

UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA
Școala Doctorală de Studii Inginerești

Ec. Maria - Elena BOATCĂ (căs. BOATCĂ-BARABAȘ)

EVALUAREA INTERVENȚIEI ERGONOMIEI ÎN SISTEME DE PRODUCȚIE

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea Politehnica Timișoara
în domeniul INGINERIE ȘI MANAGEMENT

Conducător științific:
Prof. univ. dr. ing. Anca DRĂGHICI

Timișoara, 2022

CUVÂNT ÎNAINTE

Teza de doctorat intitulată "Evaluarea intervenției ergonomiei în sisteme de producție" detaliază într-o manieră sistemică cercetările întreprinse în perioada 2014–2022, având ca principal obiectiv dezvoltarea unui model inovativ de intervenție ergonomică destinat creșterii performanței sistemului om-mașină-mediu precum și sporirii bunăstării profesionale a operatorilor umani. Cercetările (teoretice și practice) desfășurate de-a lungul programului doctoral au fost încununate de propunerea unui model de intervenție ergonomică original și general valabil, care poate fi valorificat în diverse industrii, pentru evaluarea și optimizarea locurilor de muncă. Deși preocupările referitoare la optimizarea locurilor de muncă nu reprezintă o noutate în domeniul ergonomiei, utilizarea unor metode și mijloace moderne de lucru și inovarea prin combinare sunt elemente de genезă ale demersului de cercetare urmărit de-a lungul cercetărilor doctorale.

Importanța propunerii unui model inovativ de intervenție ergonomică este dată de insuficienta diseminare a principiilor ergonomiei în cadrul organizațiilor, precum și de absența practicii ergonomice în firmele din România. Concepția unei metodologii care să poată fi ușor adoptată în practica de zi cu zi a organizațiilor este vitală pentru asigurarea sănătății și securității la locul de muncă, dar și pentru îmbunătățirea calității vieții profesionale. Cea mai mare dintre provocările înfruntate în cursul studiilor doctorale a fost desfășurarea cercetărilor practice în perioada pandemiei de Covid-19, fiind necesară prezența fizică în repetate rânduri la locurile de muncă analizate pentru efectuarea măsurărilor parametrilor mediului fizic de muncă, înregistrarea video a modului de execuție a sarcinilor de muncă în vederea analizei riscurilor ergonomice, dar și pentru discuțiile preliminare cu managerii, șefii de schimb și responsabilii cu securitatea și sănătatea în muncă.

Dincolo de a fi doar o dezvoltare a cercetărilor efectuate de-a lungul studiilor doctorale, acest program doctoral a reprezentat și un „bildungsroman al metamorfozei studentului în cercetător”. Motivația personală pentru tema tezei de doctorat este legată de formarea mea profesională și de preocupările în domeniul securității și sănătății la locul de muncă, fiind îndrumată în această direcție de mentorii mei de la Universitatea din Petroșani, prof. univ. dr. ing. Irimie Sabina și prof. univ. habil. dr. ing. Moraru Roland. De asemenea, am fost constant inspirată de rapoartele și campaniile Agenției Europene pentru Securitate și Sănătate în Muncă, aceasta oferind a varietate de resurse orientate înspre elevarea gradului de conștientizare a importanței prevenției, sistematizarea datelor statistice din acest domeniu precum și a strategiilor privind ergonomia și securitatea și sănătatea în muncă. În consecință, se cuvine a aduce sincere mulțumiri tuturor celor care mi-au fost alături în această complexă călătorie de cercetare științifică.

În primul rând, doresc să îi mulțumesc conducătorului de doctorat, doamna prof. univ. dr. ing. Anca DRĂGHICI, care a lansat provocarea de a aborda o tematică atât de vastă și, totuși, atât de puțin cercetată. Dumneai mi-a oferit în mod constat sprijin (moral și material) pentru buna desfășurare a activității mele doctorale, fiindu-mi alături și oferindu-mi o multitudine de oportunități de cercetare și colaborare cu experți în diverse ramuri ale ergonomiei. De asemenea, îi mulțumesc pentru că a fost farul care m-a ghidat cu răbdare și empatie spre malul cunoașterii atunci când m-am confruntat cu furtuni de idei și modele conceptuale. Tot doamnei profesor Drăghici i se cuvin mulțumiri pentru deosebita onoare de a fi unul dintre membrii fondatori ai Societății pentru Ergonomia și Managementul Mediului de Lucru (ErgoWork), fiind astfel un contributor la un moment istoric din evoluția ergonomiei ca domeniu de practică și cercetare în România. Calitatea de membru a ErgoWork și conexiunile acesteia cu Federația Societăților de Ergonomie din Europa (FEES) au condus la deosebita oportunitate de a colabora cu Institutul De Biomecanică din Valencia (IBV) pentru utilizarea instrumentului software ergoIA în cercetările aplicative. Mulțumesc pe această cale doamnei prof. Mercedes Sanchis Almenara (Director de Inovare în cadrul IBV) și echipei dumneai care a dezvoltat ergoIA și mi-au permis accesul la o experiență cu valențe multiple în viața mea de cercetător.

Mulțumesc celor care m-au pilotat într-un mod sau altul, membrilor comisiei de îndrumare: prof. univ. habil. dr. *Claudiu Tiberiu ALBULESCU*, prof. univ. dr. ing. *Larisa IVAȘCU* și conf. univ. dr. *Alina Crisanta MAZILESCU*, evaluatorilor anonimi și colegilor doctoranzi care au fost o constantă în viața mea de cercetător – Alin GĂUREANU, Diana ROBESCU și nu numai. De asemenea, le mulțumesc domnului conf. univ. dr. Szabo Gyula (Universitatea Obuda, Ungaria) și doamnei conf. univ. dr. Brigita GAJSEK (Universitatea din Maribor, Slovenia) pentru deschiderea către colaborare, cercetare și creare a unei comunități internaționale de specialiști în domeniul ergonomiei, oferindu-mi sugestii de îmbunătățire și încurajări. Tuturor le mulțumesc pentru că au contribuit la creșterea calității cercetării mele.

De asemenea, le mulțumesc managerilor celor două firme la care au fost efectuate cercetările aplicative pentru deschiderea spre colaborare și interesul privind îmbunătățirea condițiilor de muncă. Fără colaborarea cu ei nu ar fi fost posibilă validarea și implementarea modelului de intervenție ergonomică propus.

Și nu în ultimul rând, mulțumesc familiei mele care mi-a dat putere să continui și mi-a fost alături în acest lung proces.

Mulțumiri tuturor, pentru că toate au fost dincolo de ceea ce năzuiam. După această călătorie nu regret nimic.

CUPRINS

CUVÂNT ÎNAINTE	2
CUPRINS	4
NOTAȚII, ABREVIERI, ACRONIME	7
LISTA DE TABELE	8
LISTA DE FIGURI.....	10
INTRODUCERE	13
1. DESCRIEREA CADRULUI CONTEXTUAL ȘI CONCEPTUAL AL CERCETĂRII	18
1.1. Analiza nivelului național de manifestare și evoluție a ergonomiei. Repere ale cadrului legislativ	19
1.2. Analiza nivelului internațional de manifestare a ergonomiei	20
1.3. Rolul ergonomiei în creșterea calității vieții profesionale	22
1.3.1. Calitatea vieții profesionale – caracterizarea conceptului	22
1.3.2. Rolul ergonomiei în susținerea calității vieții profesionale	26
1.4. Concluzii.....	31
2. ERGONOMIA FIZICĂ ȘI MANAGEMENTUL RISCURILOR ERGONOMICE.....	33
2.1. Ergonomia fizică	33
2.2. Ontologia riscurilor profesionale	35
2.3. Managementul riscurilor ergonomice	36
2.3.1. Definiții și etiologie.....	36
2.3.2. Abordări privind reducerea riscurilor ergonomice.....	41
2.4. Metode și mijloace de investigare a riscurilor ergonomice.....	42
2.5. Concluzii	47
3. CERCETĂRI TEORETICE PENTRU DEZVOLTAREA MODELULUI TEORETICO-APLICATIV DE IMPLEMENTARE A INTERVENȚIEI ERGONOMICE	48
3.1. Sistemul om-mașină-mediu (abordarea sistemică în ergonomie)	48
3.2. Analiza mediului fizic de muncă	50
3.2.1. Zgomot	50
3.2.2. Iluminat	56
3.2.3. Microclimat. Calitatea aerului interior	60
3.3. Analiza solicitărilor posturale	65
3.4. Analiza locului de muncă folosind metoda RNUR.....	66
3.5. Propunerea modelului teoretico-aplicativ al intervenției ergonomice	68

3.6. Concluzii	69
4. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PE BAZA MODELULUI PROPUȘ.....	71
4.1. Cercetări aplicative efectuate în cadrul firmei A	72
4.1.1. Descrierea sistemului de muncă analizat – contextul de cercetare....	72
4.1.2. Determinarea parametrilor caracteristici mediului fizic de muncă	76
4.1.3. Determinarea riscurilor ergonomice.....	87
4.1.4. Analiza sistemului de muncă prin metoda RNUR.....	93
4.2. Cercetări aplicative efectuate în cadrul deponului ecologic G – cazul firmei B	97
4.2.1. Descrierea sistemului de muncă analizat – contextul de cercetare....	97
4.2.2. Determinarea parametrilor caracteristici mediului fizic de muncă ...	101
4.2.3. Determinarea riscurilor ergonomice.....	111
4.2.4. Analiza sistemului de muncă prin metoda RNUR.....	117
4.3. Concluzii	122
5. CERCETĂRI ASUPRA MODULUI DE FUNDAMENTARE A DECIZIEI ÎN INTERVENȚIA ERGONOMICĂ.....	124
5.1. Considerente teoretice.....	125
5.1.1. Focus grup.....	125
5.1.2. Metoda utilității globale.....	126
5.1.3. Analiza cost-beneficiu – considerente generale	129
5.1.4. Propunerea cadrului conceptual de fundamentare a deciziei privind intervenția ergonomică.....	131
5.2 Estimarea volumului investițiilor relativ la implementarea soluțiilor propuse pe baza diagnozei sistemului de muncă	133
5.2.1. Cazul firmei A	133
5.2.2. Cazul firmei B	140
5.3. Evaluarea nivelului de dezvoltare a ergonomiei în cele două sisteme de muncă analizate	146
5.4. Implicațiile modelului propus pentru fundamentarea deciziei privind intervenția ergonomică.....	149
6. CONCLUZII, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	152
6.1. Concluzii generale	152
6.1.1. Asupra cercetărilor bibliografice (capitolele 1 și 2).....	152
6.1.2. Bilanțul metodologic.....	153
6.1.3. Concluzii referitoare la cercetările aplicative (capitolele 4 și 5).....	155
6.2. Limitări metodologice și practice	156
6.3. Contribuții personale	156

6.4. Direcții viitoare de cercetare.....	158
BIBLIOGRAFIE	159
ANEXA 1	171
ANEXA 2	175
ANEXA 3	179

NOTAȚII, ABREVIERI, ACRONIME

SSM	securitate în muncă
AMS	afecțiuni musculoscheletice
EU-OSHA	Agencia Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă
UE	Uniunea Europeană
ErgoWork	Societatea pentru Ergonomia și Managementul Mediului de Lucru
MIE	Model de Intervenție Ergonomică
IENDE	Instrument de Evaluare a Nivelului de Dezvoltare a Ergonomiei

LISTA DE TABELE

Tabelul 2.1 Inventarierea principalelor metode de investigare a riscurilor ergonomice	43
Tabelul 2.2 Prezentare sintetică a instrumentelor software pentru evaluarea riscurilor ergonomice	46
Tabelul 3.1 Efectele negative ale zgomotului asupra sănătății - sursa: (Manolescu et al., 2013)	51
Tabelul 3.2 Corecția nivelului de zgomot datorată zgomotului de fond (sursa: Foris, 2001)	55
Tabelul 3.3 Nivelul de iluminare recomandat pentru zonele învecinate (sursa: NP 061-02)	57
Tabelul 3.4 Temperatura de confort pentru diverse activități (Darabont, Pece, 1996)	60
Tabelul 3.5 Nivelul maxim al vitezei curenților de aer considerat confortabil (Drăghici, 2005)	61
Tabelul 3.6 Scala de 7 puncte a senzației termice (sursa: SR EN ISO 7730:2006)	61
Tabelul 3.7 Recomandările OMS privind expunerea la poluanți ai aerului din interior (sursa: OMS, 2010)	62
Tabelul 3.8 Interpretarea nivelului de dioxid de carbon măsurat la locul de muncă	63
Tabelul 3.9 Grila de evaluare a locului de muncă – metoda RNUR	67
Tabelul 4.1 Valorile medii ale zgomotului măsurate la cele 4 locuri de muncă selectate	77
Tabelul 4.2 Propuneri de măsuri de reducere a riscului de expunere la zgomot	80
Tabelul 4.3 Valori medii ale iluminatului la cele două locuri de muncă supuse analizei	81
Tabelul 4.4 Propunere de măsuri de intervenție corective pentru îmbunătățirea iluminatului la locurile de muncă analizate	82
Tabelul 4.5 Valori medii ale parametrilor microclimatului	83
Tabelul 4.6 Valorile măsurate ale pulberilor în suspensie	85
Tabelul 4.7 Propunere de măsuri corective pentru reducerea expunerii la imisiile de pulberi	86
Tabelul 4.8 Solicitări posturale identificate la locurile de muncă "asamblare" și "lucrări speciale"	87
Tabelul 4.9 Propuneri de măsuri de intervenție corective pentru reducerea riscurilor ergonomice	91
Tabelul 4.10 Echipamentele de lucru din zona de sortare BCD (conform documentației interne furnizată de firma B)	100
Tabelul 4.11 Valorile medii ale zgomotului măsurate la cele 5 locuri de muncă selectate	103
Tabelul 4.12 Măsuri de intervenție corective pentru reducerea zgomotului	106
Tabelul 4.13 Valori medii ale iluminatului la cele două locuri de muncă supuse analizei	107
Tabelul 4.14 Valori medii ale parametrilor microclimatului în zona C	108
Tabelul 4.15 Valorile determinate ale pulberilor în suspensie	109
Tabelul 4.16 Propunere de soluții tehnice pentru instalarea unui sistem de ventilare sau condiționare a aerului în zona C	110
Tabelul 4.17 Solicitări posturale identificate	111

Tabelul 4.18 Măsuri corective propuse în vederea reducerii riscurilor ergonomice identificate în zona C	115
Tabelul 5.1 Matricea consecințelor economice	127
Tabelul 5.2 Propunere de matrice decizională particularizată specificului locurilor de muncă analizate	132
Tabelul 5.3 Variantele de intervenție ergonomică luate în considerare pentru analiză	133
Tabelul 5.4 Elementele de intrare în matricea decizională pentru cazul firmei A ...	136
Tabelul 5.5 Matricea decizională	137
Tabelul 5.6 Ordinea de preferință a variantelor investiționale	137
Tabelul 5.7 Analiza cost-beneficiu pentru variantele de intervenții ergonomice propuse în cazul firmei A	139
Tabelul 5.8 Variantele de intervenție ergonomică luate în considerare pentru analiză	140
Tabelul 5.9 Elementele de intrare în matricea decizională pentru cazul firmei B ...	143
Tabelul 5.10 Matricea decizională – firma B	144
Tabelul 5.11 Ordinea de preferință a variantelor de intervenții ergonomice propuse pentru firma B	144
Tabelul 5.12 Analiza cost-beneficiu pentru variantele de intervenții ergonomice propuse în cazul firmei B	145
Tabelul 5.13 Rezultatul evaluării gradului de maturitate al ergonomiei în firmele A și B.....	147

LISTA DE FIGURI

Figura 0.1 Structura logică a tezei de doctorat (diagrama flux)	16
Figura 1.1 Harta conceptuală aferentă cercetărilor cuprinse în capitolul 1	18
Figura 1.2 Elementele definitorii ale calității vieții profesionale	23
Figura 2.1 Arborele conceptual al cercetărilor cuprinse în capitolul 2	33
Figura 2.2 Coloana vertebrală – vedere în plan sagital	37
Figura 2.3 Descrierea forței de compresie în zona inferioară a spatelui (sursa: Sbenge, 2005)	39
Figura 2.4 Clasificarea multicriterială a bolilor profesionale – adaptare după (Darabont, Pece, 1996).....	40
Figura 2.5 Carta evaluării posturale (sursa: Sbenge, 2005).....	41
Figura 3.1 Harta conceptuală aferentă problematicii capitolului 3.....	48
Figura 3.2 Sistemul om-mașină-mediu – interpretare după (Irimie, 2008)	49
Figura 3.3 Efectele negative asupra sănătății în funcție de nivelul de zgomot - adaptare după (EU-OSHA, 2005).....	52
Figura 3.4 Metodologia analizei de zgomot conform ISO 9612:2009	54
Figura 3.5 Curba de corecție a nivelului de zgomot (sursa: STAS 7150-77).....	55
Figura 3.6 Sonometru testo 816-1 și conexiunea sa pentru livrarea datelor măsurate	56
Figura 3.7 Schiță a modului de măsurare a iluminării medii (sursa: STAS 8313-92)	58
Figura 3.8 Luxmetrul integrat în aparatul testo 480	59
Figura 3.9 Aparatul testo 480 echipat cu sondele de determinare a parametrilor de microclimat (a) și luxmetru (b)	64
Figura 3.10 Spectrometru de aerosoli și monitor de praf GRIMM 1.108.....	64
Figura 3.11 Factorii și criteriile de evaluare a locului de muncă conform metodei RNUR (adaptare după (Manolescu, 2015))	68
Figura 4.1 Harta conceptuală a cercetărilor prezentate în capitolul 4	71
Figura 4.2 Diagrama flux a procesului de producție în cadrul firmei A (sursa: documentație internă a firmei A)	73
Figura 4.3 Amplasamentul mașinilor-unelte și a celulelor de producție – hala nouă	74
Figura 4.4 Amplasarea locului de muncă "asamblare".....	74
Figura 4.5 Amplasamentul utilajelor în hala veche	74
Figura 4.6 Locul de muncă "asamblare".....	76
Figura 4.7 Locul de muncă "lucrări speciale" – operația de stunjire	76
Figura 4.8 Zgomot – valori măsurate la locul de muncă "asamblare".....	78
Figura 4.9 Zgomot – valori măsurate: lucrări speciale – a. frezare, b. șlefuire, c. circular Altendorf.....	79
Figura 4.10 Zgomot – valori măsurate: mașina de găurit Weeke Venture 108M – a. panou de comandă, b. zona de pornire/oprire.	80
Figura 4.11 Zgomot – valori măsurate: mașina de aplicat cant Biesse Stream.....	80
Figura 4.12 PMV-PPD determinat la locul de muncă "asamblare"	84
Figura 4.13 PMV-PPD determinat la locul de muncă "lucrări speciale"	84
Figura 4.14 Calitatea aerului interior – valori măsurate la intervale de 1 minut: a. asamblare, b. lucrări speciale, c. mașina de găurit Weeke Venture 108M, d. mașina de aplicat cant	86

Figura 4.15 Principalele posturi adoptate de executant în timpul montării unui corp de mobilă	88
Figura 4.16 Principalele posturi adoptate în timpul operației de frezare a unui reper de mari dimensiuni	88
Figura 4.17 Distribuția scorurilor generale REBA – locul de muncă "asamblare"	89
Figura 4.18 Distribuția scorurilor aferente zonei brațelor, metoda REBA – locul de muncă "asamblare,,	90
Figura 4.19 Distribuția scorurilor aferente zonei spatelui, metoda REBA – locul de muncă "asamblare"	90
Figura 4.20 Distribuția scorurilor generale REBA – locul de muncă "lucrări speciale"	90
Figura 4.21 Distribuția scorurilor A, aferente zonei trunchiului, gâtului și picioarelor, metoda REBA – locul de muncă "lucrări speciale"	90
Figura 4.22 Profilul global al locului de muncă "asamblare"	94
Figura 4.23 Profilul analitic al locului de muncă "asamblare"	95
Figura 4.24 Profilul global al locului de muncă "lucrări speciale"	97
Figura 4.25 Profilul analitic al locului de muncă "lucrări speciale"	97
Figura 4.26. Zona BCD – deșeuri uscate (conform documentației interne furnizate de firma B)	99
Figura 4.27. Locurile de muncă supuse analizei: presa PET (stânga) și banda de sortare deșeuri (dreapta)	100
Figura 4.28 Schema de măsurare la locul de muncă: presa de balotat PET	102
Figura 4.29 Schema de măsurare a zgomotului la locul de muncă: banda de sortare deșeu uscat	102
Figura 4.30 Schema de măsurare la mărunțitorul de sticlă și separatorul magnetic	102
Figura 4.31 Zgomot – reprezentare grafică a valorilor măsurate: banda de sortare – a. extrema dreaptă, b. punct 1 mijloc, c. punct 2 mijloc, d. extrema stângă	104
Figura 4.32 Zgomot – reprezentare grafică a valorilor măsurate: Presa PET - a. panou de comandă, b. motor, c. încărcare containere, d. evacuare baloți.....	105
Figura 4.33 Zgomot – reprezentare grafică a valorilor măsurate: mărunțitor de sticlă	106
Figura 4.34 Zgomot – reprezentare grafică a valorilor măsurate: separator magnetic	106
Figura 4.35 PMV-PPD determinat la nivelul zonei C	109
Figura 4.36 Calitatea aerului interior – valori măsurate discret la intervale de 5 minute	110
Figura 4.37 Principalele posturi adoptate la locul de muncă "presa de balotat PET"	112
Figura 4.38 Principalele posturi adoptate la locul de muncă "banda de sortare deșeu uscat"	112
Figura 4.39 Distribuția scorurilor generale REBA – loc de muncă "banda de sortare deșeuri"	113
Figura 4.40 Distribuția scorurilor aferente zonei brațelor – loc de muncă "banda de sortare deșeuri"	113
Figura 4.41 Distribuția scorurilor aferente zonei spatelui – loc de muncă "banda de sortare deșeuri"	113

Figura 4.42 Distribuția scorurilor generale REBA – loc de muncă "presa de balotat PET"	114
Figura 4.43 Distribuția posturilor identificate folosind metoda OWAS – loc de muncă "presa de balotat PET"	114
Figura 4.44 Profilul analitic al locului de muncă "banda de sortare deșeuri uscate"	119
Figura 4.45 Profilul global al locului de muncă "banda de sortare deșeuri uscate"	119
Figura 4.46 Profilul global al locului de muncă "presa de balotare PET".....	121
Figura 4.47 Profilul analitic al locului de muncă "presa de balotare PET"	122
Figura 5.1 Harta conceptuală a problematicii capitolului 5.....	124
Figura 5.2 Arborele metodologic al metodei utilității globale maxime, adaptat deciziilor privind intervențiile ergonomice.....	126
Figura 5.3 Cadrul conceptual al optimizării deciziei în intervenția ergonomică.....	130
Figura 5.4 Distribuția scorurilor asociate celor 5 capitole ale IENDE – firma A.....	148
Figura 5.5 Distribuția scorurilor asociate celor 5 capitole ale IENDE – firma B.....	149
Figura 6.1 Modelul de intervenție ergonomică (MIE)	154

INTRODUCERE

Contextul socio-economic actual se caracterizează prin dinamism, inovațiile tehnologice și schimbările de ordin economic și social survenind în intervale scurte de timp. În mediul economic marea provocare este dobândirea capacității de adaptare rapidă și cu succes la aceste schimbări, care implică, printre altele, conformarea cu numeroase norme și standarde de calitate și de securitate și sănătate în muncă (SSM). Mai mult decât atât, competitivitatea și succesul pe termen lung al unei afaceri sunt condiționate de inițiativele sale sustenabile, ergonomia fiind un vehicul pentru atingerea obiectivelor strategice ale firmei.

La nivel organizațional, conformarea cu legislația în vigoare nu este suficientă, ci reprezintă nivelul minimal de funcționare al firmei din perspectiva ergonomiei. În rândul dezideratelor unei strategii sustenabile se numără și asigurarea bunăstării lucrătorilor prin concepția de intervenții ergonomice care să optimizeze condițiile de muncă și să genereze satisfacție în muncă. Din această perspectivă, importanța ergonomiei devine vitală pentru atingerea obiectivelor de productivitate, eficiență și eficacitate în cadrul organizațiilor. Acest fapt se datorează caracterului interdisciplinar al ergonomiei – o știință care înglobează cunoașterea și expertiza unor domenii precum inginerie, design, medicină, psihologie, management sau economie. Înțelegând ca proces de optimizare a activității organizațiilor (pornind de la sarcini și echipamente de lucru și finalizând cu atingerea obiectivelor de sustenabilitate, eficiență și eficacitate), intervenția ergonomică este imperios necesară pentru a asigura un mediu de lucru armonios și sigur, dar și pentru a crea produse și servicii conforme cu necesitățile și particularitățile corpului uman.

Viteza fulgerătoare a evoluției tehnologice din ultimele decenii a determinat modificări în modul de funcționare a activității firmelor, generând noi ocupații profesionale deopotrivă cu noi riscuri de accidentare și îmbolnăvire la locul de muncă. Acesta este unul dintre motivele pentru care statisticile referitoare la sănătatea și securitatea muncii în UE arată că în rândul celor mai frecvente riscuri profesionale riscurile ergonomice rămân pe un loc fruntaș, în ciuda eforturilor concertate ale tuturor părților implicate.

La nivel național, o lacună majoră în implementarea principiilor ergonomiei în activitatea curentă a organizațiilor rezidă în absența unor acte normative care să reglementeze necesitatea respectării acestor principii în concepția locurilor de muncă. Se face referire aici atât la modul de organizare a muncii, cât și la mijloacele de muncă, mașinile și utilajele folosite. Având în vedere că elementul central al ergonomiei îl reprezintă omul, intervențiile ergonomice își propun să optimizeze locurile de muncă sau modul de execuție a sarcinilor de muncă de așa manieră încât finalitatea acestor intervenții să fie îmbunătățirea calității vieții profesionale a lucrătorilor.

Modul de concepție și implementare a unei intervenții ergonomice depinde de obiectivele urmărite prin intervenția respectivă, dar și de instrumentele și metodele de lucru utilizate. Există, însă, o discrepanță între perspectiva cercetătorilor și cea a practicienilor privind modul de concepție a intervențiilor ergonomice, întrucât ceea ce consideră cercetătorii că trebuie optimizat diferă de așteptările și nevoile concrete ale practicienilor. Din acest punct de vedere, este necesară o armonizare a așteptărilor

cu practica ergonomiei prin crearea unei metodologii de lucru (toolkit de intervenție ergonomică) ușor de implementat în organizații. De asemenea, acest toolkit trebuie să răspundă nevoii de îmbunătățire continuă, astfel că *este imperios necesar a se concepe un toolkit de intervenție ergonomică ce permite evaluarea și îmbunătățirea continuă a sistemului de muncă*. Se întrevide aici breșa de cercetare, care se referă la concepția unei metodologii de intervenție ergonomică destinat să acopere activitatea de evaluare a sistemului de muncă, corecția riscurilor și deficiențelor organizatorice identificate, fundamentarea economico-financiară a măsurilor corective, implementare măsurilor propuse și re-evaluarea periodică pentru optimizarea întregului demers.

Din perspectivă personală, preocuparea pentru tema prezentei cercetări doctorale derivă din studiile universitare (Master) în domeniul securității și sănătății în muncă și confruntarea cu riscuri ergonomice de-a lungul activității profesionale. De asemenea, preocupările pentru cercetarea științifică a constituit un element motivațional semnificativ în atingerea cu succes a obiectivelor programului doctoral. Autoarea tezei de doctorat a beneficiat de valoroase oportunități de cercetare științifică de-a lungul programului doctoral:

- **Grant de mobilitate CEEPUS** la Universitatea din Maribor, Facultatea de Logistică (Slovenia) nr. CIII-HU-1506-01-2021-M-151518 în cadrul rețelei M-HU-1506-01-2021-M-151518 - Ergonomics and Human Factors Regional Educational CEEPUS Network (luna septembrie 2021)
- **Formator în proiectul Erasmus+ "Multimedia competencies for University staff to Empower University – Community Collaborations"** contract nr 2020-1-RO01-KA203-080399 (acronim MUST, coordonator prof. univ. dr. ing. Anca Drăghici) – perioada 30.09.2021 – 30.04.2022
- **Economist expert în management în grantul de cercetare intitulat "Relația dintre investițiile în energie, șocurile în prețurile produsele energetice și variabilele macroeconomice în țările UE"**, contract de finanțare nr. 13/2018, cod PN-III-P1-1.1-TE-2016-0142 (coordonator Prof.univ.dr. Claudiu Albușescu) – perioada iulie 2018 – ianuarie 2019 și septembrie 2019 - martie 2020.

În acest context, tema de cercetare își propune să răspundă la întrebarea: *Cum se evaluează autenticitatea intervenției ergonomiei în sistemele de muncă pentru analiza performanțelor sale (în termenii eficacității, eficienței și pertinentei) pentru a contribui la creșterea calității vieții profesionale?*

Pentru a răspunde la această întrebare, s-au definit următoarele obiective operaționale ale temei de cercetare:

- **OP1** Descrierea cadrului conceptual, respectiv abordarea sistemelor de muncă din perspectiva ergonomiei și minimizarea riscurilor profesionale și a accidentelor în muncă
- **OP2** Fundamentarea teoretică a demersului de evaluare a intervenției ergonomiei în sistemele de muncă
- **OP3** Propunerea unui demers teoretico-aplicativ cu privire la intervenția ergonomiei în sistemele de muncă
- **OP4** Modelarea și implementarea unui model inovativ de intervenție a ergonomiei în sistemele de muncă pentru reducerea riscurilor profesionale
- **OP5** Testarea și validarea modelului inovativ propus

În consecință, **obiectivul general al temei de cercetare este dezvoltarea unui model inovativ de intervenție a ergonomiei în sistemele de muncă**, centrat pe principiile ergonomiei participative și ale îmbunătățirii continue. Se dorește ca acest model să înglobeze dezvoltarea și valorificarea unei echipe interdisciplinare de specialiști în demersul optimizării activității organizației din perspectiva eficienței, eficacității și pertinentei acesteia.

Interesul pentru această temă de cercetare este strâns legat de provocările cotidiene din organizații, întrucât acestea se confruntă tot mai des cu probleme de productivitate, de conformare cu standardele și legislația din domeniul SSM, precum și de nemulțumirea lucrătorilor cu privire la expunerea ridicată la riscuri ergonomice și provenite din mediul fizic de muncă. O realitate a firmelor românești este lipsa know-how-ului în domeniul ergonomiei, mediul economic din România fiind profund marcat de numărul foarte mic al ergonomiștilor cu experiență care să sprijine demersul concepției și implementării intervențiilor ergonomice. Astfel, prin cercetările efectuate de-a lungul programului doctoral s-a dorit crearea unui cadru metodologic ușor de implementat, care să faciliteze dezvoltarea unei atitudini proactive în identificarea riscurilor și optimizarea locurilor de muncă.

Demersul urmat pentru atingerea obiectivului general și al obiectivelor operaționale este prezentat în figura 0.1. S-a procedat la studiul temeinic al resurselor bibliografice și studiilor aplicative privind intervențiile ergonomice cu scopul de a identifica metode și instrumente de lucru relevante, dar și pentru a observa deficiențele propunerilor altor cercetători. Aceste cercetări teoretice au servit la dezvoltarea unui model teoretico-aplicativ de implementare a intervențiilor ergonomice, modelul fiind validat prin cercetări aplicative efectuate în cadrul a două firme. Nu în ultimul rând, s-a dorit fundamentarea din punct de vedere economic și financiar a deciziilor privind intervențiile ergonomice propuse.

Capitolul 1, intitulat "**Descrierea cadrului contextual și conceptual al cercetării**" realizează o radiografie a nivelului național și internațional de manifestare a ergonomiei. S-au analizat legislația și standardele în domeniul securității și sănătății în muncă, precum și rapoartele și studiile elaborate de Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă pentru a analiza gradul de penetrare a ergonomiei în activitatea curentă a firmelor. De asemenea, primul capitol surprinde noțiuni teoretice privind calitatea vieții profesionale și rolul îndeplinit de ergonomie în susținerea calității vieții profesionale.

Capitolul 2, având titlul "**Ergonomia fizică și managementul riscurilor ergonomice**", sintetizează concluziile studiului referențialului bibliografic referitor la ergonomia fizică, ontologia riscurilor profesionale și managementul riscurilor ergonomice. Acest capitol surprinde noțiuni din sfera securității și sănătății la locul de muncă, concepte din domeniul biomecanicii și al kinesiologiei, precum și metode de evaluare a riscurilor ergonomice. Un aspect demn de menționat este acela că în capitolul 2 s-a realizat o sinteză a instrumentelor software utilizate pentru evaluarea și gestionarea riscurilor ergonomice, relevându-se modul în care evoluția tehnologică a fost pusă în serviciul ergonomiei.

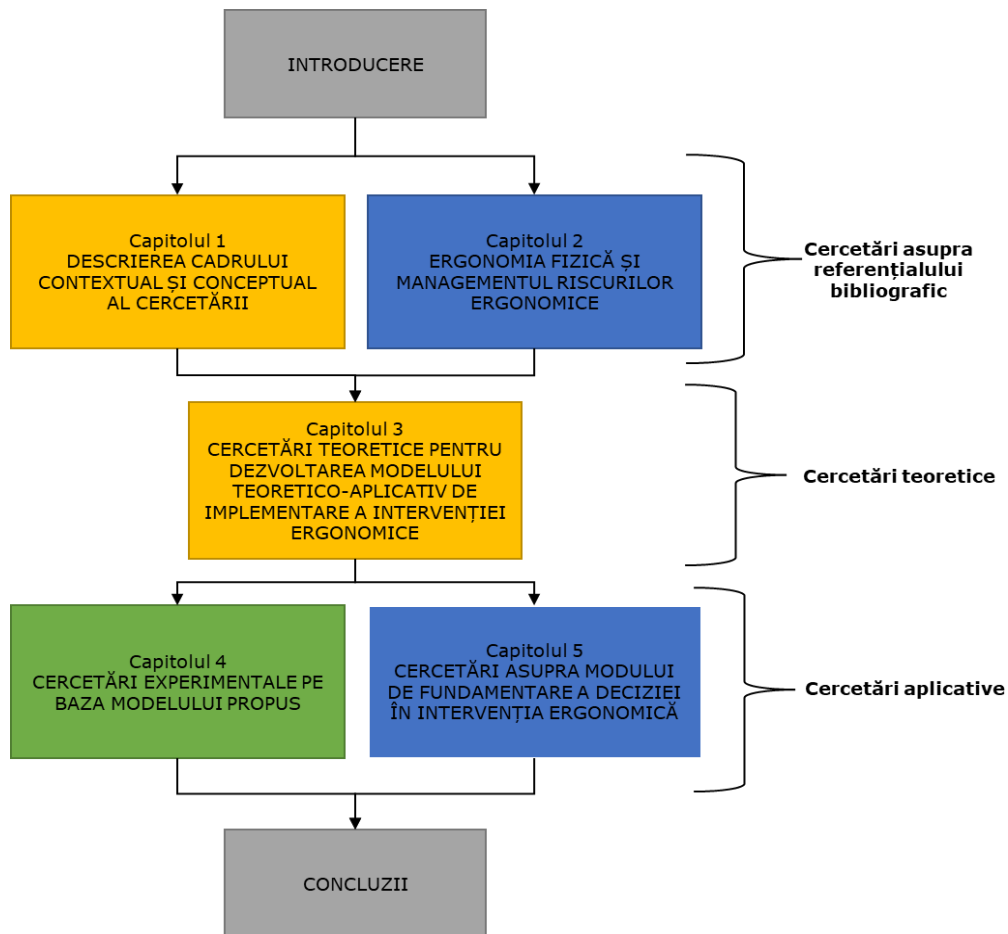


Figura 0.1 Structura logică a tezei de doctorat (diagrama flux)

Capitolul 3, cu titlul **“Cercetări teoretice pentru dezvoltarea modelului teoretico-aplicativ de implementare a intervenției ergonomice”**, descrie demersul metodologic propus pentru concepția și implementarea intervențiilor ergonomice. Este un capitol de frontieră, care fundamentează cadrul metodologic de efectuare a cercetărilor aplicative. Modelul teoretico-aplicativ al intervenției ergonomice, descris în subcapitolul 3.5, se bazează pe:

- descrierea sistemului om-mașină-mediu (subcapitolul 3.1);
- studiul amănunțit al actelor legislative, standardelor naționale și internaționale aplicabile mediului fizic de muncă: zgomot, iluminat, microclimat și calitatea aerului interior (subcapitolul 3.2);
- analiza modului de evaluare a riscurilor ergonomice folosind un software bazat pe inteligența artificială (subcapitolul 3.3);
- studiul sistemului de muncă folosind metoda RNUR (subcapitolul 3.4).

Capitolul 4, **“Cercetări experimentale pe baza modelului propus”**, descrie modul în care au fost realizate cercetările aplicative pe baza modelului teoretico-aplicativ propus în capitolul 3. S-au efectuat cercetări experimentale în cadrul a două firme care operează în județul Timiș. În cadrul acestui capitol se prezintă rezultatele măsurărilor parametrilor mediului fizic (efectuate cu sprijinul Laboratorului de Analize de Combustibili, Investigații Ecologice și Dispersia Noxelor), analiza riscurilor

ergonomice evaluate cu instrumentul software ergoIA și analiza sistemului de muncă folosind metoda RNUR pentru fiecare dintre cele două firme. De asemenea, în cadrul acestui capitol s-au propus măsuri de intervenție corective adresate abaterilor de la normele legislative în vigoare și de la principiile ergonomiei.

Capitolul 5, intitulat "**Cercetări asupra modului de fundamentare a deciziei în intervenția ergonomică**", are ca punct de plecare măsurile de intervenție corective propuse pentru locurile de muncă analizate în cazul celor două firme și prezintă o metodologie de fundamentare a deciziilor privind intervențiile ergonomice din punct de vedere economico-financiar. Astfel, intervențiile ergonomice propuse au fost analizate folosind metoda utilității globale și analiza cost-beneficiu pentru a genera o ierarhie de implementare a acestor intervenții. Nu în ultimul rând, capitolul 5 prezintă o analiză a gradului de maturitate a ergonomiei în cele două firme.

În final, **capitolul 6**, denumit "**Concluzii, contribuții personale și direcții viitoare de cercetare**", prezintă bilanțul metodologic al cercetărilor doctorale, subliniază contribuțiile personale în sfera cercetărilor teoretice și practice privind intervențiile ergonomice și oferă o imagine de ansamblu asupra viitoarelor direcții de cercetare ce derivă din rezultatele programului doctorat.

Cercetările realizate în cadrul programului doctoral au fost valorificate prin publicarea unui total de **19 lucrări științifice**, dintre care: **3 lucrări științifice publicate în reviste indexate ISI, 9 lucrări publicate în volumele unor manifestări științifice (Proceedings) indexate ISI Web Of Science, 3 lucrări științifice publicate în reviste de specialitate indexate BDI și 4 lucrări științifice publicate în volumele unor manifestări științifice internaționale (Proceedings) din țară și străinătate.** Lista lucrărilor este prezentată în anexa 3.

1. DESCRIEREA CADRULUI CONTEXTUAL ȘI CONCEPTUAL AL CERCETĂRII

Capitolul este alocat cercetărilor asupra referențialului bibliografic de actualitate, orientat spre definirea cadrului contextual și conceptual al cercetării. Cercetările teoretice aferente acestui capitol deservește atingerii obiectivului operațional:

OP1. *Descrierea cadrului conceptual, respectiv abordarea sistemelor de muncă din perspectiva ergonomiei și minimizarea riscurilor profesionale și a accidentelor în muncă.*

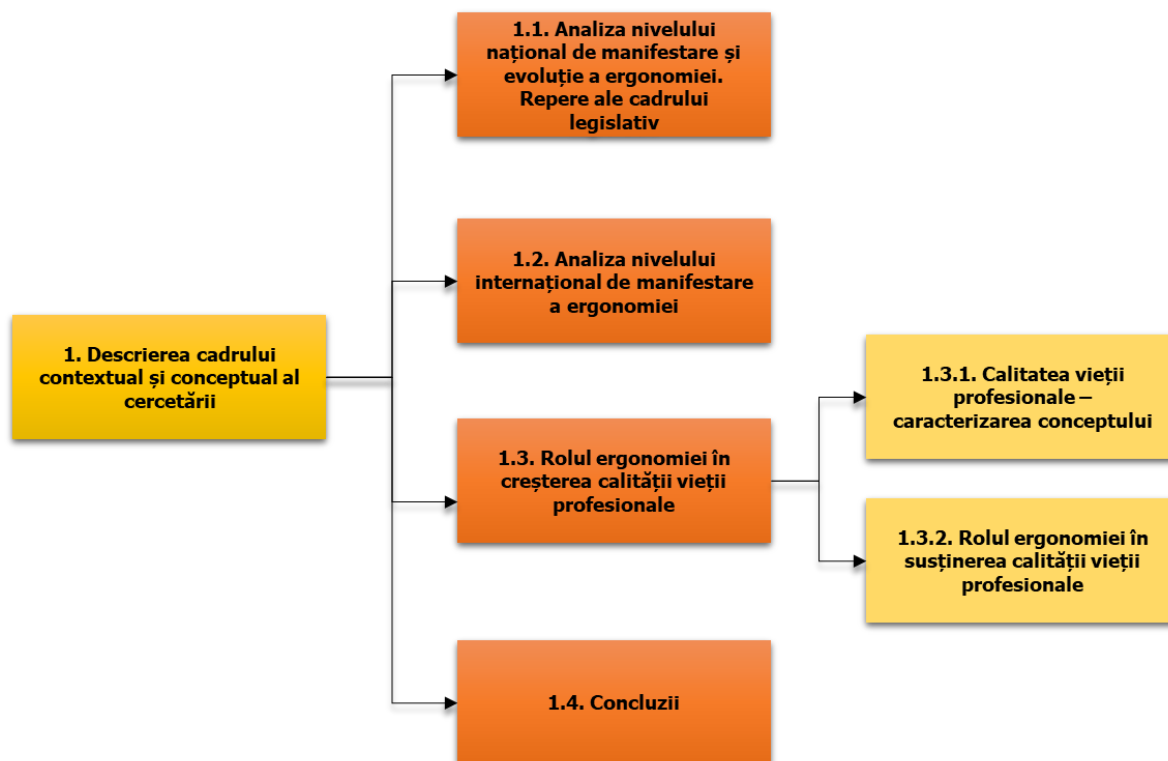


Figura 1.1 Harta conceptuală aferentă cercetărilor cuprinse în capitolul 1

În figura 1.1 este descrisă structura capitolului. Astfel, capitolul este împărțit în două părți tratate echilibrat: prima parte plasează ergonomia în contextul național și internațional de manifestare, iar a doua parte descrie rolul ergonomiei în asigurarea calității vieții profesionale prin caracterizarea conceptului de calitate a vieții profesionale și prin definirea rolului pe care ergonomia îl are în susținerea calității

vieții profesionale. Capitolul se încheie cu o serie de concluzii asupra elementelor relevante pentru demersul științific propus în prezenta cercetare doctorală.

1.1. Analiza nivelului național de manifestare și evoluție a ergonomiei. Repere ale cadrului legislativ

Preocupările pentru domeniul ergonomiei s-au manifestat în spațiul românesc încă de la începutul secolului XX. Cu toate acestea, contextul socio-economic și politic defavorabil au impactat negativ progresele cercetării științifice în domeniul ergonomiei și a exercitării profesiei de ergonomist (Manolescu, 2015). Ultimul deceniu a fost marcat de progrese semnificative, astfel că interesul pentru ergonomie în România a condus, printre altele, la legiferarea profesiei de ergonomist și la înființarea primei societăți a profesioniștilor din acest domeniu. Astfel, în aprilie 2017 a fost publicat în Monitorul Oficial Ordinul Comun al Ministerului Muncii și Justiției Sociale (MMJS) și al Institutului Național de Statistică (INS) nr. 198/1938/2017, prin care se stabilește introducerea a 28 de noi ocupații în Clasificarea Ocupațiilor din România (COR) – nivel de ocupație (șase caractere), printre care și cea de ergonomist (cod 226309). Acesta a fost un pas major în evoluția ergonomiei în România, creându-se astfel premisele elaborării unor politici naționale de dezvoltare a ergonomiei ca domeniu profesional și de cercetare academică.

Ca o prelungire naturală a eforturilor legislative în domeniul ergonomiei în România, în octombrie 2019 a fost înființată la Timișoara Societatea pentru Ergonomia și Managementul Mediului de Lucru (ErgoWork). ErgoWork este o organizație științifică, non-guvernamentală, care are ca scop principal crearea unui mediu adecvat pentru practicarea ergonomiei deopotrivă cu cercetarea științifică în sfera ergonomiei și a managementului mediului de lucru. Din data de 20 octombrie 2020, ErgoWork a fost acceptată ca membru asociat al Federației Europene a Societăților de Ergonomie (FEES), plasând acțiunile ErgoWork în conext național și internațional. O dată cu declanșarea pandemiei de Covid-19, în anul 2021, ErgoWork și-a orientat eforturile înspre publicarea unui Ghid Ergonomic pentru Telemuncă și Telestudiu, "Ergo@Home", acesta fiind disponibil gratuit¹. Nevoia stringentă de promovare a principiilor ergonomiei la locul de muncă este susținută atât de persistența unei incidențe ridicate a bolilor profesionale, cât și de tendința generală de creștere a gradului de implementare a telemuncii în UE (Messenger, 2019, p.41).

Conform unui raport al Agenției Europene pentru Securitate și Sănătate în Muncă (EU-OSHA) ce analizează situația României din perspectiva sănătății și securității în muncă, în anul 2016 43,7% dintre angajații români cu vârste cuprinse între 35 și 44 ani sufereau de AMS, proporția fiind de 38,3% pentru cei cu vârste cuprinse între 45 și 54 ani și 40,6% pentru lucrătorii cu vârste cuprinse între 55 și 64 ani (EU-OSHA, 2016). Este important de precizat faptul că afecțiunile musculoscheletice au fost și cele mai frecvent raportate afecțiuni profesionale în rândul populației analizate. Afecțiunile pulmonare și cardio-vasculare sunt și ele frecvent întâlnite în rândul lucrătorilor români, indicând *necesitatea dezvoltării unor politici agregate de promovare a sănătății la locul de muncă, întrucât în contextul actual legislația și instituțiile guvernamentale responsabile cu SSM pun mai mult accentul pe securitatea muncii decât pe sănătatea la locul de muncă și pe calitatea*

¹ <https://ergoworksociety.com/2021/09/14/ghidul-complet-ergohome-public/>

vieții profesionale. Nu în ultimul rând, prin "Hotărârea Guvernului pentru aprobarea Strategiei naționale în domeniul securității și sănătății în muncă pentru perioada 2017-2020" se stabilește cea mai recentă strategie națională în domeniul SSM, principalele obiective fiind:

- Activități de prevenție a riscurilor și promovarea îmbunătățirii condițiilor de muncă;
- Menținerea stării de sănătate a lucrătorilor în parametri optimi;
- Prevenția accidentelor de muncă și a bolilor profesionale.

Aceeași Strategie stipulează că Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Muncii (INDCPM) "Alexandru Darabont" este entitatea responsabilă, printre altele, de efectuarea de cercetări aplicative pentru evaluarea, prevenția și reducerea riscurilor la locul de muncă, fără a neglija sinergiile cu activitatea de cercetare științifică în domeniul SSM. În ciuda elementelor comune ergonomiei și SSM, o strategie națională care limitează prevenția la nivelul SSM poate fi considerată limitativă având în vedere importanța ergonomiei pentru calitatea vieții profesionale și performanțele ridicate ale sistemelor de muncă.

În perioada elaborării prezentei cercetări doctorale nu fusese încă publicată o strategie națională în domeniul SSM pentru perioada 2021-2023.

Din punct de vedere legislativ, principalul act normativ care reglementează buna desfășurare a muncii și asigurarea unor condiții adecvate de muncă sunt Legea nr. 319 din 14 iulie 2006 a Securității și Sănătății în Muncă (completată de Legea nr. 51 din 19 martie 2012, Legea nr. 187 din 24 octombrie 2012 și Decizia nr. 513 din 4 iulie 2017 și Legea 198 din 2018) și Hotărârea de Guvern nr. 1425 din 2006 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii 319/2006. Aceste două acte normative stabilesc normele minime de securitate și sănătate la locul de muncă, servind drept punct de pornire al oricărei intervenții ergonomice. Legea 319/2006 transpune în legislația națională Directiva Consiliului nr. 89/391/CEE privind introducerea de măsuri pentru promovarea îmbunătățirii securității și sănătății lucrătorilor la locul de muncă, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene (JOCE) nr. L 183/1989. De asemenea, se impune a preciza că legislația națională include o serie de Hotărâri de Guvern care reglementează diverse tipuri de activități sau categorii de riscuri profesionale.

Cu toate acestea, **la nivel național nu există acte normative care să reglementeze implementarea principiilor ergonomiei la locul de muncă.**

1.2. Analiza nivelului internațional de manifestare a ergonomiei

La nivel global, Organizația Internațională a Muncii (ILO) a depus numeroase eforturi pentru a îmbunătăți starea de sănătate și condițiile de muncă a lucrătorilor din cele 187 de țări membre. Conform datelor ILO, la fiecare 15 secunde un lucrător moare într-un accident de muncă sau din cauza unei boli profesionale; în fiecare zi, aproximativ 6.300 de lucrători mor din cauza accidentelor de muncă sau a bolilor profesionale, însumând peste 2,3 milioane de morți anual (ILO, 2017). Mai mult, anual, peste 313 milioane de lucrători suferă accidentări la locul de muncă – cu alte cuvinte, peste 860,000 de lucrători sunt răniți la locul de muncă în fiecare zi (ILO, 2017). Dincolo de imensul cost uman, impactul economic al securității și sănătății în muncă aplicate inadecvat este foarte ridicat: 4% din PIB-ul global este pierdut anual (echivalentul a \$2,8 trilioane dolari) prin costuri legate de timpul de lucru, întreruperi

în producție, tratamentul accidentelor și îmbolnăvirilor profesionale, reabilitare și compensații (ILO, 2017). De asemenea, ILO semnalează că, la nivel mondial, afecțiunile musculoscheletice rezultate din expunerea profesională la riscuri ergonomice (în special durerile de spate și cele din zona cervicală) reprezintă 13,7% din anii de viață ajustați în funcție de invaliditate – reprezentând o creștere de 20,1% a frecvenței de apariție a acestor afecțiuni în perioada 2000–2016 (ILO, 2021).

La nivel european, Agenția Europeană pentru Sănătate și Securitate în Muncă (EU-OSHA) are preocupări atât din perspectiva prevenției, cât și din perspectiva măsurilor corective (de îmbunătățire) a condițiilor la locul de muncă. EU-OSHA este un organism al UE responsabil de culegerea, prelucrarea, analiza și diseminarea informațiilor relevante în domeniul SSM, oferind suport și ghidare responsabililor cu SSM la locul de muncă. EU-OSHA a elaborat în ultimii ani numeroase sondaje și rapoarte menite să ofere o analiză detaliată a situației în care se află Comunitatea Europeană în întregul său și țările membre (tratate individual) din punctul de vedere al SSM.

În 2009, 2014 și 2019, EU-OSHA a întreprins "Sondajul european în rândul întreprinderilor privind riscurile noi și emergente" (ESENER), un sondaj care a avut ca principal scop obținerea unei perspective largi asupra practicilor SSM pe continentul european, participanții la acest sondaj fiind companii din numeroase ramuri de activitate și nu instituții sau organisme ale statului. Astfel, se poate observa situația reală a SSM, aceasta fiind de multe ori complet diferită de statisticile oficiale.

Ediția din 2014 a ESENER² a relevat creșterea intensității eforturilor depuse de companii pentru a îmbunătăți securitatea, sănătatea și a reduce riscurile psihosociale din mediul de lucru. De regulă, companiile mari sunt cele care își asumă obiective clare de SSM și se preocupă de îmbunătățirea condițiilor de lucru. În rândul întreprinderilor mici și mijlocii (IMM-uri), 23% nu au desfășurat evaluări de risc, iar 6% dintre ele nu au oferit instruire în domeniul SSM. De asemenea, IMM-urile reprezintă și categoria cu cele mai reduse niveluri de implementare a politicilor și măsurilor SSM (EU-OSHA, 2016). Rezultatele celei de-a doua ediții ESENER indică necesitatea continuării campaniilor de informare și responsabilizare a companiilor în direcția îmbunătățirii condițiilor de lucru și a minimizării riscurilor profesionale (EU-OSHA, 2016). De asemenea, EU-OSHA își propune elaborarea unor studii viitoare focalizate pe economiile în curs de dezvoltare și societățile cu probleme de ordin economic și politic pentru că acestea sunt predispuse la neglijarea aspectelor SSM.

Cea de-a treia ediție, ESENER 2019³, a acordat atenție deosebită riscurilor psihosociale (spre exemplu, stresul la locul de muncă, violența și hărțuirea) și AMS. În rândul factorilor de risc frecvent identificați de respondenți au predominat riscurile ergonomice: mișcările repetitive ale mâinilor și brațelor, munca în poziție șezând și ridicarea sau mutarea oamenilor sau a maselor grele (EU-OSHA, 2019). Munca în poziție șezând - al doilea cel mai frecvent identificat risc - reprezintă una dintre noutățile acestui raport și atrage atenția asupra faptului că modificarea modului de organizare a muncii aduce cu sine noi riscuri care trebuie abordate proactiv (EU-OSHA, 2019). Comparativ cu ediția din 2014, se poate constata și o reducere a numărului organizațiilor care au raportat adoptarea de măsuri de reducere a AMS. În rândul măsurilor de prevenție a AMS se numără:

² <https://osha.europa.eu/ro/publications/management-occupational-health-and-safety-european-workplaces-evidence-second-european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener-2/view>

³ <https://visualisation.osha.europa.eu/esener#!/ro/survey/overview/2019>

1. furnizarea echipamente care reduc efortul de ridicare sau mișcare a maselor;
2. rotația sarcinilor de lucru pentru a reduce mișcările repetitive;
3. furnizarea de echipamente ergonomice;
4. posibilitatea angajaților cu probleme de sănătate de a-și reduce timpul de lucru.

Aceste măsuri indică o creștere a interesului asupra unei abordări sustenabile a îmbunătățirii calității vieții profesionale.

Încă din 1991, Eurofound (Fundația Europeană pentru Îmbunătățirea Condițiilor de Muncă și de Viață) a monitorizat condițiile de lucru în Europa prin Sondajul European al Condițiilor de Muncă (EWCS). În ediția din 2015 a EWCS s-a semnalat faptul că persistă inegalități structurale de gen, status și ocupație. Sondajul își propune să cuantifice șapte indici ai calității muncii: mediul fizic, intensitatea muncii, calitatea timpului petrecut la lucru, mediul social, abilități și discreție, perspective și venituri (Eurofound, 2016). Acești indici reprezintă dimensiuni ale vieții la locul de muncă și au fost selectate pe baza impactului pe care îl au asupra sănătății și stării de bine a lucrătorilor.

Conform rezultatelor EWCS, expunerea la riscuri fizice nu a scăzut semnificativ, deși economia se transformă dintr-o economie focalizată pe producție într-o economie focalizată pe servicii (Eurofound, 2016). Mai mult, noile tehnologii creează premisele unor noi riscuri profesionale, ne-evaluate și cărora nu li se acordă importanța cuvenită. AMS rămân cel mai frecvent întâlnite în rândul lucrătorilor, riscurile ergonomice fiind cel mai des raportate în țări ca România și Cipru (Eurofound, 2016). Rezultatele sunt îngrijorătoare când vine vorba de nivele de expunere la riscuri ergonomice în țările UE: 57% dintre lucrători sunt expuși la munca prelungită în poziție șezând și aproximativ 45% dintre aceștia lucrează în poziții obositoare și dureroase (Eurofound, 2016).

1.3. Rolul ergonomiei în creșterea calității vieții profesionale

1.3.1. Calitatea vieții profesionale – caracterizarea conceptului

În anul 2021, România s-a situat pe ultimul loc din UE în Indexul Progresului Social cu un scor de 78,41/100, înregistrând o ușoară creștere față de anul 2020⁴. Scorul obținut plasează România în cea de-a treia categorie a clasamentului, Ungaria și Bulgaria înregistrând scoruri mai mari⁵. Indexul Progresului Social este o inițiativă lansată în 2014 de organizația non-guvernamentală Social Progress Imperative din SUA, cu scopul de a analiza și de a evalua nivelul de dezvoltare socială în toate țările lumii. Conform definiției disponibile pe website-ul Social Progress Imperative, indexul reprezintă un indicator a calității vieții și a bunăstării sociale, acest index fiind calculat la nivel global (168 de țări) pornind de la trei dimensiuni: nevoi de bază (hrană, apă potabilă, acces la îngrijire medicală de bază, locuință și siguranță personală), bunăstare (acces la educație de bază, comunicații și informație, sănătate și bunăstare, calitatea mediului) și oportunități (drepturi personale, libertate personală și de alegere, incluziunea, accesul la educație avansată)⁶. Astfel, locul României în acest

⁴ <https://www.romania-insider.com/social-progress-index-2021-romania>

⁵ https://www.economica.net/romania-codasa-in-ue-si-locul-44-in-clasamentul-mondial-privind-calitatea-vietii-si-bunastarea-sociala_544837.html

⁶ <https://www.socialprogress.org/?tab=2>

clasament semnaleză principalele elemente generatoare ale unui nivel redus al calității vieții indivizilor. Mai mult, în contextul prezentei cercetări, acest index subliniază faptul că îmbunătățirea calității vieții profesionale devine un imperativ pentru atingerea unui nivel ridicat de bunăstare socială.

Conform ILO (International Labor Organization - Organizația Internațională a Muncii), conceptul de "workplace wellbeing" (în traducere liberă, starea de bine la locul de muncă) este în strânsă legătură cu toate aspectele vieții profesionale: de la calitatea și siguranța mediului fizic și până la mediul psihologic (psihoclimatul) și cultura organizațională, inclusiv modul în care angajații se simt în raport cu munca lor⁷. De asemenea, ILO subliniază faptul că starea de bine la locul de muncă este un factor determinant pentru eficiența pe termen lung a organizațiilor. În fapt, starea de bine la locul de muncă este esența unei calități ridicate a vieții profesionale.

În accepțiune generală, calitatea vieții profesionale se referă la modul în care o persoană se raportează la munca sa, precum și la sistemul de muncă din care face parte (Shinde et al., 2021). Figura 1.2 prezintă caracteristicile calității vieții profesionale plecând de la caracterizarea conceptului realizată de (Shinde et al., 2022).



Figura 1.2 Elementele definitorii ale calității vieții profesionale

Literatura de specialitate abordează conceptul de calitate a vieții profesionale din perspectiva psihosocială, cu scopul de a identifica legătura dintre calitatea vieții profesionale și performanțele organizațiilor. Calitatea vieții profesionale are relevanță deopotrivă pentru starea de bine a individului și pentru performanțele organizației (în special productivitatea sistemului de muncă) (Hermawati et al., 2021). Performanța în muncă este afectată de calitatea vieții profesionale, astfel că parametri precum satisfacția scăzută a muncii, stresul și un nivel redus al autonomiei generează comportamente neproductive (Soroya et al., 2022). (Sitohang, Budiono, 2021)

⁷http://www.ilo.int/safework/areasofwork/workplace-health-promotion-and-well-being/WCMS_118396/lang--en/index.htm

demonstrează relația de dependență dintre productivitatea în muncă a executanților, pe de o parte, și satisfacția în muncă, calitatea vieții profesionale și autoeficacitate, de cealaltă parte. Mai mult decât atât, (Hastuti, Wibowo, 2021) concluzionează în studiul lor că există o influență a calității vieții profesionale și angajamentului organizatoric asupra comportamentului cetățeniei organizaționale; similar, (Yadav, 2021) și (Wang et al., 2021) demonstrează corelația dintre calitatea vieții profesionale și angajamentul afectiv față de organizație în contextul sistemelor de producție. În consecință, calitatea vieții profesionale generează efecte pe scară largă asupra performanțelor operaționale ale organizației, precum și asupra culturii organizaționale.

În ceea ce privește influența factorilor ergonomici asupra calității vieții profesionale, în literatură există un număr redus de studii care să conducă la concluzii relevante cu privire la importanța implementării principiilor ergonomiei în organizarea muncii pentru creșterea calității vieții profesionale. În rândul celor mai recente astfel de studii se numără și cel al lui O`Neil și Gopal (2021), care demonstrează că intervențiile ergonomice bazate pe sesiuni de informare și training referitoare la reglarea emoțională îmbunătățesc relațiile de muncă, cu efect de reducere a suprasolicitării psihice și îmbunătățire a calității vieții la locul de muncă. Mai mult, Rahim (2021) validează prin cercetări empirice ipoteza conform căreia existența unei culturi SSM constând într-un climat de siguranță la locul de muncă și atitudinea proactivă în prevenția riscurilor la locul de muncă reprezintă factori determinați ai calității vieții profesionale.

În mod tradițional, prevenția și activitățile de promovare a sănătății la locul de muncă au fost derulate independent, limitându-se, astfel, eficiența acestora (Hymel et al. 2011). În absența unor cercetări laborioase cu privire la importanța unei abordări cuprinzătoare, care să acorde ergonomiei locul cuvenit în asigurarea unui nivel ridicat al calității vieții profesionale, argumentele științifice care vin în sprijinul unor astfel de abordări sunt orientate către beneficiile aduse de intervențiile ergonomice și programele de wellness deja implementate în companii.

Impactul pe termen lung al programelor de wellness este deosebit de important atât pentru calitatea vieții profesionale a lucrătorilor, cât și din perspectiva minimizării costurilor cu serviciile de sănătate, creșterea productivității și a eficienței organizațiilor și reducerea incidenței bolilor profesionale. Acest din urmă aspect se află în strânsă legătură cu complexitatea factorilor cauzali ai îmbolnăvirilor profesionale. Din păcate, însă, aceste categorii de programe nu sunt privite ca fiind un imperativ, în ciuda beneficiilor pe care le aduc. Un exemplu care demonstrează valoarea unui program de wellness este compania Johnson and Johnson, care a implementat un program de wellness cu rezultate remarcabile: două treimi din angajați au renunțat la fumat, peste jumătate dintre ei au obținut valori mai scăzute ale presiunii arteriale și au devenit activi fizic, iar compania a economisit în 10 ani peste 250 milioane dolari reprezentând cheltuieli pentru servicii de sănătate⁸.

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) a introdus în literatura de specialitate un concept inovator, *sănătatea totală a lucrătorilor*, definită ca fiind "ansamblul de politici, programe și practici care integrează protecția de riscuri de accidentare și îmbolnăviri profesionale cu promovarea eforturilor de prevenire a accidentărilor și îmbolnăvirilor, cu scopul de a îmbunătăți starea de bine

⁸ <https://hbr.org/2010/12/whats-the-hard-return-on-employee-wellness-programs>

a lucrătorilor”⁹. Sănătatea totală a lucrătorilor se referă la integrarea activităților de sănătate și securitate în muncă cu programele de wellness. Scopul principal al programelor care promovează sănătatea totală a lucrătorilor este conștientizarea faptului că munca afectează sănătatea atât prin factori consacrați, cât și prin elemente recent acceptate în literatura de specialitate. Factori legați de salarizare, ore de lucru, dificultatea muncii depuse și nivelul de stres, interacțiunile cu colegii de muncă, accesul la concediu medical plătit sau neplătit și medii de lucru care promovează o stare bună de sănătate impactează starea de bine a lucrătorilor, a familiilor acestora și a comunității din care ei fac parte¹⁰.

NIOSH propune cinci direcții de acțiune sub forma unui program de sănătate totală a lucrătorilor:

1. Angajamentul managerilor de a asigura SSM la toate nivele organizației
2. Proiectarea muncii pentru a elimina sau a reduce riscurile de accidentări și îmbolnăviri profesionale și pentru a promova starea de bine a lucrătorilor
3. Promovarea și susținerea implicării lucrătorilor pe toată durata conceperii și implementării programului
4. Asigurarea confidențialității și a intimității lucrătorilor
5. Integrarea sistemelor relevante pentru a îmbunătăți starea de bine a lucrătorilor.

Similar echipelor constituite pentru implementarea unei intervenții ergonomice, pentru implementarea unui proiect de sănătate totală a lucrătorilor este necesară constituirea unei echipe multidisciplinare care să includă reprezentanți ai lucrătorilor, responsabili cu SSM, personal medical, responsabili cu resursele umane și profesioniști în domeniul SSM și în domeniul sănătății și al programelor de wellness.

Calitatea vieții profesionale poate fi privită în legătură directă cu sănătatea totală a lucrătorilor, însă nu se poate limita la aceasta. Importanța ergonomiei este monumentală pentru succesul pe termen lung al unei strategii de îmbunătățire a calității vieții lucrătorilor dintr-o organizație. Dacă programele de wellness se referă la nutriție, activitate fizică, renunțarea la fumat, managementul stresului și evaluări ale stării generale de sănătate (inclusiv monitorizarea colesterolului, tensiunii arteriale și a toleranței la glucoză), ergonomia locurilor de muncă se ocupă cu proiectarea și optimizarea condițiilor de muncă, a echipamentelor și mijloacelor de lucru.

În 2016, Institutul Român pentru Evaluare și Strategie (IRES) a realizat un studiu la solicitarea companiei Up România (fosta Cheque Dejeuner) intitulat “Calitatea vieții la locul de muncă în România”. Studiul a fost realizat pe un eșantion reprezentativ de 1,264 de angajați care lucrează cu contract individual de muncă în companii cu peste 10 angajați. Conform acestui studiu, 73% dintre angajați consideră că beneficiază de condiții de lucru adecvate, iar 68% dintre respondenți dispun în permanență de resursele necesare îndeplinirii sarcinilor de serviciu. Cifrele indică o situație relativ bună, însă cu siguranță există oportunități de îmbunătățire a condițiilor de lucru în organizațiile din România.

Autorii studiului atrag atenția asupra importanței calității vieții pentru sănătatea și motivarea lucrătorilor, pentru eficiența în muncă și echilibrul dintre viața personală și cea profesională. Alte elemente importante pentru calitatea vieții profesionale sunt climatul de lucru benefic, solidaritatea între colegi și stilul de management.

⁹ <http://ergo-plus.com/ergonomics-wellness/>

¹⁰ “Fundamentals of Total Worker Health Approaches: Essential Elements for Advancing Worker Safety, Health and Well-Being”, disponibil la https://www.cdc.gov/niosh/docs/2017-112/pdfs/2017_112.pdf

Un semnal de alarmă este faptul că doar 50% dintre cei chestionați consideră că mențin cu ușurință un echilibru între viața profesională și cea personală. În ceea ce privește un stil de viață sănătos, 63% dintre respondenți fac mișcare după orele de lucru. Este dezirabil ca majoritatea persoanelor active profesional să facă mișcare în timpul liber, existând studii care indică beneficiile majore ale sportului pentru reducerea predispoziției la boli profesionale. 88% dintre respondenți și-ar dori ca principal beneficiu extra-salarial o asigurare medicală.

În concluzie, profilul angajatului român normal este următorul: 7 ore de somn, 8 ore la locul de muncă și, în medie, o oră suplimentară la locul de muncă, între 1 și 3 ore petrecute cu familia, 30 minute pauză de masă și o oră petrecută în fața televizorului. Aceasta înseamnă că un angajat obișnuit petrece sub o oră pentru hobby-uri, navigare pe internet, mișcare și relaxare.

1.3.2. Rolul ergonomiei în susținerea calității vieții profesionale

Apariția diverselor AMS, precum și expunerea îndelungată la anumiți factori de risc la locul de muncă afectează negativ calitatea vieții indivizilor. S-a demonstrat acest fapt prin studiul timp de 6 luni a unui eșantion de 174 de indivizi suferinzi de una dintre următoarele cinci AMS: durere în zona inferioară a spatelui, osteoporoza zonei inferioare a spatelui, osteoartrita mâinilor, osteoartrita genunchiului sau coxartroză (Antonescu et al., 2021). S-a constatat scăderea calității vieții populației supuse studiului, cea mai drastică reducere a calității vieții fiind în cazul suferinzilor de durere în zona inferioară a spatelui (60,7% din valoarea maximă). De asemenea, prin același studiu s-a cuantificat și gradul de anxietate resimțit, pacienții diagnosticați cu osteoartrita mâinilor având cel mai ridicat nivel de anxietate (Antonescu et al., 2021). Rezultatele sunt susținute de (Zitko et al., 2021), indicând o reducere a speranței de viață ajustată în funcție de dizabilitate în cazul populației diagnosticate cu AMS. O echipă de cercetători din Japonia vin în sprijinul acestei idei printr-o abordare inovativă: plecând de la datele statistice despre mortalitatea în rândul populației japoneze, s-a încercat identificarea gradului de influență a AMS asupra speranței de viață sănătoasă și a limitărilor activităților zilnice. Astfel, s-a constatat că durerea în zona inferioară a spatelui și artroza determină o scădere moderată a speranței de viață cu 0,7...1,1 ani cu limitări ale activităților zilnice și 0,3...0,4 ani fără limitări ale activităților zilnice (Ritsuno et al., 2021). Durerea în zona inferioară a spatelui una dintre principalele cauze a incapacității de muncă pe termen lung (Asahi et al., 2020). În consecință, AMS are impact negativ asupra calității vieții indivizilor, rolul ergonomiei în creșterea calității vieții profesionale fiind evident plasat în strânsă legătură cu reducerea riscurilor profesionale și îmbunătățirea condițiilor de muncă prin intervenții ergonomice.

De asemenea, pandemia de Covid-19 a creat un context neașteptat și – încă – insuficient studiat: necesitatea transferului brusc a unui număr mare de locuri de muncă din context tradițional (munca prestată prin prezența fizică la locul de muncă) în sistem de telemuncă din motive de protecție sanitară. În România, telemunca a fost reglementată în anul 2018 prin Legea nr. 81/2018, fiind definită ca "forma de organizare a muncii prin care salariatul, în mod regulat și voluntar, își îndeplinește atribuțiile specifice funcției, ocupației sau meseriei pe care o deține, în alt loc decât locul de muncă organizat de angajator, cel puțin o zi pe lună, folosind tehnologia informației și comunicațiilor" (Legea 81/2018, art. 2, alin. a). Deși exista această lege

la momentul declașării pandemiei, majoritatea lucrătorilor și angajatorilor nu au fost pregătiți pentru a asigura condiții ergonomice pentru telemuncă, rezultatul fiind apariția factorilor de risc ergonomici și psihosociali (Boatcă, Drăghici, Găureanu, 2021). Factorii de risc psihosocial au fost studiați cu mai mare interes în acest context, observându-se că riscurile ergonomice au fost studiate în principal în contextul general al utilizării tehnologiei informației și comunicării (TIC), fără a acorda atenție deosebită muncii de acasă (EU-OSHA, 2021). Studii precum (Choudhary et al., 2020), (Jafari-Nodoushan et al., 2020) și (Karingada et al., 2021) indică o incidență crescută a durerilor în zonele superioară și inferioară ale spatelui, umeri și mâini, precum și dureri de cap și disconfort ocular. Una dintre principalele cauze este lipsa mobilierului adecvat, precum și instrumente software și hardware depășite tehnologic, lucru demonstrat și de (Boatcă, Robescu, Drăghici, 2020). Implementarea telemuncii ca unică modalitate de organizare a muncii pe întreaga durată a săptămânii de lucru a fost făcută într-un interval de timp mult prea scurt pentru ca angajații să își poată organiza activitatea după principii ergonomice.

Telemunca și teleducatul (cunoscut în termeni colocviali drept "școala online") au impact negativ asupra calității vieții indivizilor, AMS nefiind singurele probleme apărute în contextul restricțiilor sanitare adoptate pentru limitarea răspândirii virusului Covid-19. Creșterea în greutate, scăderea calității somnului și dificultățile de vedere se numără printre efectele negative ale telemuncii și teleducatului (Boatcă, Drăghici, Găureanu, 2021).

Cu toate acestea, unii angajați au compensat impactul negativ al telemuncii prin îmbunătățirea modului de viață, respectiv prin adoptarea de obiceiuri alimentare sănătoase, activitate fizică, preocuparea pentru hobby-uri și alte moduri de petrecere a timpului liber menite să reducă stresul. Această concluzie este susținută și de (Fofana et al., 2020) și (Rahman et al., 2020), care arată că cele mai bune strategii de gestionare a acestei perioade dificile sunt:

- Conectarea cu familia și prietenii;
- Limitarea expunerii la știri despre evoluția pandemiei;
- Somn suficient și de calitate;
- Dietă sănătoasă;
- Activitate fizică;
- Meditație;
- Atitudine pozitivă;
- Documentarea despre cazuri de bolnavi care s-au vindecat după infectarea cu Covid-19.

În literatura de specialitate au fost publicate studii care au evidențiat modificările survenite în modul de viață și starea de sănătate a indivizilor în timpul pandemiei de Covid-19. Un studiu transversal cu 1.254 de respondenți din Spania, care a urmărit impactul pandemiei de Covid-19 asupra modului de viață și a stării de sănătate, a relevat o reducere semnificativă a activităților fizice și modificări ale tiparelor de somn și hrană (Balanzá-Martínez et al., 2020). Un alt studiu transversal cu 995 de respondenți din India aduce o notă pozitivă asupra perspectivei generale: consumul de hrană sănătoasă, în special hrană gătită acasă, a crescut; nivelul ridicat de stres, timpul prelungit petrecut în fața ecranului și reducerea activității fizice au fost efectele negative identificate de acest studiu.

Pe de altă parte, pandemia de Covid-19 a fost privită în unele țări ca o oportunitate de îmbunătățire a modului de viață și a relațiilor familiale, cu impact

general pozitiv asupra stării de bine a indivizilor. În Elveția, de pildă, un studiu de cohortă a demonstrat că tinerii au considerat izolarea la domiciliu impusă în pandemie ca oportunitate de a petrece mai mult timp cu familia, partenerii de viață și prietenii, de a face mai mult sport și de a acorda mai mult timp hobby-urilor și somnului (Shanahan et al., 2020).

Un alt factor de impact asupra calității vieții este fuziunea rolurilor individului în special în cazul familiilor cu copii: dacă în mod tradițional un individ îndeplinește câte un rol pentru fiecare context în care se află (părinte pentru copiii săi, angajat la locul de muncă, partener de viață în intimitatea locuinței etc.), trecerea la telestudiu și telemuncă a impus îndeplinirea majorității rolurilor în același timp și în același spațiu – cel al locuinței – sporind efectul factorilor de risc psihosocial.

În context european, Fundația Europeană pentru Îmbunătățirea Condițiilor de Muncă și Viață (Eurofound) derulează în perioada 2021–2024 un program de lucru care include, printre altele, condițiile de viață și calitatea vieții. În rândul studiilor elaborate în contextul acestui program se numără și o analiză a impactului pandemiei de Covid-19 asupra tinerilor din UE. Astfel, s-a constatat că restricțiile impuse pentru limitarea răspândirii noului coronavirus au generat un sentiment acutizat de insecuritate, o scădere a calității vieții și sentimente negative care au generat depresie și anxietate (Eurofound, 2021).

Intervențiile ergonomice

Un aspect deosebit de important este faptul că omul reprezintă centrul oricărei intervenții ergonomice, aceasta însemnând că orice decizie trebuie să aibă în vedere impactul asupra angajaților și a factorilor de decizie externi și interni implicați în procesul de schimbare. Întrucât ergonomia are ca obiectiv principal crearea unui mediu de lucru sau a unui produs adecvat particularităților și necesităților umane, devine clar faptul că ergonomia este nelipsită din procesul de schimbare sau optimizare a organizației.

De-a lungul ultimelor decenii, știința ergonomiei a cunoscut o largă dezvoltare, numeroase studii propunând definiții, metode și modele de studiu și intervenție a ergonomiei. Conform unui studiu publicat în 2015 (Radjiyev, A., Qiu, H., Xiong, S., & Nam, K., 2015) în intervalul 1992-2011 au fost publicate 9.717 studii în limba engleză în domeniul ergonomiei, majoritatea cu privire la metode și tehnici, caracteristici umane, design și organizare în muncă, și sănătate și securitate în muncă. Din totalul lucrărilor publicate în Web of Science, aproximativ 1% reprezintă lucrările dedicate ergonomiei și domeniilor conexe în această perioadă (Radjiyev, A., Qiu, H., Xiong, S., & Nam, K., 2015).

Cu toate acestea, nu există o definiție unanim acceptată a ergonomiei. În urma analizei definițiilor oferite de Human Factors and Ergonomics Association¹¹, se identifică numeroase elemente comune care relevă faptul că ergonomia este o știință interdisciplinară, ce înglobează cunoaștere din varii domenii (cum ar fi inginerie și design, medicină, economie etc.). O definiție frecvent citată este cea oferită de Asociația Internațională de Ergonomie (IEA):

"Ergonomia este disciplina științifică care se ocupă cu studiul înțelegerii interacțiunilor dintre oameni și alte elemente ale unui sistem, precum și profesia care

¹¹ www.hfes.org

aplică teorii, principii, date și metode de design cu scopul de a optimiza starea de bine (well-being) a omului și performanța de ansamblu a sistemului."¹²

Dincolo de definițiile consacrate, se trage un semnal de alarmă asupra necesității unei schimbări de paradigmă, făcându-se trecerea de la enumerarea unor factori determinanți pentru intervenția ergonomiei la înțelegerea lor ca un ansamblu de elemente interconectate ce interacționează și co-funcționează în cadrul sistemului de muncă (Norros, 2014).

Cercetătorii canadieni Theberge și Neumann (2010) notează faptul că majoritatea modelelor de intervenție ergonomică se axează pe ceea ce cred cercetătorii că ar funcționa în cadrul unui sistem de muncă, în loc să răspundă principalelor probleme cu care se confruntă practicienii. Mai mult, atunci când se propune un model inovativ de intervenție a ergonomiei testarea și validarea modelului se fac tot cu echipe de cercetători, deși pentru practica curentă ar fi mult mai relevant ca aceste două etape să fie realizate cu echipe de practicieni în ergonomie. De aici și *obiectivul prezentei teme de cercetare de a găsi o metodă de intervenție a ergonomiei care să fie ușor transferabilă în practică, astfel încât să rezolve realmente dificultăți cu care se confruntă sistemele de muncă, și mai ales lucrătorii.*

Nu trebuie pierdut din vedere faptul că odată cu modificările din mediul socio-economic și locurile de muncă au suferit schimbări atât din perspectiva modului de desfășurare a activității, cât și din perspectiva domeniilor de activitate care răspund nevoilor actuale de consum. Astfel, au apărut numeroase locuri noi de muncă, activitatea de producție a fost intens tehnologizată și robotizată, iar lucrătorii își desfășoară tot mai frecvent munca stând jos. Aceste modificări aduc cu sine noi riscuri și boli profesionale (insuficient studiate încă), între care AMS ocupă o proporție semnificativă.

Compania americană Ergonomics Plus¹³ evidențiază importanța ergonomiei pentru îmbunătățirea condițiilor de lucru. În rândul beneficiilor aduse de intervențiile ergonomice se numără reducerea costurilor (atât cele legate de compensațiile pentru accidentări și îmbolnăviri profesionale, cât și costurile indirecte), creșterea productivității, îmbunătățirea calității produselor și serviciilor, sporirea implicării angajaților și crearea unei culturi a sănătății și securității în muncă. Intervențiile ergonomice se pot realiza în numeroase forme, în funcție de necesitățile, resursele și obiectivele fiecărei organizații. Diverse grupuri de cercetători, ONG-uri și instituții abilitate în domeniul SSM au realizat de-a lungul timpului studii care să demonstreze, prin analize de tip cost-beneficiu, importanța ergonomiei pentru orice tip de organizație. Din vasta arie de rezultate și argumente, se vor prezenta, în continuare, câteva exemple de succes care argumentează necesitatea integrării ergonomiei în activitatea curentă¹⁴.

O companie din industria automotive a investit în mobilier ergonomic pentru angajații care lucrează în birouri și a raportat o economie medie de timp de 3 ore pe săptămână. Dacă se translatează în valori monetare, economia de timp poate aduce unei organizații minim 30 dolari per angajat într-o săptămână. State Farm, SUA, a constatat o creștere a productivității de 15% după ce au înlocuit mobilierul cu unul

¹² <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>

¹³ <http://ergo-plus.com/workplace-ergonomics-benefits>

¹⁴ https://www.pshfes.org/resources/Documents/ROI%20Cost%20Calculator/Ergonomics_cost_benefit_case_study_collection.pdf

ergonomic, iar Blue Cross Blue Shield și-a sporit productivitatea cu 4,4% după ce a creat un mediu de lucru ergonomic pentru angajații săi¹⁵.

Două studii realizate pentru Blue Cross Blue Shield, SUA, în 1996 și 2001, arată că intervențiile ergonomice au adus cu sine reduceri semnificative ale numărului de zile de concediu medical și scăderea numărului de lucrători care au suferit de îmbolnăviri sau accidentări la locul de muncă (de la 103 cazuri pe an în 1991 la 52 de cazuri în 2001, cu reducere a costurilor pentru servicii medicale de 74%)¹⁶. De asemenea, intervențiile ergonomice reduc absenteismul: o companie cu 4,000 de angajați care lucrează la birou a investit în mobilier ergonomic, reușind să reducă cu 75% rata absenteismului și să crească productivitatea cu 40%.

În 1994, United Parcel Services (UPS) a investit în mobilier și echipamente de lucru ajustabile, care permit lucrul atât stând jos, cât și din picioare. Beneficiile nu au întârziat să apară: disconfortul lucrătorilor a scăzut cu 62%, iar costurile asociate cu AMS s-au redus cu 50%.

Condițiile de microclimat au, de asemenea, o importanță majoră pentru starea de bine la locul de muncă. Pe lângă creșterea moralului lucrătorilor și creșterea productivității, investițiile în factori de microclimat (cum sunt iluminatul și calitatea aerului) aduc organizațiilor economii în consumul de energie și posibilitatea atingerii obiectivelor de sustenabilitate și conformitate cu standardele de mediu în vigoare. De exemplu, Control Data Corporation din SUA a investit în iluminat cu LED-uri, obținând o reducere cu 65% a consumului de energie, astfel că investiția în noul sistem de iluminat a fost acoperită în doar 23 de zile de activitate¹⁷.

Pe de altă parte, necesitatea intervențiilor ergonomice este reclamată și de statisticile îngrijorătoare cu privire la impactul muncii efectuate în poziții vicioase sau stând jos. Faptul că statul jos timp îndelungat ne afectează sănătatea nu este deloc o noutate. În 1700 Bernardino Ramazini observa că croitorii, care lucrau stând jos, erau mai bolnavi ca mesagerii și poștașii, care erau nevoiți să meargă mult pe jos în timpul programului de lucru. În studii recente s-au efectuat măsurări ale nivelului de glucoză și a modificărilor metabolice la oameni și animale cu obiceiuri de viață sedentare (perioade lungi de inactivitate), comparându-le cu cele ale oamenilor și animalelor care desfășoară activitate fizică în mod curent¹⁸. Rezultatele acestor studii au confirmat, încă o dată, faptul că un mod de viață sedentar are efecte negative asupra fiziologiei umane. Din acest punct de vedere, este evident faptul că oamenii sunt construiți de maniera în care mișcarea este vitală pentru starea de bine a individului.

Nu există o postură ideală, pentru că omul nu este capabil să muncească stând într-o poziție fixă timp îndelungat. Soluția este alternarea de posturi în timpul lucrului, astfel că mediul și echipamentele de lucru trebuie să fie ușor ajustabile pentru ca lucrătorii să își poată schimba poziția de lucru și corecta postura – acolo unde este cazul¹⁹.

Totuși, multe sarcini de lucru pot fi cel mai bine îndeplinite în poziția șezând. De asemenea, șederea permite odihnă – un element central al sănătății lucrătorilor care lucrează doar stând în picioare. Prin solicitarea alternativă a diferitelor grupe de mușchi se poate evita suprasolicitarea în muncă. Însă problema reală nu e faptul că

¹⁵ Idem ¹⁴

¹⁶ Idem ¹⁴

¹⁷ Idem ¹⁴

¹⁸ <http://www.steelcase.com/research/articles/topics/ergonomics/movement-in-the-workplace/>

¹⁹ Idem ¹⁸

lucrătorii stau, ci faptul că stau în poziții incorecte. Soluția este crearea unui mediu de lucru în care lucrătorii sunt instruiți în privința posturilor corecte, exercițiilor care se pot face în timpul lucrului pentru a relaxa grupele de mușchi solicitate și achiziționarea de mobilier care permite alternarea lucrului șezând cu lucrul din picioare.

O abordare distinctă asupra diferitelor valențe atribuite intervenției ergonomiei de către cercetători vs. practicieni este prezentată de către Mirela Sîrbu (Sîrbu, 2008), care demonstrează faptul că una dintre soluțiile viabile pentru rezolvarea diferențelor dintre teorie și practică este elaborarea de standarde în organizarea ergonomică a muncii. Dacă în țările dezvoltate economic au fost elaborate astfel de standarde, în țara noastră discuțiile au rămas la nivel teoretic, în ciuda unanimității în privința necesității unui astfel de standard pentru a susține și completa legislația în domeniul SSM. Așadar, o altă breșă de studiu pentru prezenta temă de cercetare se referă la identificarea de metode de standardizare a activității în cadrul tuturor sistemelor de muncă.

Cu privire la intervenția ergonomiei cu scopul de a reduce rata de incidență a AMS, trebuie consemnat faptul că prevenția nu se poate face în mod eficient fără training-uri de specialitate, care să instruiască lucrătorii atât cu privire la modul de lucru cât și cu privire la utilizarea corectă a echipamentelor de lucru (Ouellet, S., & Vézina, N., 2014). Peste 50% dintre utilizatorii de computer acuză dureri în zona inferioară a spatelui și extremităților superioare, sau chiar suferă de AMS (Robertson, M. M., Huang, Y. H., & Lee, J., 2017). Numeroase studii au constatat o relație strânsă între dificultatea sarcinilor de lucru și performanța umană, astfel că solicitările posturale conduc la erori de execuție a produselor, dar și la riscul sporit de accidentare sau îmbolnăvire profesională (Falck, A. C., Örtengren, R., & Rosenqvist, M., 2014).

Din punctul de vedere al metodelor de cercetare, studiul ergonomiei beneficiază actualmente de o varietate de instrumente informatice care vin în ajutorul cercetătorilor: digitalizarea și virtualizarea sistemelor de muncă, simulări 3D, realitate virtuală și realitate augmentată, precum și sisteme senzoriale. Toate acestea fac parte din "ergonomia modernă" (Gašová et al., 2017), înțelesă ca ansamblu de metode și tehnici utilizate pentru optimizarea sistemelor de muncă și chiar pentru inovare. De asemenea, tehnologia mobilă a deschis noi orizonturi în dezvoltarea instrumentelor de evaluare a riscurilor și de identificare a numeroase probleme de ordin ergonomic din cadrul unui sistem de muncă. Astfel de instrumente electronice, cunoscute sub numele de instrumente QRA (quick risk assessment – evaluarea rapidă a riscurilor) facilitează procesul de identificare a zonelor-cheie care necesită intervenții imediate pentru minimizarea riscurilor (Gašová et al., 2017).

1.4. Concluzii

La nivel național, în ultimii 5 ani s-au făcut progrese remarcabile în recunoașterea și legiferarea ergonomiei ca domeniu profesional. Datorită eforturilor concentrate ale unui grup de cercetători și profesioniști dedicați, profesia de ergonomist a fost inclusă în Clasificarea Ocupațiilor din România și a fost înființată Societatea pentru Ergonomia și Managementul Mediului de Lucru (ErgoWork). ErgoWork beneficiază de recunoaștere națională și internațională, fiind membră a Federației Europene a Societăților de Ergonomie (FEES). Cu toate acestea, din punct

de vedere legislativ nu există, la nivel național, acte normative care să prevadă includerea principiilor de ergonomie în modul de organizare a sistemelor de muncă.

Cu privire la contextul internațional de manifestare a ergonomiei, se impune mențiunea că Organizația Internațională a Muncii (ILO) depune eforturi înspre elevarea gradului de conștientizare a rolului ergonomiei în buna funcționare a organizațiilor. La nivel european, EU-OSHA este principalul organism responsabil de studiul și promovarea SSM și a ergonomiei în rândul companiilor active pe teritoriul UE. Eforturile EU-OSHA s-au concretizat în numeroase studii și campanii de conștientizare, între care ESENER ocupă un rol fruntaș. Datorită ESENER a devenit vizibilă măsura în care companiile din UE au o atitudine proactivă față de riscurile la locul de muncă. Mai mult, ESENER oferă o viziune de ansamblu asupra riscurilor și principalelor boli profesionale. Astfel, s-a remarcat faptul că în toate cele trei ediții ale ESENER riscurile ergonomice și AMS generate de acestea reprezintă o problemă stringentă în ciuda eforturilor generale de îmbunătățire a condițiilor de muncă. Acest fenomen se poate explica prin faptul că în majoritatea cazurilor abordarea riscurilor este limitativă, rezumându-se la condițiile minime de SSM, fără preocupări privind ergonomia și beneficiile pe care aceasta le aduce prin implementarea unor intervenții ergonomice.

Plecând de la premisa că ergonomiei nu i se acordă importanța cuvenită, capitolul 1 a fost continuat cu o analiză privind rolul ergonomiei în asigurarea calității vieții profesionale. S-a constatat că există un număr redus de studii care abordează această conexiune între ergonomie și calitatea vieții profesionale, beneficiile intervențiilor ergonomice fiind susținute de rezultatele obținute în practica ergonomiei. Un indicator al nivelului la care se plasează calitatea vieții profesionale a angajaților români este scorul redus înregistrat de România în Indexul Progresului Social, țara noastră plasându-se pe ultimul loc în UE.

Având în vedere impactul negativ al restricțiilor sanitare impuse pentru limitarea răspândirii virusului Covid-19 asupra calității vieții profesionale, studii precum cel derulat de Boatcă, Găureanu, Drăghici (2021) demonstrează că accesul limitat la informații referitoare la organizarea ergonomică a muncii și lipsa unor preocupări active pentru asigurarea condițiilor adecvate pentru telemuncă au generat simptome specifice AMS și afecțiuni asociate. Ca urmare, manifestările în plan fizic și psihic a efectelor negative generate de munca în condiții neadecvate (fără a ține cont de principiile ergonomiei) a condus la o reducere a calității vieții indivizilor, demonstrând strânsa legătură dintre ergonomie și calitatea vieții profesionale. În continuarea acestei idei, în capitolul 2 se vor prezenta concepte referitoare la ergonomia fizică și rolul acesteia în gestionarea riscurilor ergonomice.

2. ERGONOMIA FIZICĂ ȘI MANAGEMENTUL RISCURILOR ERGONOMICE

Capitolul 2 fundamentează, pe baza studiului bibliografic, un cadru conceptual de analiză a riscurilor ergonomice abordând elemente legate de ergonomia fizică, ontologia riscurilor profesionale, riscurile ergonomice și modalități de reducere a lor, afecțiunile musculoscheletice, precum și metode și mijloace de investigare a riscurilor ergonomice (conform figurii 2.1). Capitolul 2 este conceput înspre atingerea obiectivelor operaționale:

OP1. Descrierea cadrului conceptual, respectiv abordarea sistemelor de muncă din perspectiva ergonomiei și minimizarea riscurilor profesionale și a accidentelor în muncă;

OP2. Fundamentarea teoretică a demersului de evaluare a intervenției ergonomiei în sistemele de muncă.

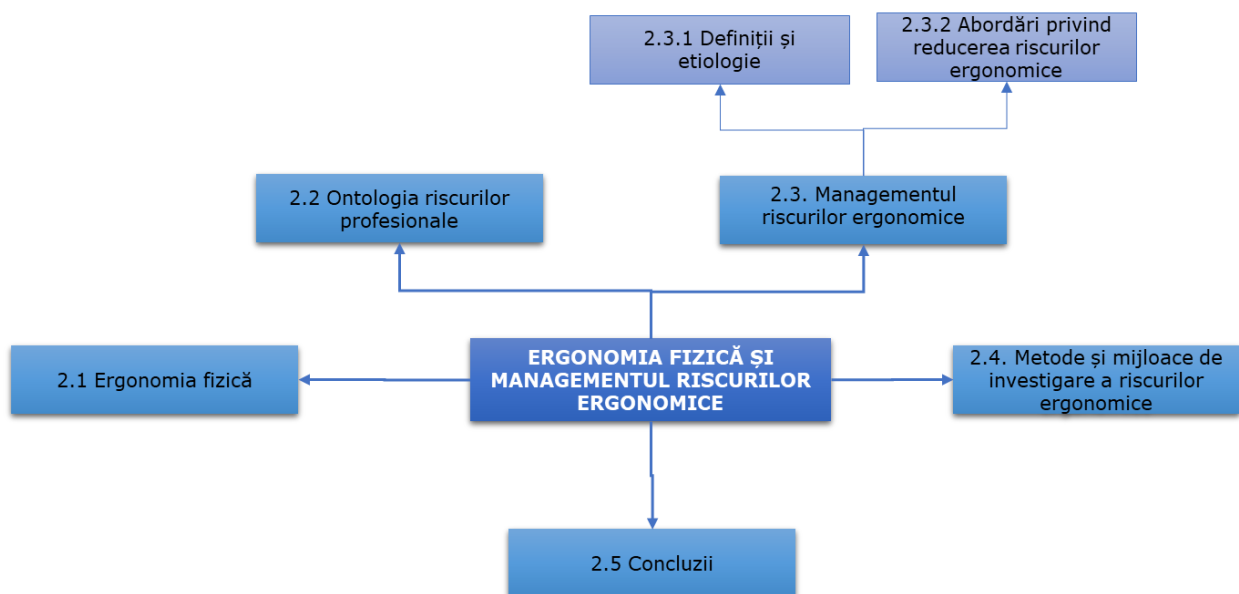


Figura 2.1 Arborele conceptual al cercetărilor cuprinse în capitolul 2

2.1. Ergonomia fizică

Ergonomia fizică se ocupă cu studiul solicitărilor fizice asupra corpului uman în desfășurarea unor activități precum munca, sportul și activitățile casnice. Karwowski (2012) definește ergonomia fizică drept ramura ergonomiei care studiază caracteristicile anatomice, fiziologice, antropometrice și biomecanice în contextul execuției de activități fizice. În cazul activităților profesionale, îndeplinirea sarcinilor

de muncă implică adoptarea unor posturi și executarea de mișcări, dar și exercitarea unor forțe externe asupra corpului uman. Mai mult, expunerea la posturi, mișcări și forțe externe conduce la expunerea la forțe (solicitări) interne asupra structurilor corpului și la creșterea consumului de energie. În scurt timp au loc răspunsuri mecanice și fiziologice (răspunsuri acute). Afecțiunile musculoscheletice de origine profesională sunt boli ale țesuturilor moi peri-articulare (mușchi, tendoane, vase de sânge) și a nervilor periferici rezultate în urma suprasolicitărilor la locul de muncă (EU-OSHA, 2021). Factorii biomecanici prezenți în mediul fizic de muncă sunt considerați principala cauză a apariției AMS profesionale, în ciuda faptului că puține studii indică o legătură directă între factorii biomecanici și AMS profesionale din pricina caracterului multifactorial al genezei acestei categorii de afecțiuni (EU-OSHA, 2021). Altfel spus, factorii psihosociali și caracteristicile individuale ale operatorului uman determină predispoziția la a dezvolta AMS profesionale deopotrivă cu factorii biomecanici. AMS cuprind o varietate mare de afecțiuni (de la cele ușoare și până la afecțiuni grave, permanente) și pot fi specifice unei anumite regiuni a corpului sau nespecifice, fără indicii evidente ale unei anumite boli; de asemenea, este important de menționat că acestea afectează în principal gâtul, umerii, spatele și membrele (atât cele superioare, cât și cele inferioare) (CE, 2018). AMS cronice se numără printre potențialele efecte pe termen lung care urmează după răspunsurile acute. Aceste răspunsuri depind și de capacitatea lucrătorilor, inclusiv dimensiunile corpului, condiția fizică și starea de sănătate.

În rândul solicitărilor fizice la locul de muncă se numără munca în condiții dificile, munca repetitivă, munca statică și munca sedentară (Helander, 2005).

Munca în condiții dificile include muncile caracterizate prin exercitarea unor forțe mari asupra corpului. Acestea pot rezulta din:

- Ridicarea de greutate;
- Transportul de greutate;
- Împingerea de greutate;
- Tragerea de greutate.

Deși mecanizarea și automatizarea sunt folosite pe scară largă în numeroase sectoare de activitate, proporția lucrătorilor expuși la muncă în condiții dificile a rămas constantă în ultimul deceniu²⁰. În Europa, 25-40% dintre lucrători cară sau mișcă greutate ca parte a muncii pe care o desfășoară, aceste solicitări fiind generatoare de dureri lombare²¹.

Munca repetitivă presupune mișcări repetitive ale brațelor și mâinilor. Acest tip de muncă predomină în multe domenii de activitate ca asamblarea, munca la calculator, croitoria etc. Munca la calculator este o formă specifică de muncă ce implică mișcări repetitive ale mâinilor și degetelor. În ultimul deceniu a crescut semnificativ răspândirea acestui tip de muncă. La nivelul UE aproximativ 40% dintre lucrători lucrează mare parte sau chiar tot timpul la calculator²². AMS asociate cu munca la calculator afectează de regulă gâtul, umerii, coatele și încheieturile. Durata expunerii la munca repetitivă este un factor determinant pentru apariția AMS. Factori care sporesc riscul asociat acestui tip de muncă sunt²³:

²⁰ https://oshwiki.eu/wiki/Physical_ergonomics

²¹ https://oshwiki.eu/wiki/Musculoskeletal_disorders_and_prolonged_static_standing

²² <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20190305-1>

²³ <http://protectiamuncii-psi-iscir.ro/Blog/2018/08/bolile-rezultate-in-urma-muncii-de-birou-si-masuri-pentru-eliminarea-lor/>

- Timp de recuperare redus (sub 5 minute pe oră)
- Imposibilitatea de a lua micro-pauze (minim 20 secunde la fiecare 10 minute)
- Lipsa controlului individual al ritmului de lucru
- Solicitarea mentală.

Munca statică este acel tip de muncă ce presupune stat în picioare sau menținerea pentru timp îndelungat a unei posturi a spatelui, gâtului și brațelor. Se consideră muncă statică dacă este desfășurată mai mult de 4 ore pe zi fără pauze regulate (Helander, 2005). AMS asociate sunt insuficiențele venoase cronice și dureri musculo-scheletale ale zonei lombare și picioarelor (EU-OSHA, 2021). Similar muncii repetitive, munca ce presupune păstrarea unei poziții pentru mai mult de 4 secunde predomină în asamblare, munca la calculator, croitorie etc²⁴.

Munca sedentară se referă la executarea sarcinilor de lucru stând pe scaun, cum sunt lucrătorii din birouri, cei din securitate și servicii de pază, șoferii, casierii. Munca sedentară este asociată cu obezitatea, lipsa de mișcare, poziții vicioase (Helander, 2005). Pe lângă AMS, munca sedentară poate conduce la cancere digestive, probleme ale aparatului reproducător și sănătate mentală precară²⁵.

Suplimentar obiectivelor de sănătate a lucrătorilor, ergonomia fizică își propune și îmbunătățirea performanțelor sistemului de muncă cu scopul reducerii riscurilor ergonomice.

2.2. Ontologia riscurilor profesionale

În funcție de elemente constitutive ale sistemului om-mașină-mediul, factorii de risc se împart în patru categorii (Darabont, Pece, 1996, p. 60):

- Factori de risc proprii executantului
- Factori de risc proprii sarcinii de muncă
- Factori de risc proprii mijloacelor de producție
- Factori de risc proprii mediului de muncă.

Factorii de risc proprii executantului reprezintă factorii subiectivi ce pot genera accidentări și îmbolnăviri profesionale. (Darabont, Pece, 1996, p. 60) arată că această categorie de factori are la bază câteva categorii de erori:

- (1) erori de recepție, prelucrare și interpretare a informațiilor;
- (2) erori legate de decizii;
- (3) erori în execuție;
- (4) erori de autoreglaj.

Factorii de risc proprii sarcinii de muncă cuprind două categorii de riscuri, definite în cele ce urmează (Darabont, Pece, 1996, p. 73):

- a. Sarcina de muncă are un conținut sau o structură necorespunzătoare cu scopul sistemului de muncă sau cu cerințele de securitate (de exemplu, operații sau proceduri eronate, absența unor operații, erori în succesiunea operațiilor sau mișcărilor etc.);
- b. Sarcina de muncă presupune cerințe necorespunzătoare posibilităților executantului (absența ergonomiei în concepția sarcinii de muncă).

²⁴ https://oshwiki.eu/wiki/Musculoskeletal_disorders_and_prolonged_static_standing

²⁵ Idem ²⁴

Factorii de risc proprii mijloacelor de producție pot fi clasificați în patru categorii: factori de natură fizică, factori de natură chimică, factori de natură biologică și sub/suprasolicitarea executantului (Darabont, Pece, 1996, p. 74). În această categorie de factori de risc se regăsesc și sub/suprasolicitarea fizică – atunci când este necesară depunerea unui efort fizic–, menținerea unei anumite viteze de efectuare a mânuirilor și executarea sarcinii de lucru în posturi forțate sau vicioase (absența considerentelor ergonomice în proiectarea și utilizarea mijloacelor de producție este factor generator de riscuri ergonomice). Indiferent dacă solicitarea este de natură statică sau dinamică, rezultatul este oboseala fizică. Pe lângă efectele pe termen lung ale acestei categorii de solicitări, oboseala reduce atenția și funcțiile senzoriale, predispunând executantul la un risc sporit de accidentări la locul de muncă.

Factorii de risc proprii mediului de muncă se referă deopotrivă la factorii proprii mediului fizic, cât și cei proprii mediului social în care se desfășoară procesul de muncă. Factorii de natură fizică de împart, la rândul lor, în 12 grupe: (1) temperatura, (2) umiditatea aerului, (3) curenți de aer, (4) presiunea aerului, (5) aeroionizarea aerului, (6) suprapresiunea în adâncimea apelor, (7) zgomot, (8) ultrasunetele, (9) vibrațiile, (10) iluminat, (11) radiații și (12) potențial electrostatic. Referitor la mediul fizic, pe lângă factorii de natură fizică, se pot identifica factori de risc chimic, biologic și factori determinați de caracterul special al mediului de lucru (cum sunt mediul subteran sau cel aerian) (Darabont, Pece, 1996, p.552).

2.3. Managementul riscurilor ergonomice

Conform datelor ESENER, în UE AMS reprezintă 15% din bolile profesionale raportate, ocupând locul 2 după cancer²⁶. Din această perspectivă, analiza riscurilor ergonomice rămâne un subiect de actualitate, reprezentând o vastă arie de cercetare pentru concepția de intervenții ergonomice.

Riscul ergonomic este definit de EU-OSHA ca „risc provocat de suprasolicitarea fizică, de mișcări repetitive sau poziții nenaturale în timpul îndeplinirii unui activități, care poate genera oboseală, eroare, accident, boli profesionale sau afecțiuni musculoscheletice”²⁷.

2.3.1. Definiții și etiologie

Burloiu (1990, p.39) demonstrează că în ergonomie este necesar a se studia corpul omenesc înțeles ca un întreg ansamblu. În medicină termenul de “sistem” semnifică un grup de organe definit de preponderența unui anumit tip de țesut, iar un “aparat” definește o grupare de organe care îndeplinesc aceeași funcție (Burloiu, 1990, p.39). Plecând de la aceste două definiții, se poate concluziona că sistemul osos este definit de totalitatea elementelor corpului uman formate din țesut osos, iar aparatul locomotor este alcătuit din oase, articulații (legăturile oaselor) și mușchi. Oasele și articulațiile compun partea pasivă a aparatului locomotor, în vreme ce partea activă este reprezentată de mușchii striati scheletici (Papilian, 2003, p. 5). Pe lângă imprimarea anumitor mișcări asupra oaselor, mușchii au rol și în imobilizarea

²⁶ <https://visualisation.osha.europa.eu/osh-costs#!/eu-analysis-illness>

²⁷ <https://osha.europa.eu/ro/tools-and-resources/eu-osha-thesaurus/term/70060i>

anumitor segmente osoase în anumite poziții. Aparatul locomotor reprezintă ~52% din masa corporală a individului.

Oasele sunt organe dure, rezistente de culoare alb-gălbuie (Papilian, 2003, p. 7). Acestea formează, alături de cartilajii, scheletul. Funcțiile oaselor sunt (Papilian, 2003, p. 7):

- determinarea formei, dimensiunilor și proporțiilor corpului și a anumitor segmente;
- sprijin pentru corp și părțile moi ale acestuia;
- alcătuirea de cavități pentru protejarea anumitor organe (cum este, de pildă, creierul);
- element de inserție pentru mușchi, reprezentând pârghii pentru funcția de locomoție;
- rezerva calcică a organismului.

Coloana vertebrală reprezintă ~40% din lungimea corpului și cuprinde 33-34 de vertebre (figura 2.2). Coloana vertebrală este împărțită în 4 regiuni:

- cervicală (7 vertebre)
- toracică (12 vertebre)
- lombară (5 vertebre)
- pelvină (9-10 vertebre).



Figura 2.2 Coloana vertebrală – vedere în plan sagital

Vertebrale din zona pelvină se sudează și formează două oase: sacrul și coccigele (Papilian, 2003, p. 17). Rolul principal al coloanei vertebrale este de susținere a capului (zona cervicală), trunchiului și al membrilor superioare²⁸. De asemenea, se impune mențiunea că zona lombară oferă suport pentru cea mai mare parte a masei corporale²⁹. Între vertebre există discuri intervertebrale cu rol de amortizare a vertebrelor, acestea fiind compuse dintr-o porțiune externă, fibroasă

²⁸ <https://anatomie.romedic.ro/coloana-vertebrala>

²⁹ <https://danmartin.ro/boli-solutii-terapeutice/patologie-tratata/patologie-spinala-1/anatomia-coloanei-vertebrale/>

(inelul fibros) și un nucleu pulpos³⁰. În cazul solicitărilor asupra coloanei vertebrale, discurile intervertebrale sunt primele afectate.

Mușchii scheletici sunt cei care realizează mișcarea, singurele limitări fiind date de conformația anatomică a articulațiilor și de poziția segmentelor corporale (Papilian, 2003, p. 151). Importanța mușchilor este dată deopotrivă de masa lor mare (de exemplu, în cazul unui bărbat de 70 kg, musculatura scheletică reprezintă aproximativ 30-40% din masa corporală) și de rolul lor în organism (Papilian, 2003, p. 151):

- mușchii au funcție contractilă;
- sunt principala sursă de căldură;
- au rol asupra circulației, favorizând indirect circulația venoasă și limfatică.

Contractilitatea și elasticitatea sunt cele două proprietăți specifice mușchilor. Prin contracție mușchiul își schimbă forma (devine mai scurt și mai gros) fără a-și modifica volumul. Contractia are loc în urma unui stimul ce poate proveni de la sistemul nervos central sau poate fi de natură mecanică, electrică sau chimică. Majoritatea mușchilor acționează asupra oaselor pe care se inseră, realizând deplasarea sau imobilizarea oaselor prin contractia lor. Între două oase învecinate care sunt articulate mobil și legate printr-un mușchi se formează o pârghie. Similar conceptului de pârghie din fizică, o pârghie osoasă (biologică) este compusă dintr-o forță activă (mușchii), o forță de rezistență (greutatea segmentului aflat în mișcare) și un punct de sprijin definit de axul biomecanic al mișcării (Papilian, 2003, p. 158). Analiza sistemului de pârghii din corpul uman depinde de:

- punctul de inserție musculară;
- distanța de la punctul de inserție la articulație (punctul de sprijin al pârghiei);
- lungimea brațului pârghiei;
- poziția pârghiei.

Având în vedere varietatea mișcărilor efectuate de corpul uman, unele au nevoie de forță mai mare, iar altele de o distanță mare de deplasare; acesta este motivul pentru care există mai multe tipuri de mușchi: unii sunt lungi și se contractă pe o distanță mare, iar alții sunt mai scurți, dar cu suprafață mare de secțiune transversală generând forțe mari de contracție pe distanțe mici (Guyton, Hall, 2007, p. 83).

Din punctul de vedere al biomecanicii, în momentul contracției, mușchiul efectuează lucru mecanic, aceasta însemnând că se transferă energie de la nivelul mușchiului către sarcina externă pentru ridicarea unui obiect sau pentru a învinge rezistența la deplasare (Guyton, Hall, 2007, p. 79). În mod uzual, eficiența unui motor este calculată ca procent din energia consumată și se convertește în lucru mecanic. În cazul mușchilor, energia convertită în lucru mecanic este sub 25%, restul fiind eliberată sub formă de căldură (Guyton, Hall, 2006, p. 80). Eficiența maximă este atinsă atunci când mușchiul se contractă cu viteză moderată – ideal, aproximativ 30% din viteza maximă (Guyton, Hall, 2006, p. 80). Contractia lentă conduce la eliberarea de mici cantități de căldură (căldură de întreținere), iar contractia prea rapidă reduce eficiența pentru că mare parte din energie se utilizează pentru învingerea fricțiunii vâscoase intrinsecă a mușchiului (Guyton, Hall, 2007, p. 80).

Pe de altă parte, activitatea mușchilor este afectată și de forțe externe, cea mai importantă fiind forța gravitațională; pe lângă gravitație, este necesar a se menționa efectul inerției, forței centrifuge, presiunii atmosferice și rezistenței mediului asupra

³⁰ Idem ³⁰

mușchilor (Papilian, 2003, p. 158). Din acest punct de vedere, mușchii care trebuie să contrabalanseze efectele gravitației pentru menținerea unei poziții sau executarea unei mișcări în sens opus gravitației au acțiune antigravitațională – orice mușchi poate îndeplini la un moment dat această funcție. Acest aspect este de mare interes din punctul de vedere al ergonomiei, întrucât *în poziție ortostatică anumite grupe de mușchi sunt suprasolicitate pentru că efectuează predominant activitate antigravitațională*. Pentru a înțelege mai bine acest mecanism, în figura 2.3 se exemplifică forța de compresie la nivelul zonei inferioare a spatelui atunci când se ridică o masă de aproximativ 91kg (halteră).

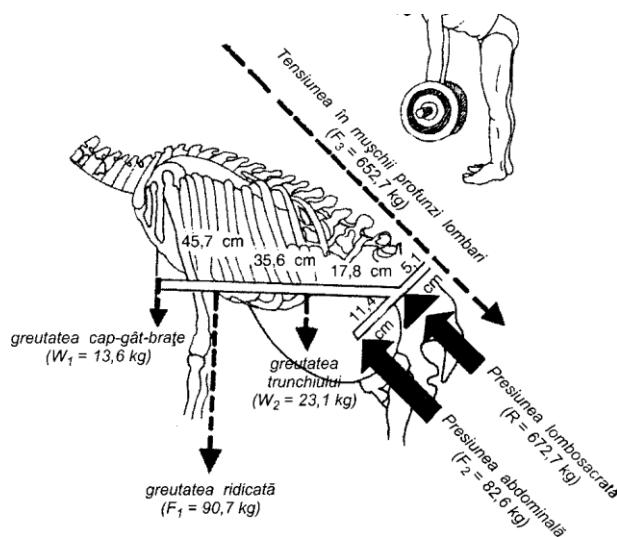


Figura 2.3 Descrierea forței de compresie în zona inferioară a spatelui (sursa: Sbenge, 2005)

Tonusul muscular reprezintă tensiunea din mușchi atunci când aceștia se află în stare de repaus. Tonusul muscular se datorează exclusiv descărcării cu o frecvență redusă a impulsurilor nervoase de la nivelul măduvei spinării (Guyton, Hall, 2007, p. 82).

Oboseala musculară este generată de contracția prelungită și intensă a unui mușchi. Aceasta este cauzată mai ales de incapacitatea proceselor contractile și metabolice ale fibrelor musculare de a efectua în continuu același lucru mecanic (Guyton, Hall, 2006, p. 82). Oboseala musculară aproape completă apare în 1-2 minute, atunci când se întrerupe fluxul sangvin la nivelul unui mușchi din cauza reducerii/absenței aportului de factori nutritivi (mai ales, oxigen) (Guyton, Hall, 2007, p. 82).

Conform Asociației Internaționale pentru Studiul Durerii (IASP), *durerea este o experiență senzorială și emoțională neplăcută, asociată deteriorării reale sau potențiale a țesuturilor ori descrisă în termenii unei astfel de deteriorări* (Sjöström, Alricsson, 2012).

Cum apare senzația de durere? McBride și Harcombe (2012) explică **durerea și disconfortul** ca fiind **rezultatul nepotririi dintre factorii fizici și fiziologici de sarcină și toleranță a țesuturilor, ceea ce cauzează o combinație între daunele structurale și acumularea de reziduuri metabolice**. Unele dintre aceste încordări și răsuciri reprezintă suprasolicitări acute (cu afectare tisulară directă) ale fibrelor musculare, tendoanelor sau ligamentelor. Prin activarea receptorilor periferici

de durere pe baza unei acțiuni directe sau chimice se generează sensibilizare centrală (McBride, Harcombe, 2012).

Afecțiunile musculoscheletice (AMS) sunt afecțiuni care afectează mușchii, tendoanele, ligamentele, nervii și articulațiile gâtului, spatelui și membrilor. În rândul principalelor **simptome** se numără **durerea, inflamația, furnicături și amorțeală**, producând chiar **reducerea mobilității** atunci când mișcarea produce durere (EU-OSHA, 2018). *AMS de origine profesională afectează spatele (zona superioară și inferioară), gâtul, umerii și membrele superioare și inferioare; sub umbrela AMS intră atât afecțiuni ale articulațiilor, cât și ale țesuturilor, variind de la simplu disconfort și până la afecțiuni medicale severe ce pot genera incapacitate de muncă*³¹.

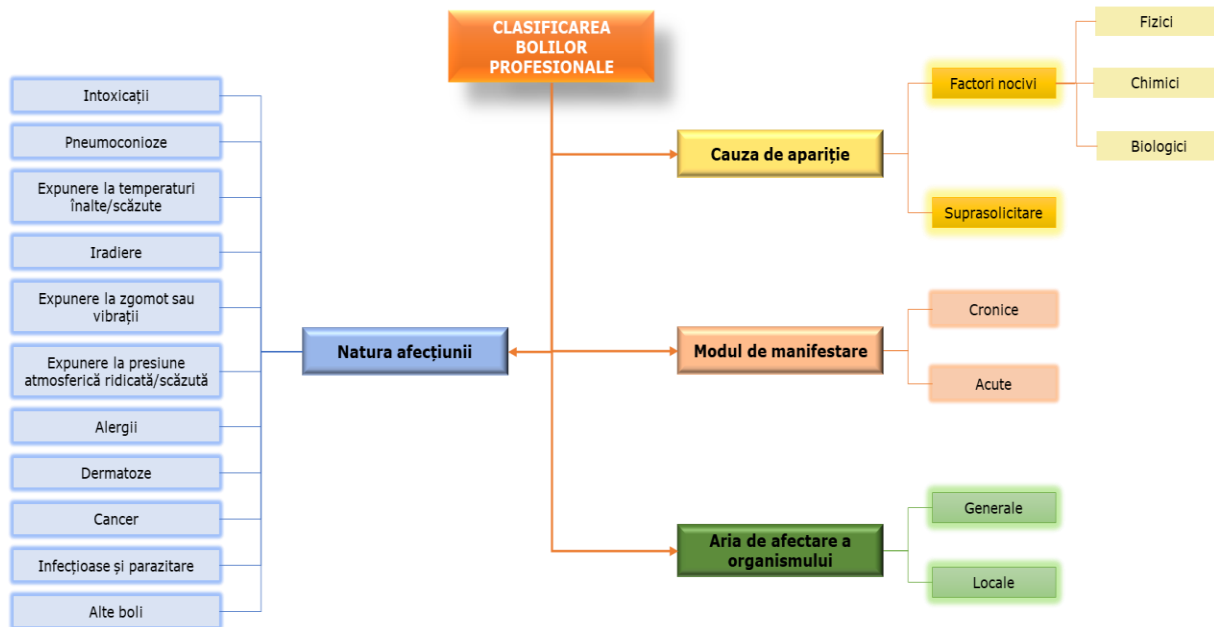


Figura 2.4 Clasificarea multicriterială a bolilor profesionale – adaptare după (Darabont, Pece, 1996)

Bolile profesionale sunt afecțiuni ce apar în urma executării unui proces de muncă, fiind cauzate în mod direct de factori prezenți în sistemul de muncă. Darabont și Pece (1996, p. 22) definesc boala profesională drept "afecțiunea ce se produce ca urmare a exercitării unei meserii sau profesii, cauzată de factori nocivi (fizici, chimici sau biologici), caracteristici locului de muncă, precum și de suprasolicitarea diferitelor organe sau sisteme ale organismului în procesul de muncă". Pe lângă cele două condiții enunțate în definiția de mai sus (respectiv, faptul că sunt cauzate de factori nocivi sau suprasolicitare și că decurg din exercitarea unei activități profesionale), afecțiunile pot fi încadrate ca boli profesionale și dacă acțiunea factorilor nocivi este de lungă durată (Darabont, Pece, 1996, p. 23). Prezentarea schematică a clasificării bolilor profesionale se regăsește în figura 2.4.

Cele mai frecvent întâlnite AMS de natură profesională sunt cele din zona inferioară a spatelui și din zona gâtului – 80% din populație acuză măcar o dată în viață durere în zona inferioară a spatelui și 67% în zona gâtului (McBride, Harcombe,

³¹ <https://osha.europa.eu/ro/themes/musculoskeletal-disorders>

2012). Această concluzie este întărită de un raport al Health and Safety Executive din 2019, care semnală că în anii 2017 și 2018 40% dintre AMS raportate la nivelul Marii Britanii erau specifice zonei spatelui³².

Modificările survenite în organizarea muncii și creșterea semnificativă a numărului de lucrători care lucrează în poziție șezând conduc la creșterea incidenței AMS în rândul tinerilor, contrar concepției eronate că AMS sunt caracteristice persoanelor în vârstă. Omul modern petrece între 6 și 10 ore/zi stând jos (Kastelic, Sarabon, 2016). Deși există diverse forme ale poziției șezând, în mod frecvent oamenii tind să stea cu spatele semi-flexat; de asemenea, poziția șezând predomină ca poziție principală de lucru în tot mai multe locuri de muncă (Kastelic, Sarabon, 2016).

3. Abordări privind reducerea riscurilor ergonomice

Prevenția reprezintă abordarea deziderabilă prin înlăturarea riscurilor ergonomice, astfel încât se poate obține un grad cât mai ridicat de securitate și sănătate la locul de muncă. Cu toate acestea, incidența AMS nu poate fi complet controlată din pricina caracterului multifactorial al acestei categorii de afecțiuni.

În literatura de specialitate se prezintă o serie de abordări ce permit reducerea incidenței AMS în rândul lucrătorilor³³:

- a) Educația ergonomică permite accesul la informații corecte și complete referitoare la executarea corectă și în siguranță a sarcinilor de lucru, strategii de corectare a posturilor vicioase și conștientizarea importanței ergonomiei în asigurarea sănătății și stării de bine a individului;
- b) Posibilitatea alternării posturilor și permiterea unor "pauze de mișcare" (scurte pauze care permit lucrătorului să își schimbe poziția și să efectueze câteva exerciții de relaxare a musculaturii tensionate);
- c) Reabilitare posturală, prin participarea la ședințe de recuperare kinetoterapeutică ori prin practicarea de sporturi precum Pilates;
- d) Utilizarea de echipamente și mobilier care să asigure reducerea simptomelor (de exemplu, mingea pentru exerciții, suporturi de susținere a spatelui, corsete, birouri de tip sit-stand).

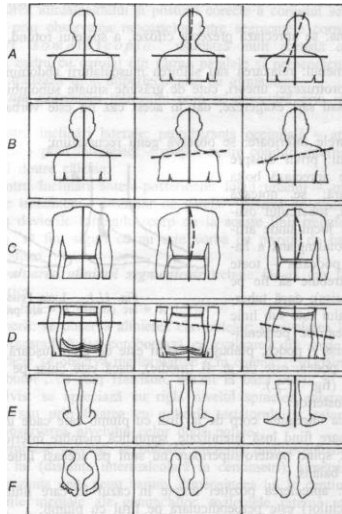
În cazul existenței unei forme cronice de AMS, reducerea efectelor patologiei diagnosticate se face prin corectarea posturii, tratament medicamentos și reabilitare.

Sbenghe (2005) descrie din perspectiva kinetoterapeutului procedura de evaluare a deviațiilor de la postura neutră a corpului. Aceste deviații sunt indici ai diverselor AMS, iar programul de recuperare medicală trebuie, în mod obligatoriu să fie precedat de procedura de evaluare medicală. În figura 2.5 sunt prezentate principalele deviații ale sistemului musculoscheletic. Orice abatere de la postura neutră a corpului ori efectuarea de mișcări incorecte conduc la incapacitate motorie, devenind, astfel, situații patologice (Sbenghe, 2005).

Figura 2.5 Carta evaluării posturale (sursa: Sbenghe, 2005)

³²https://www.physio-pedia.com/Sitting_Ergonomics_And_The_Impact_on_Low_Back_Pain?utm_source=physiope&utm_medium=related_articles&utm_campaign=ongoing_internal

³³ Idem ³³



Pentru a reduce efectele acestor patologii asupra calității vieții individului, este necesară reabilitarea. Conceptul de reabilitare este definit de Organizația Mondială a Sănătății ca un proces ce "poate include măsuri menite să compenseze o pierdere sau restricție a capacității funcționale și alte măsuri pentru a facilita adaptarea și re-ajustarea socială" (Sjöström, Alricsson, 2012). Din acest punct de vedere, individul suferind de o patologie din această arie medicală poate fi reabilitat prin una sau o combinație a următoarelor strategii:

- *reabilitare medicală*, care poate include, pe lângă metodele tradiționale de tratament, și fizioterapie, terapie ocupațională, teste funcționale sau îndrumare;
- *reabilitarea vocațională*, având scopul de a oferi suport persoanelor aflate în incapacitate de muncă și care doresc reintegrarea profesională;
- *reabilitarea socială*, preocupată de incluziunea socială și facilitarea accesului la o viață normală (Sjöström, Alricsson, 2012).

În literatura de specialitate nu există consens asupra celei mai potrivite abordări pentru reabilitarea indivizilor suferinzi de diverse AMS, întrucât fiecare individ percepe diferit durerea și, implicit, dorința de reabilitare diferă de la un individ la altul. Mai mult, costurile reabilitării celor suferinzi de AMS variază în funcție de posibilitățile de reabilitare vocațională, disponibilitatea angajatorului de a implementa modificări ce ar permite unui angajat suferind de AMS să își poată relua activitatea, precum și de percepția angajatului asupra situației în care acesta se află (Madan, Grime, 2015).

3.1. Metode și mijloace de investigare a riscurilor ergonomice

Literatura de specialitate cuprinde o mare varietate de metode și mijloace de analiză și evaluare a riscurilor ergonomice. În funcție de obiectivele investigațiilor și de specificul sarcinilor sau locurilor de muncă analizate, se pot selecta anumite metode care oferă cercetătorului sau ergonomistului răspunsuri relevante. Cu toate acestea, există metode consacrate și utilizate pe scară largă în practica ergonomică. Acestea sunt prezentate în tabelul 2.1, evidențiindu-se și principalele avantaje și dezavantaje ale fiecărei metode. Bineînțeles, tabelul 2.1 nu se dorește a fi o listă

exhaustivă, ci un sumar al metodelor cu cea mai ridicată relevanță pentru tema de cercetare prezentă.

Tabelul 2.1 Inventarierea principalelor metode de investigare a riscurilor ergonomice

1. Composite Ergonomic Risk Assessment (CERA)	
Descriere	A fost dezvoltată de Facultatea de Mecanică și Inginerie a Securității Donat Banki din cadrul Universității Óbuda din Budapesta (Ungaria). CERA a fost dezvoltată ca instrument de evaluare a riscurilor ergonomice, cu scopul de a identifica riscurile acceptabile și inacceptabile, precum și pentru selectarea situațiilor cu risc incert (Szabo, Nemeth, 2018). Metoda cuprinde trei fișe de evaluare ce conțin, în total, opt arii de evaluare.
Arie de utilizare	Evaluarea cantitativă și calitativă a riscurilor ce survin prin solicitări posturale, torsiuni, manipularea manuală a maselor sau mișcări repetitive
Avantaje	<ul style="list-style-type: none"> - Fișele de evaluare conțin reprezentări schematice ale corpului uman; - Oferă instrucțiuni clare cu privire la completarea nivelului de risc; - Permite evaluarea disconfortului și durerii pentru mai multe componente: postură, manipularea manuală a maselor, torsiuni și mișcări repetitive.
Dezavantaje	- Se bazează pe metoda observației.
2. Chestionarul Nordic Standardizat	
Descriere	În 1987, un grup de cercetători din Finlanda, Suedia, Danemarca și SUA au dezvoltat un chestionar standardizat pentru analiza simptomelor musculo-scheletale, cunoscut sub numele de Standardized Nordic Questionnaire (Chestionarul Nordic) (Kuorinka et al., 1987). Chestionarul Nordic constă în întrebări cu variante de răspuns binare sau multiple, structurate în categorii și poate fi diseminat în rândul lucrătorilor sau poate fi utilizat în interviuri cu aceștia. S-au creat două variante ale chestionarului: un chestionar general și unul specific dedicat durerilor lombare și celor din zona gâtului sau umerilor.
Arie de utilizare	Evaluarea riscurilor ergonomice
Avantaje	<ul style="list-style-type: none"> - Analiza severității simptomelor din punctul de vedere al impactului asupra individului și al duratei simptomelor și a gravității lor; - Oferă informații cu privire la zonele corpului cel mai sever afectate.
Dezavantaje	<ul style="list-style-type: none"> - Chestionarul nu poate fi folosit pentru diagnosticarea clinică a AMS; - Exactitatea informațiilor oferite de respondenți este afectată de faptul că cele mai recente și cele mai grave afecțiuni și simptome sunt mai ușor de amintit decât cele mai vechi sau de mică intensitate.
3. Metoda NIOSH pentru evaluarea riscurilor de afecțiuni musculoscheletice cauzate de ridicarea de mase mari	
Descriere	Metoda constă în determinarea indicelui de ridicare (IR), care permite o estimare relativă a riscului asociat cu ridicarea manuală a greutăților și a limitei de greutate recomandată (LGR) în funcție de o serie de factori relaționați cu tipul sarcinii de muncă ce urmează a fi realizată (Căruțașu, 2015). Mai mult, metoda permite analiza ridicării greutăților pentru activități complexe, care presupun mai multe sarcini de lucru prin calculul Indicelui de Ridicare Compus (IRC).
Arie de utilizare	Manipularea manuală a maselor prin ridicare
Avantaje	- Permite evaluarea riscului implicat de manipularea manuală a maselor și stabilirea limitelor de ridicare.

Dezavantaje	- Este o metodă laborioasă, care presupune efectuarea de măsurători la locul de muncă anterior calculului ecuațiilor pentru determinarea LGR și IR.
4. OCRA	
Descriere	OCRA a fost fundamentată de NIOSH pentru evaluarea riscurilor asociate muncii repetitive la nivelul coatelor, încheieturilor și mâinilor (Colombini et al., 2013). Metoda permite calculul numărului de acțiuni permisiibile per minut.
Arie de utilizare	Evaluarea muncii repetitive
Avantaje	- Oferă criterii și instrumente de evaluare a riscurilor pe diferite nivele de detaliu.
Dezavantaje	- Se bazează pe metoda observației.
5. Ovako Working Posture Assessment System (OWAS)	
Descriere	OWAS permite evaluarea celor mai frecvent întâlnite posturi, conducând la un număr total de 252 de posibile combinații: 4 posturi ale spatelui, 3 posturi ale brațelor, 7 posturi ale picioarelor și 3 categorii de mase manipulate (Wahyudi et al., 2015). Scopul metodei este de a identifica frecvența și durata de menținere a posturilor adoptate în execuția unei anumite sarcini de lucru.
Arie de utilizare	Analiza solicitărilor posturale
Avantaje	- Este folosită pe scară largă în numeroase domenii de activitate
Dezavantaje	- Nu evaluează gâtul, coatele și încheieturile - Necesită timp pentru observații și înregistrări foto/video - Nu ia în considerare mișcările repetitive - Este accesibilă doar specialiștilor familiarizați cu metoda (este necesară cunoașterea metodologiei și dezvoltarea unei strategii de observare pentru efectuarea corectă a evaluării)
6. Rapid Entire Body Assessment (REBA)	
Descriere	REBA analizează factori de solicitare posturală statică și dinamică, cuplarea și poziția membrilor superioare sub influența gravitației (Hignett, McAtamney, 2000). Similar altor metode bazate pe reprezentări grafice ale diferitelor posturi în timpul lucrului, REBA se bazează pe un formular care cuprinde reprezentări schematice ale gâtului, trunchiului, picioarelor, brațelor, antebrățelor și încheieturilor mâinilor. REBA este un instrument de evaluare utilizat pe scară largă, în special în scop de cercetare științifică (Schwartz et al., 2019).
Arie de utilizare	Analiza solicitărilor posturale
Avantaje	- Instrument de evaluare utilizat pe scară largă; - Nivel ridicat de fiabilitate intra-evaluator.
Dezavantaje	- Pentru anumite posturi scorul dependent nu se modifică atunci când scorurile independente ale anumitor regiuni ale corpului sunt modificate, existând riscul ca anumite posturi vicioase să fie sub-evaluate.
7. Rapid Office Strain Assessment (ROSA)	
Descriere	ROSA reprezintă un chestionar conceput cu scopul de a facilita identificarea rapidă a nevoii de evaluare suplimentară sau intervenție ergonomică în cazul muncii la birou (Boatcă et al., 2021). ROSA a fost concepută ca un instrument dedicat muncii la birou, permițând identificarea riscurilor asociate componentelor tipice unui astfel de loc de muncă și oferind informații cu

	privire la modificările necesare pentru a reduce disconfortul și riscurile ergonomice (Sonne et al., 2012).
Arie de utilizare	Evaluarea riscurilor ergonomice specifice muncii la birou
Avantaje	<ul style="list-style-type: none"> - Poate fi utilizată independent sau împreună cu alte metode de evaluare a riscurilor ergonomice - Ușor de utilizat
Dezavantaje	<ul style="list-style-type: none"> - Se bazează pe metoda observației
8. Toolkit de ergonomie participativă pentru sănătatea totală a lucrătorilor	
Descriere	Această metodă se bazează pe un ansamblu de instrumente (toolkit) care permite practicienilor și organizațiilor să își implementeze propriul program de sănătate totală a lucrătorilor. Se pornește de la ipoteza că executanții direcți (lucrători la nivel operațional) trebuie implicați în procesul de implementare a unui astfel de program, pentru că ei dețin informații-cheie pentru problemele de sănătate, riscuri ridicate sau absența unui echilibru între viața profesională și cea personală
Arie de utilizare	Concepția de intervenții ergonomice
Avantaje	<ul style="list-style-type: none"> - Abordarea integratoare a conceptului de sănătate totală a lucrătorilor; - Combinația dintre ergonomia participativă și promovarea sănătății.
Dezavantaje	<ul style="list-style-type: none"> - Metodă complexă, care implică crearea unei echipe de specialiști și utilizarea unui ansamblu de instrumente

Datorită evoluției tehnologice extraordinare din ultimul deceniu, metodele de investigare a riscurilor ergonomice au fost înglobate în instrumente software complexe, care permit evaluarea riscurilor ergonomice cu acuratețe ridicată. Instrumentele software ușurează semnificativ efortul specialistului, asigurând acuratețea manipulării datelor pentru analize detaliate și relevante și eliminând riscul erorilor umane ce pot apărea în abordarea "tradițională" specifică metodelor prezentate mai sus.

În rândul **beneficiilor** aduse de instrumentele software se numără:

- Eliminarea erorilor și impreciziei specifice metodei observației;
- Facilități precum modelarea 3D și design antropometric al locurilor de muncă;
- Economia de timp;
- Posibilitatea de a evalua un loc de muncă sau o sarcină de muncă folosind mai multe metode;
- Numeroase soluții software stochează datele în cloud, asigurând securitatea informațiilor și reducând costurile cu stocarea informației;
- Accesul la analize complexe, care înglobează elemente de ergonomie, biomecanică și design industrial pentru concepția de soluții eficiente.

Pe de altă parte, instrumentele software implică și câteva **dezavantaje**, respectiv:

- Costuri ridicate de achiziție a licenței;
- Necesitatea competențelor software minimale pentru a putea utiliza instrumentul selectat;
- Majoritatea instrumentelor software sunt disponibile doar în limba engleză, puține dintre acestea oferind posibilitatea de a opta pentru alte limbi;
- Se impune precauția în folosirea sistemelor bazate pe inteligența artificială, existând riscul unor evaluări parțiale eronate.

Tabelul 2.2 prezintă o sinteză a celor mai cunoscute instrumente software de evaluare ergonomică.

Tabelul 2.2 Prezentare sintetică a instrumentelor software pentru evaluarea riscurilor ergonomice

Denumire software	Companie	Principalele caracteristici tehnice
BoB/Ergo ³⁴	BoB Biomechanics	<ul style="list-style-type: none"> - sistem de analiză biomecanică - permite analiza comparativă a mai multor sarcini de muncă/operatori umani - permite calculul efectelor dinamice ale torsiunilor și solicitărilor - folosește o serie de metode printre care și RULA, REBA, și ecuațiile NIOSH - grafică 3D și analiză biomecanică
CAPTIV-L7000 Premier ³⁵	TEA	<ul style="list-style-type: none"> - analiza posturii, solicitărilor și constrângerilor musculoscheletice și a mișcărilor repetitive și vibrațiilor - integrează înregistrări ale mișcărilor efectuate folosind senzori
DELMIA ³⁶	Dassault Systèmes	<ul style="list-style-type: none"> - evaluare ergonomică și proiectare în mediu virtual 3D - posibilitatea creării manechinelor 3D pe baza unei vaste biblioteci de variabile antropometrice - simulări ale diverselor riscuri ergonomice folosind metoda RULA, analize ale tipurilor de manipulări manuale ale maselor și analiză biomecanică
ergoIA ³⁷	Institutul de Biomecanică din Valencia	<ul style="list-style-type: none"> - software de evaluare a riscurilor ergonomice folosind inteligența artificială - utilizează metodele REBA și OWAS
ergo/IBV ³⁸		<ul style="list-style-type: none"> - software dedicat evaluării ergonomice a manipulării manuale a maselor, muncii repetitive, posturii (folosind metodele OWAS și REBA), a forțelor și a riscurilor psihosociale - dispune de module suplimentare de evaluare pentru următoarele categorii: femei gravide, persoane peste 50 ani, persoane suferinde de boli profesionale, munca la birou și evaluare post Covid - modul dedicat pentru design antropometric
ErgoPlus ³⁹	ErgoPlus	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluarea riscurilor ergonomice folosind metode consacrate, precum REBA, OWAS și ecuațiile NIOSH și WISHA - posibilitatea planificării și bugetării de măsuri corective pentru reducerea riscurilor - sistem de urmărire automată a indicatorilor relevanți - acces permanent la training online

³⁴ <https://www.bob-biomechanics.com/>

³⁵ <https://www.teaergo.com/>

³⁶ <https://www.3ds.com/>

³⁷ <https://ergoia.net>

³⁸ <https://www.ergoibv.com/>

³⁹ <https://ergo-plus.com/>

VelocityEHS Ergonomics ⁴⁰	VelocityEHS	- utilizează inteligența artificială pentru evaluarea riscurilor ergonomice - oferă training online pentru reducerea riscurilor
ViveLab Ergo ⁴¹	ViveLab Ergo	- simularea și modelarea 3D a mașinilor, uneltelor și a operatorilor umani - analiză ergonomică folosind 7 metode, dintre care RULA, OWAS și NASA-OBI - baza de date antropometrice pentru crearea de modele 3D fidele - integrarea de tehnologii de captură a mișcărilor (motion capture)

3.2. Concluzii

Capitolul 2 prezintă într-o manieră sintetică punctele de convergență între ergonomia fizică, riscurile profesionale și riscurile ergonomice. Deși AMS au cauze multifactoriale, există consens în literatura de specialitate asupra efectului semnificativ pe care factorii biomecanici îl au în apariția acestor afecțiuni. Privind corpul uman ca pe un ansamblu de pârghii și forțele implicate în activarea fiecărei pârghii, se poate observa impactul pe care un anumit tip de solicitare posturală îl are asupra întregului organism. Spre exemplu, Sbenghe (2005) arată că în cazul unui halterofil care ridică o halteră de 90,7 kg, presiunea lombosacrală este de ~673 kg, iar presiunea abdominală este de ~83kg. Astfel, corpul uman este afectat de diverse solicitări posturale în executarea sarcinilor de muncă, înțelese ca fenomene biomecanice cu impact determinant asupra sănătății și calității vieții operatorului uman. Mai mult decât atât, definirea conceptului de "durere" și modului în care este percepută intensitatea durerii completează tabloul elementelor componente ale unei analize a solicitărilor posturale la locul de muncă.

Cercetătorii și practicienii au elaborat de-a lungul timpului o mare varietate de metode și instrumente de evaluare a riscurilor ergonomice. Din vasta plajă de metode și mijloace disponibile, în subcapitolul 2.4 se prezintă o serie de metode consacrate care permit evaluarea riscurilor ergonomice pentru o anumită categorie de solicitări sau pentru întreg corpul uman, indiferent de specificul muncii depuse. Selectarea metodelor prezentate a fost făcută cu scopul fundamentării unui model inovativ de concepție a unei intervenții ergonomice, model care poate fi implementat în diverse situații de muncă și industrii. O contribuție valoroasă este sumarizarea instrumentelor software de ultimă generație care permit evaluarea riscurilor ergonomice și concepția de intervenții ergonomice pe baza rapoartelor generate cu aceste instrumente software.

Capitolul 2 se constituie ca fundament al demersului de elaborare a unui model de implementare a intervenției ergonomice, logica și conceptele metodologice ale acestui model fiind descrise în capitolul 3.

⁴⁰ <https://www.ehs.com/>

⁴¹ <https://www.vivelab.cloud>

3. CERCETĂRI TEORETICE PENTRU DEZVOLTAREA MODELULUI TEORETICO-APLICATIV DE IMPLEMENTARE A INTERVENȚIEI ERGONOMICE

Capitolul 3 este dedicat cercetărilor teoretice care au stat la baza concepției modelului teoretico-aplicativ de implementare a intervențiilor ergonomice. Prima secțiune descrie conceptele teoretice referitoare la sistemul om-mașină-mediu; secțiunile 2, 3 și 4 prezintă în detaliu elementele constitutive ale modelului teoretico-aplicativ al intervenției ergonomice, ultima secțiune a capitolului fiind dedicată propunerii unui model teoretico-aplicativ de intervenție ergonomică pentru reducerea riscurilor profesionale. Figura 3.1 prezintă structura capitolului.

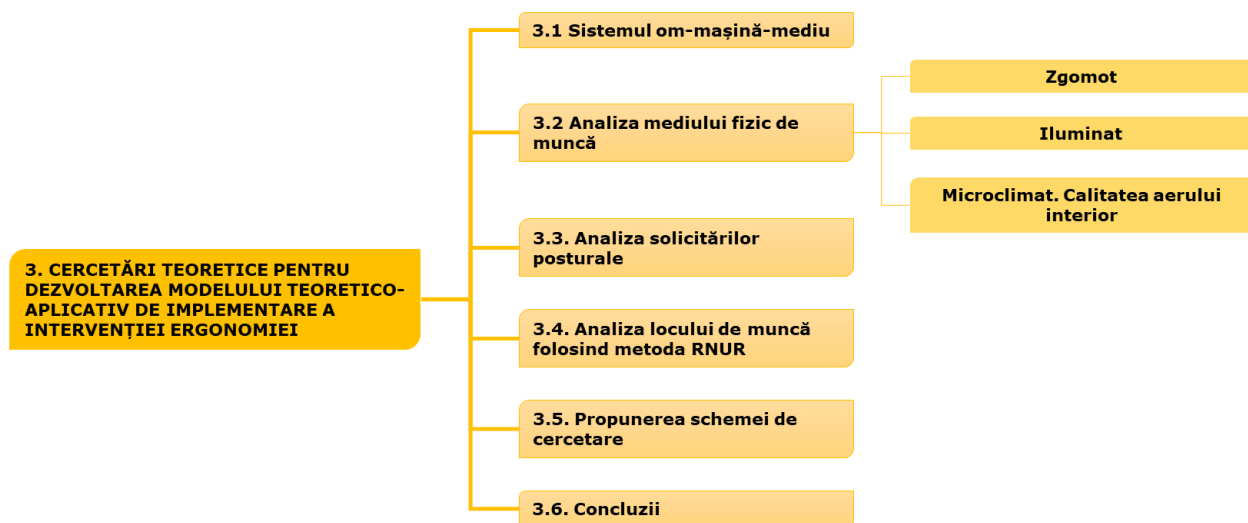


Figura 3.1 Harta conceptuală aferentă problematicii capitolului 3

Capitolul 3 este subordonat atingerii obiectivelor operaționale:

OP3. Propunerea unui demers teoretico-aplicativ cu privire la intervenția ergonomică în sistemele de muncă;

OP4. Modelarea și implementarea unui model inovativ de intervenție a ergonomică în sistemele de muncă pentru reducerea riscurilor profesionale.

3.1. Sistemul om-mașină-mediu (abordarea sistemică în ergonomie)

Sistemul de muncă, cunoscut și sub denumirea de sistem om-mașină-mediu, este compus din patru elemente interdependente: executantul, sarcina de muncă,

mijloacele de producție și mediul de muncă (Irimie, 2008). Sistemul de muncă este



prezentat schematic în Figura 3.2.

Executantul este elementul central al unei intervenții ergonomice, scopul ergonomiei fiind acela de a adapta sistemul de muncă la particularitățile individului.

Procesul de muncă nu se poate realiza decât în condițiile coexistenței celor patru elemente constitutive ale sistemului de muncă (Darabont, 2010). Dacă mediul și sarcina de muncă acționează în mod direct asupra executantului, mijloacele de producție au impact indirect (Darabont, 2010).

Similar sistemului de management al calității, sistemul om-mașină-mediu se poate optimiza pe baza ciclului Plan-Do-Check-Act (PDCA, cunoscut și sub numele de ciclul lui Deming) (Darabont, 2010). Din perspectiva unui sistem de management al SSM, ciclul PDCA se poate defini astfel (Darabont, 2010):

- Plan (planifică) – stabilirea obiectivelor de îmbunătățire pe baza evaluărilor de risc, a evaluării conformării cu normele legislative în vigoare și a auditurilor interne

Figura 3.2 Sistemul om-mașină-mediu – interpretare după (Irimie, 2008)

- Do (execută) – implementarea obiectivelor stabilite
- Check (verifică) – evaluarea rezultatelor obținute și a posibilelor probleme apărute în cursul implementării
- Act (acționează) – identificarea cauzelor aspectelor negative identificate și propunerea de măsuri corective/preventive, care devin noi obiective de implementat, ciclul PDCA reluându-se ori de câte ori este necesar.

Văzut astfel, ciclul PDCA poate sta la baza unui model de evaluare a intervențiilor ergonomice, permițând optimizări continue.

Intervenția ergonomică este un ansamblu de măsuri și soluții destinate îmbunătățirii anumitor elemente sau sistemului de muncă în ansamblul său. Pornind de la importanța PDCA, intervenția nu este completă fără monitorizare și eforturi permanente de îmbunătățire.

(Westgaard, Winkel, 1997) observau că intervențiile ergonomice cu cea mai mare șansă de reușită se preocupă de îmbunătățirea culturii organizaționale (în

special, prin implicarea managerilor în acțiuni de reducere a riscurilor) sau de optimizări ale sistemului de muncă prin implicarea angajaților – ergonomie participativă. Pentru îmbunătățirea culturii organizaționale, costurile de implementare pot fi mult mai mici decât în cazul unei intervenții de optimizare a sistemului de muncă. În funcție de specificul activității companiei și de tipologia sarcinilor de lucru executate, intervenția ergonomică ar trebui să fie rezultatul unei combinații ale acestor abordări. Spre exemplu, simpla re-organizare a spațiului de lucru ori a dispunerii echipamentelor, mașinilor și agregatelor poate conduce la economia de mișcare, crescând eficiența și reducând efortul inutil depus de lucrători. În alte situații, însă, pot fi necesare optimizări ale anumitor elemente ale sistemului de muncă, ajungându-se, chiar, la re-design sau investiții în mijloace de producție performante. În mod cert, nu există o soluție universală, fiecare intervenție putându-se concepe doar pornind de la o diagnoză efectuată corect și complet pentru a putea înțelege întregul ansamblu de factori care conduc la anumite disfuncții ale sistemului de muncă.

Cu toate că există un număr considerabil de studii și recomandări privind activitatea de prevenție și reducere a riscurilor la locul de muncă, se observă o abordare reactivă. În consecință, măsurile de reducere a riscurilor la locul de muncă se iau după ce au loc incidente sau accidente la locul de muncă, ori după ce medicul de medicina muncii diagnostichează boli profesionale (Reinhold, Tint, 2007). Din acest punct de vedere, există posibilitatea ca măsurile de intervenție ergonomică să nu conducă la rezultatele scontate, necesitând modificări repetate și, în extremis, chiar generarea de riscuri noi, neprevăzute. Răspunsul acestei probleme este o *abordare proactivă*, care permite identificarea precoce a riscurilor la locul de muncă și limitarea efectelor ori eliminarea riscurilor, după caz.

Având în vedere obiectivele programului doctoral, ***se va propune în continuare un cadru de concepție și implementare a intervențiilor ergonomice destinate reducerii riscurilor ergonomice și a riscurilor caracteristice mediului fizic de muncă în sisteme de producție, având în vedere abordarea proactivă a riscurilor.***

3.2. Analiza mediului fizic de muncă

Pentru o analiză completă și corectă a mediului fizic de lucru, nu sunt suficiente observațiile directe. Astfel, se impune efectuarea de măsurători ale parametrilor ce caracterizează mediul fizic, pentru identificarea cu acuratețe a tuturor riscurilor asociate.

Ergonomia mediului este ramura ergonomiei care se preocupă de studiul interacțiunii dintre operatorul uman și mediul fizic de muncă (Drăghici, 2007). Mediul fizic de muncă este definit prin intermediul unor parametri precum: iluminat, zgomot, gradul de prăfuire și elemente de microclimat (temperatură, umiditate, cantitatea, viteza și calitatea aerului) (Drăghici, 2007).

3.2.1. Zgomot

Sunetul poate fi definit ca energia care mișcă aerul și generează vibrații la nivelul organului receptor (urechea). Zgomotul reprezintă acea categorie de sunete care produc disconfort sau chiar afectează sănătatea. Există trei dimensiuni fizice ale sunetului/zgomotului: frecvența (numărul ciclurilor de vibrații, exprimată în herți – Hz), intensitatea sau tăria sunetului (condiționează presiunea vibrațiilor asupra urechii, unitatea relativă de măsură fiind belul – B - și subdiviziunea acestuia, decibelul – dB) și durata de acțiune a sunetului (Manolescu et al., 2013). Pragul de audibilitate reprezintă intensitatea minimă la care urechea umană percepe sunetul, iar pragul de durere este definit de intensitatea sunetului la care se instalează senzația de durere (Burloiu, 1990, p. 203). Pentru urechea umană, pragul de durere corespunde nivelului de 85 dB(A) (Burloiu, 1990, p. 204).

Există o relație de interdependență între intensitatea și frecvența sunetului, aceste dimensiuni determinând pragul de toleranță și percepția sunetelor. Cu cât frecvența este mai mare, cu atât intensitatea maxim suportată este mai redusă (Manolescu et al., 2013).

Importanța și motivarea determinării nivelului de zgomot profesional este dată de efectele negative ale expunerii prelungite sau la niveluri ridicate de zgomot (chiar dacă durata de expunere este scurtă) asupra stării de sănătate a indivizilor. O sinteză a principalelor categorii de efecte ale expunerii operatorilor umani la stresul sonor este prezentată în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1 Efectele negative ale zgomotului asupra sănătății - sursa: (Manolescu et al., 2013)

Categoria de efecte	Descriere
Micșorarea capacității auditive	Surditate parțială sau totală
Tulburări de inteligibilitate	Afectarea inteligibilității în vorbire, înțeles ca raport între numărul de silabe corect înțelese și numărul total de silabe pronunțate
Efecte fiziologice	Reducerea activității sistemului digestiv Mărirea metabolismului Creșterea activității cardiace și a tensiunii arteriale Deformații la nivelul sistemului osteoarticular Reducerea acuității vizuale
Efecte neuropsihice	Tulburări de atenție Sustragere Încordare Oboseală Tendință de autoizolare
Tulburări motorii	Încetinirea mișcărilor Încordare musculară

Pentru o mai bună claritate asupra impactului nivelului de zgomot la care operatorul uman este expus în cazul fiecărui tip de efect negativ prezentat în tabelul 3.1, în figura 3.3 se exemplifică legătura dintre nivelul de zgomot exprimat în dB (A), sursa de zgomot și efectele asupra sănătății. Conform figurii 3.3, zgomotele cu valori de până la 55 dB(A) nu implică riscuri semnificative pentru sănătatea și confortul unei persoane. Un nivel de zgomot de 65 dB(A) corespunde zgomotului specific unui birou, fiind considerat a fi un nivel de zgomot generator de stres. În mediul industrial (inclusiv în sistemele de producție) operatorii umani sunt expuși, de regulă, la

zgomot ce depășește nivelul de 65 dB(A), în numeroase situații impunându-se măsuri de reducere a zgomotului industrial pentru minimizarea unor efecte negative precum efectele cardiovasculare, tulburările de somn, stările de încordare și stres. Aceste efecte negative reduc performanța în muncă, afectează starea de sănătate a operatorilor umani și descreșc calitatea vieții lor profesionale.

Nivel de zgomot (dB)	Sursa de zgomot	Efectele asupra sănătății
140	Decolarea unui avion cu reacție, focuri de artificii, focuri de armă	Afectarea bruscă a auzului
130	Depășirea pragului dureros	
120	Sirenă de ambulanță, concert rock	
110	Club de noapte	
100	Motocicletă rulând la viteza de 50 km/h	
90	Camion rulând la viteza de 50 km/h	
85	Recomandarea protecției auzului în mediul industrial	Pierderea auzului, tinitus
75	Aspirator	Efecte cardiovasculare
70	Trafic urban	Tulburări de somn
65	Zgomot în birou	Stress
60	Conversație în restaurant, muzică de fundal	Încordare
55	Nivel dezirabil de zgomot în mediul exterior	
50	Nivel conversațional normal	
40	Suburbie liniștită	
30	Vorbire în șoaptă	

Figura 3.3 Efectele negative asupra sănătății în funcție de nivelul de zgomot - adaptare după (EU-OSHA, 2005)

Cadrul legislativ-normativ

Conform HG nr. 493/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de zgomot, valoarea limită de expunere pentru o zi de lucru cu durata de 8 ore este de 87 dB(A). De asemenea, același normativ arată că se impun acțiuni din partea angajatorului privind reducerea nivelului de zgomot la care operatorii sunt expuși ținând cont de valoarea de expunere inferioară de **80 dB(A)** și de valoarea de expunere superioară de **85 dB(A)**. Diferența dintre valoarea limită și valorile de expunere constă în faptul că valorile de expunere de la care se declanșează acțiunea angajatorului nu iau în considerare efectele utilizării de mijloace de protecție, în vreme ce pentru valoarea limită se ține cont de atenuarea zgomotului ca efect al utilizării mijloacelor de protecție individuală. Astfel, din considerente de ordin practic, se vor avea în vedere limitele de expunere superioară și inferioară în cercetările aplicative realizate ca parte a prezentei cercetări doctorale.

STAS 7150-77 este standardul național care prezintă metodele de măsurare ale nivelului de zgomot din mediul industrial. Scopul unor astfel de măsurări este: (1) de evaluare a nivelului de zgomot pentru încadrarea în limita de zgomot prevăzută în actele normative, (2) de identificare a soluțiilor tehnice de reducere a nivelului de zgomot produs de mașini, unelte, agregate sau instalații, și (3) de verificare a eficienței acustice a soluțiilor tehnice de reducere a zgomotului.

- Pentru determinarea nivelului general de zgomot se procedează astfel:
- se determină nivelul global ponderat de zgomot (L_A) pt calcularea nivelului de zgomot continuu echivalent (L_{ech}) și a nivelului de zgomot de evaluare (L_r) cu scopul încadrării în limita admisă;
 - măsurarea nivelului de presiune acustică L în benzi de frecvență de 1/1 octavă pentru efectuarea analizei spectrale și verificarea soluțiilor tehnice de reducere a zgomotului (STAS 7150-77).

Locul măsurării este stabilit în funcție de scopul urmărit. În cazul evaluării cu scop de încadrare în limita admisă pentru zgomot, măsurarea se face la locul de muncă, în poziție normală de lucru, în dreptul pavilionului auricular al operatorului (STAS 7150-77). Pentru a identifica soluții tehnice de reducere a zgomotului, măsurarea se face în puncte aflate în câmpul acustic liber al sursei de zgomot (STAS 7150-77).

Standardul internațional ISO 9612:2009 privind determinarea expunerii la zgomot în mediul de muncă propune o metodă tehnică de determinare și analiză a zgomotului în mediul profesional. Conform acestui standard, nivelul de expunere normalizat pentru o zi de muncă de 8 ore se determină cu relația:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eq,T_e} + 10 \lg \left[\frac{T_e}{T_0} \right] \text{ dB} \quad (3.1)$$

iar,

$$L_{p,A,T} = L_{p,A,eq,T_e} = 10 \lg \left[\frac{\frac{1}{T} \int_t^{t_2} p_A^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB} \quad (3.2)$$

unde:

L_{p,A,eq,T_e} – nivel de presiune acustică continuă echivalent ponderată (A) pentru T_e , exprimat în dB

$L_{p,A,T}$ – nivel de presiune acustică mediat în timp, exprimat în decibeli

T_e – durata efectivă a zilei de lucru, în ore

T_0 – durata de referință, $T_0 = 8\text{h}$

p_A – nivel de presiune acustică ponderată

p_0 – valoare de referință, $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$

Din punct de vedere cronologic, ISO 9612:2009 propune demersul expus în figura 3.4. Spre deosebire de STAS 7150-77, metodologia propusă în ISO 9612:2009 presupune înțelegerea în profunzime atât a specificului activității companiei unde se face analiza, cât și a locurilor de muncă unde se efectuează măsurările. De asemenea, standardul indică modul de calcul și analiză a măsurărilor efectuate în funcție de strategia aleasă (măsurări la nivel de sarcină de lucru, loc de muncă sau pe parcursul unei zile de muncă) și de erori/incertitudini ce pot surveni. Astfel, metodologia analizei zgomotului indicată de ISO 9612:2009 presupune efectuarea următoarelor activități:

- analiza locului de muncă;
- selectarea strategiei de măsurare (la nivel de sarcină de lucru, la nivel de loc de muncă sau determinarea expunerii la zgomot pe parcursul unei întregi zile de muncă);
- calibrarea aparatului și măsurarea efectivă a nivelului de zgomot în funcție de strategia selectată;
- gestionarea erorilor și a incertitudinilor;
- calculul și prezentarea rezultatelor.

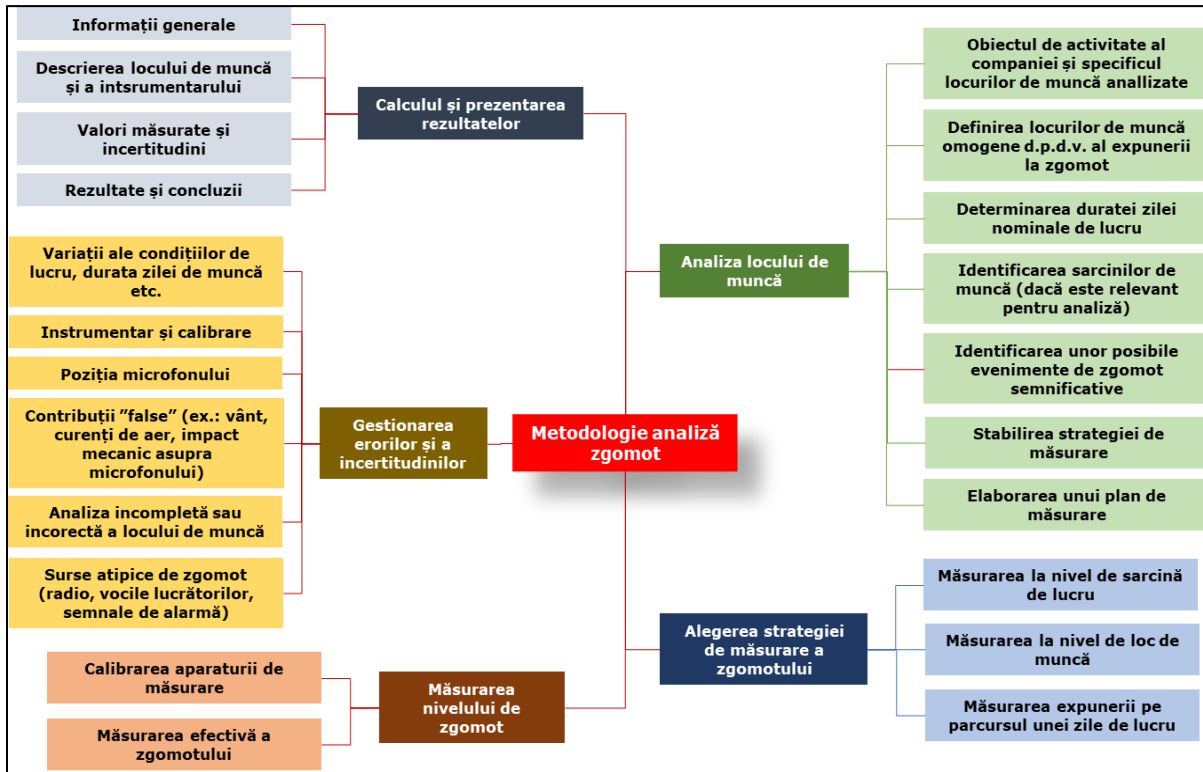


Figura 3.4 Metodologia analizei de zgomot conform ISO 9612:2009

Harta acustică va cuprinde amplasamentul mașinilor și agregatelor, principalele obstacole și suprafețe reflectante, locul de muncă și punctele de măsurare. Conform STAS 7150-77, pe harta acustică se vor uni punctele cu același nivel de zgomot.

Este important de menționat că măsurarea se face în absența zgomotului de fond perturbator. Atunci când acest tip de zgomot nu poate fi înlăturat (de exemplu, mașini sau instalații care nu pot fi oprite), se măsoară nivelul de zgomot total L , apoi se măsoară nivelul zgomotului de fond (L_F) și se calculează diferența dintre cele două valori (STAS 7150-77). Dacă diferența este mai mică de 3 dB, nu se poate efectua o măsurare precisă a zgomotului. Dacă diferența este cuprinsă între 3 și 10 dB, nivelul de zgomot la sursă este dat de relația:

$$L_{det} = L - \Delta L \quad (3.3)$$

unde:

L_{det} – nivelul de zgomot la sursă

L – nivelul de zgomot măsurat

ΔL – se calculează din curba de corecție în funcție de diferența dintre nivelul de zgomot măsurat și nivelul zgomotului de fond (L_F), conform figurii 3.5.

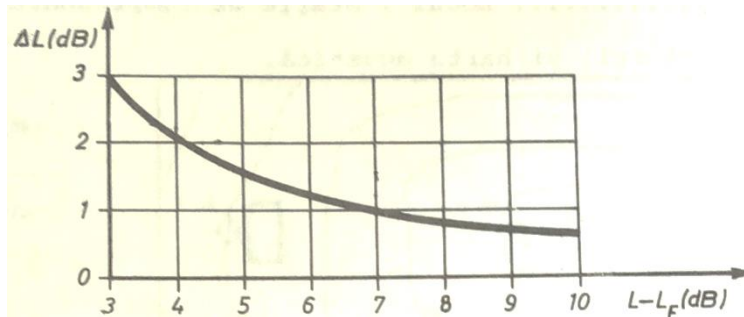


Figura 3.5 Curba de corecție a nivelului de zgomot (sursa: STAS)

Alternativ, ΔL se poate extrage din tabelul 3.2.

Tabelul 3.2 Corecția nivelului de zgomot datorată zgomotului de fond (sursa: Foris, 2001)

Diferența $L-L_f$	ΔL
$3 < L-L_f \leq 5$	2
$5 < L-L_f \leq 8$	1
$8 < L-L_f \leq 10$	0,5
$L-L_f < 3$	0

Conform STAS 7150-77, buletinul de măsurări este rezultatul final al analizei nivelului de zgomot și trebuie să cuprindă următoarele:

- data și locul măsurării;
- schița încăperii în care s-au făcut măsurările (harta acustică);
- aparatura folosită;
- date despre mașinile, agregatele, utilajele în funcțiune la momentul efectuării măsurărilor;
- nivelul de zgomot măsurat;
- nivelul de zgomot corectat;
- numele celui care a efectuat măsurarea și denumirea institutului.

Mijloace de măsurare și prelucrare a datelor experimentale

Măsurarea zgomotului (investigarea ambianței sonore) se efectuează cu ajutorul sonometrelor care pot fi dotate cu filtre ce permit și analiza spectrului sonor în benzi de frecvență de 1/1 octavă. Pentru prezenta cercetare s-a utilizat un **sonometru testo 816-1**⁴² (figura 3.6).

⁴² Echipament disponibil în cadrul Laboratorului de analize de combustibili, investigații ecologice și dispersia noxelor, Universitatea Politehnică Timișoara



Figura 3.6 Sonometru testo 816-1 și conexiunea sa pentru livrarea datelor măsurate

Parametrii tehnici și facilitățile de măsurare ale sonometrului sunt după cum urmează:

- Aparatul este destinat măsurării nivelului de zgomot, atât pentru evaluatori cât și pentru măsurătorile la locul de muncă sau pentru evaluarea nivelului de zgomot în industrie și în mediul înconjurător;
- Manipularea este facilă și furnizarea datelor măsurate este rapidă;
- Sonometrul este realizat conform IEC 61672-1 clasa 2 și ANSI S1.4 Tip 2;
- Poate realiza măsurări de evaluare a frecvenței zgomotului conform curbelor caracteristice A (dB(A), nivel de zgomot) și C (dB(C)). Spectrul de măsurare a zgomotului este cuprins în intervalul 30-130 dB(A), respectiv 35-135 dB(C), cu o frecvență de 20-80.000 Hz;
- Poate fi utilizat în condițiile de temperatură ale mediului ambiant cuprinse între 0 și 40 °C, la un nivel de umiditate de la 10% până la 90% și altitudini de până la 2.000 m;
- Aparatul are o capacitate maximă de stocare a datelor de 31.000 de valori măsurate;
- Include un software pentru managementul datelor: procesare, stocare de date și reprezentare grafică. Transferul datelor măsurate pe un calculator se poate realiza prin intermediul unui cablu cu mufă USB.

După realizarea măsurătorilor, datele privind nivelul de zgomot și variația sa în timp sunt stocate în memoria internă a sonometrului. Prelucrarea și interpretarea datelor experimentale se realizează după transferul acestora pe un calculator/laptop.

3.2.2. Iluminat

Cadrul legislativ-normativ

HG 1091/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă stipulează că locurile de muncă trebuie să aibă iluminat natural suficient și să fie prevăzute cu iluminat artificial adecvat din punctul de vedere al SSM.

Conform Normativului 061-02 pentru proiectarea și executarea sistemelor de iluminat artificial, iluminatul dintr-o zonă de lucru trebuie să asigure deopotrivă o bună vizibilitate și confort vizual pe parcursul execuției sarcinii de lucru. Se recomandă

ca iluminatul industrial să cuprindă unul sau mai multe sisteme de iluminat, după cum urmează:

- iluminat general, care generează condiții similare pentru toate locurile de muncă și oferă flexibilitate în amplasarea locurilor de muncă;
- iluminat general localizat, care presupune concentrarea fluxului luminos într-o anumită zonă de muncă fără a crea disconfort vizual în zonele adiacente;
- iluminat local, care completează iluminatul general în cazul sarcinilor de muncă de mare detaliu.

Pe lângă factorii care influențează direct calitatea și nivelul de confort asigurat de mediul luminos (de exemplu, tipul, nivelul și uniformitatea iluminatului, elementele de cromatică, direcția fluxului luminos, elemente disturbatoare ca orbirea și pâlpâirea), performanța vizuală este influențată și de proprietățile intrinseci ale sarcinii vizuale și capacitatea vizuală a lucrătorilor (Drăghici, 2007). Un aspect important este că în spațiile cu activitatea continuă nivelul de iluminare nu trebuie să scadă sub 200 lx. Se reduce, astfel, și riscul producerii fenomenului de orbire, care are efecte negative majore din punctul de vedere al SSM (crește riscurilor erorilor umane, afectează calitatea vederii și predispune la accidente de muncă).

Conform aceluiași normativ, pentru sarcini vizuale simple, inclusiv sala mașinilor și iluminatul general în fabrici, se recomandă niveluri de iluminare de 200-500 lx; în cazul sarcinilor vizuale medii (cum ar fi spațiile de asamblare), nivelul de iluminare recomandat trebuie să se încadreze în intervalul 300-750 lx. În ceea ce privește zonele învecinate, iluminarea se stabilește conform tabelului 3.3.

Tabelul 3.3 Nivelul de iluminare recomandat pentru zonele învecinate (sursa: NP 061-02)

Iluminarea în zona sarcinii vizuale (lx)	Iluminarea zonei învecinate cu sarcina vizuală (lx)
≥750	500
500	300
300	200
≤200	aceeași iluminare cu cea a zonei sarcinii vizuale

Uniformitatea iluminării se determină prin calculul coeficienților de uniformitate, după cum urmează:

$$E_{\min}/E_{\text{med}} - \text{pentru suprafața planului util} \quad (3.4)$$

$$E_{\min}/E_{\max} - \text{pentru suprafața efectivă de lucru} \quad (3.5)$$

unde:

E_{\min} – iluminarea minimă

E_{med} – iluminarea medie

E_{\max} – iluminarea maximă a suprafeței

Pentru spațiile industriale, se recomandă un coeficient de uniformitate de 0,5 pentru planul util și un coeficient de 0,7 pentru planul efectiv de lucru (NP 061-02).

STAS 8313-92, standardul național cu privire la metoda de măsurare a iluminării, prevede că măsurarea iluminării se face cu ajutorul unui luxmetru. În

lipsa altor precizări, suprafața planului general de lucru se consideră la înălțimea de 80-100 cm față de pardoseală, în interiorul clădirilor (STAS 8313-92).

Înainte de a se începe măsurarea efectivă, fotoreceptorul luxmetrului trebuie expus timp de 5 minute la condițiile de iluminat din spațiul unde urmează a se executa măsurarea. Distanța dintre fotoreceptor și aparatul de măsurat trebuie să fie de minim 2 m, iar persoana care efectuează măsurarea (sau alte persoane aflate în jur) nu trebuie să umbrească aparatul.

Conform STAS 8313-92, determinarea iluminării medii pe suprafața de lucru se realizează prin calculul unei medii aritmetice a valorilor măsurate în puncte uniform distribuite pe suprafața de lucru, păstrându-se o distanță de maxim 50 cm dintre două puncte dacă indicele încăperii este mai mic de 2 și o distanță de 1-2 m dacă indicele încăperii este mai mare de 2 (STAS 8313). Indicele încăperii se calculează cu relația:

$$K = \frac{A*b}{H_3*(A+B)} \quad (3.6)$$

unde:

A,b – lungimea și lățimea încăperii (în metri);

H₃ – distanța de la planul general de lucru al încăperii la planul instalației de iluminat (în metri)

O altă condiție de respectat la efectuarea măsurărilor este ca distanța de măsurare să țină cont de distanța dintre corpurile de iluminat, astfel încât să existe puncte comune între poziția corpurilor de iluminat și punctele de măsurare – acest aspect este exemplificat vizual în figura 3.7. Se recomandă ca distanța să fie de maxim 20 cm în ambele direcții. În cazul suprafețelor mici, se aleg unul sau câteva puncte reprezentative pentru măsurarea valorii iluminării.

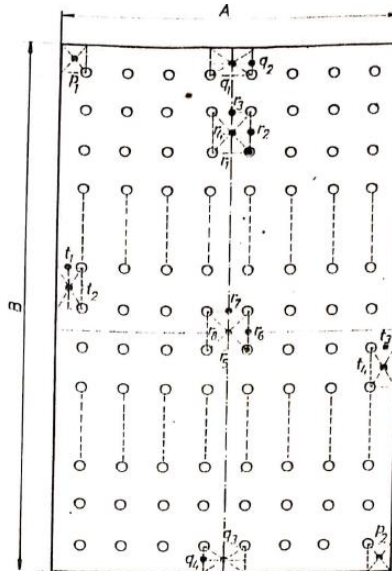


Figura 3.7 Schiță a modului de măsurare a iluminării medii (sursa: STAS 8313-92)

Ultima etapă a procedurii de măsurare o constituie elaborarea unui buletin de evaluare a iluminării ce cuprinde următoarele categorii de informații (STAS 8313-92):

- denumirea aparatului utilizat pentru efectuarea determinărilor;
- numărul și data buletinului de reetalonare a aparatului sau mențiunea că aparatul este nou (după caz);

- numele spațiului în care s-a efectuat măsurarea;
- detaliile de amplasare a suprafeței de lucru supuse analizei;
- valoarea iluminării medii;
- descrierea surselor de lumină (tipul sursei, corpuri de iluminat, înălțimea la care sunt montate, distanțele dintre corpurile de iluminat, starea instalației de iluminat la momentul măsurării);
- data efectuării determinărilor și semnătura persoanei care efectuează măsurările.

Mijloace de măsurare și prelucrare a datelor experimentale

STAS 8313-92 detaliază metodologia de măsurare a iluminării cu ajutorul **luxmetrului**. Conform standardului, determinarea iluminării medii pe suprafața de lucru se realizează prin calculul unei medii aritmetice a valorilor măsurate în puncte uniform distribuite pe aceasta; în lipsa altor precizări, suprafața planului general de lucru se consideră la înălțimea de 80-100 cm față de pardoseală, în interiorul clădirilor.

Pentru determinarea iluminatului mediu pe suprafața de lucru, s-au efectuat măsurători cu **luxmetrul integrat în aparatul testo 480**⁴³ (figura 3.8).



Figura 3.8 Luxmetrul integrat în aparatul testo

Aparatul **testo 480 IAQ Pro** este asociat cu software **EasyClimate** pentru **managementul datelor** (analize și înregistrări ușoare și eficiente a datelor, inclusiv reprezentare grafică), alimentarea și conexiunea la calculator realizându-se prin intermediul unui cablu USB. Aparatul deține un protocol de calibrare, contor multifuncțional de înaltă precizie, măsurătorile fiind posibile prin intermediul unui senzor de presiune diferențială integrat foarte precis. Caracteristicile funcționale permit utilizatorilor să măsoare, să analizeze și să înregistreze toți parametrii relevanți de caracterizare a microclimatului (temperatură, umiditate, nivel CO₂, viteza curenților de aer etc. Astfel, aparatul are incluși senzori opționali de înaltă calitate

⁴³ Echipament disponibil în cadrul Laboratorului de analize de combustibili, investigații ecologice și dispersia noxelor, Universitatea Politehnică Timișoara

pentru măsurarea debitului de aer, temperatură, umiditate, presiune, grad de turbulență, radiație de căldură, CO₂, dar și senzori pentru caracterizarea ambianței luminoase.

3.2.3. Microclimat. Calitatea aerului interior

Generalități. Cadrul legislativ-normativ

Microclimatul industrial poate fi definit ca o stare fizică a aerului din mediul de muncă, fiind determinat prin analiza temperaturii, umidității, curenților de aer și a cantității și calității aerului respirat (Burloiu, 1990; Drăghici, 2005). Spre deosebire de proprietățile aerului din mediul înconjurător (din exterior), microclimatul industrial este direct dependent de procesele tehnologice și de întreg procesul de producție (Burloiu, 1990, p. 359).

Necesitatea analizei microclimatului este determinată de evaluarea confortului termic al operatorilor umani de-a lungul programului de lucru, precum și pentru asigurarea bunăstării fiziologice (Burloiu, 1990, p. 365). Prin confort termic se înțelege satisfacția psihologică față de condițiile termice⁴⁴. Dacă temperatura obiectivă este cea determinată cu ajutorul instrumentelor de măsurare, temperatura subiectivă reflectă temperatura percepută de operatorul uman. Pentru a crea confort termic, este necesară corelația dintre temperatura obiectivă și curenții de aer. Temperatura determină confortul termic al lucrătorilor, iar extremele termice generează disconfort și chiar pot reprezenta un risc pentru executanți. Tabelul 3.4 prezintă variația temperaturii de confort în funcție de intensitatea activității desfășurate.

Tabelul 3.4 Temperatura de confort pentru diverse activități (Darabont, Pece, 1996)

Tipul activității	Temperatura (°C)		
	Minim	Optim	Maxim
Muncă de birou	18	21	24
Muncă ușoară în poziție șezând	18	20	24
Muncă ușoară în poziție ortostatică	17	18	22
Muncă grea	15	17	21
Muncă foarte grea	14	16	20

De regulă, situațiile de muncă ce implică risc ridicat sunt cele în care operatorii umani sunt expuși la temperaturi extreme. De asemenea, nivelul de umiditate a aerului prea ridicat (peste 65-70%) sau prea scăzut (sub 40%) afectează negativ confortul termic și starea de sănătate (Reinhold, Tint, 2007).

Umiditatea relativă, definită ca raport între umiditatea absolută și umiditatea maximă, influențează gradul de solicitare al organismului. Se consideră că o umiditate relativă de 40-50% este nivelul care nu comportă riscuri pentru executant (Drăghici, 2005).

⁴⁴ <https://www.simscale.com/blog/2019/09/what-is-pmv-ppd/>

Viteza de mișcare a curenților de aer este considerată la nivel optim dacă nu depășește 0,5 m/s. Cu toate acestea, în funcție de postura predominantă în timpul lucrului, precum și în funcție de temperatură, acest parametru poate varia conform tabelului 3.5.

Tabelul 3.5 Nivelul maxim al vitezei curenților de aer considerat confortabil (Drăghici, 2005)

Postura predominantă	Sezon	Viteza maximă a curenților de aer (m/s)
Șezând	Rece	0,3
Șezând	Cald	0,6
Ortostatică	Cald	1,5

Nu în ultimul rând, confortul termic poate fi cuantificat prin raportul PMV-PPD. Conform SR EN ISO 7730:2006, raportul PMV-PPD oferă o estimare a gradului de disconfort termic la care sunt expuși oamenii într-un anumit mediu. Conform aceluiași standard, PMV (predicted mean vote) este un indice care oferă o previziune a valorii medii a senzației termice pe baza voturilor unui grup de persoane pe o scală de 7 puncte. Tabelul 3.6 descrie scala de 7 puncte a senzației termice utilizate pentru calculul PMV.

Tabelul 3.6 Scala de 7 puncte a senzației termice (sursa: SR EN ISO 7730:2006)

Valoare	Senzație termică
+3	Foarte cald
+2	Cald
+1	Ușor cald
0	Neutru
-1	Ușor rece
-2	Rece
-3	Foarte rece

PPD (predicted percentage dissatisfied) este indicele de estimate cantitativă a procentului de persoane nemulțumite, care percep temperatura ca fiind prea ridicată sau prea scăzută (SR EN ISO 7730:2006). Acest indice oferă o imagine clară cu privire la frecvența de apariție a nemulțumirii cu privire la confortul termic în rândul grupului pentru care se calculează PMV.

Agenția pentru Protecția Mediului din SUA (EPA – Environmental Protection Agency) atrage atenția asupra impactului negativ al poluării aerului din interior (referindu-se aici la aerul din clădiri cu destinație de locuință sau de uz profesional): anual, la nivel mondial, 3,8 milioane de oameni mor din cauza poluării aerului din interior⁴⁵. Conform EPA, oamenii își petrec aproximativ 90% din timp în interior, iar nivelul poluanților mediului interior poate fi de 2 până la de 5 ori mai ridicat în interior decât afară⁴⁶.

⁴⁵ <https://www.achrnews.com/ext/resources/2018/11-2018/11-12-2018/6-Deadly-Facts-about-Indoor-Air-Quality.pdf>

⁴⁶ Idem ³⁵

Un concept de mare interes în ultimul deceniu este calitatea aerului interior (**indoor air quality, IAQ**). *Aerul curat este un element determinant al stării de bine și al sănătății indivizilor.* Din această perspectivă, asigurarea unui aer cât mai curat din punct de vedere chimic și organic reprezintă o componentă de bază, vitală (până la urmă, fără aer omul nu poate supraviețui, iar aerul poluat scurtează viața și reduce semnificativ calitatea vieții individului).

Conform Occupational Safety and Health Administration (OSHA, Administrația SSM din cadrul Departamentului pentru Muncă, SUA), NIOSH a identificat (pe baza a 500 de investigații ale aerului de interior) ca principale surse de probleme ale calității aerului la locul de muncă: ventilația indecvtă a aerului, contaminarea aerului din surse interne și externe clădirii și contamirea microbiană sau din materialele de construcție ale clădirii⁴⁷.

Organizația Mondială a Sănătății (OMS) a elaborat în anul 2010 un ghid cu privire la expunerea la poluatori ai aerului interior, oferind informații detaliate cu privire la tipurile de substanțe chimice care poluează, de regulă, aerul de interior. Poluanții analizați în ghidul OMS sunt: benzen, monoxid de carbon, formaldehidă, naftalină, dioxid de nitrogen, hidrocarburi aromatice policiclice, radon, tricloroetilen și tetracloroetilen (OMS, 2010). Limitele recomandate conform OMS sunt prezentate în tabelul 3.7.

Tabelul 3.7 Recomandările OMS privind expunerea la poluanți ai aerului din interior (sursa: OMS, 2010)

Substanța poluantă	Limita de expunere recomandată
Benzen	Nu există recomandare de limită de siguranță (este foarte toxic)
Monoxid de carbon	15 minute la 100 mg/m ³ 1 oră la 35 mg/ m ³ 8 ore la 10 mg/ m ³ 24 ore la 7 mg/ m ³
Formaldehidă	0,1 mg/ m ³ pentru 30 de minute (în medie)
Naftalină	0,01 mg/ m ³ pe an (în medie)
Dioxid de nitrogen	200 µg/ m ³ timp de o oră (în medie) 40 µg/ m ³ pe an (în medie)
Hidrocarburi aromatice policiclice	Nu se poate determina un prag de siguranță, orice expunere fiind considerată relevantă
Radon	Pentru un fumător care consumă 15-24 țigări pe zi, riscul suplimentar de reducere a vieții din pricina cancerului pulmonar cauzat de radon este estimat la 15×10 ⁻⁵ per Bq/m ³ Concentrația de radon asociată cu un risc suplimentar de reducere a vieții de 1/100 este de 67 Bq/m ³ pentru fumătorii activi și de 1670 Bq/m ³ pentru nefumători (cei care nu au fumat deloc în cursul vieții)
Tricloroetilen	Concentrația asociată cu un risc suplimentar de reducere a vieții din cauza cancerului de 1:10.000 este de 230 µg/m ³
Tetracloroetilen	0,25 mg/m ³ pe an (în medie)

Lista din ghidul OMS nu este exhaustivă, numărul și tipul contaminanților aerului interior fiind foarte mare. Pe lângă poluanții enumerați în tabelul 4.7, există și

⁴⁷ <https://www.osha.gov/otm/section-3-health-hazards/chapter-2>

alți indicatori ai calității aerului din interior, cum sunt nivelul pulberilor și dioxidul de carbon din aerul respirat.

În cazul dioxidului de carbon, determinarea nivelului în microclimat este un bun indicator al cantității de aer proaspăt care pătrunde și este distribuit în clădire⁴⁸. NIOSH recomandă interpretarea rezultatelor conform tabelului 3.8.

Tabelul 3.8 Interpretarea nivelului de dioxid de carbon măsurat la locul de muncă

Nivel determinat	Semnificație
250-350 ppm	concentrații normale ale aerului ambiant din exterior
600 ppm	disconfort minim legat de calitatea aerului
600-1.000 ppm	nu există interpretări specifice
>1.000 ppm	ventilație inadecvată a aerului (angajații se pot plânge frecvent de dureri de cap, oboseală, iritații ale gâtului și ochilor); nivelul maxim recomandat pentru spații interioare

Adițional nivelului de poluare a aerului, calitatea aerului interior este definită și de *cantitatea și specificul pulberilor în suspensie (praful)*. STAS 10813-76 stabilește metoda de determinare a pulberilor în suspensie din atmosferă. Această metodă constă în aspirarea unui volum de aer pe filtre de membrană cu dimensiunea medie a porilor de 0,8–0,85 μm, urmată de cântărirea depunerilor de pulberi de pe filtru.

În completarea STAS 10813-76 vine STAS 10331-92, care stabilește regulile generale de preluare a probelor de pulberi în suspensie. Se impune mențiunea că ambele standarde se adresează analizei aerului din mediul înconjurător, nefiind specifice pentru mediul industrial. Conform STAS 10331-92, reprezentativitatea probelor de aer este influențată de o serie de factori:

- Numărul și tipul punctelor de control;
- Natura poluanților;
- Amplasarea punctelor de control;
- Durata și frecvența probelor;
- Condițiile atmosferice;
- Mijloacele de măsurare, volumul de aer, conservarea și transportul probelor.

De asemenea, STAS 10331-92 recomandă ca durata de prelevare a probelor să fie de 30 minute, iar în cazul determinării concentrațiilor pe termen scurt să se opteze pentru puncte de control mobil.

În contextul evoluției tehnologice, care a condus la crearea de aparate care efectuează analiza pulberilor în suspensie fără a mai fi necesar transportul filtrelor la un laborator, a apărut și necesitatea elaborării unui standard de actualitate. Astfel, SR EN 12341:2014 este standardul destinat analizei concentrațiilor masice de particule în suspensie PM10 și PM2,5 în aerul înconjurător. Metoda propusă de acest standard poate fi utilizată și pentru analiza particulelor PM1, fiind o metodă standardizată pentru determinarea concentrației masice de particule în suspensie prin prelevarea particulelor pe filtre și cântărirea acestora.

În ceea ce privește legislația națională cu referire la pulberile în suspensie, HG 1/2012 completează Hotărâri de Guvern anterioare privind normele minime de SSM legate de agenții chimici (HG 1218/2006), cancerigeni și mutageni (HG 1093/2006), precum și privind supravegherea sănătății lucrătorilor (HG 355/2007) și include o listă

⁴⁸ <https://www.osha.gov/otm/section-3-health-hazards/chapter-2>

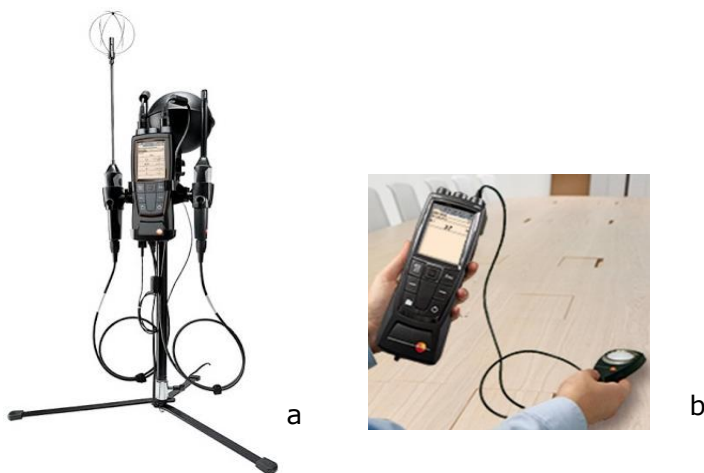
de valori-limită pentru pulberi. Astfel, în cazul pulberilor fără efect specific, valoarea-limită la 8 ore este de 10 mg/m^3 (fracție inhalabilă), iar pentru pulberile mici valoarea-limită este de 3 mg/m^3 (fracție inhalabilă).

Mijloace de măsurare și prelucrare a datelor experimentale

Pentru determinarea caracteristicilor de microclimat s-a utilizat aparatul multifuncțional **testo 480 IAQ Pro**⁴⁹, care este asociat cu software **EasyClimate pentru managementul datelor** (figura 3.9) care permite determinarea simultană a mai multor parametri; testo 480 IAQ Pro dispune de mai multe sonde (senzori de măsurare) pentru determinări privind viteza aerului, temperatura, umiditatea, presiunea, iluminatul, concentrația de dioxid de carbon și gradul de turbulențe. Aparatul de măsură permite evaluări ale sistemelor de ventilare și condiționare a aerului, dar și analize ale nivelului de confort termic⁵⁰.

Pentru determinarea pulberilor și a nivelului de prăfuire (ca parametru al calității aerului din interior) se poate utiliza un spectrometru cu monitor de praf.

Pentru determinarea parametrilor descriși, se poate utiliza un **spectrometru portabil de aerosoli și monitor de praf aparatul GRIMM 1.108**⁵¹ (figura 3.10), care detectează particule cu dimensiuni între 0,3 și 20 μm . Pe lângă determinarea concentrației de pulberi, aparatul este dotat cu un filtru pentru analiza chimică, microscopică și gravimetrică a particulelor⁵². Este un aparat portabil de dimensiuni



redușe și dispune de un software dedicat pentru transferul și analiza datelor colectate.



Figura 3.9 Aparatul testo 480 echipat cu sondele de determinare a parametrilor de microclimat (a) și luxmetru (b)

⁴⁹ Echipament disponibil în cadrul Laboratorului de analize de combustibili, investigații ecologice și dispersia noxelor, Universitatea Politehnică Timișoara

⁵⁰ <https://www.testo.com/en-TH/testo-480/p/0563-4800>

⁵¹ Echipament disponibil în cadrul Laboratorului de analize de combustibili, investigații ecologice și dispersia noxelor, Universitatea Politehnică Timișoara

⁵² https://www.bodc.ac.uk/data/documents/nodb/pdf/grimm_1108_dustmonitor.pdf

3.3. Analiza solicitărilor posturale

În conformitate cu informațiile prezentate în capitolul 2, solicitările posturale se pot analiza cu diverse metode în funcție de specificul activității, tipul de expunere sau scopul analizei. În conformitate cu obiectivul prezentei cercetări de a realiza o analiză generală a riscurilor ergonomice, pentru analiza solicitărilor posturale se propune utilizarea instrumentului software ergoIA. ergoIA a fost creat de o echipă de specialiști din cadrul Institutului de Biomecanică din Valencia (IBV) și lansat oficial la începutul anului 2021.

ergoIA efectuează analiza solicitărilor posturale cu ajutorul metodelor REBA și OWAS. Software-ul utilizează inteligența artificială pentru a analiza înregistrări video cu lucrători care efectuează anumite sarcini de lucru. Din punct de vedere tehnic, software-ul împarte înregistrarea video în cadre și analizează fiecare cadru în funcție de criteriile/parametrii specifici metodei alese (OWAS sau REBA). Rezultatul este un raport ce oferă o imagine de ansamblu asupra tipurilor și gravității solicitărilor posturale la care este expus lucrătorul. Utilizatorul poate seta numărul de cadre dorit, reglând astfel nivelul de detaliu al analizei (dintr-o înregistrare video de aproximativ 1 minut se pot obține peste 1.500 de cadre).

Utilizarea ergoIA este facilă și relativ rapidă dacă înregistrările video sunt realizate conform indicațiilor propuse de creatorii software-ului. În consecință, este obligatoriu ca în respectiva înregistrare să apară o singură persoană, să i se vadă întreg corpul (să nu existe mobilier, obiecte care să acopere anumite zone ale corpului, iar hainele să permită o bună vizibilitate a membrilor), iar lucrătorul să ocupe cea mai mare parte a cadrului. Din acest punct de vedere, ergoIA poate deveni limitativ, pentru că nu se pot analiza cu ușurință locurile de muncă unde este necesară îmbrăcăminte de protecție – cum ar fi halatele sau îmbrăcăminte voluminoasă – locuri de muncă organizate ineficient din punct de vedere ergonomic (de exemplu, zone aglomerate cu stocuri de materiale sau semifabricate, spații înguste) sau sarcini de lucru ce nu pot fi executate de un singur lucrător. Cu toate acestea, fiecare parametru poate fi ajustat manual pentru a elimina orice potențiale erori de interpretare ale software-ului. Așadar, se pot analiza și locuri de muncă ce nu îndeplinesc în totalitate condițiile sus-menționate, însă presupune un efort mult mai mare din partea specialistului, pierzându-se astfel avantajul timpului economisit. O altă limitare a acestui software este de ordin lingvistic: ergoIA poate fi folosit doar în limbile engleză sau spaniolă.

Masa manipulată (load), calitatea prinderii (grip) și tipul de activitate (repetitivă, statică, modificări bruște) sunt setate manual, acestea neputând fi determinate automat de software. Analiza se efectuează pentru fiecare cadru component al înregistrării video supuse analizei, astfel că, la final, ergoIA generează grafice cu scorurile obținute în urma analizei tuturor cadrelor. Rezultatele analizei pot fi descărcate în format PDF. În figurile 3.11 și 3.12 se prezintă un exemplu de analiză și, respectiv, raport generate cu ergoIA folosind metoda REBA.

Pentru a putea identifica arii de îmbunătățire/optimizare și pentru a reduce riscurile pentru sănătatea lucrătorilor, este necesară interpretarea rezultatelor și elaborarea unui plan de intervenție în funcție de problemele identificate.

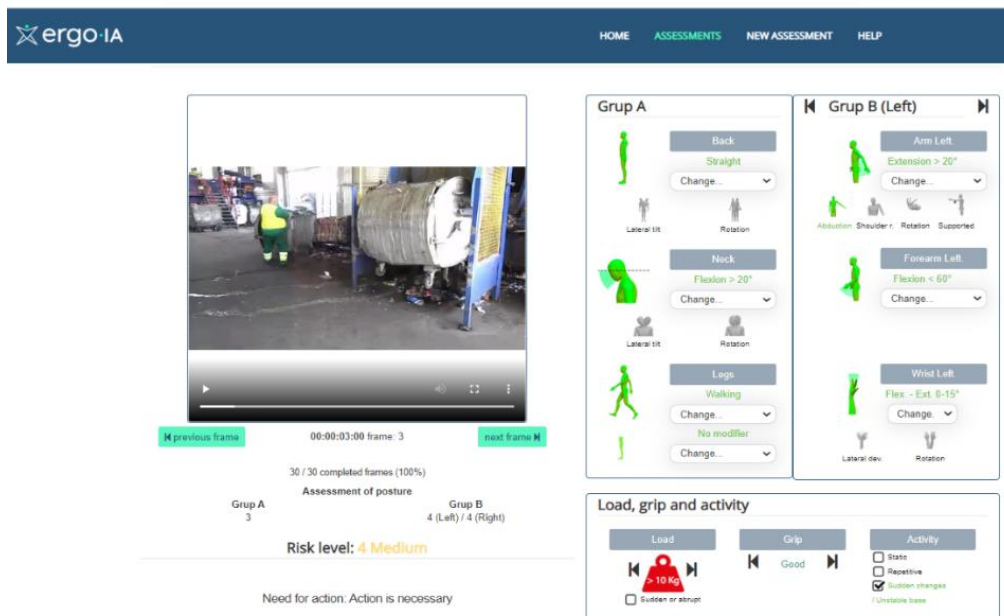
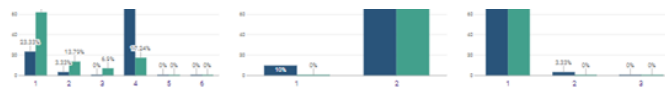


Figura 3.11 Exemplu de analiză pe baza metodei REBA, realizată cu ergoIA



3.4. Analiza locului de muncă folosind metoda RNUR

Cunoscută și sub denumirea de "metoda profilului postului", metoda a fost elaborată de Regia Națională a Uzinelor Renault (de aici și acronimul RNUR). RNUR este una dintre metodele de evaluare a riscurilor bazate pe ergonomia sistemelor, fiind deosebit de utilă pentru identificarea problemelor în concepția și organizarea a locurilor de muncă (Darabont, Pece, 1996, p. 470).

Metoda permite o evaluare globală a condițiilor de muncă. Fiind inspirată din experiența specialiștilor din domeniul industrial, metoda se pretează foarte bine analizei locurilor de muncă din domeniul producției, mai ales cele cu sarcini de lucru scurte și repetitive (Carpio De Los Pinos, González García, 2017), (Manolescu, 2015). Metoda RNUR permite optimizări ale fluxului de muncă, identificarea și reducerea riscurilor de accidentări și îmbolnăviri profesionale, dar și îmbunătățirea condițiilor mediului fizic de lucru (Drăghici, 2005).

Figura 3.12 Exemplu de raport generat de ergoIA

Metoda RNUR se bazează pe observații directe, având în vedere patru domenii de analiză: concepția locului de muncă, factorul de securitate, factori ergonomici și factori biologici și sociologici (Manolescu, 2015). Cele patru domenii de analiză cuprind, în total, 27 de criterii de influență. Fiecare dintre cele 27 de criterii este evaluat pe baza unei grile de evaluare cu 5 nivele de apreciere, unde 1 reprezintă nivelul favorabil, iar 5 nefavorabil.

Pentru aplicarea metodei RNUR, este necesară parcurgerea a trei etape, după cum urmează:

- Culegerea datelor și informațiilor;
- Determinarea nivelurilor ergonomice;
- Trasarea și interpretarea profilurilor locurilor de muncă (Irimie, 2008).

Pentru eficiență sporită în etapa de culegere a datelor, pe lângă observații directe se pot utiliza și alte metode sau instrumente precum checklist-ul (listă de verificare) ergonomic, discuții cu personalul, o analiză a mediului fizic de lucru (inclusiv măsurări ale parametrilor mediului fizic) (Manolescu, 2015).

După culegerea datelor, se face o evaluare a criteriilor de influență pe baza unei grile de evaluare prezentată în tabelul 3.9. Cei opt factori evaluați și defalcarea pe cele 27 de criterii de influență sunt prezentați în figura 3.13.

Pe baza scorurilor acordate în etapa a doua, se realizează profilul global și cel analitic al locului de muncă. Profilul global este o reprezentare grafică a scorurilor obținute la cele opt factori, iar profilul analitic constă în reprezentarea grafică a celor 27 de criterii de influență.

Tabelul 3.9 Grila de evaluare a locului de muncă – metoda RNUR

Nivel	Factori							
	A ₀ , A	B	C	D	E	F	G	H
1	Foarte bine		Foarte ușor	Foarte ușor	>30 min	Grupa și din afară	>10 min	Ridicat
2	Bine		Ușor	Ușor	30 min	Grupa	10 min	Mediu
3	Acceptabil		Normal	Normal	15 min	Relații ușoare	5 min	
4	Periculos	Greu	Solicitat	Solicitat	5 min	Relații dificile	3 min	Redus
5	Foarte periculos	Foarte greu	Foarte solicitat	Foarte solicitat	1 min	Izolată	1 min	

Având în vedere obiectivele prezentei cercetări, se va aplica o formă adaptată a metodei RNUR, luându-se în considerare doar factorii A₀-C (zona marcată cu albastru din tabelul 3.9). Evaluarea detaliată a factorilor B și C, respectiv, ambianța fizică (mediul fizic de lucru) și solicitarea fizică sunt descrise în capitolele 3 și 4, având la bază observații, măsurători realizate *in situ* și prelucrarea datelor experimentale.

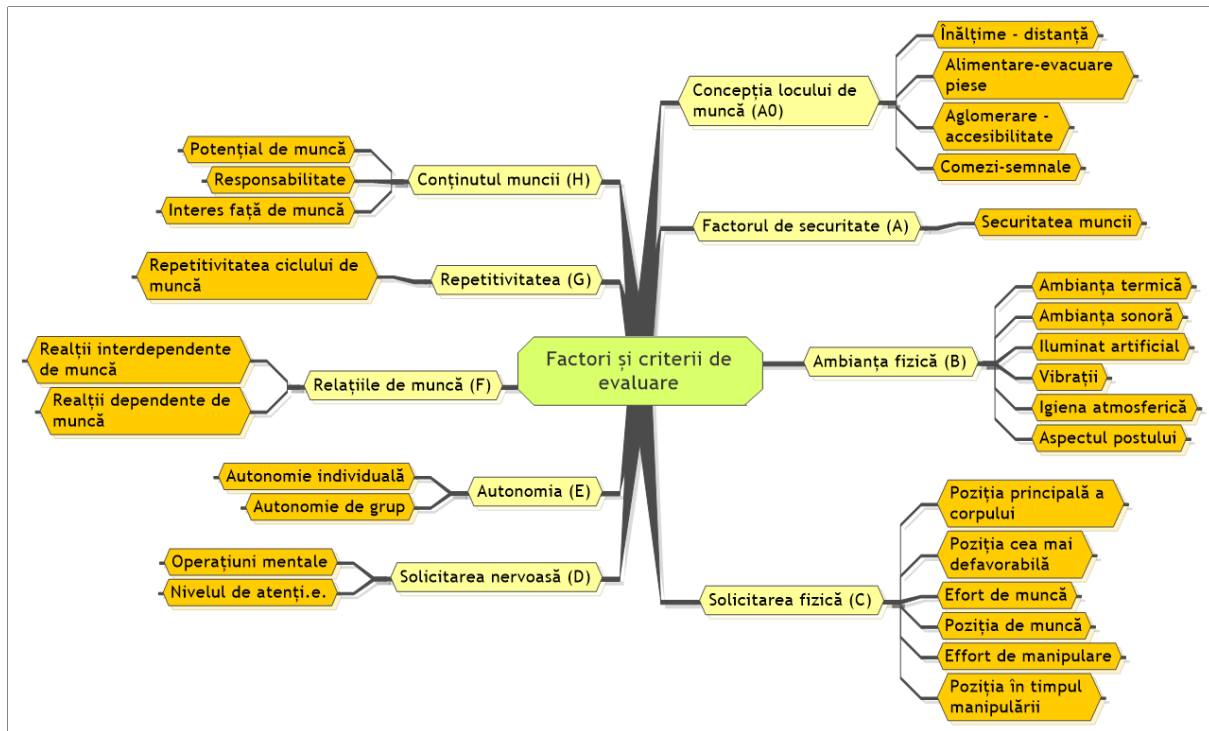


Figura 3.11 Factorii și criteriile de evaluare a locului de muncă conform metodei RNUR (adaptare după (Manolescu, 2015))

3.5. Propunerea modelului teoretico-aplicativ al intervenției ergonomice

Modelul teoretico-aplicativ propus în cele ce urmează este definit de elementele constitutive ale celor trei mari componente ale analizei: analiza mediului fizic de muncă, analiza riscurilor ergonomice și analiza locului de muncă pe baza metodei RNUR. Reinhold și Tint (2007) propun o abordare asemănătoare, având la bază evaluări de risc efectuate în 100 de companii de-a lungul a cinci ani de zile.

În cazul fiecărui tip de analiză se impune parcurgerea unor etape preliminare constând în înțelegerea modului de organizare a muncii, precum și a particularităților sistemului de muncă analizat. De regulă, aceste informații se obțin prin discuții cu responsabilii cu SSM, șefii de schimb și executanții de la locurile de muncă supuse analizei, dar și prin analiza unor documente interne relevante pentru scopurile analizei. Această abordare, specifică ergonomiei participative, permite culegerea de informații esențiale pentru interpretarea rezultatelor și propunerea de măsuri corective.

Modelul teoretico-aplicativ al intervenției ergonomice propus este prezentat schematic în figura 3.14. Astfel, acest model implică parcurgerea a șapte pași, după cum urmează:

1. *Inițializarea cercetării* prin studiu bibliografic și consultarea standardelor și a legislației în vigoare în domeniul sănătății și securității în muncă, cu privire

la riscurile caracteristice mediului fizic de lucru și cu privire la riscurile ergonomice.

2. *Discuție preliminară cu responsabilul SSM și cu șeful de schimb* pentru înțelegerea sistemului de muncă, a mediului fizic de lucru și a particularităților de interes pentru cercetare. De asemenea, s-a utilizat metoda observației pentru colectarea de informații relevante.
3. *Calibrarea aparaturii și efectuarea determinărilor de mediu fizic de lucru* (zgomot, iluminat, pulberi în suspensie, microclimat).
4. *Analiza riscurilor ergonomice* prin metoda observației și prin înregistrarea video a modului de execuție a sarcinilor de muncă în vederea procesării acestora cu un software dedicat analizei solicitărilor posturale (ergoIA).
5. *Prelucrarea datelor* colectate utilizând instrumente software (cele asociate aparaturii utilizate pentru măsurarea parametrilor caracteristici mediului fizic de lucru, precum și ergoIA). Totodată, s-a realizat interpretarea datelor colectate și prelucrate.
6. *Propunerea de măsuri corective* pe baza riscurilor și a deficiențelor identificate. Măsurile corective au fost elaborate pentru fiecare parametru analizat, fiind însoțite de estimări ale costurilor de implementare (acolo unde este cazul).
7. *Analiza și evaluarea locurilor de muncă utilizând metoda RNUR*, pe baza informațiilor colectate în etapele anterioare.
8. *Elaborarea raportului de cercetare*.

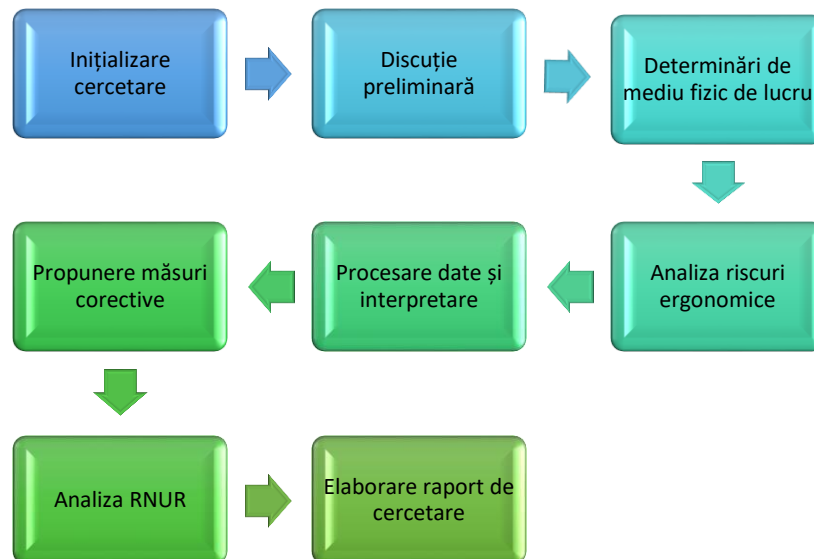


Figura 3.14 Schema metodologiei de cercetare

3.6. Concluzii

În cadrul acestui capitol au fost descrise elementele constitutive ale modelului de intervenție ergonomică propus, care a fost validat prin cercetările aplicative

realizate în contextul programului doctoral. Deși la o primă vedere intervenția ergonomică este constituită din elemente de analiză disparate, acestea se întrepătrund și au componente comune, astfel că trecerea de la o etapă de analiză la următoarea reprezintă un demers logic și fluent.

Pornind de la factorii proprii mediului fizic de muncă, pe baza studiului temeinic al standardelor și a legislației în vigoare, s-a propus o metodologie de lucru care să permită efectuarea unei analize precise și relevante a sistemelor de producție. În continuare, se propune efectuarea analizei riscurilor ergonomice utilizând un instrument software de ultimă generație, care realizează evaluarea sarcinilor de muncă cu ajutorul inteligenței artificiale. Nu în ultimul rând, analiza locurilor de muncă folosind metoda RNUR reprezintă o completare a informațiilor deja colectate, astfel că în final se va obține o viziune detaliată și cuprinzătoare a ariilor de îmbunătățire și a riscurilor identificate pentru fiecare loc de muncă. Finalitatea acestui demers este un raport al intervenției ergonomice prin care se propun diverse variante de optimizare sau corectare a anumitor probleme identificate, raportul fiind elementul central al deciziilor de investiție pentru creșterea calității vieții profesionale a angajaților și maximizarea productivității sistemului de muncă.

În vederea validării metodologiei propuse, s-au efectuat cercetări aplicative ale căror rezultate sunt prezentate în capitolul 4.

4. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PE BAZA MODELULUI PROPUȘ

Măsurătorile parametrilor mediului fizic de lucru au fost efectuate cu sprijinul Laboratorului de analize de combustibili, investigații ecologice și dispersia noxelor, Universitatea Politehnică Timișoara (<http://www.mediu.ro/>). Prelucrarea datelor experimentale a fost realizată de drd. ec. Maria – Elena BOATCĂ, rezultatele fiind validate de prof. univ. dr. ing. Anca DRĂGHICI.

Măsurătorile/înregistrările video ale riscurilor ergonomice și prelucrarea lor a fost realizată de către drd. Maria – Elena BOATCĂ. Rezultatele au fost validate de prof. univ. dr. ing. Anca DRĂGHICI.

Pe baza modelului teoretico-aplicativ de intervenție ergonomică propus în capitolul 3, s-au efectuat cercetări aplicative în cadrul a două firme ce operează în județul Timiș. Din considerente de confidențialitate, cele două firme vor fi descrise ca firma A și, respectiv, firma B. Prin cercetările aplicative descrise în acest capitol au fost îndeplinite obiectivele operaționale:

OP4 Modelarea și implementarea unui model inovativ de intervenție a ergonomiei în sistemele de muncă pentru reducerea riscurilor profesionale;

OP5 Testarea și validarea modelului inovativ propus.

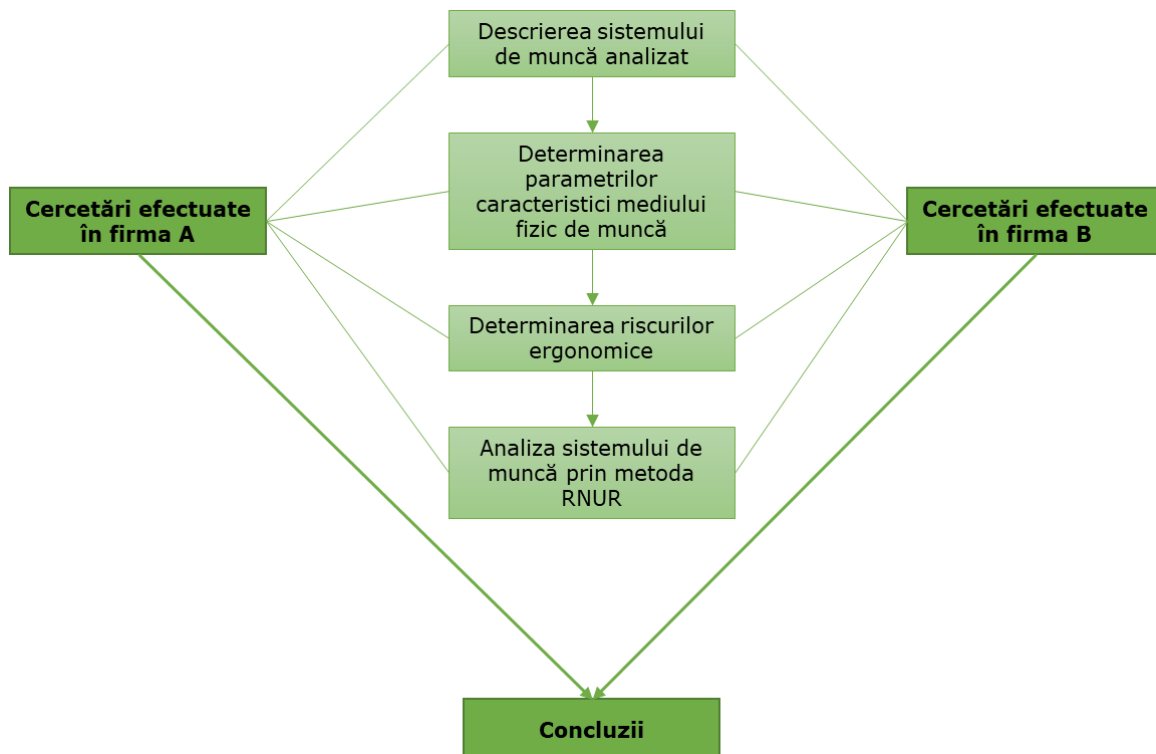


Figura 4.1 Harta conceptuală a cercetărilor prezentate în capitolul 4

Figura 4.1 prezintă structura capitolului 4, dirijată de modelul teoretico-aplicativ aplicat în cercetările experimentale prezentate. Astfel, în cazul ambelor firme s-a descris sistemul de muncă analizat, s-au efectuat determinări ale parametrilor specifici mediului fizic de muncă, determinări ale riscurilor ergonomice și analiza sistemelor de muncă folosind metoda RNUR. Pentru fiecare tip de analiză s-a realizat o sinteză a problemelor identificate și s-au propus măsuri corective. Capitolul se încheie cu concluziile cercetărilor experimentale.

4.1. Cercetări aplicative efectuate în cadrul firmei A

Firma A este o companie producătoare de mobilier ergonomic înființată în Timișoara în 1992. Gama de produse oferite cuprinde birouri, mese, scaune ergonomice, corpuri de depozitare, mobilier pentru cantine (zone de luat masa), accesoriile de birou (suporturi de monitor, laptop sau pentru picioare, stații de lucru de tip sit-stand). De asemenea, firma A oferă soluții acustice și de compartimentare cu sticlă și servicii de fit out prin colaborarea cu parteneri externi din Portugalia, Italia și Germania. Așadar, firma A oferă o paletă completă de servicii, de la concepție și design, până la producție și servicii post-vânzare.

Actualmente, compania numără peste 7.000 de clienți din România și alte țări europene, cum ar fi Republica Moldova, Bulgaria, Serbia, Italia, Spania, Germania sau Marea Britanie.

Firma A își desfășoară activitatea de producție în localitatea Șag (în apropiere de Timișoara) și are showroom-uri în Timișoara, Cluj-Napoca și București. Cercetările aplicative ce urmează a fi prezentate în continuare au fost efectuate în cadrul halelor de producție din localitatea Șag.

4.1.1. Descrierea sistemului de muncă analizat – contextul de cercetare

Din punctul de vedere al tipurilor de activități desfășurate în procesul de producție se disting atât locuri de muncă predominant automatizate (care presupun supravegherea mașinilor, introducerea programului de producție și manipularea materiilor prime/semifabricatelor obținute în urma procesării), cât și locuri de muncă ce conțin exclusiv sarcini de lucru executate manual (tăiere și diviziune unghiulară, cântuire piese curbate, frezare, polizare, finisare, asamblare, ambalare).

Procesul de producție este inițiat printr-un program de lansare în producție, translatat în comenzi introduse în sistemul de comandă al centrelor de prelucrare cu comandă numerică (figura 4.2). Totodată, pe baza programului de lansare în producție se stabilesc volumele de executat în cadrul operațiilor semi-automate și manuale. Fluxul de producție presupune, de asemenea, verificări ale calității produselor în cursul procesului de producție, precum și mentenanța echipamentelor pentru a preveni întreruperi în activitate.

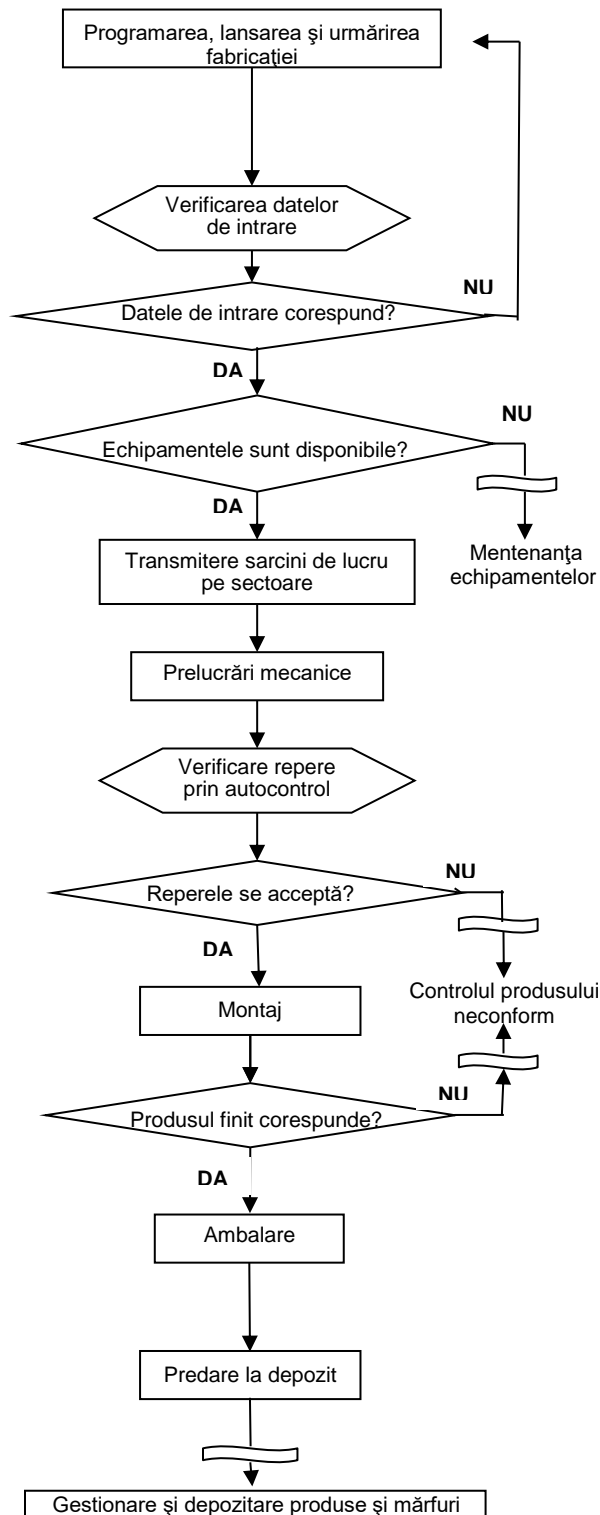


Figura 4.2 Diagrama flux a procesului de producție în cadrul firmei A (sursa: documentație internă a firmei A)

Regimul de lucru constă în două schimburi a câte 8 ore, săptămâna de lucru fiind de 5 zile. Ziua nominală de lucru este de 8,5 ore, executanții beneficiind de 3 pauze (două a câte 5 minute și o pauză de 20 minute). Specificul activității presupune

producție de serie mică sau producție unitară, produsele realizate fiind particularizate în funcție de necesitățile și preferințele clienților.

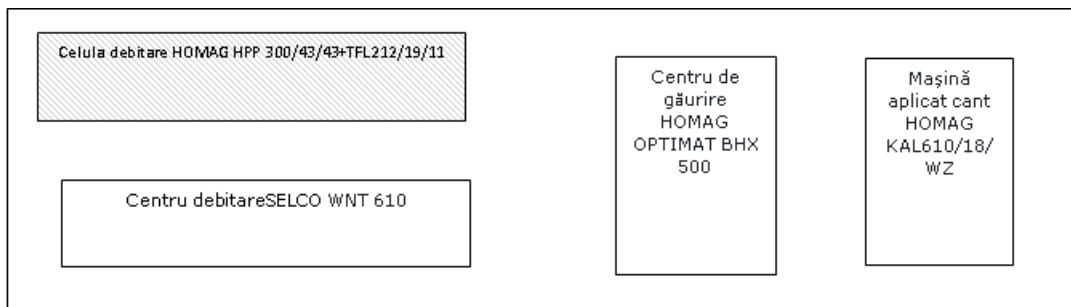


Figura 4.3 Amplasamentul mașinilor-unelte și a celulelor de producție – hala nouă

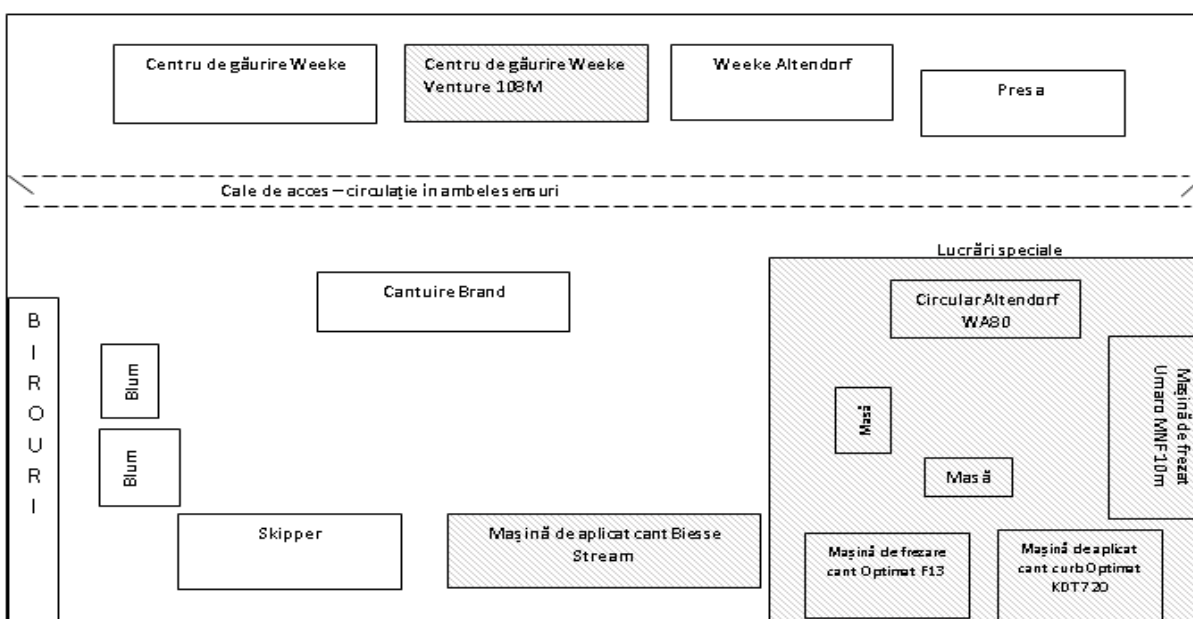


Figura 4.4 Amplasarea locului de muncă "asamblare"

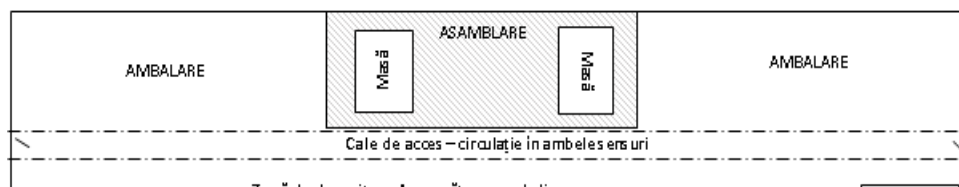


Figura 4.5 Amplasamentul utilajelor în hala veche

Operațiile automatizate se execută (1) în cadrul unor celule de producție HOMAG, care includ centre de prelucrare CNC (pentru operații de debitare, găurire, cântuire); bandă de alimentare materie primă; roboți care asigură manipularea materiei prime/reperelor debitate și etichetare; și sistem integrat de vizualizare a proceselor aflate în derulare, sau (2) folosind mașini pentru frezare, găurire, cântuire. Activitatea se desfășoară în două hale de producție, una dintre ele cuprinzând celulele de producție HOMAG de nouă generație (denumită în continuare „hala nouă”) și o hală care cuprinde mașini și echipamente pentru operații automate, semi-automate și manuale (denumită în continuare „hala veche”). În figurile 4.3, 4.4 și 4.5 se prezintă amplasarea mijloacelor de producție (mașini și a celule de producție) în cele două hale, zonele marcate cu gri delimitând punctele de măsurare.

Procesul de producție cuprinde următoarele etape:

1. Debitare – presupune tăierea la dimensiunile stabilite prin planul de croi a plăcilor de PAL. Firma A utilizează centre de croire HOMAG de nouă generație asigurând automatizarea acestei etape, cu beneficii atât din punct de vedere al eficienței, cât și din punctul de vedere al reducerii riscurilor de accidente la locul de muncă. În principiu, centrul de croire preia plăcile de PAL din magazie, le debitează, iar operatorul uman le preia și le depozitează pe mese cu role pentru a fi preluate în următoarele etape. De asemenea, este necesară supravegherea de către un alt operator uman, care efectuează comenzile de producție conform planului de producție elaborate de compartimentul de planificare și lansare în fabricație.
2. Frezare și cântuire – implică frezarea plăcilor și lipirea de benzi pe suprafața canturilor (pe lateralele plăcilor de PAL) cu adeziv termofuzibil. Acest procedeu se realizează automat.
3. Găurire – constă în executarea de găuri care permit montarea de balamale, picioare, suportți, ori reprezintă spații în care se va monta un alt element de mobilier. În funcție de tipul de găurire necesar, această operație se poate executa automat sau semi-automat.
4. Montaj și premontaj (asamblare) – presupune îmbinarea reperelor rezultate din etapele anterioare, pentru a obține produsul finit sau produse intermediare ce urmează a fi montate la sediul beneficiarului. Este o operație executată manual.
5. Ambalare – se referă la ambalarea produselor pentru a fi livrate. Această operație se execută manual.
6. Lucrări speciale - există produse personalizate în funcție de cererea clienților, care nu pot fi executate automatizat. Pentru acestea există o secție de lucrări speciale unde procesarea plăcilor de PAL se realizează semi-manual sau exclusiv manual. Principalele operații executate în secția de lucrări speciale sunt debitare, cântuire, găurire, frezare și finisare.

Suplimentar, pentru realizarea produselor de grosime foarte mare se utilizează presa (pentru a lipi plăci de PAL unele de altele).

Dintre locurile de muncă definite din prisma operațiilor descrise anterior, au fost selectate pentru analiză două locuri de muncă: asamblare și lucrări speciale. În figura 4.5 se prezintă amplasarea locului de muncă asamblare.

La locul de muncă „asamblare” se execută următoarele sarcini de muncă: sortarea reperelor (plăcile de PAL) ce urmează a fi montate, pregătirea accesoriilor necesare montajului (șuruburi, piulițe, balamale), montajul propriu-zis cu ajutorul mașinii de înfiletat și ciocanului. Montajul reprezintă sarcina de lucru predominantă.

La locul de muncă „lucrări speciale” se execută sarcini de muncă cu frecvență variabilă, în funcție de reperatele ce urmează a fi executate: debitare, frezare, cântuire, șlefuire și finisare (ocazional, cu scop de a remedia eventuale defecte apărute în operațiile anterioare). Figurile 4.6 și 4.7 prezintă cele două locuri de muncă supuse analizei.



Figura 4.6 Locul de muncă "asamblare"



Figura 4.7 Locul de muncă "lucrări speciale" – operația de strunjire

Mediul fizic de muncă este caracterizat din prisma următorilor factori: zgomot, iluminat, calitatea aerului interior și microclimat. Celulele de producție și mașinile de debitare/găurire/frezare sunt dotate cu exhaustoare cu sistem de colectare noxe (praf, rumeguș) și sistem de identificare și stingere automată a incendiilor. Aceste echipamente contribuie semnificativ la reducerea riscurilor de îmbolnăviri profesionale și îmbunătățesc calitatea mediului de lucru, eliminând și principala sursă potențială de incendii.

Referitor la *mediul psihic* de muncă, s-a observat că acesta este definit de relații de muncă normale, fără solicitări psihice mari și cu manifestarea unor raporturi și interacțiuni cordiale între executanți și superiori. Mai mult, este încurajată colaborarea între executanți în vederea limitării solicitărilor posturale generate de manipularea manuală a maselor: executanții pot solicita participarea colegilor pentru manipularea și transportul reperelor de mari dimensiuni ori cele cu masă mare (exemplificare în figura 4.6). Astfel, se poate afirma că atmosfera de lucru este bună, contribuind la crearea unui ritm de muncă optim, cu efecte pozitive asupra productivității muncii.

4.1.2. Determinarea parametrilor caracteristici mediului fizic de muncă

4.1.2.1. Zgomot

Schemele de măsurare adoptate

S-au efectuat determinări ale nivelului de zgomot la cele două locuri de muncă supuse analizei, respectiv asamblare și lucrări speciale (operațiile de frezare, șlefuire, debitare cu circular Altendorf). Având în vedere producerea unor câmpuri sonore intense, cu efect semnificativ în expunerea operatorilor (datorat suprapunerii undelor și creșterii amplitudinii sonore în zona locului de muncă "lucrări speciale"),

Suplimentar, s-au efectuat determinări ale zgomotului la două locuri de muncă adiacente locului de muncă "lucrări speciale":

- mașina de găurit/frezat Weeke Venture 108M (la panoul de comandă, în zona de pornire-oprire a mașinii)
- mașina de aplicare cant Biesse Stream.

În fiecare punct s-au efectuat măsurători cu durata de 5 minute, în conformitate cu recomandările ISO 9612:2009.

Valorile medii obținute sunt prezentate în tabelul 4.1. Măsurătorile s-au efectuat la înălțimea de 1,7 m (la nivelul canalului auricular al operatorilor), avându-se în vedere poziția ocupată de operatori în timpul execuției sarcinilor de muncă și, respectiv, de managerul direct în timpul supervizării activității operatorilor – în cazul de față, la panoul de comandă al mașinilor sau în zona de operare a mașinii, în rest fiind restricționat accesul din motive de securitate.

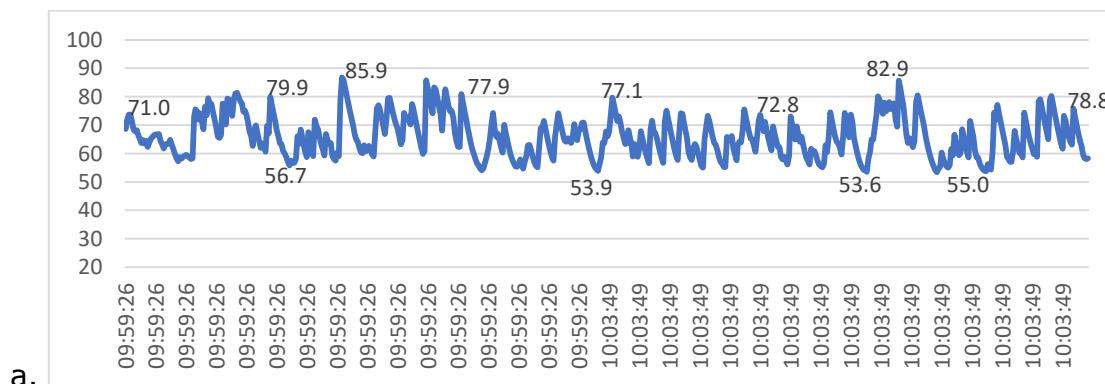
Suplimentar, s-au efectuat **măsurători ale zgomotului de fond** în timpul programului de lucru în două scenarii:

- mașinile se află **în regim normal de funcționare**, rezultând valoarea medie măsurată de **75,47 dB (A)**;
- în timpul pauzei de masă**, valoarea medie măsurată fiind de **53,75 dB(A)**.

Tabelul 4.1 Valorile medii ale zgomotului măsurate la cele 4 locuri de muncă selectate

Nr. crt.	Punct de măsurare	Valoarea medie măsurată (dB(A))
1	Asamblare	66,01
2	Lucrări speciale – frezare	81,80
3	Lucrări speciale – șlefuire	81,53
4	Lucrări speciale – circular Altendorf	75,51
5	Weeke Venture 108 M – panou de comandă	79,93
6	Weeke Venture 108 M – zona de pornire/oprire	77,77
7	Biesse Stream – panou de comandă	83,37

Figurile 4.8, 4.9 (a., b., c.), 4.10 (a., b.) și 4.11. prezintă variația nivelului zgomotului pe durata celor 5 minute aferente fiecărei măsurători. În cazul tuturor măsurătorilor utilajele s-au aflat *în regim normal de funcționare*.



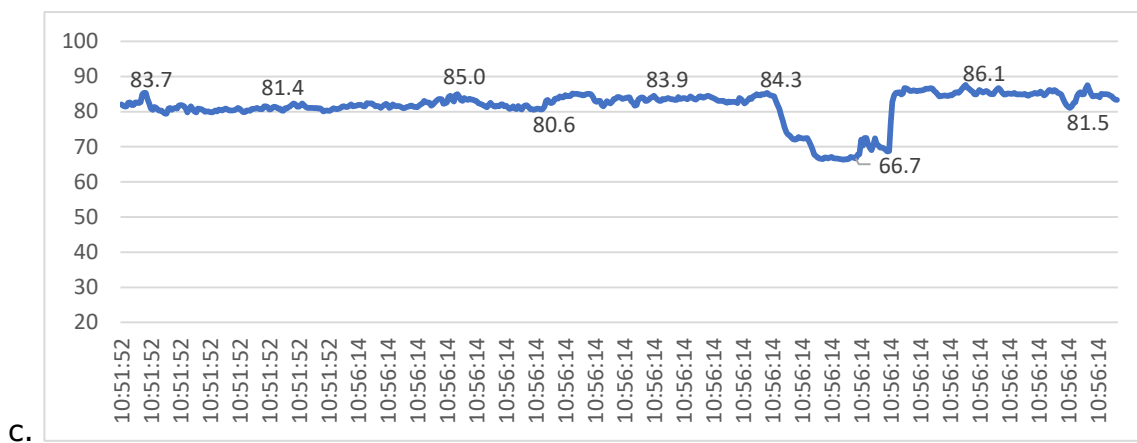
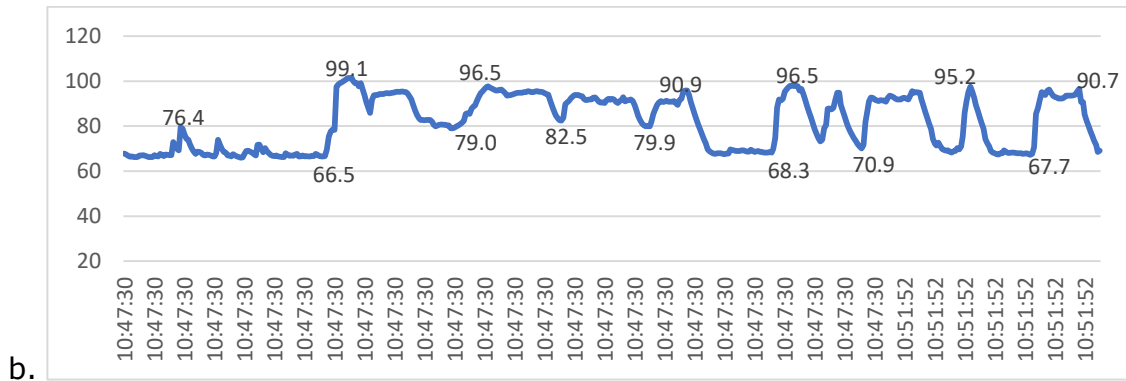


Figura 4.8 Zgomot – valori măsurate la locul de muncă "asamblare"

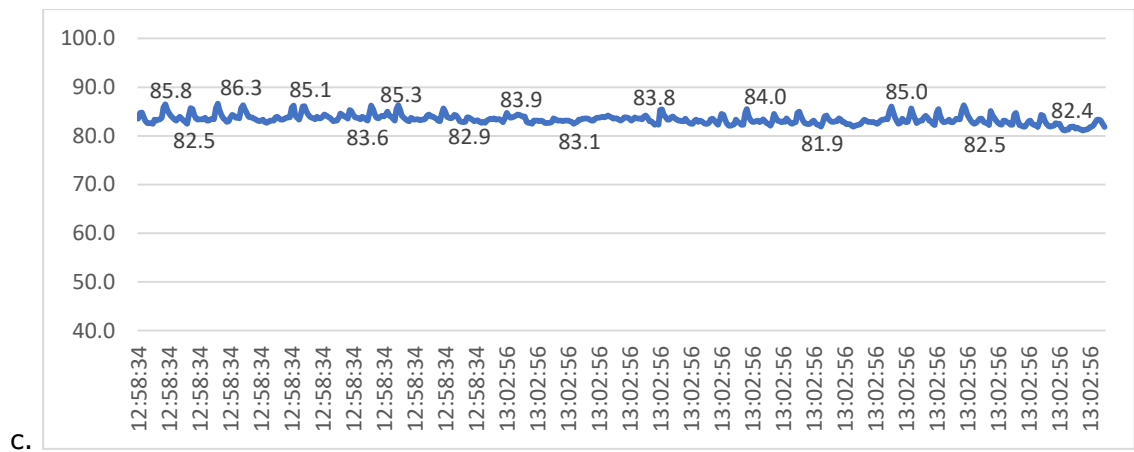
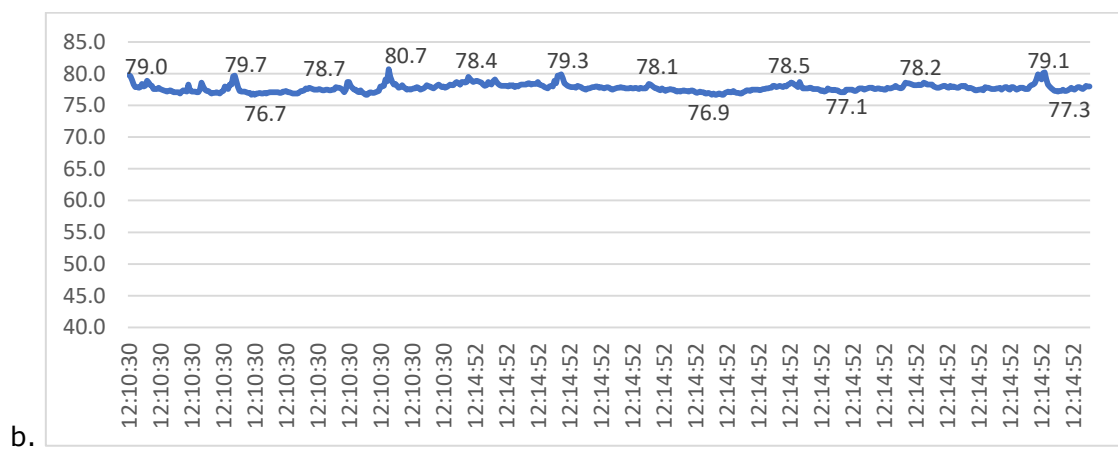
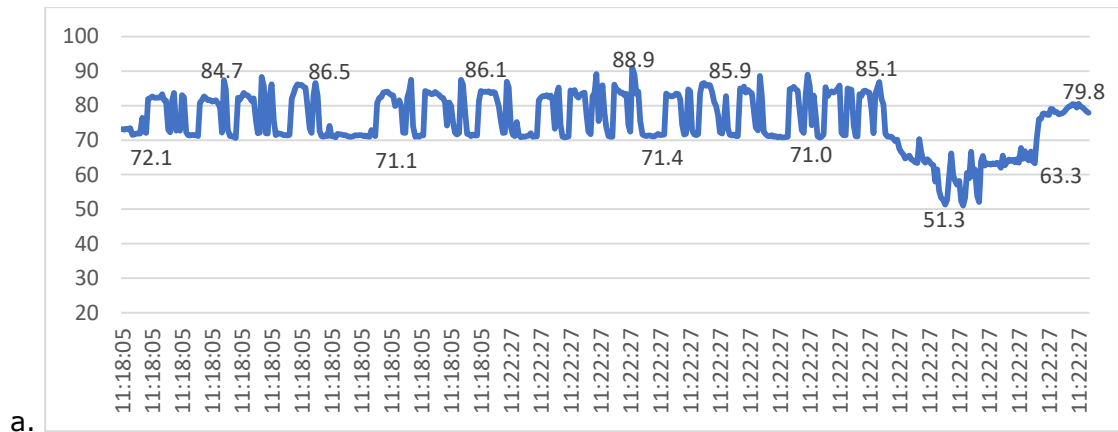


Figura 4.9 Zgomot – valori măsurate: lucrări speciale – a. frezare, b. șlefuire, c. circular Altendorf

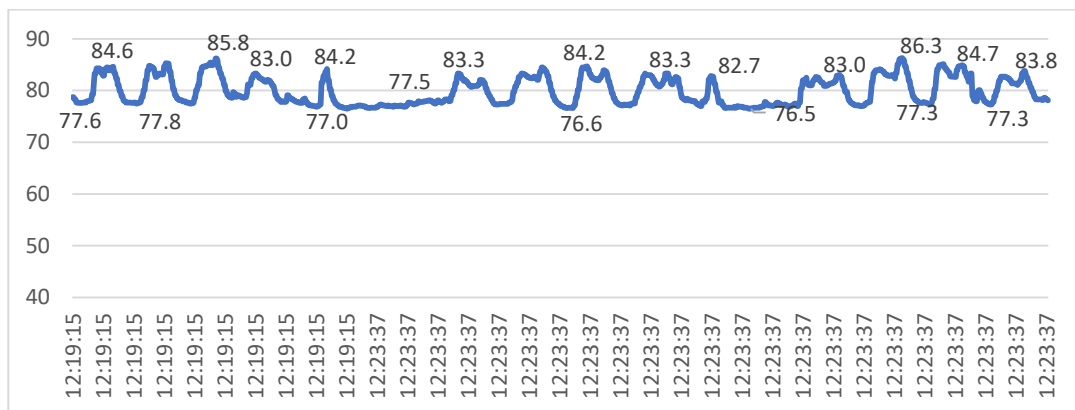


Figura 4.10 Zgomot – valori măsurate: mașina de găurit Weeke Venture 108M – a. panou de comandă, b. zona de pornire/oprire.

Figura 4.11 Zgomot – valori măsurate: mașina de aplicat cant Biesse Stream

Se poate observa că în absolut toate punctele **valoarea măsurată a zgomotului nu depășește valoarea de expunere superioară de 85 dB(A)**, considerându-se că nu există un risc semnificativ pentru sănătatea operatorilor. Cu toate acestea, figurile 4.9 a., b. și c. descriu variații semnificative ale nivelului de zgomot măsurat la locul de muncă lucrări speciale, funcționarea intermitentă a mașinilor-unelte utilizate la lucrări speciale generând șocuri sonore (creșteri bruște ale nivelului de zgomot mult peste limita admisă). Atât în cazul operației de frezare, cât și în timpul funcționării circularului Altendorf nivelul măsurat al zgomotului depășește semnificativ valoarea de expunere superioară. Operația de frezare este cea care comportă cele mai mari riscuri cu privire la expunerea la zgomot, având în vedere faptul că valoarea maximă măsurată a zgomotului este de 99,1 dB(A).

Măsuri corective pentru reducerea riscului de expunere la zgomot

Luând în considerare aspectele prezentate, se recomandă măsurile de reducere a riscului prezentate în tabelul 4.2

Tabelul 4.2 Propuneri de măsuri de reducere a riscului de expunere la zgomot

Măsuri tehnico – organizatorice			
Loc de muncă	Problema/riscul identificat(ă)	Soluția propusă	Cost estimativ de implementare (lei)
Lucrări speciale	Șocuri sonore produse de variații mari ale zgomotului, în funcție de	Echiparea operatorilor umani cu căști de protecție împotriva zgomotului	100,00 lei/angajat

	utilajul/echipamentul utilizat		
Măsuri la nivelul operatorului			
Toate	Expunerea la zgomot pe întreaga durată a schimbului de muncă	Organizarea de sesiuni de informare, suplimentare instructajului periodic al angajaților, cu referire la importanța utilizării echipamentului individual de protecție fără excepții, pentru a limita impactul negativ al expunerii la zgomot	180,00 lei/an/angajat

Este necesar a se menționa că din punct de vedere tehnic sunt dificil de implementat măsuri de reducere a riscului la sursă, achiziția unor mașinile-unelte care emit niveluri mai scăzute ale zgomotului necesitând investiții considerabile. De asemenea, construcția unor ecrane sau cuști fonoabsorbante la locul de muncă lucrări speciale nu este fezabil din punct de vedere tehnic, deoarece mașinile-unelte utilizate la acest loc de muncă implică prezența operatorului uman în imediata lor vecinătate.

4.1.2.2. Iluminat

Pentru determinarea iluminatului mediu pe suprafața de lucru, s-au efectuat măsurători în conformitate STAS 8313-92, utilizând luxmetrul integrat în aparatul testo 480. S-au efectuat 50 măsurători succesive generate continuu timp de 1 minut în fiecare punct de măsurare, media acestora fiind valoarea intensității luminoase exprimată în luxi. În tabelul 4.3 sunt prezentate valorile medii ale iluminatului determinate în fiecare punct de măsurare. La locul de muncă asamblare s-a efectuat măsurători la nivelul a două mese de lucru având în vedere că la acest loc de muncă operează doi executanți (fiecare lucrând la o altă masă).

Tabelul 4.3 Valori medii ale iluminatului la cele două locuri de muncă supuse analizei

Punctul de măsurare	Valoare medie înregistrată (lx)	Valoare minimă recomandată (lx)
Asamblare – masă de lucru 1	343,7	200
Asamblare – masă de lucru 2	268,8	
Lucrări speciale – Brandt Optimat F13 (mașina de frezare canturi)	177,3	
Lucrări speciale – masă de lucru	269,6	
Lucrări speciale – mașină normală de frezat UMARO MNF 10	228,4	
Lucrări speciale – fierăstrău circular Altendorf	199,8	

Din cele 6 puncte de măsurare, la mașina de frezare canturi nivelul iluminării este sub 200 lx, fapt datorat absenței unui corp de iluminat plasat în zona imediat

apropiată acestei mașini. De asemenea, în zona fierăstrăului circular Altendorf iluminatul este sub limita de 200 lx, însă fiind o valoare ne semnificativ mai mică decât valoarea-limită se consideră că în acest punct de măsurare nu sunt necesare intervenții imediate. Deși se situează peste valoarea limită de 200 lx, la masa de lucru 2 de la locul de muncă asamblare, nivelul iluminatului este sub valoarea recomandată pentru sarcini vizuale medii (300-750 lx).

Măsuri de intervenție corective

Se propun următoarele măsuri de reducere a riscului la sursă (conform tabelului 4.4):

Tabelul 4.4 Propunere de măsuri de intervenție corective pentru îmbunătățirea iluminatului la locurile de muncă analizate

Măsuri de reducere a riscului la sursă			
Loc de muncă	Problema/riscul identificat(ă)	Soluția propusă	Cost estimativ de implementare (lei)
Lucrări speciale	Nivel redus sub valoarea-limită de 200 lx în zona mașinilor de aplicare cant curb, frezare cant și fierăstrău circular	Amplasarea de corpuri de iluminat local care să compenseze pentru distanța mare dintre corpurile de iluminat principal și zona de operare a mașinilor	856,80 /lampă
Asamblare	Nivelul iluminatului sub valoarea recomandată pentru sarcini vizuale medii	Îmbunătățirea iluminatului prin amplasarea de surse de iluminat local	

4.1.2.3. Microclimat. Calitatea aerului interior

Parametrii definitorii ai microclimatului au fost măsurați pentru locurile de muncă asamblare și lucrări speciale. În tabelul 4.5 sunt prezentate rezultatele obținute. S-a constatat că **cele două locuri de muncă beneficiază de un microclimat adecvat specificului muncii desfășurate**. Este important de menționat că la asamblare temperatura este ușor mai ridicată decât valoarea maxim recomandată de 22 °C pentru munca ușoară ortostatică, factor care poate genera o oarecare senzație de disconfort termic. Valorile concentrației de CO₂ indică posibilitatea apariției unui **disconfort minim legat de calitatea aerului**, depășind valoarea de 600 ppm la ambele locuri de muncă analizate.

Tabelul 4.5 Valori medii ale parametrilor microclimatului

Loc de muncă	Temperatura (°C)	Umiditate (%)	Viteza curenților de aer (m/s)	CO₂ (ppm)
Asamblare	23,1	44,9	0,003	618
Lucrări speciale	20,9	47,5	0	699,2

Reprezentarea grafică a PMV/PPD (Predicted Mean Vote/Predicted Percentage of Dissatisfied) a condus la caracterizarea confortului termic corelat cu probabilitatea de a resimți disconfort la nivelul populației analizate. În figurile 4.12 și 4.13 se prezintă PMV/PPD determinat în funcție de valorile parametrilor de microclimat din tabelul 4.5. **Se poate constata că există un oarecare disconfort termic:**

- **La locul de muncă "asamblare" PMV = 1,53 (0 fiind considerat neutru, valoarea „ideală” cea ce corespunde cu zona verde din grafic) și PPD = 52,73% > 10% valoare normală;**
- **La locul de muncă "lucrări speciale" PMV = 1,29 > 0 și PPD = 39,94% > 10%.**

Cauza disconfortului termic este, depășirea temperaturii recomandate la locul de muncă "asamblare" și concentrația mare de CO₂, agravată de absența curenților de aer la locul de muncă "lucrări speciale".

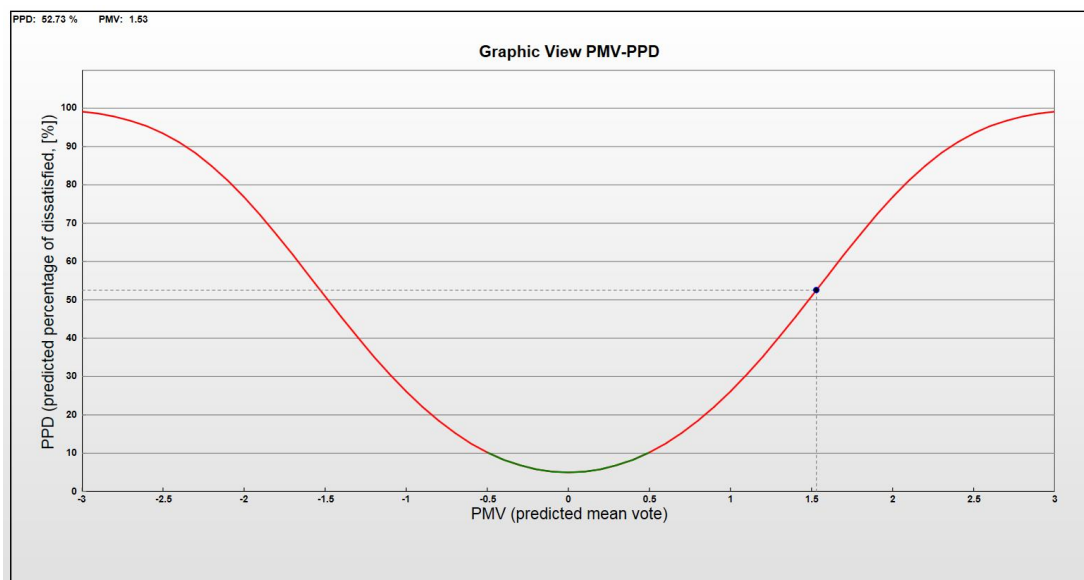


Figura 4.12 PMV-PPD determinat la locul de muncă "asamblare"

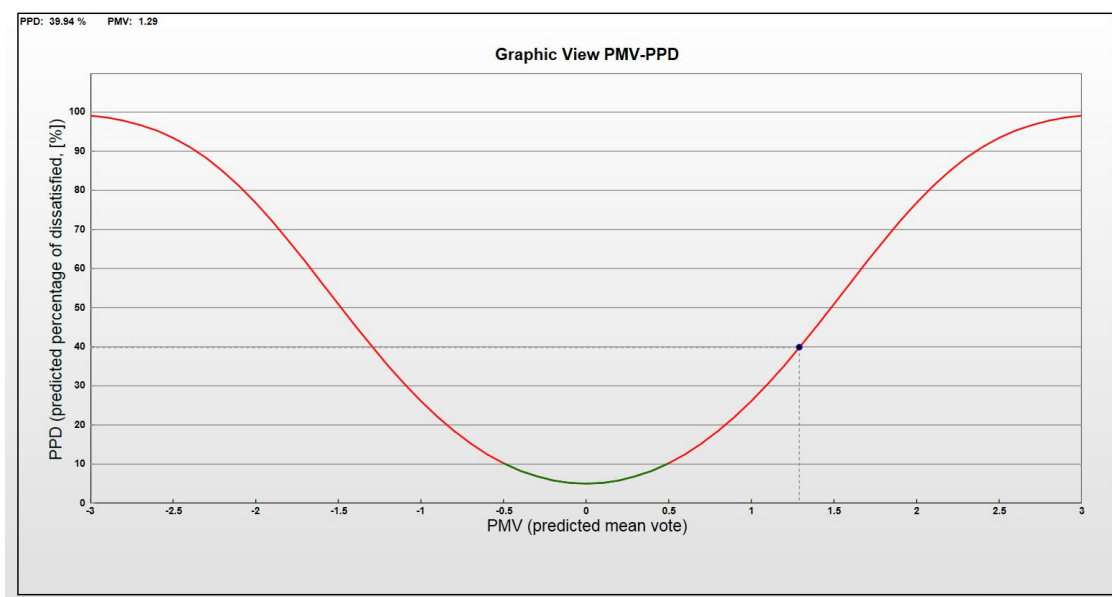


Figura 4.13 PMV-PPD determinat la locul de muncă "lucrări speciale"

Pulberi

În tabelul 4.6 se prezintă valorile aferente fiecărui punct de măsurare. Similar măsurătorilor de zgomot, s-au efectuat măsurători în vederea determinării cantității de pulberi în suspensie în următoarele puncte: asamblare, lucrări speciale, centrul de găurire Weeke Venture 108M și mașina de aplicat cant Biesse Stream. Motivul efectuării acestor determinări suplimentare este amplasarea mașinilor în vecinătatea locului de muncă "lucrări speciale", emisiile de pulberi afectând direct executanții de la acest loc de muncă.

S-a constatat că **valorile fracției inhalabile ale emisiilor de praf sunt sub valoarea-limită de expunere de 3 mg/m³**. Din acest punct de vedere, sistemele de

exhaustare utilizate își dovedesc eficiența, asigurând o expunere redusă a operatorilor la pulberile în suspensie.

Cu toate acestea, absența unui sistem de ventilare/exhaustare amplasat la locul de muncă "lucrări speciale" explică faptul că la acest loc de muncă valoarea maximă măsurată depășește valoarea-limită de expunere de 3 mg/m³ pentru fracția inhalabilă, acesta fiind un indicator al variației mari a concentrațiilor de pulberi în suspensie emise. Principala cauză a acestei variații mari este diversitatea operațiilor executate în această zonă, durata și frecvența acestora fiind strict dependentă de volumul de muncă.

Figurile 4.14 a., b., c., d. și e. prezintă seriile de valori măsurate la intervale de 1 minut și exprimate în μg/m³, măsurate în cele cinci puncte, cu detalierea pe fracțiile alveolică, toracică și inhalabilă. Variația nivelului de pulberi este determinată de fluxul de producție, unele operații generând cantități semnificative de praf în comparație cu restul operațiilor executate la fiecare loc de muncă. În cazul lucrărilor speciale, cele mai ridicate nivele de emisii de praf au fost generate în cursul operațiilor de șlefuire și frezare canturi; în vreme ce exhaustoarele rețin cea mai mare cantitate de praf generată la mașinile de găurit, cântuit și debitat, la lucrările speciale nu există sisteme de absorbție a prafului care să reducă expunerea lucrătorilor. La asamblare nu există niveluri semnificative de emisii de praf.

Tabelul 4.6 Valorile măsurate ale pulberilor în suspensie

Fracția (mg/m ³)		Asamblare	Lucrări speciale	Weeke Venture 108M	Biese Stream	HOMAG Profi HPP300/4 3/43
Loc de muncă						
PM 10	Media	0,36	1,15	0,13	0,08	0,13
	Minim	0,20	0,41	0,05	0,02	0,01
	Maxim	1,14	4,79	0,38	0,22	0,38
PM 2,5	Media	0,06	0,15	0,03	0,02	0,01
	Minim	0,04	0,05	0,02	0,01	0,00
	Maxim	0,18	0,49	0,07	0,03	0,03
PM 1	Media	0,01	0,05	0,02	0,01	0,00
	Minim	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00
	Maxim	0,03	0,08	0,03	0,03	0,01
Inhalabilă	Media	0,57	2,12	0,23	0,13	0,28
	Minim	0,21	0,49	0,05	0,02	0,01
	Maxim	2,47	11,36	0,86	1,06	1,34
Toracică	Media	0,36	1,17	0,13	0,08	0,13
	Minim	0,19	0,39	0,05	0,02	0,01
	Maxim	1,17	4,67	0,38	0,22	0,41
Alveolică	Media	0,11	0,33	0,05	0,03	0,03
	Minim	0,08	0,14	0,02	0,01	0,01
	Maxim	0,33	1,27	0,10	0,05	0,07

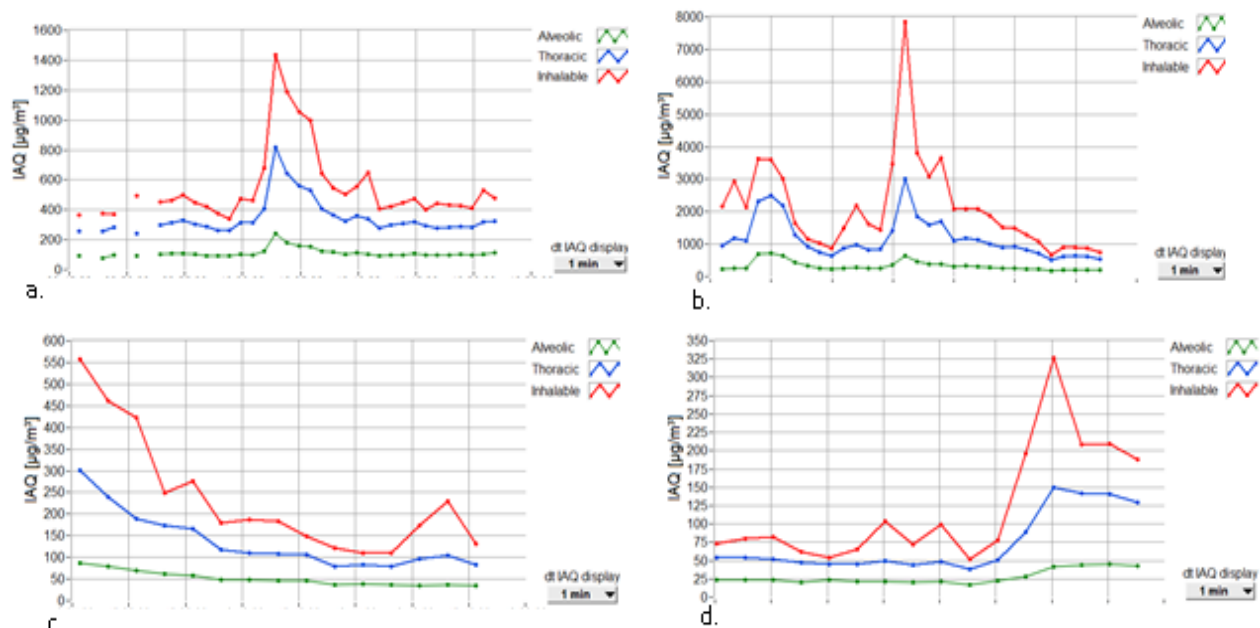


Figura 4.14 Calitatea aerului interior – valori măsurate la intervale de 1 minut: a. asamblare, b. lucrări speciale, c. mașina de găurit Weeke Venture 108M, d. mașina de aplicat cant

Măsurile de intervenție corective

Plecând de la constatările prezentate în acest subcapitol, se recomandă **intervenții pentru reducerea riscului la sursă** constând în **instalarea unui sistem de aspirare (exhaustare) a prafului** la locul de muncă "lucrări speciale", respectiv **instalarea unor sisteme de ventilare sau condiționare a aerului** la locurile de muncă "asamblare" și "lucrări speciale". În tabelul 4.7 sunt indicate costurile estimative ale măsurilor corective propuse.

Tabelul 4.7 Propunere de măsuri corective pentru reducerea expunerii la emisiile de pulberi

Măsurile de reducere a riscului la sursă			
Loc de muncă	Problema/riscul identificat(ă)	Soluția propusă	Cost estimativ de implementare (lei)
Lucrări speciale	Expunere la niveluri ridicate de emisii de praf	Instalarea unui sistem mobil de aspirare (exhaustare) a prafului la locul de muncă "lucrări speciale"	5.224,92*
Toate	Nivelul CO ₂ depășește valoarea de 600 ppm; PMV-PPD indică disconfort termic	Instalarea unor sisteme de ventilare/condiționare a aerului	15.600,00**
Toate	Expunere la niveluri ridicate de emisii de	Reconcepția sistemului de ventilare și condiționare a aerului pentru a include	142.794,00

	praf; valori mari ale CO ₂ în aerul respirat	toate locurile de muncă, suplimentar sistemelor de exhaustare instalate	
--	---	---	--

Notă:

* cost calculat la rata de conversie de 1 USD = 4,3541 RON, la data de 12 ianuarie 2022

** costul estimativ de implementare a unui sistem de ventilare a fost calculat pentru 3 ventilatoare cu debit de aer de 10,800m³/h, având în vedere instalarea unui ventilator în zona de asamblare și două ventilatoare în hala veche

4.1.3. Determinarea riscurilor ergonomice

Au fost supuse analizei două locuri de muncă – asamblare și lucrări speciale. Selectarea acestora s-a făcut în urma discuțiilor cu lucrătorul desemnat SSM și șefii de schimb, ca urmare a identificării unei frecvențe mai mari a posturilor incorecte/solicitante la aceste două locuri de muncă în comparație cu celelalte locuri de muncă din procesul de producție.

O caracteristică generală a celor două locuri de muncă este **poziția de lucru ortostatică (în picioare) pe toată durata zilei de lucru, fără posibilitate de alternare cu alte poziții** de lucru din pricina specificului sarcinilor de lucru executate. Executanții au posibilitatea de a sta jos în timpul celor trei pauze de lucru (5-20-5 minute). Tipurile de solicitări identificate prin metoda observației sunt prezentate în tabelul 4.8.

Pe lângă solicitările posturale, la asamblare există riscul de accidentare generat de aglomerarea spațiului de lucru cu mese pe care se plasează reperate ce urmează a fi asamblate. Cu toate acestea, riscul este redus, mesele fiind mobile (au roți).

Tabelul 4.8 Solicitări posturale identificate la locurile de muncă "asamblare" și "lucrări speciale"

Locul de muncă	Tipul de solicitare posturală	Observații
Asamblare	Munca în poziție ortostatică	Nu există posibilitatea alternării cu munca stând jos
	Mișcări repetitive	Operația de sortare a accesoriilor (piulițe, șuruburi, balamale) pentru asamblare
	Posturi incomode	Aplecări, torsiuni atât la operația de sortare a reperelor, cât și la cea de asamblare
	Manipularea manuală a maselor (ridicare)	Se manipulează reperate ce urmează a fi asamblate; masa manipulată variază între ~0,4 și ~41,6 kg
Lucrări speciale	Munca în poziție ortostatică	Nu există posibilitatea alternării cu munca stând jos
	Mișcări repetitive	Operații precum frezarea, cântuirea și polizarea reperelor
	Posturi incomode	Aplecări, torsiuni ocazionale pentru corecția anumitor detalii ori în cursul debitării unor reperate atipice

	Manipularea manuală a maselor (ridicare, transport)	Se manipulează reperate pentru executarea anumitor operații sau pentru transportul la operații succesive; masa manipulată variază între ~0,4 și ~41,6 kg
--	---	--

Pentru analiza solicitărilor posturale s-a utilizat software-ul ergoIA descris în capitolul anterior. Având în vedere fluxul zilei de lucru în care s-au efectuat înregistrările video și ponderea mare în totalul operațiilor specifice fiecărui loc de muncă, s-au efectuat înregistrări video ale următoarelor operații:

- montarea unui corp de mobilă (loc de muncă: asamblare)
- frezare a unui reper de mari dimensiuni (loc de muncă: lucrări speciale).



Figura 4.15 *Principalele posturi adoptate de executant în timpul montării unui corp de mobilă*



Figura 4.16 *Principalele posturi adoptate în timpul operației de frezare a unui reper de mari dimensiuni*

Figurile 4.15 și 4.16 prezintă principalele posturi adoptate de operatorii umani în cursul execuției sarcinilor de muncă supuse analizei.

În vederea identificării nivelului de risc ergonomic, s-a optat pentru evaluarea solicitărilor posturale pe baza metodei REBA. Înregistrările video au fost procesate și structurate într-o 20 de cadre pentru operația de montare a unui corp de mobilă, respectiv în 50 de cadre pentru operația de frezare a unui reper de mari dimensiuni. În consecință, raportul obținut cuprinde scorurile obținute pentru toate cadrele supuse analizei.

Numărul de cadre în care a fost împărțită fiecare înregistrare video în vederea analizei a fost setat în funcție de complexitatea mișcărilor executate și de durata

operației supuse analizei. În cazul **operației de montare (loc de muncă "asamblare")**, înregistrarea video a fost structurată în 20 de cadre. Conform figurii 4.17, nivelul general de risc este redus, doar **25% dintre posturi semnalând un**

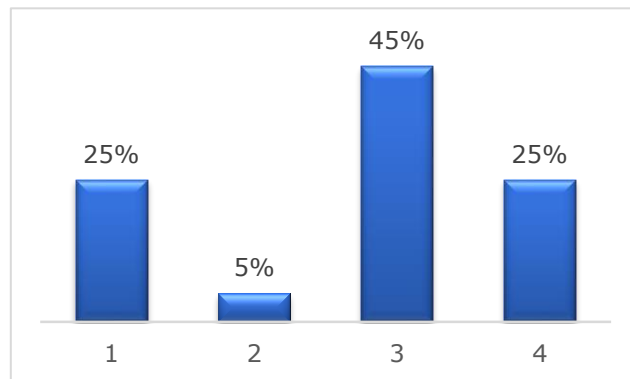
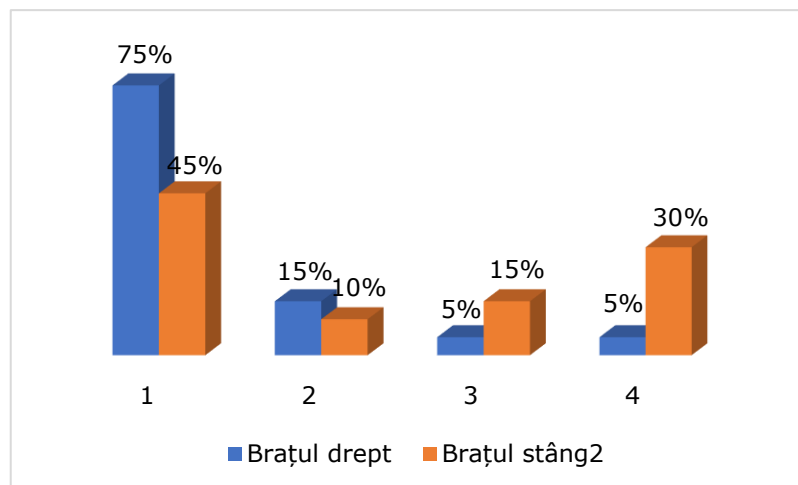
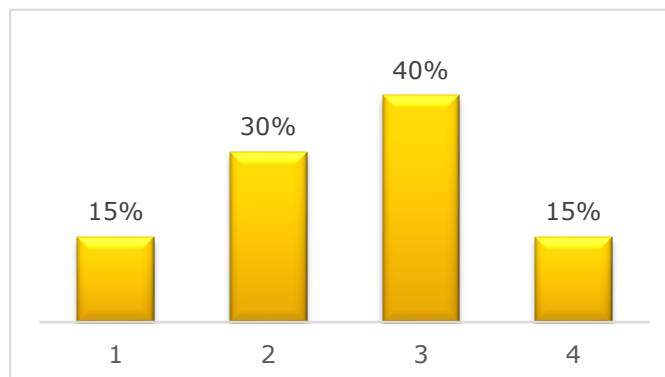


Figura 4.17 Distribuția scorurilor generale REBA – locul de muncă "asamblare"



risc mediu (nivel 4). În figurile 4.18 și 4.19 se poate observa că principalele regiuni ale corpului afectate sunt brațele și spatele, acestea fiind sigurele zone corporale unde



s-au înregistrat scoruri de 3 și 4. Pentru celelalte regiuni (picioare, gât, brațe și încheieturi) scorul maxim a fost 2.

Figura 4.19 Distribuția scorurilor aferente zonei spatelui, metoda REBA – locul de muncă “asamblare”

Așadar, din perspectiva riscurilor ergonomice se poate observa că **executanții sunt expuși, în general, la un nivel redus de solicitare în cursul executării operației de asamblare a mobilierului**. Cu toate acestea, în cursul unei zile de lucru cu durata de 8 ore, solicitările sunt variate, iar riscurile ergonomice sunt mai ridicate decât cele indicate prin analiza unei singure sarcini de muncă.

La locul de muncă **lucrări speciale, pentru operația de frezare a unui reper de mari dimensiuni, scorul general obținut cu metoda REBA indică un risc scăzut**, doar 4% dintre cadrele analizate indicând risc mediu (scor 4). În figura 4.20 se prezintă scorul general aferent celor 50 de cadre analizate. Scorurile parțiale, aferente diverselor zone ale corpului, indică risc neglijabil sau scăzut. Cu toate acestea, scorul parțial A (aferent trunchiului, gâtului și picioarelor) indică faptul că anumite posturi comportă, în fapt, un risc mediu (figura 4.21).

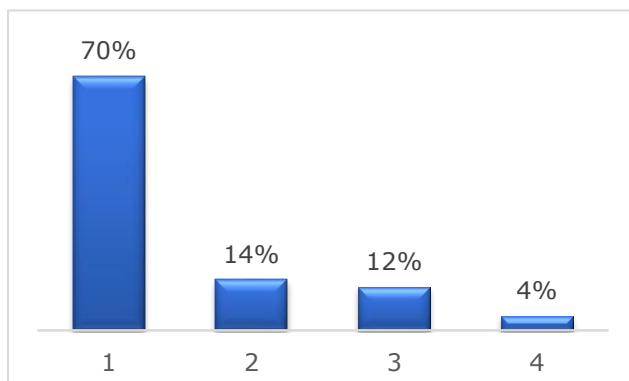


Figura 4.18 Distribuția scorurilor aferente zonei brațelor, metoda REBA – locul de muncă “asamblare,,

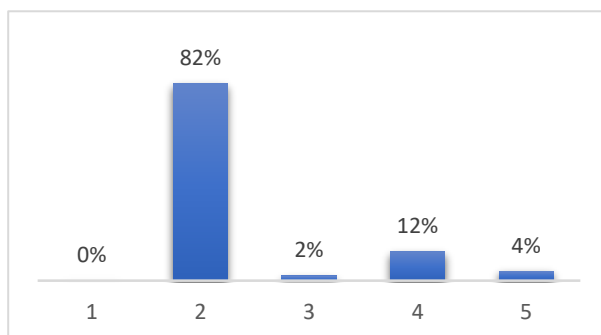


Figura 4.21 Distribuția scorurilor A, aferente zonei trunchiului, gâtului și picioarelor, metoda REBA – locul de muncă “lucrări speciale”

Se impune mențiunea că rezultatele obținute utilizând instrumentul software ergoIA sunt reprezentative strict pentru sarcinile de lucru analizate, riscurile

ergonomice specifice celor două locuri de muncă fiind mai ridicate. De exemplu, la asamblarea unui corp de mobilă, operatorul a stat pentru intervale scurte de timp cu trunchiul răsucit și aplecat cu scopul de a înșuruba plăcile de PAL în partea de jos a corpului de mobilă; mai mult, în cursul operației de sortare a reperelor ce urmau a fi montate, operatorul adoptă o postură cu trunchiul aplecat pentru a distinge cu claritate detaliile inscripționate pe etichetele reperelor. La secția de lucrări speciale solicitări cu frecvență mai scăzută sunt torsiuni, întinderi și aplecări în cursul unor operații precum debitarea, frezarea și cântuirea. Mai mult, la ambele secții se manevrează mase care pot ajunge până la ~42 kg și se execută mișcări repetitive.

Deși astfel de posturi au o durată scurtă și o frecvență relativ redusă, ele se adaugă solicitării principale dată de munca în poziție ortostatică, acționând ca un factor agravant. Efectele acestor solicitări se traduc prin oboseală musculară, risc crescut de eroare în execuția sarcinilor de lucru, instalarea disconfortului și chiar a durerii în anumite regiuni ale corpului, iar în cazurile grave se pot constata maifestări acute (și, ulterior, forme cronice) ale diferitelor AMS.

Măsuri de intervenție corective pentru reducerea riscurilor ergonomice

Tabelul 4.9 conține propunerile de măsuri de intervenție corective tehnico-organizatorice, de reducere a riscului la sursă și cele aplicabile la nivelul executanților.

Tabelul 4.9 Propuneri de măsuri de intervenție corective pentru reducerea riscurilor ergonomice

Măsuri tehnico-organizatorice			
Loc de muncă	Problema identificată	Soluție propusă	Cost estimativ de implementare (lei)
Asamblare	Înălțimea prea mică a meselor utilizate pentru operația de sortare a reperelor ce urmează a fi montate	Utilizarea unor mese cu înălțime ajustabilă, pentru a reduce numărul de aplecări	11.290,00/bucată*
Asamblare	Înălțimea prea mică a meselor utilizate pentru operația de sortare a reperelor ce urmează a fi montate	Modificarea mărimii fontului utilizat pentru inscripționarea etichetelor, asigurând o mai bună vizibilitate a inscripțiilor	0
Lucrări speciale	Înălțimea prea mică pentru operații cu nivel mare de detaliu (de exemplu, finisarea cu pila a unor imperfecțiuni rezultate în urma aplicării cantului)	Introducerea unor mese cu înălțime ajustabilă, pentru a reduce frecvența torsiunilor și aplecărilor	11.290,00/bucată *
Lucrări speciale	Risc generat de manipularea manuală a maselor constând în plăci de PAL de dimensiuni mari, fiind necesară intervenția a doi sau chiar	Introducerea unui sistem de transport reglabil (carucior reglabil cu rotire 360°) pentru a reduce numărul operatorilor la unul singur; se asigură	1.376,85**

	trei operatori pentru manipularea în siguranță a plăcilor în timpul operației de frezare	transportul și susținerea reperului în timpul transportului și al prelucrării prin frezare	
Lucrări speciale		Instalarea unor sisteme de ghidaj demontabile pentru mașina de frezat, în vederea asigurării acurateții execuției operației de frezare	1.094,00
Toate	Munca în posturi incomode, munca în poziție ortostatică	Permiterea și încurajarea practicării micropauzelor cu scop de relaxare a musculaturii; încurajarea efectuării de serii scurte de exerciții fizice pentru relaxarea grupelor de mușchi suprasolicitate în timpul muncii	0
Toate	Munca în poziție ortostatică fără posibilitate de alternare cu alte posturi	Amenajarea unui spațiu de odihnă și servire a mesei, cu scopul de a asigura condiții bune de odihnă în pauzele de lucru	203.095,00
Măsuri de reducere a riscului la sursă			
Loc de muncă	Problema identificată	Soluție propusă	
Toate	Munca în poziție ortostatică fără posibilitate de alternare cu alte posturi	Amenajarea de spații de lucru de tip sit-stand pentru a permite alternarea posturilor în timpul muncii	1.315,23/bucată**
Măsuri aplicate la nivelul operatorului			
Se recomandă organizarea de sesiuni de informare, suplimentare instructajului periodic al angajaților , cuprinzând următoarele subiecte: <ul style="list-style-type: none"> 1. Solicitări posturale și modalități de corectare a posturii în timpul muncii; sugestii de exerciții fizice de practicat în pauzele de lucru 2. Importanța utilizării echipamentului individual de protecție fără excepții, pentru a limita impactul negativ al unor factori de risc precum zgomotul sau riscul de accidentare în timpul operării mașinilor 			180,00/an/angajat

Notă:

* *preț fără TVA*

** *cost calculat la rata de conversie de 1 EUR = 4.9445 RON, la data de 12.01.2022*

4.1.4. Analiza sistemului de muncă prin metoda RNUR

4.1.4.1. Locul de muncă „asamblare”

A₀. Concepția locului de muncă

F1 - Înălțimea meselor de lucru este adecvată pentru operația de montaj în situațiile în care acțiunea de înșurubare se face în poziție verticală. Cu toate acestea, înălțimea prea mică atât pentru îmbinarea reperelor în părțile inferioare (efectuându-se torsiuni pentru a avea vizibilitate în acea zonă a produsului de montat), cât și pentru operația de sortare a reperelor, executantul fiind nevoit să se aplece pentru a distinge detaliile inscripționate pe etichete. **N_{F1}=2**

F2 - Alimentarea/evacuarea pieselor se face cu ajutorul meselor mobile, fără dificultăți. **N_{F2}=2**

F3 - Aglomerarea și accesibilitatea sunt determinate de modul în care executanții organizează sarcinile de lucru; sunt momente în care se creează aglomerări de reperi/mese care perturbă eficiența. Executanții trebuie să ocolească mesele pentru a reveni la locul de muncă atunci când iau reperi pentru montaj, generând serii de mișcări inutile care reduc eficiența și cresc timpul de execuție. Același fenomen se produce în momentul în care executanții schimbă uneltele de lucru, acestea fiind depozitate în dulapuri. **N_{F3}=3**

F4 - Comenzile se transmit, verbal, fără dificultăți de comunicare sau inteligibilitate. **N_{F4}=1**

$$N_{A0} = (N_{F1} + N_{F2} + N_{F3} + N_{F4}) / 4 = (2 + 2 + 3 + 1) / 4 = 2,00$$

A. Factorul de securitate

Locul de muncă nu prezintă riscuri majore pentru sănătatea și securitatea executanților. Principalele surse de risc sunt solicitările posturale și factorii de risc proprii mediului fizic de lucru, acestea fiind prezentate în detaliu în capitolele următoare.

$$N_A = N_{F5} = 2,00$$

B. Ambianța fizică

Parametrii analizați sunt temperatura, umiditatea, viteza aerului, zgomotul, pulberile în suspensie, iluminatul artificial și aspectul general al postului. În vecinătatea acestui loc de muncă se află două posturi de ambalare (în stânga și în dreapta), după cum se poate vedea în figura 1.5 din capitolul 1. Anumite elemente ale mediului fizic de lucru specific ambalării interferează cu mediul fizic al locului de muncă asamblare cum sunt sunete specifice înfolierii mobilei și mirosul provenit de la solvenții utilizați pentru curățarea pieselor de mobilier înainte de ambalare. Cu toate acestea, contribuția unor astfel de elemente nu este semnificativă, astfel că se consideră că nu este necesară o analiză dedicată posibilelor interferențe cu mediul fizic al locului de muncă analizat.

F6 - Ambianța termică – temperatura este ușor mai ridicată decât valoarea recomandată pentru munca ușoară în poziție ortostatică $N_{F6} = 3$

F7 - Ambianța sonoră – nivelul de zgomot se plasează în jurul valorii de 66 dB $N_{F7} = 1$

F8 - Iluminat artificial - locul de muncă dispune de surse de iluminat natural și artificial. Nivelul iluminatului artificial este peste limita minimă de 200 lx $N_{F8} = 2$

F9 - Vibrații – sursa de vibrații este mașina de înfiletat, însă nu prezintă riscuri majore pentru sănătate $N_{F9} = 1$

F10 - Igiena atmosferică – calitatea aerului interior este bună, cu nivel redus de pulberi în suspensie. Umiditatea aerului este sub 50%, însă nivelul de CO₂ depășește valoarea de 600 ppm (poate genera ușor disconfort) $N_{F10} = 2$

F11 - Aspectul postului – cromatică este dominată de non-culori și nuanțe de gri, locul de muncă având un aspect simplist $N_{F11} = 2$

$$N_B = (N_{F6} + N_{F7} + N_{F8} + N_{F9} + N_{F10} + N_{F11}) / 6 = (3 + 1 + 2 + 1 + 2 + 2) / 6 = 11 / 6 = 1,83$$

C. Solicitarea fizică

F12 - Poziția principală a corpului - ortostatică, munca executându-se exclusiv în picioare $N_{F12} = 4$

F13 - Poziția cea mai defavorabilă este torsiunea concomitent cu aplecarea trunchiului $N_{F13} = 4$

F14 - Efortul de muncă – redus $N_{F14} = 2$

F15 - Poziția de muncă – suplimentar poziției ortostatice, operatorii execută aplecări, torsiuni, întinderi $N_{F15} = 3$

F16 - Efortul de manipulare este ridicat, implicând manipularea manuală a maselor (ridicare) $N_{F16} = 3$

F17 - Poziția în timpul manipulării - neutră, însă poate implica uneori răsuciri de trunchi (mutarea unui reper de pe o masă pe alta) $N_{F17} = 3$

$$N_C = (N_{F12} + N_{F13} + N_{F14} + N_{F15} + N_{F16} + N_{F17}) / 6 = (4 + 4 + 2 + 3 + 3 + 3) / 6 = 19 / 6 = 3,17$$

Figurile 4.22 și 4.23 prezintă profilul global și cel analitic al locului de muncă.

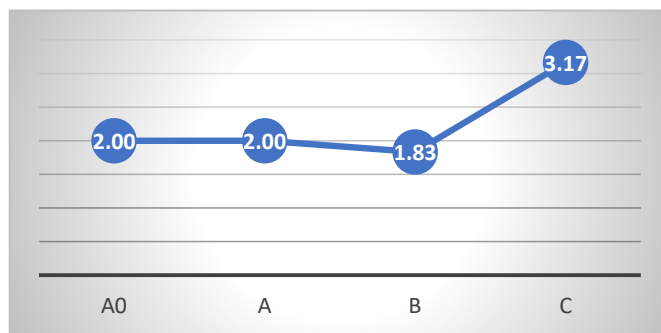


Figura 4.22 Profilul global al locului de muncă "asamblare"

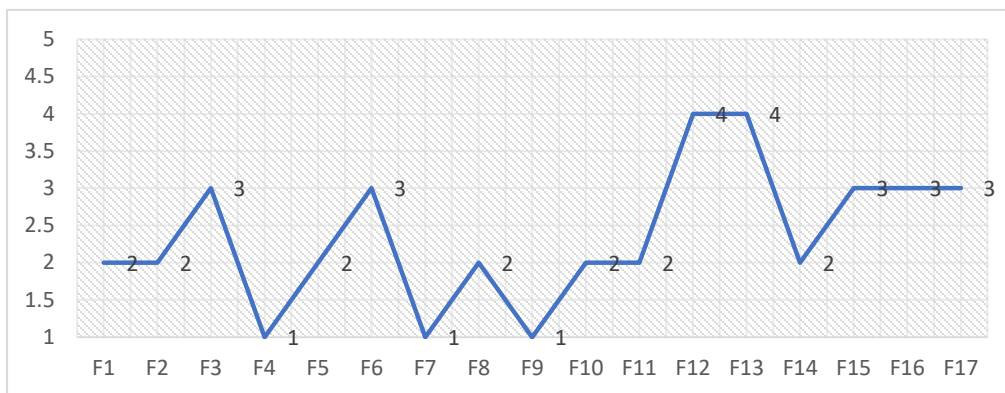


Figura 4.23 Profilul analitic al locului de muncă "asamblare"

4.1.4.2. Locul de muncă pentru „lucrări speciale”

A₀. Concepția locului de muncă

F1 - Înălțimea meselor de lucru este adecvată pentru specificul operațiilor de executat. În cazul finisării, au fost observate momente în care nivelul de detaliu ar fi necesitat o masă cu înălțime mai mare. **N_{F1} = 2**

F2 - alimentarea/evacuarea pieselor se face cu ajutorul meselor mobile, fără dificultăți. **N_{F2} = 2**

F3 - aglomerarea și accesibilitatea sunt determinate de modul în care executanții organizează sarcinile de lucru; nu se produc aglomerări multumită bunei organizări a executanților. **N_{F3} = 2**

F4 - Comenzile se transmit, verbal, fără dificultăți de comunicare sau inteligibilitate. **N_{F4} = 1**

$$N_{A0} = (N_{F1} + N_{F2} + N_{F3} + N_{F4}) / 4 = (2 + 2 + 2 + 1) / 4 = 7 / 4 = 1,75$$

A. Factorul de securitate

Locul de muncă nu prezintă riscuri majore pentru sănătatea și securitatea executanților. Mașinile utilizate prezintă potențial de risc de accidentare (de exemplu, risc de retezare a unui membru la mașina de frezat sau la cea de debitat), însă acest risc este redus multumită sistemelor de siguranță integrate. Similar locului de muncă asamblare, principalele surse de risc sunt solicitările posturale și factorii de risc proprii mediului fizic de lucru, acestea fiind prezentate în detaliu în capitolele următoare.

$$N_A = N_{F5} = 2,00$$

B. Ambianța fizică

Parametrii analizați sunt temperatura, umiditatea, viteza aerului, zgomotul, pulberile în suspensie, iluminatul artificial și aspectul general al postului. Locul de muncă dispune exclusiv de surse de iluminat artificial. Nivelul zgomotului este mai ridicat decât la locul de muncă anterior analizat, întrucât anumite sarcini de lucru presupun utilizarea de mașini ce produc nivel mai mare de zgomot, fără a depăși

nivelul maxim admis. În capitolul 3 sunt prezentate detaliat toate componentele mediului fizic de lucru.

F6 - ambianța termică - temperatura este adecvată tipului de muncă executată
N_{F6} = 1

F7 - ambianța sonoră - nivelul de zgomot nu depășește limita maxim admisă, însă operatorii sunt expuși la variații de zgomot **N_{F7} = 3**

F8 - iluminat artificial - locul de muncă dispune exclusiv de surse de iluminat artificial. În unele zone iluminatul nu este suficient din punct de vedere cantitativ și calitativ pentru specificul muncii **N_{F8} = 3**

F9 - vibrații - nu există surse de vibrații **N_{F9} = 1**

F10 - igiena atmosferică - calitatea aerului interior este relativ bună, cu nivel redus de pulberi în suspensie. Umiditatea aerului este sub 50%, însă nivelul de CO₂ depășește valoarea de 600 ppm (poate genera ușor disconfort) **N_{F10} = 2**

F11 - aspectul postului - cromatică este dominată de nonculori și nuanțe de gri, locul de muncă având un aspect simplist **N_{F11} = 2**

$$\mathbf{N_B = (N_{F6} + N_{F7} + N_{F8} + N_{F9} + N_{F10} + N_{F11}) / 6 = (1 + 3 + 3 + 1 + 2 + 2) / 6 = 12 / 6 = 2,00}$$

C. Solicitarea fizică

F12 - poziția principală a corpului - ortostatică, munca executându-se exclusiv în picioare **N_{F12} = 4**

F13 - poziția cea mai defavorabilă este torsiunea concomitent cu aplecarea trunchiului **N_{F13} = 4**

- F14 - efortul de muncă este redus **N_{F14} = 2**

F15 - poziția de muncă - suplimentar poziției ortostatice, operatorii execută aplecări, torsiuni, întinderi **N_{F15} = 3**

F16 - efortul de manipulare este ridicat și implică manipularea manuală a maselor (ridicare de mase până la 42 kg) **N_{F16} = 3**

F17 - poziția în timpul manipulării este neutră, însă poate implica uneori răsuciri de trunchi (mutarea unui reper de pe o masă pe alta) **N_{F17} = 3**

$$\mathbf{N_C = (N_{F12} + N_{F13} + N_{F14} + N_{F15} + N_{F16} + N_{F17}) / 6 = (4 + 4 + 2 + 3 + 3 + 3) / 6 = 19 / 6 = 3,17}$$

Figurile 4.24 și 4.25 prezintă profilul global și cel analitic al locului de muncă. Se poate observa că, în general, condițiile de muncă sunt bune. Nu s-au identificat situații periculoase sau riscuri ergonomice ridicate.

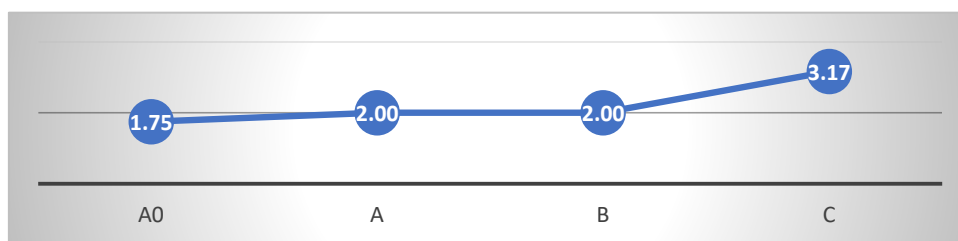


Figura 4.24 Profilul global al locului de muncă "lucrări speciale"

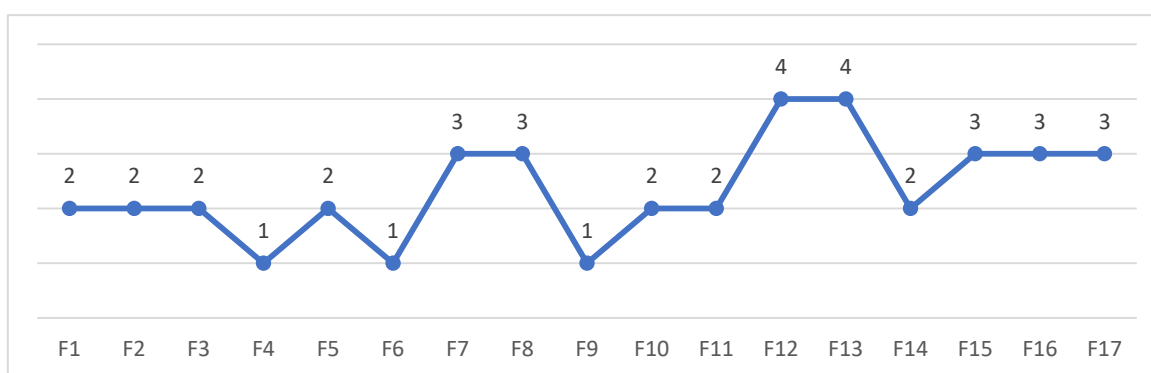


Figura 4.25 Profilul analitic al locului de muncă "lucrări speciale"

În concluzie, cele două locuri de muncă presupun condiții bune de lucru, iar solicitările posturale sunt evaluate ca fiind acceptabile.

Măsuri corective pentru îmbunătățirea fidelității datelor

Prezenta analiză a mediului fizic de lucru și a solicitărilor posturale reprezintă situația specifică momentului când au fost colectate datele. Pentru a asigura **acuratețea analizei, fidelizarea datelor** și o viziune completă a **evoluției în dinamică a parametrilor analizați, se recomandă repetarea setului de măsurători** la un interval de 3-6 luni. Aspecte precum anotimpul, intervalul orar, volumul de producție pot genera modificări ale rezultatelor măsurătorilor, astfel că **o analiză în dinamică va putea reduce incertitudinea și variabilitatea** generată de astfel de factori.

4.2. Cercetări aplicative efectuate în cadrul deponeului ecologic G – cazul firmei B

4.2.1. Descrierea sistemului de muncă analizat – contextul de cercetare

Cea de-a doua cercetare experimentală s-a realizat la deponeul de deșuri nepericuloase din localitatea G, județ Timiș. Deponeul ecologic se află în proprietatea Consiliului Județean Timiș, iar operatorul desemnat al acestui depozit este firma B, responsabilă de serviciul public de salubritate în municipiul Timișoara și zona

metropolitană a municipiului. De asemenea, firma B oferă servicii de salubritate în județele Arad, Hunedoara și Dolj.

În cadrul deponării ecologice din localitatea G se disting trei zone:

- (1) zona A, aferentă proceselor de maturare și expediție a compostului;
- (2) zona BCD, aferentă proceselor de stocare, sortare și condiționare a deșeurilor uscate (deșeuri reciclabile);
- (3) zona EF, corespunzătoare proceselor de stocare, sortare și condiționare a fracției de deșeuri umede.

Cercetările au fost efectuate în zona BCD, a cărei organizare spațială este prezentată în figura 4.26. Categoriile de deșeuri uscate sunt materii colectate separat care pot fi recuperate și reprocesate, respectiv: hârtie, carton, metale feroase, plastic de tip folie (polietilena) și cel de tip PET (polietilena tereftalată), recipiente din sticlă și cutii de aluminiu.

Procesul de muncă presupune următoarele operații executate manual sau semi-automat, după cum urmează:

1. Sortare deșeuri – 6 operatori amplasați de o parte și de alta a benzii de sortare realizează sortarea deșeurilor în funcție de categoriile descrise mai sus;
2. Preluarea containerelor cu deșeuri sortate pe categorii și dirijarea acestora spre presa de balotat dotată cu spărgător de PET sau spre spărgătorul de sticlă;
3. Balotarea deșeurilor re folosibile/recuperabile (hârtie, carton, plastic) cu ajutorul presei de tip Kampwerth – Presto.

De asemenea, există și operații executate automat:

- preluarea sacilor cu deșeuri de către un desfăcător de saci prevăzut cu tambur echipat cu dinți pentru sfâșierea sacilor;
- transportarea deșeurilor cu ajutorul unei benzi echipate cu racleți către banda de sortare;
- extragerea componentelor metalice cu ajutorul unui separator magnetic DNP 100X 135 HG – Gantry plasat înaintea benzii de sortare, urmată de stocarea într-un container plasat la deversarea separatorului;
- extragerea componentelor metalice nemagnetice cu ajutorul separatorului inductiv EIS 130-150 Gantry, urmată de stocarea în containere amplasate la deversarea separatorului;
- stocarea deșeurilor sortate de operatorii umani în containere metalice amplasate în dreptul gurilor de vărsare ale platformei de sortare;
- transportul, cu ajutorul unui camion special, a refuzului de material rezultat din procesul de sortare.

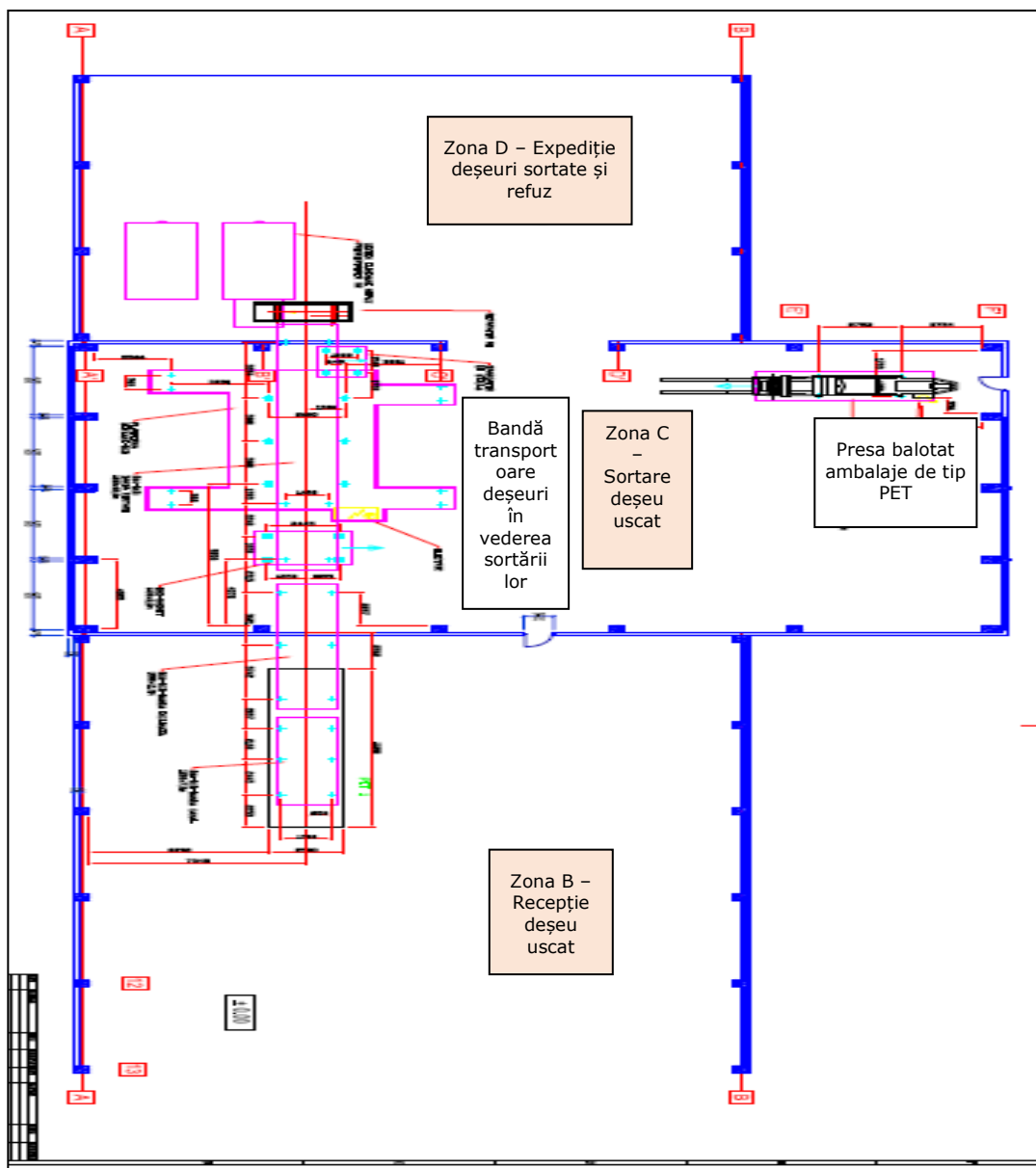


Figura 4.26. Zona BCD – deșeuri uscate (conform documentației interne furnizate de firma B)

Tabelul 4.10 inventariază mijloacele de producție aflate în exploatare în zona deșeurilor uscate (BCD). Trebuie precizat că procesul de sortare începe din exteriorul halei (zona B), unde au loc operațiile automatizate de rupere a sacilor cu deșeuri (cu ajutorul desfăcătorului de saci) și se încarcă banda transportoare în vederea sortării deșeurilor (atât sortare automată, cât și sortare manuală), a balotării materialelor plastice de tip PET și mărunțirea sticlei (zona C), și se finalizează cu preluarea deșeurilor sortate/balotate în exteriorul halei și expediția acestora (zona D).

Tabelul 4.10 Echipamentele de lucru din zona de sortare BCD (conform documentației interne furnizată de firma B)

Nr crt	Echipament	Producător
1	Bandă transportoare 1200 x 7000 mm	Adarco Invest (România)
2	Desfăcător de saci cu gheare reglabile	Matthiesen (Germania)
3	Bandă înclinată pentru alimentarea linie sortare 1200 x 11,300 mm	Adarco Invest (România)
4	Bandă de sortare 1000 x 18,000 mm	Adarco Invest (România)
5	Schela de sortare	Adarco Invest (România)
6	Containere pentru colectarea fracțiilor selectate	Europlast (Austria)
7	Separator magnetic Overband DNP 100/135 - HG-T	Gantry (Germania)
8	Separator metale neferoase EIS 300 - 130/150	Gantry (Germania)
9	Sistem de eliminare a refuzului	Adarco Invest (România)
10	Presa de balotat	Kampwerth/Presto (Germania)
11	Mărunțitor (spărgător) de sticlă	Adarco Invest (România)
12	Perforator de PET	Adarco Invest (România)

Mediul de muncă fizic este, în principal, caracterizat de prezența și manifestarea următorilor factori de risc:

- Zgomot;
- Factori de risc biologic;
- Factori de risc ergonomici generați de solicitările posturale importante ale operatorilor (muncă fizică cu mișcări repetitive, împingerea/tragerea unor mase mari, muncă în poziție ortostatică).

În ceea ce privește *mediul psihic* de muncă, acesta este definit de relații de muncă normale, fără solicitări psihice mari și cu manifestarea unor raporturi și interacțiuni cordiale între executați și superiori. Astfel, se poate afirma că atmosfera de lucru în cadrul secției este bună, ceea ce contribuie la crearea unui ritm de muncă bun, cu efecte pozitive asupra productivității muncii.

Locurile de muncă supuse analizei au fost presa de balotat PET și banda de sortare deșeuri (figura 4.27), ele fiind situate în zona C (în interiorul halei).



Figura 4.27. Locurile de muncă supuse analizei: presa PET (stânga) și banda de sortare deșeuri (dreapta)

La presa de balotat PET lucrează doi operatori umani, care au de realizat următoarele sarcini de muncă: preluarea containerelor încărcate cu PET sortate, plasarea containerelor în zona de preluare, acționarea butoanelor de comandă ale mașinii plasate pe panoul de comandă a acestuia și îndepărtarea containerelor goale.

La banda de sortare deșeuri lucrează șase operatori umani poziționați de-o parte și de cealaltă a benzii (trei și trei). Sarcinile de muncă se rezumă la următoarele acțiuni: sortarea deșeurilor pe categorii (hârtie, sticlă, plastic, aluminiu, materiale feroase etc.), pornirea/oprirea benzii în caz de avarie, pornirea/oprirea mărunțitorului de sticlă aflat în vecinătatea benzii de sortare.

Regimul de lucru este de 2 schimburi de 8 ore, operatorii beneficiind de o pauză de masă de 30 minute la mijlocul zilei de muncă (pauza nu este inclusă în cele 8 ore de muncă). Masa este servită într-o sală de mese special amenajată, care are și destinația unui spațiu de odihnă. Munca se desfășoară exclusiv în poziție ortostatică, fără posibilitate de alternare cu alte posturi.

4.2.2. Determinarea parametrilor caracteristici mediului fizic de muncă

4.2.2.1. Zgomot

Schemele de măsurare adoptate

S-au efectuat determinări ale nivelului de zgomot, conform ISO 9612:2009, în următoarele puncte:

1. La locul de muncă aferent deservirii presei pentru balotarea deșeurilor de PET, ținând seama de punctele de acces a operatorilor la presă. Astfel, a fost măsurat nivelul de zgomot la panoul de comandă, în zona motorului presei (aflată în imediata apropiere a căii de acces în hală), în zona de încărcare a containerelor și în zona de evacuare a baloților de PET;
2. Banda de sortare: în patru puncte distribuite de-a lungul benzii (în margini și la mijlocul benzii de o parte și de cealaltă a acesteia).
3. La separatorul magnetic;
4. În spațiul de operare a mărunțitorului de sticlă.

Motivul efectuării determinărilor de zgomot în zona separatorului magnetic și a mărunțitorului de sticlă a fost de amplasarea acestora în imediata vecinătate a benzii de sortare a deșeurilor unde lucrează cei mai mulți dintre operatorii umani, observându-se că utilajele respective sunt generatoare a unor câmpuri sonore intense, cu efect semnificativ în expunerea operatorilor (datorat suprapunerii undelor și creșterii amplitudinii sonore în zona benzii de sortare). De asemenea, funcționarea intermitentă a acestor două echipamente generează șocuri sonore (creșteri bruște ale nivelului de zgomot mult peste limita admisă) la care sunt expuși toți operatorii aflați în zona C (incinta halei). Figurile 4.28, 4.29 și 4.30 prezintă schemele de măsurare aferente punctelor descrise mai sus.

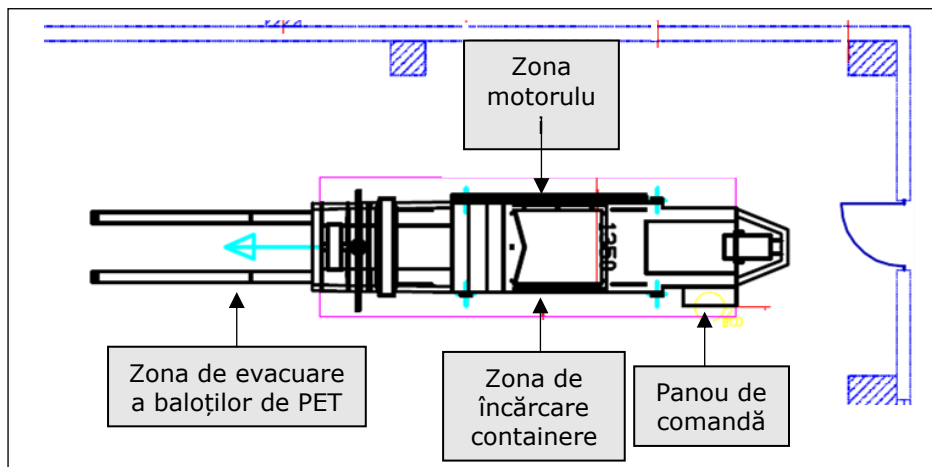


Figura 4.28 Schema de măsurare la locul de muncă: presa de balotat PET

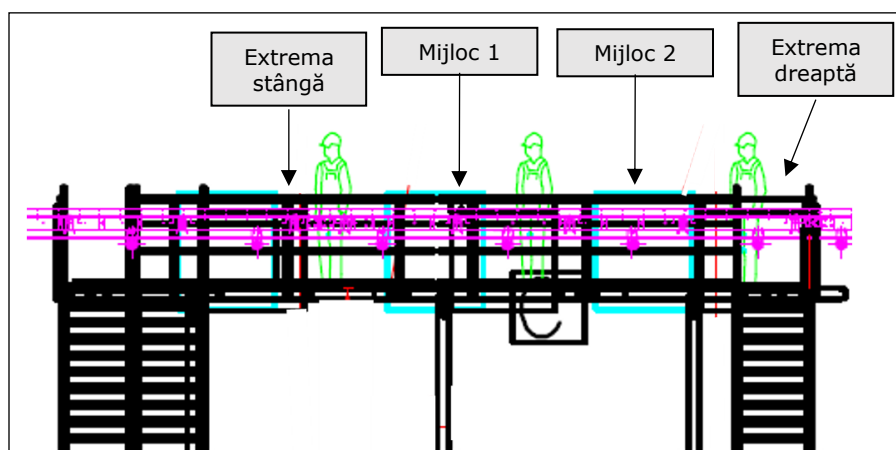


Figura 4.29 Schema de măsurare a zgomotului la locul de muncă: banda de sortare deșeu uscat

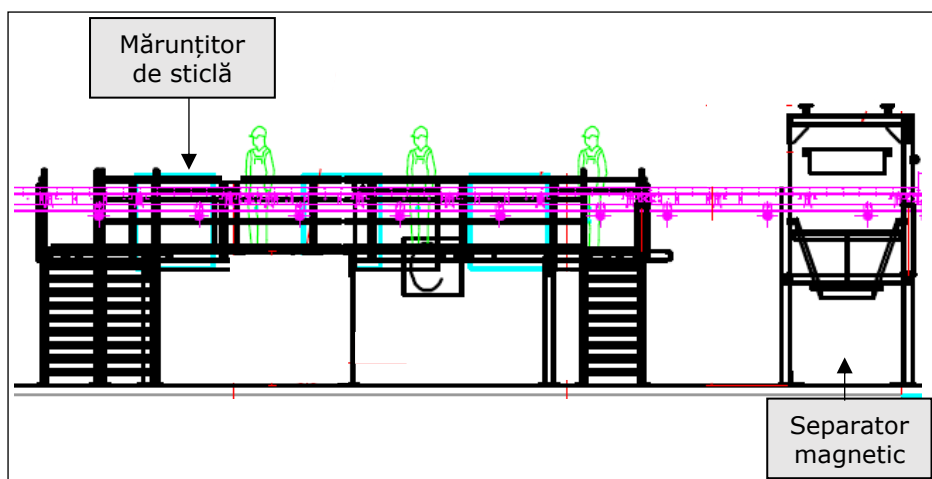


Figura 4.30 Schema de măsurare la mărunțitorul de sticlă și separatorul magnetic

Rezultatele măsurătorilor

Măsurătorile s-au efectuat la înălțimea de 1,70 m (la nivelul canalului auricular al operatorilor), având în vedere poziția de lucru ortostatică a operatorilor (inclusiv a managerului direct în timpul supervizării activității) și media înălțimii operatorilor. Valorile medii ale nivelului de zgomot obținute sunt prezentate în tabelul 4.11 (media a 5 valori măsurate pe parcursul unei singure zile pentru menținerea relativ constantă a condițiilor de mediu). Suplimentar, s-a determinat zgomotul de fond, obținându-se o valoare medie de 75,70 dB(A).

Tabelul 4.11 Valorile medii ale zgomotului măsurate la cele 5 locuri de muncă selectate

Nr. crt.	Punct de măsurare	Valoarea medie a nivelului de zgomot dB(A)
1	Banda de sortare - extrema dreaptă	73,40
2	Banda de sortare - mijloc 1	74,00
3	Banda de sortare - mijloc 2	67,90
4	Banda de sortare - extrema stângă	69,60
5	Presă PET - panou de comandă	79,10
6	Presă PET - zona motorului	79,00
7	Presă PET - zona de încărcare containere	74,50
8	Presă PET - zona de evacuare a baloților PET	75,40
9	Separator magnetic	76,00
10	Mărunțitor de sticlă	101,30

Se poate observa că **în majoritatea punctelor de măsurare valoarea determinată a zgomotului nu depășește valoarea de expunere superioară de 85 dB(A), excepție făcând cazul funcționării mărunțitorului de sticlă (nivelul de zgomot depășind semnificativ valoarea maxim admisă)**. Această situație este însă sporadică pe parcursul zilei de muncă, mărunțitorul de sticlă funcționând ocazional și pentru intervale scurte de timp.

Astfel, în acest caz se impun:

- se recomandă **reducerea nivelului intensității sonore propagate în aerul atmosferic** prin amplasarea unui **ecran de protecție cu efect fonoabsorbant sau proiectarea și amplasarea unei cuști fonoabsorbante în jurul utilajului;**
- **măsuri de protecție individuală a operatorilor aflați în aria de acțiune a mărunțitorului de sticlă** (dotarea cu căști de protecție și instruirea operatorilor în vederea utilizării corecte a acestora);
- **reducerea perioadei de expunere la șocurile sonore prin prevederea unor pauze** de recuperare a capacității de muncă a operatorilor.

Figurile 4.31, 4.32, 4.33 și 4.34 prezintă variația nivelului zgomotului pe durata a 5 minute, în cazul fiecărei măsurători. În cazul tuturor măsurătorilor *utilajele s-au aflat în regim normal de funcționare*.

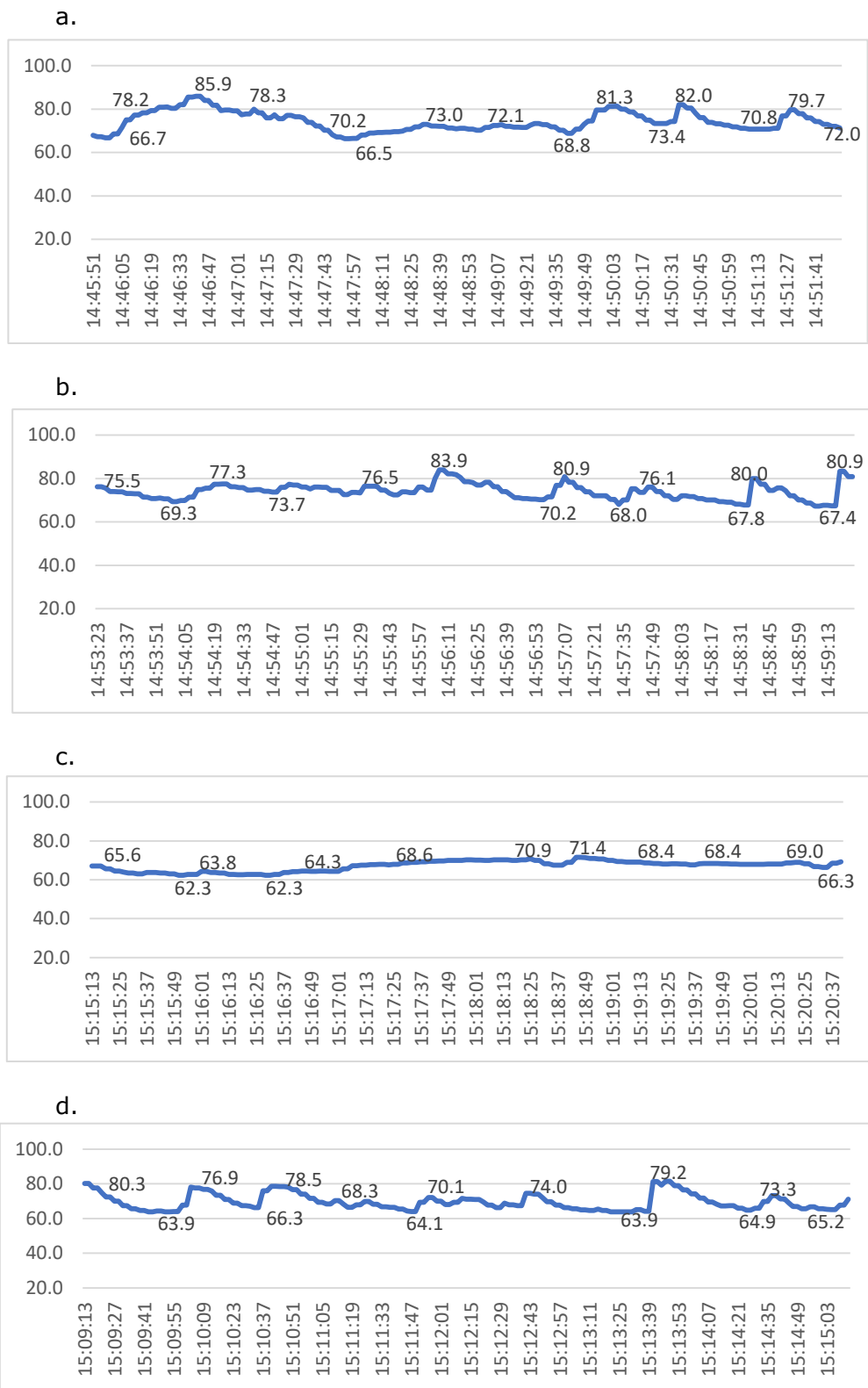


Figura 4.31 Zgomot – reprezentare grafică a valorilor măsurate: banda de sortare – a. extrema dreaptă, b. punct 1 mijloc, c. punct 2 mijloc, d. extrema

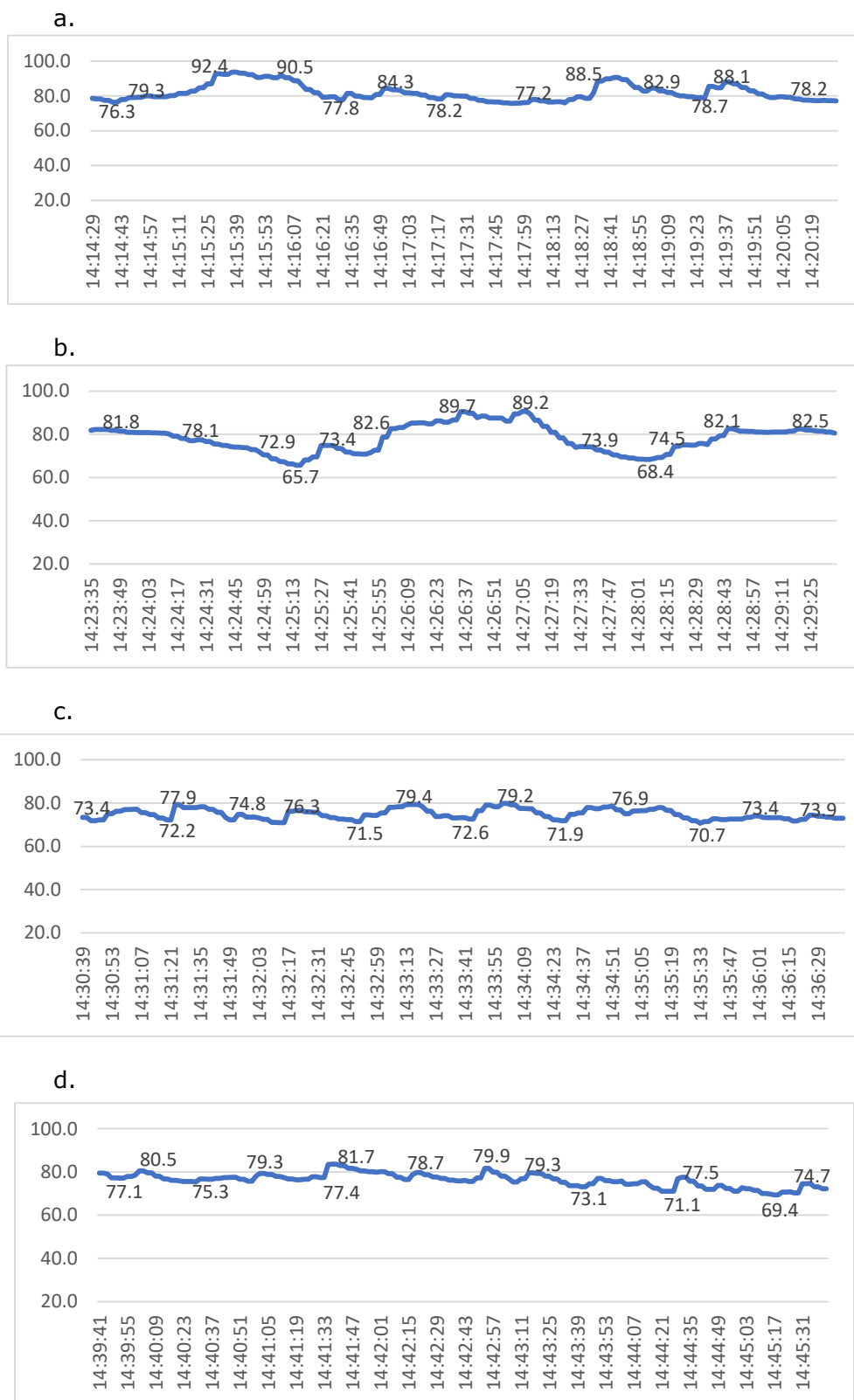


Figura 4.32 Zgomot – reprezentare grafică a valorilor măsurate: Presa PET - a. panou de comandă, b. motor, c. încărcare containere, d.

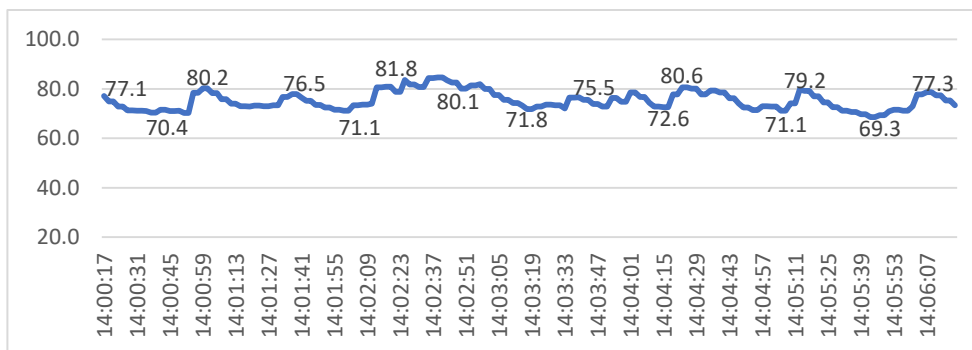


Figura 4.34 Zgomot – reprezentare grafică a valorilor măsurate: separator magnetic

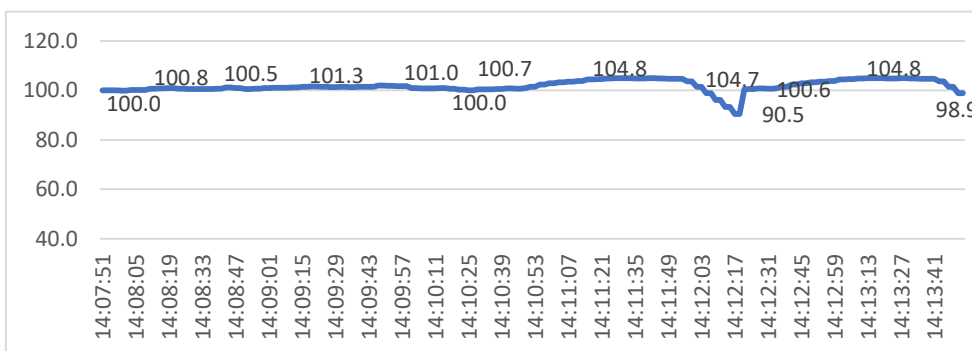


Figura 4.33 Zgomot – reprezentare grafică a valorilor măsurate: mărunțitor de sticlă

Măsurile de intervenție corective

Ca urmare a observațiilor derivate din analiza zgomotului prezentată în secțiunea anterioară, se propun o serie de măsuri de intervenție corective destinate reducerii riscurilor comportate de expunerea la niveluri ridicate ale zgomotului. Aceste măsuri sunt prezentate în tabelul 4.12.

Tabelul 4.12 Măsurile de intervenție corective pentru reducerea zgomotului

Măsurile tehnico-organizatorice			
Loc de muncă	Problema indentificată	Soluție propusă	Cost estimativ de implementare (lei)
-	Absența unui container pentru colectarea deșeurilor metalice extrase de separatorul magnetic	Amplasarea și menținerea unui sistem de colectare a deșeurilor metalice, pentru a elimina șocurile sonore determinate de căderea deșeurilor direct pe paviment	0*
Banda de sortare deșeurii	Expunerea la nivel ridicat de zgomot generat pe durata	Echiparea operatorilor umani cu căști de protecție pentru limitarea expunerii la zgomot și instruirea	685,00

	operării mărunțitorului de sticlă	pentru utilizarea corectă a acestora.	
Banda de sortare deșeuri	Expunerea la nivel ridicat de zgomot generat pe durata operării mărunțitorului de sticlă	Modificarea programului de lucru în vederea introducerii unor pauze de recuperare a capacității de muncă a operatorilor într-o zonă fără expunere la zgomot, suplimentar pauzei de masă	0
Măsurile de reducere a riscurilor la sursă			
Loc de muncă	Problema indentificată	Soluție propusă	Cost estimativ de implementare (lei)
Banda de sortare deșeuri	Expunerea la nivel ridicat de zgomot generat pe durata operării mărunțitorului de sticlă	Amplasarea unui ecran acustic în jurul mărunțitorului de sticlă (în zona benzii de sortare a deșeurilor) pentru reducerea zgomotului produs	5.623,00
Banda de sortare deșeuri	Expunerea la nivel ridicat de zgomot generat pe durata operării mărunțitorului de sticlă	Mutarea mărunțitorului de sticlă într-o altă zonă a halei, astfel încât nici un operator să nu se afle în vecinătatea mașinii pe durata de funcționare a acesteia	0
Măsurile de reducere a riscurilor la nivelul operatorului			
Instrucțaj periodic cu privire la importanța utilizării echipamentului individual de protecție fără excepții, pentru a limita impactul negativ al unor factori de risc precum zgomotul sau riscul de accidentare în timpul operării mașinilor			1.440,00**

* Hala dispune de containere metalice, fiind considerată necesară supravegherea operatorilor umani responsabili de manipularea deșeurilor metalice pentru amplasarea fără excepții a unui container

** Preț calculat pentru efectuarea instrucțajului de către un serviciu extern de prevenire și protecție în cursul unui an pentru opt operatori; reprezintă costul prestării instrucțajelor pentru toate tematicile de interes, inclusiv cele referitoare la riscuri ergonomice

4.2.2.2. Iluminat

Metoda de măsurare a fost conform STAS 8313-92; s-au efectuat 119 măsurători succesive generate continuu timp de 1 minut în fiecare punct de măsurare, media acestora fiind valoarea intensității luminoase exprimată în luxi.

În tabelul 4.13 sunt prezentate rezultatele măsurătorilor ca valori medii obținute în hala deponeului de la Ghizela.

Tabelul 4.13 Valori medii ale iluminatului la cele două locuri de muncă supuse analizei

Punctul de măsurare	Valoare medie înregistrată (lx)
Presa PET	1.381,00
Banda de sortare	367,60

După cum s-a observat, hala pentru deșeuri reciclabile dispune de un număr mare de ferestre de mari dimensiuni, asigurându-se un iluminat natural foarte bun al incintei. Suplimentar, hala este dotată cu corpuri de iluminat care asigură un nivel bun al iluminatului indiferent de condițiile meteorologice sau de momentele zilei.

La data efectuării determinărilor vremea a fost însorită, nivelul ridicat al intensității radiațiilor solare generând niveluri mari ale intensității iluminatului în zona C. Ca urmare a măsurărilor realizate s-a constatat:

- la presa de balotat deșeuri de PET nivelul măsurat al iluminatului a depășit valoarea de 1.300 lx datorită amplasării acesteia lângă o fereastră;
- banda de sortare este amplasată la o distanță > 5 m de ferestre, nivelul iluminatului fiind mai scăzut decât în zona presei;
- **în ambele puncte de măsurare nivelul iluminatului este semnificativ mai mare decât valoarea minimă recomandată de 200 lx, nefiind necesare măsuri de intervenție corective.**

4.2.2.3. Microclimat. Calitatea aerului interior

Microclimat

Parametrii definitorii ai microclimatului au fost măsurați la nivelul halei, neexistând diferențe semnificative ale acestora în cazul celor două locuri de muncă investigate (la banda de sortare a deșeului uscat și la presa de balotat PET). În tabelul 4.14 sunt prezentate rezultatele măsurărilor efectuate.

Tabelul 4.14 Valori medii ale parametrilor microclimatului în zona C

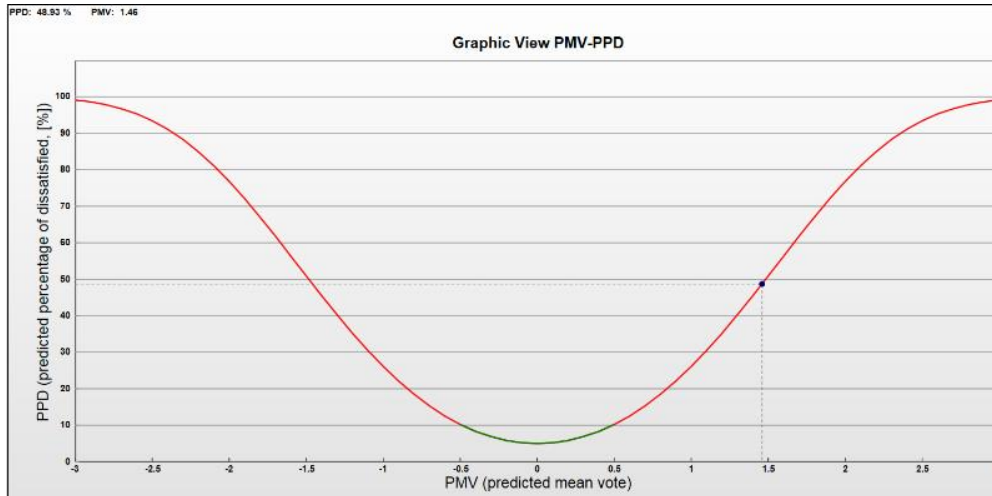
Temperatura (°C)	Umiditate (%)	Viteza curenților de aerului (m/s)	CO ₂ (ppm)
24,50	29,20	0,00	527,30

Cele două locuri de muncă investigate beneficiază de condiții de microclimat relativ plăcute, însă temperatura aerului a fost peste valoarea recomandată (17-22°C), luând în considerare specificul muncii desfășurate (poziție ortostatică, cu manevrarea unor obiecte de dimensiuni și mase mici). Trebuie remarcat faptul că parametrii de microclimat sunt direct dependenți de condițiile meteorologice, întrucât spațiul de trecere din zona C către zonele B și D permite pătrunderea de cantități mari de aer din exterior, ventilația bună fiind datorată exclusiv curenților de aer formați în spațiile de trecere dintre cele trei zone. Astfel, nivelul măsurat al umidității și temperaturii aerului corespund strict situației existente la momentul efectuării măsurărilor.

Un aspect pozitiv dovedit de măsurătorile realizate este concentrația de CO₂ care se află sub limita de 600 ppm, ceea ce indică o bună calitate a aerului respirat și, totodată, pătrunderea unei cantități mari de aer proaspăt în hală.

Reprezentarea grafică a PMV/PPD (Predicted Mean Vote/Predicted Percentage of Dissatisfied) a condus la caracterizarea confortului termic corelat cu probabilitatea de a resimți disconfort la nivelul populației analizate. În figura 4.35 se prezintă PMV/PPD determinat în funcție de valorile parametrilor de microclimat din tabelul 4.14. **Se poate constata că există un oarecare disconfort termic, PMV = 1,46**

(0 fiind considerat neutru, valoarea „ideală” ceea ce corespunde cu zona verde din grafic) și PPD = 48,93% > 10% valoare normală; cauza disconfortului termic este, în principal, depășirea temperaturii recomandate la locul de muncă.



Pulberi

În tabelul 4.15 se prezintă valorile medii obținute la nivelul halei (zona C). Similar analizei parametrilor de microclimat, nu există diferențe semnificative între nivelul valorilor determinate ale pulberilor industriale relativ la cele două locuri de muncă și care ar impune o abordare și măsuri diferențiate. Astfel, s-a constatat că **valorile medii ale fracției inhalabile ale emisiilor de praf sunt de 2,88 mg/m³ < 3 mg/m³ valoarea limită de expunere** ceea ce indică buna ventilare naturală a halei, în ciuda absenței unui sistem de ventilație-climatizare a aerului. **Sunt însă și depășiri sporadice, discrete ale valorii limită de expunere, după cum arată valorile maxime (microparticule PM10 inhalabile) ale prezenței pulberilor în suspensie în hală.**

Tabelul 4.15 Valorile determinate ale pulberilor în suspensie

Figura 4.35 PMV-PPD determinat la nivelul zonei C

Fracția (mg/m³)	PM10	PM2,5	PM1	Inhalabil	Toracic	Alveolic
Media	2.01	0.19	0.05	2.88	1.94	0.49
Minim	0.21	0.05	0.02	0.23	0.21	0.10
Maxim	6.77	0.83	0.26	9.87	6.52	1.29

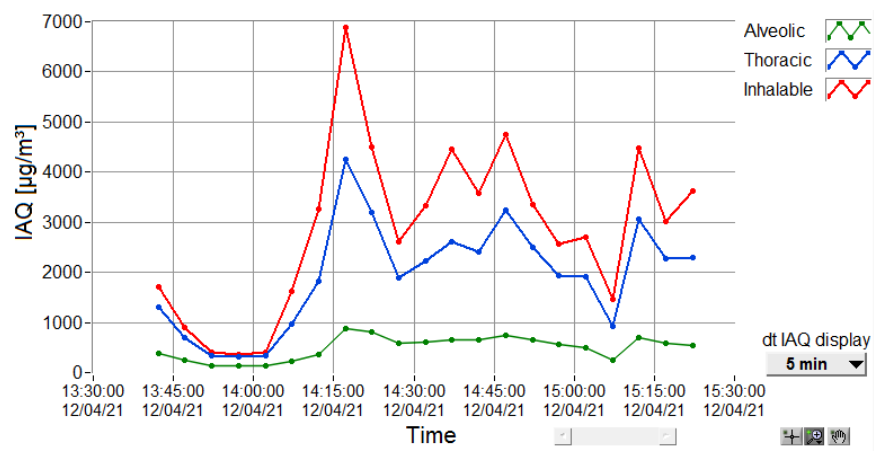
PM1 – pulberi, microparticule cu dimensiuni ≤1 μm

PM2,5 – pulberi, microparticule cu dimensiuni ≤2,5 μm

PM10 – pulberi, microparticule cu dimensiuni ≤10 μm

Figura 4.36 prezintă seriile de valori exprimate în μg/m³, cu detalierea pe fracțiile alveolică, toracică și inhalabilă. Variația nivelului de pulberi este determinată de intensitatea activității în anumite momente: de pildă, atunci când a pătruns în interiorul halei un excavator pentru a prelua deșeuri PET balotate (puțin după ora 14:15:00) s-a generat o cantitate mai mare de pulberi în suspensie față de alte

intervale surprinse în grafic. Un alt exemplu este nivelul redus de pulberi în suspensie înregistrat în jurul orei 15:00, moment care a marcat încheierea schimbului 1 și



începerea schimbului 2.

Având în vedere variațiile calității aerului interior în zona C, se propune o **măsură de intervenție corectivă pentru reducerea riscului la sursă**, respectiv, **introducerea unui sistem de condiționare a aerului pentru un mai bun control asupra parametrilor de microclimat și asigurarea confortului termic al operatorilor umani**. Această propunere este destinată eliminării variațiilor parametrilor de microclimat în funcție de condițiile meteorologice.

Din punctul de vedere al costului estimativ de implementare, costurile variază în funcție de soluția tehnică pentru care se optează. Astfel, în tabelul 4.16 se prezintă costuri estimative pentru câteva opțiuni fezabile pentru dimensiunile halei. Este important de menționat că în cazul anumitor echipamente este necesară achiziția mai multor unități pentru deservirea întregii suprafețe a halei.

**Tabelul 4.16 Propunere de soluții tehnice pentru instalarea unui sistem de
Figura 4.36 Calitatea aerului interior – valori măsurate discret la intervale de 5
minute**

ventilare sau condiționare a aerului în zona C

Nr. crt.	Soluție tehnică propusă	Cost/bucată (lei)	Link
1	Ventilator axial de perete, debit maxim de aer de 8.800 mc/h	1.462,06	https://juliexpert.ro
2	Ventilator centrifugal trifazat in-line, debit de aer de 10.800 mc/h	5.199,99	www.climatico.ro
3	Ventilator centrifugal carcasat fonic, debit de aer de 7.800 mc/h	2.676,30	www.airguru.ro
4	Kit format din tub de ventilație flexibil, distribuitoare de ventilație, plenum de perete și valvă anemostat de refulare	1.852,00	https://ventilatiecurecupera-recaldura.ro
5	Sistem de răcire prin evaporare, debit de aer de 20.000 mc/h	8,569.00	https://ekobreeze.ro
6	Centrală de tratare aer, debit de aer de 1.800 mc/h	10,725.00	https://kin.ro
7	Aparat de aer condiționat trifazat, 50.000 BTU, debit de aer de 1.400 mc/h	6.599,00	www.aer-conditionat.ro

4.2.3. Determinarea riscurilor ergonomice

Au fost supuse analizei cele două locuri de muncă evaluate în subcapitolul anterior: operator bandă de sortare și operator presă de balotare PET. O caracteristică generală a celor două locuri de muncă este poziția de lucru ortostatică (în picioare) pe toată durata zilei de lucru, fără posibilitate de alternare cu alte poziții de lucru din pricina specificului sarcinilor de lucru executate. Executanții au posibilitatea de a sta jos (în vederea recuperării capacității de muncă) în timpul pauzei de masă (30 minute). Tipurile de solicitări identificate prin metoda observației, precum și pe baza discuției cu șeful de schimb, sunt prezentate în tabelul 4.17.

Tabelul 4.17 Solicitări posturale identificate

Locul de muncă	Tipul de solicitare posturală	Observații
Banda de sortare deșeuri reciclabile	Munca în poziție ortostatică	Nu există posibilitatea alternării cu munca stând jos
	Mișcări repetitive	Operația de sortare a deșeurilor
	Posturi incomode	Aplecări, torsiuni pentru a apuca deșeuri situate la mijlocul benzii și nu în imediata apropiere a operatorului uman
Presa de balotare PET	Munca în poziție ortostatică	Nu există posibilitatea alternării cu munca stând jos
	Posturi incomode	Menținerea brațului desupra nivelului umărului în timpul operării presei (la panoul de comandă)
	Manipularea manuală a maselor (împingere, tragere)	Se manipulează containerele atât pline, pentru a le încărca în presă, cât și goale, pentru a elibera spațiul în vederea reluării procesului. Manipularea presupune tragerea și împingerea containerelor pe distanțe de câțiva metri, existând obstacole în podea (șanțuri, crăpături în paviment); masa manipulată variază între ~130 și ~180 kg

Pentru analiza solicitărilor posturale s-a utilizat software-ul ergoIA descris în capitolul anterior. Având în vedere fluxul zilei de lucru în care s-au efectuat înregistrările video și ponderea mare în totalul operațiilor specifice fiecărui loc de muncă, s-au efectuat înregistrări video ale următoarelor sarcini de muncă:

- sortare deșeuri (loc de muncă: banda de sortare)
- operare presă, inclusiv încărcare/descărcare container (loc de muncă: presa de balotare PET).

În vederea identificării nivelului de risc ergonomic, s-a optat pentru evaluarea solicitărilor posturale pe baza metodei REBA. Înregistrările video au fost procesate și structurate într-o serie de cadre, fiecare cadru fiind analizat cu metoda selectată.

Astfel, raportul obținut cuprinde media scorurilor obținute pentru toate cadrele supuse analizei. Numărul de cadre în care a fost împărțită fiecare înregistrare video în vederea analizei a fost setat în funcție de complexitatea mișcărilor executate și de durata sarcinii de muncă supuse analizei. Figurile 4.37 și 4.38 prezintă principalele posturi analizate la cele două locuri de muncă.



Figura 4.37 Principalele posturi adoptate la locul de muncă "presa de balotat PET"



Figura 4.38 Principalele posturi adoptate la locul de muncă "banda de sortare deșeu uscat"

În cazul locului de muncă **banda de sortare deșeuri**, înregistrarea video a fost structurată în 60 de cadre. Conform figurii 4.39, **nivelul general de risc este, în majoritatea cadrelor, unul redus, doar 31,7% dintre posturile adoptate de operator semnalând un risc mediu sau ridicat. Riscul ridicat** (nivel 8) a fost identificat pentru acele situații când **operatorul executa aplecări sau întinderi pentru a apuca deșeuri plasate la mijlocul benzii**. De regulă, aceste aplecări și întinderi erau însoțite de ridicarea unuia dintre picioare, reducându-se stabilitatea și, implicit, suprafața de contact cu solul. Principalele zone ale corpului afectate sunt brațele și spatele, acestea fiind sigurele zone ale corpului unde s-au înregistrat scoruri de 3, 4 și 5. În figurile 4.40 și 4.41 se prezintă scorurile obținute pentru cele două regiuni. Pentru celelalte regiuni ale corpului (picioare, gât, brațe și încheieturi) scorul maxim a fost 2, indicând un risc redus.

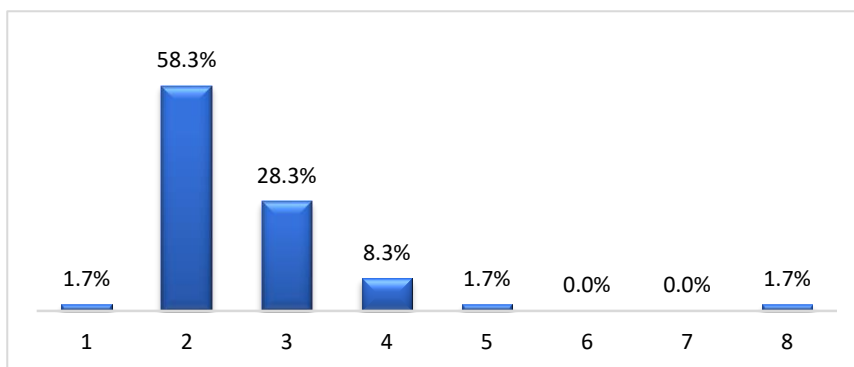


Figura 4.39 Distribuția scorurilor generale REBA – loc de muncă “banda de sortare deșeuri”

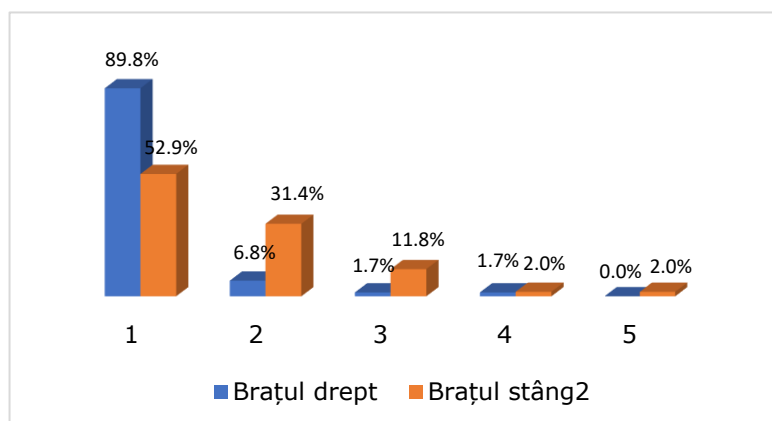


Figura 4.40 Distribuția scorurilor aferente zonei brațelor – loc de muncă “banda de sortare deșeuri”

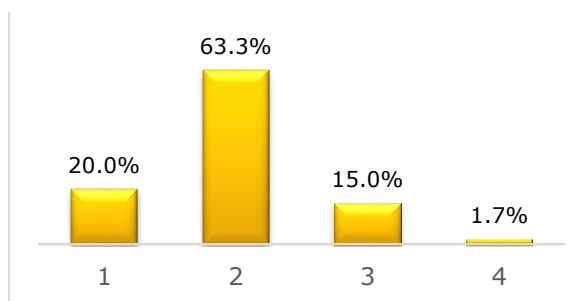


Figura 4.41 Distribuția scorurilor aferente zonei spatelui – loc de muncă “banda de sortare deșeuri”

Așadar, din perspectiva riscurilor ergonomice se poate observa că **executanții sunt expuși, în general, la un nivel mediu de solicitare în cursul executării operației de sortare a deșeurilor uscate (reciclabile)**. Cu toate acestea, în cursul unei zile de lucru cu durata de 8 ore riscurile ergonomice sunt mai ridicate din pricina solicitării generate de munca exclusiv în poziție ortostatică.

În cazul operatorilor de **la presa de balotare PET scorul general obținut utilizând metoda REBA indică un risc mediu**, argumentat de faptul că deși în 60% din cadre scorul obținut a fost 1, s-a constatat o pondere semnificativă a cadrelor

pentru care scorul general a fost de 3, 4 sau 5. Se trage, aşadar, un semnal de alarmă cu privire la solicitările cu scor mare (4 și 5), acestea necesitând acțiuni imediate pentru reducerea riscurilor ergonomice. În figura 4.42 se prezintă scorul general aferent celor 30 de cadre analizate.

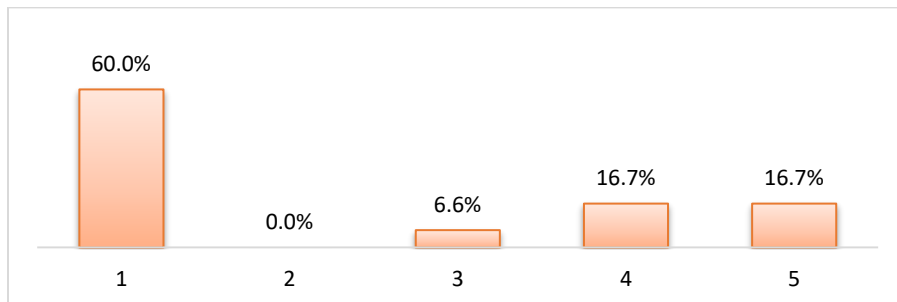


Figura 4.42 Distribuția scorurilor generale REBA – loc de muncă “presa de balotat PET”

Specificul metodei REBA nu a permis o analiză completă a tuturor particularităților sarcinilor de muncă executate de operatorii presei de balotat PET, astfel că s-a efectuat și o analiză a acestui loc de muncă utilizând metoda OWAS (prin intermediul software-ului ergoIA). Figura 4.43 prezintă frecvența posturilor identificate în urma analizei cu metoda OWAS.

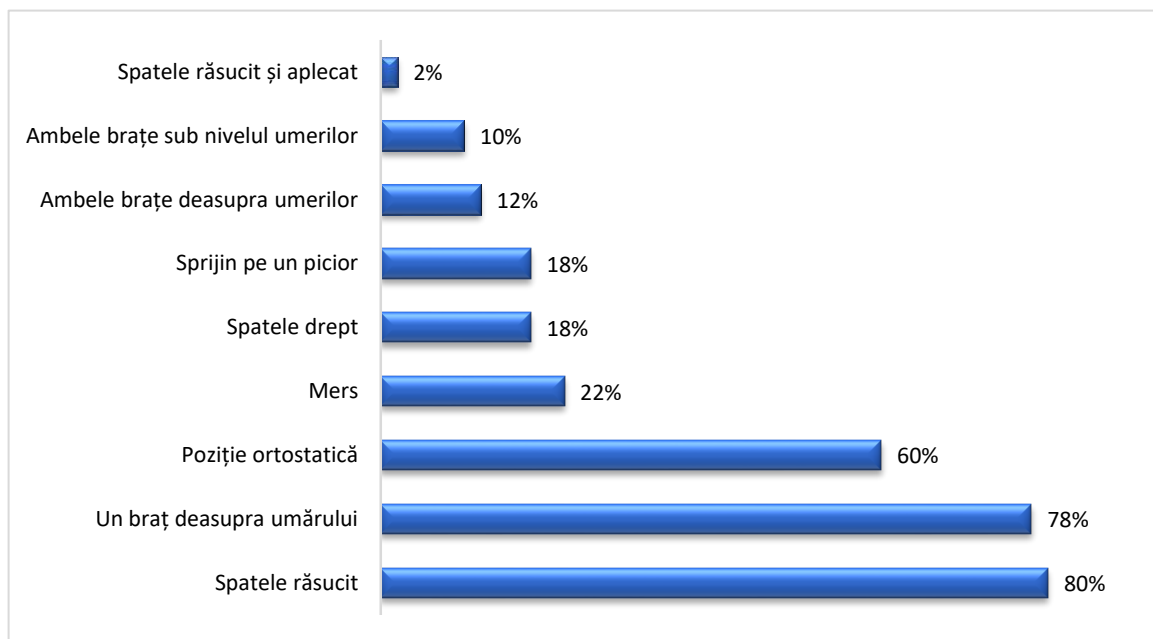


Figura 4.43 Distribuția posturilor identificate folosind metoda OWAS – loc de muncă “presa de balotat PET”

Conform figurii 4.43, în cazul operatorilor de la presa de balotat PET predomină posturi incomode precum răsuciri ale spatelui (80%) și menținerea unui braț deasupra nivelului umerilor (78%, în timpul operării panoului de comandă al presei), precum și poziția ortostatică (60%). Cu o frecvență mai redusă apar mersul (22%), sprijinul pe un singur picior (18%) și menținerea ambelor brațe deasupra nivelului umerilor. Mai mult, nici una dintre evaluări nu a reflectat un risc ergonomic semnificativ: pe traseul

de transport al containerelor (dus-adus la și de la presă) pavimentul prezintă o serie de denivelări (asemănătoare unor șanțuri) care sporesc efortul depus pentru împingerea și tragerea containerelor, crescând, totodată, și riscul de accidentare în timpul acestei operații.

Un alt factor ce trebuie luat în considerare în analiza riscurilor ergonomice la care sunt expuși operatorii de la presa de balotat PET este masa manipulată, aceștia manevrând containere care pot ajunge la 180 kg (încărcate cu PET, masa nominală a unui container fiind de 130 kg). Acești operatori nu dispun de nici un mijloc de preluare automată a containerelor, impunându-se necesitatea unor acțiuni imediate pentru reducerea riscurilor ergonomice la acest loc de muncă.

Deși astfel de posturi au o durată scurtă, frecvența mare impune necesitatea implementării unor măsuri de îmbunătățire pentru a reduce riscurile ergonomice. *În cazul ambelor locuri de muncă, riscurile ergonomice identificate se adaugă solicitării principale dată de munca în poziție ortostatică, acționând ca un factor agravant.* Efectele acestor solicitări se traduc prin oboseală musculară, risc crescut de eroare în execuția sarcinilor de lucru, instalarea disconfortului și chiar a durerii în anumite regiuni ale corpului, iar în cazurile grave se pot constata manifestări acute (și, ulterior, forme cronice) ale diferitelor AMS.

Propuneri de măsuri corective

Se propun, în continuare, o serie de măsuri corective orientate spre reducerea/eliminarea riscurilor ergonomice identificate în subcapitolul anterior.

Tabelul 4.18 prezintă măsurile tehnico-organizatorice, de reducere a riscurilor la sursă și de reducere a riscurilor la nivelul operatorului uman propuse, precum și o estimare a costurilor asociate fiecărei soluții propuse.

Tabelul 4.18 Măsuri corective propuse în vederea reducerii riscurilor ergonomice identificate în zona C

Măsuri tehnico-organizatorice			
Loc de muncă	Problema identificată	Soluție propusă	Cost estimativ de implementare (lei)
Presa de balotat PET	Efectuarea de reparații prin pătrunderea unuia dintre operatori în zona de balotare a presei (în spațiul unde sunt presate recipientele PET)	Instruirea periodică a tuturor angajaților pentru a reduce riscurile de operare incorectă a utilajelor	360,00
Presa de balotat PET	Înălțimea prea mare la care este poziționat panoul de comandă al presei	Utilizarea unui înălțător/scară cu o singură treaptă pentru a elimina necesitatea adoptării de posturi incomode (cu brațul deasupra nivelului umărului) în timpul operării panoului de comandă	200,00

Presa de balotat PET	Containerele pot prezenta deformări, existând pericolul ca acestea să cadă de la înălțime din sistemul de prindere al presei; riscul cel mai mare este cel de accidentare a operatorilor presei	Verificarea periodică a containerelor și înlocuirea celor deteriorate	0
Presa balotat PET	Număr mare de mișcări/pași efectuați pentru alimentarea-evacuarea locului de muncă	Proiectarea unui sistem de alimentare-evacuare a locului de muncă	0
Toate	Munca în poziție ortostatică fără posibilitate de alternare cu alte posturi	Modificarea modului de organizare a zilei de lucru în vederea introducerii de pauze scurte (5-10 minute) pentru odihnă punând la dispoziția angajaților scaune pentru a sta jos	1.150,00**
Banda de sortare deșeuri	Munca în poziție ortostatică fără posibilitate de alternare cu alte posturi	Introducerea unor scaune înalte pentru uzul operatorilor la bandă	7.920,00**
Toate	Munca în posturi incomode, munca în poziție ortostatică	Permiterea și încurajarea practicării micropauzelor cu scop de relaxare a musculaturii; încurajarea efectuării de serii scurte de exerciții fizice pentru relaxarea grupelor de mușchi suprasolicitate în timpul muncii	0
Toate	Munca în posturi incomode, munca în poziție ortostatică	Rotația pe diferite posturi a muncitorilor, la diferite perioade de timp (de exemplu, la două săptămâni)	0
Măsurile de reducere a riscurilor la sursă			
Loc de muncă	Problema identificată	Soluție propusă	Cost estimativ de implementare (lei)
Banda de sortare deșeuri	Sortarea presupune mișcări repetitive	Pentru eliminarea riscului ergonomic și sporirea eficienței procesului de sortare, se poate implementa un sistem complet automat de sortare a deșeurilor	>5.000.000,00
Presa de balotat PET	Prezența unor șanțuri/denivelări în paviment	Astuparea denivelărilor din paviment și	13.125,00

	pe traseul de manipulare a containerelor, cu risc de accidentare și efort sporit de manipulare	nivelarea pavimentului în întreaga hală (turnare șapă autonivelantă)	
Presă de balotat PET	Manipularea (tragere, împingere) de mase mari	Amplasarea unui container basculant, care ar permite deversarea automată a recipientelor PET în presă, eliminând complet necesitatea manipulării containerelor	4.600,00-8.600,00
Măsurile de reducere a riscurilor la nivelul operatorului			
Se recomandă organizarea de sesiuni de informare, suplimentare instructajului periodic al angajaților , cuprinzând următoarele subiecte: 3. Solicitări posturale și modalități de corectare a posturii în timpul muncii; sugestii de exerciții fizice de practicat în pauzele de lucru 4. Importanța utilizării echipamentului individual de protecție fără excepții, pentru a limita impactul negativ al unor factori de risc precum riscul de accidentare în timpul operării mașinilor			1.080,00*

*Costul instructajelor este calculat pentru 8 operatori, serviciul fiind tarifat pe an și prestat de un serviciu extern de prevenire și protecție. Costul reprezintă totalitatea instructajelor periodice pe baza tematicilor propuse, inclusiv cele referitoare la riscurile specifice mediului fizic de muncă

** Reprezintă costul de achiziție total, calculat ca sumă a costului de achiziție a opt scaune

Suplimentar măsurilor corective propuse în tabelul 4.18, se impun **măsurile pentru creșterea fidelității datelor experimentale**. Prezenta analiză a mediului fizic de lucru și a solicitărilor posturale reprezintă situația specifică momentului când au fost colectate datele. Pentru a asigura **acuratețea analizei, fidelizarea datelor și o viziune completă a evoluției în dinamică a parametrilor analizați, se recomandă repetarea setului de măsurători** la un interval de 3-6 luni. Aspecte precum anotimpul, intervalul orar, volumul de producție pot genera modificări ale rezultatelor măsurătorilor, astfel că **o analiză în dinamică va putea reduce incertitudinea și variabilitatea** generată de astfel de factori.

4.2.4. Analiza sistemului de muncă prin metoda RNUR

4.2.4.1. Locul de muncă la „banda de sortare deșeu uscat”

A₀. Concepția locului de muncă

F1 - Înălțimea suprafeței de lucru este adecvată pentru operația de sortare, însă au fost identificate situații când distanța a fost prea mare, operatorul efectuând aplecări pentru a ajunge la deșeurile situate pe mijlocul benzii. **N_{F1}=2**

F2 - Alimentarea/evacuarea deșeurilor se face într-un ritm controlat, fiecare operator având posibilitatea de a opri banda în caz de urgență. **N_{F2}=1**

F3 - Aglomerarea și accesibilitatea sunt determinate de modul în care executanții organizează sarcinile de lucru; din acest punct de vedere, nu s-au identificat probleme, astfel că **N_{F3}=1**

F4 - Comenzile se transmit verbal, fără dificultăți de comunicare sau de inteligibilitate. **N_{F4}=1**

$$\mathbf{N_{A0} = (N_{F1} + N_{F2} + N_{F3} + N_{F4}) / 4 = (2 + 1 + 1 + 1) / 4 = 1,25}$$

A. Factorul de securitate

F5 - Principalele surse de risc sunt solicitările posturale și factorii de risc proprii mediului fizic de lucru, acestea fiind prezentate în detaliu în subcapitolele anterioare. Operatorii sunt expuși la variații mari de zgomot (nivelul maxim măsurat fiind de 100 dB), factori de risc biologic (se manevrează deșeuri, cu risc de eliberare a unor factori patogeni în aerul respirat) și execută munca doar în poziție ortostatică. Se impune ca măsură urgentă reducerea expunerii la zgomotul produs de mărunțitorul de sticlă.

$$\mathbf{N_A = N_{F5} = 3,00}$$

B. Ambianța fizică

Parametrii analizați sunt temperatura, umiditatea, viteza curenților de aer, zgomotul, pulberile în suspensie, iluminatul artificial și aspectul general al postului. Mediul fizic de muncă este influențat direct de condițiile meteorologice, cele două intrări în hală fiind permanent deschise. În consecință, din cauza vremii călduroase, la momentul efectuării măsurărilor temperatura ambiantă a fost mai ridicată decât cea recomandată.

F6 - Ambianța termică – temperatura este mai ridicată (25 - 27°C în perioada măsurărilor) decât valoarea recomandată pentru munca ușoară în poziție ortostatică (17-22°C) **N_{F6} = 3**

F7 - Ambianța sonoră – nivelul mediu de zgomot rezultat ca urmare a mediei măsurărilor efectuate în 3 puncte în zona de deservire a utilajului, a înregistrat valoarea de 71 dB. Cu toate acestea, s-au identificat expuneri de scurtă durată la un nivel de zgomot de peste 100 dB, datorat funcționării utilajului de mărunțit sticlă aflat în vecinătatea benzii

de sortare **N_{F7} = 3**

F8 - Iluminat artificial - locul de muncă dispune de surse de iluminat natural și artificial. Nivelul iluminatului artificial este foarte bun, peste limita minimă de 200 lx **N_{F8} = 1**

F9 - Vibrații – în cazul locului de muncă evaluat nu există surse de vibrații, deci operatorul uman nu este expus unui astfel de stres sau noxe **N_{F9} = 1**

F10 - Igiena atmosferică – calitatea aerului interior este bună, având un nivel redus de pulberi în suspensie. Umiditatea aerului este sub 50%, iar nivelul de CO₂ nu depășește valoarea de 600 ppm (din cauza bunei aerisiri și a pătrunderii continue de aer proaspăt). Posibilitatea eliberării de agenți patogeni în aerul respirat conduce la **N_{F10} = 2**

F11 - Aspectul postului – cromatica este dominată de non-culori și nuanțe de gri, locul de muncă având un aspect simplist **N_{F11} = 3**

$$N_B = (N_{F6} + N_{F7} + N_{F8} + N_{F9} + N_{F10} + N_{F11}) / 6 = (3 + 3 + 1 + 1 + 2 + 3) / 6 = 13 / 6 = 2,17$$

C. Solicitarea fizică

F12 - Poziția principală a corpului - ortostatică, munca executându-se exclusiv în picioare $N_{F12} = 3$

F13 - Poziția cea mai defavorabilă (cu solicitare posturală maximă) - operatorul adoptă sporadic poziții cu aplecarea sau răsucirea trunchiului $N_{F13} = 3$

F14 - Efortul de muncă - redus, ca apreciere globală la nivelul unei zile de muncă $N_{F14} = 1$

F15 - Poziția de muncă - suplimentar poziției ortostatice adoptate pentru realizarea sarcinilor de muncă, operatorul uman efectuează mișcări repetitive, uneori adoptând poziții defectuoase de muncă (cu spate curb sau răsucit) $N_{F15} = 3$

F16 - Efortul de manipulare - redus, se manipulează obiecte de dimensiuni și mase mici $N_{F16} = 1$

F17 - Poziția în timpul manipulării - neutră, însă poate implica uneori adoptarea unor poziții defectuoase de muncă (poziții inadecvate ale coloanei vertebrale) $N_{F17} = 2$

$$N_C = (N_{F12} + N_{F13} + N_{F14} + N_{F15} + N_{F16} + N_{F17}) / 6 = (3 + 3 + 1 + 3 + 1 + 2) / 6 = 14 / 6 = 2,17$$

Figurile 4.44 și 4.45 prezintă profilul global și cel analitic al locului de muncă investigat.

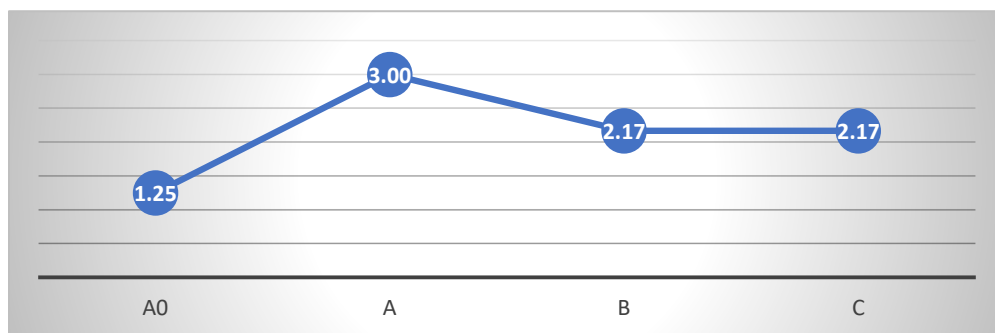


Figura 4.45 Profilul global al locului de muncă "banda de sortare deșeurii uscate"

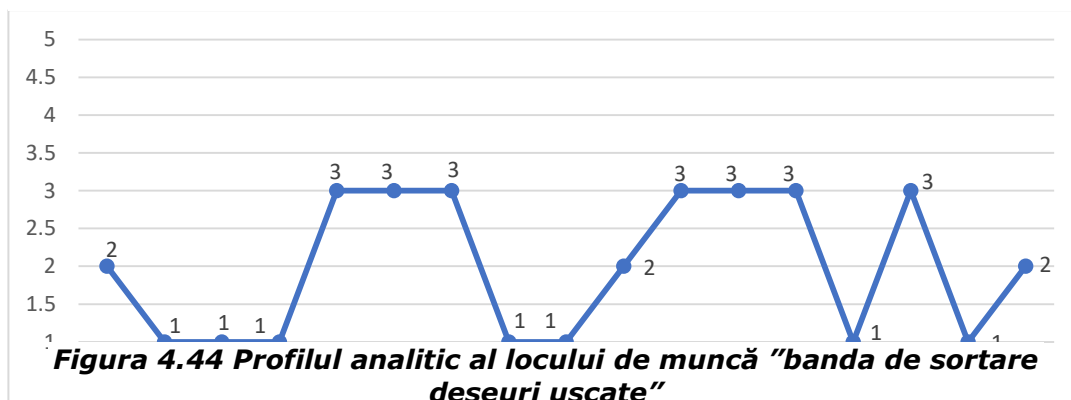


Figura 4.44 Profilul analitic al locului de muncă "banda de sortare deșeurii uscate"

4.2.4.2. Locul de muncă la „presa de balotat PET”

A₀. Concepția locului de muncă

F1 - înălțime-distanță: suprafețele de lucru sunt panoul de comandă (plasat vertical) al presei și suprafața de contact cu containerele. La ambele înălțimea este mare, operatorii adoptând poziții ale mâinilor peste nivelul umerilor **N_{F1} = 2**

F2 - alimentarea/evacuarea se referă la manipularea containerelor – fluxul este controlat de operatori. **N_{F2} = 1**

F3 - aglomerarea și accesibilitatea sunt determinate de modul în care executanții organizează sarcinile de lucru; nu se produc aglomerări multumită bunei organizări a executanților. **N_{F3} = 1**

F4 - comenzile se transmit, verbal, fără dificultăți de comunicare sau inteligibilitate. **N_{F4} = 1**

$$N_{A0} = (N_{F1} + N_{F2} + N_{F3} + N_{F4}) / 4 = (2 + 1 + 1 + 1) / 4 = 5 / 4 = 1,25$$

A. Factorul de securitate

Din punctul de vedere al securității locului de muncă, s-au identificat **riscuri de accidentare determinate de denivelările din paviment peste care operatorii trebuie să treacă cu containerele încărcate**. Mai mult, dacă există defecte (îndoiri, deformări) ale brațelor cu ajutorul cărora se atașează containerele în spațiul de alimentare al presei apare **riscul ca respectivul container să cadă și să accidenteze grav operatorii**. Alți factori de risc sunt cei proprii mediului de muncă, precum și cei proprii sarcinii de muncă, aceștia fiind detaliați în capitolele anterioare. Dintre aceștia, factorii care necesită măsuri imediate de reducere a riscului sunt zgomotul și riscurile ergonomice.

$$N_A = N_{F5} = 4,00$$

B. Ambianța fizică

Parametrii analizați sunt temperatura, umiditatea, viteza aerului, zgomotul, pulberile în suspensie, iluminatul artificial și aspectul general al postului. Locul de muncă dispune deopotrivă de surse de iluminat natural și artificial. Nivelul zgomotului este mai ridicat decât la locul de muncă anterior analizat, întrucât anumite sarcini de lucru presupun utilizarea de mașini ce produc nivel mai mare de zgomot, fără a depăși nivelul maxim admis. În capitolul 3 sunt prezentate detaliat toate componentele mediului fizic de lucru.

F6 - ambianța termică – temperatura este mai ridicată decât cea recomandată pentru tipul de muncă executată **N_{F6} = 2**

F7 - ambianța sonoră – nivelul de zgomot nu depășește limita maxim admisă, însă apar expuneri periodice la niveluri mai ridicate de zgomot provenit de la mărunțitorul de sticlă și separatorul magnetic, amplificate de ecoul generat de dimensiunile mari ale halei și absența elementelor fonoabsorbante din structura halei **N_{F7} = 3**

F8 - iluminat artificial - locul de muncă dispune de surse de iluminat natural (ferestre mari), precum și de surse de iluminat artificial care asigură o bună iluminare a locului de muncă **N_{F8} = 1**

F9 - vibrații – nu există surse de vibrații $N_{F9} = 1$

F10 - igiena atmosferică – calitatea aerului interior este bună, cu nivel acceptabil de pulberi în suspensie (predomină fracția inhalabilă, PM10, măsurată ca fiind sub limita maxim admisă). Umiditatea aerului este sub 50%, iar nivelul de CO₂ este sub valoarea de 600 ppm. S-a avut în vedere și posibilitatea existenței unor agenți patogeni în aerul respirat, astfel că $N_{F10} = 2$

F11 - aspectul postului – cromatică este dominată de nuanțe de gri, locul de muncă având un aspect simplist. Specificul activității determină aspectul relativ rudimentar al locului de muncă. $N_{F11} = 3$

$$N_B = (N_{F6} + N_{F7} + N_{F8} + N_{F9} + N_{F10} + N_{F11}) / 6 = (2 + 3 + 1 + 1 + 2 + 3) / 6 = 2,00$$

C. Solicitarea fizică

F12 - poziția principală a corpului este cea ortostatică, munca executându-se exclusiv în picioare $N_{F12} = 3$

F13 - poziția cea mai defavorabilă este menținerea brațelor deasupra nivelului umerilor în timpul operării panoului de comandă al presei $N_{F13} = 3$

F14 - efortul de muncă este mediu, se alternează sarcini ușoare cu sarcini solicitante kg $N_{F14} = 3$

F15 - poziția de muncă – suplimentar poziției ortostatice, operatorii adoptă posturi incomode (cum este menținerea brațului deasupra nivelului umărului) $N_{F15} = 3$

F16 - efortul de manipulare este ridicat, se manipulează (prin tragere și împingere) mase mari de până la 200 kg $N_{F16} = 4$

- Poziția în timpul manipulării – cu mâinile întinse, ușor ridicate deasupra nivelului umerilor $N_{F17} = 3$

$$N_C = (N_{F12} + N_{F13} + N_{F14} + N_{F15} + N_{F16} + N_{F17}) / 6 = (3 + 3 + 3 + 3 + 4 + 3) / 6 = 19 / 6 = 3,17$$

Figurile 4.46 și 4.47 prezintă profilul global și cel analitic al locului de muncă. Se poate observa că, în general, condițiile de muncă sunt acceptabile, având în vedere riscurile de accidentare la locul de muncă și nivelul mediu al solicitărilor posturale.

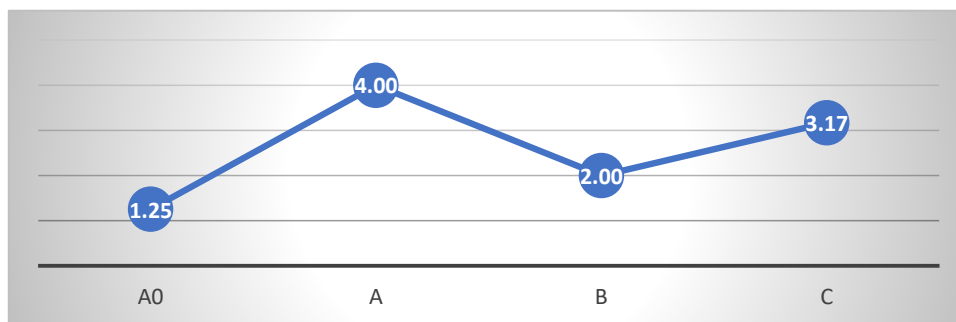


Figura 4.46 Profilul global al locului de muncă "presa de balotare PET"

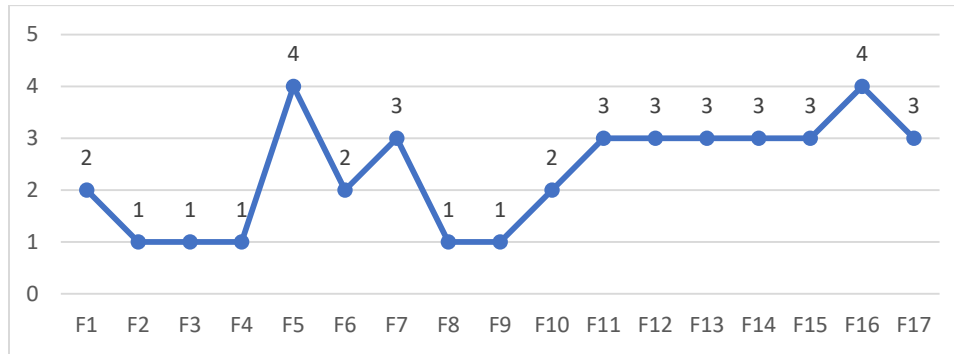


Figura 4.47 Profilul analitic al locului de muncă "presa de balotare PET"

Se constată că la presa de balotat PET factorul securitate ridică probleme, subliniind necesitatea implementării de soluții imediate pentru scăderea riscurilor la care sunt expuși operatorii. Se impune, astfel, remedierea imediată a obstacolelor prezente în paviment, pentru a reduce șocurile biomecanice la care sunt expuși operatorii în timpul împingerii și tragerii containerelor, dar și înlocuirea containerelor care prezintă deformări în vederea eliminării riscului de accidentare gravă a executanților. De asemenea, factorul F16 (efortul de manipulare) a primit scorul 4, semnalând necesitatea aplicării cât mai urgente a unor măsuri de diminuare a riscurilor generate de manipularea manuală a maselor prin împingerea și tragerea containerelor cu masă mare (estimată la 180 kg).

4.3. Concluzii

Capitolul 4 descrie cercetările experimentale efectuate în cadrul a două societăți comerciale care activează în industrii diferite.

În firma A, al cărei specific industrial este producția de mobilier ergonomic, principalele riscuri identificate au fost zgomotul, emisiile de pulberi, manipularea manuală a maselor (ridicare, transport) și solicitările posturale determinate de posturile incomode și poziția de lucru ortostatică fără posibilitate de alternare cu alte poziții. Per ansamblu, condițiile de muncă nu implică necesitatea unor intervenții imediate, însă expunerea îndelungată la riscurile identificate este de natură a genera disconfort, reducerea productivității și chiar boli profesionale (în special afecțiuni musculoscheletice).

În cazul firmei B, care activează în domeniul managementului deșeurilor, principalele riscuri identificate au fost manipularea manuală a maselor (împingere, tragere), mișcările repetitive, posturile incomode și zgomotul. Spre deosebire de firma A, la firma B se impun măsuri imediate de reducere a riscurilor, întrucât în anumite zone zgomotul depășește mult limita maximă admisă (100,1 dB(A) valoare medie determinată), iar unele deficiențe tehnico-organizatorice pot genera accidente grave, fiind o amenințare pentru securitatea executanților.

Prin concepția unor intervenții ergonomice pe baza modelului teoretico-aplicativ propus în capitolul 3, s-a reușit identificarea riscurilor la care sunt expuși operatorii umani de la locurile de muncă supuse analizei și s-au propus măsuri de intervenție corective pentru care s-a realizat și o estimare a costurilor. Astfel, **se consideră că modelul teoretico-aplicativ a fost validat**, dovedindu-și utilitatea practică.

Pentru o mai bună ghidare a deciziei privind îmbunătățirea ergonomică a sistemelor de muncă, în capitolul 5 va descrie modul de fundamentare a deciziilor privind intervențiile ergonomice propuse, pentru a genera un model comprehensiv de intervenție ergonomică.

5. CERCETĂRI ASUPRA MODULUI DE FUNDAMENTARE A DECIZIEI ÎN INTERVENȚIA ERGONOMICĂ

Capitolul 5 este dedicat prezentării demersului teoretico-aplicativ privind modalitatea de fundamentare a deciziei referitoare la implementarea unor soluții de creștere a bunăstării ocupaționale prin intervenție ergonomică, ținând seama de aspecte economico-financiare. Plecând de la măsurile de intervenție corective descrise în capitolul 4, sunt evaluate soluțiile sugerate de intervențiile ergonomice, acestea fiind măsurate din punctul de vedere al analizei cost-beneficiu. Utilizând criteriile (factorii de influență) analizate în cadrul metodei RNUR, măsurile de intervenție ergonomică au fost grupate în categorii și analizate separat pentru cele două firme care fac obiectul cercetărilor aplicative.

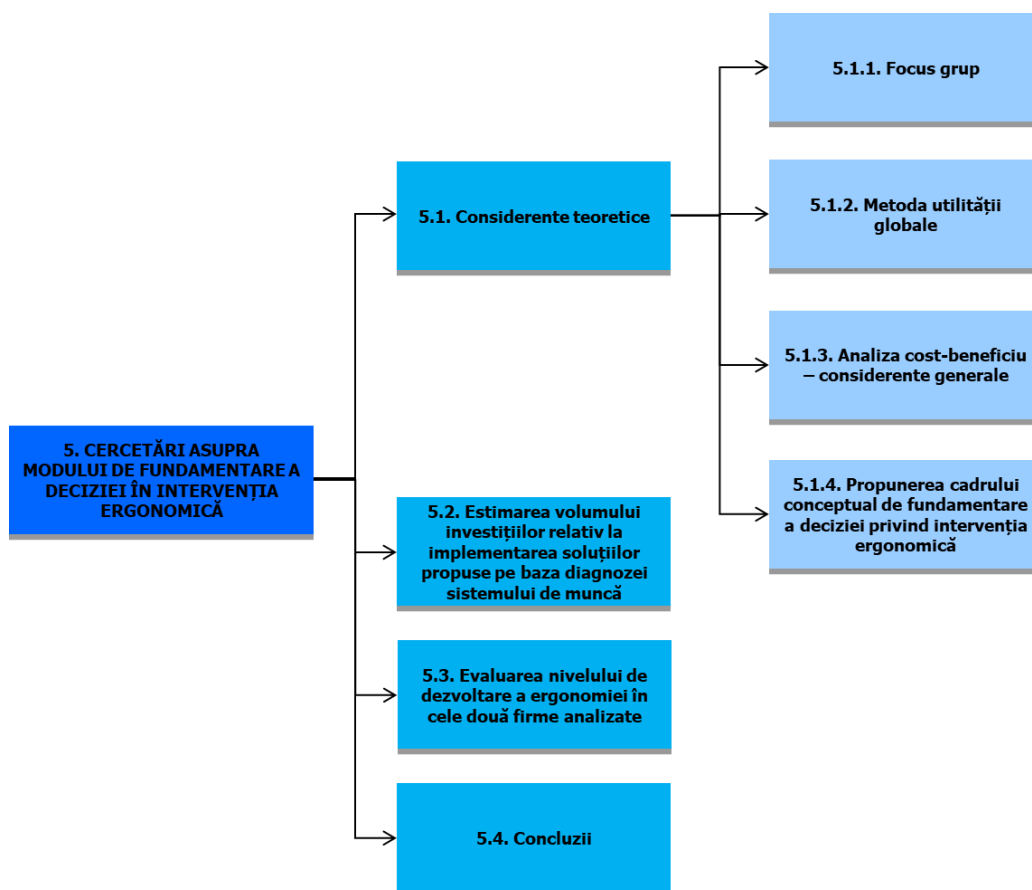


Figura 5.1 Harta conceptuală a problematicii capitolului 5

Figura 5.1 prezintă harta conceptuală a capitolului. Plecând de la o serie de concepte teoretice (respectiv, focus grup, metoda utilității globale, analiza cost-beneficiu) se propune un cadru conceptual de fundamentare a deciziei privind intervențiile ergonomice. Acest cadru conceptual este utilizat pentru justificarea din punct de vedere economico-financiar a deciziilor privind măsurile de intervenție corective propuse în capitolul anterior. De asemenea, se propune o analiză dinamică din perspectiva gradului de maturitate a practicii ergonomice în cele două firme. Ultimul subcapitol realizează un sumar referitor la cercetarea aplicativă prezentată în cadrul capitolului 5.

5.1. Considerente teoretice

În capitolul 4 s-au propus o serie de măsuri de intervenție corective adresate diverselor probleme identificate prin analiza mediului fizic de muncă și a riscurilor ergonomice. Analiza locurilor de muncă folosind metoda RNUR a oferit o imagine de ansamblu asupra categoriilor de factori de risc, permițând o grupare a măsurilor de intervenție corective în jurul celor patru factori analizați: concepția locului de muncă, factorul securitate, ambianța fizică și solicitarea fizică.

Pornind de la cele patru categorii de intervenții ergonomice propuse, este necesar a se evalua aceste opțiuni în vederea optimizării deciziei printr-o analiză economico-financiară.

Se pune problema concepției unui **cadru metodologic pentru fundamentarea deciziei privind intervenția ergonomică**, astfel încât decizia de a investi într-o intervenție ergonomică să fie bazată pe o abordare complexă și cuprinzătoare asupra problematicii prezentei cercetări doctorale. Se vor prezenta, în continuare, elementele propuse spre a fi incluse în metodologia de fundamentare decizională a intervențiilor ergonomice.

5.1.1. Focus grup

Beneficiile unei intervenții ergonomice se pot referi, printre altele, la creșterea productivității, îmbunătățirea calității produselor și reducerea accidentărilor și îmbolnăvirilor la locul de muncă. Aceste trei beneficii sunt cel mai ușor de cuantificat în termeni monetari, dar nu reprezintă o listă exhaustivă de posibile beneficii – acestea fiind dependente de specificul intervenției ergonomice (Doupbrate, Rosecrance, 2004). Pentru a elimina erorile logice care pot surveni în decizia de investiție, se impune considerarea costurilor și a beneficiilor din perspectiva tuturor părților implicate/afectate de proiectul de investiții (Wagstaff et al., 1994).

În vederea unei analize cuprinzătoare a implicațiilor unei intervenții ergonomice se poate recurge, printre altele, la interviul de tipul focus grupului. Acest tip de interviu se desfășoară prin organizarea unei discuții pe o temă bine definită cu un grup de specialiști, întregul demers fiind condus de un moderator (Cojocaru, 2005). Focus grupurile sunt utile în situații precum⁵³:

- Analiza diverselor probleme sau variante decizionale;

⁵³ <https://4service-group.at/ro/service/cercetare-de-piata/cercetari-calitative/focus-grup/>

- Formularea de ipoteze;
- Analize de marketing (campanii publicitare, strategii de marketing, analiza comportamentului consumatorilor etc.);
- Studii sociologice.

Un focus grup este inițiat printr-o discuție la nivel general, moderatorul orientând treptat discuția spre tema vizată⁵⁴. O variantă de actualitate este focus grupul online, care implică utilizarea internetului pentru desfășurarea discuției, motivația fiind fie distanța fizică foarte mare (care împiedică organizarea discuției față în față), fie preferința pentru utilizarea unui mijloc software pentru înregistrarea audio și video a discuției.

În rândul avantajelor utilizării unui focus grup se numără:

- Este un instrument versatil (se poate aplica în orice industrie);
- Este simplu de utilizat, generând o cercetare calitativă în situațiile când nu se pot efectua cercetări cantitative sau pe eșantioane semnificative pentru populația studiată;
- Este un instrument ușor accesibil și care implică cheltuieli reduse.

Având în vedere faptul că pandemia de Covid-19, aflată în al cincilea val la data finalizării cercetărilor doctorale, limitează interacțiunile fizice dintre cercetători și specialiști în diverse domenii, organizarea unui focus grup online a reprezentat cea mai adecvată abordare.

5.1.2. Metoda utilității globale

Rouse și Boff (2012) descriu diversele metodologii de realizare a analizelor de tip cost-beneficiu pentru investiții de tipul intervențiilor ergonomice. În rândul acestor abordări se numără și **metoda utilității globale**. În cazul în care beneficiile nu pot fi traduse direct în termeni monetari, metoda utilității globale reprezintă o soluție pentru cuantificarea unor beneficii precum securitatea în muncă sau o bună calitate a vieții profesionale (Rouse, Boff, 2012).

Metoda utilității globale constă în optimizarea deciziei investiționale plecând de la o serie de criterii definite de attribute cantitative sau calitative care sunt luate în considerare pentru variantele decizionale supuse analizei. Din punct de vedere metodologic, Rouse și Boff (2012) propun demersul descris în figura 5.2.

⁵⁴ <http://www.infomass.ro/domenii-de-cercetare/focus-group/>

Punctul de plecare îl reprezintă construcția unei matrici a consecințelor economice care descrie criteriile decizionale (inclusiv tipul criteriului), coeficienții de

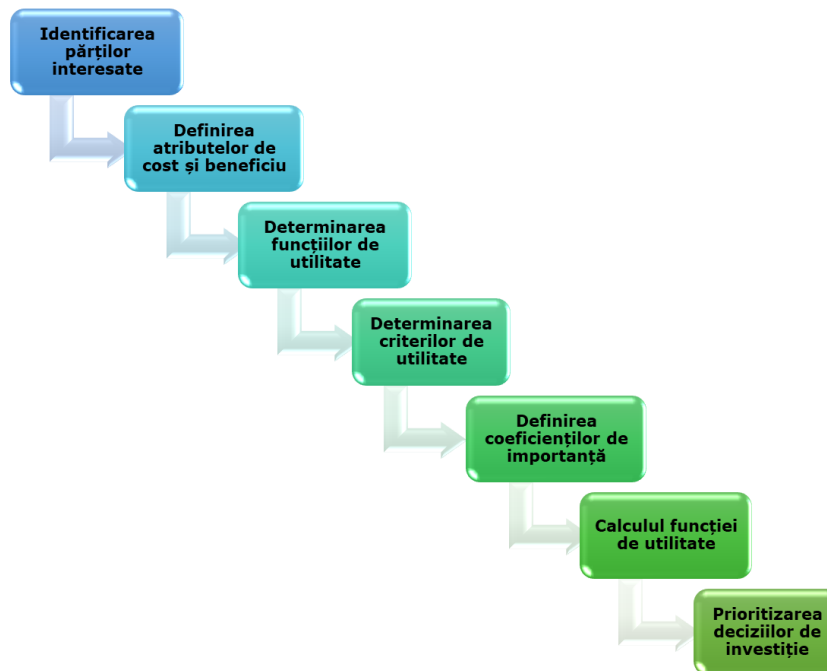


Figura 5.2 Arborele metodologic al metodei utilității globale maxime, adaptat deciziilor privind intervențiile ergonomice

importanță și variantele (alternativele) decizionale. Tabelul 5.1 reprezintă exemplificarea acestei matrici. În cazul atributelor calitative, acestea trebuie cuantificate prin asocierea unor valori numerice selectate de către decident.

Tabelul 5.1 Matricea consecințelor economice

Criteria	C ₁	C ₂	...	C _j	...	C _n
Alternative						
A ₁	a ₁₁	a ₁₂	...	a _{1i}	...	a _{1n}
A ₂	a ₂₁	a ₂₂	...	a _{2i}	...	a _{2n}
...
A _i	a _{i1}	a _{i2}	...	a _{ij}	...	a _{in}
...
A _m	a _{m1}	a _{m2}	...	a _{mj}	...	a _{mn}
Coeficienți de importanță	k ₁	k ₂	...	k _j	...	k _n

Elementele de intrare în matricea consecințelor economice sunt (Ilieș et al., 2006):

- Mulțimea alternativelor/variantelor (A₁...A_m), reprezintă totalitatea variantelor decizionale incluse în analiză;

- Mulțimea criteriilor ($C_1...C_n$), reprezintă criteriile de analiză a deciziilor. Aceste criterii pot fi de minim sau de maxim, în funcție de semnificația respectivului criteriu. De exemplu, dacă unul dintre criterii este valoarea investiției, acesta va fi un criteriu de minim deoarece managerii firmei sunt interesați de minimizarea costurilor investiției;
- Consecințele economice ale alternativelor ($a_{11}...a_{ij}...a_{mn}$) reprezintă atributele cantitative sau calitative asociate fiecărei alternative;
- Coeficienții de importanță ($k_1...k_n$) semnifică importanța criteriilor selectate. Se poate asocia aceeași importanță tuturor criteriilor sau se pot alocă nivele diferite de importanță.

Pornind de la faptul că prin utilitate se înțelege gradul de satisfacție al unei alternative decizionale, metoda implică determinarea utilității fiecărei consecințe prin interpolarea liniară între valorile 0 și 1 (Ilieș et al., 2006). În funcție de tipul criteriului (de minim sau de maxim), valoarea 0 este atribuită celei mai nefavorabile alternative, iar valoarea 1 va fi atribuită celei mai favorabile alternative. În cazul celorlalte alternative, calculul utilității se face după formula (Ilieș et al., 2006):

$$u_{ij} = \frac{a_{ij} - a_{0j}}{a_{1j} - a_{0j}} \quad (5.1)$$

unde:

u_{ij} = utilitatea variantei i după criteriul j

a_{ij} = consecința economică a variantei i după criteriul j

a_{1j} = consecința cea mai favorabilă din punct de vedere economic după criteriul j (cea care are utilitatea 1)

a_{0j} = consecința cea mai nefavorabilă din punct de vedere economic după criteriul j (cea cu utilitatea 0)

În următoarea etapă, se reconstruiește matricea (pe structura tabelului 5.1) înlocuind consecințele economice ale variantelor decizionale cu utilitățile calculate după procedura prezentată mai sus. Acest pas este urmat de selectarea variantei optime. În această ultimă etapă se deosebesc două cazuri:

1. Coeficienții de importanță ai criteriilor sunt egali, caz în care alternativă optimă este determinată cu formula:

$$A_{optimă} = \max_i \sum_{j=1}^n u_{ij} \quad (5.2)$$

2. Coeficienții de importanță au valori diferite, situație în care alternativa optimă este valoarea maximă a sumei produselor dintre utilități și coeficienții de importanță:

$$A_{optimă} = \max_i \sum_{j=1}^n k_j \times u_{ij} \quad (5.3)$$

Principalele *avantaje* ale metodei utilității globale sunt (Rouse, Boff, 2012):

- Incertitudinile probabilistice și preferințele părților implicate sunt elemente centrale ale modelului;
- Se pot încorpora în model preferințe asupra beneficiilor intangibile;
- Se obține o bună înțelegere asupra priorităților diverselor părți implicate și a limitărilor existente.

Un *dezavantaj al metodei* este necesitatea de a formula criteriile de evaluare (atributele funcției de utilitate), succesul implementării metodei fiind dependentă de abilitatea de a selecta corect criteriile de influență.

Nu în ultimul rând, scopul metodei utilității globale este de a identifica varianta optimă, riscând simplificarea excesivă a opțiunilor investiționale. Dacă din punct de vedere teoretic, acesta este dezideratul unei analize cost/beneficiu, din perspectivă practică se poate pune doar problema prioritizării anumitor investiții în funcție de criteriile de analiză și coeficienții de importanță atribuiți variantelor investiționale. Astfel, *prin prezentul demers științific nu se dorește excluderea anumitor măsuri de intervenție corective, ci o analiză care să vină în sprijinul demersului de fundamentare a procesului decizional privind intervențiile ergonomice* pentru cazul firmelor A și B.

5.1.3. Analiza cost-beneficiu – considerente generale

Investițiile reprezintă principalul vehicul al dezvoltării mediului economic, dar și al societății, în general. Cu toate acestea, abordarea tradițională a investițiilor este dificil de implementat atunci când plus-valoarea rezultată din aceste investiții este indirectă și intangibilă, așa cum e în cazul multor intervenții ergonomice (Rouse, Boff, 2012). Intervențiile ergonomice sunt de natură a genera beneficii pe termen lung, însă sunt dificil de justificat comparativ cu investițiile care aduc beneficii tangibile și imediate (Rouse, Boff, 2012). Unul dintre obiectivele centrale ale unei decizii de a investi într-o intervenție ergonomică este de a implementa cea mai bună intervenție ergonomică la cel mai mic cost (Doupbrate, Rosecrance, 2004). Bineînțeles că pentru investițiile de valoare mică nu este necesară o analiză complexă, majoritatea firmelor fiind dispuse să implementeze intervenții care au costurile sub un anumit prag (Doupbrate, Rosecrance, 2004). Mai mult decât atât, în situații de practică SSM grav deficitară orice intervenție va aduce beneficii notabile (Doupbrate, Rosecrance, 2004). Se estimează că intervențiile care se limitează la instruirea personalului au o eficiență estimată la 20%, concepția de barieră care să limiteze expunerea operatorului uman la riscuri au o eficiență de 40-65%, iar soluțiile tehnice, ingineresti pot genera o eficiență de până la 100% (Goggins et al., 2008). Astfel, cu cât complexitatea intervenției ergonomice este mai mare, cu atât și beneficiile realizate pot fi considerabil mai mari. Ca urmare, în sistemele de muncă unde se îndeplinesc cerințele minime legale de SSM și se respectă cel puțin o parte din principiile ergonomiei, intervențiile ergonomice pot necesita investiții de valoare și/sau complexitate mai mare. În cazul acestora, se impune o analiză detaliată a opțiunilor disponibile cu scopul optimizării deciziei și al argumentării acesteia din perspectivă tehnică și economico-financiară. Literatura de specialitate vine cu diverse propuneri de abordări în această direcție, toate fiind concentrate în jurul conceptului de **analiză cost-beneficiu**.

Societatea Internațională a Securității Sociale (International Social Security Association - ISSA) a dezvoltat un model de analiză a randamentului investițiilor

pentru activitățile de prevenție în domeniul SSM. Prevenția poate fi abordată atât cantitativ (valori exprimate pe o scală cardinală), cât și calitativ (valori măsurate pe o scală ordinală). Conform abordării propuse de ISSA, randamentul prevenției reflectă raportul dintre beneficiile și costurile activităților de prevenție (ISSA, 2013). La nivel microeconomic, identificarea și cuantificarea costurilor și a beneficiilor se poate face pe baza unui chestionar distribuit în rândul specialiștilor SSM și a angajaților cu responsabilități în domeniul SSM (ISSA, 2013). Având în vedere că *evaluarea intervențiilor ergonomice presupune atât criterii cantitative, cât și criterii calitative*, abordarea ISSA poate fi adaptată pentru crearea unui cadru metodologic generalizat de estimare a investițiilor pentru creșterea bunăstării lucrătorilor la locul de muncă. Plecând de la această abordare, organizarea unui focus grup se dovedește a fi esențială pentru definirea criteriilor decizionale de analiză prin metoda utilității globale, dar și pentru determinarea costurilor și a beneficiilor intervenției ergonomice.

În rândul tehnicilor de calcul al raportului cost-beneficiu se numără și randamentul investiției (RI), indicator calculat după formula:

$$RI = \text{câștiguri sau economii din proiect} / \text{valoarea totală a investiției} \quad (5.4)$$

Se consideră că dacă RI este mai mare decât costul de capital, decizia de a investi în respectiva intervenție ergonomică va conduce la o creștere a valorii companiei; altfel spus, dacă $RI > 1$, atunci investiția este justificată din punct de vedere economic și financiar (Doughrate, Rosecrance, 2004).

Dăscălescu (2010) a sintetizat costurile accidentelor de muncă și bolilor profesionale, aceste costuri având relevanță în prezenta cercetare doctorală din prisma faptului că intervențiile ergonomice implementate *ex ante* generează beneficii înțelese drept costuri nematerializate datorită activității de prevenție.

Nu întotdeauna beneficiile obținute din îmbunătățirea condițiilor de muncă generează eficiență economică, aceste beneficii neacoperind costurile în anumite cazuri (Dăscălescu, 2010). Mai mult decât atât, majoritatea beneficiilor unei intervenții ergonomice sunt de natură calitativă, nefiind însă necesară asocierea unei valori monetare unor beneficii precum sănătatea sau viața în cazul unei analize la nivel de întreprindere (Comisia Europeană, 2011). Atribuind organizației statutul de entitate economică, pentru o analiză de tip cost-beneficiu este necesară strict cuantificarea costurilor și a beneficiilor monetare realizate prin implementarea intervenției ergonomice. Este, de fapt, un act eronat acela de a promova exclusiv investițiile considerate a fi profitabile din perspectivă economică. Astfel, Dăscălescu (2010) subliniază că o abordare pertinentă din punctul de vedere al ergonomiei presupune calculul *costului economic net al investițiilor în sănătate și securitate*, care se poate calcula astfel:

$$C_{en} = C_{inv} - C_{ssm} - B_c \quad (5.5)$$

Unde C_{en} este costul economic net al investițiilor în sănătate și securitate

C_{inv} – costul investiției calculat ca sumă a costurilor directe și indirecte ale investiției
 C_{ssm} – costurile cu sănătatea și securitatea în muncă evitate (costurile economice ale accidentelor de muncă și bolilor profesionale eliminate prin investiție)

B_c – beneficii colaterale privite ca fiind efecte secundare ale investiției (de exemplu, îmbunătățirea calității produselor, creșterea productivității, îmbunătățirea relațiilor de muncă).

Ținând seama de faptul că această abordare nu include costul pierderii umane (incapacitate permanentă de muncă sau deces) și nici efectele negative ale accidentelor de muncă și bolilor profesionale asupra societății, este obligatoriu a specifica faptul că **investițiile în ergonomie și SSM nu trebuie să obțină o anumită rentabilitate pentru a fi considerate spre implementare** (Dăscălescu, 2010).

Plecând de la această premisă, întreg demersul de fundamentare a deciziei privind intervențiile ergonomice se referă la prioritizarea și argumentarea pertinentei fiecărei variante de intervenție propusă. Așadar, nu se dorește sub nici o formă eliminarea vreuneia din măsurile corective adresate prevenției și îmbunătățirii condițiilor de muncă, atât metoda utilității globale cât și analiza cost-beneficiu fiind utilizate ca instrumente de ordonare a intervențiilor ergonomice în funcție de perspectiva temporală, impactul acestora și gravitatea riscurilor pe care intervențiile ergonomice le-ar preveni.

5.1.4. Propunerea cadrului conceptual de fundamentare a deciziei privind intervenția ergonomică

În figura 5.3. este descris cadrul conceptual al metodologiei propuse, care include următoarele etape:

- Identificarea criteriilor de analiză a opțiunilor de intervenții ergonomice, precum și a principalelor beneficii și costuri asociate folosind metoda Delphi;
- Întocmirea unui clasament al opțiunilor de intervenții ergonomice folosind metoda utilității globale (pe baza criteriilor stabilite cu metoda Delphi);
- Analiza opțiunilor de intervenții ergonomice din topul clasamentului folosind analiza cost-beneficiu;
- Selectarea deciziilor optime pe baza analizelor din pașii anteriori.

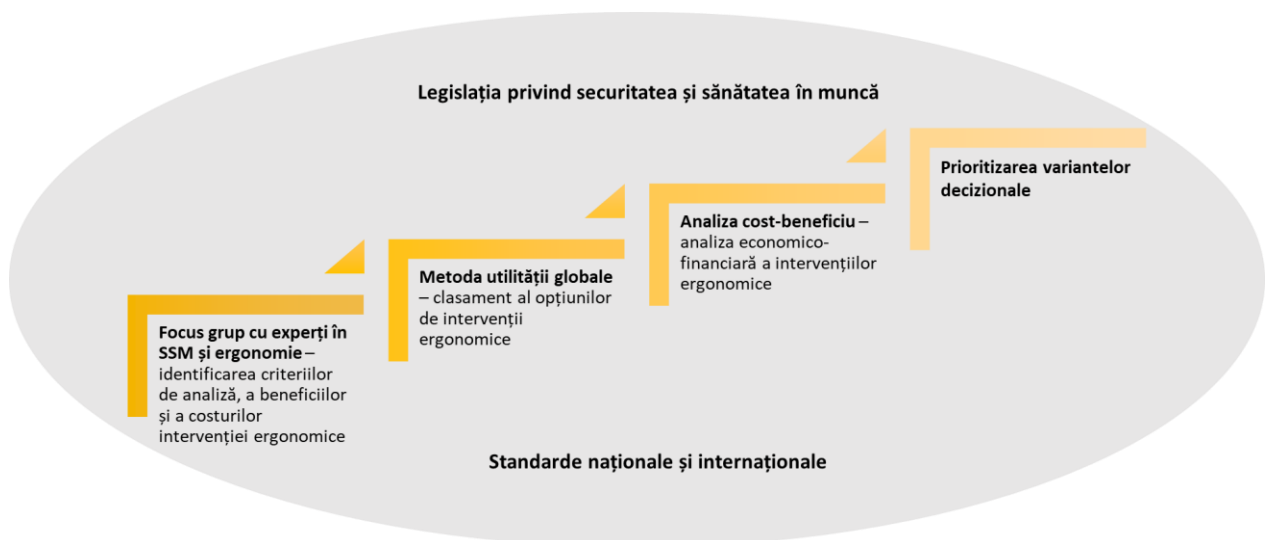


Figura 5.3 Cadrul conceptual al optimizării deciziei în intervenția ergonomică

Se poate observa că întregul demers de fundamentare a deciziilor de investiții în intervenții ergonomice are în fundal legislația privind SSM și standardele naționale și internaționale aplicabile, întrucât întregul proces de optimizare a sistemului de muncă trebuie să țină cont de acestea. Neconformarea cu normele legislative în vigoare aduce cu sine deficiențe majore din punctul de vedere al SSM și conduce la sancțiuni contravenționale pentru nerespectarea anumitor prevederi.

De asemenea, *acest demers metodologic poate servi la concepția unui model generalizat de fundamentare a deciziilor privind investițiile orientate înspre creșterea calității vieții profesionale a lucrătorilor.*

Pornind de la cadrul conceptual prezentat în figura 5.3, pentru fundamentarea deciziei privind intervențiile ergonomice propuse în capitolul 4, s-a procedat la organizarea unui focus grup online folosind platforma Zoom; la discuție au participat practicieni în domeniul SSM, specialiști în evaluarea riscurilor și formare profesională în domeniul SSM, precum și cadre didactice cu vastă experiență în domeniul ergonomiei. Principalele concluzii ale focus grupului au fost:

1. Din punct de vedere temporal, variantele de intervenții ergonomice presupun implementare în termen scurt (sub 1 an), mediu (1-5 ani) și lung (5-10 ani).
2. Pentru optimizarea locurilor de muncă se disting 3 tipuri de soluții:
 - Starea actuală a sistemului, constând în decizia de a nu interveni asupra condițiilor actuale (scenariul în care conducerea firmei decide să nu investească în nici o intervenție ergonomică sau optează doar pentru intervenții corective minore);
 - Soluții normative, constând în intervenții ergonomice care pot fi implementate pe termen mediu și care aduc îmbunătățiri sistemului de muncă;
 - Starea ideală a sistemului, înțeleasă ca o reproiectare sau modernizare a locului de muncă și care presupune intervenții pe termen lung.
3. Există 3 niveluri de prevenție a riscurilor:
 - Nivelul 1 – eliminarea riscului la sursă
 - Nivelul 2 – eliminarea riscului pe traseu
 - Nivelul 3 – protecția individuală a operatorului uman.
4. Suplimentar măsurilor corective propuse în capitolul 4, s-a recomandat concepția unui program de propagandă în domeniul SSM, orientat înspre promovarea bunelor practici în domeniile SSM și ergonomie, distribuția de materiale informative tuturor angajaților și introducerea unui sistem de recompensare a managerilor pentru a integra bunele practici în cultura organizațională a firmei.

Având ca punct de pornire concluziile prezentate mai sus, în tabelul 5.2 sunt descrise criteriile de evaluare care vor fi utilizate pentru matricea decizională aferentă metodei utilității globale.

Tabelul 5.2 Propunere de matrice decizională particularizată specificului locurilor de muncă analizate

Criterii Alternative	Valoarea investiției	Durata de implementare (ani)	Gravitatea consecințelor
A ₁	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃

A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}
...
A_i	a_{i1}	a_{i2}	a_{i3}
...
A_m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}
Coefficienți de importanță	2	1	3

Pentru o evaluare eficientă a măsurilor de intervenție propuse în capitolul 4, s-a procedat la gruparea acestora în variante de investiții în funcție de câteva criterii:

- Gradul de extensie a soluției propuse, distingându-se soluții globale și soluții destinate unui anumit loc de muncă/risc identificat.
- Gravitatea riscului identificat – intervenții urgente, imediate; intervenții pe termen mediu (de normare, 1-5 ani); intervenții pe termen lung (5-10 ani).
- Factorul de influență al metodei RNUR – intervenții privind organizarea locului de muncă, intervenții asupra securității locului de muncă, intervenții asupra mediului fizic de muncă, intervenții privind solicitarea fizică.

5.2 Estimarea volumului investițiilor relativ la implementarea soluțiilor propuse pe baza diagnozei sistemului de muncă

5.2.1. Cazul firmei A

În vederea demarării analizei privind variantele de intervenție ergonomică definite în capitolul 4, s-a procedat la gruparea acestora conform tabelului 5.3. De asemenea, s-au considerat a fi prioritare intervențiile ergonomice care sunt adresate criteriilor metodei RNUR care au fost evaluate ca având scoruri mari (4, nefiind nici un criteriu cu scorul 5). Se menționează că aceste variante de intervenție sunt considerate atât pentru metoda utilității globale, cât și pentru analiza cost-beneficiu.

Tabelul 5.3 Variantele de intervenție ergonomică luate în considerare pentru analiză

Varianta de intervenție ergonomică	Problema identificată	Soluția propusă	Aria de acțiune a intervenției
Intervenții ergonomice cu implementare pe termen scurt (intervenții urgente)			
V ₁	Munca în poziție ortostatică fără posibilitate de alternare cu alte posturi	Amenajarea de spații de lucru de tip sit-stand pentru a permite alternarea posturilor în timpul muncii	Generală

	Munca în posturi incomode, munca în poziție ortostatică	Permiterea și încurajarea practicării micropauzelor cu scop de relaxare a musculaturii; încurajarea efectuării de serii scurte de exerciții fizice pentru relaxarea grupelor de mușchi suprasolicitate în timpul muncii	Generală
V ₂	Înălțimea prea mică a meselor utilizate pentru operația de sortare a reperelor ce urmează a fi montate	Utilizarea unor mese cu înălțime ajustabilă, pentru a reduce numărul de aplecări	Generală
	Înălțimea prea mică a meselor utilizate pentru operația de sortare a reperelor ce urmează a fi montate	Modificarea mărimii fontului utilizat pentru inscripționarea etichetelor, asigurând o mai bună vizibilitate a inscripțiilor	Loc de muncă "asamblare"
Intervenții ergonomice de normare (pe termen mediu)			
V ₃	Șocuri sonore produse de variații mari ale zgomotului, în funcție de utilajul/echipamentul utilizat	Echiparea operatorilor umani cu căști de protecție împotriva zgomotului	Loc de muncă "lucrări speciale"
	Expunere la niveluri ridicate de imisii de praf	Eliminarea riscului de afectare a ochilor prin utilizarea ochelarilor de protecție	Loc de muncă "lucrări speciale"
V ₄	Nivel redus sub valoarea-limită de 200 lx în zona mașinilor de aplicare cant curb, frezare cant și fierăstrău circular Nivelul iluminatului sub valoarea recomandată pentru sarcini vizuale medii	Amplasarea de corpuri de iluminat local care să compenseze pentru distanța mare dintre corpurile de iluminat principal și zona de operare a mașinilor	Generală
V ₅	Expunere la niveluri ridicate de imisii de praf	Instalarea unui sistem mobil de aspirare (exhaustare) a prafului	Loc de muncă "lucrări speciale"

V ₆	Nivelul CO ₂ depășește valoarea de 600 ppm; PMV-PPD indică disconfort termic	Instalarea unor sisteme de ventilare/condiționare a aerului	Generală
V ₇	Risc generat de manipularea manuală a maselor constând în plăci de PAL de dimensiuni mari, fiind necesară intervenția a doi sau chiar trei operatori pentru manipularea în siguranță a plăcilor în timpul operației de frezare	Reducerea numărului de operatori necesari pentru manipularea plăcilor mari de PAL prin instalarea unui cărucior reglabil 360°, de pe care se poate efectua direct frezarea	Loc de muncă "lucrări speciale"
		Instalarea unui sistem de ghidare la mașina de frezat Umaro în vederea asigurării acurateții în execuția sarcinii de muncă de către un singur operator (folosind căruciorul de transport)	Loc de muncă "lucrări speciale"
V ₈	Expunerea la zgomot pe întreaga durată a schimbului de muncă	Organizarea de sesiuni de informare, suplimentare instructajului periodic al angajaților, cu referire la importanța utilizării echipamentului individual de protecție fără excepții, pentru a limita impactul negativ al expunerii la zgomot	Generală
Intervenții ergonomice de reproiectare a locului de muncă (situația ideală, pe termen lung)			
V ₉	Munca în poziție ortostatică fără posibilitate de alternare cu alte posturi	Amenajarea unui spațiu de odihnă și servire a mesei, cu scopul de a asigura condiții bune de odihnă în pauzele de lucru	Generală
V ₁₀	Gestionarea incompletă a imisiilor de praf la nivelul halei de producție	Reconcepția sistemului de ventilare și condiționare a aerului pentru a include toate locurile de muncă, suplimentar sistemelor de exhaustare instalate	Generală

A. Analiza variantelor de intervenție ergonomică folosind metoda utilității globale

Variantele de intervenție ergonomică au fost introduse în matricea decizională (tabelul 5.4), în cazul fiecărei variante fiind definite caracteristicile conform celor trei criterii de evaluare: valoarea investiției (criteriu de minim), durata de implementare (criteriu de minim) și gravitatea consecințelor prevenite (criteriu de maxim).

S-au asociat următorii coeficienți de importanță: valoarea investiției – 2, durata de implementare – 1 și gravitatea consecințelor prevenite – 3.

Tabelul 5.4 Elementele de intrare în matricea decizională pentru cazul firmei A

Alternative decizionale	min	min	max
	Valoarea investiției (lei)	Durata de implementare (ani)	Gravitatea consecințelor prevenite
V ₁	5.260,90	1	4
V ₂	45.160,00	1	4
V ₃	889,36	0,08	5
V ₄	4.284,00	0,5	4
V ₅	5.224,92	0,5	4
V ₆	31.200,00	2	3
V ₇	2.470,85	1	1
V ₈	2.016,00	1	2
V ₉	203.095,00	5	2
V ₁₀	142.794,00	6	3
Coeficienți de importanță	2	1	3

Urmând procedura definită în subcapitolul 5.1.2, matricea decizională a fost reconstituită pe baza calculului utilităților fiecărei variante (Tabelul 5.5).

Tabelul 5.5 Matricea decizională

Alternative decizionale	Valoarea investiției	Durata de implementare (ani)	Gravitatea consecințelor
V_1	0,978	0,845	0,75
V_2	0,781	0,845	0,75
V_3	1	1	1
V_4	0,983	0,929	0,75
V_5	0,979	0,929	0,75
V_6	0,850	0,676	0,5
V_7	0,992	0,845	0
V_8	0,994	0,845	0,25
V_9	0	0,169	0,25
V_{10}	0,298	0	0,5
<i>Coeficienți de importanță</i>	0,33	0,17	0,5

În final, s-au calculat funcțiile de utilitate ale variantelor de intervenții ergonomice, ordinea de preferință a acestora fiind indicată în tabelul 5.6.

Tabelul 5.6 Ordinea de preferință a variantelor investiționale

Alternative	Valori
$f(V_3)$	1
$f(V_4)$	0,857579656
$f(V_5)$	0,856028562
$f(V_1)$	0,841892673
$f(V_2)$	0,776119532
$f(V_6)$	0,645979255
$f(V_{10})$	0,597241848
$f(V_7)$	0,471492034
$f(V_9)$	0,349405404
$f(V_8)$	0,153153153

Se poate observa că intervenția cel mai ușor de implementat este V_3 , respectiv dotarea operatorilor umani cu echipament individual de protecție (ochelari de protecție și căști de protecție împotriva zgomotului). De asemenea, intervențiile

ergonomice care propun măsuri corective punctuale, constând în soluții tehnice accesibile din punct de vedere financiar și care se pot implementa pe termen scurt sau mediu se numără în topul clasamentului creat folosind metoda utilității globale. Conform ierarhiei de prevenire recomandate de Inspekția Muncii, se recomandă prioritar implementarea măsurilor de reducere a riscurilor la sursă, urmate de măsurile tehnico-organizatorice destinate concepției de barieră între sursa de risc și operatorul uman și numai în ultimă instanță implementarea de măsuri de tipul dotării operatorilor umani cu echipament individual de protecție⁵⁵. Astfel, deși sunt facil de implementat, ordinea de preferință a intervențiilor ergonomice este invers proporțională cu principiile de prevenție în domeniul SSM.

Totuși, prin analiza cu metoda utilității globale se justifică din punct de vedere managerial implementarea unor măsuri corective pentru a îmbunătăți condițiile la cele două locuri de muncă analizate.

B. Analiza cost-beneficiu

Analiza cost-beneficiu a fost realizată din prisma elementelor controlabile și cuantificabile la nivelul firmei. Așadar, s-au exclus costuri de tipul spitalizării sau a compensațiilor pentru incapacitatea temporară sau permanentă de muncă, deoarece acestea sunt acoperite de Casa Națională de Asigurări de Sănătate și, respectiv, de Casa Națională de Pensii. De asemenea – deși pare lipsită de umanitate o astfel de abordare – nu se pot lua în considerare costuri precum cheltuielile efectuate de operatorul uman pentru investigații ale stării sale de sănătate efectuate din proprie inițiativă ori costul pierderii vieții umane, dat fiind faptul că acestea sunt costuri evaluate la nivel de societate și nu fac obiectul unei analize cost-beneficiu la nivel de firmă.

Pentru analiza cost-beneficiu, estimarea costurilor implicate de implementarea variantelor de intervenții ergonomice a fost detaliată, fiind incluse costuri operaționale și de implementare a acestor intervenții. Tabelul 5.7 sintetizează analiza cost-beneficiu pentru cele 10 variante de investiții (intervenții ergonomice). De asemenea, sunt necesare următoarele precizări:

- Activitatea se desfășoară pe 2 schimburi, astfel că la locul de muncă "asamblare" sunt în total 4 operatori, iar la locul de muncă "lucrări speciale" sunt în total 8 operatori;
- În conformitate cu legislația în vigoare, angajatorul plătește doar primele 3 zile ale unui concediu medical, restul fiind suportat din Fondul Național Unic de Asigurări Sociale de Sănătate (FNUASS);
- Concediul medical exclusiv pentru accidente de muncă și boli profesionale se plătește în cuantum de 100% (cod 04);
- Biletele de tratament în stațiuni balneoclimaterice pentru recuperarea capacității de muncă și ameliorarea simptomelor bolilor profesionale sunt

⁵⁵<https://www.inspectiamuncii.ro/documents/66402/260278/Echipamentul+Individual+de+P+rotec%C5%A3ie/d7f59e01-ddaa-41c6-a4dc-11e1ff581170>

- decontate de Casa Națională de Pensii și au o durată de 12 zile de tratament (sejurul este de 16 zile);
- Între spațiul unde este amplasat locul de muncă "asamblare" și cel unde este amplasat locul de muncă "lucrări speciale" există o delimitare, existând o ușă care separă cele două zone. În consecință, pentru soluția de ventilare-exhaustare a aerului s-au făcut estimări pentru două spații (variantele V₆).

Tabelul 5.7 Analiza cost-beneficiu pentru variantele de intervenții ergonomice propuse în cazul firmei A

Varianta investițională	Cost economic net	Randamentul investiției
V ₁	20.427,79	4,68
V ₂	-19.179,92	0,58
V ₃	40.542,52	40,46
V ₄	74,25	1,02
V ₅	43.251,36	9,14
V ₆	4.141,36	1,09
V ₇	143.806,93	59,20
V ₈	53.560,81	2,00
V ₉	192.364,77	1,59
V ₁₀	-394.731,94	0,27

Privite strict din perspectivă economică, unele dintre intervențiile ergonomice propuse nu se justifică din punct de vedere al efortului financiar, acestea fiind cele eliminate în procesul decizional abordat tradițional. Cu toate acestea, așa cum demonstrează Dăscălescu (2010), o particularitate a investițiilor privind ergonomia și SSM este tocmai necesitatea de a orienta decizia înspre obținerea de beneficii dificil de cuantificat în termeni monetari, dar care generează plus-valoare pentru organizație și susțin abordarea sustenabilă a activităților lucrative. Spre exemplu, regândirea sistemului de ventilare și exhaustare din hala veche pentru a include toate spațiile de lucru și nu doar mașinile de debitat, găurit și cântuit generează condiții de muncă mai bune, cu un mediu fizic mult mai sigur pentru sănătatea lucrătorilor, însă presupune o investiție de valoare mare. Rezultatul este că beneficiile cuantificabile în termeni monetari depășesc marginal costurile investiției, randamentul investiției fiind 0,27. Interesant este că V₉, care se referă la construcția unei săli de mese cu spațiu de odihnă are un randament al investiției de 1,59 datorită faptului că firma A este producătoare de mobilier ergonomic, iar producția mobilierului necesar sălii de mese poate fi realizată într-o singură zi (având în vedere capacitatea de producție a firmei

A). Astfel, efortul financiar este mai redus decât cel pe care ar fi trebuit să îl suporte firma A dacă opera în altă industrie. În final, se poate concluziona că există argumente de ordin economico-financiar care să justifice intervențiile ergonomice, fiind astfel susținut din toate punctele de vedere demersul optimizării locurilor de muncă supuse analizei.

5.2.2. Cazul firmei B

Similar demersului realizat în cazul firmei A, analiza variantelor de intervenții ergonomice pornește de la sintetizarea în formă tabelară a acestor variante (tabelul 5.8). S-au considerat a fi prioritare intervențiile ergonomice referitoare la locurile de muncă unde s-au identificat criteriile cu scor 3 și 4 în urma analizei cu metoda RNUR.

Tabelul 5.8 Variantele de intervenție ergonomică luate în considerare pentru analiză

Varianta de intervenție ergonomică	Problema identificată	Soluția propusă	Aria de acțiune a intervenției
Intervenții ergonomice cu implementare pe termen scurt (intervenții urgente)			
V ₁	Absența unui container pentru colectarea deșeurilor metalice extrase de separatorul magnetic (generează șocuri sonore propagate la nivelul întregii hale)	Amplasarea și menținerea unui sistem de colectare a deșeurilor metalice, pentru a elimina șocurile sonore determinate de căderea deșeurilor direct pe paviment	Generală
	Expunerea la nivel ridicat de zgomot generat pe durata operării mărunțitorului de sticlă	Echiparea operatorilor umani cu căști de protecție pentru limitarea expunerii la zgomot și instruirea pentru utilizarea corectă a acestora	Loc de muncă "banda de sortare"
V ₂	Efectuarea de reparații prin pătrunderea unuia dintre operatori în zona de balotare a presei (în spațiul unde sunt presate recipientele PET)	Instruirea periodică a tuturor angajaților pentru a reduce riscurile de operare incorectă a utilajelor	Loc de muncă "presa PET"

	Containerele pot prezenta deformări, existând pericolul ca acestea să cadă de la înălțime din sistemul de prindere al presei; riscul cel mai mare este cel de accidentare a operatorilor presei	Verificarea periodică a containerelor și înlocuirea celor deteriorate	Loc de muncă "presa PET"
V ₃	Înălțimea prea mare la care este poziționat panoul de comandă al presei	Utilizarea unui înălțător/scară cu o singură treaptă pentru a elimina necesitatea adoptării de posturi incomode (cu brațul deasupra nivelului umărului) în timpul operării panoului de comandă	Loc de muncă "presa PET"
	Prezența unor șanțuri/denivelări în paviment pe traseul de manipulare a containerelor, cu risc de accidentare și efort sporit de manipulare	Astuparea denivelărilor din paviment și nivelarea pavimentului în întreaga hală (turnare șapă autonivelantă)	Loc de muncă "presa PET"
Intervenții ergonomice de normare (pe termen mediu)			
V ₄	Număr mare de mișcări/pași efectuați pentru alimentarea-evacuarea locului de muncă	Proiectarea unui sistem de alimentare-evacuare a locului de muncă (reorganizarea muncii)	Loc de muncă "presa PET"
	Munca în poziție ortostatică fără posibilitate de alternare cu alte posturi	Modificarea modului de organizare a zilei de lucru în vederea introducerii de pauze scurte (5-10 minute) pentru odihnă punând la dispoziția angajaților scaune pentru a sta jos	Generală
	Munca în posturi incomode, munca în poziție ortostatică	Permiterea și încurajarea practicării micropauzelor cu scop de relaxare a musculaturii; încurajarea efectuării de serii scurte de exerciții fizice pentru relaxarea grupelor de mușchi suprasolicitate în timpul muncii	Generală

	Munca în posturi incomode, munca în poziție ortostatică	Rotația pe diferite posturi a muncitorilor, la diferite perioade de timp (de exemplu, la două săptămâni)	Loc de muncă "presa PET"
	Expunerea la nivel ridicat de zgomot generat pe durata operării mărunțitorului de sticlă	Modificarea programului de lucru în vederea introducerii unor pauze de recuperare a capacității de muncă a operatorilor într-o zonă fără expunere la zgomot, suplimentar pauzei de masă	Loc de muncă "banda de sortare"
V ₅	Manipularea (tragere, împingere) de mase mari	Amplasarea unui container basculant, care ar permite deversarea automată a recipientelor PET în presă, eliminând complet necesitatea manipulării containerelor	Loc de muncă "presa PET"
V ₆	Expunerea la nivel ridicat de zgomot generat pe durata operării mărunțitorului de sticlă	Amplasarea unui ecran acustic în jurul mărunțitorului de sticlă (în zona benzii de sortare a deșeurilor) pentru reducerea zgomotului produs	Loc de muncă "banda de sortare"
V ₇	Munca în poziție ortostatică fără posibilitate de alternare cu alte posturi	Introducerea unor scaune înalte pentru uzul operatorilor la bandă	Loc de muncă "banda de sortare"
Intervenții ergonomice de re proiectare a locului de muncă (situația ideală, pe termen lung)			
V ₈	Sortarea presupune mișcări repetitive	Pentru eliminarea riscului ergonomic și sporirea eficienței procesului de sortare, se poate implementa un sistem complet automat de sortare a deșeurilor	Generală
V ₉	Dependenta condițiilor de microclimat de condițiile atmosferice din exterior	La nivelul întregii hale (zona C) se recomandă instalarea unui sistem de ventilare/condiționare a aerului	Generală

A. Analiza variantelor de intervenție ergonomică folosind metoda utilității globale

Respectând demersul metodologic propus, au fost introduse variantele de intervenție ergonomică (tabelul 5.9), în cazul fiecărei variante fiind definite caracteristicile conform celor trei criterii de evaluare: valoarea investiției (criteriu de minim), durata de implementare (criteriu de minim) și gravitatea consecințelor prevenite (criteriu de maxim). S-au asociat următorii coeficienți de importanță: valoarea investiției – 2, durata de implementare – 1 și gravitatea consecințelor prevenite – 3.

Tabelul 5.9 Elementele de intrare în matricea decizională pentru cazul firmei B

	min	min	max
Alternative decizionale	Valoarea investiției (lei)	Durata de implementare (ani)	Gravitatea consecințelor prevenite
V ₁	685,00	0,08	4
V ₂	1.440,00	0,24	5
V ₃	13.325,00	0,5	3
V ₄	1.150,00	1	3
V ₅	6.600,00	1	4
V ₆	5.623,00	1	4
V ₇	7.920,00	2	3
V ₈	5.000.000,00	5	2
V ₉	95.196,00	6	1
Coeficienți de importanță	2	1	3

S-a reconstruit matricea decizională (tabelul 5.10), acest pas fiind urmat de calculul funcțiilor de utilitate ale variantelor de intervenții ergonomice în vederea stabilirii ordinii de preferință pentru investițiile propuse (tabelul 5.11).

Tabelul 5.10 Matricea decizională – firma B

Alternative decizionale	Valoarea investiției	Durata de implementare (ani)	Gravitatea consecințelor
V ₁	1	1	0,75
V ₂	0,99985	0,97	1
V ₃	0,99747	0,93	0,50
V ₄	0,99991	0,84	0,50
V ₅	0,99882	0,84	0,75
V ₆	0,99901	0,84	0,75
V ₇	0,99855	0,68	0,50
V ₈	0	0,17	0,25
V ₉	0,98110	0	0
Coeficienți de importanță	0,33	0,17	0,50

Tabelul 5.11 Ordinea de preferință a variantelor de intervenții ergonomice propuse pentru firma B

Alternative	Valori
f(V ₂)	0,99544516
f(V ₁)	0,875
f(V ₆)	0,84876985
f(V ₅)	0,84870471
f(V ₃)	0,73733289
f(V ₄)	0,72406809
f(V ₇)	0,69546355
f(V ₉)	0,32703174
f(V ₈)	0,15315315

Analiza utilizând metoda utilității globale a demonstrat că în cazul firmei B variantele de intervenții ergonomice urgente și cele cu implementare pe termen mediu sunt preferate în detrimentul investițiilor pe termen lung. Dat fiind faptul că gravitatea consecințelor problemei adresate de respectiva intervenție ergonomică a avut criteriul de importanță cu valoarea cea mai mare (3), ordinea de preferință a intervențiilor a fost evident influențată de acest factor. Este necesar a se sublinia că ordinea de preferință a variantelor analizate ar prioritiza măsurile de intervenție la nivelul operatorului uman înaintea celor care reduc expunerea la sursă (se face referire aici

la expunerea operatorilor de la banda de sortare la nivel de zgomot care depășește limita maximă admisă stipulată în legea nr. 319/2006). Se observă, astfel, același raport invers proporțional între preferința din punct de vedere economic și logica prevenției propusă de Inspekția Muncii.

B. Analiza cost-beneficiu

Pentru analiza cost-beneficiu, se fac următoarele precizări metodologice:

- Activitatea se desfășoară pe 2 schimburi, astfel că la locul de muncă "banda de sortare deșeuri" sunt în total 12 operatori, iar la locul de muncă "presa de balotat PET" sunt în total 4 operatori;
- În conformitate cu legislația în vigoare, angajatorul plătește doar primele 3 zile ale unui concediu medical, restul fiind suportat din Fondul Național Unic de Asigurări Sociale de Sănătate (FNUASS);
- Concediul medical exclusiv pentru accidente de muncă și boli profesionale se plătește în cuantum de 100% (cod 04);
- Biletele de tratament în stațiuni balneoclimaterice pentru recuperarea capacității de muncă și ameliorarea simptomelor bolilor profesionale sunt decontate de Casa Națională de Pensii și au o durată de 12 zile de tratament (sejurul este de 16 zile).

Cele 9 variante de investiții (intervenții ergonomice) au fost analizate din prisma costurilor implicate și a beneficiilor cuantificate în termeni monetari, rezultatele fiind prezentate în tabelul 5.12.

Tabelul 5.12 Analiza cost-beneficiu pentru variantele de intervenții ergonomice propuse în cazul firmei B

Varianta investițională	Cost economic net	Randamentul investiției
V ₁	18.930,00	14,82
V ₂	9.045,90	2,56
V ₃	-14.882,08	0,45
V ₄	28.108,96	25,44
V ₅	-77.738,79	0,47
V ₆	14.677,00	3,61
V ₇	19.024,22	3,40
V ₈	-4.160.244,62	0,08
V ₉	-347.133,94	0,29

În cazul firmei B, variantele de investiții se dovedesc a fi mult mai puțin rentabile, costurile asociate anumitor intervenții fiind foarte mari. Cu toate acestea, soluționarea unor probleme precum denivelările și șanțurile formate în paviment pe traseul de transport al containerelor de la intrare și până în zona de operare a preseii de balotare PET reprezintă deopotrivă o problemă de securitate în muncă dar și de periclitare a sănătății operatorilor. Astfel, în ciuda unui cost economic net negativ, această intervenție ergonomică nu suportă amânare și își justifică importanța atât prin conformarea cu prevederile legislative (care presupun sancțiuni pentru refuzul de a remedia un astfel de risc) cât și prin reducerea efortului de manipulare și îmbunătățirea condițiilor de muncă, efectele fiind vizibile în sfera performanței și calității vieții profesionale a operatorilor umani.

De asemenea, varianta investițională V₉ presune o rentabilitate redusă, însă pe termen lung se realizează crearea unui microclimat adecvat și se poate reduce riscul expunerii la agenți biologici, beneficiile fiind dificil de cuantificat în termeni monetari. Având în vedere că evaluarea riscului de expunere la agenți biologici nu a făcut obiectul prezentei cercetări, nu s-a putut determina măsura în care acest risc periclitează sănătatea operatorilor umani și nici dimensiunea beneficiilor obținute prin eliminarea acestui risc.

5.3. Evaluarea nivelului de dezvoltare a ergonomiei în cele două sisteme de muncă analizate

Întregul demers de concepție a unor intervenții ergonomice (prezentat în capitolul 4), suplimentat prin fundamentarea deciziei privind intervențiile ergonomice propuse (subcapitolele 5.1 și 5.2) reprezintă analize statice ale sistemelor de muncă. Această metodologie oferă o imagine complexă și aprofundată a stării de fapt existente la data realizării cercetărilor doctorale. Pentru a suplini această limită a demersului de cercetare, se propune în continuare o analiză dinamică a sistemelor de muncă ce fac obiectul prezentei cercetări doctorale, folosind „Ergonomics Development Level Assessment Sheet” dezvoltat de Mocan (2020). „Ergonomics Development Level Assessment Sheet” (în traducere liberă: Instrument de Evaluare a Nivelului de Dezvoltare a Ergonomiei - IENDE) este un instrument dezvoltat folosind programul de calcul tabelar Microsoft Excel, care se bazează pe un chestionar constituit din 43 de întrebări grupate în cinci capitole, respectiv 11 subcapitole (Mocan, 2020):

1. Strategie și îmbunătățire
 - 1.1 Viziune și strategie
 - 1.2 Îmbunătățire continuă
2. Training și educație
 - 2.1 Training referitor la ergonomia locului de muncă
 - 2.2 Evaluarea cunoștințelor privind ergonomia locului de muncă
 - 2.3 Procesul educațional al ergonomiei participative
3. Evaluarea accidentelor de muncă
 - 3.1 Procesul de evaluare al accidentelor de muncă
 - 3.2 Procesul de revenire la locul de muncă post accidentare

4. Evaluarea locului de muncă
 - 4.1 Evaluare funcțională
 - 4.2 Evaluarea de risc
5. Design de produs și proces
 - 5.1 Design de produs
 - 5.2 Design de proces

IENDE se dorește a fi un instrument de bază în procesul de audit al modelului de maturitate (strategia) ergonomiei, oferind un sumar al statusul organizației privind cele 5 elemente (capitole). Mai mult, instrumentul permite identificarea ariilor de îmbunătățire și algoritmi de urmat pentru atingerea obiectivelor (Mocan, 2020).

În continuare, se vor prezenta rezultatele obținute prin analiza cu IENDE a firmelor A și B.

Tabelul 5.13 Rezultatul evaluării gradului de maturitate al ergonomiei în firmele A și B

	Scor total	Scor total exprimat procentual	Conform	Neconform	Clasificare
Firma A	35	47%	16	27	B
Firma B	34	46%	15	28	B

Tabelul 5.13 conține rezultatele obținute prin analiza cu IENDE. Pornind de la interpretarea oferită de Mocan (2020), se poate observa că ambele firme sunt clasificate în categoria B, fapt care denotă că există conformare cu elementele de bază privind SSM și ergonomia, însă există deficiențe care compromit eficiența și pot periclita capacitatea de a acoperi nevoile angajaților. În consecință, este necesar un plan de acțiune pentru remedierea problemelor, asigurându-se concomitent cu acesta și acoperirea nevoile afacerii și ale clienților săi.

Referitor la firma A, figura 5.4 indică o nevoie stringentă de training și educație

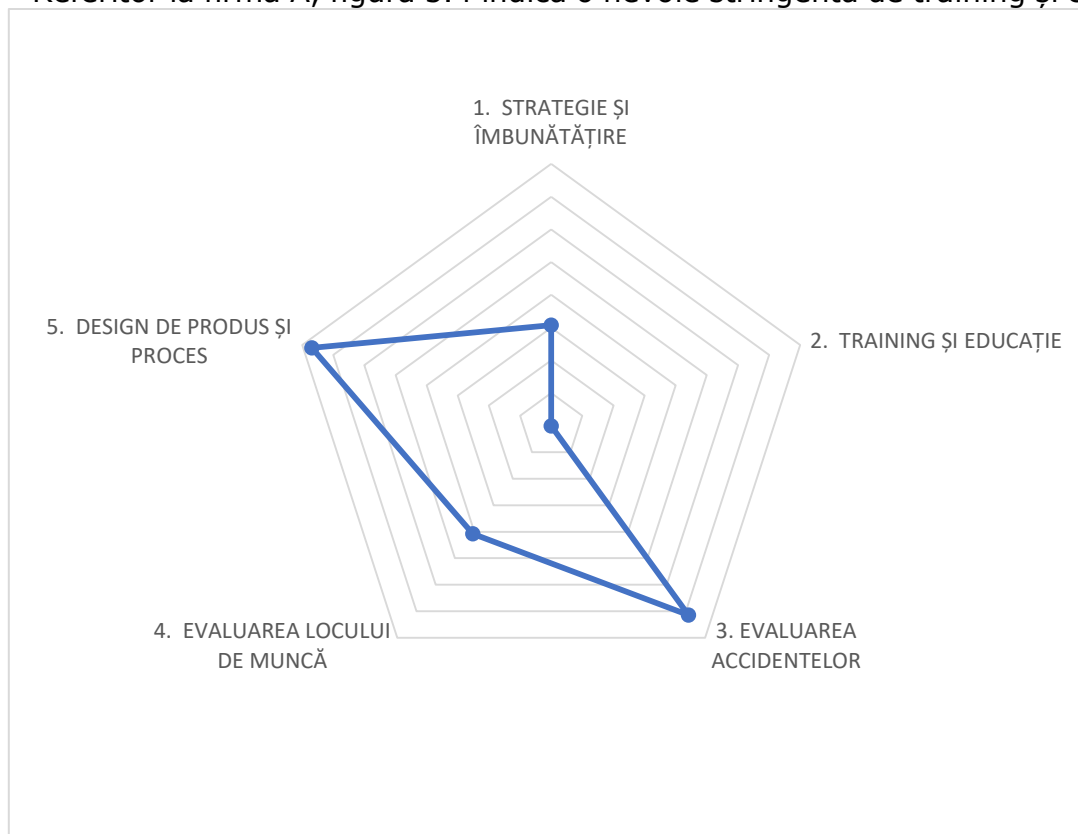


Figura 5.4 Distribuția scorurilor asociate celor 5 capitole ale IENDE – firma A

În domeniul ergonomiei, fiind necesare acțiuni de îmbunătățire și în privința unei strategii de implementare a principiilor ergonomice și introducerea unor proceduri de evaluare și îmbunătățire continuă. Aceste observații susțin intervențiile ergonomice propuse, întrucât adoptarea modelului teoretico-aplicativ prezentat în capitolul 4 permite o abordare proactivă prin reiterarea periodică a procedurilor de evaluare a sistemului de muncă având ca principale obiective îmbunătățirea continuă a sistemului de muncă și înalta calitate a vieții profesionale a angajaților.

Suplimentar măsurilor corective constituite în variante de intervenții ergonomice, **se propune concepția unui program de conștientizare și propagandă în domeniul ergonomiei, care să conducă la integrarea în cultura organizațională a principiilor ergonomiei și a unor proceduri standardizate privind abordările proactive ale riscurilor la locul de muncă.** De asemenea, **recompensarea managerilor și a angajaților care aduc contribuții semnificative la implementarea cu succes a principiilor ergonomiei în activitatea curentă ar trebui să devină o bună practică introdusă în strategia generală a organizației.** Toate progresele în domeniul ergonomiei pot fi evaluate periodic (fiind și recomandat astfel) pentru a asigura bunul mers și succesul acestei inițiative.



Figura 5.5 Distribuția scorurilor asociate celor 5 capitole ale IENDE - firma B

În cazul firmei B, figura 5.5 reflectă deficiențele semnificative pe care Deponeul G le are în privința unei strategii și a procesului de îmbunătățire continuă, a training-ului și educației în domeniul ergonomiei, precum și privind integrarea ergonomiei în procesele organizaționale. Aceste deficiențe sunt principalele cauze pentru care există inclusiv probleme referitoare la securitatea operatorilor umani în executarea sarcinilor de muncă (de exemplu, faptul că se folosesc la presa de balotat PET containere cu deformări, care nu se mai fixează corespunzător în sistemul de elevare și debarasare în presă, existând situații în care aceste containere au căzut de la înălțime expunând operatorii la riscul de accidente grave). Având în vedere că scorul general este similar celui obținut în cazul firmei A, și în cazul firmei B se justifică implementarea de proceduri standardizate în domeniul ergonomiei, coroborate cu un program de conștientizare și propagandă în domeniile SSM și ergonomie (programul adresându-se deopotrivă managerilor de la toate nivelurile și executanților).

5.4. Considerente finale. Implicațiile modelului propus pentru fundamentarea deciziei privind intervenția ergonomică

Plecând de la premisa că propunerile de intervenții ergonomice necesită fundamentare economico-financiară pentru justificarea implementării lor, capitolul 5 prezintă cercetările efectuate în cazul firmelor A și B din perspectivă economico-financiară. Astfel, pe baza metodei utilității globale și a analizei cost-beneficiu s-au

analizat toate propunerile de intervenții ergonomice pentru cele două firme, observându-se dacă acestea se justifică sau nu din punct de vedere al efortului financiar reclamat de fiecare intervenție în parte. Totuși, acest exercițiu de evaluare economico-financiară a fost tratat cu precauție, întrucât investițiile în ergonomie și SSM au un caracter special, ele dovedindu-și utilitatea prin beneficii imposibil de cuantificat în termeni monetari. Așadar, din acest punct de vedere, concluziile capitolului 5 nu includ o variantă optimă de intervenție ergonomică pentru fiecare firmă în parte, ci descriu implicațiile financiare ale intervențiilor ergonomice. Totodată, în acest capitol s-a fundamentat o ordine de preferință pentru implementarea acestor intervenții ergonomice.

În mod paradoxal, deși măsurile de intervenție corective sunt destinate îmbunătățirii condițiilor de muncă și a performanțelor sistemului de muncă, există riscul reapariției acestora sau a apariției unor riscuri noi imposibil de estimat la data efectuării prezentei cercetări. Această situație se poate preveni prin integrarea în cultura organizațională a atitudinii proactive în raport cu riscurile de accidentare și îmbolnăviri profesionale, precum și dezvoltarea unei culturi a securității și sănătății în muncă. Astfel, este necesară definirea unui program de conștientizare privind managementul ergonomiei, adresat tuturor angajaților. Acest program presupune formarea lucrătorilor și a managerilor direcți (supervizori, maiștri, șefi de schimb) dezvoltând cunoștințele și competențele necesare aplicării principiilor ergonomiei în desfășurarea activității lor. În plus, pentru reușita unui program de conștientizare, sunt necesare materiale informaționale puse în permanență la dispoziția și vederea angajaților.

Întreg demersul propus în capitolele 4 și 5 nu este deloc întâmplător, acesta fiind inspirat de Toolkit-ul de ergonomie participativă pentru sănătatea totală a lucrătorilor propus de NIOSH. Protocolul de implementare a unui astfel de toolkit presupune parcurgerea a 7 pași (Nobrega et al., 2017):

- Identificarea problemelor și factorilor agravanți
- Dezvoltarea obiectivelor și activităților
- Determinarea criteriilor de selecție
- Aplicarea criteriilor de selecție
- Ierarhizarea, selecția alternativelor de intervenție
- Planificarea și implementarea intervenției
- Monitorizarea și evaluarea intervenției.

Având în vedere faptul că NIOSH propune un toolkit bazat pe ergonomia participativă datorită beneficiilor aduse de o astfel de abordare⁵⁶, se justifică metodologia propusă în prezenta cercetare doctorală care a implicat consultări cu șefii de schimb și responsabili SSM din firmele analizate, colaborări interdisciplinare (pentru determinarea parametrilor mediului fizic de muncă) și organizarea unui focus grup pentru validarea criteriilor de analiză economico-financiară.

Pornind de la principiile sănătății totale a lucrătorilor și cele ale îmbunătățirii continue (inspirate din managementul calității) este necesară implementarea unor bune practici de evaluare periodică a locurilor de muncă și abordarea proactivă a

⁵⁶ <https://www.uml.edu/Research/CPH-NEW/Healthy-Work-Participatory-Program/default.aspx>

riscurilor. Scopul final este acela de a trece de la cerințele minimale impuse de legislația în vigoare la implementarea cu succes a principiilor ergonomiei în activitatea curentă a firmei. Întreg acest proces de maturitate a ergonomiei în cadrul firmei poate fi evaluat și susținut prin instrumentul IENDE propus de Mocan (2020). În cadrul acestui capitol s-a realizat o primă evaluare a celor două firme folosind IENDE, dezideratul fiind evaluarea periodică a celor două firme pentru determinarea progresului făcut în integrarea ergonomiei în strategia, dar și în practica curentă a fiecăreia dintre firme.

În acest context, modelul de fundamentare a deciziilor privind investițiile în intervenții ergonomice pentru creșterea bunăstării la locul de muncă propus în prezenta cercetare doctorală poate fi adoptat ca metodologie de sine stătătoare pentru îmbunătățirea continuă a sistemului de muncă.

6. CONCLUZII GENERALE. CONTRIBUȚII PERSONALE. DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

6.1. Concluzii generale

6.1.1. Bilanț al cercetărilor bibliografice (capitolele 1 și 2)

1. La nivel național, cadrul de manifestare al ergonomiei ca domeniu de cercetare și profesie a fost marcat de un impuls semnificativ dat de introducerea profesiei de ergonomist în Clasificarea Ocupațiilor din România și elaborarea standardului ocupațional asociat (în 2017) și de înființarea, în anul 2019, a Societății pentru Ergonomia și Managementul Mediului de Lucru (ErgoWork).
2. Respectarea normelor și principiilor ergonomiei la locul de muncă nu are caracter obligatoriu în România, legislația națională fiind limitată la impunerea unor cerințe minimale privind SSM. În consecință, se observă lipsa acută a practicii ergonomice în cadrul organizațiilor, datele statistice indicând o incidență mare a bolilor profesionale și accidentărilor la locul de muncă.
3. EU-OSHA s-a remarcat prin eforturile constante de a centraliza principalele probleme cu care se confruntă firmele din UE și prin campaniile de informare și conștientizare privind importanța ergonomiei și a SSM. Este necesar a se menționa că EU-OSHA a desfășurat în anul 2019 cea de-a treia ediție a "Sondajului european în rândul întreprinderilor privind riscurile noi și emergente" (ESENER), acesta fiind un valoros barometru al stadiului de evoluție a ergonomiei în UE.
4. Implementarea pe scară redusă a ergonomiei în activitatea curentă a organizațiilor a condus, alături de alți factori, la plasarea României pe ultimul loc din UE în Indexul Progresului Social (cu un scor de 78,41/100), demonstrând că există lacune majore în generarea bunăstării sociale și profesionale a românilor. În acest context, conceptul de calitate a vieții profesionale devine o dimensiune important de cuantificat atât la nivel social, cât și la nivelul performanțelor organizaționale.
5. Studiul bibliografic referitor la rolul ergonomiei în asigurarea calității vieții profesionale a condus la concluzia că, deși insuficient studiate, intervențiile ergonomice orientate înspre creșterea bunăstării profesionale a lucrătorilor s-au dovedit a aduce beneficii reale pentru firmele care au decis implementarea lor. Astfel, s-a conturat premisa că implementarea unor intervenții ergonomice sporește productivitatea și eficiența sistemului de muncă, generând în același timp și beneficii cu reverberații în cultura organizațională și valoarea de piață a organizației.
6. Cercetările privind efectele negative ale AMS de natură profesională indică o reducere a calității vieții lucrătorilor prin limitarea capacității de muncă și reducerea speranței de viață sănătoasă. Debutul pandemiei de Covid-19, prin

- restricțiile sanitare impuse cu scopul reducerii răspândirii bolii, a generat o adâncire a acestei probleme.
7. Deși AMS sunt afecțiuni generate multifactorial, există în literatura de specialitate dovezi privind legătura dintre solicitările produse de factori biomecanici la locul de muncă și diagnosticarea AMS ca boli profesionale.
 8. Principalele tipuri de solicitări posturale care pot conduce la apariția unor forme acute sau cronice ale AMS sunt munca în condiții dificile, munca repetitivă, munca statică și munca sedentară. AMS reprezintă a doua cea mai frecvent raportată categorie de boli profesionale în UE, după cancer.
 9. Pentru gestionarea în mod eficient a riscurilor ergonomice (definite ca fiind categoria de riscuri generatoare de AMS), este necesară înțelegerea mecanismelor de producere a durerii și suprasolicitare a unei pârgii osoase, aceste procese fiind descrise detaliat în subcapitolul 2.3.
 10. Există diverse abordări pentru limitarea apariției AMS la locul de muncă, cele mai importante fiind educația și programele de conștientizare, alternarea posturilor și micropauzele, reabilitarea posturală și introducerea unor echipamente și instrumente care să compenseze capacitatea de muncă pierdută o dată cu instalarea simptomelor asociate AMS. În ceea ce privește reabilitarea, aceasta se poate realiza (în funcție de gravitatea situației) prin reabilitare medicală, reabilitare vocațională și reabilitare socială.
 11. Din multitudinea de metode și mijloace de evaluare a riscurilor ergonomice, s-au prezentat principalele metode de investigare consacrate în practica ergonomică: CERA, Chestionarul nordic standardizat, metoda NIOSH, OCRA, OWAS, REBA, ROSA și Toolkit-ul de ergonomie participativă pentru sănătatea totală a lucrătorilor. Având în vedere rapida evoluție tehnologică, s-a considerat necesară realizarea unui inventar de instrumente software pentru evaluarea riscurilor ergonomice, unele dintre acestea folosind tehnologii de actualitate, cum este inteligența artificială.

6.1.2. Bilanțul metodologic al cercetărilor doctorale

Ca urmare a cercetărilor realizate se prezintă în continuare un bilanț metodologic care demonstrează utilitatea cercetărilor și facilul transfer în practica organizațiilor. Acest bilanț metodologic este bazat pe o abordare analitică formată din trei etape majore:

1. Etapa de investigare a sistemului de muncă pe baza metodologiei propuse în capitolul 3, constând în vizita *in situ* pentru discuția preliminară cu managerii, șefii de schimb și responsabilul SSM, dar și pentru înțelegerea contextului de cercetare prin metoda observației. Aceasta este urmată de o a doua vizită pentru efectuarea măsurărilor de zgomot, iluminat, microclimat și pulberi în suspensie, precum și pentru înregistrarea în format video a modului de execuție a sarcinilor de muncă în vederea analizării riscurilor ergonomice;
2. Etapa de concepție a intervențiilor ergonomice, având ca punct de plecare analiza datelor colectate în cursul vizitelor la locurile de muncă vizate. Această etapă constă în prelucrarea și interpretarea măsurărilor privind mediul fizic de muncă, analiza riscurilor ergonomice folosind instrumentul software ergoIA și o analiză generală a locurilor de muncă prin metoda RNUR. Pe baza

rezultatelor obținute se propun măsuri de intervenție corective, adresate reducerii riscurilor identificate și optimizării locurilor de muncă.

3. Fundamentarea economico-financiară (folosind metoda utilității globale și analiza cost-beneficiu) și strategică a intervențiilor ergonomice propuse (folosind instrumentul IENDE propus de Mocan (2020)).



Figura 6.1 prezintă schematic Modelul de Intervenție Ergonomică (MIE), care este rezultatul parcurgerii etapelor prezentate mai sus. Întregul demers are în fundal pe de o parte legislația în domeniul SSM și standardele naționale și internaționale referitoare la SSM și la determinările parametrilor mediului fizic, iar pe de altă parte ghiduri, proceduri și standarde interne referitoare la ergonomie. Sinteza acestora este realizată în capitolul 3. **MIE se desprinde ca o concluzie generală a cercetărilor doctorale, modelul constituind un instrument validat și general aplicabil pentru concepția și implementarea intervențiilor ergonomice, indiferent de dimensiunea organizației sau complexitatea locurilor de muncă analizate.**

Modul de concepție a MIE este aliniat cu principiile NIOSH privind Toolkit-ul de ergonomie participativă pentru sănătatea totală a lucrătorilor. În fapt, există o serie de elemente comune celor două metodologii, întrucât ambele generează reverberații în cultura organizațională prin implicarea tuturor părților afectate de implementarea respectivei intervenții ergonomice, precum și prin colaborări interdisciplinare pentru concepția intervenției ergonomice. Astfel, MIE nu este un instrument de audit ori de evaluare a riscurilor de accidentare sau îmbolnăvire profesională, ci reprezintă un

Figura 6.1 Modelul de intervenție ergonomică (MIE)

ansamblu de metode și mijloace de culegere și interpretare a diverselor categorii de informații, toate puse în slujba demersului de corecție și optimizare a sistemului de muncă pentru a asigura un nivel cât mai ridicat al calității vieții profesionale a angajaților.

Un audit al SSM, indiferent dacă se referă la un loc de muncă sau la întreaga organizație, își propune o analiză obiectivă și documentată a situației existente la un moment dat și conformarea cu normele și standardele în vigoare (Darabont et al., 2002). Moraru (2016) arată că aplicarea standardelor privind SSM nu asigură

integrarea SSM și a ergonomiei în procesele decizionale, iar implementarea unui sistem de management nu creează în mod obligatoriu o cultură a SSM. MIE se deosebește de un audit SSM prin abordarea integratoare și vastă, scopul fiind acela de a crea premisele dezvoltării unei strategii organizaționale privind ergonomia și sprijinirea atingerii obiectivelor asociate pe tot parcursul acestui proces complex. Se impune mențiunea că **MIE este orientat înspre îmbunătățirea continuă a sistemului**, astfel că acest model se poate folosi pentru evaluarea periodică a sistemului de muncă, **fiind un model care susține analiza dinamică a sistemului de muncă**.

6.1.3. Bilanț al cercetărilor aplicative (capitolele 4 și 5)

MIE a fost validat prin parcurgerea sistematică a celor trei etape pentru analiza locurilor de muncă din cadrul a două firme care operează în județul Timiș.

În cazul firmei A, care activează în industria producătoare de mobilier ergonomic, riscurile proprii mediului fizic de muncă identificate au fost expunerea la zgomot (în special, șocuri sonore), imisii de praf în cantități cu variabilitate mare, manipularea manuală a maselor și posturi incomode (torsiuni, aplecări, răsuciri ale trunchiului). S-a constatat conformarea cu normele legislative în vigoare, însă lacunele legislative au permis apariția anumitor riscuri care sunt problematice din prisma expunerii pe o perioadă lungă de timp (ani). Ținând cont de absența unei abordări proactive/preventive privind riscurile, s-au conturat premisele concepției unor intervenții ergonomice majore, cu implementare pe termen lung, adițional celor referitoare la corecția deficiențelor identificate. Din punct de vedere economico-financiar, majoritatea intervențiilor propuse au un randament al investiției mai mare decât 1, astfel că sunt justificate spre implementare din toate punctele de vedere.

Referitor la firma B, care prestează servicii de salubritate în zona de vest a țării, analiza a făcut referire la hala de sortare deșeurilor reciclabile a deponiei ecologice G. S-a constatat că există o mare varietate a riscurilor la care sunt expuși operatorii, inclusiv abateri de la legislația națională privind SSM. Astfel, au fost concepute intervenții ergonomice urgente, destinate remedierii unor probleme precum: expunerea la niveluri de zgomot care depășesc semnificativ valoarea de expunere maximă de 85 dB, riscul de accidentare provenit din căderea de la mare înălțime (din sistemul de elevare) a containerelor care prezintă deformări, sau prezența unor denivelări și șanțuri în paviment pe traseul de manipulare manuală a containerelor încărcate cu recipiente PET (risc de împiedicare, suprasolicitarea sistemului osteo-articular în timpul manipulării). De asemenea, s-au propus intervenții de normare (cu implementare pe termen mediu), dar și intervenții ergonomice care vizează reconcepția locului de muncă. Datorită faptului că o parte din intervențiile ergonomice propuse presupun investiții mari, randamentul acestor investiții nu le justifică din punct de vedere economic. Cu toate acestea, nu s-a pierdut din vedere faptul că în cazul intervențiilor ergonomice randamentul investiției nu reprezintă un argument în decizia de a nu implementa respectiva intervenție, beneficiile obținute generând frecvent efecte care nu pot fi cuantificate în termeni monetari.

În concluzie, MIE a servit la identificarea abaterilor de la normele legislative privind riscurile de expunere la agenți din mediul fizic de muncă (zgomot, iluminat neadecvat, emisii de pulberi peste limitele maxim admise), a solicitărilor posturale la care sunt expuși operatorii în îndeplinirea sarcinilor de muncă, dar și a deficiențelor

de organizare a muncii. În consecință, s-au putut formula măsuri corective și de optimizare adresate diverselor probleme identificate, acestea constituind variante decizionale care au făcut obiectul ultimei etape a MIE. Astfel, variantele de intervenții ergonomice au fost analizate pentru fundamentarea economico-financiară a deciziei privind intervențiile ergonomice propuse. În final, s-a radiografiat și nivelul de maturitate al strategiei privind ergonomia în cele două firme.

6.2. Limitări metodologice și practice

Se impune o privire critică asupra cercetărilor aplicative desfășurate de-a lungul programului doctoral. Astfel, **o limitare practică** este definită de imposibilitatea de a extrapola concluziile cercetărilor aplicative pentru alte organizații sau la nivel de industrie, acestea fiind strict valabile pentru situația la momentul efectuării cercetărilor în cele două firme.

De asemenea, **din punct de vedere metodologic**, se recomandă tratarea cu precauție a rezultatelor analizei destinate fundamentării economico-financiare a intervențiilor ergonomice, deoarece atât metoda utilității globale cât și analiza cost-beneficiu sunt sensibile la valorile atribuite diverselor elemente considerate în calculul parametrilor vizati. Altfel spus, dacă s-ar selecta alte criterii de analiză sau s-ar alocă alte valori coeficienților de importanță, ordinea de preferință rezultată din analiza cu metoda utilității globale s-ar putea modifica. În ceea ce privește analiza cost-beneficiu, se impune mențiunea că nu există consens privind metodologia de calcul a costurilor și beneficiilor, existând posibilitatea obținerii altor valori pentru costul economic net și randamentul investiției în funcție de metodologia de calcul selectată.

6.3. Contribuții personale

În cadrul programului doctoral, cercetările asupra referențialului bibliografic, cele teoretice și cele aplicative s-au remarcat prin numeroase contribuții personale, după cum urmează:

1. Contribuții personale în planul cercetărilor asupra referențialului bibliografic (reflectate de conținutul capitolelor 1 și 2)

- a. Cartografierea nivelului de manifestare a științei și practicii ergonomiei în spațiul românesc și la nivelul UE, precum și relevarea principalilor contributori la această evoluție.
- b. Definirea argumentată a rolului major pe care ergonomia îl joacă în atingerea obiectivelor privind calitatea vieții profesionale a lucrătorilor și implicațiile pe care pandemia de Covid-19 le-a avut în deteriorarea bunăstării la locul de muncă.
- c. Sinteza conexiunilor dintre ergonomia fizică și riscurile profesionale, prin dezvoltări conceptuale și argumentarea logică a implicațiilor riscurilor ergonomice asupra performanțelor sistemului de muncă.
- d. Dezvoltarea și argumentarea din perspectiva interdisciplinarității a managementului riscurilor ergonomice. De la concepte de biomecanică și fiziologie, la noțiuni de medicină de recuperare, subcapitolul 2.3 oferă o

abordare cuprinzătoare privind geneza și gestiunea riscurilor ergonomice și a AMS.

- e. Inventarul metodelor și mijloacelor de investigare a riscurilor ergonomice, pentru a facilita înțelegerea perspectivei practicienilor asupra managementului riscurilor ergonomice.
- f. **Premieră în sinteza mijloacelor moderne de evaluare a riscurilor ergonomice**, plecând de la ideea că practica ergonomică se bazează într-o măsură tot mai mare pe mijloace inovatoare de design al locului de muncă și evaluare a riscurilor ergonomice. Astfel, în subcapitolul 2.4. se prezintă diverse instrumente software care permit nu numai evaluarea riscurilor ergonomice, ci și simulări care să sprijine concepția de intervenții ergonomice cu eficiență ridicată în implementare.
- g. Identificarea breșei de cercetare pornind de la concluziile desprinse din studiul referențialului bibliografic. Astfel, deși în literatura de specialitate există un număr semnificativ de cercetări teoretice și aplicative privind intervențiile ergonomice, acestea se caracterizează prin metodologii limitate la anumite categorii de riscuri sau profesii, identificându-se o lacună majoră privind concepția unor metodologii cuprinzătoare și versatile de intervenție ergonomică.

2. Contribuții personale în planul cercetărilor teoretice (reflexate de conținutul capitolului 3)

- Inventar de metode și mijloace de investigare a riscurilor proprii mediului fizic de muncă, finalizat prin propunerea unei metodologii de investigare a parametrilor mediului fizic de muncă.
- Descrierea modului de evaluare a riscurilor ergonomice prin intermediul unui instrument software de ultimă generație, bazat pe inteligența artificială.
- **Dezvoltări metodologice creative, modelul teoretico-aplicativ propus pentru intervenția ergonomică fiind rezultatul inovării prin combinare.**

3. Contribuții personale în planul cercetărilor aplicative (după cum au fost descrise în capitolele 4 și 5)

- Efectuarea de cercetări *in situ* în cadrul a două companii care operează în industrii diferite, realizându-se validarea modelului teoretico-aplicativ propus. Cercetările s-au efectuat în perioada pandemiei de Covid-19, creându-se un context de cercetare unic din prisma provocărilor ridicate de restricțiile sanitare impuse la nivel național.
- Colaborări interdisciplinare pentru realizarea cercetărilor aplicative, după cum urmează:
 - o Laboratorul de Analize de Combustibili, Investigații Ecologice și Dispersia Noxelor pentru efectuarea măsurărilor de zgomot, iluminat, microclimat și pulberi în suspensie;
 - o Institutul de Biomecanică din Valencia pentru utilizarea instrumentului software ergoIA în vederea analizei riscurilor ergonomice;

- Specialiști din domeniul ergonomiei și SSM pentru organizarea focus grupului destinat validării criteriilor de analiză economico-financiară.
- Validarea unei metodologii complexe de concepție și implementare a intervențiilor ergonomice în sisteme de producție.

6.4. Direcții viitoare de cercetare

Pornind de la concluziile cercetărilor doctorale, precum și de la deziderate de cercetare nerealizate în cadrul programului doctoral, se conturează o serie de direcții viitoare de cercetare:

- 1) Implementarea MIE pentru analiza dinamică a sistemelor de muncă, coroborată cu creșterea fidelității datelor obținute din cercetările aplicative prin efectuarea de măsurători periodice (6-12 luni), având drept scop culegerea de date pentru fundamentarea unor intervenții ergonomice majore, orientate înspre reproiectarea locurilor de muncă din perspectiva proactivă (eliminarea riscurilor la sursă);
- 2) Analiza economico-financiară a intervențiilor ergonomice bazată pe analiza în dinamică a sistemelor de muncă;
- 3) Continuarea cercetărilor privind evaluarea intervenției ergonomice prin validarea MIE la alte locuri de muncă și în alte industrii;
- 4) Generarea de mutații în sfera culturii organizaționale prin concepția de bune practici, proceduri și standarde interne care să susțină comportamentul preventiv și integrarea ergonomiei în strategia organizației;
- 5) Extinderea sferei de aplicabilitate a intervențiilor ergonomice prin colaborarea cu medici de medicina muncii și specialiști în recuperare medicală pentru concepția unor intervenții ergonomice adresate lucrătorilor suferinzi de AMS;
- 6) Dezvoltarea unei variante particularizate a MIE, cu aplicabilitate în sfera ergonomiei cognitive. Gradul crescând de automatizare și robotizare a locurilor de muncă aduce cu sine o varietate de riscuri emergente, dificil de previzionat, fiind necesare cercetări aplicative privind contribuția ergonomiei cognitive la concepția de intervenții ergonomice care să reducă aceste riscuri.

BIBLIOGRAFIE

1. Antonescu, O. R., Silisteanu, A. E., Racheriu, M., & Szakács, J. (2021). Emotionality and Quality of Life in Patients with Musculoskeletal Disorders. *Physical Therapy*, 1(3), 4.
2. Asahi, M. G., Briganti, D., Cam, E., & Seffinger, M. A. (2020). The Role of Musculoskeletal Disorders in Chronic Disease: A Narrative Review. *Journal of Osteopathic Medicine*, 120(10), 665-670.
3. ASRO (2014). SR EN 12341:2014 "Calitatea aerului. Metodă standardizată de măsurare gravimetrică pentru determinarea fracției masice de PM10 sau PM2,5 a particulelor în suspensie".
4. ASRO (2009). SR EN ISO 9612:2009 "Acustică. Determinarea expunerii la zgomot în mediul de muncă. Metodă tehnică".
5. ASRO (2006). SR EN ISO 7730:2006 "Ambianțe termice moderate. Determinarea analitică și interpretarea confortului termic prin calculul indicilor PMV și PPD și specificarea criteriilor de confort termic local".
6. Balanzá-Martínez, V., Kapczinski, F., de Azevedo Cardoso, T., Atienza-Carbonell, B., Rosa, A. R., Mota, J. C., & De Boni, R. B. (2020). The assessment of lifestyle changes during the COVID-19 pandemic using a multidimensional scale. *Revista de psiquiatria y salud mental*.
7. Belton, I., Wright, G., Sissons, A., Bolger, F., Crawford, M. M., Hamlin, I., ... & Vasilichi, A. (2021). Delphi with feedback of rationales: How large can a Delphi group be such that participants are not overloaded, de-motivated, or disengaged?. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120897.
8. **Boatcă, M.E.**, Drăghici, A., & Găureanu, A., (2021). Home ergonomics – lessons learned. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 343). EDP Sciences
9. **Boatcă, M.E.**, Robescu, D. Corlan, R., & Mirea, N. (2021) Ergonomics in times of Covid-19: are students learning in ergonomic conditions? In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 342). EDP Sciences.
10. **Boatcă, M.E.**, Robescu, D., Drăghici, A., (2020) Work-life balance and workplace wellbeing in Covid-19 pandemic conditions: a pilot study in Romania. *Proceedings of the Engineering Symposium at Banki ESB 2020*, 68-73, ISBN 978-963-449-225-2.
11. Burloiu, P. (1990). *Economia și organizarea ergonomică a muncii*. Editura Didactică și Pedagogică.
12. Carpio-de-Los-Pinos, A. J., González-García, M. N., Moreu-de-la-Vega, C., & Hosokawa-Menéndez, K. (2017). Suitability and discrepancy of health and safety risk assessment methods applied to construction works. *Dyna*, 92(2), 214-219.
13. Carpio De Los Pinos, A.J., & González García, M.D.L.N. (2017). Critical analysis of risk assessment methods applied to construction works. *Revista de la construcción* 16, 104–114, doi:10.7764/rdlc.16.1.104.

14. Catalyst Solutions, Impact Hub Bucharest (2020). State of remote work Romania, disponibil la: <https://catalyst.docsend.com/view/p8j6z4e7r93z9rcf>.
15. Căruțașu, N. (2015). *ERGONOMIE, Îndrumar de laborator*, Editura BREN, București, 2015, Cod CNCIS 96, ISBN 978-606-610-148-6, 160 pag.
16. Cojocaru, S. (2005). *Focus grupul - tehnica utilizată pentru evaluarea nevoilor din comunitate* în: Revista de Cercetare și Intervenție Socială, Editura Lumen, Iași, cod CED: 1584-5397-08-07.
17. Colombini, D., Occhipinti, E., & Álvarez-Casado, E. (2013). The revised OCRA Checklist method. Barcelona (ES): Editorial Factors Humans.
18. Choudhary, M. S. B., Choudary, A. B., Jamal, S., Kumar, R., & Jamal, S. (2020). The Impact of Ergonomics on Children Studying Online During COVID-19 Lockdown.
19. Comisia Europeană (2018). Ghid pentru aprecierea calității evaluării riscurilor și a măsurilor de gestionare a riscurilor în vederea prevenirii afecțiunilor musculo-scheletice, disponibil la <https://www.inspectiamuncii.ro/documents/66402/267740/ANEXA+2-Ghid+ergonomie.pdf/18db5081-819d-44d9-9c39-345385f580a1>.
20. Cornelius, K. M., Turin, F. C., Wiehagen, W. J., Gallagher, S., & Branch, M. I. P. (2001, May). An approach to identify jobs for ergonomic analysis, Proceedings of the IIE Annual Research Conference. Norcross, GA: Institute of Industrial Engineers.
21. Cruțeru, A. (2015). *Sisteme, metode si tehnici de management. Note de curs. Volumul 1*, Editura Universitară, București, ISBN 978-606-28-0168-7, 134 pag.
22. Dăscălescu, A. (2010). *Modele de calcul al costului accidentelor de muncă și bolilor profesionale*. Editura OEDI-INCDPM, București, ISBN 978-606-92116-5-6, 128 pag.
23. Darabont, A., Nisipeanu, S., Darabont, D. (2002). *Auditul securității și sănătății în muncă*, Editura Agir, București, ISBN 973-8130-80-8.
24. Darabont, A., & Pece, S. (1996). *Protecția muncii*, Editura Didactică și Pedagogică, București, ISBN 973-30-4256-0, 568 pag.
25. Darabont, D. (2010). *Managementul securității și sănătății în muncă. Ghid de evaluare a conformării cu cerințele legale* Editura AGIR, București, ISBN 978-973-720-329-8, 280 pag.
26. Douphrate, D. I., & Rosecrance, J. (2004). The economics and cost justification of ergonomics. In Proceedings of the 2nd Annual Regional National Occupational Research Agenda Young Investigators Symposium (pp. 29-40). University of Utah Press: Salt Lake City, UT, USA.
27. Drăghici, A. (Ed.) (2007). *Ergonomie - Aspecte novatoare ale cercetării ergonomice Vol.2*, Editura Politehnica, Timișoara, ISBN 978-973-625-349-2, 238 pag.
28. Drăghici, A. (2005). *Ergonomie - Noi abordări teoretice și aplicative, Vol. 1*, Editura Politehnică, Timișoara, ISBN 973-625-270-1, 185 pag.

29. Falck, A. C., Örtengren, R., & Rosenqvist, M. (2014). Assembly failures and action cost in relation to complexity level and assembly ergonomics in manual assembly (part 2). *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(3), 455-459.
30. Fofana, N. K., Latif, F., Sarfraz, S., Bashir, M. F., & Komal, B. (2020). Fear and agony of the pandemic leading to stress and mental illness: an emerging crisis in the novel coronavirus (COVID-19) outbreak. *Psychiatry Research*, 291, 113230.
31. Foriș, A. (2001). Cercetări asupra relației om-mașină în perspectiva optimizării ergonomice a preselor mecanice. Universitatea "Transilvania" din Brașov, Facultatea de Inginerie Tehnologică, Brașov.
32. Gašová, M., Gašo, M., & Štefánik, A. (2017). Advanced Industrial Tools of Ergonomics Based on Industry 4.0 Concept. *Procedia engineering*, 192, 219-224.
33. Goggins, R. W., Spielholz, P., & Nothstein, G. L. (2008). Estimating the effectiveness of ergonomics interventions through case studies: Implications for predictive cost-benefit analysis. *Journal of safety research*, 39(3), 339-344.
34. Gómez-Galán, M., Perez-Alonso, J., Callejon-Ferre, A. J., & López-Martínez, J. (2017). Musculoskeletal disorders: OWAS review. *Industrial health*, 55(4), 314-337.
35. Guyton, A., & Hall, J. (2007). *Tratat de fiziologie a omului – Ediția a 11-a*. Editura Medicală Callisto, București, ISBN (13) 978-973-87261-4-7, 1118 pag.
36. Hastuti, N. T., & Wibowo, U. D. A. (2021). EFFECTS OF QUALITY OF WORK LIFE (QWL) AND ORGANIZATIONAL COMMITMENT (OC) ON ORGANIZATIONAL CITIZENSHIP BEHAVIOUR (OCB) OF PERMANENT NURSES. *PSIMPHONI*, 2(1), 31-38.
37. Helander, M. (2005). A guide to human factors and ergonomics. CRC press, ISBN: 978-0-415-28248-2.
38. Hermawati, A., Husin, H., Sitorus, S. A., Djajanto, L. & Bahri, S. (2021). THE MEDIATING EFFECTS OF QUALITY OF WORK LIFE ON CAPACITY PERFORMANCE MANAGEMENT AND EMOTIONAL INTELLIGENCE. *JURNAL APLIKASI MANAJEMEN*, 19 (3), s. 594–604. doi:10.21776/ub.jam.2021.019.03.12
39. Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied ergonomics*, 31(2), 201-205.
40. Hughes, R. E., & Nelson, N. A. (2009). Estimating investment worthiness of an ergonomic intervention for preventing low back pain from a firm's perspective. *Applied ergonomics*, 40(3), 457-463.
41. Hymel, P. A., Loeppke, R. R., Baase, C. M., Burton, W. N., Hartenbaum, N. P., Hudson, T. W.,... & Konicki, D. L. (2011). Workplace health protection and promotion: a new pathway for a healthier—and safer—workforce. *Journal of occupational and environmental medicine*, 53(6), 695-702.

42. Ilieș, L., Bordean, O., Crișan, E. (2006). *Managementul firmei. Probleme decizionale și planul de afaceri*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 118 pag. ISBN 978-973-751-317-5.
43. Irimie, S. (2008). *Ergonomie Industrială*, Editura AGIR, București, ISBN 978-973-720-196-6, 320 pag.
44. Jafari-Nodoushan, A., & Bagheri, G. (2020). Effect of COVID-19 virus on Prevalence of Musculoskeletal Disorders of Faculty Members of Yazd University. *Iranian Journal of Ergonomics*, 8(3), 1-12.
45. Kastelic, K., & Šarabon, N. (2016). Assessment of spine stability after an eight-hour office work period.
46. Karingada, K. T., & Sony, M. (2021). Demonstration of the relationship between MSD and online learning during the COVID-19 pandemic. *Journal of Applied Research in Higher Education*.
47. Karwowski, W. (2012). The discipline of human factors and ergonomics. *Handbook of human factors and ergonomics*, 4, 3-37.
48. Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied ergonomics*, 18(3), 233-237.
49. Madan, I., & Grime, P. R. (2015). The management of musculoskeletal disorders in the workplace. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 29(3), 345-355.
50. Manolescu, A. (coord.) (2015). *Ergonomie organizațională*. Editura Economică, București. ISBN 978-973-709-760-6.
51. Manolescu, A., Lefter, V., Deaconu, A., (2013). *Ergonomie (Ediția a II-a)*. Editura Economică, București, ISBN 978-973-709-641-8.
52. McBride, D. & Harcombe, H. (2012). Work Related Musculoskeletal Pain and It's Management. doi:10.5772/51706.
53. Messenger, J. C. (Ed.). (2019). *Telework in the 21st century: An evolutionary perspective*. Edward Elgar Publishing, doi: <https://doi.org/10.4337/9781789903751>.
54. Mocan, A. (2020). *Industry 4.0 in warehouse ergonomics: possible applications of emerging technology*. Universitatea Politehnica Timișoara.
55. Moraru, R. (2016). *Securitate și sănătate în muncă: tratat universitar*, Editura Focus, Petroșani, ISBN 978-973-677-272-6
56. Morse, M., Kros, J. F., & Scott Nadler, S. (2009). A decision model for the analysis of ergonomic investments. *International Journal of Production Research*, 47(21), 6109-6128.
57. Naik, G., & Khan, M. R. (2020). Prevalence of MSDs and postural risk assessment in floor mopping activity through subjective and objective measures. *Safety and health at work*, 11(1), 80-87.

58. Nobrega, S., Kernan, L., Plaku-Alakbarova, B., Robertson, M., Warren, N., Henning, R., & CPH-NEW Research Team. (2017). Field tests of a participatory ergonomics toolkit for Total Worker Health. *Applied ergonomics*, 60, 366-379.
59. Norros, L. (2014). Developing human factors/ergonomics as a design discipline. *Applied Ergonomics*, 45(1), 61-71.
60. O'Neil, S. M., & Gopal, J. (2021). "Just smile and wave": Workplace requirements and emotional labour of academic staff at a South African university. *Journal of Psychology in Africa*, 31(5), 470-480.
61. Ouellet, S., & Vézina, N. (2014). Work training and MSDs prevention: Contribution of ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(1), 24-31.
62. Papilian, V. (2003). *Vol. 1: Aparatul locomotor*, Editura All, București, 2003, ISBN 978-973-571-690-5, 280 pag.
63. Poláček, P., Bureš, M., & Šimon, M. (2015). Comparison of digital tools for ergonomics in practice. *Procedia Engineering*, 100, 1277-1285.
64. Radjiyev, A., Qiu, H., Xiong, S., & Nam, K. (2015). Ergonomics and sustainable development in the past two decades (1992–2011): Research trends and how ergonomics can contribute to sustainable development. *Applied ergonomics*, 46, 67-75.
65. Rahim, N. B. (2021). Dynamic safety interactions for improving quality of work life: a proposed conceptual framework for engineers in manufacturing industries. *International Journal of Innovation and Industrial Revolution*, 3(9), 9-17.
66. Reinhold, K., & Tint, P. (2007). Risk assessment in manufacturing: possibilities and results. *Ergonomics in contemporary enterprise*. Madison, WI, USA, 112-23.
67. Ritsuno, Y., Kawado, M., Morita, M., Yamada, H., Kanaji, A., Nakamura, M., ... & Fujita, N. (2021). Impact of Musculoskeletal Disorders on Healthy Life Expectancy in Japan.
68. Robertson, M. M., Huang, Y. H., & Lee, J. (2017). Improvements in musculoskeletal health and computing behaviors: Effects of a macroergonomics office workplace and training intervention. *Applied Ergonomics*, 62, 182-196.
69. Rouse, W. B., Boff, K. R. (2012). Cost/benefit analysis for human systems investments. *Handbook of human factors and ergonomics*, 4, p. 1122-1138.
70. Salvendy, G. (Ed.). (2012). *Handbook of human factors and ergonomics*. John Wiley & Sons, ISBN: 978-0-471-44917-2.
71. Sbenghe, T. (2005). *Kinesiologie: știința mișcării*. Editura Medicală, București, ISBN: 973-39-0665-0.
72. Schwartz, A. H., Albin, T. J., & Gerberich, S. G. (2019). Intra-rater and inter-rater reliability of the rapid entire body assessment (REBA) tool. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 71, 111-116.

73. Sîrbu, M. (2008). Standarde de evaluarea organizării ergonomice.
74. Sjöström, R., & Alricsson, M. (2012). Multidisciplinary rehabilitation in musculoskeletal disorders, doi: 10.5772/38158.
75. Shanahan, L., Steinhoff, A., Bechtiger, L., Murray, A. L., Nivette, A., Hepp, U., ... & Eisner, M. (2020). Emotional distress in young adults during the COVID-19 pandemic: Evidence of risk and resilience from a longitudinal cohort study. *Psychological medicine*, 1-10.
76. Shinde, G. R., Majumder, S., Bhapkar, H. R., Mahalle, P. (2022). *Quality of Work-Life During Pandemic: Data Analysis and Mathematical Modeling*. Springer Nature, ISBN: 978-981-16-7523-2.
77. Sitohang, A. P., & Budiono, N. A. (2021). Effect of Job Satisfaction, Quality of Work Life, and Self Efficacy on Employee Work Productivity Case Study on PT. Bank Woori Saudara Indonesia Tbk. *European Journal of Business and Management Research*, 6(5), 51-55.
78. Sonne, M., Villalta, D. L., & Andrews, D. M. (2012). Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA–Rapid office strain assessment. *Applied ergonomics*, 43(1), 98-108.
79. Soroya, S. H., Sarwar, T., & Soroya, M. S. (2022). Information professionals' quality of work-life and its impact on their job performance. *Library Management*.
80. Szabó, G., & Németh, E. (2018, August). Development an Office Ergonomic Risk Checklist: Composite Office Ergonomic Risk Assessment (CERA Office). In *Congress of the International Ergonomics Association* (pp. 590-597). Springer, Cham.
81. Theberge, N., & Neumann, W. P. (2010). Doing 'organizational work': expanding the conception of professional practice in ergonomics. *Applied ergonomics*, 42(1), 76-84.
82. Wagstaff, A., Layard, P. R. G., & Glaister, S. (1994). *Cost-benefit analysis*. Cambridge University Press, 1994, pp. 1-56. ISBN 9780521466745
83. Wahyudi, M. A., Dania, W. A., & Silalahi, R. L. (2015). Work posture analysis of manual material handling using OWAS method. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 195-199.
84. Wang, D., Ma, E., Kim, Y. S., Liu, A., & Berbekova, A. (2021). From good soldiers to happy employees: Exploring the emotional and well-being outcomes of organizational citizenship behavior. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 49, 570-579.
85. Westgaard, R. H., & Winkel, J. (1997). Ergonomic intervention research for improved musculoskeletal health: a critical review. *International journal of industrial ergonomics*, 20(6), 463-500.
86. Yadav, P. (2021). Various Dimensions of Quality Work Life and It's Impact on Labours Emotional Attachment to the Organization: Critical Analysis Of Large

- Scale Manufacturing Industries Of Pune District. SPAST Abstracts, 1(01). Retrieved from <https://spast.org/techrep/article/view/1222>.
87. Zitko, P., Bilbeny, N., Balmaceda, C., Abbott, T., Carcamo, C., & Espinoza, M. (2021). Prevalence, burden of disease, and lost in health state utilities attributable to chronic musculoskeletal disorders and pain in Chile. *BMC public health*, 21(1), 1-9.
- 88.*** Organizația Mondială a Sănătății (2010). *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. Copenhagen, Danemarca, ISBN 978-92-890-0213-4.
- 89.*** Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă (2021). Executive Summary - Musculoskeletal disorders and psychosocial risk factors in the workplace — statistical analysis of EU-wide survey data, disponibil la: <https://osha.europa.eu/en/publications/executive-summary-musculoskeletal-disorders-and-psychosocial-risk-factors-workplace-statistical-analysis-eu-wide-survey-data>.
- 90.*** Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă (2021). Telework and health risks in the context of the COVID-19 pandemic: evidence from the field and policy implications, ISBN: 978-92-9479-593-9, doi: 10.2802/84372.
- 91.*** Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă (2021). În mișcare – AMS și evitarea posturii statice prelungite în poziția așezat la locul de muncă, disponibil la: <https://www.slideshare.net/euosha/on-the-move-msds-and-avoiding-prolonged-static-sitting-at-work>
- 92.*** Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă (2019). *Al treilea Sondaj european în rândul întreprinderilor privind riscurile noi și emergente (ESENER 3)*, disponibil la <https://osha.europa.eu/ro/publications/third-european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener-3/view>
- 93.*** Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă (2018). *Healthy workers, thriving companies - a practical guide to wellbeing at work*, ISBN 978-92-9496-934-7, doi: 10.2802/237140.
- 94.*** Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă (2016). *Al doilea sondaj european în rândul întreprinderilor privind riscurile noi și emergente (ESENER-2) - Raport general: Gestionarea securității și sănătății în muncă*, disponibil la <https://osha.europa.eu/ro/publications/second-european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener-2-overview-report-managing-safety-and-health-work/view>
- 95.*** Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă (2016). *Safer and healthier work at any age. Country Inventory: Romania*, disponibil la <https://osha.europa.eu/en/themes/osh-management-context-ageing-workforce/ep-osh-project/country-inventories>.

- 96.*** Agenția Europeană pentru Securitate și Sănătate în Muncă (2005). *Noise in figures*, disponibil la https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:36ac3e74-fbfd-4b81-ae23-0ccd1485ca67.0001.02/DOC_2&format=PDF.
- 97.*** Comisia Europeană (2011). *Socio-economic costs of accidents at work and work-related ill health*, disponibil la <https://ec.europa.eu/social/BlobServlet%3FdocId%3D7417%26langId%3Den+%&cd=1&hl=ro&ct=clnk&gl=ro>.
- 98.*** International Social Security Association (2013). *Calculating the international return on prevention for companies: Costs and benefits of investments in occupational safety and health*, disponibil la <https://www.gesundheitsmanagement24.de/wp-content/uploads/2015/08/return-on-invest-occupational-health-study2013.pdf>
- 99.*** Organizația Internațională a Muncii, Organizația Mondială a Sănătății (2021). *Global Report - WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury, 2000–2016*, disponibil la https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/publication/wcms_819788.pdf.
- 100.*** Organizația Internațională a Muncii (2017). *Working Together to Promote a Safe and Healthy Working Environment*, International Labour Conference 106th session 2017, disponibil la http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_543647.pdf.
- 101.*** Eurofound (2021), *Impact of COVID-19 on young people in the EU*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- 102.*** Eurofound (2016), *Sixth European Working Conditions Survey – Overview report*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, disponibil la <https://www.eurofound.europa.eu/>.
- 103.*** "Calitatea vieții la locul de muncă - percepții ale angajaților din România", disponibil la <https://upromania.ro/clienti/studiu-up-romania-despre-calitatea-vietii-la-locul-de-munca/>.
- 104.*** *Corporate Wellness Services in the US*, IBISWorld, 2016, disponibil la <http://static.politico.com/3e/68/b29a1ff04e7d8bc7c8231352ffc5/ibis-study-on-corporate-wellness-programs.pdf>.
- 105.*** *Fundamentals of Total Worker Health Approaches: Essential Elements for Advancing Worker Safety, Health, and Well-Being*, disponibil la https://www.cdc.gov/niosh/docs/2017-112/pdfs/2017_112.pdf.
- 106.*** Hotărârea Guvernului pentru aprobarea Strategiei naționale în domeniul securității și sănătății în muncă pentru perioada 2017-2020.
- 107.*** Legea nr. 81/2018 privind reglementarea activității de telemuncă, publicată în Monitorul Oficial, Partea I nr. 296 din 02 aprilie 2018.

108. *** Legea nr. 316 privind securitatea și sănătatea în muncă, publicată în Monitorul Oficial, Partea I nr. 646 din 26 iulie 2006.
109. *** Hotărârea de Guvern nr. 1425 din 11 octombrie 2006 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006.
110. *** Hotărârea de Guvern nr. 1 din 4 ianuarie 2012 pentru modificarea și completarea Hotărârii Guvernului nr. 1.218/2006 privind stabilirea cerințelor minime de securitate și sănătate în muncă pentru asigurarea protecției lucrătorilor împotriva riscurilor legate de prezența agenților chimici, precum și pentru modificarea Hotărârii Guvernului nr. 1.093/2006 privind stabilirea cerințelor minime de securitate și sănătate pentru protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți cancerigeni sau mutageni la locul de muncă și a Hotărârii Guvernului nr. 355/2007 privind supravegherea sănătății lucrătorilor, publicată în Monitorul Oficial, Partea I nr. 44 din 19 ianuarie 2012.
111. *** Hotărârea de Guvern nr. 493 din 12 aprilie 2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de zgomot.
112. *** **Hotărârea de Guvern nr. 1091/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate la locul de muncă.**
113. *** NP 061-02 Normativ pentru Proiectarea și Executarea Sistemelor de Iluminat Artificial din Clădiri (2007), Editura Fast Print, București ISBN: 978-973-8249-69-1.
114. *** Organizația Internațională a Muncii (2017). *Listă de verificare ergonomică: Soluții practice și ușor de implementat pentru îmbunătățirea siguranței, sănătății și condițiilor de muncă. A doua ediție.* Geneva, ISBN 978-92-2-830830-3.
115. *** STAS 8313-92 "Constructii civile, industriale si agrozootehnice. Iluminatul in cladiri si in spatiile exterioare. Metoda de masurare a iluminarii".
116. *** STAS 7150-77 "Acustica în industrie. Metode de măsurare a nivelului de zgomot în industrie".
117. *** STAS 10813-76 "Puritatea aerului. Determinarea pulberilor în suspensie".
118. *** STAS 10331-92 "Puritatea aerului. Principii și reguli generale de supraveghere a calității aerului".

Pagini web consultate

1. ErgoWork (2021). "Ghidul complet Ergo@Home public", disponibil la : <https://ergoworksociety.com/2021/09/14/ghidul-complet-ergohome-public/>

2. EU-OSHA. "Gestionarea riscurilor profesionale pentru sănătate și securitate la locurile de muncă din Europa — dovezi din cel de-al doilea Sondaj european în rândul întreprinderilor asupra riscurilor noi și emergente (ESENER-2)", disponibil la:
<https://osha.europa.eu/ro/publications/management-occupational-health-and-safety-european-workplaces-evidence-second-european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener-2/view>
3. ESENER 2019, disponibil la:
<https://visualisation.osha.europa.eu/esener/ro/survey/overview/2019>
4. Romania Insider (2021). "2021 Social Progress Index: Romania scores slightly better but is still last among EU countries", disponibil la:
<https://www.romania-insider.com/social-progress-index-2021-romania>
5. Economica.net (2021). "România, codașă în UE și locul 44 în clasamentul mondial privind calitatea vieții și bunăstarea socială", disponibil la:
https://www.economica.net/romania-codasa-in-ue-si-locul-44-in-clasamentul-mondial-privind-calitatea-vietii-si-bunastarea-sociala_544837.html
6. Social Progress Index, disponibil la:
<https://www.socialprogress.org/?tab=2&code=NOR>
7. ILO, "Workplace wellbeing", disponibil la:
http://www.ilo.int/safework/areasofwork/workplace-health-promotion-and-well-being/WCMS_118396/lang--en/index.htm
8. Harvard Business Review (2010). "What's the Hard Return on Employee Wellness Programs?", disponibil la: <https://hbr.org/2010/12/whats-the-hard-return-on-employee-wellness-programs>
9. ErgoPlus (2021). "Why Ergonomics & Wellness are a Powerful Match", disponibil la: <https://ergo-plus.com/ergonomics-wellness/>
10. Centers for Disease and Control Prevention (2016). "Fundamentals of Total Worker Health Approaches", disponibil la:
https://www.cdc.gov/niosh/docs/2017-112/pdfs/2017_112.pdf
11. Human Factors and Ergonomics Society, disponibil la:
<https://www.hfes.org/>
12. International Ergonomics Association, "What Is Ergonomics?", disponibil la: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>
13. ErgoPlus (2021). "5 Proven Benefits of Ergonomics in the Workplace", disponibil la: <http://ergo-plus.com/workplace-ergonomics-benefits>
14. Washington State Department of Labor and Industries, "Examples of costs and benefits of ergonomics", disponibil la:
https://www.pshfes.org/resources/Documents/ROI%20Cost%20Calculator/Ergonomics_cost_benefit_case_study_collection.pdf
15. Steelcase, "Movement Improves Employee Wellbeing", disponibil la:
<https://www.steelcase.com/research/articles/topics/ergonomics/movement-in-the-workplace/>
16. OSH Wiki, "Physical ergonomics", disponibil la:
https://oshwiki.eu/wiki/Physical_ergonomics
17. OSH Wiki, "Musculoskeletal disorders and prolonged static standing", disponibil la:

- https://oshwiki.eu/wiki/Musculoskeletal_disorders_and_prolonged_static_s_tanding
18. Eurostat (2019). "Sit at work? You are one of 39%", disponibil la: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20190305-1>
 19. Protectia muncii - PSI - ISCIR (2018). "Bolile rezultate in urma muncii de birou si masuri pentru eliminarea lor", disponibil la: <http://protectiamuncii-psi-iscir.ro/Blog/2018/08/bolile-rezultate-in-urma-muncii-de-birou-si-masuri-pentru-eliminarea-lor/>
 20. EU-OSHA, "Main work-related illnesses and DALY (Years of life lost and lived with disability) per 100,000 workers", disponibil la: <https://visualisation.osha.europa.eu/osh-costs#!/eu-analysis-illness>
 21. EU-OSHA thesaurus, disponibil la: <https://osha.europa.eu/ro/tools-and-resources/eu-osha-thesaurus/term/70060i>
 22. Romedic, "Coloana vertebrală", disponibil la: <https://anatomie.romedic.ro/coloana-vertebrala>
 23. Dr Dan Martin, "Care sunt principalele regiuni ale coloanei vertebrale?", disponibil la: <https://danmartin.ro/boli-solutii-terapeutice/patologie-tratata/patologie-spinala-1/anatomia-coloanei-vertebrale/>
 24. Eu-OSHA, "Afecțiuni musculoscheletice", disponibil la: <https://osha.europa.eu/ro/themes/musculoskeletal-disorders>
 25. Physiopedia, "Sitting Ergonomics And The Impact on Low Back Pain", disponibil la: https://www.physio-pedia.com/Sitting_Ergonomics_And_The_Impact_on_Low_Back_Pain?utm_source=physiopedia&utm_medium=related_articles&utm_campaign=ongoing_internal
 26. BoB Biomechanics <https://www.bob-biomechanics.com/>
 27. TEA <https://www.teaergo.com/>
 28. Dassault Systemes <https://www.3ds.com/>
 29. ergoIA <https://ergoia.net/>
 30. Ergo/IBV <https://www.ergoibv.com/es/>
 31. ErgoPlus <https://ergo-plus.com/>
 32. Velocity EHS <https://www.ehs.com/>
 33. ViveLab Ergo <https://www.vivelab.cloud/>
 34. Simscale, (2021). "What is PMV? What is PPD? The basics of thermal comfort", disponibil la: <https://www.simscale.com/blog/2019/09/what-is-pmv-ppd/>
 35. The News, (2018). "6 deadly facts about indoor air quality", disponibil la: <https://www.achrnews.com/ext/resources/2018/11-2018/11-12-2018/6-Deadly-Facts-about-Indoor-Air-Quality.pdf>
 36. United States Department of Labor, "OSHA Technical Manual (OTM) Section III: Chapter 2 - Indoor Air Quality Investigation", disponibil la: <https://www.osha.gov/otm/section-3-health-hazards/chapter-2>
 37. Testo, "testo 480 - Digital temperature, humidity and air flow meter", disponibil la: <https://www.testo.com/en-TH/testo-480/p/0563-4800>
 38. GRIMM, "Aerosol Spectrometer and Dust Monitor Model 1.108", disponibil la:

https://www.bodc.ac.uk/data/documents/nodb/pdf/grimm_1108_dustmonitor.pdf

39.OH&S (2017). "Workplace Wellness: The Role of Ergonomics and Movement", disponibil la:

<https://ohsonline.com/Articles/2017/09/01/Workplace-Wellness.aspx?Page=1>

40.Infomass, "Focus-grup", disponibil la: <http://www.infomass.ro/domenii-de-cercetare/focus-grup/>

41.4Service Group, "Focus Grup", disponibil la: <https://4service-group.at/ro/service/cercetare-de-piata/cercetari-calitative/focus-grup/>

ANEXA 1 - Laboratorul de Analize de Combustibili, Investigații Ecologice și Dispersia Noxelor (LACIEDIN) – prezentare și dovadă acreditare RENAR

Laboratorul de Analize de Combustibili, Investigații Ecologice și Dispersia Noxelor (LACIEDIN), condus de șef laborator prof.dr.ing. Ioana IONEL, este unul dintre cele două laboratoare acreditate RENAR care funcționează în cadrul Universității Politehnica Timișoara.⁵⁷

LACIEDIN aplică SR EN ISO/IEC 17025/2018 desfășoară activități lucrative oferind servicii pentru mediul economic, însă susține și procesul educațional, în special activitatea studenților doctoranzi.

Laboratorul a luat naștere în perioada 1993-1994 prin donația către UPT făcută Fundația Alexander von Humboldt, pentru a sprijini activitatea de cercetare privind măsurarea emisiilor poluante derulată de doamna prof. dr. ing Ioana Ionel. Ulterior, laboratorul a obținut acreditarea ISCIR L2/12778.

În urma a două proiecte cu Banca Mondială, s-a reușit modernizare laboratorului și stabilirea unei noi direcții de cercetare privind simularea numerică a poluării mediului provenită din surse staționare și trafic. Beneficiind de numeroase proiecte finanțate din fonduri europene și guvernamentale, au fost achiziționate aparatură, tehnici de măsurare și programe de calcul⁵⁸.

În anul 2009 laboratorul a fost acreditat RENAR (LI787), actualmente funcționând ca LI 1251.

La nivelul anului 2022, laboratorul are competență în efectuarea de analize a calității aerului în medii interioare și exterioare pe 14 domenii.

⁵⁷ <http://avizier.upt.ro/>

⁵⁸ Idem ^s

ASOCIAȚIA DE ACREDITARE DIN ROMÂNIA - RENAR

București, Calea Vitan nr. 242, sector 3, cod 031301
CIF RO 4311980



RENAR este semnatar al EA-MLA pentru încercări.

CERTIFICAT DE ACREDITARE Nr. LI 1251

Asociația de Acreditare din România – RENAR, fiind recunoscută ca Organism Național de Acreditare prin OG 23/2009, prin prezentul certificat atestă că organizația:

Universitatea Politehnica Timișoara

Timișoara, P-ța Victoriei nr. 2, județul Timiș

prin

**Laborator de Analize de Combustibili,
Investigații Ecologice și Dispersia Noxelor**

Îndeplinește cerințele **SR EN ISO/IEC 17025:2018** și este competentă să efectueze activități de **ÎNCERCĂRI/EȘANTIONĂRI**, așa cum se detaliază în Anexa la prezentul certificat de acreditare.

Această acreditare este menținută cu condiția îndeplinirii în mod continuu a criteriilor de acreditare stabilite de Asociația de Acreditare din România - RENAR.

Prezentul certificat este însoțit de Anexa nr. 1/27.10.2021 (2 pagini), parte integrantă a acestuia.

Certificatul de acreditare este un document de acreditare esențial, care poate fi revizuit și emis periodic de către RENAR. Cea mai recentă versiune a certificatului de acreditare este disponibilă pe website-ul RENAR, www.renar.ro.

Data acreditării inițiale: 27.10.2021

Data expirării acreditării: 26.10.2025

DIRECTOR GENERAL

Alina Elena **TAINĂ**



**PREȘEDINTE AL CONSILIULUI
DE ACREDITARE**

dr. ing. Dumitru **DINU**

Certificatul de acreditare nu exonerează OEC de obligația de a obține toate aprobările și autorizațiile necesare pentru funcționarea sa conform legii.

Reproducerea parțială a prezentului certificat este interzisă.

Anexa nr. 1 la Certificatul de Acreditare nr. LI 1251
Data emiterii Anexei nr. 1: 27.10.2021

Universitatea Politehnica Timișoara

prin **Laborator de analize Combustibili, Investigații Ecologice și Dispersia Noxelor**

Timișoara, B-dul Mihai Viteazu nr. 1, județul Timiș

A. Încercări efectuate în localuri permanente

Nr. crt.	Domeniul de activitate / Tehnica de lucru / Denumirea încercării	Material / produs / obiect supus încercării	Documentul de referință
(1)	(2)	(3)	(4)
	Metode gravimetrice		
1.	Determinare pulberi în suspensie, fracția PM10 și PM2,5	Aer înconjurător (imisii)	SR EN 12341: 2014 PRT 06
2.	Determinare pulberi totale	Efluenți gazoși reziduali (emisii)	SR EN 13284 -1: 2018 PRT 09

C. Încercări efectuate in situ

Nr. crt.	Domeniul de activitate / Tehnica de lucru / Denumirea încercării	Material / produs / obiect supus încercării	Documentul de referință
(1)	(2)	(3)	(4)
	Metoda prin spectrometrie cu ionizare în flacără		
3.	Determinare CH ₄ , COV/COT	Aer înconjurător (imisii)	PRT 03, ed. 3, rev. 0
4.	Determinare concentrație carbon organic total (COT)	Efluenți gazoși reziduali (emisii)	SR EN 12619 : 2013 SR EN 15259 : 2008 PRT 10
	Metoda prin spectroscopie în infraroșu nedispersiv		
5.	Măsurarea concentrației de monoxid de carbon	Aer înconjurător (imisii)	SR EN 14626: 2012 PRT 02
6.	Determinarea concentrației masice de dioxid de sulf (SO ₂)	Efluenți gazoși reziduali (emisii)	SR ISO 7935:2005 SR EN 15259 : 2008 PRT 07
	Metoda prin chemiluminiscentă		
7.	Măsurarea concentrației de oxizi de azot (NO _x)	Aer înconjurător (imisii)	SR EN 14211 : 2012 PRT 05
8.	Determinarea concentrației masice de oxizi de azot (NO _x)	Efluenți gazoși reziduali (emisii)	SR EN 14792 : 2017 SR EN 15259 : 2008 PRT 07
	Metoda prin fluorescență în UV		
9.	Măsurarea concentrației de dioxid de sulf (SO ₂)	Aer înconjurător (imisii)	SR EN 14212:2012 SR EN 14212 :2012/AC:2014 PRT 01
	Metoda prin fotometrie în UV		
10.	Măsurarea concentrației de ozon (O ₃)	Aer înconjurător (imisii)	SR EN 14625: 2012 PRT 04
	Metode electrochimice		
11.	Determinare concentrații de gaze de ardere (O ₂ , CO, CO ₂ , H ₂ S, SO ₂ și CH ₄)	Efluenți gazoși reziduali (emisii)	SR ISO 10396:2008 SR EN 50379 – 1 : 2013 SR EN 50379 – 2 : 2013 SR EN 15259 : 2008 PRT 08
	Metode fizice		
12.	Determinare parametri fizici (presiune, viteză și debit)	Efluenți gazoși reziduali (emisii)	SR EN ISO 16911-1:2013 PRT 11



Pag. 1 / 2

Anexa nr. 1 la Certificatul de Acreditare nr. LI 1251
Data emiterii Anexei nr. 1: 27.10.2021

D. Eșantionări pentru încercări ulterioare

Nr. crt.	Domeniul de activitate / Material / produs / obiect	Caracteristica / parametrul măsurat	Tehnica de lucru / Principiu de masurare	Documentul de referință
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
13.	Imisii/ aer atmosferic	Determinare pulberi în suspensie, fracția PM10 și PM2,5	Eșantionarea particulelor pe filtre și cântărirea acestora cu ajutorul unei balanțe.	SR EN 12341: 2014 PRT 06
14.	Emisii dirijate/ emisii de la surse fixe	Determinare pulberi totale	Eșantionarea unui eșantion reprezentativ de efluent gazos, pe filtre și cântărirea acestora cu ajutorul unei balanțe.	SR EN 13284 -1: 2018 SR EN 15259: 2008 PRT 09

Sfârșit document

DIRECTOR GENERAL
Alina Elena TAINĂ



ANEXA 2 - Curriculum Vitae

INFORMAȚII PERSONALE



BOATCĂ-BARABAȘ Maria - Elena

✉ maria.boatca@student.upt.ro; mariaelena.boatca@gmail.com

EXPERIENȚA PROFESIONALĂ

Noiembrie 2021–prezent

Formator

Universitatea Politehnică Timișoara (România)

Proiectul Erasmus+ "Multimedia competencies for University staff to Empower University – Community Collaborations" contract nr 2020-1-RO01-KA203-080399 (acronim MUST)

Iulie 2018–Martie 2020

Economist expert în management

Universitatea Politehnică Timișoara (România)

Grant de cercetare intitulat "Relația dintre investițiile în energie, șocurile în prețurile produsele energetice și variabilele macroeconomice în țările UE", contract de finanțare nr. 13/2018, cod PN-III-P1-1.1-TE-2016-0142 (coordonator Prof.univ.dr. Claudiu Albulescu)

Activitatea în cadrul acestui proiect a fost intrerupta în perioada 28.01.2019 - 30.09.2019 (concediu de maternitate)

Aug. 2013–Ian. 2021

Referent economist în economie generală

S.C. The Smart Cube S.R.L., Timișoara (România)

În calitate de Senior Analyst în cadrul Diviziei de Servicii Strategice (SSG), am finalizat cu succes o mare varietate de proiecte din următoarele categorii:

- supplier benchmarking
- procurement support (inclusiv suport pe platforma Ariba)
- competitor benchmarking (inclusiv analiză economico-financiară și potențial strategic)
- market studies
- servicii de consultanță strategică (identificarea potențialului anumitor piețe noi de desfacere, analiza potențialului anumitor produse sau servicii)

În realizarea proiectelor mi-am dezvoltat *abilități complexe de identificare și interpretare a informațiilor disponibile din surse secundare*, precum și *bune abilități de comunicare și negociere* în vederea culegerii datelor prin discuții/interviuri cu specialiști din industrie sau profesioniști din companiile vizate în proiectele de supplier benchmarking.

În rândul industriilor deservite s-au numărat: industria farmaceutică, servicii (consultanță, facilities management), retail, FMCG, industria nucleară, industria electronicelor și industria producătoare de oțel.

EDUCAȚIE ȘI FORMARE

- 2014-prezent** **Doctorandă în cadrul IOSUD UPT**
 Sub coordonarea d-nei prof univ dr ing Anca Drăghici, elaborez o teza de doctorat în domeniul Inginerie și Management; tema de cercetare este "Evaluarea intervenției ergonomiei în sisteme de producție"
Notă: În această perioadă am avut 2 întreruperi a câte doi ani (concedii de maternitate)
- 2012–2014** **Masterandă în Managementul sănătății și securității în muncă**
Universitatea din Petroșani, Facultatea de Mine
Șefă de promoție
 Bazele legislative ale securității și sănătății în muncă; Evaluarea și gestionarea riscurilor în organizație; Implementarea și auditarea sistemelor de management al sănătății și securității în muncă; Psihologia muncii; Ergonomie; Organizarea și conducerea activității de prevenire și protecție în organizație; Intocmirea de documente; Cercetarea accidentelor de muncă.
- 2012–2014** **Curs de formare psihopedagogică - Nivel II**
 Departamentul de Pregătire a Personalului Didactic și Formare Continuă, Universitatea din Petroșani
 - Perfecționarea competențelor didactice dobândite în cadrul nivelului I;
 - Efectuarea de practică pedagogică în cadrul Liceului Auto Timișoara (pe durata unui semestru școlar).
- 10/09/2012–28/09/2012** **Inspector în domeniul securității și sănătății în muncă**
S.C. EUROCONSULT 07 S.R.L., (România)
 Pregătire teoretică și practică în domeniul securității și sănătății în muncă
- 27/07/2012–17/08/2012** **Competențe informatice**
SC EUROPEAN PROFESSIONAL SYSTEM SRL, (România)
 Cunoștințe teoretice și practice de software și hardware
- 2009–2012** **Licențiată în științe economice**
Universitatea din Petroșani, Facultatea de Științe, (România)
Șefă de promoție
 Competențe generale: Management general; Managementul producției; Managementul calității; Managementul resurselor umane; Managementul aprovizionării și desfacerii; Contabilitate financiară; Management strategic; Informatică; Statistică; Economie; Proiecte economice; Analiză economico-financiară; Matematici aplicate în economie
 Practica de specialitate realizată în cadrul Catedrei de Management a Universității din Petroșani.
- 2009–2012** **Curs de formare psihopedagogică - Nivel I**
 Centrul de Pregătire a Personalului Didactic și Formare Continuă, Universitatea din Petroșani
 Competențe generale:

- Psihologia educației;
- Pedagogie;
- Didactica specialității;
- Instruire asistată pe calculator;
- Managementul clasei de elevi.

Competențe și deprinderi practice:

- Practică pedagogică în învățământul preuniversitar obligatoriu (pe durata unui an de zile).

**2005–2009 Certificat de absolvire a liceului
Liceul Teoretic "Mihai Eminescu" Petroșani**

COMPETENȚE PERSONALE

Limba maternă Română

Alte limbi străine cunoscute

	ÎNȚELEGERE		VORBIRE		SCRIERE
	Ascultare	Citire	Participare la conversație	Discurs oral	
Engleză	C1	C1	C1	C1	C1
Franceză	B2	C1	B1	B2	B1

Niveluri: A1/A2: Utilizator elementar - B1/B2: Utilizator independent - C1/C2: Utilizator experimentat

Competențe de comunicare

- spiritul de echipă, dobândit atât în cursul studiilor universitare, cât și în activitatea profesională;
- capacitatea de adaptare la medii multiculturale;
- capacitate de comunicare și inter-relaționare eficientă, dobândită în cursul proiectelor din cadrul The Smart Cube, prin conversații cu profesioniști în domeniile în care se desfășoară analiza și consultanța strategică

Competențe organizaționale/manageriale

- spirit organizatoric;
- bună capacitate de estimare a timpului necesar pentru a îndeplini o anumită sarcină;
- competențe de leadership, obținute prin experiența personală și profesională.

Competențe informatice

- utilizator avansat al pachetului Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Outlook);
- cunoștințe avansate de utilizare a editoarelor de texte PDF (Adobe Reader și Foxit Reader);
- cunoștințe bune de utilizare a Internetului și cercetare în domeniul secundar;
- capacitate de lucru cu baze de date precum LexisNexis, Thomson One și Hoppenstedt;
- cunoștințe primare de utilizare a platformei de procurement Ariba;
- cunoștințe de software referitoare la instalarea de programe și aplicații;
- cunoștințe de hardware.

Alte competențe

- aptitudini literare, competență dobândită în decursul studiilor liceale și prin experiența

personală;

- pasiunea pentru beletristică, istorie și filosofie;
- ski;
- trekking
- permis de conducere categoria B.

ANEXA 3 - Lista de lucrări științifice publicate sub apartenența UPT

1. Lucrări științifice publicate în reviste indexate ISI

1. Albulescu, C.T., **Boatcă-Barabaș, M. E.**, Diaconescu, A. (2022). The asymmetric effect of environmental policy stringency on CO2 emissions in OECD countries, *Environmental Science and Pollution Research*, 1–17, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18267-8> (IF = 4.223 in 2020, Q2) – publicată în curs de indexare
2. Zhou, Y., Drăghici, A., Abbas, J., Mubeen, R., **Boatcă, M. E.**, Salam, M. A. (2022). Social Media Efficacy in Crisis Management: Effectiveness of Non-pharmaceutical Interventions to Manage COVID-19 Challenges, *Frontiers in Psychiatry*, 12, DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.626134> (IF = 4.157, Q2) - publicată în curs de indexare
3. Cîrjaliu, B., Mocan, A., **Boatcă, M. E.**, Drăghici, A. (2019). A propose approach for continuous improvement using ergonomics and quality management knowledge and methodologies, *Quality-Access to Success / Calitatea: Acces la Success*, vol. 20 (Supplement 1), 135-140 (WOS:000459686300024).

2. Lucrări științifice publicate în volumele unor manifestări științifice (Proceedings) indexate Web Of Science – WoS (ISI) Proceedings

1. **Boatcă, M.E.**, Coroian, A., Drăghici, A. (2022). A new perspective on musculoskeletal disorders – emerging ergonomic risks in the European Union and Romania. In: *MATEC Web Conf.*, vol. 354, 00017, DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/202235400017>
2. Corlan, R. V., Ionel, I., **Boatcă, M. E.**, Drăghici, A. (2022). Indoor air quality research within a furniture factory, *Proceedings of ICAS 2021* (în curs de publicare)
3. **Boatcă, M.E.**, Drăghici, A., Găureanu, A. (2021). Home ergonomics – lessons learned. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Manufacturing Science and Education (MSE 2021)* (2-4 June 2021, Sibiu, Romania), *MATEC Web Conf.*, vol. 343, DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/202134311012>
4. **Boatcă, M.E.**, Robescu, D., Corlan, R., Mirea, N. (2021). Education in times of Covid-19: are students learning in ergonomic conditions? In: *Proceedings of*

9th Edition of the International Symposium "UNIVERSITARIA SIMPRO" (27-28 mai, 2021), MATEC Web Conf., vol. 342, DOI: <https://doi.org/10.1051/matecconf/202134201016>

5. Albulescu, C.T., **Boatcă-Barabaș, M.E.**, Miclea, S. (2019). Greenhouse gas emissions, investment and prices in the EU electricity and gas industry. In: Proceedings of 9th International Conference on ENERGY and ENVIRONMENT (CIEM) (indexată IEEE, Elsevier, DOI: 10.1109/CIEM46456.2019.8937566)
6. Cîrjaliu B., Weinschrott, H., Găureanu, A., **Boatcă, M.E.** (2016) A proposal for a risk assessment management in a transport company. In: Procedia Economics and Finance, 3rd Global Conference on Business, Economics, Management and Tourism (BEMTUR 2016), Rome, Italy, Vol. 39, pp. 229-234, 2016 (indexată ScienceDirect, Elsevier, ISI Thomson WOS:000387543400032)
7. **Boatcă, M.E.**, Cîrjaliu, B. (2015) A proposed approach for an efficient ergonomics intervention in organizations. In: Procedia Economics and Finance, 2nd Global Conference on Business, Economics, Management and Tourism (BEMTUR 2015), ISSN: 2212-5671, Prague, Czech Republic, Vol. 23, pp. 54-62, 2015 (indexată ScienceDirect, Elsevier, ISI Thomson WOS:000360103600008)
8. **Boatcă, M.E.**, Danciu, M.I, Irimie, S. (2015). Corporate Sustainability through Ergonomics Intervention: Study on Utilitarian Alpinist Occupation in Romania. In: Innovation Vision 2020: From Regional Development Sustainability to Global Economic Growth, Vol. I-VI (pp. 1925-32). 25th International-Business-Information-Management-Association Conference (WOS:000360508700072)
9. Danciu, M.I., Irimie, S., **Boatcă, M.E.** (2015). Strategic Social Entrepreneurship between Public and Corporate Management In The Context of Former Romanian Mining Colonies In: Innovation Vision 2020: From Regional Development Sustainability to Global Economic Growth, Vol. I-VI (pp. 1950-59). 25th International-Business-Information-Management-Association Conference (WOS:000360508700072)

3. Lucrări științifice publicate în reviste de specialitate indexate BDI

1. **Boatcă, M.E.**, Drăghici, A., Căruțașu, N. (2017) A Knowledge Management Approach for An Ergonomics Intervention Within Organizations. In Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 238, 199-206 (indexată Elsevier)
2. Cîrjaliu, B., **Boatcă, M.E.**, Găureanu, A., H. Weinschrott (2015) Application of occupational risk assessment methods in the organization, Proceedings of the MakeLearn and TIIM Joint International Conference, ToKnowPress, Managing intellectual capital and innovation for sustainable and inclusive society (ISBN:

978-961-6914-13-0, ISSN: 2232-3309), Bari, Italy, pp. 1069-1076, 2015 (indexată EconPapers – RepEC)

3. **Boatcă, M.E.,** Cîrjaliu B. (2014). Evaluation Of Ergonomics Intervention Impact In Organisations In Emerging Markets Economics and Business. Contributions of Young Researchers: Proceedings of the 5th Conference of Doctoral Students in Economic Sciences (pp. 66-72).

4. Lucrări științifice publicate în volumele unor manifestări științifice internaționale (Proceedings) din țară și străinătate

1. Boatcă, M.E., Robescu, D., Drăghici, A., (2020) Work-life balance and workplace wellbeing in Covid-19 pandemic conditions: a pilot study in Romania. Proceedings of the Engineering Symposium at Banki ESB 2020, 68-73, ISBN 978-963-449-225-2.
2. **Boatcă, M.E.,** Drăghici, A. (2019) Role of ergonomics in sustainable development, In: Proceedings of 8th International Multidisciplinary Symposium „Challenges and opportunities for sustainable development through quality and innovation in engineering and research management” (UNIVERSITARIA SIMPRO 2018)
3. **Boatcă, M.E.,** Drăghici, A., Irimie, S. (2018) A proposed approach for systems ergonomic assessment, 7th International Ergonomics Conference ERGONOMICS 2018 – Emphasis on Wellbeing June 13-16, 2018, Zadar, Croatia. Published under the Croatian Ergonomics Society, Zagreb, Croatia (ISSN 1848- 9699, available at the National and University Library in Zagreb), Printed by: Tiskara Zrinski d.d., Cakovec, pp. 65-72
4. **Boatcă, M.E.,** Irimie, S., Drăghici, A. (2018) Ergonomics and occupational health and safety for wellbeing, 7th International Ergonomics Conference ERGONOMICS 2018 – Emphasis on Wellbeing June 13-16, 2018, Zadar, Croatia. Published under the Croatian Ergonomics Society, Zagreb, Croatia (ISSN 1848- 9699, available at the National and University Library in Zagreb), Printed by: Tiskara Zrinski d.d., Cakovec, pp. 73-80