

ANALIZA ERGONOMICĂ A SISTEMELOR DE FABRICAȚIE LEAN

Teză de doctorat – Rezumat

pentru obținerea titlului științific de doctor la

Universitatea Politehnica Timișoara

în domeniul de doctorat Inginerie și Management

autor sociolog Bianca CÎRJALIU

conducători științifici:

Prof. univ. dr. ing. Anca DRĂGHICI

Mai 2019

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.

În Regiunea de Vest a României sunt locuate 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 inefficientă, lipsa de sprijin din partea conducerii sau a colegilor (Boatcă și Cîrjaliu, 2015; Cîrjaliu ș.a., 2015; Cîrjaliu ș.a., 2016a).

Lucrătorii sunt confrunțați cu stresul când solicitările de la locul de muncă sunt prea

mari, depășindu-le capacitatea de adaptare. 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).

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.

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 ocupaționale ce generează stres și insatisfacție, ca în final să poată fi elaborate 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 Eroare! În document nu există text cu stilul precizat..1 Obiectivele operaționale de cercetare
aferele 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 aferele 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 sisteme 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 mai mult de 200 pagini, conținând un capitol introductiv, 4 capitole consistente aferele problematicei de cercetare și un capitol final dedicat concluziilor, contribuțiilor personale și direcțiilor 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.

În Fig. 0.4 se prezintă structura tezei de doctorat, ce demonstrează modalitatea planificată de atingere a obiectivelor de cercetare propuse.

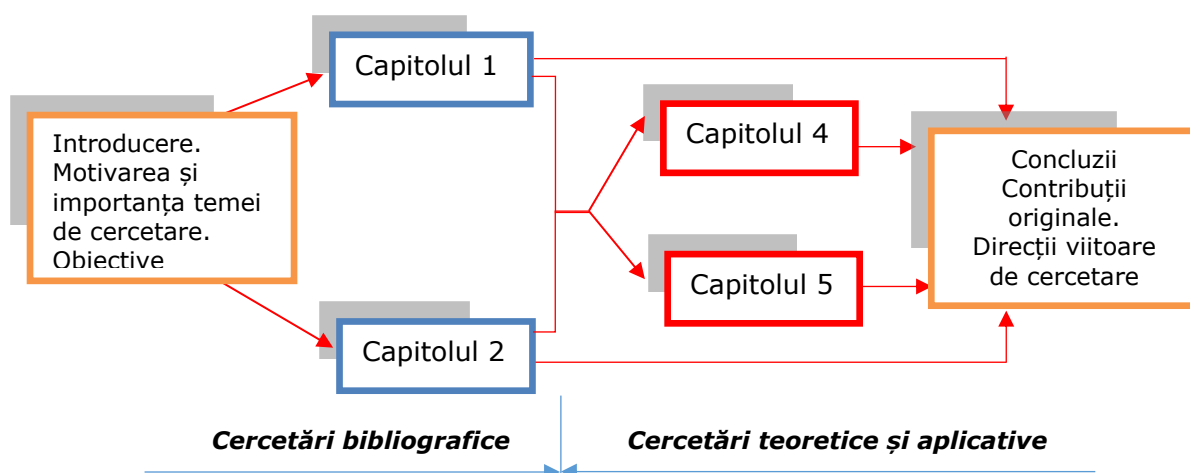


Fig. Eroare! În document nu există text cu stilul precizat..1. Structura tezei de doctorat

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 s-a definit breșa de cercetare (lipsa de cunoaștere și aplicare prin integrare a abordării ergonomice în sistemele de fabricație lean) și au fost apoi realizate cercetări teoretice și experimentale ce au demonstrat că un astfel de demers 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.

Au fost identificate articole cu cercetări reprezentative, care abordează probleme ale fabricației lean, incidente pe contextul cercetărilor tezei de doctorat. Concluziile studiilor bibliografice realizate susțin că intervenția ergonomiei în sistemele de fabricație lean 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, creșterea securității și sănătății în muncă.

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. Un prim rezultat al analizei și sintezei bibliografice a fost elaborarea unei taxonomii cu principalele obstacole ce apar în implementarea lean.

Se dezbate aspecte ale managementului resursei umane în fabricația lean (bunăstarea sau starea de bine operatorilor la locul de muncă) și aspecte semnificative privind implicațiile sau conexiunile ergonomiei cu sistemele de fabricație lean, în dorința de a îmbunătăți continuu sistemul și performanțele acestuia. Cercetările au condus la inventarierea unor practici socio-tehnice și ergonomice frecvent utilizate la nivel managerial în cazul adoptării/implementării fabricației lean. Constatând absența unei definiții a *dimensiunii umane* în context lean, s-a propus o formulare ce are la bază suma următoarelor elemente: caracteristicile individuale și

colective ale angajaților; interacțiunile angajaților cu factorii organizaționali; comportamentul angajaților, care poate influența pozitiv sau negativ etapele procesului de adoptare/implementare lean. Definiția a servit și elaborării unui cadru al dimensiunii umane în context lean.

În ceea ce privește modul de integrare al principiilor lean cu cele ale ergonomiei, sinteza bibliografică realizată a demonstrat că intervenția ergonomică în sisteme de producție poate asigura îmbunătățirea substanțială a sănătății și securității lucrătorilor, a relațiilor interpersonale de colaborare, putând contribui la succesul cooperării tehnice, economice și financiare în cadrul organizațiilor, mai ales în cazul celor care implementează tehnologii noi. De asemenea, s-a evidențiat o îmbunătățire a condițiilor generale de muncă în sistemele de fabricație lean, ceea ce determină o diminuare a „rigidității” procesului de muncă, cu efecte pozitive asupra creșterii independenței în adaptarea lucrătorilor la cerințele fabricației lean, în consens cu limitele și abilitățile lor, demonstrându-se astfel că filosofii și modul de acțiune lean și ergonomică nu sunt în conflict.

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 este structurat în două părți: (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.

În prima parte, cercetările teoretice au condus la elaborarea:

1. Modelului cadru de integrare a abordărilor ergonomică și LSS. Acesta are la bază demersul de îmbunătățire continuă asociat ciclul DMAIC. Cadrul propus se asociază procedurilor, metodelor și mijloacelor LSS utilizate în fiecare fază a ciclului DMAIC, dar care au fost combinate cu un demers ergonomic menit 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;
2. Unei arhitecturi posibile a unui sistem suport decizional care să faciliteze activitatea de implementare a modelului cadru (fără dezvoltarea sa aplicativă).

În cea de a doua parte a capitolului se prezintă cercetările experimentale și rezultatele acestora, prin intermediul cărora s-a testat și validat parțial (doar etapele D, M și A – etapele I și C ar fi presupus investiții din partea companiei pentru implementarea îmbunătățirilor propuse și controlul sau monitorizarea evoluției parametrilor de performanță ale noului sistem optimizat). Studiul a fost realizat într-o întreprindere de dimensiuni mijlocii din domeniul automotive care este un angajator semnificativ pe piața locală din Regiunea de Vest a României. Subsistemul studiat, linia de fabricație a cablajelor, are în componența sa 300 de angajați care lucrează în trei schimburi și care își îndeplinesc sarcinile pe 76 de posturi de lucru diferite, aferente procesului de asamblare a produsului.

În cadrul cercetărilor preliminare, realizate în vederea monitorizării activității zilnice a utilajelor, frecvența defecțiunilor și calitatea produselor finale, a fost utilizat indicatorul de eficacitate generală a echipamentului (*Overall Equipment Effectiveness, OEE*). Cercetările au beneficiat de susținere cu date și informații din partea companiei, astfel încât indicatorul să poată fi calculat cât mai exact.

Ulterior au fost realizate o serie de observații *in situ* și discuții informale cu managerii și angajații cheie pentru compararea nivelului de implementare a filosofiei lean cu efectele

obținute prin eliminarea pierderilor, deoarece compania a înregistrat o performanță scăzută în ceea ce privește diminuarea și eliminarea pierderilor și realizarea unor îmbunătățiri continue reale. Studiul a vizat metodele 5S, SMED, TPM, Hoshin Kanri, Kaizen și Kanban, iar analiza comparativă (nivel de implementare vs. eliminarea pierderilor) 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, cauzate de constrângerile existente de timp, spațiu sau resurse, în organizarea proceselor.

În urma observațiilor și discuțiilor avute cu managerii secției s-a evidențiat faptul că 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, cercetarea experimentală a continuat prin conceperea unui demers care a utilizat diferite metode și mijloace (inclusiv standardele ISO 9241 și ISO 13407, care reglementează aspecte ale gradului de utilizare a unui sistem tehnic și introduc noțiunea de utilizabilitate ergonomică) prin intermediul cărora au avut loc intervenții în reorganizarea liniei de asamblare și realizarea unui punct de formare a personalului, chiar în cadrul secției de producție.

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, realizat cu sprijinul utilizatorilor locurilor de muncă, a angajaților unui sistem industrial din domeniul automotive. Astfel, a fost elaborat un chestionar inspirat de **Sistemul Scalei de Utilizabilitate** (*System Usability Scale, SUS*) descris de cercetări în domeniul ergonomiei produselor software (Brooke, 1996; Harvey ș.a., 2014; Lewis, 2018). Atributele pentru evaluarea-măsurarea utilizabilității au fost: E - Eficiența, inclusiv prin evitarea erorilor și a pierderilor; O - eficacitatea, inclusiv prin evitarea erorilor și a pierderilor; L - Învățarea; S - Satisfacția; M – Memorabilitatea.

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:

- Reorientarea în plan orizontal a panourilor de control și de testare (ajustarea înălțimii panourilor de asamblare);
- Organizarea ergonomică a locurilor de muncă pentru asamblări în poziție ortostatică, cu implementarea unor elemente de management vizual;
- Amenajarea unui spațiu destinat programelor de instruire.

După aceste implementări s-a aplicat operatorilor umani afectați (inclusiv managerilor) chestionarul pentru evaluarea utilizabilității intervențiilor ergonomice. Rezultatele cercetării au evidențiat că operatorii umani, utilizatorii, au apreciat conceptul de utilizabilitate și modul de operare pentru evaluarea/măsurarea sa, iar noile dezvoltări și implementări în domeniul îmbunătățirii continue trebuie să afecteze mai mult, și în sens pozitiv, atributele de Învățare, Satisfacție și Eficiență. Ca o remarcă generală, creșterea scorului total aferent utilizabilității ergonomice a fost obținut prin investiții minime.

În concluzie, demersul de cercetare este unul original, și integrează abordarea ergonomică în cadrul etapelor ciclului DMAIC, mai precis parțial, DMA.

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. Aspectele luate în considerare în cadrul demersului adoptat și implementat au fost succesiunea posturilor de lucru, costurile și consumul de energie precum și reducerea riscurilor ergonomic.

Cercetarea a fost abordată cercetării în *trei etape*:

(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 s-a prezentat scenariul de cercetare adoptat și agreeat de conducerea departamentului;

(II) 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. *Obiectiv principal al cercetării, în această etapă a fost evidențierea legăturii între motivația și satisfacția în muncă a operatorilor umani care activează într-un sistem de fabricație lean, considerat matur în cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara.* 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**). Obiectivul specific urmărit a fost 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. Aplicarea demersului de cercetare a condus la elaborarea unui model teoretic, conceptual, de caracterizare a comportamentului socio-profesional în context lean, în termenii motivației și satisfacției la locul de muncă. Modelul are în componență 11 categorii semantice inter-relaționate și caracterizează fenomenul social investigat (supra solicitarea operatorilor umani în sistemul de fabricație lean). Modelul are un grad înalt de generalitate și a permis dezvoltarea cercetării cantitative, mai precis a chestionarului utilizat în cadrul acesteia;
2. *O cercetare cantitativă de tip anchetă pe bază de chestionar,* la care au participat operatorii umani de pe linia de fabricație SSY din cadrul SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara (**februarie – iulie 2018**). Conceperea și aplicarea chestionarului a urmărit investigarea aspectelor legate de motivație, motivare și satisfacție în muncă:
 - A. importanța nevoilor și satisfacerea lor;
 - B. motivarea și satisfacția salarială;
 - C. condițiile și climatul de muncă;
 - D. proiectarea posturilor și managementul carierelor;
 - E. insatisfacția la locul de muncă.

Concluziile cercetării au contribuit la elaborarea de măsuri pentru îmbunătățirea activității operatorilor umani prin creșterea motivării, motivației și satisfacției lor la locul de muncă, și a căror implementare va necesita eforturi susținute din partea specialiștilor de managementul resurselor umane și al managerilor de la nivelul departamentului.

Concluziile cercetărilor realizate asupra satisfacției operatorilor umani din cadrul liniei de asamblare SSY au impus aprofundarea cercetărilor asupra sistemului tehnic, cu privire la modul de organizare a proceselor aferente liniei, dar în relație cu percepția operatorilor umani, pentru realizarea unor condiții de muncă mai bune.

(III) Realizarea unor cercetări teoretice și experimentale pentru optimizarea unei linii de fabricație cu procese manual-mecanice, prin elaborarea unui model matematic și validarea acestuia. Astfel, s-a conceput 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.

Cercetarea aplicativă a avut ca obiectiv analiza și reorganizarea procesului de asamblare manual-mecanic pentru linia de asamblare SSY a unor plăci cu circuite electronice destinate industriei de automotive, la SC FLEXTRONICS ROMANIA SRL Timișoara. Astfel, prim demersul de modelare matematică propus au fost determinate un set de soluții care oferă un optim al organizării liniei de fabricație, acestea fiind 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 optimă 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 musculo-scheletic ridicat, conform metodei OCRA considerate (ISO 11228-3/2007). În concluzie, cercetarea a confirmat utilitatea demersului și a modelului matematic propus pentru optimizarea liniilor de fabricație cu procese eterogene.

Totodată, cercetările teoretice și experimentale realizate au permis exploatarea și integrarea altor metode și mijloace ergonomice aferente fabricației, managementului lean, altele decât cele folosite și prezentate în cadrul cercetărilor din capitolul 3, ceea ce a făcut posibilă extinderea ariei de cunoaștere aferentă temei de cercetare abordate.

Capitolul 5, intitulat CONCLUZII. CONTRIBUȚII PERSONALE. PERSPECTIVE VIITOARE ALE CERCETĂRII, se prezintă bilanțul cercetărilor bibliografice, teoretice și experimentale, se evidențiază aportul original, personal al autoarei în domeniul integrării abordării ergonomice 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), 1 articol fiind ISI Journal; 4 lucrări indexate BDI (Springer, ECONPaper), 1 articol fiind în revistă; o lucrare într-un volum publicat în străinătate (neindexat) și 1 lucrare publicată la o conferință națională (neindexată). Acestea definesc activitatea publicistică a autoarei prezentei teze de doctorat, dar și modul de implicare în diferite grupuri de cercetare.

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 doctorandei și lista de lucrări științifice realizate și publicate pe perioada stagiului doctoral, sub apartenență UPT.

Bibliografie selectivă

1. Boatca, M. E., **Cirjaliu, B.** (2015). A proposed approach for an efficient ergonomics intervention in organizations. *Procedia economics and finance*, 23, 54-62.
2. **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).
3. **Cirjaliu, B.**, Draghici, A. (2016). Ergonomic issues in lean manufacturing. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 221, 105-110.
4. **Cirjaliu, B.**, Draghici, A., & Jitarei, 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.
5. **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.
6. **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.
7. Ivascu, V. L., **Cirjaliu, B.**, & Draghici, A. (2015). Operationalization Of The Professional Risks Assessment Activity. *ACTA Universitatis Cibiniensis*, 66(1), 73-78.
8. Ivascu, L., **Cirjaliu, B.**, & Draghici, A. (2016). Business model for the university-industry collaboration in open innovation. *Procedia Economics and Finance*, 39, 674-678.
9. Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. CRC Press
10. Porter, M. E. (2008). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Simon and Schuster
11. Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (1990). *Machine that changed the world*. Simon and Schuster;