

A NEURAL NETWORK APPROACH FOR MODELLING AMBIGUITY IN KNOWLEDGE TRANSFER

Drd. Florentina IVANOV¹, Drd. Gheorghe P. CURAR²

Abstract

This paper analysis the most important factors in determining the success of knowledge transfer through apprenticeship. The case study refers to the latest reports from England, published on June 17, 2016. We analyse the dataset with several parameters using an artificial neural network feed forward model and subsequently look at the yearly information in more details using regression analysis. The two models show that the most important factors for the success rate of the apprenticeship stages are the type of the institution where the persons come from and the area of study. The fact that age, gender, level of apprenticeship and yearly differences fail to pass the significance test is also of importance.

Cuvinte cheie: *transfer de cunoștințe, analiza de tip regresie, rețele neuronale*

Clasificare JEL: O32 – Managementul inovației tehnologice, cercetări și dezvoltări

1. INTRODUCERE

În teoria organizației (Meso și Smith, 2000), transferul de cunoștințe reprezintă procesul practic de organizare, creare, exprimare și diseminare a cunoștințelor existente într-un mediu. Transferul de cunoștințe este considerat un proces mai complex decât o simplă comunicare din două motive principale. Primul considerent este acela că sursele cunoștințelor sunt multiple și parțiale, constând din membrii unei instituții, procesele și metodele folosite într-un anumit domeniu, sarcinile alocate (Argote și Ingram, 2000), interacțiunea cu mediul, responsabilitatea și aptitudinile existente, pe lângă mijloacele tradiționale de transfer precum documentația explicită. Al doilea motiv principal este faptul că cea mai mare parte din cunoștințele existente într-o organizație sunt difuze, tacite, greu de articulat în cuvinte și sărăci în pierdere înțeleasă (Nonaka și Takeuchi, 1995).

Acest caracter tacit al cunoștințelor este elementul de bază al importanței ridicate pe care o are capitalul intelectual, fiindcă ceea ce este greu de comunicat este și greu de imitat, reprezentând prin urmare un avantaj competitiv. Aceasta dificultate de a transfera toate cunoștințele practice independent de mediul în care au apărut a condus la concluzia că singurul bun strategic pe care îl poate deține o companie, potrivit teoriei resurselor (Peteraf, 1993), este capitalul intelectual al organizației respective (Hamel, 1998). Există mai multe forme în care acest bun strategic poate fi achiziționat, prin pătrunderea în mediul de care este dependent. Una dintre metodele cele mai utilizate în mediul privat este parteneriatul strategic, prin alianțe sau preluarea companiilor de interes. Aceasta modalitate este înșurșantă și cu o rată de succes scăzută. Studiile empirice realizate în SUA arată faptul că mai puțin de 24% din firme au reușit să obțină acces la competențe strategice și know-how prin intermediul unei astfel de strategii (Blumer, 2014).

Dezvoltarea societății bazate pe cunoaștere (Drucker, 1969) și strategia europeană de dezvoltare a resurselor umane (Procesului de la Lisabona și Strategia Europa 2020) au determinat guvernele europene să implementeze sisteme de educație care să vină în sprijinul

¹Doctorand, Academia de Studii Economice, flory.ivanov@gmail.com

²Doctorand, Academia de Studii Economice, gicu_p@yahoo.com

companiilor și al absolvenților de învățământ în asimilarea acestor cunoștințe practice și reducerea decalajului dintre competențele dezvoltate în sistemul de învățământ și cele necesare operatorilor economici. Acest articol analizează factorii de succes ai unui astfel de sistem, folosind datele publicate recent de către agenția de supraveghere a programelor de stagii din Anglia.

2. MODELUL EMPIRIC

2.1 DESCRIEREA CONTEXTULUI

Marea Britanie este una dintre țările care a implementat foarte timpuriu un sistem de educație axat pe transferul de cunoștințe tacite, practice, care să asigure aplicabilitatea și concordanța informațiilor dobândite în mediul academic cu necesarul de competențe al activității productive. Prima strategie națională de acest fel a fost implementată în anul 1964 în cadrul unui sistem de învățământ în care educația academică era combinată cu stagii de practică pentru a crește calificările forței de muncă atât în profesiile tradiționale cât și în studiile specializate. Scopurile acestui sistem, care a fost reformat de mai multe ori până în prezent, erau de a asigura o pregătire corespunzătoare la toate nivelele de specializare, de a îmbunătăți atât calitatea cât și cantitatea de cunoștințelor dobândite de o parte cât mai mare a populației, dar și de a distribui costurile educației între mediul public și cel privat. Agențiile publice cu atribuții în domeniu au fost împuternicite să traseze în mod riguros standardele impuse companiilor în acordarea de stagii practice, să stabilească manualele de practică, sarcinile alocate stagiilor, cursurile, documentația aferentă și activitățile minime obligatorii. Stagiile practice se desfășurau pe 4-5 ani și erau finalizate printr-o testare practică și teoretică în urma căreia beneficiarii puteau obține diplome recunoscute la nivel național. Implementarea acestui sistem a avut un succes foarte mare, iar anii în care a funcționat (1960-1970) au fost denumiți „anii de aur”, oferind o integrare foarte ușoară pe piața muncii și o alternativă pentru tinerii care doreau activități mai aplicate decât puteau oferi mediul academic tradițional (Aldrich, 2005). Sistemul a fost afectat de reducerea activității economice industriale în anii 1980 și a suferit mai multe modificări, dintre care ultima reformă, realizată în anii 2000, a revenit la varianta inițială, din anii 1960-70.

Stagiile de practică se desfășoară în prezent pe mai multe niveluri de specializare. Angajatorii care oferă locuri de practică au un contract de muncă cu stagiarii, însă training-ul în afara serviciului, cursurile de specializare și testările sunt finanțate în întregime de către stat pentru grupa de vârstă 16-18 ani. În Anglia, Guvernul acoperă doar 50% din costul perfecționării pentru stagiarii în vârstă de 19-24 de ani. Stagiile de nivelul 3 sau superior, pentru persoane peste 24 de ani nu sunt eligibile pentru subvenții de stat, însă există o schemă națională de împrumuturi în condiții avantajoase pentru finanțarea acestora.

2.2 MODELUL TEORETIC

Metoda rețelelor neuronale artificiale (denumită și sistem adaptiv, procesare paralela distributivă sau neuro-calcul) diferă de calculul tradițional prin aceea că include imprecizia și adevărurile parțiale în cadrul modelului analizat și are o toleranță mare la defecte. Prin această metodă se pot include funcții neliniare pentru a descrie situații complexe și se pot modela seturi de date fără a avea un model cunoscut apriori. Datorită faptului că transferul de cunoștințe este un proces difuz, greu de cuantificat printr-o funcție anume, am ales modelarea prin rețele neuronale pentru a identifica importanța diferiților factori asupra ratei de succes a transferului. Arhitectura modelului selectat este feed-forward (unidirecțională), fluxul de informații mergând dinspre intrare (setul de date cu variabilele x_i) spre ieșire (y), fără

conexiuni inverse, cu mai multe straturi de prelucrare a datelor, precum în schema de mai jos:

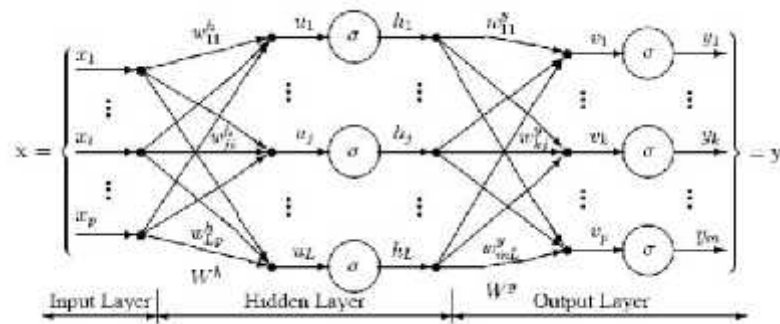


Figura 1. Modelul rețelei neuronale feed forward³

unde: x_i reprezintă datele de intrare, w_i sunt ponderile relative de semnificație ale datelor de intrare, u_i și h_i reprezintă datele intermediare calculate potrivit funcțiilor de transformare (funcții de activare).

Modelul se adaptează singur, învățând din exemplele anterioare și își modifică parametrii în forma de modelare astfel încât să minimizeze eroarea de calcul față de rezultatele reale. Intrările modelului sunt astfel datele inițiale (x_i), pe baza cărora modelul dobândește informații despre rezultatele care se obțin prin prelucrarea acelor date. Ulterior, la fiecare reitereare a modelului, acesta se îmbunătățește, luând în considerație noile observații de intrări (datele introduse) și ieșiri (rezultatele observate), până când noile date nu mai permit o îmbunătățire suplimentară a modelului.

Descrierea procesului de funcționare al rețelei pe fiecare unitate în parte poate fi ilustrat în felul următor:

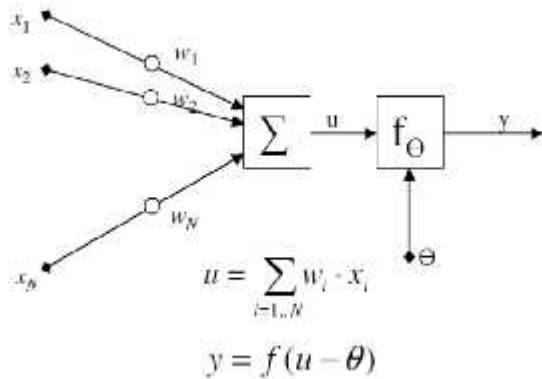


Figura 2. Modelul inițial (t_0)

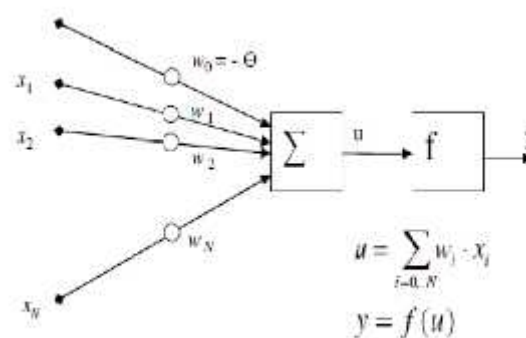


Figura 3. Modelul derivat în urma adaptării rețelei⁴

unde:

- $x_i, i = \overline{1, N}$ reprezintă datele de intrare în model
- $w_i, i = \overline{1, N}$ în modelul inițial sau $i = \overline{0, N}$ după perfecționarea algoritmului de funcționare, reprezintă ponderile conexiunilor (legăturile sinaptice între neuroni în modelul biologic)

³ As.dr.ing. L.N. Ivanciu, Sisteme inteligente de suport decizional, 2015

⁴ As.dr.ing. L.N. Ivanciu, Sisteme inteligente de suport decizional, 2015

- u reprezintă vectorul datelor sau stimulilor integrați, care este în cazul nostru o combinație liniară între parametrii de intrare și ponderile asociate ale conexiunilor.
- f este funcția de activare sau de transfer, care reprezintă algoritmul de funcționare a rețelei. În modelul folosit în acest articol, funcția de activare este funcția tangenta hiperbolică.
- este diferența între rezultatul prevăzut de model și cel real, bias-ul (sau polarizarea), pe baza căruia se realizează procesul de învățare prin care modelul își ajustează singur funcția de transformare astfel încât să minimizeze eroarea. Modelul folosit în acest articol a utilizat ca regulă de finalizare a procesului de ajustare existența a doi pași consecutivi fără ca aceasta eroare să scadă.

Cel de-al doilea model utilizat a fost regresia cu multiple observații în timp, care are următoarea formă generală:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 * X_{1it} + \beta_2 * X_{2it} + u_{it}, \text{ unde}$$

- y reprezintă rata de succes a transferului de cunoștințe prin stagii practice
- β reprezintă coeficienții de importanță a parametrilor incluși în model, categoria de vârstă și aria de studiu
- X_{1it} reprezintă variabilele independente
- indicele t se referă la anii în care au fost înregistrate observațiile
- u_{it} este eroarea modelului.

Condițiile absolut necesare pentru aplicarea acestui model sunt ca valorile reziduale să îndeplinească următoarele condiții (Andreica, 2009):

- să nu fie corelate
- să aibă o distribuție normală
- să nu prezinte homoschedasticitate.

2.3. DEFINIREA PARAMETRILOR

Sursa datelor sunt rapoartele publicate pe 17 iunie 2016 de instituția responsabilă cu supravegherea stagiilor de practică din Anglia, Skills Funding Agency (SFA). Datele utilizate se referă la anii 2011/12 (96 observații), 2012/13 (96 observații) și 2013/14 (93 observații).

Variabila dependentă a ambelor modele este rata de succes a stagiilor de practică, calculată după metodologia SFA ca procentaj din stagiile de practică care s-au finalizat cu succes, potrivit normelor minime stabilite de SFA pentru toți furnizorii de stagii practice care primesc finanțare publică. Aceste standarde minime combină punctajul obținut de către beneficiarii stagiilor practice la testele teoretice de la instituțiile de învățământ cu punctajul obținut la testele susținute la locul de practică. Media pentru setul de date analizat este de 71.49% pentru întreaga perioadă 2011-2014, în evoluție descendentă de la 72.83% în 2011/2012, la 69.09% în 2014.

Cursurile teoretice ale beneficiarilor precum și organizarea stagiului practic sunt în sarcina unor instituții specializate, acreditate de SFA. Tipul acestor instituții reprezintă prima variabilă dependentă a modelului. Aceasta variabilă poate lua una din următoarele forme:

- instituții de învățământ superior (General FE and Tertiary College)
- licee (Sixth Form College)
- licee specializate (Specialist College)
- alte instituții cu finanțare publică
- coli private cu finanțare publică
- coli

- alte tipuri de instituții
- Dintre acestea, instituțiile de învățământ superior și școli private cu finanțare publică

au atras cei mai mulți stagiați, câte 48 de persoane.

O altă variabilă independentă inclusă în model este grupa de vârstă a beneficiarilor, clasificată în funcție de disponibilitatea finanțării după cum urmează:

- 16-18 – 68 persoane
- 19-23 – 72 persoane
- 24+ - 70 persoane
- alte vârste – 75 persoane

De asemenea s-a luat în considerare nivelul de specializare a cursurilor practice (intermediar, avansat sau superior), tipul practicii (2, 3, 4+) și genul participanților (într-o proporție echilibrată: 145 femei și 140 bărbați). Un interes aparte a fost acordat ariei de specializare, variabilă modelată folosind modelul bazat pe regresie. Aceste informații se bazează pe un raport separat al SFA, care include observații detaliate pe fiecare arie de specializare.

2.4. MODELUL BAZAT PE REȚELE NEURONALE ARTIFICIALE

Din cele 548 de observații, doar 285 au fost incluse în analiză, restul având doar informații parțiale. Modelul bazat pe rețele neuronale a folosit 73% dintre aceste cazuri pentru învățare și 27% pentru validarea rezultatelor. S-a ajuns la un echilibru cu 2 straturi ascunse, dintre care unul cu 7 unități, iar celălalt cu 5 unități. Metoda de antrenament utilizată a fost în timp real (online), aceasta fiind cea mai potrivită pentru seturi de date a căror variabilă este posibil să fie corelată, cum este cazul variabilelor independente nivelul de specializare și vârsta. După 2 pași consecutivi fără eroarea modelului (calculată ca suma pătratelor deviației rezultatelor) scădă, procesul de învățare s-a finalizat cu următorul rezultat:

Training	Sum of Squares Error	1.309
	Relative Error	.342
	Stopping Rule Used	2 consecutive step(s) with no decrease in error ^a
	Training Time	0:00:00.15
Testing	Sum of Squares Error	.364
	Relative Error	.129

Dependent Variable: Rata de succes %

a. Error computations are based on the testing sample.

Tabelul 1. Rezumatul modelului

Rezultatele analizei prin rețele neuronale identifică factorul determinant în succesul stagiilor de practică ca fiind tipul instituției de proveniență a studenților. Mai jos prezentăm tabelul cu gradul de importanță relativ al variabilelor dependente. Observăm că factorul de importanță al instituției de la care provin beneficiarii transferului este de 62 % din variația modelului.

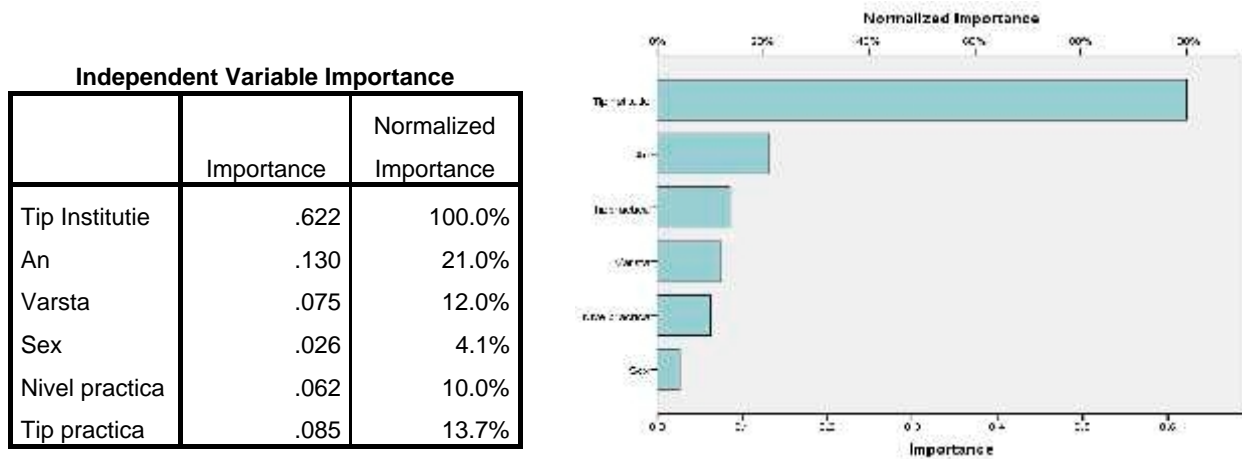


Figura 4. Semnificația parametrilor modelului

Modelul are un grad de potrivire ridicat, precum arată distribuția diferențelor dintre rata de succes real și cea calculată de model în primul grafic de mai jos (valorile sunt centrate în jurul axei de 45°), precum și proiecția erorilor, în cel de-al doilea grafic:

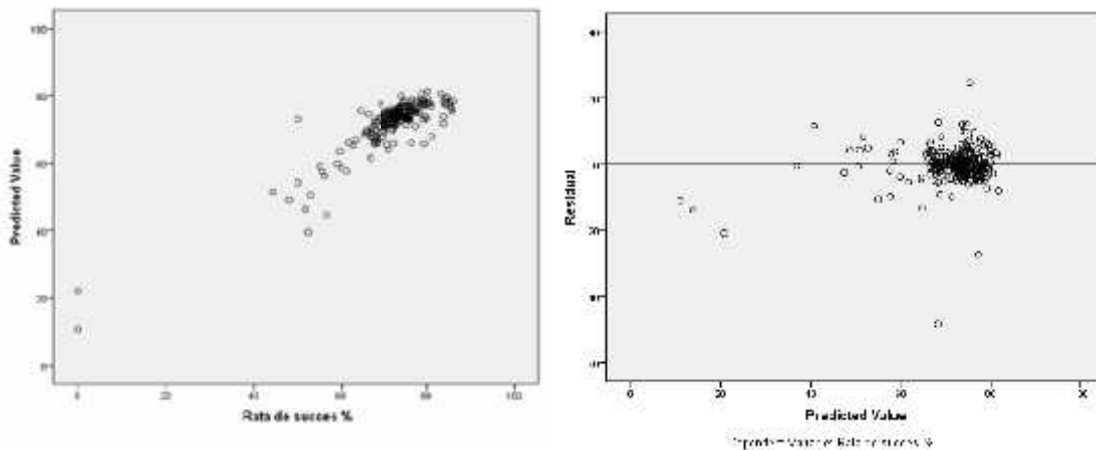


Figura 4. Puterea de analiza a modelului

2.5. MODELUL BAZAT PE REGRESIE CU OBSERVAȚII MULTIPLE ÎN TIMP

Setul de date care include informații despre fiecare arie de studiu în parte are 6971 observații, repartizate pe parcursul aceluiași trei ani și clasificate pe 11 arii de studiu:

- Agricultură, horticultură și îngrijirea animalelor
- Arte, mass-media și publicitate
- Afaceri, Administrare și Drept
- Construcții, planificare și mediul construit
- Educație și pregătire profesională

- Inginerie și tehnologii de fabricație
- Sănătate, servicii publice și îngrijire
- Tehnologia informației și comunicațiilor
- Timp liber, cultural și turism
- Comerț
- Știință și Matematică

Ecuția de regresie raportează grupa de vârstă și ariile de studiu ale participanților la rata de succes a transferului realizat prin stagii de practică. Testul F raportat de analiza ANOVA (sig: 000) demonstrează că modelul este semnificativ, analiza oferind prognoze mai bune decât dacă am considera doar media statistică a variabilelor. Cu toate acestea, puterea de explicație a modelului este foarte redusă, doar 10% din variația ratei de succes a stagiilor fiind explicat de aria de studiu, anul și genul participanților:

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.107 ^a	.011	.011	12.2760

a. Predictors: (Constant), Hybrid End Year, Age cat, Sector Subject
Area Tier 1

Tabelul 2. Puterea modelului

Coefficienții obținuți în urma modelării prin regresie, prezentați mai jos, arată faptul că există 13% șanse să ne înclăm asupra importanței pe care aria de studiu o are asupra ratei de succes a stagiului, ceea ce reprezintă o marjă de eroare prea mare. Prin urmare, nu putem considera acest model ca fiind semnificativ din punct de vedere statistic.

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	75.219	.568		132.456	.000	74.106	76.333
	Age cat	.297	.130	.027	2.281	.023	.042	.552
	Sector Subject Area Tier 1	.072	.049	.018	1.485	.138	-.023	.167
	Hybrid End Year	-1.554	.181	-.102	-8.597	.000	-1.908	-1.199

Tabelul 3. Coeficienții și semnificația statistică a variabilelor independente

3. CONCLUZII

Majoritatea studiilor empirice din literatura de specialitate analizează fie rata de succes a transferului de cunoștințe realizat în mediul academic, fie componentele psihologice ale acestui proces. În cadrul acestui articol, s-a încercat o abordare econometrică a factorilor care

influențează o latură a transferului de competențe mai greu de cuantificat, dar cu atât mai important pentru productivitatea firmelor, și anume cunoștințele tacite, practice. Modelul poate fi perfecționat prin analizarea mai în detaliu a componentelor care au o influență clară asupra succesului acestui transfer, în special detalierea motivelor pentru care tipul instituției de proveniență a stagiilor reprezintă un factor determinant. Faptul că toate caracteristicile individuale - cum ar fi vârsta, sexul sau nivelul de specializare - s-au dovedit a avea o influență nesemnificativă asupra ratei de succes a stagiilor practice este în concordanță cu concluziile teoretice care subliniază faptul că succesul transferului de competențe aplicate nu este propriu sursei sau destinatarului transferului, ci și interacțiunii dintre acestea și mediul organizatoric în care are loc acest transfer.

4. BIBLIOGRAFIE

- Aldrich, Richard (2005) [1997 în A. Heikkinen and R. Sultana (eds), *Vocational Education and Apprenticeships în Europe*]. "13 - Apprenticeships în England". *Lessons from History of Education*. Routledge. pp. 195–205.
- Andreica, M. E., Cataniciu, N., & Andreica, M. I. (2009, March). Econometric and neural network analysis of the labor productivity and average gross earnings indices în the Romanian industry. în *Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Mathematics and Computers în Business and Economics (MCBE)*(ISBN: 978-960-474-063-5/ISSN: 1790-5109) (pp. 106-111).
- Andreica, M; Andreica, M.E; Micu, D (2016) *Abordari moderne ale managementului previzional al organizațiilor economice*, Ed. Romania
- Argote, L.; Ingram, P. (2000). "Knowledge transfer: A Basis for Competitive Advantage în Firms". *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 82 (1): 150 –169. doi:10.1006/obhd.2000.2893
- Blumer, T. (2014). *Best Practices for Knowledge Transfer în Merger & Acquisition Integrations: A Phenomenological Study*. University of Phoenix, USA.
- Drucker, P. (1969). *The Age of Discontinuity; Guidelines to Our changing Society*. New York : Harper and Row.
- Hamel, G. (1998). *Strategic Flexibility : Managing în a Turbulent Environment* Strategic. London: John Wiley & Sons, Ltd.
- Husman, T. B. (2000). "Efficiency în inter-organisational learning : a taxonomy of knowledge transfer costs. Copenhagen: Copenhagen Business School Working Paper.
- Ivanciu, L.N. (2015) „Sisteme inteligente de suport decizional”, curs la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea de Electronica, Telecomunicații și Tehnologia Informației
- Meso, P., & Smith, R. (2000). A resource-based view of organizational knowledge management systems. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 4 Iss: 3, 224 - 234.
- Nonaka, I.; Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company*. New York, NY: Oxford University Press.
- Peteraf, M. (1993). The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. *Strategic Management Journal*.