306,...,313; mediul de muncă prin: (microclimat - articolele 403,...,409; ventilare – articolele 430,...,452; iluminat – articolele 453,...,473; zgomotul, vibrațiile și ultrasunetele – articolele 474,...,490; radiațiile electromagnetice neionizante – articolele 491,...,531; factorii biologici – articolele 545,...,551), etc., conform standardelor naționale și europene. (Anexa I, II, ...)

1. 3. Proiectare ergonomică

La locul de muncă apar adesea probleme care necesită o abordare detaliată. În ciuda diferențelor existente între factori umani și ergonomie, cele două științe interacționează din ce în ce mai bine. De exemplu introducerea calculatoarelor la locul de muncă a scos la iveală existența unor probleme de proiectare (tab. 1.1). Această problemă este prezentată ca atare în figura 1.2. Un operator uman primește informații pe un monitor urmând să le interpreteze și să selecteze operația corespunzătoare.

Mediul înconjurător poate de asemenea să afecteze operatorul uman. Cei mai importanți factori cu influență negativă asupra performanțelor sunt factorii externi, de exemplu zgomotul și vibrațiile, frigul și căldura excesivă, ciclurile muncă – odihnă, factorii organizatorici.

Pentru a rezolva eficient o problemă legată de stații de muncă VDT (visual display terminals), ergonomistul trebuie să fie capabil să recunoască și să analizeze o varietate de probleme iar apoi să propună soluții. Aceasta ne conduce la prima maximă: *scopul primar al ergonomiei este proiectarea.*

Prin urmare, situația trebuie întâi analizată, trebuiesc generate soluții de proiectare după care și acestea trebuie analizate (fig. 1.3).

Tabelul 1.1 Probleme apărute datorită introducerii calculatoarelor la locul de muncă

Problemă	Cunoștințe necesare rezolvării problemei
Postura	Biomecanică
Tastarea	Biomecanică
Mărimea caracterelor monitorului	Percepție, cercetare vizuală
Afișarea informațiilor pe monitor	Psihologie și știință cognitivă
Proiectarea sistemelor noi	Proiectarea sistemelor și cibernetică
Factorii mediului	Gălăgie, căldură, frig

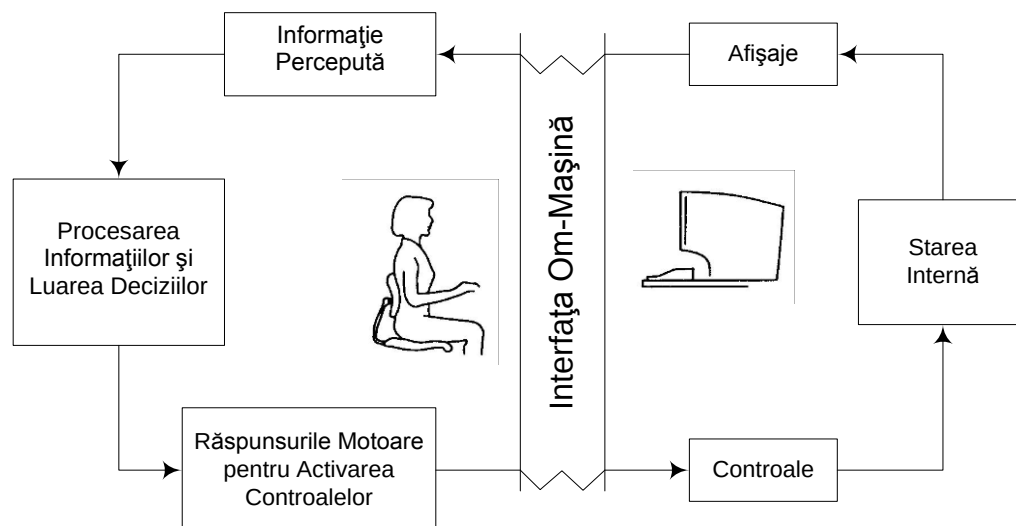


Fig. 1.2 Analiza interfeței om-mașină necesită cunoștințe interdisciplinare de bio-mecanică, psihologie cognitivă și de metodologie a proiectării sistemelor

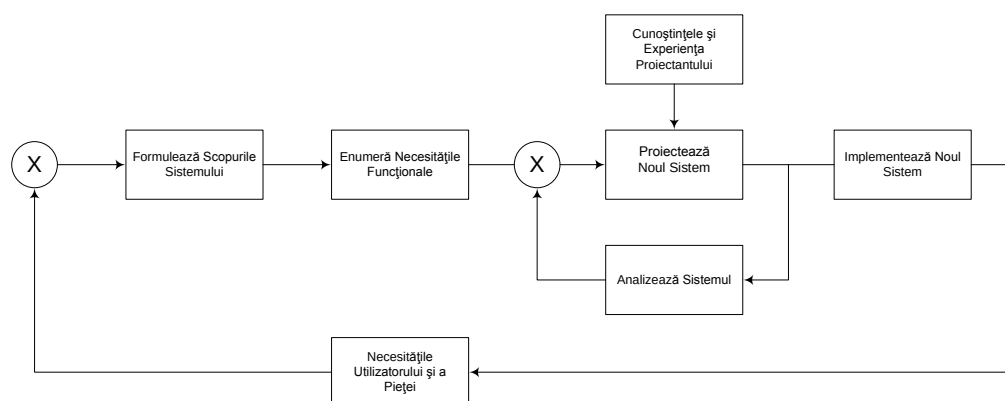


Fig. 1.3 Procedura de proiectare și reproiectare a unui sistem

Din figura 1.2 reiese că sunt necesare cunoștințe interdisciplinare: (1) formularea scopurilor sistemului; (2) înțelegerea cerințelor funcționale; (3) proiectarea unui nou sistem; (4) analizarea sistemului și (5) implementarea sistemului. Din schema prezentată în figura 1.3 reiese că proiectarea este o activitate neîntreruptă. Există întotdeauna oportunități de îmbunătățire și modificare.

În reproiectarea unui sistem, ergonomistul trebuie să ia în considerare multe constrângeri. Vor fi constrângeri legate de alocarea muncii (cine face ce), constrângeri economice, constrângeri ale companiei, și uneori chiar și constrângeri venite din partea sindicatelor muncitorești. Ergonomistul trebuie să obțină date de la cei ce vor utiliza sistemul sau de la un sistem similar. Va fi necesară consultarea literaturii de

specialitate, evaluarea mai multor variante de proiectare prin folosirea unor prototipuri sau prin experimente care au drept subiecte testate pe utilizatori. Acest scenariu conduce la cea de-a doua maximă: *o abordare sistematică, interdisciplinară este necesară în proiectarea și analiza unui sistem.*

1.4. Productivitate, siguranță, sănătate și confort prin ergonomie

Ergonomia trebuie să aibă în vedere reducerea numărului mare de accidente precum și a sumelor mari plătite pentru asigurare. În ultimii ani au existat numeroase accidentări datorate unor traume cumulative sau datorate unor factori psihologici, sociologici și etici. Operatorii se adaptează adesea la condițiile improprii de muncă, dar numărul de accidente crește și productivitatea scade.

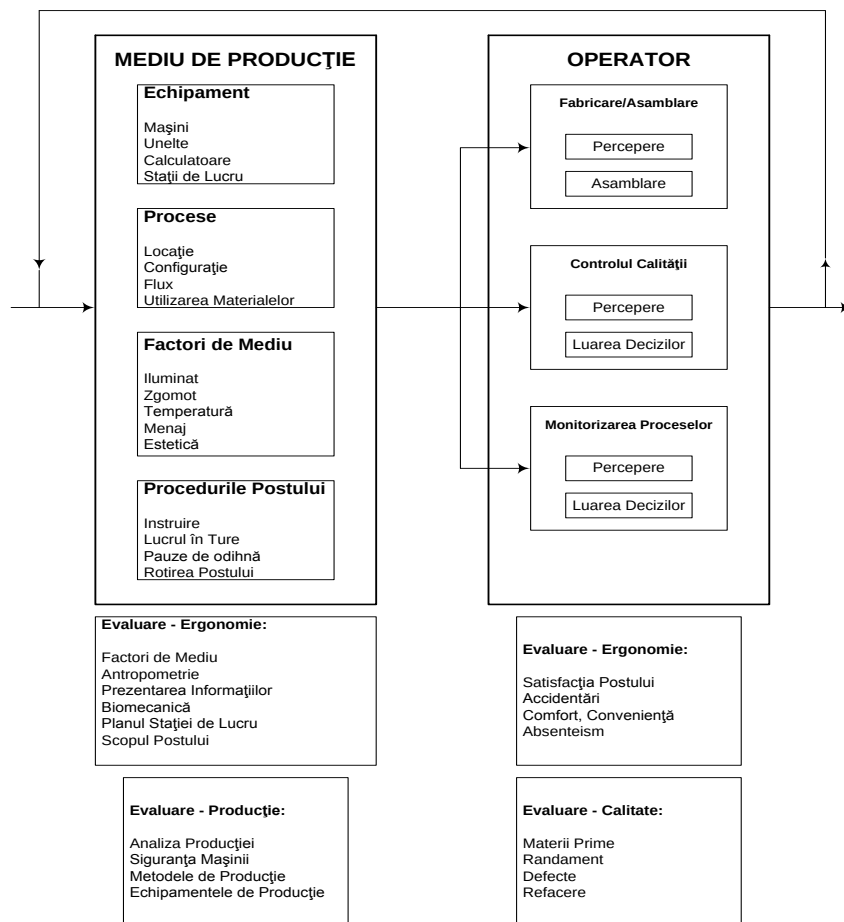


Fig. 1. 4. Un sistem mediu de producție/operator. Sunt trei criterii pentru evaluare: ergonomia, producția și calitatea

Ergonomia este de asemenea legată de siguranța muncii. Dacă operatorii pot percepe pericolele, dacă există semne de avertizare, dacă dispozitivele de comandă sunt ușor de folosit, dacă postura de muncă este acceptabilă, dacă zgomotul și alte elemente stresante ale mediului înconjurător sunt reduse, dacă există o bună cooperare între aceștia și conducere bazată pe o înțelegere mutuală, și dacă există o bună administrare, atunci siguranța va crește. Măsurile ergonomice privind siguranța sunt diferite de cele convenționale. Ergonomia poate controla siguranța în muncă prin atitudinea operatorilor, percepție, luarea deciziilor și comportamentul în situații de risc.

Figura 1.4 prezintă analiza sistemelor ergonomice prin: (1) percepție, (2) producție, (3) calitatea muncii.

În proiectarea oricărui sistem complex este necesară aplicarea mai multor criterii simultan. Nu poate fi acceptată o situație de muncă în care procesul de producție, ergonomia sau calitatea sunt sub standard. Toate criteriile trebuie să fie la un nivel minim de acceptabilitate.

Ergonomia contribuie la îmbunătățirea aspectelor performanței sistemului. Nu există conflicte între ergonomie și productivitate, creându-se o așa numită situație profit – profit.

2. Relația om – muncă

Munca este o activitate conștient îndreptată spre un anumit scop. Ea l-a ajutat pe om și este sursa de creare a valorilor. Complexitatea ei crește pe măsura dezvoltării societății deoarece „în calitate de creator de valori de întrebuințare, munca este o condiție de existență a omului, independentă de orice formă socială, o necesitate naturală în cursul căreia omul efectuează, reglementează și controlează prin acțiunea sa schimbul de materii dintre el și natură; munca presupune deci cheltuială, consum de forță de muncă”.

În procesul muncii, omul nu poate fi privit ca un simplu mecanism, ci ca un factor activ conștient.

În acest context, omul nu poate fi înțeles și slujit fără a fi cunoscut, dar el nu poate fi cunoscut decât dacă este privit ca un întreg – ca o totalitate dinamică ale cărei elemente componente, chiar dacă sunt revendicate legitim de domenii diferite ale științei, nu pot fi în nici un chip separate.

Munca și cunoașterea sunt virtuți originale ale omului, însușiri prin care omul a ieșit victorios în lupta cu natura. Ea poate fi considerată ca forma cea mai evoluată a reacțiilor animale de adaptare la mediu și este în exclusivitate apanajul omului, o caracteristică a inteligenței umane. Prezența permanentă și activă a omului în procesul muncii a impus ca o necesitate obiectivă *studierea relației de adaptare reciprocă dintre om și munca sa.*

Pe toate treptele dezvoltării umane, adaptarea dintre om și muncă a pus în funcțiune două strategii complementare. Este vorba de „asimilare”, prin care organismul, fără să sufere modificări funcționale, transformă datele din exterior pentru a le putea încorpora, „acomodare”, prin care organismul se adaptează la condițiile impuse de mediu.

Ca proces gândit voluntar, munca are drept scop crearea unui produs, a unei valori, dar calea de atingere a acestui obiectiv nu este indiferentă.

Privită din punct de vedere ergonomic, munca, organizarea ei, trebuie să satisfacă un anume echilibru, între posibilitatea omului și cerințele muncii sau pentru a relua noțiunile amintite, între „asimilare” – care este puțin costisitoare (ca efort) și „acomodare” – care impune un efort (fizic, psihic, etc.).

Pierre Cazamian reprezintă sugestiv natura solicitărilor care gravitează în jurul omului în timpul realizării activităților de muncă prin două poligoane (fig. 2.1)

Poligonul ABCDEF cu semnificația unui tip de solicitare obiectivă, specifică muncii desfășurată de om, măsurabilă prin diferite procedee (de exemplu: latura AB reprezintă solicitarea dictată de poziția corpului în timpul muncii; BC – solicitarea dictată de microclimat; CD – solicitarea fizică; DE – solicitarea dictată de diverse manipulări; EF – solicitare generată de zgomot intens; FA – solicitarea intelectuală).

În această reprezentare, suprafața S a poligonului ar putea reprezenta solicitarea globală obiectivă aferentă sarcinilor de muncă specifice diverselor activități.

Un al doilea poligon A'B'C'D'E'F' în care fiecare latură are semnificația unui tip de solicitare psihică, specifică muncii, de data aceasta, subiectivă, adică resimțită de executant și exprimată cu prilejul dialogului, interviului, chestionarelor, testelor etc.

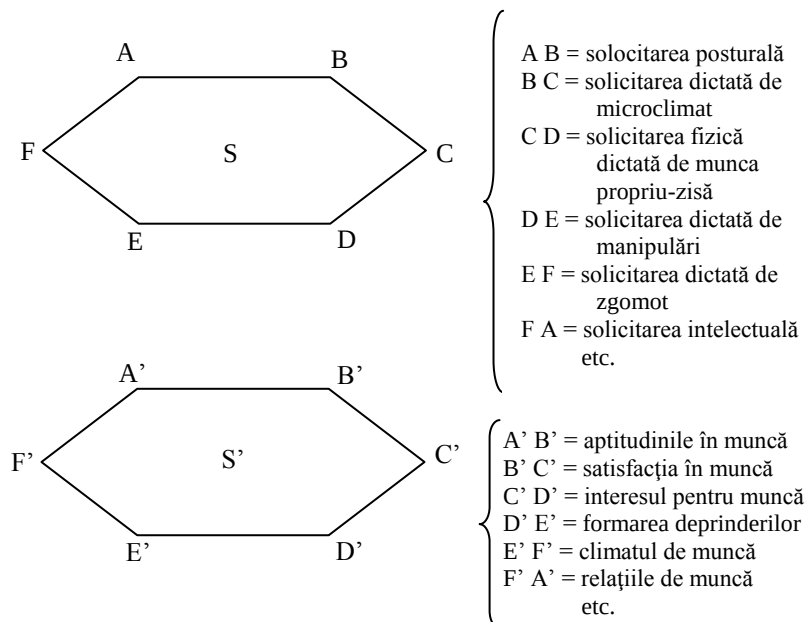


Fig. 2.1. Natura solicitărilor care gravitează în jurul omului

În această reprezentare, suprafața S' indică solicitarea globală subiectivă datorată condițiilor psiho – sociale existente în activitatea profesională.

Dacă pe inginer, fiziolog și economist îl interesează cu prioritate suprafața S, iar pe psiholog și sociolog suprafața S', pe ergonomist îl interesează simultan atât S cât și S', pentru realizarea adaptării reciproce dintre om și muncă, adică abordarea multidisciplinară a situațiilor de muncă în scopul obținerii condiției optime.

Poligonul S este necesar pentru a analiza condițiile de muncă existente și a le perfecționa, pornind de la criterii obiective, iar poligonul S', este necesar pentru a aprecia, s-ar putea spune din interior, realitatea situațiilor de muncă, respectiv cum sunt ele apreciate de către oameni pentru ca în final, criteriul de reușită al ergonomiei – optimizarea relației om/muncă să fie realizat.

Toate „solicitările” elementare reprezentate de cele două poligoane se distribuie în jurul unei singure unități psiho – somatice – omul – și provoacă asupra lui reacții fizice și psihice (suprafața S și S') a căror sumă reprezintă „costul uman global” al relației om – muncă.

Evaluarea acestui „cost uman global” – în scopul optimizării – constituie unul din obiectivele principale ale ergonomiei.

În practica cercetărilor ergonomice, evaluarea acestui „cost” presupune analiza multidisciplinară a condițiilor de muncă privite din punct de vedere:

– *tehnico-economic*, care folosește criteriile de analiză obiective de evaluare „exterioare” operatorului (de exemplu a concepției constructive a locului de muncă, a

parametrilor mediului fizic, a metodei, a condițiilor de securitate a muncii, a nivelului productivității muncii, a costurilor de fabricație, etc.);

– *fiziologic*, care utilizează criterii obiective de analiză și măsurări, capabile să determine unele caracteristici ale operatorului în timpul muncii, cum ar fi consumul de oxigen, accelerarea pulsului, creșterea pulsului, creștere a temperaturii corpului în medii cu climatul cald, consumul de energie dictat de solicitările gestual – posturale, etc.

– *psihosocial*, realizat prin interviuri, chestionare, teste etc., care precizează modul în care condițiile obiective (tehnice și filozofice) sunt resimțite subiectiv de către om.

Analiza multidisciplinară a relației om – muncă conduce la evidențierea factorilor de influență care trebuie optimizați, acțiune corelată în final cu cerințele economice produse (de exemplu, nivelul productivității muncii ce urmează a fi atins).

În activitățile automatizate, munca capătă alte valențe, deoarece, pe deoparte, s-a modificat împărțirea prestației dintre cele două componente ale cuplului om – mijloc de muncă, acordându-se o importanță sporită mijlocului de muncă, iar pe de altă parte, s-a transformat activitatea umană care, din musculară inițial, a devenit preponderent perceptivă și mentală. Ca atare, astăzi problema care se pune sub aspect ergonomic nu este numai optimizarea efortului fizic, ci și a efortului neuropsihic, pentru a evita apariția rapidă și peste limitele fiziologice normale a oboselii mentale cu implicații negative, (ca oboseala fizică) asupra stării de sănătate, a randamentului de muncă.

În aceste condiții, relația om – muncă – în calitate de obiect de cercetare al ergonomiei – presupune elaborarea unor modele care să direcționeze cercetările, să ilustreze procesele de muncă complexe și să stabilească corelațiile elementelor care definesc această relație.

3. Ergonomia ca sistem cibernetic

Pornind de la cea mai generală definiție a unui sistem: „un complex de elemente în interacțiune care vizează un scop uman și care evoluează în timp”, abordarea sistematică a unor activități la care concură mai multe elemente își are rațiunea în faptul că acestea sunt studiate în interacțiune și nu separat, putându-se stabili pentru fiecare element modul de efectuare a sarcinilor în așa fel încât întregul sistem să-și realizeze în mod optim scopurile pentru care a fost creat. Un sistem poate fi mai simplu sau mai complicat, în funcție de numărul de elemente ce intră în acțiune, de complexitatea acestora și de scopul urmărit: lucrătorul manual și unealta de lucru; muncitorul și utilajul cu care lucrează; operatorul ce comandă de la un pupitru o întreagă instalație; sunt sisteme în care intră în interacțiune cele două elemente (omul și mijlocul de muncă), dar cu grade de solicitări diferite.

Bineînțeles că sistemul „operator – echipament tehnic” pune mai multe probleme de rezolvat decât sistemul ”lucrător manual și unealta sa de lucru” datorită faptului că instalația are un grad de complexitate sporit.

Caracteristicile de limitare comune oricărui sistem sunt intrările și ieșirile din sistem.

Intrările în sistem sunt formate din totalitatea mijloacelor materiale și informaționale ce trebuie date sistemului pentru ca acesta să-și poată realiza obiectivele propuse. Ele pot fi obiective fixe, materiale, diverse forme de energii, informații sau acțiuni ale elementului uman asupra echipamentelor (acțiuni de pornire, reglare, oprire etc.).

Ieșirile din sistem reprezintă rezultatul funcționării sistemului și sunt materializate prin: produse, servicii sau acțiuni de comunicare sau motorii ale elementului uman.

Intre „intrări” și „ieșiri” există o strânsă legătură, ieșirile dintr-un element al sistemului condiționând intrările, totodată ele putând deveni intrări pentru un alt element al aceluiași sistem.

Studierea fenomenelor sub formă de sistem, oferă soluțiilor noi valențe întrucât sunt analizate și concepute elementele sistemului nu în forma lor independentă, ci ținându-se seama de interacțiunea dintre ele, realizându-se astfel performanța optimă a totului unitar (a sistemului).

Într-un sistem, de exemplu om – echipament tehnic, ceea ce este important în final nu sunt nici caracteristicile de performanță ale utilajului folosit și nici performanțele omului în general, ci rezultatul final al cuplului om – echipament sau cu alte cuvinte, ce poate produce echipamentul tehnic sub conducerea omului.

În ce privește problematica ergonomiei, au fost elaborate diverse modele de cercetare cibernetică sub formă de sistem, cum ar fi: „sistem muncă”, „sistem om - mașină”, „sistem om – mașină – mediu”, „sistem om – producție”, „sistem om – mijloc de muncă - mediu”, „sistem om / factor activ – echipament tehnic- om / factor pasiv” în departamentele medicale, etc.

Diferențiate ca mod de complexitate și de abordare, ele au însă o comportare comună importantă: activitatea de muncă privită în relație inseparabilă cu omul, ca subiect și scop al muncii, vizând crearea condiției optime între om și munca sa.

Sistemele amintite reprezintă un ansamblu organizat de funcții sau de obiecte, toate într-o anumită ambianță și făcând între ele schimburi energetice și funcționale. Ele au un număr finit de elemente și subsisteme, pot să treacă printr-un număr finit de stări, să fie deschise la intrare și ieșire (deci efectuate), atât în ansamblu, cât și prin fiecare element și subsistemele lor. De asemenea, pot avea priorități particulare ca de exemplu: memorie, culegere de informații, transformări energetice, furnizare de informații, elaborare de decizii, operații de control și supraveghere, etc.

În această viziune, fiecare loc de muncă, poate fi considerat că reprezintă unul din sistemele amintite, dotate cu o dominanță economică, energetică, informațională, organizatorică sau mixtă.

4. Sistemul ergonomic „loc de muncă”

Pentru asigurarea realizării unui proces de muncă la un nivel superior de organizare, este necesară o îmbinare armonioasă a tuturor activităților desfășurate în compartimentele unităților. Datorită faptului că *locul de muncă este cel mai mic compartiment productiv* și că procesul de muncă se bazează în primul rând pe interdependența care există între diversele locuri de muncă, se poate face afirmația că el constituie „*veriga de bază a oricărui proces de muncă*”. Pe fiecare loc de muncă se execută anumite operații de muncă la care participă forța de muncă, mijloacele de muncă și obiectele muncii.

Forța de muncă, în calitate de subiect al sistemului, - respectiv omului - inițiază acțiunea sistemului, execută o serie de activități, conduce, supraveghează, corectează etc.

Obiectul sistemului reprezintă gama de materii prime, materiale semifabricate, etc., ca și *stocul de informații* pe care omul le transformă la un moment dat, în funcție de scopurile propuse. *Mijloacele sistemului*, materializate în diverse forme: *tehnice, tehnologice, constructive, etc.*, determinate de evoluția tehnico - științifică, influențează direct modul în care omul acționează pentru atingerea scopurilor propuse, respectiv realizarea sarcinilor de muncă.

Elementele sistemului se intercondiționează reciproc și permanent stabilind *scopul sistemului*. (fig. 4.1 și fig. 4.2)

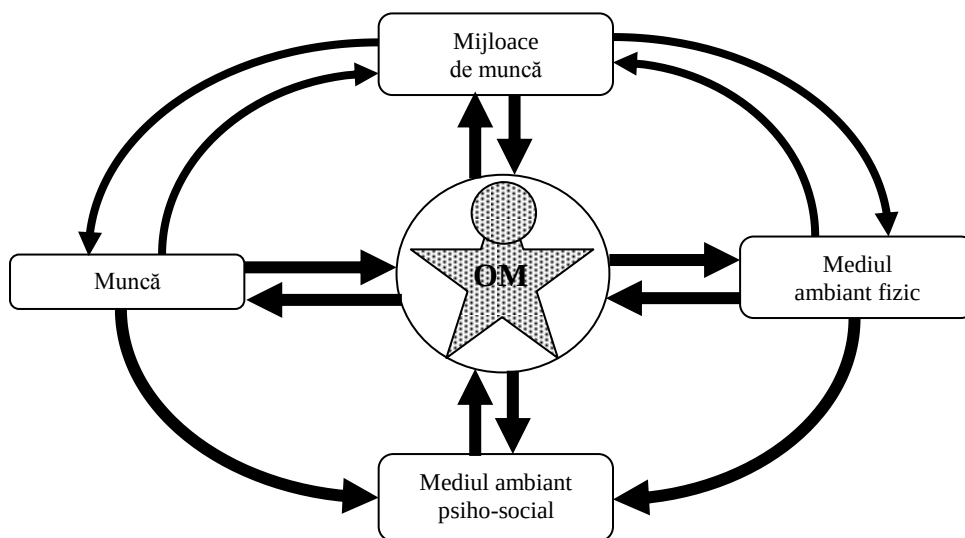


Fig. 4.1. Interacțiunea dintre elementele sistemului „om-mijloace de muncă-mediu”

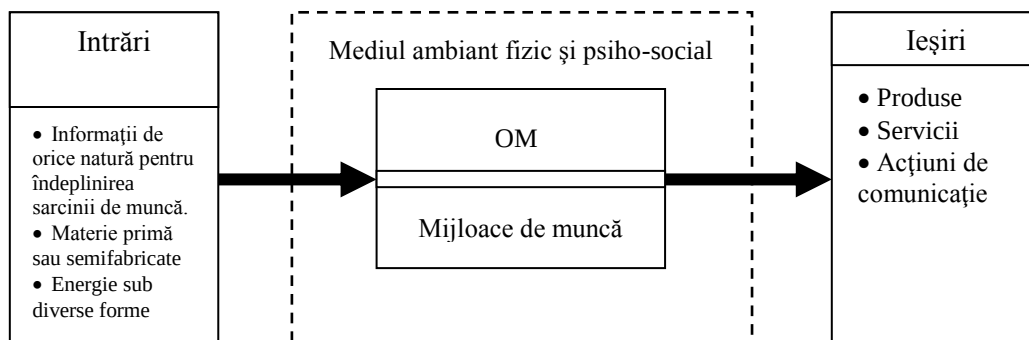


Fig. 4. 2. Schema locului de muncă privit ca sistem ergonomic

5. Omul în procesul muncii

5. 1. Capacitatea de muncă

Capacitatea de muncă poate fi înțeleasă ca totalitatea posibilităților omului, (fizice, psihice, cerebrale) de a efectua o cantitate maximă de muncă.

În termeni generali, în munca propriu – zisă omul consumă o parte însemnată din capacitatea sa de muncă, materializată în producția obținută sub diverse forme de manifestare.

O cerință importantă în proiectarea ergonomică a muncii o constituie cunoașterea posibilităților, limitelor, variația performanțelor și capacităților în funcție de structura anatomo – funcțională a organismului uman, de factorii de influență și de specificul activității în care este utilizată.

În general, capacitatea de muncă se manifestă prin trei forme:

- potențială: - totalizează resursele umane condiționate de rezervele de energie ale organismului de anumiți factori psihologici;
- funcțională: - utilizată efectiv în procesul muncii;
- de rezervă: - utilizată în scopul îndeplinirii obligațiilor sociale, familiale, culturale, etc.

Capacitatea de muncă potențială este influențată de anumite „stări psihologice” în care „voința”, „dispoziția de muncă”, au un rol dominant. Acești factori sunt în mare măsură dependenți de tonusul general al organismului influențat în mod complex de sistemul nervos central, de sistemul neurosugestiv, hormonal, ca și de nivelul conștiinței sociale a individului.

„Componenta” capacității totale de muncă conține:

- zona A – protejată autonom, la care organismul face apel instinctiv când existența sa este amenințată;
- zona B – la care organismul intervine când este nevoie de o activitate suplimentară;
- zona C – capacitatea potențială din care se alimentează energia consumată pentru activitatea zilnică profesională;
- zona D – în care activitatea se desfășoară automat.

Activitatea profesională asigură nivelul funcțional al întregului organism și din acest punct de vedere capacitatea de muncă, privită în sens biologic, se manifestă ca una din trăsăturile importante ale omului de adaptare la cerințele vieții în permanentă evoluție.

Factorii care determină capacitatea de muncă

În funcție de nivelul de preponderență al solicitărilor, de caracteristicile acestora, deosebim: *capacitatea de muncă cu efort fizic preponderent, capacitatea de muncă preponderent intelectuală.*

Factorii care condiționează capacitatea de muncă se pot grupa în:

- *factori biofiziologici,*
- *factori psihologici,*

- *factori sociali – economici și tehnologici*,
Dintre **factorii biofiziologici** un rol important au:
- *starea de sănătate*,
- *alimentarea*,
- *vârsta și sexul*,
- *constituția morfofuncțională*.

Factorii psihologici condiționează capacitatea de muncă sub raportul personalității omului – aptitudini, temperament și caracter, precum și a motivației pentru muncă, exprimată prin atitudinea față de muncă.

1. *Aptitudinile* – ca latură a personalității reprezintă însușiri individuale ale omului care condiționează execuția corespunzătoare a diferitelor activități.
2. *Voința* – deprinderile sunt dependente în mare măsură de voința omului care se manifestă prin declanșarea, modificarea și încheierea desfășurării activității în funcție de obiectivele propuse.
3. *Temperamentul* – ca latură energetică a personalității interesează ergonomia în ce privește aspectele fiziologice care îl exprimă, al dinamicii activităților nervoase superioare.
4. *Interesul sau motivația* – ca totalitate a resorturilor interne ale conduitei, are o funcție importantă de activare precum și una de direcționare a activității omului.
5. *Atitudinea față de muncă* – este dependența de nivelul de conștiință bazată pe convingerea că munca este o necesitate a omului față de care acesta trebuie să aibă o atitudine constructivă, să o efectueze cu devoțiune și conștiințiozitate, cunoscând că efectul muncii sale contribuie la realizarea bunei stări individuale/sociale.
6. *Factorii social-economici și tehnologici* – condiționează capacitatea de muncă acționând din exterior, spre deosebire de ceilalți factori biofiziologici și psihologici care sunt intrinseci omului.
7. *Mijloacele de muncă* – au drept scop să sporească randamentul omului, să-i mărească sfera de acțiune în ce privește munca fizică și intelectuală.
8. *Regimul de muncă* – presupune în primul rând folosirea integrală și eficientă a timpului de muncă, valorificarea la un randament ridicat a capacității de muncă în timpul afectat. În acest context trebuie avută în vedere alternarea efortului și a odihnei ca o cerință a menținerii și promovării capacității de muncă.
9. *Nivelul pregătirii profesionale și orizontul cultural* – asigură permeabilitatea față de conceptele teoretice și aplicative ale ergonomiei ca premise necesare obținerii eficienței scontate.
10. *Organizarea muncii* – având ca scop raționalizarea metodei de muncă, întărirea disciplinei față de programul de muncă.
11. *Mediul fizic de muncă* – respectiv asigurarea cerințelor ergonomice în ceea ce privește iluminatul, cromatica, vibrațiile, microclimatul, nivelul noxelor, care influențează nivelul capacității de muncă.

5. 2. Energetica organismului uman

Ca să trăiască, să se miște, să muncească, organismul uman trebuie să aibă energie disponibilă.

În termeni simpli, corpul uman acționează ca un ”motor”, producând și oferind energie sistemului locomotor.

5. 2. 1. Activitatea musculară

„Motorul” uman este reprezentat de sistemul muscular, format dintr-o mulțime de mușchi. Proprietatea cea mai importantă a țesutului muscular este contractibilitatea, adică capacitatea de a dezvolta o forță interioară ce conduce la scurtarea fibrei, ca urmare a unei excitații din mediul exterior. Există două tipuri de contractare musculară: *însoțită de scurtarea mușchiului (izotomică)* sau *neînsoțită de scurtare (izometrică)*.

Capacitatea de efort a mușchiului se manifestă în două moduri: static și dinamic, după cum avem de-a face cu contracții izometrice sau izotomice.

Efortul dinamic, în care contracția musculară este însoțită de o scurtare a acestuia, este caracterizat printr-o succesiune de contradicții și relaxări, în timp ce efortul static este caracterizat printr-o contracție fără scurtare a musculaturii. Într-o contracție dinamică apare un lucru mecanic extern care poate fi măsurat, cu o oarecare aproximație, prin produsul dintre greutatea manipulată și mișcarea acesteia. În cazul efortului static, nu mai apare un lucru mecanic extern și nu putem defini efortul în termeni de deplasare a forței. Efortul static are anumite particularități fiziologice, legate în primul rând de circulația sângelui în mușchi. În efortul dinamic asupra vaselor de sânge care străbat mușchii se exercită o alternanță de compresii și relaxări ritmice care împing sângele în direcția fluxului sau normal îl aspiră din amonte. Aceste compresii și relaxări ritmice au un efect foarte favorabil asupra circulației, în special a celei venoase, ajungându-se la creșteri de 10-20 ori a irigației musculare. Această creștere a irigației înseamnă atât un aport crescut de oxigen și substanțe nutritive, care joacă rolul de combustibil muscular, cât și o eliminare rapidă și totală a deșeurilor datorate activității musculare. Ne găsim deci într-o situație de funcționalitate optimă, de mare randament.

În efortul static în schimb, compresia permanentă asupra vaselor jenează fluxul de sânge, deci aprovizionarea cu oxigen și substanțe nutritive și eliminarea deșeurilor sunt blocate. Efectul este instalarea rapidă a durerilor musculare și a oboselii. În timp ce efortul dinamic poate fi prestat mult timp fără apariția oboselii, cel static conduce rapid la oboseală.

Trebuie menționat faptul că *în timpul efortului static irigația sanguină scade proporțional cu forța contracției musculare*. În momentul în care mușchiul se contractă cu 60% din forța sa maximă irigația este practic întreruptă, țesuturile respective fiind în stare de asfixie. Numai o contracție statică de 15-20% din forța maximă musculară permite o irigație normală.

Consumul energetic poate fi apreciat în Kcal/min. Fără a cuprinde metabolismul bazal;

- munca în poziția șezând: sub 2 Kcal/min;
- munca ușoară în ortostatism: 1 – 3 Kcal/min;
- munca medie în ortostatism: 3 – 6 Kcal/min;
- munca grea în ortostatism: 6 – 11 Kcal/min;

5. 2. 2. Valori limită și valori normale pentru consumul de energie

Metabolismul bazal al unui adult se ridică la circa 1700 Kcal/24 ore și se referă la energia necesară menținerii vieții. În plus, lăsând la o parte consumul energetic profesional, un om consumă între 600-700 Kcal/24 h pentru activități ca: îmbrăcat, digestie, mersul de la domiciliu la locul de muncă și înapoi, diferite ocupații în timpul liber etc. Deci, un adult consumă zilnic circa 2300-2400 Kcal/24 ore în afara muncii profesionale. Aceste valori sunt valabile și pentru munca intelectuală, efectuată la birou, fără deplasări.

Prin adăugarea consumului energetic profesional se poate ajunge, în cazul muncilor dificile până la 4800-5000 Kcal/24 ore.

5. 2. 3. Solicitățile în muncă

În limbaj informațional se poate afirma că sarcina de muncă atribuită omului reprezintă un mesaj adresat acestuia sub formă de solicitare, la care omul reacționează printr-un efort dependent de capacitatea lui. Indiferent de natura sa, efortul mobilizează întreaga personalitate a omului cu toate componentele lui.

În majoritatea cazurilor, sarcina de muncă la care componenta importantă este cea fizică are întotdeauna o latură intelectuală, așa cum sarcina de muncă preponderent intelectuală are rezonanțe fiziologice solicitând întregul "biotip", chiar dacă se acordă importanța mai mare uneia sau altora dintre formele de solicitare.

Referitor la solicitarea fizică, atunci când este dominantă, cerința ergonomică de optimizare a relației om – muncă se traduce prin crearea condițiilor organizatorice de așa manieră încât consumul energetic dictat de nivelul de dificultate al muncii, posturalitatea și gestualitatea executantului în timpul muncii, eforturile depuse în timpul diverselor manipulări de obiecte grele, nivelul factorilor care caracterizează mediul fizic de muncă etc., să se încadreze în "standardele" ergonomice.

- **Solicitățile gestual posturale presupun:**

a) *gestualitatea* - raportul direct dintre om și mijloacele de producție în activitățile cu dominanță fizică și exprimă într-o anumită măsură nivelul solicitărilor fizice.

b) *posturalitatea* în muncă exprimă constrângerea aparatului locomotor al omului și circulația sanguină din membrele superioare și inferioare datorită poziției impuse corpului în timpul activității

Solicitarea posturală se referă la:

- *Contracțiile musculare izometrice* dictate de munca statică care generează staza vasculară pe anumite părți ale organismului uman care "comutează" reacțiile metabolice pe producerea de acid lactic, favorizând instaurarea rapidă a oboselii fizice cu reducerea eficienței sistemului muscular.
- *Compresia vaselor de sânge* cu jenarea circulației arteriale și venare.
- *Poziții vicioase ale corpului* în general ale coloanei vertebrale, ceea ce poate favoriza apariția tulburării statice a organismului.
- *Mișcări nefiziologice* cu frecvență ridicată ale coloanei vertebrale care, atunci când sunt combinate cu manipulări de greutate peste limitele admise, conduc în timp la leziuni până la hernie de disc.
- *Afecțiuni repetitive (Repetitive Motion Injury - RMI)*. RMI a devenit un termen important în ergonomie în ultimii 10 ani. Această afecțiune a cunoscut multe alte denumiri, cum ar fi: „tulburări musculoscheletale regionale”, „tulburări provocate la locul de muncă”, „încordări repetate” sau „osteoartroză”. Acestea sunt cauzate de mișcări repetitive, spre exemplu a mâinii, care au efect cumulativ, așadar acestea se dezvoltă într-o perioadă lungă de timp. Tabelul 5.1 prezintă atât denumirea medicală, cât și cea populară a acestora.

Tab. 5.1 Afecțiuni comune provocate de mișcări repetate

Numele tulburării	Denumire populară
Sindromul tunelului carpial	Încheietura telegrafistului
Sindromul tunelului cubital	Boala storcătorului de haine
Boala De Quervain	Cotul jucătorului de tenis
Epicondita	Cotul jucătorului de golf
Ganglion	Umflătură
Tendonita umărului	Încheietura astronautului
Tendonita	
Tenosinovita	
Sindrom de expansiune toracică	
Blocarea nervului ulnar	

Sindromul tunelului carpial:

Tunelul carpial este un spațiu restrâns delimitat de oasele mâinii și ligamentului tunelului carpial prin care trec tendoane, vase de sânge și nervul median. Acest spațiu se reduce ca dimensiune și mai mult în cazul în care mâna sau degetele sunt îndoite, întinse sau îndoite în lateral (fig. 5.1).

Nervul median comandă degetele arătător și mijlociu, și partea radială a inelarului. Dacă apare o inflamație în interiorul tunelului carpial, sau în cazul unei presiuni externe nervul median poate fi tasat, scăzând astfel eficiența transmiterii nervoase. Simptomele sindromului tunelului carpial sunt amortiri, furnicături, dureri, neîndemânare (Tab. 5.2.).

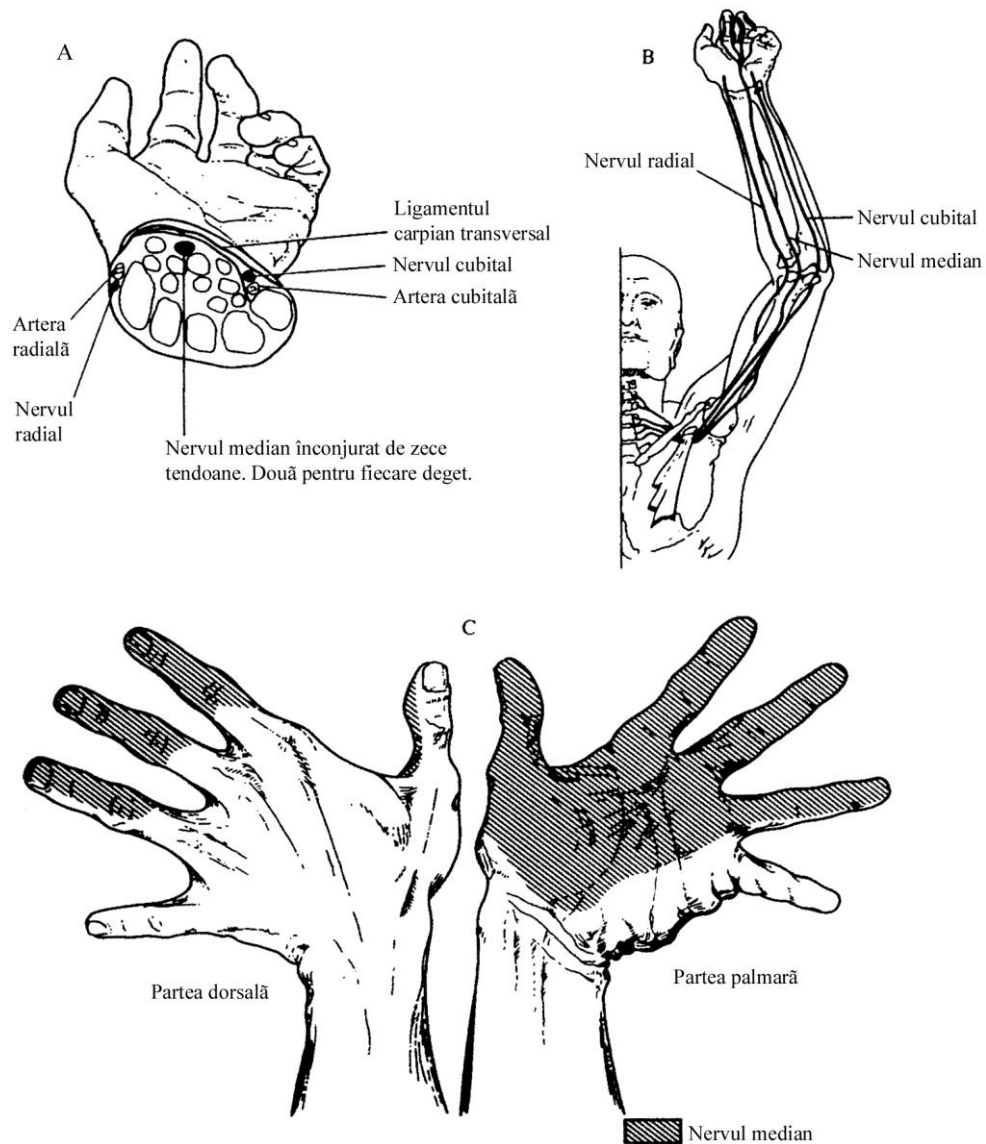


Fig. 5.1 (A) Secțiune transversală a încheieturii arătând tunelul carpian, care este format pe o parte din cele cinci degete, iar pe cealaltă parte din ligamentul carpi transversal. (B) Căile a celor trei nervi importanți care au originea în zona gâtului și care se întind în mână. (C) Enervația mâinii (nervul median). Zonele hașurate indică unde va apărea amorțeala în cazul sindromului nervului carpian (adaptare după Putz-Anderson, 1988)

Sindromul tunelului cubital: reprezintă o compresie a nervului ulnar din cot. Această comandă degetul mic și partea ulnară a inelarului. Amorțelile și furnicăturile apar în această zonă. Sindromul tunelului cubital poate fi cauzat de odihnirea cotului pe suprafețele rigide sau margini ascuțite.

Tendonita este inflamația tendonului. Simptomele sunt dureri, senzații de arsură și umflături (fig. 5.2.). Iritarea și umflarea tendonului umărului poate fi cauzată de ținerea constantă a brațelor în aer.

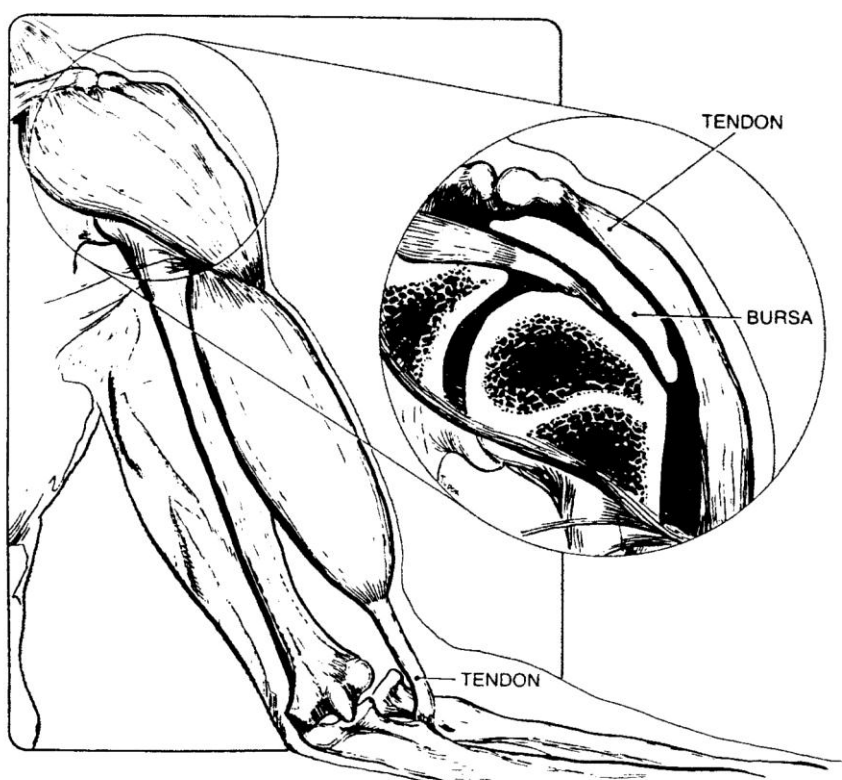


Fig. 5.2 O schemă a unității mușchi-tendon-os care ilustrează relația dintre o bursă și un tendon în umăr

Tensinovita este inflamarea tendonului și a învelișului de tendon. Apare frecvent în încheieturi și glezne, unde tendoanele traversează ligamente întinse. Învelișurile de tendon se umflă, ceea ce face ca tendonul să se miște mai greu în interiorul învelișului. Ca oricare inflamare, se manifestă prin dureri, senzații de arsură, și umflare.

Tab. 5.2.

Tipul serviciului	Tipul tulburării	Factori determinanți
1. Pielărit / măcinat	Tensinovită Expansiune toracică Tunel carpal Boala De Quervain	Mișcări repetate ale încheieturii, umeri încordați pe timp îndelungat, vibrații, deviații ulnare puternice, înclinarea repetată a antebrăului
2. Operatori de clești	Tendinita umerilor și a încheieturii	Extensii repetate și puternice ale încheieturii, încordarea repetată a umărului, pasivitatea antebrăului
3. Lucrări deasupra capului	Boala De Quervain Expansiune toracică Tendinita umerilor	Deviații ulnare repetate, menținerea în hiperextensie a brațelor. Mâini deasupra umerilor
4. Asamblare de transmisii	Tendinita umerilor și a încheieturii Expansiune toracică Tunel carpal	Mâini extinse, îndoite mai mult de 60°, mișcări repetate și puternice ale încheieturii
5. Operatorul VDT	Tensiunea gâtului Expansiune toracică Tunel carpal	Poziție pasivă, restrânsă, brațe încordate, mișcare rapidă a degetelor, presiuni pe baza palmei, deviații ulnare
6. Asamblare de componente mici	Tensiunea gâtului Expansiune toracică Tendinita încheieturii Epicodita	Poziție restrânsă pe timp îndelungat, deviație ulnară puternică și presiune pe degetul mare, extensia și înclinarea puternică a încheieturii
7. Munca la panou	Blocarea nervului ulnar	Încordarea cotului cu presiune pe șanțul ulnar
8. Împachetare	Tendinita umerilor și a încheieturii Tensiunea gâtului Tunel carpal Boala De Quervain	Sarcini îndelungate pe umeri, mișcări repetate a încheieturii, supraextensie, deviații ulnare puternice
9. Șoferi	Expansiune toracică	Îndoirea și încordarea îndelungată a umerilor
10. Formatare	Tendinita încheieturii	Îndoirea și încordarea îndelungată a umerilor. Mișcarea repetată a încheieturii
11. Depozitare, expeditori	Expansiune toracică Tendinita umerilor	Întinderi deasupra capului. Sarcini îndelungate pe umeri în poziții neobișnuite
12. Manipulatori de materiale	Expansiune toracică Tendinita umerilor	Greutăți mari pe umeri

Boala lui de Quervain apare la tendonul degetului mare în încheietură. Poate apare datorită strângerilor cu forță, sau răsucirii mâinii, ca de exemplu manevrarea unei șurubelnițe. Se mai numește și „boala storcătorului de haine”. Un alt caz aparte este „degetul trăgaci”, care afectează tendonul flexor al degetelor. Tendonul poate fi aproape blocat, mișcarea degetului devenind bruscă și smucită.

Expansiunea toracică este o disfuncție ce rezultă din comprimarea celor trei nervi ai brațului și a vaselor de sânge (fig. 5.1.). Debitul sângelui de la și spre braț este redus și brațul devine amorțit și dificil de mișcat.

Sunt multe motive care pot provoca apariția acestor tulburări. Adesea e chiar imposibil să evidențiem o cauză primară. Acesta se referă nu numai la metode necorespunzătoare sau agresive de lucru, ci la toate activitățile întreprinse la locul de muncă. Activitățile din timpul liber, cum ar fi tricotatul, jocurile de tenis, pot de asemenea accelera dezvoltarea RMI.

Cauzele afecțiunilor provocate de mișcări repetitive pot fi grupate astfel:

Metode de lucru necorespunzătoare:

- Mișcări repetate cu mare forță a mâinilor
- Strângerea și întinderea mâinii
- Strângere cu mare forță
- Poziții neconfortabile de lucru

Lipsa experienței în lucru manual:

- Loc de muncă nou
- Reîntoarcere din concediu

Activități din timpul liber nepotrivite:

- Puțină odihnă din cauza unui de-al doilea loc de muncă
- Tricotat, cântat la instrumente muzicale, jocuri de tenis, bowling

Condiții preexistente:

- Dureri de articulații
- Tulburări circulatorii
- Nivel scăzut de estrogen
- Mărimi mici ale mâinii/ încheieturii

Umerii și mâinile sunt conectate prin trei nervi (fig. 5.1), și este posibil, ca etiologia tulburărilor să fie aceeași, cu toate că manifestările sunt diferite.

Oricare ar fi motivele disconfortului operatorilor (fizice sau psihice), acestea trebuie luate în serios. Deseori modificări simple la stațiile de lucru pot micșora unele probleme. De exemplu, operatorii VDT deseori solicită suprafețe moi de odihnă la încheieturilor, suprafețe mai joase pentru tastare, sau sprijin pentru picioare.

Designul ergonomic pentru minimizarea RMI presupune:

➤ *îndrumări privind poziția mâinilor*

- Atenție la îndoirea și extensia bruscă a mâinilor sau a degetelor
- Se evită deviațiile ulnare și radiale extreme
- Se evită acțiunile care necesită o rotație a încheieturii mai mare de 90°
- Se reduc forțele în timpul rotirii și îndoirii încheieturii

- În acțiunile care necesită degetele forțele se țin sub 10N, ceea ce reprezintă 20% din forța maximă a unui operator
 - *îndrumări pentru unelte de mână*
 - Mânerele cilindrice să nu depășească 5 cm în diametru
 - Se evită mânerile care îndepărtează degetele și degetul mare pe o suprafață mai mare de 6 cm
 - Se folosesc unelte care fac posibilă păstrarea încheieturii într-o poziție neutră
 - *îndrumări privind design-ul stațiilor de lucru*
 - Se păstrează suprafața de lucru la nivel jos pentru a permite operatorului să lucreze cu cotul lângă corp și încheieturile în poziție neutră
 - Se evită marginile ascuțite
 - Raza de acțiune să fie mai mică de 52 cm. pentru a nu ține cotul întins la maxim
 - *îndrumări în procesul de proiectare*
 - Sarcinile care se repetă vor fi efectuate de mașini, permițând operatorilor umani rezolvarea sarcinilor variabile
 - Se prevăd dispozitive de fixare în procesul de operare și care să fie la un unghi convenabil față de operator
 - Minimizarea presiunii timpului sau a ritmului de lucru, permițând operatorului să lucreze la un ritm propriu
 - *îndrumări privind design-ul produselor*
 - Minimizarea numerelor de șuruburi și știfturilor utilizate în asamblare
 - Minimizarea momentului de torsiune în cazul șuruburilor
 - Dispunerea știfturilor și șuruburilor la unghiuri „naturale” pentru a fi mai ușor de introdus de către operatori
 - Proiectarea produselor cu componente mai mari pentru a putea fi apucate cu degetele în loc de a ciupi
- **Solicitările energetice** asigură efectuarea lucrului mecanic, respectiv a realizării sarcinii de muncă de către organismul uman, a dezvoltării tuturor energiilor funcționale menite să asigure oxigenarea aportului de substanțe hrănitoare precum și degajarea țesuturilor de deșeurile proceselor chimice ce au avut loc.
- Solicitarea energetică poate fi măsurată prin:
1. *consumul de oxigen* transformarea acestuia în Kcal;
 2. *defalcarea activităților motorii* pe tipuri de mișcări, cronometrarea acestora și căutarea echivalentului în Kcal în tabele specifice;
 3. *măsurarea frecvenței cardiace* care reflectă debitul cardiac astfel:
- frecvență cardiacă sub 65 bătăi/min. – solicitare foarte ușoară;
 - frecvență cardiacă între 65 – 100 bătăi/min. – solicitare ușoară;
 - frecvență cardiacă între 101 – 125 bătăi/min. – solicitare medie;
 - frecvență cardiacă între 126 – 150 bătăi/min. – solicitare ridicată;
 - frecvență cardiacă peste 150 bătăi/min. – solicitare foarte ridicată.

• **Solicitări dictate de microclimat.** Nivelul factorilor de microclimat (temperatura aerului, viteza curenților, umiditatea relativă) poate influența inter-relațiile dintre organism, mediul de muncă fizic, astfel încât organismul să fie pus în situația să „lupte” pentru a-și menține constantă temperatura.

• **Solicitarea senzorială** grupează: *solicitarea vizuală și auditivă*, în care analizatorul auditiv este supus la o dublă solicitare, ambele forme de solicitare influențând performanțele în muncă în momentul instaurării oboselii cu repercursiunile ei asupra omului.

• **Solicitările datorate unor noxe (fizice sau chimice)**

Substanțele considerate de normativele în vigoare drept nocive trebuie evitate, deoarece ele acționează negativ asupra stării de sănătate a omului și în plus antrenează o stare psihică specială asupra oamenilor obligați să lucreze în prezența lor.

• **Solicitarea neuro – psihică în muncă**

Elementele care influențează acest tip de solicitare sunt: *nivelul intelectual, memoria, atenția, simțul de observație, aptitudinea tehnică, simțul cromatic, simțul olfactiv, simțul gustativ, simțul kinestezic, coordonarea ochi – mână, coordonarea ochi – mână – picior, dexteritatea digitală și dexteritatea manuală.*

De asemenea, poziția corpului uman în timpul muncii ca element hotărâtor în cadrul solicitărilor statice, impune acționarea asupra motivelor care îl determină pe om să lucreze în picioare, anume:

- dacă activitatea necesită efort fizic sau parcurgerea unor distanțe;
- dacă efectuarea controlului necesită deplasarea între diferite puncte fixe;
- obișnuința de a lucra în acest fel, lipsa scaunelor corespunzătoare, înălțimea necorespunzătoare a planului de muncă, modul de lucru impus în poziția ortostatică etc.

Coloana vertebrală este alcătuită dintr-o serie de piese osoase care se găsesc în echilibru instabil și se mențin în legătură prin articulații mobile. Aceste articulații formează un tot armonios, menținându-se într-un echilibru static.

Echilibrul este menținut printr-un sistem muscular dublu antagonist: mușchii spinali dorsali – mușchii abdominali ventrali. Orice perturbare a acestui echilibru antrenează o instabilitate rahidiană sau tulburări de tipul herniilor, eventrațiilor etc.

Rolul discurilor intervertebrale este multiplu;

- contribuie prin rezistența lor la menținerea curburilor coloanei vertebrale;
- favorizează prin elasticitatea lor revenirea în starea de echilibru a coloanei după terminarea mișcării;
- transmit greutatea corpului diferitelor segmente ale coloanei;
- amortizează șocurile sau presiunile la fiecare segment ce este supus în cursul mișcărilor sau eforturilor.

Un rol important în funcțiile discurilor intervertebrale îi revin nucleului pulpos.

Trecerea de la poziția culcat la poziția verticală provoacă o suprapresiune de 45,5 kg la nivelul nivelului pulpos al discurilor lombare și ajunge la 90-135 kg în timpul mișcării de redresare după o flexie în față a corpului. (fig. 5.3.)

Din poziția ghemuit, ridicarea unei greutate de 10 kg presupune o forță de tracțiune asupra apofizelor spinoase lombare de 141 kg.(fig. 5.4.)

Aceași greutate de 10 kg, ridicată de la sol cu genunchii extinși, presupune o forță de tracțiune de 255 kg, iar dacă greutatea este dusă înainte – de 363 kg. (fig. 5.5.; fig. 5.6.)

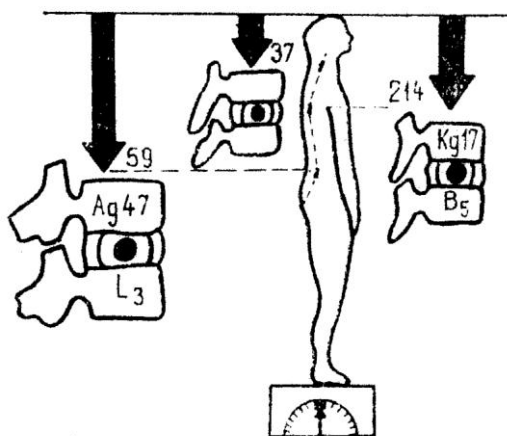


Fig. 5.3 Încărcătura teoretică aplicată asupra diferitelor segmente ale coloanei vertebrale

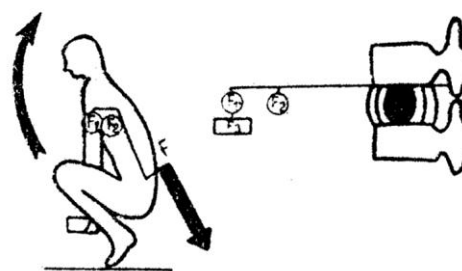


Fig. 5.4 Din poziția ghemuit ridicarea unei greutate de 10 kg. presupune o forță de tracțiune asupra apofizelor spinoase lombare de 141 kg.

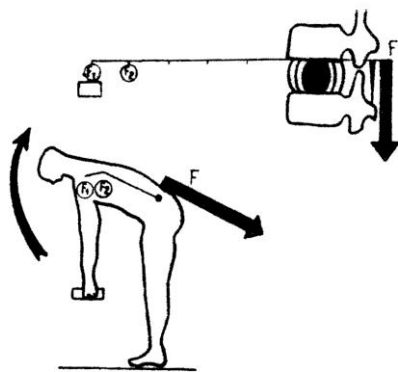


Fig. 5.5 Din poziția stând, înclinat înainte cu genunchii extinși, ridicarea de pe sol a unei greutate de 10 kg. presupune o forță de tracțiune asupra apofizelor spinoase lombare de 255 kg.

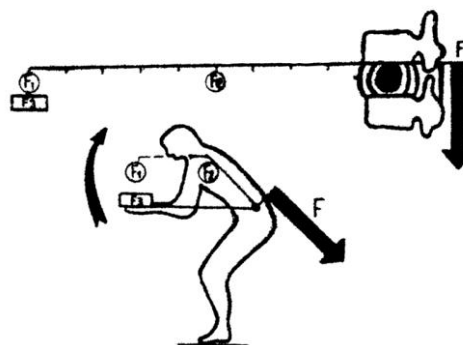


Fig. 5.6 Din poziția stând, aducerea înainte a unei greutate de 10 kg. presupune o forță de tracțiune asupra apofizelor spinoase lombar de 363 kg.

5. 3. Oboseala

Oboseala este o noțiune pe care o cunoaștem destul de bine din viața curentă, din procesul muncii, caracterizată printr-o diminuare a capacității de muncă și a rezistenței (fig. 5.7).

Schmidtke definește oboseala ”*ca fenomen consecutiv unei solicitări prealabile; ea are ca efect o diminuare reversibilă a performanțelor și funcțiilor și este însoțită de o micșorare a satisfacției muncii, o mărire a senzației de efort și poate conduce la o tulburare a armoniei funcționale a personalității*”.

În funcție de forma de manifestare, oboseala poate fi:

- *fizică* (musculară: statică și dinamică);
- *nervoasă* (senzorială: localizată la analizatori – auz, văz, etc.);
- *mentală* (cerebrală: manifestată în funcțiile memoriei, atenției, judecății).

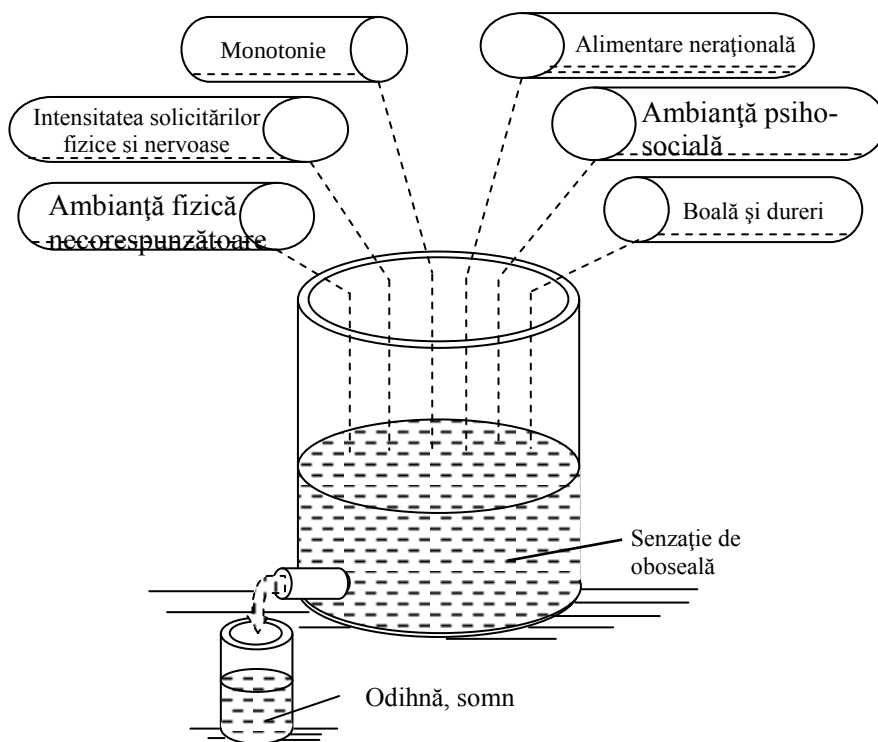


Fig. 5.7. Principalii factori care favorizează apariția oboselii

❖ Instaurarea și evoluția oboselii

În afara eforturilor intense depuse un timp mai îndelungat în procesul muncii, se consideră că un rol însemnat în instaurarea oboselii au și factorii de influență psihologică cum ar fi:

- nivelul scăzut de dezvoltare a aptitudinilor pentru activitatea desfășurată;
- pregătirea profesională necorespunzătoare cerințelor realizării sarcinii de muncă încredințate;
- ambianță de muncă monotonă la care executantul reacționează printr-o formă de oboseală caracterizată prin stări de apatie, de plictiseală care pot conduce la forme de somnolență;
- stresul care poate apare la locurile de muncă cu grad ridicat de periculozitate; gradul scăzut de motivație pentru meseria respectivă.

❖ **Forme de manifestare**

Oboseala fizică apare atunci când un efort fizic la nivelul mușchiului se menține timp prelungit cu valori cuprinse între un nivel mediu de solicitare și un nivel de „vârf” al solicitării.

Oboseala nervoasă (senzorială) este generată de solicitarea sau suprasolicitarea unor organe de simț (auz, văz).

Oboseala vizuală este de natură nervoasă și se manifestă prin simptome ca: cefalee, iritații oculare, lăcrimare, amețală, iritabilitate psihică.

Oboseala auditivă este generată de intensitatea, durata și frecvența stimulilor sonori. Zgomotele intense timp prelungit, ca și cele intermitente, care depășesc limitele stabilite de normele republicane de protecția muncii, favorizează instaurarea oboselii auditive cu forme agravante, ca traumatismul auditiv sau surditatea profesională. Instaurarea oboselii auditive este facilitată și de frecvența zgomotelor.

Oboseala mentală (cerebrală): poate apare fie în exces (suprasolicitare) fie prin monotonie (subsolicitare), astfel că, în mod practic, în stare de veghe nu există repaus mental propriu – zis.

❖ **Consecințele oboselii asupra organismului**

Oboseala accentuată (cronică) influențează negativ funcționalitatea organismului. În această situație, consecințele negative ale oboselii pot fi sintetizate astfel:

- scăderea rezistenței generale a organismului la diferite maladii infecțioase și favorizarea declanșării nevrozelor;
- accentuarea uzurii, epuizării și îmbătrânirii premature a organismului;
- creșterea riscului de accidente prin perturbarea funcțională a sistemului nervos;
- reducerea atenției și preciziei, a forței sistemului muscular;
- reducerea randamentului în muncă (cantitativ și calitativ).

❖ **Prevenirea și reducerea oboselii**

Principalele direcții de acționare sunt:

- organizarea rațională a procesului de producție și de muncă, prin evidențierea componentelor statice ale muncii, a solicitărilor fizice și psihice intense, timp prelungit, a manipulărilor frecvente peste limitele admise etc.

- optimizarea metodei de muncă, aplicarea principiilor și regulilor practice ale economiei de mișcări;
- optimizarea factorilor mediului fizic de muncă;
- dimensionarea lucrurilor de muncă și a mijloacelor de muncă în funcție de dimensiunile antropometrice și poziția de lucru;
- evitarea monotoniei de lucru;
- asigurarea securității muncii;
- stabilirea unui regim rațional al pauzelor în timpul muncii și alternarea optimă a schimburilor de muncă;
- optimizarea ambianței psihosociale.

❖ **Măsurarea oboselii**

Pentru activitățile cu componență fizică preponderată un criteriu obiectiv de măsurare a intensității oboselii îl constituie consumul de energie umană, exprimat în Kcal pe unitate de timp, pe baza căruia muncile sunt clasificate în diferite categorii de dificultate.

Intensitatea efortului și implicit gradul de oboseală se poate aprecia de asemenea măsurând și interpretând variația frecvenței cardiace (pulsul), temperatura corpului și ventilația pulmonară (consum de oxigen); pentru facilitarea măsurătorilor se recomandă numai primele două din aceste două metode.

❖ **Regimul pauzelor de muncă**

Regulile referitoare la acordarea pauzelor depind de natura muncii, intensitatea efortului depus, consumul energetic, etc., și au în vedere specificul ramurii industriale și a fiecărei întreprinderi.

În practică se folosesc, de regulă, două forme de pauză:

- *pauză afectată pentru masă* se acordă la mijlocul schimbului de lucru;
- *pauzele suplimentare* acordate în timpul muncii, în raport de factorii care generează oboseala.

❖ **Frecvența și durata pauzelor**

Stabilirea variantei optime în ce privește pauzele de muncă ca frecvență, durată și moment de acordare trebuie să aibă în vedere următoarele considerente fiziologice:

- nivelul oboselii crește exponențial și nu liniar, în funcție de prelungirea activității desfășurate;
- refacerea capacității de muncă măsurată prin frecvența pulsului, se face mai accentuat la începutul pauzei;
- acordarea pauzelor mai scurte și mai frecvente este mai avantajoasă decât cele acordate de pauzele mai mari ca durată și mai rare ca frecvență;
- pauzele de odihnă trebuie acordate atunci când capacitatea de muncă și productivitatea muncii încep să scadă, respectiv înaintea momentului când oboseala atinge valori ridicate.

5.4. Munca în schimburi

Munca în schimburi și problemele legate de organizarea ei dețin o pondere tot mai mare datorită dezvoltării pe scară largă a acestui sistem de muncă.

Acesta este considerată necesară din următoarele considerente:

- economice: utilizarea eficientă a capacităților de producție;
- tehnologice: procese tehnologice continue cu producție zi – noapte;
- sociale: prestările de servicii cu caracter continuu (asistență medicală, poliția, transporturile în comun, etc.).

❖ Sisteme de organizare a schimburilor

De regulă criteriile pentru stabilirea programelor de alternare a schimburilor pornesc de la specificul activităților, respectiv de la considerente economice, tehnice și sociale care justifică totodată și numărul necesar de schimburi. De asemenea, trebuie să se aibă în vedere durata săptămânii de lucru și numărul zilelor libere.

Organizarea schimburilor în cazul săptămânii de lucru cu durata de 48 de ore poate realiza într-un, în două sau în trei. Dacă primele două forme nu ridică probleme deosebite, în sistemul cu trei schimburi de muncă organizarea se poate realiza sub diverse variante.

❖ Modificări ale sistemului uman în timpul schimbului

Problema psihologică a muncii în schimburi o constituie stabilitatea parametrilor fiziologici timp de 24 ore (fig. 5.8):

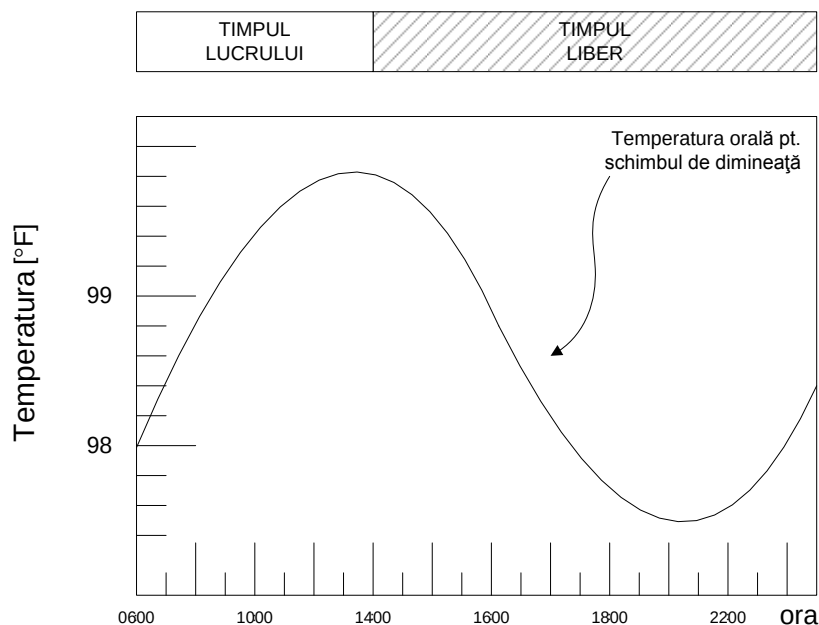


Fig. 5. 8.

Temperatura este maximă în jurul orei 4 p.m. și minimă în jurul orei 4 a.m.

Mulți alți parametri cum ar fi: bătăile inimii, respirația, temperatura corpului, producerea de hormoni și de urină urmează aceeași curbă sinusoidală.

Comparând comportamentul unei persoane care lucrează în schimbul 1 cu cel al uneia care lucrează în schimbul 3, timp de o săptămână și timp de 3 săptămâni (fig. 5.9) se constată că dependența are formă sinusoidală, respectiv ondulatorie.

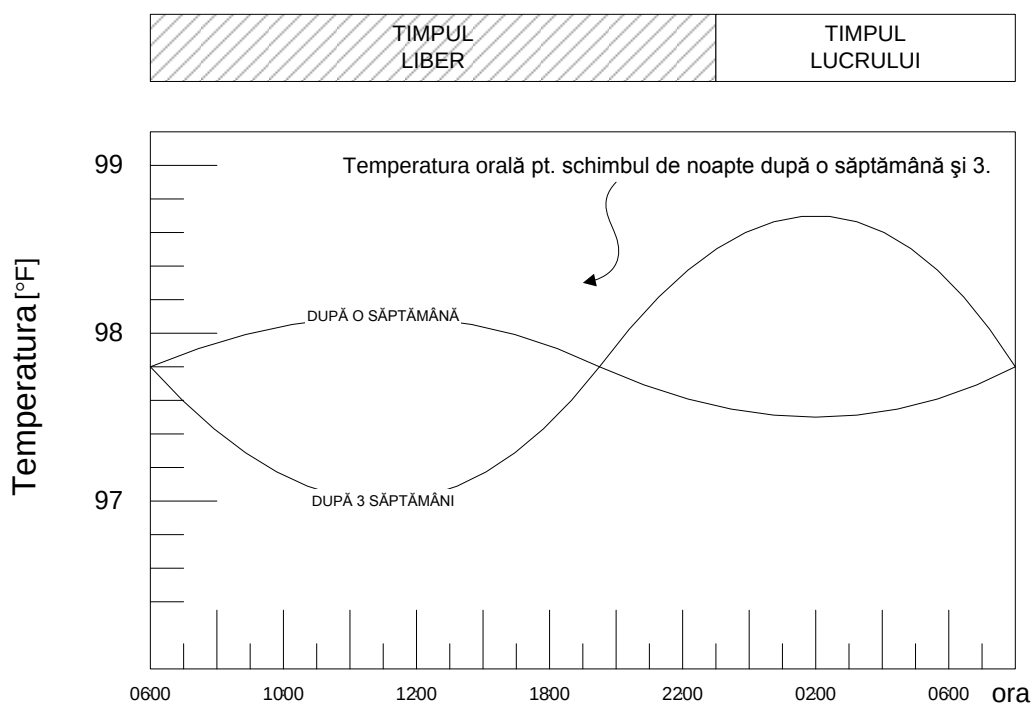


Fig. 5.9.

Astfel, adaptarea în schimbul de noapte este dificilă. Expunerea la lumina zilei mărește vigilența și suprimă producerea de melatonină (hormon care determină apariția somnului). Este mai ușor de dormit în timpul nopții pentru că este mai puțin zgomot și nu au loc activități sociale.

❖ Probleme ale serviciului în schimburi

Există o serie de probleme ale muncii în schimburi: un lucrător în schimburi are mai multe probleme de stomac decât cel care lucrează doar în schimbul de zi, îi este foame la „timpuri falși”, merge la toaletă tot la „timpuri falși”, mănâncă mai mult hrană rece. Deci, munca în schimburi modifică funcțiile digestive.

O altă problemă o constituie bolile de inimă. Conform unui studiu din Suedia pe un lot de 50 de muncitori s-a constatat că după 10-15 ani, riscurile de moarte prin

infarct sunt mai mari la cei care lucrează în schimburi decât la cei ce lucrează doar în schimbul de zi.

❖ **Efecte asupra performanțelor și productivității**

A fost destul de dificil de a stabili care dintre activități să fie redusă pe timpul schimbului de noapte. Astfel frecvența citirilor eronate este mai mare în jurul orei 3.00 a.m., iar reacții mai încete se obțin între 3.00 - 7.00 a.m., s-a constatat că rata accidentelor este de 20 ori mai mare în jurul orei 5.00 a.m., decât în jurul prânzului.

❖ **Îmbunătățirile muncii în schimburi**

Durata schimbului este dată de tipul de muncă. Pentru cei cu probleme psihice mentale trebuie ca schimbul să nu fie mai mult de 8 ore, uneori chiar și 6-7 ore pe noapte.

Inspecția vizuală și monitorizarea este greu de făcut în cursul nopții; atunci are loc o scădere a vigilenței cu repercusiuni asupra sarcinilor de serviciu.

Experții propun modificarea orarului schimburilor astfel: 8 ore dimineața, 9 ore după-masă și 7 ore noaptea sau 9 ore dimineața, 9 ore după-masă, 6 ore noaptea datorită ritmului stresant din timpul nopții.

❖ **Programarea schimburilor**

Există numeroase programe orare/schimb. De exemplu în țările germanice și scandinave a fost preferată rotația orară a schimburilor (forward-rotation) pentru că are avantajul că ciclul zilnic este mai apropiat de 25 decât de 24 ore; oamenii au tendința de a se duce la culcare cu o oră mai târziu în fiecare seară. Aceasta a fost dovedită prin cercetări asupra oamenilor care locuiesc izolați o lungă perioadă de timp fără nici un ceas.

❖ **Selectarea personalului pentru munca în schimburi**

Există personal care dorește voluntar să lucreze în schimburi, dar care trebuie să aibă în vedere factorii care pot interveni în inadaptarea muncii în schimburi:

- oamenii care locuiesc singuri nu se adaptează ușor acestui orar;
- oamenii cu probleme gastrice sau digestive;
- persoanele cu probleme de somn;
- persoanele peste 50 ani;
- cei care au un al doilea serviciu sau alte probleme grele;
- epilepticii.

Familiile lucrătorilor în schimburi le suportă acestora problemele și uneori fac unele concesii cum ar fi: soția unui lucrător în schimburi trebuie să-i asigure acestuia un dormitor cu izolare fonică pentru a diminua impactul asupra lui a gălăgiei din timpul zilei, cu o draperie care face întuneric total, deci va trebui să-și ajute soțul să se adapteze muncii în schimburi.

5.5. Munca femeilor

Capacitatea de muncă a femeilor este influențată în mare măsură de condițiile în care desfășoară activitatea de producție. Dintre factorii de influență menționăm:

Posturalitatea endostatică timp prelungit și îndeosebi cu antrenarea frecventă a solicitărilor statice este în general mai obositoare la femei decât poziția de lucru sedentară datorită labilității reuovegetative a acestora.

- *Solicitarea fizică* intensă, timp prelungit, manipulări frecvente de greutate peste limitele admise de normele de protecția muncii etc. Pot provoca tulburări anatomo – funcționale însemnate în cazul femeilor.
- *Solicitarea neoropsihică și mentală* crește pe măsura introducerii pe scară tot mai largă a mecanizării și automatizării proceselor de producție. Apar noi exigențe legate de sfera senzorială și logică a activităților psihice implicate în procesul de muncă
- *Solicitarea dictată de mediul fizic de muncă*, trebuie luată, de asemenea, în considerare în proiectarea condițiilor de muncă pentru femei. Cercetările de specialitate confirmă că femeile suportă mai puțin bine decât bărbații temperaturile înalte înregistrate la anumite activități de muncă.
- *Regimul de muncă și de odihnă* prezintă, de asemenea, importanță în organizarea rațională a muncii femeilor, având ca scop prevenirea și instaurarea oboselii sub diverse forme de manifestare.

Având în vedere caracteristicile specifice ale capacității de muncă a femeilor, optimizarea ergonomică a muncii trebuie să prevadă soluții operative în ce privește reducerea la maximum a solicitărilor fizice dictate de munca propriu-zisă, posturalitate, manipulări de greutate însemnate etc., precum și organizarea rațională a pauzelor în timpul muncii.

De asemenea, trebuie acordată atenția cuvenită stabilirii cerințelor ergonomice specifice mediului de muncă, având în vedere comportamentul diferit al femeilor față de bărbați la influența acestor factori asupra capacității de muncă și a stării de sănătate.

5.6. Fiabilitatea umană în sistemul de muncă

În general evaluarea fiabilității sistemelor de muncă se realizează din două puncte de vedere principale: *securitate și disponibilitate*.

După cum se cunoaște, *fiabilitatea tehnică a unui sistem de muncă reprezintă într-o formă succintă de prezentare, proprietatea acestuia, exprimată prin probabilitatea ca să funcționeze ireproșabil o anumită perioadă de timp*.

Evaluarea fiabilității presupune analizarea sistemului până la nivel de componente, identificarea posibilelor moduri de avarie și calcul, pe baza datelor statistice a probabilităților numerice de avarie a componentelor individuale. Sistemul este apoi resintetizat, folosind relații de calcul probabilistic, pentru combinarea subsistemelor elementare, în serie sau în paralel, după caz, și se obține în final indicele global de fiabilitate.

Practic, complexitatea sistemelor generează la rândul ei verificarea și întreținerea acestora, ambele predispuse mai mult la eroare și bineînțeles o proiectare mai compusă, ceea ce presupune și ea posibilitatea unor erori de proiectare. Efectul participării mai reduse a operatorului uman poate deplasa problema erorii umane cel mult spre domenii mai puțin „vizibile” cum ar fi întreținerea, verificarea și proiectarea, dar problema în sine rămâne.

Așadar, fazele de proiectare propriu-zise a sistemelor, fabricația, operarea, întreținerea și controlul sunt domenii care sunt analizate obligatoriu și din punct de vedere al fiabilității umane.

Indiferent de gradul de mecanizare și automatizare a sistemelor, factorul uman rămâne elementul de decizie hotărâtor, indiferent dacă este plasat în succesiunea operațiilor sau la capătul operațional al sistemelor.

❖ Fiabilitatea umană și eroare umană

„Fiabilitate umană” este strâns legată de concepția de eroare ca element secundar, dar însoțitor al uneia din calitățile ființei umane, care este adaptabilitatea și care-i conferă omului flexibilitatea unei game largi de strategii pentru a face față circumstanțelor mereu în schimbare.

Revenind la eroarea în proiectarea, operarea, întreținerea, controlul sistemelor etc., cauzată de nepotrivirea dintre posibilitățile omului (factori inbiosincritici - 2) și cerințele muncii (factori situaționali - 1), factorii predominanți sunt:

1) concepție constructivă și amplasare necorespunzătoare a dispozitivelor de acționare și comandă;

- condiții necorespunzătoare ale mediului fizic de muncă;
- solicitări fizice și neuropsihice peste limitele normale;
- selecția și orientarea profesională necorespunzătoare;
- complexitatea prea mare a sarcinilor de muncă atribuite operatorului;
- lipsa motivației în muncă etc.

2) lipsa aptitudinilor tehnice;

- lipsa de îndemânare;
- pregătirea profesională insuficientă;
- grad redus de responsabilitate;
- indisciplină etc.

Factorii care influențează fiabilitatea umană în desfășurarea proceselor de muncă sunt:

- organizarea muncii;
- condițiile ergonomice;
- nivelul de cunoștințe profesionale;
- nivelul de aptitudini; ambianța psihosocială.

❖ **Evaluarea cantitativă a fiabilității umane**

Tehnicile de evaluare cantitativă a fiabilității umane se împart în două grupe: *analitice* și de *simulare*, care diferă prin metodele folosite pentru a răspunde cât mai bine interdependenței dintre elementele care compun sarcina de muncă încredințată operatorului.

Aceste tehnici dau o valoare a fiabilității pentru sistemul tehnic, respectiv a fiabilității echipamentului valoarea globală a fiabilității (om – echipament), fiind produsul acestora.

Metoda analitică utilizează analiza combinatorie asupra probabilităților constituenților, iar *metoda de simulare* folosește tehnica „Monte Carlo” pentru realizarea aceluiași obiectiv.

6. Mijloacele de muncă

6.1. Sistemul om – mijloace de muncă

Prin sistemul om – mijloace de muncă se înțelege ansamblul format din componenta umană (omul) și componenta fizică. Aceste două elemente sunt în interacțiune și urmăresc un scop comun și anume realizarea unei operații de muncă. Caracteristicile principale ale oricărui sistem sunt intrările și ieșirile, care în cadrul sistemului specific analizat îmbracă forme particulare (fig. 6.1).

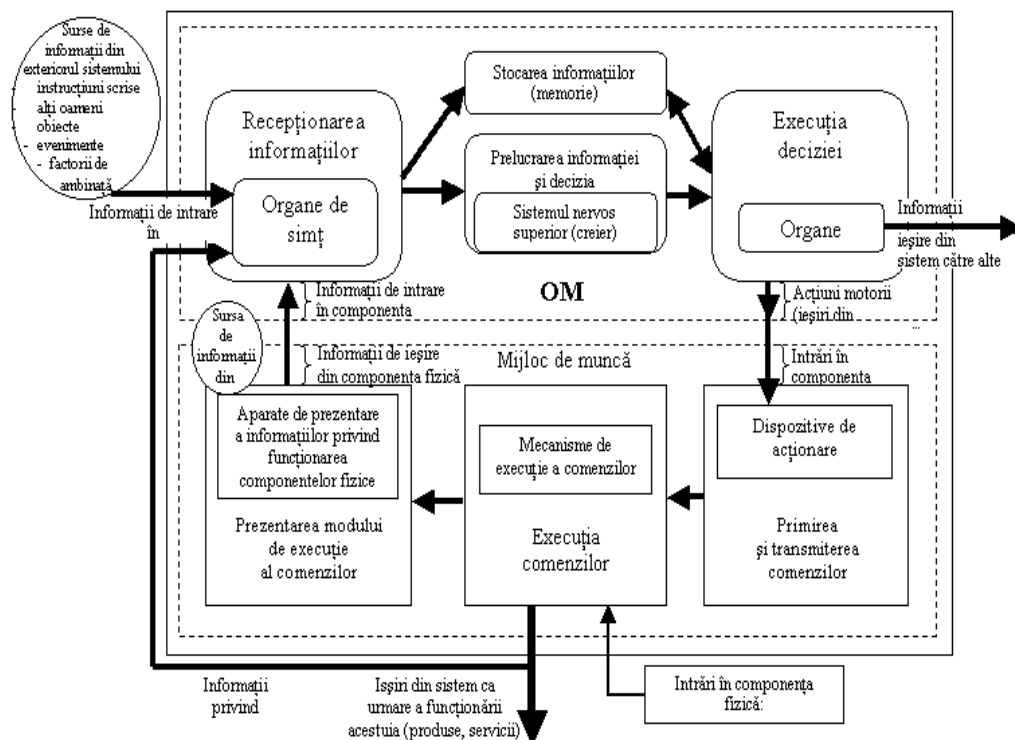


Fig. 6.1. Schema bloc privind funcțiile îndeplinite în cadrul sistemului om-mijloc de muncă

Pentru om, intrările din exteriorul sistemului și cele din interiorul lui sunt informațiile adresate organelor de simț.

Ieșirile din sistem sunt concretizate prin produsele prelucrate pe mijlocul de muncă sau anumite informații date de componenta umană a altor sisteme.

Pentru „om” funcțiile de bază sunt: recepționarea informațiilor; stocarea informațiilor; prelucrarea informațiilor și decizia; execuția deciziei.

Pentru mijlocul de muncă ce funcționează în regim manual sau semiautomat funcțiile de bază se referă la modul de execuție a comenzilor și depind de soluțiile ingineresti adoptate de proiectant. Aceste funcții sunt: recepționarea și transmiterea comenzilor; execuția comenzilor; prezentarea modului de execuție a comenzilor.

6.1.1. Funcțiile îndeplinite de om

Recepționarea informațiilor se face de către „om” cu ajutorul organelor de simț.

Stocarea informațiilor este funcția care realizează fixarea în memorie a informațiilor primite și se realizează la nivelul sistemului nervos superior (creier).

Prelucrarea informațiilor și decizia este funcția cea mai importantă, ea asigurând coordonarea funcționării sistemului pentru ca acesta să-și îndeplinească scopul pentru care a fost creat.

Execuția deciziei reprezintă acte motorii efectuate cu ajutorul membrilor superioare sau inferioare și / sau acțiuni de comunicații verbale.

6.1.2. Funcțiile îndeplinite la locul de muncă

Primirea și transmiterea comenzilor. Mijlocul de muncă este manevrat de către om cu ajutorul dispozitivelor de acționare (leviere, pedale, butoane etc.) care primesc comenzile ca urmare a deciziei luate de către componenta umană și le transmite mecanismelor interne ale componentei fizice.

Execuția comenzilor primite se realizează de către mecanismele interne ale mijlocului de muncă și poate fi asimilată funcției de „execuție a deciziei” a componentei umane.

Prezentarea modului de execuție a comenzilor este funcția îndeplinită de mijlocul de muncă pentru ca „omul” să cunoască în permanență modul cum se execută comenzile controlând astfel modul de funcționare a sistemului. Această funcție se realizează prin intermediul diverselor aparate de măsură și control.

6.2. Antropometrie tehnică

Antropometria tehnică, urmărește să răspundă cerinței ca oamenii să fie capabili să lucreze la orice mașină, respectiv ca dimensiunile lor să fie integrate în dimensiunile mașinii, conferindu-i acesteia un caracter de operabilitate universală, iar prin detaliile de proiectare să asigure adaptarea mașinii la om.

Principiile generale de aplicare a antropometriei în activitatea de proiectare pot fi sistematizate astfel:

- trăsăturile dimensionale și funcționale ale omului trebuie avute în vedere încă din prima fază a elaborării oricărui proiect, luarea lor în considerație într-o etapă următoare poate fi tardivă și de multe ori inefficientă;
- operatorul trebuie studiat în contextul activității pe care o desfășoară, în relația om – mijloc de muncă și de aceea, pe lângă dimensiunile antropometrice statice, trebuie avute în vedere și dimensiunile dinamice, atât la proiectarea locului de muncă, cât și la conceperea și amplasarea mijloacelor de muncă, a dispozitivelor de acționare etc.;
- trebuie să se țină seama de factori de variabilitate dimensională a omului și de condițiile de organizare a producției și a muncii;

- să se asigure toleranțe spațiale pentru oameni și echipamente, având în vedere eventualele condiții specifice în care să se poată desfășura munca.

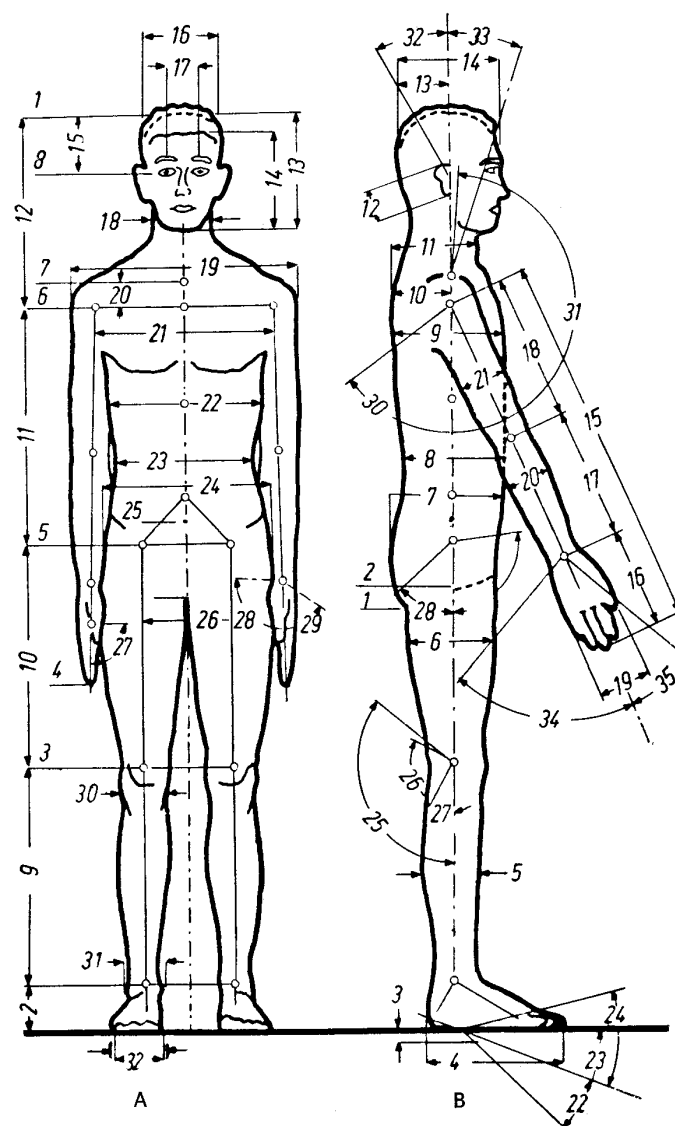


Fig. 6.2. Numerotarea diferitelor dimensiuni ale corpului omenesc – poziția în picioare

Cu toate avantajele prezentate de utilizarea calculatoarelor în proiectarea ergonomică, totuși și în prezent se folosesc cu precădere „tabelele de date

antropometrice” privind dimensiunile globale și parțiale ale corpului uman. (fig. 6.2, tab. 6.1 și 6.2)

Tab. 6.1. Date antropometrice la bărbați și femei, poziția în picioare.
Dimensiunile rectangulare sunt date în cm., iar cele unghiulare în grade

<i>Cifrele corespunzătoare numerotării diferitelor dimensiuni din figura 6.2</i>	<i>Bărbat</i>			<i>Femeie</i>		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	163,57	175,51	187,96	145,29	160,53	172,72
2	7,62	8,89	9,65	7,11	7,62	8,12
3	42,23	50,29	54,10	41,14	45,21	48,76
4	60,45	66,29	71,82	56,38	59,94	64,26
5	86,10	92,96	99,82	76,20	84,07	90,67
6	127,76	138,68	149,86	115,82	126,49	136,14
7	132,33	143,76	155,19	119,63	131,32	141,73
8	152,65	164,34	176,27	136,39	150,62	162,05
9	38,60	41,40	44,45	34,03	37,59	40,64
10	39,87	42,67	45,72	35,05	38,86	41,91
11	41,65	45,72	50,04	39,62	42,42	45,46
12	35,81	36,83	38,10	29,46	34,04	36,57
13	20,32	22,09	24,89	17,78	19,81	21,33
14	17,02	18,79	21,59			
15	10,92	11,17	11,68	8,89	9,90	10,66
16	14,48	15,49	16,51	13,20	14,73	15,74
17	5,66	6,32	7,06	5,33	6,35	7,11
18		11,69				
19	41,14	45,46	50,29	36,06	39,88	42,67
20	4,57	5,08	5,33	3,81	4,83	5,58
21	31,75	35,05	38,60	30,48	31,24	34,54
22	26,92	30,48			27,69	
23	23,11	26,92	32,25	17,52	22,35	26,16
24	29,97	33,53	37,57	32	36,32	42,41
25	90,42	97,03	103,88			
26	16,25	17,53	18,79	16,25	17,78	19,30
27	90 ⁰	90 ⁰	90 ⁰	90 ⁰	90 ⁰	90 ⁰
28	95 ⁰	95 ⁰	95 ⁰	95 ⁰	95 ⁰	95 ⁰
29	54 ⁰	54 ⁰	54 ⁰	54 ⁰	54 ⁰	54 ⁰
30	9,14	10,16	11,68	8,89	9,40	10,16
31	6,85	7,62	8,38			
32	8,89	9,65	10,66	7,87	9,14	10,16
Cu mâinile pe șolduri	88,64	97,54	107,69	80,77	88,14	96,52
Greutate în kg	57,92	73,44	94,54	43,09	61,14	88,45
Lățimea pantofului		10,67	13,33			

Tab. 6.2. . Date antropometrice la bărbați și femei, poziția în picioare. Dimensiunile rectangulare sunt date în cm., iar cele unghiulare în grade

Cifrele corespunzătoare numerației diferitelor dimensiuni din figura 6.2	Bărbat			Femeie		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	72,36	80,26	88,64			
2	75,69	83,31	92,20			
3		2,54	3,17			
4	24,38	26,67	28,95	21,84	24,38	26,11
5	10,16	16,68	13,21			
6	15,49	18,03	20,82	11,43	14,22	16,76
7	18,54	22,35	26,92			
8	16,51	20,06	25,14			
9	19,55	22,86	27,17			
10	10,16	11,43	12,70			
11	15,24	17,53	19,81			
12	5,33	6,35	7,11	5,08	5,84	6,60
13	8,89	10,16	11,68			
14	18,28	19,56	21,08	14,98	18,03	19,81
15	67,31	72,39	77,97	59,43	66,55	71,82
16	17,27	19,05	20,82	15,74	17,53	19,05
17	23,87	25,15	26,67	20,57	23,11	24,89
18	26,16	28,19	30,48	23,11	25,90	27,94
19	9,39	10,41	11,43			
20	8,12	9,40	10,41			
21	8,38	9,91	11,93			
22	21 ⁰	21 ⁰	21 ⁰	21 ⁰	21 ⁰	21 ⁰
23	21 ⁰	21 ⁰	21 ⁰	21 ⁰	21 ⁰	21 ⁰
24	33 ⁰	33 ⁰	33 ⁰	33 ⁰	33 ⁰	33 ⁰
25	127 ⁰	127 ⁰	127 ⁰	127 ⁰	127 ⁰	127 ⁰
26	90 ⁰	90 ⁰	90 ⁰	90 ⁰	90 ⁰	90 ⁰
27	30 ⁰	30 ⁰	30 ⁰	30 ⁰	30 ⁰	30 ⁰
28	48 ⁰ (26 ⁰ , 70 ⁰)	48 ⁰	48 ⁰	48 ⁰	48 ⁰	48 ⁰
29	98 ⁰ (63 ⁰ , 119 ⁰)	98 ⁰	98 ⁰	98 ⁰	98 ⁰	98 ⁰
30	55 ⁰ (40 ⁰ , 71 ⁰)	55 ⁰	55 ⁰	55 ⁰	55 ⁰	55 ⁰
31	179 ⁰ (164 ⁰ , 191 ⁰)	179 ⁰	179 ⁰			
32	50 ⁰ max	50 ⁰	50 ⁰	50 ⁰	50 ⁰	50 ⁰
32 bis	30 ⁰ ușor	30 ⁰	30 ⁰	30 ⁰	30 ⁰	30 ⁰
33	“	“	“	“	“	“
34	66 ⁰ (55 ⁰ , 79 ⁰)	66 ⁰	66 ⁰	66 ⁰	66 ⁰	66 ⁰
35	27 ⁰ (15 ⁰ , 40 ⁰)	27 ⁰	27 ⁰			
Circumferință toracică	87,37	98,30	110,50	76,20	90,42	114,30
Circumferința șoldurilor	85,60	95,76	108,20	83,82	98,55	116,84

6.2.1. Antropometria în proiectarea locului de muncă

Filozofia de baza a ergonomiei este de a proiecta locuri de munca confortabile, convenabile și productive. Ideal ar fi ca locurile de muncă să fie proiectate în așa fel încât să se potrivească atât cu mintea, cât și cu corpul utilizatorului. Antropometria nu se ocupă numai cu înălțimea adecvată pentru utilizare, dar și cu accesul ușor al operatorului la comenzi și la aparate. Măsurile antropometrice sunt exprimate în mod obișnuit în procente. Cele mai utilizate sunt a 5-a, a 50-a și a 95-a măsură procentuală (tab. 6.3). Informația antropometrică este în mod normal distribuită (fig. 6.3). O distribuție normală e caracterizată prin valoarea sa și prin deviația sa standard (SD). Atâta timp cât cunoaștem aceste valori ale distribuției, putem calcula orice valoare procentuală.

Tabelul 6.3 Explicația măsurătorilor procentuale

Procentul	Descriere
5	5% din populație este mai scundă
50	Valoare medie
95	95% din populație este mai înaltă

Cu cât aria de proiectare e mai mare cu atât costurile sunt mai mari. Este mult mai scump să proiectezi între aria procentuală 5 până la 95, decât între 10 și 90. Valoarea procentuală aleasă este în mare parte o decizie politică, iar companiile pot adopta diferite strategii. Măsurile antropometrice pot fi transmise în proiectarea locului de muncă folosind motto-ul proiectării antropometrice:

- permiteți persoanei scunde să ajungă
- permiteți persoanei înalte să încapă

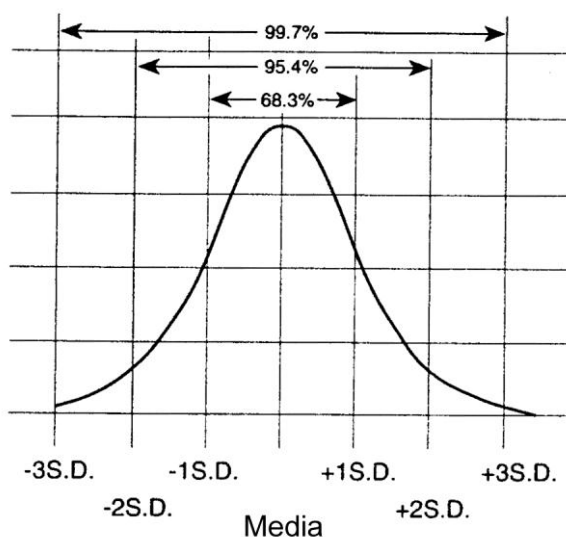


Fig. 6.3. Datele antropometrice sunt de obicei distribuite uniform

Aceste principii sugerează că distanțele până la comenzi ar trebui să fie proiectate atât pentru persoanele scunde, care reprezintă procentul 5, dar să fie și spațioase pentru persoanele care reprezintă procentul 95.

Pentru oameni care împart un loc de muncă, de exemplu lucrătorii în schimburi, adaptabilitatea devine esențială.

Cea mai completă sursă de măsuri antropometrice a fost publicată de NASA în 1978. Această publicație de referință conține măsurători a peste 306 dimensiuni diferite ale corpului din 91 de populații diferite din întreaga lume (tab. 6.4 și fig. 6.4). Măsurile reprezentate în tabelul 6.4 și figura 6.4 sunt:

1. *Înălțimea tibială* - obiectele utilizate între înălțimea tibială și înălțimea încheieturii mâinii trebuie ridicate în mod obișnuit dintr-o poziție aplecată.
2. *Înălțimea încheieturii mâinii* - cel mai jos nivel la care un operator poate utiliza un obiect fără să fie nevoie să îndoieie genunchii sau spatele. Diferența dintre înălțimea încheieturii și înălțimea umărului este ideală în operare.
3. *Înălțimea cotului*. Este un indicator important pentru determinarea înălțimii de lucru și a înălțimii mesei.
4. *Înălțimea umărului (acromion)*. Obiectele localizate deasupra înălțimii umărului sunt dificil de ridicat, deoarece sunt folosiți mușchi relativ slabi. Există de asemenea și un risc crescut al scăpării unor obiecte.
5. *Statura*. Aceasta este folosită pentru a determina spațiul minim necesar evitării unor lovituri cu capul.
6. *Raza funcțională de acțiune de deasupra capului*. Aceasta e folosită pentru a determina înălțimea maximă a comenzilor de deasupra capului.
7. *Raza funcțională de acțiune spre înainte*. Obiecte care sunt folosite des în cadrul locului de muncă ar trebui să fie localizate în perimetrul acestei raze.
8. *Adâncimea coapsei*. Aceasta definește adâncimea scaunului și înălțimea spațiului de sub masa de lucru.
9. *Adâncimea zonei feso-popliteale*. Este folosită pentru a determina lungimea șezutului scaunului.
10. *Înălțimea popliteală*. Este folosită pentru a determina raza de ajustabilitate la scaunele reglabile.
11. *Spațiul necesar coapsei*. Această măsură, împreună cu înălțimea cotului în poziție șezând a corpului, definesc grosimea tăbliei mesei și grosimea maximă a sertarului superior.
12. *Înălțimea cotului în poziție șezând a corpului*. Este folosită împreună cu măsurătoarea precedentă pentru a defini înălțimea mesei.
13. *Înălțimea ochilor în poziție șezând a corpului*. Ecranele ar trebui să fie localizate sub planul orizontal definit de aceasta.
14. *Înălțimea în poziția șezând a corpului*. Este folosită pentru a determina spațiul vertical necesar unei poziții de lucru normale.
15. *Lățimea șoldului*. Este folosită pentru a determina lățimea scaunelor și spațiul necesar mișcărilor corpului.

16. *Lăţimea dintre cele 2 coate.* Este folosită pentru a determina lăţimea spătarelor şi distanţa dintre cotiere.
17. *Lăţimea necesară mişcării de apucare şi diametrul interior.* Este folosită pentru a determina circumferinţa uneltelor şi separarea manetelor.
18. *Distanţa interpupilară.* Este o măsura importantă în determinarea ajustabilităţii aparatelor.

Tabelul 6.4 – dimensiunile corpului civililor (în cm fără pantofi; pentru corectare adăugaţi 3 cm)

		Femei			Bărbaţi		
		5%	50%	95%	5%	50%	95%
Stând							
1.	Înălţimea tibială	38,1	42,0	46,0	41,0	45,6	50,2
2.	Înălţimea încheieturii mâinii	64,3	70,2	75,9	69,8	75,4	80,4
3.	Înălţimea cotului	93,6	101,9	108,8	100,0	109,9	119,0
4.	Înălţimea umărului (acromion)	121,1	131,1	141,9	132,3	142,8	152,4
5.	Statura	149,5	160,5	171,3	161,8	173,6	184,4
6.	Raza funcţională de acţiune de deasupra capului	185,0	199,2	213,4	195,6	209,6	223,6
Şezând							
7.	Raza funcţională de acţiune spre înainte	64,0	71,0	79,0	76,3	82,5	88,3
8.	Adâncimea coapsei	51,8	56,9	62,5	54,0	59,4	64,2
9.	Adâncimea zonei feso-popliteale	43,0	48,1	53,5	44,2	49,5	54,8
10.	Înălţimea popliteala	35,5	39,8	44,3	39,2	44,2	48,8
11.	Spaţiul necesar coapsei	10,6	13,7	17,5	11,4	14,4	17,7
12.	Înălţimea cotului	18,1	23,3	28,1	19,0	24,3	29,4
13.	Înălţimea ochilor în poziţie şezând a corpului	67,5	73,7	78,5	72,6	78,6	84,4
14.	Înălţimea în poziţia şezând a corpului	78,2	85,0	90,7	84,2	90,6	96,7
15.	Lăţimea şoldului	31,2	36,4	43,7	30,8	35,4	40,6
16.	Lăţimea dintre cele 2 coate	31,5	38,4	49,1	35,0	41,7	50,6
Alte dimensiuni							
17.	Lăţimea necesară mişcării de apucare şi diametrul interior	4,0	4,3	4,6	4,2	4,8	5,2
18.	Distanţa interpupilară	5,1	5,8	6,5	5,5	6,2	6,8

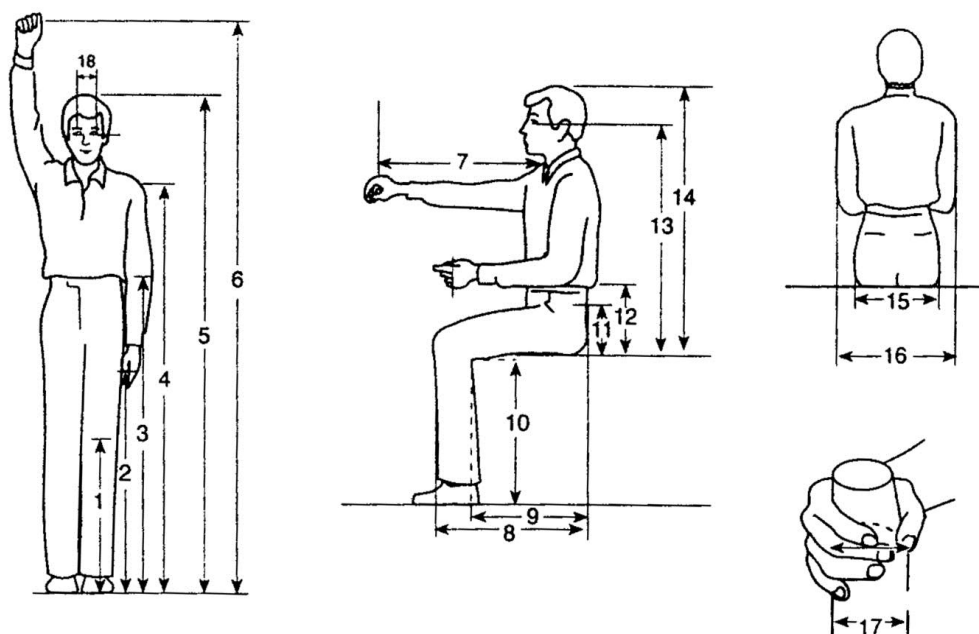


Fig. 6.4 Ilustrarea măsurătorilor antropometrice din tabelul 6.4.

Pentru a reduce erorile de măsurare, măsurile antropometrice sunt efectuate asupra unor persoane îmbrăcate cât mai sumar, care stau pe scaun sau în picioare. Angajații sunt, totuși, uzual îmbrăcați și stau într-o poziție mai relaxată.

Luând în considerare încălțăminte, măsurătorile din tabelul 6.4 trebuie să fie mărite cu aproximativ 3 cm.

Măsurile antropometrice sunt bine definite și există procedee standard pentru efectuarea lor. De asemenea există și unelte și echipamente speciale pentru efectuarea măsurărilor.

În trecut, majoritatea cercetărilor și studiilor antropometrice au fost inițiate de U.S. Air Force, care în prezent dezvoltă programe pentru modelarea tri-dimensională folosind design computerizat: CAR (Crew station Assessment of Reach), SAMMIE (System for Aiding Man – Machine Interaction Evaluation), COMBIMAN (Computerised Biomechanical Man – Model), CREWCHIEF și ADAM și EVE.

Depinzând de aplicație, măsura antropometrică este folosită diferit (fig. 6.5).

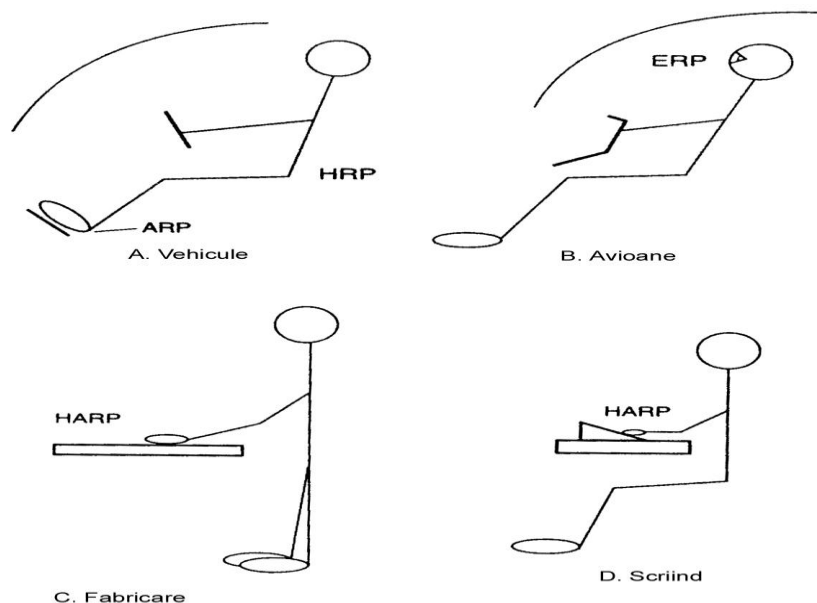


Fig. 6.5 Proiectarea antropometrică poate folosi diferite puncte de referință

Poziția ideală a mâinilor depinde de operația ce trebuie executată. Pentru munci grele, preferabil ar fi ca mâinile să fie la 20 cm sub nivelul coatelor, dar pentru munci de precizie cu suport pentru antebrățe, mâinile ar trebui să fie la 5 cm peste nivelul coatelor. De aceea, pentru proiectarea unui loc de muncă trebuie întâi determinată înălțimea cea mai convenabilă a mâinilor pentru operația ce va fi efectuată. După aceea se încearcă și găsirea unor poziții cât mai convenabile pentru restul corpului.

6.2.2.Proceduri de proiectare antropometrică

1. *Describeți utilizatorii.* Ce informații antropometrice sunt disponibile? Pot datele antropometrice fi folosite pentru actualii operatori? Dacă nu sunt disponibile date valide, luați în considerare posibilitatea creării unei baze de date actualizate.

2. *Determinați raza procentuală pentru a fi implementată în proiectarea stațiilor de lucru.* Dacă forța de muncă este preponderent masculină sau feminină, este logică proiectarea pentru sexul dominant, de exemplu prin folosirea procentajelor 5 – 95 masculine sau 5 – 95 feminine. Optim ar fi accesibilitatea pentru ambele sexe.

3. *Lasă-i pe cei scunzi să ajungă, pe cei înalți să încapă.* Determinați dimensiunile „de ajuns” (procentajul 5) și dimensiunile „de încăput” (procentajul 95) pentru situația de muncă analizată. Un exemplu este dat în figura 6.6.

4. *Găsiți măsurile antropometrice corespundente măsurilor pupitrului de lucru.* Calculele pentru procentajul 5 feminin și 95 masculin sunt prezentate în figura 6.6.

Măsurile antropometrice sunt adăugate începând cu nivelul podelei. Prin utilizarea înălțimii popliteale și adăugând 4 cm pentru pantofi, distanța necesară ajustabilității înălțimii șezutului este calculată ca fiind de 39,5 – 52,5 cm. Înălțimea cotului în stare de repaus pentru operatori aparținând procentajului 5 este de 18,1 cm și pentru cei din procentajul 95 este de 29,4 cm. De la înălțimea coatelor în stare de repaus deduceți grosimea produsului (6 cm).

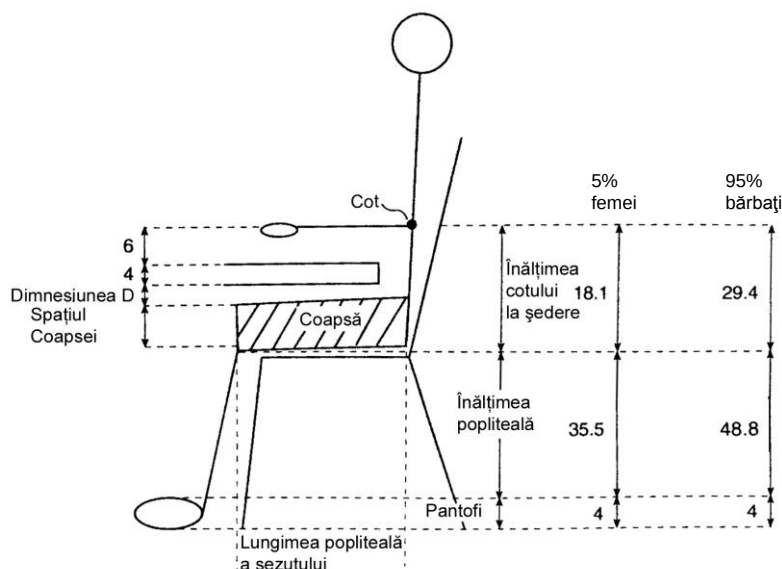


Fig. 6.6 Măsurători antropometrice folosite pentru calcularea potrivirii înălțimii scaunului și a mesei

Aceasta înseamnă că distanța de la șezutul scaunului la masă este de 12,1 cm pentru procentajul 5 și de 23,4 cm pentru procentajul 95. Adăugând aceste măsurători la ajustabilitatea înălțimii șezutului se obține o ajustabilitate a înălțimii mesei de 51,6 – 75,9 cm (sau 52 – 76 cm). Știind grosimea cantului mesei, se deduce că pentru procentajul 5 sunt 8,1 cm între șezutul scaunului și masă iar pentru procentajul 95 sunt 19,4 cm.

5. Uneori este dificil de ilustrat o situație de muncă folosind un model antropometric. Măsurătorile antropometrice sunt statice, iar în realitate apar multe elemente dinamice. Operatorii se întind după instrumente și piese balansându-se astfel în scaun. Pentru a evalua corespunzător aspectele dinamice ale unei stații de lucru, se creează modele la scară reală din carton sau polistiren, testate prin simularea diverselor activități. Prin modelul la scară reală este posibilă identificarea unor aspecte ale stației de lucru care vor trebui reproiectate.

Aplicație:

Folosind schema stației de lucru la microscop din figura 6.7, calculați distanțele de ajustabilitate pentru înălțimea șezutului, înălțimea mesei, și înălțimea la care se află lentilele microscopului (măsurile A, B și C sunt precizate în figură).

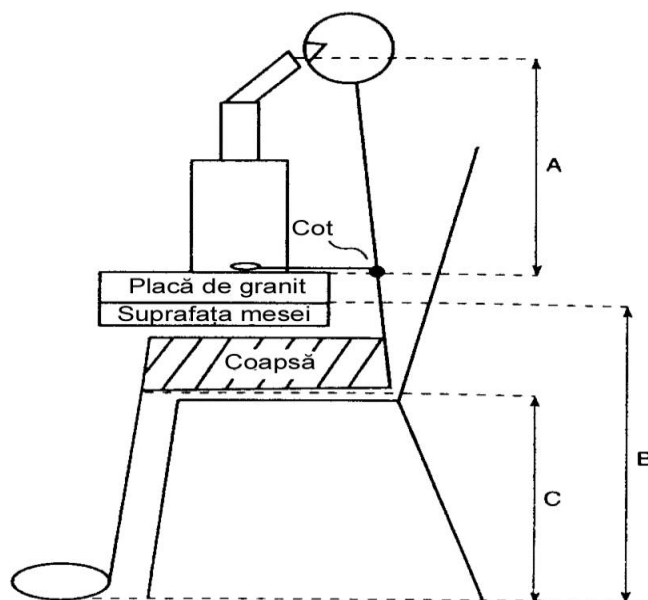


Fig. 6.7 Exemplu: proiectarea unei stații de lucru pentru microscop

Proiectarea pentru procentajele 5 și 95 pentru femei implică:

1. spațiul pentru punerea picioarelor.
2. pantofii au o înălțime de 4 cm.
3. în partea superioară a corpului de la înălțimea coatelor la cea a umerilor este o distanță posturală de 2 cm.
4. când operatorul se uită la microscop capul are o înclinație de 30 de grade, ceea ce deplasează nivelul ochilor cu 1,5 cm în jos.
5. mâinile controlează lentilele la nivelul coatelor.
6. brațele sunt poziționate orizontal în stare de repaus pe o planșă;
7. masa are o grosime de 7,8 cm; de asemenea mai este o planșă de granit groasă de 4 cm pe masa pentru a diminua vibrațiile.

Răspuns: cu dimensiunile prezentate în tabelul 6.4. rezultă:

Măsura A: 64 – 75 cm

Măsura C: 39,4 – 48,3 cm

Măsura B: 53,5 – 72,4 cm.

6. 2. 3. Caracteristicile mișcărilor

Gradele de libertate în mișcare a membrilor superioare și inferioare (fig. 6.8, ..., 6.12), apoi caracteristicile de bază ale mișcărilor (viteză, precizie, forță) determină:

- ariile maxime și optime de muncă;
- indicațiile privind amplasarea dispozitivelor de comandă și reglare.

MÂNA DREAPTĂ BĂRBAȚI (media)

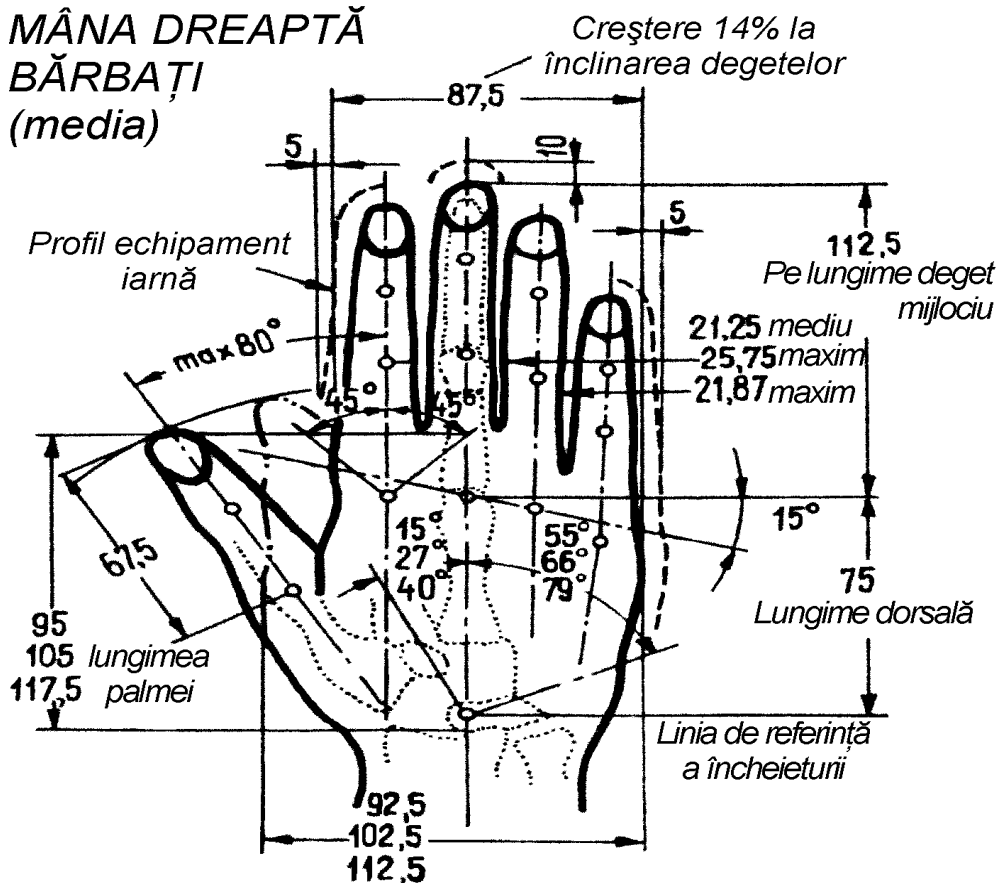


Fig. 6.8. Dimensiunile antropometrice medii ale mâinii drepte (bărbați)

- *Gradele de libertate în mișcare*

Aceste grade de libertate în mișcare ale mâinii și diferitelor sale segmente sunt date de încheieturi și tendoane. Mâna posedă un număr mare de grade de libertate. De exemplu, mâna în raport cu articulația umărului are șapte grade de libertate; vârful degetului cu cutia toracică – 16; vârful degetului în raport cu laba piciorului – cca. 30 etc. Articulația umărului permite mâinii să atingă cel mai mare volum de mișcare. Dacă la aceasta se adaugă și articulația cotului, rămâne numai o mică arie în spatele corpului care nu poate fi atinsă. Din acest motiv, forma posibilă a traiectoriei mișcării părților distale (periferice) ale mâinii sunt practic aproape nemărginite. Mâinile se pot deplasa pe orice traiectorie ca și cum n-ar avea nici o legătură cu corpul. Acest lucru deosebește fundamental posibilitățile superioare ale omului de cele ale organelor mașinii (ultimele posedă unul cel mult două grade de libertate).

În proiectarea echipamentului tehnic și organizarea optimă a locului de muncă se recomandă însă luarea în considerare numai a unor grade de libertate. Nu toate

traectoriile mișcării mâinii sunt la fel de favorabile. Ariile sunt mult mai mici din punctul de vedere al parametrilor de viteză, precizie și economie a mișcărilor.

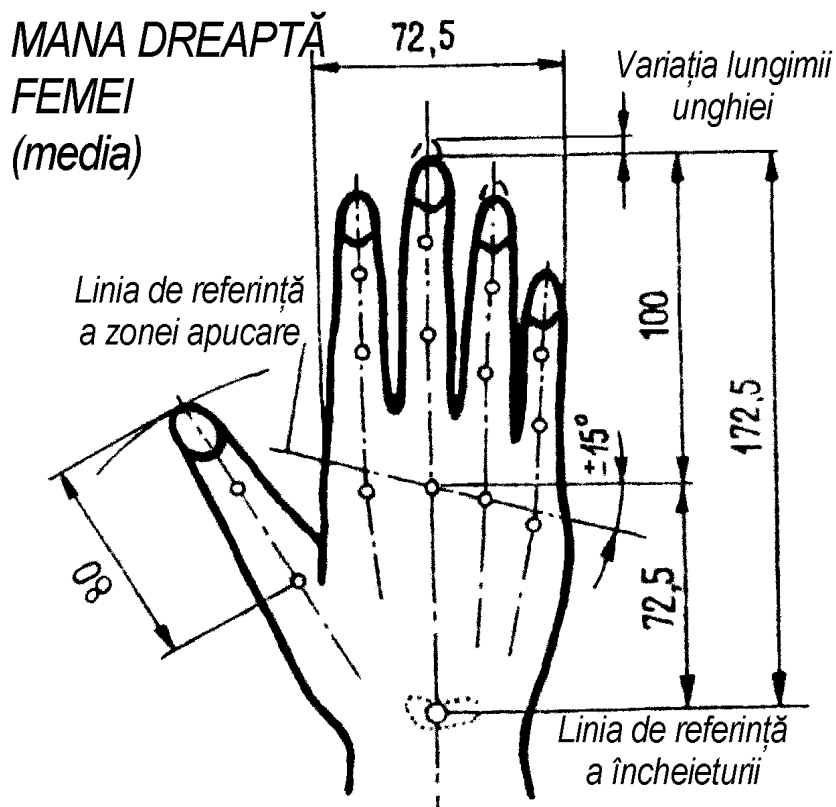


Fig. 6.9. Dimensiunile antropometrice medii ale mâinii drepte (femei)

Timpul, precizia și efortul de execuție sunt în funcție de cinci categorii mari de mișcări, ordonate în dependență de timpul și efortul lor de efectuare:

- mișcarea degetului;
- mișcarea degetului și încheietura mâinii;
- mișcarea degetului, încheieturii mâinii, antebrățul și brațului;
- mișcarea degetului, încheieturii mâinii, antebrățului și brațului;
- mișcarea degetului, încheieturii mâinii, antebrățului, brațului și corpului.

În acest sens există totuși o excepție și anume: mișcarea încheieturii mâinii nu este atât de obositoare ca cea a degetelor.

Ca regulă generală, în organizarea locului de muncă se recomandă ca ultimele trei categorii de mișcare să fie folosite în acțiuni de scurtă durată și care necesită o forță mare. Primele două categorii de mișcări se utilizează în acțiuni cu efort redus și repetate la intervale mici de timp.

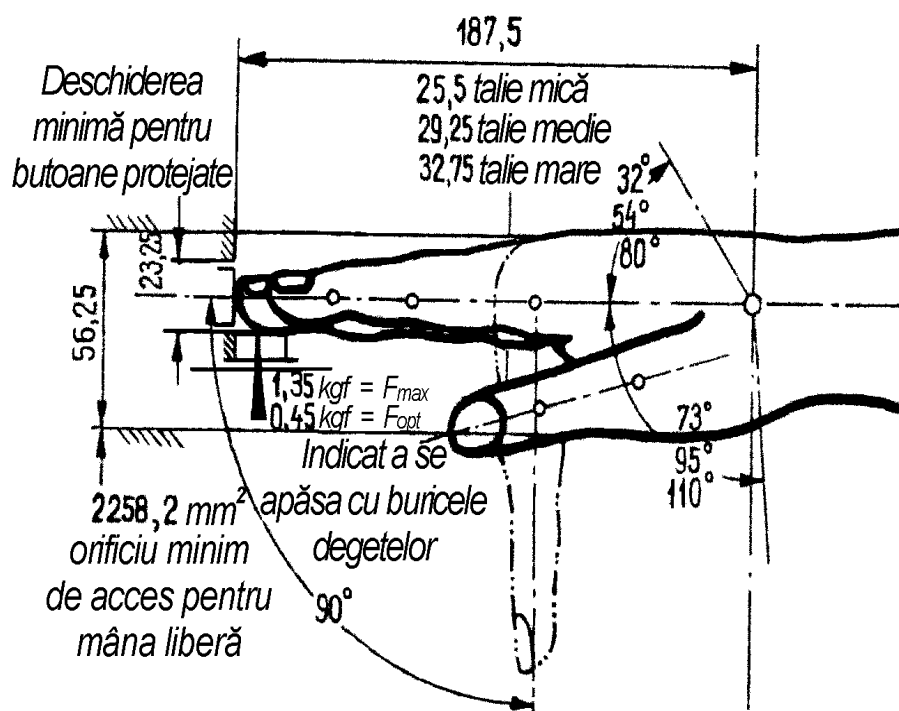


Fig. 6.10. Poziția maximă de atingere a mâinii(bărbați)

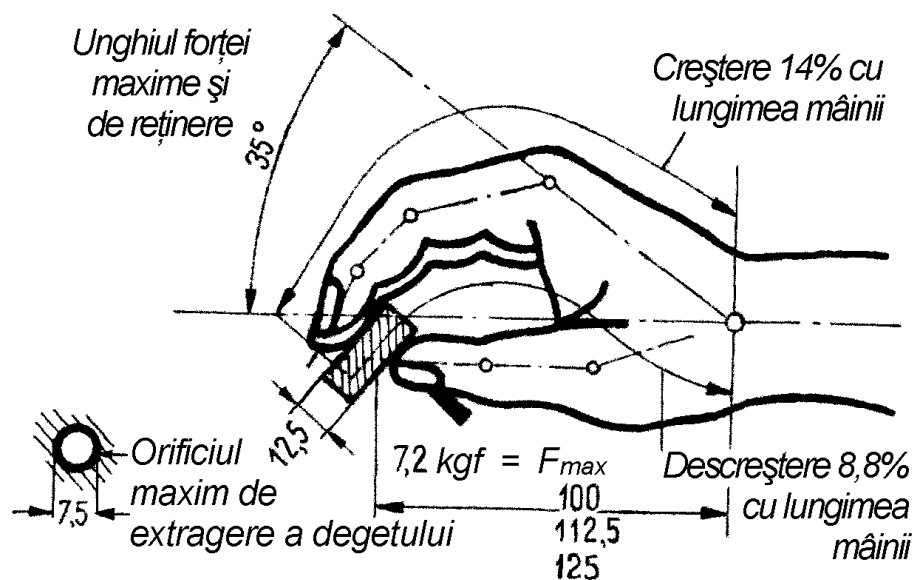


Fig. 6.11. Poziția de prindere cu degetele

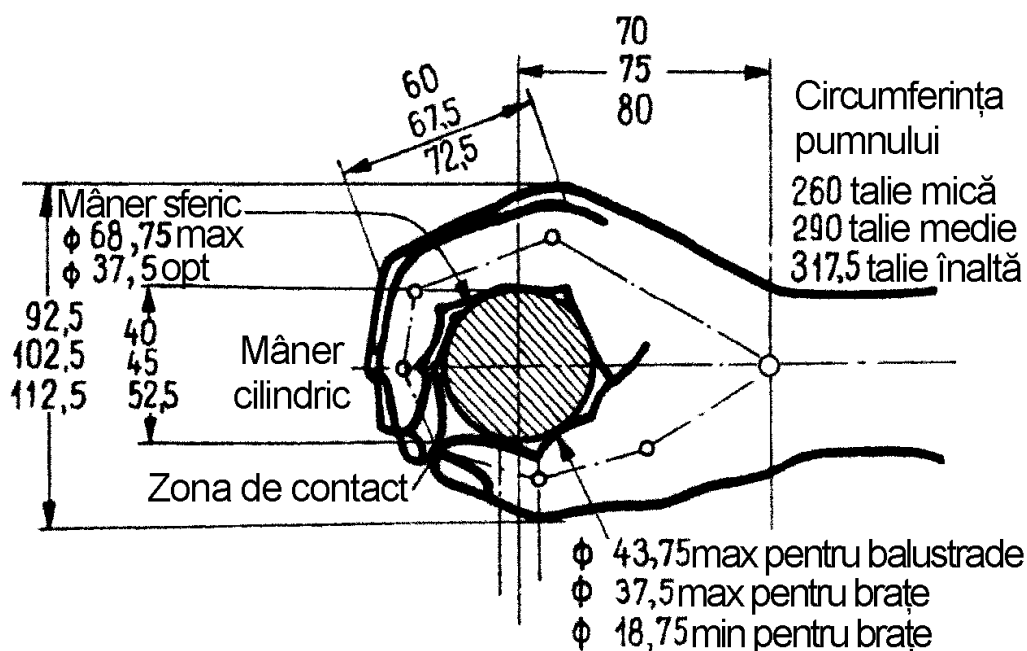


Fig. 6.12. Poziția de prindere cu toată mâna

- *Ariile de muncă*

În funcție de categoriile de mișcări folosite și în raport cu timpul, precizia și efortul de execuție, există mai multe arii de manipulare. Ariile reprezintă amplitudinea mișcării mâinilor, în diferite planuri și în cadrul unor limite normale (firești) sau maxime – date de limitele corporale.

Pe plan orizontal, aria maximă este dată de mișcarea întregii mâini (degete, încheietura mâinii, antebraț și braț), fără răsucirea trunchiului (fig. 6.13, linia întreruptă). Aria normală este reprezentată de mișcarea încheieturii mâinii și antebrațului (fig. 6.13, linia continuă) și este preferată în activitatea de muncă.

Pe plan vertical, ariile depind de înălțimea fiecărui operator. Măsurătorile au stabilit trei arii maxime în funcție de trei dimensiuni diferite ale omului (fig. 6.14).

În fig. 6.14: cercul A reprezintă aria omului scund;

cercul B reprezintă aria la omul mijlociu;

cercul C reprezintă aria la omul înalt.

Distanța dintre centrele celor două mâini este dată prin:

$A_1 - A_2$ la omul scund = 23,11 cm.

$B_1 - B_2$ la omul mijlociu = 30,48 cm.

$C_1 - C_2$ la omul înalt = 34,79 cm.

Diametrul cercului:

A = 88,39 cm.

B = 110,49 cm.

C = 153,40 cm.

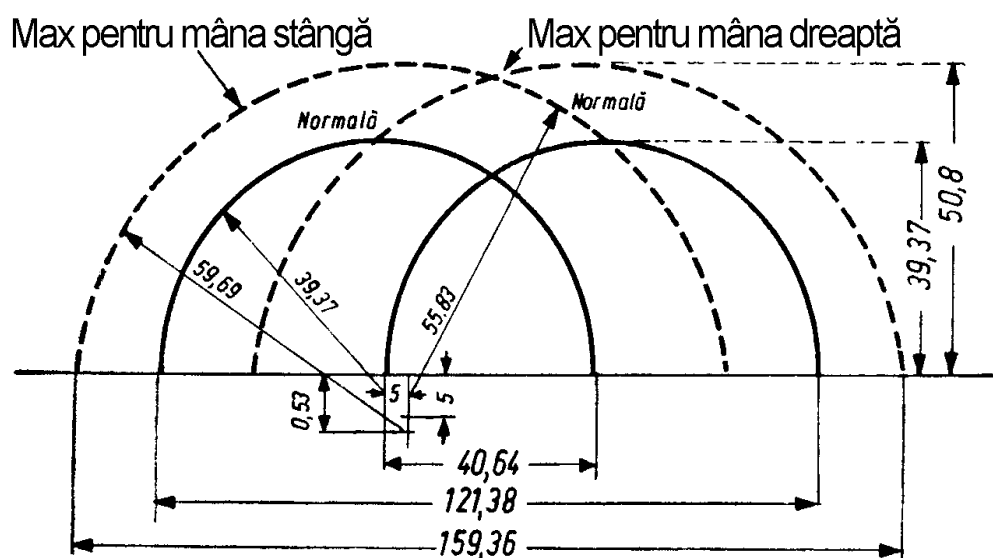


Fig. 6.13 – Ariile maxime și normale de muncă pentru ambele mâini, pe plan orizontal

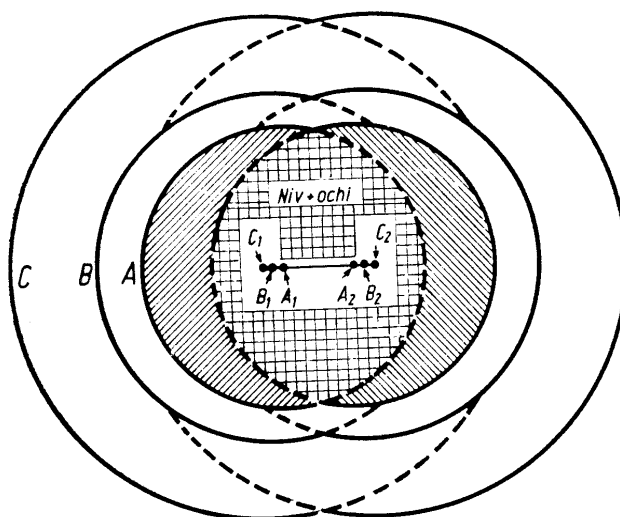


Fig. 6.14 – Ariile maxime de muncă pentru cele două mâini, pe plan vertical, la omul scund, mijlociu și înalt.

Din figurile 6.15, ... , 6.23 precum și din tabelul 6.5 rezultă o imagine mai clară a zonelor maxime și normale de muncă.

Tab. 6.5. Limitele zonei optime de întindere a mâinilor (poziție în picioare)

Nr. crt.	Limitele zonei optime de întindere a mâinilor	Talía omului (în cm)					
		Înalt		Mijlociu		Scund	
		Bărbați	Femei	Bărbați	Femei	Bărbați	Femei
1.	În adâncime	66	55	60	50	54	55
2.	În înălțime	122	102	120	100	118	98
3.	Lateral pentru o mână	55	48	48	47	47	46
4.	Lateral pentru ambele mâini	180	140	160	130	140	120
5.	Limita inferioară a întinderii mâinilor	78	72	70	62.5	61	55

Stabilirea acestor zone are o deosebită importanță în proiectarea echipamentului tehnic și organizarea locului de muncă, în sensul precizării dimensiunilor planului de muncă și al amplasării dispozitivelor de comandă.

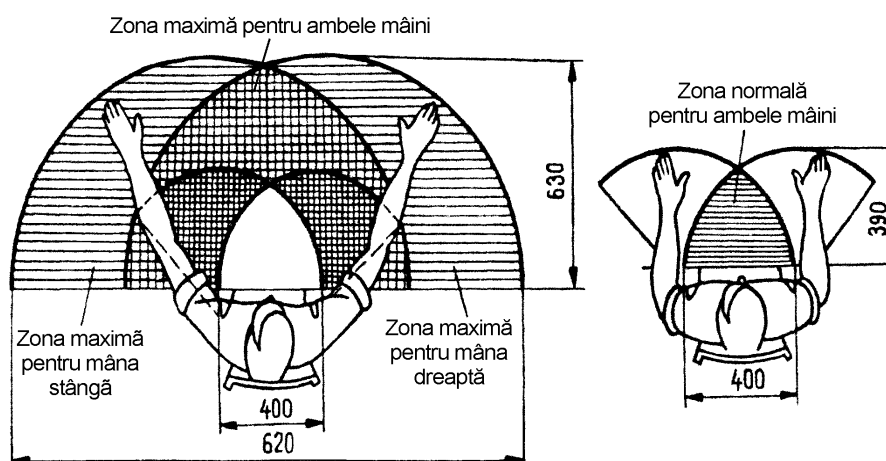


Fig. 6.15. Zona normală și maximă de lucru pentru mâini în poziția sedentară

- *Forța aplicată de diferitele membre ale corpului omenesec*

În multe cazuri membrele superioare și inferioare nu aplică singure forța necesară executării unei acțiuni. Aceste forțe sunt aplicate de către membrele respective împreună cu alte părți ale corpului. Există foarte multe combinații ale acțiunii mâinilor și picioarelor cu greutatea corpului. De exemplu, în tragerea sau împingerea unui levier se poate folosi integral greutatea corpului.

În cazul unor astfel de combinații este evident că membrele nu acționează singure. Mișcarea întregului corp (aplecarea, răsucirea trunchiului etc.) nu este însă recomandabilă din punct de vedere al economiei mișcărilor. Din acest motiv, în construcția echipamentului tehnic și organizarea locului de muncă este bine să se ia în considerare numai mișcările membrilor și pe cât posibil, cele expuse mai sus cu privire la economia mișcărilor. În plus, se recomandă ca în aplicarea forțelor de către mâini, în

sensul împingerii unui levier, din poziția așezat, să existe un spătar adecvat, la fel și pentru împinsul cu piciorul, iar pentru trasul cu mâna să existe o rezemătoare de picioare.

Forțele aplicate de către membrele superioare și inferioare depind de mai mulți factori:

- poziția corpului;
- înălțimea la care se exercită;
- direcția și distanța mișcării;
- unghiurile de flexie;
- membrele superioare sau inferioare;
- membrul care acționează (drept, stâng);
- durata de acțiune;
- sex;
- vârsta etc.

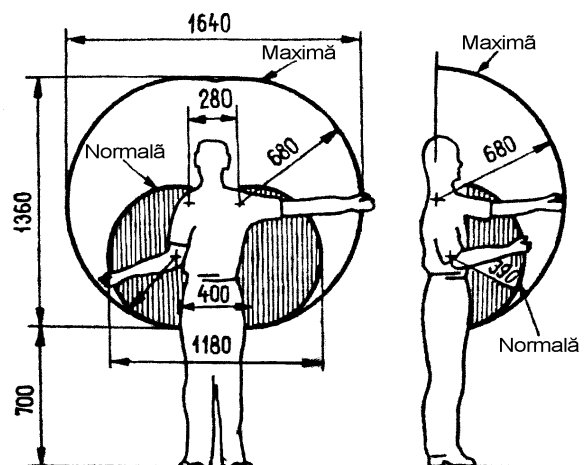


Fig.6.16 Zona normală de lucru pentru mâini în poziția de lucru în picioare

Așa de exemplu, forța maximă de împingere sau tragere poate fi obținută numai pe o distanță foarte scurtă, de cca. 7,62 cm. și la înălțimea umărului. Apăsarea maximă cu piciorul pe o pedală se poate obține atât prin folosirea călcâiului, cât și a vârfului piciorului. Dar în ultimul caz, forța scade imediat cu o treime deoarece mușchii piciorului sunt incapabili să reziste efortului. De asemenea, s-a constatat că forța maximă a omului este în jurul vârstei de 25 de ani. La bărbați de 60 de ani forța scade cu 15% față de bărbatul de 25 de ani.

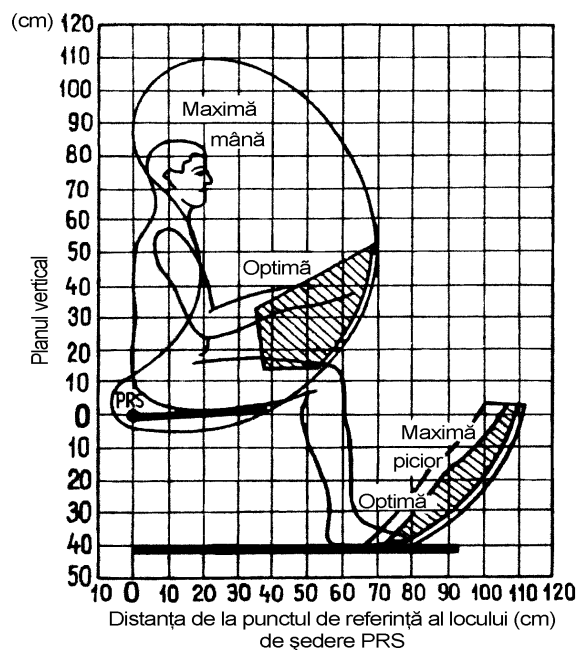


Fig. 6.17. Zona optimă și maximă de acționare a picioarelor în plan vertical

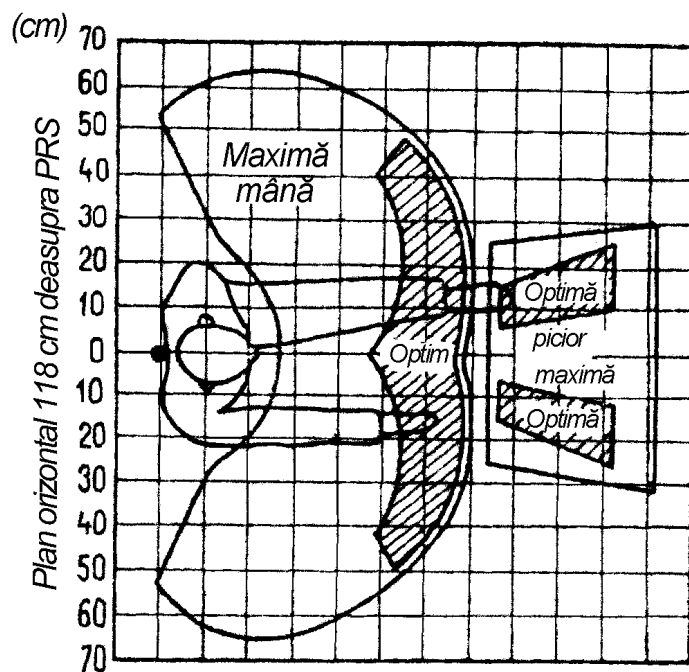


Fig. 6.18. Zona optimă și maximă de acționare a picioarelor în plan orizontal

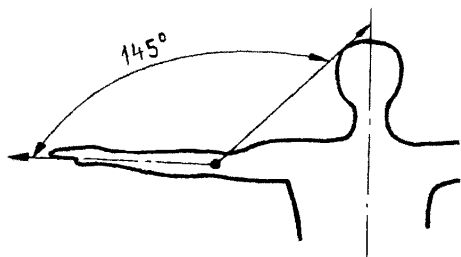


Fig. 6.19. Mișcarea maximă a palmei și antebrăului

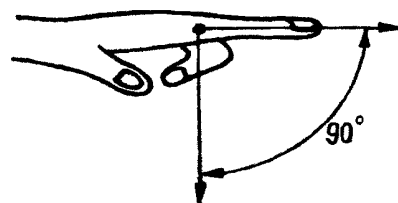


Fig. 6.20. Flexia maximă a degetului index

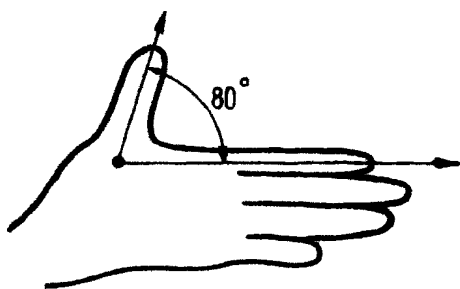


Fig. 6.21. Flexia maximă a degetului mare

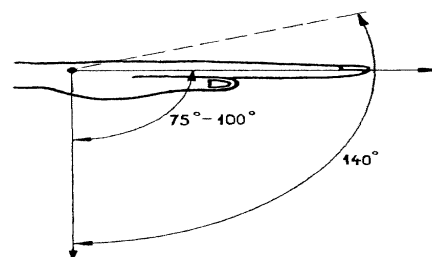


Fig. 6.22. Mișcarea degetelor și a palmei

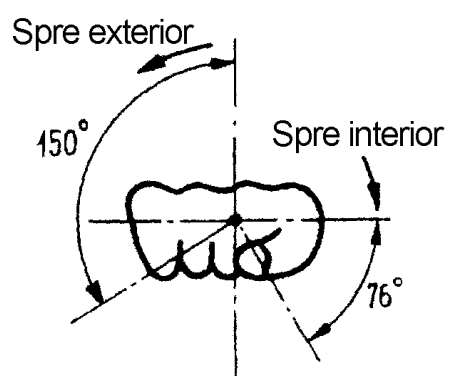


Fig. 6.23. Rotirea pumnului

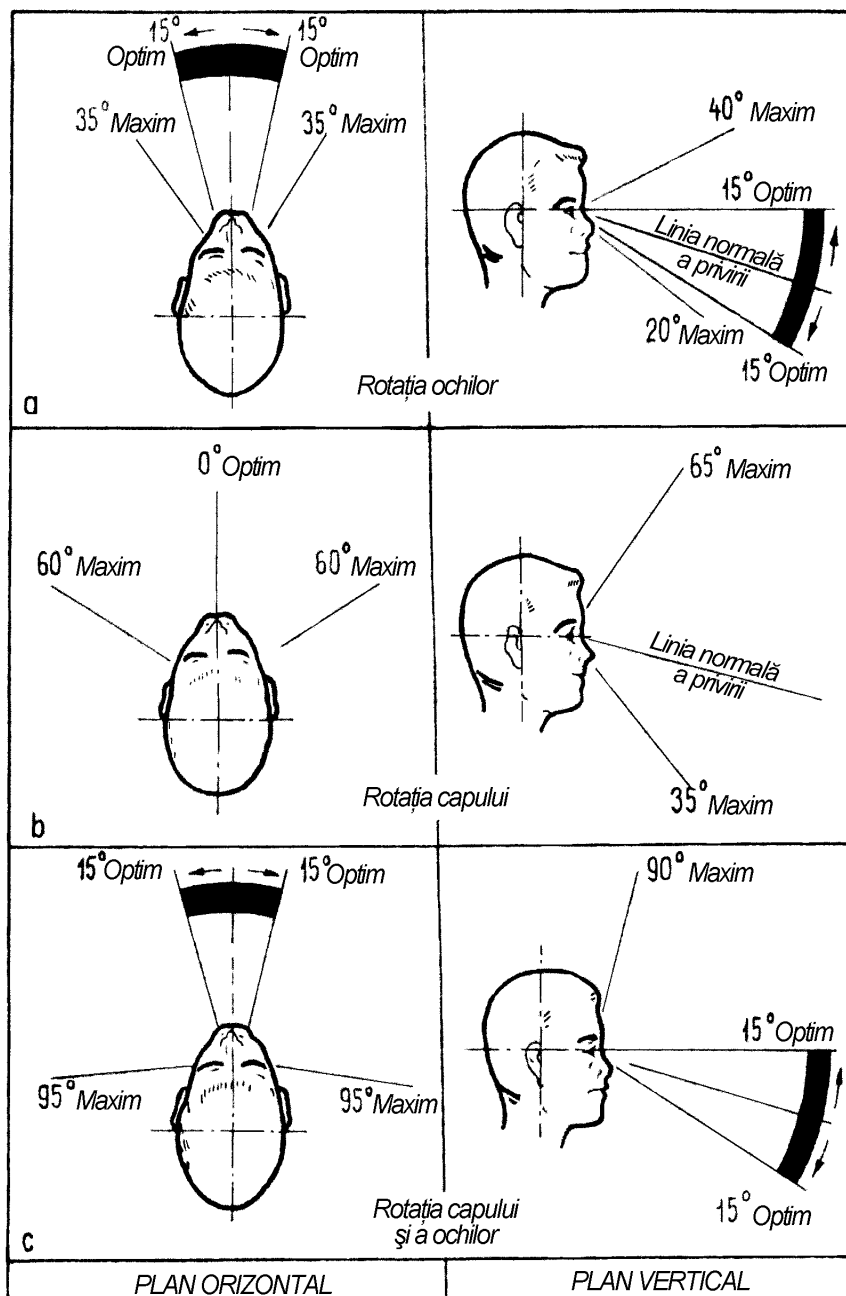


Fig. 6.24. Unghiurile optime și maxime de rotație a ochilor și a capului în plan vertical și plan orizontal:
 a – rotația ochilor; b – rotația capului; c – rotația capului și a ochilor

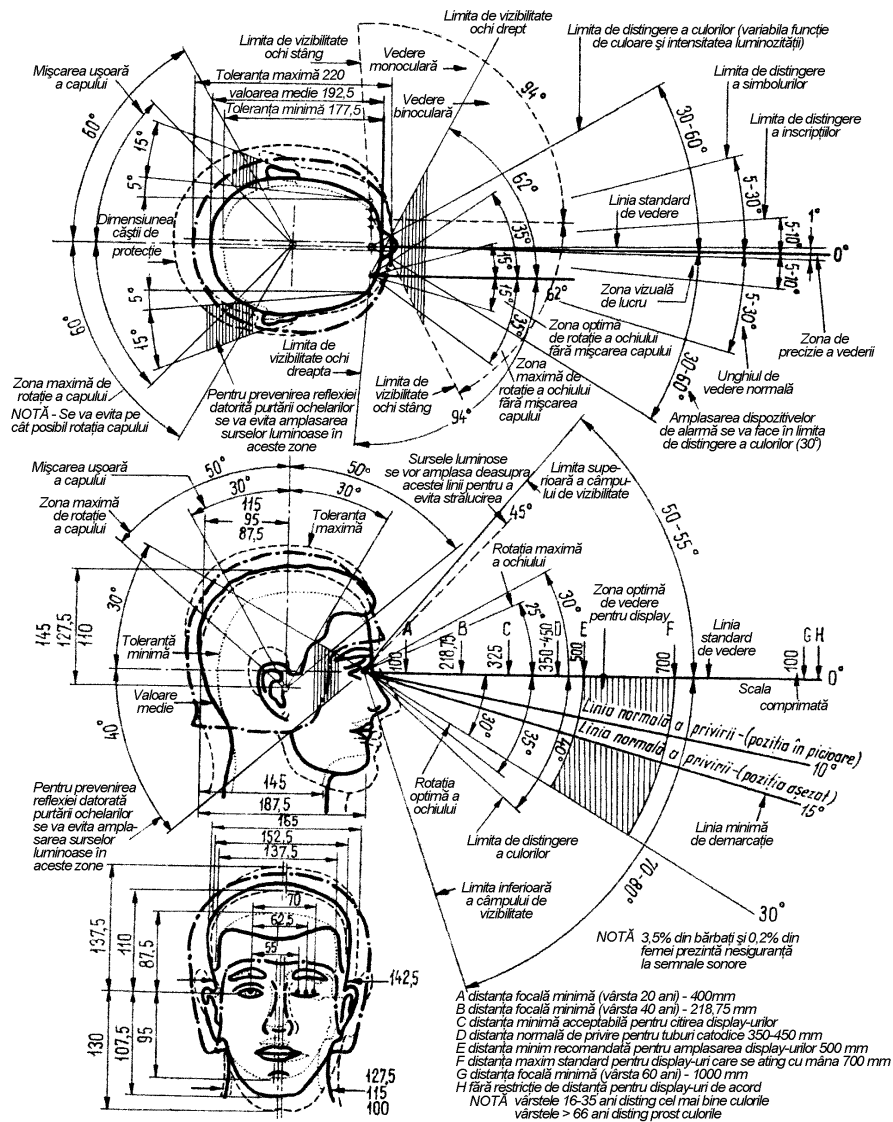


Fig. 6.25. Dimensiunile câmpului vizual

Aceeași importanță o are și stabilirea ariilor de vedere. Acestea sunt date de unghiurile vizuale maxime și optime. În funcție de zonele respective se precizează amplasarea dispozitivelor informative (aparate de măsură) și posibilitățile de control vizual ale mișcărilor mâinilor. Aceste zone sunt date în figurile 6.24 și 6.25.

Influența factorilor amintiți asupra forței aplicate de om poate fi urmărită în tabelele de mai jos.

Tab. 6.6 cuprinde forța brațului (în kg) diferite grade de flexie a cotului și în diferite direcții de mișcare, în poziția așezată.

	Poziția	Mâna	180°	150°	120°	90°	60°
Frontal	Tras	D	23,587	25,401	19,051	16,783	10,886
		S	22,679	19,051	15,422	14,515	11,767
	Împins	D	22,678	19,051	16,329	16,329	15,422
		S	19,051	13,608	11,767	9,979	9,979
Vertical	În sus	D	6,350	8,165	10,886	9,072	9,072
		S	4,082	6,804	7,711	7,711	6,804
	În jos	D	7,711	9,072	11,767	11,767	9,072
		S	5,897	8,165	9,525	9,525	8,165
Lateral	De la sine	D	6,350	6,804	6,804	7,257	7,711
		S	3,629	3,629	4,536	4,536	5,443
	Spre sine	D	9,072	9,072	9,979	8,165	9,072
		S	5,897	6,804	9,072	7,257	7,711

Tab. 6.7 cuprinde forța brațului la diferite înălțimi când operatorul stă în picioare și în direcțiile tras, împins în față, la distanța optimă de 71,12 cm.

Înălțimea în cm. față de dușumea	Forța în kg.	
	Tras	Împins
101,60	27,67	33,11
147,32	18,14	21,68
193,04	7,71	13,61

Datele din tabele se referă la forțe aplicate care pot fi dezvoltate de bărbat pentru scurt timp. Din acest motiv se impun câțiva factori de corelație:

- × 0,9 mâna și brațul stâng;
- × 0,84 mâna pentru bărbat la 60 de ani;
- × 0,5 brațul și piciorul pentru bărbat la 60 de ani;
- × 0,72 pentru femeie.

Tab. 6.8 cuprinde forța de ridicare la diferite înălțimi când operatorul stă în picioare și aproape de corp

Înălțimea în cm. de la dușumea	Forța în kg.
30,48	65,77
60,96	56,70
91,44	31,75
121,92	20,41
152,40	13,61

Tab. 6.9 cuprinde forța piciorului la diferite grade de flexie a gambei, în poziția așezată.

Poziția în grade	Forța în kg.
105 – 110 ⁰	0 – 2,27
120 ⁰	22,68 – 45,36
135 – 155 ⁰	45,36 – 136,01

- *Precizia și viteza mișcărilor.*

Precizia de mișcare a diferitelor membre este influențată de o serie de factori;

a) Membrele superioare și inferioare. Mișcările piciorului sunt mai puțin precise decât cele ale mâinii. În operațiile de producție care cer mișcări precise, fine, se va folosi mâna, iar pentru picior se vor repartiza acțiuni grosiere cu scopul de a evita supraîncărcarea membrilor superioare.

b) Mâna dreaptă și mâna stângă. Mâna dreaptă execută mișcări mult mai precise decât mâna stângă, lucrul care este însă valabil pentru „dreptari”. Deoarece „dreptarii” constituie populația cea mai numeroasă, dispozitivele de comandă care cer o precizie mai mare de acționare vor fi amplasate în locuri corespunzătoare mâinii drepte.

c) Nivelul mâinii care execută mișcarea. Planul muncii sau dispozitivele de comandă și reglare amplasate la înălțimea cotului asigură o precizie mai mare mișcării mâinilor.

d) Distanța de corp. Mișcările executate aproape de corp sunt mai precise. Precizia scade în raport cu distanța de la corp.

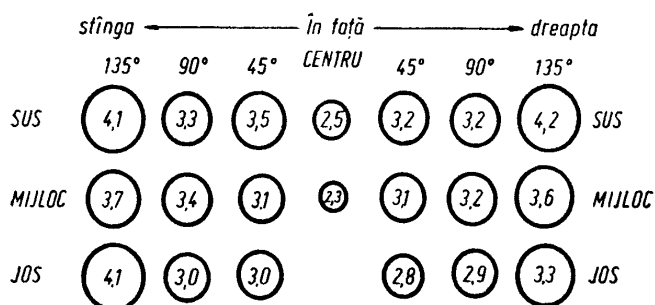


Fig. 6.26 – Precizia mișcărilor de poziționare „oarbă” în diferite direcții.

Fiecare cerc reprezintă poziția în spațiu a mișcării. Cifrele din cercuri semnifică numărul mediu al erorilor de poziționare.

e) Manipularea cerută la sfârșitul mișcării. Se presupune că în orice acționare mâna pleacă de la o anumită poziție și că sarcina utilă se efectuează la sfârșitul mișcării. De exemplu, apucarea unui obiect, acțiunile de poziționare etc. Atunci când mâna mută un obiect dintr-o poziție în alta, indiferent de locul de așezare a obiectului, cerințele față de precizia mișcării nu sunt mari. În cazul mișcărilor de poziționare,

precizia apare pe primul plan. Și în acest tip de mișcare precizia poate să nu fie cerută dacă există un limitator de cursă, un opritor mecanic.

f) Controlul mișcării. Mișcările controlate vizual sunt mult mai precise. În unele profesii și locuri de muncă, operatorul trebuie să execute mișcări de manipulare sau poziționare „oarbă”, fără control vizual. În aceste condiții, precizia mișcărilor de poziționare este în funcție de direcția mișcării (fig. 6.26).

Viteza mișcărilor este și ea influențată de o serie de factori. Diferențele în viteza mișcărilor în funcție de sex, mână sau piciorul care acționează sunt date în tabelul nr. 6.10.

Tab. 6.10 cuprinde media timpului de reacție (în milisecunde) în raport cu membrele care acționează și sex.

Membru	Bărbați	Femei
Mâna dreaptă	147	171
Mâna stângă	174	197
Piciorul drept	144	168
Piciorul stâng	179	200

În funcție de alți factori, viteza este mai mare:

- în direcția „spre corp”;
- în plan vertical decât în plan orizontal și în direcția sus-jos față de direcția inversă;
- în direcția „înainte-înapoi” în comparație cu cea laterală;
- de la stânga la dreapta (pentru mâna dreaptă);
- în mișcarea de rotație decât cea în trepte.

Influența vârstei asupra preciziei de mișcare rezultă din fig. 6.27.

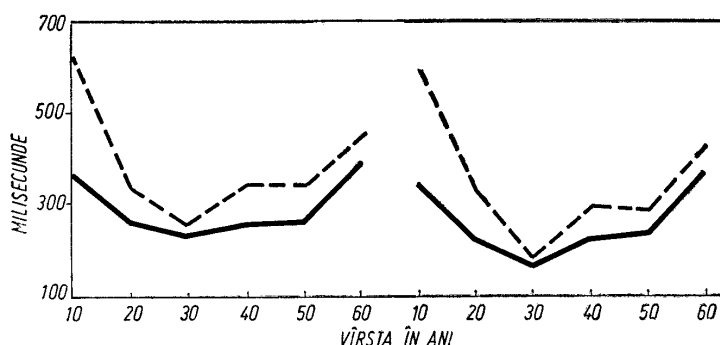


Fig. 6.27 – Schimbarea timpului inițial de reacție la semnale vizuale și auditive în funcție de vârstă.

Timpul necesar unei mișcări de poziționare sau unei mișcări continue nu este proporțional cu distanța mișcării.

6. 3. Designul ergonomic al simbolurilor, etichetelor și a afișajelor vizuale

6. 3. 1. Simboluri

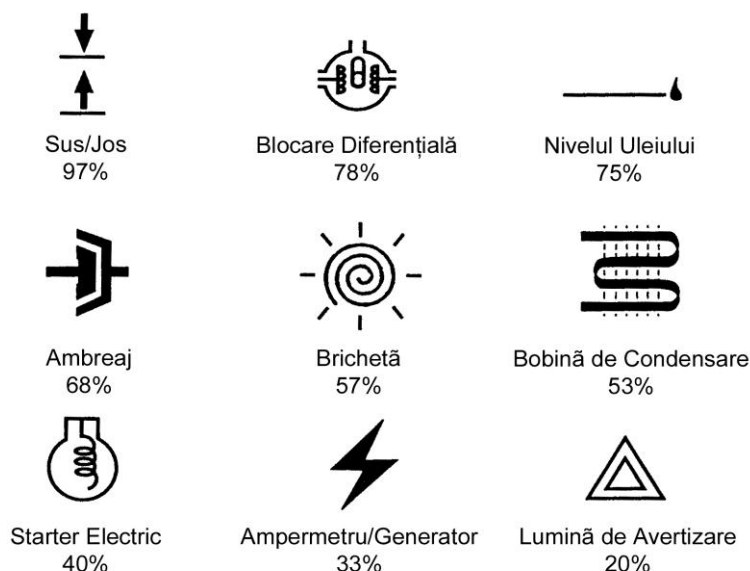


Fig. 6.28 Simboluri și procentajul muncitorilor care au înțeles ce înseamnă fiecare

Simbolurile sunt deseori folosite pentru identificarea comenzilor, funcțiilor aparatelor și stării proceselor, ca semnalări în trafic sau pentru informarea publică. Un simbol poate fi mai succint decât o etichetă, care conține mai multe cuvinte și nu trebuie tradus, el fiind înțeles de indivizi din toată lumea. De fapt mulți producători de echipamente pe plan internațional preferă utilizarea simbolurilor, din moment ce etichetele ar trebui traduse în limba locală. Dar multe simboluri sunt dificil de înțeles, mai ales cele care se referă la funcții mașinale abstracte care sunt greu de vizualizat. În acest caz este mai indicată utilizarea etichetelor (fig. 6.28).

Simbolurile sunt mai greu de înțeles pentru indivizii din țările cu o industrie în dezvoltare, datorată lipsei de educație sau utilizării anterioare a simbolurilor. Astfel Organizația Internațională a Standardizării a sugerat testarea internațională a simbolurilor în minim cinci țări diferite, iar simbolurile trebuie înțelese în medie de 66% din utilizatori.

6.3.2. Etichete și semne scrise

Principala preocupare în designul etichetelor este ca acestea să fie scurte, altfel ele nu vor fi citite. Astfel intervine dificultatea în găsirea unui mesaj scurt, care exprimă situația și au mare semantică.

Modul de exprimare poate fi afirmativ, pasiv sau negativ:

Afirmativ: ‘Pârghia mare comandă adâncimea tăieturii’

Pasiv: ‘Adâncimea tăieturii este comandată de pârghia mare’

Negativ: ‘Pârghia mică nu comandă adâncimea tăieturii’

Se observă că exprimările afirmative, active sunt mai ușor de înțeles decât exprimările pasive. Exprimările negative necesită timp dublu de reacție, deoarece operatorul prima dată trebuie să înțeleagă ce să nu facă, și apoi prin deducere abia devine acțiunea potrivită clară.

6.3.3. Semnale de alarmă

În procesarea informațiilor din semnalele de alarmă se parcurg câteva stadii diferite (fig. 6.29). Individul este prima dată expus unui semnal de alarmă. Ca rezultat imaginea semnalului este proiectată pe retină dar persoanei încă nu i s-a atras atenția. Sunt mai mulți factori care determină o persoană să privească la semnal. Mărimea este un factor determinant: cu cât mai mare cu atât mai bine. Localizarea este de asemenea foarte importantă. Semnalul trebuie așezat în locuri în care oamenii au tendința să se uite. Conducătorii, de exemplu, au tendința să privească cât mai departe. Asta înseamnă că în curbă la dreapta se uită pe partea dreaptă a drumului, deci aici trebuiesc poziționate semnalele de avertizare. În cadrul unui spațiu de lucru se apreciază locurile care atrag atenția operatorilor, acestea fiind locurile de poziționare a semnalelor. Acuitatea atenționării depinde de asemenea foarte mult de relevanța semnalului.

În cazul în care operatorul a procesat semnalul, este de dorit ca semantica acestuia să facă posibilă tragerea unei concluzii corecte. Individul va trebui să fie de acord cu această concluzie. Dacă nu este de acord, acesta nu va acționa. Dacă este de acord, va trebui să aleagă și să execute una din mulțimea alternativelor de reacție. Alegerea alternativelor de răspuns depinde foarte mult de experiență. Acestea sunt detaliate în ceea ce urmează.

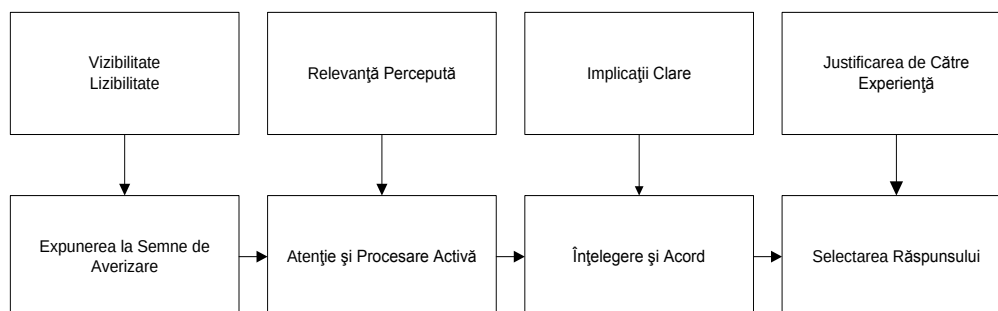


Fig. 6.29 Cele patru stadii implicate în procesarea informațiilor în cazul semnelor de avertizare

Procesarea informațiilor în cazul semnalelor de alarmă

Pe baza modelului din figura 6.29 se pot introduce mai mulți factori adiționali care au importanță în aprecierea eficienței semnalelor.

Supraîncărcarea informațională

În cazul în care sunt foarte multe semne pentru atragerea atenției sau sunt prea multe cuvinte într-un semn, șansele ca acestea să fie recepționate doar parțial sunt mari. Astfel operatorul va încerca să acționeze pe baza unei informații incomplete.

Atenția și procesarea activă

Indivizii vor fi atenți la semnele pe care le percep a fi relevante. Din păcate, mulți indivizi consideră semnalele de avertizare ca fiind irelevante. Deoarece nu percep pericolul, semnele de avertizare nu sunt citite. Aceasta este una din problemele elementare în motivarea operatorilor spre a lucra în condiții sigure: cum pericolul nu este perceput, nu este nici un motiv să lucreze altfel. Operatorii cu vechime sunt mult mai percepțivi și mai motivați decât cei neexperimentați.

Înțelegerea și asentimentul

În înțelegerea scrisului este o contradicție între descrierile detaliate și cuvintele simple. Cele din urmă nu sunt destul de ilustrative, iar descrierile detaliate nu sunt citite. Așadar apar patru elemente fundamentale în conceperea unui semn de alarmă:

- Cuvântul de semnalare: trebuie să exprime gravitatea riscului, ca exemplu ‘pericol’, ‘atenție’, ‘precauție’
- Hazard: natura pericolului
- Consecințe: ce se poate întâmpla în cazul în care avertizarea este ignorată
- Instrucțiuni: comportamentul adecvat necesar pentru reducerea riscurilor

Un exemplu pentru avertizare efectivă poate fi următorul:

Pericol
Înaltă tensiune
Fatal
Păstrați distanța

Motivul principal în conceperea acestor avertizări este memoria de scurtă durată a omului. Semnele de avertizare citite de operatori, sunt luate în considerare doar o perioadă scurtă de timp. Este o decizie rapidă ce, și ce nu trebuie făcut, după care se uită situația respectivă. De fapt, aceste informații nu necesită stocarea lor în memoria de lungă durată.

Selectarea și realizarea răspunsului

Un individ poate înțelege în întregime semnalul de alarmă și poate fi de acord cu el, dar poate face o altă alegere, pentru că există ‘un cost de acord’. De exemplu, decizia de apăsa un buton pe un robot industrial este în contradicție cu faptul că ar trece o oră până la începerea unui nou proces. Astfel muncitorii preferă să aleagă varianta mai puțin sigură. Ochelarii de protecție, bocancii cu tocuri de oțel, măștile de gaze sau alte echipamente de protecție sunt considerate neconfortabile. Costul de acord este prea mare, dar companiile pot schimba acest fapt prin întărirea măsurilor de siguranță.

O altă problemă este încadrarea acțiunii dată de avertisment în programul normal de lucru. În cazul șoferilor această problemă nu mai intervine, aceștia oprind la semnul de stop fără a-i da o importanță deosebită. Impunerea acestui comportament de siguranță în procesele de lucru obișnuite este posibilă doar dacă operatorul este instruit intensiv de un instructor calificat.

6.4. Proiectarea ergonomică a elementelor de acționare/reglare

Scopul principal al cercetărilor în domeniu se referă la principii de „codare a comenzilor”, „stereotipuri de mișcare a întrerupătoarelor” și „relația comandă – afișaj”.

În cadrul proceselor, operatorii manevrează a serie de obiecte, nu numai întrerupătoare. Principiul „codarea comenzilor” poate fi extins la „codarea componentelor” sau „codarea instrumentelor”.

6.4.1. Folosirea comenzilor manuale în proces

Comenzile manuale trebuie selectate în așa fel, încât să fie adecvate procesului și să fie utilizate intuitiv. În tabelul 6.11., comenzile sunt clasificate după numărul de setări și după forța necesară pentru manipularea acestora. De exemplu, dacă o comandă nu necesită o forță mare de acționare, și are doar două setări, ca un întrerupător pornit-oprit, tipurile recomandate sunt tastele, comutatoarele, butoanele. Dacă ar exista mai multe setări, un selector rotativ ar fi un dispozitiv potrivit.

Dacă se necesită o forță mai mare de acțiune, întrerupătoarele acționate cu degetul nu sunt recomandate, ci butoanele apăsată cu mâna, pedalele pentru picior, pârghiile sau manivelele. Pentru setări continue, sunt recomandate joystick-urile sau volanele.

Tab. 6.11.

Forțe și setări	Întrerupător
<i>Forțe de acționare mici</i>	
2 setări	Taste, întrerupătoare
3 setări	Selector rotativ, întrerupătoare
4-24 setări	Întrerupător rotativ
Setări continue pe domeniu mic	Mânere, pârghii, joystick
Setări continue pe domenii mari	Manivele, mânere rotunde
<i>Forțe de acționare mari</i>	
2 setări	Buton acționat cu mâna, pedale
3-24 setări	Întrerupător rotativ
Setări continue pe domeniu mic	Volane, pârghii, joystick
Setări continue pe domenii mari	Manivelă, volan

Un exemplu de optimizare îl reprezintă proiectarea dispunerii tastelor de telefon. Figura 6.30. arată două dintre alternative. S-a ales varianta a deoarece formarea numerelor greșite este foarte costisitoare pentru sistemele de telecomunicații, chiar dacă formarea numărului nu e prea rapidă.

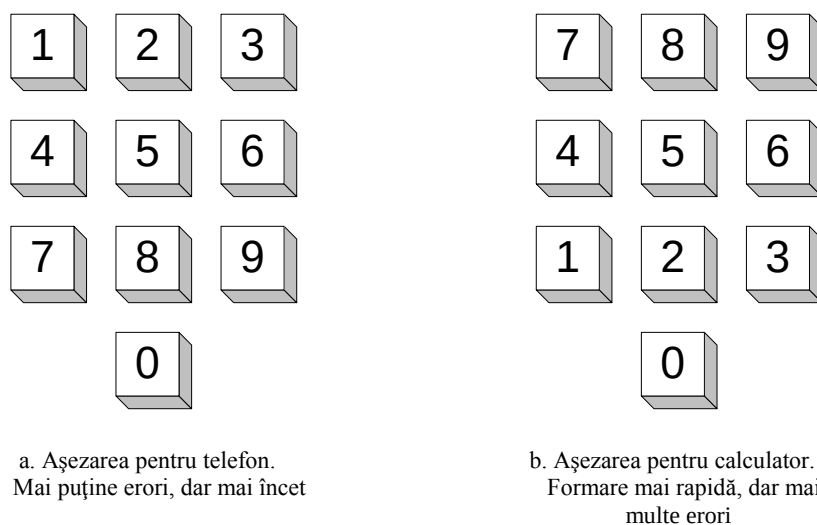


Fig. 6.30. două alternative de așezare a tastelor la un aparat de telefonie

6.4.2. Comanda calculatoarelor

Odată cu dezvoltarea calculatoarelor, funcțiile de comandă au devenit tot mai abstracte. Sistemele care erau controlate manual, acum pot fi comandate de un calculator. Acest scenariu deschide noi opțiuni în proiectarea comenzilor. De exemplu e posibilă utilizarea unui joystick pentru a selecta o opțiune din meniul de comandă, sau cu mouse-ul, o zonă specifică a ecranului. Acțiunea de comandă și răspunsul sistemului pot fi reprezentate grafic pe ecranul calculatorului.

Câteva dintre avantajele și dezavantajele diverselor dispozitive de comandă sunt prezentate în tabelul 6.12.

Astfel, ecranul interactiv sau indicatorul luminos, asigură o coordonare foarte bună a mâinii cu ochiul și nu necesită instruire, așadar sunt cele mai „directe” dispozitive. Totuși, prezintă două dezavantaje: degetul arătător sau vârful indicatorului vor obtura parțial afișajul, și rezoluția de intrare este mică, iar utilizatorii pot specifica doar un număr limitat de opțiuni pe ecran. Deoarece nu au părți mobile, sunt solide și robuste, și pot fi utilizate în medii contaminate.

Mouse-ul, track-ball-ul și joystick-ul au cea mai bună rezoluție de intrare, care poate fi programată prin modificarea „raportului vitezelor” între mișcarea dispozitivului și mișcarea cursorului.

Track-ball-urile și joystick-urile oferă flexibilitate privind poziționarea lor fizică. Sunt mici și ușor de mișcat. Un dezavantaj al mouse-ului și al stației grafice este că ocupă spațiul de lucru primar (masa), ce este deasemenea utilizat pentru luarea notițelor, sau efectuarea altor sarcini.

Tab. 6.12.

	Mouse	Track-ball	Joystick	Ecrane interactive	Indicator cu spot luminos	Spații grafice
Coordonare ochi-mână	0	0	0	+	+	0
Necesități de instruire	0	0	0	+	0	0
Vizibilitatea afișajului	+	+	+	-	-	+
Capabilitatea rezoluției de intrare	+	+	+	-	-	-
Flexibilitatea plasării în spațiul de lucru	0	+	+	-	-	0
Necesități de spațiu	-	+	+	+	+	-
Confort în utilizare îndelungată	0	+	+	-	-	0
Capabilitatea de a depăși alte dispozitive	0	0	0	0	0	+
Favorizarea punctării	+	+	-	+	+	+
Punctare cu confirmare	+	0	0	-	0	0
Desenare	0	-	-	-	-	+
Urmărire continuă	0	0	+	-	-	0

+, Avantajos; 0, Neutru; -, Dezavantajos

Când vine vorba de confortul operatorului, track-ball-ul și joystick-ul sunt considerate superioare, mai ales în favoarea ecranului cu atingere și a indicatorului luminos: a sta cu mâinile întinse nu este indicat, deoarece poate produce oboseală musculară.

Spațiile grafice sunt utilizate în special pentru desenare. Acestea pot fi programate cu funcții speciale sau subrutine.

Sunt multe sarcini de intrare, cum ar fi arătarea, arătarea cu confirmare (click dublu), desenare sau urmărire. Avantajul principal al mouse-ului este arătarea cu confirmare; bilele de urmărire sunt mai puțin eficiente din acest punct de vedere. Joystick-urile sunt superioare în urmărirea militară. Ecranele cu atingere și stilourile cu lumină sunt eficiente în arătare, deoarece sunt foarte intuitive.

În afară de dispozitivele caracterizate, în revistele de specialitate continuă să apară invenții noi. Înainte ca acestea să fie judecate, trebuie să fie testate. Acesta ar include experimente pe operatori umani, care trebuie să efectueze anumite sarcini, cum ar fi arătarea, desenarea sau urmărirea. Dispozitivul optim ar fi cel care necesită cel mai scurt timp de acționare și produce cele mai puține erori în efectuarea sarcinii.

6.4.3. Stereotipuri în acționarea comenzilor

Astfel în SUA, pentru a aprinde lumina, întrerupătorul este apăsat în sus, exact invers ca în Europa. Stereotipia mișcărilor este bine înrădăcinată uneori chiar din copilărie. Cele mai frecvent întâlnite situații sunt prezentate în tabelul 6.13. De exemplu, pentru a aprinde ceva, este de așteptat ca întrerupătorul să se deplaseze în sus, la dreapta, înainte sau în sensul acelor de ceasornic.

Pentru a ridica un element pe verticală, ne așteptăm ca întrerupătorul să se deplaseze pe verticală, în sus. Acesta este un stereotip clar, deoarece există o corespondență unu la unu între mișcarea întrerupătorului și elementului comandat.

Tab. 6.13.

Elementul controlat	Acțiunea umană de comandă
Deschis	Sus, dreapta, înainte, în sens orar
Închis	Jos, stânga, înapoi
Dreapta	În sens orar, dreapta
Ridicare	Sus, înapoi
Coborâre	Jos, înainte
Retragere	Sus, înapoi, tras
Întindere	Jos, înainte, împins
Crește	Înainte, sus, dreapta, sens orar
Descrește	Înapoi, jos, stânga, sens trigonometric
Deschide valva	Sens trigonometric
Închide valva	Sens orar

Stereotipul în cazul deschiderii unei valve ar fi rotirea în sens anti-orar (deșurubare) și închiderea lui în sens contrar.

6.4.4. Compatibilitatea comandă – răspuns

În mod ideal, trebuie să existe o corespondență unu la unu între unitatea de comandă și răspunsul elementului comandat.

Stațiile de lucru trebuie proiectate încât să fie compatibile.

6.4.5. Codarea comenzilor, instrumentelor și componentelor

Comenzile pot fi codate adăugând fiecăruia o caracteristică aparte, astfel ca să fie mai ușor de distins. Sunt șase tipuri de codare cunoscute:

- Locație
- Culoare
- Mărime
- Formă
- Etichetare
- Modul de operare

Acestea sunt principii aplicate în acționarea/comanda automobilelor, avioanelor, mașinilor industriale și echipamentelor. În asamblare „codarea comenzilor” poate fi aplicată pentru unelte, lăzi cu componente, componente – de fapt la tot ce este atins sau utilizat de operatori cu un scop bine determinat.

- **Codarea după locație** reprezintă principiul cel mai puternic. De exemplu, în cazul automobilelor, poziționarea multor comenzi este standardizată astfel odată cu experiența în conducere, șoferii găsesc aprinderea și legați la ochi. În procesele de muncă, standardizarea pozițiilor unor obiecte ar fi de asemenea avantajoasă. De exemplu, localizarea instrumentelor ar putea fi standardizată, pentru ca operatorii să se poată baza pe faptul că întotdeauna știu unde să găsească uneltele.

- **În codarea după culoare**, comenzile sunt diferite colorate, în funcție de proces, și de funcția fiecăreia. O problemă posibilă ar fi faptul că aceasta poate fi aplicată doar în medii bine iluminate.

Codarea după culori necesită un timp de reacție mai lung, deoarece prima dată operatorul trebuie să reflecte asupra semnificației culorii, înainte să pornească procesul. acesta de obicei implică un timp de reacție dublu.

Unele culori au devenit stereotipuri, de aceea se obișnuiește ca activările de urgență să fie vopsite în roșu. Totuși, în lume, diferitele culturi pot avea diverse semnificații. O comparație dintre culorile utilizate în America și China sunt prezentate în tabelul 6.14.

Între cele două popoare există diferențe substanțiale. În timp ce în rândul americanilor „Rece” este asimilat cu culoarea albastră, la chinezi este alb. Pentru „Fierbinte”, „Pericol”, „Stop”, ambele popoare au ales roșul. Totuși procentajul pentru această culoare era mult mai mare în rândul americanilor, decât în cazul chinezilor. Acesta poate fi explicat prin faptul că pentru chinezi, această culoare este asimilată cu „Fericire”.

Codarea prin culoare este de asemenea aplicată în cazul afișajelor și al semnalelor luminoase. Similar cu codarea semafoarelor, culoarea verde este asimilată cu o condiție satisfăcătoare „porniți !”. Galbenul este folosit pentru a indica precauție, sau condiții de intoleranță, iar roșul este folosit pentru situațiile de pericol.

- **Codarea după mărime** implică faptul că se poate face o diferențiere ușoară între comenzi, în cazul în care unele mânere sunt mai mici, sau medii, iar altele mari. Un operator poate distinge, cel mult, trei mărimi diferite a mânerelor în același timp, în condiții de stres. De aceea, comenzile echipamentelor tehnice trebuiesc codate în cel mult trei mărimi diferite.

- **Codarea după formă** se bazează pe faptul că operatorul sub condiții de stres poate distinge până la 12 mânere cu forme diferite. Această codare se aplică cel mai bine în aviație, mânerele din cabina pilotului fiind de obicei de diferite forme. Cea mai bună situație este cea în care forma mânerului se poate asimila cu funcția comandată.

De fapt operatorii, de multe ori adăugă obiecte de forme diferite mânerelor. (La o uzină nucleară, muncitorii au codat mânerele de altfel identice, cu sticle de bere. Acestea erau pur și simplu înfipite pe mânere, făcându-le mai ușor de distins.)

Tab. 6.14.

Concept	Chinezi		Americani	
	Culoare	%	Culoare	%
Siguranță	Verde	62,2	Verde	61,4
Rece	Alb	71,5	Albastru	96,1
Atenție	Galben	44,8	Galben	81,1
Porniți	Verde	44,7	Verde	99,2
Pornit	Verde	22,3	Roșu	50,4
Oprit	Negru	53,5	Albastru	31,5
Fierbinte	Roșu	31,1	Roșu	94,5
Pericol	Roșu	64,7	Roșu	89,8
Stop	Roșu	48,5	Roșu	100,0

• **Codarea după etichete** este folosită pentru descrierea funcției. Aceasta poate fi plasată deasupra, sub, sau pe mânerul de comandă. Poziția etichetei nu este importantă, atâta timp cât este vizibilă, și scrisul apare de la stânga la dreapta. Etichetele verticale sunt mai greu de citit, și nu trebuie utilizate. O problemă a etichetelor este faptul că ele nu pot supraviețui în medii poluate de lucru. Mai ales caracterele vopsite se pot păta sau distruge. Etichetele matrițate sunt cele mai utilizate în asemenea medii. Și această modalitate de codare implică un timp de reacție dublu – eticheta trebuie prima dată citită și înțeleasă.

• **Codarea comenzilor după modul de operare** implică faptul că acestea trebuie să aibă o rugozitate pe suprafață diferită, o forță de apăsare diferită sau o metodă unică de operare. Un conducător auto poate face diferența dintre accelerație și frână deoarece fiecare are o rezistență diferită la acționare. Operatorul poate verifica dacă a fost activată comanda corespunzătoare și de asemenea poate întrerupe comanda, în cazul în care apare o eroare evidentă.

• **Codarea componentelor și a altor obiecte cu care se ia contact în proces** – multe dintre principiile de codare amintite anterior pot fi aplicate componentelor ce urmează să fie asamblate sau instrumentelor. De fapt principiile se aplică la tot ce este atins cu mâna cu un scop bine determinat. Totuși, instrumentele pot fi codate prin locație, culoare, etichetare, iar componentele prin locație, culoare, formă sau etichetare. De exemplu, codarea prin culori poate fi folosită ca schemă pentru organizarea stațiilor de lucru, prin aplicarea aceleiași culori containerelor cu componente sau instrumente care aparțin aceleiași grupe. Codarea după culoare a componentelor este folosită de mult în electronică pentru marcarea rezistențelor, tranzistoarelor, capacităților, care simplifică asamblarea plăcilor electronice.

6.4.6. Comenzile de urgență

Proiectarea comenzilor, precum și localizarea acestora necesită o atenție specială, deoarece este crucial ca acestea să fie găsite în situațiile de urgență. Situațiile de urgență sunt stresante, și operatorul are tendința să greșescă. De aceea, comenzile de urgență trebuie foarte bine proiectate, ca să permită o acționare rapidă, și fără erori. Câteva recomandări de proiectare sunt prezentate sumare în tabelul 6.15.

Se folosesc multe tipuri de comenzi de urgență. Pe lângă butoanele de palmă, se poate folosi și întrerupătorul „omului mort”. Atâta timp, cât butonul este apăsat activ, mașina continuă să funcționeze, în momentul în care presiunea încetează, mașina se oprește. Unele tipuri de echipamente au un întrerupător automat, care întrerupe procesul în cazul în care operatorul ajunge în zonă periculoasă.

Tab. 6.15.

Poziționarea comenzilor de urgență mai departe de comenzile utilizate frecvent, prin acesta evitându-se riscul unei acționări nechibzuite
Poziționarea comenzilor de urgență în așa fel încât să fie ușor de ajuns
Comenzile de urgență trebuie să fie mai ușor de activat
Culoarea comenzilor de urgență este roșu

6.4.7. Organizarea obiectelor unei stații de lucru

Toate elementele unei stații de lucru care sunt manipulate, trebuie organizate. Aceasta include comenzile, instrumentele, componentele ce urmează să fie asamblate și containerele cu componente. În unele cazuri, operatorii au inițiativa să organizeze stațiile de lucru. Această variantă nu este una foarte eficientă. E de preferat să existe o echipă de ingineri și operatori, care să colaboreze pentru aranjarea stațiilor de lucru.

Studiile timp-mișcare pot fi utilizate pentru distribuirea sarcinilor, folosite pentru calcularea salariilor de bază, evaluarea designului unui produs, și în alternativele de organizare a unei stații de lucru.

6.4.8. Principii ergonomice de proiectare a stațiilor de lucru

1. *Numărul obiectelor atinse cu mâna să fie minim.* Se reduce numărul instrumentelor, numărul componentelor diferite, și numărul comenzilor. Numărul componentelor și al instrumentelor necesare depinde de procesul de muncă. Proiectanții produselor trebuie să înțeleagă implicațiile proiectelor lor asupra muncii manuale. De ce să se utilizeze cinci șuruburi diferite, când sunt de ajuns două?

2. *Aranjarea elementelor în așa fel încât operatorul să-și poată ajusta poziția în mod frecvent.* De multe ori poziția obiectelor pune operatorul într-o poziție de lucru imposibilă sau incomodă.

3. *Luarea în considerare a preferințelor de mișcare a mâinii.* Oamenii își pot mișca mâinile mai bine în plan orizontal de-a lungul unui arc decât pe orizontală sau verticală. (fig. 6.31).

Este foarte important acest lucru mai ales în proiectarea instrumentelor, utilizate în sarcini care necesită îndemânare și dexteritate, și pentru persoanele stângace.

4. Organizarea obiectelor în cadrul stațiilor de lucru.

(a) Se face diferență între obiectele principale și secundare. Cele care se utilizează frecvent, și cele care nu se utilizează frecvent. Trebuie listate și clasificate obiectele în principale/secundare.

(b) Se divide activitatea în subactivități printr-o secvență logică. Se aplică activităților complexe.

(c) Se divide masa de lucru pe zone corespunzătoare subactivităților cu obiectele corespunzătoare operației subactivității.

(d) Se identifică zonele de manipulare primare și secundare ale mesei de lucru (fig. 6.31); se dispun obiectele principale în prima zonă, iar cele secundare în cea de-a doua.

(e) Se localizează obiectele cum ar fi containere și instrumente astfel încât să poată fi utilizate secvențial pe subactivități; ordinea procedurală ajută în organizarea activității și facilitează „învățarea” activității și productivitatea.

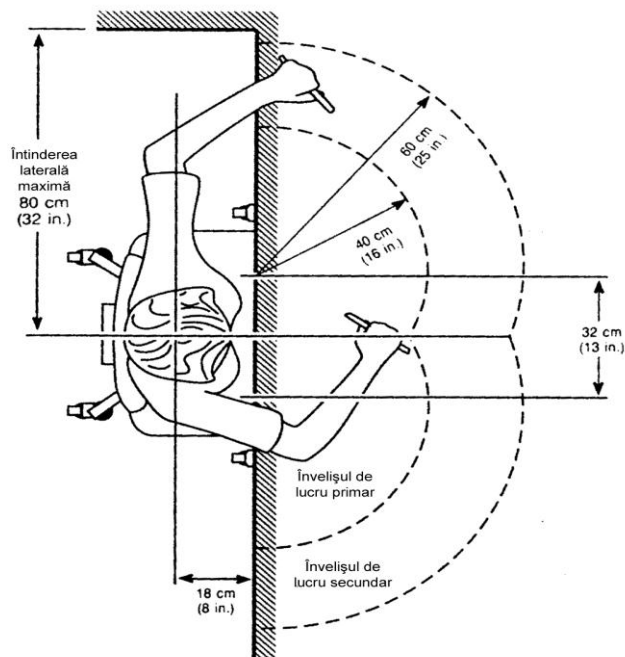


Fig. 6.31. Aranjarea unei stații de lucru și prezentarea „învelișului” primar și secundar de mișcare

Localizarea componentelor, instrumentelor și elementelor de acționare/control după importanță (principale/secundare) conduce la o bună organizare a activității. În figura 6.32 este prezentată proiectarea ergonomică a unei console de operare pentru un operator/controlor de proces.

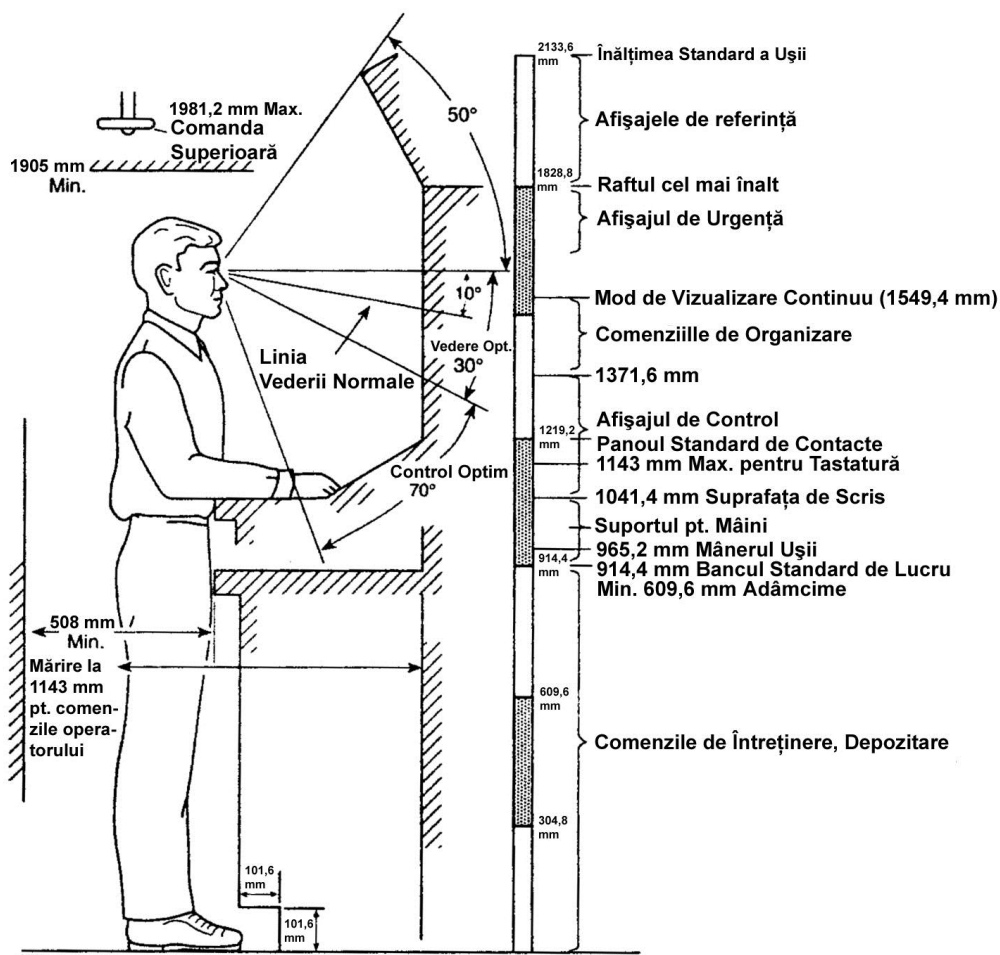


Fig. 6.32 Proiectarea unei stații de lucru pentru lucrul stând în picioare.

Deși această stație de lucru a fost concepută pentru aplicații militare, este la fel de relevantă pentru controlul proceselor

7. Ambianța fizică

Ambianța fizică o constituie *factorii fizici* (iluminatul, cromatică, zgomotul, vibrațiile, microclimatul etc.), *factorii psihosociali* și *factorii psihologici*.

Acești factori acționează și influențează direct asupra capacității de muncă, astfel că optimizarea lor constituie o cale de sporire a randamentului în muncă, concomitent cu protejarea unui timp îndelungat a capacității de muncă.

Pentru om, în condițiile depășirii anumitor limite ale factorilor de ambianță fizică menționați, canalele de primire a informațiilor pot deveni sursă generatoare de efort, iar mecanismul sistemului nervos de primire, tratare și luare a deciziilor devine susceptibil dereglărilor.

În general, organele de simț îndeosebi auzul și văzul, au o mare putere de adaptabilitate dar numai în anumite limite. Când sunt depășite aceste limite poate duce la fenomene de îmbolnăvire ireversibile.

7.1. Iluminatul

7.1.1. Introducere

Iluminatul condiționează în mare măsură activitatea omului în general și realizarea sarcinii de muncă în special. Aproximativ 90% din informații provin din intermediul organului vizual, ceea ce conduce la solicitarea importantă a acestuia și care trebuie protejată.

Un sistem de iluminat, bine proiectat, este important pentru productivitatea și calitatea muncii, cât și pentru performanța, confortul și comoditatea operatorului. Îmbunătățirea unui sistem de iluminat nu constă în a instala cât mai multe surse de lumină ci și cum trebuie făcut acest lucru. Există mai multe moduri de a îmbunătăți calitatea iluminatului, ca de exemplu folosind „iluminatul indiscret”. Un asemenea iluminat poate fi important din moment ce intensitatea luminii poate fi redusă. De asemenea persoanele mai în vârstă sunt foarte sensibile la străluciri, care pot avea un efect negativ asupra vederii lor.

Investigația vizuală poate fi sporită folosind iluminatul în scopuri speciale, iluminat care face și cele mai mici defecte vizibile.

Noțiuni despre compoziția luminii. Soarele emite radiații care sunt: invizibile și vizibile. Energia radiației se poate măsura trimițând radiația pe un corp negru, impermeabil la radiații, perfect absorbant. Toată energia este transformată în căldură, ușor măsurabilă.

În general se poate considera că un corp perfect alb, retrimite prin difuziune toate radiațiile pe care le primește, iar cel negru le absoarbe.

Un corp colorat este opac și apare colorat când este luminat cu lumină albă, întrucât absoarbe anumite radiații și trimite prin difuziune relațiile de nuanță complementară celor pe care le absoarbe.

Organul vizual și mecanismul vederii. Ochiul uman se poate compara cu un aparat fotografic care primește raze luminoase printr-o fantă transparentă și le concentrează cu ajutorul unei lentile pe o peliculă sensibilă la lumină.

Înainte de a realiza impresia vizuală trebuie ca energia luminoasă să declanșeze un lanț de procese chimice, nervoase și mentale. Ochiul are ca elemente principale: mușchii, cristalinul, pupila și retina. (fig.7.1.)

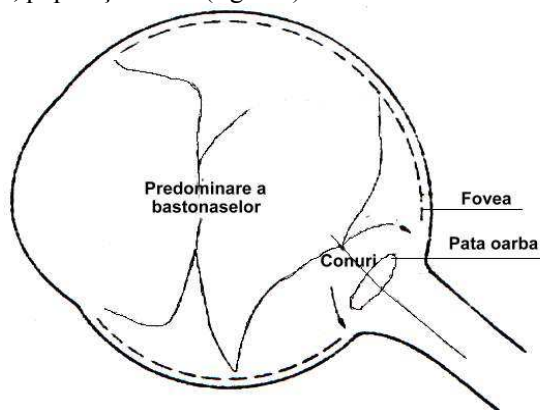


Fig.7.1.Receptorii nervoși ai retinei

Adaptarea ochiului la întuneric sau lumină necesită un anumit timp ce depinde de diferențele de lumină. De la lumina zilei la întuneric, adaptarea se face repede în cca. 5 minute, dar adaptarea totală se realizează în cca. 60 minute. Adaptarea ochiului în trecere de la întuneric la lumină se face ceva mai rapid, dar timpul total de adaptare este cam de același ordin de mărime.

Acuitatea vizuală este calitatea pe care o posedă ochiul, într-un grad mai mult sau mai puțin ridicat, de a distinge detaliile obiectelor și se determină în practică cu ajutorul tabloului de litere al opticienilor.

Factorii principali care influențează acuitatea vizuală sunt: *contrastele, nivelul de iluminare și timpul de expunere.*

Sursele luminoase sunt caracterizate de următorii parametrii:

- *Intensitatea luminoasă*: definește cantitatea de lumină într-o direcție dată și unitatea de măsură este *candela*.
- *Luminanța sursei*: reprezintă raportul între intensitatea luminoasă și suprafață.

Corpurile/suprafețele iluminate prezintă:

- *Iluminarea*: este densitatea fluxului luminos pe o suprafață de iluminat.
- *Luminanța*: este cantitatea de lumină reflectată de o suprafață iluminată. Unitatea este *candela/m²*; stilbul și apostilbul, iar aparatul de măsură se numește *luminometru*.
- *Factorul de reflexie*: reprezintă raportul dintre fluxul reflectat și fluxul incident.
- *Absența strălucirii (a orbirii)*: efectul „orbirii” asupra eficienței vizuale este prezentat în figura 7.2.:

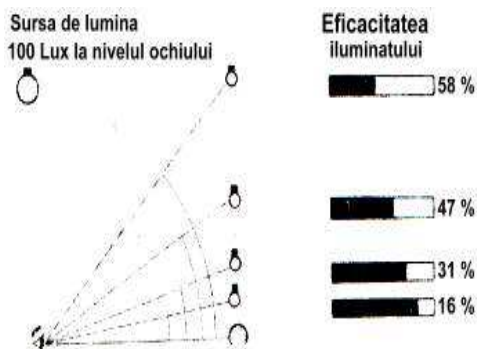


Fig.7.2.Efectul strălucirii asupra eficienței vizuale.

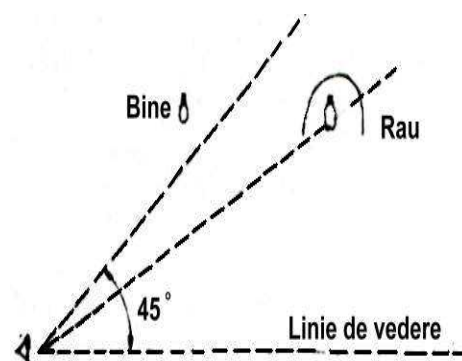


Fig.7.3.Amplasarea corpurilor de iluminat în funcție de zona de vizibilitate.

Strălucirea este directă când întâlnește un punct intens luminos și indirectă când imaginea sursei de lumină este reflectată de o suprafață lucioasă.

De regulă, se recomandă la amplasarea corpurilor de iluminat în funcție de zona de vizibilitate, ca ochiul să nu întâlnească într-un unghi de 45° plecând de la orizontală, un punct luminos intens (fig.7.3.).

Lămpile pot fi:

- *cu incandescență*, formate dintr-un bec de sticlă în care se află un filament sub formă de spirală din tungsten și este umplut cu un amestec de gaz (argon, kripton etc.)

- *fluorescente*, constituite dintr-un tub de sticlă umplut la presiune slabă cu un gaz inert (argon) și cu o mică cantitate de mercur. Interiorul tubului este acoperit cu substanțe fotoluminiscente.

Avantajele iluminatului fluorescent în comparație cu iluminatul incandescent se pot sintetiza prin:

- mai economic;
- durata de funcționare mai mare;
- element luminos superior;
- confort vizual bun;
- strălucire redusă: 0,45 – 0,65 sb;
- o degajare de căldură redusă.

- *cu descărcare*: sunt constituite dintr-un tub emițător dotat la fiecare extremitate cu un electrod principal din tungsten uns cu substanțe generatoare cu electroni. Emițătorul este plasat într-un tub transparent al cărui rol este de a menține arcul de temperatură înaltă.

Sistemul de iluminat. În funcție de transmisia fluxului luminos cele mai importante sisteme de iluminat sunt (fig.7.4.):

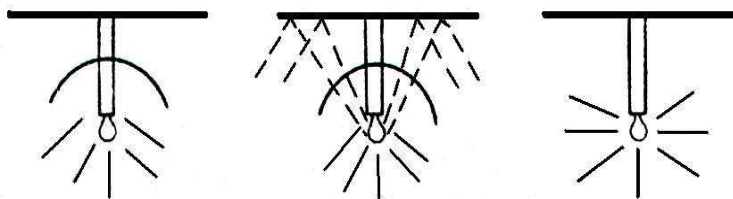


Fig.7.4.Sisteme de iluminat

- *direct*: când totalitatea fluxului luminos este concentrat pe suprafața utilă;
- *indirecta*: când totalitatea fluxului luminos este îndepărtat spre partea superioară a pereților;
- *mixt*: când este compus din cele două sisteme precedente;
- *prin transparență*: utilizat de exemplu la iluminatul aparatelor de măsură și control;

La nivelul locului de muncă, pentru a asigura un iluminat artificial corespunzător, trebuie ca pe lângă cele arătate să se aibă în vedere și următoarele recomandări:

- iluminatul general să fie de aceeași natură cu cel suplimentar și mai redus decât cel al locului de muncă (dar nu sub 1/3 din acesta);
- amplasarea surselor luminoase să țină seama de dispunerea locurilor de muncă în scopul evitării fenomenului de „orbire”;
- trebuie evitate: luminozitatea excesivă, zonele umbrite, variațiile de intensitate, schimbările frecvente ale direcției și distanței de primire;
- la un nivel normal de iluminat, capacitatea de a vedea crește cu logaritmul iluminării și ca atare o creștere mai mare a iluminării conduce la o creștere relativ mică a eficienței;
- efectele strălucirii pot fi diminuate prin: reducerea strălucirii surselor luminoase;
- nivelul de percepție vizuală.

7. 1. 2. Iluminarea și lumina

Diferența dintre iluminare sau iluminat și luminare este importantă. Iluminarea reprezintă lumina incidentă pe o suprafață. După ce această lumină cade pe suprafață, ea este reflectată și se numește luminare. Luminarea este deci o măsură a luminii reflectate de o suprafață. Luminarea este de asemenea folosită pentru a măsura lumina emisă de ecranul unei stații VDT. Acest lucru este teoretic incorect, însă pentru scopuri practice lumina unui ecran VDT are aceleași proprietăți ca și lumina reflectată.

Pentru a calcula câtă luminare poate fi generată de o suprafață trebuie știut cât de reflexivă e acea suprafață. Aceasta constă în folosirea reflectanței: un număr cuprins între 0 și 1. Practic este imposibil a obține o reflectanță perfectă (egală cu 1). O bucată de hârtie albă are reflectanța egală cu 0,85. O suprafață închisă, reflectivă, are reflectanța egală cu 0.

Unitățile de măsură sunt de obicei specificate în sistemul SI (sistem metric). Iluminarea se măsoară în lux și lumina în candelă pe metru pătrat.

Conform sistemului englez iluminarea se măsoară în foot-candela (fc). Un foot-candela echivalează cu 10,76 lux, dar în scopuri practice este suficient un factor de conversie egal cu 10. Astfel o iluminare de 1000 lux, care este specifică pentru o stație de lucru, corespunde cu 100 fc. În sistemul englez lumina se măsoară în foot-lambert(fl).

Un foot-lambert echivalează cu 3,4 cd/m². Unitățile de măsură sunt ilustrate în tabelul 7.1.

Există o formulă simplă de convertire a iluminării în luminare.

Pentru sistemul internațional (SI):

$$\text{luminare}[\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}] = \text{iluminare}[\text{lux}] \cdot \text{reflectanța}/\pi$$

Tab. 7.1. Unitățile de măsură (în SI) pentru iluminare și luminare

Parametri	Sistemul englez	SI
iluminarea (sau iluminatul)- cantitatea de lumină incidentă pe o suprafață	1 foot- candela (fc) (sau lumen ft ⁻²)	= 10 lux(lx) (sau lumen m ⁻²)
luminarea-cantitatea de lumină reflectată de o suprafață	1 foot- lambert (fl) (sau candela ft ⁻²)	= 3.4 candela m ⁻² (cd m ⁻²) (sau 3.4 nits)

În sistemul englez:

$$\text{luminare(fl)} = \text{iluminare(fc)} \times \text{Reflectanța}$$

• Iluminarea pentru performanță vizuală

Există două căi convergente ce pot fi adoptate când se urmărește determinarea nivelului de iluminare corespunzător unei sarcini vizuale date.

Astfel, se poate corecta efectul nivelului de iluminare asupra pragului vizual pentru sarcini vizuale studiate în condiții de laborator. Atunci, performanța vizuală

poate fi asigurată printr-un nivel de iluminare superior valorii limită determinate pentru sarcina vizuală investigată.

În paralel, se poate cerceta direct efectul nivelului de iluminare asupra performanței vizuale peste valoarea pragului limită. Valoarea nivelului de iluminare se determină astfel în funcție de performanța vizuală cerută.

Prima cale oferă avantajul că se obține un studiu profund, din punct de vedere psihologic, asupra limitelor procesului vederii. Avantajul celei de a doua căi este că se poate concluziona direct asupra efectului ce-l poate avea nivelul de iluminare într-o situație practică dată.

Iluminarea pentru satisfacția vizuală

Experiența câștigată în timpul interpretării rezultatelor măsurărilor de performanță vizuală în situații practice, a arătat că, în cele mai multe cazuri, este imposibil să se stabilească recomandări de iluminare pentru interioarele de lucru bazate numai pe acest tip de măsurări. Astfel, nu se poate determina o sarcină vizuală standard. Cele mai multe sarcini vizuale practice sunt complexe și diferă de la o încăpere de lucru la alta. Mai mult, recomandările nu sunt limitate numai la suprafețele de lucru; încăperile de circulație și de recreare dintr-un interior trebuie să fie de asemenea considerate, și aici criteriul performanței vizuale nu poate fi totdeauna aplicat. Ca un rezultat al cercetărilor în evaluarea subiectivă a nivelului de iluminare, descrisă în paginile următoare, este recunoscut faptul că gradul satisfacției vizuale produse de nivelul de iluminare este un important criteriu adițional în toate tipurile de mediu. Astfel:

• În spațiile de lucru

Valorile iluminării preferate. Experiența practică arată că nivelurile de iluminare fie mai jos, fie puțin peste cei 2000 lux, sunt optime. Datorită considerațiilor de cost și consum de energie, o iluminare în domeniul a 1000 lux pare să ofere o soluție rezonabilă. În scopul de a obține informații asupra luminanțelor preferate ale sarcinilor, iluminările preferate găsite în numeroase cercetări, rezultatele au fost convertite în valori ale luminanței și figurate ca o funcție a factorului de reflexie corespunzător al sarcinii, cum este dată în publicațiile de specialitate. Cum se putea presupune din valorile apropiate ale iluminării preferate în diferite cercetări, luminanța preferată a sarcinii nu este constantă, fiind corelată cu factorul de reflexie a sarcinii. Dacă factorul de reflexie este scăzut, luminanța considerată ca satisfăcătoare este mai scăzută decât pentru sarcinile cu factori de reflexie mai mari. Astfel, teoria frecvent vehiculată în trecut, că dacă factorul de reflexie este redus la jumătate din valoarea sa, iluminarea trebuie să fie dublată, nu poate fi valabilă în domeniul optim al iluminării. Valorile luminanțelor preferate ale sarcinii se află între aproximativ 100cd/m^2 la $\rho=0,2$ și 400cd/m^2 la $\rho=0,8$. Iluminările necesare pentru a realiza aceste valori ale luminanței se află într-un domeniu relativ îngust sub 2000 lux.

Din rezultate apare că factorul principal, ce afectează aprecierea operatorului asupra iluminatului, a fost nivelul de iluminare pe suprafața de lucru (sau altfel spus luminanța ariei sarcinii). Mai mult însă, cu cât iluminarea a fost sporită, aprecierea nivelului de iluminare de către „observatorul mediu” a crescut considerabil cu creșterea nivelului iluminării, până când a fost atinsă o valoare de aproape 800 lux. Peste 800 lux, proporția creșterii aprecierii subiective a tins să se egaleze, iar peste 1000 lux, când observatorul mediu a fost complet satisfăcut, orice ridicare de nivel a produs numai o ușoară creștere a aprecierii.

Valorile iluminării minime. Pentru stabilirea nivelului minim al iluminării necesare în interioarele de lucru, unde sarcinile vizuale nu sunt în mod particular precizate, ar părea normal să se ia în considerare percepția trăsăturilor umane, ca un criteriu determinant.

Presupunând un factor de reflexie a tenului uman de 0,4 este necesară o iluminare verticală pe față, de peste 100 lux, respectiv o iluminare orizontală de aproape 200 lux, pentru a realiza o luminanță a figurii de 17cd/m^2 .

Astfel, iluminarea de 200 lux este considerată ca valoare minimă atât pentru încăperile în care omul stă un timp îndelungat, cât și pentru toate spațiile de lucru.

• **În spațiile de circulație**

Valorile iluminării preferate. În spațiile de circulație și cele similare, iluminarea este considerată în funcție de perceperea și conturarea generală a oamenilor și a obiectelor iluminate. Faptul că iluminarea orizontală nu oferă cea mai potrivită evaluare a iluminatului în astfel de spații a condus către două mărimi ce pot fi luate în considerare:

- a. iluminarea cilindrică medie
- b. iluminarea sferică medie.

Iluminarea cilindrică medie într-un punct din spațiu, într-un interior, este definită ca iluminarea medie pe suprafața unui mic cilindru vertical plasat în acel punct.

Iluminarea sferică medie, sau **iluminarea scalară**, într-un spațiu dintr-un interior, este definită ca iluminarea medie pe suprafața unei mici sfere plasate în acel punct.

La 100 lux, nivelul iluminării cilindrice medii, la care 95% din observatori au considerat un interior bine luminat, ar putea fi luat ca un nivel acceptabil pentru interioarele de acest tip.

Iluminarea orizontală corespunzând acestei valori se va afla în domeniul 100-200 lux.

Valorile iluminării minime. Cercetările au arătat că o luminanță a figurii de aproximativ un cd/m^2 a fost necesară pentru a percepe corect trăsăturile umane, ceea ce corespunde unei iluminări orizontale de aproximativ 20 lux. Această valoare este considerată ca iluminarea orizontală minimă pentru spații de circulație și încăperi de importanță secundară.

Iluminatul. Factor de ambianță fizică.

Printre factorii de ambianță fizică care exercită o influență importantă asupra muncii și intensității efortului operatorului, condiționând calitatea și cantitatea rezultatelor muncii sale, precum și gradul său de oboseală este iluminatul. Acest factor trebuie apreciat ca un element legat de eficacitatea muncii, de protejarea organelor de simț vizual și de asigurarea operatorului împotriva accidentelor.

Rolul deosebit de important al ochilor în activitatea desfășurată de om, rezultă din cercetările fiziologice și psihologice, care arată că 80-90% din totalul informațiilor percepute care ajung la scoarța cerebrală sunt de natură vizuală.

De asemenea orice executant solicită ochiul atât pentru orientarea și coordonarea mișcărilor, cât și pentru coordonarea funcțiilor întregului organism.

În general există tendința ca fiecare mișcare să fie însoțită de privire, circa 80% dintre activitățile noastre desfășurându-se sub controlul privirii.

Având în vedere importanța deosebită a ochilor, organizatorii de proces, trebuie să se preocupe intens pentru a menaja privirea operatorilor, fiindcă aceasta solicitată prea mult sau prea intens poate duce la oboseală oculară sau oboseală nervoasă.

Oboseala oculară se manifestă când operatorul lucrează în condițiile de iluminare insuficientă, când diferitele funcții ale ochiului sunt supuse unei solicitări intense și unilaterale. Ea se manifestă prin: dureri, arsuri sau mâncărimi ale globului ocular, lacrimație, injectarea pleoapelor, dureri de cap, imagine dublă, scăderea capacității de acomodare la lumină, reducerea vitezei de percepere, diminuarea sensibilității la contraste și slăbirea acuității vizuale.

Pentru indivizii în vârstă sunt mai multe schimbări fizice ce se petrec în ochi. Cea mai importantă este acomodarea (pierderea puterii de concentrare) cu lentilele oculare. Aceasta deoarece odată cu înaintarea în vârstă lentilele oculare își pierd din elasticitate și prin urmare ele nu se mai pot întinde și umfla ca și înainte.

Figura 7.5 arată că media de acomodare pentru 25 de ani este în jur de 11 dioptrii dar pentru 50 de ani este doar de 2 dioptrii și pentru 65 de ani de o singură dioptrie. Numărul de dioptrii asociat unei vederi clare reprezintă cel mai apropiat și cel mai îndepărtat punct. Să presupunem că pentru 25 de ani cel mai îndepărtat punct este la infinit. Cel mai apropiat punct este atunci situat la 9 cm. Acest lucru poate fi calculat folosind ecuația:

$$f = \frac{1}{D}$$

unde f este distanța (metri) și D este numărul de dioptrii pentru acomodare.

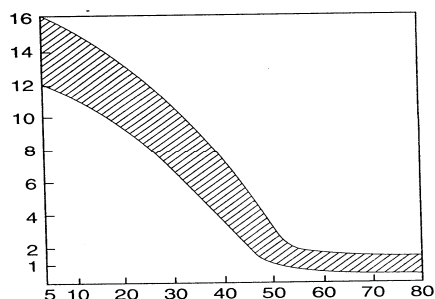


Fig.7.5. Schimbări datorate vârstei în acomodarea ochiului uman.

Zona hașurată indică variabilitatea indivizilor.

Pe orizontală e reprezentată vârsta în ani, iar pe verticală acomodarea în dioptrii.

Tab. 7.2. Iluminanța recomandată

Tipul de sarcină	Mărimea iluminăției [lux]*
Locuri de muncă unde sarcinile vizuale sunt îndeplinite doar ocazional	100 - 200
Teme vizuale de contrast mare sau de mărime mare: material tipărit, mașină de lucru, inspectare obișnuită	200 – 500
Timp îndelungat de lucru cu terminale vizuale (calculatoare)**	300 – 500
Teme vizuale de contrast mediu sau mărime mică: scris de mână, inspectare dificilă, asamblare medie	500 – 1000
Teme vizuale de contrast mic și mărime foarte mică: scris de mână pe hârtie de calitate proastă, inspectare foarte dificilă	1000 – 2000
Teme vizuale de contrast mic și mărime foarte mică pe o perioadă prelungită: asamblare fină, inspectare foarte dificilă	2000-5000
Teme vizuale exacte și foarte prelungite: asamblare extra-fină, cea mai dificilă inspectare vizuală	5000-10000

* Valorile mici sunt pentru indivizi mai tineri de 40 ani iar cele mari pentru indivizii a căror vârstă depășește 55 ani.

** Această recomandare este făcută de ANSI / HFS 100

La fel, dacă cel mai îndepărtat punct, pentru 50 ani cu 2 dioptrii, ar fi la infinit, atunci cel mai apropiat este la 50 cm (fig. 7.6.). Dacă presupunem că aceeași persoană de 50 ani are 3 dioptrii și suferă de miopie, atunci cel mai îndepărtat punct (fără ochelari) este la 33 cm iar cel mai apropiat la 20 cm. O persoană tânără, care suferă de miopie, va realiza că, odată cu înaintarea în vârstă cel mai îndepărtat punct se apropie, iar cel mai apropiat punct se îndepărtează. Pentru un individ ce nu suferă cu vederea ca persoană tânără va constata că cel mai apropiat punct se îndepărtează în timp cel mai îndepărtat punct poate rămâne la infinit. Implicarea în munca industrială este aceea că diferitele categorii de vedere afectează nu numai vizibilitatea unui obiect ci și postura de muncă. Pentru a compensa vederea slabă, o persoană mioapă se va apropia de obiect, iar o persoană hiperopică se va îndepărta. O postură de muncă proastă este cauzată de o vedere slabă. Dacă vederea este corectată cu ajutorul ochelarilor, atunci postura este corectată automat. Operatorii sunt adesea prost informați despre ce fel de corectări vizuale sunt realizabile. Pentru a avertiza și a ajuta operatorii, unele companii angajează optometriști care măsoară distanța exactă dintre ochiul uman și diferite obiecte și astfel se pot prescrie ochelarii necesari.

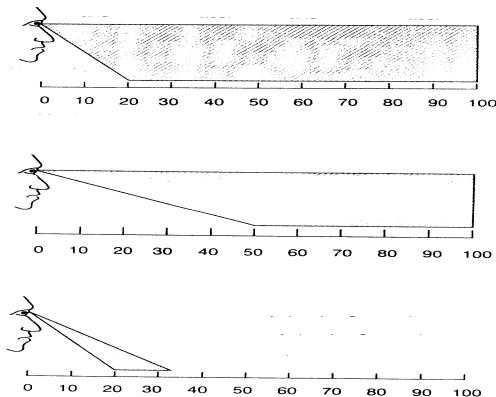


Fig. 7.6. Calcularea celui mai apropiat punct și a celui mai îndepărtat punct al „vederii funcționale”. O rază bună de vedere depinde de acomodarea (în dioptrii) a lentilei în ochi și de eroarea refractivă. În prima figură e reprezentată o persoană de 40 de ani cu 5 dioptrii pentru acomodare; în a doua, o persoană de 50 de ani cu 2 dioptrii; iar în a treia, o persoană de 50 de ani cu 2 dioptrii și 3 dioptrii pentru miopie (fără ochelari). E de asemenea reprezentată distanța cea mai îndepărtată și cea mai apropiată pentru fiecare caz.

Raza de vedere limitată determină ca unele articole de la locul de muncă să fie puse la o distanță unde pot fi văzute clar. O a doua afecțiune a vederii datorată înaintării în vârstă este tulburarea vederii cauzată de pătrunderea unor impurități între

lentilă și retina oculară. Aceste impurități cresc în mărime odată cu anii și afectează vederea deoarece răspândesc și împrăștie lumina incidentă pe retină. De aceea persoanele mai în vârstă sunt mai sensibile la surse de scânteii sau la iluminare puternică. Ca și urmare, contrastul pe retină scade din intensitatea luminii puternice (fig. 7.7.).

Strălucirea directă provine de la surse de lumină care emit raze luminoase direct în ochii operatorului. Strălucirea indirectă sau reflectată provine de la lumina reflectată de sticlă, metal lucitor, chei etc. O cale de a rezolva ambele probleme, atât strălucirea indirectă cât și cea directă este de a folosi iluminarea doar a obiectului (fig.7.8.).

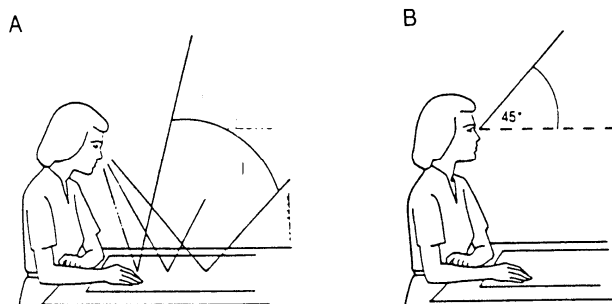


Fig. 7.7. Strălucire indirectă (A) rezultând din lumina reflectată, strălucirea directă (B) rezultă direct de la sursa de lumină.

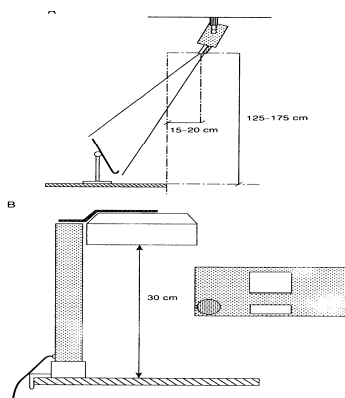


Fig. 7.8. Exemple de iluminare doar a obiectelor.(A) Sursa de lumină situată deasupra capului folosită pentru a ilumina doar un document de pe birou. (B) O lampă de birou ce poate fi pusă pe o bancă și astfel va produce iluminarea mesei de lucru.

Pentru o vizibilitate corespunzătoare trebuie avute în vedere atât cantitatea, cât și calitatea luminii.

Trăsăturile cantitative ale luminii se caracterizează prin intensitate și densitate.

Intensitatea luminii reprezintă volumul fluxului luminos care cade pe o anumită suprafață. Unități de măsură (um) sunt luxul și photul.

Luxul este lumina emisă de o sursă luminoasă de un lumen distribuit uniform pe o suprafață de un metru pătrat, deci:

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / 1 \text{ m}^2$$

Photul este egal cu lumina emisă de un flux luminos de un lumen, distribuit uniform pe o suprafață de un centimetru pătrat:

$$1 \text{ ph} = 1 \text{ lm} / 1 \text{ cm}^2$$

Prin construcția sa, ochiul, respectiv retina, are capacitatea de a se adapta în permanență la mediul luminos al câmpului vizual. Perioada de adaptare durează destul de mult și variază în funcție de diferența de lumină dintre două medii: cu cât această diferență este mai mare cu atât adaptarea este mai îndelungată.

Variațiile de intensitate ale luminii trebuie evitate atât pentru iluminatul general, cât și pentru diferitele planuri ale aceluiași loc de muncă.

Densitatea luminii exprimă luminozitatea suprafețelor înconjurătoare. Densitatea luminoasă a suprafețelor este cea care ne dă impresia de luminozitate sau de întunecime a obiectelor. Densitatea luminii corespunde trăsăturii surselor sau suprafețelor (pereților, mobilei, echipamentelor și altor obiecte) de a emana lumină ca urmare a emiterii sau reflexiei.

Densitatea – întâlnită și sub denumirea de luminanță sau strălucire – este deci o trăsătură fizică a luminii recepționate de organul vizual. În funcție de modul în care se produce, strălucirea poate fi: directă (emisă de o sursă luminoasă primară ca: soarele, focul, lumânarea, becul) și reflectată (lumină secundară emisă de corpurile care remit lumina incidentă schimbând direcția de propagare a acesteia).

În legătură cu lumina reflectată se cuvin reținute încă trei trăsături care influențează luminozitatea locului de muncă:

- 1) *Coeficientul de reflexie*, care exprimă raportul dintre fluxul luminos reflectat de un corp și fluxul luminos incident,
- 2) *Coeficientul de absorbție*, care reprezintă raportul dintre fluxul luminos absorbit de suprafața unui corp și fluxul luminii incidente,
- 3) *Coeficientul de transmisie*, care este egal cu raportul dintre fluxul luminos al unei surse de lumină secundară (suprafața unui corp) și fluxul de lumină incidentă.

Între acești coeficienți există următoarea relație de legătură:

$$r + a + t = 1 \quad (7.1.)$$

în care: r – coeficientul de reflexie,
 a – coeficientul de absorbție,
 t – coeficientul de transmisie.

Acești coeficienți au o deosebită însemnătate în organizarea locurilor de muncă, deoarece suprafața corpurilor, se caracterizează prin valori diferite ale acestor mărimi,

solicitând din partea operatorului – prin organul vizual, prin concentrarea atenției și mișcările sale – eforturi diferite.

Pentru determinarea dimensiunilor cantitative ale luminii se folosesc o serie de aparate fotometrice. Astfel pentru intensitatea luminii incidente se folosește luxmetrul. Măsurarea strălucirii se face cu stilbmetrul. Densitatea optică se poate stabili cu microfotometrul, iar pentru determinarea generală a tuturor dimensiunilor cantitative sau a unui număr mai mare de parametri se pot folosi fotometre universale.

În organizarea locului de muncă o importanță deosebită are și calitatea iluminatului. Când ne referim la calitatea luminii trebuie să analizăm două mari grupe de probleme: **sursele de lumină și modul de iluminare**.

Sursele de lumină cele mai frecvent utilizate în activitatea de producție sunt becurile electrice, tuburile fluorescente și lumina de zi sau iluminatul natural. Fiecare dintre acestea se caracterizează prin anumite proprietăți care condiționează utilitatea lor în funcție de condițiile specifice ale locului de muncă.

Becurile electrice sau iluminatul incandescent emit o lumină cu nuanțe predominante de roșu și galben, care dau locului de muncă o atmosferă de confort, de ambianță caldă. Dar această sursă de lumină influențează asupra modului de percepere a culorilor, ca de exemplu în: spații medicale, textile, confecții, pielărie, poligrafie etc. De asemenea, becurile electrice mai au dezavantajul că radiază căldură, fapt pentru care este improprie montarea lor în lămpi flexibile pentru iluminarea directă a locurilor de muncă. Datorită radiației de căldură emise (abajururile se încălzesc la peste 60°C) executanții sunt predispuși la cefalee sau, în cazul când circulă în medii diferite de temperatură, la nevralgii, sinuzită sau meningită.

Tuburile fluorescente se bazează pe principiul transformării energiei electrice în iradiații ca urmare a trecerii acesteia prin gaze sau vapori. Ca mediu de gaze sau vapori pentru umplerea tuburilor fluorescente se folosesc: neonul, argonul, vaporii de mercur etc. Această sursă de lumină este mult mai eficientă decât becurile electrice: randamentul de 3-4 ori mai mare; durata de folosire mult mai îndelungată; densitatea sau strălucirea incomparabil mai scăzută, ceea ce reduce fenomenul de „orbire”. Lumina fluorescentă permite realizarea unor combinații în compoziția straturilor de substanță fluorescentă, obținându-se în acest fel culori asemănătoare luminii zilei care asigură o bună recunoaștere a culorilor.

Tuburile fluorescente prezintă însă și o serie de neajunsuri care se impun cunoscute, pentru a ține seama de ele la construcția locurilor de muncă.

De exemplu, lumina fluorescentă are oscilații (alternanțe) de lumină în timpul și în afara impulsurilor electrice. În mod normal aceste alternanțe nu sunt percepute direct de ochi, decât la tuburile vechi sau defecte; ele pot fi însă observate pe mașini-unelte sau pe părțile în mișcare ale acestora. Datorită oscilațiilor invizibile, lucrul prelungit la lumina fluorescentă provoacă cefalee, dureri ale ochilor, lăcrimații și injectarea pleoapelor, creșterea oboselii fiziologice și reducerea capacității de muncă. Pentru înlăturarea acestor efecte negative trebuie să se folosească un număr mai mare de fluorescente sau cu conectare alternantă sau trifazică. Niciodată să nu se lumineze

cu un singur tub fluorescent, iar atunci când apar oscilații vizibile se impune schimbarea imediată a tuburilor respective.

Un alt neajuns al luminii fluorescente este atmosfera rece și ostilă. Acest fenomen este frecvent mai ales în încăperile mari (saloane, hale, magazine) și îndeosebi atunci când se folosesc tuburi cu lumină albă, tuburi care imită lumina zilei sau când luminozitatea generală este mică. Pentru anihilarea acestui fenomen se vor folosi tuburi cu o intensitate de lumină ridicată: 800 lux în ateliere, magazine etc.; 500 lux în biblioteci, birouri, camere de lucru.

Lumina de zi este sursa de lumină naturală care nu costă nimic pentru a fi produsă și asigură mediului de lucru un raport corelat cu mediul exterior. Folosirea luminii de zi impune, pe lângă condițiile fiziologice expuse la iluminatul artificial și o bună și uniformă repartizare a luminii în încăperi. La aceasta concură mai mulți factori: construcția ferestrelor (poziția, mărimea, felul, forma geamurilor), împrejurimile clădirii și gradul de reflexie al suprafețelor din încăperi. Pentru folosirea iluminatului natural are tendința creșterii suprafețelor ferestrelor. Aceste soluții asigură un iluminat bun, dar generează neajunsuri de ordin tehnic – atât iarna cât și vara – pentru locurile de muncă plasate în preajma ferestrelor și implică costuri destul de ridicate.

Calitatea luminii mai depinde, în afară de sursele de lumină, și de **modul de iluminare**. În practică se întâlnesc mai multe moduri sau sisteme de iluminare: directă, indirectă, jumătate directă – jumătate indirectă și cu lumină liberă.

Iluminația directă este cea transmisă de un con luminos asupra unei suprafețe. Acest sistem de iluminare produce contraste și umbre foarte pronunțate. Din această cauză folosirea iluminăției directe se recomandă numai în condițiile unei iluminății generale foarte bune.

Iluminația indirectă constă din îndreptarea fasciculului de lumină către plafon și pereți, de unde se reflectă pe suprafața încăperii. În acest fel se asigură o lumină difuză, fără umbre. Folosirea acestui sistem de iluminat necesită însă la fiecare loc de muncă corpuri de iluminat suplimentare dirijate asupra obiectului muncii. De asemenea, pereții și plafoanele să fie de culoare deschisă pentru a reflecta lumina și a elimina contrastele.

În jur de 65% din iluminare e orientată direct spre plafon și apoi reflectată de plafon pe masa de lucru (fig 7.9.). Folosirea luminii indirecte reduce atât strălucirea directă cât și pe cea indirectă; reduce strălucirea directă deoarece lumina intensă este direcționată spre plafon și nu spre ochii operatorului și reduce strălucirea reflectată deoarece lumina reflectată de plafon este non-direcțională și va da naștere așa numitei „reflexie difuză”.

Există însă un singur dezavantaj al iluminării indirecte și anume pierderea de lumină atunci când este reflectată de plafon. E preferabil a folosi plafon alb, cu o reflectanță mare. Lumina indirectă e recomandabilă pentru birouri și pentru locuri de muncă unde plafoanele nu se murdăresc ci nu pentru locuri de muncă unde plafoanele se murdăresc repede și trebuie curățate des.

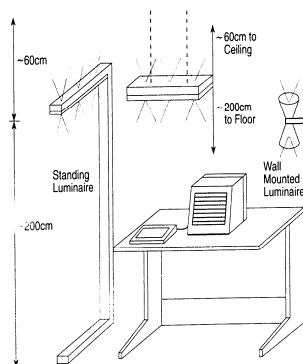


Fig. 7.9. Trei tipuri diferite de iluminare indirectă. Folosirea luminii indirecte creează o atmosferă mai plăcută deoarece 60-65% din lumină e direcționată în sus și apoi reflectată în jos.

Iluminația jumătate directă – jumătate indirectă se folosește atunci când este necesară o iluminare omogenă și unitară a întregii încăperi, cu umbre neconturate (marginii neclare). Pentru acest sistem de iluminare se folosesc materiale transparente prin care circa jumătate din lumină se difuzează direct, iar restul este dirijat spre tavan sau pereți, de unde se reflectă în încăpere. Iluminarea locului de muncă cu ajutorul acestui sistem este contraindicată în activitățile cu grad ridicat de precizie.

Iluminația cu lumină liberă se obține atunci când folosim abajururile din sticlă opalescentă care difuzează lumina în toate direcțiile în mod egal. Cu toate că umbrele sunt destul de reduse, lumina ca atare jenează vederea. Acest sistem de lumină nu este recomandat pentru încăperi de lucru, ci pentru coridoare, dependințe, magazii, etc.

Rezolvarea corespunzătoare – sub aspect cantitativ și calitativ – a iluminatului trebuie să rețină atenția celor ce proiectează, construiesc sau organizează locurile de muncă. Asigurarea cantității optime de lumină și adoptarea celui mai bun mod de iluminare, în funcție de specificul muncii și de posibilitățile operatorilor, constituie una din căile sigure de creștere a productivității muncii și de menținere a sănătății oamenilor. Experiența practică a demonstrat că fără a aduce nici un fel de îmbunătățire tehnică locului de muncă, ci doar printr-un iluminat corespunzător, productivitatea muncii crește cu 5-35%. În asemenea condiții iluminatul este nu numai o problemă de protecție a muncii; el se înscrie ca o cerință specifică a ergonomiei pe linia progresului economic și social.

Eficiența iluminării.

O iluminare eficientă sporește productivitatea și e recomandabil a opri iluminatul atunci când nu e nevoie cu scopul de a economisi ceva bani.

Eficiența unei surse de lumină se măsoară în lumeni/watt ($\text{lm}\cdot\text{w}^{-1}$); ca și în tabelul 7.3, unele surse de lumină sunt foarte eficiente, în timp ce altele sunt mai puțin

eficiente. Însă există un anumit criteriu și anume culoarea de acordare a luminii. Indexul de acordare al culorii (CRI) măsoară diferența dintre culorile datorate unei surse de lumină și cele ce apar la lumina standard (lumina zilei). Un CRI perfect este egal cu 100.

Tab.7.3. Eficiența surselor de lumină și indexul culorii de acordare (CRI).

Tipul	Eficiența ($\text{lm}\cdot\text{w}^{-1}$)	CRI*	Comentarii
Incandescentă	17-23	92	Cea mai puțină eficiență dar și cea mai comună;
Fluorescentă Alb pur Alb-gălbui	50-80	52-89 89 73	Eficiență iar CRI-ul variază cu tipul lămpii;
Mercur	50-55	45	Viață foarte scurtă;
Metal	89-90	65	CRI adecvat;
Sodiu sub presiune mare	85-125	26	Foarte eficient însă CRI mic;
Sodiu sub presiune mică	100-180	20	Cel mai eficient dar au cel mai mic CRI, e folosit la iluminatul șoselelor.

*Valoarea maximă a CRI-ului este 100.

Problema principală e aceea că o anumită culoare a luminii poate deforma percepția. Lumina de sodiu sub presiune mică, care are culoarea galben intens, face ca fețele umane să pară gri. Acest tip de lumină nu ar trebui folosit în încăperi. Este de obicei folosit pentru iluminatul public, dar chiar și în această situație este dificil să deosebești culorile mașinilor deoarece toate par asemănătoare. Măsurarea eficienței sursei de lumină și a CRI-ului sunt prezentate în tabelul 7.3.

Lumina incandescentă produce cea mai bună acordare a culorii, astfel că fețele umane arată naturale însă eficiența este doar de $17-23 \text{ lm}\cdot\text{w}^{-1}$ ceea ce face ca acest tip de lumină să fie scumpă. Lumina fluorescentă oferă o bună acordare a culorii. Cea mai bună acordare a culorii e obținută cu o sursă de lumină albă pur, deoarece are în spectru mai multe culori roșii și face ca obiectele să fie naturale, însă eficiența luminii variază cam mult: $50-80 \text{ lm}\cdot\text{w}^{-1}$. Celelalte surse de lumină (mercur, metal și sodiu sub presiune mare) au un CRI mic și nu ar trebui folosite în blocuri sau în locuri de muncă, ci doar la iluminatul public, magazine etc.

Iluminatul în scopuri speciale: investigații, operații chirurgicale.

Există mai multe tipuri de lumină specială, incluzând lumina polarizată, lumina convergentă, transiluminanța, polarizarea încrucișată sau reflectoarele. Informațiile din

tabelul 7.4. sunt preluate de la Eastman Kodak. Cea de-a doua coloană a tabelului descrie lumini cu scopuri speciale sau cu alte folosințe, iar ultima coloană descrie tehnicile de lucru.

Tab. 7.4. Iluminatul în scopuri speciale (preluat de la Eastman Kodak co.).

Mărimi dorite	Iluminatul în scopuri speciale	Tehnica
Mărirea zgârieturilor de suprafață	Iluminatul intens poate fi folosit la sticlă sau la plăcuțe de plastic mai groase de 1,5 mm. Reflector Iluminarea unei suprafețe întunecate (microscopie)	Reflexia intensă a luminii într-un produs transparent; folosirea lămpi tubulare cu quartz sau a unei lumini intens fluorescente. Presupune zgârieturi liniare și de direcție cunoscută; pentru a reduce intensitatea se folosesc jaluzele protectoare. Lumina e reflectată sau e proiectată printr-un produs.
Mărirea proiecțiilor pe suprafețe sau a zimțurilor.	Suprafață întunecată sau zgâriată. Structură specială pentru a accentua suprafețele curbe. Reflector Lumina polarizată Structuri întunecate	Sursă de lumină colimată cu raza de lumină de formă ovală. Proiectarea unei raze de lumină colimată prin linii paralele la o distanță mică față de suprafață; este necesar fie un centru cunoscut fie o suprafață plată. Mărește unghiul pentru a optimiza vizualizarea anumitor detalii. Reduce lumina refractată atunci când axa de transmisie e paralelă cu suprafața produsului. Reflecția unei imagini simetrice de contrast mare pe suprafața unui produs.
Mărirea presiunilor și întinderilor interne.	Polarizare încrucișată	Se pun două foi de polarizor câte una de fiecare parte a obiectului transparent ce trebuie inspectat; se detectează defectele prin schimbarea culorii.
Mărirea schimbărilor de grosime	Polarizare încrucișată Reflexia difuză	Se folosește în combinația cu materiale dicroice. Reduce contrastul structurilor întunecate reflectând o suprafață albă pe un produs plat; produce

Tabelul 7.4. continuare

	Structuri speciale	un curcubeu de culori, care este rezultatul defectelor dintr-un strat subțire și transparent. Vezi mărirea proiecțiilor sau a zimțurilor de mai sus.
Mărirea unor detalii ale unei suprafețe	Lumina polarizată	O suprafață nemetalică, în anumite condiții, se comportă ca un polarizor orizontal și reflectă lumina; însă există și anumite porțiuni care depolarizează lumina. Se proiectează lumina polarizată la un unghi de 35° .
Sporirea modificărilor de opacitate	Transiluminarea	Pentru produse transparente cum ar fi sticla se adaugă lumini pentru a ilumina uniform suprafața. Pentru inspecții se folosește sticlă opacă ce va difuza lumina. De asemenea poate fi folosită și transiluminarea.
Sporirea schimbărilor de culoare	Spectrul de lumini echilibrate Filtre negative (ca și în inspecția unui film)	Se alege tipul de iluminare potrivit condițiilor. Se folosesc lumini de 3000 k dacă produsul e folosit în interior și de 7000 k dacă e folosit afară. Aceste filtre transmit lumina de la capătul spectrului. Această inversare face ca suprafața corpului să fie întunecoasă exceptând zonele unde sunt pete acestea fiind mai deschise.
Mărirea detaliilor fluorescente	Lumină neagră	Se folosește lumina ultravioletă pentru a detecta impurități.

7. 1. 3. Contrastul

Contrastul reprezintă diferența de luminozitate între două obiecte adiacente. Se calculează ca și raportul între luminanțele a două zone A și B:

$$\text{contrast} = \frac{\text{luminanția A}}{\text{luminanția B}}$$

Un alt mod de a exprima contrastul este prin contrastul de modulație:

$$\text{contrast de modulație} = \frac{\text{luminanția}_{\max} - \text{luminanția}_{\min}}{\text{luminanția}_{\max} + \text{luminanția}_{\min}}$$

unde $\text{luminanția}_{\max}$ este cea mai mare dintre cele două luminații. Contrastul de modulație este subunitar. Majoritatea experților preferă acest mod de exprimare a contrastului deoarece are proprietăți ce se aseamănă cu sensibilitatea ochiului uman.

Atât contrastul cât și iluminarea sunt importante pentru vizibilitate.

Contrastul foarte mare între obiecte foarte mari poate cauza disconfort vizual. De exemplu, contrastul între un geam și un zid este adesea mai mare de 100:1. Este de recomandat ca o stație de lucru să fie pusă astfel încât operatorul să aibă fereastra în față. Disconfortul vizual poate cauza oscilații ale pupilei ochiului uman, însă de obicei oamenii nu se feresc de acest fenomen. De asemenea disconfortul vizual este atât supărător cât și dăunător. Din aceste motive trebuie evitate contrastele majore la locul de muncă. Recomandabil e ca și contrastul dintre obiectele de la locul de muncă să fie mai mic decât 10:1 (sau mai mare de 1:10). Altă recomandare ar fi aceea ca și contrastul dintre obiecte și împrejurimi să fie mai mic decât 3:1. De altfel 3:1 este prea restrictiv și 10:1 este prea rezonabil. Este recomandat ca raportul maxim al luminozității într-un spațiu de lucru să nu depășească 40:1.

Iluminația, luminația și contrastul pot fi măsurate cu ajutorul unui fotometru de mână. Acest dispozitiv este asemănător cu o „camera lightmetre” exceptând faptul că citirea se face direct în lux (sau $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$). Un fotometru este făcut astfel încât să stimuleze sensibilitatea umană la culoare. Astfel, deoarece sensibilitatea umană la violet și roșu (sfârșitul spectrului de culori) e mai mică decât cea la verde și galben (centrul spectrului de culori). Un fotometru arată valori mai mici pentru violet și roșu decât pentru verde și galben. De aceea pentru a determina luminația nu e necesar să fi preocupat de culoare atâta timp cât fotometrul va stimula sensibilitatea ochiului uman. De exemplu, adesea oamenii întreabă care este cea mai potrivită culoare pentru caracterele unui ecran VDT monocromatic: verde, galben sau alb pe un fundal negru. Răspunsul e acela că atâta timp cât se folosește un fotometru pentru a măsura luminația, rezultatele sunt sigure. Culoarea caracterelor care produce cel mai mare contrast pe un fundal monocromatic produce cea mai bună vizibilitate.

Fotometrele au două setări diferite: una pentru a măsura iluminarea și una pentru a măsura luminația (fig. 7.10.). Pentru a măsura iluminarea incidentă pe o suprafață trebuie considerată și contribuția altor surse: surse de lumină, geamuri și reflectări.

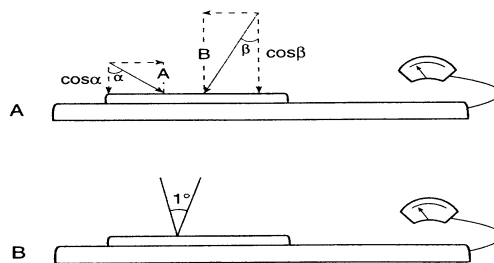


Fig. 7.10. Folosirea unui fotometru pentru a măsura: (A) iluminarea și (B) luminația

Fotometrul trebuie să aibă un unghi mare de acceptare și trebuie să fie corectat trigonometric pentru a ține seama și de contribuțiile care nu sunt perpendiculare pe fotocelula fotometrului. Pentru a măsura luminația, fotometrul trebuie să aibă un unghi

îngust (de exemplu 1°) de acceptare. Aceasta permite citiri precise de suprafețe adiacente cu reflectanță diferită. Pentru a măsura contrastul dintre două obiecte se fac două citiri de luminanță și astfel va putea fi calculat contrastul.

Contrastul dintre caractere și fundalul ecranului este important pentru vizibilitate dar e dificil de măsurat. Caracterele sunt compuse din puncte (pixeli) aranjate rectangular. Pentru a măsura luminația unui pixel e necesar un fotometru special prevăzut cu o deschizătură pentru micro-imagini. Procedurile sunt specificate în standardul american ANSI/HFS100 (Human Factors Society, 1989).

7. 1. 4. Mărimi și unități fundamentale.

• Fluxul luminos.

Prima întrebare evidentă care se pune la proiectarea unei instalații de iluminat interior este „ce niveluri de iluminare sunt necesare?”. Înainte de a da răspuns acestei întrebări, este necesar să se clarifice exact care este semnificația termenului, „nivel de iluminare”.

Emisia de radiații luminoase a unei surse de lumină reprezintă *fluxul luminos* măsurat în lumeni. Fluxul luminos incident pe unitatea de arie a unei suprafețe este numit *iluminare*, care este măsurată în lumeni pe metru pătrat sau lucși. Strălucirea suprafeței iluminată de sursă, sau mai precis *luminanța* sa măsurată în candelile pe metru pătrat, este direct proporțională cu produsul dintre iluminare și *factorul de reflexie* al suprafeței (raportul dintre fluxul luminos reflectat și fluxul luminos incident).

Aceste două mărimi, iluminarea și luminanța, sunt deci strâns interdependente, elementul de conexiune fiind factorul de reflexie a suprafețelor iluminate.

Deci, în cazul suprafețelor reflectante perfect difuzate relația de conexiune este:

$$L = \frac{\rho}{\pi} E, \quad (7.2.)$$

unde L este luminanța în cd/m^2 , E iluminarea în lux și ρ factorul de reflexie. Datorită acestei strânse interconexiuni cele două mărimi, iluminarea și luminanța, sunt tratate împreună ca niveluri de referință în iluminat.

Dacă se revine la întrebarea pusă mai sus, răspunsul va depinde de tipul interiorului considerat. În camere sau suprafețe în care sarcinile vizuale trebuie avute în vedere, așa numitele „încăperi de lucru” nivelurile de iluminare cerute vor depinde uzual de dificultatea sarcinii vizuale și de nivelul performanței vizuale, fiind de luat în considerare însă și confortul operatorului în ambianța vizuală. În încăperile de circulație și în locurile destinate contactelor sociale, destinderii și divertismentului, cu excepția sălilor de sport, criteriul performanței vizuale nu mai este determinant, ponderea trecând aproape în întregime asupra criteriului confortului vizual.

Fluxul luminos Φ se definește în funcție de fluxul energetic specific $\Phi_{e,\lambda}$ [W/nm] cu relația:

$$\Phi = k_m \int_{\lambda_1=400}^{\lambda_2=760} \Phi_{e,\lambda} V(\lambda) d(\lambda) \quad (7.3.)$$

în care k_m este o constantă.

Astfel *fluxul luminos* reprezintă fluxul radiant emis în spectrul vizibil, evaluat prin intensitatea senzației vizuale, fiind mărimea fundamentală de iluminat.

• **Intensitatea luminoasă.**

Intensitatea luminoasă I_α pe o anumită direcție α reprezintă raportul dintre fluxul luminos elementar $d\Phi$ emis într-un unghi solid infinit mic $d\Omega$, adică:

$$I_\alpha = \frac{d\Phi}{d\Omega} \quad (7.4.)$$

Unitatea de măsură a intensității luminoase, este candela [cd], corespunzând unui flux de 1 lm emis într-un unghi solid de 1 sr.

Dificultățile tehnice de realizare a unui etalon de flux au făcut ca intensitatea luminoasă să fie considerată convențional **mărime fundamentală** și inclusă în sistemul internațional (SI). În consecință pentru unitatea de măsură a intensității luminoase este dată următoarea definiție: candela reprezintă intensitatea luminoasă într-o direcție dată a unei surse care emite o radiație monocromatică de frecvență $540 \cdot 10^{12}$ Hz, corespunzând la $\lambda_0 = 555$ nm în aer, pentru care intensitatea energetică este de 1/683 W pe steradian.

• **Iluminarea.**

Conform celor prezentate anterior, iluminarea E , caracterizează recepția de flux luminos și reprezintă raportul dintre fluxul $d\Phi$ receptat de suprafața elementară dS , adică:

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \quad (7.5.)$$

unitatea de măsură fiind luxul [lx]. Astfel, 1 lux reprezintă iluminarea unei suprafețe de 1 m² care receptează un flux de 1 lm.

• **Emitanța (Excitanța) Luminoasă.**

$$M = \frac{d\Phi}{dS} \quad (7.6.)$$

Este mărimea ce caracterizează emisia de flux luminos al unei suprafețe, reprezentând raportul dintre fluxul emis $d\Phi$ și suprafața elementară dS , adică: similar cu iluminarea, unitatea de măsură este tot luxul [lx].

• **Luminanța.**

Luminatul L_α a unei suprafețe luminoase elementare dS se definește în raport cu poziția observatorului față de suprafața privită dS caracterizată prin intensitatea dI_α , astfel:

$$L_a = \frac{dI_a}{dS \cos \alpha} \quad (7.7.)$$

în care s-a notat cu α unghiul făcut de intensitatea luminoasă coliniară cu raza vizuală și normala la suprafața emisivă.

Unitatea de măsură este candela pe metru pătrat [cd/m^2], denumită în unele publicații și nit [nt].

• **Eficacitatea luminoasă a radiațiilor și surselor de lumină.**

Eficacitatea luminoasă a unei radiații monocromatice $K(\alpha)$ este definită de relația:

$$K(\lambda) = K_m V(\lambda) \quad (7.8.)$$

De exemplu, pentru corpul negru la $T = 6500\text{K}$ se obține $K = 85 \text{ lm/W}$. pt. sursele de lumină se definește eficacitatea luminoasă exprimată astfel:

$$e = \frac{\Phi}{P_c} \quad (7.9.)$$

în care Φ este fluxul emis de sursă, iar P_c puterea consumată de aceasta.

• **Energia luminoasă și expunerea luminoasă.**

Energia luminoasă se definește cu relația:

$$Q = \int_0^T \Phi dt \quad (7.10.)$$

în care $\Phi[\text{lm}]$ este fluxul emis de o sursă în timpul $T[s]$.

Expunerea luminoasă H a unei suprafețe se poate defini fie în funcție de energia luminoasă Q receptată, fie în funcție de iluminarea E pe suprafață, adică:

$$H = \frac{dQ}{dS} \int_0^T E dt, [\text{lx} \cdot \text{s}] \quad (7.11.)$$

Expunerea luminoasă este utilizată în mod curent în tehnica imprimării imaginii pe peliculă sau bandă magnetică.

Luminanțe preferate. În ambianța vizuală interioară intervine strălucirea și culoarea varietății de obiecte și suprafețe existente (mobiliu, echipamente și aparate, suprafețe în orice tip de încăpere etc.).

Se impune controlul asupra acestor doi parametri în scopul realizării confortului vizual și ambianței plăcute. Coordonarea acestor două aspecte poate fi realizată numai printr-o strânsă colaborare între inginerul de iluminat și arhitectul decorator.

Luminanța este o funcție de iluminare și de factorul de reflexie; adică creșterea factorului de reflexie sau creșterea iluminării sau ambele simultan provoacă creșterea luminanței.

Limitele domeniului luminanțelor până la care ochiul uman poate recepta fără să aibă vreo pierdere serioasă a sensibilității de diferențiere a strălucirii sau vreo senzație de inconfort au fost determinate prin cercetare. Valorile luminanței diferitelor obiecte

din câmpul vizual al observatorului (corpuri de iluminat, plafon, pereți etc.) trebuie determinate încât să fie în limitele domeniului accesibilității vizuale.

Într-o încăpere de lucru, luminanța suprafeței sarcinii vizuale și a suprafețelor principale din câmpul vizual au o legătură directă cu confortul vizual, influențând de asemenea asupra performanței persoanei care realizează sarcina vizuală. Același efect îl au sursele de strălucire din încăpere cum sunt corpurile de iluminat și ferestrele. Acestea pot produce o mărire a senzației de inconfort, chiar dacă celelalte luminanțe se află în limitele recomandate.

Succesul unei instalații de iluminat proiectate este adeseori judecat prin efectul pe care iluminatul îl are asupra redării trăsăturilor figurii umane. De exemplu, într-o încăpere parțial iluminată natural, iluminatul artificial trebuie astfel proiectat încât să elimine „efectul de siluetă” pentru figura umană, iluminând corespunzător artificial trăsăturile acesteia.

Modelarea este proprietatea luminii de a contura forma și textura prin realizarea contrastului de strălucire. Este foarte importantă cu privire la trăsăturile umane sau alte obiecte tridimensionale. O bună modelare ajută la punerea în evidență a detaliilor în multe tipuri de sarcini vizuale.

Limitele luminanțelor (recomandate)

Experiența zilnică și cercetările arată că ochiul uman poate recepta un anumit domeniu de luminanțe, relativ larg, fără pierderi serioase în privința distingerii strălucirii sau fără vreo senzație de inconfort. Limitele domeniului sunt determinate de *luminanța de adaptare a ochiului*.

Pentru o luminanță de adaptare dată, luminanța unui obiect care este aproape de nedistins față de negru, este numită *limita neagră*. Similar, luminanța unui obiect imediat sub aceea care produce o senzație de inconfort este denumită *limita albă*.

Modul în care ochiul omenesc evaluează și gradează valorile luminanței ca niveluri de strălucire au fost studiate de Bodmann și Voit (1962).

În prima din cele două experiențe făcute s-a cerut unui număr de observatori să facă aprecieri asupra strălucirii unor obiecte dintr-un birou. Ferestrele biroului erau orientate spre nord. Observatorii au primit fiecare câte o schiță a biroului pe care trebuiau să noteze evaluarea strălucirilor utilizând o scară de la 1 la 100 de puncte. Cercetarea a fost realizată la lumina naturală a zilei, repetată și la lumina artificială. La experiment au participat 43 observatori între 20 și 30 de ani. Rezultatele în care evaluările subiective ale strălucirilor au fost figurate în funcție de luminanța măsurată a obiectului. Se observă că panta curbilor în formă de S este mai mare pentru valori ale luminanței în jurul luminanței de adaptare corespunzătoare. Sensibilitatea la o schimbare de luminanță care se întinde pe trei decade este deci mai mare la luminanțele apropiate de aceste puncte. Limitele domeniului luminanței peste care distingerea strălucirii este posibilă, așa cum s-a definit mai sus, sunt determinate de luminanța de adaptare a ochiului, ceea ce se poate vedea din faptul că linia curbă tinde să devină orizontală cu schimbarea luminanței medii a fondului.

În al doilea experiment fiecare observator, pe rând, a fost așezat la o distanță de 1,4m în fața unui perete colorat luminat, în care a fost înglobat un rând orizontal de mici discuri transparente (cu diametrul de 60 mm). Luminanța discurilor, cu excepția primului și ultimului putea fi variată. Primul și ultimul disc din rând avea luminanțele fixate la valorile limită (minimă) și (maximă) pe scara luminanțelor. Observatorului i se cerea să regleze luminanța fiecăruia din discurile rămase pentru a realiza o scară de străluciri cu intervale egale. Nu s-a fixat timp limită pentru operațiile cerute, iar observatorului i s-a permis să regleze strălucirea fiecărui disc de câte ori a dorit.

Curba iluminatului interior are o formă de S mai pronunțată, reda diferența de strălucire subiectiv evaluată între un obiect mic și zona înconjurătoare la o proporție corespunzătoare a luminanței. Scara strălucirilor este luată în unități arbitrare. Astfel, începe cu 1,0, ales pentru limita neagră care, în condiții practice este atinsă la aproximativ 0,4 din luminanța fondului. Funcția de distribuire a fost determinată pentru domeniul luminanțelor fondului cuprinse între 65cd/m^2 și 750cd/m^2 , ceea ce acoperă domeniul normal al luminanțelor ce apar în interiorul încăperilor de lucru iluminate corespunzător. (curba de fapt reprezintă funcția Munsell corelând valorile luminozității și ale factorului de reflexie ale mostrelor colorate din tabelul Musell). O relație generală a senzației de strălucire poate fi redată de:

$$B = K \frac{L_0}{L_0 + L_b}, \quad (7.12.)$$

în care B este strălucirea în unități arbitrare;

L_0 – luminanța obiectului;

L_b – luminanța fondului;

K – factor de normalizare.

Pentru valori ale lui L_0/L_b în jurul unității ($1/2 \leq L_0/L_b \leq 2$) strălucirea unui obiect variază proporțional cu $\log L_0/L_b$ (raportul dintre luminanța variabilă a obiectului și luminanța constantă a fondului), relație denumită și legea lui Weber-Fechner.

Luminanțele preferate pentru pereți și plafon.

Luminanța pereților. Evaluările au arătat că valoarea preferată pentru luminanța peretelui frontal depindea nu numai de luminanța sarcinii dar și de culoarea și factorul de reflexie al peretelui. De exemplu, s-a determinat că luminanța preferată pentru pereții cenușii, albaștrui-verzi, albaștrii și roșii crește cu valoarea coeficientului de reflexie, spre deosebire de comportarea față de peretele galben pentru care situația este exact inversă.

În recomandările de iluminat, nu se face uzual o distincție între pereții frontali și cei laterali, date fiind posibilitățile de variație a poziției lucrătorului. Se observă că pentru domeniul cel mai uzual al iluminărilor (500-1000 lux) luminanța peretelui variază între 50 și 100cd/m^2 .

O valoare dată a luminanței preferate a peretelui ar putea teoretic să fie realizată printr-un număr infinit de combinații ale iluminării verticale și factorului de reflexie a

peretelui. Dar experiența, calculul și cercetarea (Jay, 1968) indică rezultatele satisfăcătoare când iluminarea relativă a peretelui are o valoare cuprinsă între 0,5 și 0,8. Factorii de reflexie ai peretelui, pentru un nivel de 500 lux, trebuie să fie cuprinsă între 0,5 și 0,8, în timp ce pentru niveluri de 1000 lux sunt indicate valori mai scăzute cuprinse între 0,4 și 0,6. Practic, nu este nici o problemă, dacă iluminarea relativă a peretelui este puțin sub limita cea mai joasă de 0,5 (ceea ce se întâmplă adesea cu corpurile de iluminat directe cu unghiul spațial de emisie îngust) deoarece luminanțele peretelui puțin mai scăzute decât cele recomandate vor fi totuși acceptabile.

Luminanța plafonului. Luminanța preferată pentru un plafon este determinată în principal de luminanța corpurilor de iluminat. Sub o luminanță a corpului de iluminat de 100cd/m^2 , luminanța preferată a plafonului rezultă chiar mai mare decât această valoare, ceea ce evident nu este realizabil practic. Experimentele au fost executate cu luminanțe ale corpurilor de iluminat considerate că produc orbire fiziologică. Limitele superioare pentru luminanțele plafonului în lucrările practice vor fi totuși determinate de pragul de orbire corespunzător corpului de iluminat folosit.

Rapoartele de luminanță perete/plafon. Din cercetări rezultă o valoare aproximativă de referință pentru luminanțele confortabile ale plafonului și pereților de 200cd/m^2 și respectiv 100cd/m^2 la 1000 lux. În domenii mai scăzute ale iluminării (500 lux), luminanța preferată a plafonului este de aproximativ patru ori mai mare decât cea a peretelui. În zona nivelurilor ridicate de iluminare (2000 lux) luminanța plafonului este aproximativ egală cu cea a peretelui. În acest caz, pentru evitarea monotoniei ce ar apărea ochiului, trebuie utilizate diferențe de culoare care dau impresia de varietate.

Iluminatul clădirilor.

Lumina naturală față de lumina artificială. Datorită influenței formei clădirii și mărimii ferestrei atât asupra nivelului de iluminare natural în încăpere cât și a necesității de iluminat artificial suplimentar, s-a sugerat că problema iluminatului ar trebui să fie pusă în stadiul incipient al proiectării clădirii. Experiența a confirmat această ipoteză așa cum a fost arătat într-o relație de intercondiționare ce există între sistemul de iluminat, costul și factorii energetici. Deciziile luate asupra iluminatului natural, iluminatului artificial, nivelului iluminării, calității și chiar asupra dimensiunilor și amplasării corpurilor și-au extins mai departe efectele asupra proiectării globale, așezării, aspectului, economiilor și consumurilor de energie rezultând din construcția considerată în ansamblu ca un sistem unitar.

Colectivul de proiectare al unei clădiri trebuie deci să întreprindă un studiu îngrijit al materialului relativ la iluminat încă din faza de început al procesului de elaborare a proiectului. Un astfel de studiu va arăta că lumina naturală deși nu costă nimic, în termenii unei cheltuieli directe de energie, este adesea o comoditate scumpă de folosit. Se arată necesarul de energie rezultând din două proiectări alternative pentru o clădire dată.

Proiectul I are ferestre corespunzătoare unui factor de lumină naturală de 2% incluzând 66% vitrare, în timp ce proiectul II are ferestre înguste de la podea la plafon numai pentru confort, reprezentând 22% vitrare.

Poate fi văzut că pentru 2% iluminat natural, o clădire cere mult mai multă energie, economia realizată pe baza aportului iluminatului natural fiind mult depășită de pierderile de căldură (iarna) și de frig (vara) datorită proprietăților termice slabe ale sticlei.

Analog o formă de clădire aleasă din punctul de vedere al realizării unui bun iluminat natural va fi în mod uzual ne-economică din punctul de vedere al conservării energiei.

Utilizarea căldurii de la iluminatul artificial S-a arătat modul în care cantitatea de căldură rezultată din iluminatul cu lămpi fluorescente, transferată în încăpere, poate fi păstrată la un minim prin evacuarea căldurii utilizând corpuri de iluminat speciale (cu orificii de absorbție) racordate la canalul de evacuare al aerului din sistemul de condiționare. Evacuând căldura în acest mod, se asigură de asemenea temperatura necesară eficacității luminoase optime. Dar cum afectează aceasta necesarul de energie al clădirii ?

Zona exterioară a clădirii este mult afectată de temperatura exterioară având aporturi de căldură vara și pierzând căldura iarna și poate în mod frecvent să necesite încălzire. La prima vedere s-ar părea că se poate utiliza cel puțin în timpul sezonului rece, opusul sistemului descris mai înainte, adică să se evacueze aerul de alimentare prin corpurile de iluminat în această zonă exterioară. Aceasta este posibil teoretic, dar metoda nu este folosită practic, în principal, deoarece aerul cald de transportat spre zona exterioară este mai cu seamă cerut la rama inferioară a ferestrei pentru a contracara fluxul din partea de jos al aerului rece.

7. 1. 5. Aspectele fiziologice și psihologice ale relației lumină-vedere umană.

• Orbirea și efectele sale.

În iluminat, orbirea se definește ca efectul rezultat din condițiile de vizibilitate în care observatorul resimte fie o jenă, fie o reducere a capacității de distingere a obiectelor, fie simultan a ambelor aspecte, ca urmare a unei distribuții nefavorabile a luminanțelor sau a etapizării lor între două valori extreme sau ca urmare a unor contraste excesive manifestate în timp și/sau spațiu.

Din punct de vedere al intensității cu care operează sursa strălucitoare asupra ochiului, orbirea poate fi de *incapacitate* și de *inconfort* (fig.7.11.).

Orbirea de incapacitate (fiziologică) se manifestă la șocul luminanței ridicate a unei surse și se resimte printr-o scădere a capacității vederii.

Orbirea de inconfort (psihologică) se manifestă ca o senzație de inconfort evaluată numai subiectiv (de exemplu receptarea unui contrast de luminanțe la periferia câmpului vizual produs de diferența de luminanță dintre un corp iluminat direct și plafonul neluminat).

Orbirea indirectă (reflectată) este provocată fie de suprafețe de reflexie (de tipul oglinzilor), fie de suprafețe difuzante imperfecte (în care imaginea sursei se

conturează). Efectul așa-numit „*voal de reflexie*” este de multe ori o diminuare a sensibilității de distingere corectă a sarcinii vizuale

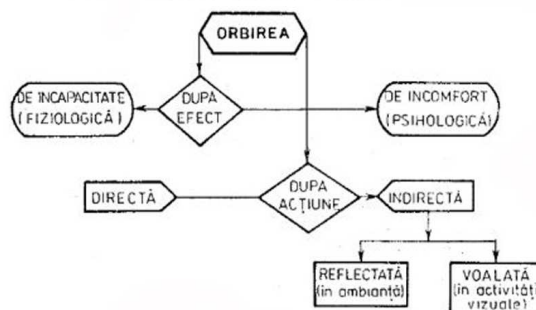


Fig. 7.11. Schema tipurilor de orbire.

• **Orbirea de incapacitate (fiziologică).**

Orbirea de incapacitate se produce la privirea unei surse incandescente sau cu descărcări în vapori metalici de înaltă presiune, când acestea sunt neprotejate, la sursele de lumină de pe un drum sau la vederea farurilor vehiculelor, la privirea directă a soarelui. În general, o luminanță mai mare de 10^5 cd/m^2 provoacă senzația de orbire, șocul fiind cu atât mai puternic cu cât luminanța este mai mare.

Măsurile de protecție se pot lua relativ ușor. Astfel, mascarea surselor de lumină amintite cu reflectoare ce asigură un unghi de protecție corespunzător sau cu materiale difuzante opale sau grătare, constituie elemente de protecție vizuale eficiente. De asemenea, ecranarea ferestrelor cu componente mobile (perdele, draperii, jaluzele, etc.) constituie dispozitive practice ușor de aplicat împotriva orbirii produse în zona ferestrelor, la care soarele are acces direct.

• **Orbirea de inconfort (psihologică).**

Orbirea de inconfort, prin aspectele sale fenomenologice complexe, a pus probleme dificile cercetării în vederea determinării mecanismului său, influenței supărătoare asupra capacității vizuale umane și mecanismului de evaluare a efectelor sale și de limitarea lor.

Astfel, se pot concretiza următorii factori ce intervin în orbirea de inconfort (psihologică) într-o incintă:

- luminanța corpurilor de iluminat;
- numărul și dimensiunea aparentă a acestora;
- luminanța generală a ambianței;
- poziția corpului de iluminat în câmpul vizual.

Ținând cont de aceste aspecte, relațiile matematice la care cercetătorii menționați mai sus au ajuns, se pot concretiza în următoarea formulă:

$$I_G = \frac{L_a^a \Omega^b}{L_f^c p^d}, \quad (7.13.)$$

în care I_G este un indice global de orbire, reprezentând gradul senzației de inconfort:

L_S – sursa perturbatoare,

Ω - unghiul solid sub care se vede sursa perturbatoare din ochiul observatorului,

L_f – luminanța câmpului vizual al observatorului (fondului) pe care se vede sursa perturbatoare,

P – factorul de poziție al sursei.

Iată deci că s-au surprins într-o relație principalii factori ce influențează procesul de orbire. Se remarcă și caracterul de conexiune între fenomenul fizic și exprimarea matematică. Astfel, cu cât luminanța sursei perturbatoare și dimensiunile sunt mai mari, cu atât senzația de orbire este mai accentuată. Cu cât luminanța câmpului vizual este mai mare (se reduce contrastul $L_S - L_f$) și se diminuează senzația supărătoare.

• Orbirea indirectă.

Când această reflexie se produce într-o activitate vizuală, exercitată asupra unei sarcini vizuale, se numește reflexie voalată (sau voal de reflexie sau reflexie de ecran), determinând *orbirea voalată*. Când se manifestă în afara unei activități vizuale este denumită *orbire reflectată*.

Reflexia voalată interesează în mod deosebit pentru efectele sale perturbatoare în activitățile vizuale. În afara orbirii voalate, voalul de lumină reflectată provoacă o scădere a contrastului sarcinii vizuale față de fond, ceea ce conduce la diminuarea capacității de distingere corectă. Un text scris pe o hârtie semi-mată sau lucioasă, în prezența reflexiei voalate, își pierde contrastul, chiar dacă luminanța sarcinii și fondului cresc. Evident efectul este diminuat cu cât difuzia suprafețelor este mai bună. (fig.7.12.)

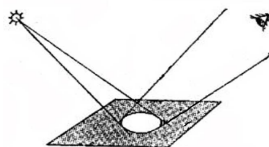


Fig.7.12. Poziția defectuoasă de montaj a corpului de iluminat care determină orbirea reflectată maximă

Orbirea voalată se manifestă asupra observatorului datorită spoturilor strălucitoare produse de reflexia sursei de lumină pe suprafețele mici ale detaliilor sarcinilor vizuale, fețele ce formează contururile detaliului producând, datorită reflexiei, un efect de estompare, de voalare a conturilor.

Având în vedere cercetările menționate, rezultă următoarele concluzii practice pentru sarcinile vizuale de scris și citit:

- luminanța maximă admisă a corpului de iluminat nu va depăși $7 \cdot 10^3$ cd/m² pentru

$E = 1000$ lux și $3,5 \cdot 10^3$ cd/m² pentru $E = 500$ lux,

- unghiul de incidență α pe suprafața de lucru în punctul unde se află sarcina vizuală va fi de 25° , ceea ce corespunde unei reflexii voalate minime,
- evitarea surselor de luminanță mare din zona fondului pe care este privită sarcina vizuală, pentru a evita pierderea concentrării activității vizuale,
- amplasarea corpurilor de iluminat trebuie astfel realizată încât nici o parte a sarcini vizuale și a fondului apropiat să nu fie pe direcția intensității reflectate din reflexia regulată sau în zona imediat apropiată.

7. 1. 6. Iluminatul în spitale.

Problemele cele mai des întâlnite în iluminatul spitalelor nu sunt în primul rând de ordin tehnic. Sunt multe cazuri în care problema se pune în a rezolva contradicția între necesitățile de iluminat ale pacientului și cele ale personalului medical.

S-a stabilit de multă vreme că un pacient va beneficia mai mult de pe urma unui tratament dat dacă este relaxat, din punct de vedere nervos, în timpul șederii sale în spital. De aceea trebuie făcute toate eforturile în vederea creării, acolo unde este posibil în zonele frecventate de pacient, a unui mediu plăcut și odihnitor, care să permită asocierea cu mediul de acasă. În același timp, munca personalului medical trebuie să se desfășoare în condiții de eficiență și securitate, iluminatul cald, de nivel scăzut, poate fi ideal pentru inducerea unui sentiment de confort în mediul înconjurător al pacientului, dar nu este adecvat, pentru efectuarea unei examinări clinice detaliate.

Instalația de iluminat.

Iluminatul interior la spitale se realizează de obicei în următoarele soluții:

- cu lămpi cu incandescență în camerele de spitalizare, grupul operator, grupurile sanitare, grupul gospodăresc, săli de radiologie, subsol tehnic etc.;
- cu lămpi fluorescente în: holuri, săli de așteptare, birouri, scări, cabinete medicale cu diagnostic și tratamente, laboratoare etc.

La determinarea puterii instalate pentru iluminat se ține seama de nivelurile de iluminare prevăzute în STAS 6646-66.

Condițiile iluminatului general

Un factor psihologic de importanță mare, în special pentru bolnavi, este culoarea; o sursă de lumină care asociată cu decorul spitalicesc contribuie la crearea unei ambianțe plăcute, prietenească în ceea ce privește culoarea, va contribui inevitabil la recuperarea multor tipuri de pacienți.

Culoarea prezintă o mare importanță și pentru personalul medical, dar din alt punct de vedere. Principala grijă în acest caz este ca sursele utilizate să redea în modul cel mai real culoarea pielii umane (culoarea pielii și modificările sale fiind una din indicațiile importante privind starea bolnavului).

Lămpile fluorescente tubulare de culoare alb-cald, care asigură o bună redare a culorilor, sunt considerate ca foarte adecvate pentru folosirea în spitale în zonele cu climă mai rece, pentru a produce un sentiment de căldură a mediului înconjurător, în

care veridicitatea redării culorilor nu are importanță majoră. De asemenea, în spitalele din zonele tropicale trebuie folosite lămpi cu lumină rece, tip „lumina zilei”.

Iluminatul de siguranță trebuie instalat în toate zonele de circulație interioară, la ieșiri și în toate celelalte spații în care viața și securitatea ar fi periclitată la întreruperea iluminatului normal.

Soluții specifice de iluminat.

Iluminatul în saloane.

Iluminatul general. În primul rând, saloanele trebuie să aibă un iluminat general care să nu creeze reflexii, deoarece pacienții sunt adeseori obligați să privească din poziția culcat sau semiculcat. Nivelul de iluminare recomandat în zona pacienților este de 100 lux. În saloane posturile surorilor sunt amplasate în zona interioară a clădirii și de aceea sunt adeseori iluminate în totalitate cu lumină artificială.

Iluminatul local. Iluminatul local, la capul patului, acoperind lățimea patului, trebuie să fie la dispoziția pacienților care doresc să citească sau pentru alte activități. Acest iluminat care trebuie să aibă o iluminare locală de la 100-300 lux pentru a suplimenta iluminatul general nu trebuie să deranjeze pacienții din paturile alăturate sau opuse. (fig.7.13)

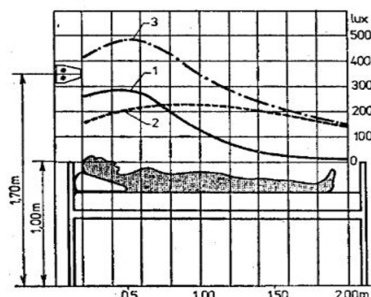


Fig. 7.13. Distribuția iluminărilor într-o secțiune longitudinală: 1-contribuția iluminatului direct; 2- contribuția iluminatului indirect; 3-suma celor două contribuții.

Iluminatul pentru consultație. În cazul în care consultația sau tratamentul unui pacient nu se desfășoară într-o cameră destinată special acestui scop, se pot folosi corpuri de iluminat suplimentare în salon.

Iluminatul de noapte. Trebuie să fie suficient pentru a asigura cantitatea minimă de lumină necesară pacienților și personalului pentru a se orienta în întuneric, după întreruperea iluminatului general.

Iluminatul camerelor bolnavilor. Într-o cameră de spital trebuie să se țină seama de diferite cerințe care trebuie să conducă la alegerea soluției tehnice și a materialului de utilizat. (fig. 7.14.) Cerințele ce conduc la alegerea optimă a materialului de iluminat sunt:

- natura îngrijirilor ce sunt acordate;
- natura camerei.

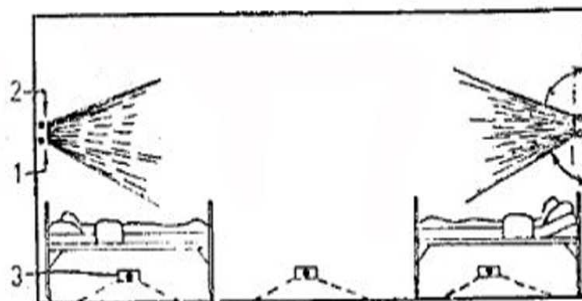


Fig. 7.14. Secțiune printr-o încăpere destinată bolnavilor: 1-iluminatul direct; 2- iluminatul indirect; 3-iluminatul de veghe.

Problema iluminatului camerei de spitalizare trebuie deci studiată sub mai multe aspecte:

- iluminatul de ambianță;
- iluminatul de veghe și de supraveghere;
- iluminatul pentru examinare și îngrijire.

Coridoare. Iluminatul pe coridoare trebuie corelat cu iluminatul din camerele adiacente astfel încât să nu fie o diferență sensibilă în nivelul de iluminare când se trece dintr-o încăpere în alta.

Iluminarea coridoarelor în cursul zilei trebuie să fie de 200-300 lux. Acesta se reduce în timpul nopții la 3-5 lux pentru coridoarele care dau spre saloane și 5-10 lux pentru toate celelalte coridoare.

Iluminatul de siguranță și avarie. Se execută la tensiunea rețelei interioare și se alimentează prin intermediul unui tablou general de siguranță, având comutație manuală pe un grup electrogen de avarie.

Circuitele iluminatului de siguranță se recomandă să se execute cu conductori de cupru, protejați în tuburi IP sau IPE (la subsol). Pentru continuarea lucrului în sălile de operații în caz de avarie în rețeaua electrică de alimentare, se prevăd de obicei:

- o baterie de acumuloare de 12 V pentru alimentarea lămpilor scialitice;
- o baterie de acumuloare de 220 V pentru asigurarea unui iluminat de avarie în grupul operator.

Surse de lumină pentru endoscopie. Se folosesc sisteme de cabluri optice cu sursă de lumină speciale care trebuie să îndeplinească anumite condiții din punct de vedere energetic și al monturilor care să permită o utilizare corespunzătoare în domeniul medical.

Aceste sisteme complexe se folosesc în domenii medicale diverse cum ar fi domeniul stomatologiei. Acest sistem se compune dintr-o stație de lucru ce conține sursa de lumină care alimentează un traseu pe fibrele optice.

Surse de lumină pentru oftalmologie. În oftalmologie se utilizează diferite tipuri de surse etalon pentru investigații. De obicei sursele de lumină pentru

oftalmologi sunt de mici dimensiuni. Un caz special este acela a lămpii Wood pentru oftalmologie.

Sisteme de iluminat pentru instituții medicale. Sistemele de iluminat destinate instituțiilor medicale (spitale, policlinici, dispensare, maternități ș.a.) ridică probleme deosebite atât din punctul de vedere al microclimatului luminos cât și cel al condițiilor de vizibilitate diferite după utilizator: bolnavi, personalul auxiliar și medici. În unele cazuri sunt determinate exigențele impuse de consultația sau intervenția chirurgicală, când medicului trebuie să i se asigure toate condițiile necesare (cabinete, săli de operație), iar în altele este determinant confortul bolnavului (camere salon, saloane de așteptare și recreere ș.a.).

Condiții cantitative. Nivelurile de iluminare variază în limite mari în funcție de destinația încăperii și de utilizator. De asemenea, poate fi redus (seara în camerele de bolnavi) și amplificat (în camere de bolnavi în timpul consultării lor).

În camere destinate consultațiilor sau intervențiilor, distribuția directă sau semidirectă este cea corespunzătoare, date fiind nivelurile ridicate de iluminare necesare.

În camerele bolnavilor distribuția semi-indirectă sau indirectă este cea corespunzătoare ca iluminat general, având în vedere necesitatea unui confort ridicat și poziția permanent orizontală a bolnavilor.

În celelalte încăperi: anexe, birouri, recepție, holuri ș.a.; tratarea este cea obișnuită construcțiilor neindustriale.

Condiții calitative. Calitatea iluminatului este esențială în realizarea confortului, în special în încăperile bolnavilor și în celelalte de trecere, de așteptare și de recreere.

Astfel, distribuția luminanțelor în câmpul vizual în camere trebuie să fie foarte echilibrate, pentru a realiza un iluminat odihnitor și confortabil (ceea ce se obține prin fluxul indirect generator de uniformitate și difuziune necesare în aceste condiții).

În acest scop reflectanțele vor fi crescătoare de la pardoseală (0,2 – 0,4) la pereți (0,4 – 0,6) și plafon (0,7 – 0,9).

Culoarea luminii este o condiție de confort importantă într-un spital sau policlinică, având rolul de a contribui la realizarea unei ambianțe plăcute, intime, în așa fel încât bolnavii să se simtă într-un mediu asemănător celui de acasă, nu într-unul oficial, străin.

În acest scop, două aspecte sunt esențiale: culoare aparentă a surselor și culoare suprafețelor reflectante, ambele trebuind să fie din cadrul zonei calde a spectrului vizibil.

Astfel, pentru încăperile destinate bolnavilor și anexelor, lămpile fluorescente de culoare alb special de lux și alb cald de lux sunt cele mai indicate. În zonele calde (tropicale) sunt recomandate alb lumina zilei de lux. Pentru încăperile în care se cere o bună redare a culorilor (cabinete, medici, tratamente) este indicată lampa fluorescență de culoare alb de lux.

Pentru suprafețele reflectate, culorile calde și estompate sunt corespunzătoare atât pentru zugrăveli cât și pentru placaje de faianță (faianța de culoare albă creează o ambianță devenită „clasică” de spital, fiind neagreabilă).

În scopul examinărilor locale, lămpile incandescente sunt indicate datorită posibilității de concentrare a fluxului și de redare excelentă a culorii.

Modelarea intervine în examinare și intervenții chirurgicale fiind realizate prin lumina direcționată de corpurile de iluminat special destinate acestui scop (dispozitive optice complexe pentru săli de operații și simple pentru tratamente sumare).

Caracteristicile sistemelor de iluminat pentru spitale și policlinici.

Sistemele de iluminat destinate camerelor pentru bolnavi trebuie să îndeplinească următoarele funcțiuni:

- să asigure bolnavilor odihnă confortabilă, destindere și eventual lectură,
- să permită examinarea bolnavilor,
- să creeze condițiile de circulație în tot timpul zilei sau nopții,
- să asigure curățirea încăperii și mobilierului.

Pentru realizarea acestora sunt necesare următoarele sisteme, precizate mai departe.

Iluminatul general (fluorescent), preferabil indirect, la un nivel relativ scăzut de 100 lux, necesar îngrijirii medicale curente (aplicarea medicației orale, urmărirea temperaturii ș.a.), precum și pentru alte servicii uzuale. Comanda se realizează de la ușă.

Iluminatul local la patul bolnavului, care servește activitățile uzuale ale bolnavilor (citit și alte necesități) la un nivel de 100 – 300 lux, orientat astfel încât să nu deranjeze pe ceilalți bolnavi. Luminanța CIL de iluminat trebuie să fie scăzută ($L < 350 \text{ cd/m}^2$), iar comanda evident locală.

În figura 7.15. sunt indicate cele două sisteme de iluminat realizate printr-un corp de iluminat de tip special, care integrează atât iluminatul direct și indirect, cât și locurile de priză, circuitele de alimentare, circuitele de curenți slabi și eventualele circuite tehnologice.

Iluminatul local suplimentar pentru examinări și unele tratamente, numai pentru încăperile speciale în care tratamentul sau examinarea se face chiar în camera bolnavului. Se recomandă un nivel de iluminare impus de categoria operației ca și într-o încăpere specializată.

Iluminatul de veghe care asigură circulația în timpul nopții (0,5 – 1 lux) la nivelul pardoselii cu sursa de lumină eventual albastră.

Iluminatul de supraveghere suplimentar (reduc) de noapte care asigură la capul bolnavului concentrat 5 – 20 lux, pentru a nu deranja pe vecini și care poate fi comandat local de către personal, dar nu și de bolnav.

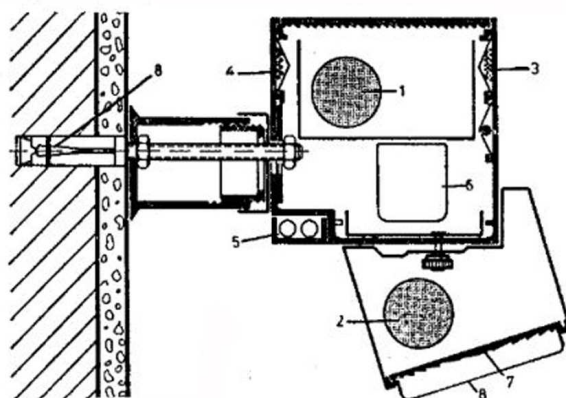


Fig. 7.15. Secțiune printr-un corp de iluminat integrat cu multiple funcțiuni: 1-sursă de lumină indirectă; 2- sursă de lumină directă; 3-canal pentru curenți slabi; 4-canal pentru circuite de alimentare; 5-canal pentru circuite tehnologice; 6-capac transparent de protecție; 7-lentilă de tip Fresnel din plexiglas; 8-grătar difuzant.

În funcție de categoria de confort a spitalului, proiectantul de iluminat va alege sistemele necesare, minimul fiind: iluminatul general, iluminatul local și iluminatul de veghe.

Realizarea sistemelor principal de iluminat se obține prin corpul de iluminat integrat, care dă o distribuție longitudinală a iluminărilor conform cerințelor.

Iluminatul coridoarelor de acces în cursul zilei impun un nivel de iluminare de 200 – 300 lux (inclusiv aportul luminii naturale), iar noaptea 3 – 5 lux sunt suficienți pentru cele în legătură cu saloanele bolnavilor și 5 – 10 lux pentru celelalte, nivelurile scăzute fiind necesare evitării contrastului supărător de noapte, la trecerea dintr-o încăpere în alta. Această variație se poate obține în cele mai bune condiții fie prin comenzi fine sau în trepte, fie prin alte CIL.

Trecerea din camera iluminată de soare pe coridor trebuie să se realizeze la anumite spitale cu evitarea contrastelor inconfortabile. Montarea CIL asimetric (în opoziție față de ușile camerelor) este favorabilă acestui deziderat, în cazul în care coridorul nu este iluminat natural. De asemenea, montarea CIL lateral pe coridor, eventual dirijat, prezintă avantajul că bolnavul transportat pe orizontală în mișcare nu mai vede CIL și interspațiile dintre ele, care i-ar produce o solicitare vizuală perturbatoare.

Sistemele de iluminat destinate cabinetelor și sălilor de tratament și examinare trebuie să aibă două componente:

- Iluminatul general direct (CIL integrate în plafoane duble) sau semidirect (CIL aparente de exemplu de tip FIAG) asigurând un nivel de 300 lux și redarea culorilor;
- Iluminatul local variabil, în funcție de necesități, realizat de CIL specializate (cu surse fluorescente sau incandescente), cu care se poate obține 500 – 1000 lux, pentru

evitarea fenomenului stroboscopic la cabinetele dentare, este obligatorie utilizarea lămpilor incandescente.

Pentru sălile de tratamente intensive se recomandă sisteme de iluminat flexibile din punctul de vedere al variației nivelului de iluminare general și local în funcție de necesitățile tratamentului. Astfel se cere prevederea de CIL mobile pentru concentrarea lor în zona impusă.

Sistemele de iluminat destinate sălilor de operație și nașteri, precum și cele **destinate disecției**, au două componente:

- Sistem de iluminat local specializat destinat câmpului de lucru (operator sau de disecție) amplasat în centrul încăperii, deasupra mesei de operație sau un perete în consolă (mai rar).

Dispozitivul denumit și corp de iluminat scialitic (impropriu lampă scialitică) posedă multe surse de lumină montate în CIL cu reflector, care concentrează fluxul luminos pe o suprafață mică ($\approx 500 \text{ cm}^2$) corespunzătoare câmpului operator, asigurând o uniformitate foarte bună, evitând umbrele sau contrastele în zona de intervenție, oricare este poziția medicului chirurg care operează și cea a pacientului. Nivelul de iluminare impus de normele României este 3000 lux, pe plan internațional recomandându-se niveluri mai ridicate (10000 – 30000 lx).

CIL scialitice sunt echipate cu surse de lumină incandescentă de construcție specială cu două filamente:

- filamentul obișnuit de lucru racordat la rețeaua de distribuție;
- filamentul suplimentar de vară racordat la o sursă independentă (baterie de acumulare cu sistem de comutare automat) capabil să asigure același nivel de iluminare.

De asemenea, pentru asigurarea reglajului, dispozitivele cuprinzând ansamblul de CIL sunt echipate cu sisteme de reglaj mecanice sau electro-mecanice care permit amplasarea lor judicioasă în raport cu câmpul operator.

În cazul unor încăperi ale policlinicilor, pentru intervenții rapide, de natură superficială, se pot utiliza și CIL scialitice portative, ușor manevrabile, la care sursa de energie independentă trebuie să fie montată chiar pe stativul său.

Sistemul de iluminat general este amplasat paralel cu conturul încăperii, realizând un nivel de iluminare în funcție de nivelul local (la 3000 lux local se alege $E_m = 300 \text{ lux}$, $E_m \geq 1000 \text{ lux}$).

CIL de iluminat sunt integrate în plafonul fals, echipate cu panou difuzant, permițând o curățire simplă și frecventă a lor. Sursele de lumină sunt lămpi fluorescente de culoare armonizată cu lămpile incandescente și cu o foarte bună redare a culorilor.

În scopul adaptării vizuale în încăperile adiacente nivelul de iluminare trebuie să fie cel puțin 50% din nivelul iluminatului general al camerei de operație.

Camere de tratamente cu raze necesită un nivel scăzut de iluminare (sub 100 lux) și un sistem confortabil uniform distribuit și cu componentă de flux superior.

Laboratoarele de analize cu mobilier fix pot fi echipate cu un sistem de iluminat general localizat în zona de lucru efectivă.

Pentru asigurarea condițiilor de securitate în instalațiile medicale se prevăd, în afara sistemelor de iluminat de siguranță menționate și sisteme de iluminat de evacuare, marcare hidranți incendiu, veghe și continuarea lucrului.

Distribuția fluxului luminos.

Distribuția fluxului luminos reprezintă alegerea corectă a procentului de flux inferior și superior, prin intermediul corpurilor de iluminat considerate, deci un factor cantitativ care are profunde implicații calitative prin acțiunea sa asupra distribuției luminanțelor în câmpul vizual.

Astfel, fluxul inferior creează contraste accentuate în câmpul vizual, iar fluxul superior ridicând iluminarea (luminanța) plafonului diminuează contrastele. Rezultă deci că în încăperile de lucru cu sarcini vizuale în relief, proporția de flux inferior trebuie să fie cât mai mare (în încăperile de înălțime medie și mare $\Phi_{\text{I}} \rightarrow 100 \% \Phi_{\text{C}}$), iar încăperile de lucru cu sarcini vizuale plane (scris, citit, desenat, cercetare de laborator etc.) trebuie prevăzută o proporție de flux superior cu atât mai mare cu cât se cere o uniformitate a luminanțelor mai bună, în câmpul vizual (se poate alege $\Phi_{\text{S}} \% \rightarrow 30-45 \% \Phi_{\text{C}}$).

Pentru încăperile de agrement, de odihnă și similare, unde distribuția uniformă și moderată a luminanțelor este determinantă de cele mai multe ori ar fi indicat ca fluxul superior să fie mai mare decât cel inferior, dacă condițiile economice o permit.

Alegerea corespunzătoare a proporțiilor, în special în astfel de încăperi, este o problemă estetică necesitând o colaborare strânsă între inginerul de iluminat și arhitect.

În concluzie alegerea corpului de iluminat corespunzător și din punctul de vedere al distribuției fluxului luminos este un factor cantitativ determinant în realizarea microclimatului luminos.

7.2. Cromatica. Culoarea

Un alt factor de ambianță fizică care influențează consumul de energie al întregului organism uman, starea de oboseală cât și rezultatele cantitative și calitative ale muncii îl constituie culorile sau ambianța cromatică.

Științele care stau la baza ergonomiei scot în evidența efectele fiziologice și neuro-psihice pe care cromatica obiectelor le exercită asupra omului.

Caracteristici: diversele porțiuni de lumină albă (radiații electromagnetice cu lungimi de undă cuprinse între 380 și 780 nm) generează în analizatorul vizual senzația anumitor culori.

Dintre parametrii care caracterizează culorile se cuvine menționate:

- *nuanța spectrală* – determinată de lungimea de undă prin care pot fi diferențiate culorile.
- *luminozitatea* – determinată de adausul alb sau negru.
- *puritatea* – determinată de adausul de gri.

Cercetările și experiențele făcute de specialiști au demonstrat că îmbinarea culorilor poate (în condiții de temperatură medie) să influențeze și să modifice senzația de confort, să afecteze funcționalitatea și solicitarea diferitelor organe anatomice, să influențeze psihicul omului.

În tabelul 7.5 sunt prezentate sintetic aceste efecte produse de culori asupra omului.

În ceea ce privește culorile, trebuie reținute câteva constatări generale:

- culoarea este cu atât mai caldă cu cât se apropie de roșu și cu atât mai rece cu cât este mai dominant albastru;

- culorile închise au efect depresiv, descurajant, negativ;

- culorile prea vii sunt prea obositoare;

- culorile deschise au efect stimulant, vesel pozitiv.

Combinațiile de culori folosite la vopsirea clădirilor, încăperilor, utilajelor, mobilierului, echipamentelor etc. trebuie să urmărească în primul rând efectul cromatic utilitar și în al doilea rând estetica. Bineînțeles că între două sau mai multe combinații posibile de culori cu același efect utilitar se va adopta varianta cea mai estetică.

Tab. 7.5. Efectele fizio-psihice ale culorilor

Culoarea	Efectele fiziologice	Efecte neuro-psihice
roșu	- crește presiunea sanguină - ridică tonusul muscular - activează respirația	- culoare foarte caldă - stimulator general - stimulator intelectual senzație de apropiere în spațiu
portocaliu	- accelerează pulsațiile inimii - menține presiunea sanguină - favorizează secreția gastrică și digestia	- culoare caldă - stimulent emotiv - senzație de apropiere foarte mare în spațiu
galben	- influențează funcționarea normală a sistemului cardiovascular	- culoare caldă - culoarea cea mai veselă - stimulează vederea - calmant al psihonevrozelor - senzația de apropiere în spațiu
verde	- scade presiunea sanguină - dilată vasele capilare	- culoare rece - culoare liniștitoare - impresie de prospețime - facilitează deconectarea nervoasă - senzația de depărtare în spațiu
albastru	- scade presiunea sângelui - scade tonusul muscular - calmează respirația și frecvența pulsului	- culoare foarte rece - culoare liniștitoare - în exces, conduce la depresii - senzația de depărtare în spațiu
violet	- crește rezistența cardio-vasculară - crește rezistența plămânilor	- culoare rece - culoare neliniștitoare, descurajantă - senzația de apropiere foarte mare în spațiu

Alegerea culorilor pentru o încăpere, pentru mobilierul, utilajele, instalațiile sau uneltelor aflate în zona de lucru trebuie să se facă ținând seama de principalii factori fizici ai culorilor, care rezidă în caracteristicile de reflectare și de absorbție a luminii.

În tabelul 7.6. sunt prezentați coeficienții de reflexie ai culorilor pentru cele mai uzuale tente de culori.

Tab. 7. 6. Coeficienții de reflexie ai culorilor

Culoarea	Reflexia lumini(%)	culoarea	Reflexia lumini(%)
Alb	85	CULORI ÎNCHISE	
CULORI DESCHISE		Gri închis	30
Crem alburui	75	Portocaliu	25
Gri deschis	75	Roșu viu	13
Galben deschis	75	Cafeniu	10
Bej deschis	70	Albastru	8
Verde deschis	65	Verde închis	7
Bleu deschis	55	Negru închis	3
Roz deschis	51	CULORI DE LEMN	
CULORI MIJLOCII		Arțar	42
Galben	65	Paltin	34
Gri	55	Stejar	17
Verde	52	Nuc	16
Albastru	35	Mahon	12

După cum se poate constata, culorile deschise reflectă lumina într-o proporție mult mai mare decât cele închise. Astfel, între albul strălucitor, care reflectă lumina în proporție de 85%, și negrul, care absoarbe aproape întreaga lumină 97%, restul culorilor prezintă variații foarte mari.

La stabilirea cromaticii locului de muncă trebuie să se țină seama de următoarele condiții specifice:

- conținutul muncii și solicitările executanților (fiziologice și neuro-psihice);
- funcțiile încăperii și ale fiecărui obiect;
- senzația de confort ambiant sau de stimulare neuro-psihică;
- menajarea vederii;
- ușurarea percepției senzoriale;
- posibilitatea de întreținere a curățeniei în funcție de specificul producției;
- estetica locului de muncă.

Ordinea de abordare și numărul acestor condiții nu sunt riguroase. În funcție de specificul activității este posibil ca cerințele coloritului să fie mai numeroase, iar succesiunea lor să fie modificată.

Ținând seama de conținutul muncii, de funcțiile încăperii și ale fiecărui obiect în parte, este necesar ca suprafețele să asigure un anumit contrast vizual. La suprafețele mari, acest contrast se poate realiza prin culori cu coeficienți de reflexie similari, dar fără contraste de densitate a luminii, care produc tulburări vizuale. De asemenea, la

amenajarea locului de muncă propriu-zis trebuie evitate diferențele de luminozitate; contrastul dintre obiecte și uneltele de muncă sau planul de lucru poate să fie asigurat prin culori cu coeficienți de reflexie diferiți.

Suprafețele mici de câțiva centimetri ale obiectelor care trebuie să iasă în evidență se vor vopsi în culori stridente, cu contraste puternice de reflexie și de densitate a luminii. Această cerință se va aplica în special la sistemele de comandă, mânere, manivele, volante, capete terminale și butoane, cu condiția ca suprafața acestora să nu fie mare. Contrastul cel mai puternic se poate obține prin culorile galben și negru. În general nu trebuie făcut exces de contrast de culori; obiectele care atrag privirea prin contrast să nu depășească 3-5 culori.

Având în vedere funcțiile diferitelor suprafețe ale încăperilor pentru ambianța luminoasă a muncii, este necesar ca prin colorit fiecare suprafață să asigure un anumit grad de reflexie. Astfel, plafonul va fi zugrăvit în culori mate cu reflexie mare; partea superioară a pereților să nu fie în contrast cu pereții și tâmplăria, iar baza sau soclul să fie mai închisă, dar în armonie cu restul. Bordura să fie în culoare închisă, iar pardoseala să aibă o culoare cu un coeficient de reflexie 15-30%.

Pentru mobilierul birourilor se recomandă culori deschise cu coeficienți de reflexie de 30-50%. Când se folosesc culori închise, mobilierul trebuie lustruit. În orice caz suprafețele superioare ale birourilor nu se vor vopsi sau acoperi cu materiale de culoare închisă.

În tabelul 7.7. se pot vedea coeficienți medii de reflexie recomandați pentru diferite suprafețe interioare.

Tab. 7. 7. Coeficienți medii de reflexie pentru suprafețe interioare

Suprafața	Coeficient de reflexie
A plafonul	85
B pereții	50-60
C soclul	20-40
D baza	15-20
E pardoseala	15-30
F birouri și bancuri de lucru	30-50
G alt mobilier și utilaje	25-30

În figura 7.16. este prezentată în tridimensional repartizarea culorilor pe suprafețe mari ale încăperilor, așa cum sunt recomandate în tabelul de mai sus.

Pentru conducte și instalații există un cod al culorilor adoptat pe plan internațional; fiecare culoare reprezintă un anumit conținut. De exemplu, conductele de apă se vopsesc în gri sau negru, cele de gaze sau lichide cu nocivitate chimică în galben, cele cu gaze explozive în roșu, iar cele de combustibil lichid în albastru. Această simbolizare are rolul de a menaja concentrarea, memoria și atenția operatorilor și a împiedica accidente ce s-ar putea produce prin manevrarea greșită a vanelor sau pompelor.

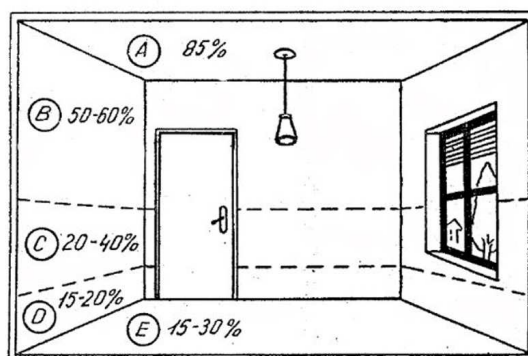


Fig. 7.16. Repartizarea culorilor pe suprafețe mari ale încăperii.

Din cele expuse rezultă modul în care culorile contribuie la crearea unui climat propice la locul de muncă.

Pentru a răspunde cerințelor organizării științifice a producției și a muncii, cromatică locului de muncă trebuie să preocupe cadrele de conducere tehnică și economică. Inginerul, arhitectul, ca și cei răspunzători cu întreținerea administrativ-gospodărească trebuie să învețe folosirea ergonomică a culorilor pentru a crea omului, în mediul său de muncă, ambianța cromatică funcțională.

După cum s-a arătat anterior din efectele fiziologice și psihologice ale culorilor, există culori calde și culori reci. Culorile calde sunt culori dinamice (de mișcare) în timp ce culorile reci sunt culori statice, calmante și odihnitoare. Culorile calde sunt recomandate pentru a fi utilizate cu precădere în spațiile reci, cu temperatură scăzută pentru a le însufleți, a le dinamiza și pentru a da senzația de căldură și de apropiere. Culorile reci sunt recomandabile pentru spații supraîncălzite, acolo unde se produc degajări mari de căldură sau unde însăși sursa de căldură este vopsită în culori calde. Aceste culori pot da senzația de răcoare și de o bună aerisire.

Astfel, roșul, portocaliul și galbenul considerate, percepute și trăite ca și culori calde, sunt și ele însele culori ale unor obiecte și fenomene din natură pe care oamenii le-au perceput din totdeauna și care printre altele au și calitatea de a genera senzații de cald, deschidere, lumină etc.: soarele, focul, sângele, flacăra etc. în mod similar, culorile reci, verde, albastru și violetul sunt și culorile spațiilor imense, ale cerului, întinderilor de apă, umbrei, frigului etc.

Deschiderea sau închiderea psihologică a unui spațiu, ca și mărimea sau micșorarea lui din punct de vedere perceptiv o putem, prin urmare, realiza destul de bine prin utilizarea simultană sau alternativă, contrastantă sau continuă a unor game variate de tonalități și intensități cromatice, alese în funcție de dimensiunile și caracteristicile funcționale ale spațiului. Culorile deschise și intense, având o putere de iradiere mai mare decât cele închise, au calitatea de a da senzația de mărire a unui spațiu.

Prin iluzie perceptivă s-a demonstrat faptul că perețele de culoare deschisă dispus pe un fond închis, spre deosebire de perețele de culoare închisă care atunci când se afla într-un câmp deschis par mai mici.

Negrul dă senzația de închidere, intrare, retragere, sobrietate, micșorare, interiorizare, în timp ce albul, ca explozie de lumină, induce senzația de deschidere, ieșire, depășirea unui cadru, mărire.

Culorile luminoase sunt indicate pentru spații mici, înguste și întunecoase în ideea de a le face mai luminoase și a le „mări”, a crea senzația de spațialitate.

Dimpotrivă, culorile întunecate sunt indicate pentru spații deschise și puternic luminate pentru a le centra și delimita, pentru a crea zone dominante și a le da un sens, și structură perceptivă.

Cu ajutorul culorilor putem în același timp crea și senzația de apropiere sau îndepărtare în spațiul, putem „îndepărta” sau „apropia” obiectele într-un spațiu. Culorile deschise măresc și îndepărtează, iar culorile închise micșorează și apropie după cum culorile calde dau senzația de apropiere iar cele reci de îndepărtare și spațialitate.

Un panou, perete, zid etc. colorat în roșu cald sau portocaliu roșcat este perceput ca fiind mai apropiat decât este în realitate, după cum în cazul nuanțelor albastre reci, lucrurile stau invers. Singurele culori care sunt neutre din acest punct de vedere, adică sunt în poziția lor reală din spațiu sunt verdele și galbenul. Senzația de clausturare pe care o creează un spațiu prea mic poate fi anihilată prin tonul deschis al unei culori reci care îndepărtează, spațiază, dă impresia de mai mare.

Culorile calde și luminoase creează o bună dispoziție, dau impresia de prospețime și au un efect stimulat reconfortant. Albastru și verdele dau o senzație de liniște. Violetul este nu numai o culoare rece dar creează o stare psihică descurajatoare. Galbenul, dimpotrivă, înveselește prin luminozitatea sa mare, încântă ochiul și stimulează plăcut. Cenușul este deprimant. În general, majoritatea cercetărilor au demonstrat faptul că atunci când este vorba de culori pure, culorile luminoase sunt vesele, declanșează și întrețin stări afective pozitive, de entuziasm, optimism și încredere, în timp ce culorile întunecate au efecte contrare: induc stări de tristețe, declanșează stări afective negative, de reținere, teamă, neîncredere. Griul-deschis induce stări de tristețe și monotonie, în timp ce rozul sau portocaliul-deschis inspiră optimism, încredere, veselie.

De asemenea, orice culoare își schimbă tonalitatea și intensitatea în raport cu alte culori ce o înconjoară. Marea artă a armoniei cromatice constă tocmai în stăpânirea cât mai perfectă a valorilor combinațiilor și echilibrului cromatic. Se spune că cea ce contează nu sunt culorile în sine ci valorile cromatice care se obțin prin combinarea, dispunerea, armonizarea și echilibrarea diferitelor tonuri și nuanțe cromatice.

Culoarea este un mijloc de expresie, de comunicare și proiecție a tendințelor și pulsuniilor interioare, a trăirilor și atitudinilor proprii structurii personalității noastre.

Pentru culori se folosește un test ce se bazează pe preferința de culori numit testul color Luscher. Testul este unul cromatic cu ajutorul căruia, pe baza selecției în ordine a

preferinței unui set de culori, se poate realiza o autocunoaștere adecvată a caracteristicilor de personalitate.

O variantă complexă este formată din 7 seturi diferite de culori, conținând 73 culori formate în 25 de nuanțe diferite și solicitând în testare 43 de alegeri diferite de realizat. O altă variantă restrânsă este formată din 8 culori: albastru-întunecat, verde albastrui, roșu-oranj, galben strălucitor, violet, maro, negru și gri-neutru.

7.3. Zgomotul

Zgomotul depinde de condițiile particulare de muncă și de viață, conducând la stări psihice și fiziologice nocive pentru oamenii supuși acestuia.

Zgomotul constituie un factor principal al oboselii și nervozității și influențează negativ atât nivelul cantitativ al muncii prestate, cât și starea de sănătate a oamenilor.

Ca fenomen sonor, zgomotul este determinat în principal de trei caracteristici fizice: frecvența, presiunea acustică sau intensitatea.

Presiunea acustică (intensitatea) se măsoară, de regulă, în decibeli (decibelul zero corespunde celui mai slab sunet), iar pragul de audibilitate este variabil în raport de frecvență. Suprafața de audibilitate este prezentată (fig. 7.17.)

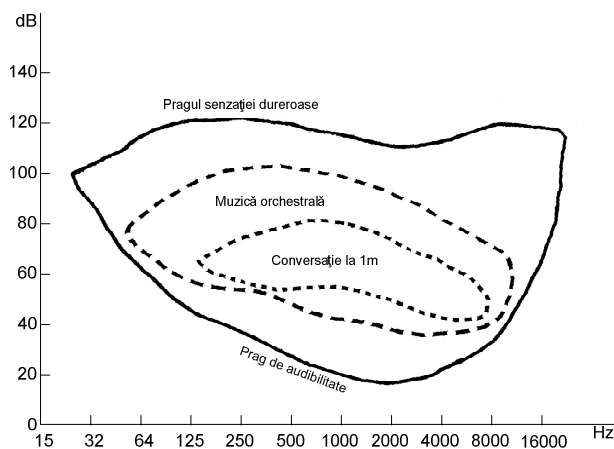


Fig. 7.17. Suprafața de audibilitate

Organul auditiv comportă:

- un sistem de percepere format din urechea exterioară;
- un sistem de transmitere format din urechea medie și internă;
- un sistem de percepere constituit din căile nervoase ce există între ureche și centrii nervoși din creier.

Urechea externă: realizează penetrarea sunetelor care fac să vibreze timpanul. *Urechea medie*: transmite vibrațiile de la timpan printr-un sistem de oscilare: ciocan, nicovală și scăriță. *Urechea internă*: preia sunetele transmise de urechea medie și le propagă până la membrana basiliară care intră în vibrație în funcție de frecvența sunetelor recepționate.

Audiția este realizată cu ajutorul căilor nervoase prin intermediul cărora impulsurile ajung în creier unde sunt integrate și percepute ca sunete.

Pe baza corelării dintre intensitate și frecvența zgomotului s-au stabilit curbele de zgomot (CZ) pentru diferite activități.

În ce privește timpul maxim de expunere la zgomot în funcție de intensitate (fig. 7.18.) este de subliniat că la peste 130 dB timpul de rezistență a organului auditiv este de cca. 10-20 sec. Fără a se semnaliza modificări, iar în 120 dB doar câteva minute după care se instaurează diverse tulburări de audiere.

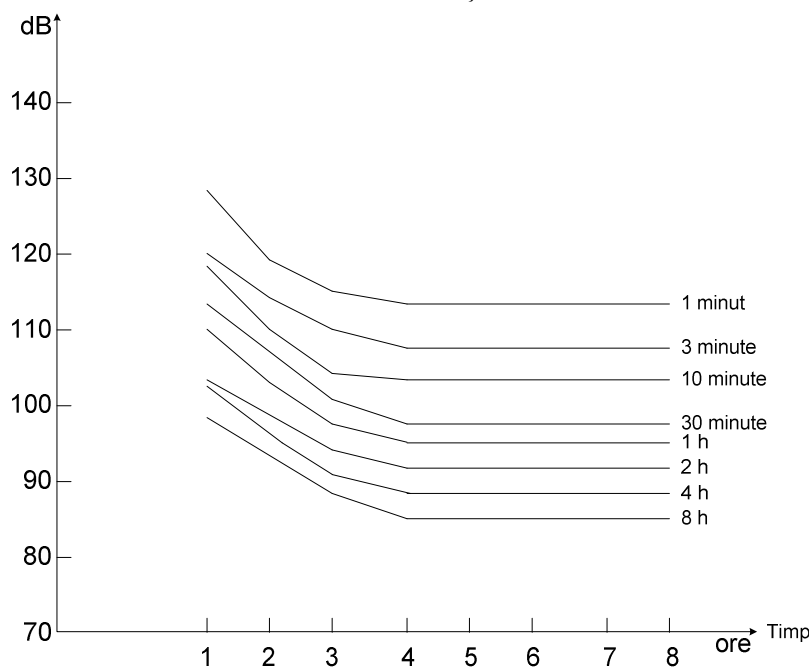


Fig. 7.18. Timpul maxim de expunere la zgomot

Efectele zgomotului. De regulă, zgomotul declanșează o stare de „alertă” a organismului (opusă somnului), favorizând inconfortul.

Eliminarea zgomotelor. Operațional, problema prevenirii și combaterii zgomotului trebuie să aibă în vedere în principal următoarele direcții:

- stabilirea originii zgomotului;
- eliminarea surselor generatoare;

- atenuarea propagării și protecția individuală (când eliminarea totală a sursei generatoare nu este posibilă);
- izolarea fonică a încăperilor;
- acoperirea cu carcase fonoizolante și fonoabsorbante a pieselor sau ansamblurilor de piese care produc zgomote;
- prevederea de atenuatoare de zgomot speciale la mașinile unelte care produc zgomote de natură aerodinamică;
- micșorarea suprafețelor metalice mari (carcase, capace) care radiază zgomote, prin acoperirea cu materiale fonoabsorbante;
- înlocuirea, pe cât posibil, la mașinile unelte în special, a mișcărilor rectilinii prin mișcări de rotație și a operațiilor cu șocuri sau fără.

Parametrii acustici

Nivelul presiunii sunetului SPL corespunde la valoarea RMS a presiunii sunetului de la microfonul aparatului. Se măsoară în dB (prin conversie din N/m^2) și reprezintă o evaluare obiectivă a energiei unei sonore.

Dacă scopul măsurărilor se concentrează pe efectul zgomotului asupra ascultătorului, atunci trebuie luată în considerație și frecvența sunetului. Cea mai utilizată scară este în acest caz dB (A). Atunci când sunetul este măsurat pe scara dB (A), rețeaua de ponderare corespunzătoare amplifică sau atenuează selectiv diferite frecvențe. Acest proces poate fi asemănat cu ajustarea controlului tonului la un amplificator modern hi – fi. Suma nivelurilor de presiune la diverse frecvențe se numește nivel sonor.

Unele aparate (de exemplu motoare sau ventilatoare electrice) produc o energie sonoră intensă la o anumită frecvență (centrată pe o frecvență centrală de 60 Hz sau pe armonicele acestei frecvențe). Deși nivelurile de presiune sonoră ar putea fi mari, nivelul sonor ponderal este cu 20 dB (sau chiar mai mult) mai scăzut, deoarece urechea omenească nu este prea sensibilă la sunete sub 500 Hz. Pe lângă scara A, unele sonometre au și scări C și D. Aceste scări specializate sunt utilizate pentru evaluarea sunetelor conținând componente de ton pure și intense.

Scara pentru măsurătorile acustice este definită astfel:

Nivel de presiune a sunetului:

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \cdot \log_{10} \cdot \frac{p}{p_0} [dB] \quad (7.14.)$$

unde:

L_p este nivelul de presiune a sunetului (sau SPL);

p este presiunea sonoră, care se măsoară în N/m^2 ;

p_0 este presiunea sonoră de referință, de obicei este $20 \mu Pa$ ($20 \cdot 10^{-6} N/m^2$) corespunzătoare propagării sunetului în aer.

De exemplu, dacă valoarea RMS a presiunii sonore este $2 N/m^2$, atunci:

$$\log_{10}\left(\frac{p}{p_0}\right) = \log_{10} \frac{2}{0,00002} = \log_{10} 100,000 = 5$$

$$L_p = 100 \text{ dB}$$

O modificare a nivelului presiunii acustice cu 3dB produce un efect subiectiv abia perceptibil asupra auzului, o modificare cu 5 dB are un efect clar perceptibil, iar creșterea cu 10dB a nivelului sonor dă senzația unui sunet de două ori mai tare.

Nivelul zero de decibeli nu înseamnă absența zgomotului, ci implică faptul că nivelul zero este egal cu nivelul de referință. Datorită unităților logaritmice, creșterile și scăderile normale nu pot fi folosite direct proporțional pentru cantitățile exprimate în dB. Două surse sonore, fiecare producând un nivel al presiunii sonore de 60dB atunci când măsurate izolat, nu vor produce 120 dB atunci emit simultan. Pentru a ajunge la nivelul corect, să considerăm două presiuni instantanee ale sunetului, provenite de la două surse și măsurate într-un punct în spațiu. Dacă aceste presiuni individuale sunt $p_1(t)$ și $p_2(t)$, atunci presiunea totală este:

$$p_{tot}(t) = p_1(t) + p_2(t) \quad (7.15.)$$

Media în timp a presiunii pătrate este:

$$\overline{p_{tot}^2} = \frac{1}{T} \int_0^T [p_1(t) + p_2(t)]^2 dt$$

deci:

$$\overline{p_{tot}^2} = \overline{p_1^2} + 2\overline{p_1 p_2} + \overline{p_2^2} \quad (7.16.)$$

unde bara de peste termeni denotă cantitatea mediată în timp.

În cele mai multe cazuri de surse de zgomot independente, ele nu sunt coerente și de aceea nu apare o interferență semnificativă a părților frontale ale undelor. În acest caz, putem considera că $\overline{p_1 p_2} = 0$.

$$\text{Atunci:} \quad \overline{p_{tot}^2} = \overline{p_1^2} + \overline{p_2^2} \quad (7.17.)$$

$$\text{Dar} \quad p_1 = p_2$$

$$\text{Deci:} \quad \overline{p_{tot}^2} = 2\overline{p_1^2} \quad (7.17'.)$$

Deci, dacă avem două surse similare, se dublează presiunea pătrată medie. Dacă înlocuim în ecuația nivelului de presiune a sunetului, atunci obținem:

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \left(2 \frac{p_1^2}{p_0^2} \right) \quad [dB] \quad (7.18.)$$

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{p_1^2}{p_0^2} \right) + 10 \cdot \log_{10} 2 \quad [dB] \quad (7.19.)$$

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{p_1^2}{p_2^2} \right) + 3 \quad [dB] \quad (7.20.)$$

Deci: Noul L_p = Vechiul L_p + 3 dB
(2 surse) (o singură sursă)

Dublând numărul de surse, nivelul presiunii sunetului va crește cu 3 dB, o următoare dublare va crește valoarea inițială cu 6 dB etc.

Pentru a măsura expunerea la zgomot zilnic, s-au dezvoltat mai multe metode. Pentru situațiile în care nivelurile de zgomot fluctuează în cursul unei zile, se utilizează nivelul de zgomot ponderat A echivalent (L_{Aeq}). Este o valoare integrată în nivelul mediu al energiei sunetului pe parcursul unei perioade de măsurare.

L_{Aeq} este definit ca fiind nivelul de sunet continuu care ar avea o energie sonoră echivalentă cu sunetul real măsurat, de-a lungul aceleași perioade de timp.

$$L_{AeqT} = 10 \cdot \log_{10} \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 \cdot dt \quad (7.21.)$$

unde: T este perioada totală de măsurare

$p_A(t)$ este presiunea acustică instantanee ponderată A

p_0 este presiunea acustică de referință (20μPa)

Nivelul de expunere sonoră, SEL (Sound Exposure Level) a unui eveniment sonor discret este definit ca nivelul constant care, dacă este menținut pentru o perioadă de o secundă, ar furniza aceeași energie acustică ponderată A către receptor ca însuși evenimentul real, studiat (mai precis, ca nivelul L_{eq} , măsurat în timpul de măsură T (fig. 7.19).

Acesta este deci un L_{AeqT} (sau L_e), care este normalizat pe o perioadă de o secundă = SEL.

Dacă ponderea de timp este I, atunci SEL devine IEL.

$L_{EP,d}$ reprezintă nivelul de expunere la zgomot, personal, zilnic (daily personal noise exposure level).

$L_{EP,d}$ este nivelul sonor constant care, dacă este menținut peste 8 ore, are aceeași energie ca L_{eq} ponderat A , extins într-un timp de expunere T_e .

Conform figurii 7.20 avem:

L_{AeqT} = nivelul mediu de zgomot ponderat A echivalent, în timpul de expunere (T_e);

T = timpul real de măsurare;

T_e = timpul de expunere.

Timpul de expunere (T_e) poate fi selectat utilizând diverse variante asigurate de sonometre.

De aceea, se poate investiga efectul diverșilor timpi de expunere asupra $L_{EP,d}$.

Un semnal impuls este un puls de presiune singular care se petrece într-un timp foarte scurt (în jur de 35 ms sau mai puțin), având un vârf de amplitudine, urmat de mici oscilații care dispar într-o perioadă de aproximativ 1s.

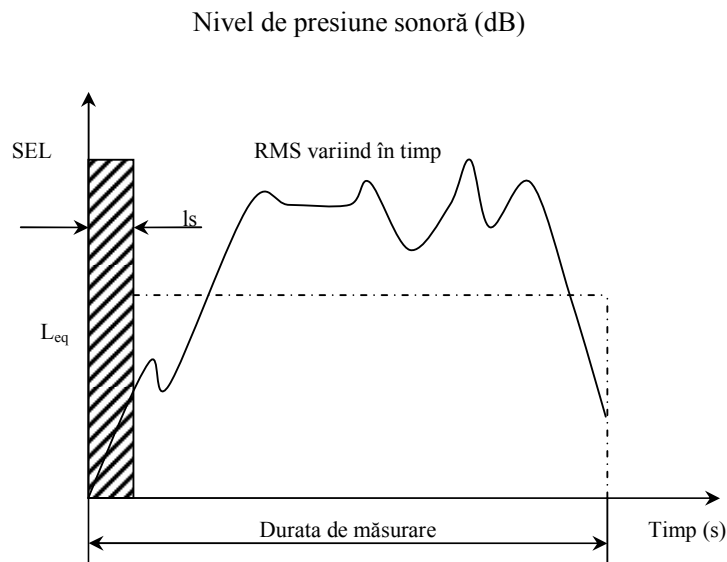


Fig. 7. 19. Comparația între SEL și Leq ponderat

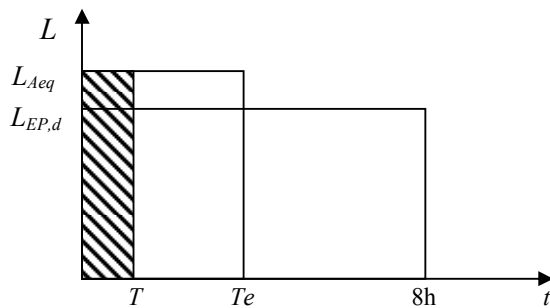


Fig. 7.20. Comparația dintre $L_{EP,d}$ și L_{AeqT} .

7. 4. Vibrațiile

Vibrațiile apar de obicei în urma șocurilor, a forțelor de frecare sau a solicitărilor alternative mecanice sau magnetice, iar dacă se depășește nivelul admis de recomandările fiziologice provoacă perturbări organice grave, cu implicații negative asupra stării de sănătate a oamenilor.

Relația dintre frecvența vibrațiilor (cicluri/sec) și amplitudinea lor (în cm) este prezentată în figura 7.21.

În ce privește frecvența dominantă a vibrațiilor pot fi categorisite astfel:

- *sub 15 Hz* sunt în general vibrațiile provocate autovehiculele de transport.
- *15-40 Hz* caracterizate prin amplitudini importante, se regăsesc îndeosebi în construcții și lucrări publice.
- *40-300 Hz* se regăsesc în general la utilajele folosite în minele de fier, siderurgie și metalurgie.
- *Peste 300 Hz* vibrațiile se regăsesc la unele mașini unelte, de exemplu polizoarele cu viteze mari de rotație.

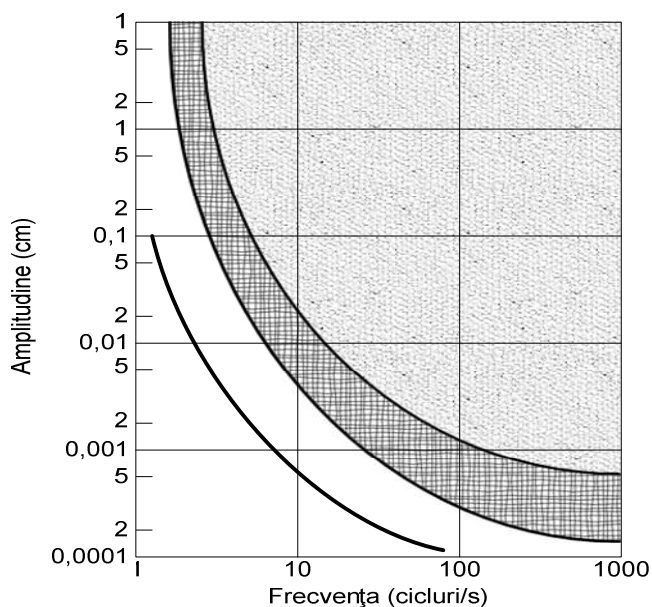


Fig. 7. 21. Relația dintre frecvența și amplitudinea vibrațiilor

7. 5. Microclimatul

Sub denumirea de „**microclimat**” se includ: temperatura aerului, viteza curenților de aer și umiditatea relativă a aerului. Între acești factori există o interdependență (fig. 7.22.).

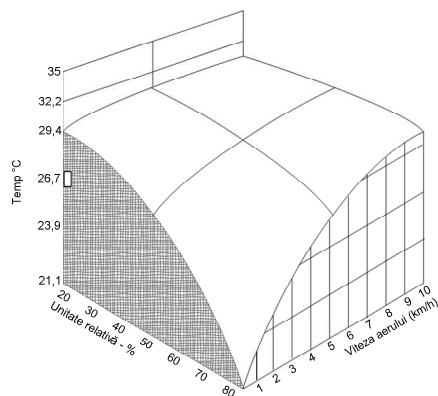


Fig. 7.22. Dependența factorilor care caracterizează microclimatul

Efectele temperaturii aerului asupra performanțelor omului în procesul muncii nu sunt încă cunoscute dar practica a demonstrat că unele temperaturi influențează negativ randamentul de muncă.

Termoreglarea pune în mișcare mecanisme fizice și mecanisme fiziologice. Mecanismele fizice realizează schimbul de căldură între corpul omenesc și mediul ambiant. Temperatura centrală și cutantă, în funcție de temperatura aerului la omul dezbrăcat și în repaus, este prezentată în figura 7.23.

Asigurarea unui microclimat corespunzător este dependent și de ventilația aerului în incintele respective. În acest sens, se recomandă următoarele valori ale ventilației aerului:

- A – 0,3 m/min aer proaspăt pe m² de sol pentru activitățile de muncă activitățile de muncă curentă;
- B – 0,45 m/min aer proaspăt pe m² de sol pentru activitățile de muncă unde se constată noxe sub diferite forme;
- C – 0,15 m/min aer proaspăt pe m² de sol pentru birouri.

Pentru alte locuri de desfășurare a diverselor activități se recomandă:

- nivelul B pentru mari magazine, săli de conferințe, biblioteci, săli de clasă, etc.;
- nivelul C pentru muzee, gări;
- nivelul A pentru spitale;
- 0,6 m/min/m² pentru săli de operație.

- **Măsurarea mediului termic**

- a. Temperatura de bulb uscat (dry – bulb)**

În multe case este obișnuit să vezi un termometru pe perete în hol sau în camera de zi. Sunt termometre din sticlă cu mercur, care măsoară temperatura aerului.

Termometrele din sticlă cu mercur măsoară așa numita temperatură de bulb (rezervor) uscat (DB) – temperatura gazelor constitutive ale aerului.

Deși temperatura de bulb uscat indică starea termică a aerului, există și alți factori cu efect la fel de important asupra pierderii sau acumulării de căldură a operatorului.

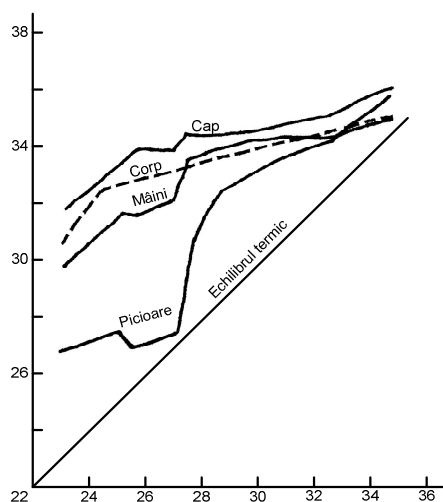


Fig. 7.23. Variația temperaturii corporale în funcție de temperatura aerului înconjurător

- b. Umiditatea relativă și temperatura de bulb umed**

Umiditatea relativă este o noțiune utilizată pentru a descrie presiunea vaporilor de apă din aer la o temperatură dată. Ea reprezintă presiunea vaporilor de apă la o temperatură dată, exprimată ca procent din presiunea vaporilor de apă saturați la aceea temperatură (fig 7.24.).

În mod obișnuit, în practica ergonomică se fac trei măsurători distincte ale temperaturilor aerului. Pe lângă temperatura bulbului uscat, se măsoară și temperatura bulbului umed (WB) și temperatura globului (GT).

Temperatura de bulb umed se măsoară în mod tradițional cu un termometru din sticlă cu mercur. Peste bulbul (rezervorul) termometrului se pune un manșon de bumbac umed, iar măsurătoarea se face după ce se permite termometrului și manșonului să se stabilizeze la temperatura ambiantă. Temperatura de bulb umed nu depinde doar de temperatura de bulb uscat, ci și de umiditatea relativă a aerului. Evaporarea apei din manșon răcește bulbul termometrului. Rata răcirii prin evaporare depinde de umiditatea aerului înconjurător. Temperaturile de bulb uscat și umed pot fi

folosite pentru a calcula umiditatea relativă. În mod obișnuit, acest calcul se realizează cu ajutorul diagramelor psihrometrice. Când aerul este complet saturat (umiditatea relativă este 100%), apa nu se mai evaporă de pe bulbul umed al termometrului, nu mai are loc nici o pierdere de căldură prin evaporare la bulb, iar temperatura de bulb umed va fi egală cu cea de bulb uscat. În toate celelalte cazuri, temperatura de bulb umed este mai scăzută decât temperatura de bulb uscat (fig. 7.24.).

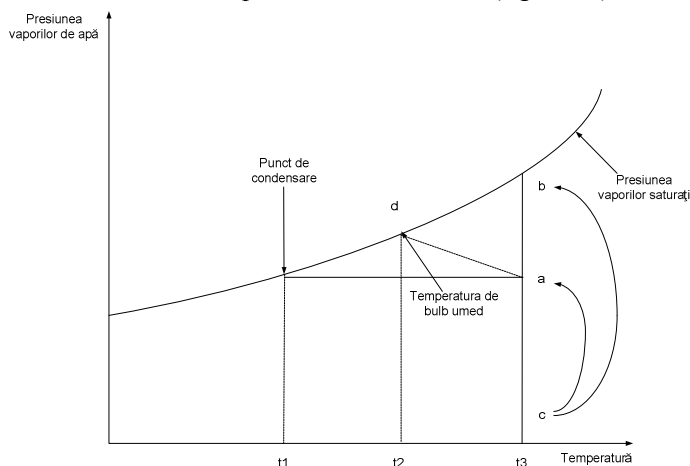


Fig. 7.24 Relația dintre temperatură, presiunea vaporilor, punctul de condensare și temperatura de bulb umed.

c. Temperatura globului

O altă măsurătoare importantă a temperaturii ține cont de efectele căldurii radiante. Este cunoscută sub numele de temperatură a globului.

În mod tradițional, rezervorul termometrului din sticlă, cu mercur este amplasat într-o sferă metalică vopsită în negru mat.

Sfera absoarbe orice temperatură radiantă (de la soare sau de la obiecte) și încălzește termometrul. Căldura radiantă poate fi o sursă importantă de încălzire termică a ființei umane. În multe situații, măsurarea temperaturii globului este esențială dacă trebuie evaluată adevărata natură a mediului termic.

d. Mișcarea aerului

La evaluarea efectelor temperaturii asupra oamenilor, este important să se țină seama și de mișcarea aerului. Ea moderează efectele temperaturilor înalte și exacerbează problemele la temperaturi joase. Mișcarea aerului se măsoară utilizând anemometre mecanice (la care viteza de rotație a axului este proporțională cu viteza aerului) sau anemometre cu sârmă fierbinte, care sunt aparate electrice unde mișcarea aerului răcește o sârmă încălzită.

- **Evaluarea practică a mediilor calde**

Evaluarea practică a mediilor calde este importantă mai ales deoarece pot reprezenta un pericol cu acționare rapidă pentru sănătate.

Condițiile de microclimat pot fi urmărite utilizând indici termici simpli, de exemplu indicele de temperatură a globului cu bulb umed WBGT (wet bulb globe temperature) sau temperatura globului umed WGT (wet globe temperature). Indicele WBGT este utilizat în ISO 7243 (ISO 1982) ca o metodă simplă de evaluare a mediilor calde. Pentru condițiile din interiorul clădirii și în afara clădirii, fără încărcarea solară, avem:

$$\begin{aligned} \text{WBGT} &= 0,7\text{WB} + 0,3\text{GT} \\ \text{WBGT} &= 0,7 \cdot 17 + 0,3 \cdot 24 = 19,1^{\circ}\text{C} \approx 19^{\circ}\text{C} \end{aligned} \quad (7.22.)$$

În afara clădirii, cu încărcare solară, indicele este:

$$\begin{aligned} \text{WBGT} &= 0,7\text{WB} + 0,2\text{GT} + 0,1\text{DB} \\ \text{WBGT} &= 0,7 \cdot 17 + 0,2 \cdot 24 + 0,1\text{DB} = 18,8^{\circ}\text{C} \approx 19^{\circ}\text{C} \end{aligned} \quad (7.23.)$$

unde: WB – temperatura bulbului umed

GT – temperatura globului negru (diametru de 150 mm)

DB – temperatura aerului (a bulbului uscat)

Programele de aclimatizare, se dovedesc utile. Este foarte important să nu se producă deshidratarea (pierdere prin transpirație din greutatea corpului mai mare de 4%) sau să aibă o temperatură internă a corpului inacceptabil de ridicată (mai mare de $38 - 38,5^{\circ}\text{C}$).

- **Evaluarea practică a mediilor reci**

În mediile reci sunt valabile aceleași idei generale descrise pentru mediile calde. Se poate utiliza un indice simplu, numit indicele de răcire a vântului WCI (wind chill index).

$$\text{WCI} = (10 \cdot \sqrt{V + 10,45} - V)(33 - t_a) \quad (7.24.)$$

unde: V - viteza aerului (m/s)

t_a – temperatura aerului ($^{\circ}\text{C}$)

Correspondența dintre diferitele valori ale indicelui de răcire a vântului și efectele lui asupra omului este următoarea (tab. 7.8):

Tab. 7.8.

WCI	Efect
200	Plăcut
400	Răcoros
1000	Rece
1200	Foarte rece
1400	Părțile expuse ale corpului îngheață
2500	Intolerabil

Temperatura extremităților corpului (mâinilor și picioarelor) prezintă un interes deosebit. Expunerea prelungită poate să conducă la un disconfort puternic și la pierderea Dexterității. În general, se consideră că temperatura mâinii peste 20 – 25°C ar menține confortul și activitatea. Temperaturile mâinii mai mici de 10 – 15°C sunt de obicei nesatisfăcătoare, deși ele nu produc îmbolnăviri. Efectele asupra activității vor depinde de durata de expunere. Frigul poate să producă un disconfort mare și are efecte asupra comportamentului și concentrării. Lipsa de concentrare reduce capacitatea de efort fizic și mental.

Indicii raționali pot fi utilizați pentru a prezice izolarea necesară dată de îmbrăcăminte, confortul termic și, de asemenea, timpii de expunere admisibili.

- **Evaluarea practică a mediilor moderate**

Măsurătorile fizice. Analiza măsurătorilor fizice se desfășoară în două etape. În prima etapă se obțin de la instrumentele de măsurare temperatura aerului, temperatura radiantă principală, umiditatea relativă și viteza aerului, pentru fiecare punct de măsurare și se determină, de asemenea, producerea de căldură metabolică și valorile de izolare date de îmbrăcăminte. În a doua etapă se determină gradul de disconfort. Măsurătorile subiective sunt analizate separat și completează măsurătorile fizice.

Temperatura și viteza aerului au fost măsurate direct, utilizând anemometrul cu sârmă fierbinte.

Temperatura radiantă principală (RTR) se obține din temperatura globului (GT), corectată pentru temperatura aerului DB și viteza aerului (V).

Dacă temperatura radiantă principală este apropiată de temperatura camerei, atunci:

Tab. 7.9. Umiditatea relativă, determinată cu ajutorul temperaturilor de bulb uscat și umed

Temperatura de bulb uscat	Temperatura de bulb umed									
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
12	100									
14	79	100								
16	62	81	100							
18	49	64	82	100						
20	37	51	66	83	100					
22	28	40	54	68	83	100				
24	20	31	43	56	69	84	100			
26	14	24	34	45	58	71	85	100		
28	9	18	27	37	48	59	72	85	100	
30	5	12	21	30	39	50	61	73	86	100

$$RT = GT + 2,44 \cdot \sqrt{V \cdot (GT - DB)} \quad (7.25)$$

$$RT = 24 + 2,44 \sqrt{0,15(24 - 21)} = 24 + 1,63 = 25,63 \approx 26^{\circ}\text{C}$$

unde temperaturile sunt în $^{\circ}\text{C}$ iar viteza aerului în $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Umiditatea relativă se calculează cu ajutorul temperaturilor de bulb uscat și umed.

Tabelul 7.10. prezintă valorile tipice.

Tab. 7.10. Valorile estimate pentru izolarea dată de îmbrăcăminte

Tipul de îmbrăcăminte	Izolarea îmbrăcăminte (CLO)
Fără îmbrăcăminte	0
Haine de vară ușoare (pantaloni scurți, cămăși cu mânecă scurtă, șosete ușoare, pantofi ușori)	0,3
Haine de lucru ușoare (lenjerie ușoară, cămăși de bumbac cu mânecă lungă, pantaloni lungi subțiri, șosete, pantofi)	0,65
Costum subțire (incluzând lenjeria etc.)	1,0
Costum gros (sacou, pantalon, lenjerie etc.)	1,5

Tabelul 7.11. ne furnizează valorile producerii de căldură metabolică pentru diverse activități, iar tabelul 7.10. ne prezintă valorile de izolare pentru diferite tipuri de îmbrăcăminte.

Tab. 7.11. Estimările producției de căldură metabolică

Activitatea	Producția metabolică de căldură W/m^2
Așezat, fără mișcare	58
În picioare, relaxat	70
În picioare, muncă ușoară cu mâinile	100
Operare la calculator	70
Conducere auto	70 - 100

Determinarea disconfortului termic pentru întreg organismul. Unul dintre cei mai utilizați indici pentru confortul termic este votul major prezis (PMV) al lui Fanger (1970), care este utilizat în ISO 7730 (ISO 1984).

Pe o scară a senzației termice cu șapte trepte, se integrează valorile temperaturii aerului, temperaturii radiante principale, vitezei aerului, umidității, îmbrăcămintii și activității. Valorile indicelui sunt cuprinse între $\text{PMV} = 3$ (fierbinte), prin $\text{PMV} = 0$ (neutru), la $\text{PMV} = -3$ (rece). Indicele $\text{PMV} = 0$ semnifică confortul termic.

Pornind de la valoarea PMV, se calculează valoarea procentului prezis al insatisfacției (PPD). Aceasta este legată de procentul de oameni care este posibil să se

plângă de condițiile termice. Valorile PMV și PPD sunt prezentate în tabelul 7.12 și tabelul 7.13 pentru diverse condiții de mediu.

Valorile PMV pentru temperatura aerului, îmbrăcăminte și activitate

(se presupune: temperatura radiantă principală = temperatura aerului, viteza aerului = 0,15m/s și umiditatea relativă = 50%; izolarea îmbrăcăminte = 0,65 CLO; metabolismul = 70W/m².)

Tab. 7.12.

Îmbrăcăminte (CLO)	Activitatea (W/m ²)	Temperatura (°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

Dacă temperatura crește de la 18°C la 24°C, rezultă că PMV = 0, această valoare este corespunzătoare senzației de confort.

Utilizând tabelele 7.12. și 7.13. alăturate, se observă că:

$$\text{PMV} = 0; \text{PPD} = 5\%.$$

Tab.7.13. Interpretarea valorilor PMV după senzația termică și procentul prezis al satisfacției (PPD)

Senzație	Rece	Răcoros	Ușor rece	Neutru	Ușor cald	Cald	Fierbinte
PMV	-3	-2	-1	0	1	2	3
PPD (%)	-	75	25	5	25	75	-

Disconfortul termic local. Condițiile termice pot produce efecte asupra unor zone locale ale corpului, nu doar asupra întregului organism. De exemplu, aerul rece care se deplasează la gleznele operatorului poate cauza un curent. Cele mai obișnuite forme de disconfort local sunt cauzate de răcirea datorită mișcării aerului, pierderilor de căldură datorate radiațiilor asimetrice (curent radiant cauzat de situarea muncitorului lângă un perete sau o fereastră rece) și gradientilor termici.

Mișcările aerului rece (în special în condițiile fluctuante) trebuie evitate peste 0,5m/s, mai ales pentru zonele expuse ale pielii și dacă subiectului deja îi este frig. Asimetria radiantă nu trebuie să depășească 10°C (mai puțin în cazul tavanelor încinse), iar gradientul de temperatură pe verticală să nu fie mai mare de 3°C.

Observarea generală a locurilor de muncă, măsurătorilor vitezei aerului la cele trei înălțimi (gleznă, piept și cap) și temperaturile radiante principale vor furniza indicații asupra unui posibil disconfort local.

Uscăciunea este o senzație legată de viteza aerului, umiditate și temperaturile aerului și, de obicei, se datorează evaporării fluidelor din ochi, nas și gură, conducând la diverse probleme. Disconfortul local și alți factori precum uscăciunea și satisfacția generală ar trebui de asemeni investigați cu ajutorul metodelor subiective.

Reacții subiective. Analiza reacțiilor subiective implică determinarea mediei reacției și a variațiilor reacției.

Diverși autori au determinat sferele de confort la diverși factori ambientali. În figura 7.25 se prezintă o astfel de determinare în care sunt incluși, în afara factorilor de ambianță fizică cu întâlnire frecventă și pe care i-am prezentat în acest capitol (iluminatul, zgomotul, vibrații etc.) și factori cu întâlnire mai rară sau specifici numai unor anumite activități (monoxidul de carbon, pierderile termice, radiațiile atomice etc.).

Coroana circulară a figurii 7.25 indică câmpul de toleranță al zonei de confort. În afara zonei se situează condițiile de disconfort.



Fig. 7.25 Sfera de confort pentru diverși factori ai ambianței fizice

8. Ambianța psihosocială

Ambianța psihosocială a muncii se realizează prin confluența a trei categorii de factori:

- *psihosociali*: intercunoaștere, intercomunicare; interinfluențare; climatul psihosocial;
- *psihologici*: simpatie – antipatie; particularități temperamentale; nivelul aspirațiilor; preocupări extraprofesionale;
- *caracterul și stilul conducerii*.

8.1. Intercunoașterea (*percepția interpersonală*) este un proces de cunoaștere interpersonală, de comunicare extralingvistică. Amplitudinea și calitatea intercunoașterii sunt în funcție de doi factori:

- a) *obiectivi*: - felul activității;
- dispoziția spațială;
- b) *subiectivi*: - atenția – atenția involuntară sau selectivă.

Rețelele orizontale de comunicație pot avea diferite forme, ele grupându-se în două categorii (fig. 8.1)

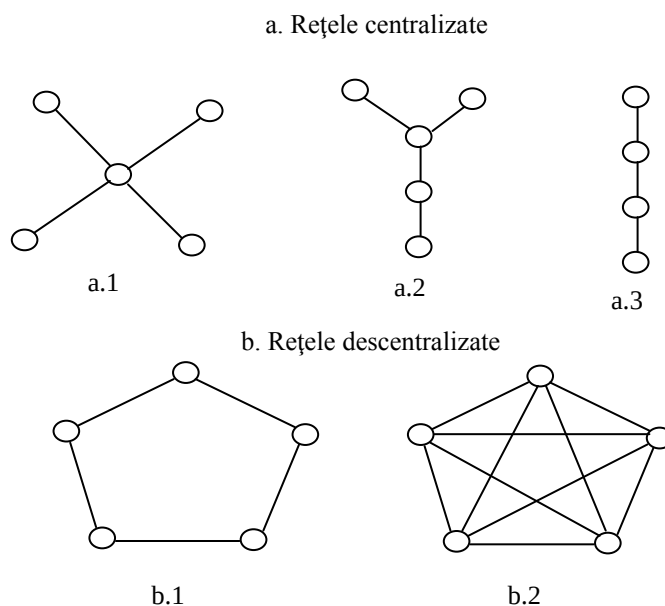


Fig. 8.1 Rețele orizontale de comunicații

a) *rețelele centralizate* în care un singur membru al colectivului, de regulă șeful, poate comunica direct cu toți ceilalți.

b) *rețele descentralizate* care permit tuturor membrilor colectivului să comunice direct între ei, ușurează procesul comunicării interpersonale și intercunoașterea.

8.2. Climatul psihosocial este influențat de:

- a. structura colectivului de muncă;
- b. compoziția colectivului de muncă;
- c. caracterul relațiilor dintre membrii colectivului și între aceștia și șeful colectivului;
- d. personalitatea și comportamentul individual al membrilor colectivului de muncă;
- e. caracterul și stilul conducerii.

8.3. Temperamentul a constituit obiectul de reflexie și interpretare de foarte mult timp, poate și pentru că manifestările sale erau mai evidente decât alte elemente a personalității.

Tipurile temperamentale au ca mecanism fiziologic tipurile de sistem nervos, dar nu se rezumă la caracteristicile acestora din urmă. Sintetic, tipurile temperamentale pot fi caracterizate astfel:

- a) *temperamentul sanguin* se caracterizează printr-o mare rezistență la efort.
- b) *temperamentul flegmatic* ceea ce caracterizează comportamentul flegmatic este inerția care își pune amprenta pe întreaga sa activitate;
- c) *temperamentul coleric* are tendința spre impulsivitate, puțin stăpân pe sine, nerăbdător, exploziv emoțional, înclinat spre stări de alarmante și spre exagerare.
- d) *temperamentul melancolic* are o capacitate relativ redusă la efort, mai ales în situații de suprasolicitare. Reacțiile îi sunt lente și adesea neadecvate. Capabil de muncă migăloasă.

9. Adaptarea omului la muncă

9.1. Cunoașterea profesiilor

Adaptarea omului la muncă constituie o componentă esențială a optimizării relației om – muncă – mediu. Pentru a se realiza, în mod științific adaptarea omului la muncă este necesar să se parcurgă următoarele etape: cunoașterea profesilor, cunoașterea personalității, orientare profesională, selecția profesională, pregătirea profesională, integrarea în muncă.

Deoarece toate componentele activității sunt strâns legate de condițiile în care acestea se desfășoară, orice analiză a profesiei este precedată de o caracterizare generală a muncii respective, care presupune o cunoaștere a:

1. *importanței social / economice*;
2. *operațiilor de muncă pregătitoare* – principale și auxiliare;
3. *modului de organizare a muncii*, individuale sau în colectiv;
4. *condițiilor de igienă*, alternanței schimburilor, condițiilor mediului fizic ambiant;
5. *condițiilor economice*: retribuții, asigurări sociale;
6. *pregătirii profesionale necesare*: cultura generală și cultura de specialitate;
7. *influenței profesiei asupra personalului*: asupra sănătății, a psihicului; modalităților de stimulare a măiestriei și creației profesionale.

După cunoașterea caracteristicilor generale ale profesiei se trece la studierea calităților și contraindicațiilor psihologice, putându-se folosi următoarea schemă orientativă:

1. *sfera psihosenzorială*: sensibilitatea absolută și diferențială a organelor de simț;
2. *motricitatea*: tempoul mișcărilor, ritmul, forța, coordonarea și precizia mișcărilor;
3. *sfera intelectuală*: inteligența, particularitățile atenției, spiritul de observație, memoria, imaginația, gândirea (operațiile gândirii necesare pentru rezolvarea problemelor specifice profesiei studiate);
4. *particularitățile psihice necesare muncii*: dezvoltarea intelectuală generală; aptitudini speciale; temperamentul și caracterul;
5. *sfera emoțională și volițională*: sentimentele trăite în timpul muncii, contraindicațiile psihologice în domeniul afectivității (impulsivitate, panică etc.); procesele voliționale;
6. *factori psihologici dinamici ai productivității muncii*: interesele și motivația pentru muncă; adaptabilitatea; gradul de oboseală și monotonie;
7. *influența profesiei asupra personalității omului*: nivelul cultural general, sfera senzomotorie, aptitudini, temperamentul și caracterul.

9.2. Cunoașterea personalității

A doua etapă în adaptarea omului la muncă o reprezintă cunoașterea personalității. După ce s-au stabilit caracteristicile profesiei și, pe această bază, s-au precizat cerințele profesiei față de om, trebuie văzut în ce măsură aceste cerințe pot fi sau nu onorate de persoanele avute în vedere să învețe profesia respectivă sau de cele care urmează să fie încadrate în unitate.

Definirea personalității constituie o problemă dificilă. S-au inventariat cca. 50 de definiții ale personalității, fiecare acoperind doar parțial domeniul considerat.

1. *Aptitudinile* reprezintă însușiri fizice sau psihice care permit omului să desfășoare cu succes o anumită formă de activitate. În constelația personalității, aptitudinile constituie latura instrumentală prin care intervenim asupra lumii înconjurătoare, modelând-o în funcție de necesitățile noastre.

2. *Temperamentul*. Se știe că oamenii se comportă diferit în situații similare. Unii intră mai repede în acțiune, alții sunt mai lenți; unii sunt mai calmi, alții mai agitați; unii se stăpânesc, alții sunt irascibili; unii își exteriorizează emoțiile, alții și le rețin; unii, în condiții dificile, își mobilizează toată energia, alții, în aceleași condiții se descurajează.

3. *Caracterul* reprezintă ansamblul trăsăturilor esențiale și durabile ale persoanei, ce determină un mod constant de conduită. Prin cunoașterea trăsăturilor de caracter ale unei persoane se poate anticipa, cu destul de multă probabilitate, comportamentul acesteia într-o împrejurare sau alta.

9.3. Orientarea profesională

Orientarea profesională reprezintă una din etapele adaptării științifice a omului la muncă, ce succede cunoașterii posibilităților oamenilor de a răspunde acestor cerințe.

Prin orientarea profesională se înțelege acțiunea de îndrumare, îndeosebi a tineretului, în vederea alegerii traseului profesional, în funcție de gradul de concordanță dintre cerințele diferitelor profesii și posibilități personale ale candidaților.

9.4. Selecția profesională

Selecția profesională reprezintă una dintre etapele adaptării științifice a omului la muncă prin care se asigură forța de muncă calificată necesară unităților economice. Prin selecție profesională se înțelege alegerea dintr-un grup de persoane pregătite profesional pe acelea care întrunesc, la un nivel superior, cerințele profesiilor și al locurilor de muncă vacante.

În acțiunea de selecție profesională trebuie să se țină seama de următoarele criterii:

1. numărul de posturi vacante;
2. cerințele posturilor de muncă stabilite pe baza analizei și descrierii postului;
3. calificarea profesională, experiența în muncă și calitățile personale ale solicitanților;
4. preferințele solicitanților privind locul de muncă.

Drept condiții preliminare acțiunii de selecție profesională trebuie avut în vedere următoarele:

1. descrierea și analiza detaliată a tuturor posturilor de muncă din unitate care să pună în evidență atribuțiile și responsabilitățile ce revin titularilor de post.
2. stabilirea metodelor de selecție profesionale care vor fi utilizate, a instrumentelor și probelor care se vor folosi pentru cunoașterea și alegerea candidaților, corespunzător cerințelor posturilor de muncă vacante;
3. folosirea unor surse de informare prin care să se facă cunoscute locurile vacante și condițiile de încadrare.

9.5. Pregătirea profesională/calificarea

O latură importantă în procesul adaptării omului la muncă o constituie pregătirea profesională a viitorilor angajați. Pregătirea profesională comportă atât instruirea profesională, cât și dezvoltarea pe linie cultural – morală, alternarea muncii intelectuale cu cea fizică. Această acțiune se realizează cu ajutorul colectivului școlar și apoi cu ajutorul colectivului de muncă din unitate.

Deprinderile de muncă pot fi foarte numeroase în funcție de specificul profesiilor. Totuși, la majoritatea profesiilor, există următoarele deprinderi de bază:

1. de proiectare cu ajutorul cărora omul își reprezintă rezultatele muncii sale, ale produselor pe care urmează să le realizeze (alcătuirea, descifrarea și folosirea schițelor);
2. organizatorico – tehnologice;
3. de efectuare a diferitelor operații de muncă specifice;
4. de planificare, organizare a muncii și autocontrol.

Pentru formarea deprinderilor practice de muncă trebuie să se țină seama de următoarele condiții:

1. *instrucția verbală*;
2. *modelul acțiunii*;
3. *exercițiul*, condiție fundamentală a formării deprinderilor;
4. *întărirea prin control și prin autocontrol*;

Acestea se realizează în următoarele etape distincte:

1. *orientarea și familiarizarea cu acțiunea*;
2. *învățarea analitică*;
3. *organizarea și sistematizarea acțiunilor*;
4. *sintetizarea și integrarea operațiilor*;
5. *perfecționarea deprinderilor*;

Datorită introducerii calculatoarelor, automatizării și monitorizării proceselor, sistemele tehnice au devenit foarte complexe. Cu toate că automatizarea elimină câțiva angajați, cei ce vor rămâne vor avea o responsabilitate mai mare. Ei supraveghează sistemul, participă la planificarea lui, efectuează comanda și controlul acestuia. În acest mediu complex, erorile umane pot avea consecințe grave.

Operatorul nu poate fi întotdeauna considerat la baza acestor erori. Acestea pot apare datorită greșelilor de design al mediului de lucru sau lipsei de instruire. În situații de criză, cum operatorii nu au mult timp la dispoziție, au tendința să acționeze intuitiv. Decizia poate fi logică și rațională, dar sistemele tehnice nu sunt proiectate pentru inputuri raționale și logice, și astfel o eroare ‘umană’ este comisă. Ideea transferului de instruire apare deseori în acest context. În situații de urgență indivizii acționează după stereotipul învățat în prealabil.

9.5.1. Stabilirea necesității instruirii

Pentru stabilirea necesității instruirii, trebuie luate în considerare atât tipul activității, cât și caracteristicile individuale ale instruiților (fig.9.1.).

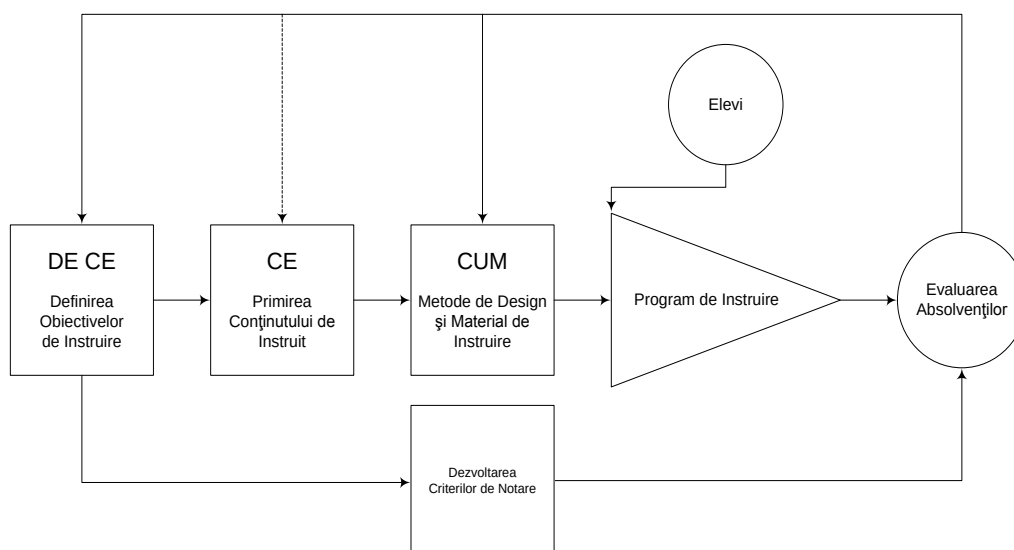


Fig. 9.1 Dezvoltarea și evaluarea programului de instruire
(adaptat după Eckstrand, 1964)

În primul rând se definește obiectivul instruirii care explică de ce este necesară instruirea. Din obiectivul instruirii se dezvoltă ‘criteriile cantitative’, care exprimă cât de bine ar trebui să stăpânească cursanții noțiunile după terminarea acestuia. Acesta reiese din evaluarea eficienței programului de instruire. Criteriile cantitative sunt prezentate ca țeluri concrete, care pot fi măsurate în timpul cursului de instruire.

După ce s-au clarificat obiectivul instruirii și criteriile cantitative, se definește conținutul instruirii.

9.5.2. Determinarea conținutului instruirii și metodelor de instruire

Tipul instruirii depinde de tipul sarcinii. În tabelul 9.1. se prezintă diferența dintre sarcinile bazate pe îndemânare și cele bazate pe cunoștințe. În cazul celor bazate pe îndemânare, după un timp acestea se învață atât de bine, încât devin automate. În cazul celor bazate pe cunoștințe, operatorul trebuie să recunoască scenariul și după aceea să decidă ce să facă.

Opțiunile prezentate în tabel sunt tradiționale. Multe cercetări arată faptul că metodele de instruire netradiționale, cum ar fi simularea pe calculator sau sistemele TV interactive, nu sunt la fel de eficiente.

Tab. 9.1.

Tipul calificării	Exemple de sarcini	Opțiuni de instruire
Bazate pe îndemânare	Îndemânare manuală: asamblare	La locul de muncă, antrenare
Bazate pe reguli	Organizarea locului de muncă proceduri de siguranță	La locul de muncă, antrenare, în săli de curs
Bazate pe cunoștințe	Rezolvarea problemei: etichetarea activității	În săli de curs, rezolvarea problemei la locul de muncă

9.5.3. „De ce?”, „Ce?” și „Cum?” în procesul de instruire

În tabelul 9.2., sunt prezentate două scenarii diferite: instruire pentru învățarea unei meserii noi, și instruire pentru îmbunătățirea performanțelor de lucru.

Tab. 9.2.

Dezvoltarea:	Instruire	
Obiectivelor		
Conținutului		
Materialelor	Meserie nouă	Îmbunătățirea performanțelor
DE CE? Definirea obiectivelor de instruire		
- Raporturi despre activitate		X
- Raporturi despre calitate		X
- Feedback despre clienți / pacienți		X
- Feedback despre angajați		X
CE? Însușirea conținutului instruirii		
- Informarea angajaților	X	X
- Experimentarea cu situații similare	X	X
- Opțiunile experte	X	X
CUM? Metode de design și materiale de instruire		
- Analiza sarcinilor	X	X
- Discuții cu angajați	X	X
- Experimentarea cu situații similare	X	X

În dezvoltarea instruirii sunt trei stagii: obiectivul, conținutul și designul corespunzător celor trei întrebări fundamentale „De ce?”, „Ce?”, „Cum?”.

În primul stagiul („De ce?”), instruirea necesită un diagnostic printr-un feedback de la clienți/pacienți, angajați și raporturi despre activitate și calitate. Feedbackul necesită un scenariu existent. Pentru slujbe noi nu există un feedback direct, cum nu există raporturi despre activitate sau reclamații de la clienți/pacienți.

Analiza activităților noi începe în stagiul doi („Ce?”). Pentru un scenariu nou analiza trebuie bazată pe experiențe exterioare, convenții. Feedbackul lipsește, dar se pot trage concluzii la locul de muncă din experiențe similare, sau se poate solicita părerea unui expert din exterior.

În al treilea stagiul („Cum?”), programul de instruire este proiectat în detaliu. Aceste detalii sunt bazate pe gradul de familiarizare cu scenariul de lucru, și sunt derivate din analiza sarcinilor de lucru și prin discuții cu angajații.

9.5.4. Utilizarea analizei sarcinilor

Analiza sarcinilor a fost utilizată intensiv în dezvoltarea programelor de instruire. Scopul principal în utilizarea acestei analize este cea de a înțelege în detaliu sarcina propusă, și prin aceasta instruirea a ceea ce este absolut necesar. Analiza sarcinilor are aplicație și în proiectarea sistemelor de siguranță, și în proiectarea stațiilor de lucru.

În analiza sarcinilor, activitatea este descompusă pe componente:

- Serviciile
- Datoria
- Sarcina
- Sub-sarcini
- Activitatea

Scopul descompunerii ierarhice este cel de a da o descriere logică a diferitelor activități care constituie serviciul. (tab. 9.3).

Tab. 9.3.

Sarcina	1. Interfața cu suportul fizic, interfața cu softul	2. Rânduri vizuale și manuale	3. Răspunsul așteptat	4. Feedback-ul operatorului	5. Criteriul de performanță	6. Critica Acțiunii
1.						
1.1.						
1.2.						

Tab. 9.3. continuare

DESCRIEREA SARCINII					ANALIZA SARCINII				
Sarcina sau numărul etapei	Instrument sau control	Activitate	Rând pentru inițiere	Remarci	Scanarea necesităților perceptuale anticipatorii	Necesități de memorare	Necesități de interpretare	Necesități de manipulare	Erori umane
1.									
1.1.									

9.6. Integrarea în muncă

Prin integrarea în muncă se înțelege procesul complex de includere a persoanei în colectivul de muncă al unității prin însușirea cerințelor de natură profesională, socială și psihologică ale colectivului și conturarea unei conduite adecvate acțiunilor eficace în cadrul acestuia.

Disponibilitățile integrative ale persoanei, factorul subiectiv al integrării psihosocio-profesionale, se referă la:

1. *pregătirea profesională*: nivelul calificării; felul pregătirii (rigidă sau flexibilă); gradul de cunoaștere a sarcinilor de muncă; experiența în muncă și profesie.
2. *trăsăturile de personalitate* dintre care mai importante pentru realizarea integrării sunt: interesul pentru muncă și profesie; dorința autodezvoltării; încrederea în sine; flexibilitatea comportamentală; sociabilitatea

10. Mentenanță prin design ergonomic

O dată cu utilizarea computerelor și a aparatelor automatizate s-a pus problema menținerii acestora în stare de funcționare. Operatorul are nevoie de cunoștințe în domeniul electronicii, hidraulicii, pneumaticii și a programării. Este important ca încă de la început aceste echipamente să conțină în memorie procesul de întreținere pentru a se reduce cât mai mult timpii morți.

10.1. Reducerea greșelilor de identificare se realizează prin reducerea complexității de proiectare a echipamentelor pentru a simplifica identificarea greșelilor umane.

În general, dorim să proiectăm un aparat modularizat care să permită dezasamblarea pieselor componente de către personalul de întreținere.

Există două metode de depistare a funcționării elementelor componente a unui echipament:

a) prin etichetare (tăblițe de marcaj) care trebuie să cuprindă informații concrete despre starea componentei; folosind mesaje scurte și clare; dacă unele dispozitive de închidere nu sunt familiare / uzuale pe tăblițele de marcaj trebuie să fie specificat modul de funcționare a acestora; se plasează tăblițele de marcaj astfel încât ele să nu fie distruse de murdărie și prin uzare;

b) prin codul de culori:

- roșu: condiții de urgență sau pericol; pericol de electrocutare sau condiții nesigure; funcționare greșită a serviciului de întreținere; stop;
- culoarea chihlimbarului sau galben: motor pornit, mașină în funcționare; alertează ofițerul de serviciu, dar nu necesită intervenție;
- verde: condiții sigure; pornește, procedură corectă; condiții de start;
- alb sau incolor: puterea maximă este închisă; condiții normale; condiții de operare a utilajelor.

Codul de culori poate fi utilizat în diagrama de funcționare a echipamentelor tehnice, la loc vizibil (deasupra sau pe ușă). Alegerea culorilor se face în funcție de perceperea de funcționare a utilajelor astfel că: roșu este specific pentru „stop”, „pericol”, „cald”; galben este tipic pentru „atenție” și „aproape”, iar verde este asociat cu „pornește”.

10.2. Posibilitățile de acces sunt: vizuale și prin atingere. Pentru a mări vizualizarea componentelor este indicat a se fixa dispozitive de iluminare în interiorul utilajelor. De altfel, este important să existe interspații largi și profunde, iar piesele componente să fie poziționate în locuri accesibile.

Dimensionarea căilor de acces trebuie să permită accesul ambelor mâini și de asemenea să ofere vizibilitate asupra componentelor. Căile de acces trebuie astfel situate pentru a nu expune mecanicul de întreținere la: suprafețe calde, curent electric sau suprafețe cu muchii ascuțite, să poată controla toate indicatoarele atunci când va face reglările necesare.

10.3. Posibilități de manipulare ușoară

Pentru a simplifica procesul de întreținere trebuie luată în considerare proiectarea pieselor componente ale echipamentului astfel încât:

- căile de acces prevăzute să fie ușor de demontat; să fie rabatabile;
- dispozitivele de fixare pentru instalații să fie proiectate astfel încât să fie ușor observabile și accesibile;
- colierele de strângere ale utilajului / instalației / echipamentului trebuie să fie ușor de manipulat cu mânuși;
- să se minimalizeze numărul de rotații necesare pentru schimbarea componentelor;
- să se utilizeze șuruburi cu cap hexagonal care nu pot fi folosite decât dacă se lucrează cu o șurubelniță sau cu o cheie.

11. Design-ul ergonomic al stațiilor de lucru VDT. (vizual display terminals)

Introducerea stațiilor VDT la locul de muncă a dat naștere unor probleme ergonomice cum ar fi: probleme cu vederea, efectul posturii, expunerea la radiații și efectul calculatorului asupra muncii.

11.1. Postura de lucru

Elementele importante de design ale unei stații VDT sunt prezentate de figura 11.1. Unele dintre acestea au fost standardizate prin norme ergonomice internaționale (Human Factor Society, 1988; International Standards Organization, ISO Series 9241, 1995). Centrul ecranului trebuie să fie deplasat cu un unghi de vizualizare cu $25\text{--}35^\circ$ sub orizontală. În particular, privitul în sus, cu capul lăsat pe spate, duce la obosirea gâtului. Standardul german DIN (Deutsches Institut für Normung, 1981) 66234 a impus tipuri de tastaturi și mese. Operatorii preferă să tasteze cu partea inferioară a brațului aflată în poziție orizontală, iar unghiul dintre partea superioară și cea inferioară a brațului (unghiul de la cot) să fie de 90° . Spațiul vertical dintre mâini și partea superioară a picioarelor poate fi calculat după tabele antropometrice astfel: distanța, în poziția de stat de la cot la podea minus distanța de la coapsă la podea.

11.2. Designul scaunului

Scaunele de birou moderne prezintă trăsături de design adaptabile. Standardul american ANSI/HIS 100 a elaborat reglarea înălțimii scaunului chiar și peste 40,6-52 cm (Human Factors Society, 1988).

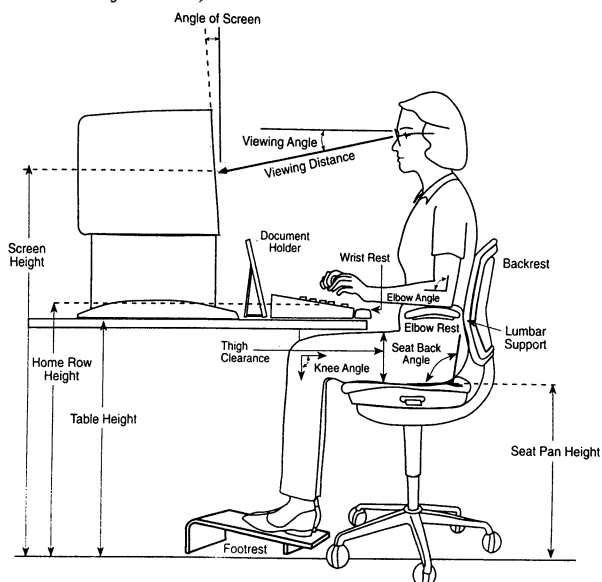


Fig. 11.1 Definirea termenilor în cazul unei stații VDT.

Unde: Screen Height = distanța până la ecran
Home Row Height = distanța până la taste
Table Height = distanța până la masă
Angle of Screen = unghiul ecranului
Viewing Angle = unghiul de vizualizare
Viewing Distance = distanța de vizualizare
Document Holder = suport pentru documente
Wrist Rest = suport pentru încheietura mâinii
Backrest = spătar
Lumbar Support = suport reglabil pentru spate
Elbow Angle = unghiul de la cot
Elbow Rest = suport pentru braț
Seat Back Angle = unghiul de stat
Knee Angle = unghiul de la genunchi
Thigh Clearance = deschiderea coapsei
Footrest = suport pentru picioare
Seat Pan Height = înălțime de stat reglabilă

Aceasta este cea mai importantă poziție reglabilă și este singura care a fost elaborată de standardul american ANSI.

Un alt factor important este reglarea unghiului de așezare. Un unghi mai mare de 110° reduce presiunea asupra coloanei vertebrale. Atunci când o persoană ce stă în poziția dreaptă și apoi se pune pe scaun, unghiul articulațiilor șoldurilor variază de la 180° la 90° . Ultimele 30° ale mișcării, adică de la 120° la 90° , sunt absorbite de pelvis, care se rotește înainte. Această schimbare biomecanică reduce lungimea pârghiei brațului de la mușchii spinali la coloana vertebrală. Ca și concluzie, presiunea este cu 30% mai mare în poziție verticală decât în poziția de așezat pe scaun.

Al treilea factor important în adaptare este suportul reglabil pentru spate.

Suportul pentru brațe nu trebuie să ajungă la birou. Pentru tastare, caz în care operatorul trebuie să apropie ecranul de birou, sunt preferabile suporturile pentru brațe mai scurte și nu cele lungi. Suporturile pentru încheieturile mâinilor sunt opționale, deoarece obiceiurile sunt diferite în sensul că unii operatori le preferă iar alții nu. Suporturile mai moi reduc riscul apariției sindromului tunelului carpial. Totuși cercetările nu au demonstrat că aceste suporturi sunt avantajoase și dacă cele mai scurte sunt mai bune. Suporturile pentru picioare, brațe și încheieturi sunt ieftine, și este indicat ca ele să fie puse la dispoziția fiecărui operator.

11.3. Distanța de vizualizare

Distanța de vizualizare a ecranului, a documentelor de pe suportul de documente și a tastaturii trebuie să fie egale pentru a nu fi necesară refocalizarea ochilor. Refocalizarea necesită timp și este neproductivă. Astfel oboseala oculară precum și „miopia temporară” pot fi evitate.

11.4. Efectul radiațiilor

În ceea ce privește problemele privind radiațiile ecranului există dovezi solide că VDT-urile nu generează radiații riscante (National Research Council), cantitatea de radiații X, ultraviolete și infraroșii, este așa de mică încât este dificil chiar și a o măsura și nu este considerată riscantă pentru sănătate.

11.5. Reducerea reflexiilor și strălucirii de pe ecranul stațiilor VDT

Ecranele VDT prezintă probleme speciale din moment ce reflexiile și strălucirile fac ca citirea să fie mai dificilă. Câteva standarde naționale și internaționale au propus ghiduri pentru proiectarea locurilor de muncă cu scopul de a maximiza vizibilitatea ecranelor (Human Factors Society, 1988).

Mediul ideal de lucru pentru un ecran VDT este o cameră mai întunecată. Absența surselor de lumină va mări astfel contrastul iar caracterele vor fi mai vizibile. Există mai multe moduri de reducerea reflexiilor de pe ecranele stațiilor VDT (tab. 11.1):

1. *Acoperirea geamurilor* complet sau parțial folosind draperii, jaluzele verticale sau horizontale, sau un film cenușiu. Jaluzele verticale sunt mult mai folosite decât cele horizontale deoarece pot fi poziționate să blocheze razele de lumină și totuși operatorii pot privi în exterior. Jaluzele horizontale acoperă în totalitate imaginea spre exterior. Ferestrele pot fi de asemenea acoperite cu un film cenușiu confecționat din plastic care reduce intensitatea luminii de exterior.

2. *Plasarea strategică a surselor de lumină.* Figura 11.2 oferă o vedere din spate și una din lateral a unui operator VDT. În figură presupunem că sursele de lumină au un unghi de incidență α de 100° . Operatorul din figura 11.2 (A) stă în poziția în care nu există lumină directă de la sursa C și nici lumină reflectată de la A. Figura 11.2 (B) ilustrează faptul că sursa B_2 care este mai apropiată decât celelalte va cauza mai multe reflexii și va diminua contrastul de pe ecran. Locațiile B_1 și B_3 sunt mai bune. În concluzie sursele de lumină trebuiesc plasate în lateralul operatorului și nicidecum în față sau în spate unde cauzează străluciri directe și indirecte.

3. *Folosirea luminii direcționale.* Figura 11.2 ilustrează folosirea iluminării direcționale.

4. *Mutarea stației de lucru.* Un operator VDT nu ar trebui să aibă în față un geam din moment ce un contrast mare între ecranul întunecat și geamul strălucitor va crea disconfort. Însă operatorul nu trebuie să stea nici cu spatele la geam, reflexiile pe ecran fiind astfel inevitabile. Cea mai bună poziție a ecranului este la 90° față de geam. De asemenea stațiile de lucru pot fi mutate dintr-o zonă mai luminoasă a biroului într-una mai întunecoasă.

5. *Înclinarea ecranului.* Mecanismul de înclinare face posibilă reglarea unghiului ecranului pentru a putea evita reflexiile provenite de la sursele de lumină.

6. *Ecranele protectoare sau filtre.* Tabelul 11.2 oferă o concluzie asupra ecranelor protectoare și a filtrelor. Filtrele colorate sau polarizate sporesc contrastul dintre fundal și caractere. Lumina incidentă este filtrată de două ori: o dată în calea sa spre ecran și încă o dată când este reflectată de ecran. Totuși lumina caracterelor este filtrată doar o dată (fig. 11.3).

Tab. 11.1 Opt moduri de a reduce reflexiile pe ecran

Locația	Măsura
La sursă	1. Acoperirea parțială a geamurilor 2. Plasarea strategică a surselor de lumină 3. Folosirea luminii direcționale
La stația de lucru	4. Mutarea stației de lucru 5. Înclinarea ecranului 6. Folosirea ecranelor protectoare și a filtrelor 7. Folosirea inversată a culorii
Între sursă și stație	8. Ridicarea sau coborârea unor pereți despărțitori

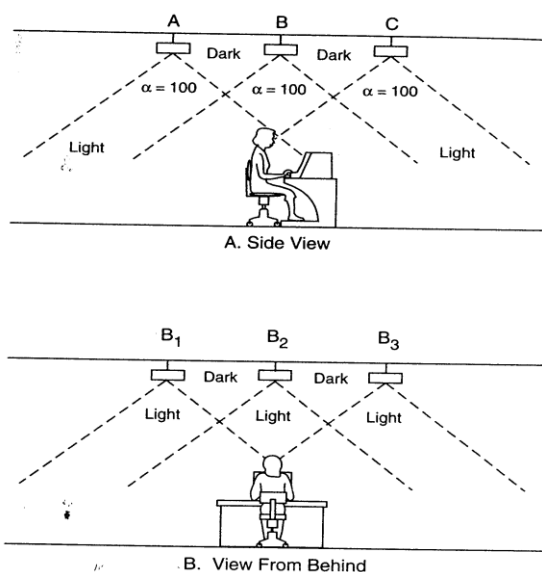


Fig. 11.2. În aceste două figuri se observă că poziția ideală a surselor de lumină este în lateral față de operator. (A) Vedere din lateral, (B) Vedere din spate

Aplicarea unor soluții speciale pe ecrane reduce reflectanța suprafeței ecranului. Nu mai e posibilă vederea hainelor sau a unor fețe reflectate pe ecran din moment ce reflexiile devin neclare. Din păcate și caracterele de pe ecran devin neclare.

Acoperirea cu un film subțire e folosită și în cazul lentilelor camerelor de luat vederi. Distanța parcursă între prima și a doua reflexie este înjumătățită astfel ca lumina reflectată este dispersată. Acest tratament este cel mai bun împotriva reflexiilor însă din păcate există și un dezavantaj: acela că aceste filme se zgârie foarte ușor.

Microplasele sau microjaluzele măresc contrastul deoarece reduc lumina incidentă. Dezavantajul principal e acela că acest tip de filtre diminuează unghiul de vedere și colectează impurități. De aceea trebuie curățate la intervale regulate de timp.

Tab. 11.2. Tratarea ecranelor împotriva reflexiilor.

Tratament	Avantaj	Dezavantaj
Soluții speciale	Reduce reflexiile	Caracterele devin neclare
Acoperirea cu film subțire	Reduce reflexiile	Este ușor de zgâriat
Filtru neutru	Mărește contrastul*	Reduce contrastul luminos al caracterelor
Filtru colorat	Mărește contrastul*	Reduce ușor contrastul luminos al caracterelor
Polarizor circular	Mărește contrastul*	Reduce contrastul luminos al caracterelor; este reflectiv
Micro plase sau micro jaluzele	Mărește contrastul	Unghi de vedere limitat; se așează impurități

* Poate de asemenea reduce reflexiile dacă e tratat cu soluții sau film subțire.

Light emitted by phosphor = lumina fosforescentă

Ambient light = lumină ambientă

Filtre = filtru

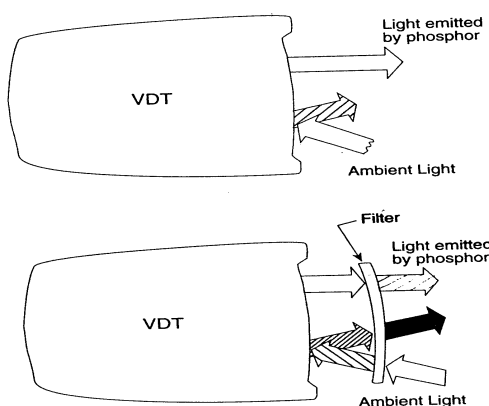


Figura 11.3 Un filtru sporește contrastul dintre caractere și fundal

7. *Inversarea culorilor.* Acest lucru înseamnă folosirea caracterelor negre pe un fundal alb, un model care a devenit tot mai popular deoarece se aseamănă cu scrisul pe hârtie. Inversarea culorilor e folositoare deoarece reflecțiile nu pot fi văzute pe fundalul alb. Totuși reflexiile sunt vizibile datorită textelor negre.

8. *Ridicarea sau coborârea unor pereți despărțitori,* fiind astfel posibilă blocarea iluminării directe de la sursa de lumină.

Vom folosi figura 11.3 pentru a calcula modul în care un filtru neutru poate îmbunătăți contrastul dintre caractere și fundalul ecranului. Lumina este reflectată de stratul de fosfor din spatele ecranului (din această cauză suprafața ecranului este mai deschisă). Presupunem că fosforul are o reflectanță de 60%, iar filtrul neutru are o transmitanță de 50%.

(1) Se calculează contrastul fără filtru. Dacă iluminarea incidentă este de 200 lux poate fi calculată lumina reflectată de ecran:

$$\text{Lumina reflectată de ecran: } \frac{200 \cdot 0,6}{\Pi} = 38,20 \text{ cd / m}^2$$

Să presupunem că lumina fosforului este egală cu 300 cd / m², atunci lumina caracterelor se află adunându-le pe cele două:

$$\text{Lumina caracterelor} = 338,2 \text{ cd / m}^2$$

Atunci contrastul este:

$$c = \frac{338,2}{38,2} = 8,9$$

(2) Se calculează contrastul când se pune un filtru cu transmitanță =50%

$$\text{Lumina reflectată de ecran} = \frac{200 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,5}{\Pi} = 9,6 \text{ cd / m}^2$$

Contrastul este atunci:

$$C = \frac{300 \cdot 0,5 + 9,6}{9,6} = \frac{159,6}{9,6} = 16,7$$

Astfel contrastul este aproape dublu ceea ce sporește vizibilitatea. Singurul dezavantaj este acela că intensitatea luminoasă a caracterelor a scăzut de la 338,2 cd / m² la 159,6 cd / m². În cazul nostru această reducere nu este critică din moment ce 159,6 cd / m² oferă o vizibilitate bună.

12. Siguranța muncii robotizate

În ultimii ani, roboții au ajuns pe primul plan în majoritatea domeniilor, inclusiv cel medical.

Autoritățile multor țări însărcinate cu siguranța operatorilor, au publicat ghiduri și planuri pentru protecția muncii în domenii robotizate. Institutul Național de Siguranță și Sănătate (NIOSH) din SUA a publicat un ghid de întreținere a echipamentelor tehnice robotizate. Multe publicații asemănătoare au apărut și în Japonia, Anglia, Suedia și Germania.

În tabelul 12.1 sunt publicate cele mai comune măsuri de siguranță.. Acestea se împart în două categorii în funcție de: zona de mișcare din raza de acțiune a robotului și obiecte din zona de lucru. În zona de acțiune a roboților operatorii sunt expuși la puterea fizică a roboților. În zona de vecinătate pericolul e provocat de obiectele azvârlite de roboți, radiații și pericole mecanice. În acest caz operatorul poate folosi o masă de lucru rotabilă.

În zona de acțiune a roboților operatorii sunt expuși la puterea fizică de lovire a acestora. În zona de vecinătate pericolul e provocat de obiectele azvârlite de roboți, radiații și pericole mecanice. În acest caz operatorul poate folosi o masă de lucru mobilă.

Tab. 12.1. Măsuri de siguranță

Măsuri de siguranță	Descriere	Aplicații tipice și restricții
---------------------	-----------	--------------------------------

Obiecte din zona de lucru

Garduri	Garduri cu uși prevăzute	Mănuirea materialelor mari
Bariere de căi ferate	Bariere de avertizare cu zone de acces prevăzute	Mănuirea materialelor luminoase.
Lanțuri și stâlpi	Protecție pasivă	Asamblare piese mici
Cortine	Ecran flexibil	Protecție împotriva căldurii
Bariere fotoelectrice	Fotocelulă	Adesea folosite în combinație cu alte mecanisme.
Suprafețe sensibile la presiune	Pe podea sau pe alte suprafețe pentru a depista mișcarea sau atingerea.	Adesea folosite în combinație cu alte mecanisme.
Marcaje pe podea	Avertismente pictate pe podea	Indică zona de lucru a roboților.

Zona de mișcare din interiorul razei de acțiune a robotului

Suprafețe sensibile la presiune	Atașate robotului sau zonelor înconjurătoare critice	Oprește contactul cu robotul.
---------------------------------	--	-------------------------------

Senzori infraroșii	Sensibili la energii infraroșii emise de oameni	De asemenea sensibili la temperatură
Camere video	Formă, mărime și contrast	Se mișcă încet.
Senzori ultrasunet	Sensibili la mișcare	Direcționali (10-30°), sensibili la temperatură
Capacitanța	Zone capacitive schimbate de prezența umană	Probleme la echilibru

▪ *Bariere fotoelectrice.* Fotocelulele pot fi folosite pentru a delimita zona de lucru. Alte mecanisme cum ar fi cortinele magnetice sau luminoase sunt folosite pentru a detecta pătrunderea personalului într-o anumită zonă de lucru.

▪ *Suprafețe sensibile la presiune.* Acestea sunt folosite pentru detecta intrarea personalului în anumite zone. Aceste suprafețe pot fi atașate unor roboți sau unor zone înconjurătoare critice astfel că dacă un operator le atinge, robotul se oprește.

▪ *Senzorii infraroșii.* Au scopul de a depista energia infraroșie emisă de corpul uman. Acest tip de senzori poate fi folosit în acele încăperi în care operatorii și roboții cooperează.

▪ *Monitorizarea.* O imagine video poate fi analizată folosind un procesor cu dispozitiv de recunoaștere. Comparând imagini consecutive este posibilă detectarea unor schimbări în aria de lucru.

▪ *Ultrasunete.* Impulsul ultrasonar este emis, reflectat spre corpul uman și apoi reprimat. Există însă mai multe probleme în folosirea ultrasunetelor în zona de lucru. Datorită sensibilității la schimbările de temperatură se produc erori mari în estimarea distanței. Pot fi de asemenea declanșate alarme false cauzate de ecouri sau semnale sonore emise de alte echipamente tehnice.

▪ *Senzori capacitivi.* În acest caz un câmp electromagnetic se creează în zona de lucru. Un operator în mișcare schimbă capacitanța acestui câmp. Aceasta e de asemenea afectată și de alți factori cum ar fi umiditatea, temperatura sau alte surse de unde electromagnetice.

13. Mijloace de analiză și evaluare a organizării ergonomice a muncii

Atât proiectarea cât și reproiectarea activităților de muncă presupune realizarea unui complex de măsuri tehnice, organizatorice și economice în care aplicarea *cerințelor* ergonomice prezintă un rol important deoarece ele vizează cu precădere comportamentul uman în muncă. Aplicarea acestora în practică contribuie într-o măsură însemnată, la realizarea unei munci de înaltă productivitate în condițiile unor solicitări fizice și psihice normale din partea forței de muncă. Se urmărește astfel prevenirea și evitarea eventualelor neconcordanțe ce pot apărea în timpul desfășurării activităților de muncă între caracteristicile și cerințele acestora și posibilitățile fizice și intelectuale ale forței de muncă. Cu alte cuvinte se are în vedere asigurarea compatibilității dintre om și munca sa.

În această perspectivă, specialiștii au conceput mijloace de analiză și evaluare a factorilor de influență ai organizării muncii, îndeosebi sub aspect ergonomic.

Prin utilizarea acestora se urmărește practic să se caracterizeze cât mai obiectiv posibil principalele elemente specifice sistemului om – mijloc de muncă – mediu analizat, cu influențe asupra capacității de muncă pe diferite planuri, ca apoi, pe baza concluziilor rezultate, să se (re)proiecteze condiția optimă de muncă.

Câteva din metodele folosite în analiza și evaluarea organizării ergonomice a muncii sunt:

- Metoda **IERMCM**
- Metoda **ERGOMUN**
- Metoda **LEST**
- Metoda **SAVIEM**

13.1. Metoda IERMCM

Metoda presupune analiza a 23 de factori de influență din care 9 exprimă solicitările somatice și de mediu și 14 se referă la solicitările proceselor și funcțiilor psihice.

În raport cu natura solicitărilor, factorii au fost grupați astfel:

1. solicitări gestual – posturale;
2. solicitări energice;
3. solicitări dictate de microclimat;
4. solicitarea senzorială;
5. solicitări datorate existenței unor noxe fizice sau chimice;
6. solicitări neuro – psihice;

Aprecierea factorilor de influență, în ce privește gradul de solicitare, este realizat după o grilă cu 5 niveluri:

1. solicitare de nivel foarte redus;
2. solicitare de nivel redus;
3. solicitare de nivel mediu;

4. solicitare de nivel ridicat;
5. solicitare de nivel foarte ridicat.

13.2. Metoda ERGOMUN

Elaborată de Institutul de Proiectări pentru Industria Ușoară din România, metoda se referă la proiectarea locurilor de muncă, luând în considerare totalitatea factorilor de influență.

Din faza de proiectare sunt elaborate fișe de organizare ergonomică a locurilor de muncă în care sunt prevăzute elementele specifice, grupate astfel:

A. Organizarea internă: dotarea; alimentarea; evacuarea; dispunerea spațială a locului de muncă;

B. Exigențele locului de muncă: cerințele umane; cerințele profesionale; Metode de muncă;

C. Condiții de muncă: generale, pe secție sau atelier; specifice locului de muncă;

D. Atribuții pe locul de muncă: întreținerea utilajelor; control, calitate; evidență; alte sarcini;

E. Securitatea muncii: aspecte generale și specifice; în timpul deservirii utilajului; în timpul întreținerii utilajului;

F. Relații la nivelul locului de muncă: pe orizontală; pe verticală;

13.3. Metoda LEST

Metoda LEST investighează și analizează elementele de influență a organizării locurilor de muncă pe 5 domenii: solicitări ambianță fizică; solicitări fizice; solicitări mentale; solicitări datorate aspectelor psiho – sociale; solicitări datorate duratei de muncă;

Metoda a fost elaborată de „Laboratorul de Ergonomie și Sociologia Muncii - Franța”.

Fiecare domeniu este caracterizat printr-un număr de factori de influență, iar la rândul lor, aceștia sunt determinați de o serie de parametri care se realizează cu ajutorul unei grile de evaluare cu 10 niveluri: 0 – 1 – 2 = satisfăcător; 3 – 4 – 5 = oboseală ușoară; 6 – 7 = oboseală medie; 8 – 9 = oboseală importantă; 10 = suprasolicitare;

13.4. Metoda SAVIEM

Se aseamănă cu metoda LEST dar are numai 5 factori de influență, organizați pe aproximativ pe aceleași domenii de intervenție, iar grila de evaluare prezintă 5 niveluri: 1 foarte bine; 2 satisfăcător; 3 suportabil; 4 mediu; 5 submediu.

În urma evaluării se trasează profilul locului de muncă.

14. Utilizarea unui chestionar de verificare a calității ergonomice a locului de muncă

Există două modalități de utilizare majoră ale chestionarului:

- a) ca memorie auxiliară în proiectarea aparaturii/echipamentelor;
- b) ca instrument pentru baza de date.

Prin utilizarea unui chestionar de verificare, este posibil să acoperim în mod sistematic toate problemele importante ale ergonomiei. Tipurile de subiecte, articole cuprinse în lista de verificări depind de aplicație. De asemenea, este posibil ca un astfel de chestionar de verificare să poată fi îmbunătățit într-un „cerc calitativ” sau într-un „grup însărcinat cu ergonomia”. Chestionarul poate accentua sau înclina către diferite aspecte cum ar fi igiena mediului înconjurător, siguranța și protecția, productivitatea sau confortul operatorilor; de aceea aspectele din chestionar vor depinde de criteriul de evaluare predominant.

O altă aplicație a chestionarului este de instrument în investigarea statistică/sistematică a locului de muncă pentru a produce, a emite o listă a priorităților pentru modernizarea punctelor de lucru; estimarea costurilor privind anumitele tipuri de modernizare și compararea acestora cu beneficiile așteptate.

Chestionar de verificare a ergonomiei în vederea creșterii performanței, protecției și confortului

Întrebări	Răspunsuri		
	Da	Dacă nu, atunci cum?	Cum reproiectez?

A) Sunt mâinile la o înălțime convenabilă în timpul muncii având în vedere activitatea de îndeplinit?

Sunt racordările în cea mai mare parte într-o poziție neutră, convenabilă?

Sunt încheieturile mâinilor în cea mai mare parte într-o poziție neutră, dreaptă?

Poate operatorul să-și asume câteva poziții diferite în timpul muncii?

Este aceasta o problemă dinamică sau de lucru static?

Poate această activitate să fie îndeplinită cu trunchiul și cu capul orientat înainte?

Sunt articolele de bază situate într-un loc ușor accesibil?

Ridică în mod frecvent sub 20 kg?

Ridică ocazional greutatea sub 25 kg?

Sunt articole care urmează a fi ridicate poziționate în zona dintre articulație și umăr?

Există suport, sprijin convenabil, confortabil pentru manipularea manuală a materialelor?

Există mănere sau alte dispozitive ale materialelor de manevrat fără de care ridicarea lor este dificilă?

Sunt instrumente manuale confortabile și sigure în funcționare?

B) Pentru activități statice:

Sunt picioarele într-o poziție fixă pe podea sau în poziție de relaxare?

În timpul îndeplinirii activității poziția spatelui poate fi relaxată?

Sunt articulațiile cotului în cea mai mare parte într-o poziție confortabilă?

Sunt instrumentele situate la îndemână?

Este înclinarea capului ușor către înainte, mai degrabă decât către spate?

C) Vizibilitatea la punctul de lucru

Sunt monitoarele și cadranele ușor de urmărit din poziția normală de lucru?

Textul imprimat sau afișat este destul de mare astfel încât să poată fi citit dintr-un unghi de 18-25 minute?

Suprafața este uniform iluminată?

Nivelul de iluminare este corespunzător?

- în jur de 500 lux pentru lucrul VDT;
- în jur de 1000 lux pentru lucrări brute;
- în jur de 2000 lux pentru lucrări de precizie;

Lumina orbitoare provenită de la ferestre sau surse de iluminat este ecranată?

Reflecțiile indirecte sunt evitate sau ecranate?

Contrastul luminos din zona de lucru este mai mic de 20:1?

D) Solicitări psihice

Activitatea implică solicitări medii ale memoriei?

Activitatea implică puțini factori simultani sau mai mulți?

Performanțele operatorului sunt mai degrabă potrivite sau nepotrivite cu activitatea?

Activitatea este mai degrabă variată decât monotona și ciclică?

Erorile și scăpările operatorului pot fi ușor corectate?

Sunt necesare memorii ajutoare speciale?

Monitoarele și comenzile urmează stereotipul populației?

Este atribuția mai degrabă ușor de reținut sau mai greu?

E) Proiectarea utilajelor

Activitățile sunt eficient alocate mașinilor și oamenilor?

Comenzile sunt ușor de accesat?

Sunt toate comenzile și monitoarele echipamentului tehnic vizibile operatorului?

Funcționarea mașinii poate fi declanșată printr-o singură comandă?

Sunt toate comenzile mașinii necesare pentru îndeplinirea sarcinilor?

Instrumentele și comenzile sunt identic dispuse pentru echipamente tehnice similare?

Este posibil ca echipamentele tehnice să fie folosite fără nici o deformare, torsionare?

Spațiul de mișcare este adecvat pentru mânăuire și întreținere?

Simbolurile și pictogramele echipamentelor tehnice sunt lizibile?

Sunt inscripționările folosite pentru a informa și reaminti operatorilor informații despre utilizare?

Sunt etichetele sau simbolurile utilizate pentru a desemna locul celor mai frecvente componente?

F) Sarcini VDT

Sunt ecranele poziționate perpendicular față de ferestre?

Poate fi evitată reflecția luminii pe ecran?

Este monitorul poziționat în plan orizontal față de ochi?

Modul de localizare a monitorului, documentelor, tastaturii face posibilă o poziție dreaptă fără a îndoi corpul?

Tastatura OWERTY este folosită?

Softul folosit este bine înțeles și ușor de manipulat?

Sunt ușor de accesat funcțiile softului și sarcinile de rutină ale computerului?

G) Siguranța în funcționare

Sunt semne de avertizare corespunzătoare pentru a reaminti pericolele activității?

Textul de pe semnele de avertizare este relevant și informativ?

Semnele de avertizare sunt poziționate în raza vizuală a operatorului?

Spațiul de lucru este bine organizat și curat întreținut?

Sunt podelele egale, fără crăpături sau pete?

Este posibil de a îmbunătăți lucrul fără ochelari de protecție și haine de protecție?

Compania a stabilit proceduri și reguli de siguranță?

Procedurile și regulile de siguranță sunt avantajate de management?

Compania analizează fiecare accident sau vătămare raportată pentru a îmbunătăți securitatea?

Noii angajați primesc instrucțiuni privind siguranța în muncă?

Programul de instruire prezintă informații specifice aplicației?

Au fost instalate la echipamentele tehnice mecanisme de siguranță?

H) Mediul ambiant

Este bine ca personalul să fie protejat împotriva asurzirii?

Nivelul de zgomot fiind sub 85 dBA poate facilita comunicarea verbală?

Există vreun program care să reducă poluarea fonică prin reproiectarea echipamentelor tehnice și a mediului de muncă?

Nivelurile și frecvențele vibrațiilor sunt atât de scăzute încât să nu afecteze prestarea activității?

Temperatura și umiditatea sunt la un nivel confortabil?

Este posibil să se execute activitatea fără echipament de protecție?

Pot fi executate toate activitățile fără a exista riscul de electrocutare?

I) Rezultatul și procesul proiectării

Rezultatul proiectării a fost modificat pentru a îmbunătăți productivitatea?

Rezultatul proiectării a fost modificat pentru crea locuri de muncă mult mai bune?

Cele mai bune echipamente tehnice au fost selectate pentru a îmbunătăți competența operatorilor?

Echipamentele tehnice și procesele au fost selectate pentru a optimiza raportul dintre operatori și echipamente?