

Rezumat

Lumea din ziua de azi este dominată de inovație și progres. Auzim mereu, urmare a cercetărilor tot mai ample la nivel mondial, ca singură constantă este schimbarea. Ciclul de viață al produselor tinde să se micșoreze, marii producători încercând să stimuleze cererea produselor sau serviciilor oferite.

De asemenea, producția de bunuri materiale și spirituale a constituit, în decursul timpului, una din cele mai importante și constante preocupări ale oamenilor. Astfel, aceasta a devenit o activitate permanentă, din ce în ce mai organizată, care a permis satisfacerea nevoilor crescânde ale umanității.

Domeniul producției, este o temă mereu actuală. Cu cât crește nivelul de trai al popoarelor, cu atât cresc și pretențiile consumatorilor față de produsele pe care le consuma. A produce tinde a deveni o activitate destul de rar întâlnită în tot mai multe țări. Producția globală și granițele tarii în care se produce bunul nu mai contează, având în vedere ca acesta se poate comercializa în orice colț al pământului. Producătorii caută avantaje competitive pe toate continentele pentru a-și fixa punctele de producție. Țările fruntașe în ceea ce privește producția sunt, în general cele asiatice, care oferă avantajul forței de muncă ieftină, care atrage orice investitor.

Pe lângă forța de muncă, sunt și alți factori care trebuie analizați înainte de a deschide un punct de producție într-o locație. Stabilitatea din punct de vedere fiscal și politic ar putea constitui un alt criteriu care determină alegerea unei țări care să găzduiască sistemele de producție.

Cea mai importantă componentă a oricărui sistem de producție este latura decizională, compusă din manageri, care stabilesc strategiile și îmbină arta de a conduce cu intuiția personală. Este greu a se anticipa cerințele pieței, chiar dacă deciziile de producție se fac pe baza studiilor complexe de marketing. Un bun manager știe să se orienteze în adoptarea deciziei optime ce generează profit și asigură sustenabilitatea organizației. Adaptabilitatea firmei la piață trebuie să fie asigurată de managementul de top, entitatea responsabilă cu echilibrul de ansamblu dintre cerere și ofertă. Companiile au înțeles că adaptabilitatea se obține prin flexibilitate și au reușit să își dezvolte un sistem care să genereze profit, chiar dacă producția nu este de serie. Adică, producția trebuie programată astfel încât efortul de schimbare, la mesajul din mediu și flexibilizarea utilajelor la sarcina de lucru să fie minime, iar în final, să rezulte produse cu caracteristici diferite.

În condițiile actuale, când se produce globalizarea piețelor, concurența a devenit multidimensională. Cererea de mărfuri a impus industriei să posede capacitatea de a fabrica produse diversificate, de calitate, în scurt timp și la prețuri competitive. În plus, industriașii trebuie să obțină beneficii, pentru a continua investițiile, condiție sine qua non pentru dezvoltare.

Crizele financiare domolesc puțin ritmul de dezvoltare, dar pot să îi întărească pe cei puternici, care știu să se adapteze în cel mai scurt timp contextului dat. Tot starea de criza duce la optimizarea forțată a celor care vor să supraviețuiască. Marile corporații își restructurează personalul și activitățile, încercând să atingă maximul de performanță. Nevoia de a supraviețui, conform proverbului „ce nu te omoară te întărește”, poate duce la noi descoperiri și poate să întărească jucătorii de pe piața mondială, alții mai neadaptabili dispărând. Pericolul apariției monopolurilor în tot mai multe branșe este mai realist ca niciodată.

Un răspuns prompt la aceste provocări îl oferă sistemele flexibile de fabricație, cu principala lor caracteristică, flexibilitatea.

Sistemul flexibil de fabricație deși prea puțin cunoscut la nivel mondial nu este un concept foarte nou. Costul ridicat necesar implementării unui astfel de sistem este principalul impediment în achiziționarea și exploatarea sa. Ca și o consecință a necunoașterii, potențialul acestor sisteme încă nu este bine exploatat. Sistemele de fabricație se deosebesc de sisteme productive obișnuite prin proprietatea de „flexibilitate” care, practic, schimbă întreaga sa funcționalitate fiind capabilă a produce o familie de produse, cu caracteristici asemănătoare, dar diferite între ele. Un sistem flexibil de fabricație se implementează în general cu scopul de a reduce timpii de producție și de a genera o diversitate de produse cât mai mare dintr-o gamă tipologică bine definită. Diversitatea în producție este reacția la nevoile pieței, care tinde a cere produse personalizate, chiar unicate, care să mulțumească în mod exclusiv un client. Putem aprecia, deci, flexibilitatea ca fiind un factor cheie al organizațiilor ce se ocupă cu producția de bunuri. Producția de serie bine organizată este profitabilă, dar tinde a fi „uzată moral” în zilele de astăzi, tocmai pentru faptul că poate satisface o mică parte a cererilor, creând multe produse identice într-o lume care dorește diversificare și personalizare.

Principiile consacrate ale economiei definesc economia de scară ca fiind realizată de o producție care este susținută cu cele mai mici costuri de producție. Aplicând flexibilitatea în producție, nu se întâlnește acest mecanism. Studiile de piață ale departamentelor de marketing din cadrul marilor corporații dovedesc dorința consumatorului de a deține produse personalizate, adaptate perfect pentru nevoia sa. Rezistă cei care reușesc să realizeze produse cât mai complexe și mai personalizate, la costurile cele mai scăzute.

Crearea flexibilității fabricației este o investiție pe termen lung, iar indicatorii care să constate profitabilitatea îi vom constata doar pe termen mediu sau lung. Dacă se abordează în acest mod problema, SFF-urile se dovedesc utile și profitabile.

Așadar, fabricația flexibilă se pliază mai bine pe profilul actual al cererii de produse de pe piață. Cu alte cuvinte, modelează mai bine fluctuațiile pieței. În cadrul acestui aspect, argumentația se bifurcă pe două planuri. Este vorba, pe de o parte, că în prezent, piața nu mai aparține producătorului ci piața este a consumatorului, clienții fiind aceia care dictează tipul, calitatea, cantitățile, termenele și, implicit, prețurile produselor. Pe de altă parte, într-o lume care se integrează și se unifică, în mod paradoxal, indivizii vor să-și afirme și să-și promoveze identitatea și, ca atare, se diversifică și se personalizează cererea de produse. Fabricația flexibilă este capabilă de răspunsuri semnificative în ambele direcții.

Actualitatea acestui subiect consta în:

- Capacitatea producătorului de a se adapta mereu schimbărilor frecvente care apar pe piață. Odată cu apariția unei noi cereri, sistemul este pregătit să se adapteze și să își creeze un avantaj competitiv.
- Economisesc resurse, cum este cea umană, care e înlocuită parțial sau chiar total de către roboții industriali. Nu mai contează așadar acest cost când se operează cu un astfel de sistem.
- Prin economia de energie sau alte resurse, aceste sisteme devin sensibile la protecția naturii și a mediului înconjurător.

Dezavantajul însă, care tinde a îndepărta investitorii de aceste sisteme este cuantumul ridicat al costurilor de investiție necesar la implementare, precum și identificarea celei mai bune metode de programare, în funcție de necesitățile producătorului.

Costurile de investiție sunt justificate, deoarece a dobândi proprietatea de flexibilitate, presupune utilizarea întreprinderii cu mașini unelte performante: roboți industriali, centre de comandă numerică, benzi transportoare automate și sisteme de calcul de înaltă performanță.

După efectuarea investiției, s-ar aștepta, în mod normal, un rezultat radical schimbat în ceea ce privește profitabilitatea companiei care l-a implementat. Acest lucru nu este însă întotdeauna o certitudine, deoarece trebuie investit și în zona de programare a acestora. Un

sistem performant, dar programat inadecvat, poate să genereze costuri mai ridicate decât cele ale unui sistem rigid.

Fabricația flexibilă reprezintă, așadar, actualmente, un câmp de cercetare dinamic din care se degajă continuu noi soluții practice și teoretice, și, în pofida dificultăților pe care le antrenează, suscită interesul cercetătorilor și absoarbe un mare efort de cercetare. Nu este surprinzătoare, în acest context, afluența cercetărilor care se intersectează, venind dinspre mai multe domenii ale cunoașterii, în această arie de mare interes științific. Sistemele flexibile de fabricație (SFF) reprezintă, prin însăși definiția și geneza lor, puncte de confluență între mai multe discipline. Cu toate acestea, în mod paradoxal, în literatura de specialitate se vehiculează frecvent afirmația că până în prezent nu există încă o metodă formală, unanim acceptată, pentru constituirea unui SFF.

De asemenea, este notabilă mențiunea că rezultatele obținute în sistemele flexibile de fabricație nu se situează în întregime pe terenul ferm al certitudinilor, o parte fiind omologate de practică, dar o altă parte așteptând încă consacrarea.

Este, deci, un teren cu un mare potențial de noutate, în contextul în care, până în prezent, pare unica cale prin care fabricația poate răspunde propovcărilor viitorului. Nu există numitori comuni semnificativi nu numai pentru definirea SFF, dar nici pentru proiectarea lor, programarea funcționării lor, alegerea nomenclatorului de produse care se vor realiza în sistem și multe alte aspecte. Acest spațiu de cercetare, rarefiat în elemente de consens, reprezintă, în mod firesc, o incitantă arie de cercetare pentru cercetătorii domeniului.

Pe de altă parte, sistemele flexibile de fabricație sunt obiective de mari dimensiuni care absorb un efort investițional consistent. În acest context, orice raționalizare, orice limitare de entropie pentru fazele nașterii și vieții unui SFF poate genera efecte economice considerabile. Acest fapt este un puternic impuls pentru cercetare.

Un sistem flexibil de fabricație generează, pentru un consumator, multiple beneficii. Printre acestea merită să fie amintite următoarele::

- Produse diversificate, după placul fiecărui client;
- Calitate ridicată a produselor;
- Costuri scăzute în anumite cazuri, datorită optimizării funcționării SFF-urilor;
- Răspuns rapid la cerere.

Cunoscând faptul că a investi într-un sistem flexibil este un efort pentru majoritatea agenților economici, încă din stadiul de proiectare a sistemului trebuie cunoscute cerințele la care acesta va fi supus. Pe baza calculului, se poate dimensiona sistemul și ajusta componentele lui astfel încât să facă față volumului cererii și tipurilor de produse. O flexibilitate foarte mare duce la costuri de tranziție ridicate și neutilizare la capacitatea maxima a mașinilor.

După constituirea sistemului, este foarte importantă gestionarea lui astfel încât să existe cât mai puțini timpi ineficienți și produsele să fie cât mai înalt calitative și mai diversificate. Un sistem flexibil de fabricație profitabil pe termen lung trebuie să urmeze o programare riguroasă a sarcinii de producție. În funcție de complexitatea produselor ce se fabrică în sistem, crește efortul de gestionare a producției flexibile. O fabricație flexibilă înseamnă, practic, a produce mereu produsul care e cerut pe piață, iar performanta programării acestor sisteme se bazează pe aducerea la un numitor comun a caracteristicilor produselor cerute. Obținerea unui echilibru între cerere și capacitatea de producție este o provocare pentru multe companii. Momentul ideal este acela în care se atinge un punctul în care piața e satisfăcută, iar sistemul funcționează în cadrul unor parametri economici acceptabili.

În cadrul implementării și funcționării sistemelor flexibile de fabricație apar diferite costuri, în funcție de care se definește întreaga producție. O producție performantă este cea cu costuri scăzute în parametrii calitativi cât mai ridicați.

În etapa de funcționare a sistemelor flexibile, cele mai semnificative costuri, conform literaturii de specialitate, sunt „costuri de tranziție”¹ și reprezintă „consumul” definitiv al acestui sistem. Pe lângă costurile obișnuite pentru orice sistem de producție (energie, forța de muncă, materiale etc.), costurile de tranziție reprezintă timpul în care sistemul face efortul de a se adapta fabricației noii sarcini de lucru. Este vorba despre timpul necesar schimbării sculelor, preluării datelor din calculator, verificării sculelor noi, rezolvării unor erori etc.

Pornind de la aceste costuri, lucrările de specialitate abordează întreaga raționalitate a SFF-ului prin prisma reducerii lor. Timpii de prelucrare în întreprinderea modernă sunt mult reduși față de acum 40 de ani, iar performanța unui sistem începe să depindă de alți factori decât de dotarea tehnologică a întreprinderii. Doar 8% din totalul timpului în care se prelucrează o piesă este timpul efectiv de operare, în care scula prelucrează materialul. Restul de 92% reprezintă timpii logistici și de organizare, în care sunt transportate piesele sau materialele, sunt pregătite mașinile, ajustate sculele, sau alte activități de pregătire sau de completare a producției. Astfel se constată necesitatea scurtării timpilor auxiliari, pentru a ridica performanța generală a unei întreprinderi.

În sfârșit, dar nu la urmă, fabricația flexibilă reprezintă un domeniu fascinant de cercetare, care nu numai că evidențiază repere semnificative până la linia orizontului, dar etalează și o multitudine de aspecte compatibile cu mai multe domenii ale cunoașterii. Astfel, tema flexibilității se găsește în sincronism cu dezvoltarea tehnicii de calcul, automatizării, ciberneticii, roboticii, logisticii, modelărilor matematice și altele. S-ar putea afirma, în acest context, că este o temă "universală" spre care pot converge cunoștințe, competențe și abilități foarte diferite.

Cercetările efectuate de către autor atât în cadrul tezei de doctorat cât și ulterior, încearcă să optimizeze unele din etapele de implementare și exploatare a acestor sisteme, și să aducă un plus de noutate și de utilitate teoriilor deja prezentate în lucrările de specialitate. Performanța se obține prin alegerea corectă a sarcinii de muncă astfel încât costurile să fie cât mai scăzute, cât mai apropiate de producția de serie; acest fapt se poate realiza prin minimizarea costurilor de tranziție.

Motivația cercetării în domeniul proiectării SFF a pornit de la argumentarea mai sus exprimată și a avut la bază următoarele idei:

- Cercetarea funcționalității unor sisteme de ultimă generație, cum sunt cele flexibile, este un impuls care crește entuziasmul oricărui cercetător;
- După realizarea unei investiții de proporții, în flexibilizarea producției, a obține parametrii neperformanții pare un paradox care ar trebui eliminat prin elaborarea a noi metode de gestionare a sistemelor;
- Programarea sistemelor flexibile de fabricație este elementul care dă coerență funcționării acestora;
- Metodele actuale de programare sunt clasice, și nu îmbină soluții oferite de metode matematice superioare, cum ar fi teoria jocurilor matematice.

Metodele actuale de programare sunt clasice, și nu îmbină soluții oferite de metode matematice superioare, cum ar fi teoria jocurilor matematice

Oportunitatea acestei lucrări este dată și de o situație surprinzătoare existentă în literatura de specialitate, și anume că deși sistemele flexibile de producție reprezintă un vârf al complexității tehnologice, el nu dispune de un aparat matematic unanim acceptat, care să pună

¹ Abrudan, I., Sisteme flexibile de fabricație. Concepte de proiectare și management, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1996.

pe baze științifice constituirea lor și urmărirea modului lor de funcționare, această problemă fiind un obiect de preocupare pentru mulți cercetători din domeniu.

Teza de abilitare sintetizează activitatea de cercetare și rezultatele obținute de candidat după obținerea titlului de doctor al Universității Tehnice din Cluj-Napoca, confirmat prin diploma de doctor nr. 182 din 27 iunie 2005. **Teza de abilitare prezintă, succint, principalele rezultate obținute de către autor în urma continuării cercetărilor întreprinse în cadrul tezei de doctorat în domeniul modelării funcționării sistemelor flexibile de fabricație.**

Teza de abilitare a fost structurată pe 5 capitole. Primul capitol prezintă actualitatea dezvoltării sistemelor flexibile de fabricație (SFF) în contextul flexibilității, etapele proiectării SFF și modalitățile de funcționare ale SFF. Capitolul al doilea abordează problematica teoriei matematice a jocurilor la modul general (evidențind aplicațiile sale, din cele mai vechi timpuri, până în prezent, tipurile de jocuri și aplicabilitatea acestora) și în particular printr-o aplicație în domeniul managerial. Capitolul al treilea este capitolul de consistență al tezei și prezintă cele mai semnificative rezultate obținute de către autor în domeniul modelării și simulării funcționării sistemelor flexibile de fabricație cu ajutorul teoriei matematice a jocurilor. Astfel, sunt prezentate rezultate obținute prin utilizarea teoriei jocurilor în analiza sarcinii de producție dintr-un SFF și în programarea SFF. Capitolul patru prezintă, în cadrul unei aplicații, o posibilă direcție viitoare de cercetare și anume configurarea SFF cu ajutorul analizei valorii. În fine, ultimul capitol, al cincilea, prezintă rezultatele activității de cercetare și competențele de cercetare ale candidatului precum și direcții de cercetare viitoare și de dezvoltare profesională a candidatului. Toate contribuțiile originale sunt prezentate în contextul stadiului actual al cercetării științifice din domeniul proiectării și managementului sistemelor flexibile de producție.

Autorul prezentei teze de abilitare se remarcă prin experiența sa în cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca. Principalele direcții de cercetare în care autorul și-a desfășurat activitatea din 2005 și până în prezent pot fi grupate astfel:

- 1. Modelarea și simularea funcționării sistemelor de producție; optimizarea proceselor productive.**
- 2. Utilizarea teoriei matematice a jocurilor în modelarea proceselor manageriale;**
- 3. Cercetări privind interferența dintre management și religie.**

În acest sens, pentru a susține capacitățile și performanțele profesionale ale candidatului, trebuie menționate cantitativ realizările obținute după obținerea titlului de doctor (2005 - prezent): **6 cărți de specialitate**, peste **36 de lucrări științifice** publicate în jurnale și/sau prezentate în cadrul unor conferințe internaționale de prestigiu, **membru în comisia de susținere publică a 8 teze de doctorat**, **membru în comisia de îndrumare și evaluare a peste 40 de doctoranzi** și respectiv participarea ca membru/director la **9 contracte** pe direcțiile de cercetare menționate anterior.

De asemenea, candidatul a coordonat peste 100 de lucrări de licență/diploma și peste 30 de lucrări de disertație.

Din anul 2005 până în prezent, în cadrul Catedrei de Management și Ingineria Sistemelor și apoi a Departamentului de Management și Inginerie Economică din UTCN, candidatul a fost responsabil al cursurilor la disciplinele: Ingineria sistemelor de producție, Management industrial, Managementul operațiilor, Analiza cantitativă. Activitatea didactică s-a desfășurat în paralel cu activitatea de cercetare.

Un moment important al carierei universitare a candidatului îl reprezintă obținerea titlului de conferențiar universitar în anul 2007. Aceasta a confirmat atingerea gradului

necesar de experiență pentru pasul următor, acela de coordonator de colectiv de cercetare și de coordonator de teze de doctorat. În perioada următoare, până în prezent, candidatul a desfășurat o intensă activitate de cercetare, în colaborare cu colegii mai tineri și doctoranzi ai departamentului Management și Inginerie Economică. Astfel, din 2007 până în prezent, candidatul a fost membru în comisiile de îndrumare și evaluare a peste 40 de doctoranzi și membru în comisia de susținere publică a 8 teze de doctorat.

Activitatea de cercetare-dezvoltare desfășurată de candidat pe tot parcursul profesional (1995-2014) este una bogată și cu rezultate importante, materializate în:

- 12 cărți de specialitate (autor unic la două dintre ele, prim autor la alte 4);
- 97 articole științifice prezentate la conferințe naționale și internaționale și/sau publicate în reviste de specialitate, din care:
 - 2 articole publicate în reviste cotate ISI Thomson Reuters;
 - 23 articole publicate volume de conferință indexate ISI Thomson Reuters;
 - 15 articole publicate în reviste și volumele unor manifestări științifice indexate în alte baze de date internaționale;
 - 57 articole publicate în jurnale B+ sau/și prezentate la conferințe internaționale de prestigiu;
- 2 granturi internaționale în calitate de responsabil de proiect câștigate prin competiție;
- 2 granturi naționale în calitate de responsabil de proiect câștigate prin competiție;
- 3 contracte de cercetare cu terții în calitate de director;
- 2 proiecte internaționale în calitate de membru în echipa de cercetare;
- 9 proiecte naționale în calitate de membru în echipa de cercetare;

Direcții de dezvoltare a carierei care necesită abilitarea

Se consideră ca cercetarea realizată de autorul acestei teze de abilitare este riguros direcționată, având un obiectiv central. Astfel, autorul va acorda o importanță deosebită colaborărilor orientate pe tematică și în aceeași măsură transmiterii cunoștințelor câștigate, înspre mediile științifice și industriale interesate. Potențialele soluții întrevăzute de autor, la problemele sesizate ca fiind inconsistent tratate până în prezent, constituie o motivație suficient de solidă pentru a continua în mod natural cercetările autorului pe cele trei direcții enunțate anterior.

Ca potențial de dezvoltare ulterioară a carierei în cadrul UTCN se vizează:

- oferirea unor oportunități pentru învățământ și perfecționare: o bună parte din rezultatele cercetării, vor constitui baza completării unor cursuri (master, postuniversitare) din Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca și a unor cursuri de perfecționare pentru specialiștii din industrie
- continuarea colaborărilor cu societăți comerciale și companii ale căror domenii de activitate se intersectează cu rezultatele obținute de autor pe direcțiile de cercetare menționate, acesta constituind un catalizator în derularea acestora;
- impulsivarea promovării obiectivelor direcțiilor de cercetare în mediul academic, prin lucrări științifice și rapoarte, iar în mediul industrial potențial interesat prin prezentări orientate, posibil generatoare de finanțări. Se va încerca întărirea legăturilor cu cercetătorii de referință din domeniu pe plan național și internațional și lansarea unor direcții de colaborare în cadrul HORIZON 2020.
- creșterea numărului de proiecte de cercetare în calitate de director/responsabil, respectiv prin dezvoltarea de noi colaborări la nivel național și internațional (european,

în principal), pentru atragerea de fonduri suplimentare. Acest obiectiv se poate realiza inclusiv prin extinderea acordurilor de colaborare atât pe linie didactică, cât și pe linie de cercetare cu universități și companii private din Europa și din spațiul internațional

- atragerea unui număr mai mare de tineri absolvenți în activitatea de cercetare în calitate de doctoranzi și postdoctoranzi, din țară și străinătate.
- crearea unui centru de cercetare puternic în jurul colectivului de “Managementul operațiilor” din cadrul Departamentului de Management și Inginerie Economică .