



**Universitatea
Transilvania
din Braşov**

TEZĂ DE ABILITARE

REZUMAT

**Titlu: Cercetări privind modelarea și simularea Sistemelor Flexibile de
Producție în contextul Industry 4.0 și integrarea Lean Management**

Domeniul:

**Autor: Prof. dr. ing. Adriana Florescu
Universitatea Transilvania din Braşov**

BRAȘOV, 2022

Teza de abilitare reprezintă o sinteză a rezultatelor științifice și profesionale, obținute și publicate după finalizarea, în anul 2003, a tezei de doctorat cu titlul "*Cercetări privind dimensionarea și configurarea sistemelor flexibile de fabricație pentru prelucrarea arborilor circulari*" și obținerea titlului de doctor inginer în domeniul Inginerie industrială, în cadrul Universității Transilvania din Brașov (conducător științific: Prof. dr. ing. Boncoi Gheorghe).

Teza de abilitare „*Cercetări privind modelarea și simularea sistemelor flexibile de producție în contextul Industry 4.0 și integrarea Lean Management*” prezintă, în principal, realizările care atestă capacitățile și performanțele în activitatea didactică și de cercetare științifică în domeniul *Inginerie și management*.

Activitatea de cercetare științifică desfășurată în întreaga perioadă, în mediul academic, este orientată pe două direcții majore de cercetare:

- Cercetări teoretice și aplicative privind proiectarea, optimizarea și conducerea sistemelor flexibile de producție. Cercetările derulate atât în cadrul proiectelor de cercetare științifică, cât și prin elaborarea și publicarea de articole științifice au avut un caracter complex, interdisciplinar și sunt în concordanță cu tendințele actuale de dezvoltare în domeniu, sistemul flexibil de producție fiind un element central al Industriei 4.0. Au fost dezvoltate pe baze științifice modele matematice de dimensionare, configurare și simulare a acestor sisteme complexe, modele care fac posibilă cunoașterea comportării și performanțelor tehnico-economice cât mai bine, încă dinaintea realizării lor fizice. Cercetările aplicative s-au derulat prin simulările pe modele grafo-analitice și sistemul experimental realizat, fiind extinse prin aplicarea conceptului Digital Twin – simulare de vârf în Industry 4.0. Cercetările s-au derulat și pe direcția optimizării proceselor de fabricație, prin colaborarea în cadrul unor echipe de cercetare.
- Cercetări privind managementul sistemelor de producție și integrarea Lean management în Industria 4.0. Cercetările efectuate pe direcția implementării instrumentelor și tehnicilor Lean în managementul operațional al producției, implică cunoașterea și utilizarea acestora în aplicații specifice. Au fost abordate cercetări aplicative, care se înscriu în tendința actuală de dezvoltare a sistemelor de producție și de management, cu schimbări profunde asupra fabricilor, atât în tehnologie cât și în mediul socio-economic și în modelele de afaceri, digitalizarea și conectivitatea fiind elementele-cheie ale Industriei 4.0, alături de dezvoltarea lanțului creator de valoare, promovat prin managementul Lean. Abordarea a avut la bază și promovarea

conceptului de dezvoltare sustenabilă în management, prin publicații științifice în domeniu. Tot pe această direcție, cercetările au fost extinse și în domenii conexe, spre o nouă abordare de management strategic la nivelul Organizațiilor de Managementul Destinațiilor prin implementarea tehnicilor Lean de îmbunătățire a proceselor organizației, rezultatele fiind diseminate împreună cu echipa de cercetare prin publicarea în reviste de specialitate.

Teza de abilitare este structurată în 3 secțiuni. În prima secțiune (B1) sunt evidențiate realizările științifice și profesionale, prezentând principalele rezultate științifice originale obținute de autoarea tezei de abilitare după obținerea titlului de doctor inginer. A doua secțiune (B2) este dedicată prezentării planurilor de evoluție și dezvoltare în carieră (activitate didactică, activitate științifică și profesională). În secțiunea a treia (B3) sunt prezentate referințele bibliografice asociate prezentei teze de abilitare.

Secțiunea **B1.1 Realizări științifice** este structurată în 4 capitole, după cum urmează:

În *Capitolul 1 – Concepte noi privind sistemele avansate de producție* sunt prezentate conceptele de bază ale sistemelor de producție, evoluția acestora, necesitatea și oportunitatea dezvoltării structurilor flexibile, a sistemelor inteligente de fabricație, în scopul implementării sistemelor cyber-fizice în procesele de producție și interconectarea acestora – elemente proprii Industriei 4.0. Este prezentat sintetic și un model conceptual rezultat în urma cercetării, modelul de sistem flexibil de fabricație – sistem asincron, care constituie o bază în dezvoltarea ulterioară prin modelare și simulare.

Capitolul 2 – Cercetări privind modelarea, simularea și conducerea sistemelor flexibile de fabricație prezintă rezultatele cercetării privind dimensionarea, configurarea și simularea sistemelor flexibile de fabricație, cu accent pe caracterul aplicativ al cercetării:

- Proiectarea și construcția unui sistem experimental pentru simularea procesului secvențial în fabricația pieselor cilindrice, realizat fizic în laborator;
- Dezvoltarea unui pachet software original cu două aplicații de conducere și monitorizare a sistemului: a. Controlul și configurarea fluxului tehnologic în timp real, având la bază modelarea evenimentelor concurente și asincrone din sistemul flexibil de fabricație, utilizând tehnicile Grafset; b. Monitorizarea, controlul și intervenția prelucrării. Aplicațiile au fost dezvoltate utilizând licența Cx Supervisor Developer – pachetul OMRON.
- Modelarea și simularea dinamică a sistemului flexibil de fabricație prin utilizarea tehnicilor de simulare și software-ului de ultimă generație (Plant Simulation –

Tecnomatix/Siemens), specific Industriei 4.0. A fost efectuată analiza structurală, în baza căreia a fost dezvoltat modelul matematic matriceal al cuplării sistemelor pe un studiu de caz – celulă flexibilă robotizată. Astfel, s-au putut stabili interacțiunile dintre subsistemele componente de prelucrare și echipamente logistice, ale căror influențe sunt determinante asupra funcționării eficiente a întregului sistem. Au fost dezvoltate noi modele de simulare, iar rezultatele obținute au permis evaluarea performanțelor sistemului și identificarea blocajelor în procesele de producție, cunoscute fiind efectele negative ale acestora pe liniile reale de producție.

Capitolul 3 – Cercetări privind integrarea sistemelor flexibile de producție în Industry 4.0 prezintă cercetările științifice, în special, aplicative de realizare a copiei digitale a sistemului experimental utilizând software-ul Process Simulate – Tecnomatix de la Siemens. Cercetarea a fost desfășurată în cadrul contractului de cercetare științifică, în derulare, urmând ca rezultatele originale obținute să fie diseminate prin publicații în articole științifice cu factor de impact și extinse prin colaborarea cu terți. Prin studiul teoretic realizat asupra conceptului Digital Twin (DT) s-au pus bazele aplicației dezvoltate. Scopul a fost de creare a mediului de punere în funcțiune virtuală a sistemului SFF experimental, prin aplicarea unui alt concept Virtual Commissioning (VC) integrat perfect în actuala Industrie 4.0. Au fost descrise detaliat toate etapele și resursele de creare a copiei digitale. Ca rezultat al simulării au putut fi testate mai multe scenarii complexe de punere în funcțiune (cu roboți colaborativi, interfețe HMI – Human Machine Interaction și sisteme AGV - Autoamated Guided System). Un beneficiu important constă în reducerea timpului efectiv (fizic) de punere în funcțiune și rezolvarea erorilor înainte de conectarea la echipamentul real, cu investiții minime și implicații favorabile asupra creșterii competitivității. Implementarea tehnologiei noi (VC) a permis testarea comportamentului sistemului, o flexibilitate ridicată și precizie mai mare pentru modelul creat prin simulare, având o reprezentare a procesului real și permițând luarea rapidă a unei decizii optime. În același timp, modelul poate fi extins într-o fabrică reală care dorește să-și adapteze procesele prin digitalizare. Prin simulare s-au evaluat și parametrii operaționali ai sistemului.

Capitolul 4 – Cercetări privind implemtarea instrumentelor Lean în managementul producției și integrarea în Industry 4.0 este structurat pe cinci subcapitole în care sunt prezentate principalele rezultate ale cercetării, diseminate prin articole științifice și prezentate la conferințe internaționale de prestigiu sau obținute în cadrul proiectelor de cercetare științifică:

- Conceptul, tehnicile și instrumentele Lean Management care stau la baza dezvoltării oricăror aplicații în domeniul ingineriei și managementului.
- Aplicarea tehnicilor Lean în managementul producției prin dezvoltarea unui proiect de îmbunătățire, rezultatele fiind implementate în cadrul unei firme, prin contractul de cercetare științifică coordonat în prezent.
- O nouă abordare conceptuală privind interdependența între Lean Management în Industry 4.0 prin elaborarea unui model de corelare a soluțiilor I4.0 cu principiile Lean. Acesta a avut la bază studiul de cercetare amanunțit asupra literaturii de specialitate în cele două domenii, rezultând o sinteză a elementelor de „sinergie”.
- Integrarea conceptului Lean management în fabricația sustenabilă oferă o metodologie de implementare a modelului integrat Lean & Green Manufacturing, în baza analizei celor două concepte.
- Extinderea conceptului Lean, printr-o nouă abordare de management strategic la nivelul Organizației de Managementul Destinațiilor (OMD) în industria turismului, rezultatele fiind publicate în două articole științifice elaborate în calitate de coautor și autor de corespondență și diseminate în cadrul unei conferințe internaționale de către membrii echipei de cercetare. Ca noutate, a fost propus un model conceptual de analiză a proceselor OMD prin analiza SIPOC (instrument Lean Six Sigma) aplicată pe un studiu de caz. În baza studiului și analizei structurii OMD a fost elaborată metodologia de implementare Lean la nivel OMD. Această direcție de cercetare se va dezvolta în viitor prin colaborarea în cadrul unor echipe interdisciplinare.

Secțiunea **B1.2 Realizări profesionale** prezintă succint studiile și experiența profesională a autoarei tezei de abilitare, activitatea didactică și activitatea de cercetare științifică.

Secțiunea **B2. Planuri de evoluție și dezvoltare ale carierei** prezintă direcțiile de dezvoltare în activitatea didactică și activitatea de cercetare științifică și profesională.

Secțiunea **B3. Bibliografie** conține lista surselor bibliografice utilizate în elaborarea prezentei teze de abilitare.

La baza elaborării tezei de abilitare au stat rezultatele științifice publicate în 12 articole științifice în calitate de autor principal (două în calitate de coautor) și obținute în cadrul a două proiecte de cercetare științifică în calitate de director de proiect, după obținerea titlului de doctor inginer.