

UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA
Școala Doctorală de Studii Inginerești

soc. Bianca CÎRJALIU

ANALIZA ERGONOMICĂ A SISTEMELOR DE FABRICAȚIE LEAN

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

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

Timișoara, 2019

CUVÂNT ÎNAINTE

Munca este procesul prin care un individ sau un grup ajung să contureze obiectivele unei organizații în scopuri benefice de ambele părți. Trecerea timpului, evoluția tehnologiei, modificarea cererii și a ofertei, schimbarea mentalităților, valorilor și a priorităților, precum și a diferențelor de percepție privind modul de implementare al procedurilor de lucru au condus la apariția unor neconcordanțe, a unor erori la locul de muncă. Ori de câte ori este posibil, adaptarea la orice situație nouă și progres la locul de muncă se realizează prin intervenție de tip ergonomic.

Totodată, în vederea analizei, evaluării și optimizării ergonomice, sistemele de producție pot fi considerate ca aglomerări de subsisteme om-mașină-mediul, ceea ce permite o intervenție ergonomică sistematică și mult mai eficientă, dacă se consideră și perspectiva dezvoltării sustenabile. Solicitățile la care sunt expuse și supuse resursele umane determină deteriorarea mersului normal al proceselor de muncă, necesitând o intervenție reparatorie, benefică. Astfel, îmbinând cerințele pentru condiții de muncă bune și starea de bine a operatorilor, cu cerințele de motivare și productivitate a resursei umane, se pot obține nivele de performanță pozitive la nivelul operatorilor umani și a sistemului de producție, fără a periclita calitatea produselor și a serviciilor realizate, dar cu o îmbunătățire substanțială a calității vieții profesionale a lucrătorilor.

Astfel, modificând traiectoria și calitatea muncii, dar și a vieții ocupaționale a lucrătorilor, susținem această ramură a modelării condițiilor de muncă, a ergonomiei. În cazul apariției unor deficiențe, îmbunătățirea continuă la locul de muncă este cheia succesului organizației, acest lucru fiind realizabil prin intermediul metodelor de intervenție ergonomică.

Tema de cercetare abordată (analiza ergonomică a sistemelor de fabricație lean) este în concordanță cu cercetări recente identificate în referințele de specialitate (unele dintre ele regăsindu-se la bibliografia tezei de doctorat, iar altele, foarte importante, regăsindu-se pe site-urile specifice organizațiilor profesionale ce se preocupă de acest domeniu¹). Cercetările asupra referențialului bibliografic au adus lămuriri conceptuale și actualizarea conceptelor de ergonomie, fabricație lean, dar și unor aspecte punctuale ce au condus la elaborarea unui inventar cu probleme sugerate de cercetări anterioare la nivel internațional, apărute la nivelul resurselor umane, în demersul de abordare-implementare al fabricației și managementului lean.

Abordarea și soluționarea cu succes a temei de cercetare a presupus o viziune interdisciplinară și recurgerea la cunoștințe din domenii deferite: fabricație lean, management lean, ergonomie, studiul muncii (economia timpilor de muncă), managementul resurselor umane, economie (calculul costurilor) și matematică. Interdisciplinaritatea a fost calea urmată în cercetările teoretice și experimentale realizate în cadrul a două întreprinderi din domeniul auto, fiind folosite două demersuri: (1) integrarea abordărilor ergonomică (de tip participativ) și Lean Six Sigma, a cărei eficiență și eficacitate a fost demonstrată pe baza evaluării utilizabilității (definită de ISO 9241-11² și ISO 13407³ și extinsă pentru cazul sistemelor de fabricație) sistemului de muncă nou definit; (2) integrarea abordării

¹ <https://osha.europa.eu/ro>, <https://www.osha.gov/>, www.iea.cc, <http://www.who.int/en/>, <http://www.ilo.org/global/lang-en/index.htm>

² ISO 9241-11 (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11 Guidance on usability.

³ ISO/IEC. 13407 (1999). Human-Centred Design Processes for Interactive Systems

ergonomice în fabricația lean, pentru cazul unei linii de fabricație cu procese manual-mecanice, și care a luat în discuție un sistem de fabricație matur din punct de vedere al implementării managementului lean.

Rezultatele cercetărilor, precum și activitatea publicistică oglindesc efortul asiduu, munca și colaborarea cu diferite întreprinderi, universități sau alte instituții. Toate acestea au condus la rafinarea concluziilor studiilor realizate în diferite faze ale programului doctoral și la elaborarea unor măsuri de îmbunătățire a condițiilor de muncă în cazul celor implicați în fabricația lean. Sper ca toate aceste rezultate să se constituie ca și contribuții, în primul rând prin implicațiile lor profunde la nivel praxiologic, prin creșterea calității vieții lucrătorilor, nu doar la locul de muncă, ci și în activitățile extraprofesionale. De asemenea, am speranța că cercetările bibliografice, teoretice și experimentale realizate, cât și modalitatea lor de prezentare să fie un bun exemplu și o inspirație pentru munca altor doctoranzi ce urmează programe doctorale în domeniul Inginerie și Management, la Universitatea Politehnica Timișoara și nu numai.

Odată cu finalizarea și susținerea publică a acestei lucrări țin să mulțumesc din suflet și cu deosebit respect doamnei Prof. univ. dr. ing. Anca DRĂGHICI, conducătorul științific al tezei de doctorat, care a fost mereu alături de mine și fără de care această cercetare și lucrare științifică nu ar fi fost realizată. Pe parcursul perioadei de doctorat am învățat că orice idee poate fi conturată și este realizabilă, astfel încât, sper ca viitoarele mele performanțe să contribuie la recompensarea tuturor eforturilor depuse pentru formarea și pregătirea mea profesională.

Pentru disponibilitatea și timpul alocat recenzării tezei de doctorat, pentru aprecierile făcute și pentru efortul depus la susținerea publică a tezei, mulțumiri și recunoștință se cuvin membrilor comisiei de susținere publică.

Pe parcursul studiilor doctorale activitatea desfășurată în diferite etape a fost urmărită și îndrumată de membrii unei comisii formată din Conf. dr. habil. Crisanta - Alina MAZILESCU, Șef lucr. dr. ing. Ilie TĂUCEAN și Lector univ. dr. Sorin SUCIU, cărora le mulțumesc pentru timpul acordat recenziei diferitelor părți ale muncii mele, pentru recomandările și sprijinul constat la elaborarea tezei.

Cercetările experimentale descrise în cadrul tezei de doctorat au fost realizate cu aportul angajaților și prin implicarea managerilor de la două întreprinderi din industria de auto din Timișoara (SC Kromberg & Schubert Romania TI SRL și SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL). Fără sprijinul specialiștilor din cadrul celor două sisteme de producție investigate, fără ajutorul masteranzilor de la Facultatea de Management în Producție și Transporturi, care erau și salariați ai acestor două companii (ing. Eugen Oprițescu și ing. Ilie Dumescu), și cu care am putut interacționa și lucra simultan și succesiv și pentru realizarea proiectelor lor de disertație, nu aș fi putut testa și valida cercetările teoretice, nu aș fi putut realiza cercetări experimentale extinse și de anvergură și nu aș fi putut finaliza teza de doctorat. Tuturor le mulțumesc pentru disponibilitate, deschidere și ajutor reciproc avantajos în realizarea studiilor și implementarea unor soluții de îmbunătățire a proceselor.

La finalul perioadei destul de lungi (aproximativ 3 ani) de efectuare a cercetărilor experimentale am acumulat un volum însemnat de cunoștințe, dar și o experiență bogată în interacțiunea cu oamenii. Pentru toate acestea trebuie să mulțumesc conducerii celor două companii, care au facilitat accesul la informații și în secțiile de producție, ori de câte ori am avut nevoie, și când ideile mele au fost limitate sau pur și simplu nu au corespuns cerințelor supervisorilor sau salariaților.

Mulțumesc colegilor doctoranzi care m-au stimulat și m-au inspirat în momente importante și care au devenit prietenii mei în ale cercetării. Mă bucur că

am avut ocazia să împărtășim idei despre ceea ce ar trebui făcut și ceea ce s-a putut face și mai ales mă bucur că am avut ocazia să fim împreună la diferite evenimente științifice din țară și străinătate. Mulțumesc tuturor prietenilor care m-au înțeles, m-au ajutat și au fost lângă mine în toți acești ani.

În încheiere, mulțumesc întregii mele familii pentru răbdarea, înțelegerea și ajutorul continuu oferit pe parcursul studiilor doctorale (2014 - 2019) și nu numai.

Timișoara, aprilie 2019

sociolog Bianca CÎRJALIU

CUPRINS

CUVÂNT ÎNAINTE	2
CUPRINS	5
LISTA DE FIGURI	8
LISTA DE TABELE.....	11
INTRODUCERE.....	13
Motivarea și importanța temei alese	13
Logica abordării și soluționării temei de cercetare	16
1. ABORDAREA ACTUALĂ A CONCEPTELOR DE „ERGONOMIE” ȘI „FABRICAȚIE LEAN”	20
1.1. Aspecte privind dezvoltarea științei ergonomiei – stadiul actual al cunoașterii	20
1.1.1. Scurt istoric al apariției științei.....	20
1.1.2. Analiza unor definiții ale ergonomiei	22
1.1.3. Propunerea unei noi definiții a ergonomiei	24
1.1.4. Interdisciplinaritatea în ergonomie	27
1.2. Aspecte privind intervenția ergonomiei în sistemele om-mașină-mediu. 29	
1.2.1. Modalități de exploatare a cunoașterii ergonomice	29
1.2.2. Ergonomia participativă – un mod de intervenție pentru optimizarea relațiilor în sistemele om-mașină-mediu	32
1.3. Fabricația lean – concept și metode	34
1.3.1. Pierderile în viziunea sistemului Lean	37
1.3.2. Mijloace, practici și tehnici lean	40
1.3.3. Extinderea metodelor de operare în fabricația lean. Conceptul Lean Six Sigma (LSS).....	50
1.4. Concluzii	52
2. DEMERSUL DE ABORDARE ȘI IMPLEMENTARE AL FABRICAȚIEI LEAN.....	56
2.1. Considerente generale	56
2.1.1. Context și problematică	56
2.1.2. Metodologia cercetării bibliografice	58
2.1.3. Inventarul unor probleme/obstacole în implementare.....	59
2.2. Aspecte ale managementul resursei umane în fabricația lean.....	63
2.2.1. Implicațiile managementului resurselor umane în implementarea fabricației lean.....	63
2.2.2. Bunăstarea/starea de bine a lucrătorilor la locul de muncă în condițiile sistemului de fabricație lean	69
2.3. Ergonomia și sistemele de fabricație lean.....	71
2.3.1. Inventarul unor aspecte relevante prezente în literatura de specialitate	71
2.3.2. Sinteza cercetărilor privind integrarea principiilor ergonomiei cu cele ale sistemului de organizare lean	74
2.4. Concluzii	77
3. CERCETĂRI TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND INTEGRAREA ABORDĂRILOR ERGONOMICĂ ȘI LEAN SIX SIGMA - CAZUL UNEI LINII DE FABRICAȚIE CU PROCESE MANUALE	81
3.1. Cercetări teoretice privind concepția unui cadru general de integrare a cunoașterii ergonomice în demersul Lean Six Sigma.....	81

3.1.1. Motivarea și importanța cercetării	82
3.1.2. Demersul de concepție al cadrului de integrare a ergonomiei și LSS	83
3.1.3. Concluzii privind cercetările teoretice	92
3.2. Cercetări experimentale privind testarea și validarea parțială a modelului cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS	93
3.2.1. Cercetări preliminare pentru diagnosticul punerii în aplicare a principiilor, metodelor și mijloacelor lean	94
3.2.2. Considerații privind utilizabilitatea în contextul cercetării ergonomice	101
3.2.3. Cerințe tehnice și metodologice la integrarea abordărilor ergonomică și LSS	102
3.2.4. Rezultatele cercetării. Discuții și interpretări	105
3.2.5. Concluzii asupra cercetării experimentale realizate	107
4. CERCETĂRI TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND INTEGRAREA ABORDĂRII ERGONOMICE ÎN FABRICAȚIA LEAN - CAZUL UNEI LINII DE FABRICAȚIE CU PROCESE MANUAL-MECANICE	109
4.1. Contextul cercetării	110
4.1.1. Date generice privind compania	110
4.1.2. Obiectul de activitate. Organizare.....	112
4.1.3. Managementul companiei.....	114
4.1.4. Cultura organizației și preocuparea pentru resursa umană	116
4.1.5. Aspecte tehnico-organizatorice ale liniei de fabricație SSY. Definirea scenariului de cercetare	118
4.2. Caracterizarea satisfacției operatorilor la locurile de muncă aferente liniei de producție SSY	121
4.2.1. Demersul de cercetare.....	121
4.2.2. Teoria fundamentată pe date (<i>Grounded Theory</i>) și contribuția sa la definirea modelului conceptual al cercetării.....	123
4.2.3. Ancheta pe bază de chestionar	139
4.2.4. Concluzii privind cercetarea satisfacției operatorilor umani la locurile de muncă aferente liniei de producție SSY	154
4.3. Cercetări teoretice privind concepția unui model de optimizare a liniilor de fabricație cu procese manual-mecanice prin integrarea abordărilor ergonomică și lean	155
4.3.1. Modelarea liniei de asamblare cu procese manual-mecanice și automate.....	156
4.3.2. Ipoteze și considerente privind operațiile.....	159
4.3.3. Dezvoltări conceptuale pentru realizarea modelului matematic	160
4.4. Cercetări experimentale privind testarea și validarea utilității modelului matematic elaborat	164
4.4.1. Modelarea liniei de asamblare SSY	164
4.4.2. Evaluarea riscului ergonomic asociat cu mișcările repetitive ale membrelor superioare folosind metoda OCRA.....	165
4.4.3. Rezultatele aplicării modelului matematic și interpretarea lor în cazul liniei de asamblare SSY.....	168
4.4.4. Concluzii privind optimizarea liniilor de fabricație cu procese manual- mecanice prin integrarea abordărilor ergonomică și lean.....	172
5. CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE. PERSPECTIVE VIITOARE ALE CERCETĂRII	175
5.3. Concluzii generale asupra cercetării realizate	175
5.4. Contribuții personale.....	181
5.5. Perspective viitoare de cercetare	183

BIBLIOGRAFIE	184
ANEXA 1 – Chestionar utilizat pentru realizarea interviului semistrukturat – Metoda fundamentată pe date (<i>Grounded Theory</i>)	198
ANEXA 2 - Chestionar de evaluare a satisfacției angajaților la locul de muncă (utilizat în cadrul unei anchete).....	200
CURRICULUM VITAE	205
LISTA PUBLICAȚIILOR	207

LISTA DE FIGURI

Fig. 0.1 Nivelul de interes de-a lungul ultimilor 5 ani	14
Fig. 0.2 Detalierea comparată în funcție de regiune (evaluare comparativă a termenilor de căutare)	14
Fig. 0.3 Detalierea comparată în funcție de regiune (evaluare separată a termenilor de căutare)	14
Fig. 0.4. Structura tezei de doctorat	18
Fig. 1.1 Harta conceptuală a problematicii aferente capitolului 1	20
Fig. 1.2 (a) Prima carte dedicată ergonomiei publicată la Warșovia de Wojciech Jastrzębowski; (b) Cartea publicată la Warșovia de Józefa Franciszka Joteyko (traducerea în limba japoneză realizată de Masami Ashizawa, în anul 2000).....	21
Fig. 1.3 Componentele definiției științei ergonomiei, conform Asociației Internaționale de Ergonomie	26
Fig. 1.4 Științe cooperante ergonomiei (baza de cunoștințe recunoscută în abordările clasice)	27
Fig. 1.5 Extinderea interdisciplinarității ergonomiei (baza de cunoștințe extinsă aferentă abordărilor moderne).....	28
Fig. 1.6 O posibilă taxonomie a formelor aplicative ale ergonomiei	30
Fig. 1.7 O abordare holistică a locului intervenție ergonomiei în sistemele om-mașină-mediu, după (Reiman și Väyrynen, 2011)	31
Fig. 1.8 Cadrul procedural al intervenției ergonomiei în sistemele om-mașină-mediu	32
Fig. 1.9 Metodologia de implementare a unui demers bazat pe ergonomia participativă, după (Rivilis ș.a., 2008)	33
Fig. 1.10 Istoria ilustrată a conceptului de fabricație lean.....	35
Fig. 1.11 Principiile lean, după (Perera, 2010)	36
Fig. 1.12 Modul de gândire lean	37
Fig. 1.13 Categoriile considerate în cazul fabricației lean	38
Fig. 1.14 Sursa diferitelor categorii de pierderi	39
Fig. 1.15 Modalități de acțiune și dimensiuni ale comportamentului managerial și organizațional în filosofia lean	39
Fig. 1.16 Modelul de lean leadership, după (Dombrowski și Mielke, 2013)	45
Fig. 1.17 Cei șapte pași ai mentenanței productive totale, după (Modi și Thakkar, 2014)	46
Fig. 1.18 Actorii lanțului de aprovizionare	49
Fig. 1.19 Ciclul DMAIC și relația sa cu ciclul PDCA și DFSS, după (Sokovic ș.a., 2010)	51
Fig. 1.20 Relația dintre DMAIC (Six Sigma) și DMADV (DFSS) în cazul implementărilor, după (Sokovic și Pavletic, 2007)	52
Fig. 2.1 Harta conceptuală a problematicii aferente capitolului 2	56
Fig. 2.2 Analiza istorică a efectelor înregistrate de implementările lean prezente în literatură, după (Koukoulaki, 2014)	57
Fig. 2.3 Pendularea între avantajele și dezavantajele fabricației lean – dilema găsirii unui echilibru în sistemul tehnico-social al întreprinderii	57
Fig. 2.4 Taxonomia principalelor obstacole în implementarea lean	62
Fig. 2.5 Pilonii implementării de succes a sistemului de fabricație lean, după (Furlan ș.a., 2011; Shah și Ward, 2003))	68

Fig. 2.6 Efecte adoptării-implementării sistemului lean asupra mediului de muncă, sănătății și bunăstării angajaților	70
Fig. 2.7 Cadrul dimensiunii umane în context lean – rezultat al sintezei bibliografice	78
Fig. 3.1 Harta conceptuală a problematicii aferente subcapitolului 3.1.....	81
Fig. 3.2 Necesitatea și motivarea demersului de concepție a modelului cadru care să faciliteze implementarea simultană a filosofiei ergonomică și LSS	84
Fig. 3.3 Dilema managerilor – neînțelegerea conceptelor productivității interne și externe	85
Fig. 3.4 Baza de cunoștințe/cunoaștere necesară pentru elaborarea modelului cadru	86
Fig. 3.5 Paralelismul DMAIC și a activităților de managementul cunoașterii.....	87
Fig. 3.6 Metodologia cadru de integrarea a abordărilor ergonomică și LSS (schema logică).....	88
Fig. 3.7 Modelul conceptual al sistemului de suport decizional	90
Fig. 3.8 Harta conceptuală a problematicii subcapitolului 3.2	93
Fig. 3.9 Tipuri de pierderi în funcționarea și mentenanța echipamentelor	96
Fig. 3.10 Schema de calcul a OEE.....	97
Fig. 3.11 Baza de cunoștințe privind pierderile (adaptată pe baza documentației și a observațiilor din fabrică)	97
Fig. 3.12 Valorile indicatorului OEE generate pe baza documentației de la companie	98
Fig. 3.13 Compararea nivelului de implementare al mijloacelor lean (bare marmorate) cu efectele obținute prin eliminarea pierderilor (bare negre)	99
Fig. 3.14 Aspecte importante ale demersului de cercetare focalizat pe utilizabilitate, corelat cu prevederile standardului ISO 9241-11	102
Fig. 3.15 Logica cercetării experimentale.....	103
Fig. 3.16 Detalii privind soluțiile finale de intervenție ergonomică.....	106
Fig. 4.1 Harta conceptuală a problematicii aferente capitolului 1	109
Fig. 4.2 Date financiare la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL și evoluția numărului de angajați între anii 2009-2017	112
Fig. 4.3 Reprezentare grafică a principalelor departamente ale SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara și ponderea personalului acestora din totalul la nivelul organizației.....	113
Fig. 4.4 Structura organizatorică a SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL (nivel local/filială).....	114
Fig. 4.5 Scenariul de cercetare adoptat în cadrul liniei de producție SSY de la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara	121
Fig. 4.6 Rezultatele elaborării axelor și conceptelor semantice aferente modelului conceptual teoretic la finalul fazei de codare axială	126
Fig. 4.7 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Bariere</i>	128
Fig. 4.8 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Motivația</i>	129
Fig. 4.9 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Atributele personale</i>	130
Fig. 4.10 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Trăirile intrinseci</i>	131
Fig. 4.11 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Organizarea muncii</i>	132
Fig. 4.12 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Competențele</i>	133

Fig. 4.13 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Comunicarea</i>	134
Fig. 4.14 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Colaborarea</i>	135
Fig. 4.15 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Nevoile angajaților</i>	136
Fig. 4.16 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Așteptările angajaților</i>	137
Fig. 4.17 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic <i>Tipologia activităților</i>	138
Fig. 4.18 Modelul teoretic de caracterizare al comportamentului socio-profesional în context lean, în termenii motivației și satisfacției la locul de muncă (cazul liniei de asamblare SSY).....	139
Fig. 4.19 Scopul cercetărilor pentru optimizarea liniilor de fabricație cu procese manual-mecanice și automate	156
Fig. 4.20 Exemplu de linie de asamblare cu procese manual-mecanice	157
Fig. 4.21 Alternative de procesare secvențială în linii de asamblare hibride.....	157
Fig. 4.22 Procesului de asamblare aferent liniei de fabricație SSY studiate.....	164
Fig. 4.23 Distribuirea perioadelor de pauză pe durata unui schimb de muncă..	167
Fig. 4.24 Diagrama Pareto a câmpului normalizat PN-Cost	169
Fig. 4.25 Diagrama funcțiilor obiectiv pentru punctele Pareto	170
Fig. 4.26 Setul de soluții optimale privind reorganizarea liniei de fabricație (soluții în punctele W, C și $j = 8$)	171
Fig. 5.1. Harta conceptuală a problematicii aferente capitolului 5	175

LISTA DE TABELE

Tabelul 0.1	Obiectivele operaționale de cercetare aferente fiecărui capitol al tezei de doctorat.....	17
Tabelul 1.1	Frecvența apariției anumitor cuvinte în definițiile ergonomiei (și factori umani), extras din cercetarea (Dempsey ș.a., 2000).....	24
Tabelul 1.2	Diferite definiții ale ergonomiei, după (Drăghici, 2006; Boatcă și Cirjaliu , 2015)	25
Tabelul 1.3	Cadrul de acțiune al ergonomiei participative propus de (Haines ș.a., 2002)	34
Tabelul 1.4	Lanțul succesiunii logice pierderi – efecte - eliminare	38
Tabelul 1.5	Conceptele cheie ale Kaizer	40
Tabelul 1.6	Prezentare generală a problemelor identificate în fabricația lean – articole de referință, extindere față de cercetarea inițială (Cirjaliu și Drăghici, 2016).....	53
Tabelul 2.1	Model cu principalii factori și aspectele cheie pentru succesul adoptării sistemului fabricației lean, după (Martinez-Jurado ș.a., 2013; Martinez-Jurado ș.a., 2014).....	64
Tabelul 2.2	Perspective organizatorice și la nivel de echipă, impactul asupra sănătății și muncii angajaților.....	70
Tabelul 2.3	Practici socio-tehnice și ergonomice frecvent utilizate la nivel managerial în cazul adoptării-implementării fabricației lean	75
Tabelul 2.4	Sinteză asupra abordărilor lean și ergonomiei în sistemele de fabricație	79
Tabelul 3.1	Redefinirea metodologiei DMAIC prin considerarea aportului de cunoaștere al ergonomiei	86
Tabelul 3.2	Caracterizarea funcționalităților sistemului suport decizional (pentru îmbunătățire continuă) asociat ciclului DMAIC.....	90
Tabelul 3.3	Chestionarul pentru evaluarea utilizabilității intervențiilor ergonomice	104
Tabelul 3.4	Evaluarea intervențiilor utilizabilității ergonomice – sinteza rezultatelor cercetării	107
Tabelul 4.1	Date financiare la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL și evoluția numărului de angajați	111
Tabelul 4.2	Domenii de activitate ale FLEXTRONICS ROMANIA.....	112
Tabelul 4.3	Procese și utilaje existente în exploatarea liniei de fabricație SSY..	118
Tabelul 4.4	Etapele codării utilizate în demersul de aplicare al teoriei fundamentate pe date, după (Sandu, 2018)	124
Tabelul 4.5	<i>Bariere</i> - Categoriile înrudite.....	127
Tabelul 4.6	<i>Motivația</i> - Categoriile înrudite	129
Tabelul 4.7	<i>Atributele personale</i> - Categoriile înrudite.....	130
Tabelul 4.8	<i>Trăirile intrinseci</i> - Categoriile înrudite.....	131
Tabelul 4.9	<i>Organizarea muncii</i> - Categoriile înrudite	132
Tabelul 4.10	<i>Competențele</i> - Categoriile înrudite.....	133
Tabelul 4.11	<i>Comunicarea</i> - Categoriile înrudite	134
Tabelul 4.12	<i>Colaborarea</i> - Categoriile înrudite	135
Tabelul 4.13	<i>Nevoile angajaților</i> - Categoriile înrudite	136
Tabelul 4.14	<i>Așteptările angajaților</i> - Categoriile înrudite	137

Tabelul 4.15	<i>Tipologia activităților - Categoriile înrudite</i>	138
Tabelul 4.16	Dimensiunea și structura eșantionului rezultat prin considerarea unei dimensiuni minime de referință	141
Tabelul 4.17	Centralizarea distribuției procentuale a răspunsurilor pentru întrebările 7, 9,10 ,11 ,12 ,13 și 28 – Rezultatele anchetei pentru dimensiunea „ <i>Importanța nevoilor și satisfacerea lor</i> ”	143
Tabelul 4.18	Centralizarea distribuției procentuale a răspunsurilor pentru întrebările 15, 23, 27 și 29 – Rezultatele anchetei pentru dimensiunea „ <i>Motivarea și satisfacția salarială</i> ”	145
Tabelul 4.19	Centralizarea distribuției procentuale a răspunsurilor pentru întrebările 5, 6, 8, 17, 18 și 21– Rezultatele anchetei pentru dimensiunea „ <i>Condițiile de muncă și climatul organizațional</i> ”	147
Tabelul 4.20	Centralizarea distribuției procentuale a răspunsurilor pentru întrebările 14,16, 19 și 22– Rezultatele anchetei pentru dimensiunea „ <i>Proiectarea posturilor și managementul carierelor</i> ”	149
Tabelul 4.21	Centralizarea distribuției procentuale a răspunsurilor pentru întrebările 20, 24, 25, 26 și 30 – Rezultatele anchetei pentru dimensiunea „ <i>Satisfacția și insatisfacția în muncă</i> ”	152
Tabelul 4.22	Indici și parametri considerați în cadrul modelului matematic	161
Tabelul 4.23	Parametrii OCRA considerați pentru evaluarea riscului ergonomic la membrul superior cel mai solicitat în cazul operațiilor manuale pe linia de fabricație supusă studiului	162
Tabelul 4.24	Descrierea activităților pentru linia de asamblare SSY studiată ...	165
Tabelul 4.25	Parametrii studiului de caz pentru aplicarea modelului matematic	165
Tabelul 4.26	Parametrii OCRA pentru evaluarea riscurilor ergonomice (conform metodologiei expuse în (Căruțașu, 2015))	166
Tabelul 4.27	Sinteza rezultatelor indicelui de risc ergonomic determinați cu metoda OCRA (conform metodologiei expuse în (Căruțașu, 2015))	167
Tabelul 4.28	Scala de evaluare a indicelui de risc (ISO 11228-3 / 2007)	167
Tabelul 4.29	Coordonatele punctului Pareto	169
Tabelul 4.30	Valorile funcției de decizie pentru fiecare punct j	170
Tabelul 4.31	Valorile indicelui OCRA pentru evaluarea riscului ergonomic al lucrătorilor de pe linia de asamblare aferent situației optime de reorganizare, corespunzătoare punctului C și punctul j = 8 (estimări).....	172

INTRODUCERE

Motivarea și importanța temei alese

Dinamica actuală a organizațiilor industriale definesc cadrul Revoluției Industriale 4.0, dar tendințele ce se manifestă în ultimii ani prefigurează definirea unei noi etape de dezvoltare, încadrată de specialiști în Revoluția Industrială 5.0.

Contextul actual al consumului, determinat de nevoia unor produse/servicii puternic personalizate, și focalizarea atenției pe definirea și urmărirea atentă a ciclului de viață a acestora, limitarea consumului de energie și de resurse materiale (creșterea eficienței folosirii acestora), precum și tendința de generalizare a practicilor sustenabile în domeniul producției au determinat apariția și dezvoltarea unor noi modele de organizare sau actualizarea celor deja tradiționale. Toate aceste evenimente și preocupări au avut drept suport general și generos de aplicare tehnologia informației și comunicării, aplicații ale Internetului, a tehnologiilor mobile, explorarea rapidă și eficientă a datelor folosind aplicații de tip *data mining* sau conectarea „tuturor lucrurilor” prin tehnologii de tip *Internet of Things* (IoT).

Una dintre cele mai spectaculoase transformări ale sistemelor de producției a reprezentat-o fabricația lean (*lean manufacturing*), definitorie pentru Revoluția Industrială 3.0, ea fiind azi considerată una dintre cele mai de succes strategii de afaceri, ce are drept finalitate îmbunătățirea competitivității organizațiilor. Lean are la bază filosofia, abordarea fluxului fabricației, metodele și mijloacele sistemului de producție de tip toyotist, care s-a răspândit uimitor în anii `90 în toată lumea. Susținerea implementărilor lean în diferite sisteme de producție a fost marcată de două mari publicații (unanim recunoscute ca având o valoare nu doar teoretică, dar și praxiologică):

- Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (1990). *Machine that changed the world*. Simon and Schuster;
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. CRC Press.

Acestea au fost urmate de publicarea altor manuale de referință și care au surprins particularitățile generalizării aplicării modului de organizare toyotist (în alte culturi și țări) după anul 2000, culminând cu apariția lucrării: Porter, M. E. (2008). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Simon and Schuster.

Pentru a demonstra interesul general al practicienilor asupra fabricației lean în contextul Revoluției Industriale 4.0 a fost utilizată aplicația Google Trends. Analiza nivelului de interes al internauților (de la nivel global și pe tot web-ul) pentru termenii „lean manufacturing” și „Industry 4.0” este prezentată în Fig. 0.1, Fig. 0.2 și Fig. 0.3. După cum se poate observa, în ceea ce privește termenul „lean manufacturing”, acesta prezintă un nivel constat al interesului publicului, chiar dacă se înregistrează o creștere accentuată a interesului la nivel mondial, în ultimii 5 ani, pentru „Industry 4.0” (Fig. 0.1). Detalierea comparată a termenilor de căutare în funcție de regiune (Fig. 0.2) a evidențiat că există o dominantă majoră a interesului internauților din America pentru „lean manufacturing” față de cea a internauților din Asia (China), aceștia din urmă fiind puternic interesați de „Industry 4.0”. Analiza detaliată comparată a termenilor de căutare în funcție de

regiune (Fig. 0.3) a subliniat un interes major pentru „lean manufacturing” în cazul internaților din Mexic, Peru, Bolivia, iar pentru „Industry 4.0” în cazul Chinei.

Trebuie menționat că, dacă termenul de căutare „lean manufacturing” este asociat cu termenul „auto industry”, se remarcă un interes similar, major al internaților pentru acest domeniu, ceea ce dovedește că majoritatea aplicațiilor fabricației lean sunt în acest domeniul economic.

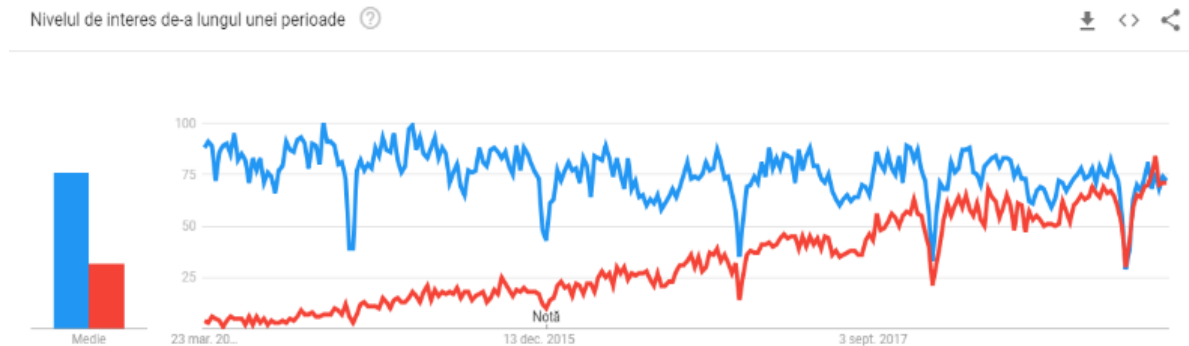


Fig. 0.1 Nivelul de interes de-a lungul ultimilor 5 ani



Fig. 0.2 Detalierea comparată în funcție de regiune (evaluare comparativă a termenilor de căutare)

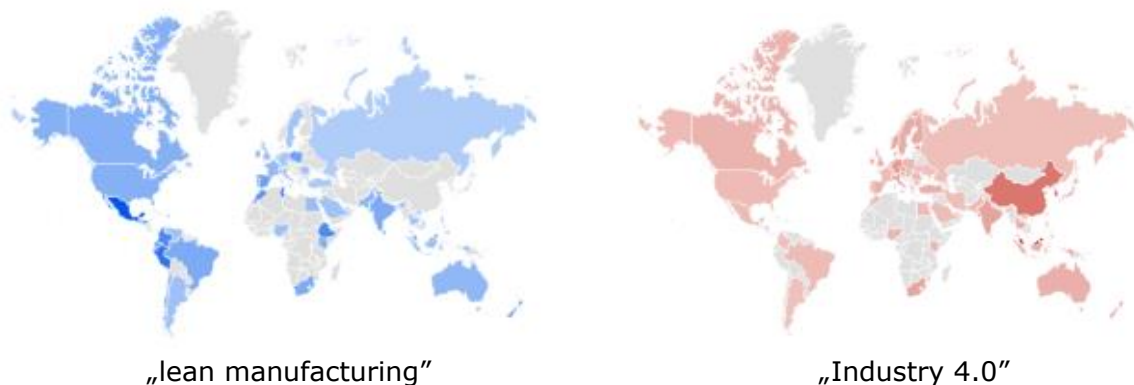


Fig. 0.3 Detalierea comparată în funcție de regiune (evaluare separată a termenilor de căutare)

În Regiunea de Vest a României sunt locat numeroase companii din industria auto (Flextronics, Hella, Continental, Leman Industrie, Takata, TRW etc.)

care au implementate sisteme de fabricație lean, în cadrul acestora fiind identificate fenomene de risc ocupațional în rândul angajaților (stres ocupațional datorat ritmului și cerințelor, fluctuația personalului, absenteism datorat stresului ocupațional, nivele crescute ale oboselii în muncă etc.) și care generează insatisfacții ale acestora. Cele mai importante aspecte, avute în vedere și în cadrul cercetărilor derulate în cadrul programului doctoral, sunt cele asociate riscurilor ocupaționale, care intră sub incidența cercetărilor ergonomice și pot fi diminuate sau eliminate din această perspectivă.

Totodată, riscurile psihosociale, considerate emergente, sunt generate de conceperea, organizarea și gestionarea precară a activității, precum și de un context social necorespunzător la locul de muncă, putând avea efecte negative pe plan psihologic, fizic sau social, precum stresul la locul de muncă, epuizarea sau depresia lucrătorilor. Printre condițiile de lucru care determină riscuri psihosociale se numără: volumul excesiv de muncă; cerințele contradictorii și lipsa de claritate privind rolul pe care îl are de îndeplinit lucrătorul; lipsa de implicare în luarea deciziilor care afectează lucrătorul și lipsa de influență asupra modului de desfășurare a activității; schimbările organizatorice gestionate necorespunzător, nesiguranța locului de muncă; comunicarea ineficientă, lipsa de sprijin din partea conducerii sau a colegilor. Atunci când se analizează exigențele de la locul de muncă, este important să nu se confunde riscurile psihosociale, precum volumul de muncă excesiv, cu condițiile în care mediul de lucru este favorabil, lucrătorii fiind bine pregătiți și motivați să își realizeze cât mai bine sarcinile de serviciu (Boatcă și **Cîrjaliu**, 2015; **Cîrjaliu** ș.a., 2015; **Cîrjaliu** ș.a., 2016a).

Un mediu psihosocial favorabil sporește performanțele și dezvoltarea personală, precum și bunăstarea psihică și fizică a lucrătorilor. Lucrătorii sunt confrunțați cu stresul când solicitările de la locul de muncă sunt prea mari, depășindu-le capacitatea de adaptare. Pe lângă problemele de sănătate psihică, lucrătorii care se confruntă cu un stres prelungit pot dezvolta ulterior probleme grave de sănătate fizică, de exemplu afecțiuni cardiovasculare sau musculoscheletice. La nivelul organizației, printre efectele negative se numără performanța economică generală slabă, creșterea absenteismului, prezentismul (prezența lucrătorilor la locul de muncă când sunt bolnavi sau când nu își pot îndeplini în mod eficient sarcinile de serviciu) și înmulțirea vătămărilor și a accidentelor. Absențele tind să fie mai lungi decât cele care au la bază alte cauze, stresul la locul de muncă putând să contribuie și la creșterea ratei de pensionare anticipată. Estimările costurilor suportate de întreprinderi și de societate din cauza stresului la locul de muncă sunt considerabile, ridicându-se la miliarde de euro la nivel național (Weinschrott ș.a., 2015; **Cîrjaliu** ș.a., 2016a; **Cîrjaliu** ș.a., 2016b).

La nivel european, 25 % dintre lucrători afirmă că se confruntă cu stresul profesional pe întreaga durată a programului de lucru sau în cea mai mare parte a acestuia, iar un procent similar declară că munca pe care o prestează are un efect nociv asupra stării lor de sănătate. Una dintre cauzele acestor efecte adverse ale muncii este reprezentată de riscurile psihosociale (EU-OSHA, 2014).

Ca urmare, un loc de muncă sănătos este unul în care angajații și managerii colaborează pentru a utiliza un proces de îmbunătățire continuă în protejarea și promovarea sănătății, siguranței și bunăstării lor. În funcție de nevoile identificate se iau în considerare următoarele: probleme de sănătate și securitate în mediul de lucru fizic; sănătatea, siguranța și bunăstarea din punct de vedere psihosocial în mediul de lucru, inclusiv organizarea muncii; promovarea sănătății la locul de muncă; și modalități de a participa în comunitate (WHO, 2010).

În concluzie, pe lângă aspectele enunțate, în literatura de specialitate au fost identificate cercetări sporadice (preocupări discrete) de analiză, cercetare

ergonomică realizate în contextul fabricației lean. De asemenea, au fost identificate nevoi specifice ale sistemelor de fabricație lean, rezultate din practica unor organizații din Regiunea de Vest, ceea ce a impus necesitatea abordării și soluționării temei de cercetare asociate prezentei teze de doctorat.

Logica abordării și soluționării temei de cercetare

Ca urmare a celor precizate, tema de cercetare abordată în cadrul programului doctoral este de mare actualitate și interes atât din punct de vedere al teoreticienilor domeniului, dar și al practicienilor (managerilor), aceasta necesitând un demers interdisciplinar de soluționare, după cum se va demonstra prin conținutul fiecărui capitol al tezei.

Astfel, prezenta teză de doctorat își propune (**SCOP**) prezentarea cercetărilor realizate în perioada 2014 – 2019 privind investigarea aspectelor organizării ergonomice a proceselor/locurilor de muncă în cadrul sistemelor de fabricație lean (*lean manufacturing*), rezultatele cercetărilor având un impact semnificativ asupra performanțelor operatorilor umani, în contextul actual al dezvoltării sistemelor de producție (organizațiilor industriale) (scopul final al cercetărilor).

Obiectivul general al programului doctoral a constat în cercetări teoretice și experimentale privind analiza și evaluarea aspectelor ergonomice în cadrul sistemelor de fabricație ce au implementate principiile, conceptele și filosofia lean (*lean management*).

Obiectivul principal de cercetare asociat prezentei tezei de doctorat constă în elaborarea unui demers de analiză – evaluare – optimizare a locurilor de muncă prin integrarea abordărilor (principii, metode și mijloace) ergonomică cu lean și identificarea unor măsuri de îmbunătățire.

Analiza ergonomică a sistemelor de fabricație lean, cu referire la procesele și locurile de muncă aferente acestui mod de organizare, a avut ca obiectiv general identificarea unor modalități de îmbunătățire a managementului lean în sistemele de producție analizate/investigate, simultan cu îmbunătățirea stării de sănătate (prin diminuarea riscurilor ergonomice, a stresului ocupațional și creșterea satisfacției în muncă) și securitate a operatorilor umani (prin eliminarea pierderilor datorate accidentelor sau incidentelor de muncă). Astfel, demersul de cercetare și metodologia asociată acestuia a contribuit la:

- Dezvoltarea cunoașterii și a cunoștințelor în domeniul ergonomiei, a sănătății și securității ocupaționale, a managementului riscurilor, dar și la dezvoltarea sustenabilă a organizațiilor industriale;
- Reducerea riscurilor ocupaționale și generarea bunăstării ocupaționale a lucrătorilor din sistemele de fabricație lean (locuri de muncă sigure și sănătoase), prin diagnoza asupra riscurilor ce generează stres și insatisfacție și elaborarea unor măsuri de diminuare considerabilă a acestora.

Structura demersului de cercetare și a tezei de doctorat cuprinde etape aferente capitolelor tezei și care au fost corelate cu obiective operaționale, derivate din obiectivul general, după cum este prezentat în Tabelul 0.1.

Tabelul 0.1 Obiectivele operaționale de cercetare aferente fiecărui capitol al tezei de doctorat

Nr. crt.	Capitolul tezei de doctorat	Obiective operaționale asociate
-	INTRODUCERE	Descrierea motivației și importanței temei de cercetare; Definirea obiectivului general și a celor operaționale; Descrierea modului de atingere a obiectivelor (structura tezei și sinteza fiecărui capitol).
1	ABORDAREA ACTUALĂ A CONCEPTELOR DE „ERGONOMIE” ȘI „FABRICAȚIE LEAN”	OP1 Cercetări asupra referențialului bibliografic pentru caracterizarea conceptelor de ergonomie și fabricație lean în sisteme de producție și prezentarea unor metode de operare.
2	DEMERSUL DE ABORDARE ȘI IMPLEMENTARE AL FABRICAȚIEI LEAN	OP2 Cercetări asupra referențialului bibliografic pentru caracterizarea efectelor/problemelor generate de abordarea și implementarea filosofiei lean la nivelul operatorilor umani.
3	CERCETĂRI TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND INTEGRAREA ABORDĂRILOR ERGONOMICĂ ȘI LEAN SIX SIGMA - CAZUL UNEI LINII DE FABRICAȚIE CU PROCESE MANUALE	OP3.1 Concepția unui model cadru și a arhitecturii unui sistem suport decizional asociat pentru a facilita și a susține procesele manageriale din întreprinderi, relativ la realizarea unei implementări integrate a ergonomiei în procesele de îmbunătățire continuă Lean Six Sigma (LSS);
		OP3.2 Testarea și validarea parțială a modelului cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS relativ la o implementare de îmbunătățire continuă.
4	CERCETĂRI TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND INTEGRAREA ABORDĂRII ERGONOMICE ÎN FABRICAȚIA LEAN - CAZUL UNEI LINII DE FABRICAȚIE CU PROCESE MANUAL-MECANICE	OP4.1 Identificarea și caracterizarea dimensiunilor satisfacției operatorilor umani la locurile de muncă aferente unui sistem de fabricație lean;
		OP4.2 Elaborarea unui model matematic pentru optimizarea organizării liniilor de fabricație printr-un demers al abordării ergonomice lean (cazul unui sistem de producție ce deține un nivel de maturitate al implementării managementului lean).
5	CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE. PERSPECTIVE VIITOARE ALE CERCETĂRII	Bilanțul activității de cercetare și inventarul realizărilor, inclusiv a celor originale.

Teza de doctorat se întinde pe 214 pagini (inclusiv anexele), conținând un capitol introductiv, 4 capitole consistente și echilibrate aferente problematici de cercetare și un capitol final ce înglobează concluzii, contribuții personale și direcții viitoare de cercetare. Teza cuprinde 74 de figuri, 120 tabele, 33 relații matematice, precum și o listă cu 232 titluri bibliografice și 6 adrese ale unor pagini web consultate și citate. Ca urmare, în Fig. 0.4 se prezintă structura tezei de doctorat, ce demonstrează modalitatea planificată de atingere a obiectivelor de cercetare propuse (logica de cercetare abordată și implementată).

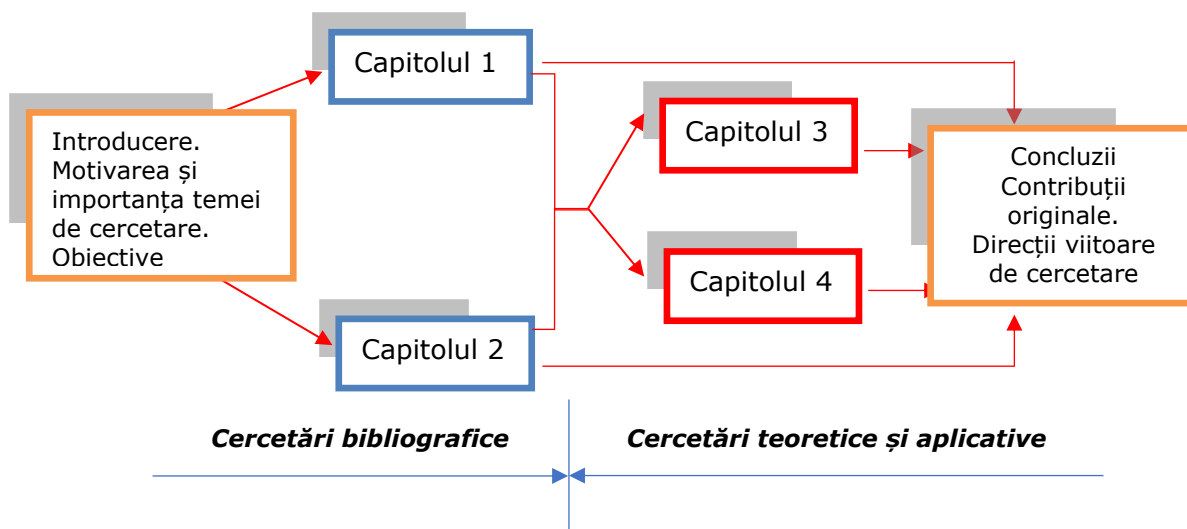


Fig. 0.4. Structura tezei de doctorat

Tratarea temei este logică, graduală și bine structurată, pornind de la panoramarea referențialului bibliografic cu privire la abordările actuale ale conceptelor de ergonomie și fabricație lean și continuând cu realizarea unui inventar de probleme ce apar la nivelul resurselor umane din organizațiile ce au implementat managementul lean. Pe baza concluziilor cercetărilor bibliografice se va defini breșa de cercetare (lipsa de cunoaștere și aplicare prin integrare a abordării ergonomice în sistemele de fabricație lean) și se vor prezenta cercetări teoretice și experimentale ce au demonstrat că un demers ce integrează cunoașterea ergonomică cu cea lean poate contribui semnificativ la îmbunătățirea și optimizarea fabricației lean.

Primul capitol al tezei, ABORDAREA ACTUALĂ A CONCEPTELOR DE „ERGONOMIE” ȘI „FABRICAȚIE LEAN”, cuprinde lămuriri de natură conceptuală relative la trei aspecte prioritare pentru cercetarea de față: (1) aspecte privind dezvoltarea științei ergonomiei; (2) aspecte privind intervenția ergonomiei în sistemele om-mașină-mediul; (3) fabricația lean – concept și metode.

Capitolul 2, DEMERSUL DE ABORDARE ȘI IMPLEMENTARE AL FABRICAȚIEI LEAN, este alocat cercetărilor bibliografice realizate prin explorarea unor baze de date consacrate, articolele de interes fiind identificate după cuvinte cheie prestabilite, iar rezultatele căutării fiind rafinate astfel ca articolele finale să fie relevante pentru tema de cercetare abordată.

Cercetările bibliografice au creat premisele pentru realizarea de cercetări teoretice și experimentale convergente pe concepția unui model de integrare a principiilor lean cu cele ale ergonomiei, în vederea definirii unui cadru de acțiune integrat pentru îmbunătățirea continuă. Acest deziderat a constituit fondul cercetărilor din următoarele două capitole ale tezei.

Capitolul 3, CERCETĂRI TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND INTEGRAREA ABORDĂRILOR ERGONOMICĂ ȘI LEAN SIX SIGMA - CAZUL UNEI LINII DE FABRICAȚIE CU PROCESE MANUALE, este dedicat cercetărilor teoretice și experimentale. Capitolul include prezentarea de: (1) cercetări teoretice pentru conceperea unui cadru general de integrare a cunoașterii ergonomice în demersul Lean Six Sigma (LSS); (2) cercetări experimentale privind testarea și validarea

parțială a modelului cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS în cazul unei linii de fabricație a cablajelor auto.

Capitolul 4, CERCETĂRI TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND INTEGRAREA ABORDĂRII ERGONOMICE ÎN FABRICAȚIA LEAN - CAZUL UNEI LINII DE FABRICAȚIE CU PROCESE MANUAL-MECANICE, cuprinde o cercetare teoretică și experimentală extinsă ca durată și anvergură, în care au fost folosite alte mijloace ergonomice integrate în cazul unui sistem de fabricație lean și care au produs efecte în ceea ce privește optimizarea organizării sale. Rezultatele de cercetare obținute se prezintă ținând cont de cele **trei etape** de derulare a lor:

(I) Studiul contextului de realizare a cercetărilor, prin descrierea companiei FLEXTRONICS ROMANIA, a departamentului Infrastructură și a liniei de asamblare SSY, precum și a unor aspecte relevante pentru cercetare (managementul companiei, cultura organizației și preocuparea pentru resursa umană). În finalul acestei părți se va prezenta scenariul de cercetare adoptat și agreat de conducerea departamentului;

(II) Cercetări privind satisfacția operatorilor la locul de muncă într-un sistem de producție ce deține maturitate în implementarea principiilor, metodelor și mijloacelor lean;

(III) Cercetări teoretice și experimentale pentru optimizarea unei linii de fabricație cu procese manual-mecanice, prin elaborarea unui model matematic și validarea acestuia.

Capitolul 5, intitulat CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE. PERSPECTIVE VIITOARE ALE CERCETĂRII, prezintă bilanțul cercetărilor bibliografice, teoretice și experimentale, evidențiază aportul original, personal al autoarei în domeniul integrării abordării ergonomică și lean pentru îmbunătățirea continuă a sistemelor de producție (și nu numai). De asemenea, sunt prezentate direcții de cercetare cu potențial de dezvoltare ulterioară.

Rezultatele cercetărilor întreprinse au fost diseminate în 12 lucrări/articole științifice publicate în reviste și volume ale unor manifestări internaționale din țară și străinătate, din care: 6 lucrări indexate ISI Thomson Reuters/Clarivate Analytics (Web of Science), din care 1 articol publicat în ISI Journal; 4 lucrări indexate BDI (Springer, ECONPaper), din care 1 articol apărut în revistă; o lucrare într-un volum publicat în străinătate (neindexat) și 1 lucrare publicată la o conferință națională (neindexată).

În finalul lucrării este prezentă o listă a referințelor bibliografice, două anexe conținând chestionarele utilizate în cadrul cercetărilor experimentale descrise în capitolul 4, o anexă cu CV-ul și lista de lucrări științifice realizate și publicate pe perioada stagiului doctoral, sub apartenență UPT.

1. ABORDAREA ACTUALĂ A CONCEPTELOR DE „ERGONOMIE” ȘI „FABRICAȚIE LEAN”

În cadrul primului capitol al tezei de doctorat se vor prezenta rezultatele unei analize și sinteze asupra referențialului bibliografic ce au ca scop descrierea cadrului conceptual actual relativ la tema de cercetare abordată. Lămuririle de ordin conceptual se referă la definiții și abordări ale termenilor, conceptelor și noțiunilor de ergonomie și de fabricație lean. Modalitatea de atingere a acestui obiectiv este prezentată prin harta conceptuală a capitolului, din Fig. 1.1.

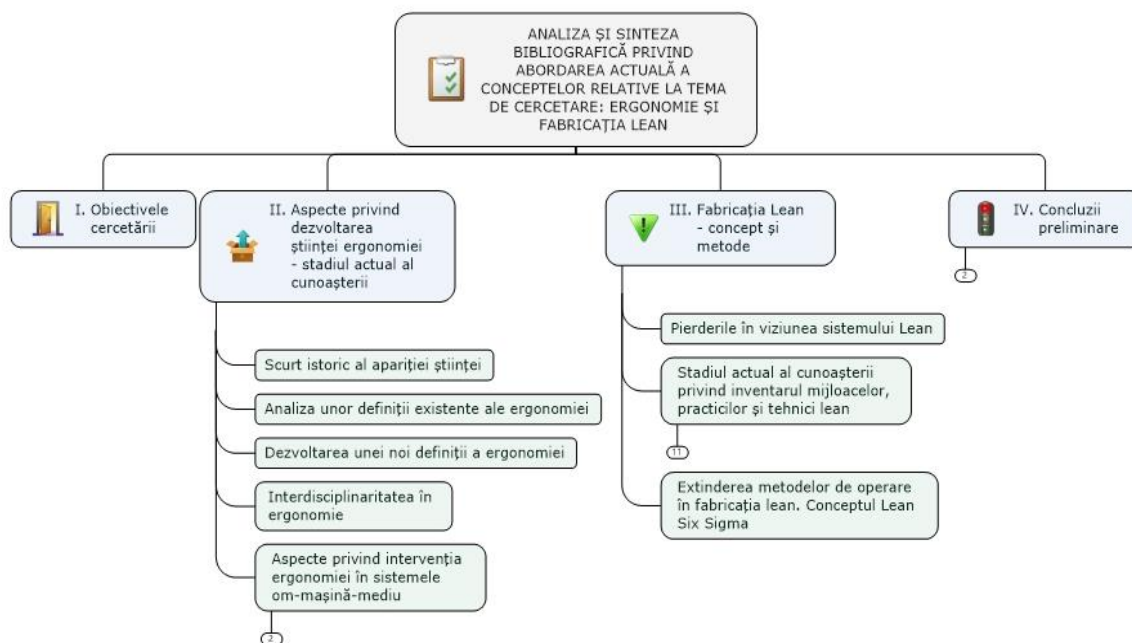


Fig. 1.1 Harta conceptuală a problematicii aferente capitolului 1

Obiectivul operațional aferent cercetărilor prezentate în cadrul acestui capitol este: **OP1 Cercetări asupra referențialului bibliografic pentru caracterizarea conceptelor ergonomiei și fabricație lean în sisteme de producție și prezentarea unor metode de operare.**

1.1. Aspecte privind dezvoltarea științei ergonomiei – stadiul actual al cunoașterii

1.1.1. Scurt istoric al apariției științei

Ergonomia este cu siguranță una dintre puținele științe care își au originile la începutul civilizației. De fapt, atunci când un om primitiv a făcut primul topor în epoca paleolitică, și a adaptat forma mânerului la anatomia mâinii, se poate considera că el a acționat, în mod inconștient și intuitiv, în lumina principiilor ergonomiei. Cu toate acestea, ergonomia ca știință a fost definită și recunoscută mult mai târziu, fiind dificilă stabilirea exactă a datei înființării sale ca disciplină științifică.

Cea mai veche mențiune a unor prevederi asimilabile modului de acțiune a ergonomiei, precum și a beneficiilor sale pentru menținerea sănătății lucrătorilor

este consemnată în „Codul lui Hammurabi” (Hammurabi sau Codex Hammurabi), o culegere de legi elaborată și aplicată în perioada regelui babilonian Hammurabi, scris în jurul anului 1760 î.Hr⁴. Acesta prevedea modalități de organizare a muncii slavorilor pe șantiere și soluții de intervenție și prim ajutor în cazul accidentării acestora.

De-a lungul istoriei au existat abordări și cercetări științifice ergonomice independente, în diferite părți ale lumii. Legătura dintre muncă și problemele de sănătate a fost menționată în Egiptul antic, precum și în perioada greacă și romană. În tratatul „De morbis artificum diatriba”, Bernardino Ramazzini (medic italian, 1633-1714) a stabilit pentru prima dată legătura dintre condițiile de muncă și patologie, din perspectiva sănătății ocupaționale. Astfel, în cadrul tratatului, efectele posturilor de lucru incomode ale lucrătorilor din minele de extracție a minereului de fier au fost asociate unor boli profesionale⁵.

Termenul de ergonomie provine din cuvintele grecești *ergon* (muncă sau muncă) și *nomos* (legi naturale), acesta fiind propus de savantul polonez, Wojciech Jastrzębowski (1799-1882), în 1857, ca urmare a publicării cărții „Linii generale ale ergonomiei și științei muncii” (Fig. 1.2), în care se prezintă pentru prima dată definiția științei.

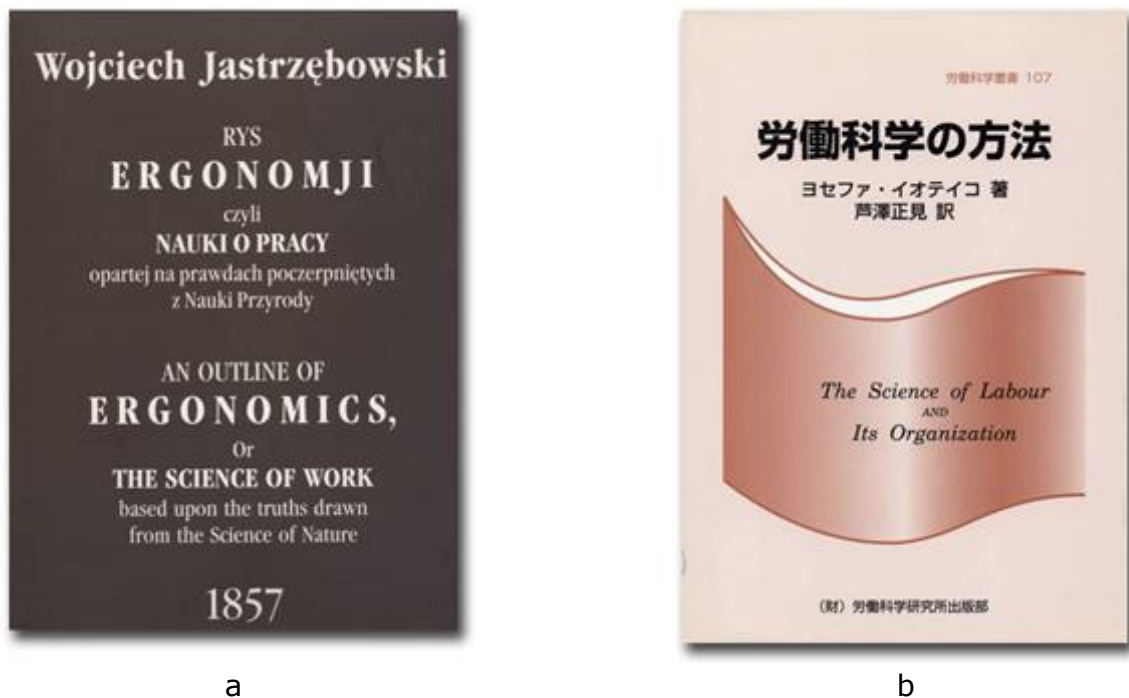


Fig. 1.2 (a) Prima carte dedicată ergonomiei publicată la Warșovia de Wojciech Jastrzębowski; (b) Cartea publicată la Warșovia de Józefa Franciszka Joteyko (traducerea în limba japoneză realizată de Masami Ashizawa, în anul 2000)

Din punct de vedere istoric, epoca industrializării, promovată de prima Revoluție Industrială, care s-a manifestat în secolul al XVIII-lea, a cerut și a impus clarificarea relației dintre muncă și sănătate. Cu toate acestea, doar cercetările și descoperirile de la începutul secolului XX au condus la dezvoltarea unor măsuri

⁴ Codul lui Hammurabi cuprindea un Prolog, 282 de articole de lege și un Epilog. Textul a fost săpat pe o stelă din diorit lungă de 2,25 metri,

https://ro.wikipedia.org/wiki/Codul_lui_Hammurabi

⁵ Japan Ergonomics Society, 2017, History of Ergonomics,

https://www.ergonomics.jp/e_index/e_outline/e_ergono-history.html

preventive bazate pe perspectiva ergonomică, pe metode și abordări ergonomice, cum ar fi măsurarea oboselii ocupaționale și stabilirea principiilor în gestionarea științifică a muncii.

În anul 1919, cartea „Știința muncii și organizarea sa”, realizată de cercetătoarea poloneză Józefa Franciszka Joteyko (1866-1928), a fost publicată în limba engleză, astfel putând a fi larg cunoscute modalitățile de măsurare a oboselii ocupaționale, care au avut implicații în domeniul managementului științific al muncii.

Pentru ca știința ergonomiei să fie dezvoltată a fost importantă definirea și recunoașterea sa globală, dezvoltarea unei literaturi științifice și instituirea de instituții (organizații profesionale, de consultanță, de formare etc.) care se ocupă de știință și acționează în conformitate cu principiile sale într-un mod organizat. După cum a fost arătat anterior, la începutul secolului XX au avut loc schimbări importante, care au accelerat constituirea formală a ergonomiei ca știință. În acest sens se mai poate menționa înființarea, în anul 1921, a Institutului de Știință a Muncii din Kurashiki, Japonia, precum și publicarea de către Tanaka în același an, în Japonia⁶, a cărții „Cercetarea eficienței: Ergonomie”.

Evenimentele legate de perioada Primului și a celui de-al Doilea Război Mondial au contribuit în mod cert la formarea ergonomiei și la confirmarea utilității, a implicațiilor sale practice. În acest context, a fost necesar să se proiecteze mijloacele tehnice de luptă într-un mod care să sporească eficiența utilizării acestora, prin reducerea numărului de erori umane în timpul utilizării. Astfel, au fost angajați experți, a căror sarcină a fost de a rezolva aceste probleme prin aplicarea unor soluții ergonomice.

Știința ergonomiei a devenit din nou actuală în 1949, când profesorul K. F. H. Murrell a reunit un grup de lucru în cadrul Amiralității Britanice, grup compus din specialiști și cercetători, care în acel moment se ocupau de aspecte ce se încadrau tangențial cu domeniul ergonomiei, grupul de lucru a avut ca obiectiv optimizarea echipamentului de militar din perspective multiple: a utilizatorilor, a fabricațiilor, fiabilității și mentenabilității sale. Odată cu acest moment, știința ergonomiei (cunoștințele sale interdisciplinare și demersul său privind optimizarea relației om-mașină-mediu) începe să fie exploatată la scară mondială. Editarea de cărți pe diferite teme înguste ale domeniului ergonomiei a început în mijlocul secolului trecut, iar publicația de referință a profesioniștilor ergonomiști, revista științifică *Ergonomia*, a început să apară începând cu anul 1957. De asemenea, începând cu anul 1950 au fost organizate programe universitare în acest domeniu. Asociația Internațională de Ergonomie (IEA)⁷ a fost înființată în 1959, ceea ce indică faptul că la acel moment ergonomia a fost recunoscută la nivel mondial și organizată ca disciplină științifică.

1.1.2. Analiza unor definiții ale ergonomiei

După cum se poate observa din scurta istorie prezentată anterior, ergonomia a parcurs o lungă perioadă de timp până a fi recunoscută internațional ca știință, implicațiile și aplicațiile sale practice au cuprins dezvoltarea și concepția uneltelor de mână, a echipamentelor, mașinilor, instalațiilor etc., prin evaluarea și îmbunătățirea condițiilor de lucru, extinzându-se apoi spre optimizarea complexă a sistemelor. Este de înțeles că domeniul de studiu, precum și numărul subdomeniilor științifice pe care le implică ergonomia au crescut continuu. Numărul

⁶ Japan Ergonomics Society, 2017, History of Ergonomics, https://www.ergonomics.jp/e_index/e_outline/e_ergono-history.html

⁷ International Ergonomics Association, www.iea.cc

și varietatea metodelor utilizate în studiile ergonomice au fost extinse (Zunjic, 2017).

Ca urmare, de-a lungul timpului au existat și au fost acceptate o serie de definiții ale științei ergonomiei, care au surprins diferite laturi ale sale sau implicații, efecte. Unul dintre motivele existenței unei astfel de varietăți de definiții poate fi explicat în corelație cu evoluția ergonomiei ca știință. Cea mai concisă definiție este conținută de însăși numele său: legile naturale ale muncii.

Până în prezent au fost create mai mult de 100 de definiții ale ergonomiei, acestea fiind diferite, într-o măsură mai mare sau mai mică, dar fiecare dintre ele cuprinzând și descriind cel puțin o trăsătură considerată esențială a acestei științe. Trebuie remarcat faptul că expresia „factori umani” (termen folosit în Statele Unite ale Americii pentru a desemna un demers similar cu cel al ergonomiei) sau mai corect „bioinginerie” este adesea utilizată interschimbabil cu „ergonomia”, termen folosit pe scară largă în Europa și în alte părți ale Globului (Nemeth, 2004; Zunjic, 2017).

Un set de definiții ale științei ergonomiei sunt prezentate în (Dempsey ș.a., 2006; Jaffar ș.a., 2011; Boatca și **Cirjaliu**, 2015). O listă extinsă de 31 de definiții ale ergonomiei a fost prezentată în (Licht ș.a., 1989), incluzând și definițiile unor discipline științifice apropiate sau înrudite ergonomiei, de exemplu psihologia aplicată în inginerie. Cu toate acestea, analiza acestor definiții este limitată, deoarece unele definiții prezentate în (Licht ș.a., 1989) nu pot fi considerate, în esență, ca definiții în sensul formal al cuvântului, datorită faptului că unele descrieri (ce explică ceea ce este ergonomia - factori umani) constau din mai multe propoziții sau fragmente de propoziții. Datorită acestei construcții, descrierile menționate mai sus sunt utile, dar nu au conciziunea și consistența pe care o definiție concretă ar trebui să o aibă.

În (Dempsey ș.a., 2006) sunt date câteva definiții generale ale ergonomiei. În plus, a fost efectuată analiza unui număr mare de definiții prezent în literatura de specialitate disponibilă până în anul 2006. Pe baza acestui studiu, toate definițiile pot fi clasificate în trei grupe. Primul grup constă în definiții scurte, tip dicționar (de exemplu, „interfața om-mașină”). Al doilea grup constă în definiții de lungime moderată (de exemplu, „interfața dintre oameni și mașini în cadrul sistemelor”). Al treilea grup cuprinde definiții mult mai lungi, care conțin conținuturi și obiective ale câmpului (de exemplu „... este un corp de cunoaștere despre abilitățile umane, limitările umane și alte caracteristici umane relevante pentru concepție, proiectare”).

În (Dempsey ș.a., 2000) a fost efectuată o analiză detaliată a unui număr de peste 100 de definiții ale ergonomiei din diferite referințe, și care s-a bazat pe selectarea cuvintelor cheie din cadrul acestora. Autorii au determinat frecvența cuvintelor cheie selectate în toate definițiile colectate, în Tabelul 1.1 fiind prezentat un extras al analizei efectuate. Astfel, se poate vizualiza care sunt termenii cei mai des folosiți în definițiile date științei, și care descriu cel mai bine conținutul său și modul de acțiune.

Tabelul 1.1 Frecvența apariției anumitor cuvinte în definițiile ergonomiei (și factori umani), extras din cercetarea (Dempsey ș.a., 2000)

Cuvânt cheie	Frecvență	Cuvânt cheie	Frecvență
Uman, omenesc	180	Performa, a efectua	48
Conceptie (proiectare)	114	Oameni	45
Sisteme	104	Sarcină de muncă	37
Mașini	69	Limitări	34
Muncă	68	Operatori umani, lucrători	32
Inginerie	64	Operate	32
Mediu	58	Capabilități	31
Aplicație	57	Studiu	31
Echipament	55	Eficiență	30
Folosire, utilizare	52	Disciplină	28
Știință	48	Caracteristici	29

1.1.3. Propunerea unei noi definiții a ergonomiei

Având în vedere un număr mare de definiții ale ergonomiei, apare o întrebare privind justificarea unei noi definiții a acestui domeniu științific. Cu toate acestea, există autori ce consideră că există o astfel de nevoie, cel puțin din două motive, care deși diferite, acestea sunt strâns legate între ele.

Primul motiv are de-a face cu grupul țintă sau populația pentru care se dorește definirea. Profesioniștii ergonomiști știu din experiență ce este știința ergonomiei, iar acceptul lor pentru orice definiție este relativ facil, deoarece ei au o viziune largă asupra spectrului de cunoaștere al acesteia. Cu toate acestea, pentru persoanele care debutează în domeniu, fiecare definiție a ergonomiei nu are aceeași semnificație și importanță. Autorii definițiilor ergonomiei uită adesea faptul că aceasta este o știință interdisciplinară, de exemplu în cazul în care autorul activează într-o anumită profesie se întâmplă adesea ca acesta să pună accent pe un anumit aspect al ergonomiei, care este dominant pentru activitatea sa. Din acest motiv, unele aspecte ale definirii ergonomiei, care sunt importante, rămân ascunse debutanților sau celor fără o experiență suficientă în acest domeniu științific.

Al doilea motiv este legat de caracterul complet al definițiilor ergonomiei. În numeroase dicționare nu există încă o definiție pentru acest cuvânt. În plus, în unele dicționare este posibilă identificarea unei definiții care nu corespunde esenței științei. Din acest motiv este foarte important să existe și să fie diseminată larg o definiție a ergonomiei, care în ansamblul său să descrie în mod adecvat ce înseamnă ergonomia și ce implică aceasta. În acest sens, definiția ergonomiei ar trebui să aibă un caracter cuprinzător. Acest lucru este deosebit de important pentru studenți și debutanți în domeniu, care vor putea să identifice, pe baza unei definiții cuprinzătoare, dacă o problemă intră în domeniul sau sub incidența ergonomiei sau nu. De asemenea, o astfel de definiție ar trebui să ofere o perspectivă asupra modului în care novicii să se apropie pentru a rezolva o problemă din perspectiva ergonomică.

În consecință, enunțarea unei definiții a ergonomiei ar trebui să ia în considerare mai multe aspect importante, cum sunt (Zunjic, 2017):

- Legarea ergonomiei de studiul problemelor operatorilor, a lucrătorilor la locul de muncă;
- Evidențierea faptului că ergonomia este o știință interdisciplinară;
- Indicarea aspectelor ergonomice relevante în evaluarea-rezolvarea problemelor;

- Indicarea faptului că ergonomia este un domeniu bazat pe cercetării cantitative și calitative, că posedă propria metodologie, care poate furniza concluzii și soluții (spre deosebire de disciplinele științifice care prezintă soluții în primul rând pe baza cercetării descriptive sau calitative);
- Sublinierea faptului că ergonomia nu se referă doar la evaluarea soluțiilor, a situațiilor existente, ci aceasta contribuie la formarea unor noi soluții îmbunătățite;
- Indicarea aspectelor pe care ergonomia le poate îmbunătăți în timpul concepției, a proiectării (confort, securitate etc.);
- Evidențierea obiectivului ergonomiei;
- Precizarea interacțiunii omului (operatorului uman, lucrătorului) cu diferite elemente din mediul înconjurător.

Cele mai răspândite definiții ale ergonomiei, acceptate și de comunitatea științifică și a practicienilor din România, sunt incluse în Tabelul 1.2.

Tabelul 1.2 Diferite definiții ale ergonomiei, după (Drăghici, 2006; Boatcă și **Cirjaliu**, 2015)

Autori	Definiție
Maurice de Montmollin	„Ergonomia reprezintă studiul tehnologiilor de comunicații în sistemele om-mașină.”
Prof. Bernard Metz	„Ergonomia este un ansamblu integrat de științe susceptibile să ne furnizeze cunoștințe asupra muncii umane, necesare adaptării raționale a omului la mașină și a muncii la om.”
Prof. V. Munipov	„Ergonomia este o disciplină care a luat naștere din științele tehnice, psihologice, fiziologice și igienă. Ea cercetează posibilitățile omului în procesele de muncă, urmărind să creeze condiții optime de muncă.”
Organizația Internațională a Muncii	„Ergonomia este aplicarea științelor biologice, umane, în corelație cu științele tehnice, pentru a ajunge la o adaptare reciprocă, optimă între om și munca sa, rezultatele fiind măsurate în indici de eficiență și bună stare de sănătate a omului.”
Prof. Petre Burloiu	„Ergonomia este o știință cu un caracter federativ, care pe baza interdisciplinarității – care este legea sa fundamentală – integrează aportul tehnicii, fiziologiei, psihologiei, sociologiei, economiei și al altor științe sociale, având ca obiect orientarea creării tehnicii contemporane la nivelul posibilităților psihofiziologice normale ale omului și utilizarea rațională a acestor posibilități în condițiile de mediu, sociale și culturale cele mai favorabile care pot fi asigurate de societate, în vederea realizării reproducției forței de muncă de la o zi la alta.”

În prezent, o definiție unanim acceptată de ergonomiștii din toată lumea este cea a Asociației Internaționale de Ergonomie (IEA – International Ergonomics Association) potrivit căreia „ergonomia este disciplina științifică preocupată de înțelegerea interacțiunii dintre factorul uman și celelalte elemente ale unui sistem, precum și profesia care aplică teorii, principii, informații și metode în scopul optimizării bunăstării umane și a performanței globale a sistemului”. De asemenea, este recunoscut obiectivul general și generos al științei, acela de a contribui crearea armoniei lucrurilor care interacționează cu oamenii, în ceea ce privește nevoile, abilitățile și limitările acestora din urmă. Ca urmare, este reiterat dezideratul creării armoniei în sistemul om-mașină-mediul (Fig. 1.3).

Domeniile de specializare ale ergonomiei, recunoscute de asociație sunt⁸:

1. **Ergonomia fizică**, care se referă la caracteristicile anatomice, antropometrice, fiziologice și biomecanice umane, deoarece acestea au legătură cu activitatea fizică a omului. Subiectele relevante ale domeniului includ posturile de lucru, manipularea materialelor, mișcările repetitive, tulburările musculoscheletice legate de locul de muncă, aspectul și dimensiunile locului de muncă, siguranța și sănătatea;

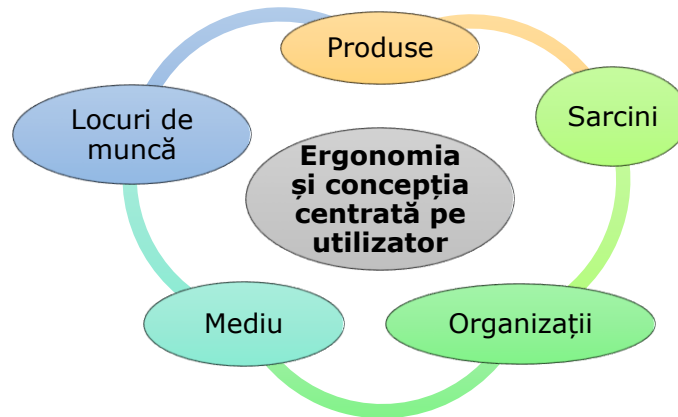


Fig. 1.3 Componentele definiției științei ergonomiei, conform Asociației Internaționale de Ergonomie

2. **Ergonomia cognitivă**, care se referă la procesele mentale, cum ar fi percepția, memoria, raționamentul și răspunsul motor, deoarece afectează interacțiunile dintre oameni și alte elemente ale unui sistem de muncă. Subiectele relevante ale acestui domeniu includ volumul de muncă mental, luarea deciziilor, performanța calificată, fiabilitatea umană, interacțiunea om-calculator, stresul la locul de muncă și instruirea, deoarece acestea se referă la problematica ce apare în legătură cu subsistemul uman, în condițiile date ale unui sistem om-solicitări și om-mașină-mediu;
3. **Ergonomia organizațională**, care este preocupată de optimizarea sistemelor socio-tehnice, inclusiv de structurile politice și procesele lor organizaționale. Subiecte relevante ale acestui domeniu includ comunicarea, managementul resurselor umane, managementul echipelor/grupurilor (lucrul în echipă), concepția și proiectarea proceselor de muncă (inclusiv aspecte ale logisticii locului de muncă), proiectarea timpilor de lucru, ergonomia participativă, ergonomia comunității, cooperarea și colaborarea în muncă, paradigmele de lucru noi, organizațiile virtuale, telemunca și managementul calității.

Domeniile ergonomiei impun faptul că studiul proceselor și locurilor de muncă nu trebuie făcut numai din perspectiva științelor ingineresti, sub aspectul calculului normelor de timp și al studiului mișcărilor, ci problema trebuie privită în mod complex, cu ajutorul aportului de cunoaștere oferit de științele noi, specializate, care se ocupă de aspectele noi ce interferă în problematica creării armoniei în sistemul om-mașină-mediu. Deci, cercetarea ergonomică urmărește obținerea de informații care să permită (utilizând noile metode și posibilități ale tehnologiei moderne) asigurarea condițiilor în care omul să poată munci cât mai bine, fără eforturi exagerate, dăunătoare și cu productivitate cât mai ridicată.

⁸ <https://www.iea.cc/whats/index.html>

Având în vedere toate aceste considerente și sinteza prezentată de (Boatcă și Cirjaliu, 2015) s-a elaborat o nouă definiție:

Ergonomia este știința interdisciplinară al cărui obiectiv este de a examina impactul mijloacelor de muncă, condițiilor de muncă, proceselor de lucru și produselor asupra omului (operator sau utilizator) din perspectivă psihologică, fiziologică, anatomică, biomecanică, sociologică, organizațională, fizică, ecologică etc., prin aplicarea metodelor de cercetare cantitative și calitative, precum și adaptarea concepției elementelor mai sus menționate la capacitățile și limitele operatorilor, cu scopul îmbunătățirii stării de bine la locul de muncă (în termenii creșterii confortului, securității, eficienței și satisfacției lor).

1.1.4. Interdisciplinaritatea în ergonomie

După cum a fost anticipat prin definiția propusă, prin analiza literaturii de specialitate și a informațiilor furnizate de diferite organizații profesionale în domeniu, a fost confirmat faptul că este unanim acceptată și recunoscută interdisciplinaritatea ergonomiei (legea fundamentală a existenței și manifestării sale). În mod tradițional, un demers ergonomic face uz și exploatează principii și cunoștințe ale altor științe, precum cele medicale, economice, tehnice, antropometria, psihologia muncii, sociologia muncii, pentru aplicarea lor în concepția și optimizarea sistemului om-mașină-mediu, din punct de vedere al condițiilor de muncă, precum și al creșterii productivității muncii (Fig. 1.4). Ergonomia nu se confundă cu nici una dintre științele cooperante, și care contribuie la dezvoltarea continuă a bazei sale de cunoaștere, iar evoluția sistemelor om-mașină-mediu a condus la extinderea bazei sale de cunoaștere și, implicit a interdisciplinarității sale (Fig. 1.5) (Draghici ș.a., 2019).

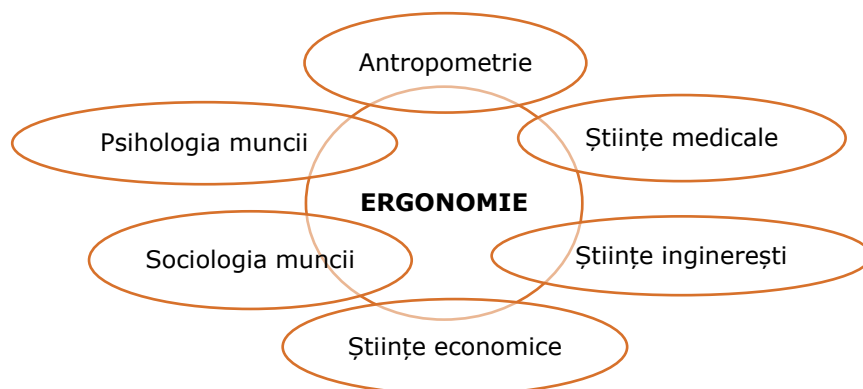


Fig. 1.4 Științe cooperante ergonomiei
(baza de cunoștințe recunoscută în abordările clasice)

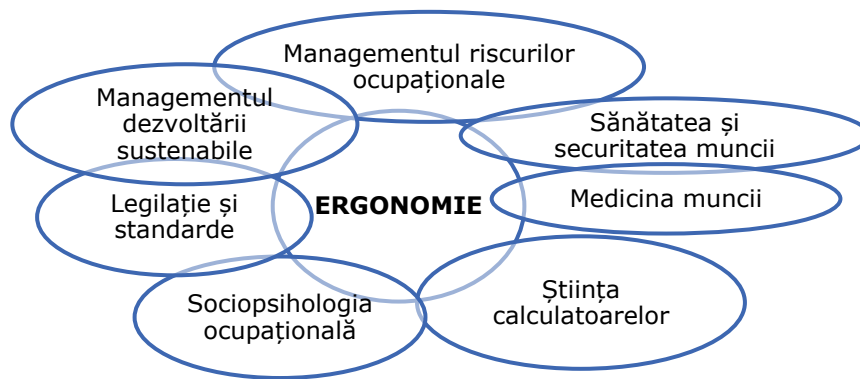


Fig. 1.5 Extinderea interdisciplinarității ergonomiei
(baza de cunoștințe extinsă aferentă abordărilor moderne)

Ergonomia este știința (relativ tânără, definită și recunoscută în anul 1950) care se preocupă de îmbunătățirea și optimizarea relațiilor aferente sistemului om-mașină-mediu, demersul său fiind focalizat pe două aspecte, cel puțin: (1) bunăstarea operatorilor la locul de muncă (*workplace well being*) și (2) creșterea performanței generale a sistemului (conform accepțiunii generale exprimate de Asociația Internațională de Ergonomie⁹). Din punct de vedere al modului de implementare și acțiune practică, demersul ergonomic este susținut de profesioniști, care aplică teoria, principiile, datele și metodele de concepție cele mai adecvate pentru optimizare, contribuind la proiectarea și evaluarea produselor (fie ele de larg consum sau scule, dispozitive, aparate, mașini, echipamente etc. cu destinație industrială), proceselor (inclusiv a sarcinilor de muncă) și sistemelor (locuri de muncă simple sau complexe) pentru a le face compatibile (a le armoniza) cu nevoile, abilitățile și limitele operatorilor umani. Ca urmare, este general acceptat azi că știința ergonomiei, prin modul său de intervenție, se caracterizează prin (Dul ș.a., 2012):

- Abordare sistemică;
- Are un demers de concepție ce recurge la folosirea unor metode și mijloace specifice;
- Are drept obiectiv creșterea performanței umane și a sistemelor, precum și a bunăstării profesionale a operatorilor.

Potrivit studiilor prezentate de (Dul și Neumann, 2009; Goggins ș.a., 2008), potențialul ergonomiei este „sub-exploatat”, fiind unul dintre motivele pentru care managerii nu cunosc adevărata valoare a ergonomiei. Ergonomia este asociată în principal cu bunăstarea lucrătorilor, fiind relaționată adesea cu preocupările specialiștilor din departamentul de sănătate și securitate ocupațională, prin urmare, managerii tind să limiteze în mod neintenționat scopul intervenției ergonomice la managementul riscurilor ocupaționale (legate de sănătatea și securitatea în muncă), în loc să beneficieze de ajutorul său pentru creșterea eficacității organizaționale, a performanței afacerii sau pentru reducerea costurilor. De fapt, valoarea cunoașterii ergonomice se extinde dincolo de problemele sănătății și securității, deoarece ergonomia poate adăuga valoare strategiei de afaceri a unei companii, pentru a atinge obiectivul final de maximizare a profitului sau obiectivele de afaceri intermediare legate de minimizarea costurilor, creșterea productivității, a calității, a fiabilității livrărilor, a capacității de reacție la cerințele

⁹ IEA, The Discipline of Ergonomics. International Ergonomics Association, disponibil la: www.iea.cc

clienților sau flexibilității, agilității organizației. Prin urmare, este necesară o schimbare de paradigmă, care necesită o re poziționare de la abordarea ergonomică clasică și relaționată cu domeniul sănătății și securității în muncă, la o abordare ergonomică orientată către susținerea strategiei de afacere (Dul și Neumann, 2009; Goggins ș.a., 2008).

În prezent, literatura de specialitate prezintă dezbateri asupra modului în care ergonomia poate contribui la îmbunătățirea impactului asupra mediului, a dezvoltării sustenabile a produselor, proceselor și sistemelor (Zink, 2014). Conform cercetării prezentate de (Radjiyev ș.a., 2015) referitoare la analiza sistematică a publicațiilor aferente domeniilor ergonomiei și dezvoltării sustenabile din perioada 1992-2011, se identifică tendințele de cercetare și zonele convergente în care ergonomia poate avea un impact pozitiv asupra sustenabilității. Rezultatele studiului au arătat că primele cinci domenii frecvent cercetate în ergonomie (și reflectate în literatura de specialitate) sunt: metodele și tehnicile, caracteristicile umane, proiectarea și organizarea muncii, sănătatea și securitate și concepția locurilor de muncă și a echipamentelor. Astfel, autorii au constatat că în majoritate cunoașterea ergonomică s-a manifestat semnificativ în domeniile concepție industrială, arhitectură, sănătate și securitate, optimizarea interfeței om-calculator (în special pentru problemele de reducere a energiei), și care sunt de interes major și pentru dezvoltarea sustenabilă. Concluzia studiului bibliografic realizat de (Radjiyev ș.a., 2015) este existența unui potențial major privind contribuția expertizei ergonomice la dezvoltarea sustenabilă.

1.2. Aspecte privind intervenția ergonomiei în sistemele om-mașină-mediu

1.2.1. Modalități de exploatare a cunoașterii ergonomice

În literatura de specialitate sunt prezentate o serie de metode de intervenție a ergonomiei în demersul de optimizare a sistemului om-mașină-mediu (inclusiv a relațiilor dintre subsisteme). În Fig. 1.6 se prezintă o posibilă taxonomie a formelor aplicative ale ergonomiei realizată pe baza referențialului bibliografic. După cum se poate observa, aria mare de acțiune și implicațiile cunoașterii și a modului de abordare a ergonomiei au condus la enunțarea următoarelor observații:

- Ergonomia este prezentă în toate sistemele de muncă, sistemele om-mașină-mediu, deoarece scopul său central este armonizarea relațiilor în sistemul om-solicitări. Marea diversitate de aplicații face aproape imposibilă standardizarea modului de operare;
- Încercarea de a sistematiza locul intervenției ergonomiei în cadrul sistemelor om-mașină-mediu, ținând seama de o abordare holistică a acestui demers și care să fie general valabilă, precum și considerând ultimele teorii privind eficiența și eficacitatea acțiunilor ergonomiștilor într-o viziune strategică, este prezentată în Fig. 1.7 (Reiman și Väyrynen, 2011);
- Este imposibilă realizarea unui inventar al metodelor și mijloacelor folosite în cercetarea ergonomică. Fiecare formă aplicativă de manifestare a cunoașterii ergonomice deține un demers clasic de abordare ce recurge la metode și mijloace tradiționale, dar care se îmbogățesc continuu cu metode noi care sunt de regulă asistate de aplicații ale tehnologiei informației și comunicării;
- De regulă, metodele de investigare și intervenție ergonomică pornesc de la o bază de date, informații și cunoștințe realizată prin observații și măsurători *in situ*. Mai apoi, aceste date, informații și cunoștințe sunt prelucrate cu diferite metode și mijloace, aferente raportării la demersuri metodologice prezente în

literatura de specialitate, dar care pot fi extinse potrivit obiectivelor de intervenție și a interesului stakeholderilor implicați. În Fig. 1.8 este descris cadrul procedural al intervenției ergonomice.

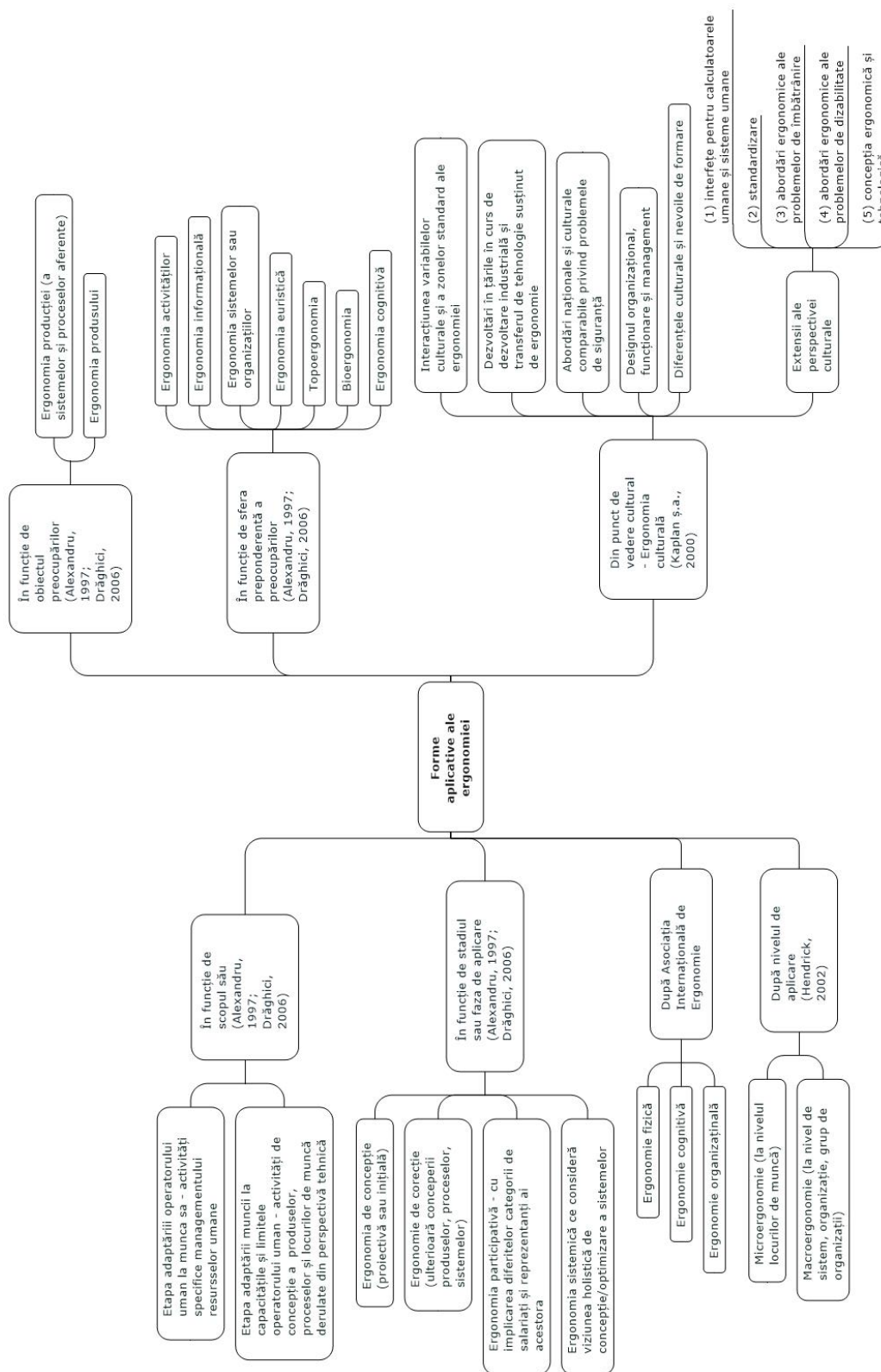


Fig. 1.6 O posibilă taxonomie a formelor aplicative ale ergonomiei

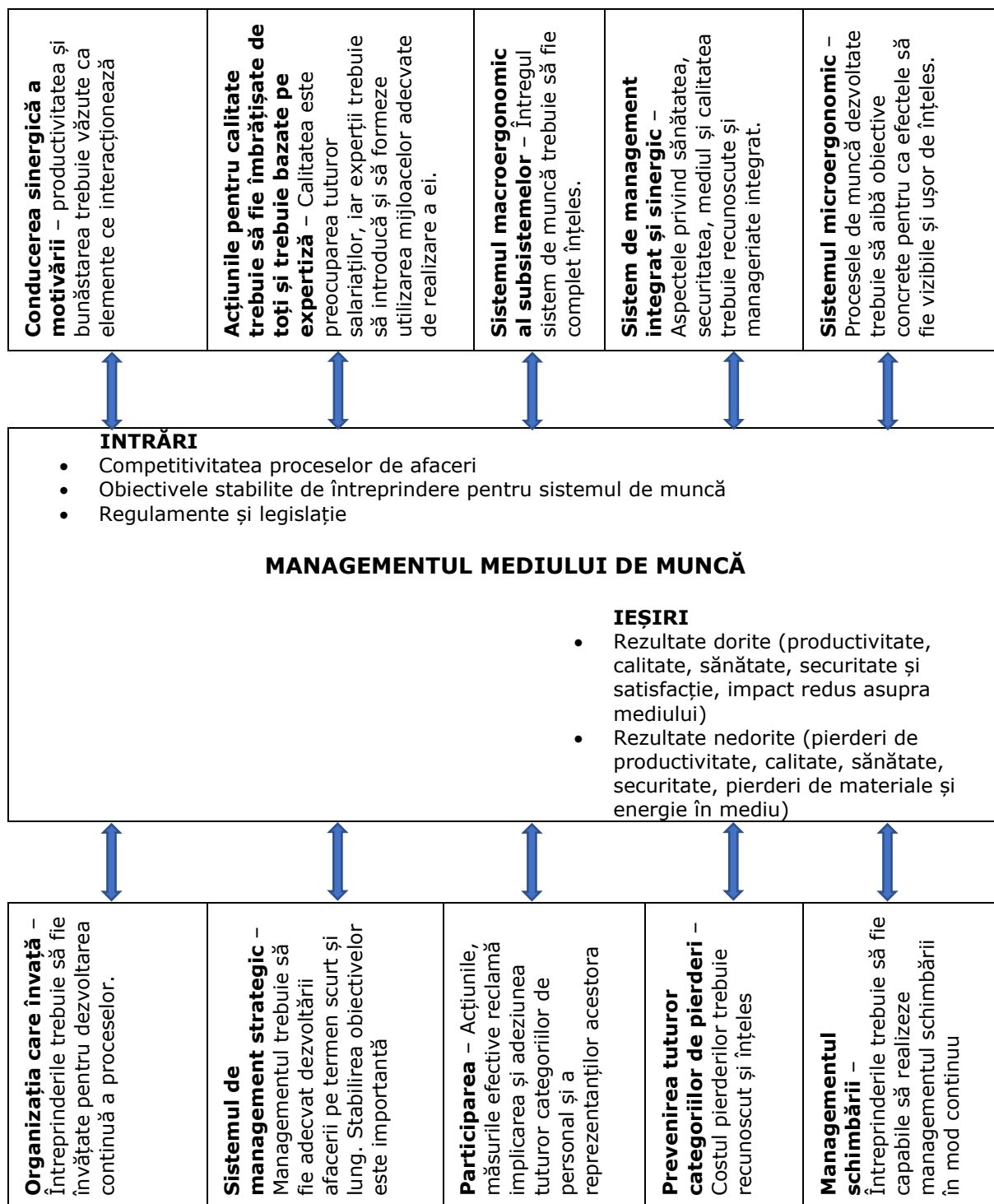


Fig. 1.7 O abordare holistică a locului intervenție ergonomiei în sistemele om-mașină-mediu, după (Reiman și Väyrynen, 2011)

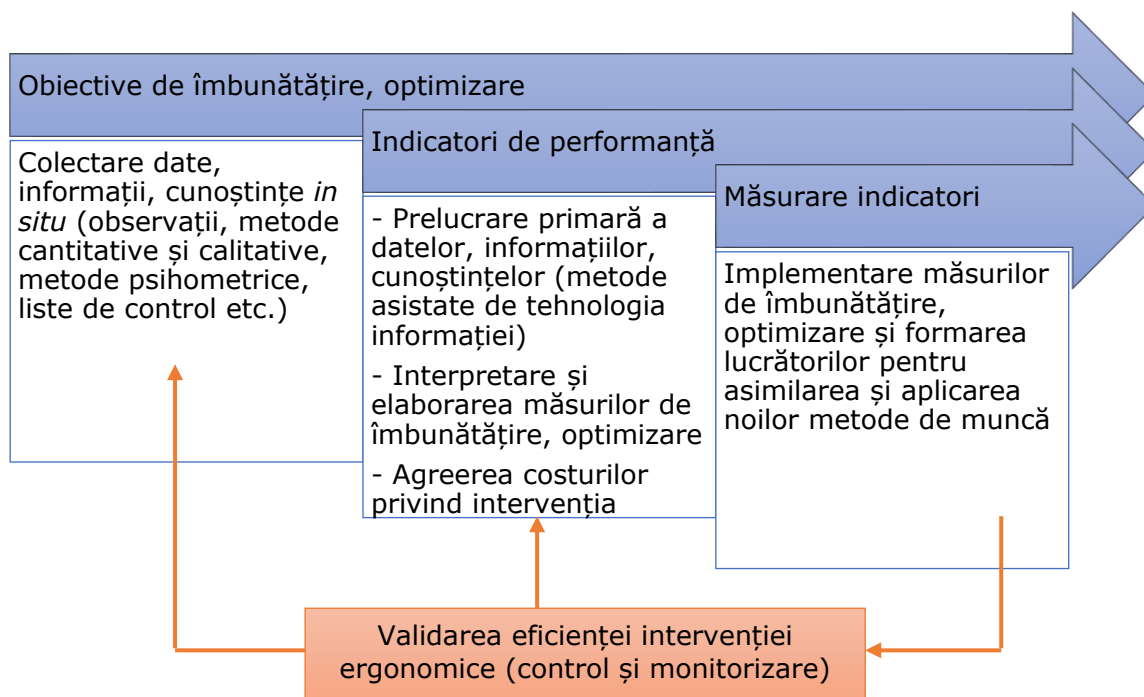


Fig. 1.8 Cadrul procedural al intervenției ergonomiei în sistemele om-mașină-mediu

1.2.2. Ergonomia participativă – un mod de intervenție pentru optimizarea relațiilor în sistemele om-mașină-mediu

Recent, în domeniul ergonomic, noțiunea de concepție participativă a fost promovată ca o abordare pentru asigurarea optimizării atât a aspectelor economice, cât și a celor ergonomice ale muncii (Koningsveld ș.a., 2005; Vink ș. a., 2006; Broberg, 2011; Rasmussen ș.a., 2017).

Programele de intervenție ergonomică în sisteme de producție se concentrează cel mai adesea pe caracteristicile fizice ale realizării sarcinii de muncă aferente postului, cum ar fi uneltele sau stațiile de lucru, ridicarea sau manipularea dificilă a maselor, poziții incomode și sarcini repetitive (Verbeek ș.a., 2012). Ergonomia participativă este definită ca un demers de „implicare a operatorilor umani în planificarea și controlul unei cantități semnificative de activități proprii, cu cunoștințe și puteri suficiente de a influența atât procesele, cât și rezultatele pentru a atinge un obiectiv dorit” (Haines ș.a., 2002).

Implicarea lucrătorilor în acest proces este esențială, deoarece asigură faptul că aceștia își asumă responsabilitatea în ceea ce privește identificarea riscurilor, dezvoltarea soluțiilor și implementarea schimbării (Van Eerd ș.a., 2010), aspect considerat important pentru eficacitatea demersului de aplicare. Mai mult, existența de resurse suficiente (în termeni de bani, timp, materiale etc.) este de asemenea importantă pentru o bună implementare (Rasmussen ș.a., 2017). Cercetările prezente în literatura de specialitate confirmă faptul că procesul ergonomiei participative încurajează angajații să se implice în controlul propriilor lor activități, reducând în consecință factorii de risc legați de realizarea proceselor de muncă, îmbunătățind astfel sănătatea și securitatea muncii (Haines ș.a., 2002, Rasmussen ș.a., 2017). Ca urmare, managementul angajamentului și participarea, implicarea operatorilor umani, sunt considerate elementele cele mai importante pentru implementarea cu succes a unui program de ergonomie participativă. Rezultatele unui astfel de program s-au dovedit a fi de un interes major din partea angajaților, conducând la apariția unor idei creative de realizare a sarcinilor de

muncă, însă implementarea trebuie să fie susținută de cooperare, comunicare și angajament din partea managementului (managerii de mijloc jucând un rol esențial în această etapă) (Dale ș.a., 2016; Albert ș.a., 2018). Eficiența modului de acțiune al ergonomiei participative este puternic susținută de „cultura participării” în organizații (Reiman și Väyrynen, 2011).

În literatura științifică, studiile de evaluare a locurilor sau sistemelor de muncă se concentrează adesea asupra anumitor aspecte ale ergonomiei participative. În (Rivilis ș.a., 2008) se descrie o metodologie prin care poate fi utilizată ergonomia participativă pentru a îmbunătăți atât sănătatea angajaților, cât și productivitatea muncii (Fig. 1.9).

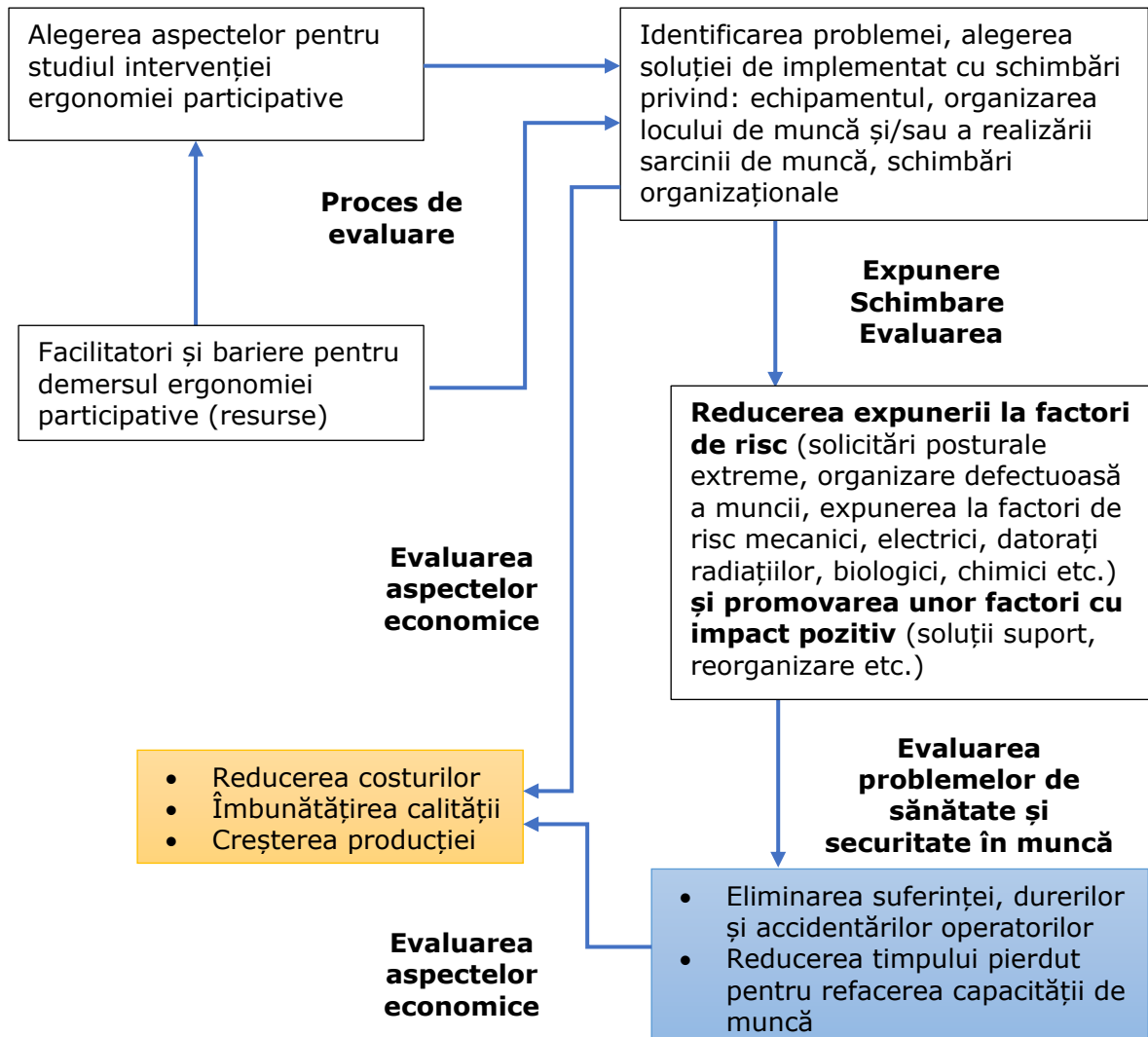


Fig. 1.9 Metodologia de implementare a unui demers bazat pe ergonomia participativă, după (Rivilis ș.a., 2008)

Un alt cadru de acțiune al ergonomiei participative este propus de (Haines ș.a., 2002). Acesta are nouă dimensiuni diferite, fiecare având două sau mai multe categorii asociate care definesc caracteristici posibile ale unui program de intervenție ergonomică. În funcție de complexitatea lor, programele pot implica mai multe categorii de grupuri interesate de rezultate (de exemplu, grupuri ale lucrătorilor, echipe inter-departamentale, reprezentanți ai salariaților, comitete de conducere), astfel încât pentru proiectele ce reclamă derulare și schimbări pe mai

multe niveluri ierarhice, cadrul de acțiune propus ar trebui aplicat separat fiecărei tip de grup implicat. În Tabelul 1.3 se prezintă succint cadrul de acțiune al ergonomiei participative propus de (Haines ș.a., 2002), acesta fiind validat de numeroase studii realizate în organizații reale.

Tabelul 1.3 Cadrul de acțiune al ergonomiei participative propus de (Haines ș.a., 2002)

Dimensiuni	Categorii
Permanentă	În curs de desfășurare - temporar
Implicare	Implicare directă – parțial directă – prin reprezentanți
Nivel de influență	Întreaga organizație - departament / grup de lucru
Procesul decizional	Delegarea grupului - consultarea grupului - consultare individuală
Participanți (grupuri implicate)	Operatori umani - supervizori – manageri de mijloc (middle manager) Reprezentanți ai salariaților (personalul sindical) - personal de specialitate / tehnic – conducerea de top
Cerințe	Obligatorie - voluntară
Focalizare	Concepția/proiectarea echipamentului sau a sarcinii de muncă - concepția locurilor de muncă, echipelor sau organizarea muncii - formularea de politici sau strategii
Rezoluție	Dezvoltarea procesului - identificarea problemei - generarea de soluții – evaluarea soluției - implementarea soluției - întreținerea procesului
Rolul specialiștilor ergonomiști	Inițierea și ghidarea procesului - acționează ca membru al echipei - formează participanții - este disponibil pentru consultare

Luând în considerare dimensiunile identificate de (Haines ș.a., 2002), această combinație de caracteristici ale cadrului de acțiune, și a programului aferent de implementare, poate fi considerată o viziune consensuală privind concepția și implementarea unui program al ergonomiei participative, ce vizează îmbunătățiri ale sistemului om-mașină-mediu (indiferent de complexitatea sau dimensiunea lor). Proiectele mai complexe presupun intervenții care se desfășoară în organizații mai mari, multisite, după cum este argumentat și de alte cercetări (Cantley ș.a., 2014; Dennis ș.a., 2015) sau în cazul unor organizații globale, multinaționale dintr-o industrie (Tappin ș.a., 2016).

1.3. Fabricația lean – concept și metode

Conceptul de „fabricație lean” (*lean manufacturing*) este considerat azi o practică în managementul producției, care se bazează pe ideea că resursele materiale trebuie folosite doar acolo unde se creează valoare, că efortul, spațiul, depozitele trebuie să fie cât mai puține, iar pierderile de orice fel trebuie eliminate. Traducerea uneori în limba română prin „fabricație suplă” este greoaie și nu a fost asimilată în literatura științifică din limba română. O revizuire istorică a evoluției acestui concept, cât și a celor care au contribuit la realizarea sau îmbunătățirea lui se poate observa în Fig. 1.10.

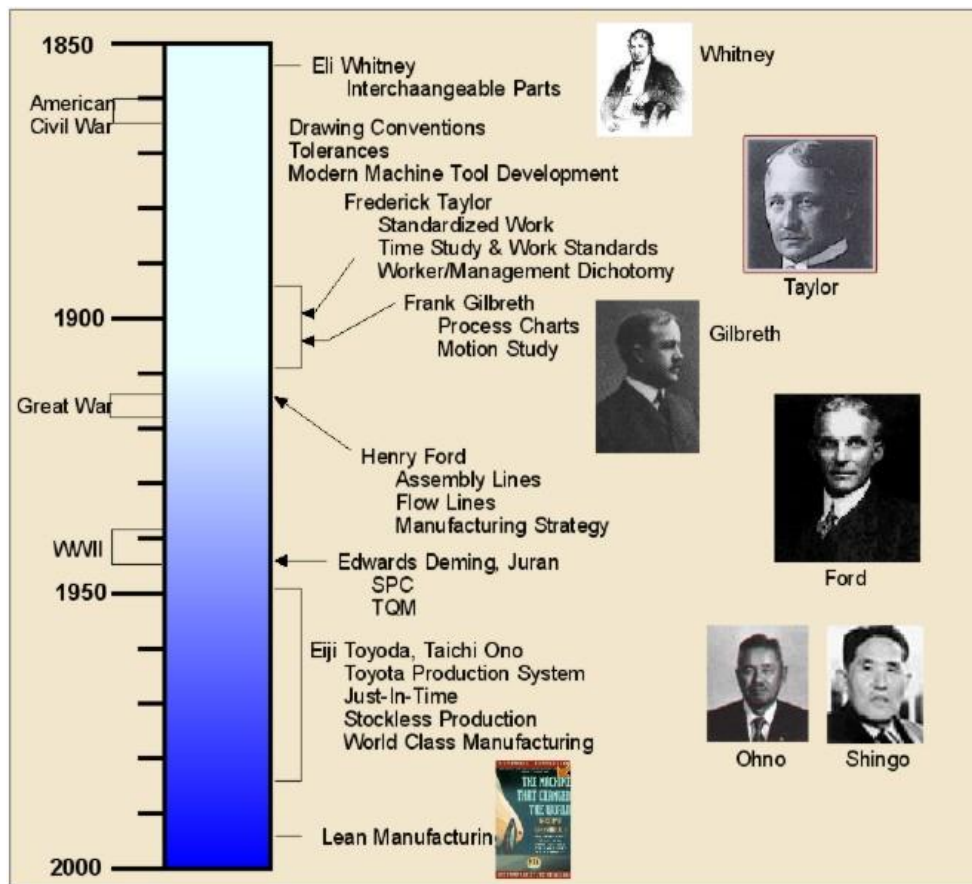


Fig. 1.10 Istoria ilustrată a conceptului de fabricație lean¹⁰

În anii '80, mai multe companii din domeniul producției de automobile (cum sunt Nissan, Sony, Honda) au urmat exemplul reorganizării (îmbunătățirii) producției aplicată de Toyota (Japonia). În urma adoptării conceptului lean în lumea industrială, efectele pozitive nu au încetat să apară.

După cum se poate observa în Fig. 1.10, premisa apariției conceptului de organizare lean a fabricației a fost dezvoltarea managementul calității totale – *Total Quality Management* (TQM). Acesta presupune o abordare relativ la îmbunătățirea calității bunurilor și serviciilor prin îmbunătățirea continuă a tuturor proceselor aferente realizării acestor, a orientării calității asupra percepțiilor și satisfacerii nevoilor clienților, a producției fără defecte. Focalizarea managementului producției este prioritară pe îmbunătățirea proceselor, diminuând atenția asupra criticilor salariaților (critica la nivel organizațional) și asupra procesului decizional bazat pe date. Astfel, TQM este o filosofie de management integrat și un set de practici ce pun accentul pe îmbunătățirea continuă, satisfacerea cerințelor clienților, reducerea repetării unor procese de prelucrare sau muncă, gândirea pe termen lung, implicarea sporită a angajaților și munca în echipă, reconceperea procesului, benchmarking competitiv, rezolvarea problemelor în echipă, măsurarea constantă a rezultatelor și relații mai strânse cu furnizorii.

TQM este o filosofie sau o abordare a managementului producției, care poate fi caracterizată prin principiile, practicile și tehnicile sale. Cele trei principii sunt: concentrarea asupra clienților, îmbunătățirea continuă și lucrul în echipă. Preceptele comune de orientare a TQM pot fi distinse conceptual în trei clustere:

¹⁰ Strategos, http://www.strategosinc.com/lean_manufacturing_history.htm

- (a) Focalizarea prioritară pe satisfacția clienților;
- (b) Importanța maximă acordată îmbunătățirii continue;
- (c) Abordarea și viziunea organizației ca sistem total.

Filosofia și modul de gândire lean se bazează pe două practici, și anume: eliminarea pierderilor din procesul de producție (MUDA), care este cel mai important, și inspecția continuă a calității (JIDOKA), această ultimă practică fiind un proces operațional menit să asigure un nivel „0” al pierderilor sau între limitele acceptate (Perera, 2010; Rao și Niraj, 2016). Ca urmare, obiectivul de reducere continuă a pierderilor (risipei de orice fel, materiale, muncă, timp de operare inutile etc.) conduce la scăderea duratei dintre lansarea comenzii de la client și expedierea produselor către acesta, managementul producției fiind preocupat permanent de eliminarea a „tot ceea ce crește timpul și costul”.

În aplicarea modului de organizare Lean, se ține seama de cinci principii de bază (Fig 1.11), enunțate în (Womack și Jones, 1997, reeditat în 2003; Danovaro ș.a., 2008):

Pasul 1: Înțelegerea valorii la client - doar ceea ce percep clienții ca și valoare este important pentru dezvoltare;

Pasul 2: Analiza fluxului de valoare adăugată - odată identificată valoarea cerută de către clienți, trebuie analizat întreg procesul ce contribuie la realizarea acesteia, până la nivelul fiecărei activități. În cazul în care o activitate nu contribuie sau nu conduce în nici un fel la valoare adăugată, aceasta trebuie schimbată sau eliminată din cadrul procesului;

Pasul 3: Flux continuu (producția fluentă) - în loc ca produsul să se deplaseze dintr-un punct de lucru la altul în loturi mari, producția ar trebui să fie organizată în flux continuu, de la materii prime la produse finite, în celule de producție dedicate;

Pasul 4: Extragerea valorii (generarea de valoare) - este importantă doar cererea clientului, care va fi satisfăcută de produse finite generate de sistemul de producție (producția pe stoc este contraindicată!). Ca urmare, procesul de producție nu se realizează decât dacă un anumit produs este solicitat în aval (distribuție, utilizare);

Pasul 5: Perfecțiunea (îmbunătățirea continuă) - odată cu eliminarea pierderilor din proces și existența unui flux continuu de fabricație, care va genera produse în concordanță cu cererile clienților, preocupările pentru reducerea timpului, a costurilor, a spațiului, a greșelilor și a efortului vor fi continue.

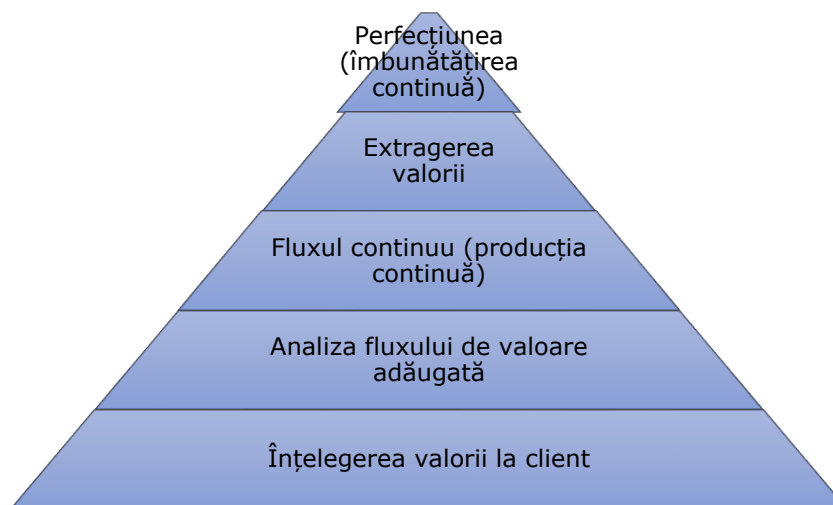


Fig. 1.11 Principiile lean, după (Perera, 2010)

Potrivit filosofiei lean, activitățile care nu sunt generatoare de valoare adăugată sunt identificate și sunt fie reduse ca durată, fie eliminate, ceea ce conduce la reducerea costurilor de fabricație, îmbunătățirea productivității, a calității și, în final, la reducerea timpului de livrare a produsului către client (Lewis, 2000). După (Modi și Thakkar, 2014) „Lean este o călătorie de îmbunătățire continuă, mai degrabă decât o destinație”. Caracteristicile modului de gândire lean sunt sumarizate reprezentativ în Fig. 1.12 (completări noționale disponibile la Lean Enterprise Academy, organizație non-profit aferentă celei mai mari comunități de specialiști în fabricația lean¹¹).

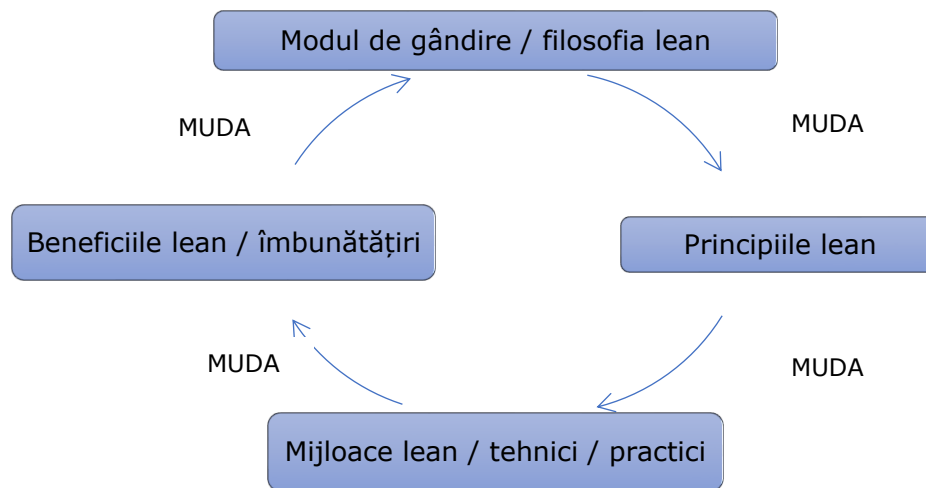


Fig. 1.12 Modul de gândire lean

1.3.1. Pierderile în viziunea sistemului Lean

În timp ce sistemul de producție Ford prospera în America, sistemul de producție Toyota propunea un alt standard și o altă abordare a managementului producției, cu minim de resurse și maxim de eficiență.

Ulterior experienței pozitive înregistrate de Toyota, numeroase companii industriale din toată lumea (cu prioritate din domeniul automobilelor) au adoptat sistemul de organizare lean, deoarece a fost (și este) recunoscut beneficiul său în ceea ce privește eficiența și performanțele generate.

Filosofia lean a fost creată pornind de la ideea eliminării oricărui tip de pierderi ce pot apărea în sistemul de producție. Preocuparea pentru reducerea și eliminarea pierderilor se află în strânsă relație cu dorința „supremă” a fabricanților de a genera valoare adăugată produsului finit, în concordanță cu nevoile exprimate ale clienților. Ca urmare, preocuparea majoră a managementului unui astfel de sistem de producție este aceea de a identifica, analiza și reorganiza acele activități ce sunt sursa nonvalorii (Vamsi Krishna Jasti și Kodali, 2014).

Cele șapte tipuri de pierderi definite de Ohno (1988) sunt: supraproducția, așteptarea, transportul, procesarea inutilă, stocurile inutile, mișcările, defectele (Fig. 1.13). Ulterior acestui punct de vedere, celor șapte pierderi li s-a mai adăugat o a opta pierdere susținută de filosofia Toyota: stoparea creativității angajaților. (Liker și Meier, 2006).

¹¹ What is Lean, disponibil la: <http://www.leanuk.org/what-is-lean.aspx>

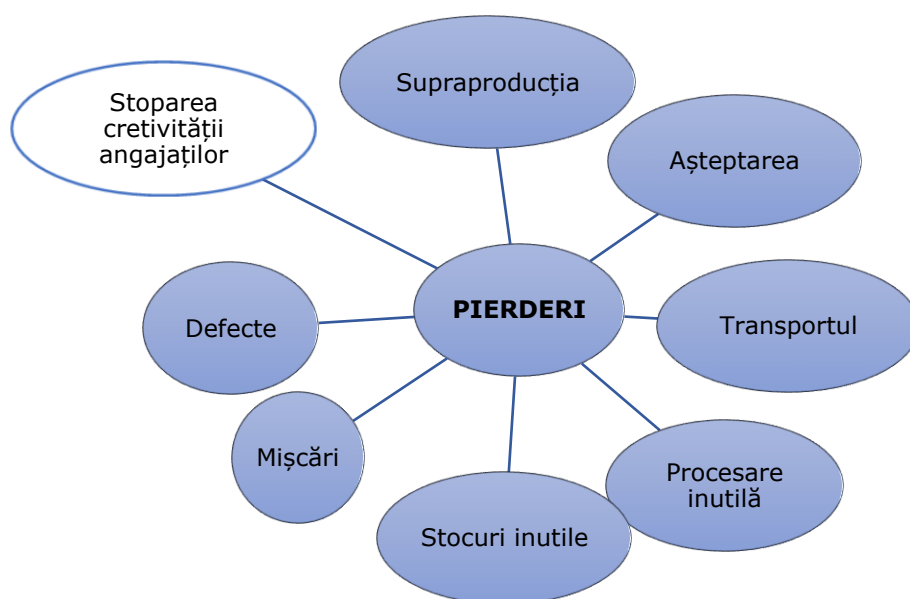


Fig. 1.13 Categoriile considerate în cazul fabricației lean

Principalul scop al sistemului de organizare lean este acela de a elimina aceste pierderi din toate ariile de desfășurare a activităților, dar și în cazul acelor activități pe care clientul nu dorește să le plătească. Un proces este privit ca un lanț de evenimente. Când se examinează sau se inspectează pierderea de-a lungul procesului, poate fi descoperit un lanț întreg de pierderi. Această acțiune presupune descoperirea unui lanț de cauze și efecte, în care o pierdere induce către o alta. Aceste pierderi declanșatoare pot fi împărțite în pierderi de bază sau primare (*core waste*) și pierderi conducătoare sau secundare (*lead waste*) (Ohno, 1988).

Pierdere primară este una intrinsecă (datorată activității și evenimentului în sine), dar în același timp se constituie ca și cauza a altor pierderi. Pierdere secundară este o pierdere primară dominantă, care are un impact negativ asupra fluxului de fabricație din sistemul de producție. Concluzionând, se poate afirma că o pierdere poate fi cauzată de o pierdere primară ori de unul sau mai multe fenomene ce nu pot fi considerate pierderi (Koskela, 2013). În Tabelul 1.10 sunt prezentate succint câteva efecte ale fiecărui tip de pierdere, precum și moduri de eliminare a acestora, iar Fig. 1.14 sintetizează sursa diferitelor categorii de pierderi folosind termenii consacrați japonezi. În Fig. 1.15 sunt sintetizate acțiunile și dimensiunile comportamentului managerial și organizațional în filosofia lean, pe baza celor șapte tipuri de pierderi.

Tabelul 1.4 Lanțul succesiunii logice pierderi – efecte - eliminare

Tipuri de pierderi	Efecte	Eliminare
Supraproducția	Spațiu insuficient de stocare, cost ridicat cu stocurile	Producție la comandă, conform cererii clienților reali
Așteptarea	Stresul onorării sarcinii de muncă la timp și de calitate, oboseală	Ordine, răbdare, respectarea termenelor limită
Transportul	Cost suplimentar, probleme de trafic, întârzieri	Optimizarea timpului de transport, evitarea aglomerării, întoarcerilor, locurilor înguste, a rutelor etc.

Procesarea inutilă	Colaborare inadecvată, neînțelegere	Întrebări-răspunsuri, explicare, înțelegere
Stocuri inutile	Lipsa atenției privind comenzile și a disponibilității de spațiu	Planificarea stocurilor doar pentru cererile existente
Mișcări	Activități fizice inutile, oboseală umană prin consum suplimentar de energie	Stabilirea unui grup de mișcări strict necesare pentru realizarea corectă și completă a fiecărei activități, ergonomie și studiul muncii, economia energetică a organismului uman
Defecte	Remediarea lor implică timp suplimentar, presiunea timpului în realizarea sarcinilor poate genera defecte, dar și accidente de muncă	Semnalarea fiecărei probleme și remediarea imediată a defectelor

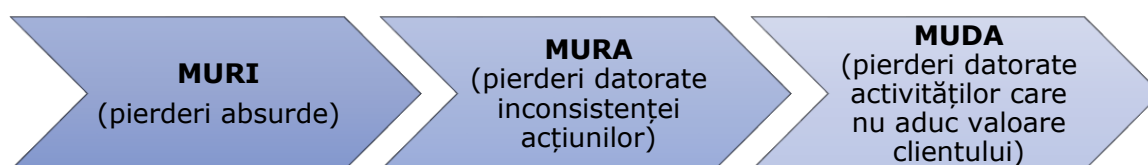


Fig. 1.14 Sursa diferitelor categorii de pierderi



Fig. 1.15 Modalități de acțiune și dimensiuni ale comportamentului managerial și organizațional în filosofia lean

Baza filosofiei Toyota constă în eliminarea absolută a pierderilor, deșeurilor de toate categoriile. Ideea de bază este de a fabrica tipul de unități de produs necesar, la timpul necesar și în cantitățile necesare, astfel încât stocurile inutile ale produselor intermediare și finite să poată fi eliminate.

Producția lean utilizează jumătate din efortul uman, jumătate din spațiul de producție, jumătate din investiția de realizare a mijloacelor de producție (scule, dispozitive, verificatoare etc.), jumătate din orele programate, norme, astfel că pentru dezvoltarea unui nou produs este necesar jumătate din timpul determinat în varianta clasică. De asemenea, acest mod de organizare al producției necesită păstrarea a jumătate din inventarul necesar și definit de stocuri, poate conduce la apariția a numeroase defecte mai mici ce pot fi remediate rapid și facil, dar produce o varietate tot mai mare de produse (Modi și Thakkar, 2014).

Producția lean este asociată cel mai frecvent cu eliminarea pierderilor deținute în mod obișnuit de întreprinderi, ca exces de inventar (stocuri) sau capacitate excesivă (capacitatea de prelucrare a mașinilor și capacitatea de muncă a resurselor umane) pentru a îmbunătăți modul de abordare a efectelor generate de variabilitatea ofertei, a timpului de prelucrare sau a cererii. De asemenea, este unanim recunoscut faptul că modul de organizare impus de producția lean conduce la redefinirea sistemului de producție, a întreprinderii ca un sistem socio-tehnic integrat al cărui obiectiv principal este eliminarea pierderilor prin reducerea sau minimizarea variabilităților induse de furnizori, clienți și a celor datorate proceselor și activităților interne.

Sistemul de producție toyotist include standardizarea muncii, fluxuri de fabricație continue, legături directe între furnizori și clienți și îmbunătățirea continuă pe baze științifice. Producția lean este un sistem integrat care realizează producția de bunuri și servicii cu costuri minime, relativ la stocuri, mai ales a celor tampon (Sharma, 2012).

1.3.2. Mijloace, practici și tehnici lean

Scopul principal al modului de organizare lean este fabricarea produsului cu pierderi minime și îmbunătățirea continuă a tuturor activităților și proceselor implicate, precum și a oricărei forme de muncă (manuală, mecanică, automată sau combinații ale lor). În continuare sunt descrise mijloace, practici și tehnici recunoscute ca însoțind implementarea fabricației lean.

1.3.2.1. Kaizen

Din punct de vedere terminologic, Kaizen este un termen provenit din limba japoneză, ca reuniune a două cuvinte: KAI - școală și ZEN - înțelepciune. Potrivit lui Imai (1991), Kaizen înseamnă „îmbunătățire continuă, treptată și ordonată”. Filosofia Kaizen se bazează pe șapte concepte-cheie prezentate în Tabelul 1.11.

Tabelul 1.5 Conceptele cheie ale Kaizer

Nr. Crt.	Concept	Descriere
1	Ciclu de îmbunătățire continuă	Planifică – Realizează – Verifică – Acționează (P-D-C-A, Plan-Do-Check-Act)
2	Client	Clientul sau utilizatorul final este important. Clientul trebuie consultat și interogat permanent cu privire la îmbunătățirea produsului (colectarea opiniilor sale).
3	Prioritatea acordată calității	Focalizarea managementului asupra progresului calității contribuie la îmbunătățirea costului și a

		timpului de livrare, în timp ce concentrarea pe costuri determină deteriorarea calității și a timpului de livrare.
4	Cererea de piață vs. realizarea produselor (fabricația)	În locul realizării unei oferte de produse, lansate pe piață aleator în speranța achiziției lor de către clienți, trebuie procedat invers. Consultarea potențialilor clienți cu privire la nevoile, dorințele lor trebuie să conducă la dezvoltarea și fabricarea de produse care să răspundă nevoilor și dorințelor acestora.
5	Managementul activităților din amonte lanțului de valoare	Dacă problema pierderilor poate fi identificată încă din faza de proiect sau în cea de testare a prototipului și aceasta este corectată, se vor înregistra economii de timp și costuri.
6	Fapte prin date colectate continuu (Voice by data)	Instrumentele de calitate, cum ar fi histograma, diagrama Pareto, controlul pe baza graficelor de urmărire a producției etc. vor oferi o imagine realistă asupra situației pe baza datelor colectate, putându-se analiza astfel problemele apărute pe baza faptelor (a realității).
7	Controlul și prevenirea variabilității	Întrebați „de ce?” de cinci ori pentru a ajunge la cauza reală a unei probleme și pentru a evita tratarea doar a efectului problemei.

1.3.2.2. Metoda 5s

Este un ingredient indispensabil al managementului locului de muncă, al unei bune administrări a proceselor și activităților aferente acestuia. Prin intermediul unei bune gospodării a inventarului, materialelor aferente activității lor, angajații dobândesc și practică auto-disciplina. Activitățile 5S includ (Modi și Thakkar, 2014; Pandya ș. a., 2017):

- SERI: aranjamentul potrivit. Presupune sortarea obiectelor inutile de la locul de muncă. De exemplu, mașinile, uneltele, dispozitivele, produsele defecte nefolosite etc. ar trebui eliminate de la locul de muncă;
- SEITON: ordonarea obiectelor rămase. Fiecare rastel sau palet de unelte trebuie să aibă un loc bine precizat, astfel încât locația sa să poată fi ușor identificată în vederea utilizării;
- SEISO: curățenie, curăță tot ce rămâne. Curățați și vopsiți, pentru a vă oferi un aspect plăcut;
- SEIKETSU: curățenie personală. Păstrați locul de muncă curat de murdărie, praf și ulei, pentru a oferi un mediu de lucru plăcut;
- SHITSUKE: disciplina. Înseamnă instrucțiuni de lucru, măsuri de siguranță, o disciplină mai bună și o cultură a muncii.

1.3.2.3. Kanban și Just in time

Just in time (JIT) este acronimul referitor la abordarea toyotistă a managementului activității de aprovizionare, impunând o disciplină exactă a livrărilor. Sistemul de producție JIT (exact la timp) presupune realizarea doar a produsele necesare, la timpul necesar, în cantitatea necesară pentru satisfacerea cerințelor clienților. Filosofia JIT este asociată cu trei concepte: calitatea totală, implicarea salariaților și tehnicile de fabricație JIT (Sharma, 2012; Pandya ș. a., 2017).

Programele asociate cu JIT includ eliminarea pierderilor și utilizarea deplină a operatorilor umani, echipamentelor, materialelor și pieselor. JIT este o abordare cuprinzătoare a îmbunătățirii continue a procesului de producție, bazată pe

noțiunea de eliminare a tuturor pierderilor din procesul de fabricație (Modi și Thakkar, 2014). În această viziune a organizării producției, eliminarea pierderilor se poate realiza prin simplificarea proceselor de fabricație, măsurile ce sunt luate referindu-se la eliminarea stocurilor excesive și a dimensiunilor lor, și care pot conduce la apariția unor timpi suplimentari în ciclul de fabricație, prelungind astfel durata de onorare a comenzii către clienți, prin creșterea duratei procesului de fabricație (**Cirjaliu** și Draghici, 2016; Pandya ș. a., 2017).

Sistemul Kanban, asimilat din punct de vedere conceptual cu fluxul continuu al producției și reducerea timpului de fabricație, este o componentă critică a oricărui sistem JIT. Ohno (1988) a definit conceptul Kanban ca mijloc de transfer al materialelor și semifabricatelor de la o operație din amonte spre una din aval, și pentru a gestiona fluxul de fabricație al produsului. Componentele sau subansamblele fabricate sunt conectate operației de asamblare finală, prin intermediul legăturilor Kanban, care impun necesitatea existenței părților unui ansamblu, după cum este necesar a fi realizat, și dau ordine de producție în mod automat tuturor furnizorilor. Această regulă reglementează mărimea inventarului maxim (stoc tampon) ce trebuie să existe între operațiile fluxului tehnologic, pentru a asigura continuitatea acestuia.

Aceste stocuri sunt păstrate între operațiile fluxului tehnologic (între celulele de fabricație sau între posturile de lucru), fiind controlate de clienții interni, care sunt operatorii umani utilizatori ai inventarului, utilizând sistemul Kanban de control al producției. Stocurile tampon de materiale, semifabricate, subansamble, standardizate la nivelul unui flux tehnologic aferent realizării unui produs, sunt controlate și minimizate de clienții interni. În demersul de proiectare a sistemului de producție se definește fluxul tehnologic și sistemul Kanban ce trebuie să funcționeze în interiorul structurii create. Astfel, se realizează susținerea controlului integrat al producției sau Kanban (Modi și Thakkar, 2014).

1.3.2.4. *Managementul vizual*

Managementul vizual (*Visual Management*) este promovat la locul de muncă pentru ca toți salariații să înțeleagă corect, în mod transparent și să poată să-și gestioneze propria lor activitate într-un mediu sigur, curat și organizat, care accelerează comunicarea și îmbunătățirea continuă. Acesta facilitează diseminarea informațiilor privind situația actuală, reală, a fluxului de producție (de exemplu, informații privind siguranța mediului de lucru, operațiile, cantitățile stocate, nivelul de calitate și starea echipamentului etc.), a producției realizate, oferind astfel motivarea și generând sentimentul de mândrie pentru a continua activitatea la intensitate maximă (Modi și Thakkar, 2014).

Conform analizei bibliografice, managementul vizual se referă la „o modalitate de a face acțiunile de lucru vizibile, pentru a îmbunătăți fluxul de muncă” (Beynon-Davies și Lederman, 2017). În practica organizațiilor se întâlnesc o varietate de modalități, tehnici asociate acestui domeniu, cum sunt: control vizual (Ohno, 1988), fabrica vizuală (Bilalis ș. a., 2002), managementul magaziiilor (Brunner, 2017) sau instrumente vizuale (Parry și Turner, 2006). Prin urmare, mulți cercetători au remarcat lipsa înțelegerii comune a demersului și a terminologiei aferente domeniului (Tezel ș. a., 2016). Cu toate acestea, cercetările prezente în literatura de specialitate sunt de acord cu beneficiile implementării conceptului, prin intermediul căruia procesele de producție sunt mai ușor de înțeles pentru lucrătorii și managerii din fabrică, prin vizualizarea clară a relevanței muncii lor într-un mod receptiv și consecvent (Tezel ș. a., 2016). Exemple în acest sens includ diagramele, foile de control, etichetele, marcajele și semnalele luminoase pentru reducerea problemelor legate de calitate (Jaca ș. a., 2014). Aceste

instrumente vizuale se concentrează asupra muncitorului individual și a muncii sale (Murata și Katayama, 2010). Cu toate acestea, unii cercetători susțin că focalizarea unică asupra managementului vizual poate conduce la limitarea înțelegerii rolului său ca parte a implementării unei strategii manageriale (Tezel ș. a., 2016). Acest aspect ar putea, de asemenea, să explice de ce eficacitatea și impactul managementului vizual au fost subestimate sistematic și în special în companiile occidentale (Jaca ș. a., 2014; Kurpjuweit ș. a., 2018).

În ultimii ani s-a manifestat o revigorare a managementului vizual în managementul producției și operațiunilor, pe măsură ce conceptul a evoluat și tehnicile sale s-au diversificat. Cercetătorii studiază implementarea managementului vizual în mod independent de alte practici lean (Bateman ș. a., 2016), în special în contextul eforturilor de îmbunătățire continuă (Bititci ș. a., 2016). Prin urmare, managementului vizual modern depășește oferta de informații despre evoluția proceselor sau a indicatorilor cheie de performanță (KPI) și include, de asemenea, informații strategice și vizualizarea progresului de îmbunătățire continuă (Bateman ș. a., 2016; Kurpjuweit ș. a., 2018).

Studii empirice recente sugerează că managementul vizual facilitează partajarea informațiilor strategice între departamentele din cadrul unei firme (Bititci ș. a. 2016; Parry și Turner, 2006) și presupune implicarea echipelor în îmbunătățirea continuă (Bateman ș. a., 2016), ambele fiind factori esențiali pentru succesul inițiativelor în acest domeniu. Având în vedere impactul pozitiv semnificativ al managementului vizual asupra KPI-urilor (Murata și Katayama 2016), mai mulți cercetători sugerează chiar aplicarea mijloacelor și tehnicilor sale nu numai în secțiile de producție, ci și în toate departamentele aferente celorlalte funcții ale întreprinderii (Parry și Turner, 2006; Murata și Katayama, 2010; Jaca ș. a., 2014; Kurpjuweit ș. a., 2018).

În ansamblu, importanța managementului vizual a crescut, deoarece acesta este folosit mai mult ca un instrument de control și de conducere ce susține inițiativele de îmbunătățire continuă, decât ca un principiu pentru concepția locurilor de muncă. Având în vedere rolul extins al managementului vizual în mediul de producție de astăzi, sunt necesare mai multe cercetări pe această temă pentru a facilita aplicarea acestuia în practica diferitelor organizații (Kurpjuweit ș. a., 2018).

1.3.2.5. Harta fluxului de valoare

Harta fluxului de valoare (*Value Stream Mapping*) reprezintă un instrument vizual puternic folosit pentru a identifica pierderile și pentru a înțelege fluxul de materiale și informații (Modi și Thakkar, 2014). Un flux de valoare reprezintă întregul set de activități de la achiziția de materie primă și până la realizarea produsului finit, activități definite pentru un anumit produs sau o familie de produse.

Metoda prezintă toate acțiunile necesare pentru livrarea unui produs, valoarea adăugată generată, precum și valoarea adăugată fără valoare la client (percepută de aceștia). Toate acțiunile și sarcinile aferente creării de valoare sunt necesare pentru a aduce un element (o idee, o informație, un produs sau un serviciu) de la începutul său până la livrare (Seth ș. a., 2017; Pandya ș. a., 2017).

În practica organizațiilor, harta fluxului de valoare este utilizată ca un mijloc pentru managementul lanțului de aprovizionare și al producției, ce poate contribui la reducerea costurilor, a timpului de fabricație și la îmbunătățirea calității prin ciclul de îmbunătățire PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) sau ciclul Deming (Karim și Arif-Uz-Zaman, 2013).

Din punct de vedere practic, harta fluxului de valoare este o metodă critică utilizată în demersul de reducere a timpului de livrare al produselor către client sau a timpului de fabricație, în general. Principalele beneficii ale aplicării metodei sunt:

- Reducerea utilizării inutile a resurselor (minimizarea pierderii de resurse prin creșterea eficienței utilizării lor);
- Reducerea timpului de așteptare, a întârzierilor, eliminarea procesărilor suplimentare (reluări în prelucrare și acumularea suplimentară de sarcini) și reducerea stocurilor tampon;
- Focalizarea sporită asupra eficienței proceselor de prelucrare, asupra duratei real de procesare și a eliberării capacității.

Prin descrierea stării actuale (AS-IS) a proceselor de fabricație, a fluxului de informații și a activităților fără valoare adăugată, se va elabora un plan al situației viitoare care să abordeze și să rezolve problemele cheie, care în final ajută întreprinderea să livreze ceea ce clientul dorește, atunci când acesta dorește, la calitate și preț corect, just¹².

1.3.2.6. *Gemba*

Gemba desemnează atelierul, linia de producție sau secția de producție unde se desfășoară procesele de adăugare a valorii și obținerea produselor pentru satisfacerea clientului. *Gemba in situ* înseamnă „locul real”, unde are loc, se desfășoară acțiunea reală. Sunt instrumente și tehnologii sofisticate pentru a rezolva problemele care pot fi rezolvate cu un bun simț, o abordare cu costuri reduse (Liker, 2004; Modi și Thakkar, 2014).

Principiul *gemba* este, de asemenea, cunoscut sub numele de *go-to-gemba* (mergi la *gemba*) sau *genchi genbutsu*. Conform principiului *gemba*, liderii sistemelor de fabricație lean ar trebui să meargă deseori în atelierul, linia de producție sau secția de producție, pentru a înțelege cu adevărat procesele și pentru a lua deciziile corecte (Dombrowski și Mielke, 2013).

O metodă bine stabilită de *gemba* este „cercul Ohno” (1997). Pe podea este trasat un cerc imaginar sau unul real, iar liderul se îndreaptă spre el și observă procesele de producție. Acest lucru poate dura mai multe ore, până când înțelege procesul cu pierderile ce pot apărea, dar și posibilitățile de îmbunătățire. Astfel, liderul sistemului lean obține informații și impresii la „prima mână” asupra problemelor, iar decizia sa se va baza pe fapte și observații proprii, nedeformate, corecte și complete (Imai, 1997; Dombrowski și Mielke, 2013). Cu această abordare, liderul poate identifica cauza principală a unei pierderi fără a fi indus în eroare, prin colectarea sau interpretarea incorectă a datelor și informațiilor sursă (Liker, 2004; Liker și Convis, 2012; Dombrowski și Mielke, 2013).

Pentru a integra aceste aspecte în comportamentul lor zilnic, liderii fabricației lean trebuie să urmeze cele „cinci reguli de aur *gemba*” (Imai, 1997):

1. *Genchi genbutsu* sau „mergi la *gemba*” - când apare o problemă, liderii ar trebui să meargă la locul în care aceasta a apărut;

2. Verificați - toate aspectele care ar putea fi implicate în apariția unei probleme trebuie analizate imediat, atâta timp cât acestea se află în contextul ce a generat defectiunea, pierderea sau eșecul. Contextul este direct determinat de

¹² The Lean Enterprise Academy, Practical Value Stream Mapping Workshop At GE Service Centre (30.01.2017), disponibil la: <http://www.leanuk.org/article-pages/articles/2017/january/30/practical-value-stream-mapping-workshop-at-ge-service-centre.aspx>

condițiile care au condus la apariția problemei, iar acestea pot fi legate de produs, procese, persoane etc.;

3. Luați măsuri temporare de contracarare a problemei - înainte de a aloca mult timp și efort pentru cea de-a patra regulă, ar trebui găsite unele măsuri temporare care să satisfacă imediat clientul. Implementarea lor ar putea fi mult mai scumpă decât procesul standard, dar ele sunt necesare pentru a găsi timp de aplicare a celei de-a patra reguli;

4. Găsiți cauza principală - după cum a fost descris anterior, este foarte important să se identifice cauza principală a problemei, în caz contrar soluția nu va fi eficientă mult timp. În timpul acestei etape, aplicarea întrebării „de ce?” de cinci ori poate fi eficientă;

5. Standardizați - odată ce se găsește cauza primară a problemei pot fi luate măsuri permanente de prevenire. Procesul actual trebuie revizuit și trebuie definit un nou standard al acestuia.

În Fig. 1.16 este prezentat modelul de lean leadership ce înglobează aspectele precizate mai sus. Al cincilea principiu al conducerii lean este *hoshin kanri*, în unele întreprinderi fiind cunoscut și sub numele de managementul performanței, asociat indisolubil de implementarea strategiilor, a politicilor. Datorită activităților de îmbunătățire ce apar la diferite niveluri, arii, sectoare, departamente ale organizației, este necesar un sistem de rang superior care să alinieze direcțiile activităților individuale. Astfel, *hoshin kanri* se concentrează asupra activităților de îmbunătățire continuă ale fiecărei echipe pe termen lung, pentru a se asigura că activitățile de îmbunătățire nu sunt divergente, ci aliniate obiectivului prestabilit. Fiecare echipă trebuie să fie conștientă de contribuția sa la obiectivul general al companiei (Liker, 2004; Liker și Convis, 2012). În *hoshin kanri*, ciclurile PDCA ale tuturor nivelurilor ierarhice sunt aliniate sistematic. La nivelul ciclului PDCA asociat strategiei organizaționale există o serie de cicluri PDCA la nivel operativ, ce contribuie la atingerea obiectivului strategic (Dombrowski și Mielke, 2013).



Fig. 1.16 Modelul de lean leadership, după (Dombrowski și Mielke, 2013)

1.3.2.7. *Mentenanța total productivă*

Mentenanța total productivă (*Total Productive Maintenance*) promovează sarcina de bază privind întreținerea și repararea preventivă a echipamentelor și mașinilor, de către operatorul uman însăși, astfel că timpul de întreruperi în funcționarea acestora este redus la minim sau chiar eliminat (Modi și Thakkar, 2014; Pandya ș. a., 2017).

Acest concept este un element critic pentru orice întreprindere de succes, fiind un mijloc facil de eliminare a defecțiunilor echipamentelor și mașinilor, și implicit a pierderilor de timp de producție generate de întreruperile pentru reparații, probleme de siguranță, opriri minime sau viteză de prelucrare redusă.

Astfel, mentenanța total productivă este considerată un mijloc, o tehnică lean pentru optimizarea eficienței echipamentelor de producție (Pandya ș. a., 2017).

Cei șapte pași care descriu demersul de mentenanță total productivă sunt prezentați în Fig. 1.17.

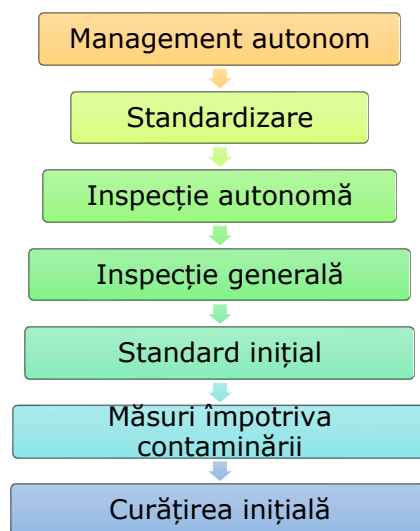


Fig. 1.17 Cei șapte pași ai mentenanței productive totale, după (Modi și Thakkar, 2014)

Numeroase studii și cercetări subliniază importanța modului cum este condus procesul de implementare a mentenanței productive totale (Ireland și Dale, 2001) pentru ca aceasta să producă efectul dorit. De asemenea, procesul decizional asociat implementării și managementului operativ al activității poate conduce la excelență (Piechnicki ș .a., 2015).

1.3.2.8. Tactul liniei

Cei mai importanți parametri de funcționare ai unei linii de fabricație organizate în flux sunt: tactul liniei (*takt time*), ritmul de lucru, numărul de locuri de muncă din cadrul liniei (corespunzător operațiilor incluse în procesul tehnologic de realizare a produsului sau a grupeii de produse), numărul de operatori umani care lucrează pe linie, lungimea liniei de fabricație, viteza de deplasare a mijloacelor de transport care deservește linia (Nallusamy, 2016).

Pentru producția lean în flux, un indicator al organizării este tactul liniei sau ritmul acesteia, care reprezintă inversul tactului.

Sucesiunea produselor aflate în curs de procesare, fabricare, de la un loc de munca la altul, în cazul unei linii organizate în flux, se poate realiza în două moduri (Pandya ș. a., 2017):

- În cazul existenței sincronizării operațiilor pe linia de fabricație, produsele trec de la un loc de muncă la altul în mod continuu, în conformitate cu ritmul reglementat al liniei;
- În cazul nesincronizării operațiilor (datorate timpilor diferiți ale acestora), trecerea produselor se face în mod discontinuu, executarea fiecărei operații realizându-se într-un ritm liber de lucru.

Operațiile aferente procesului de producție se desfășoară în mod concomitent la toate locurile de muncă aferente liniei de fabricație în flux. În cazul liniilor sincronizate lansarea semifabricatelor în fabricație, trecerea lor de la un loc de muncă la altul (de la o operație la alta), precum și ieșirea produselor finite din procesul de fabricație se realizează la intervale egale de timp, intervale ce definesc

tactului producției (tactul liniei fiind intervalul de timp la care ies de pe linie două produse finite) (Pandya ș. a., 2017).

Numărul locurilor de muncă de pe liniile în flux diferă în funcție de timpul normal al operațiilor aferent acestora. Astfel:

- Dacă timpul normal al operației este egal cu tactul liniei, numărul locurilor de muncă este egal cu 1;
- Dacă timpul normal este mai mare decât tactul liniei, numărul locurilor de muncă este

$$N_{lmi} = \frac{t_i}{T} \quad (1.1)$$

unde N_{lmi} este numărul locurilor de muncă aferent operației i ;
 t_i - durata operației i ;
 T - tactul liniei de fabricație.

În cazul proiectării liniilor de fabricație, formula generală de calcul a tactului liniei este (Nallusamy, 2016):

$$T = \frac{t*60}{Q} \quad (1.2)$$

unde t este fondul de timp al liniei pe o perioadă determinată (determinat de durata totală normată pentru realizarea unui produs), exprimat în ore;

Q - producția ce urmează a fi realizată (determinată pe baza comenzii de la client).

Relația generală de determinare a tactului liniei de producție poate avea forme particulare, fiind influențată de particularitățile de organizare și producție existente în întreprindere (Nallusamy, 2016).

Ritmul liniei în flux reprezintă numărul de produse realizate în unitatea de timp. Pentru determinarea ritmului de lucru se pot folosi relațiile:

$$R = \frac{1}{T} = \frac{Q}{t*60} \quad (1.3)$$

În perspectiva aplicării principiilor lean de organizare a producției, tactul liniei de fabricație este durata între două produse realizate complet pentru a satisface cererea clienților, fiind informație de input pentru organizarea producției. Ritmul liniei de fabricație este frecvența la care produsele trebuie să iasă din fabricație pentru a satisface cererea clienților, fiind informație de output pentru organizarea producției. Ca urmare (Modi și Thakkar, 2014):

$$T = \frac{\text{Timpul de operare/schimbare}}{\text{Cererea clienților/schimbare}} \quad (1.4)$$

Conceptul de tact al liniei de fabricație oferă o metodă simplă și intuitivă de generare a stimulării îmbunătățirii continue, ținând seama de posibilitățile de sincronizare ale tactului sau ritmului de producție cu cel al vânzărilor (Modi și Thakkar, 2014).

1.3.2.9. Schimbarea rapidă a sculelor

Schimbarea „într-un minut” a sculelor (*Single Minute Exchange of Die*, SMED) este o metodă rapidă și eficientă de conversie a unui proces de fabricație aferent realizării unui produs la un altul (următorul). În cazul fabricației lean, obiectivul de reducere a pierderilor de timp a condus la realizarea unor dispozitive de stocare ordonată a sculelor, care permit schimbarea extrem de rapidă a acestora în vederea reconfigurării mașinilor pentru o nouă operație aferentă fluxului tehnologic de realizare a unui alt produs. Conceptul susține că toți pașii,

mânuirile ce trebuie realizate, pot dura mai puțin de 10 minute (Pandya ș. a., 2017). De asemenea, schimbarea rapidă a sculelor ajută la reducerea costurilor datorită economiei de timp, precum și o creștere a flexibilității sistemului de producție (Modi și Thakkar, 2014).

1.3.2.10. Celule flexibile de fabricație

Producția în celule flexibile de fabricație reprezintă o abordare în care echipamentele și mașinile necesare pentru a realiza un produs sunt amplasate la distanțe mici, pentru a se cumula facilitățile de producție și a favoriza organizarea în flux continuu. Scopul acestui demers de organizare este de a obține flexibilitatea necesară pentru a produce o varietate mare de produse (utilizând, exploatând la maxim dotarea existentă și tehnologia) care au un volum redus al cererii, menținând în același timp aceeași productivitate obținută la o producție de serie mare (Modi și Thakkar, 2014).

Sistemul de fabricare celulară este considerat un mod eficient de utilizare a tehnologiei de grup. Procesul de fabricație este definit ca un sistem hibrid de celule care utilizează avantajele producție în flux (flexibilitate) și de masă (fluxul eficient și rata ridicată a producției). Totodată, unul dintre avantajele acestui sistem este determinat de minimizarea mișcărilor de transfer de materiale, minimizarea costurilor de transfer inter-operații și minimizarea timpului de transfer, prin optimizarea traseelor (Delgoshai ș.a., 2016).

Mai recent, discursul științific și cel al practicienilor asupra aplicațiilor modului de organizare a producției cu celule flexibile de fabricație a căpătat dimensiunile impuse de Revoluția Industrială 4.0. Noile tehnologii, precum și cele asistate de inteligența artificială, anticipate de Revoluția Industrială 5.0, facilitează introducerea de celule flexibile de fabricație în mai multe moduri¹³, după cum anticipează studiile Boston Consulting Group:

- *Controlul producției* – Avansul tehnologiilor și sistemelor de tehnologia informației (soluții *Software as a Service* în *Cloud*, realizarea conexiunii lucrurilor prin tehnologii de tip *Internet of Things*, progresul tehnologiilor mobile, miniaturizarea soluțiilor hard etc.) și logistica digitală permit controlul în timp real al proceselor extrem de complexe care apar în diferite ateliere și linii de fabricație dintr-o singură întreprindere. Toate echipamentele (mașini-unelte, vehicule automatizate ghidate, robocare și linii transportoare etc.) din zona producției și cea logistică sunt conectate și trimit în mod continuu date despre starea și locația lor către baza de date a fabricii digitale. Acolo, datele sunt prelucrate aproape în timp real și utilizate pentru a direcționa centralizat toate operațiile din zona producției. Aceste sisteme inteligente pot transmite vehiculelor automatizate ghidate care loc de muncă să abordeze și să asiste în problemele de logistică internă, dar și să reacționeze la probleme. De exemplu, dacă apare o defecțiune a echipamentului la o celulă flexibilă de fabricație, logica de optimizare a sistemului de comandă va permite vehiculelor automatizate ghidate să redirecționeze subansamblele și toate piesele corespunzătoare procesului de fabricație aferent către o altă celulă flexibilă de fabricație.
- *Roboți avansați și dispozitive de manipulare* - Pentru a se adapta la creșterea numărului de variante de subansamble, piese manipulate la stațiile de lucru, roboții și dispozitivele de manipulare se pot adapta în mod autonom la diferitele

¹³ Küpper D., Sieben C., Kuhlmann K., Lim Y. H., Ahmad J. (Oct. 2018). Will Flexible-Cell Manufacturing Revolutionize Carmaking? Disponibil la: <https://www.bcg.com/publications/2018/flexible-cell-manufacturing-revolutionize-carmaking.aspx>

tipologii de produse și pot efectua automat schimbări. Ele se pot adapta, de asemenea, la nevoile ergonomice ale operatorilor individuali.

- *Echipamente mobile și plug-and-produce*¹⁴ - Echipamentele mobile și cele cu funcționalitate *plug-and-produce* permit producătorilor să instaleze, să schimbe sau să înlocuiască rapid echipamentul aferent celulelor de fabricație. Acest mod de operare asigură o flexibilitate mare a liniilor de fabricație, în condițiile unui timp minim necesar pentru crearea noilor condiții de realizare a fabricației.
- *Sisteme de asistență pentru operatorii umani* - Sistemele de asistență bazate pe tehnologia informației pot recunoaște fiecare mașină care intră în alcătuirea unei celule flexibile de fabricație și afișează informații specifice acestora (de exemplu, procedurile de asamblare și modelele de proiectare asistate de calculator) direct la stația de lucru deservită de operatorul uman desemnat. Sistemele de asistență pot, de asemenea, să urmărească uneltele și să ofere lucrătorilor alte mijloace vizuale, cum ar fi ecrane mari sau proiectoare care afișează următoarea sarcină de producție și locația unde aceasta va avea loc.

Cele prezentate demonstrează mari schimbări ale logisticii interne, cu impact major și asupra modului de realizare a întregului lanț de aprovizionare.

1.3.2.11. Managementul lanțului de aprovizionare

Managementul lanțului de aprovizionare (*Supply Chain Management*) este proiectarea și gestionarea proceselor dincolo de granițele organizaționale, cu scopul de a adapta oferta și cererea în cea mai eficientă modalitate. Activitățile lanțului de aprovizionare transformă materiile prime și componentele într-un produs finit care este livrat clientului final (Fig. 1.18). Gestiunea lanțului de aprovizionare se ocupă de integrarea eficientă a furnizorilor, a fabricilor, a depozitelor și a magaziiilor, astfel încât mărfurile să fie produse și distribuite (Pandya ș. a., 2017).

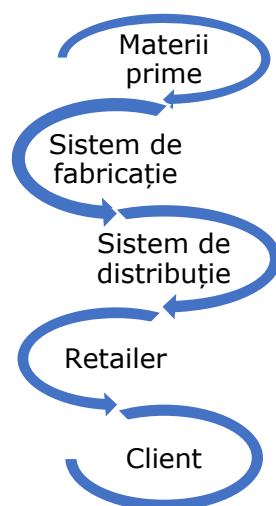


Fig. 1.18 Actorii lanțului de aprovizionare

¹⁴ Soluțiile *plug-and-produce* permit integrarea rapidă și ușoară a mașinilor și sistemelor de automatizare într-un mediu de producție ca o condiție prealabilă pentru implementarea a numeroase soluții aferente interconectivităților reclamate de Revoluția Industrială 4.0 (de exemplu, soluția Werum, <https://www.werum.com/en/it-solutions/plug-produce/>).

Conceptul managementului lanțului de aprovizionare își propune o serie de îmbunătățiri care să conducă la furnizarea de produse în cantitățile potrivite, la locul potrivit, la momentul potrivit, pentru a reduce la minimum costul total al sistemului, orice cerință privind serviciul clienți (Modi și Thakkar, 2014).

1.3.3. Extinderea metodelor de operare în fabricația lean. Conceptul Lean Six Sigma (LSS)

Lean six sigma este un demers de management al producției rezultat prin combinarea a două filosofii de management diferite, dar complementare - *lean management* și *six sigma*.

- Managementul lean este o filosofie de producție care a evoluat de la sistemul de producție Toyota și a apărut după al doilea război mondial (Womack ș.a., 1990). Așa cum rezultă din principiile enunțate anterior, în cap. 1.3, managementul lean se concentrează pe eliminarea non-valorii adăugate și care este cauzată de activități deficitare sau de pierderi (Womack și Jones, 1997, reeditat 2003).
- Metodologia six sigma este un program de management dezvoltat de compania Motorola, în anii '80, ca răspuns la creșterea competitivității pe piața internațională, generată de evoluția expansivă a companiile japoneze. Pentru a face față acestei situații, Motorola a introdus un sistem de îmbunătățire a calității proceselor de fabricație care a avut rolul de a anihila cauzele unei cantități excesive de subansamble defectuoase prezente în procesul de producție (Arnheiter și Maleyeff, 2005) și care mai apoi a fost extins în cazul altor companii, devenind „popular” în literatura de specialitate abia după anul 2000. Astfel, filosofia six sigma presupune atingerea unor niveluri ridicate de calitate și niveluri scăzute de variabilitate a proceselor, prin detectarea și îndepărtarea cauzelor generatoare de defecte (Salah ș.a., 2010).

Obiectivul general al implementării Lean Six Sigma este îmbunătățirea performanței proceselor de producție prin reducerea deșeurilor, a pierderilor, variabilității, costurilor și satisfacerea clienților (Dul și Neumann, 2009; Salah ș.a., 2010). Ca o consecință a aplicării filosofiei six sigma, risipa și pierderile organizațiilor scad simultan cu reducerea variabilității proceselor de producție, astfel putând fi îmbunătățite controlul calității și previziunile asupra producției (Montgomery ș.a., 2008; Vinodh ș.a., 2011). Aplicarea metodologiei six sigma se bazează pe abordarea structurată a ciclului **DMAIC (Definire, Măsurare, Analiză, Îmbunătățire și Control)** reprezentat sintetic în Fig. 1.19. În fiecare fază a ciclului DMAIC se pot aplica un set de instrumente și metodologii, astfel încât să se asigure eliminarea defectelor, pierderilor proceselor și stabilitatea acestora din punct de vedere calitativ (pe baza unor indicatori adecvat stabiliți).

Lean six sigma a început să utilizeze ciclul DMAIC ca structură de suport pentru rezolvarea problemelor de integrare a mijloacelor și a tehnicilor de operare în ambele filosofii - lean și six sigma (Taghizadegan, 2010). Folosirea simultană a ambelor metodologii, astfel încât sinergia lor să poată fi agresiv vizibilă, a condus la obținerea unei eficiențe mai ridicate a întregul proces de fabricație, demersul dovedindu-se mai eficace și mai eficient în identificarea rădăcinii cauzelor problemelor, mai degrabă decât concentrarea asupra proceselor în care apar problemele (Salah ș.a., 2010).

În Fig. 1.19 se prezintă paralelismul între demersul PDCA și DMAIC, împreună cu etapele de realizare a DFSS (*Design for Six Sigma*), ciclul DMADV (Definește, Măsoară, Analizează, Design, Verifică), pentru o mai bună înțelegere a modului de operare a acestora.

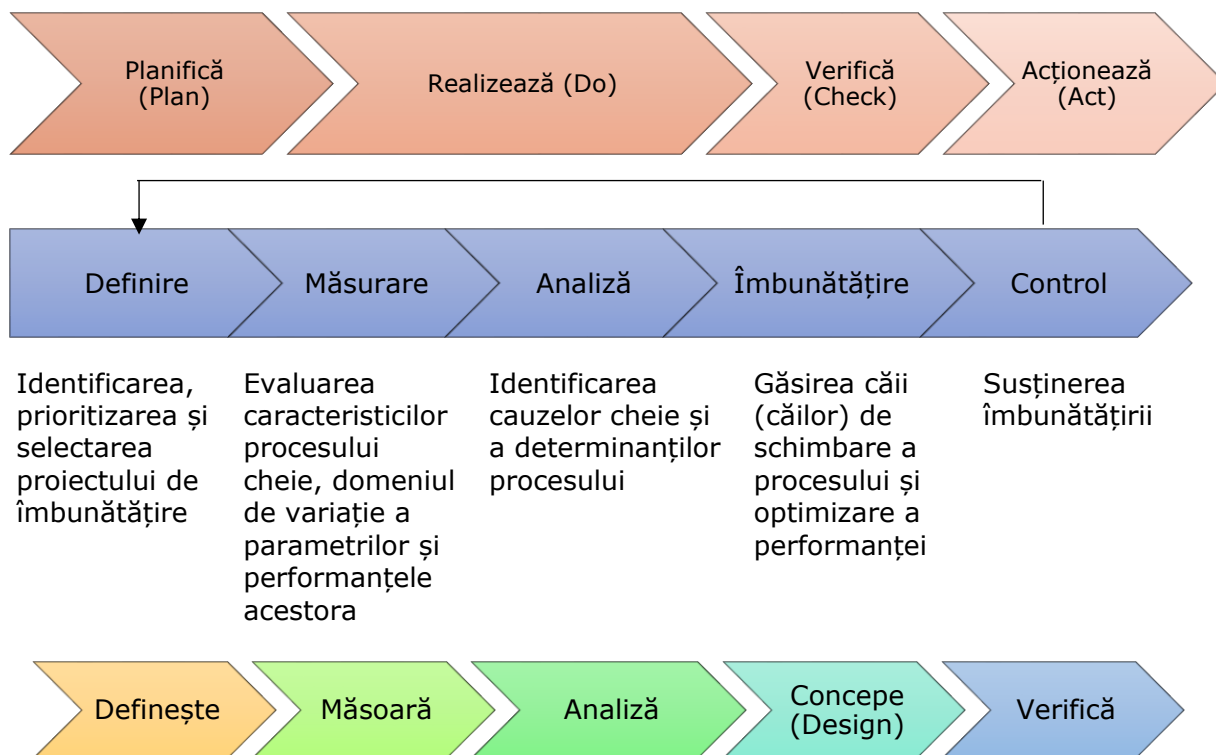


Fig. 1.19 Ciclul DMAIC și relația sa cu ciclul PDCA și DFSS, după (Sokovic ș.a., 2010)

DFSS este o abordare sistematică și structurată a procesului de concepție a noilor produse sau procese care se focalizează pe prevenirea problemelor. Acest demers se aplică în scopul de a satisface sau de a depăși toate cerințele clientului și cerințele de calitate (critice pentru calitatea produsului/procesului) atunci când produsul este lansat/livrat pentru prima dată. Obiectivul major al DFSS este de a „concepe produse/procese corect, bine de prima dată” (Sokovic ș.a., 2010).

DFSS constă în aplicarea unui set de mijloace, tehnici de colectare a nevoilor, mijloace ingineresti și statistice în timpul dezvoltării produsului și a procesului aferent acestuia. Demersul impune utilizarea riguroasă a mijloacelor și a celor mai bune practici pentru a îndeplini cerințele clienților și aduce beneficii financiare întreprinderii prin satisfacerea cerințelor. O caracteristică fundamentală a DFSS este modul de realizare al etapei de verificare, care o diferențiază de six sigma, și care constă în verificarea nu doar a indicatorilor de calitate, dar și a celor privind performanța afacerii. Susținătorii DFSS îl promovează ca pe o abordare holistică de reinginerie, nu ca pe o tehnică care să completeze demersul six sigma (Sokovic ș.a., 2010). Legătura dintre ciclurile DMAIC și DFSS (DMADV) în cazul implementărilor este prezentat în Fig. 1.20.

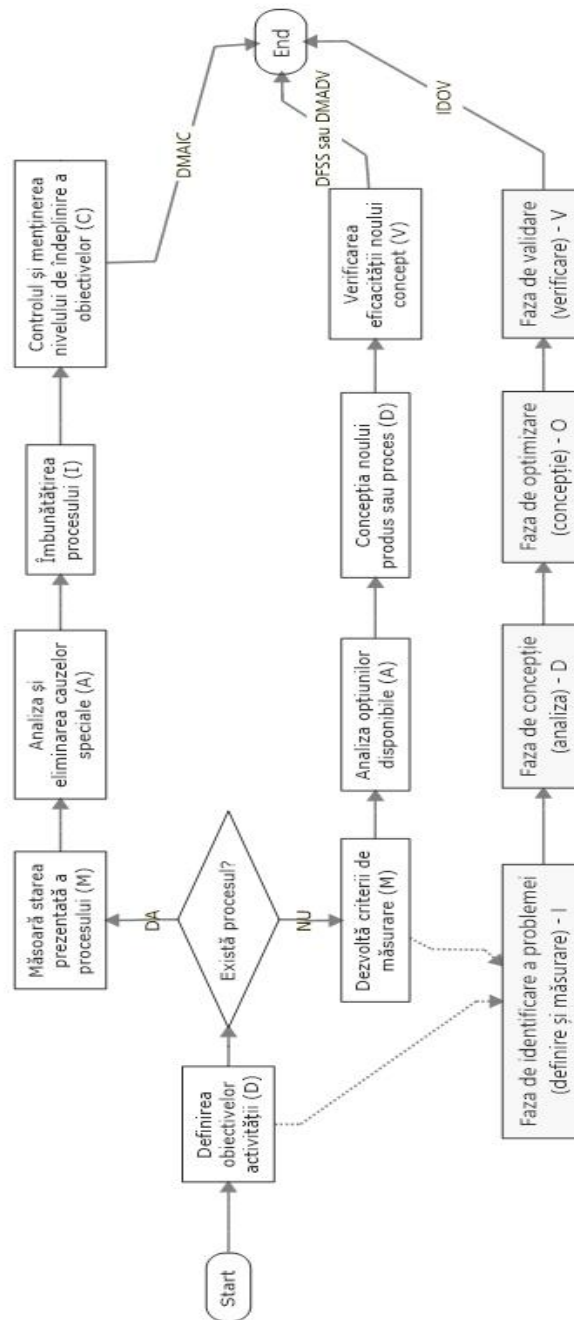


Fig. 1.20 Relația dintre DMAIC (Six Sigma) și DMADV (DFSS) în cazul implementărilor, după (Sokovic și Pavletic, 2007)

1.4. Concluzii

În prezent, valoarea și implicațiile practice ale științei ergonomiei sunt recunoscute de comunitatea specialiștilor, a cercetătorilor și practicienilor reuniți în societăți sau asociații profesionale la nivel național și internațional. Ergonomia este și va fi din ce în ce mai importantă în epoca postmodernă decât atunci când aceasta a fost definită, delimitată ca știință pentru prima dată, în secolul al XIX-lea. Fenomenele de suprasolicitare a operatorilor/utilizatorilor din diferite sisteme se manifestă chiar dacă anunțata Revoluție Industrială 5.0 (Industry 5.0) va conduce la extinderea aplicațiilor de inteligență artificială, Internetul lucrurilor

(*Internet of Things*), robotizării etc. Mulți operatori umani, utilizatori, suferă (vor suferi) deoarece condițiile de desfășurare a activităților profesionale și extraprofesionale sunt incompatibile cu nevoile, abilitățile și limitele lor. Riscurilor clasice aferente sistemului om – mașină - mediu li se vor alătura unele noi, emergente, și care deja se constituie ca probleme ce trebuie rezolvate. De exemplu, cazul riscurilor psihosociale, cerințele tot mai stringente pentru locuri de muncă ecologice, gestionarea și tehnologiile pentru nanomateriale sau noile provocări introduse de tehnologia informației și a comunicării (noi mijloace de comunicare și colaborare, creșterea conectivității și a tehnologiei mobile, realitatea virtuală și augmentată etc).

Excluderea potențialului uriaș de cercetare al ergonomiei pentru elaborare de soluții pentru optimizarea noilor sisteme om-mașină-mediu ar întârzia acomodarea operatorilor în folosirea și exploatarea noilor tehnologii, ceea ce ar afecta nu doar securitatea și bunăstarea acestora, dar ar induce stagnări ale performanței organizațiilor, datorită nivelului scăzut al productivității.

Perspectivile actuale consideră producția lean ca pe un demers socio-tehnic, preocupările de îmbunătățire continuă apelând la metode și mijloace ce reflectă o filosofie de management mai largă, astfel apelându-se la clasicele mijloace operaționale tehnice, dar și la cele din domeniul managementului resurselor umane și psihosociologiei muncii. În mod tradițional, metodele și mijloacele tehnice sunt folosite pentru a reduce sau elimina pierderile, cantitatea de deșeuri, efortul operatorilor umani, timpul necesar producției, având un impact semnificativ asupra creșterii vitezei de satisfacere a cerințelor clienților, fără rabat de la calitatea impusă (percepută) de aceștia. Din perspectiva resurselor umane, preocuparea în context lean este focalizată pe promovarea și implementarea unor practici pentru diminuarea „cantității de muncă” a operatorilor (în activitățile de tip manual), a consumului de energie umană, dar cu o creștere a implicării și responsabilității angajaților, precum și prin utilizarea unor echipe de lucru inter-funcționale sau care se auto-direcționează (Cullinane, 2014; **Cîrjaliu** și Drăghici, 2016). În acest context se identifică rolul și importanța pe care știința ergonomiei îl poate juca, prin intervențiile sale menite să ofere soluții novatoare și creative.

Conform cercetărilor preliminare întreprinse (**Cîrjaliu** și Drăghici, 2016), în Tabelul 1.12 sunt sintetizate o serie de articole reprezentative ce abordează probleme ale fabricației lean, dar care sunt incidente pe contextul cercetărilor aferent prezentei teze de doctorat. Astfel, intervenția ergonomiei ar putea prezenta avantajul elaborării și implementării unor soluții mai eficiente pentru optimizarea locurilor de muncă și a sarcinilor de muncă a lucrătorilor, luând în considerare simultan și integrat motivarea și implicarea angajaților, diminuarea expunerii la riscurile profesionale și creșterea securității și sănătății în muncă.

Tabelul 1.6 Prezentare generală a problemelor identificate în fabricația lean – articole de referință, extindere față de cercetarea inițială (**Cîrjaliu** și Drăghici, 2016)

Referința	Domeniul studiat	Concluzii
(Koukoulaki, 2014)	Impactul producției slabe asupra riscurilor musculo-scheletice și psihosociale: Examinarea	Teoriile despre efectele producției lean au evoluat dintr-o conceptualizare aferentă sistemului de management dar apariția unor efecte dăunătoare a fost inerentă, în sensul că acesta poate avea efecte mixte în funcție de stilul de conducere al organizației și de modul specific în care demersul lean este implementat. Se dezvoltă un model de interacțiune pentru a propune un mod de îmbunătățire a efectelor

	tendențelor socio-tehnice de peste 20 de ani	implementării producției lean prin intermediul abordării ergonomice, cu referire la diminuarea factorilor de risc musculo-scheletici și psihosociali, precum și identificarea rezultatelor pozitive.
(Cullinane, 2014)	Calitatea vieții profesionale în producția lean	Studiul inventariază efecte pozitive, negative și contingente asupra bunăstării angajaților în sisteme de producție lean. Se concluzionează inconsecvențe teoretice și aplicative și absența unui model aplicabil de concepție a locurilor de muncă, care surprinde natura complexă socio-tehnică a acestui context de organizare. Această cercetare propune și testează un model de concepție a locurilor de muncă în cadrul fabricației lean, utilizând cadrul solicitări-resurse pentru locuri de muncă, pentru a capta potențialul motivațional și de afectare a sănătății. Datele transversale au fost colectate de la 200 de angajați care lucrează într-o organizație multinațională de producție farmaceutică. Recomandările pentru practicienii din sisteme de producție lean îi încurajează să stimuleze potențialul motivațional al lucrătorilor, asociat cerințelor acestui mediu de lucru printr-un grad ridicat de implicare, menținerea ritmului rapid de muncă și prin completarea cu resurse adecvate acestor posturi.
(Morse, 2014)	Evaluarea impactului lean asupra ergonomiei angajaților, a securității și a satisfacției profesionale în procesul de fabricație	Obiectivul cercetării a fost de a explora impactul unui eveniment Kaizen asupra satisfacției, ergonomiei și nivelului de securitate al angajaților într-un sistem de producție. Acest studiu s-a axat pe evaluarea procesului de fabricație și de asamblare a unui tractor. Pentru a răspunde obiectivelor, au fost realizate două evenimente Kaizen. Înainte de implementarea evenimentelor Kaizen (K1 pentru fabricație și K2 pentru asamblare), nivelurile de satisfacție a 15 angajați au fost documentate utilizând un chestionar de diagnosticare a locurilor de muncă. În ambele evenimente au fost considerate îmbunătățiri ale solicitării posturale folosind considerente ergonomice. Satisfacția angajaților a fost îmbunătățită, conform evaluării realizate după 30 de zile de la implementările Kaizen K1 și K2.
(Arezes ș. a., 2015)	Sistem și producție lean și ergonomia	Se dezbate neînțelegerile practice a principiilor lean. Identificarea neînțelegerii filosofiei lean și implementarea de soluții similare în condiții diferite și pentru care soluțiile sunt nepotrivite. Notificarea că în literatură nu există raportarea unei îmbunătățiri a reducerii stresului în fabricația lean.
(Rose ș. a., 2011)	Succesul implementării or lean în întreprinderi mici și mijlocii. Rolul important ce revine comunicării, implicării, motivării și	Studiul conține concluzii că pentru a colabora corect cu furnizorii și clienții, implementarea lean trebuie să se facă din interiorul organizației și prin considerarea potențialului organizațional, prin implicarea și participarea tuturor angajaților. Modelul propus și validat ia în considerare aspecte ale managementului comunicării, implicării, motivării și antrenării salariaților. Cercetarea demonstrează importanța unor aspecte relative la managementul resurselor umane pentru succesul implementărilor lean în cazul întreprinderilor mici și mijlocii.

	antrenării salariaților	
(Albzeirat ș. a., 2017)	Recenzie asupra literaturii de specialitate privind evaluarea producției lean în perioada de timp (2008-2017)	Această cercetare oferă o analiză descriptivă cantitativă și o analiză tematică calitativă pentru a oferi o analiză aprofundată a fabricației lean. În ultimii cinci ani (2013-2017), a existat o schimbare clară în metodologia de evaluare a performanțelor fabricației lean prin combinarea datelor cantitative și descriptive cu modele matematice care includ calcule ce sprijină procesul decizional; cercetarea a evidențiat că metoda AHP (<i>Analytic Hierarchy Process</i> , metoda de decizie ierarhică sau metoda de comparație în perechi) a fost cea mai frecvent utilizată. De asemenea, cercetările care au încercat să coreleze procesul de evaluare cu procesul practic de luare a deciziilor privind fabricația lean apelează la modele de logică matematică sau alte metode, modele matematice.

În concluzie, potențialul intervenției ergonomice în îmbunătățirea continuă aferentă demersului filosofiei lean este unul real. În ceea ce privește elaborarea unui demers de cercetare fezabil, eficient și eficace, se impune realizarea unei analize și sinteze bibliografice asupra problemelor de implementare lean, dar care să surprindă efectele acestora asupra operatorilor umani (satisfacție, motivare, stres ocupațional, productivitate, solicitare posturală etc.). Acest deziderat va fi urmărit și implementat de cercetările incluse în capitolul următor al tezei.

2. DEMERSUL DE ABORDARE ȘI IMPLEMENTARE AL FABRICAȚIEI LEAN

Prezentul capitol are ca obiectiv analiza și sinteza referențialului bibliografic în vederea detalierii problemei de cercetat pe baza rezultatelor prezente în literatura științifică. De interes pentru cercetarea de față sunt problemele legate de îmbunătățirea continuă a acestor sisteme de fabricație prin intermediul intervenției ergonomice. Modalitatea de atingere a acestui obiectiv este prezentată prin harta conceptuală a capitolului, din Fig. 2.1.



Fig. 2.1 Harta conceptuală a problematicei aferente capitolului 2

Obiectivul operațional aferent cercetărilor din acest capitol este: **OP2 Cercetări asupra referențialului bibliografic pentru caracterizarea efectelor/problemelor generate de abordarea-implementarea filosofiei lean la nivelul operatorilor umani.**

2.1. Considerente generale

2.1.1. Context și problematică

Unele aspecte privind implementarea principiilor lean au fost deja prezentate în capitolul 1.3 al tezei, astfel că în continuare vor fi panoramate unele considerente relevante pentru demersul de rezolvare al prezentei teme de cercetare. Evoluția în timp a efectelor conceptului Lean este sintetizată în schema din Fig. 2.3 (Yusuff și Abdullah, 2016; **Cirjaliu** și Draghici, 2016).

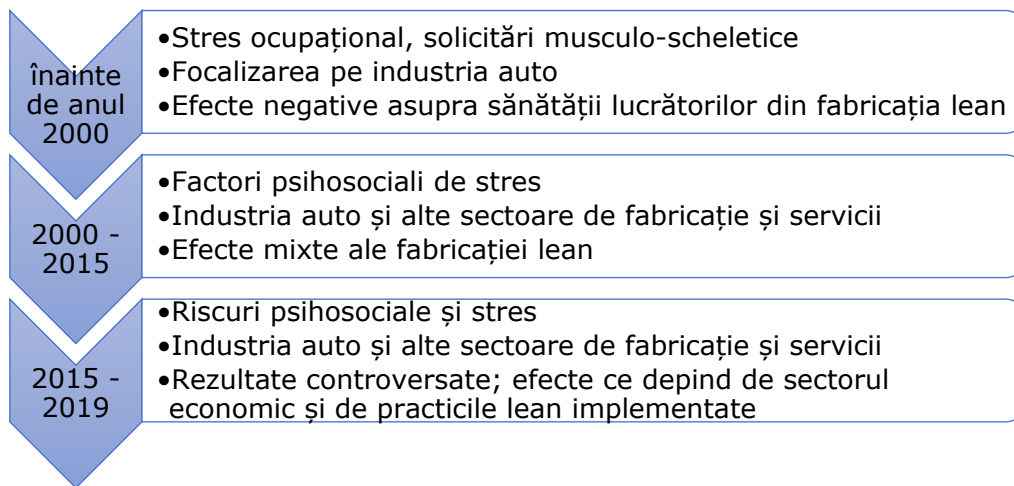


Fig. 2.2 Analiza istorică a efectelor înregistrate de implementările lean prezente în literatură, după (Koukoulaki, 2014)

După cum se poate observa din sinteza reprezentată în Fig. 2.2, înainte de anul 2000 efectele introducerii sistemului de organizare lean asupra operatorilor umani au fost de tipul stresului și a solicitărilor musculoscheletice, cu efecte asupra sănătății angajaților, fenomene înregistrate în principal, în cazul lucrătorilor din sectorul industriei auto. După anul 2000, efectele modului de organizare lean a condus la apariția și manifestarea unor riscuri de tip psihosocial asociate stresului la locul de muncă, acestea fiind extinse în cazul implementărilor lean în mai multe sectoare ale fabricației. Ca urmare, se observă faptul că în aplicarea principiilor de organizare a producției lean, efectele sale asupra operatorilor umani au fost neglijate, focalizarea fiind dominantă asupra creșterii productivității și a competitivității; cercetările efectelor negative ale fabricației lean asupra stării de bine ocupaționale a lucrătorilor sunt puțin prezente în literatură, dar unele soluții fezabile la problemele ce pot apărea au fost elaborate din perspectiva studiului muncii și al ergonomiei (Landsbergis ș.a., 1999; dos Santos ș.a., 2015; **Cirjaliu** și Draghici, 2016). Această dilemă a implementării fabricației lean este surprinsă în Fig. 2.3.

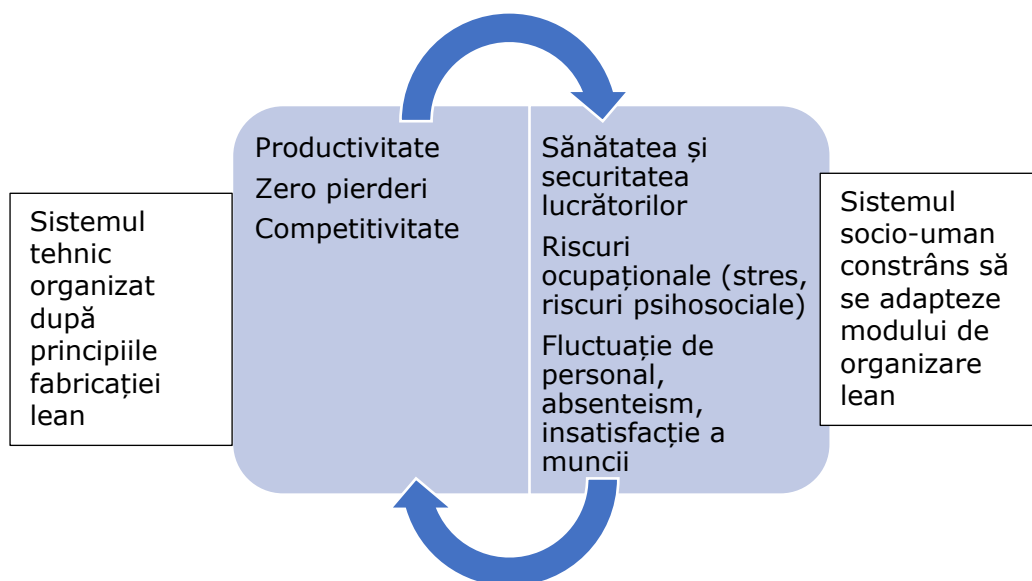


Fig. 2.3 Pendularea între avantajele și dezavantajele fabricației lean – dilema găsirii unui echilibru în sistemul tehnico-social al întreprinderii

Pentru a caracteriza utilitatea modului de intervenție al ergonomiei în sistemele de fabricație lean, trebuie înțeleasă mai întâi filosofia ce stă la baza acestui mod de organizare (prezentată sintetic în cadrul capitolului 1.3) și de derulare a proceselor de fabricație (privite ca sisteme om-mașină-mediul). Ca urmare, modul de organizare al fabricației lean permite managerilor să dezvolte și să îmbunătățească nivelul productivității și, în consecință competitivitatea companiei. Cu toate acestea, companiile (ca sisteme socio-tehnice complexe) nu sunt adesea înclinate spre o adaptare ușoară la noile condiții de organizare, fapt dovedit nu doar în cazul perioadei de implementare a conceptului, dar și mai târziu, managerii de la toate nivelurile ierarhice neglijând „supunerea” comportamentului lor și al subordonaților la principiile filosofiei adoptate. În plus, merită subliniat faptul că, cheltuielile financiare semnificative pentru proiectele de implementare a modului de organizare lean nu sunt o condiție suficientă pentru succes.

În zilele noastre, implementarea fabricației lean este elaborată metodic, pe baza ipotezelor de eliminare a tuturor categoriilor de pierderi (supra-producție, mișcare, așteptare, transport, inventar, defecte, supra-procesare, talent neutilizat și condiții de muncă nesigure sau ergonomice) și poate fi garantată prin aplicarea câtorva tehnici de organizare (Wyrwicka, 2009; Wyrwicka și Mrugalska, 2017). Printre acestea se pot enumera:

- Organizarea locurilor de muncă – sortarea 5S, setare în ordine, strălucire, standardizare și susținere;
- Managementul vizual, ce permite monitorizarea și controlul în timp real a proceselor de producție prin vizualizarea muncii fiecărui lucrător și a rezultatelor acestuia;
- Standardizarea;
- Menținerea total productivă, bazată pe implicarea tuturor angajaților în identificarea, monitorizarea și eliminarea pierderilor rezultate din defecțiuni, configurarea și ajustarea echipamentelor, întreruperi minore, condiții nefaste ale procesului sau calitate nesatisfăcătoare;
- Schimbarea rapidă a sculelor, care presupune utilizarea tuturor metodelor care vizează reconfigurarea rapidă a mașinilor, liniilor de fabricație pentru realizarea unui nou produs;
- Implementarea managementului calității totale;
- Îmbunătățirea continuă.

Toate aceste reprezintă „ansamblul de mijloace aferente conceptului lean” (Langstrand, 2012; Wyrwicka și Mrugalska, 2015).

2.1.2. Metodologia cercetării bibliografice

Pentru a sintetiza cercetările privind aportul pe care ergonomia îl poate avea în optimizarea sistemelor de fabricație lean, s-a realizat o rafinare a căutării articolelor apărute în baza de date **SCOPUS** cu referire la sectorul industriei auto. Rezultatele au demonstrat următoarele:

1. La căutarea cu setul de cuvinte „ergonomics + lean manufacturing + auto” au fost identificate 24 de articole publicate în perioada 1996–2019, rafinarea fiind făcută prin considerarea simultană a apariției cuvintelor în titlul articolelor, rezumat și/sau cuvinte cheie;
2. La căutarea cu setul de cuvinte „human factors + lean manufacturing + auto” au fost identificate 16 de articole publicate în perioada 1996–2019, rafinarea fiind făcută în aceeași manieră ca în primul caz.

Prin combinarea celor două liste a rezultat că doar 6 articole se referă la problematica relativă la tema de cercetare, dar studiul amănunțit a arătat că acestea au ca obiect rezolvarea unor probleme tehnice și de productivitate,

nefăcând referire la sistemul socio-uman al fabricației organizate după principiile lean. De asemenea, din cele trei cazuri de rafinare a articolelor din baza de date SCOPUS, s-a observat că există o intensificare a publicațiilor relativ la anii 2015–2017, că cercetătorii cei mai interesați de subiect sunt din Brazilia, SUA și India, articolele fiind dispersate în diferite reviste (având ca subiect major ergonomia - *International Journal of Industrial Ergonomics* și *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing* sau probleme ale producției - *International Journal of Production Research*) sau volume ale unor conferințe. Ca urmare, cercetarea bibliografică a pus în evidență puține preocupări și publicații cu privire la ergonomia sistemelor de fabricație lean, neexistând o comunitate bine definită de cercetători în acest domeniu.

În cazul investigațiilor realizate în baza de date SCOPUS s-a preferat extinderea căutărilor cu setul de cuvinte „ergonomics + lean manufacturing”, pentru perioada 2014–2019, identificându-se astfel 51 resurse bibliografice.

Pentru o mai bună identificare a resurselor relevante pentru cercetare s-a recurs la căutarea în baza de date **SpringerLink**. Pentru setul de cuvinte „ergonomics + lean manufacturing” căutarea a evidențiat un număr de 1142 publicații, din care 841 capitole de carte, 301 articole în reviste și 284 articole în volume ale unor conferințe. Pentru perioada 2014–2019 au fost considerate în studiu un număr de 540 publicații, care au fost rafinate pentru domeniul „business and management” ajungându-se la analiza a 75 de publicații. Ca observație generală, facilitățile de explorare a bazei de date SpringerLink sunt mai slabe, astfel că identificarea unor articole relevante a fost deosebit de dificilă și a necesitat multe ore de căutare.

Pe lângă cele menționate anterior, în demersul de cercetare bibliografică a fost utilizat motorul de căutare **Google Scholar/Academic**, ceea ce a permis extinderea bazei de articole relevante identificate și accesul liber la acestea prin intermediul unor biblioteci sau depozite digitale universitare, a unor comunități de cercetători sau pagini personale ale acestora.

Rezultatul căutărilor și rafinărilor în aceste baze de date, precum și selecția ulterioară a unor articole relevante este prezentată în analizele și sintezele realizate în cadrul acestui capitol, titlul articolelor găsindu-se în lista bibliografică aferentă tezei de doctorat.

2.1.3. Inventarul unor probleme/obstacole în implementare

În prezent, numeroși practicieni și teoreticieni recunosc că problemele legate de punerea în aplicare a modului de organizare lean a fabricației, pornește de la **lipsa de înțelegere a unei necesități de a crea și a optimiza un sistem într-o manieră holistică** (Womack ș.a., 1990; Womack și Jones, 2003; Bortolotti ș.a., 2015; Chay ș.a., 2015). Soluțiile adoptate în cazul unor sisteme de fabricație din alte țări, în special în cazul ignorării abordării sistemice de către specialiștii responsabili cu punerea sa în aplicare, conduc la definirea unui demers mai dificil și mai complicat decât cel așteptat. Exemplul unor astfel de experiențe dezbatute în literatura de specialitate, sunt cele din Rusia (Kogotkova ș.a., 2016), Grecia (Salonitis și Tsinopoulos, 2016), Polonia (Ulewicz și Kucęba, 2016), Anglia (Zokaei și Simons, 2006), Brazilia (Cezar Lucato ș.a., 2014), China (Li ș.a., 2017), India (Eswaramoorthi ș.a., 2011).

Unii cercetători au identificat și caracterizat aceste probleme de implementare ca provenind de la **diferențele culturale** care rezultă din tranziția, adaptarea și/sau traducerea programului de implementare a demersului de organizare și conducere al fabricației lean în alte țări, culturi sau contexte. În literatura de specialitate sunt prezente opinii potrivit cărora problemele legate de

neînțelegerea deplină a filosofiei lean pot conduce la **fragmentarea adoptării/implementării mijloacelor și tehnicilor sale specifice** (Herron și Braiden, 2007), **aplicarea incorectă a acestora** (James, 2006), precum și la **lipsa dezvoltării culturii lean** care sprijină însăși dezvoltarea continuă a demersului de organizare adoptat (Likert ș.a., 2008; Liker și Hoseus, 2009; Wincel și Kull, 2016). Astfel, numeroși cercetători și practicieni susțin că dacă o companie încearcă să pună în aplicare strategia de organizare lean fără a înțelege pe deplin conceptul și filosofia sa, aceasta nu va putea realiza schimbările necesare într-o implementare cu succes. De observat că succesul implementării sistemului de producție Toyota s-a datorat faptului că implementarea a fost realizată încă de la înființarea întreprinderii și a fost pusă în practică în mod consecvent, astfel că la sfârșitul anilor 1980, producția de la Toyota pe lucrător, productivitatea muncii, era de două până la trei ori mai mare decât cea din fabricile de automobile din SUA sau Europa (Panizzolo, 1998; Wincel și Kull, 2016).

După cum se menționează frecvent în cercetările asupra problemelor implementării lean, „fundația” acesteia este considerată **dezvoltarea și susținerea unei culturi a îmbunătățirii continue**, care se bazează pe atragerea, dezvoltarea și implicarea angajaților, rezolvarea problemelor la toate nivelele organizației, responsabilizarea managementului și a lucrătorilor, creșterea și stimularea loialității angajaților față de companie, familie și societate, existența unui departament de resurse umane ce acționează ca „arbitru echitabil” în companie și utilizarea unui proces de planificare bidirecțional (*top-bottom* și *bottom-top*) pentru favoriza implicarea-angajarea tuturor salariaților, inclusiv a managerilor în atingerea obiectivelor propuse (Likert ș.a., 2008; Liker și Hoseus, 2009; Wincel și Kull, 2016).

Cu toate acestea, punerea în aplicare a modului de organizare lean întâmpină încă dificultăți de **adaptare a lucrătorilor la cerințele impuse**, de cele mai multe ori aceștia manifestând un comportament inadecvat, sentimente de insecuritate personală, percepție nefastă față de alți colaboratori și, astfel, aceștia opun rezistență (acționând ca inhibitori) în implementarea schimbărilor de la nivel organizațional. Dificultățile de implementare de tipul celor menționate sunt mult mai complexe la nivelul întreprinderilor mici și mijlocii (Ping-yu, 2009; Dombrowski ș.a., 2010; Belhadi și Touriki, 2016).

Cercetările prezente în literatura de specialitate susțin că **metoda de lucru în echipă, implicarea și participarea activă a lucrătorilor, metodele de producție „pull”**, percepute ca baza conceptului lean, se află uneori în contradicție cu sistemul de afaceri al unei organizații, cu gândirea și metodele manageriale, ceea ce conduce la manifestarea unor bariere de implementare a conceptului. Pentru a depăși astfel de probleme se recomandă desemnarea unui **lider al echipei de implementare**, care are o bună reputație, putere de decizie, informații, expertiză și relații interpersonale foarte bune cu ceilalți membri, pentru a asigura și pilota o schimbare facilă și benefică (Belhadi și Touriki, 2016; Wyrwicka și Mrugalska, 2017). Rolul liderului trebuie să fie acela de a sprijini și facilita schimbările impuse, necesare mai ales în relația de susținere a lucrătorilor, pentru a se reuși dezvoltarea culturii lean, acțiunile întreprinse fiind de promovare, anunțarea progreselor, comunicare continuă și eficace pentru motivarea acțiunilor de implementare, dar și de continuare a îmbunătățirii continue (Likert, 2004; Likert și Meier, 2006; Likert și Convis, 2012). Astfel, crearea unei culturi lean centrată pe îmbunătățirea continuă autentică este posibilă doar prin câștigarea respectului oamenilor organizației. Cu toate acestea, se pare că în practică principiul „respectului pentru oameni” este uneori înțeles greșit sau neglijat, ceea ce are

efecte negative la nivel organizațional (Likert și Convis, 2012; Mrugalska și Ahram, 2016; Wincel și Kull, 2016; Wyrwicka și Mrugalska, 2017).

În plus, unele cercetări (Crute ș.a., 2003; Marodin ș.a., 2016; Wyrwicka și Mrugalska, 2017) au evidențiat că managerii ar trebui să aibă atât un rol strategic, cât și unul tactic, acesta din urmă fiind impus de nevoia comunicării și diseminării unei viziuni clare asupra modului în care este considerată adecvată implementarea conceptului lean în cadrul organizației, demersul fiind legat de strategia lor de afaceri, pentru a permite o implementare cu succes. Pentru a crea un sistem, nu numai bazat pe soluții, ci oferind condiții pentru facilitarea excelenței, angajații (lucrătorii, operatorii umani) ar trebui (Wyrwicka și Mrugalska, 2017; Huzu ș.a., 2018):

- să aibă cunoștințe despre conceptul lean, capacitatea de a recunoaște pierderile și de a lua măsuri pentru îmbunătățirea sistemului de muncă;
- să participe la cursuri de perfecționare continuă și să folosească tehnici de gândire creativă, 5S, analiza cauză-efect (Ishikawa) etc.;
- să aibă dorința de auto-îmbunătățire, să fie motivați și remunerați decent;
- să aibă un set de sarcini, drepturi și responsabilități bine definite;
- să aibă timp pentru a se dedica acțiunilor de îmbunătățire.

Este esențială realizarea unui **diagnostic al culturii organizației**, pentru a se identifica abilitățile și disponibilitatea lucrătorilor pentru a-și schimba comportamentul și de a manifesta acțiuni ca cele mai sus menționate, ceea ce poate contribui substanțial la introducerea schimbărilor în sistemele de muncă (Bortolotti ș.a., 2015), dar și posibilitatea identificării unor aspecte sensibile ale comportamentului rezistiv la schimbare. Mai mult, metode ca 5S, Kaizen, Kanban sau managementul vizual pot sprijini crearea unei culturi lean, de îmbunătățire continuă. De asemenea, unele cercetări au evidențiat faptul că o cultură care încurajează învățarea autonomă și de experimentare ar putea să accelereze procesul de punere în aplicare a conceptului lean (Marodin ș.a., 2016).

În scopul facilitării comunicării și colaborării transdepartamentale (orizontale) este necesară introducerea **repartizării responsabilităților între diferite domenii/funcții și unități organizaționale**. De exemplu, (Wyrwicka și Mrugalska, 2017; Huzu ș.a., 2018) au evidențiat faptul că eliminarea timpului de așteptare între activități în cadrul proceselor este deosebit de importantă pentru client, datorită reducerii substanțiale a timpului de livrare a produsului. Prin urmare, este esențial să fie identificate oportunități de a economisi timp, resurse, bani și de a elimina astfel eventualele pierderi în producție (Wyrwicka și Mrugalska, 2017).

Analiza cercetărilor teoretice și empirice asupra implementării conceptului lean a permis identificarea a trei tipuri de inhibitori, după cum este prezentat în Fig. 2.4. Taxonomia factorilor inhibitori, barierele de implementare, este una generală și se referă la cercetări realizate în diferite țări, sectoare economice și companii de diferite dimensiuni. Cu toate acestea, practica întreprinderilor a demonstrat că aplicarea conceptului lean este larg răspândită în cazul proceselor de fabricație, dar cel mai adesea aceasta nu este tratată ca o practică a unui management eficient. Prin urmare, se pot identifica unele exemple ale interpretării și aplicării sale greșite, și care conduc la pierderi majore de resurse, de toate categoriile.

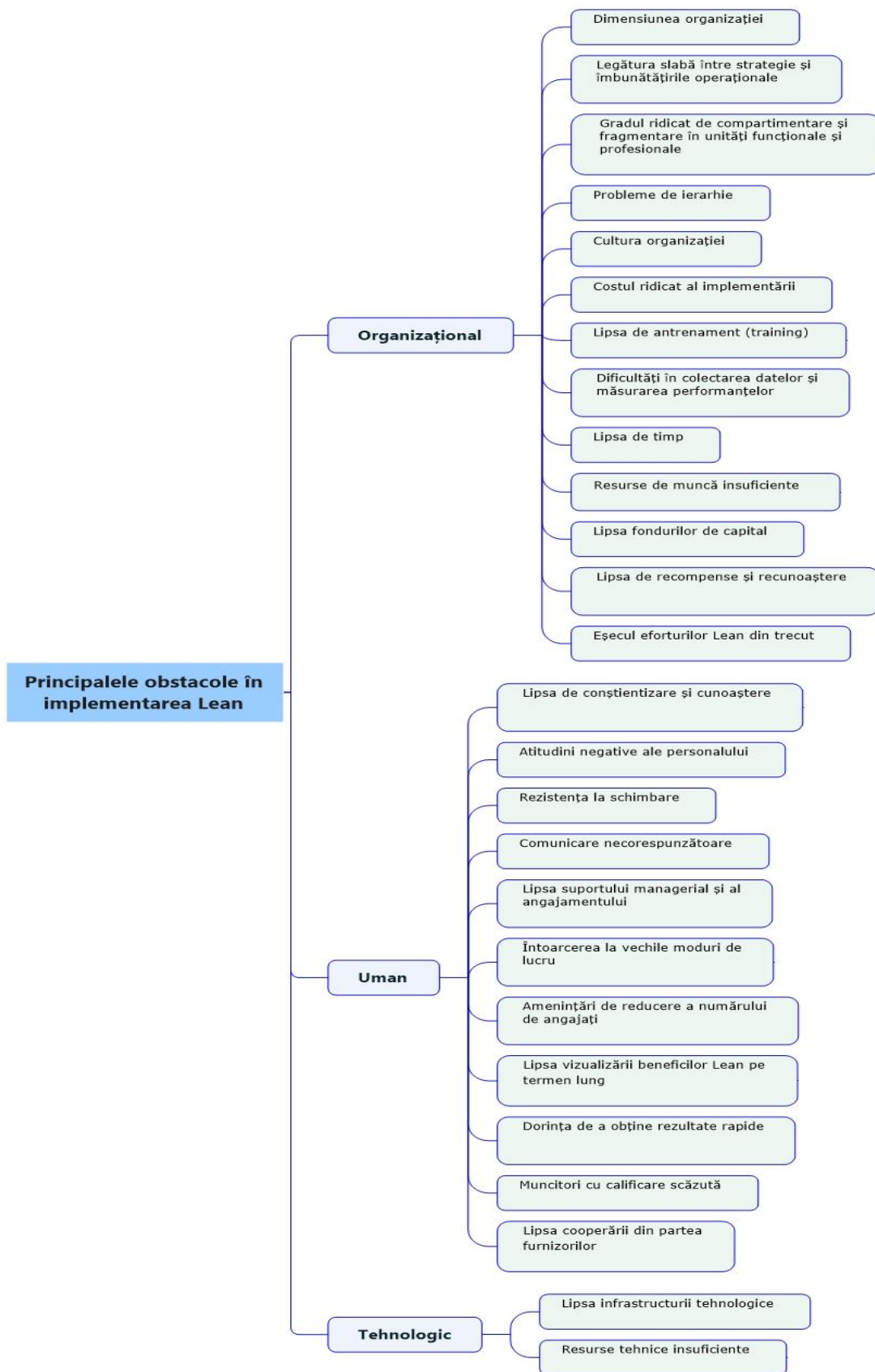


Fig. 2.4 Taxonomia principalelor obstacole în implementarea lean

2.2. Aspecte ale managementul resursei umane în fabricația lean

În cadrul prezentului capitol se prezintă rezultatele unei cercetări bibliografice cu privire la implicarea resursei umane în implementarea conceptului, filosofiei, sistemului de fabricație lean, adesea asociate cu apariția unor disfuncții la nivelul socio-uman al întreprinderii. Atunci când organizațiile au început să adopte sistemul de fabricație lean (după anul 1990 în SUA și Europa), ele au adoptat implicit și o filosofie a managementului bazat pe îmbunătățire continuă, care presupune implicarea managerilor de la toate nivelele ierarhice și a tuturor angajaților acestora și oferă șansa de a îmbunătăți procesele și rezultatele (Womack și Jones, 1996). Altfel, se întrevide rolul determinat ce revine managementului resurselor umane în contextul lean.

2.2.1. Implicațiile managementului resurselor umane în implementarea fabricației lean

Adoptarea sistemul de fabricație lean este considerată de cele mai multe ori o misiune complexă, care întâmpină numeroase obstacole, bariere, după cum a fost arătat anterior. Un rol important în facilitarea implementării îl are nu doar managementul organizației, ci mai ales managementul resurselor umane (a lucrătorilor, operatorilor umani). Sistemul lean necesită schimbări în practicile și politicile legate de managementul resurselor umane, și care pot afecta în mod evident succesul implementării datorate, în principal, schimbării organizaționale strategice, radicale ce trebuie să aibă drept consecință și o schimbare la nivelul comportamentului angajaților (Bonavia și Marin-Garcia, 2011; Bortotti ș.a., 2015).

În cercetarea realizată de (Bonavia și Marin-Garcia, 2011) s-a confirmat faptul că implementarea unui nivel mai înalt a filosofiei fabricației lean este asociată cu un nivel mai ridicat de pregătire profesională și de securitate a resursei umane, iar sistemul de remunerare și recompensele oferite par a nu avea o influență relevantă asupra nivelului productivității și al performanței. Autorii recunosc nevoia de cercetări suplimentare asupra acestor probleme, precum și asupra eficienței practicării unui sistem de promovare din surse interne în cadrul organizațiilor ce au organizată fabricația în sistemul lean. Aceștia concluzionează, ca urmare a cercetării cantitative realizate la o întreprindere de fabricare a produselor ceramice din Spania, că în domeniul managementului resurselor umane doar instruirea (pregătirea profesională) și asigurarea securității forței de muncă sunt strâns legate și deosebit de importante pentru funcționarea sistemului de fabricație lean, acestea fiind cerințele minime, deciziile și instrucțiunile fiind adoptate și implementate de sus în jos, iar folosirea unor cunoștințe manageriale aferente unor experți externi se dovedește o practică de succes a întreprinderii, ceea ce ar justifica nivelul scăzut de promovare din sursele interne ale personalului. De asemenea, cercetătorii ajung la concluzia că, în fabricația lean, managementul resurselor umane, prin politicile și tacticile sale, trebuie să sprijine standardizarea proceselor de lucru, minimizarea abaterilor de la aceste standarde, eficiența procesului de producție, flexibilitatea lucrătorilor și relațiile strânse dintre lideri și lucrători. Ca urmare, (Bonavia și Marin-Garcia, 2011) susțin că pentru a realiza acest lucru este fundamental necesar ca forța de muncă să fie bine instruită și stabilă, fluctuația de personal să fie minimă, aspect valabil și în cazul în care performanțele ridicate ale lucrătorilor pot fi garantate de sisteme de control și de supraveghere stricte.

Totodată, (Bonavia și Marin-Garcia, 2011) au constatat o diferență notabilă în utilizarea sistemului de recompensare financiară pentru performanță în rândul întreprinderilor japoneze, față de cele occidentale. În primul caz, sistemul recompenselor financiare este utilizat pe scară largă, cu rezultate foarte bune, în timp ce în cazul firmelor occidentale este generalizată practica recompenselor financiare în funcție de calificarea și/sau vechimea lucrătorilor, situație obișnuită în industria prelucrătoare din Spania, reflectată și în constatările cercetării citate.

Studiul realizat de (Bonavia și Marín-Garcia, 2011) se focalizează asupra celor mai importante aspecte privind politica de resurse umane aplicată în contextul fabricației lean, și anume: pregătire profesională și de securitate a resursei umane, sistemul recompenselor financiare, dar și aspecte privind organizarea muncii cum sunt: rotația pe posturi, standardizarea proceselor de muncă și productivitatea muncii.

În contextul schimbărilor generate de implementarea sistemului de fabricație lean, companiile ar trebui să controleze factorii cheie care afectează succesul managementului resursei umane de la primul stadiu al procesului până la generalizarea practicilor fabricației lean în cadrul organizației (Martínez-Jurado ș.a., 2013; Martínez-Jurado ș.a., 2014).

Unul dintre cele mai citate modele referitoare la managementul resurselor umane în fabricația lean este cel descris în cercetările (Martinez-Jurado ș.a., 2013; Martinez-Jurado ș.a., 2014) și care identifică principalii factori și aspectele cheie pentru asigurarea succesului în diferite faze de adoptare, implementare și maturitate ale sistemului lean (Tabelul 2.1). Astfel, modelul propus, dezvoltat în urma unui studiu exploratoriu în cazul industriei aeronautice, identifică trei faze în adoptarea modului de organizare lean, iar pentru fiecare dintre acestea se propun metode și mijloace (acțiuni) eficiente de management al resurselor umane:

1. Pre-adoptarea sistemului lean;
2. Adoptarea sistemului lean în zone pilot;
3. Implementarea sistemului lean în întreaga întreprindere.

Tabelul 2.1 Model cu principalii factori și aspectele cheie pentru succesul adoptării sistemului fabricației lean, după (Martinez-Jurado ș.a., 2013; Martinez-Jurado ș.a., 2014)

Principalii factori de succes	Aspectele cheie privind managementul resurselor umane
Faza 1 - Pre-adoptarea sistemului lean	Atragerea și utilizarea expertizei unor manageri externi în implementarea fabricației lean (mai ales a celor din industria auto) din cauza lipsei culturii orientată spre îmbunătățire (prezente în organizații din industria aeronautică) și a resursei umane calificate, ce își poate asuma responsabilitatea adoptării noului mod de organizare.
• <i>Atragerea și folosirea unor agenți ai schimbării (consultanți externi)</i>	Utilizarea de servicii de consultanță, audit, servicii de educare și formare a personalului pentru atingerea obiectivelor lean, prin introducerea unor agenți externi ai schimbării, va conduce la crearea unei mentalități diferite în organizație, structurarea și lansarea strategiei implementării sistemului lean, rapiditatea progresului, încurajarea schimbării culturale.
• <i>Absența unei culturi anterioare orientate spre îmbunătățire</i>	- Absența tehnicilor de îmbunătățire continuă în managementul producției – anterior implementării sistemului lean; - Nivel scăzut de competitivitate al lanțului de aprovizionare din trecut – anterior implementării sistemului lean; - Lipsa resursei umane calificate (chiar la nivelul managementului organizației).

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Managementul inhibării inerției</i> 	<p>Nevoia de a manageria o serie de aspecte care ar putea acționa ca inhibitorii anterior adoptării sistemului lean, cum ar fi volumul producției corelat cu sistemele de recompensare a resursei umane.</p>
<p>Faza 2 - Adoptarea sistemului lean în zone pilot ale organizației</p>	<p>Motive: asigurarea adoptării cu succes în cadrul zonei a sistemului lean prin acțiuni ce vizează motivarea lucrătorilor din zona afectată și din restul organizației după implementarea cu succes, pentru a învăța din experiența inițiativei, pentru a o standardiza, a o îmbunătăți, pentru a o servi drept exemplu și pentru a genera adeziunea altor arii, zone ale organizației.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Formare (training)</i> - Centrat pe explicarea filosofiei lean pentru a schimba mentalitatea unei mase critice de lucrători 	<ul style="list-style-type: none"> - Programele de formare sunt dedicate inițial lucrătorilor din zona pilot, după care se extind și în celelalte arii, zone ale organizației unde va avea loc extinderea implementării; - Formarea se va focaliza pe schimbarea mentalității unei mase critice de lucrători din organizație, pentru a facilita schimbarea.
<ul style="list-style-type: none"> - Formare (training) practic, focalizat pe utilizarea unor mijloace simple și ușor de aplicat 	<p>Mai multă formare practică, aplicarea metodologiei lean la locul de muncă, axată pe utilizarea unor mijloace simple și ușor de aplicat, în beneficiul direct al lucrătorilor</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Comunicare</i> - Schimbarea rolului managerilor de top și a celor de mijloc (creșterea transparenței și contactului) 	<p>Schimbarea modului în care acționează managementul: creșterea transparenței și contactului direct cu secția/atelierul de producție, reducerea intermediarilor în fluxul informațional, creșterea implicării directe în activitățile secției/atelierului și oferirea suportului managerial continuu pentru inițiativa implementării sistemului lean.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Persuasiune de sus în jos 	<p>Prezentarea obiectivelor lean de către management; schimbarea mentalității de sus în jos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Conținut focalizat pe nevoia de schimbare și beneficiile sistemului lean 	<p>Reuniuni bazate pe necesitatea de a adopta sistemul lean și beneficiile sale, nu numai pentru organizație, dar cu accent deosebit asupra beneficiilor pentru lucrători.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Diseminarea îmbunătățirilor să fie realizată la nivel organizațional (vizibilitate) 	<p>Îmbunătățirile aduse în zona pilot trebuie să fie comunicate și în celelalte arii și zone ale organizației, realizând un efect de adeziune pentru implementarea sistemului lean și a lucrătorilor din alte arii și zone</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Recompense 	<p>Importanța actelor de recunoaștere a îmbunătățirilor realizate de către echipa pilot</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Concepția locului de muncă</i> - Schimbări fizice ca urmare a aplicării mijloacelor lean accesibile, ușor de înțeles care sunt utile și oferă rezultate pozitive directe, imediate lucrătorului 	<p>Pentru început se recurge la aplicarea unor mijloace lean accesibile, ușor de înțeles care sunt utile și oferă rezultate pozitive directe, imediate lucrătorului, cum ar fi 5S, harta fluxului de valoare sau management vizual, cu scopul îmbunătățirii mediului de muncă și ergonomia acestuia, și a căror rezultate sunt în beneficiul direct al lucrătorului; <i>Obiectiv:</i> oamenii vor vedea rezultate directe, pozitive și imediate asupra muncii lor (simplificarea proceselor de muncă zilnice și o ergonomie mai bună) și asupra mediului de muncă; aceste beneficii trebuie diseminate către alte arii, zone ale organizației.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Standardizarea proceselor de muncă 	<p>Importanța standardizării locului de muncă ca pilon principal al sistemului lean, prin adoptarea unui demers de standardizare pas cu pas a procedurilor de lucru și având ca</p>

	obiectiv reducerea variabilității proceselor. Adoptarea metodei structurate și familiarizarea cu sentimentul de proprietate. Standardizarea realizată de lucrători - metodă structurată și obținerea unui sentiment sporit de proprietate a procesului, locului de muncă.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Organizarea muncii</i> - Desemnarea unei persoane care să fie responsabilă de implementarea inițiativei lean 	Persoana responsabilă de lean este un lucrător pe deplin angajat în inițiativa de a structura și desfășura implementarea și de a monitoriza rezultatele la nivel de zonă, secție/atelier; aceasta oferă ajutor direct și sprijin pentru restul organizației în generalizarea implementării sistemului lean.
<ul style="list-style-type: none"> - Crearea unor echipe de muncă ce beneficiază de suport extern 	Crearea de echipe de lucru asistate de departamente suport (producție, concepție-proiectare, calitate) pentru atingerea în comun a obiectivelor; obișnuirea muncitorilor de a lucra în echipe lean
Faza 3 - Implementarea sistemului lean în întreaga întreprindere	
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Formare (training)</i> - Formare specifică aferentă nivelelor ierarhice, pentru implementarea sistemului lean 	Formarea aferentă sistemului lean adecvată managerilor de pe diferitele nivele ierarhice; importantă este formarea pentru managerii de la nivel inferior (managerul atelierului, echipei și supervisorului) concentrată pe rolul fiecărui membru al organizării lean.
<ul style="list-style-type: none"> - Pregătire multifuncțională (versatilitate) 	Training pentru îmbunătățirea abilităților și competențelor pentru atingerea unui nivel mai ridicat de versatilitate a lucrătorilor; pregătire la locul de muncă.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Comunicare</i> - Dispozitive puse în aplicare pentru monitorizarea rezultatelor implementării sistemului lean 	Stabilirea unui sistem de monitorizare corespunzătoare a rezultatelor lean (indicatori cheie de performanță, KPIs); sisteme de întâlniri periodice, sisteme de afișare pentru management vizual. <i>Obiectiv:</i> pentru a obține informații veridice și simplu formulate, creșterea nivelului de coordonare internă și de integrare, îmbunătățirea sistemelor pentru managementul vizual în organizație, structurarea comunicării.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Recompensare</i> - Recompensarea non-monetară - Interesul pentru implementarea de recompense financiare 	Importanța acțiunilor de a recunoaște îmbunătățirile obținute de organizație la nivel colectiv și individual; eforturile au ca obiectiv obținerea unui model structural astfel încât acesta să aibă o semnificație și o importanță mai mare pentru recompensarea non-monetară. Viziunea care aprobă stimulente economice legate de realizarea obiectivelor lean poate îmbunătăți angajamentul muncitorului și poate contribui la facilitarea implementării sistemului lean.
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Organizarea muncii</i> - Rotația pe posturi/locuri de muncă (versatilitate) 	Încurajarea rotației pe posturi/locuri de muncă datorită standardizării proceselor de muncă (chiar și în cazul celor mai complexe) la nivelul întregii organizații; obținerea unei versatilități mai mari a lucrătorilor.

Cercetarea bibliografică a identificat faptul sistemul de organizare lean creează și oferă valoare clienților unei organizații (Womack și Jones, 2003). În mod similar, teoriile normative ale managementului resurselor umane prevăd că

sistemele aferente acestuia pot fi de asemenea o sursă de creare a valorii și de livrare a sa către angajații unei organizații (Ulrich și Dulebohn, 2015). În consecință, fabricația lean și managementul resurselor umane au aceleași așteptări: să creeze și să ofere valoare. Deci, filosofia lean oferă managementului resurselor umane posibilitatea de a-și reconsidera structura și modul de acțiune, pentru a-și dovedi eficiența și eficacitatea în context lean (Sparrow ș.a., Hird și Cooper, 2014).

Totodată, literatura de specialitate abundă în studii de tip cantitativ referitoare la implementările sistemului lean în industria prelucrătoare, rezultatele acestora dovedind că, în ciuda rolului pozitiv al managementului resurselor umane, rolul său este indirect și mediat de implementarea și nivelul de excelență aferent metodelor și mijloacelor de realizare a Just-In-Time (JIT) și a Managementului Calității Totale (TQM) (Pont ș.a., 2008; Zirar ș.a., 2015). Totuși, acest tip de cercetare poate identifica numai asociațiile de tip statistic dintre managementul resurselor umane și caracteristicile sistemului de fabricație lean, și nu poate identifica natura relației dintre ele.

Sistemele de management a resurselor umane au o influență cauzală asupra celor de tip lean, practicile în domeniul resurselor umane, cum ar fi recrutarea și selecția, sistemele de instruire-formare și de management al performanței contribuind la înzestrarea lucrătorilor cu abilități și comportament adecvat pentru a realiza procesele de muncă în cadrul contextului lean („o teorie a teoriei” după cum este apreciat în literatură), o modalitate care este în mare măsură independentă de modalitățile tradiționale de realizare a managementului resurselor umane, o propunere care dovedește că în prezent practicile în materie de resurse umane se dezvoltă adesea într-o manieră fragmentată, fără a fi integrate nici unui context strategic și nici cu alte practici în domeniu (Armstrong și Taylor, 2014). Ca urmare, este esențial să se înțeleagă necesitatea de revizuire a structurii interne și a modului de aplicare a metodelor și mijloacelor de management al resurselor umane, ca parte integrantă pentru sprijinirea demersului de adoptare a fabricației lean.

Modul de definire a sistemului de organizare aferent fabricației lean nu conține explicații sau referiri concise pentru caracteristicile și problemele legate de resursele umane (Demeter și Matyusz, 2011; Sparrow ș.a., 2014; Taylor ș.a., 2014). Una dintre cercetările existente în literatură, și care încearcă să surprindă concis aspectele de managementul resurselor umane și lean, este cea realizată de (Radnor, 2012) și completată ulterior de (Radnor și Osborne, 2013). Aceasta susține că lean este o filosofie care promovează schimbarea culturii organizaționale, prin utilizarea de metode și mijloace și urmează bune practici precum reducerea pierderilor, optimizarea și asigurarea continuității proceselor și focalizarea pe satisfacerea nevoilor clienților, dar autorul recunoaște în cercetarea sa că toate acestea nu se întâmplă în absența angajaților, a resurselor umane din organizații.

Pe de altă parte, managementul resurselor umane cuprinde linii directoare, politici, programe, o filosofie, sisteme și practici pe care organizația le implementează pentru a-și gestiona și îmbunătăți resursele umane și pentru a aduce flexibilitate (Armstrong și Tylor, 2014; Boxall și Purcell, 2011; Shah și Ward, 2003). Ca funcție a organizației, managementul resurselor umane a existat încă din momentul în care au fost stabilite relațiile dintre angajați și angajatori, iar ea nu va dispărea în viitor, atâta timp cât angajații lucrează în organizații (Cohen, 2015). Ca urmare, cel puțin din punct de vedere statistic, managementul resurselor umane este o condiție prealabilă pentru adoptarea fabricației lean, fiind considerat unul dintre cei patru piloni pe care acest sistem se sprijină, și o sursă

de sinergie cu ceilalți: Just-In-Time, Managementul Calității Totale și Mentenanța Total Productivă (Furlan ș.a., 2011; Shah și Ward, 2003) (Fig. 2.5). Cu toate acestea, după cum remarcă (Beauvallet și Houy, 2010), din moment ce managementul resurselor umane este un pilon decisiv în adoptarea sistemului de fabricație lean, modelul relevant al activităților de management al oamenilor într-o organizație necesită o explorare și definire ulterioară.

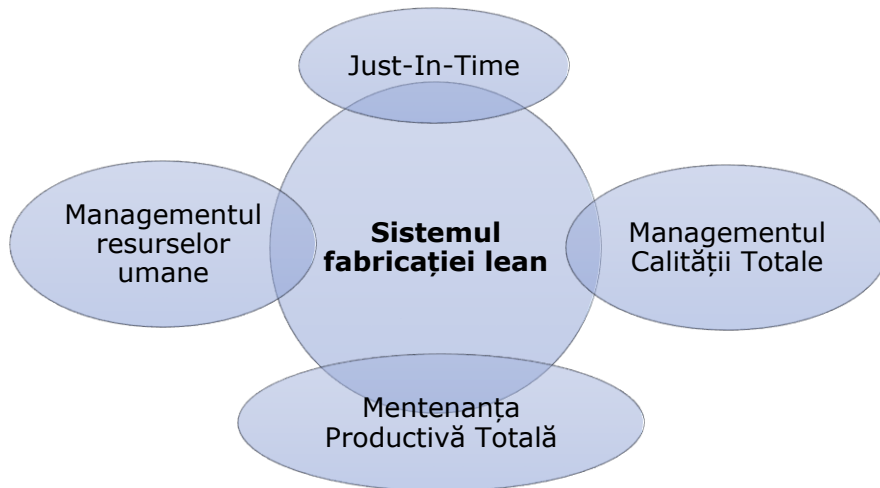


Fig. 2.5 Pilonii implementării de succes a sistemului de fabricație lean, după (Furlan ș.a., 2011; Shah și Ward, 2003)

Încercările cercetătorilor de a stabili relevanța managementului resurselor umane pentru implementarea și dezvoltarea sistemului de fabricație lean sunt evidențiate de numeroase articole științifice (Liker, 2004; Sparrow ș.a., 2014; Shah și Ward, 2003; Shah și Ward, 2007). De exemplu, Liker în cercetarea sa din anul 2004 alocă trei principii pentru managementul resurselor umane în context lean:

- Principiul 9: „Creșteți liderii care înțeleg bine demersul de implementare lean, trăiți filosofia și învățați-i pe alții”;
- Principiul 10: „Dezvoltați oameni excepționali și echipe care respectă filosofia lean a companiei voastre”;
- Principiul 11: „Respectați-vă rețeaua extinsă de parteneri și furnizori prin provocarea acestora și ajutându-i să se îmbunătățească continuu”.

Cele trei principii stabilesc orientările generale cu privire la importanța dezvoltării resurselor umane și a gestionării comportamentului acestora. Mai mult, după cum remarcă (Sparrow ș.a., 2014), implementarea conceptului și a filosofiei lean în domeniul serviciilor a contribuit la sporirea relevanței managementului resurselor umane în acest nou context aplicativ. Autorii constată că acesta este o oportunitate pentru managementul resurselor umane de a-și revizui structura și modul de acțiune în mediul intern pentru a se dovedi mai util, mai eficient și eficace. Astfel, relevanța managementului resurselor umane în context lean este determinată în principal de trei motive, ce vizează: integrarea strategiei de afaceri cu managementul calității totale; o forță de muncă angajată, implicată și flexibilitate crescută în ceea ce privește organizarea și concepția locului de muncă; crearea unei atitudini pozitive ale angajaților (Zirar ș.a., 2015).

2.2.2. Bunăstarea/starea de bine a lucrătorilor la locul de muncă în condițiile sistemului de fabricație lean

Modul în care a fost operaționalizat conceptul de fabricație lean a avut o influență substanțială asupra apariției unor cercetări pentru caracterizarea efectelor sale pozitive și negative asupra bunăstării ocupaționale a angajaților. Din această perspectivă, în literatura de specialitate se pot identifica studii ce prezintă și demonstrează doar rezultate negative (de exemplu, Parker, 2003; Sprigg și Jackson, 2006), în timp ce altele relevă rezultate contingente în care îmbunătățirea bunăstării la locul de muncă depinde de practici specifice de management (de exemplu, Anderson-Connolly ș.a., 2002; Conti ș.a., 2006; Jackson și Mullarkey, 2000). Studiile care raportează doar rezultatele negative, precum cele menționate anterior, s-au concentrat în mod specific asupra impactului la nivel individual al implementării unor metode și mijloace lean, cum ar fi reorganizarea și reamplasarea liniilor de asamblare și monitorizarea performanței în funcție de caracteristicile postului și bunăstării angajaților.

După cum este menționat în cercetările (Parker, 2003; Sprigg și Jackson, 2006), aceste practici au avut un impact negativ asupra bunăstării angajaților, deoarece au dus la o deteriorare a caracteristicilor muncii aferente unor anumite posturi, cum ar fi autonomia și utilizarea competențelor. Cu toate acestea, o serie de practici examinate în aceste studii sunt utilizate în mod obișnuit în contexte non-lean, cum ar fi cazul producției de masă. În schimb, studiile care demonstrează efectele contingente ale fabricației lean asupra bunăstării angajaților au subliniat că rezultatele pozitive depind de decizii specifice privind implementarea și managementul operațional (Anderson-Connolly ș.a., 2002; Conti ș.a., 2006; Jackson și Mullarkey, 2000). Spre deosebire de studiile care au evaluat practicile lean la nivel individual, aceste studii au luat în considerare aspecte ale managementului resurselor umane utile în practica adoptării-implementării lean.

De asemenea, (Bonavia și Marin-Garcia, 2011) menționează că implementarea sistemului lean oferă un avantaj asociat securității locului de muncă, prin facilitarea colaborării dintre angajați, ceea ce conduce la creșterea productivității, locuri de muncă stabile și rezultate mai bune pentru companie. De asemenea, recunoaște că securitatea locului de muncă are un impact pozitiv asupra procesului de comunicare, asupra dezvoltării personalului (calificare sau recalificare), precum și asupra modului de operare a echipelor.

Prin urmare, cercetările prezente în literatura de specialitate atrag atenția spre importanța înțelegerii efectelor pe care sistemul lean le are asupra mediului de muncă, ca o consecință nu numai a însăși aplicării practicilor lean, ci și a strategiei de implementare și a contextului industrial. În cele din urmă, efectele asupra sănătății și bunăstării angajaților pot fi considerate ca fiind generate de schimbările mediului de muncă, ce au drept cauză adoptarea-implementarea sistemului de fabricație lean. Relația poate fi ilustrată prin modelul simplu din Fig. 2.6, confirmat și de sinteza realizată de (Rinehart ș.a., 2018).

Nu în ultimul rând trebuie menționate rezultatele cercetării exploratorii realizate de (Magnani ș.a., 2019) și care evidențiază un set de prevederi referitoare la asigurarea bunăstării ocupaționale a lucrătorilor în sisteme de fabricație lean, așa cum sunt ele prezente în literatura de specialitate (Tabelul 2.2).

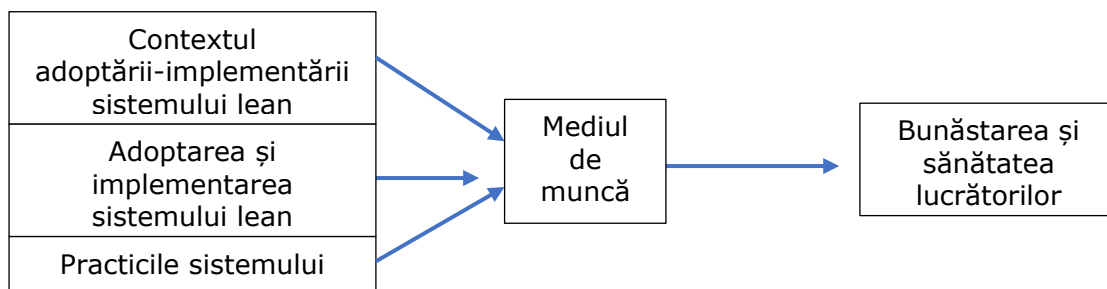


Fig. 2.6 Efecte adoptării-implementării sistemului lean asupra mediului de muncă, sănătății și bunăstării angajaților

Tabelul 2.2 Perspective organizatorice și la nivel de echipă, impactul asupra sănătății și muncii angajaților

Facilitatori la nivel organizațional	Facilitatori la nivel de echipă	Facilitatori la nivel individual	
		Efecte asupra locului de muncă și asupra mediului de lucru	Efecte asupra sănătății și bunăstării
<ul style="list-style-type: none"> - Suport din partea top managementului - Claritatea strategiei și structurii - Politica de resurse umane - Sistemul de recompensare și recunoaștere - Suportul conducerii de la nivel mediu - Sistemul de monitorizare și control al operatorilor - Abundența de resurse 	<ul style="list-style-type: none"> - Angajament organizațional - Partajarea cunoștințelor - Managementul conflictelor - Monitorizarea performanței - Managementul echipelor (coeziune) - Leadership - Suportul membrilor echipei - Securitatea psihologică - Inovația 	<ul style="list-style-type: none"> - Satisfacția în muncă - Dezvoltarea abilităților - Creșterea responsabilităților - Recompense bazate pe performanța colectivă - Varietatea calificărilor - Scăderea controlului și a autonomiei - Munca repetitivă și intensă - Disponibilizări, cifra de afaceri pe angajat 	<ul style="list-style-type: none"> - Semnificația muncii - Oboseala lucrătorilor - Managementul stresului și al depresiilor profesionale - Managementul sănătății și securității muncii - Presiunea realizării sarcinilor - Tensiunile și conflictele - Probleme sociale

O problemă stringentă ce apare legată de asigurarea bunăstării ocupaționale este cea a factorilor de stres ocupațional, dar cercetările sunt încă sporadice în acest domeniu. Un material de referință privitor la problematica stresului ocupațional a fost realizat în anul 2016 de Inspecția Muncii¹⁵, dar acesta prezintă doar o sinteză fenomenologică și profilactică, inclusiv cu prezentarea cadrului legislativ. De asemenea, „stresul la locul de muncă constituie una dintre multiplele probleme cu care se confruntă societatea modernă, fiind generat de viața profesională, de mediul de muncă, cu consecințe nemijlocite asupra activității

¹⁵ Inspecția Muncii (2016). Stresul profesional – O provocare colectivă, București (traducere după Organizația Internațională a Muncii), disponibil la: <https://www.inspectiamuncii.ro/documents/66402/267197/Raport+OIM+tradus+in+limba+Romana/f3ea4270-5a4d-4ae3-98cd-87adc16ea8ac>

profesionale, dar și asupra sănătății celor care prestează munca respectivă” (Pitariu și Budean, 2015).

În cazul cercetării stresului ocupațional în cadrul sistemelor de fabricație lean, din cauza lipsei unor criterii obiective de măsurare, este neclar dacă nivelul de stres al angajaților, asociat acestor sisteme, crește sau scade în procesele de adoptare și implementare. Potrivit cercetărilor realizate de (Brown și O'Rourke, 2007) membrii chinezi ai echipei de cercetare au efectuat un sondaj în rândul unui grup de angajați și o întâlnire cu grupuri de stakeholderi, rezultatele indicând că, creșterea presiunilor privind realizarea unor volume tot mai mari ale producției, induc creșteri ale stresului lucrătorilor. Studiul reliefează că o creștere a intensității muncii și utilizarea sistemelor de salarizare în acord, ce stimulează creșteri salariale pentru echipele ce depășesc obiectivele, sporesc de asemenea stresul generat de intensitatea operațiilor de muncă, deoarece lucrătorii iau mai puține pauze pentru a maximiza producția, fiind legați de ritmul de lucru al colegilor lor, și nu de cel propriu (Brown și O'Rourke, 2007). În urma sondării muncitorilor și analizei rezultatelor grupului de lucru investigat, sursele majore de stres au fost identificate ca fiind legate de (în ordinea apreciată de cei intervievați): preocuparea lucrătorilor pentru faptul că nu au atins obiectivele, viteza prea rapidă a liniei de fabricație și cerințele tot mai mari pentru livrarea unei cantități sporite de muncă în același timp. De asemenea, lucrătorii au selectat următoarele cauze ale stresului ocupațional (în ordinea apreciată de cei intervievați): impunerea unor obiective impuse, tratament incorect din partea supraveghetorilor, inexistența unui control asupra deciziilor privind munca și impunerea unor termene nerealiste, monitorizarea constantă și strictă a performanțelor, comunicarea slabă între lucrători și management (Brown și O'Rourke, 2007).

Referitor la stresul asociat solicitărilor intense de tip musculoscheletice, în literatura de specialitate sunt prezente relativ puține studii (Womack ș.a., 2009; Brännmark și Håkansson, 2012; Longoni ș.a, 2013). Rezultatele acestora sunt convergente pe ideea potrivit căreia introducerea modului de organizare lean contribuie destul de puțin la reducerea expunerii lucrătorilor la riscurile musculoscheletice, cauzele fiind asemănătoare celor menționate și de studiul (Brown și O'Rourke, 2007).

În concluzie, deși abordarea stresului lucrătorilor din sistemele de fabricație lean este un demers dificil de realizat, în literatură sunt prezente totuși studii ce subliniază faptul că adoptarea-implementarea conceptului lean induce stări de stres generate de ritmul alert al realizării sarcinilor de muncă, impunerea unor obiective tot mai ambițioase corelat cu îmbunătățirea continuă, precum și de controlul-monitorizarea strictă a activității. Efectele cel mai adesea invocate se referă la manifestări negative de tip psihosocial (cefalee, anxietate, izolare, comportament agresiv în comunicare etc.) și afecțiuni musculoscheletice.

2.3. Ergonomia și sistemele de fabricație lean

2.3.1. Inventarul unor aspecte relevante prezente în literatura de specialitate

Modul de abordare a implementării sistemului de organizare lean este asimilabil unei strategii de producție care are ca scop creșterea profitului, a competitivității, cu folosirea intensivă de resurse limitate. Practicile Just-In-Time, reducerea pierderilor, strategiile de îmbunătățire, producția fără defecte și standardizarea muncii sunt principalele practici care au asigurat succesul adoptării și implementării conceptului. În prezent, tot mai multe industrii, de la industria

automobilelor până la sectorul serviciilor, integrează modelul strategiei și filosofia lean, având drept scop îmbunătățirea productivității și a calității, prin reducerea costurilor.

Cercetări anterioare au investigat **impactul pe care îl au ergonomia locurilor de muncă și comportamentul implicat al lucrătorilor** asupra performanței sistemului de fabricație lean și asupra rezultatelor așteptate (Koningsveld ș.a., 2005; Dul și Neumann, 2009; Dul ș.a., 2012; Xu ș.a., 2012). Pe baza principiilor și legilor sale, știința ergonomiei se focalizează pe analiza locului și rolului locului de muncă și a procesului asociat acestuia în sistemul de producție lean, fără a omite efectele modului de organizare și de derulare a muncii asupra siguranței și sănătății lucrătorilor. În acest context tematic, cercetări anterioare au discutat pe larg cum potențialul de cunoaștere al științei ergonomiei poate optimiza performanța umană și performanța generală a sistemului de muncă (Dul și Neumann, 2009; Dul ș.a., 2012; Xu ș.a., 2012).

Totodată, concepția și realizarea locurilor de muncă pe principii ergonomice **reduc ratele de accident și absenteism**, îmbunătățind în același timp productivitatea, calitatea și fiabilitatea (Botti ș.a., 2014; Fonseca ș. a., 2013).

Alte studii au arătat că **tulburările musculoscheletice** duc la pierderi semnificative de productivitate, datorită ratelor mai ridicate de absenteism și a ratelor de vătămare (Cheshmehgaz ș.a., 2012; Otto și Scholl, 2011; Asensio-Cuesta ș.a., 2012; Bautista ș.a., 2012; Koukoulaki, 2014; dos Santos ș.a., 2015; Bautista ș.a., 2016; Tappin ș.a., 2016). Solicitățile musculoscheletice la locul de muncă determină boli profesionale obișnuite în rândul lucrătorilor de la liniile de asamblare, din cauza mișcărilor repetitive sau a volumului mare de muncă (Fredriksson ș. a., 2001; Xu ș. a., 2012). În (Botti ș.a., 2015) s-a propus un model matematic care să elaboreze politici ergonomice de rotație a personalului pe locurile de muncă aferente liniilor de asamblare, și care să asigure o armonizare optimă a personalului implicat. Din perspectivă ergonomică, modelul matematic include caracteristicile lucrătorilor și sarcinile pe care trebuie să le îndeplinească aceștia, funcția de optimizat fiind productivitatea globală.

Ergonomia locurilor de muncă și cerințele realizării producției sunt elemente cheie ale procesului de planificare în fabricația lean. **Integrarea principiilor ergonomiei cu cele ale fabricației lean** poate asigura succesul demersului de adoptare și implementare a sistemului lean, ceea ce este demonstrat de cercetări anterioare precum (Smith, 2003; De Treville și Antonakis, 2006; Kester, 2013; Yusoff ș. a., 2013; Botti ș.a., 2017; Brito ș.a., 2018). Mai multe studii au investigat potențialul de corelare dintre practicile specifice lean (de exemplu, reducerea pierderilor, a deșeurilor și fluxul continuu de fabricație) pe de-o parte și ergonomie, sănătatea la locul de muncă și minimizarea factorilor de risc, pe de altă parte (Jackson și Mullarkey, 2000; Conti ș.a., 2006; Sprigg și Jackson, 2006; Botti ș.a., 2017; Brito ș.a., 2018). În plus, locurile de muncă ce presupun procese intense, adesea repetitive, ritm de muncă ridicat și un control strict al activității lucrătorilor, prezintă un risc major pentru afecțiuni musculoscheletice și pentru manifestarea efectelor negative de comportament legate de expunerea prelungită și intensă a lucrătorilor la riscuri psihosociale, ceea ce duce la costuri și pierderi pentru companii (Nunes și Machado, 2007; dos Santos ș.a, 2015; **Cirjaliu** și Draghici, 2016; Tortorella ș.a., 2017).

O parte semnificativă a cercetărilor în domeniu vizează identificarea modului în care sistemele de fabricație își pot îmbunătăți strategiile de producție lean prin **automatizarea și robotizarea proceselor** (Bowler și Kurfess, 2010; Hedelind și Jackson, 2011; Barbosa ș.a., 2014; **Cirjaliu** și Draghici, 2016; Tortorella ș.a., 2017). Motivele introducerii automatizării și robotizării proceselor de producție se

referă la posibilitatea asigurării cerințelor tot mai mari de calitate și eficiență, prin eliminarea variabilității introduse de operatorii umani, eliminarea acțiunii și intervențiilor lucrătorilor în zonele de muncă ce prezintă condiții de muncă periculoase și minimizarea costului producției, prin eliminarea costului ridicat al manoperei muncitorilor specializați. Utilizarea tehnologiei pentru automatizarea sarcinilor dificile sau repetitive are un impact pozitiv asupra securității și ergonomiei muncii, dar poate soluționa și alte provocări legate de forța de muncă, de exemplu, lipsa de personal datorată fenomenului îmbătrânirii forței de muncă și creșterea așteptată a incidentelor de muncă din cauza ritmului alert de muncă impus de realizarea unui nivel tot mai mare al volumului producției (Neumann ș.a., 2002; Barbosa și Carvalho, 2014; Botti ș.a., 2017; Jazani, ș.a., 2017; Brito ș.a., 2019). Cercetările au evidențiat că automatizarea este aproape generalizată în cazul proceselor de asamblare din diferite industrii.

Un studiu relevant realizat în cazul liniilor semiautomate din industria de prelucrare a cărnii a avut ca scop **îmbunătățirea sănătății și securității lucrătorilor prin măsuri ergonomice** și introducerea unor soluții de automatizare (Botti ș. a., 2015). Astfel, autorii au introdus o propunere de îmbunătățire a unui proces manual tipic, prin înlocuirea activităților manuale laborioase cu mașini automate. În ciuda dezavantajelor economice iluzorii datorate costurilor ridicate cu investițiile pentru automatizare, rezultatele au arătat că automatizarea poate oferi beneficii lucrătorilor, angajatorilor și clienților, fapt confirmat și de alte studii ulterioare (Gnanavel ș.a., 2015; Botti ș.a., 2017; Ganesan, 2018). Deși automatizarea a fost adoptată pe scară largă în industria prelucrătoare, numeroase companii se bazează încă pe procese manuale pentru a efectua unele operații de asamblare. Practica actuală arată că decizia de a automatiza este în principal ghidată de considerente economice și de cerințe legate de producție. Pe de altă parte, robotizarea este utilizată pe scară largă în industria prelucrătoare atunci când produsele sunt bine definite și proiectate corespunzător. În mod specific, volumele mari de producție permit un timp rezonabil de recuperare a volumului mare de investiții alocat automatizării și robotizării (Lien și Rasch, 2001; Scholz-Reiter și Freitag, 2007). Pe de altă parte, din perspectiva conceptului lean, decizia de automatizare a unor părți ale procesului de asamblare se bazează pe obiective specifice, cum ar fi: creșterea volumului producției, scăderea ritmului fabricației, scăderea timpului de execuție și îmbunătățirea calității produsului final (Neumann, 2002; Barbosa și Carvalho, 2014; Botti ș.a., 2017). Costurile indirecte ale planificării se opun însă schimbărilor generate de automatizare și înclină balanța în favoarea proceselor manuale (Lien și Rasch, 2001; Bley ș.a., 2004; Barbosa și Carvalho, 2014; Botti ș.a., 2017).

În ultimii ani, cercetările prezente în literatura de specialitate au analizat impactul concepției, organizării și ergonomiei locurilor de muncă asupra nivelului de productivitate, focalizându-se pe integrarea conceptului și principiilor lean cu principiile ergonomiei (Vieira ș.a., 2012; Bäckstrand ș.a., 2013; Yusoff ș. a., 2013; Al Zuheri ș.a., 2016; Botti ș.a., 2017; Brito ș.a., 2018). Aceste studii nu includ însă impactul diferitelor alternative de fabricație-asamblare (adică prezența și comparația între procesele de muncă la stațiile de lucru manuale față de cele automate) asupra bunăstării/stării de bine a lucrătorilor, studiile având o dominantă de investigare a modului de optimizare a organizării producției, dar din perspectivă tehnică.

2.3.2. Sinteza cercetărilor privind integrarea principiilor ergonomiei cu cele ale sistemului de organizare lean

Ca urmare a cercetării bibliografice realizate pentru panoramarea unor aspecte relevante prezentate de diferiți cercetători, a rezultat necesitatea sintetizării superioare a acestora și identificarea unor tendințe ce se manifestă în soluționarea problemelor ce afectează lucrătorii în sistemele de fabricație lean, prin intermediul sau din perspectiva ergonomiei.

Numeroase cercetări prezente în literatură susțin faptul că o întreprindere de succes trebuie să dețină o organizare eficientă și eficace a muncii manageriale pentru a echilibra și armoniza cerințele și condițiile de muncă ale lucrătorilor, prin bune practici în domeniul socio-tehnic (cum sunt cele aferente managementului resurselor umane, psihosociologiei muncii, medicina muncii etc.) și ergonomic, și care conduc la asigurarea condițiilor optime de sănătate și securitate în muncă, simultan cu asigurarea unui nivel superior al calității vieții profesionale (Argyris, 2017; Tortorella ș.a., 2017; Brito ș.a., 2019). Practicile socio-tehnice și cele ergonomice vizează îmbunătățirea mediului de muncă în ceea ce privește cerințele sale fizice, cognitive și organizaționale, permițând realizarea unor condiții de muncă optime pentru toți lucrătorii și, prin urmare, generând o performanță operațională mult mai bună a acestora. Reprezentativ este, în acest caz, studiul realizat de (Tortorella ș.a., 2017) care susține că practici precum „preocuparea pentru existența unui climat organizațional bun” și „preocuparea pentru sănătatea și securitatea lucrătorilor” pot contribui la înțelegerea modului în care practicile organizaționale pot susține un nivel ridicat de performanță individuală, identificând căi de motivare eficiente și generând satisfacția lucrătorilor.

Potrivit lui (Blaikie ș.a., 2014), asigurarea unui climat organizațional bun este asociată unui factor motivator puternic pentru angajați, potențează comunicarea și o relație interpersonală mai bună între aceștia și manageri. Prin urmare, este necesară o **viziune holistică asupra procesului de implementare a conceptului lean**, pentru a atinge nu numai obiectivele sistemului tehnic, ci și cele ale managementului resurselor umane și implicit cele ergonomice. Conceptele care stau la baza practicilor relative la factorii socio-tehnici și ergonomici trebuie să fie luate în considerare în planificarea și executarea activităților operaționale de tip lean, pentru a stabili condiții adecvate de muncă și pentru a genera rezultate mai bune în interacțiunea dintre lucrători și mediul de muncă (Blaikie ș.a., 2014; Tortorella ș.a., 2017).

Pe baza analizei și sintezei literaturii de specialitate, au fost identificate 20 de practici socio-tehnice și ergonomice cel mai frecvent utilizate la nivel managerial în cazul adoptării-implementării fabricației lean, după cum se arată în Tabelul 2.3. Din aceste 20 de practici „preocuparea pentru un climat organizațional bun” și „preocuparea pentru sănătatea și securitatea lucrătorilor” sunt cele mai citate în literatură.

Tabelul 2.3 Practici socio-tehnice și ergonomice frecvent utilizate la nivel managerial în cazul adoptării-implementării fabricației lean

Practici socio-tehnice și ergonomice	Articole considerate:															Acord
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Sistem de comunicare și informare	X	X		X	X	X	X	X	X					X	X	67%
Expunere la situații de rezolvare a problemelor			X			X						X	X		X	33%
Supraîncărcare pentru atingerea obiectivelor				X			X	X	X	X						33%
Managementul cifrei de afaceri					X									X	X	20%
Criterii ergonomice pentru concepția locurilor de muncă		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		87%
Organizarea locurilor de muncă alocate lucrătorilor		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			80%
Recunoașterea și recompensarea lucrătorilor					X		X	X	X		X					33%
Munca în echipă și coachingul					X	X		X	X		X	X			X	47%
Claritate în definirea obiectivelor					X			X			X		X	X		33%
Claritate în definirea rolului lucrătorilor		X		X	X		X	X			X	X	X			53%
Utilizarea alertelor de risc			X	X					X	X	X	X	X		X	53%
Preocupare pentru un climat organizațional bun	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	93%
Preocupare pentru sănătatea și securitatea lucrătorilor	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	93%
Echilibrul între calitate, scop, timp și costuri	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		73%
Anticiparea și reducerea riscului de incidente	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	80%
Aprecieri pentru instruirea lucrătorilor	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	73%
Aplicarea regulilor ergonomice	X		X	X	X	X					X	X			X	60%
Strategii clare, simboluri și metode							X	X	X	X	X	X	X	X		67%
Reglementarea aspectelor tehnice, organizaționale și umane	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	87%
Reuniuni pentru comunicare și managementul proiectelor		X						X								13%

Articolele considerate sunt:

- 1) Hoffmeister K., Gibbons A., Schwatka N., Rosecrance J. (2015). Ergonomics climate assessment: a measure of operational performance and employee well-being. *Appl Ergon* 50:160–169.
- 2) Haug A. (2015). Work instruction quality in industrial management. *Int J Ind Ergon* 50:170–177. doi: 10.1016/j.ergon.2015.09.015
- 3) Azadeh A., Rouzbahman M., Saberi M., Valianpour F. (2014). An adaptive algorithm for assessment of operators with job security and HSEE indicators. *J Loss Prev Process Ind* 31:26–40

- 4) Karsh B.T., Waterson P., Holden R.J. (2014) Crossing levels in systems ergonomics: a framework to support mesoergonomic inquiry. *Appl Ergon* 45(1):45–54.
- 5) Guimarães L.D.M., Ribeiro J.L.D., Renner J.S., de Oliveira P.A.B. (2014). Worker evaluation of a macroergonomic intervention in a Brazilian footwear company. *Appl Ergon* 45(4):923–935.
- 6) Asadzadeh S.M., Azadeh A., Negahban A., Sotoudeh A. (2013). Assessment and improvement of integrated HSE and macroergonomic factors by fuzzy cognitive maps: the case of a large gas refinery. *J Loss Prev Process Ind* 26(6):1015–1026.
- 7) Dul J., Neumann W. (2009). Ergonomics contributions to company strategies. *Appl Ergon* 40(4):745–752.
- 8) Saurin T., Ferreira C. (2009). The impacts of lean production on working conditions: a case study of a harvester assembly line in Brazil. *Int J Ind Ergon* 39:403–412.
- 9) Guimarães L., Anzanello M., Ribeiro J., Saurin T. (2015). Participatory ergonomics intervention for improving human and production outcomes of a Brazilian furniture company. *Int J Ind Ergon* 49:97–107.
- 10) Koukoulaki T. (2014). The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: an examination of sociotechnical trends over 20 years. *Appl Ergon* 45:198–21.
- 11) Koukoulaki T. (2010). New trends in work environment—new effects on safety. *Saf Sci* 48(8):936–942.
- 12) Zare M., Croq M., Hossein-Arabi F., Brunet R., Roquelaure Y. (2016). Does ergonomics improve product quality and reduce costs? A review articles. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries* 26(2):205–223.
- 13) Thun J.H., Lehr C.B., Bierwirth M. (2011). Feel free to feel comfortable— an empirical analysis of ergonomics in the German auto industry. *Int J Prod Econ* 133(2):551–561.
- 14) Pavlovic-Veselinovic S., Hedge A., Veselinovic M. (2016) An ergonomic expert system for risk assessment of work-related musculoskeletal disorders. *Int J Ind Ergon* 53:130–139.
- 15) Kang J., Zhang J., Gao J. (2016). Improving performance evaluation of health, safety and environment management system by combining fuzzy cognitive maps and relative degree analysis. *Saf Sci* 87: 92–100.

Aceste practici (Tabelul 2.3) sunt de obicei asociate cu principii de organizare și cu obiectivele strategice care sunt implementate în rutine manageriale (Azadeh ș.a., 2014; Hoffmeister ș.a., 2015). Aceste rutine manageriale urmăresc să consolideze și să ofere îndrumare adecvată managerilor și echipelor lor în ceea ce privește aspectele tehnice, organizaționale și umane, zilnic și pentru toate activitățile de producție din cadrul companiei (Karsh ș.a., 2014). Totodată, este demn de remarcat faptul că unii cercetători se referă de asemenea la aceste practici făcând referire la comportamente așteptate în mediul de muncă (Asadzadeh ș.a., 2013; Guimarães ș.a., 2014). La polul opus al practicilor manageriale se situează „reuniuni pentru comunicare și managementul proiectelor”, ce pare a fi o practică care nu a fost încă adoptată pe deplin și, în special, recunoscută ca benefică pentru contribuția practicilor socio-tehnice și ergonomice în adoptarea-implementarea sistemului lean. Cu toate acestea, studiile care demonstrează importanța sa, cum sunt (Saurin și Ferreira, 2009; Haug, 2015), prezintă avantaje în adoptare din perspectiva ergonomiei. În ansamblu, aceste 20 practici socio-tehnice și ergonomice au fost evidențiate în mod consecvent în literatura de specialitate și pot reprezenta, pentru scopul cercetării de față, un punct de plecare important și o bază de cunoaștere valoroasă.

2.4. Concluzii

În acest capitol s-a prezentat un studiu bibliografic pentru descrierea dimensiunii umane a implementării și dezvoltării sistemului de fabricație lean. Au fost explicate aspectele controversate și diferențele de percepție ale angajaților și managerilor ca urmare a implementării fabricației lean. Rezultatele acestei cercetări au o serie de implicații specifice pentru organizațiile care urmăresc adoptarea modului de organizare lean, acestea trebuind să acorde o atenție deosebită integrării dimensiunii umane, a managementului resurselor umane în special, dar într-o nouă viziune strategică și structurală. Rezultatele cercetărilor prezente în literatura de specialitate arată în primul rând că dimensiunea umană susține adoptarea și implementarea sistemului lean (Magnani ș.a., 2019). Astfel, au fost prezentate și analizate trei perspective principale aferente unui cadru de acțiune în managementul resurselor umane asociat implementării lean: *impactul lean asupra muncii angajaților, practici care să faciliteze adoptarea modului de organizare lean și comportamentul angajaților legat de această implementare*. Această cercetare contribuie la clarificarea dimensiunii umane inerente în adoptarea-implementarea lean, prin considerarea faptului că un proces de adoptare îndelungat poate afecta condițiile de lucru ale angajaților, dar practicile organizaționale pot facilita implementarea rapidă și eficientă a sistemului de organizare lean. Pe lângă acestea, ipotezele și inițiativele organizaționale privind dezvoltarea angajaților pot media efectele asupra comportamentelor lor pe parcursul procesului de adoptare lean.

În absența unei definiții a **dimensiunii umane** în context lean, se propune o definiție ce are la bază suma următoarelor elemente: caracteristicile individuale și colective ale angajaților; interacțiunile angajaților cu factorii organizaționali; comportamentul angajaților ce poate influența pozitiv sau negativ etapele procesului de adoptare-implementare lean. Aceasta este prima încercare de a defini dimensiunea umană asociată contextului lean. Cu toate acestea, pentru a beneficia mai mult de această dimensiune umană, sugerăm ca practicienii să se

concentreze asupra interacțiunilor dintre angajați, a comportamentelor asociate acestora și, prin urmare, să maximizeze interacțiunile pozitive dintre angajații care vor susține motivația și eficiența la nivel operațional, după cum menționează și (Magnani ș.a., 2019). Activitățile de dezvoltare ale angajaților de la toate nivelele organizației par să creeze un mediu de susținere adecvat pentru atingerea acestor două obiective. De asemenea, cadrul de acțiune impus de definiția sugerată ar trebui să fie utilizat în cercetările viitoare privind cazurile reale de adoptare-implementare a concepției fabricației lean, pentru a examina dimensiunea sa umană și pentru alinierea acesteia la dimensiunea tehnică. Ca urmare, dimensiunea umană poate fi considerată o dimensiune cheie pentru înțelegerea dimensiunii tehnice și a procesului general de adoptare-implementare a conceptului lean. În Fig. 2.7 se prezintă a sinteză a cadrului dimensiunii umane, așa cum a fost aceasta identificată prin cercetare bibliografică realizată.

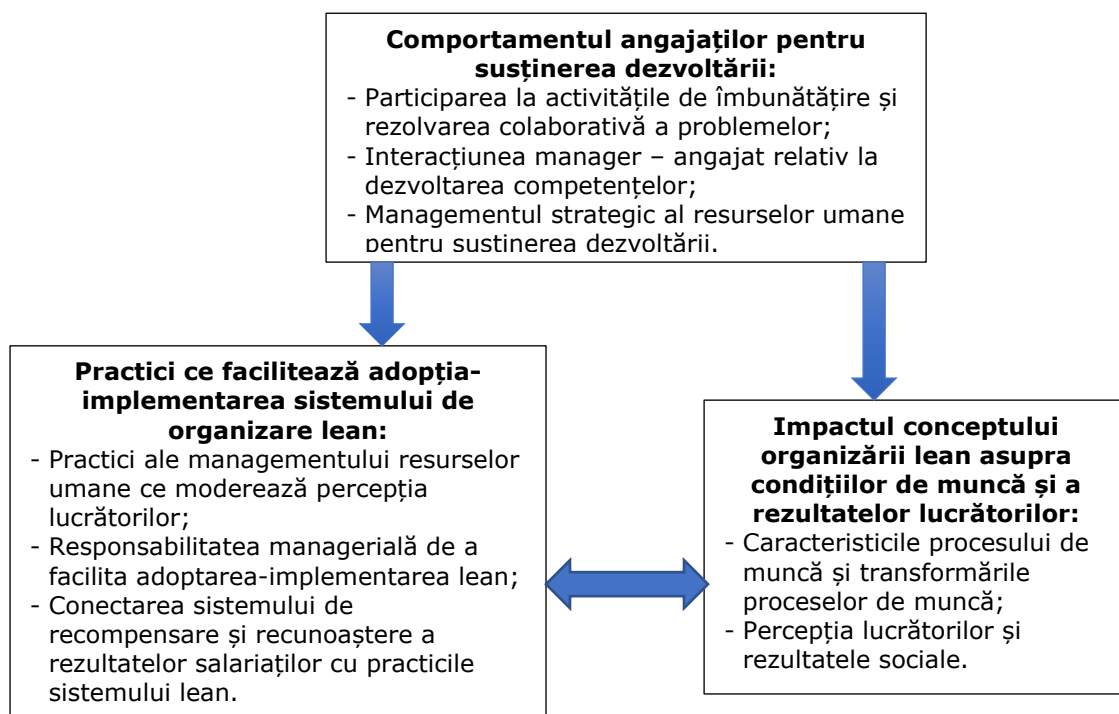


Fig. 2.7 Cadrul dimensiunii umane în context lean – rezultat al sintezei bibliografice

Cercetarea bibliografică a identificat existența unor disonanțe serioase în majoritatea sistemelor de fabricație lean care, în mod paradoxal, nu încorporează dimensiunea umană necesară susținerii implementării și generalizării organizării lean, cu focalizarea pe îmbunătățirea continuă. Astfel, se remarcă necesitatea aprofundării cercetărilor privind dimensiunea umană, pentru a recunoaște și a facilita pe deplin schimbarea, transformarea din perspectiva angajatului. Fără a înțelege modul în care cele două dimensiuni, umană și tehnică, se armonizează și se integrează, este dificil să se evalueze obiectiv impactul adopției conceptului și filosofiei lean în organizație. În mod surprinzător, managementul resurselor umane și al relațiilor de muncă, precum și învățarea organizațională participă nemijlocit la sprijinirea și facilitarea adopției și implementării filosofiei lean. Acest fapt poate fi motivul pentru care numeroase organizații luptă să adopte, să implementeze și să dezvolte sistemul de fabricație lean (Marksberry 2012).

Obiectivele ergonomiei și sistemului de fabricație lean sunt similare și vizează îmbunătățirea productivității muncii. Interesul ergonomiei se referă la productivitatea muncii, iar fabricația lean se referă la productivitatea generală a organizației. Tabelul 2.4 prezintă o sinteză asupra abordărilor lean și ergonomiei, precum și a obiectivelor care stau la baza acestora. Astfel, se poate observa că ergonomia se adresează locului de muncă, manipulării materialelor, capacității angajaților, erorii umane și siguranței lucrătorilor, iar conceptul de fabricație lean privește aspectele organizaționale generale, cum ar fi furnizorii, livrarea, logistica, achizițiile, prețurile și costurile, competitivitatea organizațională în ansamblul său.

Tabelul 2.4 Sinteza asupra abordărilor lean și ergonomiei în sistemele de fabricație

Concept / filosofie	Metode și mijloace	Obiective	Scop
Ergonomie	OWAS (The Ovako Working posture Analysis System) ¹⁶	Evaluarea cauzelor generatoare de suprasolicitare și posturi de lucru defectuoase	Îmbunătățirea productivității muncii pornind de la studiul fiecărui loc de muncă
	RULA ¹⁷ (Rapid Upper Limb Assessment)	Evaluarea cerințelor posturale, a forței și repetitivității în muncă	
	NIOSH ¹⁸ (ridicarea maselor) OCRA (ISO 11228-3 / 2007)	Evaluarea riscurilor de manipulare a materialelor Evaluarea riscurilor în mișcări repetitive	
	Standarde ergonomice	Furnizarea unui cadru general de acțiune în concepția sistemelor de muncă	
	Lista de control pentru evaluarea riscurilor ergonomice	Evaluarea factorilor de risc ergonomic	
Fabricație lean	Fluxul de producție	Reducerea stocurilor interne cu îmbunătățirea balanței de muncă	Îmbunătățirea productivității muncii la nivelul întregii organizații
	Harta fluxului de valoare	Analiza situației curente și concepția viitoare a lanțului de valoare	
	Kanban	Facilitarea livrării Just-in-Time	
	Standardizarea muncii	Reducerea variațiilor furnizate de diferitele metode de muncă	
	Mentenanța total productivă	Îmbunătățirea capacității proceselor și consistenței lor	

Totodată, cercetările bibliografice au arătat că aspectele legate de managementul resurselor umane, de cele socio-tehnice și ergonomice, sunt componente cheie ale adoptării-implementării strategiei lean, acestea trebuind să fie armonizate cu principiile, filosofia și conceptul lean focalizat pe reducerea pierderilor și crearea de valoare pentru clienți. Astfel, implementarea cu succes a sistemului lean integrează principiile și modul de abordare ergonomic, încă din fazele inițiale de concepție-organizare-planificare aferent implementării. Ca urmare, există identificate motive relevante pentru aprofundarea cercetărilor în

¹⁶ O descriere amănunțită a modului de operare cu această metodă este prezentată în (Valero ș.a., 2016)

¹⁷ Descrierea metodologiei de aplicare a metodei este prezentată în (Draghici A. ș.a., 2019) și on-line la: <https://ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/>

¹⁸ Descrierea metodologiei de aplicare a metodei este prezentată în (Draghici A. ș.a., 2019) și on-line la: <https://ergo-plus.com/niosh-lifting-equation-single-task/>

acest domeniu, teza de față putând contribui nu doar la extinderea domeniului de cunoaștere teoretică, dar și la îmbunătățirea practicilor organizaționale.

Ca urmare a cercetărilor bibliografice, realizate și prezentate în capitolele 1 și 2 ale tezei de doctorat, s-au creat premisele pentru demersul teoretic de concepție a unui model de integrare a principiilor lean cu cele ale ergonomiei, în vederea definirii unui cadru de acțiune integrat pentru îmbunătățirea continuă.

3. CERCETĂRI TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND INTEGRAREA ABORDĂRILOR ERGONOMICĂ ȘI LEAN SIX SIGMA - CAZUL UNEI LINII DE FABRICAȚIE CU PROCESSE MANUALE

Abordarea propusă a fost realizată în două etape: (1) realizarea de cercetări teoretice pentru elaborarea cadrului metodologic; (2) testarea și validarea prin cercetări experimentale.

3.1. Cercetări teoretice privind concepția unui cadru general de integrare a cunoașterii ergonomice în demersul Lean Six Sigma

Prezentul subcapitol este dedicat prezentării cercetărilor teoretice realizate pentru conceperea unui model de integrare a principiilor lean cu cele ale ergonomiei, în vederea definirii unui cadru de acțiune integrat pentru îmbunătățirea continuă. De interes pentru cercetarea de față este modalitatea de integrare a cunoștințelor (inclusiv a metodelor și mijloacelor) aferente celor două domenii științifice pentru susținerea proceselor de îmbunătățire continuă. Structura logică a demersului de cercetare adoptat este prezentată prin harta conceptuală aferentă subcapitolului, din Fig. 3.1.

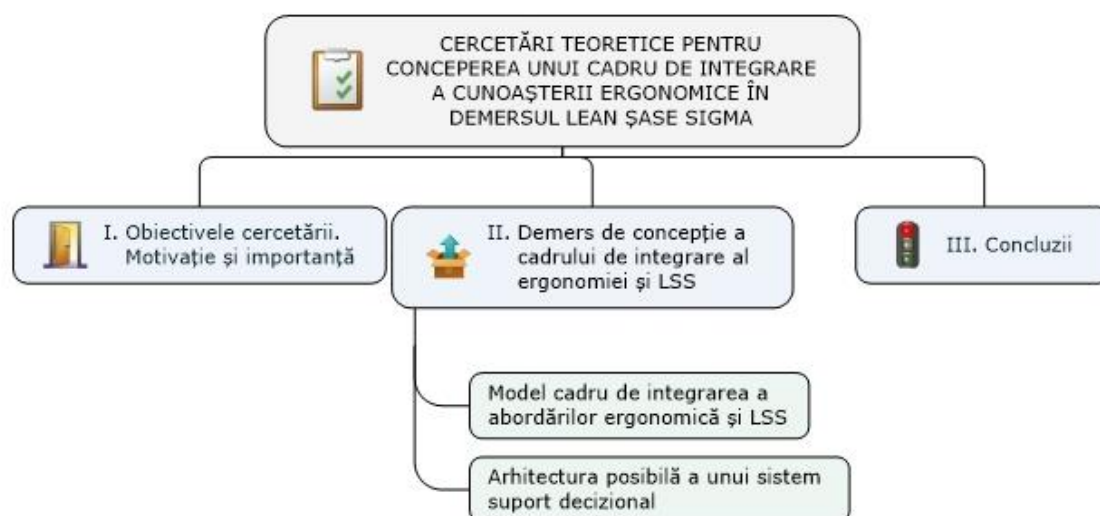


Fig. 3.1 Harta conceptuală a problematicei aferente subcapitolului 3.1

Obiectivul operațional aferent cercetărilor din acest subcapitol este: **OP3.1 Concepția unui model cadru și a arhitecturii unui sistem suport decizional asociat pentru a facilita și a susține procesele manageriale din întreprinderi, relativ la realizarea unei implementări integrate a ergonomiei în procesele de îmbunătățire continuă Lean Six Sigma (LSS).**

3.1.1. Motivarea și importanța cercetării

Îmbunătățirea continuă adoptată de organizații pentru a obține performanțe operaționale și excelență reprezintă o consecință a creșterii concurenței, a internaționalizării și a unei economii concurențiale puternice, care a determinat creșterea exigențelor consumatorilor, mai ales în ceea ce privește costul produselor și/sau serviciilor achiziționate raportat la calitatea acestora. Prin urmare, organizațiile sunt constrânse la adaptarea strategiilor de management și de îmbunătățire continuă a performanței în toate domeniile lor de activitate, mai ales în ceea ce privesc operațiunile și modul de organizare, pentru a face față concurenței și, pe cât posibil, depășirea acesteia (Melton, 2005).

Atât filosofia fabricației lean, cu referire la specificul proceselor manageriale aferente sistemelor de fabricație lean, cât și cea de Six Sigma, au fost recunoscute ca fiind cele mai promițătoare inițiative de îmbunătățire continuă a organizațiilor (Taghizadegan, 2010; Antony ș.a., 2016). Filosofia lean se concentrează pe eliminarea surselor pierderilor, cu scopul de a asigura o continuitate a fluxului de fabricație, în timp ce Six Sigma se concentrează pe reducerea variabilității procesului. Este larg acceptat faptul că aceste abordări sunt complementare și companiile tind să stabilească programe comune care să combine lean și Six Sigma (Salah ș.a., 2010). De aceea, în prezent, aceste două filosofii integrate sunt cunoscute ca Lean Six Sigma (LSS).

Conceptul LSS reprezintă o filosofie și o strategie de afaceri pentru îmbunătățirea continuă a proceselor de producție, pentru a genera o mai mare satisfacție clienților și implicit un profit mai mare companiei (Taghizadegan, 2010; Antony ș.a., 2016); LSS presupune aplicarea unui set de metode și mijloace pentru creșterea productivității, deoarece aceasta se focalizează pe reducerea pierderilor, a variabilității proceselor și a costurilor de producție, într-o manieră integrată (Dul și Neumann, 2009).

Cu toate acestea, companiile nu reușesc să realizeze care este potențialul de a îmbunătăți în continuare productivitatea, prin integrarea și implementarea simultană cu LSS a principiilor și modului de abordare al ergonomiei. Includerea ergonomiei în procesul de îmbunătățire continuă este importantă, deoarece modul de operare tradițional al LSS (focalizat, cel mai adesea, pe încercări de maximizare a productivității prin minimizarea consumului de resurse) poate să omită cu ușurință considerarea limitelor și nevoilor factorului uman în procesul productiv. Această observație a fost dezbătută în capitolul 2 al tezei, aducându-se argumente privind rezultatele de cercetare obținute în cazul integrării abordării ergonomice în demersul de îmbunătățire continuă asociat fabricației lean. Cercetări remarcabile în acest sens au fost realizate de (Nunes și Cruz Machado, 2007; Nunes ș.a., 2012; Monroe ș.a., 2012; Nunes, 2015; Hignett ș.a., 2015; Cherrafi ș.a., 2016; Botti ș.a., 2017; **Cirjaliu ș.a., 2019**). Acest demers de integrare este denumit generic „ergonomie lean” (*Lean Ergonomics*) (Amin ș.a., 2018).

Ambele concepte, ergonomie și LSS, manifestă în exploatarea lor practică abordări orientate spre sistem. Cu toate acestea, numeroși manageri însă, nu văd modul de acțiune al ergonomiei ca pe unul sistemic sau holistic, din punct de vedere al obiectului și efectelor sale. Mai mult, unii managerii tind să limiteze posibilitatea acțiunilor ergonomiei doar la cazuri cum sunt: diminuarea riscurilor la care sunt expuși lucrătorii; intervenție în cazul manifestării unor pericole, neglijând potențialul său uriaș pentru îmbunătățirea eficacității, performanței sau a costurilor proceselor; a afacerii, în general. De fapt, implicările ergonomiei doar în cazul managementului riscurilor conduc la rezultate cu impact local (la nivelul

locurilor de muncă sau secției de producție) și mai puțin relevante pentru întreaga organizație. Prin urmare, apare necesitatea vizibilă de concepție și realizare a unor procese de îmbunătățire continuă, aplicând simultan abordările ergonomiei și LSS într-o manieră coerentă, pentru a asigura atât creșteri de productivitate, cât și optimizări ale condițiilor de muncă. Pentru atingerea acestui obiectiv de integrare a ergonomiei și LSS este necesar un cadru metodologic.

Spre deosebire de companiile mari și a celor multinaționale, care au potențial suficient de conștientizare, resurse (financiare și umane) și competențe pentru a dezvolta procese de îmbunătățire continuă adaptate nevoilor lor specifice, întreprinderile mici și mijlocii (IMM) nu au astfel de capacități. Preocuparea față de IMM-uri este relevantă din cauza numărului mare al acestora și pentru că reprezintă un factor-cheie pentru creșterea economică, inovarea, ocuparea forței de muncă și integrarea socială în economia Uniunii Europene (UE), dar și la nivelul României. Astfel, în cazul sprijinirii IMM-urilor ce operează în domeniul producției (și nu numai), pentru a-și realiza întregul potențial economic este necesară conceperea unui model cadru, o metodologie definită prin metode și mijloace, care să faciliteze implementarea simultană a filosofilor ergonomică și LSS, pentru dinamizarea procesului de îmbunătățire continuă. Un mijloc practic pentru a îndeplini acest obiectiv poate să ia forma unui sistem suport decizional (SSD). Astfel, obiectivul acestui subcapitol este de a prezenta modelul cadru și arhitectura posibilă a unui sistem suport decizional asociat, concepute pentru a facilita procesul decizional în întreprinderi, adecvat și în cazul IMM-urilor, în vederea realizării unei implementări integrate a filosofilor ergonomică și LSS pentru îmbunătățire continuă.

Rezultatele cercetărilor teoretice incluse prezentului subcapitol vor demonstra demersul adoptat și aspectele relevante, convergente pentru atingerea obiectivului propus.

3.1.2. Demersul de concepție al cadrului de integrare a ergonomiei și LSS

3.1.2.1. Modelul cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS

După cum a fost prezentat în capitolul 2, numeroase cercetări au prezentat consecințele negative la nivelul socio-uman al întreprinderii, fie că acestea sunt identificate din perspectiva managementul resurselor umane sau prin studii realizate din perspectiva ergonomiei, cu privire la condițiile de muncă datorate intervențiilor și a schimbărilor efectuate în timpul adoptării și implementării sistemului de fabricație lean, cu referire la filosofie, concept, metode și mijloace, sistem de management. Aceste intervenții conduc frecvent la creșterea cerințelor față de activitatea lucrătorilor, prin intensificarea ritmului și intensității muncii, creșterea volumului de muncă, a producției ce trebuie realizate, și intensificarea monitorizării și controlului asupra activităților și rezultatelor generate (Wilson, 2005; Nunes și Machado, 2007; Hasle ș.a., 2012). Toate aceste schimbări afectează sănătatea, securitatea și bunăstarea sau starea de bine a lucrătorilor, inducând nivele ridicate ale oboselii, stres, tensiuni și tulburări de comportament și comunicare, legate de activitatea la locul de muncă, degradând calitatea vieții profesionale a angajaților.

Cu toate acestea, există și studii care demonstrează impactul pozitiv al implementării lean asupra condițiilor de muncă, iar rezultatele acestora sunt dependente de contextul tehnic și organizațional al companiei/ilor ce au fost

supuse studiului (Hasle ș.a., 2012). Acest lucru ridică problema necesității unei abordări mai cuprinzătoare a procesului adoptării și implementării lean, care să includă preocuparea orientată spre latura socio-umană a întreprinderii (oamenii organizației), deoarece este așteptată și dorită o productivitate mai mare, dar cu resurse mai puține, ceea ce poate compromite bunăstarea și performanța lucrătorilor. În acest context, Fig. 3.2 prezintă necesitatea și motivarea demersului de concepție a modelului cadru care să faciliteze implementarea simultană a filosofiei ergonomică și LSS, pe baza observațiilor și constatărilor desprinse din studiul literaturii de specialitate, relativ săracă în resurse și dezvoltări consistente ale subiectului.

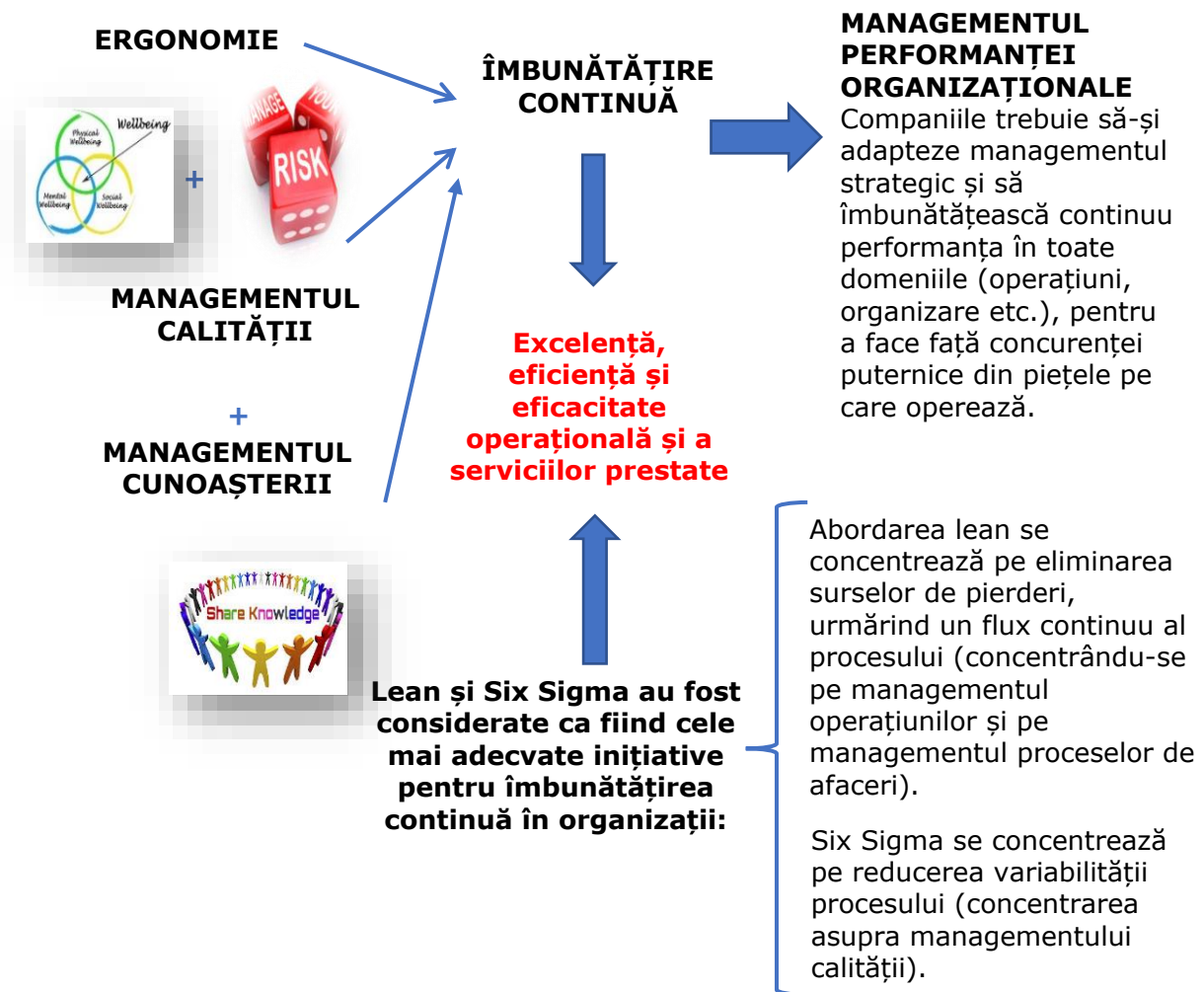


Fig. 3.2 Necesitatea și motivarea demersului de concepție a modelului cadru care să faciliteze implementarea simultană a filosofiei ergonomică și LSS

În principal, LSS este concentrată asupra *productivității externe* sau globale de la nivel organizațional, dar lasă practic ignorată¹⁹ *productivitatea internă*, cea de la nivel individual sau relativ la un grup de muncă, (Nunes ș.a., 2012; Monroe ș.a., 2012; Nunes, 2015; Hignett ș.a., 2015; Cherrafi ș.a., 2016; Botti ș.a., 2017; **Cirjaliu ș.a., 2019**). Productivitatea internă privește capacitatea lucrătorilor, a

¹⁹ Afirmat și de către practicieni, după cum este descris în Kelby Ergo Design, <https://www.kelbyergodesign.com/blog>

operatorilor umani de a produce un volum mai mare al producției, fără o creștere a riscurilor de accident sau erori în muncă, dar aceste aspecte intră sub incidența preocupărilor ergonomiei. În schimb, există cercetări și implementări practice care dovedesc că intervențiile ergonomice în întreprinderi pot duce la efecte negative asupra performanței producției, cum este demonstrat de (Caroly ș.a., 2010). Această dilemă este redată în Fig. 3.3.

În concluzie, o soluție ce maximizează performanța organizațională, dar care combină preocuparea pentru creșterea productivității interne cu obiectivul global al productivității externe este cea care impune necesitatea integrării abordărilor ergonomiei și LSS.

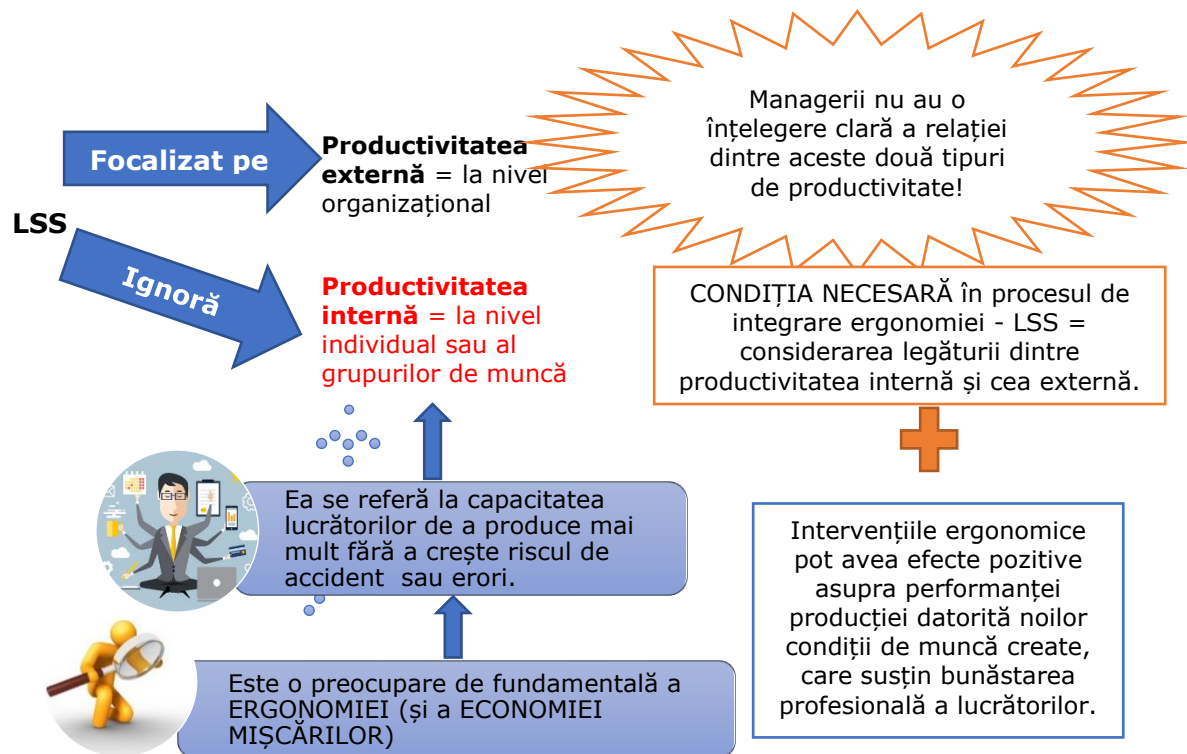


Fig. 3.3 Dilema managerilor – neînțelegerea conceptelor productivității interne și externe

Integrarea abordării ergonomice în activitățile de îmbunătățire continuă oferă o perspectivă suplimentară de recunoaștere a aspectelor ergonomice ale proceselor și locurilor de muncă, deci a unei dimensiuni complet noi a activităților de îmbunătățire (Wilson, 2005; Monroe ș.a., 2012; Cherrafi ș.a., 2016; Botti ș.a., 2017; **Cirjaliu** ș.a., 2019). În ciuda faptului că o căutare pe web poate identifica bloguri și companii de consultanță tehnică ce menționează acest subiect, cercetarea bibliografică realizată și prezentată în capitolul 2 a evidențiat puține abordări ale subiectului, lipsa dezvoltării cunoașterii și doar câteva cazuri de exploatare prin studii care să abordeze și să explice demersul în care integrarea principiilor și abordărilor ergonomiei și LSS poate fi realizată. Ca urmare, a fost creată baza de cunoștințe/cunoaștere (*knowledge pool*) necesară pentru elaborarea modelului cadru, după cum este prezentat în Fig. 3.4.

Pe baza cercetării bibliografice și a sintezei modului de utilizare a LSS prin intermediul ciclului DMAIC (sinteza prezentată în Fig. 1.19) au fost integrate acestuia opțiunile privind utilizarea cunoașterii ergonomice în fiecare fază.

- ✓ Abordarea cercetării propune integrarea principiilor și abordărilor ergonomiei și LSS (inclusiv managementul riscurilor și cel al sănătății și securității muncii).
- ✓ Acest lucru va asigura condițiile preliminare pentru crearea modelului cadru și a unui sistem suport decizional, care va facilita procesele de îmbunătățire continuă, simultan cu eliminarea stresului angajaților și creșterea productivității muncii.

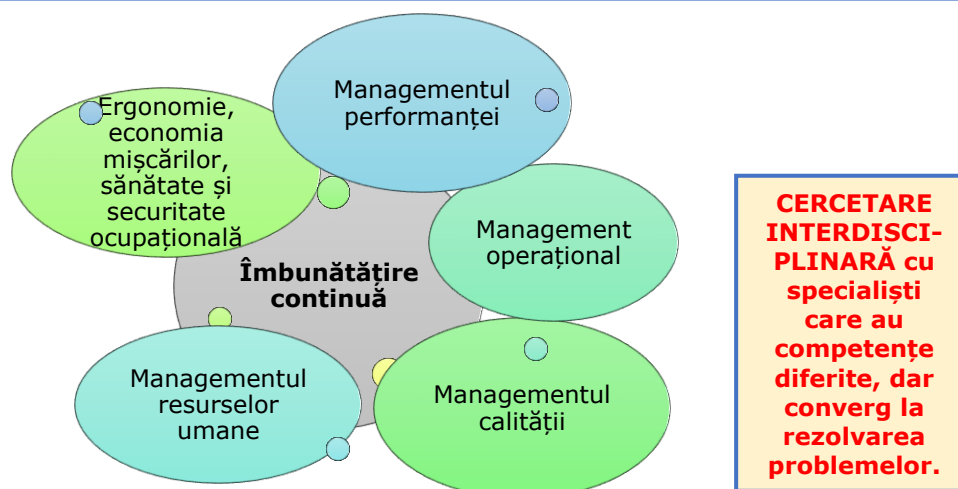


Fig. 3.4 Baza de cunoștințe/cunoaștere necesară pentru elaborarea modelului cadru

Rezultatul dezvoltării creative a acestei etape este prezentat în Tabelul 3.1. Astfel, s-a operaționalizat modul în care metodele și mijloacele ergonomice pot fi exploatate în cursul unui ciclu DMAIC.

Tabelul 3.1 Redefinirea metodologiei DMAIC prin considerarea aportului de cunoaștere al ergonomiei

DMAIC	Detalii privind intervenția cunoașterii ergonomice
Definire	Mijloacele ergonomice (chestionare, liste de verificare, interviuri, alte metode pentru investigarea solicitărilor și a riscurilor musculoscheletice și psihosociale) și date din înregistrările existente (statistici privind accidentele de muncă) sunt folosite pentru a caracteriza situația inițială a mediului/condițiilor de muncă și pentru a identifica noi oportunități de îmbunătățire.
Măsurare	Metodologiile ergonomice sunt folosite pentru a evalua starea metricilor privind performanța la începutul procesului de îmbunătățire. Aceste date vor fi comparate cu valorile indicatorilor de performanță de la sfârșitul procesului pentru a evalua rezultatele obținute.
Analiză	Instrumentele și metodologiile ergonomice sunt folosite pentru a identifica cauzele radicale care afectează mediul/condițiile de muncă. Aceste cauze radicale trebuie prioritizate și selectate pentru a fi eliminate în etapa ulterioară.
Îmbunătățire	Selecția și implementarea soluțiilor care elimină sau cel puțin atenuază efectul cauzelor radicale, includ metode și mijloace ergonomice care ajută la identificarea soluțiilor eficiente din punct de vedere al costurilor, testarea unor astfel de soluții (prin modelare CAD) și planificarea implementării.
Control	Pentru a susține rezultatele obținute pe parcursul procesului este nevoie de un proces de monitorizare și de formare continuă, care include metode și mijloace ergonomice, precum și intervenții de conștientizare (sensibilizare) a lucrătorilor.

Etapele DMAIC la care se adaugă metode și mijloace specifice de investigare ergonomică se pot combina și cu acțiuni de susținere din partea managementului resurselor umane, care au rolul de accelerare a procesului de îmbunătățire (**Cîrjaliu ș.a.**, 2019). După cum este menționat de (Snee, 2010), abordările de îmbunătățire presupun urmarea unor pași care se derulează de-a lungul aplicării metodologiei de îmbunătățire a proceselor, fiecare abordare fiind bazată pe rezultatele anterioare, păstrând aspectele eficiente și adăugând, de exemplu, noi concepte sau metode. Pe această idee s-a propus un cadru metodologic care să asigure integrarea ergonomiei și a LSS pe baza ciclului DMAIC, și care să fie susținută de activități adecvate de managementul cunoașterii în fiecare etapă (Fig. 3.5).

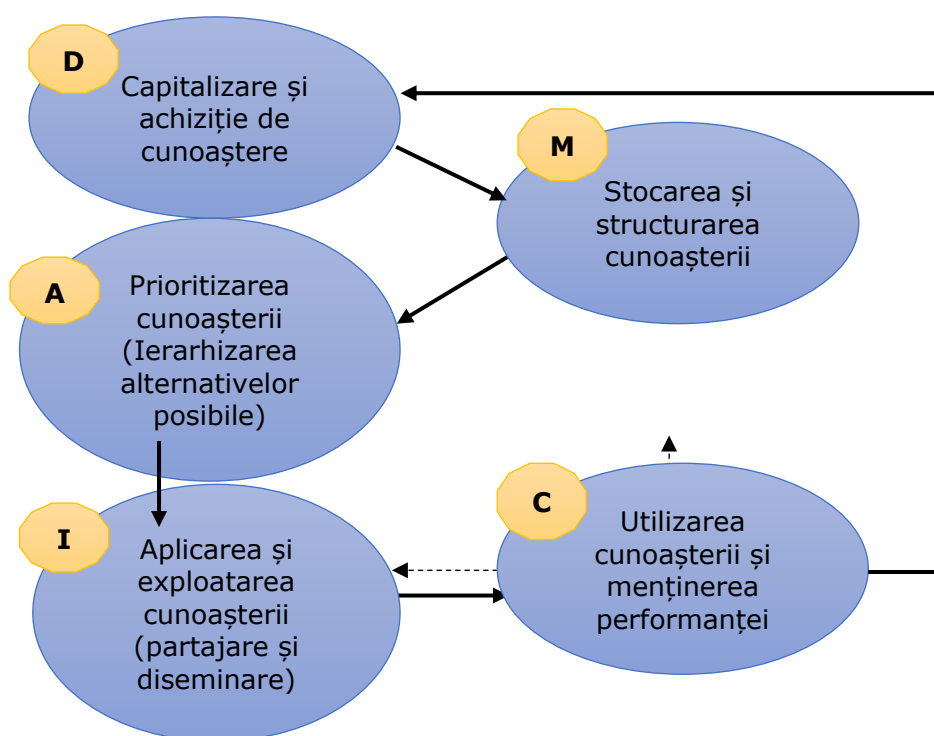


Fig. 3.5 Paralelismul DMAIC și a activităților de managementul cunoașterii

DMAIC este o metodologie adecvată prezentului demers, deoarece a fost generalizat ca un cadru global pentru îmbunătățirea procesului, prin extinderea cercetărilor din (Salah ș.a., 2010) și prezentarea unor rezultate concludente în (**Cîrjaliu ș.a.**, 2019). Această generalizare poate merge mai departe, spre o abordare integrată, care include principiile, metode și mijloace ergonomice, dar completate și susținute de politici ale managementului resurselor umane. În Fig. 3.6 se prezintă cadrul corespunzător.

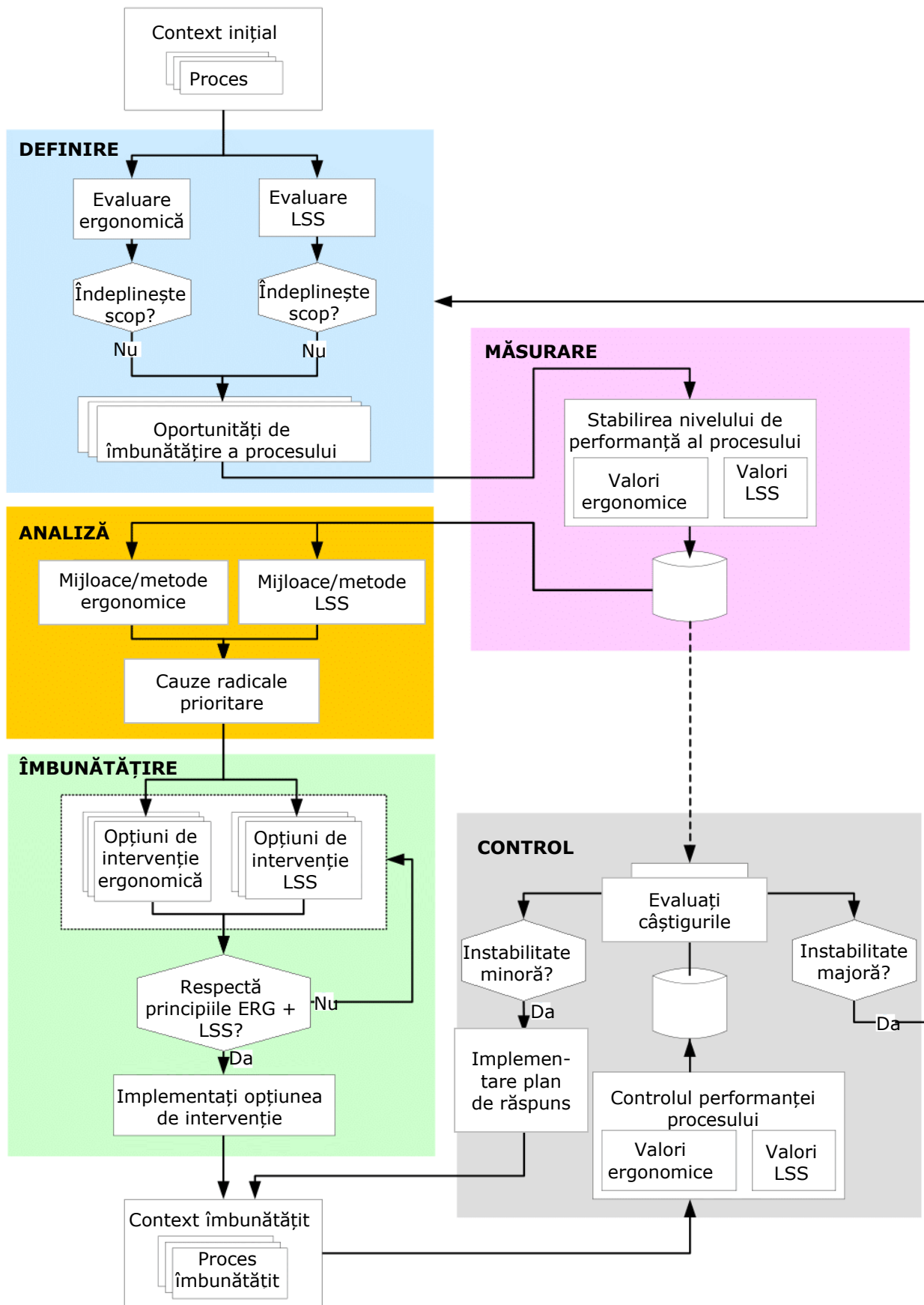


Fig. 3.6 Metodologia cadru de integrarea a abordărilor ergonomică și LSS (schema logică)

Valabilitatea acestui model cadru este susținută de câteva studii preliminare în domeniul îmbunătățirii continue, realizate inclusiv prin exploatarea cunoașterii ergonomiei și prin utilizarea ciclului DMAIC (Monroe ș.a, 2012; Nunes ș.a., 2015; Hignett ș.a., 2015; Freitas ș.a., 2015; Cherrafi ș.a., 2016; Amin ș.a., 2018). Pe lângă validarea cadrului, pe baza cunoștințelor empirice colectate în aceste studii este posibil să se concluzioneze că integrarea abordărilor ergonomică și LSS în inițiativele de îmbunătățire continuă este posibilă și benefică atât pentru procesul de producție, cât și pentru lucrători (cazul proceselor de la locuri de muncă individuale sau colective, îmbunătățiri zonale în cadrul sistemelor de producție).

Cadrul metodologic propus urmează și este inspirat de utilizarea ciclului DMAIC, la care se adaugă abordări, metode și mijloace ergonomice, după cum este prezentat în Tabelul 3.1. Utilitatea și modul de exploatare practică a demersului de cercetare propus va fi demonstrat prin cercetări experimentale care au ca scop testarea și validarea acestuia.

3.1.2.2. Arhitectura posibilă a unui sistem suport decizional

În vederea operaționalizării modelului cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS s-a propus un demers de concepție a unui sistem suport decizional care să faciliteze deciziile manageriale ce susțin demersul de îmbunătățire continuă în cadru sistemelor de fabricație. Arhitectura posibilă a unui astfel de sistem va fi prezentată doar din punct de vedere teoretic, ca o oportunitate teoretică și practică.

Astfel, obiectivul sistemului suport decizional, asociat modelului cadru prezentat anterior, este de a facilita decizia managerilor în activitățile necesare fiecărei etape a ciclului DMAIC. Sistemul conceput trebuie să permită alegerea și aplicarea metodelor și mijloacelor ce trebuie utilizate prin aplicarea abordării ergonomice, dar și a celor aferente paradigmei LSS, în implementarea cadrului integrat de îmbunătățire continuă prezentat anterior.

Funcțiile propuse pentru sistemul suport decizional se vor alinia fazelor ciclului DMAIC și vor sprijini sau vor îndruma managerii să identifice oportunitățile de îmbunătățire și să pună în aplicare parcursurile de acțiune recomandate. Sistemul efectuează activități de:

- colectare/achiziție de date, informații, cunoștințe;
- analiză și susținere a deciziilor, prin prezentarea unor alternative pe o scară sau nivel de detaliere, pe baza unui set de date, informații, cunoștințe relative la o anumită situație sau fenomen posibil a fi indus.

Toate această armonizare are scopul principal al etapei specifice a ciclului DMAIC de a sprijini evaluarea potențialului de îmbunătățire, de a identifica și de a implementa soluții de îmbunătățire sau de a monitoriza și de a reacționa la degradarea performanței procesului. Tabelul 3.2 oferă o imagine generică a unor astfel de funcționalități ale sistemului suport decizional, asociate cu fiecare fază a ciclului DMAIC.

Tabelul 3.2 Caracterizarea funcționalităților sistemului suport decizional (pentru îmbunătățire continuă) asociat ciclului DMAIC

Funcționalități ale sistemului suport decizional		Faza ciclului DMAIC				
		Definire	Măsură	Analiză	Îmbunătățire	Control
Nivel de detaliere	Mic / grosier	X				X
	Mare / detaliat		X	X	X	
Activitate	Colectarea datelor, informațiilor, cunoștințelor	X	X			X
	Analiza datelor, informațiilor, cunoștințelor	X		X		X
	Support decizional	X			X	X
Motivație	Evaluare	X				
	Îmbunătățire		X	X	X	
	Susținere					X

Soluția conceptuală a arhitecturii sistemului de suport decizional pentru îmbunătățire continuă asociat ciclului DMAIC este prezentată în Fig. 3.7.

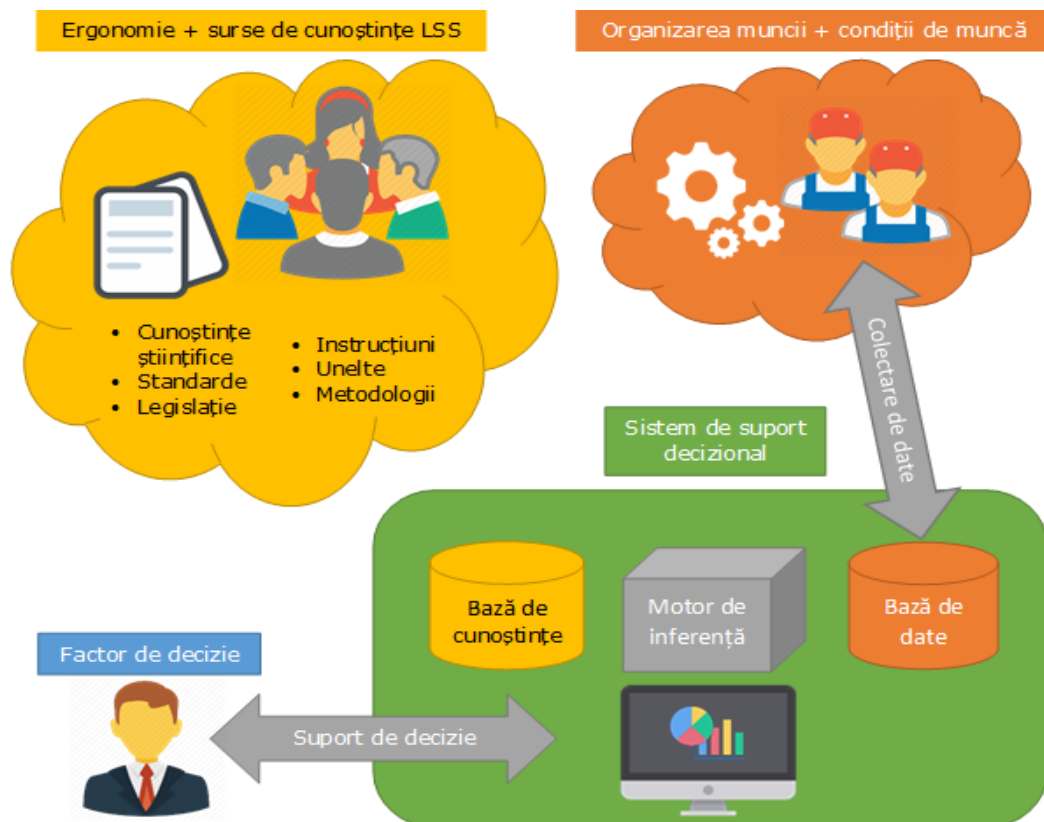


Fig. 3.7 Modelul conceptual al sistemului de suport decizional

După cum a fost arătat în analiza și sinteza bibliografică din scap. 1.3, LSS este o metodologie foarte puternică pentru îmbunătățirea continuă a proceselor și sistemelor de fabricație. Integrarea cunoașterii și a abordării ergonomice simultan cu implementarea LSS prezintă un potențial remarcabil de a obține câștiguri substanțiale în productivitate și de a îmbunătăți simultan condițiile de muncă ale lucrătorilor.

Un sistem suport decizional este conceput ca un sistem informatic dezvoltat pentru a sprijini o decizie specifică relativ la un proces de rezolvare a problemelor semi-structurate (Turban ș.a., 2010; Arnott și Pervan, 2016; Liu ș.a., 2017). Problemele semi-structurate sunt probleme care nu pot fi rezolvate cu o formulare matematică, logică sau prin proceduri standard de operare. Procesul de îmbunătățire continuă abordat prin integrarea ergonomiei și LSS este un exemplu de problemă semi-structurată. Scopul sistemului de suport decizional este acela de a atinge același nivel de precizie al unui expert uman în rezolvarea problemelor din domeniul specific de expertiză. În viziunea cercetării de față, sistemul suport decizional are o structură similară cu cea a unui sistem expert, fiind compus din:

- **Baza de date** - este memoria de lucru a sistemului suport decizional, unde sunt stocate datele problemei analizate;
- **Baza de cunoștințe** - conține cunoștințele de specialitate despre domeniul de expertiză;
- **Motorul de inferență** - oferă capacitatea de raționament a sistemului;
- **Interfață** - permite interacțiunea utilizatorului cu sistemul.

Principalele avantaje ale utilizării sistemului suport decizional sunt acelea că permite disponibilitatea cunoștințelor pentru fundamentarea procesului decizional, precum și transferul acestora în rezultate practice (efecte ale variantelor decizionale propuse). De fapt, utilizarea unui astfel de sistem permite non-specialiștilor să ia decizii de înaltă calitate în domeniul expertizei sistemului suport decizional, în cazul de față pentru integrarea abordărilor ergonomică și LSS în vederea identificării de soluții de îmbunătățire continuă, chiar și atunci când experții ergonomiști și în LSS (consulanți externi sau interni) nu sunt disponibili.

Datele și informațiile referitoare la procesele organizației, întreprinderii, fabricii supuse studiului de îmbunătățire trebuie colectate și stocate în *baza de date*. Aceasta cumulează toate detaliile aferente cunoașterii contextului studiului: documentația de definire a proceselor, istoricul derulării acestora, incidentele, îmbunătățirile anterioare etc.

În ceea ce privește *baza de cunoștințe*, aceasta trebuie inițializată prin capitalizarea de cunoștințe aferente domeniilor ergonomiei și LSS, care se realizează printr-un proces de achiziție de la experți și din surse explicite, de exemplu, crearea accesului la surse deschise, la baze de date sau biblioteci și depozite digitale. O discuție mai aprofundată asupra procesului de construire, dezvoltare și populare a bazei de cunoștințe este prezentată în (Soares și Rebelo, 2016; Correia ș.a., 2017).

Motorul de inferență este cel care va duce la implementarea și îndeplinirea funcțiilor modelului cadru prezentat în Fig. 3.7, interacționând cu utilizatorul sistemului suport decizional, prin intermediul *interfeței*. Acesta oferă asistență și orientare în etapele de colectare a datelor/informațiilor, analiză a datelor/informațiilor și furnizează rezultate și soluții (suport și îndrumare) cu privire la proces de îmbunătățire continuă. Datorită limitărilor privind extinderea acestei cercetări în direcția creării efective a sistemului suport decizional nu este posibilă discutarea detaliilor privind raționamentul procesului pentru concepția

motorului de inferență. Cu toate acestea, s-a observat că astfel de raționament se poate baza pe reguli fuzzy IF-THEN sau pe alte abordări euristice. Exemple și discuții despre posibilitatea unei abordări de inteligență artificială în construcția motorului de inferență au fost identificate în (Nunes, 2009).

Un exemplu de regulă care poate fi folosit în faza de *Îmbunătățire* pentru a identifica opțiunile posibile, luând în considerare cauzele radicale identificate în faza *Analiză* pot fi următoarele, după (Nunes, 2015; Hignett ș.a., 2015; Cherrafi ș.a., 2016; Amin ș.a., 2018)):

$$\text{Dacă, } cauze_{1j} \text{ SAU } \dots \text{ SAU } cauze_{mj} \\ \text{ATUNCI } recomandare_j \quad (3.1)$$

unde $cauze_{ij}$ - corespunde cauzei i aferentă procesului j

- $recomandare_j$ corespunde setului de soluții alternative de implementat pentru îmbunătățirea procesului j .

De reținut este faptul că tipologia cauzelor (regulilor privind condițiile) și opțiunile de răspuns (regulilor privind concluziile) trebuie să fie obținute în faza de achiziție a cunoștințelor, aferentă dezvoltării sistemului suport decizional. Utilizarea logicii fuzzy permite combinarea datelor cantitative și calitative și generarea mai ușoară a clasificării concluziilor, a variantelor decizionale, oferind un mijloc coerent de a prioritiza opțiunile, conform celor susținute și de (Nunes, 2012).

3.1.3. Concluzii privind cercetările teoretice

Cercetările bibliografice prezentate în capitolele 1 și 2 au constituit baza de cunoștințe aferentă domeniilor ergonomiei și fabricației lean (cu referire la îmbunătățirea continuă și LSS), care a permis dezvoltarea modelului cadru de integrare a celor două abordări. De asemenea, contextul particular al dezvoltării teoretice a fost argumentat de noi aspecte relevante, cum sunt:

- recunoașterea importanței și eficienței metodei LSS în demersul de îmbunătățire continuă;
- asocierea LSS cu strategia de afaceri, datorită implicațiilor sale practice; carențele de cunoaștere și aplicare a abordării ergonomice în LSS sau de integrare a acestora ca rezultate de cercetare în literatura de specialitate (lipsa unui demers fezabil, eficient și eficace);
- identificarea unor cercetări discrete ce susțin ideea integrării celor două domenii de știință (ergonomie și LSS aferentă managementului performant al proceselor de fabricație).

Astfel, cercetările teoretice și experimentale au condus la elaborarea:

1. Modelului cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS;
2. Arhitecturii posibile a unui sistem suport decizional care să faciliteze activitatea de implementare a modelului cadru.

Modelul cadru privind integrarea abordărilor ergonomică și LSS are la bază ciclul DMAIC (Fig. 3.6). Cadru propus se asociază procedurilor, metodelor și mijloacelor LSS utilizate în fiecare fază a ciclului DMAIC, dar care au fost combinate cu un demers ergonomic, incluzând metode și mijloace menite să diminueze sau să elimine dezavantajele și aspectele negative ce se manifestă asupra operatorilor umani, atunci când se abordează și se implementează modul de organizare lean.

De asemenea, a fost prezentată o posibilă arhitectură a unui sistem suport decizional care dacă ar fi dezvoltat ar ajuta/asista decidenții mai puțin experimentați în domeniile ergonomiei și LSS în luarea deciziilor în cazul execuției procesului integrat aferent modelului cadru, prin facilitarea disponibilității cunoștințelor, a cunoașterii ergonomice și de îmbunătățire continuă, aferent LSS și descrierea unor variante decizionale, inclusiv a implicațiilor lor. Trebuie menționat faptul că acest sistem de suport decizional este util atât experților în perfecționarea lor continuă, datorită conținutului propus al bazei de cunoștințe și al bazei de date aferentă contextului, cât și managerilor IMM-urilor, care ar putea avea la dispoziție cunoașterea necesară pentru aplicarea modelului cadru în îmbunătățirea continuă a proceselor, cunoaștere care de obicei lipsește sau este extrem de dispersă și scumpă în cazul achiziției.

3.2. Cercetări experimentale privind testarea și validarea parțială a modelului cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS

Prezentul subcapitol este dedicat prezentării cercetărilor experimentale realizate pentru testarea și validarea modelului cadru de integrare a principiilor și abordărilor ergonomiei și LSS, în vederea definirii unui cadru de acțiune integrat pentru îmbunătățirea continuă. Astfel, de interes pentru cercetarea de față este modalitatea de exploatare a cunoașterii și a demersului propus de integrare a cunoștințelor, inclusiv a metodelor și mijloacelor aferente celor două domenii științifice, pentru susținerea proceselor de îmbunătățire continuă în practica unei organizații din economia reală. Structura logică a demersului de cercetare adoptat este prezentată prin harta conceptuală din Fig. 3.8.

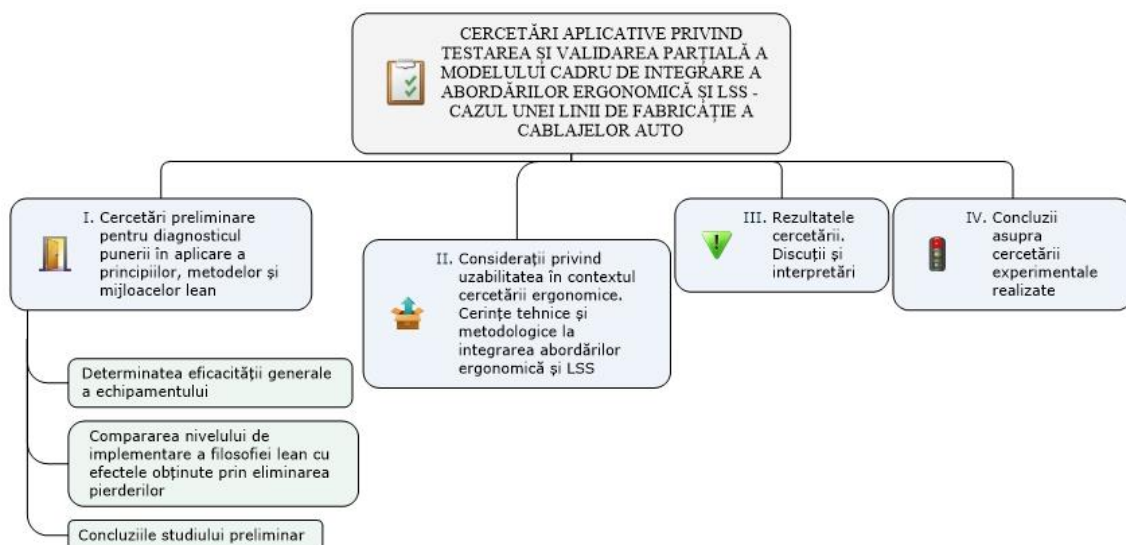


Fig. 3.8 Harta conceptuală a problematicei subcapitolului 3.2

Obiectivul operațional aferent cercetărilor din acest subcapitol este: **OP3.2 Testarea și validarea parțială a modelului cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS, relativ la o implementare de îmbunătățire continuă.**

Demersul de cercetare descris a fost parțial valorificat în publicarea a două lucrări științifice (Drăghici ș.a., 2016; Cirjaliu ș.a., 2019). Contextul normativ al cercetărilor experimentale realizate se referă la o modalitate de exploatare a

standardelor ISO 9241-11²⁰ și ISO 13407²¹ în cadrul demersului propus de îmbunătățire continuă. Acestea sunt recunoscute ca standarde importante legate de *utilizabilitate* (capacitatea unui sistem sau proces de a fi utilizat în condiții ergonomice de către operatorii umani, care poate fi asociat unui atribut calitativ referitor la ușurința cu care poate fi folosit un lucru). ISO 9241-11 sugerează că măsurile de utilizabilitate ar trebui să acopere:

- eficacitatea - abilitatea utilizatorilor de a-și îndeplini sarcinile folosind sistemul și calitatea rezultatelor acelor sarcini;
- eficiența - nivelul resurselor consumate în executarea sarcinilor;
- satisfacția utilizatorilor - percepția subiectivă, atunci când se utilizează produsul, procesul sau sistemul.

Pe baza acestor cunoștințe de bază privind conceptul de utilizabilitate, în prezentul studiu se va descrie o modalitate de personalizare a modelului cadru propus prin intermediul folosirii unor metode și mijloace specifice (științifice sau de reglementare) pentru evaluările globale ale intervențiilor ergonomice în cazul unui sistem de fabricație lean, în vederea identificării unor soluții de îmbunătățire continuă. Scenariul de cercetare asociat studiului realizat este cel impus de modelul cadru descris în scap. 3.1.2.1, iar în vederea operaționalizării modului de realizare a îmbunătățirilor a fost dezvoltat un chestionar ce a fost apoi aplicat operatorilor umani. Astfel, s-a evaluat eficiența intervențiilor ergonomice, în termenii impuși de utilizabilitate.

Totodată, rezultatele cercetării experimentale demonstrează fezabilitatea modelului cadru și a abordării propuse. Din perspectiva rezultatelor cercetării experimentale, metoda definită ar putea fi văzută ca o **îmbunătățire ergonomică continuă** și este corelată cu testarea și validarea parțială a modelului cadru conceput doar pentru fazele D - Definiere, M - Măsurare și A - Analiză.

3.2.1. Cercetări preliminare pentru diagnosticul punerii în aplicare a principiilor, metodelor și mijloacelor lean

Studiul a fost realizat în perioada decembrie 2015 - martie 2016, într-o întreprindere de dimensiuni mijlocii din domeniul auto, care este un angajator semnificativ pe piața locală din Regiunea de Vest a României. Linia de fabricație a cablajelor are în componența sa 300 de angajați ce lucrează în trei schimburi și care își îndeplinesc sarcinile pe 76 de posturi de lucru diferite, aferente procesului de asamblare a produsului. Datorită diversității produselor de tip cablaje, ce se datorează satisfacerii nevoilor diferiților clienți, procesul de fabricație, considerat unul avansat pentru domeniu și implementarea filosofiei lean, a condus la rezultate de îmbunătățire foarte bune. Totuși, managementul liniei de fabricație și al secției de producție au constatat unele deficiențe în organizare și au conștientizat că există posibilitatea de a realiza noi îmbunătățiri.

Începând cu anul 2013, punerea în aplicare a conceptului lean în cadrul companiei a condus la eliminarea pierderilor, a operațiunilor și procedurilor inutile, în timp ce calitatea produselor realizate s-a îmbunătățit, iar pierderile datorate non-calității au avut o scădere dramatică, ceea ce a condus la o creștere substanțială a satisfacției clienților. În ciuda implementării a numeroase metode

²⁰ ISO 9241-11 (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11 Guidance on usability.

²¹ ISO/IEC. 13407 (1999). Human-Centred Design Processes for Interactive Systems

și mijloace aferente fabricației lean, obiectivele asumate de managementul fabricii nu au fost atinse în întregime (la nivelul anului 2015, date disponibile la 31 martie 2016), deși implementările realizate ar fi trebuit să conducă la o îmbunătățire substanțială a situației financiare a companiei și implicit la o creștere a pieței și a competitivității. Cu toate acestea, unele investiții realizate de companie nu au fost rezultatul implementării conceptului lean. De exemplu, întreprinderea a achiziționat o linie de roboți și a construit o nouă hală de producție înainte de adoptarea și implementarea completă a fabricației lean.

Concurența pe piața produselor de tip cablaje auto este foarte mare, deoarece numeroase companii oferă o gamă asemănătoare de produse. Prin urmare, compania în cadrul căreia s-a realizat cercetarea dorește să-și mărească eficiența producției și să producă mai multe produse de calitate superioară, cu mai puține investiții în domeniul resurselor umane sau în domeniul implementării unor mijloace complexe de utilizare a timpului și spațiului. Pentru a monitoriza activitatea zilnică a utilajelor, frecvența defecțiunilor și calitatea produselor finale, s-a utilizat indicatorul eficacitatea generală a echipamentului (*Overall Equipment Effectiveness*, OEE). Valorile acestui indicator și implicațiile sale pentru îmbunătățirea proceselor de la fabrica de cablaje vor fi aspecte dezbătute în continuare.

3.2.2.1. Determinarea eficacității generale a echipamentului

Indicatorul eficacității generale a echipamentului (OEE) măsoară procentul din timp planificat de producție în care echipamentele sunt în funcțiune potrivit obiectivelor de fabricație stabilite, timp în care acestea sunt cu adevărat productive. OEE este considerat un indicator (metrică) relevant(ă) a sistemelor de fabricație lean, util atât ca referință, cât și ca bază de raportare pentru cazul unei analize dinamice. Astfel:

- ca referință, acesta poate fi utilizat pentru a compara performanța unui activ al producției (echipament) cu standardele din industria respectivă, cu active similare interne sau cu rezultate pentru diferite schimburi care lucrează asupra aceluiași activ;
- ca bază de raportare, acesta poate fi utilizat pentru a urmări progresul în timp în eliminarea pierderilor, a deșeurilor, în cazul exploatării unui anumit activ de producție.

Din perspectiva OEE ca referință, valoarea indicatorului și semnificația sa este determinată de managementul timpului de folosire și mentenanță a utilajelor sau echipamentelor (Fig. 3.9), astfel:

- $OEE = 100\%$ - este o producție perfectă, ce presupune fabricarea doar a unor produse conforme, într-un timp cât mai scurt posibil, fără pierderi și întreruperi – situație ideală (în realitate este o tendință);
- $OEE \geq 85\%$ – producția este considerată de clasă mondială (*world class*), situația fiind întâlnită rar în practică. Pentru numeroase companii acesta este considerat un obiectiv adecvat pe termen lung (această valoare a fost considerată ca obiectiv și în cazul fabricii de cablaje auto studiată);
- $85\% \geq OEE \geq 60\%$ reflectă situația unei producții tipic întâlnite pentru majoritatea producătorilor din piață și care indică faptul că există oportunități majore pentru îmbunătățirea proceselor;
- $60\% \geq OEE \geq 40\%$ și $OEE \leq 40\%$ – situația exploatării echipamentelor este total inadecvată, neobișnuită pentru companiile producătoare, dar care este înregistrată în perioadele de adoptare-implementare a filosofiei lean, la

debutul perioadei de îmbunătățire a performanțelor de fabricație. Este un scor redus, și în majoritatea cazurilor poate fi ușor îmbunătățit prin implementarea unor măsuri simple relative la modul de gospodărire a timpului de funcționare a utilajelor, de exemplu prin identificarea și eliminarea motivelor de oprire și prin abordarea celor mai mari surse de timp de nefuncționare.

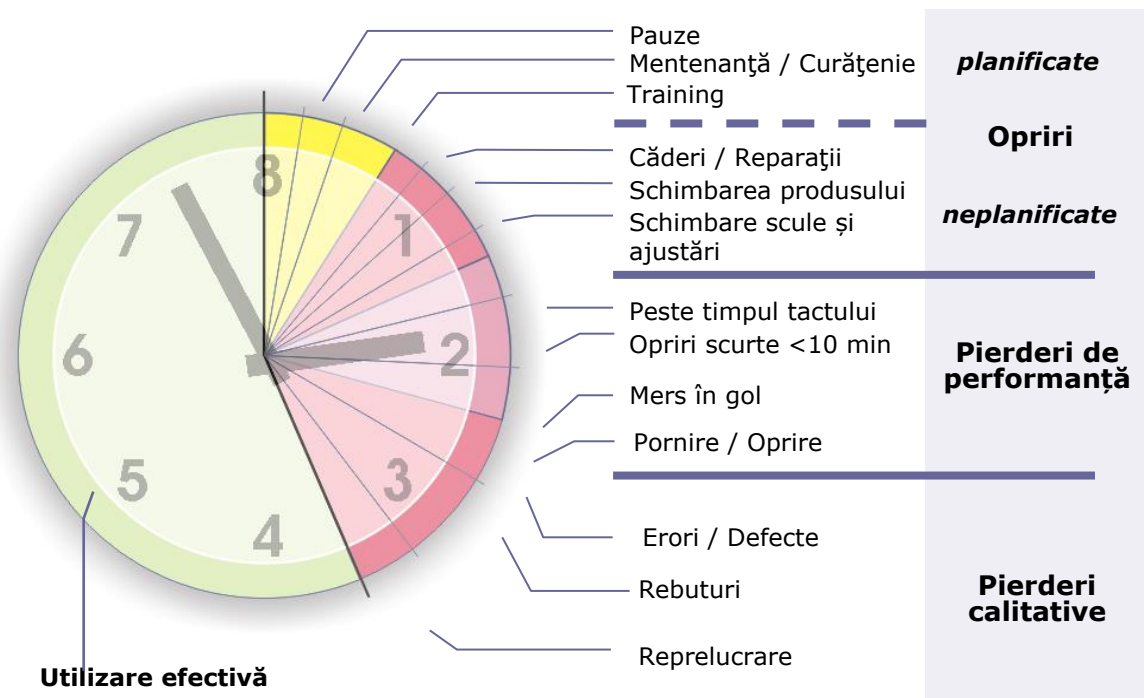


Fig. 3.9 Tipuri de pierderi în funcționarea și mentenanța echipamentelor²²

Metodologia de calcul al indicatorului OEE și factorii ce pot determina îmbunătățirea sau înrăutățirea valorilor sale sunt prezentate în Fig. 3.10. Pe baza acestor considerente, în practica organizațiilor se utilizează relațiile (3.2, 3.3, 3.4) pentru a determina ratele disponibilității, performanței și calității, care mai apoi permit determinarea indicatorului OEE, după cum este demonstrat de relația (3.5).

$$\begin{aligned} \text{Rata disponibilității} &= \text{Timp disponibil} / \text{Timp total} = \\ &= (\text{Timp total} - \text{Pierderi de disponibilitate}) / \text{Timp total} \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$\begin{aligned} \text{Rata calității} &= \text{Timp efectiv} / \text{Timp productiv} = \\ &= (\text{Timp productiv} - \text{Pierderi de calitate}) / \text{Timp disponibil} \end{aligned} \quad (3.3)$$

$$\begin{aligned} \text{Rata performanței} &= \text{Timp productiv} / \text{Timp disponibil} = \\ &= (\text{Timp disponibil} - \text{pierderi de performanță}) / \text{Timp disponibil} \end{aligned} \quad (3.4)$$

$$\text{OEE}(\%) = \text{Rata disponibilității}(\%) \times \text{Rata performanței}(\%) \times \text{Rata calității}(\%) \quad (3.5)$$

²² Adaptat după OEE (Overall Equipment Effectiveness) (2011-2019), disponibil la: <https://www.leanproduction.com/oee.html>

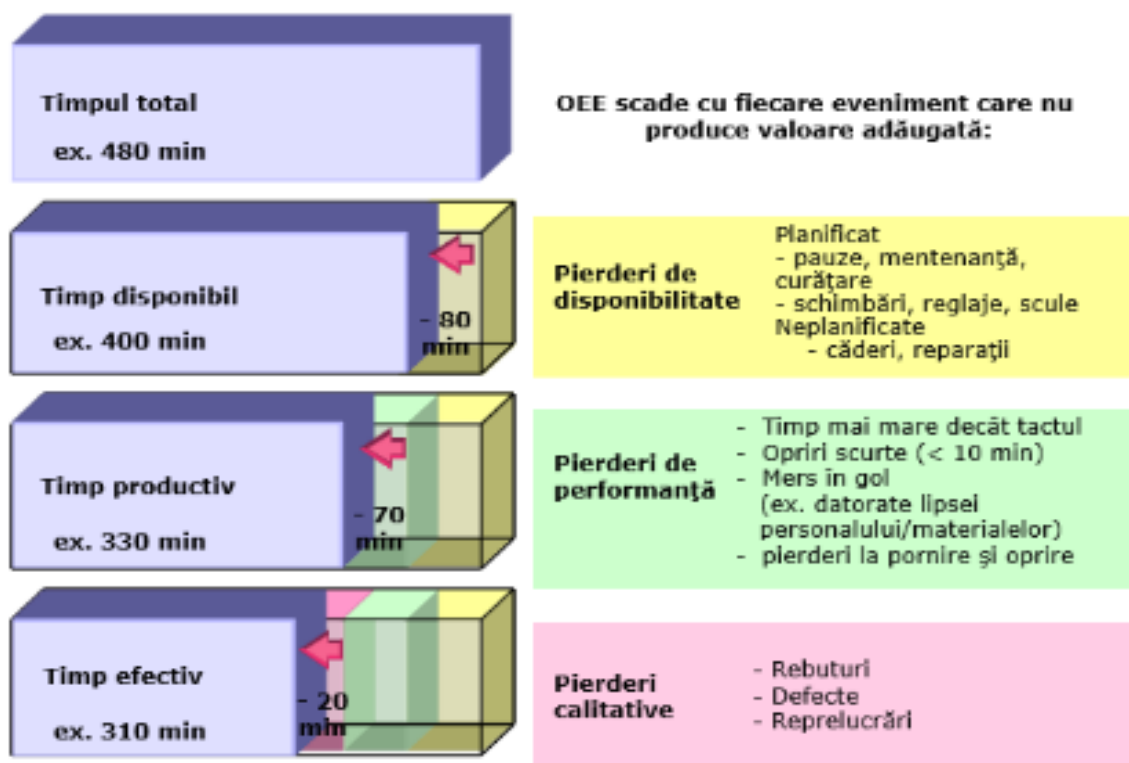


Fig. 3.10 Schema de calcul a OEE

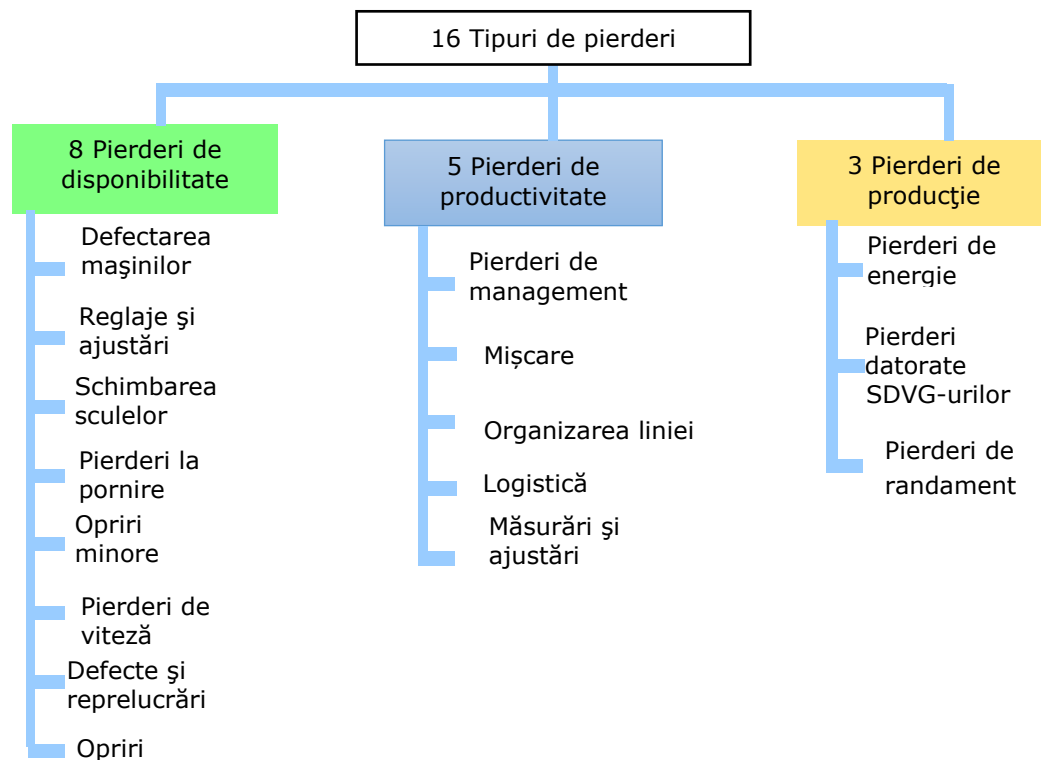
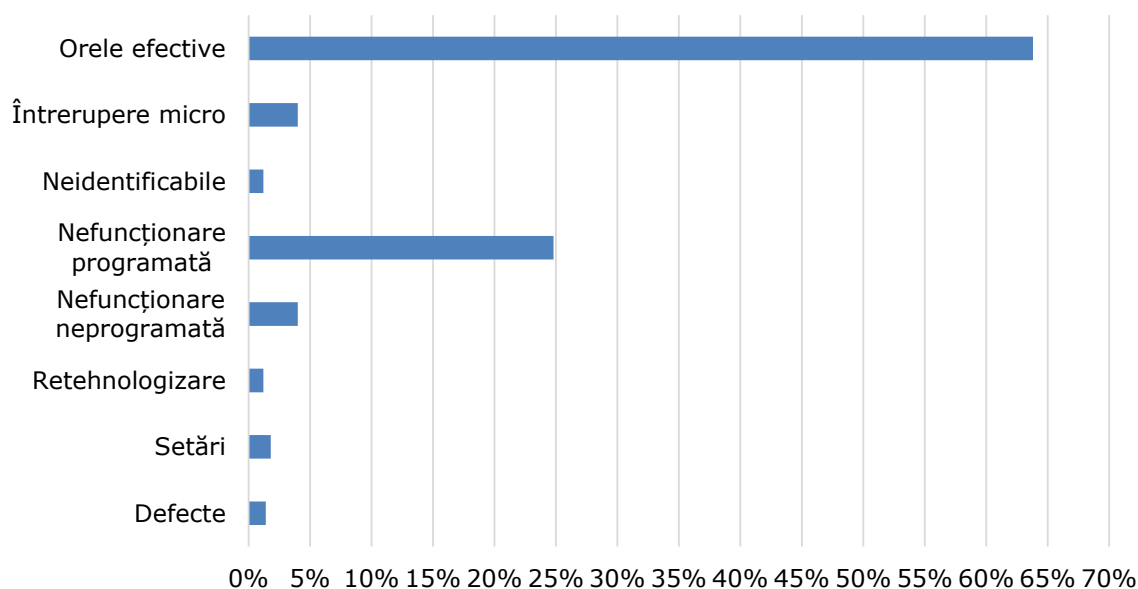


Fig. 3.11 Baza de cunoștințe privind pierderile (adaptată pe baza documentației și a observațiilor din fabrică)

Ca urmare a documentării în cadrul fabricii de cablaje auto s-a putut realiza un inventar al pierderilor (cu identificarea a 16 tipuri, Fig. 3.11) ce pot apărea în adoptarea-implementarea filosofiei lean, ceea ce a condus la completarea aspectelor de natură teoretică cu cele de natură practică (prin studiul OEE și prin practicarea *go-to-gemba*) și crearea unei baze detaliate de cunoștințe pentru elaborarea măsurilor de îmbunătățire continuă.

Din punct de vedere al cercetării experimentale realizate, calculele efectuate pe baza datelor furnizate de întreprindere sunt prezentate în Fig. 3.12. Indicatorul OEE s-a calculat cu formula generică (3.5.)



Munca: munca efectivă, micro-întreruperile și timpul neidentificat

Disponibilitate	92,84%	Performanță	75,63%	Calitate	97,63%	OEE	66,79%
-----------------	--------	-------------	--------	----------	--------	-----	--------

Indicii = suma % pentru mașini / la numărul lor

Fig. 3.12 Valorile indicatorului OEE generate pe baza documentației de la companie

După cum se poate observa *Disponibilitatea* și *Calitatea* echipamentelor se situează la un nivel foarte ridicat, dar cu toate acestea indicatorul relativ la *Performanță* necesită o îmbunătățire. Valoarea indicatorului OEE (66.79%) este mult mai scăzută decât nivelul așteptat (85%), chiar dacă pierderile reprezintă o parte firească în orice context de realizare a proceselor de producție. Ca urmare se impun cercetări aprofundate asupra proceselor de producție.

3.2.2.2. Compararea nivelului de implementare a filosofiei lean cu efectele obținute prin eliminarea pierderilor

Cercetarea preliminară a vizat evaluarea gradului de implementare a filosofiei lean, prin măsurarea performanței măsurilor implementate. Astfel, în cadrul companiei s-au realizat o serie de observații (*go-to-gemba*) și a fost aplicat un interviu structurat (gestionat de cercetător ca o serie de discuții informale pentru colectarea datelor primare) pentru angajații (operatori umani și supervizori) de pe linia de asamblare a cablajelor. **Obiectivul general al investigațiilor a fost de a determina conștientizarea modului de acțiune a conceptului și filosofiei lean și inventarierea modalităților de eliminare a**

pierderilor. Pentru fiecare metodă și mijloc lean a fost semnalată o posibilă eliminare particulară a tipurilor de pierderi. Indiferent de acestea, în timpul implementării conceptului lean întreprinderea a indicat o capacitate scăzută privind eliminarea sau diminuarea pierderilor și, ca urmare, acest aspect a fost considerat relevant și a fost studiat în continuare.

În cadrul interviurilor derulate, pierderile au fost indicate ca eliminate 100%, neeliminate (0%) și doar parțial eliminate pentru o rată de răspuns de 50%, această scală conducând la simplificarea modului de colectare a opiniilor respondenților. După calculul procentelor de răspuns cumulat pe cele 7 tipuri consacrate de pierderi investigate s-a ajuns la obținerea rezultatelor și reprezentarea lor grafică (Fig. 3.13). Reprezentarea a ținut cont doar de metodele și mijloacele prezente în practica întreprinderii.

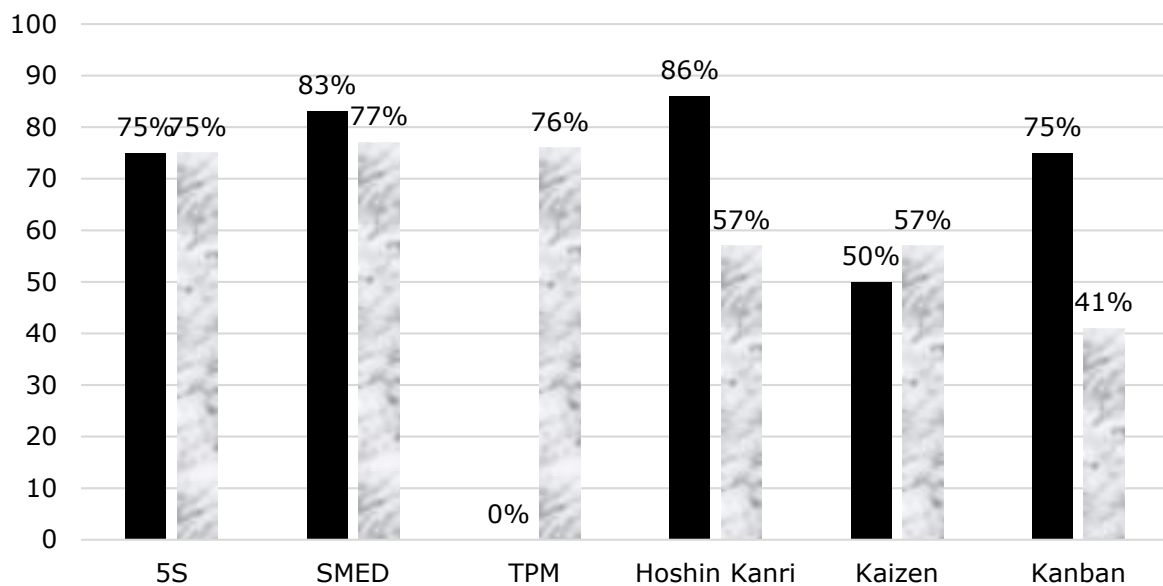


Fig. 3.13 Compararea nivelului de implementare al mijloacelor lean (bare marmorate) cu efectele obținute prin eliminarea pierderilor (bare negre)

Analiza întreprinderii a permis demonstrarea faptului că mijloacele și metodele lean implementate nu elimină anumite pierderi (sau mai precis toate pierderile) așa cum s-a presupus în stadiul inițial, al planificării implementării. De asemenea, s-a arătat că planul de implementare a anumitor metode și mijloace nu se aplică complet în practică, ci îmbracă anumite forme particulare datorate constrângerilor existente (de timp, spațiu sau resurse) în organizarea proceselor. Compararea rezultatelor obținute privitor la efectele eliminării pierderilor (care au fost asumate de companie) și nivelul procentual al implementării anumitor metode și mijloace lean (Fig. 3.13) a permis evidențierea nivelului de implementare determinat individual pentru cele 6 metode, și care nu influențează eliminarea pierderilor specifice. De exemplu, în ciuda unui nivel ridicat de implementare al mentenanței total productive (TPM, 76%), efectele eliminării pierderilor nu au fost realizate la cote minime impuse (în realitate valoarea acestora este 0%). O situație similară a fost identificată pentru Kaizen, însă discrepanța nu este atât de semnificativă (implementare 57% și eliminare pierderi 50%).

3.2.2.3. Concluziile studiului preliminar

Probabil, cauza „funcționării” nesatisfăcătoare a metodelor și mijloacelor lean nu ar trebui să fie atribuită doar contextului local al implementării lor, dar și altor factori, cum sunt: lipsa unei baze solide de cunoștințe pentru punerea în aplicare a filosofiei lean și lipsa unei culturi a schimbării și îmbunătățirii continue. Este posibil ca angajații companiei să nu „funcționeze” ca o echipă, să nu aibă un sentiment puternic de apartenență la întreprindere, la obiectivele și cultura acesteia, și astfel aceștia nu se identifică cu problemele și nevoile organizației, existând o barieră psihosocială (comportamentală și de comunicare, cel mai vizibil) între ei și management (echipa, managerii de la toate nivelele ierarhice). Totodată, cunoștințele operatorilor umani despre lean pot fi, de asemenea, foarte limitate. În plus, este probabil (s-a observat) că operatorii umani au o lipsă în cunoașterea scopurilor, principiilor și efectelor de bază care pot fi obținute cu ajutorul principiilor, a metodelor și mijloacelor lean, dar pe de altă parte, situația poate fi generată din abordarea deficitară a managementului relativ la implementarea filosofiei lean la nivelul proceselor de producție, avantajele implementării fiind percepute doar ca o modalitate de reducere a costurilor de operare.

În concluzie, diagnosticul preliminar realizat la întreprinderea de cablaje auto a scos în evidență că punerea în aplicare a filosofiei lean nu ar trebui să introducă numai metode și tehnici lean, dar și idei și sisteme de management complet diferite. Eliminarea pierderilor din fluxul de valoare creează procese ce reclamă un efort uman mai mic în realizare, conduce la diminuarea spațiului necesar amplasării obiectelor aferente sistemului de producție (mijloace de muncă, obiectele muncii, elementele de logistică internă, inclusiv spații de stocare-depozitare), reducerea substanțială a capitalului de lucru și a timpului necesar pentru realizarea fluxului de producție, dar și serviciilor industriale asociate, toate la costuri mai mici și cu mai puține pierderi.

În studiul de față, indicatorul de eficacitate generală a echipamentului (OEE) a fost folosit pentru a creiona o imagine cât mai exactă a procesului de fabricație lean, considerând și analiza comparativă a nivelului de implementare a metodelor și mijloacelor lean cu efectele înregistrate în termenii reducerii și eliminării pierderilor asociate acestora. De remarcat este că rezultatele analizei efectelor înregistrate pentru eliminarea pierderilor în cazul companiei de fabricare a cablajelor auto și nivelul procentual al implementării anumitor instrumente a demonstrat numeroase diferențe, ce au drept cauze modalitatea efectivă de adoptare și implementare a respectivelor metode, dar și de contextul organizațional specific. Ca urmare, cercetarea a evidențiat că nivelul de punere în aplicare a anumitor metode și mijloace lean nu presupune în mod obligatoriu eliminarea anumitor tipuri de pierderi.

Principala omisiune în demersul de abordare și implementare a principiilor fabricației lean a fost legată de tratarea și soluționarea numeroaselor probleme invocate de resursele umane în timpul schimbărilor, dar și în exploatarea efectivă a noilor condiții ale sistemului de fabricație. Aceste considerente au motivat continuarea cercetărilor și identificarea unor noi căi de îmbunătățire a proceselor și mediului de muncă. Astfel, s-a estimat că baza de cunoaștere ergonomică ar trebui integrată în demersul de implementare lean pentru a rezolva neînțelegerile sau contradicțiile între aspectele teoretice relative la filosofia lean și implementarea propriu-zisă care este determinată de contextul întreprinderii. Un astfel de demers nu a fost încă adoptat de companie. Ca urmare, în subcapitolele

următoare vor fi prezentate considerentele de ordin metodologic aferente ergonomiei, ce au stat la baza dezvoltării cercetărilor experimentale la întreprinderea de cablaje auto.

3.2.2. Considerații privind utilizabilitatea în contextul cercetării ergonomice

Conceptul de utilizabilitate a evoluat în cadrul studiilor de optimizare a sistemului de om-mașină-mediul și a fost intens dezbătut în special pentru interfața sistemului tehnic cu utilizatorii umani, rezultatul fiind adesea obținut ca urmare a unui demers al concepției centrate pe utilizator (Nielsen, 1993; Karwowski, 2006). Utilizabilitatea este un concept „despre capacitatea de învățare, eficiență, memorabilitate, erori și satisfacție” (Nielsen, 1993). Definiția de mai sus, prezentată în cea mai citată lucrare științifică despre concept, se referă în plus la eficiența utilizării în limite normale și a satisfacției operatorilor în utilizarea facilităților create la locul de muncă, la capacitatea de învățare în utilizarea timpurie a acestor facilități, al memorabilității ce intervine după o perioadă de întrerupere în utilizarea metodelor și mijloacelor de muncă și la aspectele legate de erorile din timpul utilizării, pentru a evita consecințele nedorite (omisiuni, întreruperi, incidente, accidente de muncă etc.).

Seriile standardelor ISO 9241 și ISO 13407 sunt importante, ele fiind în legătură cu gradul de utilizare al sistemului tehnic și utilizabilitatea: prima (partea 11) oferă definiția utilizabilității, iar cea de-a doua prevede orientări pentru concepția acesteia (Nielsen, 1993; Drăghici ș.a., 2016; **Cirjaliu** ș.a., 2019). Conform ISO 9241-11, gradul de utilizare este considerat „măsura în care un produs poate fi utilizat de către operatorii umani pentru a atinge obiectivele specificate și cu eficiență, eficiență și satisfacție maxime, într-un context specific de utilizare”. Acestea sunt considerate principalele dimensiuni ale utilizabilității (Nielsen, 1993; Drăghici ș.a., 2016).

Abordarea standardizată a conceptului utilizabilității ia în considerare interesele operatorilor umani, dar și pe cele manageriale, rezultate din îndeplinirea cerințelor afacerii: eficacitatea presupune succes în atingerea obiectivelor, eficiența este dependentă de principiile, filosofia lean aplicate în sistemul de fabricație și înseamnă eliminarea pierderilor de resurse, inclusiv timpul, iar satisfacția operatorilor este dependentă de disponibilitatea (abilități și competențe profesionale) acestora de a folosi sistemul (aflat în stare funcțională perfectă).

Fig. 3.14 prezintă principalele aspecte care trebuie luate în considerare atunci când se elaborează un demers de analiză și evaluare a utilizabilității, corelat cu prevederile standardului ISO 9241-11 și cu fazele DMAIC corespunzătoare modelului cadru propus, împreună cu beneficiile acesteia.

În contextul cercetării de față, s-a introdus un aspect original al modului de utilizare al standardului ISO 9241-11, prin aceea că perspectiva inițială a acestuia cu referire strictă la relația om-mașină a fost extinsă pentru produse, servicii, procese și sisteme.

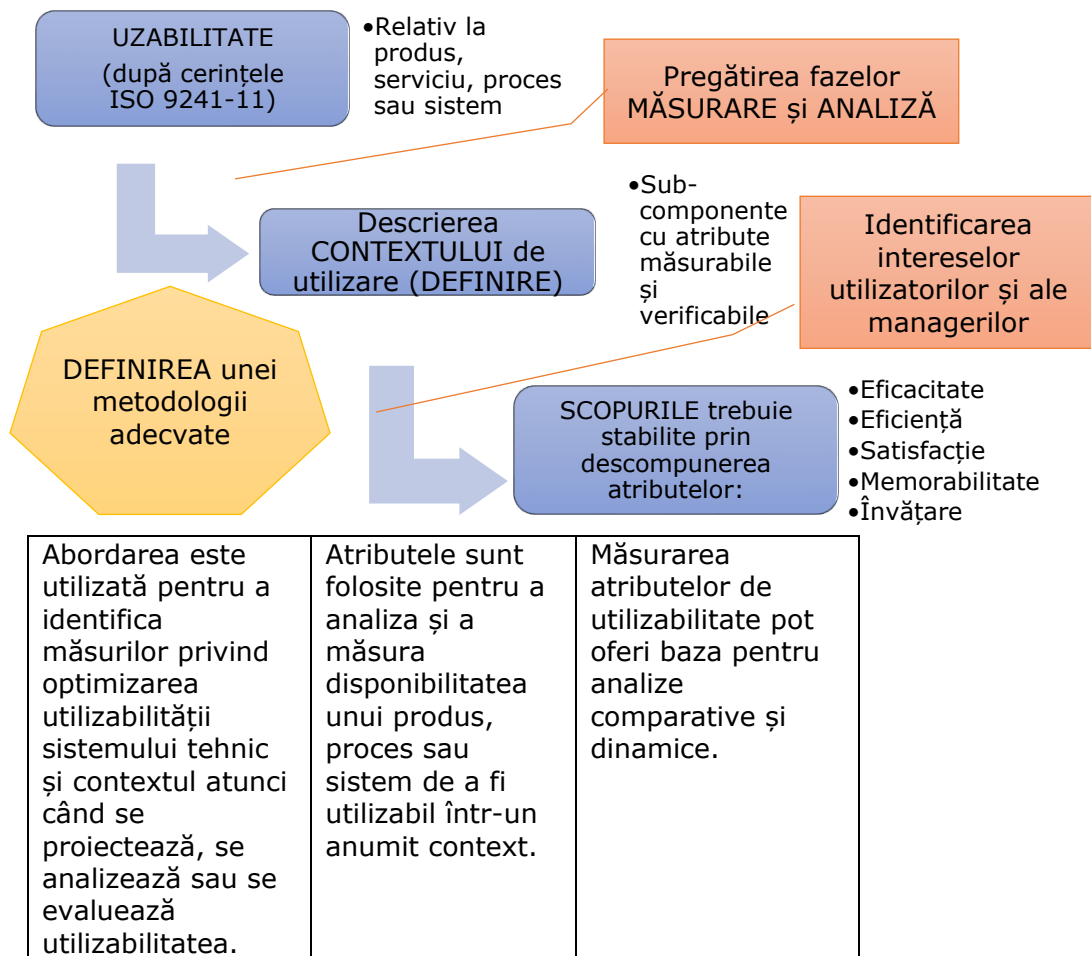


Fig. 3.14 Aspecte importante ale demersului de cercetare focalizat pe utilizabilitate, corelat cu prevederile standardului ISO 9241-11

3.2.3. Cerințe tehnice și metodologice la integrarea abordărilor ergonomică și LSS

În cazul sistemelor de fabricație, dinamica îmbunătățirii continue este una extrem de mare. Astfel, intervențiile ergonomice și corecțiile post-studiu trebuie să fie corelate cu strategia de managementul sănătății și securității muncii, cu cerințele managementului calității și a celui de resurse umane, pentru ca în final, soluțiile implementate să contribuie în mod fundamental la creșterea bunăstării ocupaționale a lucrătorilor la locul de muncă (Wilson, 2014; Yazdani ș.a, 2015; Drăghici ș.a., 2016; **Cirjaliu** ș.a., 2019). Utilizabilitatea este considerată ca un atribut adecvat scopului, de îmbunătățire ergonomică continuă a oricărui produs, serviciu, proces sau sistem. Aceasta presupune colectarea feedback-ului structurat de la utilizatori care își exprimă opiniile (părerile subiective) cu privire la un anumit context de utilizare a sistemului tehnic în care aceștia activează, relativ la locul lor de muncă. Acest demers presupune însă antrenarea și implicarea operatorilor umani în aplicarea *ergonomiei participative*.

În cazul prezentei cercetări s-a ținut seama de faptul că atunci când se selectează și se stabilesc metrici pentru utilizabilitate este de dorit să se ia măsuri care să nu necesite efort și cheltuieli mari pentru colectarea și analizarea datelor. În stabilirea demersului de cercetare, s-au analizat sisteme complexe sau mijloace

ale ergonomiei participative, însă principalul lor dezavantaj este legat de costurile suplimentare reclamate pentru consultanță externă și pentru implementare (Karwowski, 2006; Robertson ș.a., 2013; Drăghici ș.a., 2016; **Cirjaliu** ș.a., 2019). Alte cercetări prezente în literatura de specialitate au indicat pentru ergonomia participativă metode sau tehnici ce au ca scop principal generarea de idei și dezvoltarea conceptului, evaluarea sa, rezolvarea problemelor sau înregistrarea proceselor (Karwowski, 2006; Waterson ș.a., 2015; **Cirjaliu** ș.a., 2019).

Ca urmare, toate considerentele mai sus menționate, împreună cu rezultatele observărilor preliminare realizate în sistemul de producție pe linia de asamblare a cablajelor, și ca urmare a discuțiilor purtate cu managerii de la nivel inferior și de mijloc, au condus la stabilirea unei filosofii a cercetării, după cum este prezentat în Fig. 3.15.

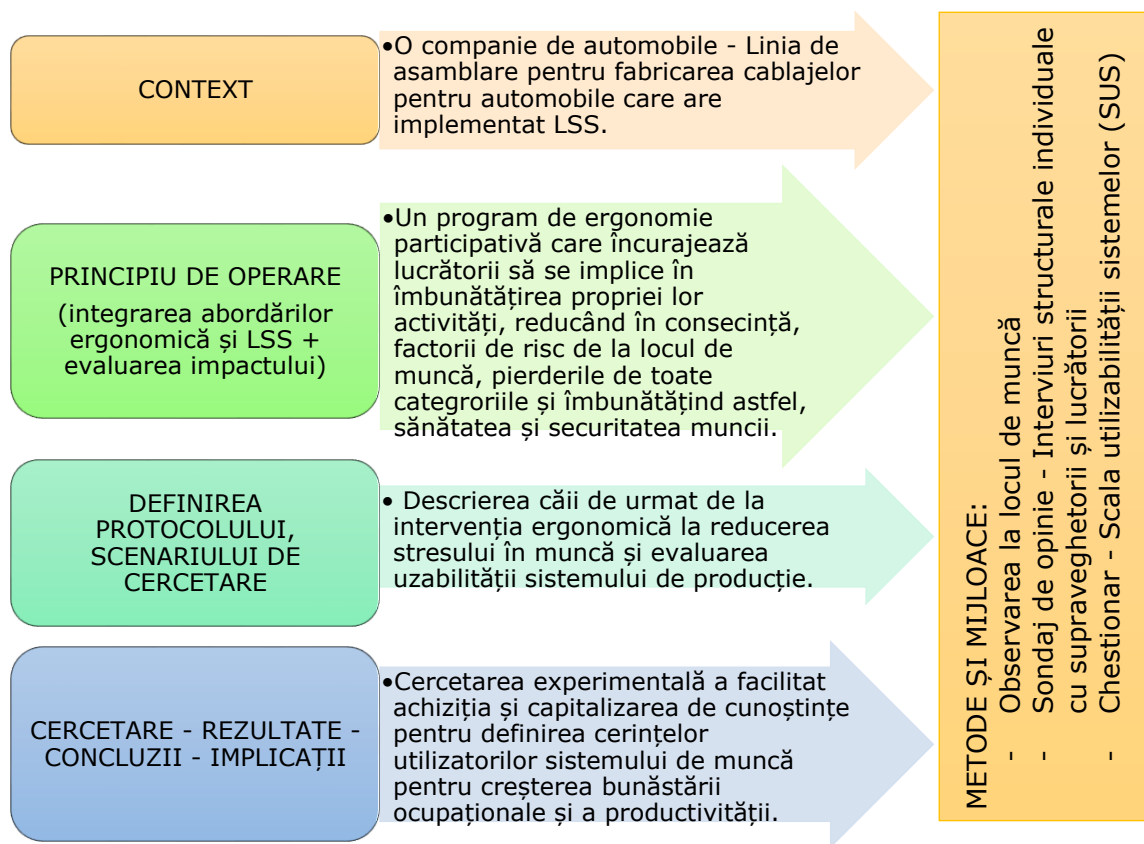


Fig. 3.15 Logica cercetării experimentale

Din punct de vedere practic, scenariul de cercetare sugerat de modelul cadru DMAIC ce înglobează abordări ergonomice a fost susținut de aplicarea unui sondaj de opinie pe tema utilizabilității, ce a fost realizat cu sprijinul utilizatorilor locurilor de muncă, angajaților unui sistem industrial din domeniul auto, obiectul de activitate fiind fabricația cablajelor auto. Astfel, a fost elaborat un chestionar inspirat de **Sistemul Scalei de Utilizabilitate** (*System Usability Scale, SUS*) descris de cercetări mai ales în domeniul ergonomiei produselor software (Brooke, 1996; Harvey ș.a., 2014; Lewis, 2018). Tabelul 3.3 prezintă structura simplă a acestui chestionar precum și modul de măsurare-evaluare al atributelor

utilizabilității: E - Eficiența, inclusiv prin evitarea erorilor și a pierderilor; O - eficacitatea, inclusiv prin evitarea erorilor și a pierderilor; L - Învățare; S - Satisfacție; M – Memorabilitatea.

Tabelul 3.3 Chestionarul pentru evaluarea utilizabilității intervențiilor ergonomice

Nr crt.	Întrebare/utilitate evaluată: Percepție					Capacități ale utilizabilității sau atribute evaluate (contribuția la scorul de calcul):
	Foarte puternică Total acord		Foarte slabă Total dezacord			
	1	2	3	4	5	
1	Cred că aş dori să folosesc frecvent noul loc de muncă					S (-1)
2	Am descoperit (prin realizarea sarcinilor de muncă) că noul sistem/loc de muncă este mai puțin util, nu mă ajută să muncesc mai repede și mai bine, este prea complicat și prea complex					M (-5)
3	Opinez că noul sistem/loc de muncă a fost ușor de folosit în ceea ce privește eficiența muncii, inclusiv în cazul evitării erorilor și a pierderilor (materiale, timp)					O (-1)
4	Cred că aş avea nevoie de îndrumare de la personalul tehnic pentru a-mi ridica nivelul de eficiență al muncii mele, în noile condiții ale sistemului/locului de muncă					E (-5)
5	Am descoperit că diferitele mișcări de muncă la manipularea materialelor, sculelor, dispozitivelor sunt foarte ușor de învățat în cadrul noului sistem/loc de muncă					L (-1)
6	Cred că pot face mai repede diferitele mișcări de muncă, dar după o perioadă de antrenament, acomodare (adaptare) și conformare la condiții impuse de noul sistem/loc de muncă					O (-5)
7	Îmi imaginez că majoritatea colegilor mei ar învăța să utilizeze rapid și eficient facilitățile și funcționalitățile acestui nou sistem/loc de muncă					E (-1)
8	Am descoperit că noul sistem/loc de muncă este foarte rigid și limitativ în folosire, exploatare: mă deranjează uneori sau îmi limitează mișcările de muncă					S (-5)
9	Am încredere că noul sistem/loc de muncă va putea fi folosit foarte bine și îmi va asigura o productivitate foarte bună					M (-1)
10	Trebuie să învăț o mulțime de lucruri înainte de a putea folosi foarte bine noile facilități și funcționalități ale sistemului/locului de muncă					L (-5)

Chestionarul a fost elaborat pe parcursul a trei sesiuni de consultare realizate cu implicarea unor specialiști (cercetători), a supervisorilor și a managerilor de mijloc din cadrul secției de producție. Sesiunile creative au ținut cont de obiectivele urmărite de intervenția ergonomică, care au fost agreate și cu operatorii umani (consultarea cu aceștia a fost o etapă obligatorie a aplicării ergonomiei participative). Pe baza implementării soluțiilor finale de îmbunătățire a proceselor și mediului de muncă, au fost luate în considerare aspectele pozitive / negative legate de utilitate pentru formularea întrebărilor, după cum acestea sunt precizate în forma originală a chestionarului SUS (Tabelul 3.3). Fiecare element, atribut evaluat a fost măsurat utilizând o scală de Likert cu 5 puncte pentru a identifica aspecte care conduc la exprimări sau opinii extreme ale

atitudinii, percepției ale operatorilor umani utilizatori și a căror opinii au fost astfel colectate.

Chestionarul a fost aplicat după ce utilizatorii au avut o perioadă de acomodare în utilizarea noului context al proceselor de muncă, determinat de facilitățile create prin intervențiile din perspectiva ergonomiei și corelat cu cerințele de organizare ale fabricației impuse de LSS, dar înainte ca aceștia să aibă dezbateri sau discuții între ei sau cu managerii lor direcți (supervizorii). Utilizatorilor respondenți li s-a cerut să-și înregistreze răspunsurile ca opinii spontane și nu ca rezultat al unui proces de reflecție și gândire îndelungate despre noul proces și mediu de muncă. Dacă un utilizator a simțit că nu poate răspunde la o anumită întrebare, această opinie a fost considerată și marcată în punctul central al scalei de răspuns (3). Scorul final a fost calculat similar cu procedura menționată în (Brooke, 1996; Drăghici ș.a., 2016). Procesul de determinare a scorului final în cazul unui operator uman participant la investigație presupune parcurgerea următoarelor etape (cu referire la chestionarul din Tabelul 3.3):

- În prima etapă, trebuie colectate opiniile operatorului uman (răspunsurile sunt exprimate ca valori posibile pe scara Likert cu 5 puncte);
- Răspunsurile aferente unui atribut al utilizabilității se ponderează după caz astfel: pentru întrebările 1, 3, 5, 7 și 9, contribuția scorului este poziția scalării minus 1; pentru attributele corespunzătoare întrebărilor 2, 4, 6, 8 și 10, contribuția este răspunsul dat de operator minus 5;
- Se însumează toate scorurile ponderate obținute pentru un chestionar/operator uman, iar scorul final al evaluării intervențiilor privind utilitatea ergonomică a rezultatelor este rezultatul înmulțirii sumei scorurilor cu 2,5;
- Operaționalizarea calculelor se poate realiza prin definirea unei foi de calcul Excel, așa cum s-a procedat și în cazul calculelor prezentului studiu;
- Pentru determinarea percepției operatorului asupra atributelor utilizabilității se însumează scorurile ponderate obținute la întrebările 7 și 4 pentru E – eficiență, 3 și 6 pentru O – eficacitate, 5 și 10 pentru L – învățare, 1 și 8 pentru S – satisfacție, 9 și 2 pentru M – memorabilitate. Acest studiu nu a fost aplicat în detaliu pentru cercetarea de față.

3.2.4. Rezultatele cercetării. Discuții și interpretări

Abordarea propusă a fost dezvoltată, testată și validată în cazul liniei de fabricație (asamblare) a cablajelor auto în care au fost realizate diferite intervenții ergonomice, așa cum este prezentat în Fig. 3.16. După aceste implementări s-a efectuat evaluarea de utilizabilitate ergonomică, rezultatele fiind centralizate în Tabelul 3.4.



a. Reorientarea în plan orizontal a panourilor de control și de testare (ajustarea înălțimii panourilor de asamblare)



b. Organizarea ergonomică a locurilor de muncă pentru asamblări în poziție ortostatică cu implementarea unor elemente de management vizual



c. Amenajarea unui spațiu destinat programelor de instruire

Fig. 3.16 Detalii privind soluțiile finale de intervenție ergonomică²³

²³ Cele mai relevante aspecte privind îmbunătățirea locurilor de muncă nu au putut fi ilustrate decât prin imagini (publice) care au fost furnizate de întreprindere. Fotografierea unor detalii privind linia de asamblare sau noile facilități create operatorilor umani nu a fost permisă.

Tabelul 3.4 Evaluarea intervențiilor utilizabilității ergonomice – sinteza rezultatelor cercetării

Locurile de muncă sau zonele de intervenție	Scorul global obținut de fiecare utilizator / chestionar aplicat	Media scorurilor	Concluzii
Controlul și prevenirea defectelor, a pierderilor la locurile de muncă (10 operatori-utilizatori operatori umani investigați)	55; 67,5; 84; 72,5; 70; 77,5; 90; 95; 100; 67,5	77,90	Majoritatea îmbunătățirilor au fost făcute în aceste domenii. Operatorii umani, utilizatori apreciază utilizabilitatea, iar noile dezvoltări și implementări în domeniul îmbunătățirii continue trebuie să afecteze mai mult și în sens pozitiv atributele de <i>învățare și satisfacție</i> .
Locuri de muncă pentru asamblarea cablurilor – linia de asamblare (procese manuale cu inspecție vizuală) (24 operatori-utilizatori investigați)	75; 80; 77,5; 55; 62,5; 87,5; 84; 90; 90; 55; 80; 80; 65; 67,5; 84; 72,5; 70; 77,5; 90; 95; 100; 82,5; 90; 77	78,65	
Locuri de muncă pentru remedierea circuitelor (10 operatori-utilizatori investigați)	65; 77,5; 67,5; 90; 84; 72,5; 70; 77,5; 90; 84	77,80	
Locuri de muncă pentru ambalare și etichetare (6 operatori-utilizatori investigați)	75; 80; 77,5; 82,5; 70; 95	80,00	
Zona de formare continuă și/sau discretă pe anumite probleme identificate (10 operatori-utilizatori investigați)	90; 82,5; 87,5; 84; 90; 95; 100; 95; 82,5; 87,5	89,40	Utilizabilitatea a fost foarte apreciată. Îmbunătățirile se pot face în continuare pentru atributul de <i>eficiență</i> .
Total operatori-utilizatori investigați: 60 subiecți		80,75	
			Scor foarte bun obținut prin comparație cu investițiile efectuate pentru intervențiile ergonomice.

3.2.5. Concluzii asupra cercetării experimentale realizate

Abordarea și cercetarea descrise, pentru studiul liniei de fabricație a cablajelor auto, a subliniat legătura puternică a utilizabilității cu ergonomia. Îmbunătățirile realizate prin exploatarea cunoștințelor de ergonomie au un impact

pozitiv, direct asupra atributelor utilizabilității. Perspectiva utilizării unui astfel de demers este strâns aliniată cu obiectivele de afaceri. Eficiența, eficacitatea și satisfacția au un impact direct asupra productivității muncii și, în final, asupra rentabilității proceselor de afaceri.

Abordarea prezentată demonstrează posibilitatea integrării cadrului definit de standardele ISO 9241-11 și ISO 13407, prin extindere la alte locuri de muncă decât cele pentru terminale cu sisteme de afișare vizuală și încadrarea sa într-un demers de ergonomie participativă. Chestionarul dezvoltat, considerat robust și fiabil, s-a dovedit a fi un instrument valoros de evaluare, acceptat de cercetători, manageri și practicieni din sistemul industrial.

De menționat este modul original de integrare a demersului ergonomic cu ciclul DMAIC, conform modelului cadru propus:

D – Definiere

- S-a determinat OEE și au fost comparate nivelul de implementare a unor metode și mijloace lean cu efectele obținute prin eliminarea pierderilor aferente acestor;
- S-a caracterizat contextul fabricației lean aferent liniei de asamblare a cablajelor auto, prin observații și discuții informale cu operatorii și managerii;
- S-au efectuat implementări ale unor soluții ergonomice de organizare a locurilor de muncă aferente linie de asamblare, prin consultarea cu operatorii și managerii (Fig. 3.16 și Tabelul 3.5 descriu sumar intervențiile operate);

M – Măsurare

- S-au asimilat cunoștințele relative la utilizabilitate, după cum este prevăzut în ISO 9241-11 și ISO 13407;
- S-a conceput chestionarul SUS, prezentat în Tabelul 3.3, pentru evaluarea utilizabilității intervențiilor ergonomice în contextul fabricației lean;
- S-a aplicat chestionarul la 60 de subiecți, operatori ai liniei de asamblare (operatori umani din 2 schimburi);

A – Analiză

- S-au analizat și evidențiat cauzele „funcționării” nesatisfăcătoare a metodelor și mijloacelor lean implementate în cazul fabricii (5S, SMED, TPM, Hoshin Kanri, Kaizen și Kanban);
- S-au analizat discrepanțele existente între nivelul de implementare a metodelor și mijloacelor lean și nivelul eliminării pierderilor aferente fiecăreia;
- S-au analizat rezultatele sondajului și au fost identificate noi căi de îmbunătățire continuă pe bază ergonomică.

Cercetările viitoare vor trebui să demonstreze modul de exploatare a altor metode și mijloace ergonomice, în alte contexte ale fabricației, în demersul de integrare a acestora cu filosofia și abordările fabricației lean, pentru a îmbunătăți comportamentul operatorilor umani, al lucrătorilor, în context lean și susținerea culturii lean a organizației. În capitolul următor al tezei de doctorat se vor prezenta extinderi ale cercetării experimentale, în dorința de a demonstra utilitatea modelului cadru propus.

4. CERCETĂRI TEORETICE ȘI EXPERIMENTALE PRIVIND INTEGRAREA ABORDĂRII ERGONOMICE ÎN FABRICAȚIA LEAN - CAZUL UNEI LINII DE FABRICAȚIE CU PROCESE MANUAL-MECANICE

Abordarea propusă în cadrul acestei cercetări a fost implementată în trei etape: (1) studiul contextului de realizare a cercetărilor; (2) realizarea unei cercetări privind satisfacția operatorilor la locul de muncă într-un sistem de producție ce deține maturitate în implementarea principiilor, metodelor și mijloacelor lean; (3) realizarea unor cercetări teoretice și experimentale pentru optimizarea unei linii de fabricație cu procese manual-mecanice aferentă unei „zone nevralgice” din punct de vedere al managementului lean, în cadrul companiei, prin elaborarea unui model matematic și validarea acestuia în practică. Demersul propus și aplicat în cadrul cercetărilor aferente acestui capitol a permis exploatarea și integrarea altor metode și mijloace ergonomice aferente fabricației lean decât cele folosite și prezentate în cadrul cercetărilor din capitolul anterior, ceea ce a făcut posibilă extinderea ariei de cunoaștere a temei de cercetare abordate. Modalitatea de atingere a acestui obiectiv este prezentată prin harta conceptuală a capitolului, din Fig. 4.1.

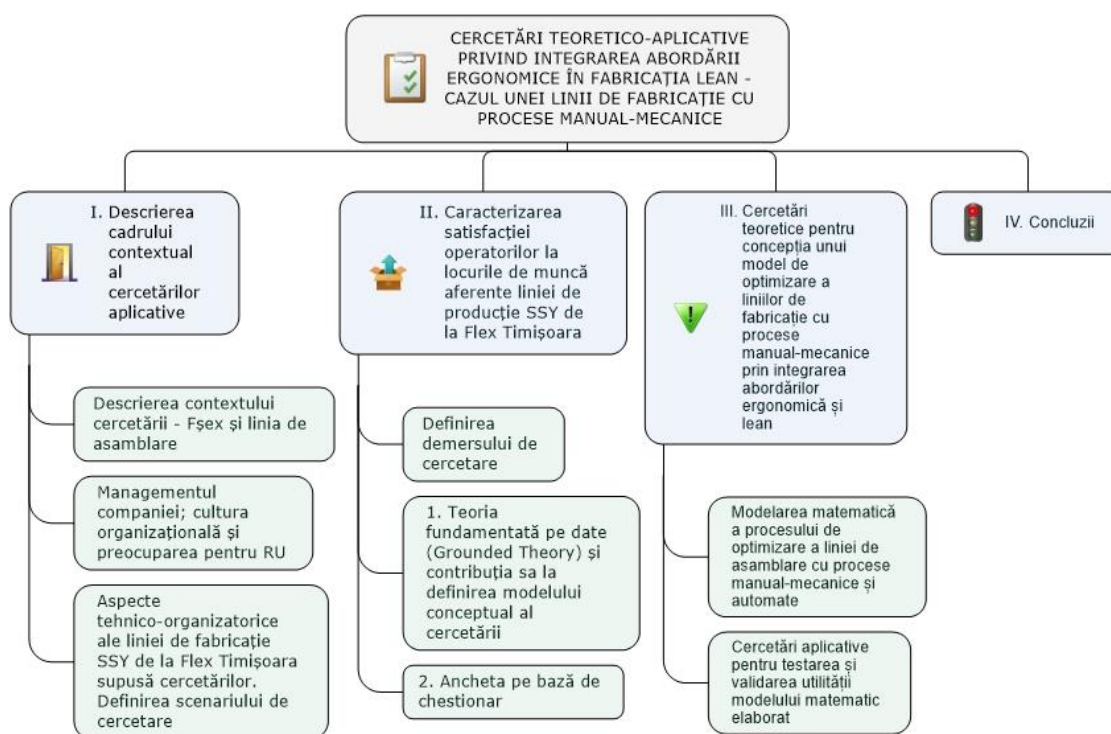


Fig. 4.1 Harta conceptuală a problematicii aferente capitolului 1

Obiectivele operaționale ale cercetărilor din acest capitol sunt: **OP4.1 Identificarea și caracterizarea dimensiunilor satisfacției operatorilor umani la locurile de muncă aferente unui sistem de fabricație lean și**

OP4.2 Elaborarea unui model matematic pentru optimizarea organizării liniilor de fabricație printr-un demers al abordării ergonomice lean (cazul unui sistem de producție ce deține un nivel de maturitate al implementării managementului lean).

4.1. Contextul cercetării

Cercetările experimentale au fost realizate în cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL²⁴, care este o companie multinațională cu sediul central în Singapore, care furnizează servicii de manufacturare a produselor electronice, fiind prezentă în 30 de țări, inclusiv în România (prin filiala SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL din Timișoara). Cercetările au fost derulate în anii 2016-2017, finalizarea lor și validarea propunerilor de îmbunătățire a managementului lean aferent liniei de fabricație, fiind realizată în anul 2018.

4.1.1. Date generice privind compania

SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL

Adresă: Calea Torontalului, DN 6, km 5, Timișoara, jud. Timiș

Anul înființării: 1 iunie 1998

Certificări: Certificat ISO 14001, Certificat ISO 9001, ISO 14443, ISO 15693, ISO 18000-2, ISO 189000-4, QUALITY MANAGEMENT SYSTEM - ISO/TS 16949:2009

Nr. angajați: peste 3.500 de angajați (la 30 martie 2016)

Obiectiv: Crearea de valoare care să crească competitivitatea clientului

Viziune: Amploare nelimitată; Execuție repetitivă

Valori-Cheie:

- Comunicare intensă;
- Execuție atentă, rapidă, disciplinată;
- Concentrare pe client;
- Dedicare tenace față de perfecționarea continuă;
- Imbold neobișnuit de a învinge.

Pagina Internet: <https://www.flex.com/>

Datele financiar-contabile de caracterizare a activității la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara în ultimii ani sunt prezentate în Tabelul 4.1 și Fig. 4.2, conform informațiilor publice disponibile la <https://www.listafirme.ro/flextronics-romania-srl-10608391/>. Compania SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL a demonstrat un trend pozitiv al evoluției sale după 2008, anul crizei economice, iar rezultatele sale la nivelul anului 2017 sunt în concordanță cu expansiunea afacerii în România și nivelul tehnologic de vârf al proceselor sale.

²⁴ Companie aflată pe locul 1 în Top Afaceri România, județul Timiș, domeniul 2611: Fabricarea subansamblurilor electronice (module), conform bilanțului din anulul 2017 și cea mai mare firmă din județul Timiș în anul 2018. Compania s-a plasat pe locul 2 în Top pentru Romania 2018, pentru domeniul 26: Fabricarea calculatoarelor și a produselor electronice și optice, conform aceluiași bilanț.

Tabelul 4.1 Date financiare la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL și evoluția numărului de angajați²⁵

An	Cifra Afaceri	Profit net	Datorii	Active imobilizate	Active circulante	Capitaluri proprii	Angajați (nr. mediu)
2017	427 373 026	-20 367 992	183 271 602	233 692 893	130 096 179	178 597 047	3.864
2016	393 382 708	13 074 606	130 797 808	208 454 703	121 272 297	198 965 041	3.577
2015	340 287 820	15 057 399	54 326 111	174 226 281	73 168 107	192 874 189	3.450
2014	311 788 936	12 674 361	53 722 792	173 082 754	59 060 381	177 816 789	3.177
2013	290 952 661	12 677 108	68 200 806	178 180 012	58 192 116	165 142 428	2.697
2012	257 817 938	9 055 476	70 235 277	177 479 027	49 543 819	154 597 095	2.646
2011	207 076 079	7 117 714	46 451 291	162 653 545	32 475 680	145 541 619	2.090
2010	205 967 221	6 554 492	81 139 329	174 661 792	54 367 836	138 423 905	2.060
2009	191 228 229	4 704 254	92 980 009	197 538 151	37 572 694	137 618 544	1.979
2008	272 682 105	6 136 487	158 962 242	187 998 886	64 001 234	87 815 144	3.081
2007	237 889 847	6 008 285	136 925 835	191 213 565	30 113 161	81 678 657	3.212
2006	155 792 234	-7 045 361	132 528 501	164 376 990	34 998 318	66 670 218	2.082
2005	145 662 685	-10 798 218	99 029 466	136 493 253	35 947 776	73 715 579	2.172

²⁵ Conform datelor publice furnizate de <https://www.listafirme.ro/flextronics-romania-srl-10608391/>

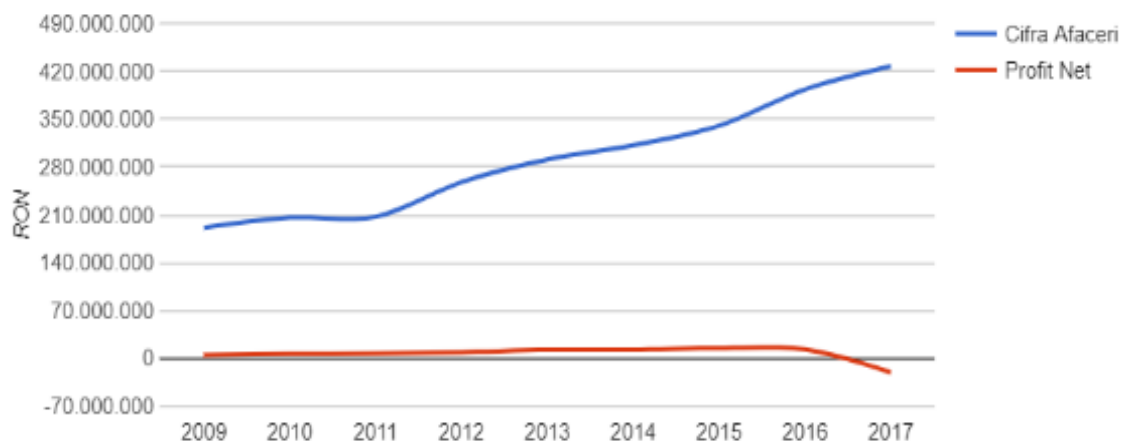

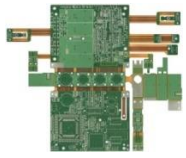



Fig. 4.2 Date financiare la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL și evoluția numărului de angajați între anii 2009-2017²⁶

4.1.2. Obiectul de activitate. Organizare

SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL este lider global în servicii de proiectare, producție, distribuție și post-vânzare, furnizând soluții complete prin inovație și susținând angajații săi talentați să creeze „soluții solide pentru lanțurile de aprovizionare care transformă industrii și companii”. Compania este responsabilă din punct de vedere social, implicându-se în cadrul unor proiecte ale comunităților locale. Filiala de operare a SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL din Timișoara realizează produse și servicii care sunt destinate clienților din domeniile medical, auto și al tehnologiei informației (dezvoltarea sistemelor de colaborare în rețea), sumarul acestora fiind prezentat în Tabelul 4.2 și în Fig. 4.3. Capacitățile de producție includ linii de fabricație pentru circuite integrate imprimate, secții pentru realizarea și testarea unor noi produse, module și ansambluri de sisteme pentru limbajele de programare.

Tabelul 4.2 Domenii de activitate ale FLEXTRONICS ROMANIA

Exemple de produse	Domeniu (sector de activitate)
	MEDICAL - compania are zeci de ani de experiență de construcții dispozitive medicale fiabile. Produsele realizate sunt de la consumabile mici, cum ar fi seringi și tuburi chirurgicale la echipamente complexe de monitorizare respiratorie.
	AUTO – compania oferă o gamă de soluții inovatoare pentru producătorii de echipamente auto originale, mai sigure, mai fiabile care ajută la îmbunătățirea economiei de combustibil, transfer de putere și de stocare a energiei.
	IT INFRASTRUCTURĂ – firma realizează asamblarea plăcilor cu circuite integrate în suporturi mecanici (carcase) și asamblarea acestora în produse finite, precum și integrarea acestor subansamble într-un ansamblu complex la client.

²⁶ Conform datelor publice <https://www.listafirme.ro/flextronics-romania-srl-10608391/>

Ca urmare a vizitelor repetate realizate în locația fabricii SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL din Timișoara, a discuțiilor cu angajații de toate categoriile s-au putut confirma următoarele: compania este lider global și responsabil social ce oferă produse și servicii într-o viziune și acoperire totală a ciclului de viață (proiectare, fabricație, distribuție și servicii post-vânzare), iar prin oferta sa și modul de derulare al proceselor se remarcă un spiritul inovator extrem de intens, care animă activitatea de zi cu zi a tuturor angajaților. Certificările obținute de-a lungul timpului de fabrica din Timișoara demonstrează standardele de calitate înaltă la care operează și la care se găsesc procesele sale.

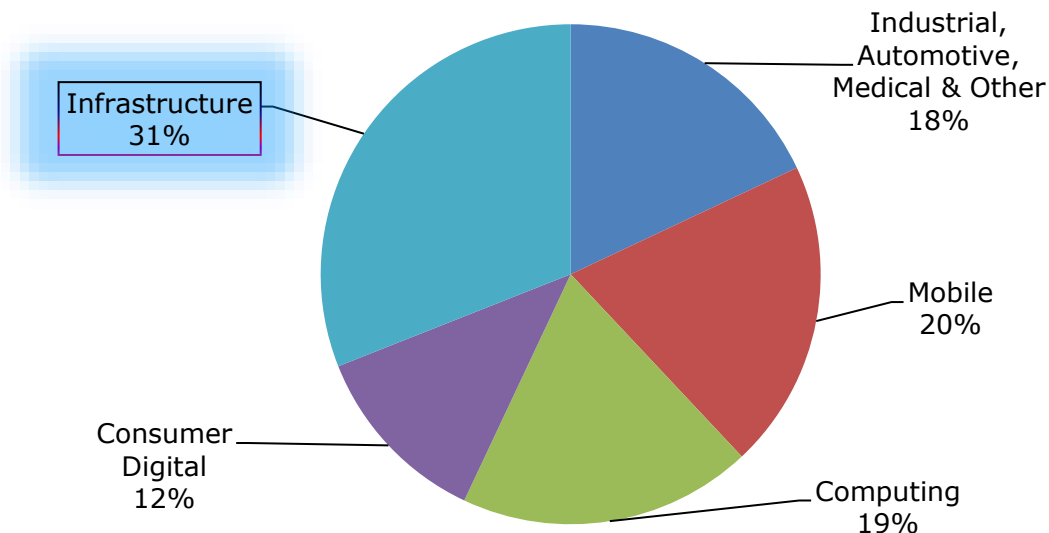


Fig. 4.3 Reprezentare grafică a principalelor departamente ale SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara și ponderea personalului acestora din totalul la nivelul organizației

După cum se poate observa din Fig. 4.3, SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL din Timișoara este structurată în jurul a cinci unități funcționale și mai multe departamente, și dispune de un potențial remarcabil de realizare a unor produse/servicii aferente unor mărci de fabricație înregistrate pe plan mondial, dar și de cele mai noi realizări industriale din domeniu datorită apartenenței sale la firma globală. Astfel, aceste rezultate și acest mod de operare au fost posibile prin aportul substanțial al operatorilor umani de a asimila valorile, principiile și modul de operare impus de cultura organizațională a firmei mame, ceea ce a permis introducerea rapidă pe piață a unor produse/servicii noi, dedicate unor clienți cu nevoi bine definite și cerințe înalte de calitate, simultan cu sprijinirea acestora pentru a deveni mai competitivi. În acest fel SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL contribuie la rezolvarea celor mai stringente probleme ale clienților într-un mod mai rapid și cu costuri mai mici decât orice altă firmă concurentă.

Principalii clienți și colaboratori ai SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL din Timișoara sunt :

- Nokia, pentru care există 5 linii de producție unde se realizează sisteme de telecomunicații;
- Philips Medical, pentru care se produce aparatură de îngrijire medicală;
- SMA Solar Technology Germania, pentru care sunt realizate produse și aparatură pentru panourile fotovoltaice;
- ADVA Optical, pentru care se produce aparatură pentru rețele broadband;

- ADSL Italy, pentru care sunt fabricate splitere și microfiltre pentru conexiuni telefonice rapide;
- Delphi Packard Electric, căruia îi sunt destinate produse și subansambluri electrice și electrotehnice.

Plecând de la principiile managementului operațional lean, în cadrul fabricii de la Timișoara există câteva departamente mai bine dezvoltate și care prezintă adevărate provocări pentru managerii companiei în ceea ce privește aplicarea unor măsuri de îmbunătățire continuă, dintre care se pot menționa:

- coordonarea mai multor unități operaționale;
- organizarea de rețele globale de aprovizionare, fabricare, distribuție;
- creșterea coproducției de bunuri și servicii;
- managementul clienților;
- creșterea importanței operațiilor ca forță competitivă.

4.1.3. Managementul companiei

Luarea deciziilor etice este un deziderat prezent și în **Codul de conduită și etică în afaceri**²⁷. Structura organizatorică generică a SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL este reprezentat în Fig. 4.4. După cum se poate observa, structura organizatorică reflectă faptul că SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL face parte dintr-o companie internațională (FLEX LTD) care își desfășoară activitatea pe mai multe continente și care oferă o gamă largă de servicii clienților săi.

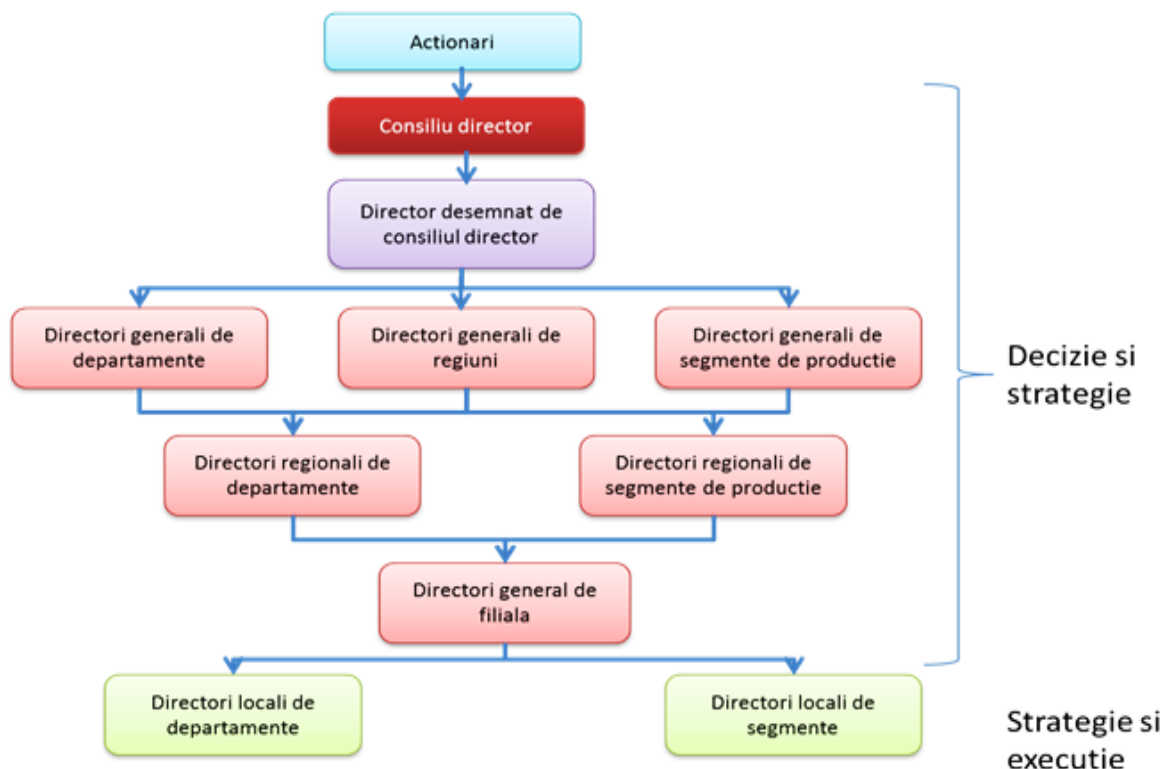


Fig. 4.4 Structura organizatorică a SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL (nivel local/filială)

Structura organizatorică a companiei este capabilă să asigure alinierea obiectivelor acționarilor cu strategia managerială, astfel încât să se obțină rezultatele financiare dorite. Observațiile realizate în cadrul SC FLEXTRONICS

²⁷ Luarea de decizii etice, Capitolul 1, <https://flex.com/sites/default/files/code-of-business-conduct-and-ethics-romanian-flex.pdf>

ROMANIA SRL și înțelegerea rolurilor pe care le au managerii de la diferite niveluri ierarhice au evidențiat faptul că există mai multe categorii de manageri răspunzători de definirea strategiei, de luarea deciziilor strategice, dar și de implementarea sa. Fiecare dintre aceste niveluri are un rol bine stabilit și împreună definesc în mod unitar strategia firmei. Se remarcă astfel o abordare de tip combinat top-bottom și bottom-top în cazul managementului strategic al organizației. Dacă ar fi să parafrazăm, sloganul FLEXTRONICS - „ONE PLAN. ONE FLEX. ONE TEAM” („un singur plan, o singură companie, o singură echipă”) reprezintă cel mai bine modelul de management al firmei.

Ceea ce este important de remarcat, pe lângă modul de aliniere a strategiei de la vârf către nivelele inferioare, este faptul că există nivele intermediare între filiale și managementul de top care sunt răspunzătoare de alinierea strategiei de vârf cu modelul regional, departamental și al segmentelor de piață pe care le deservește. Acest nivel este cel răspunzător nu numai de cucerirea unor noi piețe, dar și de folosirea eficientă a resurselor companiei/regiunii/filialelor, făcând astfel ca strategia de top să poată fi aplicată la nivelul fiecărei filiale.

Definirea elementelor de bază în luarea viitoarelor decizii pe termen mediu și lung la nivel managerial al clusterului de fabrici existente în toată lumea este extrem de importantă. De remarcat este că, **misiunea** SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL se referă la plasarea de personal competitiv și în termenii stabiliți implicând costuri minim posibile. Misiunea firmei este de a diminua costurile de recrutare cu 10% și a celor de training a personalului cu 5%.

Valorile SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL din Timișoara sunt: pasiunea pentru tehnologie, profesionalismul, performanța și loialitatea. Astfel, există un interes major pentru noutățile care apar pe piață cu privire la ansambluri și subansambluri electronice, se analizează cerințele clienților și se caută punerea în practică rapid a ceea ce se cere. Cele mai recente produse sunt trimise pentru testare, iar rezultatele sunt diseminate în presa de specialitate sau pe site-ul companiei, contribuind astfel la informarea personalului propriu și a clienților. Fiecărui client i se oferă cele mai bune produse din punct de vedere al raportului calitate/preț. Mai mult, stabilirea unor relații de colaborare pe termen lung cu clienții și partenerii de afaceri asigură dezvoltarea și succesul companiei.

Viziunea are în vedere scopul și valorile fundamentale ale FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara, care reflectă realist consensul a ceea ce liderii, managerii și personalul consideră că trebuie realizat de către companie în viitor, într-o viziune orientată spre etapele ciclului de viață ale produselor/serviciilor. Astfel, există câteva repere importante ale comportamentului organizațional impus prin Codul de conduită și etică în afaceri și care au un impact puternic asupra susținerii viziunii companiei, cum ar fi:

- Urmărirea și promovarea respectului și a încrederii în cadrul echipelor, precum și a unei atitudini corecte față de șeful echipei. Mai mult, clienții nu sunt priviți ca și „actori contractuali”, ci ca și parteneri, membrii ai echipei de dezvoltare a produsului/serviciului solicitat de acesta;
- Se promovează un interes acut al tuturor categoriilor de salariați pentru acumularea de informații, cunoștințe noi, cât de mult posibil, permanent, continuu;
- Se pune accentual de relații de colaborare, întraajutorare foarte strânse, organizându-se și promovându-se activități care să consolideze echipele de muncă, dar și unele care să aducă echipele împreună pentru împărtășirea unor experiențe pozitive și negative (învățarea din evenimente, fapte trecute);

- Se urmărește angajarea, motivarea și instruirea operatorilor umani pentru a obține rezultate foarte bune (eliminarea pierderilor, greșelilor etc.), implementându-se programe de formare și perfecționare continuă a salariaților;
- Existența unei orientări spre creștere permanentă și extindere în condiții de profitabilitate, ceea ce reprezintă baza succesului firmei.

Scopul se referă la realizarea rentabilității SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL prin producția și comercializarea sortimentelor cerute de piața globală.

În urma vizitelor și a studiului practic realizat s-a observat că personalului din fiecare departament i se explică faptul că întreg sistemul se rezumă la trei elemente principale: calitate, timp și bani. SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara pune accentul pe aceste aspecte, reușind să mențină o calitate bună a produselor, într-un timp cât mai mic și cu un buget cât mai redus. Bineînțeles că nu de fiecare dată pot fi îndeplinite cele trei elemente simultan, deoarece pe parcursul dezvoltării și realizării produselor/serviciilor pot apărea unele dificultăți care pot induce întârzieri sau pot afecta negativ bugetul stabilit inițial. Nivelul de calitate este menținut cu ajutorul unei echipe speciale *Quality*, care se ocupă de fiecare proiect în parte, în ceea ce privește confirmarea la standardele și normele aferente și impuse de client, analizele proiectelor finalizându-se cu calificative, simbolizate sugestiv prin trei culori: roșu (total nefavorabil), galben (există aspecte nefavorabile) sau verde (situație favorabilă). În funcție de culoare, șeful proiectului are responsabilitatea întâlnirii și transmiterii către echipă a rezultatelor evaluării, precum și a stabilirii măsurilor ce trebuie adoptate - dezvoltate și distribuirea sarcinilor de realizat pentru finalizare. Șeful de proiect are responsabilitatea de a comunica periodic cu clientul pentru a afla exact ceea ce și când trebuie implementat. Nu este suficient ca doar la început să se discute cu clientul, deoarece pe parcurs pot apărea diverse întrebări sau nelămuriri, iar pentru a realiza exact ce se cere este necesară consultarea și validarea periodică a evoluției proiectului.

Obiectivele se referă la valorile performanțelor către care este orientată activitatea SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara, în vederea îndeplinirii scopului și a misiunii de piață într-o perioadă de timp. Obiectivele prin care se concretizează scopul și misiunea firmei sunt foarte diverse, atât măsurabile, cât și dificil de măsurat sau chiar nemăsurabile. Pentru a asigura realizarea și controlul competitivității, compania a implementat un sistem de indicatori cheie de performanță, stabiliți anual și urmăriți atent în realizare, la nivelul managementului dar și de către salariați.

4.1.4. Cultura organizației și preocuparea pentru resursa umană

Filosofia lean este puternic înrădăcinată în cultura organizației. Tratarea cu respect fiecărui operator uman la locul de muncă presupune aprecierea reciprocă între colegi, a diversității ideilor lor, a experiențelor, a cunoștințelor, a mediilor din care provin și recunoașterea creativității. Acestea sunt valori transmise și prin puterea sloganului „ONE PLAN. ONE FLEX. ONE TEAM”²⁸.

Așa cum este reflectat în Codul de conduită și etică în afaceri al companiei Flex²⁹, aceasta susține dezvoltarea unor locuri de muncă unde inovația, ideile,

²⁸ Aspecte observate, constatate in situ, la fabrica din Timișoara și confruntate cu informațiile generale disponibile on-line la <https://flex.com/about/culture>

²⁹ Codul de conduită al companiei Flex, disponibil la: <https://flex.com/sites/default/files/code-of-business-conduct-and-ethics-romanian-flex.pdf>

Întrebările și problemele pot fi împărtășite într-un mediu sigur, respectuos și profesionist. Cultura organizațională este dominată de integritate și etică, ceea ce reprezintă un avantaj competitiv și reflectă strădania tuturor operatorilor umani de a face în permanență „lucrul corect” în tot ceea ce aceștia realizează. Aceasta presupune o concurență loială, o protecție și o grijă sporite pentru bunurile și informațiile proprii și față de cele ale clienților și evitarea situațiilor ce pot degenera în aspecte negative cu privire la procesele, produsele sau serviciile realizate de companie.

Stabilitate, sănătatea și siguranța angajaților este prioritatea principală a SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL dovedite prin următoarele declarații:

- „investim în facilități, instrumente, echipamente, procese și persoane care să furnizeze un mediu de lucru sigur pentru angajații noștri;
- adoptăm și aplicăm practici sigure de lucru și respectăm toate legile, reglementările și politicile companiei cu privire la protecția muncii pentru a asigura eficiența măsurilor de protecție și menținerea unui mediu de lucru sigur;
- avem programe de protecție a muncii care reduc și previn accidentele și bolile profesionale și instruiem angajații noștri în probleme de practici sigure de lucru;
- aplicăm o cultură de protecție a muncii în toate operațiunile noastre globale iar problemele despre condiții nesigure de lucru trebuie sesizate imediat șefului direct;
- furnizorii sunt selectați pe baza calificărilor și a meritului;
- dezvoltăm relații de lucru solide cu furnizorii care livrează calitate superioară, servicii excelente, prețuri competitive și care respectă standardele contractuale, legale și de etică în afaceri ale companiei noastre;
- Suntem un membru fondator și proactiv al Coaliției Cetățenești din cadrul industriei electronice (Electronic Industry Citizenship Coalition - EICC) și impunem furnizorilor noștri să se conformeze EICC, inclusiv în practicile noastre de securitate a lanțurilor de aprovizionare;
- ne concentrăm pe achiziția și utilizarea de materiale doar din surse adecvate și corespunzător autorizate;
- audităm furnizorii din cadrul lanțului nostru de aprovizionare în ceea ce privește conformitatea cu obligațiile contractuale și de securitate în baza programelor de securitate a lanțurilor de aprovizionare”.

În cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL s-a constatat că realizările sunt rezultatul unei munci asidue de grup, în care sunt depășite cu succes situații complexe datorită eforturilor colective și a colaborării. Acest mod de operare a contribuit substanțial la creșterea competitivității și a succesului companiei și a clienților săi. Toate aceste aspecte au constituit o provocare și pentru cercetarea de față, numeroasele discuții cu decidenții de la diferite nivele ierarhice făcând posibilă orientarea în timp și spațiu a cercetărilor.

În acest sens, un rol important a revenit discuțiilor cu personalul de management al resurselor umane. Funcția de personal din cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL are rolul de administrare și gestionare a resurselor umane, și cuprinde activități precum: planificarea; descrierea posturilor; selecția, recrutarea și angajarea personalului; stabilirea sistemului de promovare, motivare, evaluare periodică; formarea și perfecționarea profesională etc.

În cadrul companiei există un *departament de training* ce asigură o continuă pregătire a lucrătorilor, dezvoltarea lor personală și profesională, dar și evaluare periodică a angajaților. Sălile de training sunt dotate cu echipamente specifice fiecărui post, astfel încât programul de formare poate fi realizat eficient cu dominantă practică sprijinind nevoile personalului în învățarea corectă a operațiilor

ce urmează a fi realizate practic. De exemplu, echipamentele prezente în cadrul departamentului de training au în dotare: microscopie, stații de reparații, imprimante label, alte mijloace de muncă.



Dinamismul pieței impune o bună pregătire și un înalt grad de adaptabilitate a personalului. Astfel, compania se preocupă permanent de pregătirea angajaților din toate punctele de vedere, aceștia fiind informați despre toate tehnologiile și noutățile din domeniu. Pe lângă departamentul specializat de training, există persoane desemnate la nivelul fiecărui departament care urmăresc în mod continuu toate procesele tehnologice și noutățile care apar pe piață, pentru a putea orienta mai bine programele de formare ale salariaților, dar și pentru a fi capabili în orice moment să atragă clienții, să formuleze noi oferte, compania reușind astfel să-și mențină și chiar să crească piața de operare.






Pentru o bună funcționare a *departamentului de resurse umane*, SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL a investit în achiziția de programe software pentru gestiunea resurselor umane, inclusiv pentru selecție și recrutare; implementarea unor programe pentru promovarea locurilor de muncă sustenabile, sigure și sănătoase, cu respectarea legislației și a standardelor în domeniu; investiții în dezvoltare resursei umane prin programe dedicate de training, certificări, specializări; amenajarea unor locuri special destinate perioadelor de pauză (cantină, terase); crearea de facilități pentru salariați cum ar fi: locuri de parcare și asigurarea accesului la bazele sportive din oraș sau facilități medicale.

4.1.5. Aspecte tehnico-organizatorice ale liniei de fabricație SSY. Definirea scenariului de cercetare

Cercetările experimentale au fost realizate în cadrul *departamentului infrastructură*, la linia de fabricație SSY destinată asamblării componentelor de circuite integrate pentru industria auto. Dotarea liniei de fabricație și procesele tehnologice aferente acestora sunt prezentate în Tabelul 4.3.

Tabelul 4.3 Procese și utilaje existente în exploatarea liniei de fabricație SSY

Proces tehnologic	Detalii privind echipamentele
<ul style="list-style-type: none"> - Printare – aplicarea pastei de cositor pe suprafața unui PCB cu ajutorul matrițelor. 	 <p>Screen printer - Speedline Technologies - MPM-125</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Placement - amplasare componentelor pe suprafața PCB-ului printat (plăci) 	 <p>Pick and Place machine (2x) - Assembleon - Opal-XII</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Lipirea componentelor – SMT – fixarea componentelor de pasta printata pe PCB la parametri prestabiliți (temperatura graduala, timp). 	 <p>Reflow Vitronics Soltec - MR933</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Transport PCB – transportare PCB (plăci) între procese/stații de lucru. 	 <p>PCB transport - Nutek NTE710LM Single magazine line loader</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Lipirea componentelor – THD – lipirea cu cositor a componentelor care străpung placa. 	 <p>Ersa - wave</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Asamblare manuală – asamblarea componentelor mecanice pe PCB. 	 <p>Procesul manual și echipamentele folosite</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Controlul și testarea plăcilor în format electronic – FlexFlow, Siteq, Baan etc. 	 <p>Proces manual de verificare a funcționalităților plăcilor folosind stații de testare (echipament informatic)</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Packing – ambalarea și depozitarea produsului finit în condiții prestabilite. 	 <p>Proces manual</p>
---	---

Implementarea principiilor și conceptelor lean se află în stadiu de maturitate, dar managerii de la nivelul liniei de fabricație și de la nivelul departamentului au opinat necesitatea unor îmbunătățiri ale proceselor de muncă manual-mecanice. Astfel, cele mai relevante idei rezultate în urma consultărilor repetate, precum și a discuțiilor informale realizate în etapa de observare a sistemului de producție au fost legate de realizarea unor investiții și definirea unor programe pentru îmbunătățirea activității în următoarele domenii:

- Reorganizarea și redefinirea configurației liniei (layout);
- Înlocuirea utilajelor vechi, uzate moral și fizic, cu unele noi mai performante;
- Îmbunătățirea condițiilor de muncă a operatorilor umani (prin cercetare ergonomică);
- Introducerea unor programe de training care să conducă la creșterea vitezei și calității realizării sarcinilor de muncă, programe personalizate pentru fiecare angajat în parte;
- Amenajarea spațiilor pentru depozitarea materialelor, sculelor și dispozitivelor de lucru;
- Redefinirea posturilor de lucru din punct de vedere fizic (ergonomic, economia mișcărilor, managementul riscurilor ocupaționale, sănătate și securitate în muncă), dar și al managementului resurselor umane (inventarul competențelor și a posturilor, conținutul lor).

Aceste probleme au impus definirea unui scenariu de cercetare, care a fost agreeat de managementul liniei de fabricație și al departamentului, acest fiind prezentat în Fig. 4.5. Detaliile metodologice aferente fiecărei etape de cercetare vor fi prezentate odată cu modul de exploatare al acestor, în subcapitolele următoare.

Accesul și informațiile legate de linia de fabricație au fost facilitate de conducerea departamentului în condițiile respectării anumitor date confidențiale, relativ la denumirea produselor/serviciilor și a clienților, respectarea eticii de cercetare în ceea ce privește utilizarea și prelucrarea datelor personale ale operatorilor umani și a altor categorii de personal. Pe perioada realizării cercetărilor experimentale, 2017–2018, și apoi în rafinarea redactării prezentului capitol a tezei s-a ținut seama de prevederile Codul de conduită și etică în afaceri al companiei, de cerințele și normele aflate în vigoare referitoare la angajații companiei, dar și la cele referitoare la etica cercetării științifice. Ca urmare, accesul la anumite date și informații privind procesele tehnologice, produsele/serviciile realizate au fost limitate, dar pentru cazul cercetării experimentale compania a furnizat date aproximative astfel încât metodologia de cercetare să poată fi respectată, rezultatele putând fi ușor adaptate și introduse în practica organizației.

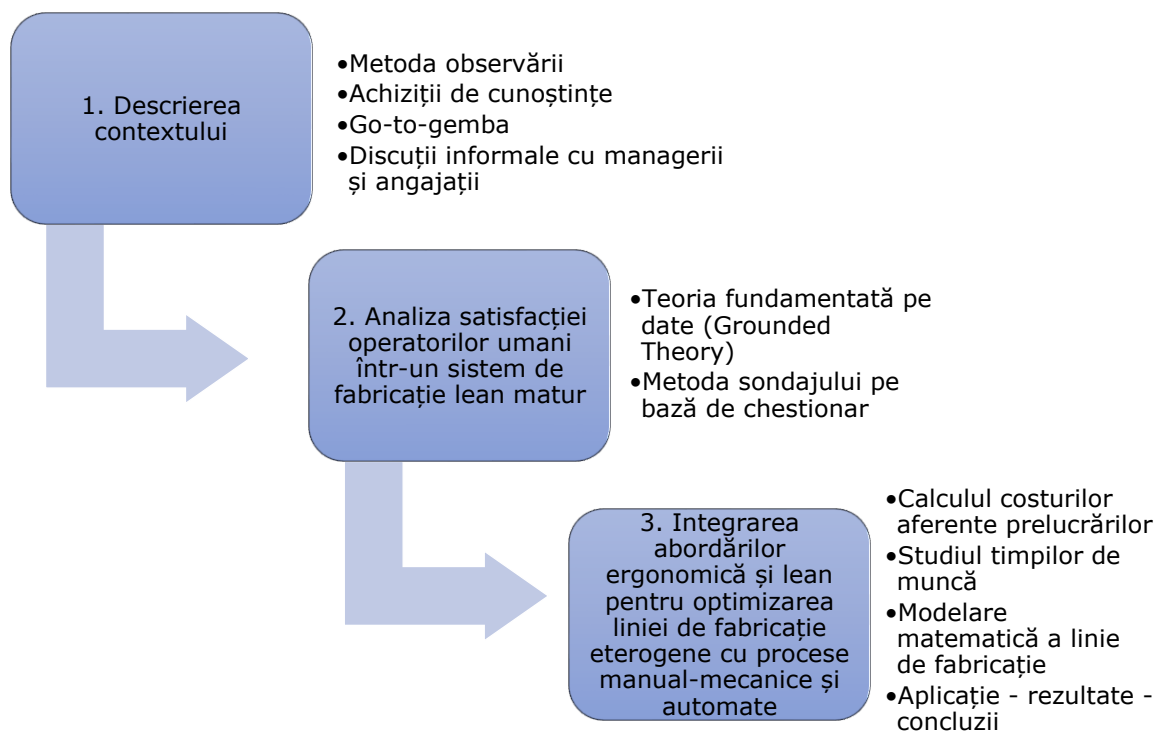


Fig. 4.5 Scenariul de cercetare adoptat în cadrul liniei de producție SSY de la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara

4.2. Caracterizarea satisfacției operatorilor la locurile de muncă aferente liniei de producție SSY

În cadrul prezentului subcapitol se prezintă modul de realizare a studiului privind analiza satisfacției operatorilor umani într-un sistem de fabricație lean matur recurgând la folosirea teoriei fundamentată pe date (*Grounded theory*) completată de metoda sondajului pe baza unui chestionar. Acesta a fost aplicat lucrătorilor din trei schimburi aferenți liniei de fabricație SSY, răspunsurile acestora fiind prelucrate și interpretate pentru a caracteriza nivelul de satisfacție al subiecților. Rezultatele obținute au fost reprezentative pentru tema de cercetare abordată și au putut oferi motivația cercetărilor pentru identificarea unor soluții de îmbunătățire continuă a sistemului de producție prin integrarea cunoașterii, a abordării ergonomice cu cea lean.

Pentru realizarea cercetărilor, pe lângă suportul oferit de angajați, supervizori și managerul departamentului, personalul de la departamentul de managementul resurselor umane a fost direct interesat și implicat în cadrul demersului propus, și agreat în comun.

4.2.1. Demersul de cercetare

Motivația este una dintre problemele cheie de studiu în managementul resurselor umane, considerată esențială pentru obținerea unui nivel de productivitate ridicat al salariaților, dar și al satisfacției lor. Politica de motivare este determinantă pentru generarea unui comportament organizațional adecvat și dezirabil pro-performanță și aceasta a devenit tot mai importantă și în cazul organizațiilor multinaționale ce operează în România. Confruntarea dintre cultura „organizației mamă” și ce a lucrătorilor ridică probleme de formulare și aplicare a unei politici de motivare adecvate și acceptate de manageri și salariați. Parțial

acest lucru se datorează nevoii de creștere a productivității prin îmbunătățirea continuă a proceselor, produselor și serviciilor, ceea ce contribuie semnificativ la câștigarea unui nivel competitiv la nivel global, al organizației multinaționale. De asemenea, politica de motivare trebuie să sprijine procesul schimbărilor rapide cu care se confruntă organizațiile, generate de presiunile majore datorate concurenței acerbe din piață.

Ca urmare, spiritul contextului de cercetare generat de SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL din Timișoara este determinat de faptul că toate categoriile de manageri, de la toate nivelele ierarhice sunt de acord că atingerea obiectivelor organizaționale depinde în mare măsură de motivarea lucrătorilor, de comportamentul și atitudinea lor față de sarcinile de muncă și de modul în care funcționează relația dintre aceștia și managerii. Această cercetare își propune să evidențieze legătura dintre motivația și satisfacția operatorilor umani de locurile de muncă aferente liniei de fabricație SSY ce deține procese manual-mecanice.

Diferențele privind opțiunile și comportamentul lucrătorilor sunt semnificative. Unii și-au ales locul de muncă („job-ul”) având doar acea variantă la un moment dat, și au ales să rămână pe acel loc de muncă din diferite motive, alții au preferat să-și schimbe locul de muncă vechi cu unul nou sau ar fi dispuși să-l schimbe, dar numai în anumite condiții.

Cercetarea de față a avut drept obiectiv principal evidențierea legăturii între motivația și satisfacția în muncă a operatorilor umani care activează într-un sistem de fabricație lean, considerat matur, din cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara. Astfel, studiul a plecat de la o serie de ipoteze, presupuneri conform cărora așteptările individului au legătură cu motivația, pe când recompensele reale, obținute în urma aplicării unor stimuli, au legătură cu satisfacția.

Pentru atingerea obiectivului cercetării au fost realizate:

1. O cercetare calitativă folosind teoria fundamentată pe date (*Grounded Theory*) care a furnizat o serie de interdependențe privind dimensiunile asociate comportamentului salariaților și al managerilor din cadrul sistemului de producție analizat. Aplicarea teoriei a recurs la parcurgerea etapelor codării (deschisă, axială și selectivă) pentru caracterizarea categoriilor semantice identificate și a interdependențelor dintre acestea (martie – octombrie 2017);
2. O cercetare cantitativă de tip anchetă pe baza de chestionar la care au participat operatorii umani de pe linia de fabricație SSY din cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara (februarie – iulie 2018).

Perioada de realizare a cercetării a fost **martie 2017 – iulie 2018**, iar colectarea răspunsurilor, aferente discuțiilor informale, formale (focus group) și completării chestionarelor (Anexa 1 și Anexa 2) s-a realizat la locul de muncă al respondenților, în sala de ședințe a departamentului pentru manageri și în zona de relaxare a lucrătorilor, prevăzută cu mese și scaune, în perioada pauzelor acestora.

Ca o prezumție inițială privind comportamentul angajaților, aceștia își compară efortul depus la locul de muncă, cu efortul altora din același departament sau din altele, respectiv recompensele pe care le obțin în urma depunerii acestui efort cu cele pe care le au alți lucrători. Dacă în urma comparației se percepe un raport just efort - recompense, atunci lucrătorii consideră că există o situație de echitate, o relație corectă de schimb angajat – organizație.

În urma parcurgerii celor două etape de investigarea formulate anterior (pe baza observațiilor și a discuțiilor informale cu salariații și managerii liniei de fabricație, *go-to-gemba*) s-a putut caracteriza satisfacția operatorilor umani în interdependență cu motivarea și recompense, dar ținând seama de caracteristicile contextului de cercetare, specificul proceselor și organizarea muncii pe linia de

asamblare. Demersul de cercetare a fost sugerat de personalul de la departamentul de managementul resurselor umane, acesta fiind agreat împreună cu managerul de la nivelul departamentului și al supervisorilor, detaliile metodologice fiind definite de cercetător.

4.2.2. Teoria fundamentată pe date (*Grounded Theory*) și contribuția sa la definirea modelului conceptual al cercetării

4.2.2.1. Design metodologic

Pentru demonstrarea modului detaliat de derulare a cercetării, în cele ce urmează vor fi prezentate aspecte de ordin metodologic privind modul de aplicare a teoriei fundamentată pe date și categoriile semantice identificate inductiv pentru a caracteriza motivarea, satisfacția și percepția asupra recompenselor salariaților dintr-un sistem de producție ce are un nivel de maturitate în implementarea managementului lean.

Teoria fundamentată pe date a fost dezvoltată de către sociologii Glaser și Strauss (1967) ea contribuind la diversificarea modului de cercetare și la rafinarea modului de înțelegere a fenomenelor sociale prin generarea unei teorii asupra acestora și nu pentru a verifica o teorie sau o ipoteză existentă. Aceasta implică aplicarea unei metodologii sistematice de tip calitativ, dar care poate fi combinată cu secvențe de ordin cantitativ ca în cazul cercetării de față, și care presupune descoperirea unei teorii prin analiza de date. Cu toate acestea, aceasta operează într-un mod diferit de cercetările tradiționale din științele sociale, pentru că în loc să pornească cu formularea ipotezelor de cercetare, primul pas în cadrul acestei abordări constă în colectarea de date printr-o varietate de instrumente (Sandu, 2012; Sandu, 2016). „Teoria fundamentată pe date se bazează pe o identificare progresivă a categoriilor semantice generate din analiza directă a discursurilor – obținute prin interviu, focus grup, consultarea unor documente scrise aparținând populației investigate, texte extinse de natură audio-vizuală, sau orice altă tehnică de obținere discursivă a datelor - și agregarea acestora într-o teorie” (Sandu, 2018).

În cadrul demersului de cercetare s-a optat pentru folosirea metodei interviului semistructurat ce a recurs la utilizarea unui ghid ce conține întrebările de cercetare. Astfel, s-a realizat o serie de interviuri formale (focus group) și informale cu managerii și operatorii umani ai sistemului de producție investigat, iar pentru caracterizarea mai operativă a fenomenului social legat de interdependențele dintre motivare, satisfacție și recompense, s-a recurs la folosirea prelucrării automate a datelor folosind aplicațiile MindManager și Excel.

Pentru aplicarea teoriei fundamentate pe date se urmează procesul de codare în cadrul căruia sunt analizate datele și informațiile colectate *in situ* sau *in vivo*, scopul fiind acela de a descoperi, abstractiza și descrie idei sau fenomene care se regăsesc în acele date și informații (pot fi evidențiate de acestea). Etapele majore specifice procesului de codare sunt prezentate în Tabelul 4.4.

După cum a fost precizat anterior, modalitatea de aplicare a teoriei fundamentată pe date a recurs la utilizarea metodei interviului semistructurat bazat pe un scenariu sugerat de un chestionar cu întrebări deschise. Cercetătorul are opțiunea liberă de a adresa întrebările în ordinea considerată adecvată interlocutorului sau interlocutorilor, precum și libertatea de a aplica întrebări suplimentare care pot apărea din contextul derulării discuțiilor în cadrul interviului. De asemenea, cercetătorul poate introduce alte întrebări suplimentare pentru a clarifica anumite aspecte discutate ce apar sau însoțesc discursul interviueatului.

Tabelul 4.4 Etapele codării utilizate în demersul de aplicare al teoriei fundamentate pe date, după (Sandu, 2018)

Etapele codării	Pașii de urmat în parcurgerea etapelor
Codare deschisă (sau inițială, realizată în cadrul sistemului de producție studiat)	Analizarea surselor de date/informații
	Etichetarea ideilor și formarea unor coduri abstracte (concepte semantice)
	Utilizarea memo-urilor în cercetare
Codarea axială (concentrată, realizată în colaborare cu managerii și personalul de resurse umane)	Gruparea și asocierea codurilor și conceptelor pe baza proprietăților lor intrinseci
	Formarea categoriilor și identificarea relațiilor dintre ele (interconectările)
	Scrierea proprietăților și dimensiunilor categoriilor pe baza codurilor asociate
Codarea selectivă (teoretică, realizată după prelucrarea chestionarelor)	Categoriile sunt relaționate (interconectate) pe baza unor fenomene care se suprapun
	Dezvoltarea modelului teoretic pe baza conexiunilor identificate între categoriile semantice

În cazul cercetării de față, ghidul de interviu sau chestionarul semistrukturat a avut ca **OBIECTIV SPECIFIC înțelegerea comportamentului socio-profesional al operatorilor umani (lucrători și manageri) la situația de muncă impusă de contextul managementului și al fabricației lean, în termenii motivației și satisfacției. REZULTATUL urmărit a fost acela de a realiza un studiu de caz cu privire la caracterizarea dimensiunilor comportamentului operatorilor umani ce susțin adaptarea lor continuă, a sarcinilor de muncă individuale realizate de aceștia la schimbările impuse de îmbunătățirea continuă lean.**

Întrebările aferente chestionarului semistrukturat utilizat împreună cu unele aspecte metodologice sunt prezentate în Anexa 1. Principalele etape ale cercetării-dezvoltării sunt descrise în continuare.

1. Modul de culegere a datelor și codarea deschisă (prima etapă a demersului de inducție) sunt definite de numeroase operații, realizate într-o anumită ordine și care reclamă pedanterie din partea cercetătorului.

După cum a fost precizat anterior, culegerea datelor se realizează prin intermediul interviurilor semistrukturate realizate cu angajații liniei de fabricație, în cazul cercetării de față, focus grup realizat cu managerii liniei și departamentului, observații ale sistemului de producție și documentare (*go-to-gemba*) discuții informale cu managerii și supervizorii, cu specialiștii de managementul resurselor umane. În cazul cercetării au fost realizate 24 interviuri semistrukturate și 1 focus group la care au participat 4 manageri de la nivelul departamentului (1 de la nivelul ierarhic de mijloc și 3 de la nivel inferior). După realizarea colectării datelor, acestea au fost transcrise urmărindu-se identificarea modului în care diferitele discursuri se orientau pe anumite teme/concepte predilecte, de exemplu motivare, atitudini și aptitudini personale, trăiri intrinseci, comunicare etc., astfel fiind aplicate o serie de „etichete” asupra diferitelor fragmente de discurs, apoi a urmat gruparea etichetelor pentru a urmări fragmentele discursive ce converg în aceeași direcție.

Analiza primară a datelor prin procesul de codare deschisă sau inițială a presupus lectura amănunțită a transcrierilor interviurilor realizate, ce a fost însoțită de aplicarea unor memo-uri (adnotări sau mențiuni). Astfel, acest mod de lucru a condus la descoperirea universului discursiv al respondenților, simultan cu

operaționalizarea datelor (identificarea semnificației și conceptualizarea lor). Pentru o bună gestiune a datelor, în această etapă s-au utilizat aplicațiile MindManager și Excel, ceea ce a condus la identificarea conceptelor cheie aferent discursurilor respondenților, inclusiv a frecvenței cu care acestea apar, și identificarea legăturilor dintre concepte.

Modul de lucru adoptat pentru analiza datelor a inclus structurarea acestora pe patru categorii, și anume:

1. Forma în care acestea apar (*in situ* sau *in vivo*) conform codării deschise (INDUCȚIA 1) însoțită de unele precizări de tip memo;
2. Identificarea cuvintelor cheie prin codare deschisă (INDUCȚIA 1);
3. Asocierea sau gruparea codurilor (categorii primare) rezultate prin codarea deschisă (INDUCȚIA 1);
4. Definirea categoriilor generale aferente codării axiale (INDUCȚIA 2).

2. Codarea axială (a doua etapă a demersului de inducție) a avut rolul de a clarifica categoriile semantice sau conceptuale teoretice care caracterizează comportamentul angajaților de pe linia de fabricație studiată și de a identifica legăturile dintre acestea. Astfel, au fost elaborate primele modele explicative parțiale, care au fost agregate într-un model de analiză global. Acesta a fost discutat cu angajații și managerii pentru a putea evidenția „puterea explicativă” și persuasivă în cazul managerilor, inclusiv a specialiștilor de resurse umane, pe baza adecvanței sale la situația și fenomenul social studiat.

Un model de codare axială poate fi considerat cel mai adesea un model de formă arborescentă și conține axe tematice, subcategorii și categorii rezultate în urma codării axiale.

3. Codarea selectivă (a treia etapă a demersului de inducție) are rolul de a stabili categoria centrală și relația dintre categorii. Acestea sunt redefinite ca urmare a interdependențelor sau a relațiilor evidențiate. Adesea acest proces este însoțit de schimbări ale denumirii categoriilor semantice, unificarea unor categorii asemănătoare sau renunțarea la unele categorii ce pot fi considerate nesemnificative pentru obiectivul studiului sau care sunt diferite din punct de vedere semantic. Totodată, în această etapă se pot identifica patern-uri (șabloane) discursive, acestea putând fi transformate în modele explicative. Generarea modelului teoretic (conceptual) a avut ca element central *categoria semantică centrală*. Față de aceasta au fost formulate „construcții teoretice cu rol de ipoteze pentru viitoare teorii; demersul pune accentul pe verosimilitudinea modelului și puterea explicativă a acestuia; posibila verificare ulterioară” (Sandu, 2018).

4.2.2.2. Rezultatele studiului

Observația critică rezultată ca urmare a aplicării demersului teoriei fundamentată pe date este aceea că „motivația pentru muncă a unui individ este determinată de o serie de factori intrinseci (individuali) și extrinseci (organizaționali):

- În rândul factorilor individuali regăsim nevoi, atitudini, interese, sistem de valori și percepția sarcinilor, toate exprimate atât de salariați cât și de manageri;
- În cadrul factorilor organizaționali au fost incluși salariul, precizarea sarcinilor (gradul de detaliere), caracteristicile grupului de muncă, comunicarea și sisteme de control” (Sandu, 2018).

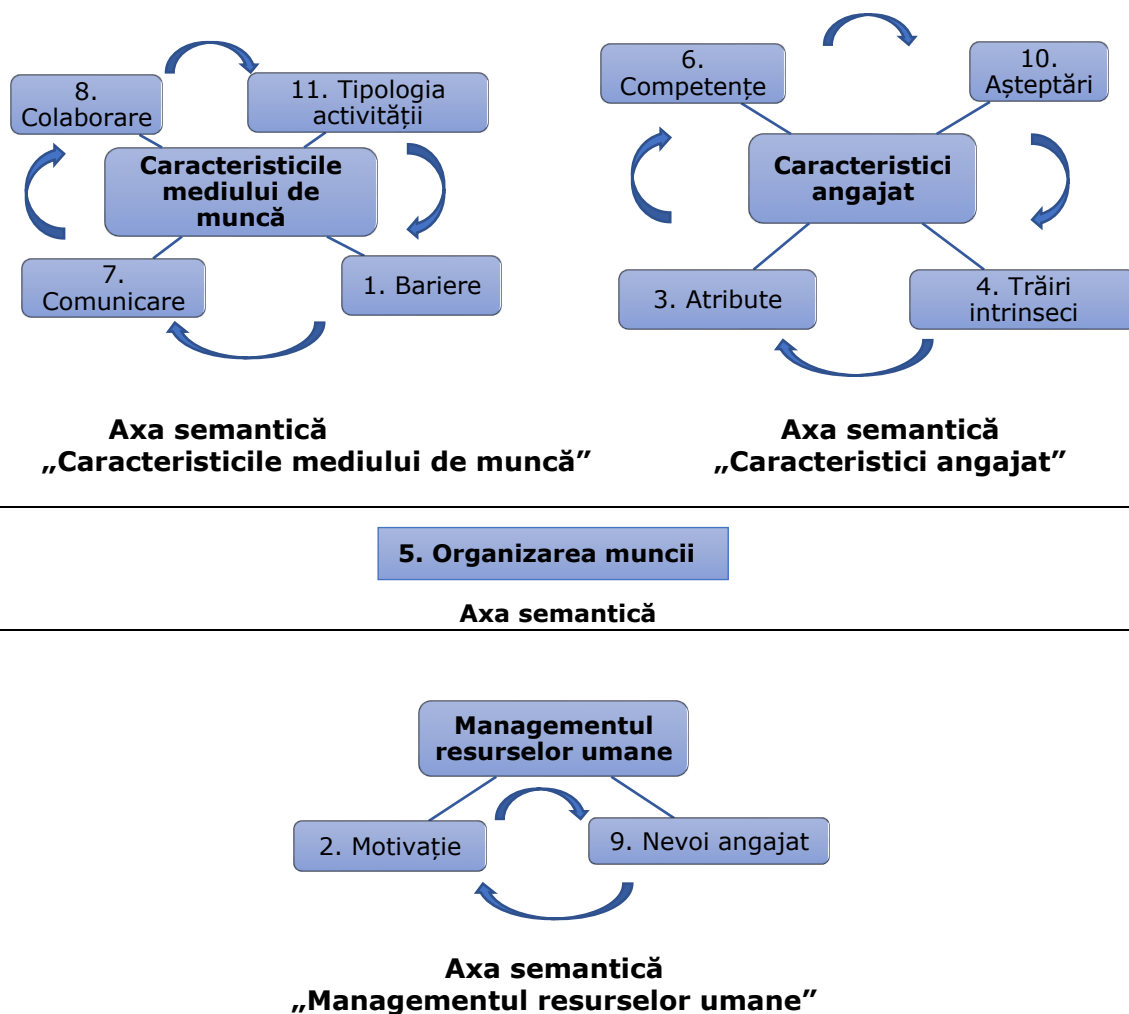


Fig. 4.6 Rezultatele elaborării axelor și conceptelor semantice aferente modelului conceptual teoretic la finalul fazei de codare axială

Principalele categorii semantice identificate inductiv ca urmare a centralizării datelor generate de interviurile semistructurate și a focus group-ului, și care au fost considerate în cadrul modelului, Fig. 4.6, au oferit indicii pentru definirea conținutului și structurii chestionarului din etapa a doua a cercetării privind satisfacția operatorilor pe linia de fabricație (Anexa 2 și descriere în subcapitolul 4.2.13.). De remarcă este faptul că, cercetarea a identificat **3 axe semantice: (1) managementul resurselor umane, (2) mediul de muncă și (3) caracteristici angajat**, la care s-au adăugat 2 – 4 categorii semantice. Există însă o categorie semantică ce s-a dovedit foarte puternică, frecvent invocată în discursul respondenților și dovedită prin relațiile cu toate celelalte categorii, și anume „Organizarea muncii”. După cum se poate observa în Fig. 4.6, în urma parcurgerii fazelor de codare deschisă și axială s-a putut elabora un model preliminar în care au fost precizate categoriile semantice, axele și anumite legături dintre acestea.

Relațiile dintre categoriile identificate s-au dovedit puternice și reciproce (bidirecționale) ceea ce a putut fi evidențiat prin analiza detaliată cu ajutorul aplicației software MindManager. În continuare se prezintă descrierea fiecărei categorii semantice ce a fost identificată după realizarea operațiilor de codare deschisă și axială asociate a două procese de inducție logică și relațiile lor cu alte

categorii înrudite, așa cum a rezultat din analiza semantică a datelor furnizate de angajați și manageri, ordinea fiind cea observată inductiv ³⁰.

1. Barierele au făcut referire la principalele obstacole sau dificultăți ce apar cu o anumită frecvență în timpul derulării proceselor de muncă. Rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.5 și Fig. 4.7. În mod direct, atât angajații cât și managerii liniei de fabricație au asociat barierele cu stresul profesional al realizării sarcinii de muncă. Stresul, tensiunile și multiplele sarcini, ca și multe alte elemente ale activității de fiecare zi au fost invocate drept *Bariere* și au fost asociate unui nivel relativ crescut al insatisfacției angajatului, relativ la locul său de muncă. Toate acestea pot fi cauza unei motivații scăzute pentru performanță și sunt în interdependență continuă cu trăirile („munca este dificil de realizat în fiecare zi”, „cerințele de calitate sunt din ce în ce mai mari”, „stresul sarcinii este dominant”, „organizarea și dotarea locului de muncă este aceeași, dar ritmul de muncă și cerințele sunt tot mai mari”), competențele angajaților („simt uneori că nu mai pot face față ritmului alert de muncă”, „mi-e frică de greșelile pe care le pot face”, „mi se întâmplă să greșesc destul de des în ultimul timp”, „cred că am nevoie de un training pentru noile cerințe de calitate”, „noile sisteme de muncă - îmbunătățiri lean - au fost introduse fără un training prealabil, ci doar cu explicații și demonstrații sumare”), cu organizarea muncii, precum și cu tipologia activităților, sarcinilor de muncă („lansarea unui nou produs ridică cele mai mari probleme de calitate, adaptare și ritm”, „ritmul de muncă alert nu îmi permite să fiu atent la colegii mei așa cum aș vrea ca să pot fi atent la detaliile proceselor lor”, „sunt de 5 ani pe același loc de muncă și deja am probleme la coloană”, „sufăr de tensiune arterială și stresul organizării muncii nu-mi face bine”, „oboseala în muncă este destul de mare, iar implicarea mea socială este aproape inexistentă; mă dedic familiei după serviciu”). De asemenea, *Barierele* au fost identificate drept o cauză principală a unei comunicări defectuoase între lucrători și între aceștia și manageri, precum și a lipsei colaborării în urmărirea și întrajutorarea pentru realizarea sarcinilor de muncă.

Tabelul 4.5 *Bariere* - Categorii înrudite

Cod	2	4	5	6	7	8	11
Categorii semantice	Motivație	Trăiri intrinseci	Organizarea muncii	Competențe	Comunicare	Colaborare	Tipologia activităților

³⁰ Se prezintă și extrase din interviurile realizate *in vivo*

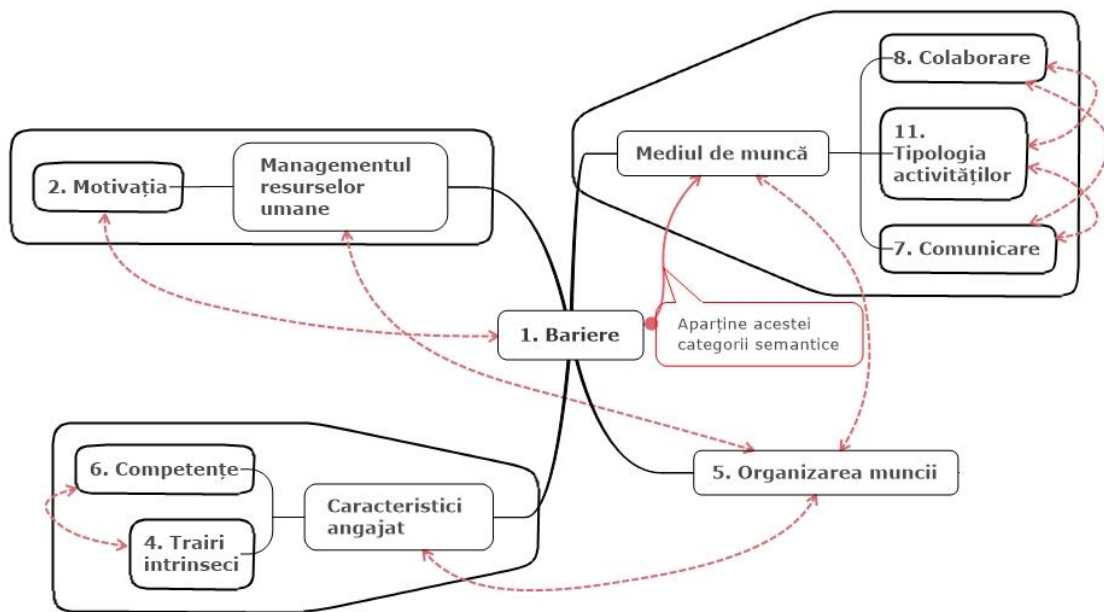


Fig. 4.7 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Bariere*

2. Motivația a fost asociată de respondenți ca fiind „suma energiilor interne și externe ce trebuie obținute de un angajat pentru a-și putea desfășura activitatea la locul de muncă în condiții optime”; ideea apare obsesiv în discursul managerilor, completată de logica potrivit căreia motivația este asociată „procesului în care oamenii aleg diferite forme de comportament pentru atingerea scopurilor personale, dar și profesionale” (rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.6 și Fig. 4.8). Analiza datelor furnizate de interviuri a scos la iveală că motivația este influențată de *Bariere* („dificultățile pot fi depășite dacă ele sunt recunoscute sau ... chiar anticipate”, „nu pot fi motivat și determinat în munca mea dacă unii îmi pun piedici sau greșesc și nu recunosc”, „mi-e greu sa depășesc unele baiere ... și nu pot fi motivat pozitiv”, „supervizorul este deosebit de bun în depășirea situațiilor dificile”) și de *Tipologia activităților* desfășurate („în activitatea curentă pe care o desfășor sunt fericit, adică mă simt motivat și determinat să fac totul complet și corect”, „schimbările de produs îmi frânează elanul și simt că sunt neputincios în unele situații de a asimila ceea ce mi se cere”, „schimbările de activitate îmi creează stări de incertitudine ... nu mai știu ce știu și ce pot”), dar și de *Trăirile intrinseci* și așteptările angajaților cu privire la un anumit loc de muncă, așa cum s-a putu observa din extrasele interviurilor prezentate. Totodată, *mediul de muncă* este un concept semantic relaționat cu cel al motivației („ca supervisor am responsabilități suplimentare și principala sarcină este să asigur că oamenii au tot ceea ce le trebuie ca sa execute sarcinile zilnice”, „suportul referitor la explicații despre modul de realizare al sarcinii de muncă și însuflețirea oamenilor de a le realiza ... sunt cele mai importate lucruri pe care le fac, alături de asigurarea condițiilor fizice ale muncii” (supervisor), „la noi în secție organizarea și curățenia sunt exemplare și asta mă motivează și îmi dă un sentiment că sunt respectat și că merită să respect și eu!”), iar modul în care organizația comunică și membrii săi colaborează poate oferi imbolduri pentru un nivel bun al satisfacție profesionale, dar în același timp poate inhiba dorința de a mai continua activitatea anumitor lucrători pe anumite locuri de muncă. Toate categoriile de manageri au

recunoscut importanța comunicării și susținerii proceselor de colaborare dintre lucrători, cu accent pe dezvoltarea unor echipe puternice, mature în acțiune.

Tabelul 4.6 *Motivația* - Categoriile înrudite

Cod	1	4	5	7	8	9	10	11
Categorii semantice	Bariere	Trăiri intrinseci	Organizarea muncii	Comunicarea	Colaborare	Nevoile angajaților	Așteptările angajaților	Tipologia activităților

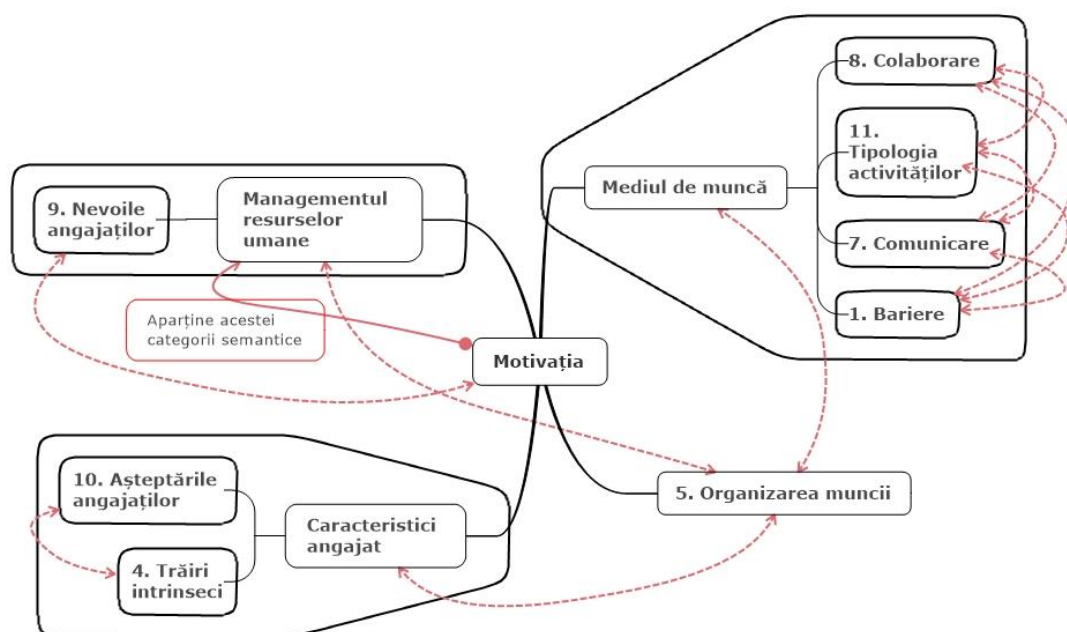


Fig. 4.8 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Motivația*

3. Atributele personale (cu referire la toate categoriile de angajați) reprezintă elementele particulare ale indivizilor și care influențează buna desfășurare a muncii sale. În cazul studiului realizat, angajații ce au fost subiecții investigați pot fi caracterizați de o varietate de calități precum bunul simț, disciplină, devotament și loialitate, deschidere spre nou și flexibilitate, însă au existat subiecți care prezentau atribute precum rigiditate în a-și relata opiniile (carențe de comunicare datorate imposibilității lor de a recunoaște și descrie fapte sau evenimente), o reticență permanentă la schimbare (comportament de aversiune față de risc și schimbare). Rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.7 și Fig. 4.9. Toate aceste atribute personale au condus la a constata diferite percepții față de locul de muncă, față de satisfacție sau motivarea asociate cu procesele, sarcinile și rezultatele muncii. După cum s-a putut constata din analiza discursurilor, atributele personale facilitează *Comunicarea* și *Colaborarea*, dar pot deveni bariere în atingerea unei performanțe și a unei satisfacții profesionale. Totodată, atributele angajaților pot determina anumite *Trăiri intrinseci* și *Așteptări* ale acestora în funcție de modul în care le este sau ar trebui să le fie *Organizată munca*. Cercetarea a dovedit că facilitatorii schimbărilor (toți supervizorii și

majoritatea lucrătorilor liniei de fabricație) au atribute foarte bune și excelente de comunicare și colaborare, aceștia dovedindu-se „motoare” ale schimbării, ale depășirii barierelor și introducerii noului. Aceștia generează și susțin starea de bine, de satisfacție în muncă, însoțită de trăiri intrinseci pozitive (cu implicații la nivelul creșterii calității vieții profesionale) și care sunt împărtășite dincolo de granițele întreprinderii, și în viața socială și de familie. De remarcat în cazul acestui concept semantic este faptul că, toți subiecții participanți nu au identificat și exprimat nici o legătură a acestuia cu managementul resurselor umane (Fig. 4.8).

Tabelul 4.7 *Atributele personale* - Categoriile înrudite

Cod	1	4	5	7	8	10
Categorie semantică	Bariere	Trăiri intrinseci	Organizarea muncii	Comunicarea	Colaborare	Așteptările angajaților

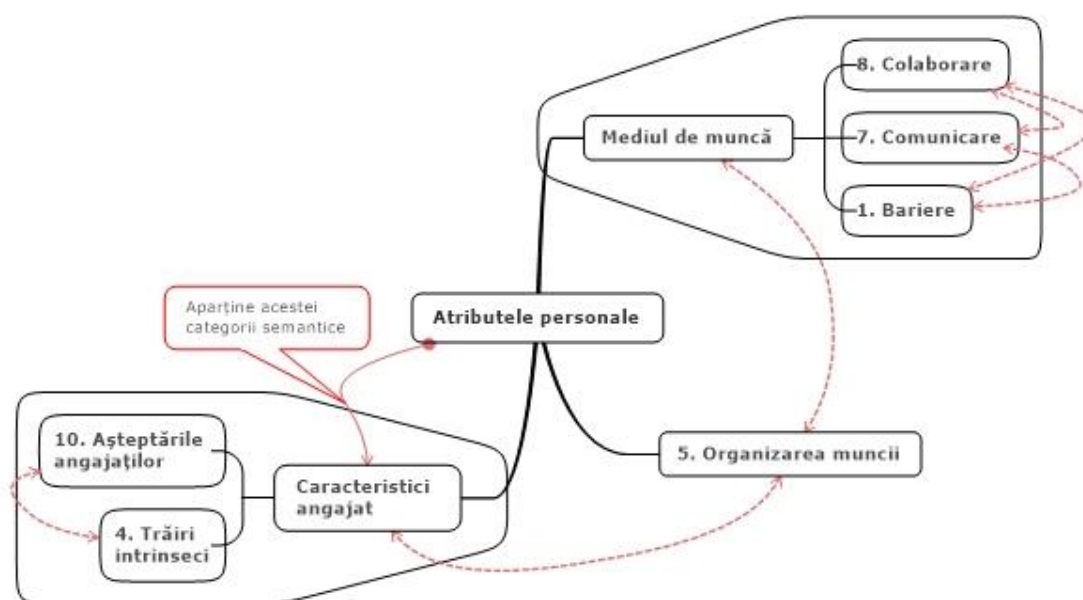


Fig. 4.9 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Atributele personale*

4. Trăirile intrinseci ale angajaților la locul de muncă sunt asociate acelor stări personale percepute ca urmare a experiențelor (percepțiilor) proprii la locul de muncă și care le influențează comportamentul și activitatea profesională, dar și personală (rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.8 și Fig. 4.10). Ceea ce s-a observat inductiv este că stresul exprimat prin nervozitate, iritare și agresivitate verbală sunt factori ce pot dăuna atât comunicării, cât și colaborării pe orizontală și verticală, iar stările de frustrare și oboseală pot deveni *Bariere* pentru buna desfășurare a proceselor („simt că îmi crește tensiunea arterială când am de-a face cu o situație de muncă dificilă și stresul este maxim”, „nu pot sa-mi explic anumite situații care îmi induc o oboseală excesivă și cred că am nevoie de mai mult suport din partea colegilor și supervisorului”, „sunt rare situațiile mele

de nefericire la locul de muncă, dar atunci când ele apar devin nervos și nu sunt prietenos cu ceilalți colegi”), însă dintre toate stările, adecvarea, acomodarea sunt comportamente favorizante pentru schimbare, dar complacerea este văzută ca cea mai periculoasă variabilă pentru satisfacția la locul de muncă și poate conduce la plafonarea dorinței de îmbunătățire continuă a activității („când văd că presiunea de realizare a sarcinii de muncă este mare mă simt stresat și spun vorbe pe care apoi le regret”, „nu pot tolera indolența unor colegi când avem sarcini urgente au audit”). Toate aceste stări exprimate de intervievați influențează motivația și așteptările angajaților cu privire la ducerea la bun sfârșit a sarcinilor primite („nu pot să colaborez eficient dacă sunt stresat sau obosit ... la finalul zilei de muncă”, „supervizorul îmi dă sprijin la greu, dar stresul mă împiedică să comunic corect”).

De remarcat este că această categorie semantică nu a fost percepută ca având legături cu *Organizarea muncii*.

Tabelul 4.8 *Trăirile intrinseci* - Categoriile înrudite

Cod	1	2	7	8	9	10
Categorie semantică	Bariere	Motivație	Comunicare	Colaborare	Nevoile angajaților	Așteptările angajaților

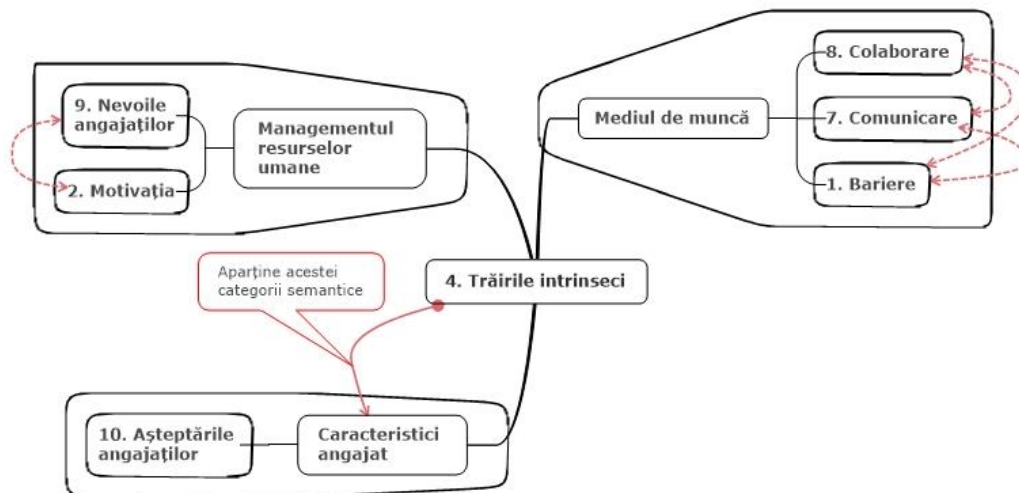


Fig. 4.10 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Trăirile intrinseci*

5. Organizarea muncii s-a remarcat drept o categorie semantică de tip transversal asociată cu aproape toate categoriile aferente axelor semantice. Interesul cercetării asupra acesteia a condus la tratarea sa drept o axă semantică. În percepția respondenților, organizarea muncii are drept obiectiv structurarea rațională a proceselor în activități componente, adaptarea permanentă la evoluția proceselor tehnice, tehnologice și economice relaționate cu indicatorii cheie de performanță stabiliți în scopul creșterii eficienței generale a producției și a muncii. Rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.9 și Fig. 4.11. Analiza discursului persoanelor interviuate a identificat că procedurile și politicile organizaționale, relaționate cu prevederile managementului calității, creează o cultură care poate

influența pozitiv sau negativ motivația angajaților. *Atributele* acestora precum și *Tipul activităților* realizate dețin o pondere importantă în relaționarea cu această categorie semantică, fiind în directă corelație cu managementul proceselor de muncă.

Tabelul 4.9 *Organizarea muncii* - Categoriile înrudite

Cod	1	2	3	6	11
Categorie semantică	Bariere	Motivație	Atributele angajaților	Competențe	Tipologia activităților

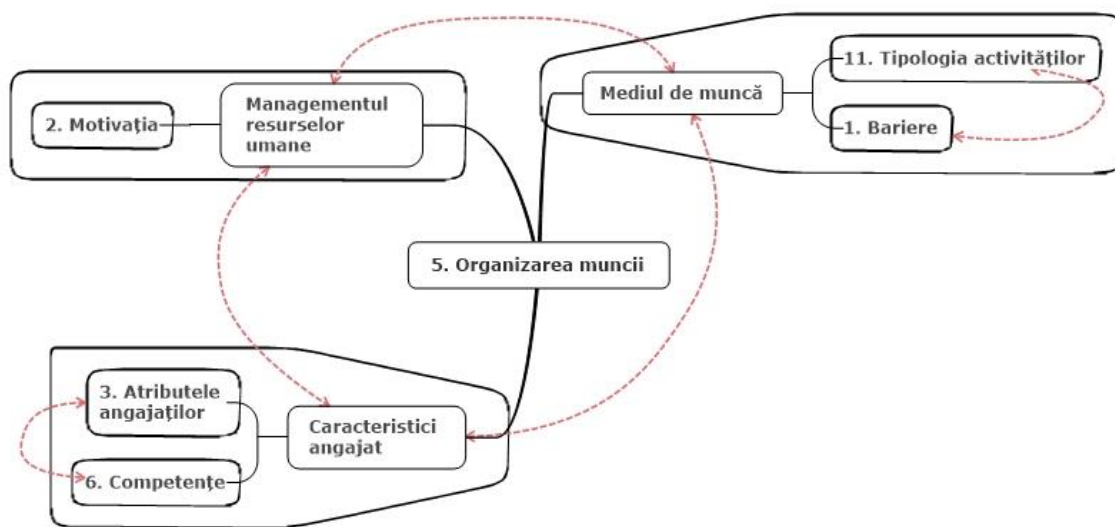


Fig. 4.11 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Organizarea muncii*

6. Competențele au fost percepute, în mod corect, ca suma cunoștințelor, abilităților și capacitatea respondenților de a-și îndeplini eficient sarcinile și responsabilitățile postului. Rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.10 și Fig. 4.12. Cercetarea a identificat că experiența în domeniu asamblării sau în alte organizații, studiile și calificările obținute pot fi extrapolate ca atribute personale puternice ale angajaților și care influențează modul de realizare a *Tipologiei activităților* atribuite sau delegate („am mai lucrat în domeniu și știu care sunt așteptările angajatorului”, „am experiență la altă întreprindere multinațională”, „sunt calificat în cadrul școlii profesionale absolvite, deși nu am reușit să-mi iau bacalaureatul”, „training-urile la care am participat mi-au lămurit toate aspectele legate de modul de realizare a sarcinilor de muncă”, „am fost promovat supervisor după ce am avut o activitate de peste 4 ani pe linia de fabricație”). Educația continuă, dovedită prin afirmațiile lucrătorilor cu privire la necesitatea și eficiența programelor de formare pe post sau a programelor de familiarizare cu noile tehnologii, este recunoscută ca având un imbold major pentru obținerea unui grad ridicat de satisfacție la locul de muncă și un reper important al managementului proceselor de muncă („îmi place când sunt atras în programe de formare și le

urmez cu mare satisfacție”, „programele de formare în care am fost implicat sunt un semn al grijii pe care firma o acordă muncii mele”).

Tabelul 4.10 Competențele - Categoriile înrudite

Cod	2	3	5	11
Categorie semantică	Motivație	Atributele angajaților	Organizarea muncii	Tipologia activităților

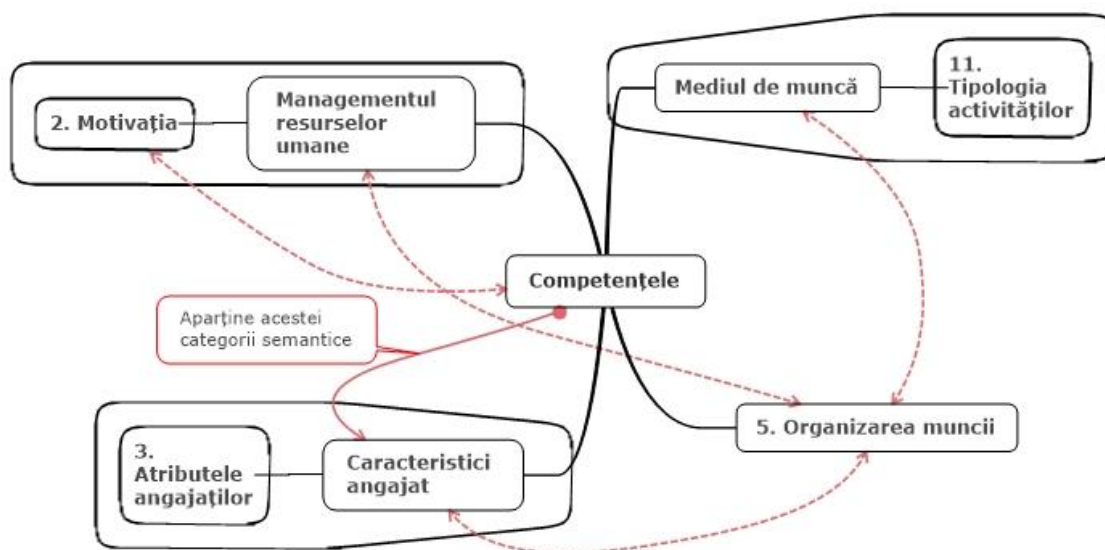


Fig. 4.12 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Competențele*

7. Comunicarea a fost apreciată ca o categorie semantică importantă de către toți respondenții. Aceasta a fost percepută ca un proces biunivoc, o necesitate a lor de a face schimb de informații în cadrul echipei de lucru (colegi și supervizori), permițând persoanelor intervievate să se facă accesibile, să reușească să pună în de acord asupra acțiunilor de muncă, să-și armonizeze trăirile, sentimentele, opiniile, experiențele și informațiile de natură profesională. Rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.11 și Fig. 4.13. Studiul a identificat fie că a fost abordată și descrisă comunicarea între colegii lucrători ai liniei de fabricație, fie că a trebuit caracterizată comunicarea managerială (spre și de la managerii direcți) sau între departamente (ca în cazul managerilor), aceasta a fost identificată ca având diferite forme și că are capacitatea de a inhiba sau facilita (favoriza) generarea unui grad ridicat de satisfacție în cadrul departamentului și liniei de fabricație. Analiza discursurilor respondenților a evidențiat modalități și tipologii diferite de comunicare, pentru a obține eficiența dorită, acest proces fiind dependent de *Atributele, Trăirile și Nevoile angajatului*, dar în egală măsură și de *Organizarea muncii* („nu prea am talent de comunicator, dar știu că barierele se pot evita numai dacă vorbesc despre ele cu supervizorul sau cu, colegii mei”, „sunt mai mulțumit față de munca mea dacă pot colabora și

comunica, cu cei din jurul meu”, „șeful acceptă orice discuții pe teme de serviciu și la orice oră”, „managerul de rang superior este deschis dezbaterilor pe care eu, supervisor, le generez în timpul ședințelor operative, ceea ce mă motivează să gândesc și să acționez”, „comunicarea pe teme profesionale facilitează și susține colaborarea dintre noi”, „pe mine m-a ajutat foarte mult experiența anterioară într-o multinațională ... nu am avut inhibiții în comunicarea cu, colegii și nici cu șefii”, „sunt o fire deschisă și nu-mi este frică să-mi exprim părerile”). Totodată, comunicarea poate determina Colaborarea, un element esențial în orice activitate productivă.

Tabelul 4.11 Comunicarea - Categoriile înrudite

Cod	1	2	3	4	5	8	9
Categorie semantică	Bariere	Motivație	Atribute personale	Trăiri intrinseci	Organizare a muncii	Colaborare	Nevoile angajaților

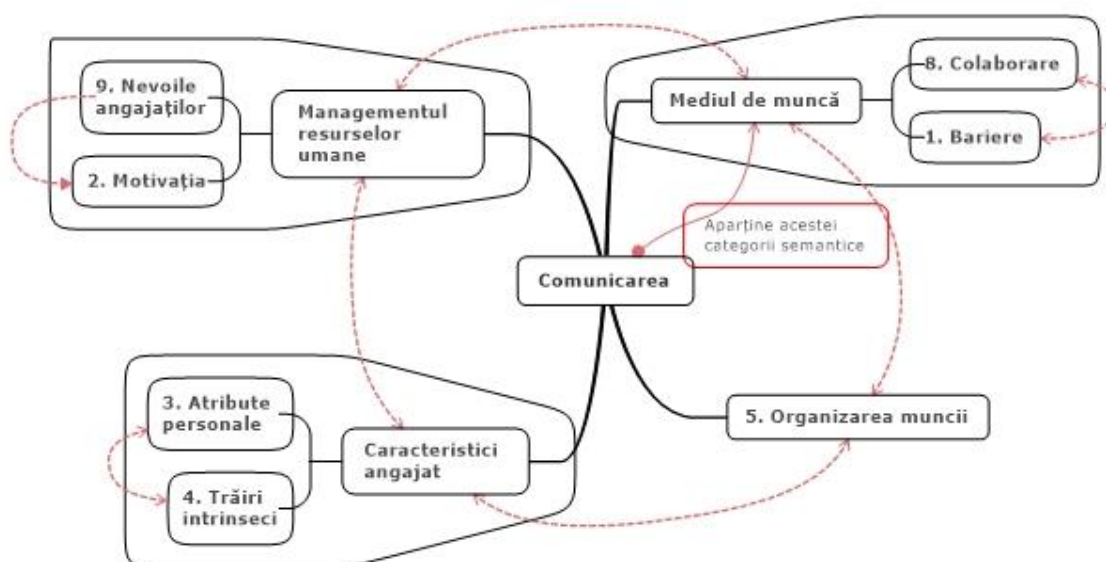


Fig. 4.13 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Comunicarea*

Odată cu analiza acestei categorii semantice (și a celor ulterioare) s-a putut constata o interdependență strânsă între cele 3 axe semantice și categoria „Organizarea muncii”.

8. Colaborarea este o categorie semantică ce se află la același nivel al frecvenței identificate în analiza interviurilor realizate. Acesta a fost percepută ca fiind determinată de participarea activă a lucrătorilor printr-o contribuție activă (muncă, idei, acțiuni) la un anumit proces de muncă ce a trebuit realizat în comun în vederea atingerii scopului stabilit. Rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.12 și Fig. 4.14. Trebuie menționat că fiecare respondent NU a putut separa activitatea sa de a celorlalți, discursurile evidențiind folosirea apelativului „noi” în descrierea proceselor, activității și a vieții lor profesionale. Deci, respondenții se identifică cu grupul din care fac parte. De asemenea, s-a concluzionat că cei care

reuesc să colaboreze eficient au cele mai mari șanse de reușită (aspect menționat de toți respondenții cu referire la sloganul companiei). Mai mult, s-a constatat că procesul colaborării profesionale are loc în mod dominant la nivelul echipelor de lucrători și susține buna relaționare dintre aceștia, precum și generarea ideilor de îmbunătățire continuă. Unii respondenți au raportat faptul că „lipsa colaborării poate fi datorată *Barierelor*” de la nivel individual, legate de atributele personale ale unor angajați ce nu au un apetit ridicat pentru comunicare, sau organizaționale, asociate cu lipsa timpului managerilor de a fi mai mult prezenți pe linie în anumite momente, ceea ce a fost legat de lipsa timpului pentru *go-to-gemba* în unele cazuri, și a lipsei *Motivării* și *Atributelor personale* pentru susținerea activităților în comun, înregistrată mai ales în cazul angajaților mai maturi, care nu sunt dispuși în a colabora cu tinerii ce au fost considerați lipsiți de empatie, precum și în cazul tinerilor cu vechime mică în cadrul fabricii, doar câteva luni. De asemenea, *Organizarea muncii* s-a dovedit că poate motiva pozitiv procesele de muncă în echipă, deci și colaborarea, dacă este susținută de un proces de comunicare eficient.

Tabelul 4.12 *Colaborarea* - Categoriile înrudite

Cod	1	2	3	5	7
Categorie semantică	Bariere	Motivație	Atribute personale	Organizarea muncii	Comunicare

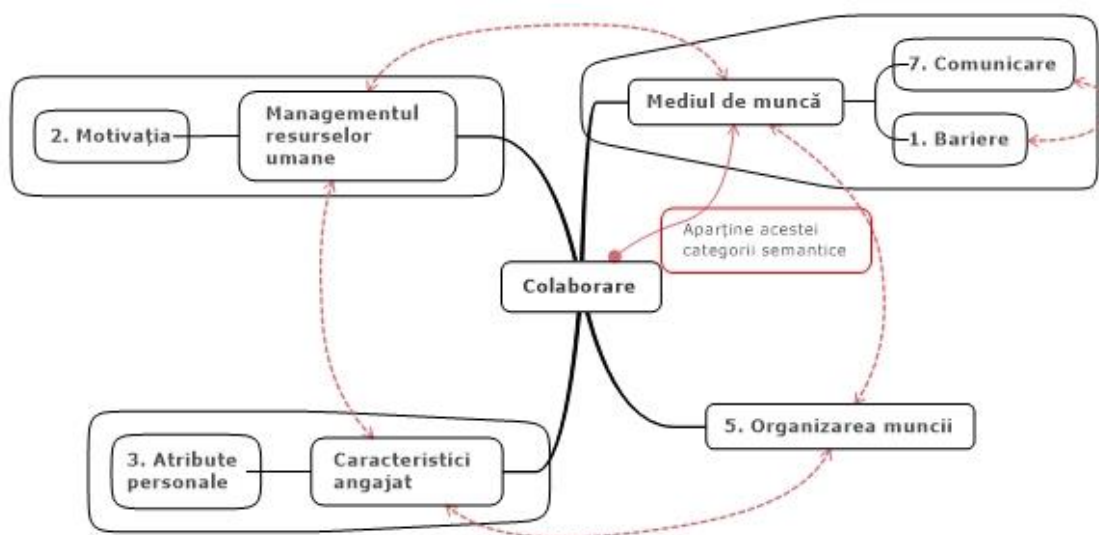


Fig. 4.14 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Colaborarea*

9. Nevoile angajaților sunt diverse și exprimate divers de către aceștia, fiind în legătură directă cu pregătirea lor profesională (nevoi de ordin superior au fost invocate de manageri; nevoi de pregătire continuă au fost prezente în toate discursurile participanților la cercetare) și munca depusă (prin nevoia de a cunoaște permanent starea de atingere a indicatorilor de performanță, nivelul

productivității, ceea ce a condus la perfecționarea managementului vizual în secția de producție). Rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.13 și Fig. 4.15. Mai mult, nevoile de perfecționare au inclus nevoi exprimate cu privire la independența în muncă, împlinire profesională, de atingere a obiectivelor propuse. În urma realizării analizei discursurilor, s-a observat că o nevoie nesatisfăcută generează trăiri negative și insatisfacții (sentimente negative), de aceea este importantă „tratarea atentă a fiecărui salariat, cunoașterea așteptărilor sale și comunicarea cu acesta mai ales în momentele cheie ale derulării proceselor de muncă. S-a remarcat importanța acordată specialiștilor de managementul resurselor umane și nu doar șefilor de la nivelul liniei și al departamentului, în satisfacerea nevoilor profesionale ale angajaților.

Tabelul 4.13 *Nevoile angajaților - Categoriile înrudite*

Cod	2	3	5	7	10
Categorie semantică	Motivație	Atribute personale	Organizare a muncii	Comunicare	Așteptările angajaților

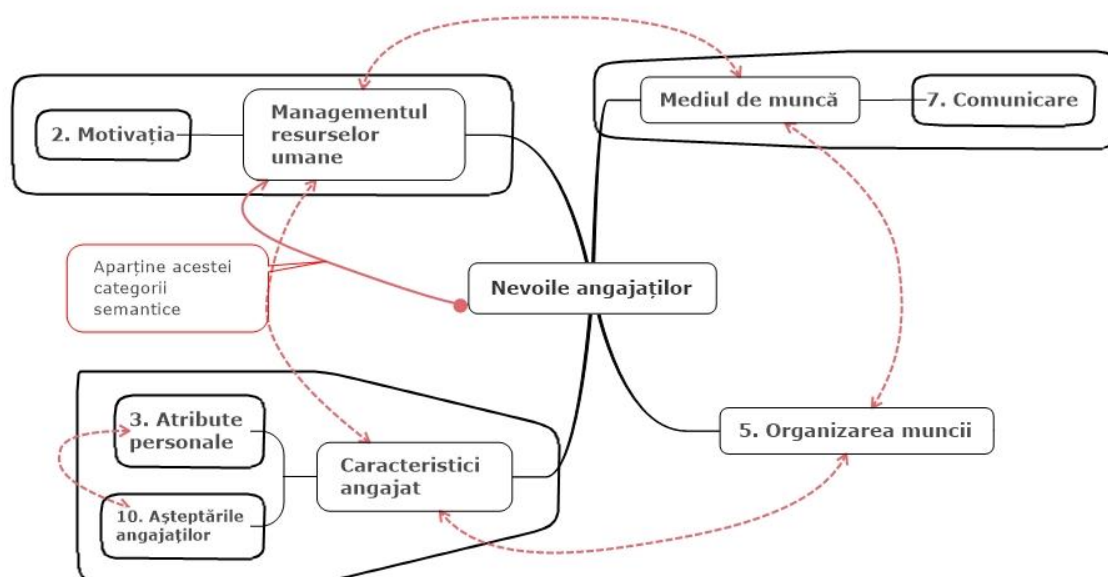


Fig. 4.15 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Nevoile angajaților*

10. Categoria semantică a **Așteptărilor angajaților** nu s-a relaționat puternic cu nici o altă categorie din axa semantică „Caracteristici angajat”. Percepția respondenților a fost exprimată în termeni încrederii și fidelizării lor (de către angajator prin intermediul managerilor) prin diferite instrumente de *motivare extrinsecă*: „respect, respectarea promisiunilor, răsplătirea și recunoașterea în cadrul grupului a performanțelor atinse, oferirea unor oportunități de avansare, siguranța privind locul de muncă, transparență în luarea deciziilor” și mai ales prin asigurarea unor condiții de muncă din ce în ce mai bune din punct de vedere a tehnicii, dotării de ultimă generație cu echipamente. Aceste

așteptări pot fi satisfăcute prin procesul de *comunicare* („*asigurarea feedback-ului ori de câte ori este nevoie*”, „*anunțuri publice, afișate în secție*”) și printr-o preocupare continuă în ceea ce privește *nevoile propriilor salariați*, adresată managerilor, dar în mod insistent specialiștilor din domeniul managementului resurselor umane. Ceea ce respondenții au apreciat pozitiv este „*proiectarea și existența unui plan de carieră și dezvoltare personală*” la nivelul fiecărui salariat (și care este „*comunicat clar și concis fiecăruia*”). În plus, s-a observat că există opinia globală potrivit căreia *organizarea muncii*, caracterizată de o îmbunătățire continuă a proceselor aferente, datorată avansului tehnic, tehnologic și „*clienților din ce în ce mai pretențioși*”, oferă oportunități de evoluție profesională și perfecționare. Rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.14 și Fig. 4.16.

Tabelul 4.14 Așteptările angajaților - Categoriile înrudite

Cod	2	5	7	9
Categorie semantică	Motivație	Organizarea muncii	Comunicare	Nevoile angajaților

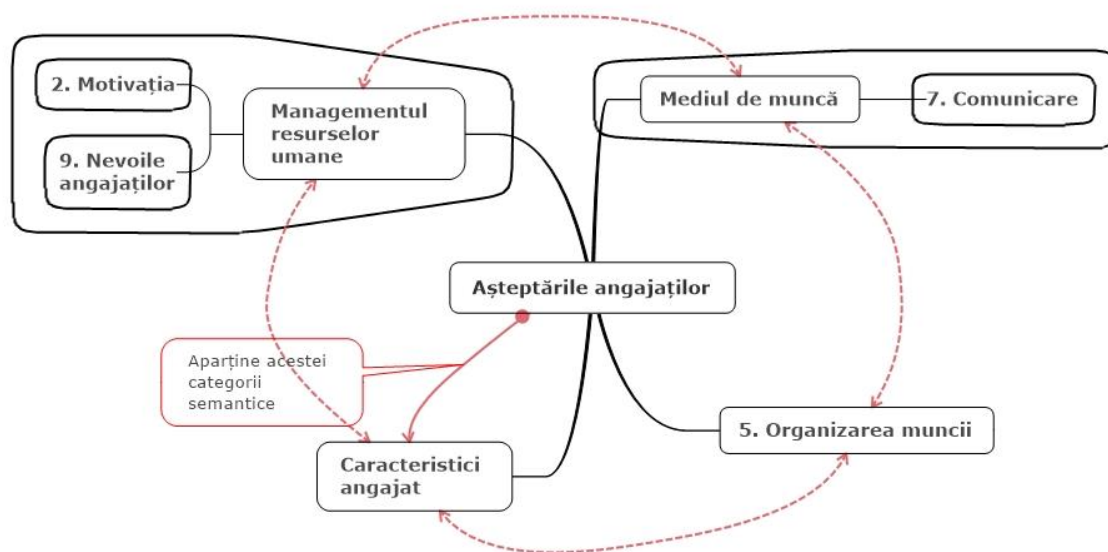


Fig. 4.16 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Așteptările angajaților*

11. Tipologia activităților este o categorie semantică strâns legată de modalitatea de *organizare a muncii*, și care prezintă anumite caracteristici diferite pentru diverse tipuri de angajați. Rezultatele analizei sunt prezentate în Tabelul 4.15 și Fig. 4.17. Cercetarea a evidențiat faptul că sarcinile și activitățile „*nu pot fi încredințate oricărui angajat*”, managerii punând accentul nu doar pe cunoștințele acestora, dar și pe aspecte legate de abordarea riscurilor, dificultăților (asociate *Barierelor*), pe *motivația* în muncă și *atributele lor personale*. Delegarea atribuțiilor ține cont de caracteristicile culturii organizaționale a companiei, care este centrată pe valoarea supremă „*munca în echipă*”. Din discursul persoanelor

intervievate s-a concluzionat că diversitatea sarcinilor și atribuțiilor poate combate apariția rutinei, cu evitarea simultană a riscurilor de accident, introducerea unor soluții ergonomice de solicitare posturală prin alternarea posturilor, evitarea scăderii productivității și a non-calității, însă o încărcare excesivă cu sarcini va ridica *bariere* în performanța viitoare a angajatului. Nu în ultimul rând, tipologia activităților trebuie să țină cont de *nevoile angajaților* privitoare la afirmarea în plan profesional, simultan cu înregistrarea unor câștiguri salariale mai mari.

Tabelul 4.15 *Tipologia activităților* - Categoriile înrudite

Cod	1	2	3	5	9
Categorie semantică	Bariere	Motivație	Atribute personale	Organizarea muncii	Nevoile angajaților

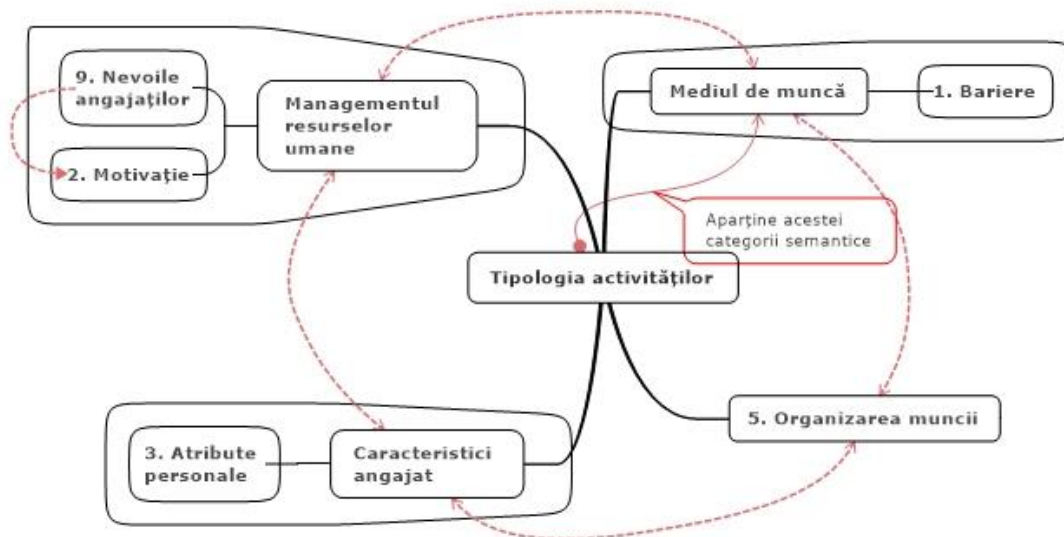


Fig. 4.17 Harta conceptuală a interdependențelor conceptului semantic *Tipologia activităților*

Ca urmare a explicațiilor sinteză oferite asupra axelor și categoriilor semantice identificate, s-a recurs la sistematizarea lor pentru a putea genera un model conceptual, teoretic, pentru a induce un comportament motivant sau nu al angajaților, în vederea obținerii performanțelor așteptate și a satisfacției muncii lor. Rezultatul etapei de codare selectivă și a ciclurilor inducție – deducție succesive asociate, a condus la elaborarea modelului conceptual teoretic al cercetării conform celor prezentate în Fig. 4.18. Modelul elaborat caracterizează fenomenul social investigat, având un grad înalt de generalitate.

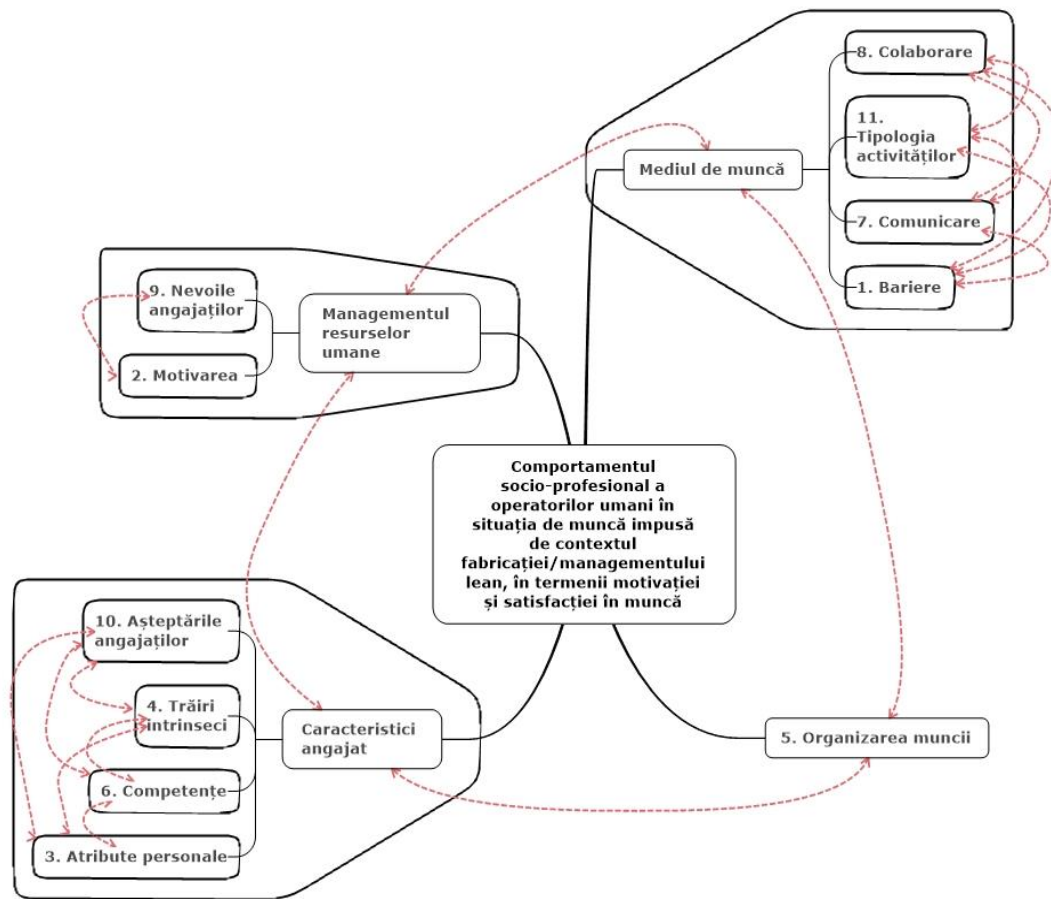


Fig. 4.18 Modelul teoretic de caracterizare al comportamentului socio-profesional în context lean, în termenii motivației și satisfacției la locul de muncă (cazul liniei de asamblare SSY)

4.2.3. Ancheta pe bază de chestionar

În cea de a doua etapă a cercetării nivelului de satisfacție al angajaților liniei de asamblare s-au folosit rezultatele cercetării de la etapa anterioară (caracteristicile semantice identificate și relațiile dintre acestea) a cercetării calitative, în vederea aprofundării cercetării satisfacției la locurile de muncă aferente liniei de fabricație SSY, printr-o cercetare de tip cantitativ, derulată sub forma unei anchete pe bază de chestionar.

4.2.3.1 Concepția chestionarului. Metodologia de cercetare

Chestionarul utilizat în cadrul acestei cercetări (Anexa 2) a urmărit să aducă în prim plan factorii motivaționali care acționează asupra comportamentului angajaților. Proiectarea acestui mijloc de cercetare a avut la bază modelul teoretic prezentat în Fig. 4.18. Astfel, conform celor prezentate în Anexa 2, chestionarul este alcătuit din 30 întrebări închise având două categorii de formate:

- Prima, ce solicită respondenților să ordoneze răspunsurile în ordinea opțiunilor, percepției, opiniilor sau preferințelor (ca în cazul întrebărilor 28 ... 31);
- Cea de-a doua, întrebări închise cu răspunsuri multiple, care îi permit respondentului să aleagă dintr-o listă prestabilită varianta/variantele care îi

definesc cel mai bine preferințele (s-a recurs la structurarea opțiunilor pe o scară Likert cu 3 puncte, pentru cazul întrebărilor 5 ... 27).

Chestionarul a fost conceput astfel încât să urmărească principalele aspecte legate de motivație, motivare și satisfacția în muncă (cinci dimensiuni de caracterizare, stabilite ca urmare a modelului teoretic conceptual rezultat prin aplicarea teoriei fundamentată pe date, Fig. 4.18):

- **importanța nevoilor și satisfacerea lor**, aspect este urmărit prin răspunsurile la întrebările 7, 9, 10, 11, 12, 13, 28;
- **motivarea și satisfacția salarială**, aspecte urmărite prin răspunsurile la întrebările 15, 23, 27 și 29;
- **condițiile și climatul de muncă** relevate prin răspunsurile la întrebările 5, 6, 8, 17, 18, 21;
- **proiectarea posturilor și managementul carierelor** (preocupări aferente responsabilității specialiștilor de managementul resurselor umane), aspecte sunt urmărite prin răspunsurile la întrebările 14, 16, 19, 22;
- **insatisfacția la locul de muncă** ce a fost caracterizată de răspunsurile la întrebările 20, 24, 25, 26, 30.

Realizarea chestionarului, gruparea întrebărilor au fost acțiuni desfășurate în comun cu specialiștii de managementul resurselor umane de la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara, forma finală a mijlocului de investigare fiind agreată și aprobată de aceștia împreună cu managerii de la nivelul departamentului.

Prelucrarea chestionarelor a urmărit evidențierea rezultatelor pentru fiecare grupă de întrebări ceea ce a permis o caracterizare cantitativă a satisfacției operatorilor umani la locurile de muncă aferente liniei de producție SSY de la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara. Chestionarul a fost distribuit tuturor categoriilor de angajați din cadrul sistemului de producție studiat, nu doar operatorilor de pe linia de fabricație, dar și personalului suport și administrativ de la nivelul departamentului Infrastructură (total salariați a fost de 1198 angajați). Distribuția chestionarelor s-a realizat în perioada februarie – aprilie 2018, iar prelucrarea și interpretarea datelor a fost finalizată în luna iulie 2018.

O etapă importantă a cercetării experimentale a fost definirea eșantionului cercetării (asociat variabilelor demografice de caracterizare a respondenților și pentru a include în această etapă a cercetării toți respondenții din prima etapă, descrisă în subcapitolul 4.2.2). Pentru ca eșantionul cercetării să fie valid și reprezentativ au fost întrunite următoarele condiții:

- respondenții sunt din toate categoriile de vârstă existente în cazul personalului departamentului Infrastructură, unde se află și linia de asamblare SSY investigată. Vârsta minimă a fost de 24 ani, iar cea maxim de 59 ani; media de vârstă a eșantionului a fost ;
- respondenții au un nivel de educație divers, pentru eșantion fiind considerați reprezentanți din toate categoriile (cu studii superioare și medii/generale sau primare);
- respondenții fac parte din mai multe intervale de experiență în muncă sau activitate (pe funcție sau pe post) în cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara.

Varianta adoptată pentru stabilirea mărimii eșantionului supus cercetării a considerat o dimensiune minimă de referință (considerată 2 persoane) care să permită reprezentarea fiecărui strat al colectivității investigate cu un minimum de unități de observare (valoarea fiind stabilit de cercetător). Astfel, a fost adaptată eșantionarea stratificată proporțională pentru stabilirea dimensiunii eșantionului

cercetării, după cum este prezentat în Tabelul 4.16³¹, dimensiunea eșantionului fiind de 256 persoane (relativ la o bază de eșantionare de 1198 persoane angajate în cadrul Departamentului Infrastructură de la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara).

Tabelul 4.16 Dimensiunea și structura eșantionului rezultat prin considerarea unei dimensiuni minime de referință

Strat	Vârstă	Nivel de educație (studii)	Experiență	Pondere	Eșantion
1	24 - 30	Superioare (18 persoane)	Sub 1 an	0	0
2			1 - 5 ani	3,4	9
3			Peste 5 ani	3,4	9
4		Medii/generale (11 persoane)	Sub 1 an	2,64	7
5			1 - 5 ani	0,8	2
6			Peste 5 ani	0,8	2
Total pentru stratul de respondenți cu vârsta cuprinsă între 24 - 30 ani					29 persoane
7	31 - 40	Superioare (27 persoane)	Sub 1 an	3,4	9
8			1 - 5 ani	3,4	9
9			Peste 5 ani	3,4	9
10		Medii/generale (55 persoane)	Sub 1 an	10,2	26
11			1 - 5 ani	3,4	9
12			Peste 5 ani	7,91	20
Total pentru stratul de respondenți cu vârsta cuprinsă între 31 - 40 ani					82 persoane
13	41 - 50	Superioare (38 persoane)	Sub 1 an	3,4	9
14			1 - 5 ani	7,91	20
15			Peste 5 ani	3,4	9
16		Medii/generale (47 persoane)	Sub 1 an	7,91	20
17			1 - 5 ani	7,91	20
18			Peste 5 ani	2,64	7
Total pentru stratul de respondenți cu vârsta cuprinsă între 41 - 50 ani					85 persoane
19	Peste 51	Superioare (40 persoane)	Sub 1 an	7,91	20
20			1 - 5 ani	0	0
21			Peste 5 ani	7,91	20
22		Medii/generale (20 persoane)	Sub 1 an	0	0
23			1 - 5 ani	0	0
24			Peste 5 ani	7,91	20
Total pentru stratul de respondenți cu vârsta peste 51 ani					60 persoane
TOTAL				100%	256 persoane

Caracterizarea variabilelor demografice ale eșantionului este prezentată în Tabelul 4.16 și este determinată de considerentele care au stat la baza stabilirii mărimii eșantionului. Variabila „gen” a fost introdusă inițial în cadrul chestionarului, dar prelucrarea datelor aferente răspunsurilor date de subiecții participanți la cercetare nu a ținut cont de aceasta. În mod similar s-a procedat cu variabila „domeniu de activitate”, eliminarea sa fiind generată de faptul că prioritate la alegerea respondenților au avut-o angajații aferenți liniei de

³¹ S-a adoptat o **metodă nestatistică de stabilire a dimensiunii eșantionului**, care a avut la bază alocarea pe baza raționamentului de a cuprinde în această cercetare și respondenții din cadrul primei etape, aferenți aplicării teoriei fundamentată pe date.

asamblare SSY (direct și indirect productivi), inclusiv cei care deserveșc linia de fabricație prin asigurarea diferitelor facilități (servicii suport, informatice, planificare, resurse umane etc.).

Trebuie precizat că cercetarea cantitativă rezultată a fost preferată de managementul companiei nu doar pentru caracterizarea dimensiunilor corelate cu satisfacția și motivarea în muncă a operatorilor umani, dar și pentru a descoperi cauzele insatisfacției ce ar putea conduce la fluctuații de personal (fenomen constatat la nivelul industriei de auto din Regiunea de Vest). Rezultatele cercetării au fost generate utilizând aplicația software Excel, acestea fiind rezumate pe cele cinci dimensiuni stabilite și nu au făcut referire la corelații, interdependențe dintre acestea. Interesul major al companiei pentru astfel de diagnoze a fost exprimat de specialiștii de managementul resurselor umane și de managerii de la nivelul departamentului și liniei de fabricație supuse studiului.

Concluziile formulate au fost materializate în măsuri de creștere a motivației și satisfacției angajaților.

4.2.3.2. Rezultatele investigației realizate. Concluziile cercetării privind satisfacția operatorilor umani la locurile de muncă aferente liniei de producție SSY

În cadrul prezentului subcapitol vor fi prezentate și comentate rezultatele cercetării, cumulat pe cele cinci categorii stabilite pentru principalele aspecte legate de motivație, motivare și satisfacția în muncă. Rezultatele vor fi prezentate în formă tabelară, fiind astfel posibilă o analiză detaliată pe variabilele demografice considerate.

A. Importanța nevoilor și satisfacerea lor

Acest aspect a fost caracterizat prin prelucrarea răspunsurilor date de subiecții participanți la cercetare, la întrebările 7, 9, 10, 11, 12, 13 și 28 din chestionar. Formularea întrebărilor au luat în considerare cinci categorii de nevoi și au urmărit capitalizarea opiniilor angajaților privind pe de-o parte, importanța acestora pentru subiecți, iar pe de altă parte măsura în care acestea sunt satisfăcute de către organizație. Astfel, dimensiunile luate în considerare au fost:

- **A1. Stabilitatea și siguranța serviciului, a locului de muncă (prin răspunsurile la întrebarea 7);**
- **A2. Nivelul de cunoaștere al atribuțiilor de serviciu (prin răspunsurile la întrebarea 9);**
- **A3. Nevoia de recunoaștere din partea celorlalți, prin promovare (prin răspunsurile la întrebarea 10);**
- **A4. Gradul de comunicare cu managerii și ceilalți colegi (prin răspunsurile la întrebările 11, 12, 13);**
- **A5. Aspecte de insatisfacție la locul de muncă (prin răspunsurile la întrebarea 28)**

Pentru evidențierea gradului de satisfacție perceput în cazul fiecărei nevoi analizate, au fost considerate variantele de răspuns pentru opțiunea „da”, iar celelalte categorii de răspunsuri au fost considerate ca reflectând insatisfacție („nu știu” și „nu”). În cazul în care o dimensiune este analizată prin intermediul răspunsurilor oferite pentru mai multe întrebări, s-a recurs la cumularea acestora prin calculul mediei aritmetice aferente variantelor posibile de răspuns (corespunzătoare punctelor de pe scara Likert utilizată).

În Tabelul 4.17 se prezintă sinteza rezultatelor cercetării având în vedere dimensiunea globală a eșantionului și comparația dintre categoriile dimensiunilor

demografice: studii (educație) și experiența în muncă (funcție/domeniu la companie).

La nivelul întregului grup de respondenți, s-a constatat că nivelul maxim de satisfacție este A1. *Stabilitatea și siguranța locului de muncă*, urmată la mică distanță de A2. *Nivelul de cunoaștere al atribuțiilor de serviciu*. În ceea ce privește A3. *Nevoia de recunoaștere din partea celorlalți, prin promovare*, s-a constatat o insatisfacție majoră (dovedită de majoritatea răspunsurilor pentru variantele „Nu știu” și „Nu”). Acest fapt reclamă măsuri de îmbunătățire a aspectului constatat, prin acțiuni ale managerilor și a specialiștilor de resurse umane.

Tabelul 4.17 Centralizarea distribuției procentuale a răspunsurilor pentru întrebările 7, 9,10 ,11 ,12 ,13 și 28 – Rezultatele anchetei pentru dimensiunea „Importanța nevoilor și satisfacerea lor”

Nevoi analizate (la nivelul întregului eșantion)	Nevoi resimțite	
	Satisfacție	Insatisfacție
A1. Stabilitatea și siguranța locului de muncă (7)	73,82%	26,18%
A2. Nivelul de cunoaștere al atribuțiilor de serviciu (9)	70,31%	29,69%
A3. Nevoia de recunoaștere din partea celorlalți, prin promovare (10)	31,25%	68,75%
A4. Gradul de comunicare cu managerii și ceilalți colegi (11, 12, 13 – media răspunsurilor)	66,01%	33,99%
Total (medie 256 respondenți)	60,35%	39,65%
A5. Aspecte de insatisfacție la locul de muncă (28)	1) Postul pe care îl ocup 2) Condițiile de lucru	

Nevoi analizate	Studii superioare		Studii medii/generale	
	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție
A1	69,11%	30,89%	78,20%	21,80%
A2	70,73%	29,27%	69,92%	30,08%
A3	39,02%	60,98%	24,06%	75,94%
A4	73,98%	26,02%	58,65%	41,35%
Total (medie)	63,21%	36,79%	57,71%	42,29%
A5	1) Postul pe care îl ocup 2) Stresul la serviciu		1) Postul pe care îl ocup 2) Stresul muncii	

Nevoi analizate	Experiență sub 1 an		1- 5 ani		peste 5 ani	
	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție
A1	74,73%	25,27%	69,56%	30,44%	76,04%	23,96%
A2	56,04%	43,96%	92,75%	7,25%	67,71%	32,29%
A3	25,27%	74,73%	31,88%	68,12%	36,45%	63,55%
A4	38,46%	61,54%	91,30%	8,7%	73,96%	26,04%
Total (medie)	48,63%	51,38%	71,37%	28,63%	63,54%	36,46%
A5	1) Postul pe care îl ocup 2) Stresul activității		1) Postul pe care îl ocup 2) Stresul la serviciu		1) Postul pe care îl ocup 2) Stresul muncii	

Analiza pe categorii demografice a identificat următoarele aspecte (Tabelul 4.17):

- Respondenții cu studii superioare au exprimat nivele de satisfacție foarte mari pentru A4 (percepție foarte bună asupra proceselor de comunicare, satisfacerea acestei nevoi este foarte bună) și A2 (își cunosc foarte bine atribuțiile de serviciu, sarcinile posturilor ocupate). Această categorie de

- respondenți sunt nemulțumiți cu privire la A3. Nevoia de recunoaștere din partea celorlalți, prin promovare, iar acest fapt induce sentimente de frustrare pentru managerii cu studii superioare (stresul acestora);
- Respondenții cu studii medii/generale au exprimat nivele de satisfacție foarte mari pentru A1 (sunt extrem de mulțumiți în ceea ce privește siguranța locului de muncă) și A2 (își cunosc sarcinile de serviciu foarte bine). Această categorie de respondenți sunt nemulțumiți de același aspect A3. Nevoia de recunoaștere din partea celorlalți, prin promovare ca și respondenții cu studii superioare. Deci, se pare că recunoașterea reciprocă a meritelor și realizărilor este dificilă în cadrul grupului de lucru cercetat;
 - Respondenții cu experiență sub 1 an, cât și cei cu experiență peste 5 ani în cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL sunt foarte satisfăcuți în ceea ce privește siguranța locului de muncă (A1), iar cei cu experiență între 1 – 5 ani au opinat un nivel foarte mare al satisfacție față de cunoașterea atribuțiilor de serviciu (A2). Din punct de vedere al insatisfacție, în cazul tuturor categoriilor relativ la experiența în muncă a respondenților, toți au opinat că A3. Nevoia de recunoaștere din partea celorlalți, prin promovare este cea care le creează nivele mari de insatisfacție;
 - Ca urmare, se poate observa că insatisfacția cu privire la nevoie A2 a generat un consens asupra răspunsurilor în cazul A5. Aspecte de insatisfacție la locul de muncă. Toți respondenții au considerat că, în primul rând, postul pe care îl ocupă le induce insatisfacție și în al doilea rând, stresul asociat derulării activității ... la locul de muncă.

Concluziile analizei și măsurile ce trebuie întreprinse:

- În ceea ce privește îmbunătățirea recunoașterii meritelor, realizărilor între salariați, acțiunile trebuie să demareze din partea echipei manageriale. Managerii trebuie să recunoască fapte, merite și să le promoveze în rândul lor și al salariaților de toate categoriile pentru ca, mai apoi, salariații să înceapă să recunoască pe aceia dintre ei cu capacități foarte bune în rezolvarea problemelor;
- Planurile de carieră trebuie să cuprindă precizări concrete cu privire la posibilitățile de promovare, în acord cu dezvoltarea competențelor profesionale ale salariaților;
- Se impun măsuri de diminuare a riscurilor psihosociologice la locurile de muncă din cadrul Departamentului Infrastructură.

B. Motivarea și satisfacția salarială

Acest aspect a fost caracterizat de răspunsurile date la întrebările 15, 23, 27 și 29, care au vizat capitalizarea unor opinii și percepții cu privire la salarizare și recompensare ce sunt în directă relație cu munca depusă și performanța salariaților. De asemenea, au fost urmărite și centralizate opiniile salariaților cu privire la motivația și corectitudinea salariului primit în comparație cu munca depusă de aceștia, precum și evoluția câștigurilor salariale și a așteptărilor acestora. Dimensiunile considerate în analiză au fost:

- **B1. Nivelul salarial (prin răspunsurile la întrebările 15 și 27);**
- **B2. Nivelul de atractivitate al muncii prestate (prin răspunsurile la întrebarea 27 punctele b, f, h și o);**
- **B3. Autoritatea, responsabilitatea și autonomia pe post (prin răspunsurile la întrebarea 27 punctele d, g, l);**
- **B4. Nivelul de recunoaștere și recompensare față de munca prestată (prin răspunsurile la întrebările 23 și 27 punctele e, i, j, k, m, n);**

- **B5. Dezvoltare profesională (prin răspunsurile la întrebarea 27 punctele a, c).**

În Tabelul 4.18 se prezintă sinteza rezultatelor cercetării având în vedere întregul eșantion de respondenți și comparația dintre categoriile dimensiunilor demografice: studii (educație) și experiența în muncă (funcție/domeniu la companie). Modul de prezentare și interpretare a rezultatelor este similar celui de la dimensiunea anterioară (A). În cazul întrebării 27, prelucrarea datelor a luat în considerare că varianta de răspuns Da este asociată cu satisfacția respondenților relativ la aspectul investigat, iar varianta de răspuns Nu este asociată unui nivel de insatisfacție perceput de respondenți.

Tabelul 4.18 Centralizarea distribuției procentuale a răspunsurilor pentru întrebările 15, 23, 27 și 29 – Rezultatele anchetei pentru dimensiunea „Motivarea și satisfacția salarială”

Nevoi analizate (la nivelul întregului eșantion)	Nevoi resimțite	
	Satisfacție	Insatisfacție
B1. Nivelul salarial	82,03%	17,97%
B2. Nivelul de atractivitate al muncii prestate	74,31%	25,69%
B3. Autoritatea, responsabilitatea și autonomia pe post	62,24%	37,76%
B4. Nivelul de recunoaștere și recompensare față de munca prestată	49,26%	50,74%
B5. Dezvoltare profesională	53,71%	46,29%
Total (256 respondenți)	64,31%	35,69%

Nevoi analizate	Studii superioare		Studii medii/generale	
	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție
B1	79,68%	20,32%	84,21%	15,79%
B2	75,41%	24,59%	73,31%	26,69%
B3	74,25%	25,75%	51,13%	48,87%
B4	52,32%	47,68%	48,34%	51,66%
B5	70,73%	29,27%	37,97%	62,03%
Total	70,48%	29,52%	58,99%	41,01%

Nevoi analizate	Experiență sub 1 an		Experiență 1- 5 ani		Experiență peste 5 ani	
	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție
B1	75,82%	24,18%	91,30%	8,70%	81,25%	18,75%
B2	78,57%	21,43%	81,16%	18,84%	65,37%	34,63%
B3	66,30%	33,70%	75,36%	24,64%	48,96%	51,04%
B4	54,67%	45,33	68,23%	31,77%	34,78%	65,22%
B5	81,32%	18,68%	86,96%	13,04%	72,92%	27,08%
Total	71,34%	28,66%	80,60%	19,40%	60,66%	39,34%

La nivelul întregului grup de respondenți, s-a constatat că nivelul maxim de satisfacție este în cazul dimensiunilor B1 și B2, astfel respondenții au exprimat un nivel foarte ridicat al satisfacție privind salarizarea și atractivitatea muncii, activităților în cadrul companiei. Cel mai mare nivel de insatisfacție a fost identificat în cazul percepției nivelului de recunoaștere și recompensare față de munca prestată (B4).

Analiza pe categorii demografice specifice a identificat următoarele aspecte (Tabelul 4.18):

- Respondenții cu studii superioare au exprimat nivele mari ale satisfacției pentru dimensiunile B1, B2, B3 și B5, ceea ce a condus la concluzia că aceștia sunt satisfăcuți de sistemul, nivelul de salarizare practicat în cadrul companiei, se bucură de un nivel ridicat de atractivitate al activităților lor, se bucură de autoritate, responsabilitate și autonomie în realizarea sarcinilor lor potrivit descrierii postului ocupat și au posibilități de dezvoltare profesională. Această categorie de respondenți a exprimat un grad ridicat de insatisfacție pentru dimensiunea B4 Nivelul de recunoaștere și recompensare față de munca prestată, ceea ce a condus la ideea că sistemul de recompense practicat în cadrul organizației nu este potrivit, adecvat acestei categorii de angajați
- Respondenții cu studii medii/generale au opinat un nivel mare de satisfacție (mai mare decât cel determinat în cazul respondenților cu studii superioare) pentru dimensiunile B1 și B2, ca urmare această categorie de respondenți este foarte mulțumită de nivelul de salarizare și consideră că locul de muncă și procesele, activitățile asociate acestuia sunt deosebit de atractive. Pentru aceeași categorie de respondenți, cea mai mare insatisfacție constatată este legată de dezvoltarea profesională (B5), deci se impune implicarea și acestei categorii de angajați în programe de formare;
- Respondenții cu o vechime mai mică de 1 an au opinat nivele mari ale satisfacției pentru toate dimensiunile investigate. Totuși cele mai mari valori ale satisfacției au fost constatate pentru dimensiunile B5 Dezvoltarea profesională și B2 Nivelul de atractivitate al muncii prestate, ceea ce dovedește entuziasmul pentru noul loc de muncă și oportunitatea oferită de acesta. De asemenea, se poate afirma că procesele de selecție – recrutare (derulate recent de companie) au fost bine conduse, administrate și implementate eficient. Insatisfacția cea mai mare a acestei categorii de angajați este exprimată față de B4. Nivelul de recunoaștere și recompensare față de munca prestată, ceea ce poate fi asociat cu faptul că datorită timpului relativ scurt pe care aceștia l-au petrecut în cadrul companiei nu a permis instrumentelor de recunoaștere și recompensare să poată fi aplicate (acești salariați nu cunosc aceste mijloace);
- Respondenții cu o vechime cuprinsă între 1 și 5 ani au manifestat nivele de satisfacție ridicate pentru B1 Nivelul salarial și B5 Dezvoltarea profesională (aceștia sunt acomodați în cadrul companiei, găsesc oportunități de dezvoltare profesională și consideră că salariul este foarte satisfăcător). Insatisfacția acestei categorii de respondenți se referă la B4 Nivelul de recunoaștere și recompensare față de munca prestată;
- În cazul procesării răspunsurilor oferite de respondenții cu o vechime de peste 5 ani s-a identificat că aceștia au același profil al răspunsurilor ca și cei cu o experiență cuprinsă între 1 și 5 ani.

Concluziile analizei și măsurile ce trebuie întreprinse:

- Se impune redefinirea sistemului de recompensare prin stabilirea unor stimulente personalizate diferitelor categorii de angajați (după cum a fost prezentat în cadrul studiului realizat), sarcină ce revine specialiștilor de managementul resurselor umane;
- Inițierea unor programe de formare a personalului cu studii medii/generale sau chiar încurajarea acestora să-și completeze, finalizeze studiile liceale și să urmeze un program de studii într-o instituție de învățământ superior.

C. Condițiile de muncă și climatul organizațional

Condițiile de muncă și climatul organizațional au fost studiate prin intermediul răspunsurilor la întrebările 5, 6, 8, 17, 18 și 21 care au avut rolul colectării opiniilor și percepțiilor angajaților cu privire la:

- Cunoașterea obiectivelor companiei;
- Nivelul de percepție al informării cu privire la modul de desfășurare a activității la locul de muncă;
- Nivelul perceput al efectelor stresului la locul de muncă (ca și factor perturbator în desfășurarea activității);
- Nivelul de percepție cu privire la transparența deciziilor și acțiunilor manageriale în raport cu angajații.

În Tabelul 4.19 se prezintă sinteza rezultatelor cercetării având în vedere întregul eșantion de respondenți și comparația dintre categoriile dimensiunilor demografice: studii (educație) și experiența în muncă (funcție/domeniu la companie). Modul de prezentare și interpretare a rezultatelor este similar celui de la dimensiunea anterioară (A). Astfel, dimensiunile luate în considerare au fost:

- **C1. Locul de muncă și implicațiile acestuia (prin răspunsurile la întrebările 5, 6, 18 și 21);**
- **C2. Stresul la locul de muncă (prin răspunsurile la întrebarea 8);**
- **C3. Transparența deciziilor și acțiunilor manageriale în raport cu angajații (prin răspunsurile la întrebarea 17).**

Tabelul 4.19 Centralizarea distribuției procentuale a răspunsurilor pentru întrebările 5, 6, 8, 17, 18 și 21- Rezultatele anchetei pentru dimensiunea „Condițiile de muncă și climatul organizațional”

Nevoi analizate (la nivelul întregului eșantion)	Nevoi resimțite	
	Satisfacție	Insatisfacție
C1. Locul de muncă și implicațiile acestuia (5, 6, 18, 21)	85,76%	14,24%
C2. Stresul la locul de muncă (8)	83,56%	16,44%
C3. Transparența deciziilor și acțiunilor manageriale în raport cu angajații (17)	90,02%	9,08%
Total (256 respondenți)	86,44%	13,25%

Nevoi analizate	Studii superioare		Studii medii/generale	
	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție
C1	75,65	24,35	78,23	21,77
C2	75,41	24,59	73,31	26,69
C3	89,68	10,32	81,33	18,67
Total	80,25	19,75	77,62	22,38

Nevoi analizate	Experiență sub 1 an		1- 5 ani		peste 5 ani	
	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție
C1	54,67	45,33	68,23	31,77	74,78	25,22
C2	68,77	31,23	72,44	27,56	78,84	21,16
C3	86,32	13,68	79,96	20,04	82,92	17,08
Total	69,92	30,08	73,54	26,46	78,85	21,15

Rezultatele cercetării în acest caz au evidențiat că stresul este principalul factor al insatisfacției la locul de muncă (16,44% dintre respondenți susțin această opinie, C3), fiind generat de volumul mare de muncă în raport cu duratele (termenele) de execuție scurte și nivelul înalt al calității cerut, impuse de clienți.

Referitor la nivelul de informare al angajaților cu privire la modul de desfășurare a activității la locul de muncă (răspunsurile la întrebarea 18), respondenții au susținut că este important ca acestea se fie transmise precis, în mod responsabil și cât mai clar. Angajații sunt conștienți că lucrează într-o companie de vârf în domeniul auto și cunosc pretențiile clienților în ceea ce privește nivelul calitativ al produselor (ce trebuie livrate la timp, în cantitatea și cu calitatea cerute de acesta și având costuri cât mai mici de producție). Unii angajați au opinat că nu li se transmite suficient de explicit informațiile și întâmpină probleme pe tot parcursul efectuării activității. O cauză a acestor situații poate fi fluctuația mare de angajați; este posibil ca această categorie de respondenți să fie angajați de puțin timp în cadrul companiei și, ca urmare, să aibă nevoie de acomodare; acestor angajați (cum este cazul celor cu experiență mai mică de 1 an) li se acordă tot sprijinul din partea managerilor direcți și a specialiștilor în managementul resurselor umane, pentru reducerea timpului de acomodare și atingerea unui nivel de performanță ridicat, a unui ritm de muncă bun. În acest caz, sunt folosite metode specifice, cum sunt: „suport linie” (parcurea unei perioade de acomodare-învățare direct pe linia de asamblare) și includerea noilor angajați în programe de pregătire speciale în cadrul departamentului de formare (training).

Analiza pe categorii demografice specifice a identificat următoarele aspecte (Tabelul 4.19):

- Respondenții cu studii superioare și cei studii medii/generale au același nivel de satisfacție exprimat față de C2 Stresul la locul de muncă și un nivel de insatisfacție maxim (dar la o valoare relativ scăzută!) pentru C3 Transparența deciziilor și acțiunilor manageriale în raport cu angajații;
- Aceleași categorii satisfacție și insatisfacție au fost constatate în cazul analizei răspunsurilor date de diferitele categorii de respondenți după variabila experiență. Respondenții au opinat nivele de satisfacție mari privind implicațiile negative ale stresului asupra activității lor la locul de muncă (C2) și nivele de insatisfacție relativ moderate pentru C1 Locul de muncă și implicațiile acestuia (cu referire la nivelul de informare asupra sarcinilor de muncă și asupra riscurilor, rotația pe posturi și cunoașterea obiectivelor companiei).

Concluziile analizei au impus următoarele măsuri ce trebuie întreprinse:

- Elaborarea unui program de diminuare a stresului la locul de muncă, prin redefinirea posturilor (încărcarea lor echilibrată în raport cu abilitățile și limitele operatorilor umani), prin introducerea unor metode de managementul timpului și implementarea unor măsuri ergonomice pentru diminuarea riscurilor ocupaționale și creșterea operativității realizării sarcinilor de muncă (simultan cu îmbunătățirea managementului riscurilor ocupaționale). Toate acestea vor avea un impact pozitiv asupra reducerii obosealii și menținerea unui nivel adecvat al capacității de muncă (simultan cu menținerea ritmului de lucru ridicat și a nivelului de calitate). În acest caz, specialiștii de managementul resurselor umane au un rol important în concepția programului și implementarea sa;
- Îmbunătățirea managementului vizual la nivelul secției, departamentului și care să faciliteze creșterea nivelului de satisfacție asupra C3 Transparența deciziilor și acțiunilor manageriale în raport cu angajații. Acest lucru va contribui și la creșterea nivelului de satisfacție cu privire la informarea lucrătorilor asupra realizării sarcinilor, atingerii indicatorilor cheie de performanță, popularizarea rezultatelor obținute și a salariilor cu o productivitate foarte bună sau cu inițiative inovative.

D. Proiectarea posturilor și managementul carierelor

Aceste aspecte se referă la activități ale specialiștilor în managementul resurselor umane. Investigarea și caracterizarea acestora a fost realizată prin intermediul procesării răspunsurilor la întrebările 14, 16, 19 și 22 și care au furnizat și indicii cu privire la acțiunile, măsurile ce ar trebui întreprinse în cadrul companiei pentru:

- creșterea atractivității proceselor de muncă și a activității în ansamblu;
- furnizarea unor oportunități de avansare, promovare asociate dezvoltării carierei profesionale;
- planificarea traseului profesional al angajaților (carierelor în cadrul FLEXTRONICS ROMANIA) pentru a răspunde așteptărilor angajaților.

În Tabelul 4.20 se prezintă sinteza rezultatelor cercetării având în vedere întregul eșantion de respondenți și comparația dintre categoriile dimensiunilor demografice: studii (educație) și experiența în muncă (funcție/domeniu la companie). Modul de prezentare și interpretare a rezultatelor este similar celui de la dimensiunea anterioară (A). Dimensiunile avute în vedere în cazul acestei părți a studiului au fost:

- **D1. Atribuțiile la locul de muncă (prin răspunsurile la întrebarea 16);**
- **D2. Calitatea dotării locului de muncă și a formării (prin răspunsurile la întrebările 19 și 22);**
- **D3. Randamentul angajaților (prin răspunsurile la întrebarea 14).**

Tabelul 4.20 Centralizarea distribuției procentuale a răspunsurilor pentru întrebările 14,16, 19 și 22– Rezultatele anchetei pentru dimensiunea „Proiectarea posturilor și managementul carierelor”

Nevoi analizate (la nivelul întregului eșantion)	Nevoi resimțite	
	Satisfacție	Insatisfacție
D1. Atribuțiile la locul de muncă (16)	90,22%	9,78%
D2. Calitatea dotării locului de muncă și a formării (19, 22)	75,67%	24,33%
D3. Randamentul angajaților (14)	74,87%	26,13%
Total (256 respondenți)	80,25%	20,08%

Nevoi analizate	Studii superioare		Studii medii/generale	
	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție
D1	73,98%	26,02%	78,65%	21,35%
D2	69,02%	30,98%	42,46%	57,54%
D3	50,73%	49,27%	79,94%	20,06%
Total	64,58%	35,42%	67,02%	32,98%

Nevoi analizate	Experiență sub 1 an		1- 5 ani		peste 5 ani	
	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție
D1	86,32%	13,68%	86,22%	13,78%	72,03%	27,97%
D2	64,67%	35,33%	68,23%	31,77%	34,78%	65,22%
D3	36,77%	63,23%	55,36%	44,64%	68,96%	31,04%
Total	62,59%	37,41%	69,94%	30,06%	58,59%	41,41%

Depășirea sarcinilor, a obligațiilor stipulate în fișa postului, a atribuțiilor la locul de muncă (D1) este o stare *de facto* a lucrurilor, ea fiind cauzată de ineficiența unor lucrători care nu pot realiza complet (și corect uneori) sarcina de muncă ceea ce se transmite în avalul fluxului de fabricație altor operatori ce trebuie să depună un efort mai mare pentru realizarea acțiunilor sau activităților

nerealizate. Astfel, ineficiența unora creează un dezechilibru în derularea proceselor de muncă aferente liniei de fabricație (operatorii umani din aval fiind mai puternic solicitați, încărcăți cu sarcini suplimentare).

Nivelul de performanță și calitatea utilajelor aflate în dotarea departamentului, a liniei (D2, 19) sunt recunoscute de respondenți ca fiind bune, fapt ce facilitează și susține atingerea unui nivel de performanță foarte bun, a unei productivități înalte și implicit, la satisfacție la locul de muncă. În ceea ce privește programele de formare (D2, 22), s-a remarcat un nivel de satisfacție moderat, adesea operatorii umani manifestând stări de nemulțumire asociate unor sentimente de frustrare (sentimentul că sunt uitați, „ne băgați în seamă”) datorate neimplicării lor frecvente (așteptările sunt ca măcar o dată pe lună să urmeze un training de scurtă durată!) în cadrul unor astfel de acțiuni, ceea ce este în acord cu dorința lor de dezvoltare profesională continuă, dar și al companiei. Ca urmare, nivelul de satisfacere a nevoilor asociate dimensiunii D2 Calitatea dotării locului de muncă și a formării trebuie îmbunătățită.

În cazul analizei răspunsurilor pentru dimensiunea D3 (14) au fost constatate cauzele pentru care angajații doresc schimbarea pe alte posturi în cadrul companiei. Conștientizarea faptului că potențialul crescând al unui lucrător de a realiza mai multe sarcini de muncă, de a-și asuma responsabilități mai mari și de a juca un rol mai important în organizație are drept cauză „îmbogățirea continuă” a cunoștințelor și experienței personale în cadrul companiei; experiența se dobândește însă nu numai în cadrul strict al proceselor de muncă, ci și în afara acestora, datorită situațiilor cu care operatorii umani se confruntă și în viața lor sa extraprofesională. Ca urmare, rezultatele au confirmat, încă o dată, rolul important pe care angajații îl acordă dezvoltării carierelor lor. Deci, specialiștii de resurse umane trebuie să joace un rol mai activ în acest domeniu.

La nivelul întregului grup de respondenți, s-a constatat că nivelul maxim de satisfacție este în cazul dimensiunilor D1, astfel respondenții au exprimat un nivel foarte ridicat de acord privind realizarea de sarcini suplimentare și depășirea atribuțiilor la locul de muncă. Cel mai mare nivel de insatisfacție a fost identificat în cazul percepției nivelului de randament al angajaților (D3).

Analiza pe categorii demografice specifice a identificat următoarele aspecte (Tabelul 4.20):

- Atât respondenții cu studii superioare cât și cei cu studii medii/generale au exprimat un nivel ridicat de acord cu privire la dimensiunea D1 și nivele relativ mari de insatisfacție pentru D3 (cei cu studii superioare) și D2 (cei cu studii medii/generale);
- Respondenții cu o experiență mai mică de 1 an și cei cu o experiență cuprinsă între 1 și 5 ani au opinat acord major pentru D1 și insatisfacție pentru D3;
- Respondenții cu o vechime de peste 5 ani au perceput un nivel mare de acord pentru dimensiunea D1, dar insatisfacția lor se referă la D2 (cu referire la dotarea locurilor de muncă, aceștia cunoscând evoluția companiei și cerințele tot mai mari pentru calitate și reducerea costurilor).

Concluziile analizei și măsurile ce trebuie întreprinse:

- Se impune redefinirea programului de dezvoltare și planificare a carierelor profesionale stabilirea unor programe de formare, instruire mai frecvente pentru salariații de pe linia de fabricație, sarcină ce revine specialiștilor de managementul resurselor umane. Planificarea carierelor trebuie să ia în considerare identificarea nevoilor și aspirațiilor individuale ale angajaților (în funcție de categoria acestora, de exemplu conform dimensiunilor demografice analizate în prezenta cercetare), de evaluare a potențialului și abilităților lor și de armonizare a acestora cu nevoile organizației (cu

precădere la nivelul departamentului), dar și cu oportunitățile ce se manifestă în cadrul ei. De asemenea, a apărut nevoia de stabilire a unor programe de dezvoltare profesională a resurselor umane prin care să se susțină activitatea de promovare din surse interne, creșterea performanțelor și recunoașterea acestora;

- Studiul a scos la iveală că o mare parte din angajați sunt nesatisfăcuți în ceea ce privește utilizarea potențialului lor pe postul pe care îl ocupă și cred că într-un alt domeniu de activitate ați avea un randament mai bun. Acest fapt a condus la ideea aplicării rotației pe posturi a angajaților, precum și la reconcepția fișelor de post;
- Specialiștii de resurse umane și managerii de la nivelul departamentului trebuie să depună eforturi majore în creșterea implicării angajaților în realizarea sarcinilor și atingerea obiectivelor propuse. Câteva observații sunt relevante în acest sens:
 - Implicarea trebuie privită ca o funcție ce exprimă costurile și câștigurile asociate apartenenței la organizație;
 - Intensitatea și nivelul de implicare sunt cauze ce pot genera acțiuni și un comportament dezirabil al angajaților în cadrul organizației;
 - Trebuie acordată o atenție deosebită binomului implicare – identificare, deci angajații trebuie să-și însușească nu doar obiectivele companiei și să acționeze pentru atingerea lor, dar și valorile sale;
 - Creșterea nivelului de implicare al angajaților (asociat unei atitudini, comportament dezirabil în muncă) este determinat de încredere și acceptare deplină a scopurilor și valorilor organizației, dorința de a face eforturi considerabile pentru organizație și o puternică dorință (convingere) de a aparține organizației.
- Se sugerează ca managerii să considere mai atent faptul că satisfacția și performanța sunt două aspecte separate ale comportamentului angajaților, dar strâns relaționate, acestea fiind puternic influențate de alocarea recompenselor. Deoarece singură, satisfacția privind postul ocupat nu poate fi considerată un predictor pentru performanță, sistemul recompenselor bine administrat pot avea influență pozitivă asupra creșterii nivelului de satisfacție și performanță;
- Este evident că rezultatele companiei nu se datorează doar unei dotări de înaltă tehnologie a locurilor de muncă, dar și de modul în care angajații își desfășoară activitatea, de calitățile lor motrice, abilitățile și competențele deținute, dar și de experiența acumulată în cadrul FLEXTRONICS ROMANIA. Ca urmare, concepția ergonomică a locurilor de muncă este hotărâtoare în creșterea eficienței operatorilor umani, dar în condiții specifice (contextul de derulare al proceselor de muncă, job-ul) trebuie avut în vedere modul de selecție-recrutare al viitorilor angajați, cât și distribuția-rotația acestora pe posturile de lucru. Plecând de la aceste aspecte compania prin intermediul specialiștilor de resurse umane ar trebui să-și intensifice eforturile în rezolvarea acestor probleme, eliminând astfel o cauză principală a ineficienței unor angajați.

E. Satisfacția și insatisfacția în muncă

Satisfacția muncii poate fi considerată, din punct de vedere psihosociologic, ca fiind rezultatul diferenței dintre ceea ce individul obține ca recompensă a muncii sale depuse și ceea ce apreciază și crede acesta că ar trebui să obțină. Întrebările din cadrul chestionarului, ce au avut ca scop caracterizarea acestei percepții în rândul operatorilor umani, au descoperit nivelul de insatisfacție la locul de muncă

În principal, și față de managementul companie, corelat cu importanța nevoilor individuale legate de muncă și modul în care ele sunt satisfăcute de către organizație. Aspectele urmărite au fost:

- Nivelul de percepție al angajaților față de companie și superiorii lor (managerii de linie, supervizori, managerii de la nivelul departamentului, în principal);
- Gradul de mulțumire (relaționat cu cel de satisfacție) al angajaților față de locul de muncă în raport cu abilitățile acestora;
- Satisfacția angajaților la locul de muncă ca prelungire a pregătirii acestora.
- responsabilități.

Rezultatele cercetării în acest caz sunt prezentate în Tabelul 4.21. Dimensiunile avute în vedere în analiza „satisfacției și insatisfacției în muncă” au fost:

- **E1. Percepția angajaților față de managerii direcți (prin răspunsurile la întrebările 24 și 30);**
- **E2. Satisfacția față de locul de muncă (prin răspunsurile la întrebările 25 și 26)**
- **E3. Satisfacția angajaților (prin răspunsurile la întrebarea 20).**

Tabelul 4.21 Centralizarea distribuției procentuale a răspunsurilor pentru întrebările 20, 24, 25, 26 și 30 – Rezultatele anchetei pentru dimensiunea „Satisfacția și insatisfacția în muncă”

Nevoi analizate	Nevoi resimțite	
	Satisfacție	Insatisfacție
E1. Percepția angajaților față de managerii direcți (24, 30)	72,55%	27,45%
E2. Satisfacția față de locul de muncă (25, 26)	84,33%	15,67%
E3. Satisfacția privind apartenența la organizație (20)	95,82%	4,18%
Total (medie)	84,23%	15,67%

Nevoi analizate	Studii superioare		Studii medii/generale	
	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție
E1	40,22%	59,78%	24,06%	75,94%
E2	70,78%	29,22%	69,45%	30,55%
E3	73,98%	26,02%	78,65%	21,35%
Total	61,66%	38,34%	57,39%	42,61%

Nevoi analizate	Experiență sub 1 an		1- 5 ani		peste 5 ani	
	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție	Satisfacție	Insatisfacție
E1	56,88%	43,12%	81,16%	18,84%	75,98%	24,02%
E2	88,57%	21,43%	75,36%	24,64%	48,46%	51,54%
E3	94,67%	5,33%	88,23%	11,77%	54,38%	46,62%
Total	80,04%	23,29%	81,58%	18,42%	59,61%	40,73%

În urma prelucrării datelor și obținerii rezultatelor (Tabelul 4.21), s-a constatat că insatisfacția în muncă este influențată atât de modul de derulare a acesteia, cât și de calitățile, competențele, abilitățile și personalitatea angajatului. Astfel, au fost centralizate principalele surse de demotivare a lucrătorilor:

- Rutina în muncă ce presupune utilizarea doar a unui număr limitat de competențe ale salariatului, fapt ce nu permite învățarea, dezvoltarea profesională și nu lasă loc pentru inițiativă. De asemenea, salariații au

apreciat că munca neinteresantă, inutilă sau lipsită de sens le induce un sentiment de demotivare (cazul operatorilor cu studii generale, necalificați sau al celor cu studii medii și care ocupă posturi de muncitori necalificați);

- Lipsa unor obiective clare și a comunicării lor clare, precise și în absența cărora salariatul nu știe ce se solicită de la el/ea;
- Realizarea unor activități pentru care operatorul uman nu este pregătit, sau nu are calificarea necesară și fără ca acesta să se fi putut instrui în prealabil;
- Carențe ale sistemului de comunicare prin absența feed-back-ului de la angajați (situație reclamată chiar și de supervizorilor) sau prezența doar a unui feed-back negativ. Critica și lauda în cadrul companiei sunt aspecte deficitare ale comunicării și constituie surse de demotivare.

În urma observațiilor realizate în cadrul departamentului investigat s-a constatat că anumiți angajați ar putea fi nesatisfăcuți într-o mare măsură de munca lor, dar nici nu se gândesc să părăsească organizația. Experiențe nefavorabile din trecut legate de căutarea unui loc de muncă sau o imagine negativă despre ei înșiși, despre capacitatea lor de identificare a unor oportunități, îi determină să nu își dorească schimbarea locului de muncă și nici organizațională. Pentru această categorie de angajați nu s-a putut demonstra dacă este mai bine să schimbe loc de muncă cu unul nou. Acesta este cazul special al posturilor ce reclamă personal necalificat unde angajații nu sunt obișnuiți să investească în pregătirea și dezvoltarea lor profesională, iar compania de asemenea, nu face eforturi în susținerea schimbării lor de atitudine.

Este probabil precaut să presupunem că o comparație între un post alternativ și postul prezent al cuiva implică considerații multiple, persoana ce caută un post compară eforturile depuse cu rezultatele potențiale ce s-ar obține, recompensele postului actual cu cele anticipate pentru posturile alternativ. Dacă aceasta comparație alternativă este favorabilă, angajatul va opta pentru schimbare. În schimb, pentru categorii de angajați cu studii superioare și cu experiență de 1 – 5 ani și peste în cadrul organizației, lucrurile stau cu totul altfel, iar negocierile pentru reținerea salariatului în cadrul companiei sunt derulate în jurul unor argumente mai dure și mai pretențioase, atât din partea angajatului, cât și ca angajator.

Plecând de la aceste două observații s-a constatat că angajații care desfășoară activități rutiniere, deși sunt mai nesatisfăcuți, au mai mici șanse să schimbe locul de muncă în comparație cu cei care dețin locuri de muncă cu responsabilitate mare, în acest caz diferența fiind făcută de nivelul de pregătire al acestora (studii) și mai ales dorința de afirmare profesională. Aceste constatări au contribuit major la previziunea fenomenului de fluctuație a personalului companiei, corelat cu nivelul de satisfacție în muncă.

Pentru a rezuma concluziile, la nivelul întregului grup de respondenți, s-a constatat că nivelul maxim de satisfacție este în cazul dimensiunii E3. Astfel, respondenții au exprimat un nivel foarte ridicat al satisfacție privind apartenența la organizație. Cel mai mare nivel de insatisfacție a fost identificat în cazul E1. Percepția angajaților față de managerii direcți (24, 30), ceea ce dovedește că activitatea de promovare, pentru ocuparea unor funcții manageriale, poate fi îmbunătățită.

Analiza pe categorii demografice specifice a identificat următoarele aspecte (Tabelul 4.21):

- Indiferent de studii și experiență, toate categoriile de angajați au exprimat nivele foarte mari ale satisfacției privind apartenența lor la organizația FLETRONICS ROMANIA;

- Respondenții cu studii medii/generale au o insatisfacție semnificativă privind percepția față de managerii lor direcți (E1), ceea ce s-a constatat și în cazul respondenților cu o experiență mai mică de 1 an;
- Respondenții cu o experiență cuprinsă între 1 și 5 ani și o experiență de peste 5 ani au exprimat un nivel relativ mediu de insatisfacție față de locul de muncă (E2).

Concluziile analizei și măsurile ce trebuie întreprinse:

- Se impune redefinirea sistemului de dezvoltare profesională a angajaților printr-o mai mare personalizare a planului de carieră a acestora, corelat cu cerințe privind creșterea performanțelor și oferirea unor oportunități de promovare, după cum a fost prezentat în cadrul studiului realizat, sarcină ce revine specialiștilor de managementul resurselor umane;
- Formarea profesională trebuie să includă și programe dedicate creșterii și dezvoltării abilităților și competențelor manageriale, astfel încât managerii de la nivelele ierarhice de mijloc și inferior să-și îmbunătățească modul de operare, eficiența și eficacitate, iar aceștia să se bucure de un real prestigiu în rândul lucrătorilor.

4.2.4. Concluzii privind cercetarea satisfacției operatorilor umani la locurile de muncă aferente liniei de producție SSY

În urma cercetărilor realizate au fost elaborate unele concluzii punctuale, specifice în fiecare etapă a scenariului de cercetare adoptat și aplicat. Ca urmare, în continuare vor fi sintetizate doar acele aspecte relevante pentru contextul particular al cercetării și pentru motivarea demersului viitor:

1. Aplicarea teoriei fundamentată pe date (*Grounded Theory*) a condus la descoperirea unui model asociat fenomenului social investigat legat de capacitatea de adaptare și caracteristicile comportamentale ale angajaților, inclusiv manageri și specialiști ai managementului resurselor umane, în condițiile fabricației lean, într-un sistem de producție ce prezintă maturitate în ceea ce privește implementarea și asimilarea filosofiei lean. De interes au fost aspectele privind motivația, motivarea și satisfacția lucrătorilor.
2. Cercetarea a fost necesară, deși a reclamat multe ore pentru *go-to-gemba* și realizarea interviurilor, și apoi cu procesarea datelor, deoarece modelul teoretic (Fig. 4.18) a fost exploatat în continuare pentru elaborarea chestionarului ce a stat la baza realizării anchetei (a doua etapa a cercetărilor, Anexa 2);
3. Rezultatele anchetei au furnizat nu doar descrieri de ordin calitativ asupra caracteristicilor și nevoilor identificate și studiate, dar și informații cantitative, valide pentru grupul de angajați participanți la studiu. Cele mai importante concluzii, motivante pentru continuarea cercetărilor de optimizare a liniei de fabricație SSY au fost:
 - a. Modul de organizare al locurilor de muncă (individuale și colective), precum și a întregii linii de asamblare NU a fost abordat suficient din punct de vedere a riscurilor ergonomice sau cu ajutorul unor mijloace ergonomice, deși operatorii reclamă un nivel foarte mare al stresului și opinează că acesta este principalul vinovat al erorilor, non-calității, pierderilor, oboselii lor;
 - b. Ritmul de muncă și cerințele tot mai mari privind nivelul cantitativ și calitativ al producției impun presiuni mari asupra operatorilor, fără ca managerii să poată propune măsuri eficiente de automatizare a unor locuri de muncă sau reorganizare (nici aceștia nu au timpul necesar pentru

investigații și ajustări, fapt pentru care ei constituie o sursă de insatisfacție pentru ceilalți salariați);

- c. Condițiile de muncă, proiectarea locurilor de muncă și a posturilor, în cadrul departamentului și mai ales pe linia de fabricație, reclamă îmbunătățiri deoarece operatorii umani, mai ales cei din avalul fluxului tehnologic, cei de pe linia de asamblare, au opinat un nivel de insatisfacție major relativ la suprasolicitarea lor cu sarcini suplimentare generate de slaba instruire, insuficienta adaptare la ritmul de muncă sau erorile generate de operatorii umani din avalul fluxului.

În concluzie, pe baza celor menționate anterior și luând în considerare solicitarea expresă, din partea managementului liniei de fabricație, pentru dezvoltarea de cercetări privind optimizarea din punct de vedere al structurii sale și al tipologiei proceselor liniei de fabricație, în continuare se prezintă demersul și cercetările realizate în acest sens. Toate acestea au condus la atingerea obiectivului operațional OP4.2.

4.3. Cercetări teoretice privind concepția unui model de optimizare a liniilor de fabricație cu procese manual-mecanice prin integrarea abordărilor ergonomică și lean

Aprofundarea studiului privind identificarea unor noi măsuri pentru îmbunătățirea continuă a proceselor de pe linia de fabricație SSY a impus considerarea simultană, integrată a unor aspecte relevate de aplicarea unor metode și mijloace ergonomice pe „fondul existent și matur” al fabricației lean implementate. Demersul de cercetare este motivat de rezultatele studiului privind satisfacția operatorilor umani, dar și de ideile furnizate de echipa de management.

Astfel, conform scenariului de cercetare adoptat și descris în Fig. 4.5, în continuare se va prezenta un **model matematic (inovator) pentru a defini procese ergonomice lean** în cazul liniilor de fabricație destinate operațiilor de asamblare cu procese manual-mecanice și automate, ce conțin o varietate de procese cu operatori umani și un nivel de automatizare relativă. Scopul cercetării a fost acela de a identifica, concepe și proiecta amplasarea (organizarea, planul general) optimă a proceselor de asamblare care îndeplinesc simultan obiectivele lean de îmbunătățire continuă, indicatorii de eficiență a producției considerați în cazul sistemului de producție studiat și principiile ergonomice pentru manipularea manuală a materialelor (Fig. 4.19).

Având în vedere cerințele de producție, caracteristicile produsului și sarcinile de asamblare, modelul propus definește procesul de fabricație aferent liniilor de asamblare cu procese manual-mecanice și automate (linii de fabricație cu operatori umani ce realizează operații manuale de asamblare în cadrul unor stații de lucru și mașini, echipamente destinate unor operații automate aferente fluxului de asamblare). În cele din urmă, eficacitatea modelului matematic a fost testată într-un studiu aprofundat al liniei de asamblare SSY din cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara.

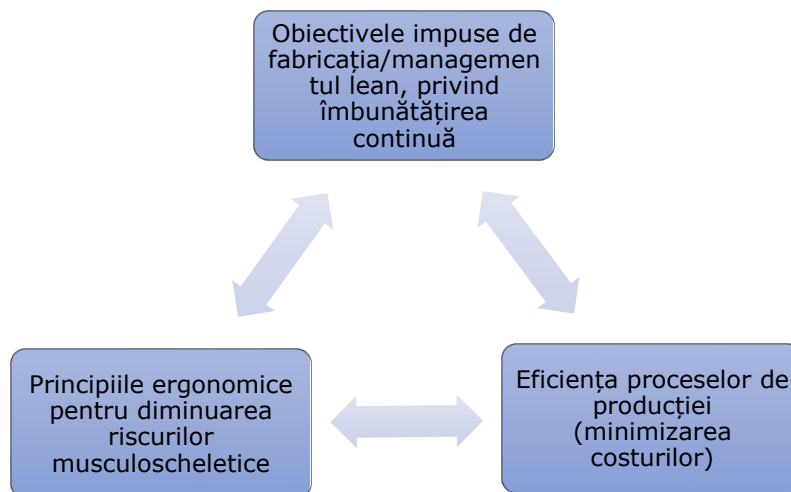


Fig. 4.19 Scopul cercetărilor pentru optimizarea liniilor de fabricație cu procese manual-mecanice și automate

4.3.1. Modelarea liniei de asamblare cu procese manual-mecanice și automate

Liniile de asamblare cu procese eterogene (manual-mecanice și automate) implică o cooperare strânsă între operatorii umani și mașinile automate pentru asigurarea unui flux continuu al fabricației. Cooperarea eficientă este posibilă atunci când cerințele fabricației lean respectă principiile ergonomiei, integrate în preocuparea globală pentru sănătatea și siguranța lucrătorilor. Abordarea ergonomică lean propusă se bazează pe principiul armonizării ritmului de muncă al operatorilor cu cel al mașinilor automate existente pe linia de fabricație. Astfel, se consideră că mașinile automate procesează suficiente produse pentru a ține pasul cu ritmul stațiilor de lucru manual succesive. Ca urmare, procesului de asamblare asigură un flux continuu și ritmic al producției ceea ce reflectă un mod de organizare *just-in-time* a întregului flux de fabricație. Rezultatul este un proces de asamblare lean, în care operatorii umani aferenți operațiilor manual-mecanice sunt cei ce stabilesc ritmul asamblării mașinilor.

În acest context al desfășurării proceselor de producție sunt necesare stocuri tampon pentru a asigura disponibilitatea subansamblelor pentru stațiile de lucru din avalul fluxului, pentru procesele ce urmează a fi realizate asupra semifabricatelor. Aceste stocuri împiedică apariția unor întâzieri sau opriri în realizarea proceselor automate ale mașinilor din amonte fluxului și în consecință, diminuarea capacității de producție a liniei. Totodată, stocurile tampon suplimentare care preced posturile de lucru din avalul fluxului, colectează semifabricatele prelucrate care așteaptă prelucrarea în cadrul procesului următor (Fig. 4.20). După cum s-a constatat și din punct de vedere practic, se impune în mod special necesitatea existenței unui stoc tampon suplimentar la stațiile de lucru cu procese manuale, pentru a preveni lipsa semifabricatelor datorată întâzierii în activitatea de asamblare manuală realizată de operatorii umani.



Legendă:



Fig. 4.20 Exemplu de linie de asamblare cu procese manual-mecanice

Fig. 4.20 prezintă stocurile tampon și tampon suplimentar pentru o linie de asamblare cu procese manual-mecanice și automate. Simbolul albastru indică prezența stocului tamponului (inventar inter-operații), în timp ce simbolul roșu indică stocul tampon suplimentar (rezervă de prelucrare). Deoarece stațiile de lucru cu procese manuale sunt intercalate cu stații de lucru automate, în procesul de asamblare lean studiat, nu este necesar un stoc tampon suplimentar între o mașină automată și următorul loc de muncă, fie că acesta este unul cu procese manual-mecanice sau automate. Cu toate acestea, este necesar un stoc tampon suplimentar după fiecare loc de muncă manual. Prezența acestuia crește volumul inventarului inter-operații, deci cantitatea de semifabricate în curs de prelucrare. Nivelurile ridicate ale stocurilor conduc la costuri mai mari cu activitatea de stocare, precum și la timpuri de livrare mai mari pentru ca semifabricatele să parcurgă toate etapele tehnologice aferente liniei de asamblare și produsul finit să fie livrat. În consecință, principiile lean vizează reducerea activităților și proceselor în curs de desfășurare (în termeni de muncă, timp și implicit ca și costuri) și a cantității de subansamble necesare în realizarea continuă și ritmică a diferitelor operații.

Fig. 4.21 prezintă alternativele de procesare secvențială dintre stațiile de lucru cu procese manual-mecanice și cele cu procese automate.

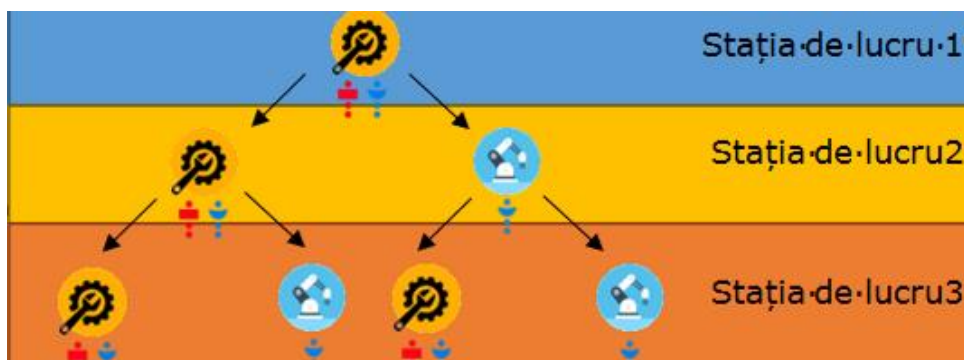


Fig. 4.21 Alternative de procesare secvențială în linii de asamblare hibride

După cum a fost explicat și anterior, stocul tamponul suplimentar (simbol roșu) este necesar după fiecare loc de muncă manual-mecanic și înainte de mașinile ce realizează procesele automate urmate de un loc de muncă manual-mecanic (în Fig. 4.21). Dimensiunea stocului tampon este numărul real corespunzător cantității de semifabricate aferent stocului.

În mod specific, calculul întârzierilor medii se bazează pe datele stocastice istorice colectate sau furnizate de sistemul de producție din care face parte linia de fabricație. Relația (4.1) definește dimensiunea stocului tampon pentru a proteja

fluxul de fabricație de la orice întreruperi (j_{pt}), în timp ce relația (4.2) definește modul de calcul a dimensiunii stocului suplimentar (s_{pt}):

$$j_{pt} = \frac{f}{d_{pt}} \quad (4.1)$$

$$s_{pt} = \frac{e}{d_{pt}} \quad (4.2)$$

unde j_{pt} este numărul de produse/semifabricate p aferente stocului tampon pentru a se asigura că acestea sunt disponibile pentru stațiile de lucru din avalul fluxului;

s_{pt} - numărul de produse/semifabricate procesate p în cazul stocului suplimentar aflat în așteptarea prelucrării printr-un proces manual, întârziat;

f - durata timpului de siguranță pentru a preveni întreruperea fluxului de producție datorat lipsei de semifabricate;

e - durata întârzierilor medii a stațiilor de lucru cu procese manual-mecanice;

d_{pt} - durata ciclului de prelucrare pentru a efectua sarcina manuală t pentru produsul p .

Automatizarea necesită costuri ridicate de investiții cu mașini, echipamente și pentru calificarea operatorilor umani. De cele mai multe ori, în practică industrială companiile au raportat faptul că toate cheltuielile de planificare și de exploatare depășesc baremul impus prin reducerile de costuri promise de automatizarea înaltă a producției.

Mai mult, costurile indirecte, cum ar fi costul defectelor, planificarea și recuperarea know-how-ului pentru reprogramarea mașinilor automate, reduc satisfacția managementului cu privire la investițiile în automatizare (confirmat ca tendință și de cercetările efectuate de (Bley ș.a., 2004)). Automatizarea este o opțiune interesantă atunci când costurile cu forța de muncă și costurile de deducere a facilității sunt semnificative. Ca urmare, relația matematică (4.3) introduce costul total al procesului de asamblare (cu procese manual-mecanice și automate) ca sumă dintre costul asociat proceselor automate realizate de mașini, C_{masina} (4.4) și costul proceselor de asamblare manual-mecanice realizate de operatorii umani, C_{munca} (4.5):

$$C_{total} = C_{masina} + C_{munca} \quad (4.3)$$

$$C_{masina} = \sum_{t=1}^T (x_t \cdot i_{max t}) + \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P (r_t \cdot i_{pt}) + \sum_{t=1}^T [q_t \cdot \sum_{p=1}^P (g_p \cdot c_{pt})] + \sum_{t=1}^T [o_t \cdot \sum_{p=1}^P (g_p \cdot v_{pt})]. \quad (4.4)$$

$$C_{munca} = \sum_{t=1}^T (y_t \cdot l_{pt}) + \sum_{t=1}^T [o_t^l \cdot \sum_{p=1}^P (g_p \cdot v_{pt})]. \quad (4.5)$$

În cazul relației (4.4), costul proceselor automate C_{masina} este suma a patru costuri diferite:

- costul investiției pentru achiziția de mașini automate $\sum_{t=1}^T (x_t \cdot i_{max t})$;
- costul de reprogramare a mașinilor pentru întregul lot $\sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P (r_t \cdot i_{pt})$;
- costul energiei $\sum_{t=1}^T [q_t \cdot \sum_{p=1}^P (g_p \cdot c_{pt})]$;
- costul noncalității pentru defectele producției automatizate $\sum_{t=1}^T [o_t \cdot \sum_{p=1}^P (g_p \cdot v_{pt})]$.

Semnificația mărimilor ce intervin în relația (4.4) este următoarea:

x_t - costul investiției mașinilor automate pentru efectuarea sarcinii t ;

r_t - costul reprogramării mașinilor pentru întregul lot de produse;

q_t - consumul de energie al mașinilor automate pentru realizarea sarcinii t ;

g_p - mărimea zilnică a lotului de fabricație ce trebuie realizat;

c_{pt} - timpul de lucru alocat locului de muncă automat pentru realizarea produsului p și cazul sarcinii t ;

o_t - procentul de produse defecte asociat proceselor automate pentru sarcina t ;

v_{pt} - valoarea produsului p după sarcina t .

Numărul mașinilor automate necesare și care lucrează simultan pentru sarcina t pentru a asigura realizarea produsului p , notat cu i_{pt} , este determinat cu relația (4.6) astfel:

$$i_{pt} = \frac{k_p}{c_{pt}} \quad (4.6)$$

unde k_p este timpul de realizare (asamblare) a produsului p ;

c_{pt} - timpul de lucru alocat locului de muncă automat pentru realizarea produsului p și cazul sarcinii t ;

În cele din urmă, $i_{max t}$ este numărul maxim de mașini automate care lucrează simultan pentru a efectua sarcina t .

Similar în cazul relației (4.5), costul proceselor manual-mecanice C_{munca} este suma a două costuri diferite:

- costul muncii manuale $\sum_{t=1}^T (y_t \cdot l_{pt})$;

- costul necalitativ al defecțiunilor de producție manuală $\sum_{t=1}^T [o_t^l \cdot \sum_{p=1}^P (g_p \cdot v_{pt})]$.

Semnificația mărimilor ce intervin în relația (4.5) este următoarea:

y_t - costul orar al angajatului ce realizează procesul manual-mecanic pentru a efectua sarcina t , inclusiv costul siguranței lucrătorilor, cum ar fi protecția muncii, instruirea și costul echipamentului individual de protecție legate de sarcina t ;

o_t^l - procentul produselor defecte datorate realizării proceselor manual-mecanice aferente sarcinii t .

Numărul de operatori umani (aferenți proceselor manual-mecanice) necesari pentru realizarea sarcinii t , în cazul fabricării produsului p , notat cu l_{pt} , se determină cu relația (4.7) astfel:

$$l_{pt} = \frac{k_p}{d_{pt}} \quad (4.7)$$

unde d_{pt} durata ciclului de prelucrare pentru a efectua sarcina manuală t pentru produsul p ;

k_p - timpul de realizare (asamblare) a produsului p .

În concluzie, pe baza considerentelor și a relațiilor matematice anterior prezentate se poate calcula costul total al procesului de asamblare aferent liniei de fabricație cu procese manual-mecanice și automate, ca sumă dintre C_{masina} și C_{munca} conform relației (4.3).

4.3.2. Ipoteze și considerente privind operațiile

Modelul matematic pentru proiectarea proceselor de asamblare lean în cadrul locurilor de muncă manual-mecanice și automate aferente liniei de asamblare este dezvoltat ținând seama de următoarelor ipoteze și presupuneri:

- Fiecare sarcină t este efectuată fie de mașini automate, fie de operatori umani (proces manual-mecanic), în cazul fiecărui tip de produs p . Operatorii umani nu lucrează la stațiile de lucru automate și nici reciproc;
- Fiecare sarcină t este efectuată în mod univoc în cadrul unei singure stații de lucru;
- Timpii aferenți operațiilor de asamblare pot fi determinați prin calcule (de exemplu, printr-un demers de normare a muncii sau din considerente de proiectare a liniei de fabricație);
- Fiecare produs care nu are prevăzut realizarea sarcinii t în ciclul său de asamblare, trece direct la următoarea operație/loc de muncă;
- Stocul suplimentar este plasat în cadrul fiecărui loc de muncă cu procese manual-mecanice, precum și înainte de procesul realizat de o mașină automată, ce se succede unui loc de muncă manual-mecanic, pentru a evita opririle în funcționarea mașinilor;
- Se presupune că, capacitatea maximă a stocurilor este infinită;
- Operatorii umani monitorizează mașinile automate; timpul destinat acestei activități nu este normat, el fiind ascuns în durata de realizare a proceselor de asamblare manual-mecanice;
- Mașina automată destinată realizării sarcinii t este capabilă să proceseze fiecare tip de produs p ;
- Fiecare sarcină t este efectuată în ciclul a cel puțin unui tip de produs p ;
- Aceiași operatori umani (pentru realizarea proceselor manual-mecanice de asamblare) sunt angajați pentru a produce întreaga familie de produse p ;
- Se presupune că operatorii umani care îndeplinesc aceeași sarcină t pentru un anumit produs p sunt expuși la același nivel ergonomic de risc;
- Se presupune că durata ciclului pentru efectuarea sarcinii t , aferentă produsului p , la locul de muncă manual-mecanic este același pentru fiecare lucrător;
- Operatorii umani colectivi (grup de muncă, echipă de muncitori) care lucrează la același loc de muncă nu se împiedică reciproc în realizarea sarcinilor lor de muncă;
- Identificarea produselor defecte, testarea și validarea calității obținute, se face după procesul de asamblare.

Aceste considerente definesc ipotezele și condițiile de operare utilizate pentru a defini model matematic.

4.3.3. Dezvoltări conceptuale pentru realizarea modelului matematic

În cadrul acestui subcapitolul se prezintă modelul matematic pentru concepția proceselor ergonomice lean, în cazul liniilor de asamblare cu procese manual-mecanice și automate. Scopul acestui demers este de a îmbunătăți, cu prioritate, modul de organizare și desfășurare a proceselor de muncă manual-mecanice, recurgând la aplicarea principiilor ergonomiei, simultan cu reducerea costurilor pentru întregul proces de asamblare, respectând principiile de organizare lean a acestora. Demersul propus pentru cercetare a făcut apel la modelarea matematică considerând problema ca una de programare liniară bi-obiectiv. În acest caz, **modelul matematic elaborat poate identifica secvențe optime de organizare a locurilor de muncă manual-mecanice și automate pentru optimizarea organizării liniei de asamblare** ce conține astfel de procese. Având în vedere caracteristicile procesului de asamblare și parametrii de lucru ai mașinilor automate, modelul atribuie fiecărui loc de muncă operatori umani sau mașini automate.

În cadrul cercetării, fiecare secvență de asamblare include evaluarea riscului ergonomic a utilizând metoda OCRA³² (scala de evaluare a indicelui de risc conform standardului ISO 11228-3 / 2007) pentru a îndeplini cerințele standard privind sănătatea și securitatea muncii asociat cu mișcările repetitive ale membrilor superioare, în cazul realizării proceselor de muncă. În mod specific, metoda OCRA este frecvent folosită în evaluarea riscurilor musculoscheletice. Indicele OCRA definește un nivel ergonomic de risc pentru operatorii umani ce realizează procese manual-mecanice, comparând numărul real de acțiuni și mânuiri efectuate de lucrător cu un număr necesar de acțiuni tehnice pe care lucrătorul le poate efectua în condiții de siguranță (valori limitative aferente scalei de evaluare a indicelui de risc OCRA). Ca urmare, intrările modelului matematic conceput ține seama de caracteristicile tehnologice ale produselor, ale proceselor manual-mecanice, ale mașinilor automatizate și proceselor aferente, precum și de cerințele de producție (Tabelul 4.22).

Tabelul 4.22 Indici și parametri considerați în cadrul modelului matematic

Indici	Descriere (unitate de măsură)
p	indice ce desemnează varietatea de produse, $p=1...P$
t	Indicele asociat sarcinii de muncă, $t=1...T$
Parametri	
a_{pt}	1 dacă sarcina t este standard pentru toate produsele și activitățile de asamblare nu sunt complexe, 0 în caz contrar (binar)
b	durata schimbului (h)
c_{pt}	durata ciclului pentru a efectua sarcina t pentru produsul p cu mașina automată (s / unitate și mașină)
d_{pt}	durata ciclului pentru a efectua sarcina t pentru produsul p la locul de muncă manual-mecanic (s / unitate și muncitor)
e_{pt}	întârzierea procesului manual-mecanic pentru sarcina t și produsul p (s)
f_{pt}	timpul de siguranță pentru sarcina t și produsul p (s)
g_p	dimensiunea zilnică a lotului de fabricație aferent produsului p (buc.)
h_{pt}	1 dacă sarcina t este în procesul de asamblare a produsului p , 0 în caz contrar (binar)
i_{pt}	numărul de mașini automate necesare pentru sarcina t pentru a asigura asamblarea produsului p (nr. mașini)
$i_{max t}$	numărul maxim de mașini automate care funcționează simultan pentru a efectua sarcina t (nr. mașini)
l_{pt}	numărul de lucrători manuali necesari pentru sarcina t și pentru a asigura asamblarea produsului p (nr. lucrători)
k_p	timp pentru asamblarea produsului p (s / buc.)
o_t	procentul produselor defecte datorate sarcina automate t (%)
o'_t	procentul produselor defecte datorate sarcina manuale t (%)
q_t	consumul orar de energie al mașinilor automate pentru sarcina t (Euro / h)
r_t	costul orar al reprogramării mașinii pentru sarcina t (Euro / mașină / h)
v_{pt}	valoarea produsului p după realizarea sarcinii t (Euro / unitate)
x_t	costul orar al mașinilor automate pentru sarcina automată t , ce include barierele de siguranță și sistemul de transport al produselor asamblate la următorul loc de muncă (Euro / oră și mașină)
y_t	costul orar al operatorilor umani la operația manual-mecanică pentru sarcina t (Euro / oră și lucrător)

³² OCRA - **O**ccupational **R**epetitive **A**ction (evaluarea riscurilor mișcărilor repetitive la manipulare manuală a materialelor având masă redusă, dar frecvență mare de utilizare)

Parametrii modelului matematic bazat pe programare liniară, descriși în Tabelul 4.22, au fost stabiliți pe baza analizei cerințelor de producție, a caracteristicilor proceselor manuale și a mașinilor automate, unii dintre aceștia fiind deja introduși în capitolul 4.3.1. Tabelul 4.23 prezintă parametrii OCRA considerați în cadrul evaluării riscului ergonomic (pe baza standardului ISO 11228-3 / 2007).

Tabelul 4.23 Parametrii OCRA considerați pentru evaluarea riscului ergonomic la membrul superior cel mai solicitat în cazul operațiilor manuale pe linia de fabricație supusă studiului

Parametrii OCRA	
$n_{TC,pt}$	numărul acțiunilor tehnice pentru produsul p și sarcina t
k_f	constantă a frecvenței acțiunilor tehnice pe minut
$F_{M,pt}$	multiplicatorul forței pentru produsul p și sarcina t
$P_{M,pt}$	multiplicatorul posturii pentru produsul p și sarcina t
$Re_{M,pt}$	multiplicatorul perioadei de repetiție pentru produsul p și sarcina t
$A_{M,pt}$	multiplicatorul suplimentar pentru produsul p și activitatea t
Rc_M	multiplicatorul perioadei de recuperare
t_M	multiplicatorul duratei sarcinii t

Variabilele decizionale aferente modelării prin programare liniară, W_{pt} și Z_t , definesc atribuirea operatorilor umani (ce realizează operații manual-mecanice) sau a mașinilor automate la fiecare loc de muncă:

- W_{pt} stabilește prezența mașinilor automate sau a operatorilor pe fiecare loc de muncă și este definit de relația (4.8);
- Z_t derivă din W_{pt} și stabilește pentru fiecare sarcină t dacă se utilizează mașini automate pentru procesul de asamblare a cel puțin unui tip de produs, conform relației (4.9).

$$W_{pt} = \{1, \text{dacă sarcina } t \text{ în procesul de asamblare a produsului } p \text{ este efectuată de mașină automată și } 0, \text{ în caz contrar}\}, \forall p, t \quad (4.8)$$

și

$$Z_t = \{1, \text{dacă mașina automată pentru sarcina } t \text{ este în procesul de asamblare la cel puțin un tip de produs și } 0, \text{ în caz contrar}\} \forall t \quad (4.9)$$

Astfel de condiții definesc ipotezele de funcționare utilizate în cadrul model matematic dezvoltat.

Funcțiile obiectiv aferente modelului sunt definite de relațiile (4.10) și (4.11).

$$\phi = \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P \left\{ \frac{v_{pt}}{d_{pt}} \cdot [f_{pt} \cdot h_{pt} + e_{pt} \cdot (h_{pt} - W_{pt})] \right\} \quad (4.10)$$

și

$$\chi = b \cdot \sum_{t=1}^T (Z_t \cdot x_t \cdot i_{max t}) + \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^P \frac{1}{3600} (W_{pt} \cdot q_t \cdot c_{p,t} \cdot g_p) +$$

$$+b \cdot \sum_{t=1}^T \left[r_t \cdot \sum_{p=1}^P (W_{pt} \cdot i_{p,t}) \right] + \sum_{t=1}^T \left[o_t \cdot \sum_{p=1}^P (W_{pt} \cdot v_{p,t} \cdot g_p) \right] + \\ + b \cdot \sum_{t=1}^T \{ y_t \cdot \sum_{p=1}^P [(h_{pt} - W_{pt}) \cdot l_{pt}] \} + \sum_{t=1}^T \{ o'_t \cdot \sum_{p=1}^P [(h_{pt} - W_{pt}) \cdot v_{p,t} \cdot g_p] \} \quad (4.11)$$

Prima funcție obiectivă, φ , este rezultată din ecuațiile anterioare (4.1) și (4.2), aceasta evaluând valoarea zilnică a activității sau proceselor în curs de desfășurare. Mai exact, ecuația (4.10) arată suma valorilor stocurilor tampon și a celor suplimentare.

- Stocuri tampon sunt necesare pentru fiecare loc de muncă în procesul de asamblare a produsului p , (h_{pt} nu 0);
- Stocuri suplimentare sunt necesare pentru locurile de muncă manual-mecanice, când ($h_{pt}-W_{pt}$) nu este 0.

A doua funcție obiectivă χ cuantifică costul zilnic al sistemului de asamblare cu procese manual-mecanice. Relația de calcul a funcției χ este dedusă pe baza ecuațiilor anterioare (4.3, 4.4 și 4.5). Mai precis, parametrii i_{pt} și l_{pt} sunt cei determinați cu ecuațiile anterioare (4.6) și (4.7). χ include *costurile fixe* ale mașinilor automate pentru sarcina t (de exemplu, costurile de investiții, instalarea barierei de siguranță și a sistemului de transport al produselor asamblate între posturile de lucru consecutive), *costurile variabile* ale proceselor automate cum sunt costurile legate de consumul de energie, costul de reprogramare a mașinilor datorat schimbării lotului de fabricație, costul defectelor/pierderilor cauzate de mașinile automate, dar și costul forței de muncă și costul defectelor de asamblare manual-mecanică. Următorul sistem de relații definesc modelul matematic propus:

$$\min\{\varphi, \chi\} \quad (4.12)$$

$$W_{pt} \leq h_{pt}, \quad \forall p, t \quad (4.13)$$

$$W_{pt} \leq a_{pt}, \quad \forall p, t \quad (4.14)$$

$$\sum_{p=1}^P W_{pt} \leq P \cdot Z_t, \quad \forall t \quad (4.15)$$

$$Z_t \leq \sum_{p=1}^P W_{pt}, \quad \forall t \quad (4.16)$$

$$\sum_{p=1}^P [(h_{pt} - W_{pt}) \cdot n_{TC,pt} \cdot g_p] \leq \\ \leq 2,2 \cdot \sum_{p=1}^P \left[(h_{pt} - W_{pt}) \cdot \left(k_f \cdot F_{M,pt} \cdot P_{M,pt} \cdot R_{eM,pt} \cdot A_{M,pt} \cdot d_{pt} \cdot g_p \cdot \frac{1}{60} \right) \right] \cdot R_{cM} \cdot t_M, \quad \forall t \quad (4.17)$$

$$W_{pt} = \{0, 1\} \text{ binar } \forall p, t \quad (4.18)$$

$$Z_t = \{0, 1\} \text{ binar } \forall t \quad (4.19)$$

Relația (4.12) minimizează funcțiile obiectiv descrise anterior (*activitatea liniei de asamblare să nu aibă activități sau procese în desfășurare la finele unei*

zile și costurile asociate funcționării să fie minime), în timp ce relația (4.13) asigură faptul că mașinile automate nu sunt atribuite locurilor de muncă ce nu fac parte din procesul de asamblare a produsului p . Relația (4.14) arată că mașinile automate pot fi atribuite locurilor de muncă de asamblare pentru produsele cu caracteristici de asamblare asemănătoare sau chiar identice. Inegalitățile sau restricțiile (4.15) și (4.16) asigură ca pentru fiecare sarcină t , Z_t nu este zero dacă mașinile automate sunt utilizate pentru procesul de asamblare a cel puțin unui tip de produs. Relația (4.17) se constituie ca restricție impusă de standardul ISO 11228-3 / 2007 ce limitează valoarea indexului OCRA la o valoare limită pentru fiecare sarcină (conform scalei de evaluare a indicelui de risc aferent metodei OCRA). În cele din urmă, relațiile (4.18) și (4.19) asigură consistența variabilelor binare, după cum acestea au fost definite anterior prin relațiile (4.8) și (4.9).

În următorul subcapitol se vor prezenta rezultatele modului de aplicare a modelului matematic.

4.4. Cercetări experimentale privind testarea și validarea utilității modelului matematic elaborat

4.4.1. Modelarea liniei de asamblare SSY

În cadrul acestui capitol se prezintă modul de aplicare a modelul matematic elaborat într-un studiu de caz real privind analiza și reorganizarea procesului de asamblare manual-mecanic pentru linia de asamblare SSY a unor plăci cu circuite electronice destinate industriei de auto, la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara. Pe linia de fabricație SSY lucrează șase operatori umani care realizează operațiile de asamblare manual-mecanice a patru tipuri diferite de produse. Fig. 4.22 prezintă modelarea liniei de asamblare ce conține inițial doar locuri de muncă destinate proceselor manual-mecanice.



Legendă:

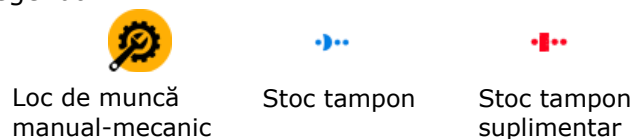


Fig. 4.22 Procesului de asamblare aferent liniei de fabricație SSY studiate

După cum se poate observa în Fig. 4.22, linia de fabricație este definită de 6 posturi la care sunt alocăți 6 operatori umani. Un singur lucrător este alocat fiecărei stații de lucru manuale. Un stoc tampon și unul suplimentar sunt alocate fiecărui loc de muncă pentru a preveni întârzierile și întreruperile datorate lipsei de subansambluri/componente pentru operațiile din avalul fluxului tehnologic. Tabelul 4.24 prezintă detaliile semnificative pentru caracterizarea locurilor de muncă.

Tabelul 4.24 Descrierea activităților pentru linia de asamblare SSY studiată³³

Activități	Loc de muncă	Sarcina / indice t	h_{pt}	a_{pt}
Asamblare 1	1	1	1	1
Asamblare 2	2	2	1	1
Asamblare 3	3	3	1	1
Asamblare 4	4	4	1	1
Asamblare 5	5	5	1	1
Asamblare 6	6	6	1	1

Sarcinile din Tabelul 4.24 se referă la procesul de asamblare a unor plăci cu circuite integrate. Secvența sarcinilor de asamblare este aceeași pentru fiecare tip de produs (adică $h_{pt} = 1$ pentru fiecare tip de produs și sarcină). Fiecare sarcină este standardizabilă, iar operațiile de asamblare pot fi efectuate cu ajutorul mașinilor automate (adică $a_{p,t} = 1$ pentru fiecare tip de produs și sarcină, Tabelul 4.24).

Valorile sensibile ale caracteristicilor procesului de asamblare manuală nu au fost furnizate de companie (de exemplu, ciclurile de timp, timpul de execuție și dimensiunile lotului) din motive de confidențialitate. Timpul de siguranță $f_{p,t}$ variază de la 1h la 3h, în timp ce întârzierea medie a stațiilor de lucru manuale variază de la 2s la 12s, în funcție de tipul de produs și de sarcină. Tabelul 4.25 centralizează ceilalți parametri ai modelului.

Tabelul 4.25 Parametrii studiului de caz pentru aplicarea modelului matematic

Parametrii	Valori					
Sarcina t	1	2	3	4	5	6
i (mașini)	1	1	1	1	1	1
$l_{max t}$ (nr. muncitori)	1	1	1	1	1	1
o_t (%)	2	2	1	2	1	2
o_t'' (%)	4	5	3	5	3	5
q_t (Euro/h)	2,80	2,40	1,20	1,20	1,20	2,40
r_t (Euro/mașina/oră)	100	100	100	100	100	100
x_t (Euro/oră/mașină)	56	40,88	32,10	47,44	32,10	40,88
y_t (Euro/oră/muncitor)	15	15	15	15	15	15

4.4.2. Evaluarea riscului ergonomic asociat cu mișcărilor repetitive ale membrilor superioare folosind metoda OCRA

Metoda OCRA a fost stabilită, prin consens internațional de către Asociația Internațională de Ergonomie (AIE) și comitetul tehnic al Organizației Internaționale de Standardizare (ISO), ca metoda principală de evaluare a riscului asociat cu mișcărilor repetitive ale membrilor superioare prin standardul ISO 11228-3 și UNE-EN 1005-5. Aceste aspecte au fost luate în considerare pentru realizarea evaluării riscului ergonomic de tip musculoscheletal al operatorilor umani de pe linia de asamblare SSY studiată.

În Tabelul 4.26 se prezintă valorile parametrilor pentru evaluarea riscului ergonomic utilizând metoda OCRA (ISO 11228-3, 2007³⁴). După cum se poate

³³ Informații limitate pentru respectarea confidențialității produsului, clientului și tehnologiei aplicate.

³⁴ Disponibile la: <https://www.iso.org/standard/26522.html>

observ, valorile acțiunilor tehnice $n_{TC,t}$ se referă la brațul cel mai solicitat pentru fiecare lucrător (mână dreaptă MD în cazul tuturor lucrătorilor).

Tabelul 4.26 Parametrii OCRA pentru evaluarea riscurilor ergonomice (conform metodologiei expuse în (Căruțașu, 2015))

Parametrii OCRA		Sarcina t					
Denumire	Simbol	1	2	3	4	5	6
Numărul acțiunilor tehnice pentru produsul 1 și sarcina t	$n_{TC,pt}$	14	8	5	4	3	12
Numărul acțiunilor tehnice pentru produsul 2 și sarcina t	$n_{TC,pt}$	15	8	5	5	3	12
Numărul acțiunilor tehnice pentru produsul 3 și sarcina t	$n_{TC,pt}$	14	8	5	4	3	12
Numărul acțiunilor tehnice pentru produsul 4 și sarcina t	$n_{TC,pt}$	15	10	5	5	3	12
Constanta frecvenței acțiunilor tehnice / min pentru produsele 1 ... 4	k_f	30	30	30	30	30	30
Multiplicatorul forței pentru produsele 1 ... 4 și sarcina t	$F_{M,t}$	0,65	0,35	1,00	0,85	1,00	0,20
Multiplicatorul posturii pentru produsele 1 ... 4 și sarcina t	$P_{M,t}$	0,60	0,60	1,00	0,60	1,00	0,60
Multiplicatorul perioadei de repetiție pentru produsele 1 ... 4 și sarcina t	$Re_{M,pt}$	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70
Multiplicatorul suplimentar pentru produsele 1 ... 4 și activitatea t	$A_{M,t}$	1,00	0,90	1,00	0,95	1,00	0,80
Multiplicatorul perioadei de recuperare	Rc_M	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Multiplicatorul duratei sarcinii t	t_M	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Schimbul de lucru este de 8 ore, iar pauzele sunt distribuite după cum se arată în Fig. 4.23 (o pauză de prânz de 20 min și două pauze de 10 min distribuite pe parcursul schimbului). Având în vedere distribuția privind recuperarea capacității de muncă prezentată în Fig. 4.29, Rc_M este egală cu 0,60 pentru fiecare lucrător, ceea ce corespunde cu derularea unei activități pe parcursul a 4 ore fără o perioadă de recuperare adecvată. Rotațiile pe posturi nu sunt permise în timpul schimbului, fiecare operator uman îndeplinind aceeași sarcină unică pe întreaga perioadă de 8 ore. Prin urmare, sarcinile manuale repetitive durează un timp îndelungat pe perioada schimbului și, deci, $t_M = 1$ pentru cazul fiecărui operator uman.

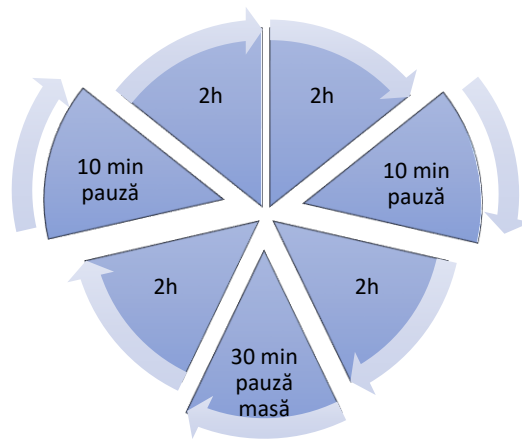


Fig. 4.23 Distribuirea perioadelor de pauză pe durata unui schimb de muncă

Tabelul 4.27 Sinteza rezultatelor indicelui de risc ergonomic determinați cu metoda OCRA (conform metodologiei expuse în (Căruțașu, 2015))

Calculul indicelui de risc	Operator uman 1 (MD)	Operator uman 2 (MD)	Operator uman 3 (MD)	Operator uman 4 (MD)	Operator uman 5 (MD)	Operator uman 6 (MD)
Indicele de risc ergonomic	3,4	1,3	0,7	1,5	0,6	3,7

Indicii OCRA din Tabelul 4.27 definesc nivelul de expunere al operatorilor umani la mișcări repetitive ale membrilor superioare, în cazul activităților de asamblare aferente liniei de fabricație. Aceștia au fost obținuți prin evaluarea riscului asociat cu mișcările repetitive ale membrilor superioare, conform metodologiei prezentate în (Căruțașu, 2015) și citate de (Draghici ș.a., 2019). Valorile acestora se compară cu indicii limită prezentați în Tabelul 4.28 aferenți scalei de evaluare. Comparația permite elaborarea unor măsuri de diminuare a riscurilor ergonomice la care sunt expuși operatorii umani, după cum este sugerat.

Tabelul 4.28 Scala de evaluare a indicelui de risc (ISO 11228-3 / 2007)

Indicele de risc	Nivelul de risc OCRA	Acțiuni sugerate
< 7,5	2,2 Acceptabil (optim)	Nu este necesar
7,6 – 11	2,3 – 3,5 Foarte ușor sau nesigur	Se recomandă o nouă analiză
11,1 – 14	3,6 – 4,5 Inacceptabil Nivel mic	Se recomandă îmbunătățirea locului de muncă, supraveghere medicală și training.
14,1 – 22,5	4,6 – 9 Inacceptabil Nivel mediu	Se recomandă îmbunătățirea locului de muncă, supraveghere medicală și training.
≥ 22,5	> 9 Inacceptabil Nivel mare	Se recomandă îmbunătățirea locului de muncă, supraveghere medicală și training.

În mod specific, fiecare sarcină t este considerată ca suma mai multor sub-sarcini repetitive de asamblare a produsului p , astfel încât $h_{p,t} = 1$ (valoarea 1 este atribuită dacă sarcina t este în procesul de asamblare a produsului p , conform precizărilor din Tabelul 4.24).

Valoarea limită a indicelui OCRA pentru activitățile manuale considerate acceptabile din punct de vedere al solicitărilor ergonomice (cu referire la cele musculoscheletice de la nivelul membrelor superioare, în realizarea unor sarcini având caracter repetitiv) este de 2,2. Valorile inferioare ale indicelui OCRA ($\leq 2,2$) determinat pentru sarcinile realizate pe linia de asamblare studiată arată că activitățile operatorului uman prezintă un risc ergonomic acceptabil (optim). În cazul în care indicii OCRA determinați au valori mai mari ($\geq 3,5$), cazul corespunde unei sarcini repetitive cu risc ridicat (conform datelor prezentate în Tabelul 4.28 extrase din ISO 11228-3 / 2007). După cum se poate constata din Tabelul 4.27, rezultatul observațiilor și calculelor indicelui de risc ergonomic OCRA aferent operatorului uman de la locul de muncă 6 arată că activitatea cu mișcări repetitive prezintă un risc ridicat la nivelul membrelor superioare (indicele OCRA este 3,7). Ca urmare, pentru acest caz „se recomandă îmbunătățirea locului de muncă, supraveghere medicală și training”.

Trebuie menționat că datele aferente definirii problemei de optimizare au constituit intrările modelului aferent studiului de caz luat considerat și care cuprinde 48 de variabile binare și 60 de constrângeri de fezabilitate. Modelul și datele de intrare au fost prelucrate cu ajutorul soluției software Gurobi Optimizer³⁵.

Rezultatele obținute pentru reorganizarea sistemului liniei de asamblare folosind modelul matematic propus vor fi discutate în subcapitolul următor (rezultate obținute prin aplicarea metodologiei sugerate de demersul programării liniare cu funcție bi-obiectiv), împreună cu descrierea modului în care acestea pot fi valorificate practic pentru optimizarea organizării liniei de asamblare, respectând simultan, atât principiile fabricației lean, cât și cerințele ergonomice.

4.4.3. Rezultatele aplicării modelului matematic și interpretarea lor în cazul liniei de asamblare SSY

Scopul demersului aplicativ este de a identifica soluții optimale prin modelare matematică bi-obiectiv, care să asigure minimizarea activităților sau proceselor în desfășurare la finele unei zile (cu piesele/producția neterminată/ă, PN) și costurile asociate funcționării liniei de asamblare (Cost). Acest scop este atins prin intermediul funcțiilor obiectiv descrise de relațiile (4.10) și (4.11) dezvoltate și prezentate în subcapitolul 4.3.3, iar fiecare soluție bi-obiectivă identifică o alternativă privind amplasarea și reorganizarea liniei de asamblare, ceea ce înseamnă că fiecare funcție obiectivă să fie „cvasi” optimă.

Frontiera normalizată Pareto din Fig. 4.24 prezintă tendințele celor două funcții obiectiv aferent reprezentării normalizată/producție neterminată – cost (PN-Cost). Punctele de la W la C sunt punctele Pareto care compun granița Pareto normalizată (Fig. 4.24). Fiecare punct Pareto reprezintă o configurație eficace non-dominată a structurii ansamblului liniei de asamblare. După cum se poate observa:

- Punctul W (0; 1) este coordonata punctului de ancorare normalizat pentru funcția obiectivului normalizat PN, $\varphi(j)$, adică soluția de amplasare a liniei de asamblare corespunzătoare punctului W, asigură costul minim al PN.
- Punctul C (1; 0) reprezintă coordonata punctului de ancorare normalizat pentru funcția obiectiv cost normalizat, $\chi(j)$, adică soluția de amplasare a liniei de asamblare corespunzătoare punctului C, asigură costul minim.

³⁵ Detalii se găsesc la: <http://www.gurobi.com/products/gurobi-optimizer>

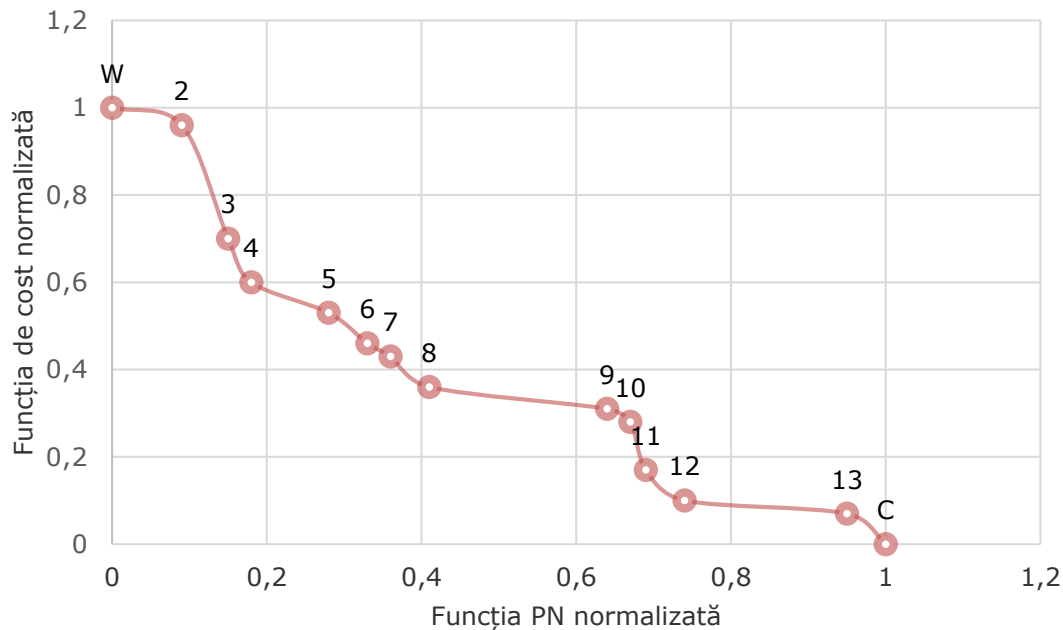


Fig. 4.24 Diagrama Pareto a câmpului normalizat PN-Cost

Fiecare punct al diagramei Pareto, de la $j = 2$ la $j = 13$, identifică o soluție opțională bi-obiectivă ce face ca funcțiile „cvasi” optime, corespunzătoare fiecărei funcții obiectiv să fie minimizate în mod conjugat (Fig. 4.24 și Tabelul 4.29).

Tabelul 4.29 Coordonatele punctului Pareto

Punct Pareto	$\varphi(j)$	$\chi(j)$
W	0,00	1,00
2	0,09	0,96
3	0,15	0,70
4	0,18	0,60
5	0,28	0,53
6	0,33	0,46
7	0,36	0,43
8	0,41	0,36
9	0,64	0,31
10	0,67	0,28
11	0,69	0,17
12	0,74	0,10
13	0,95	0,07
C	1,00	0,00

Decizia privind alegerea punctelor Pareto, corespunzătoare variantei optime, nu este univocă. Aceasta depinde de importanța dată driverelor (determinate de contextul de enunțare al ipotezelor privind contextul de realizare al studiului aplicativ) aferenți modelelor funcțiilor obiectiv $\varphi^-(j)$ și $\chi^-(j)$. Ecuația (4.20) introduce un criteriu euristic pentru evaluarea deciziei.

$$D(j) = \varphi^-(j) + \chi^-(j). \quad (4.20)$$

Funcția de decizie $D(j)$ satisface tendințele atât ale funcției obiectiv aferente producției neterminate, cât și ale celei relative la cost. O configurație eficace

privind amplasarea, realizată de compromisului optimizării funcțiilor obiectiv $\varphi^-(j)$ și $\chi^-(j)$, este obținută în cazul minimizării $D(j)$ (Fig. 4.25 și Tabelul 4.30).

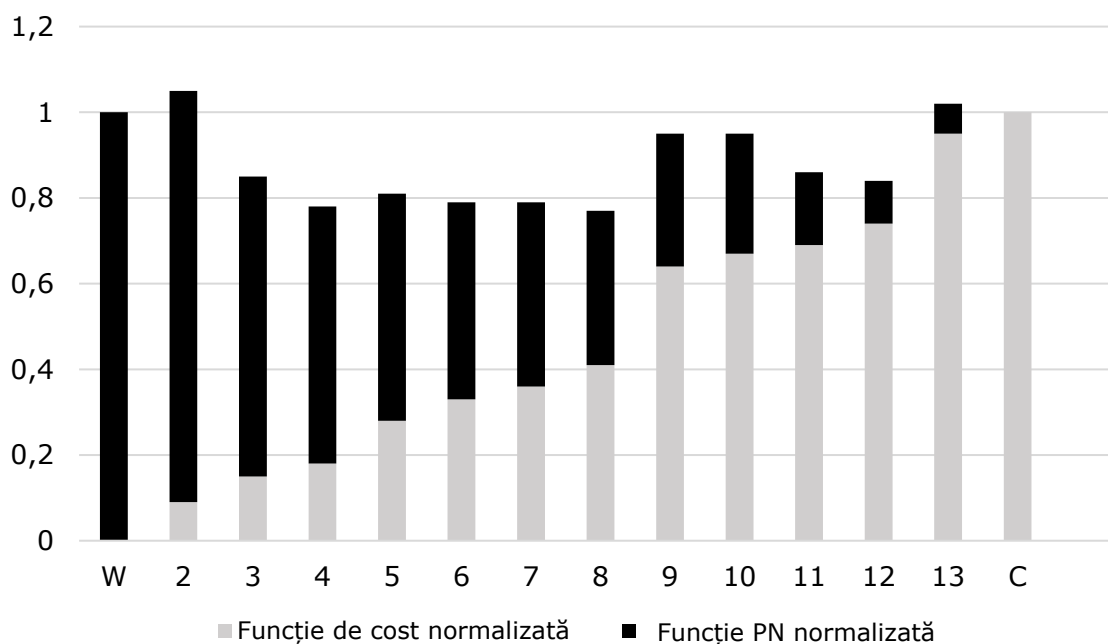


Fig. 4.25 Diagrama funcțiilor obiectiv pentru punctele Pareto

Tabelul 4.30 Valorile funcției de decizie pentru fiecare punct j

j	W	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	C
D(j)	1	1,05	0,85	0,78	0,81	0,79	0,79	0,77	0,95	0,94	0,86	0,85	1,02	1

Soluția indicată de punctul $j = 8$ minimizează funcția de decizie $D(j)$. În acest caz, configurația (amplasarea) liniei de asamblare este definită de un compromis adecvat pentru optimizarea simultană a celor două funcții obiectiv, situație indicată între cele două puncte de ancorare normalizate W și C, adică:

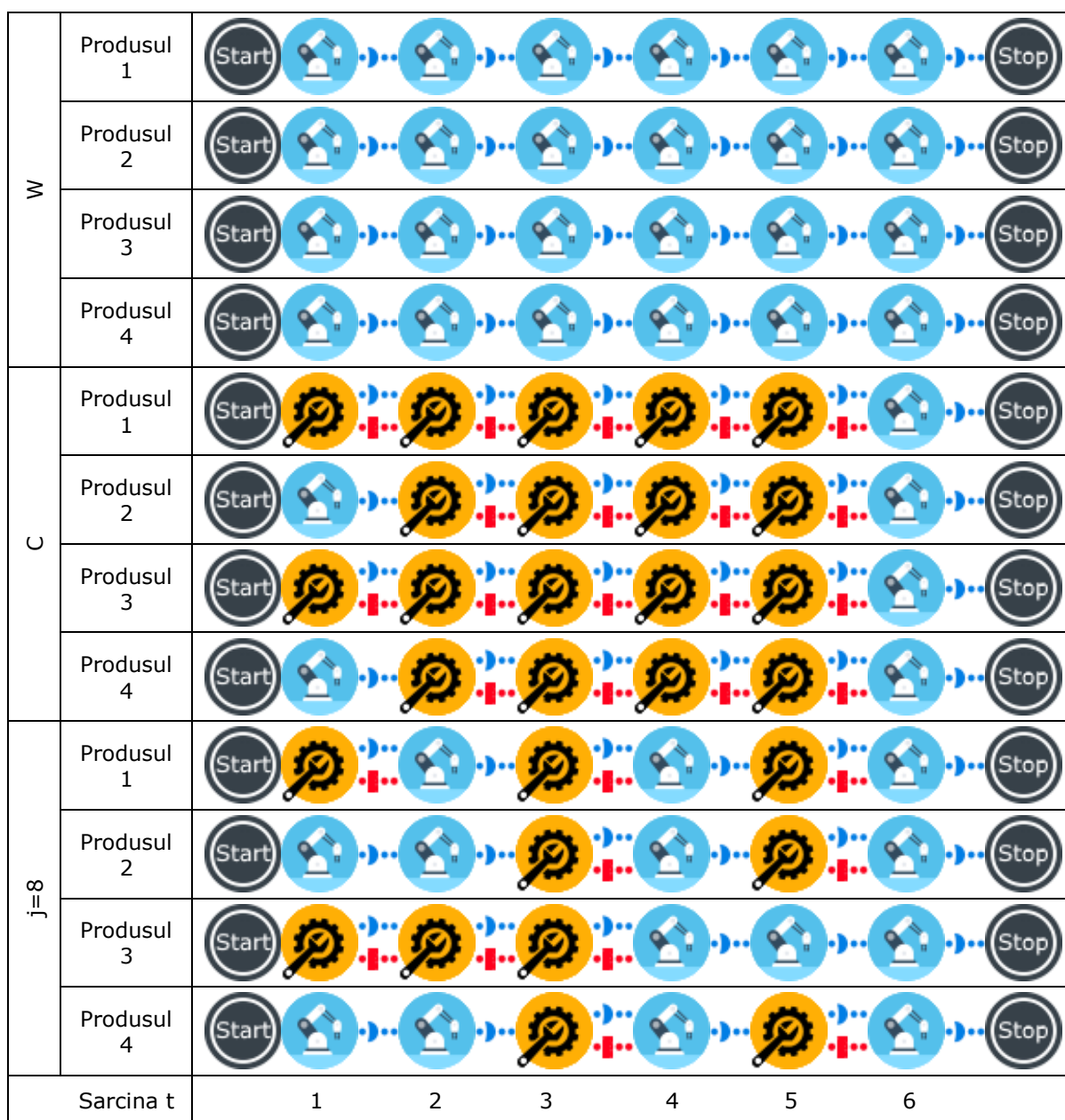
$$\varphi_{j=8} = 0,41 \text{ și } \chi_{j=8} = 0,36. \quad (4.21; 4.22)$$

Având în vedere limitele inferioare ne-normalizate pentru cele două funcții obiectiv χ și φ , pierderile de performanță sunt date de relația (4.23; 4.24), astfel:

$$\Delta \chi_{(j=8)} = 0,06\% \text{ și } \Delta \varphi_{(j=8)} = 8,49\%. \quad (4.23; 4.24)$$

Ca urmare, în Fig. 4.26 se prezintă planurile de organizare cu secvențe optimale în punctele W, C și $j = 8$.

Schema liniei de asamblare aferentă soluției de decizie de optimizare în punctul W, minimizează costul zilnic al PN (caracterizat de funcția obiectiv φ_j), în timp ce structura de amplasare aferentă soluției decizionale de la punctul C minimizează costul zilnic al sistemului de asamblare (caracterizat de funcția obiectiv χ), conform celor reprezentate în Fig. 4.26.



Legendă:

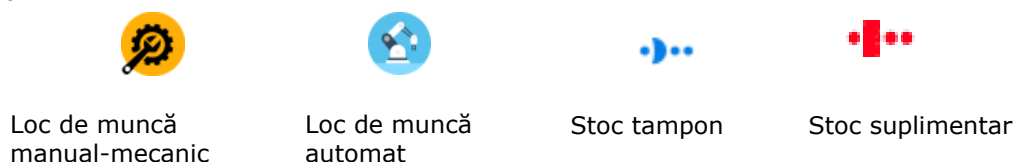


Fig. 4.26 Setul de soluții optimale privind reorganizarea liniei de fabricație (soluții în punctele W, C și $j = 8$)

Situația descrisă de schema amplasării locurilor de muncă în cadrul liniei de asamblare aferentă punctului $j = 8$ corespunde cerințelor de producție ale sistemului de asamblare, reprezentând un compromis decizional adecvat între cele două funcții obiectiv. De asemenea, cele trei structuri de asamblare reprezentate

În Fig. 4.26 asigură faptul că sarcina $t = 6$ operații de asamblare este efectuată de mașini automate (fiind eliminat dezavantajul expunerii operatorului uman la un risc ergonomic major, demonstrat prin metoda OCRA).

După cum este sugerat de rezultatele aplicării modelului matematic (Fig. 4.26), planurile de reorganizare a liniei de asamblare pentru situația optimă aferentă punctului $j = 8$ și punctul C sugerează adoptarea de mașini automate pentru produsele $p = 2$ și $p = 4$ în cazul sarcinii $t = 1$. Deci, expunerea la riscul ergonomic al operatorului uman 1 se reduce și, implicit, valoarea indexului OCRA pentru sarcina $t = 1$ scade (a se vedea datele centralizate în Tabelul 4.31, comparativ cu cele din Tabelul 4.28).

Tabelul 4.31 Valorile indicelui OCRA pentru evaluarea riscului ergonomic al lucrătorilor de pe linia de asamblare aferent situației optime de reorganizare, corespunzătoare punctului C și punctul $j = 8$ (estimări)

Operator uman	Sarcina de muncă / operația	Indice OCRA corespunzător punctului C	Indice OCRA în $j=8$ (optimum schemei de reorganizare)
Operator uman 1	1	2,1	2,1
Operator uman 2	2	1,3	2,1
Operator uman 3	3	0,7	0,7
Operator uman 4	4	1,5	0,0
Operator uman 5	5	0,6	0,4
Operator uman 6	6	0,0	0,0

Ca o constatare generală, se poate afirma că fiecare schemă sau soluție de organizare a liniei de asamblare reprezintă o alternativă optimă de concepție și proiectare ce ține seama de un anumit mod preferat de stabilire a funcțiilor obiectiv (Fig. 4.26). Decizia finală privind alegerea opțiunii de a automatiza un loc de muncă sau de a-l optimiza ca unul cu procese manual-mecanic, ceea ce corespunde cu alegerea variantei de re-organizare este o problemă ce rămâne a fi rezolvată de către managementul companiei, acesta beneficiind de fundamentarea științifică a deciziei prin demersului și rezultatele de cercetare prezentate.

4.4.4. Concluzii privind optimizarea liniilor de fabricație cu procese manual-mecanice prin integrarea abordărilor ergonomică și lean

În ciuda unor rezultate pozitive privind performanțele economice ale unor companii ce au implementat conceptul fabricației și managementului lean, în practica întreprinderilor (și nu numai) se manifestă o nevoie stringentă pentru a găsi noi căi de îmbunătățire continuă a proceselor. Ca urmare, studiile recente, așa cum s-a arătat și în cadrul sintezei bibliografice realizate și prezentate în capitolul 2, au arătat un potențial de valorificare al corelației pozitive ce se manifestă între practicile lean și ergonomia proceselor de muncă ale operatorilor umani, situație aflată în relație directă cu îmbunătățirea continuă a managementului riscurilor ocupaționale, al sănătății și securității în muncă.

Prin demersul de cercetare aplicativă NU am susținut eliminarea completă a proceselor manuale sau manual-mecanice realizate de operatorii umani, dar automatizarea joacă un rol strategic în creșterea productivității și reducerea timpului de fabricație în cazul companiilor producătoare. Este cunoscut însă faptul că automatizarea proceselor reclamă costuri mari cu investițiile, nu doar în mașini, ci și cu asigurarea sistemelor de logistică internă și reconfigurarea, reorganizarea sistemului de producție în ansamblu. Totodată, nu trebuie neglijat faptul că

automatizarea este deosebit de eficientă când condițiile de lucru sunt periculoase pentru lucrători și când realizarea sarcinii de muncă implică un cost ridicat cu munca (manopera) operatorilor umani specializați.

Condițiile pieței actuale impun companiilor să găsească un echilibru între avantajele automatizării și cererea extrem de dinamică pentru produse personalizate, fapt ce impune adesea numeroase procese manuale sau manual-mecanice pentru asigurarea personalizării. Ca urmare, atunci când automatizarea nu poate oferi o mare flexibilitate, proiectarea sistemului de producție necesită optimizarea în comun a aspectelor umane și tehnice.

Acest subcapitol a descris un posibil demers de reproiectare a liniilor de asamblare cu procese eterogene (manual-mecanice și automate), demers ce consideră simultan principiile de producție lean și cerințele ergonomice pentru cazul unor procese de muncă, de asamblare, sigure. Modelul matematic propus, dezvoltat pe baza metodei de programare liniară bi-obiectiv (având două funcții obiectiv) a condus la furnizarea unui set de secvențe optime privind reorganizarea liniei de fabricație. Principala ipoteză de modelare a considerat că procesele de fabricație lean proiectate armonizează ritmul de funcționare al mașinilor și pe cel al operatorilor umani (prin logica prezentată privind prevederea unor stocuri între operații), simultan cu reducerea sau eliminarea efectelor negative asupra proceselor de muncă (pierderi de toate categoriile și suprasolicitarea lucrătorilor).

Cercetarea experimentală a avut în vedere cerințele realizării producției (caracteristici tehnologice) și caracteristicile sistemului de asamblare, rezultatul aplicării demersului de modelare matematică propus fiind un set de soluții optime privind organizarea liniei de asamblare. Astfel, toate soluțiile identificate, și care oferă un optim al organizării liniei de fabricație datorat unei anumite configurații a funcțiilor obiectiv, sunt definite de secvențe de ordonare a locurilor de muncă manual-mecanice și automate, în care ritmul de lucru al mașinilor este armonizat cu cel al operatorilor umani. În plus, fiecare soluție de organizare a liniei de asamblare asigură un nivel de risc ergonomic acceptabil pentru operatorii umani ce realizează mișcări repetitive cu membrele superioare și prezintă un risc musculoscheletic ridicat, conform metodei OCRA (ISO 11228-3/2007) considerate.

Studiul de caz prezentat pentru posibila reorganizare (optimizare) a liniei de asamblare SSY, a demonstrat modul de aplicare a modelului matematic propus în condiții reale, datele privind condițiile și cerințele de realizare a producției fiind furnizate de managementul departamentului. Scopul general al cercetării experimentale a fost de a investiga impactul abordării ergonomice asupra procesului de fabricație lean. Rezultatele au arătat că studiul ergonomic al proceselor realizate de operatorii umani furnizează date importante ce se constituie ca și criterii cheie ale demersului de optimizare (reconcepție pentru reorganizare) a procesului de asamblare aferent liniei, alături de alți parametri lean ai fabricației definitorii pentru aceasta, cum sunt cei legați de duratele și costurile sarcinilor de muncă, a ciclului de fabricație și al activității/proceselor legate de producția neterminată. Modelul matematic de optimizare a liniei de fabricație a inclus evaluarea riscului ergonomic prin metoda OCRA, ținând seama de cerințele reglementate privind securitatea în muncă. În mod specific, modelul matematic a luat în considerare limitarea valorilor indicilor OCRA aferenți solicitării operatorilor umani ce realizează sarcini pe linia de asamblare la o valoare limită conform scalei de evaluare a indicelui de risc OCRA (ISO 11228-3/2007).

În concluzie, cercetarea experimentală a confirmat utilitatea demersului și a modelului matematic propus pentru optimizarea liniilor de fabricație cu procese eterogene.

Limitări ale cercetării realizate și necesitatea extinderii sale rezultă din următoarele:

- Demersul de cercetare a fost limitat la folosirea metodei OCRA pentru evaluarea riscurilor ergonomice. Alegerea unei alte metode ergonomice de evaluare a riscurilor musculoscheletice în cazul operatorilor umani ce realizează sarcini de asamblare pe linia de fabricație poate genera rezultate diferite și poate avea un impact substanțial asupra optimizării liniilor de asamblare cu procese eterogene (manual-mecanice și automate). De asemenea, considerarea unei metode diferite de evaluare ergonomică a riscurilor poate susține realizarea unor analize comparative privind impactul acestora asupra soluțiilor optime elaborate cu ajutorul demersului matematic propus;
- Nu în ultimul rând, modelul matematic propus ar trebui să fie testat și în cazul pe linii de asamblare complexe, fără posturi de lucru secvențiale (cu procese paralele).

5. CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE. PERSPECTIVE VIITOARE ALE CERCETĂRII

Structura generică a acestui capitol este prezentată în Fig. 5.1 și oglindește modul în care au fost elaborate și enunțate concluziile cercetărilor derulate în cadrul programului doctoral și contribuțiile personale revendicate.

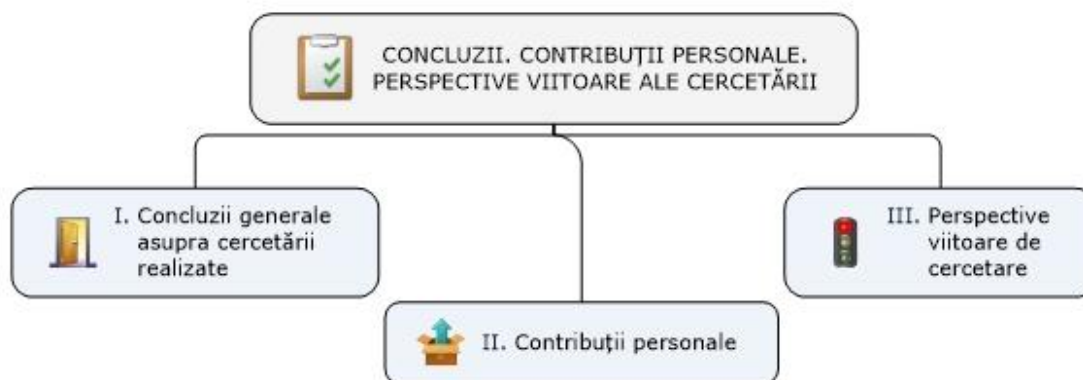


Fig. 5.1. Harta conceptuală a problematicei aferente capitolului 5

Concluziile specifice fiecărei etape de cercetare au fost enunțate la finalul fiecărui capitol al prezentei teze de doctorat, iar acestea demonstrează că obiectivul general și obiectivele specifice au fost atinse. Ca urmare, în cele ce urmează vor fi sintetizate concluziile cercetării realizate.

5.3. Concluzii generale asupra cercetării realizate

Cercetările descrise teza de doctorat au fost realizate în cadrul programului doctoral derulat în perioada octombrie 2014 – aprilie 2019. **Obiectivul general urmărit a fost de a elabora un demers de analiză – evaluare – optimizare a locurilor de muncă prin integrarea abordărilor (principii, metode și mijloace) ergonomice cu cele lean și identificarea unor măsuri de îmbunătățire asociat sistemelor de producție.** Obiectivului general i s-au asociat șase obiective operaționale relaționate cu fiecare etapă a cercetărilor, pornind de la analiza și sinteza bibliografică, realizarea de dezvoltări teoretice și testarea-validarea acestora în mediu industrial real prin cercetări experimentale. Astfel, „traseul” urmărit în abordarea și soluționarea temei de cercetare referitoare la „*analiza ergonomică a sistemelor de fabricație lean*” a fost unul tradițional, din punct de vedere al modului de realizare a cercetării doctorale.

Obiectivele de cercetare și logica de cercetare adoptată și implementată în vederea atingerii acestora a fost prezentată în capitolul introductiv al prezentei teze. Panoramarea fiecărui capitol al tezei a demonstrat modalitatea prin care cercetările realizate au condus la atingerea tuturor obiectivelor de cercetare. În concluzie, cercetarea de față este completă în raport cu obiectivele asumate, dar ea deschide drumul și spre alte studii teoretice și experimentale ce se pot constitui ca subiect al unor viitoare cercetări teoretice și experimentale, după cum a rezultat în urma confruntării autorului cu factorii de decizie din sistemele de producție studiate.

În final, se consideră oportună rezumarea concluziilor relevante rezultate ca urmare a realizării tezei de doctorat. **Cercetările teoretice și experimentale realizate au recurs la folosirea unor abordări din domeniul ERGONOMIEI, contextul aplicării lor fiind FABRICAȚIA LEAN.** Ca urmare, în capitolele 1 și 2 ale tezei au fost prezentate analize și sinteze bibliografice privind:

- știința ergonomiei - abordări actuale, nivelul actual de dezvoltare al științei, extinderea interdisciplinarității sale pentru o mai bună intervenție în sistemele om-mașină-mediu;
- fabricația lean - un studiu asupra modului de evoluție al filosofiei lean, metode și mijloace lean și prezentarea Lean Six Sigma;
- problemele apărute la nivelul resursei umane (a operatorilor umani) în cazul sistemelor de producție ce au implementat managementul lean, raportate de cercetători în diferite organizații, cu precădere în cele industriale.

Cercetările bibliografice au condus la elaborarea următoarelor concluzii:

1. *Ergonomia* a evoluat major în ultimii ani, iar redefinirea ei a fost realizată (și acceptată de comunitate cercetătorilor și practicienilor acesteia) de către Asociația Internațională de Ergonomie (IEA). Știința și-a extins capacitatea de operare și interdisciplinaritatea prin infuzia de cunoaștere rezultată ca urmare a progresului tehnico-științific, a științei informației și comunicării, a managementului riscului ocupațional, cel al cunoașterii și mai ales, sub impactul managementului dezvoltării sustenabile (subcapitolul 1.1). Perspectiva ergonomiei în optimizarea proceselor aferente diferitelor sisteme om-mașină-mediu este deosebit de actuală, demonstrat prin taxonomia formelor aplicative ale științei. De asemenea, cercetările au evidențiat eficiența unei abordări holistice a modului de intervenție ergonomice în sistemele om-mașină-mediu, precum și a modului de operare al ergonomiei participative (implicarea activă a lucrătorilor în demersul de optimizare a muncii lor, cu îmbunătățirea sistemului de comunicare al organizațiilor), după cum este susținut de cercetările prezentate în subcapitolul 1.2 al tezei.
2. *Fabricația lean* (și specificul managementului asociat acesteia) are drept scop reducerea complexității și a costurilor de producție prin eliminarea deșeurilor și a non-valorii adăugate, incidente pe parcursul unui proces sau a unui lanț valoric. Acesta recurge la folosirea unor metode și mijloace ce presupun implicarea tuturor angajaților, capitalizarea ideilor și inițiativelor acestora pentru elaborarea de soluții adecvate și implementarea lor, pentru îmbunătățirea continuă a proceselor și activităților de producție, și nu numai. Astfel, abordarea este construită și recurge la aplicarea unor metode manageriale aferente managementului operațional, managementului resurselor umane, ce vizează reducerea deșeurilor, a pierderilor, planificarea timpului și standardizarea proceselor (subcapitolul 1.3.1).
3. Cercetările prezente în literatura de specialitate aferente domeniului, precum și practica industrială exploatează modul de utilizare a unei varietăți largi de metode și mijloace pentru atingerea obiectivelor lean, după cum a fost sintetizat în subcapitolul 1.3.2. În ultimele două decenii și jumătate, organizațiile ce operează în domeniu fabricației au folosit principiile, metodele și mijloacele lean în scopul reducerii costurilor și complexității operaționale, prin intermediul implementării unor metode de îmbunătățire continuă, care au avut un impact pozitiv asupra productivității și competitivității acestora. Abordarea clară oferă fundamentul excelenței operaționale prin standardizarea proceselor, dezvoltarea unei culturi de îmbunătățire continuă și implicarea activă a lucrătorilor din sistemele de producție. Cu toate acestea, având în vedere

complexitatea din ce în ce mai mare a operațiunilor, multe companii au constatat că managementul lean nu este suficientă pentru a răspunde provocărilor lor operaționale.

4. *Potențialul de intervenție al ergonomiei pentru îmbunătățirea continuă a sistemelor de fabricație lean este unul real.* În ceea ce privește elaborarea unui demers de cercetare fezabil, eficient și eficace, se impune realizarea unei analize și sinteze bibliografice asupra problemelor de implementare lean, dar care să surprindă efectele acesteia asupra operatorilor umani (satisfacție, motivare, stres ocupațional, productivitate, solicitare posturală etc.).
5. *Literatura de specialitate aferentă domeniului lean conține relativ puține cercetări în care sunt studiate implicațiile managementului lean asupra operatorilor, iar abordări integrate (holistice) realizate din perspectiva cunoașterii ergonomice, a celei de managementul resurselor umane și fabricației lean nu au fost publicate până în prezent.* Acest fapt a condus la realizarea unui inventar al problemelor legate de comportamentul resurselor umane în sistemele de fabricație lean, chiar dacă acesta a beneficiat de relativ puține resurse bibliografice (subcapitolul 2.3). Această breșă identificată a condus la elaborarea unui cadru al dimensiunii umane în context lean, pe baza extinderii sintezei bibliografice realizate. Abordarea comportamentului profesional al operatorilor umani în vederea „optimizării sale” (motivarea unui comportament dezirabil aliniat valorilor unei culturi lean) este dificilă și trebuie realizată din mai multe perspective ale științelor socio-umane.
6. Cercetarea bibliografică a identificat existența unor disonanțe serioase în majoritatea sistemelor de fabricație lean care, în mod paradoxal, nu încorporează dimensiunea umană necesară susținerii implementării și generalizării organizării lean, cu focalizare permanentă pe îmbunătățirea continuă. Astfel, se remarcă necesitatea aprofundării cercetărilor privind dimensiunea umană (latura umană a organizațiilor), pentru a recunoaște și a facilita pe deplin schimbarea, transformarea din perspectiva angajatului. Fără a înțelege modul în care cele două dimensiuni, umană și tehnică, se armonizează și se integrează, este dificil să se evalueze obiectiv impactul adoptării conceptului și filosofiei lean în organizației. În mod surprinzător, managementul resurselor umane și al relațiilor de muncă, precum și învățarea organizațională, participă nemijlocit la sprijinirea și facilitarea adoptării și implementării filosofiei lean. Acest fapt poate fi motivul pentru care numeroase organizații luptă să adopte, să implementeze și să dezvolte sistemul de fabricație lean (subcapitolul 2.4).
7. Obiectivele ergonomiei și fabricației lean sunt similare și vizează îmbunătățirea productivității muncii; interesul ergonomiei se referă la productivitatea muncii, în timp ce cel al fabricației lean este legat de eliminarea pierderilor și creșterea productivității generale a organizației. Ca un rezultat al cercetării bibliografice, Tabelul 2.4 prezintă o sinteză asupra abordărilor lean și ergonomiei, precum și a obiectivelor care stau la baza acestora. Astfel, s-a observat că ergonomia se adresează locului de muncă, manipulării materialelor, capacității angajaților, erorii umane și siguranței lucrătorilor, iar conceptul fabricației lean privește aspectele organizaționale generale, cum ar fi furnizorii, livrarea, logistica, achizițiile, prețurile și costurile și competitivitatea organizațională în ansamblul său (subcapitolul 2.5 și 2.6).

Concluziile și rezultatele cercetării asupra referențialului bibliografic au demonstrat o relevanță științifică ridicată, prin raportarea corectă (dovedită de analizele și sintezele realizate și incluse în capitolele

1 și 2 ale tezei de doctorat) la arealul cercetărilor naționale și internaționale ale domeniului.

Potrivit obiectivului principal urmărit în cercetare, rezultatele analizelor și sintezelor realizate au permis crearea unei baze de cunoștințe și cunoaștere pentru crearea a **două demersuri teoretice privind integrarea abordării ergonomice în sisteme de fabricație lean și care au fost aplicate, în două contexte industriale având configurații diferite ale fabricației lean.**

Astfel, **PRIMUL CAZ** a vizat realizarea de cercetări teoretice și experimentale privind integrarea abordărilor ergonomică și Lean Six Sigma (LSS) în cazul unei linii de fabricație cu procese manuale (capitolul 3). Principalele concluzii desprinse în urma cercetărilor realizate sunt următoarele:

1. **Modelul cadru privind integrarea abordărilor ergonomică și LSS** are la bază ciclul DMAIC (Fig. 3.6 ce a avut ca bază de inspirație Fig. 1.19). Cadrul inovator propus a demonstrat modalitatea de integrare a metodelor și mijloacelor LSS cu cele ergonomice, utilizate în fiecare fază a ciclului DMAIC în scopul eliminării dezavantajelor și aspectelor negative ce se manifestă la nivelul operatorilor umani atunci când se abordează și se implementează modul de organizare lean (3.1.2.1). Apreciem că modelul are un mare grad de aplicabilitate, deși în cadrul cercetărilor de față a fost testat și validat parțial.
2. A fost prezentată o **arhitectură posibilă a unui sistem suport decizional** (Fig. 3.7) care dacă ar fi dezvoltat, ar ajuta/asista decidenții mai puțin experimentați în domeniile ergonomiei și LSS la luarea deciziilor în cazul execuției procesului integrat aferent modelului cadru, prin facilitarea disponibilității cunoștințelor, a cunoașterii ergonomice și de îmbunătățire continuă, aferent LSS și descrierea unor variante decizionale, inclusiv a implicațiilor lor (3.1.2.2). *Acest sistem decizional nu a fost dezvoltat decât din punct de vedere teoretic, din cauza și pe baza cunoașterii și a cunoștințelor acumulate, iar dezvoltarea sa practică poate face obiectul unor cercetări ulterioare.*
3. Testarea și validarea modelului cadru propus în cazul unei linii de fabricație lean, destinată realizării cablajelor auto a confirmat utilitatea demersului propus. *Cercetările preliminare* (de tip diagnostic, subcapitolul 3.2.1) au evidențiat aspecte semnificative privind punerea în aplicarea a principiilor, metodelor și mijloacelor lean la nivelul întreprinderii:
 - a. **Determinarea eficacității generale a echipamentelor** (OEE ține seama de pierderile prin nefuncționare și mentenanță) a evidențiat că *Disponibilitatea și Calitatea* mașinilor s-a situat (în momentul realizării cercetării) la un nivel foarte ridicat, dar indicatorul referitor la *Performanță* necesită îmbunătățiri. Valoarea indicatorului OEE (66.79%) a fost mult mai scăzută decât nivelul așteptat (85%), ceea ce demonstrează existența unor pierderi la nivelul modului de exploatare al echipamentelor.
 - b. **Comparația nivelului de implementare a metodelor și mijloacelor lean (5S, SMED, TPM, Hoshin Kanri, Kaizen și Kanban) cu efectele generate** (Fig. 3.13) a permis demonstrarea faptului că implementările lean realizate nu elimină anumite pierderi (sau mai precis toate pierderile) așa cum s-a presupus în faza inițială a planificării implementărilor. De asemenea, studiul comparativ a descoperit faptul că planul de implementare a anumitor metode și mijloace lean poate suferi deviații sau modificări determinate de constrângerilor existente (buget, timp, spațiu, alte resurse etc.). Comparația rezultatelor obținute privitor la efectele eliminării pierderilor (care au fost asumate de companie) și

nivelul procentual al implementării anumitor metode și mijloace lean a constat diferențe pentru cele 6 metode. De exemplu, în cazul existenței unui nivel ridicat de implementare al mentenanței productive totale (TPM, 76%), efectele eliminării pierderilor nu au fost realizate la cote minime impuse (în realitate valoarea acestora este 0% adică nivelul de eliminare al pierderilor este nul). O situație similară a fost identificată pentru Kaizen, însă discrepanța nu este atât de mare (implementare 57% și eliminare pierderi 50%).

- c. Diagnosticul preliminar al fabricației lean în cazul întreprinderii a demonstrat că există încă pierderi ce trebuie eliminate, iar aplicarea demersului propus de modelul cadru conceput este oportună.
4. **Aplicarea modelului cadru în cazul liniei de fabricație a cablajelor auto** a necesitat precizări de ordin metodologic, astfel (capitolul 3.2):
- a. S-a introdus și explicat noțiunea de **utilizabilitate a sistemelor tehnice**, ca proprietate a acestora evaluată pe baza opiniilor utilizatorilor, operatorilor umani, ținând cont de prevederile standardelor ISO 9241-11 și ISO 13407, care au fost aplicate prin extindere în cazul locurilor de muncă de asamblare, și încadrarea sa astfel, într-un demers al **ergonomiei participative**.
 - b. A fost elaborat un chestionar inspirat de **Sistemul Scalei de Utilizabilitate** (*System Usability Scale, SUS*) descris și utilizat mai ales de cercetări în domeniul ergonomiei produselor software, prezentat în Tabelul 3.3. Modul de măsurare-evaluare al atributelor utilizabilității ține cont de opiniile și percepțiile lucrătorilor cu privire la: E - Eficiența, inclusiv prin evitarea erorilor și a pierderilor; O - eficacitatea, inclusiv prin evitarea erorilor și a pierderilor; L - Învățare; S - Satisfacție; M - Memorabilitatea.
 - c. Acest instrumentar de cercetare a fost integrat pentru aplicarea modelului cadru bazat pe ciclul DMAIC, mai precis doar a *etapelor DMA*, deoarece pentru realizarea de cercetări aferente etapelor IC, întreprinderea ar fi trebuit să realizeze investiții majore, iar activitățile de control-monitorizare nu au fost acceptate a fi derulate în cadrul acesteia.
 - d. **Cercetarea experimentală a demonstrat că abordarea propusă a fost adecvată, eficientă și eficace pentru sistemul de producție lean investigat**; au fost realizate diferite intervenții ergonomice, care nu au necesitat un buget mare, acestea fiind prezentate în Fig. 3.16. După îmbunătățirea ergonomică a locurilor de muncă s-a efectuat evaluarea de utilizabilitate, rezultatele fiind centralizate în Tabelul 3.4, ele demonstrând că, cu investiții minime se pot obține creșteri semnificative ale eficienței, eficacității, satisfacției lucrătorilor (memorabilitatea și învățarea au fost la rândul lor îmbunătățite).

În cel de **AL DOILEA CAZ** al cercetărilor teoretice și experimentale realizate a fost propus un demers derivat din modelul cadru propus și care a fost îmbogățit cu aspecte aprofundate privind studiul *satisfacției operatorilor umani* în sisteme de fabricație lean, după cum a fost sugerat în subcapitolul 2.2. Cercetarea a fost realizată în cadrul liniei de asamblare SSY, Departamentului Infrastructură din cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL din Timișoara.

După o panoramare succintă a unor elemente de caracterizare a SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL relevante pentru cercetarea realizată, s-a stabilit scenariul de cercetare (Fig. 4.5) ce conține 2 *etape majore*: (1) caracterizarea satisfacției operatorilor umani de pe linia de asamblare SSY și (2) optimizarea liniei de fabricație, prin modelare matematică.

Cercetările pentru caracterizarea satisfacției operatorilor umani de pe linia de fabricație au condus la formularea următoarelor concluzii:

1. Demersul a fost realizat în două etape: **o cercetare de tip calitativ pe baza teoriei fundamentată pe date (Grounded Theory)** și care a permis elaborarea unui model cadru teoretic ce conține 11 concepte semantice, după cum este prezentat în Fig. 4.18. **Modelul a contribuit la înțelegerea comportamentului socio-profesional al operatorilor umani (lucrători și manageri) la situația de muncă impusă de contextul managementului și al fabricației lean, în termenii motivației și satisfacției** (subcapitolul 4.2.2).
2. Pe baza acestui model a fost conceput un demers de **cercetare cantitativă ce a aplicat o anchetă pe bază de chestionar**, conceput pe baza modelului cadru teoretic elaborat în urma cercetării calitative. Rezultatele cercetării au caracterizat 5 dimensiuni de interes (subcapitolul 4.2.3):
 - a. Importanța nevoilor și satisfacerea lor;
 - b. Motivarea și satisfacția salarială;
 - c. Condițiile de muncă și climatul organizațional;
 - d. Proiectarea posturilor și managementul carierelor;
 - e. Satisfacția și insatisfacția în muncă.
3. Variabilele demografice de analiză au fost studiile absolvite de respondenți (educația) și experiența în cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL, analiza celor 5 dimensiuni realizând un portret al satisfacției, motivației, motivării în muncă a acestora.
4. Între cele mai importante aspecte constatate au fost:
 - a. Stresul la locul de muncă este principalul factor de solicitare al lucrătorilor, cauza pierderilor înregistrate de aceștia, cauza unor incidente și eșecului în realizarea unei performanțe mai ridicate;
 - b. Comunicarea managerială, recunoașterea realizărilor salariaților și oportunitățile lor de promovare sunt defectuoase;
 - c. Comunicarea și colaborarea lucrătorilor sunt precare, ceea ce induce adesea întârzieri și nerespectarea ritmului de lucru;
 - d. Angajații au o percepție foarte bună a apartenenței lor la organizație, la cultura acesteia;
 - e. Motivarea și satisfacția poți fi îmbunătățite prin îmbunătățiri ale condițiilor de muncă, reducerea suprasolicitării și supraîncărcării lucrătorilor;
 - f. Se impune o reconcepție a posturilor și o planificare judicioasă a carierelor ce trebuie să conțină oportunități de dezvoltare profesională personalizate;
 - g. Modul de organizare al locurilor de muncă (individuale și colective) precum și a întregii linii de asamblare *NU a fost abordat suficient din punct de vedere a riscurilor ergonomice sau cu ajutorul unor mijloace ergonomice*, deși operatorii reclamă un nivel foarte mare al stresului și opinează că acesta este principalul vinovat al erorilor, noncalității, pierderilor, oboselii lor.

Cercetările privind **optimizarea liniei de asamblare SSY** prin modelare matematică au recurs la adoptarea unui demers ce a considerat simultan principiile producției și managementului lean și cerințele ergonomice pentru obținerea unor procese de muncă (asamblare) sigure. **Modelul matematic dezvoltat a avut la bază metoda programării liniare bi-obiectiv, aplicarea lui în cazul liniei de asamblare SSY conducând la furnizarea unui set de secvențe optime pentru reorganizarea liniei.**

Principala ipoteză de modelare a considerat că procesele de fabricație lean proiectate armonizează ritmul de funcționare al mașinilor și pe cel al operatorilor umani prin logica prezentată privind existența obligatorie a unor stocuri între operații, simultan cu reducerea/eliminarea efectelor negative asupra proceselor de muncă (pierderi de toate categoriile și asupra solicitarea lucrătorilor).

Cercetarea aplicativă a luat în considerare cerințele realizării producției (caracteristici tehnologice) și caracteristicile sistemului de asamblare, rezultatul aplicării demersului de modelare matematică propus fiind un set de soluții privind optimizarea organizării liniei de asamblare (Tabelul 4.32). Astfel, toate soluțiile identificate (și care oferă un **optim al organizării liniei de fabricație datorat unei anumite configurații stabilite a funcțiilor obiectiv**) sunt definite de secvențe privind ordonarea locurilor de muncă manual-mecanice și automate, în care ritmul de lucru al mașinilor este armonizat cu cel al operatorilor umani. În plus, fiecare soluție de organizare a liniei de asamblare asigură un nivel de risc ergonomic acceptabil pentru operatorii umani ce realizează mișcări repetitive cu membrele superioare și prezintă un risc musculoscheletic ridicat, conform metodei OCRA (ISO 11228-3/2007).

Demersul de cercetare propus și implementat s-a dovedit eficient și eficace în identificarea unor măsuri de îmbunătățire continuă, pe baza integrării unor metode și mijloace ergonomice cu cele aferente managementului lean. Limitele cercetării realizate au fost precizate la finalul subcapitolului 4.4.4.

Cercetările teoretice și experimentale incluse în capitolele 3 și 4 ale tezei de doctorat dovedesc impactul acestora, al rezultatelor obținute la domeniul cunoașterii aferent modului de valorificare, prin integrare, a cunoașterii ergonomice și a managementului sistemelor de fabricație lean. De asemenea, concepția și implementarea demersului de cercetare a recurs la utilizarea, în mod adecvat, a unor metode și metodologii de cercetare aferente domeniului și temei abordate, demonstrat prin cercetările/dezvoltările teoretice și experimentale.

Modalitatea de prezentare a informațiilor în cadrul tezei a urmărit detalierea unor aspecte ale cercetării și rezultatelor obținute, dar și sinteza și analiza altor aspecte; tehnoredactarea și prezentarea grafică a informațiilor este unitară, corectă și completă. Totodată, în fiecare etapă a cercetărilor realizate, cât și prin conținutul tezei și activitatea publicistică (2014-2019) s-au respectat normele de etică în activitatea de cercetare-dezvoltare, s-a respectat confidențialitatea datelor personale ale lucrătorilor, operatorilor umani participanți la diferite studii realizate și s-a respectat confidențialitatea asupra unor date și informații de la companiile unde au fost realizate cercetările experimentale (respectarea codurilor de conduită și etică ale companiilor respective și a regulamentelor lor pentru activitatea de cercetare-dezvoltare, consultanță) fără periclitarea calității rezultatelor obținute.

Rezultatele de cercetare prezentate în cadrul tezei au fost subiectul a 12 articole științifice, publicate în cadrul unor volume ale unor manifestări științifice de prestigiu și reviste de specialitate, în urma evaluării de către evaluatori externi, 5 articole fiind indexate în baza de date ISI Thomson WoS – Clarivate Analytics (din care un articol ISI Journal), 4 sunt indexate în baze de date internaționale (din care un articol în revistă indexată BDI) și 2 articole în volume ale unor manifestări științifice.

5.4. Contribuții personale

Principalele contribuții personale rezultate în urma finalizării cercetărilor asociate programului doctoral sunt:

- a. Realizarea unei cercetări bibliografice extinse, pe baza resurselor actuale asupra dezvoltării științei ergonomiei cu elaborarea unei noi definiții a acesteia și a actualizării interdisciplinarității sale;
- b. Identificarea și caracterizarea intervenției ergonomiei în sistemele om-mașină-mediu, prin considerarea aportului ergonomiei participative;
- c. Realizarea unei analize și sinteze bibliografice asupra fabricației lean;
- d. Realizarea unei cercetări bibliografice detaliate privind definirea unui inventar de probleme rezumate într-o taxonomie a principalelor obstacole în implementarea lean, care apar la nivelul resursei umane în demersul de abordare-implementare al fabricației lean, prin considerarea unor aspecte cum sunt: implicațiile managementului resurselor umane, bunăstarea ocupațională și ergonomicitatea;
- e. Propunerea și implementarea a două demersuri de integrare a abordării (inclusiv a metodelor și mijloacelor specifice) ergonomică și aferentă fabricației lean, pentru îmbunătățirea continuă a sistemelor de producție. Astfel, au fost elaborate:
 - Un model cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS;
 - Modelul unei arhitecturi posibile pentru un sistem suport decizional ce susține elaborarea soluțiilor de îmbunătățire a sistemelor de producție, prin integrarea abordării (inclusiv a metodelor și mijloacelor specifice) ergonomică și aferentă fabricației lean;
 - Un model de evaluare al eficienței intervențiilor ergonomice în sisteme de fabricație lean, prin exploatarea conceptului de utilizabilitate și evaluarea sa prin intermediul unui chestionar inspirat de *Sistemul Scalei de Utilizabilitate (System Usability Scale, SUS)*;
 - Un model cadru teoretic pentru caracterizarea dimensiunilor comportamentului socio-profesional al operatorilor umani (lucrători și manageri) la situația de muncă impusă de contextul managementului și al fabricației lean, în termenii motivației și satisfacției, ca rezultat al aplicării teoriei fundamentate pe date (*Grounded Theory*);
 - Un model matematic pentru optimizarea liniilor de fabricație cu procese manual-mecanice și automate, pornind de la teoria programării liniare bi-obiectiv.
- f. Conceperea unui chestionar utilizat pentru realizarea interviului semistructurat – metoda fundamentată pe date (*Grounded Theory*);
- g. Conceperea unui chestionar de evaluare a satisfacției angajaților la locul de muncă, utilizat în cadrul unei anchete;
- h. Realizarea a două cercetări experimentale, inclusiv rezultatele acestora, în cazul a două întreprinderi din economia reală, mai precis în cazul a două subsisteme de tip linie de fabricație pentru realizarea unor produse specifice industriei de auto.

În final se impun a fi făcute două precizări:

 1. Originalitate și caracterul inovativ, creativ al cercetărilor prezentate, susținute de arealul, diversitatea problemelor conexe abordate relativ la modul de integrare a unor metode și mijloace ergonomice în cadrul managementului lean, în vederea identificării unor măsuri de îmbunătățire continuă a proceselor demonstrează abilitățile de gândire critică independentă și care mi-au fost de folos mai ales în cazul cercetărilor experimentale.
 2. Nu în ultimul rând, cercetările asupra referențialului de specialitate actual, precum și cercetările teoretice și experimentale realizate au necesitat o mare cantitate de muncă, timp, capacitate de identificare, procesare și înțelegere a literaturii relevante în domeniu, precum și a fenomenelor socio-umane

aferente fabricației și managementului lean. Astfel, toate aceste provocări în cercetare au avut rolul de a-mi forma personalitatea de cercetător doctorand, presiunea timpului și nivelului calitativ ridicat cerut pentru rezultatele și soluțiile elaborate impunând, în ultimii 3 ani mai ales, independență în acțiune și în demersul adoptat și implementat.

5.5. Perspective viitoare de cercetare

Teza de doctorat și cercetările asociate acesteia se pot constitui ca punct de plecare pentru cercetări viitoare. Între direcțiile estimate se menționează următoarele:

- Capitalizarea de cunoaștere prin urmărirea evoluției cercetărilor asupra sistemelor de fabricație lean și a imersiei cunoștințelor ergonomice în vederea optimizării lor, la nivelul referențialului bibliografic. Această direcție de cercetare are două valențe: (1) pentru valorificare în cadrul viitoarelor cercetări doctorale; (2) în scop didactic, prin realizarea transferului de cunoaștere și actualizarea suportului de curs la discipline precum Ergonomie, Managementul producției, Fabricația Lean etc.
- Crearea/dezvoltarea practică a sistemului suport decizional propus la nivel teoretic (Fig. 3.7) și care ar putea să faciliteze exploatarea modelului cadru propus (Fig. 3.6) și care ar operaționaliza decidenții mai puțin experimentați cu domeniile ergonomiei și LSS în luarea deciziilor corecte și elaborarea rapidă a soluțiilor de îmbunătățire continuă.
- Testarea și validarea completă prin cercetări experimentale a demersului de cercetare propus prin modelul cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS (Fig. 3.6).
- Extinderea cercetărilor teoretice și experimentale privind modelul matematic propus și care ar trebui să fie aplicabil și în cazul liniilor de asamblare complexe.

BIBLIOGRAFIE

1. Albert, V., Vézina, N., Bilodeau, H., Coutarel, F. (2018). Évaluation des processus: comprendre comment le contexte des entreprises influence le déroulement des premières étapes d'interventions ergonomiques. *Activités*, (15-2).
2. Albliwi, S., Antony, J. (2013). Implementation of a lean six sigma approach in the manufacturing Sector: a systematic literature review.
3. Albzeirat, M. K., Hussain, M. I., Ahmad, R., Salahuddin, A., Al-Saraireh, F. M., Bin-Abdun, N. (2018). Literature Review: Lean Manufacturing Assessment During the Time Period (2008-2017). *International Journal of Engineering Management*, 2(2), 29.
4. Alexandru V. (1997). *Ergonomie*, Editura Lux Libris, Braşov.
5. Al-Zuheri, A., Luong, L., & Xing, K. (2016). Developing a multi-objective genetic optimisation approach for an operational design of a manual mixed-model assembly line with walking workers. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 27(5), 1049-1065.
6. Amin, A. N. M., Mahmood, W. H. W., Kamat, S. R., & Abdullah, I. (2018). Conceptual Framework of Lean Ergonomics for Assembly Process: PDCA Approach. *Journal of Engineering and Science Research*, 2(1), 51-62.
7. Anderson-Connolly, R., Grunberg, L., Greenberg, E.S. & Moore, S.J. (2002). Is lean mean? Workplace transformation and employee well-being. *Work Employment and Society*, 16(3), 389-413.
8. Antony, J., Vinodh, S., & Gijo, E. V. (2016). *Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises: A Practical Guide*. CRC Press.
9. Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2015). Workplace ergonomics in lean production environments: A literature review. *Work*, 52(1), 57-70.
10. Argyris, C. (2017). *Integrating the Individual and the Organization*. Routledge.
11. Armstrong, M., & Taylor, S. (2014). *Armstrong's handbook of human resource management practice*. Kogan Page Publishers.
12. Arnheiter, E. D., Maleyeff, J. (2005). The integration of lean management and Six Sigma. *The TQM magazine*, 17(1), 5-18.
13. Arnott, D., & Pervan, G. (2016). A critical analysis of decision support systems research revisited: the rise of design science. In *Enacting Research Methods in Information Systems* (pp. 43-103). Palgrave Macmillan, Cham.
14. Asadzadeh SM, Azadeh A, Negahban A, Sotoudeh A (2013). Assessment and improvement of integrated HSE and macroergonomics factors by fuzzy cognitive maps: the case of a large gas refinery. *J Loss Prev Process Ind* 26(6):1015–1026. Dul J, Neumann W (2009) Ergonomics contributions to company strategies. *Appl Ergon* 40(4):745–752.
15. Asensio-Cuesta, S., Diego-Mas, J. A., Cremades-Oliver, L. V., & González-Cruz, M. C. (2012). A method to design job rotation schedules to prevent work-related musculoskeletal disorders in repetitive work. *International Journal of Production Research*, 50(24), 7467-7478.
16. Azadeh A, Rouzbahman M, Saberi M, Valianpour F (2014). An adaptive algorithm for assessment of operators with job security and HSEE indicators. *J Loss Prev Process Ind* 31:26–40.

17. Bäckstrand, G., Bergman, C., Högberg, D., & Moestam, L. (2013, August). Lean and its impact on workplace design. In Proceedings of NES 2013 45th Nordic Ergonomics & Human Factors Society Conference.
18. Barbosa, G. F., & Carvalho, J. (2014). A proper framework for design of aircraft production system based on lean manufacturing principles focusing to automated processes. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 72(9-12), 1257-1273.
19. Bautista, J., Batalla, C., & Alfaro, R. (2012, September). Incorporating ergonomics factors into the TSALBP. In IFIP international conference on advances in production management systems (pp. 413-420). Springer, Berlin, Heidelberg.
20. Bautista, J., Batalla-García, C., & Alfaro-Pozo, R. (2016). Models for assembly line balancing by temporal, spatial and ergonomic risk attributes. *European Journal of Operational Research*, 251(3), 814-829.
21. Bateman, N., Philp, L., Warrender, H. (2016). Visual management and shop floor teams—development, implementation and use. *International Journal of Production Research*, 54(24), 7345-7358.
22. Beauvallet, G., & Houy, T. (2009). Research on HRM and lean management: a literature survey. *International Journal of Human Resources Development and Management*, 10(1), 14-33.
23. Belhadi, A., & Touriki, F. E. (2016). A framework for effective implementation of lean production in Small and Medium-sized Enterprises. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(3), 786-810.
24. Beynon-Davies, P., Lederman, R. (2017). Making sense of visual management through affordance theory. *Production Planning & Control*, 28(2), 142-157.
25. Bilalis, N., Scroubelos, G., Antoniadis, A., Emiris, D., Koulouriotis, D. (2002). Visual Factory: Basic Principles and the 'Zoning' Approach. *International Journal of Production Research*, 40(15), 3575-3588.
26. Bititci, U., Cocca, P., Ates, A. (2016). Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations. *International Journal of Production Research*, 54(6), 1571-1593.
27. Blaikie P, Cannon T, Davis I, & Wisner, B (2014) *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Routledge
28. Bley, H., Reinhart, G., Seliger, G., Bernardi, M., & Korne, T. (2004). Appropriate human involvement in assembly and disassembly. *CIRP annals*, 53(2), 487-509.
29. Boatca, M. E., **Cirjaliu, B.** (2015). A proposed approach for an efficient ergonomics intervention in organizations. *Procedia economics and finance*, 23, 54-62.
30. Bonavia, T., & Marin-Garcia, J. A. (2011). Integrating human resource management into lean production and their impact on organizational performance. *International Journal of Manpower*, 32(8), 923-938.
31. Bortolotti, T., Boscari, S., & Danese, P. (2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics*, 160, 182-201.
32. Bortolotti, T., Boscari, S., & Danese, P. (2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics*, 160, 182-201.

33. Botti, L., Mora, C., & Regattieri, A. (2015). Improving ergonomics in the meat industry: a case study of an Italian ham processing company. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 598-603.
34. Boxall, P., & Purcell, J. (2011). *Strategy and human resource management*. Macmillan International Higher Education.
35. Brännmark, M., & Håkansson, M. (2012). Lean production and work-related musculoskeletal disorders: overviews of international and Swedish studies. *Work*, 41(Supplement 1), 2321-2328.
36. Brito, M. F., Ramos, A. L., Carneiro, P., & Gonçalves, M. A. (2019). Ergonomic Analysis in Lean Manufacturing and Industry 4.0—A Systematic Review. In *Lean Engineering for Global Development* (pp. 95-127). Springer, Cham.
37. Broberg, O., Andersen, V., Seim, R. (2011). Participatory ergonomics in design processes: The role of boundary objects. *Applied Ergonomics*, 42(3), 464-472.
38. Brooke, J.(1996). SUS - A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.
39. Brown, G. D., & O'Rourke, D. (2007). Lean manufacturing comes to China: a case study of its impact on workplace health and safety. *International journal of occupational and environmental health*, 13(3), 249-257.
40. Brunner, F. J. (2017). *Japanische Erfolgskonzepte: Kaizen, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance Shopfloor Management, Toyota Production System*. Munich: Carl Hanser Verlag.
41. Cantley, L. F., Taiwo, O. A., Galusha, D., Barbour, R., Slade, M. D., Tessier-Sherman, B., Cullen, M. R. (2014). Effect of systematic ergonomic hazard identification and control implementation on musculoskeletal disorder and injury risk. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 40(1), 57.
42. Caroly, S., Coutarel, F., Landry, A., & Mary-Cheray, I. (2010). Sustainable MSD prevention: Management for continuous improvement between prevention and production. *Ergonomic intervention in two assembly line companies*. *Applied Ergonomics*, 41(4), 591-599.
43. Căruțașu, N. (2015). *Ergonomie*. Îndrumător de laborator. Editura Bren București
44. Cezar Lucato, W., Araujo Calarge, F., Loureiro Junior, M., & Damasceno Calado, R. (2014). Performance evaluation of lean manufacturing implementation in Brazil. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(5), 529-549.
45. Chay, T., Xu, Y., Tiwari, A., & Chay, F. (2015). Towards lean transformation: the analysis of lean implementation frameworks. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 26(7), 1031-1052.
46. Cheshmehgaz, H. R., Haron, H., Kazemipour, F., & Desa, M. I. (2012). Accumulated risk of body postures in assembly line balancing problem and modeling through a multi-criteria fuzzy-genetic algorithm. *Computers & Industrial Engineering*, 63(2), 503-512.
47. Cherrafi, A., Elfezazi, S., Chiarini, A., Mokhlis, A., & Benhida, K. (2016). The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. *Journal of Cleaner Production*, 139, 828-846.
48. **Cirjaliu, B.**, Boatca, E. M., Gaureanu, A., & Weinschrott, H. (2015). Application of Occupational Risk Assessment Methods in the Organization. In *Proceedings of the MakeLearn and TIIM Joint International Conference* (pp. 1069-1076).

49. **Cirjaliu, B.**, Draghici, A. (2016). Ergonomic issues in lean manufacturing. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 221, 105-110.
50. **Cirjaliu, B.**, Draghici, A., & Jitarel, A. (2016a). A proposal approach for stress management. In *Managing Innovation and Diversity in Knowledge Society Through Turbulent Time: Proceedings of the MakeLearn and TIIM Joint International Conference 2016* (pp. 475-480). ToKnowPress.
51. **Cirjaliu, B.**, Weinschrott, H., Gaureanu, A., & Boatca, E. M. (2016b). A Proposal for a Risk Assessment Management in a Transport Company. *Procedia Economics and Finance*, 39, 229-234.
52. **Cirjaliu, B.**, Mocan, A., Boatca, M. E., & Draghici, A. (2019). A propose approach for continuous improvement using ergonomics and quality management knowledge and methodologies. *Quality Access to Success*, 20(S1), 135.
53. Cohen, D. J. (2015). HR past, present and future: A call for consistent practices and a focus on competencies. *Human Resource Management Review*, 25(2), 205-215.
54. Conti, R., Angelis, J., Cooper, C., Faragher, B. & Gill, C. (2006). The effects of lean production on worker job stress. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(9), 1013-38.
55. Correia, A., Severino, I., Nunes, I. L., & Simões-Marques, M. (2017, July). Knowledge management in the development of an intelligent system to support emergency response. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 109-120). Springer, Cham.
56. Crute, V., Ward, Y., Brown, S., & Graves, A. (2003). Implementing Lean in aerospace—challenging the assumptions and understanding the challenges. *Technovation*, 23(12), 917-928.
57. Cullinane, S. J., Bosak, J., Flood, P. C., Demerouti, E. (2014). Job design under lean manufacturing and the quality of working life: a job demands and resources perspective. *The International Journal of Human Resource Management*, 25(21), 2996-3015.
58. Dale, A. M., Jaegers, L., Welch, L., Gardner, B. T., Buchholz, B., Weaver, N., Evanoff, B. A. (2016). Evaluation of a participatory ergonomics intervention in small commercial construction firms. *American journal of industrial medicine*, 59(6), 465-475.
59. Danovaro, E., Janes, A., Succi, G. (2008). Jidoka in software development, In *Companion To the 23rd ACM SIGPLAN Conference on Object-Oriented Programming Systems Languages and Applications, OOPSLA Companion '08*. ACM, pp. 827-830.
60. Delgoshaei, A., Ariffin, M. K. A. M., Leman, Z., Baharudin, B. H. T. B., Gomes, C. (2016). Review of evolution of cellular manufacturing system's approaches: Material transferring models. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 17(1), 131-149.
61. Demeter, K., & Matyusz, Z. (2011). The impact of lean practices on inventory turnover. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 154-163.
62. Dempsey, P. G., Wogalter, M. S., Hancock, P. A. (2000). What's in a name? Using terms from definitions to examine the fundamental foundation of human factors and ergonomics science. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 1(1), 3-10.
63. Dempsey P. G., Wogalter M. S., Hancock P. A. (2006). Defining Ergonomics/Human Factors, In: Karwowski W. (Ed.), *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factor* (Vol.1, second edition), CRC Press, Boca Raton.

64. Dennis, G., Burgess-Limerick, R., Firth, I. (2015). Successfully implementing a global participative ergonomics program across Rio Tinto. In Proceedings of the International Ergonomics Association Congress, Melbourne.
65. De Treville, S., & Antonakis, J. (2006). Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. *Journal of Operations Management*, 24(2), 99-123.
66. Dombrowski, U., Crespo, I., & Zahn, T. (2010). Adaptive configuration of a lean production system in small and medium-sized enterprises. *Production Engineering*, 4(4), 341-348.
67. Dombrowski, U., Mielke, T. (2013). Lean leadership–fundamental principles and their application. *Procedia CIRP*, 7, 569-574.
68. dos Santos, Z. G., Vieira, L., Balbinotti, G. (2015). Lean Manufacturing and ergonomic working conditions in the auto industry. *Procedia Manufacturing*, 3, 5947-5954.
69. Drăghici, A., Căruțașu, N., Ivașcu, L. (2019). Managementul riscurilor ocupaționale, Editura Politehnica Press, București.
70. Drăghici, A. (2006) *Ergonomie*, vol. I Noi abordări teoretice și aplicative, Editura Politehnica Timișoara.
71. Dul, J., Neumann, W. P. (2009). Ergonomics contributions to company strategies. *Applied ergonomics*, 40(4), 745-752.
72. Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W. S., ... van der Doelen, B. (2012). A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession. *Ergonomics*, 55(4), 377-395.
73. Eswaramoorthi, M., Kathiresan, G. R., Prasad, P. S. S., & Mohanram, P. V. (2011). A survey on lean practices in Indian machine tool industries. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 52(9-12), 1091-1101.
74. Fischer JW, Stowasser S. Industrial engineering and lean product development. *Industrial Engineering. Fachzeitschrift des REFA-Verbandes* 2013;66(2):21.
75. Fonseca, H., Loureiro, I. F., & Arezes, P. (2013). Development of a job rotation scheme to reduce musculoskeletal disorders: A case study. In G. Perestrelo (Ed.), *Occupational safety and hygiene* (pp. 351-356). CRC Press.
76. Fredriksson, K., Bildt, C., Hägg, G., & Kilbom, Å. (2001). The impact on musculoskeletal disorders of changing physical and psychosocial work environment conditions in the automobile industry. *International journal of industrial ergonomics*, 28(1), 31-45.
77. Freitas, D., Nunes, V., Nunes, I.L. (2015). Integrating Lean Six Sigma and Ergonomics – a case study, in: Arezes, P. ș. a. (Eds), *Occupational Safety and Hygiene III - Selected Extended and Revised Contributions from the International Symposium Occupational Safety and Hygiene (SHO 2015)*, CRC Press/Balkema, 2015, pp. 441-446.
78. Furlan, A., Vinelli, A., & Dal Pont, G. (2011). Complementarity and lean manufacturing bundles: an empirical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(8), 835-850.
79. Ganesan, A. P. (2018). Automated Ergonomics Assessment of Material Handling Activities. Iowa State University. Disponibil la: https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1034&context=creativ_ecomponents
80. Glaser, B.G., & Strauss, A. (1967). *Discovery of Grounded Theory. Strategies for Qualitative Research*. Mill Valley, CA: The Sociology Press.

81. Gnanavel, S. S., Balasubramanian, V., & Narendran, T. T. (2015). Suzhal-An alternative layout to improve productivity and worker well-being in labor demanded lean environment. *Procedia Manufacturing*, 3, 574-580.
82. 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.
83. Guimarães L., Ribeiro J., Renner J.S., de Oliveira P.A.B. (2014). Worker evaluation of a macroergonomic intervention in a Brazilian footwear company. *Appl Ergon* 45(4):923-935.
84. Guimarães L., Anzanello M., Ribeiro J., Saurin T. (2015). Participatory ergonomics intervention for improving human and production outcomes of a Brazilian furniture company. *Int J Ind Ergon* 49:97-107.
85. Haines, H., Wilson, J. R., Vink, P., Koningsveld, E. (2002). Validating a framework for participatory ergonomics (the PEF). *Ergonomics*, 45(4), 309-327.
86. Harvey, C., Stanton, N. A. D., & Young, M. S. (2014). *Guide to methodology in ergonomics: Designing for human use*. CRC Press.
87. Hasle, P., Bojesen, A., Langaa Jensen, P., & Bramming, P. (2012). Lean and the working environment: a review of the literature. *International Journal of Operations & Production Management*, 32(7), 829-849.
88. Haug, A. (2015). Work instruction quality in industrial management. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 50, 170-177.
89. Hignett, S., Jones, E. L., Miller, D., Wolf, L., Modi, C., Shahzad, M. W., ... & Catchpole, K. (2015). Human factors and ergonomics and quality improvement science: integrating approaches for safety in healthcare. *BMJ Qual Saf*, 24(4), 250-254.
90. Hendrick, H. W. (2002). An Overview of Macroergonomics. In Hendrick, H. W., Kleiner, B. M. (Eds.), *Macroergonomics. Theory, Methods and Applications* (pp. 1-24). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
91. Herron, C., Braiden, P.M. (2007). Defining the foundation of lean manufacturing in the context of its origins. In: Herron C., Braiden P.M. (Eds.), *Defining the foundation of lean manufacturing, The IET International Conference On Agile Manufacturing; 2007*, 148-157.
92. Hoffmeister K, Gibbons A, Schwatka N, Rosecrance J (2015). Ergonomics climate assessment: a measure of operational performance and employee well-being. *Appl Ergon* 50:160-169.
93. Huzu A., Kifor, C. V., Savescu, R. F., & Lup G. (2018). Lean, six sigma in healthcare: a literature review. *Acta Technica Napocensis - Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering*, 61(3_Spe), 115-122.
94. Imai M. (1991). *Kaizen, the Key to Japan's Competitive Success*, New York McGrawHill Publishing Company.
95. Imai M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low Cost Approach to Management*, McGraw Hill, New York, USA.
96. Ireland, F., Dale, B. G. (2001). A study of total productive maintenance implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 7(3), 183-192.
97. ISO 9241-11 (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 11 Guidance on usability.
98. ISO/IEC. 13407 (1999). *Human-Centred Design Processes for Interactive Systems*.

99. Ivascu, V. L., **Cirjaliu, B.**, & Draghici, A. (2015). Operationalization Of The Professional Risks Assessment Activity. *ACTA Universitatis Cibiniensis*, 66(1), 73-78.
100. Ivascu, L., **Cirjaliu, B.**, & Draghici, A. (2016). Business model for the university-industry collaboration in open innovation. *Procedia Economics and Finance*, 39, 674-678.
101. Jaca, C., Viles, E., Jurburg, D., Tanco, M. (2014). Do companies with greater deployment of participation systems use Visual Management more extensively? An exploratory study. *International Journal of Production Research*, 52(6), 1755-1770.
102. Jackson, P. R., & Mullarkey, S. (2000). Lean production and health in garment manufacture. *Journal of Occupational Health Psychology*, 5, 231-245.
103. Jackson, M. F., Ramos, A. L. F. A., Carneiro, P., Gonçalves, M. A., Ferreira, J. A. D. V., & Frade, A. B. T. (2018). Improving the Production Performance and Ergonomic Aspects Using Lean and Agile Concepts. *The Open Cybernetics & Systemics Journal*, 12(1).
104. Jazani, R. K., Sahlabadi, A. S., & Mousavi, S. S. (2017, July). Relationship Between Lean Manufacturing and Ergonomics. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 162-166). Springer, Cham.
105. Jaffar, N., Abdul-Tharim, A. H., Mohd-Kamar, I. F., Lop, N. S. (2011). A literature review of ergonomics risk factors in construction industry. *Procedia Engineering*, 20, 89-97.
106. Jackson, P.R. & Mullarkey, S. (2000). Lean production teams and health in garment manufacture. *Journal of Occupational Health Psychology*, 5(2), 231-45.
107. James, T. (2006). Wholeness as well as leanness [lean production]. *Manufacturing Engineer*, 85(5), 14-17.
108. Jastrzębowski W. (1857, tradus și publicat în limba engleză în 1997). An outline of Ergonomics, or the Science of Work, Central Institute of Labour Protection, Warsaw, Poland.
109. Kang J, Zhang J, Gao J (2016). Improving performance evaluation of health, safety and environment management system by combining fuzzy cognitive maps and relative degree analysis. *Saf Sci* 87: 92–100.
110. Kaplan, M., Morgan, B. B., Kring, J. P. (2000). Cultural ergonomics. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*, 31-34.
111. Karwowski, W. (Ed.) (2006). *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, second edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
112. Karsh BT, Waterson P, Holden RJ (2014) Crossing levels in systems ergonomics: a framework to support 'mesoergonomic' inquiry. *Appl Ergon* 45(1):45–54.
113. Karim, A., Arif-Uz-Zaman, K. (2013). A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*, 19(1), 169-196.
114. Kester, J. (2013). A lean look at ergonomics. *Industrial Engineer*, 45, 28-32.
115. Kogotkova, I., Guseva, M., Brikoshina, E. (2016, April). The analysis of problems of Lean-Management projects implementation in Russian companies. In *The Seventh International Congress on Social Sciences and Humanities* (p. 211).
116. Koningsveld, E. A. P., Dul, J., Van Rhijn, G. W., Vink, P. (2005). Enhancing the impact of ergonomics interventions. *Ergonomics*, 48(5), 559-580.

117. Koskela, L. J., Bølviken, T., Rooke, J. A. (2013, July). Which are the wastes of construction?. In Proceedings for the 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction, pp. 3-12.
118. Koukoulaki, T. (2014). The impact of lean production on musculoskeletal and psychosocial risks: An examination of sociotechnical trends over 20 years. *Applied ergonomics*, 45(2), 198-212.
119. Koukoulaki T (2010). New trends in work environment—new effects on safety. *Saf Sci* 48(8):936–942.
120. Kurpjuweit, S., Reinerth, D., Schmidt, C. G., Wagner, S. M. (2018). Implementing visual management for continuous improvement: barriers, success factors and best practices. *International Journal of Production Research*, 1-15.
121. Landsbergis, P. A., Cahill, J., Schnall, P. (1999). The impact of lean production and related new systems of work organization on worker health. *Journal of occupational health psychology*, 4(2), 108.
122. Langstrand, J. (2012). Exploring organizational translation: a case study of changes toward Lean Production (Doctoral dissertation, Linköping University Electronic Press).
123. Lewis, J. R. (2018). The system usability scale: past, present, and future. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(7), 577-590.
124. Li, S., Wu, X., Zhou, Y., & Liu, X. (2017). A study on the evaluation of implementation level of lean construction in two Chinese firms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 846-851.
125. Lien, T. K., & Rasch, F. O. (2001). Hybrid automatic-manual assembly systems. *CIRP Annals*, 50(1), 21-24.
126. Licht D. M., Polzella D. J., Boff K. R. (1989). *Human Factors, Ergonomics, and Human Factors Engineering: An Analysis of Definitions*, CSERIAC, Dayton, OH.
127. Liker J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, New York: McGraw-Hill.
128. Liker, J., Meier, D. (2006). *The Toyota way fieldbook: A practical guide for implementing Toyota's 4 Ps*. New York: McGraw-Hill.
129. Liker, J. K., Hoseus, M., & Center for Quality People and Organizations. (2008). *Toyota culture*. McGraw-Hill Publishing.
130. Liker, J. K., & Hoseus, M. (2009). Human resource development in Toyota culture. *International Journal of Human Resources Development and Management*, 10(1), 34-50.
131. Liker, J. K., Convis, G. L. (2012). *The Toyota way to lean leadership*. McGraw-Hill.
132. Liu, S., Delibasic, B., Butel, L., & Han, X. (2017). Sustainable knowledge-based decision support systems (DSS): perspectives, new challenges and recent advance. *Industrial Management & Data Systems*, 117(7), 1318-1322.
133. Lewis, M. A. (2000). Lean production and sustainable competitive advantage. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(8), 959-978.
134. Longoni, A., Pagell, M., Johnston, D., & Veltri, A. (2013). When does lean hurt?—an exploration of lean practices and worker health and safety outcomes. *International Journal of Production Research*, 51(11), 3300-3320.
135. Magnani, F., Carbone, V., & Moatti, V. (2019, January). The human dimension of lean: a literature review. In *Supply Chain Forum: An International Journal* (pp. 1-13). Taylor & Francis.

136. Marksberry, P. (2012). *The Modern Theory of the Toyota Production System: A Systems Inquiry of the World's Most Emulated and Profitable Management System*. CRC Press.
137. Marodin, G. A., Frank, A. G., Tortorella, G. L., & Saurin, T. A. (2016). Contextual factors and lean production implementation in the Brazilian auto supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, 21(4), 417-432.
138. Martínez-Jurado, P.J., Moyano-Fuentes, J., & Jerez Gómez, P. (2013). HR management during lean production adoption. *Management decision*, 51(4), 742-760.
139. Martínez-Jurado, P. J., Moyano-Fuentes, J., & Jerez-Gómez, P. (2014). Human resource management in Lean Production adoption and implementation processes: Success factors in the aeronautics industry. *BRQ Business Research Quarterly*, 17(1), 47-68.
140. Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical engineering research and design*, 83(6), 662-673.
141. Modi, D. B., Thakkar, H. (2014). Lean thinking: reduction of waste, lead time, cost through lean manufacturing tools and technique. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4(3), 339-334.
142. Monroe, K., Fick, F., & Joshi, M. (2012). Successful integration of ergonomics into continuous improvement initiatives. *Work*, 41(Supplement 1), 1622-1624.
143. Montgomery, D. C., Woodall, W. H. (2008). An overview of six sigma. *International Statistical Review*, 76(3), 329-346.
144. Morse, A. (2014). *Evaluating the Impact of Lean on Employee Ergonomics, Safety, and Job Satisfaction in Manufacturing* (Doctoral dissertation, Faculty of the Louisiana State University Agricultural and Mechanical College).
145. Mrugalska, B., & Ahram, T. (2017). Managing variations in process control: an overview of sources and degradation methods. In *Advances in Ergonomics Modeling, Usability & Special Populations* (pp. 377-387). Springer, Cham.
146. Murata, K., Katayama H. (2010). A Study on Construction of a Kaizen Case-base and its Utilisation: A Case of Visual Management in Fabrication and Assembly Shop-floors. *International Journal of Production Research*, 48(24), 7265-7287.
147. Murata, K., Katayama H. (2016). Performance Evaluation of a Visual Management System for Effective Case Transfer. *International Journal of Production Research*, 54(10), 2907-2921.
148. Nallusamy, S. (2016). Lean manufacturing implementation in a gear shaft manufacturing company using value stream mapping. In *International Journal of Engineering Research in Africa* (Vol. 21, pp. 231-237). Trans Tech Publications.
149. Nemeth, C. P. (2004). *Human factors methods for design: Making systems human-centered*. CRC press.
150. Neumann, W. P., Kihlberg, S., Medbo, P., Mathiassen, S. E., & Winkel, J. (2002). A case study evaluating the ergonomic and productivity impacts of partial automation strategies in the electronics industry. *International journal of production research*, 40(16), 4059-4075.
151. Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press Inc.
152. Nunes, I. L., & Machado, V. C. (2007, January). Merging ergonomic principles into lean manufacturing. In *IIE Annual Conference. Proceedings* (p. 836). Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE).

153. Nunes, I. L. (2009). FAST ERGO_X—a tool for ergonomic auditing and work-related musculoskeletal disorders prevention. *Work*, 34(2), 133-148.
154. Nunes, I. L. (2012). Fuzzy systems to support industrial engineering management. *Journal of Applied Engineering Science*, 10(3), 143-146.
155. Nunes, I. L. (2015). Integration of ergonomics and lean six sigma. A model proposal. *Procedia Manufacturing*, 3, 890-897.
156. Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press.
157. Otto, A., & Scholl, A. (2011). Incorporating ergonomic risks into assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*, 212(2), 277-286.
158. Pandya, M., Patel, V., Nilesh, P. (2017). A review of lean tools & techniques for cycle time reduction. *REST Journal on Emerging Trends in Modelling and Manufacturing*, 3(1), 2455-4537.
159. Panizzolo, R. (1998). Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers.: The relevance of relationships management. *International journal of production economics*, 55(3), 223-240.
160. Parker, S.K. (2003). Longitudinal effects of lean production on employee outcomes and the mediating role of work characteristics. *Journal of Applied Psychology*, 88(4), 620-34.
161. Parry, G., Turner C. (2006). Application of Lean Visual Process Management Tools. *Production Planning & Control*, 17(1), 77–86.
162. Pavlovic-Veselinovic, S., Hedge, A., Veselinovic, M. (2016). An ergonomic expert system for risk assessment of work-related musculoskeletal disorders. *Int J Ind Ergon* 53:130–139.
163. Perera, I. (2010). A blended process model for Agile software development with lean concept. In *Future Manufacturing Systems*. InTech.
164. Piechnicki, A. S., Sola, A. V. H., Trojan, F. (2015). Decision-making towards achieving world-class total productive maintenance. *International Journal of Operations & Production Management*, 35(12), 1594-1621.
165. Ping-yu, Y. (2009). The barriers to SMEs implementation of lean production and its countermeasures—based on SMEs in Wenzhou. *Reform Strategy*, 1(1), 148-151.
166. Pitariu, H., & Budean, A. (2015). The impact of occupational stress on job satisfaction and counterproductive work behaviour. *Psihologia Resurselor Umane*, 7(2), 30-39.
167. Pont, G. D., Furlan, A. & Vinelli, A. (2008). Interrelationships among lean bundles and their effects on operational performance, *Operations Management Research*, 1(2), 150–158.
168. 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.
169. Radnor, Z. (2012). why Lean matters. Executive briefing published by Advanced Institute of Management (AIM), London. Disonibil la: <http://archives.enap.ca/bibliotheques/2013/02/030375839.pdf>
170. Radnor, Z., & Osborne, S. P. (2013). Lean: a failed theory for public services?. *Public management review*, 15(2), 265-287.
171. Rao, P. S., Niraj, M. (2016, September). A case study on implementing lean ergonomic manufacturing systems (LEMS) in an automobile industry. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 149, No. 1, p. 012081). IOP Publishing.

172. Rasmussen, C. D. N., Lindberg, N. K., Ravn, M. H., Jørgensen, M. B., Søgaard, K., Holtermann, A. (2017). Processes, barriers and facilitators to implementation of a participatory ergonomics program among eldercare workers. *Applied ergonomics*, 58, 491-499.
173. Reiman, A., Väyrynen, S. (2011). Review of regional workplace development cases: A holistic approach and proposals for evaluation and management. *International Journal of Sociotechnology and Knowledge Development (IJSKD)*, 3(1), 55-70.
174. Rinehart, J., Huxley, C., & Robertson, D. (2018). *Just another car factory?: Lean production and its discontents*. Cornell University Press.
175. Rivilis, I., Van Eerd, D., Cullen, K., Cole, D. C., Irvin, E., Tyson, J., Mahood, Q. (2008). Effectiveness of participatory ergonomic interventions on health outcomes: a systematic review. *Applied ergonomics*, 39(3), 342-358.
176. Robertson, M., Henning, R., Warren, N., Nobrega, S., Dove-Steinkamp, M., Tibirica, L., ... , CPH-NEW Research Team (2013). The intervention design and analysis scorecard: a planning tool for participatory design of integrated health and safety interventions in the workplace. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 55, S86-S88.
177. Rose, A. M. N., Deros, B. M., Rahman, M. A., Nordin, N. (2011, January). Lean manufacturing best practices in SMEs. In *Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2(5), 872-877.
178. Sandu, A. (2012). *Metode de cercetare în știința comunicării*, Editura Lumen, Iași, România.
179. Sandu, A. (2016). *Social Construction of Reality as communicative Action*. UK: Cambridge Scholars Publishing.
180. Sandu, A. (2018). *Teoria fundamentată pe date (Grounded Theory), Workshop, Oradea 2018*, Editura Lumen, Iași, România, disponibil la: [http://lumenresearch.net/wp-content/uploads/2018/02/Workshop_Teoria-fundamentata-pe-date SANDU 2018.pdf](http://lumenresearch.net/wp-content/uploads/2018/02/Workshop_Teoria-fundamentata-pe-date_SANDU_2018.pdf)
181. Salah, S., Rahim, A Sandu, A. (2018., Carretero, J. A. (2010). The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(3), 249-274.
182. Salonitis, K., & Tsinopoulos, C. (2016). Drivers and barriers of lean implementation in the Greek manufacturing sector. *Procedia CIRP*, 57, 189-194.
183. Saurin T. & Ferreira C. (2009). The impacts of lean production on working conditions: a case study of a harvester assembly line in Brazil. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39, 403-412.
184. Scholz-Reiter, B., & Freitag, M. (2007). Autonomous processes in assembly systems. *CIRP Annals*, 56(2), 712-729.
185. Smith, R. T. (2003). Growing an ergonomics culture in manufacturing. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 217(7), 1027-1030.
186. Snee, R. D. (2010). Lean Six Sigma—getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(1), 9-29.
187. Soares, M. M., & Rebelo, F. (2016). *Ergonomics in design: methods and techniques*. CRC Press.
188. Sokovic, M., Pavletic, D., Pipan, K. K. (2010). Quality improvement methodologies—PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of achievements in materials and manufacturing engineering*, 43(1), 476-483.

189. Sokovic, M., Pavletic, D. (2007). Quality improvement - PDCA cycle vs. DMAIC and DFSS, *Journal of Mechanical Engineering*, 53/6 (2007), 369-378.
190. Seth, D., Seth, N., Dhariwal, P. (2017). Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study. *Production Planning & Control*, 28(5), 398-419.
191. Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of operations management*, 21(2), 129-149.
192. Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of operations management*, 25(4), 785-805.
193. Sharma, R. (2012). Conceptual framework for improving business performance with lean manufacturing and successful human factors interventions—a case study. *International Journal for Quality Research*, 6(3), 259-270.
194. Sparrow, P., Hird, M. & Cooper, C. L. (2014) *Do We Need HR?: Repositioning People Management for Success*. United Kingdom: Palgrave Macmillan.
195. Sprigg, C.A. & Jackson, P.R. (2006). Call centers as lean service environments: job-related strain and the mediating role of work design. *Journal of Occupational Health Psychology*, 11(2), 197-212.
196. Taghizadegan, S. (2010). *Essentials of lean six sigma*. Elsevier.
197. Tappin, D. C., Vitalis, A., Bentley, T. A. (2016). The application of an industry level participatory ergonomics approach in developing MSD interventions. *Applied ergonomics*, 52, 151-159.
198. Taylor, A., Taylor, M., & McSweeney, A. (2013). Towards greater understanding of success and survival of lean systems. *International Journal of Production Research*, 51(22), 6607-6630.
199. Tezel, A., Koskela, L., Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: a literature synthesis. *Journal of manufacturing technology management*, 27(6), 766-799.
200. Tortorella, G. L., Vergara, L. G. L., & Ferreira, E. P. (2017). Lean manufacturing implementation: an assessment method with regards to socio-technical and ergonomics practices adoption. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 89(9-12), 3407-3418.
201. Thun, J.H., Lehr, C.B., Bierwirth, M. (2011). Feel free to feel comfortable - an empirical analysis of ergonomics in the German auto industry. *Int J Prod Econ* 133(2):551–561.
202. Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2010). *Decision Support and Business Intelligence Systems (required)*. Google Scholar.
203. Ulewicz, R., & Kućęba, R. (2016). Identification of problems of implementation of Lean concept in the SME sector. *Ekonomia i Zarzadzanie*, 8(1), 19-25.
204. Ulrich, D. & Dulebohn, J. H. (2015). Are we there yet? What's next for HR?, *Human Resource Management Review*, 25(2), 188–204.
205. Valero, E., Sivanathan, A., Bosché, F., & Abdel-Wahab, M. (2016). Musculoskeletal disorders in construction: A review and a novel system for activity tracking with body area network. *Applied Ergonomics*, 54, 120-130.
206. Van Eerd, D., Cole, D., Irvin, E., Mahood, Q., Keown, K., Theberge, N., ... Cullen, K. (2010). Process and implementation of participatory ergonomic interventions: a systematic review. *Ergonomics*, 53(10), 1153-1166.
207. Vamsi Krishna Jasti, N., Kodali, R. (2014). A literature review of empirical research methodology in lean manufacturing. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(8), 1080-1122.

208. Verbeek, J. H., Martimo, K. P., Kuijer, P. P. F. M., Karppinen, J., Viikari-Juntura, E., Takala, E. P. (2012). Proper manual handling techniques to prevent low back pain, a Cochrane systematic review. *Work*, 41(Supplement 1), 2299-2301.
209. Vieira, L., Balbinotti, G., Varasquin, A., & Gontijo, L. (2012). Ergonomics and Kaizen as strategies for competitiveness: a theoretical and practical in an auto industry. *Work*, 41(Supplement 1), 1756-1762.
210. Vink, P., Koningsveld, E. A., Molenbroek, J. F. (2006). Positive outcomes of participatory ergonomics in terms of greater comfort and higher productivity. *Applied ergonomics*, 37(4), 537-546.
211. Vinodh, S., Gautham, S. G., Ramiya R, A. (2011). Implementing lean sigma framework in an Indian auto valves manufacturing organisation: a case study. *Production Planning & Control*, 22(7), 708-722.
212. Waterson, P., Robertson, M. M., Cooke, N. J., Militello, L., Roth, E. & Stanton, N. A. (2015). Defining the methodological challenges and opportunities for an effective science of sociotechnical systems and safety. *Ergonomics*, 58(4), 565-599.
213. Weinschrott, H., Gaureanu, A., **Cirjaliu, B.**, & Baesu, V. (2015). A Knowledge Management Approach for Risk Management. In *Managing Intellectual Capital and Innovation for Sustainable and Inclusive Society: Managing Intellectual Capital and Innovation; Proceedings of the MakeLearn and TIIM Joint International Conference 2015* (pp. 945-953). ToKnowPress.
214. Wilson, J. R. (2014). Fundamentals of systems ergonomics/human factors. *Applied ergonomics*, 45(1), 5-13.
215. Wilson, R. (2005). Guarding the line: score big by planning for worker safety while you implement lean. *Industrial Engineer*, 37(4), 46-50.
216. Wincel, J. P., & Kull, T. J. (2016). *People, Process, and Culture: Lean Manufacturing in the Real World*. Productivity Press.
217. Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: The story of lean production*. New York: Rawson Associates, 85.
218. Womack, J. P., Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148-1148.
219. Womack, J., Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. 2nd Edition. New York: Free Press.
220. Womack, S. K., Armstrong, T. J., & Liker, J. K. (2009). Lean job design and musculoskeletal disorder risk: A two plant comparison. *Human factors and ergonomics in manufacturing & service industries*, 19(4), 279-293.
221. Wyrwicka M. (Ed.) (2009). *Marnotrawstwo. Przejawy i sposoby minimalizacji [Wastes. Symptoms and ways of elimination]*. Poznan: Publishing House of Poznan University of Technology.
222. Wyrwicka, M. K., & Mrugalska, B. (2015). Barriers to eliminating waste in production system. In Ejdys J., Chua D., Smallwood J. (Eds.), *Proceedings of the 6th international conference on engineering, project, and production management*, Australia: Griffith School of Engineering (pp. 354-363).
223. Wyrwicka, M. K., & Mrugalska, B. (2017). Mirages of lean manufacturing in practice. *Procedia Engineering*, 182, 780-785.
224. Xu, Z., Ko, J., Cochran, D., & Jung, M. (2012). Design of assembly lines with the concurrent consideration of productivity and upper extremity musculoskeletal disorders using linear models. *Computers & Industrial Engineering*, 62, 431-441.

225. Yazdani, A., Neumann, W. P., Imbeau, D., Bigelow, P., Pagell, M., Theberge, N., ... & Wells, R. (2015). How compatible are participatory ergonomics programs with occupational health and safety management systems? *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 41(2), 111-123.
226. Yusuff, R. M., Abdullah, N. S. (2016). Ergonomics as a lean manufacturing tool for improvements in a manufacturing company. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 581-588).
227. Zare M., Croq M., Hossein-Arabi F, Brunet R, Roquelaure Y (2016). Does ergonomics improve product quality and reduce costs? A review article. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries* 26(2):205–223.
228. Zhang, J.G., Yang, W.X. (2006). The obstacles in corporate organizational reform. *Business Studies*, 9, 78–81.
229. Zink, K. J. (2014). Designing sustainable work systems: The need for a systems approach. *Applied Ergonomics*, 45(1), 126-132.
230. Zirar, A. A., Radnor, Z., & Charlwood, A. (2015). The relevance of the human resource management (HRM) to lean in the service sector: evidence from three exploratory case studies.
231. Zokaei, K., & Simons, D. (2006). Performance improvements through implementation of lean practices: a study of the UK red meat industry. *International Food and Agribusiness Management Review*, 9(1030-2016-82410), 30.
232. Zunjic, A. (2017). A new definition of ergonomics. *IETI Transactions on Ergonomics and Safety*, 1(1).

Pagini web consultate

<http://www.leanuk.org> ALTFEL

International Ergonomics Association, www.iea.cc

Japan Ergonomics Society, 2017, History of Ergonomics,

https://www.ergonomics.jp/e_index/e_outline/e_ergono-history.html

Descriere mod de utilizare metoda RULA: <https://ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/>

Descriere mod de utilizare metoda NIOSH: <https://ergo-plus.com/niosh-lifting-equation-single-task/>

Kelby Ergo Design, <https://www.kelbyergodesign.com/blog>

ANEXA 1 – Chestionar utilizat pentru realizarea interviului semistrukturat – Metoda fundamentată pe date (*Grounded Theory*)

Explicații introductive asupra:

- OBIECTIV SPECIFIC AL CERCETĂRII ESTE: înțelegerea strategiilor de adaptare comportamentală socio-profesională a operatorilor umani (lucrători și manageri) la situația de muncă impusă de contextul managementului și al fabricației lean, în termenii motivației, satisfacției și recompensării.
- REZULTATUL pe care îl urmărim este realizarea unui studiu de caz cu privire la caracterizarea dimensiunilor comportamentului operatorilor umani ce susțin adaptarea lor continuă, a sarcinilor de muncă individuale realizate de aceștia la schimbările continue impuse de îmbunătățirea continuă lean.

1. Care este pregătirea dvs. și experiența în muncă?

2. De când ocupați acest loc de muncă?

3. Descrieți modul de derulare a unei zile de muncă.

Aspecte lămuritoare, suplimentare considerate:
- Precizați pe scurt care sunt sarcinile și responsabilitățile dvs. (de muncă, colaborare, comunicare, management ...);
- Modul de structurare al activităților zilnice (aspecte privind activitatea propriu-zisă, autonomia în realizarea sarcinii de muncă, aspecte privind alternarea perioadelor de muncă cu cele de pauză);
- Comportamentul în grupul de muncă (între colegi și cu subalternii sau șefii): empatia, adaptarea sau excluderea, colaborarea, întrajutorarea, sprijinul, învățarea, acceptarea/respingerea ideilor/situațiilor noi etc. – cu referire și la viața extraprofesională atunci când în cadrul acesteia există activități realizate în comun cu alți angajați;
- Comunicarea în grupul de muncă (între colegi și cu subalternii sau șefii): transmiterea deciziilor privind sarcinile, critica și lauda, susținerea prin explicații a schimbărilor - cu referire și la viața extraprofesională atunci când în cadrul acesteia există activități realizate în comun cu alți angajați;

(Cercetătorul insistă și încurajează subiectul să povestească liber modul în care acesta este motivat și își creează un sens propriu față de viața sa profesională.)

4. Povestiți o zi din viața dvs. în care considerați că ați avut succes la serviciu.

Aspecte lămuritoare, suplimentare considerate:
- Ce este succesul profesional pentru dvs.?
- Ce considerați că este succesul în cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL și al departamentului în care activați?
- Care considerați că au fost succesele dvs. în alte domenii de activitate profesională (la alte locuri de muncă), în viața socială și de familie?
- Cum poate fi transferată strategia de succes personală (comportamentul asociat acesteia, cunoștințe și înțelepciune acumulate) la situația de muncă impusă de contextul managementului/fabricației lean de la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL (schimbări frecvente și cerințe continue de îmbunătățire)?
- Cum poate fi utilizată strategia de succes dobândită în creșterea motivației pentru auto-depășire, îmbunătățire continuă profesională?

(Cercetătorul insistă și încurajează subiectul să povestească liber și să detalieze legătura dintre viața sa profesională și cea socială și de familie, modul în care acesta este motivat și satisfăcut transferând în ambele sensuri experiența și înțelepciunea acumulată.)

5. Cum v-ați adaptat contextului și culturii Flex?

Aspecte lămuritoare, suplimentare:
- Cine va influențat decizia de a opta pentru un loc de muncă la Flex?
- Cum s-a schimbat viața dvs. Când ați devenit angajat al Flex?
- Ce a contat cel mai mult ca să fiți angajat? Ce ați avut de făcut ca să vă adaptați?
- Cum vă simțiți la Flex? Cum percepeți organizația și cultura sa?
- Care este relația dvs. cu prietenii, rudele, colegii și cum s-a modificat această relație când ați devenit salariat Flex?

(Cercetătorul insistă și încurajează subiectul în a descrie modul în care acesta interpretează situațiile de muncă și își creează un sens în viața profesională, pe baza acestora; se oferă libertate subiectului în a descrie orice experiență pe care o consideră o adaptare la cultura organizațională.)

ANEXA 2 - Chestionar de evaluare a satisfacției angajaților la locul de muncă (utilizat în cadrul unei anchete)

Cod subiect investigat:

Subiect nr. _ _ _

Postul/Funția deținută (cu menținerea poziției de management ocupate):

Experiența în muncă (funcție/domeniu la companie): __ sub 1 an __ 1-5 ani __ peste 5 ani

1. Vârsta _____ ani.

2. Gen:

M

F

3. **Studii:**

A superioare

B medii

C generale

4. Domeniu de activitate:

A - calitate

B - servicii suport

C - informatic

D - producție

E - altele

5. Cunosc și înțeleg obiectivele companiei în care lucrez:*

Deloc	Parțial	În totalitate
*proiecte inovatoare ... reducerea poluării ... orientare către client ... tendințe de perfecționare		

6. De câte ori ați schimbat locul de muncă de la angajarea în compania noastră?*

Deloc	O dată	De mai multe ori
*curiozitate ... promovări în cadrul aceleiași companii, în cadrul unui departament sau chiar diferit		

7. Credeți că locul dumneavoastră de muncă este sigur?*

Da	Nu știu	Nu
*fluctuații neprevăzute ... context economic ... companie sigură și de viitor		

8. Stresul vă afectează locul de muncă? *

Da	Uneori	Nu
*stres datorat responsabilităților ... structural atitudinea superiorilor trebuie îmbunătățită		

9. Imi cunosc atribuțiile de serviciu și fac tot posibilul să le îndeplinesc cu maximă eficiență.*

Da	Nu știu	Nu

**perfecționist ... respect fișa postului ... feedback pozitiv din partea superiorului*

10. Vă cunoașteți posibilitățile de promovare?*

Da	Nu știu	Nu

**pot oferi mai mult companiei ... da, dar promovarea se face pe criterii nepotrivite ... da, nu mă interesează*

11. Sunteți mulțumit/ă de comunicarea cu șeful direct?*

Da	Uneori	Nu

**echipa unită ... din cauza stresului/responsabilităților multe uneori nu-i cea mai bună*

12. Sunteți mulțumit/ă de comunicarea cu echipa de conducere a unității?*

Da	Uneori	Nu

**nu, este rigidă, și nu se comunică bine cu toate departamentele*

13. Sunteți mulțumit/ă de comunicarea cu colegii?*

Da	Uneori	Nu

**da, se comunica foarte bine cu colegii*

14. Credeți că pe un alt post, dintr-un alt domeniu de activitate ați avea un randament mai bun?*

Da	Nu știu	Nu

**da, într-un domeniu mai interactiv ... da, datorită cunoștințelor și abilităților personale*

15. Credeți că salariul primit este corect în raport cu activitatea pe care o prestați?*

Da	Nu știu	Nu

**aceeasi funcție, dar responsabilități mai mici ... decalaje între salarii ... diferențe între salariu și responsabilități*

16. Sunteți nevoit să faceți eforturi pentru a suplini lipsa de responsabilitate a unor colegi?*

Da	Uneori	Nu
<i>*da, unii abuzează ... se mai întâmplă ... da, unii nu își rezolvă la timp problemele</i>		

17. Sunteți mulțumit/ă de transparența acțiunilor conducerii?*

Da	Nu știu	Nu
<i>*se mai ascund unele situații standard ... se acționează în funcție de interesele companiei</i>		

18. Sunteți mulțumit/ă de modul în care primiți informațiile necesare desfășurării activității la locul de muncă?*

Da	Uneori	Nu
<i>*suntem informați permanent ... nu se primesc informații de la toate departamentele</i>		

19. Sunteți mulțumit/ă de nivelul de dotare materială, echipamente necesare desfășurării activității?*

Da	Nu prea	Nu
<i>*este loc și de mai bine ... uneori lipsesc unele echipamente</i>		

20. În general, cât sunteți de mulțumit/ă că lucrați în compania noastră?*

Foarte mulțumit	Mulțumit	Nemulțumit
<i>*îmi caut altceva de lucru, experiența profesională, loc de muncă decent</i>		

21. Sunteți mulțumit/ă de nivelul de informare cu privire la riscurile de la locul de muncă?*

Da	Nu prea	Nu
<i>*instructaj periodic ... se respectă regulile ... informații utile</i>		

22. Cum apreciați calitatea și utilitatea instructajelor și a cursurilor de perfecționare profesională*:

Foarte bună	Bună	Satisfăcătoare
<i>*utile și constructive ... necesare, obligatorii și se fac cu o anumită constanță</i>		

23. Considerați că sunteți recompensat (salariu și alte stimulente financiare și non-financiare) corect pentru munca pe care o faceți?*

Foarte bună	Bună	Satisfăcătoare
<i>*multă responsabilitate ... se poate și mai bine ... salarii asertive</i>		

24. Superiorul meu este competent în munca pe care o depune?*

Foarte bună	Bună	Satisfăcătoare
<i>*în anumite situații este depășit ... face mai mult decât trebuie ... are experiență în domeniu</i>		

25. Sunteți mulțumiți de ceea ce faceți la locul de muncă?*

Foarte bună	Bună	Satisfăcătoare
<i>*plafonare ... rezultate ... profesionalism</i>		

26. Considerați că abilitățile d-voastră sunt folosite pe un post corespunzător?*

Foarte bună	Bună	Satisfăcătoare
<i>*cunoștințe și abilități superioare ... dorință de schimbare ... alegere proprie</i>		

27. Câștigați mai mult decât anul trecut?*

Da	La fel	Nu
<i>*sper la o mărire de salariu</i>		

28. În momentul de față, cel mai mult vă nemulțumește la locul de muncă (bifați două variante):

- salariul.
- condițiile de lucru.
- faptul că jobul nu mi se potrivește.
- atitudinea șefilor.
- atitudinea colegilor.
- postul pe care îl ocup.
- nivelul companiei în care lucrez.
- nici una din variantele de mai sus.

29. În momentul de față, la actualul job considerați că (bifați la fiecare variantă DA sau NU în funcție de situație):

- a) Aveți șanse de promovare Da Nu
- b) Aveți echipament necesar la dispoziție pentru a va îndeplini sarcinile Da Nu
- c) Aveți ocazia să învățați lucruri noi Da Nu
- d) Știți ce sarcini aveți de îndeplinit Da Nu
- e) Este apreciată munca pe care o desfășurați Da Nu

- | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|
| f) Există o atmosferă plăcută în companie | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| g) Aveți un nivel de autoritate satisfăcător | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| h) Postul pe care îl ocupați vă pune talentul în valoare | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| i) Rezultatele muncii Dvs. se văd | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| j) Ceea ce faceți este important pentru companie | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| k) Vă sunt ascultate părerile în cadrul companiei | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| l) Cunoașteți obiectivele companiei pe următorul an | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| m) Beneficiați de un sistem salarial transparent | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| n) Beneficiați de un sistem salarial avantajos | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| o) Aveți colegi competenți | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |

30. Sunteți de părere că șeful dvs. (*bifați la fiecare variantă DA sau NU în funcție de părerea Dvs.*):

- | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|
| a. Este un specialist în domeniu | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| b. Nu prea știe ce se întâmplă în companie | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| c. Ia decizii bune de multe ori | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| d. Apreciază angajații la justa valoare | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| e. Repartizează clar sarcinile | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| f. Ține cont de părerile angajaților | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| g. Monitorizează atent îndeplinirea sarcinilor | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| h. Este corect atunci când laudă sau critică | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |
| i. Are încredere în angajați | <input type="checkbox"/> Da | <input type="checkbox"/> Nu |

Vă mulțumim pentru timpul acordat!

CURRICULUM VITAE

Informații personale

Nume / Prenume **CÎRJALIU, Bianca**
E-mail(uri) cirjaliu.bianca@yahoo.com

Naționalitate Română

Experiența profesională

Perioada Martie 2011 - Iunie 2012
Funcția sau postul ocupat Asistent manager
Activități și responsabilități principale activități de secretariat, arhivarea corespondenței și a mesajelor primite din partea clienților, elaborarea și redactarea documentelor și situațiilor cerute de management
Numele și adresa angajatorului SC Mercur Internațional SRL, Reșița, str. Timișorii, nr.4, E-mail: mercur.international@gmail.com
Tipul activității sau sectorul de activitate transport

Educație și formare

Perioada 2009-2012
Calificarea / diploma obținută sociolog
Numele și tipul instituției de învățământ / furnizorului de formare Universitatea de Vest din Timișoara, Facultatea de Sociologie și Psihologie Departamentul de Sociologie

Perioada 2012- 2014
 Calificarea / masterat- Managementul resurselor umane în
 diploma obținută administrarea organizațiilor

Numele și tipul Universitatea de Vest din Timisoara- Facultatea de
 instituției de Sociologie si Psihologie, Departamentul de Sociologie
 învățământ /
 furnizorului de
 formare

Perioada 2011- 2014
 Calificarea / Specialist în nutriție si dietetica
 diploma obținută

Numele și tipul Universitatea de Medicina si Farmacie Victor Babeș din
 instituției de Timisoara, Facultatea de Medicina Generala, specializarea
 învățământ / Nutriție și Dietetică
 furnizorului de
 formare

Perioada 2009-2013
 Calificarea / Modulul psihopedagogic nivelul 1 si 2 in cadrul Facultății de
 diploma obținută Sociologie si Psihologie, Universitatea de Vest

Aptitudini și competențe personale

Limba(i) maternă(e)
 Limba(i) străină(e) cunoscută(e)
 Autoevaluare
 Nivel european (*)

Română

		Înțelegere		Vorbire		Scriere	
		Ascultare	Citire	Participare la conversație	Discurs oral	Exprimare scrisă	
Limba engleza	C1	Utilizator experimentat	B2 Utilizator independent	B1 Utilizator independent	B1 Utilizator independent	B2 Utilizator independent	B2 Utilizator independent
Limba germană	B1	Utilizator elementar	B1 Utilizator elementar	B1 Utilizator elementar	B1 Utilizator elementar	A1 Utilizator elementar	A1 Utilizator elementar
Limba spaniolă	B2	Utilizator elementar	B2 Utilizator elementar	B2 Utilizator elementar	B2 Utilizator elementar	B2 Utilizator elementar	B2 Utilizator elementar

Competențe și abilități sociale
 Comunicare, spirit de echipă: am experiența muncii în echipă încă din liceu când am participat la acțiunile și proiectele unei organizații de voluntariat din Reșița

Competențe și aptitudini organizatorice
 Experiență in managementul echipei, ca lider, dobândite în proiectele de voluntariat

Competențe și aptitudini de utilizare a calculatorului
 Cunoaștere Microsoft Office: Word, Excel, PowerPoint. Am absolvit liceul la un profil matematică-informatică intensiv engleză.

Alte competențe și aptitudini
 Hobby: sport, citit, muzică, călătorit

Permis de conducere
 Categoria B

LISTA PUBLICAȚIILOR

1. Lucrări științifice publicate în reviste indexate ISI

1. B. Cîrjaliu, Mocan, A., Boatca, M. E., & Draghici, A. (2019). A propose approach for continuous improvement using ergonomics and quality management knowledge and methodologies. *Quality Access to Success*, 20(S1), 135.

2. Lucrări științifice publicate în volumele unor manifestări științifice (Proceedings) indexate ISI Proceedings

1. E. M. Boatcă, B. Cîrjaliu, "A proposed approach for an efficient ergonomics intervention in organizations", *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)
2. B. Cîrjaliu, A. Drăghici, "The economic effectiveness related to a qualitative ergonomic intervention: Case study on a international transport company", *Innovation vision 2020: From regional development sustainability to global economic growth*, 25th International Business Information Management Association (IBIMA 2015), ISBN: 978-0-9860419-4-5, Amsterdam, Netherlands, Vol. I-VI, pp. 1504-1511, 2015 (indexată Elsevier SCOPUS, ISI Thomson WOS:000360508700148).
3. B. Cîrjaliu, H. Weinschrott, A. Găureanu, E. M. Boatcă, "A proposal for a risk assessment management in a transport company", *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)
4. L. Ivașcu, B. Cîrjaliu, A. Drăghici, „Business model for the university-industry collaboration in open innovation”, *Procedia Economics and Finance*, 3rd Global Conference on Business, Economics, Management and Tourism (BEMTUR 2016), Rome, Italy, Vol. 39, pp. 674-678, 2016 (indexată ScienceDirect, Elsevier, ISI Thomson WOS:000387543400090).
5. B. Cîrjaliu, A. Drăghici, "Ergonomic Issues in Lean Manufacturing", *Procedia-Social and Behavioral Sciences (Papers of the 13th International Symposium in Management: Management During and After the Economic Crisis, SIM 2015, Timișoara, România)*, Vol. 221, pp. 105-110, June 2016 (indexată ScienceDirect, Elsevier, ISI Thomson WOS:000381938100012).

3. Lucrări științifice publicate în reviste de specialitate indexate BDI

1. V. L. Ivașcu, B. Cîrjaliu, A. Drăghici, "Operationalization of the professional risks assessment activity", *ACTA Universitatis Cibiniensis - Technical series*, Vol. LXVI, pp.73-78, 2015 (indexată EBSCO, J-Gate, ProQuest, OLC etc.)

4. Lucrări științifice publicate în volumele unor manifestări științifice (Proceedings) indexate BDI

1. B. Cîrjaliu, A. Drăghici, A. Jitărel, "A proposal approach for a stress management", *Proceedings of the MakeLearn and TIIM Joint International Conference*, ToKnowPress, Managing innovation and diversity in knowledge society through turbulent time, Timișoara, România, pp. 475-480, 2016 (indexată EconPapers – RepEC)

2. B. Cîrjaliu, E. M. Boatcă, A. Găureanu, H. Weinschrott, "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. H. Weinschrott, A. Găureanu, B. Cîrjaliu, V. Băeșu, "A knowledge management approach for risk management", 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. 945-953, 2015 (indexată EconPapers – RepEC)

5. Lucrări științifice publicate în volumele unor manifestări științifice internaționale (Proceedings) din străinătate

1. A. Drăghici, A. Găureanu, B. Cîrjaliu, "A proposed approach for the ergonomics usability interventions evaluation", Proceedings of 6th International Ergonomics Conference, Focus on Synergy, June 2016, 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. 109-114, 2016

6. Lucrări științifice publicate în volumele unor manifestări științifice

1. E. M. Boatcă, B. Cîrjaliu, A. Drăghici, "Evaluation of ergonomics intervention impact in organisations", ediția a 5-a sesiunii științifice a doctoranzilor economiști Oradea (ISBN: 978-606-10-1423-1), pp. 66-72, 2014