

**METODE ȘI TEHNICI DE PROIECTARE A SISTEMELOR INFORMATICE
DESTINATE MEDIULUI DE AFACERI**

Teză de doctorat – Rezumat

pentru obținerea titlului științific de doctor la

Universitatea Politehnică Timișoara

în domeniul de doctorat Calculatoare și tehnologia informației

autor ing. Marian Ștefan NEICU

conducător științific Prof.univ.dr.ing. George Gustav SAVII

luna iunie anul 2019

În ultimii ani, societățile comerciale au suferit schimbări majore, în bună parte și datorită tehnologiei informației. Determinate de concurența crescândă, întreprinderile au fost nevoite să își îmbunătățească oferta, în condițiile reducerii continue a costurilor. Aceasta nu s-ar fi putut realiza eficient fără aportul semnificativ al mijloacelor de prelucrare a informației.

În același timp, mijloacele IT hardware și software au devenit tot mai performante din punct de vedere tehnic și mai accesibile din perspectiva financiară.

Forța de muncă și-a spus decisiv cuvântul în ce privește absorbția de tehnologie nouă, prin faptul că generațiile care au intrat în activitate în ultimul deceniu nu mai resimt IT-ul ca pe un efort suplimentar, ci ca pe o unealtă fără de care nu sunt obișnuiți și nici dispuși să își mai desfășoare activitatea curentă.

Metodele și tehnicile de proiectare dezvoltate în teză se referă la unitățile economice micro, mici și mijlocii (IMM), caracterizate în principal prin:

- diversitatea mare a tipurilor de afaceri din această categorie, începând de la comerț și terminând cu turismul și alimentația publică;
- specificitatea lor în ceea ce privește resursele minimale puse la dispoziție, pornind de la bugetele alocate pentru IT și încheind cu mentalitățile existente și calitatea forței de muncă antrenate în aceste întreprinderi;
- dinamica accentuată a acestor sisteme și viteza cu care se iau deciziile în multe împrejurări, situații cărora aceste sisteme informatice trebuie să le facă față.

Ca urmare, principala provocare la care trebuie să răspundă cercetările din cadrul tezei de doctorat și rezultatele acestora este conceperea unor metode, tehnici și algoritmi novatori care să permită realizarea eficientă de sisteme informatice destinate mediului de afaceri, specifice întreprinderilor micro, mici și mijlocii.

Principalele obiective ale tezei sunt:

1. Crearea de algoritmi și metode precum și de tehnici de proiectare a sistemelor integrate de aplicații pentru mediul de afaceri specific IMM-urilor;
2. Dezvoltarea unui sistem informatic specific mediului de afaceri căruia i se adresează, respectiv IMM-urilor, pentru testarea validității metodelor propuse;

3. Stabilirea metodicii de implementare a elementelor unui sistem informatic, în concordanță cu obiectivele identificate în ce privește prelucrarea de informație, creat conform metodelor propuse și implementarea componentelor sistemului informatic realizat;
4. Dezvoltarea metodicii și stabilirea de principii pentru instalarea aplicațiilor pe sisteme și echipamente care conferă cea mai bună soluție raportat la obiectivele propuse;
5. Selectarea celor mai eficiente sisteme de stocare și procesare a datelor, ținând cont de aplicațiile și echipamentele utilizate;
6. Dezvoltarea metodelor pentru transferul optim de informații între diverse tipuri de baze de date, specifice aplicațiilor utilizate;
7. Conceperea și implementarea celor mai eficiente soluții tehnice de transmitere a datelor între componentele sistemului informatic;
8. Dezvoltarea de metode pentru consolidarea datelor într-o bază de date unică, la nivelul central al societății comerciale.

În atingerea obiectivelor propuse s-a pornit de la un sistem informatic de tip ERP deja existent, care asigură funcțiile de bază în ce privește prelucrarea de informație într-o societate comercială al cărui principal obiectiv de activitate este comerțul. El a fost elaborat de către autorul tezei în cadrul unor cercetări anterioare și exploatat în unități economice din categoria IMM-urilor sub denumirea comercială "Abstract Connection", marcă înregistrată la O.S.I.M.

A fost nevoie de elaborarea unui nou sistem informatic de tip ERP pentru IMM-uri, diferit față de cele existente deja pe piață, deoarece:

1. Având o experiență de peste 30 ani în proiectarea, implementarea, susținerea și exploatarea sistemelor informatice de tip ERP, produsul obținut are menirea să reflecte viziunea autorului referitor la arhitectura, dezvoltarea și utilizarea acestor sisteme informatice, rezultate în urma unei analize critice a celor deja existente pe piață;
2. S-a avut în vedere obținerea unui sistem informatic pentru IMM-uri, care să răspundă obiectivelor extrem de exigente pe care și le propun aceste unități economice, dar raportat la bugetele lor modeste privind:
 - achiziția de echipamente și servicii IT;
 - mentenanța echipamentelor și a infrastructurii IT;
 - achiziția, implementarea și mentenanța programelor de calculator;
 - retribuția forței de muncă.
3. S-a dorit atingerea unui nivel cât mai scăzut al costurilor de achiziție de către beneficiar, prin reducerea costurilor de dezvoltare a unui sistem informatic integrat, complet ca set de funcții și performant în exploatare, pentru societăți comerciale de tip IMM astfel:
 - pornind de la un sistem informatic existent, aflat deja în exploatare;
 - prin adăugarea de funcții și de module noi obținute prin metodele și tehnicile de proiectare inedite și novatoare dezvoltate în teză;
 - utilizând o metodă de validare foarte eficientă a sistemului informatic obținut, într-o manieră cu totul inedită.
4. La elaborarea metodelor și tehnicilor de proiectare s-a avut în vedere atingerea unui nivel cât mai scăzut al costurilor de achiziție a echipamentelor, infrastructurii și serviciilor IT;
5. În cazul companiilor care beneficiază deja de sistemul informatic de la care s-a pornit, sunt îndepărtate reținerile legate de implementarea unui nou sistem informatic, deoarece acesta moștenește toate proprietățile celui existent, la care se adaugă noile funcții și module obținute prin metodele și tehnicile de proiectare dezvoltate în teză;
6. S-a ținut cont că, deși oferta de sisteme informatice de tip ERP de pe piața internă și internațională este vastă, datorită specificului forței de muncă, singurele care se pot

implementa eficient în unități economice autohtone din categoria IMM-urilor, sunt cele pentru vorbitori de limbă română.

Structura tezei de doctorat cuprinde un capitol introductiv, patru capitole dedicate prezentării cercetărilor realizate și a rezultatelor obținute, un capitol final dedicat concluziilor, contribuțiilor personale și direcțiilor viitoare, o listă bibliografică (cu 106 titluri consultate și citate) și două anexe. Teza de doctorat se întinde pe 129 de pagini, demersul de cercetare fiind susținut grafic și sintetic de 34 de figuri și trei tabele.

În *Capitolul 1, „Introducere”*, se face o descriere a premiselor tehnologice, economice și sociale de la care a pornit cercetarea. Totodată, sunt trecute în revistă și obiectivele tezei. Pentru atingerea obiectivelor propuse se arată că s-a pornit de la componentele unui sistem informatic de tip ERP deja existent, care asigură funcțiile de bază în ceea ce privește prelucrarea de informație într-o societate comercială al cărui principal obiectiv de activitate este comerțul, sistem elaborat de către autorul tezei în cadrul unor cercetări anterioare și exploatat în unități economice din categoria IMM-urilor

În *Capitolul 2, „Stadiul actual în cercetările privind proiectarea sistemelor informatice destinate mediului de afaceri”*, în vederea definirii exacte a domeniului căruia se adresează cercetarea, se trec întâi în revistă noțiunile fundamentale referitoare la sistemele informatice, cu referire în special la sistemele informatice de gestiune. Pentru a putea evalua contribuția acestei lucrări se parcurg în continuare metodologiile și tehnicile de lucru în vederea realizării unui sistem informatic.

Un loc important în cadrul acestui capitol îl ocupă sistemele suport pentru decizii, acestea fiind o componentă extrem de importantă a mediului de afaceri. Totodată specificarea criteriilor de evaluare a unui sistem informatic obținut în urma prezentei cercetări constituie un element necesar al tezei. Pentru a putea pune în valoare aportul cercetării, teza de doctorat se ocupă în continuare de sistemele informatice utilizate în marile companii, cu referire la câteva soluții consacrate.

Caracteristicile și particularitățile sistemelor informatice utilizate în IMM-uri fac să se înțeleagă specificul segmentului de societăți comerciale căruia i se adresează teza de doctorat și importanța soluțiilor informatice elaborate pentru acest mediu de afaceri. În condițiile în care se dorește obținerea de efecte asemănătoare cu cele rezultate din exploatarea mijloacelor informatice consacrate, proiectarea și dezvoltarea de sisteme informatice pentru această categorie de unități economice trebuie să fie specifică lor.

Totodată se constată că deși domeniul este de un real interes, publicațiile pe această temă sunt destul de puține. Acest lucru este cauzat de faptul că nu toți operatorii de pe piață sunt dispuși să pună la dispoziție informații referitoare la proiectarea mijloacelor informatice ce au ca finalitate creșterea eficienței economice, deci a profitului mediilor de afaceri.

În *Capitolul 3, „Dezvoltarea metodelor și algoritmilor originali pentru sisteme informatice destinate întreprinderilor mici și mijlocii”* sunt descrise metodele și tehnicile nou concepute, utilizate în vederea dezvoltării de noi aplicații sau funcții noi în aplicațiile deja existente într-un sistem informatic de tip ERP. S-a obținut astfel un sistem informatic integrat complet nou, la cel mai înalt nivel tehnologic, având ca scop susținerea completă a tuturor proceselor informatice existente într-o companie din categoria IMM-urilor.

În scopul punerii lor în evidență, este descris și analizat sistemul informatic de tip ERP realizat prin aplicarea metodelor și tehnicilor care fac obiectul prezentei teze de doctorat. Pentru aceasta se face întâi referire la obiectivele și etapele proiectării unui sistem informatic, precum și la metodele și tehnicile consacrate de realizare a sistemelor informatice.

Prin implementarea funcțiilor pentru obținerea obiectivelor propuse, dezvoltarea sistemului informatic s-a efectuat atât pe orizontală cât și pe verticală având ca obiective:

- a. Arhitectura sistemelor de calcul, echipamentele și dispozitivele utilizate;
- b. Stocarea datelor, astfel încât să susțină noile obiective ale sistemului informatic;
- c. Fluxurile de informații, definirea lor fiind menită să susțină concepția novatoare a sistemului informatic;
- d. Tehnicile și metodele de transfer al informațiilor dintre entitățile din cadrul societății comerciale;
- e. Suporturile adecvate de transfer al datelor astfel încât să corespundă noii structuri a sistemului informatic.

Un loc distinct îl ocupa tehnologiile originale implementate, astfel încât una din ele a fost certificată de OSIM ca model de utilitate cu titlul **„Interpretor vocal de limbă engleză pentru utilizatori vorbitori de limbă română”**. Scopul invenției este ca pentru vorbitorii de limbă română să se emuleze tastatura cu ajutorul unui interpretor vocal de limbă engleză. Această tehnologie poate fi folosită în orice aplicație în care utilizatorul interacționează cu programul de calculator.

Modelul unui sistem informatic destinat testării metodelor și algoritmilor propuși în teză este creat prin prezentarea diagramelor corespunzătoare fazelor de analiză, de proiectare și de implementare, în limbaj UML.

Au fost concepute structuri și proceduri specifice pentru bazele de date, metode și algoritmi originali pentru transferurile de date, algoritmi pentru consolidarea datelor în baza de date centrală, unică, interfețe specifice pentru operatorii cu profil particular din IMM-uri (unde se vor implementa sistemele informatice).

În **Capitolul 4, „Utilizarea fabricii virtuale ca mediu de validare a metodelor și algoritmilor de proiectare a sistemelor informatice destinate mediului de afaceri”**, după ce se trec în revistă metodele consacrate de testare și audit ale sistemelor informatice, se descrie soluția propusă de autor, care constă în evaluarea sistemului informatic obținut prin utilizarea metodelor, tehnicilor și algoritmilor creați în urma cercetărilor din cadrul tezei de doctorat prin implementarea și utilizarea lui în cadrul unei întreprinderi virtuale.

Specific este faptul că evaluarea este efectuată de utilizatori comuni, care pot să introducă elemente de stres practic imprevizibile pentru aplicații. Totodată este asigurat un grad mare de diversitate, prin faptul că în scopurile pentru care sunt folosite aceste tehnici, participă colective vaste de utilizatori, respectiv cei care urmează anumite programe de specializare sau formare profesională. În acest mod se obțin rezultate complete și de bună calitate, la costuri reduse ale procesului de evaluare.

În **Capitolul 5, „Studii de caz”**, se evaluează metodele, tehnicile și algoritmii propuși în teză și utilizați în dezvoltarea unui sistem informatic tipic pentru IMM-uri și se pune în evidență aportul adus de cercetările din cadrul tezei de doctorat, luând în studiu două dintre procesele de bază dintr-o societate comercială și anume aprovizionarea cu mărfuri și desfacerea și livrarea produselor.

Studiile de caz parcurse au scos în evidență cele două aspecte urmărite prin această metodă de investigare: evaluarea sistemului informatic obținut și aportul adus de cercetările din cadrul tezei de doctorat la cunoașterea din domeniu.

Prin aplicarea studiilor de caz în cadrul unei întreprinderi virtuale, combinând caracteristicile studiilor de caz cu avantajele utilizării întreprinderii simulate, rezultatele s-au bucurat de o și mai mare acuratețe.

Capitolul 6 prezintă „Concluzii generale. Contribuții personale. Direcții viitoare de cercetare.”

Contribuțiile personale sunt prezente în toate fazele de dezvoltare a sistemului informatic, respectiv analiza, proiectarea și implementarea și pot fi structurate în următoarele categorii:

1. Analiza sistemelor economice care utilizează tehnologia informației, în special a IMM-urilor.
2. Conceperea sistemului informatic de tip ERP specific IMM-urilor.
3. Dezvoltarea propriu zisă a sistemului informatic.
4. Implementarea sistemului informatic pentru situații concrete.

Efectele directe asupra activității beneficiarilor sistemului informatic obținut în urma prezentei cercetări sunt structurate pe următoarele niveluri:

1. Nivelul operațional, respectiv al exploatarei aplicațiilor.
2. Beneficiile aduse la nivelul managementului societății comerciale.
3. Costurile implementării noului sistem informatic.

Este prezentat un tabel comparativ privind caracteristicile sistemului informatic realizat în urma cercetării, *Abstract Connection Business System*, și două soluții de tip ERP pentru IMM-uri, consacrate pe piață, cu o sinteză a avantajelor sistemului dezvoltat pe baza metodelor și algoritmilor concepuți în urma cercetărilor din cadrul tezei de doctorat.

Aplicațiile rezultate în urma cercetării au fost implementate pentru situații concrete atât în mediul universitar, cât și în cel economic, la peste 50 de agenți economici de tip IMM.

Contribuțiile personale au fost publicate spre validare de către comunitatea științifică internațională în șase lucrări științifice, din care două indexate Thomson Reuters, una Scopus, fiind obținut și un brevet de model de utilitate de la OSIM.

În viitor, cercetările se vor îndrepta în următoarele direcții:

A. *Pe orizontală*

- Înlocuirea dispozitivelor de tip PDA cu dispozitive tip Tablet PC și reproiectarea aplicațiilor pentru aceste noi medii de lucru.
- Integrarea cu aplicații de tip WEB în vederea satisfacerii în totalitate a segmentului de retail.

B. *Pe verticală*, abordarea platformelor de tip *cloud* și reproiectarea aplicațiilor pentru aceste platforme, cercetarea urmând să adapteze metodele și tehnicile de dezvoltare a sistemelor informatice pentru afaceri.

Bibliografie selectivă

1. Amirul, S.M. et al. Critical Failure Factors for Enterprise Resource Planning (ERP) Implementation: A Case Study on SME in Sabah, Malaysia. *International Journal of Research Science & Management*, 4(6), June 2017
2. Arrahmane, A.A. and Abdellah, Z. Open Source ERP, What Opportunity for Moroccan SMEs? Case Study of a Moroccan Agribusiness SME. *Journal of African Research in Business & Technology*, Vol. 2016
3. Bernard, S.A. *An Introduction to Enterprise Architecture*. 3rd Edition. AuthorHouse, 2012
4. Cascarino, R.E. *Auditor's Guide to IT Auditing*. 2nd ed. Wiley, 2012
5. Curtis, G. și Cobham, D.P. *Business Information Systems: Analysis, Design, and Practice*. Pearson Education Limited. Fifth edition, 2005.
6. Khaleel, Y. et al. Components and Analysis Method of Enterprise Resource Planning Requirements in Small and Medium Enterprises. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)* Vol. 6, No. 2, pp. 682-689, April 2016
7. Khaleel, Y.K. and Alkhaldi, A.N. Enterprise Resource Planning (ERP) Model for Small and Medium Sized Manufacturing Firms Based on UML. *International Journal of Information, Business and Management*. Vol. 9, No.3, 2017
8. Lasisi, M.O., Owens, J.D. and Udagedara, S. Key benefits of enterprise resource planning adoption within small family businesses: a conceptual framework. *United Kingdom*

- Academy for Information Systems Conference*. Oxford University. Oxford, UK. 4-5 April 2017
9. Leyh, C. Critical Success Factors for ERP Projects in Small and Medium-sized Enterprises – The Perspective of Selected German SMEs. *Proceedings of the 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*. pp. 1181–1190, 2014
 10. Monk, E. and Wagner, B. *Concepts in Enterprise Resource Planning*. 4th.ed. Boston: Course Technology Cengage Learning, 2013
 11. Neicu, M.Ș. and Savii, G.G. Design methods and techniques for information systems intended for the contemporary business environment. Proceedings of the 3rd World Conference on Information Technology. University of Barcelona. 14-16 November 2012. Barcelona – Spain, Vol. 03. pages 1947-1954. 2013
 12. Neicu, M.Ș. and Savii, G.G. Development of an Information System for the Modern Business Environment, Adapted to SMEs. Proceedings of 7th International Conference on Advanced Manufacturing Technologies – ICAMaT. October 2014. București. Published in: Applied Mechanics and Materials. Vol. 760, pp 695-700. Trans Tech Publications, Switzerland, 2015
 13. Neicu, M.Ș. and Savii, G.G. Evaluation of Algorithms and Methods for Developing Business Information Systems Using Virtual Factory. Proceedings of International Conference on Aerospace, Robotics, Mechanical Engineering, Manufacturing Systems, Biomechanics, Biomechatronics, Neurorehabilitation and Human motricities - OPTIROB 2016. Published in: Applied Mechanics and Materials. Vol. 841, pp. 367-372. Trans Tech Publications, Switzerland, 2016
 14. Neicu, M.Ș. and Savii, G.G. Keyboard emulation with a voice interpreter of English for Romanian language users. Proceedings of the 12th IEEE International Symposium on Electronics and Telecommunications (ISETC16). Timisoara, Romania. Oct 27-28, pp. 215-218, 2016
 15. Neicu, M.Ș. and Savii, G.G. Validating Algorithms and Methods Destined for Information System Design Meant for the Business Environment Using Simulated Companies. IManE International Conference. May 29-30, 2014, Chișinău. Published in: Applied Mechanics and Materials. Vol. 657, pp 931-935, Trans Tech Publications, Switzerland, 2014
 16. Neicu, M.Ș. Interpretor vocal de limbă engleză pentru utilizatori vorbitori de limbă română. Model de utilitate nr. RO 2013 00053. 27.11.2015
 17. Neicu, M.Ș., Savii, G.G. and Benea, M.C. Simulated company as validation environment for the design methods and algorithms of informatics systems meant for the business environment. Proceedings of the 15th WSEAS International Conference on Systems. Corfu Island, Greece. July 14-16, pp. 180-184, 2011
 18. Qian, L.Y., Suhaimi, B.A. and Abdulkarim, K.J. Factors Affecting the Adoption of Enterprise Resource Planning (ERP) on Cloud Among Small and Medium Enterprises (SMEs) in Penang, Malaysia. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*. 6/30/2016. Vol. 88 Issue 3, pp.398-409. 2016
 19. Raier, R.K., Watson, H.J. and Prince, B. *Management Information Systems*. 2nd ed. Wiley. 2013
 20. Rezaeian, M. and Wynn, M.G. The implementation of ERP systems in Iranian manufacturing SMEs. *International Journal on Advances in Intelligent Systems*. 9 (3/4), pp. 600-614. 2016
 21. Sauter, V.L. *Decision Support Systems for Business Intelligence*. 2nd Edition, Wiley, 2011.
 22. Sharda, R., Delen, D. and Turban, E. *Business Intelligence: A Managerial Perspective on*

- Analytics*. 3rd ed. Prentice Hall, 2013
23. Tomar, J.S. ERP Implementation Lifecycle in SMEs – A Review. *International Journal of Emerging Research in Management & Technology*. Volume 6, Issue 11, November 2017
 24. Usman, U.M.Z A Review of Key Factors of Cloud Enterprise Resource Planning (ERP) Adoption by SMEs. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. Vol.95. No.16, pp. 3884-3901, 31 August 2017
 25. Wallace, P. *Information Systems in Organizations: People, Technology, and Processes*. Prentice Hall, 2012