



Universitatea
Transilvania
din Braşov

TEZĂ DE ABILITARE

REZUMAT

FABRICAȚIA LEAN - MODELAREA ȘI SIMULAREA FLUXURILOR
MATERIALE ȘI INFORMAȚIONALE

Domeniul: Inginerie industrială

Autor: Conferențiar dr.ing. Aurica Luminița Pârv

Universitatea: Transilvania din Braşov

BRAȘOV, 2019

Teza de abilitare *Fabricația LEAN - modelarea și simularea fluxurilor materiale și informaționale*, reprezintă sinteza activității științifice, profesionale și academice a autoarei, în domeniul Ingineriei industriale, ulterioare susținerii tezei de doctorat intitulată *Managementul datelor în ingineria simultană*. Teza de doctorat, realizată sub coordonarea prof.dr.ing. Nouraș Barbu Lupulescu a fost susținută în 2008, la Universitatea Transilvania din Brașov.

Prima secțiune a lucrării, *Realizări științifice și profesionale*, include principalele rezultate ale activității de cercetare științifică desfășurate de autoare.

Fiecare capitol debutează cu o prezentare a stadiului actual al cercetărilor în domeniu, fiind valorificate cu precădere informații din lucrări publicate în jurnale de referință, în 2019. În continuare sunt prezentate rezultate ale cercetărilor autoarei, publicate în jurnale, prezentate la conferințe de specialitate sau propuse organizațiilor din mediul economic. Demersul continuă cu prezentarea unor posibile direcții de cercetare viitoare.

Contextul cercetării este reprezentat de faptul că mediul concurențial actual impune companiilor să fie din ce în ce mai performante. Pentru creșterea eficienței fabricației s-au dezvoltat două abordări, aparent independente : strategiile Lean, prin focus pe identificarea și minimizarea activităților fără valoare adăugată, precum și prin identificarea pierderilor din sistem și eliminarea acestora, și instrumentele informatice, pentru planificarea și controlul activităților. Paradigma Lean 4.0 impune valorificarea beneficiilor ambelor abordări.

Capitolul 1, intitulat *Lean manufacturing* conține descrierea conceptului, a principiilor și a instrumentelor specifice, în abordare clasică. Primul subcapitol debutează cu definirea conceptului Lean manufacturing și individualizarea acestuia în raport cu Lean management și Lean production.

Industry 4.0 definește revoluția digitală a producției industriale, prin rețele extinse și computerizarea tuturor zonelor de producție. Echipamentele, materialele, mașinile și produsele pot detecta starea proceselor și a parametrilor de mediu cu ajutorul senzorilor, prin interconectare și, implicit, îmbunătățirea proceselor de producție. În acest context, următorul subcapitol conține descrierea Lean 4.0. Analizând dezvoltarea lean în contextul Industry 4.0, se poate concluziona că:

- tehnologiile Industry 4.0 pot sprijini și dezvolta în continuare bune practici în fabricație. Una dintre acestea este reprezentată de fabricația lean;
- sistemele de fabricație lean facilitează implementarea Industry 4.0;
- modificările impuse sistemului de producție prin integrarea Industriei 4.0 și producției lean influențează performanța organizației.

Lean manufacturing are la bază cinci principii. Primul principiu îl reprezintă *definirea valorii*, din perspectiva clientului. Odată ce valoarea a fost definită, se trece la *cartografierea proceselor*, prin *identificarea fluxurilor valorii*. După ce pierderile au fost identificate și eliminate din proces, pasul următor presupune *asigurarea unei fluidități a procesului*, fără gătuiri, cu curgeri line, fără întreruperi, către client. *Îmbunătățirea continuă* reprezintă cel de al cincilea principiu Lean.

Parcurgând pașii descriși mai sus, dacă implementarea este făcută corect, prin lean se pot obține rezultate remarcabile în ceea ce privește eficiența, reducerea cycle time, productivitatea, costurile materiale, reducerea rebuturilor, rezultând costuri generale mai scăzute și o competitivitate ridicată.

Capitolul 2 este intitulat Modelarea și simularea fluxurilor informaționale și materiale. Metodologiile descrise în cadrul acestui capitol sunt Value Stream Mapping (VSM) și Material Flow Cost Accounting (MFCA).

Primul subcapitol prezintă descriere, modelarea, simularea și evaluarea proceselor cartografiate cu Value Stream Mapping. VSM este un instrument de îmbunătățire a performanțelor unei organizații care constă în cartografierea întregului proces de fabricație, prin reprezentarea fluxurilor de informații și de materiale.

VSM definește fluxul valorii ca pe o colecție a tuturor activităților, atât a celor cu valoare adăugată cât și a celor fără valoare adăugată, care sunt necesare pentru a realiza un produs sau o familie de produse care utilizează aceleași resurse, de la materiile prime până la consumatorul final.

După prezentarea conceptului și a etapelor de cartografiere clasică a procesului, autoarea introduce un model în șase pași. Acest model permite cuantificarea reacției procesului în dinamică. Agent-based model (ABM) este ales pentru reprezentarea entităților din proces. Ca soluții software sunt descrise mediile Tecnomatix Plant Simulation și Anylogic.

Aplicarea instrumentului D-VSM este prezentată prin două studii de caz, unul din domeniul ingineriei automotivă, celălalt din domeniul industriei producătoare de componente electronice. Prima aplicație descrie situația pentru care este necesară mărirea capacității de producție pentru a răspunde la creșterea cererii clientului, pentru creșterea productivității unei linii de producție. Sistemul este caracterizat prin număr de operatori, cycle time și productivitate. Simularea procesului de producție bazat pe agent va genera un plan de acțiune ce va fi propus de responsabilii de sistem.

Analizând aplicațiile prezentate, se poate afirma ca integrarea simulării în design-ul și analiza fluxului valorii pe lanțul de producție permite valorificarea informațiilor oferite de VSM privind:

- posibilitatea alegerii opțiunii celei mai favorabile din mai multe scenarii posibile, fără consum suplimentar de resurse;

- vizualizarea reacției sistemului în timp (este posibilă expandarea sau comprimarea temporală, astfel încât observatorul să poată surprinde detaliile reacției sistemului);
- modelul simulat poate fi un instrument în sine, care poate fi utilizat fără consumul altor resurse, ci doar prin conectarea la alt set de date;
- analiza detaliată a reacției sistemului, ceea ce duce la o înțelegere completă a acestuia;
- identificarea restricțiilor din sistem, a verigilor slabe din lanțul valorii.

Rezultatul optimizării este măsurat utilizând KPI specifici.

Al doilea subcapitol este intitulat Material Flow Cost Accounting (MFCA). Acest instrument este reglementat de ISO 14051, care definește cele trei obiective ale MFCA:

- creșterea transparenței fluxului de materiale și al energiei utilizate, a costurilor asociate și a aspectelor de mediu;
- suport decizional pentru organizație pentru zone ca ingineria proceselor, planificarea producției, controlul calității și supply chain management;
- îmbunătățirea coordonării și a comunicării privind fluxurile de material și energie în cadrul organizației.

Primul subcapitol descrie conceptul MFCA. Ca metode de determinare a costurilor, sunt descrise Activity Based Costing (ABC) și modelul cost-material-energie-mediu.

Metodologia ABC este prezentată atât la nivel descriptiv, cât și dezvoltată matematic. Prezentarea este urmată de o simulare în același cadru ca și VSM, respectiv Agent-Based model și Anylogic. Aplicația informatică Anylogic furnizează tabele Excel atât cu parametrii de intrare, cât și cu parametrii de ieșire. De asemenea, modulul Anylogic creat permite reprezentări grafice ale parametrilor de proces.

A doua abordare a costurilor din perspectiva MFCA este calculul costurilor plecând de la analiza atributului de sustenabilitate a procesului de fabricație. Autoarea propune, în acest cadru, optimizarea multiobiectiv, respectiv definirea funcțiilor obiectiv pentru minimizarea consumului de materiale, minimizarea energiei consumate și pentru minimizarea emisiilor de dioxid de carbon.

Având în vedere domeniile de interes pentru autoare, aspectele prezentate în teza de abilitare generează noi direcții de cercetare.

Astfel, în contextul lean, din perspectivă Lean 4.0, se pot defini teme ca:

- modelare și simularea comparativă a entităților VSM, utilizând DE, SD, ABM;
- integrarea VSM și MFCA în contextul Lean;
- evaluarea instrumentelor Lean.

Cea de-a doua secțiune a Tezei de abilitare, intitulată *Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei*, conține prezentarea succintă a evoluției profesionale a autoarei, de la absolvirea facultății până în prezent. În

continuare sunt prezentate direcțiile preconizate de evoluție a activităților profesionale prin continuarea cercetării științifice și îmbunătățirea activității didactice, precum și diseminarea rezultatelor cercetărilor desfășurate de autor, atât în cadru național, cât și internațional.

Teza de abilitare se încheie cu lista referințelor bibliografice consultate pentru realizarea prezentei teze.