

MODELAREA PRIN ECUAȚII STRUCTURALE ÎN ECONOMIE

Cadru general și studii de caz

**CAMELIA DELCEA
IOANA-ALEXANDRA BRADEA**

**MODELAREA PRIN ECUAȚII
STRUCTURALE ÎN ECONOMIE**

Cadru general și studii de caz



**EDITURA UNIVERSITARĂ
București, 2017**

Colecția ȘTIINȚE ECONOMICE

Redactor: Gheorghe Iovan
Tehnoredactor: Ameluța Vișan
Coperta: Monica Balaban

Editură recunoscută de Consiliul Național al Cercetării Științifice (C.N.C.S.) și inclusă de Consiliul Național de Atestare a Titlurilor, Diplomelor și Certificatelor Universitare (C.N.A.T.D.C.U.) în categoria editurilor de prestigiu recunoscut.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

DELCEA, CAMELIA

Modelarea prin ecuații structurale în economie : cadru general și studii de caz / Camelia Delcea, Ioana-Alexandra Bradea. - București :

Editura Universitară, 2017

Conține bibliografie

ISBN 978-606-28-0560-9

I. Bradea, Ioana-Alexandra

330

DOI: (Digital Object Identifier): 10.5682/9786062805609

© Toate drepturile asupra acestei lucrări sunt rezervate, nicio parte din această lucrare nu poate fi copiată fără acordul Editurii Universitare

Copyright © 2017

Editura Universitară

Editor: Vasile Muscalu

B-dul. N. Bălcescu nr. 27-33, Sector 1, București

Tel.: 021 – 315.32.47 / 319.67.27

www.editurauniversitara.ro

e-mail: redactia@editurauniversitara.ro

Distribuție: tel.: 021-315.32.47 / 319.67.27 / 0744 EDITOR / 07217 CARTE
comenzi@editurauniversitara.ro
O.P. 15, C.P. 35, București
www.editurauniversitara.ro

CUPRINS

CAPITOLUL 1. ANALIZĂ FACTORIALĂ CONFIRMATORIE ...	7
1.1. Analiza scientometrică	8
1.2. Soluții informatice pentru realizarea CFA	12
1.3. Introducere în AMOS Graphics	16
CAPITOLUL 2. RISCURI ÎN SISTEMUL DE ÎNGRIJIRE A SĂNĂȚII	41
2.1. Construcția chestionarului.....	42
2.2. Validarea chestionarului.....	44
2.3. Analiza răspunsurilor din chestionar.....	95
2.4. Riscul general.....	98
CAPITOLUL 3. ROLUL COMPETENȚELOR ÎN ACTIVITATEA FIRMEI	120
3.1. Metodologie	121
3.2. Validarea datelor culese	126
3.3. Analiza incidenței gri	143
3.4. Identificarea rolului competențelor în activitatea firmei	148
BIBLIOGRAFIE	153

CAPITOLUL 1

ANALIZĂ FACTORIALĂ CONFIRMATORIE

Modelarea ecuațiilor structurale (SEM) reprezintă o metodologie statistică utilizată pentru cercetări nonexperimentale, prin care se testează ipotezele modelului, luând în considerare atât variabilele observate, cât și cele latente. Ipotezele modelului sunt testate statistic printr-o analiză a sistemului, care are ca scop identificarea gradului de potrivire a datelor. SEM ilustrează procese cauzale care generează observații pentru variabile, facilitând explicitarea conceptelor de probabilitate și eroare. O ecuație este considerată structurală în cazul în care există dovezi care să indice prezența unei legături între variabilele studiate (Grace, 2006).

Astfel, SEM evaluează gradul în care un set de variabile observate măsoară variabilele latente. Variabilele latente sunt estimate prin intermediul variabilelor observate, luând în considerare atât relațiile dintre variabile, cât și erorile variabilelor observate (Wang et. al., 2012).

SEM a evoluat de-a lungul timpului de la analiza de traiectorie la analiza factorială. Istoria SEM începe o dată cu secolul XX, în 1918, când analiza de traiectorie a fost aplicată în domeniul biologiei și al geneticii (Wright, 1918, 1920). Prin această metodă s-au estimat relațiile cauzale dintre variabile, folosindu-se matricea de corelație dintre variabilele observate (Hoyle, 2012). Anii 60 au reprezentat punctul de origine pentru abordarea analizei de traiectorie în domeniul sociologiei (Blalock, 1961; Boudon, 1965). Analiza factorială a fost utilizată la început (Spearman, 1927) cu precădere în psihologie, iar în domeniul economic s-a pus accent pe ecuațiile simultane și erorile din variabile (Haavelmo, 1943; Koopmans, 1945; Morgan, 1990). În prezent ecuațiile structurale sunt utilizate pentru modelarea sistemelor din toate domeniile, accentul punându-se pe abordări interdisciplinare.

Analiza factorială poate fi realizată atât într-o manieră exploratorie (EFA), cât și printr-o manieră confirmatorie (CFA), bazată pe cunoașterea unor fenomene existente în cadrul sistemului investigat. SEM vizează în principal analiza confirmatorie, deoarece în cadrul ei există un anumit grad de cunoaștere a elementelor sistemului și a conexiunilor dintre acestea.

EFA identifică variabilele neobservate dintr-un set de date, fără a oferi informații referitoare la numărul de factori. Astfel, EFA aduce beneficii când este utilizată pentru un set de date a cărui structură sau dimensionalitate nu este specificată. Pe de altă parte, CFA se folosește atunci când există un grad de cunoaștere cu privire la dimensionalitatea variabilelor.

CFA permite modelarea simultană a variabilelor dependente, testarea gradului de potrivire a modelului teoretic propus, testarea efectelor, precum și testarea ipotezelor specifice (Schumacker, 2004). CFA analizează interconexiunile dintre variabilele neobservate; analizează dacă setul de date disponibil este consistent cu constrângerile modelului (Maruyama, 1998; Raykov & Marcoulides, 2006). Prin procesul de analiză a gradului de potrivire a datelor se confirmă, sau nu, modelul conceptual propus pentru studiul sistemului avut în vedere.

1.1. Analiza scientometrică

Metodologia utilizată este aplicată pe datele obținute din baza de date Web of Science (WoS) a Thomson & Reuters, generând informații cu privire la cercetările științifice realizate în domeniul Analizei Factoriale Confirmatorii (CFA). WoS indexează cele mai prestigioase cercetări din întreaga lume, din diferite domenii și cuprinde studiile și metricile referitoare la citări din anul 1898. Este una din cele mai importante baze de date din domeniul științific, cuprinzând articole și cărți bazate pe inovare și originalitate. Analiza scientometrică identifică astfel cele mai relevante cercetări, calculând automat principalii indicatori bibliometrici referitori la publicațiile științifice și citările aferente. Scientometria, este o metodă de analiză cantitativă, o tehnică statistică pentru articole din reviste, articole din volumele conferințelor, recenzii, cărți și citările acestora, evaluând calitatea și performanța în universități și centre de cercetare.

Pentru a iniția procesul de căutare s-au utilizat următoarele cuvinte cheie: analiză, factorială, confirmatorie, căutarea acestor trei cuvinte cheie în cadrul subiectului articolelor științifice generând 47.917 rezultate pentru perioada 1900-prezent. După rafinarea rezultatelor, căutând cuvintele cheie în titlul cercetărilor științifice s-au obținut 1.566 rezultate. Principalele arii de cercetare pentru Analiza Factorială Confirmatorie sunt reprezentate în figura 1.1., analiza scientometrică fiind axată pe următoarele domenii:

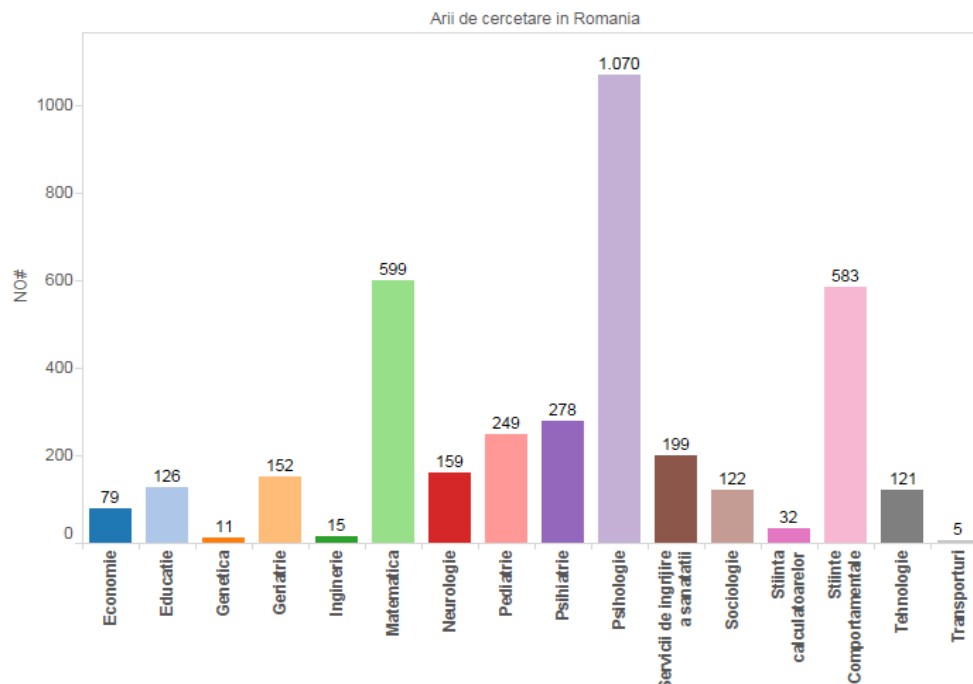


Figura 1.1. Arii de cercetare analizate în funcție de numărul de publicații,
Sursa: <http://thomsonreuters.com/thomson-reuters-web-of-science/>

Se poate observa că cele mai multe cercetări științifice care au utilizat metodologia CFA au fost în domeniile: psihologie, științe comportamentale, matematică și medicină.

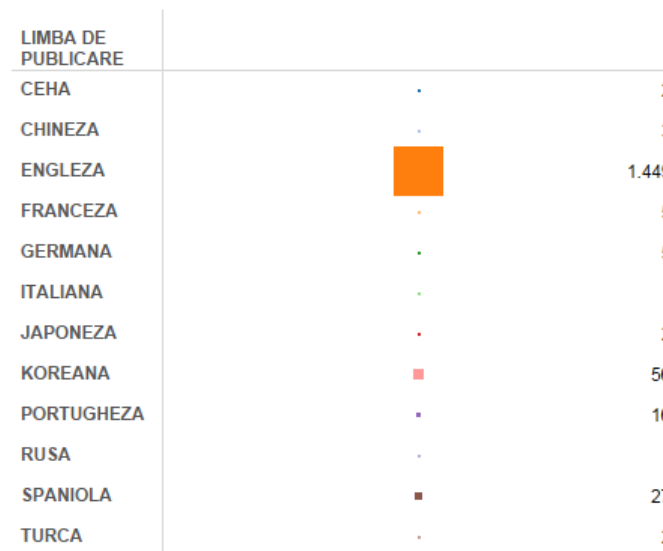


Figura 1.2. Limba de publicare

În ceea ce privește distribuția geografică a autorilor, cele mai multe lucrări au fost din Statele Unite ale Americii (39.75%), Australia (6.5%), Canada (5.88%) și Anglia (5.2%); așa cum reiese din figurile 1.3 și 1.4.

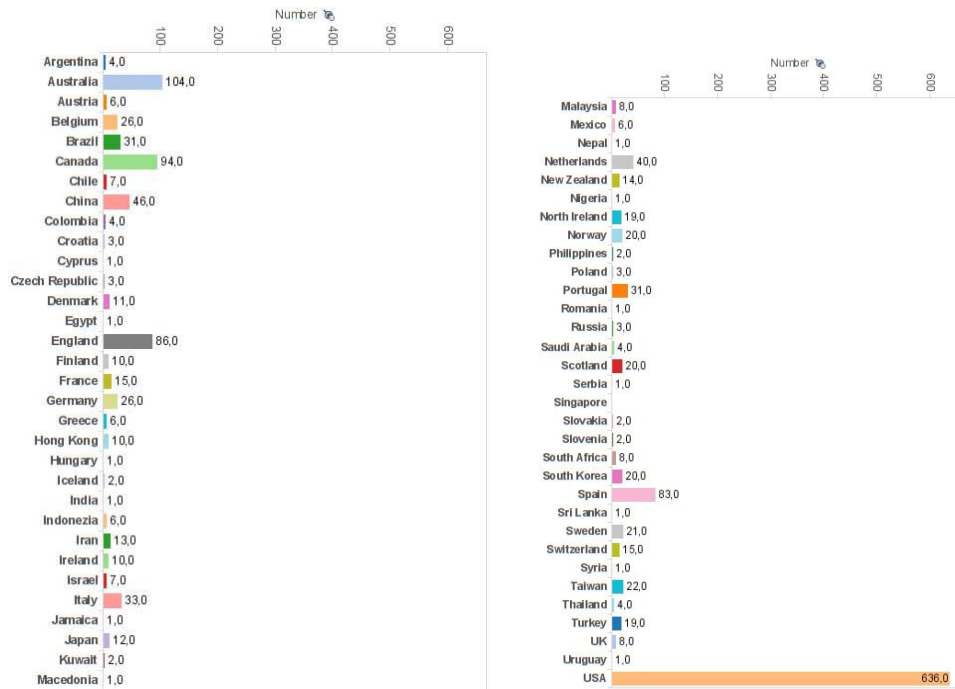


Figura 1.3. Țara de origine a lucrărilor înregistrate



Figura 1.4. Țara de origine a lucrărilor înregistrate – imagine globală

În funcție de limba în care au fost publicate, ponderea cea mai mare este obținută de articolele publicate în limba engleză (90.56%), urmate de articolele în koreană, spaniolă și portugheză.

Interesul pentru CFA a crescut după anul 1990, înregistrându-se un trend de creștere a articolelor științifice ce au utilizat această metodologie.

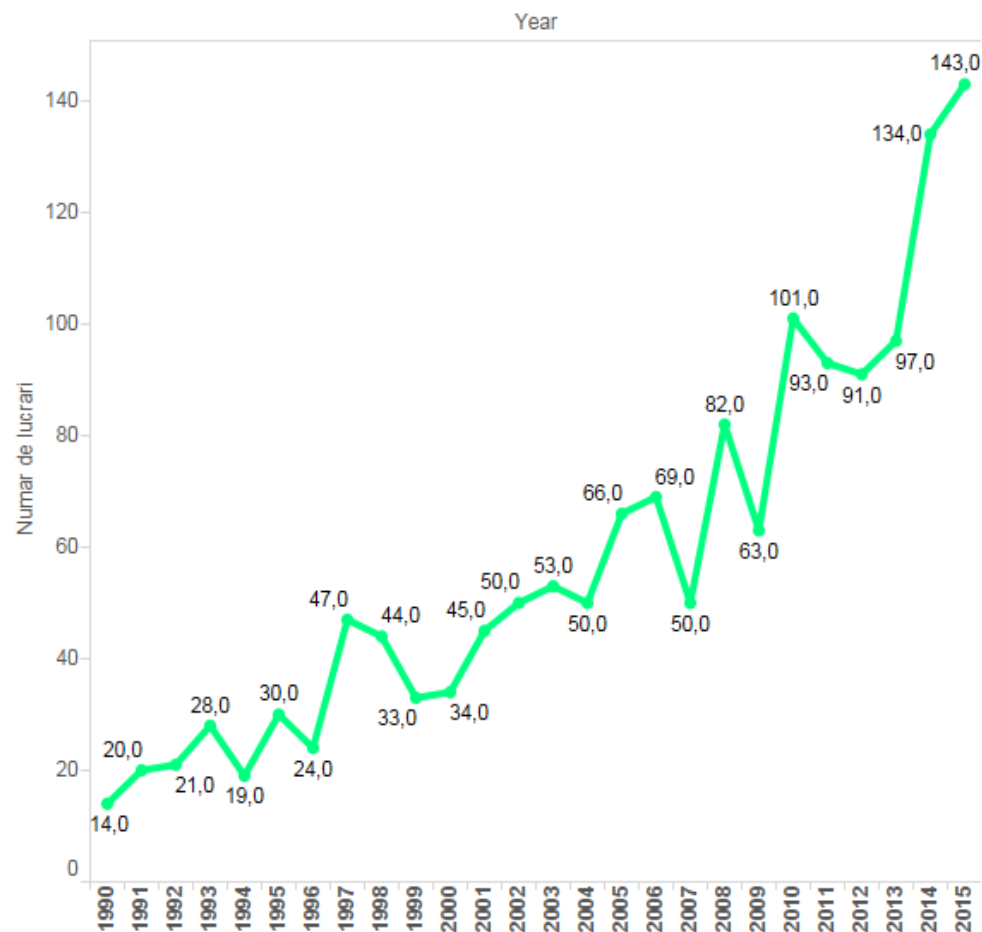


Figura 1.5. Numărul lucrărilor publicate pe ani

Figura următoare prezintă clasificarea lucrărilor publicate ce au folosit CFA pentru modelare. Peste 83% dintre acestea sunt articole publicate în reviste cotate ISI, urmate de abstracte (8,4%). Articolele publicate în volumele conferințelor reprezintă aproximativ 3,87% din totalul lucrărilor, la alte categorii fiind declarate peste 19% din total.

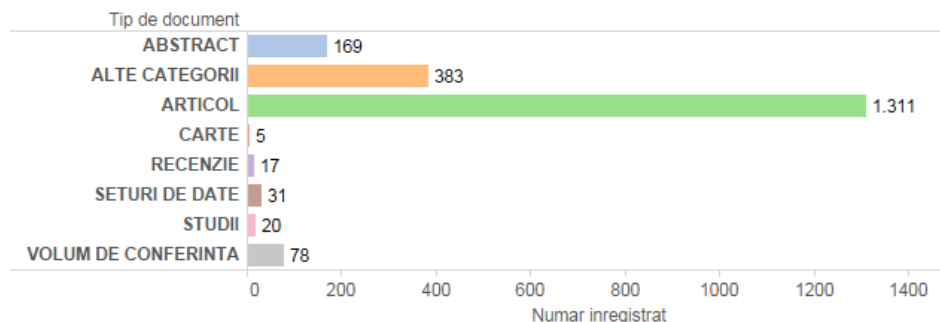


Figura 1.6. Tipuri de lucrări publicate

Pentru perioada analizată se poate observa cu ușurință un trend ascendent, susținut de interesul crescut pentru domeniul modelării ecuațiilor structurale. Au fost înregistrate 8255 de citări (excluzând auto-citările) și o medie de 8.77 citări pe lucrare. Articolul cel mai relevant în acest domeniu de cercetare are 1055 de citări, fiind publicat în anul 1966 în revista *Psychological Methods* (Curran et.al. 1996).

1.2. Soluții informatice pentru realizarea CFA

Analiza factorială confirmatorie se bazează pe modelarea utilizând ecuațiile structurale, iar produsele software disponibile pe piață sunt, de cele mai multe ori create spre a fi rulate în mediul Windows, doar o parte fiind proiectate pentru a rula pe MacIntosh (de exemplu: EQS).

Printre cele mai utilizate produse software în modelarea bazată pe ecuații structurale atât de către cercetătorii cu experiență în domeniu cât și de către tineri începători, trei astfel de produse pot fi remarcate: AMOS, EQS și LISREL, pe care le vom detalia în cele ce urmează.

- AMOS (IBM SPSS AMOS – ajuns la versiunea 24 – Figura 1.7)
 - Dezvoltat de Dr. James Arbuckle
 - Departamentul de Psihologie
 - Temple University
 - Philadelphia, PA, 19122
 - Distribuut de:
 - SmallWaters Corporation
 - 1507 E. 53rd Street, Suite 452
 - Chicago, IL 60615
 - Telefon: (773) 667-8635
 - Fax: (773) 955-6252
 - E-mail: info@smallwaters.com
 - Internet: http://www.smallwaters.com

- Sau de:
 - Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
 - 10 Industrial Avenue
 - Mahwah, NJ 07430-2262
 - Telefon: (201) 258-2200
 - Fax: (201) 236-0072
 - Comenzi: (800) 926-6579
 - E-mail: orders@erlbaum.com
 - Internet: <http://www.erlbaum.com>
- Disponibil și pe site-ul IBM la adresa:
 - <http://www-03.ibm.com/software/products/en/spss-amos>

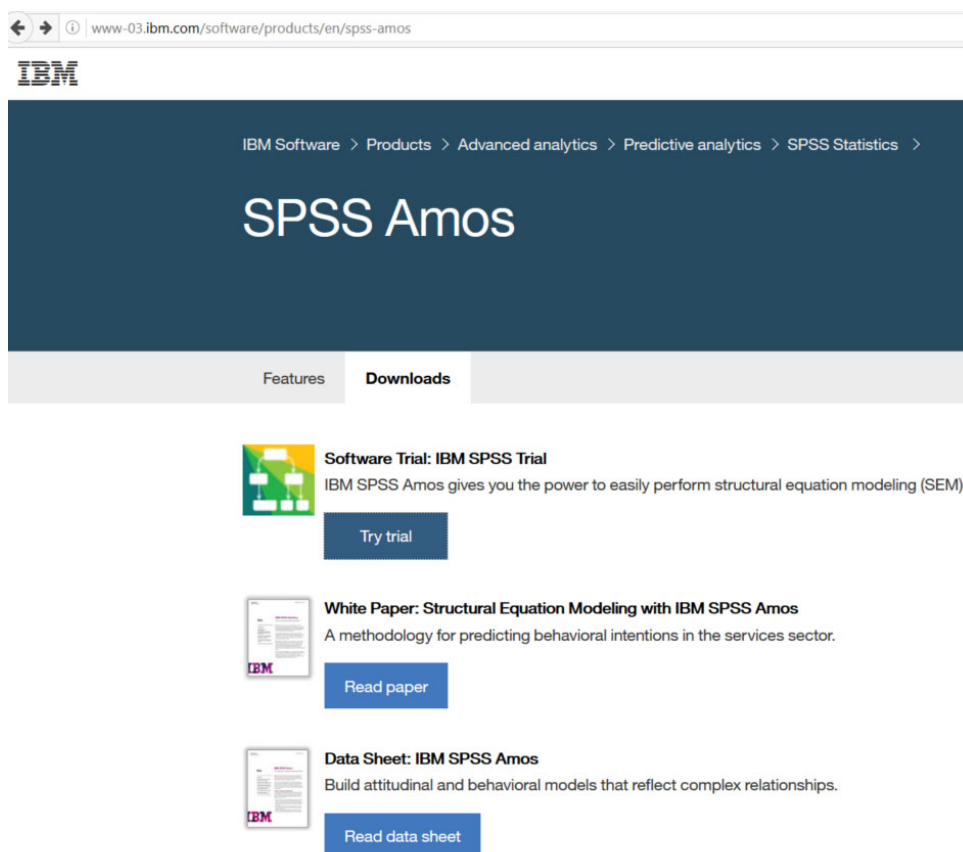


Figura 1.7. Pagina IBM

- EQS (ajuns la versiunea 6.3 – Figura 1.8)
 - Dezvoltat de Dr. Peter Bentles
 - Departamentul de Psihologie

- University of California
- Los Angeles, LA, 90025
- Distribuit de:
 - Multivariate Software, Inc.
 - 15720 Ventura Blvd.
 - Suite 306
 - Encino, CA 91436-2989
 - Telefon: (818) 906-0740
 - Fax: (818) 906-8205
 - Comenzi: (800) 301-4456
 - E-mail: sales@mvsoft.com
 - Internet: <http://www.mvsoft.com>

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying www.mvsoft.com/eqsdownload.htm. The main content area features the company name "Multivariate Software" in a large, bold, red font. Below this, it lists "EQS - Structural Equation Modeling Software" and "EQSIRT - Item Response Theory Software". A navigation menu includes links for "EQSIRT", "Support", "Workshop", "Online Store", and "Home". A horizontal line separates the header from the main content, which is titled "EQS SOFTWARE". Under this heading, there are three sections: "EQS FOR Linux", "EQS FOR Mac", and "EQS FOR WINDOWS". Each section lists available software versions with their build numbers, release dates, and download links (installation files, setup docs, or exe files).

Multivariate Software

EQS - Structural Equation Modeling Software
EQSIRT - Item Response Theory Software

[EQSIRT](#) | [Support](#) | [Workshop](#) | [Online Store](#) | [Home](#)

EQS SOFTWARE

EQS FOR Linux

- EQS 6.2 for Linux (Build 105) [[installation file](#)] (2013 version, 11/12/2013) [[Setup Doc](#)]

EQS FOR Mac

- EQS 6.2 for Mac/Unix (Build 105) [[installation file](#)] (2013 version, 11/14/2013) [[Setup Doc](#)]

EQS FOR WINDOWS

- EQS 6.1 for Windows (Build 97A) [[zip file](#)] (2012 version)
- EQS 6.2 for Windows (Build 101) [[zip file](#)] (2012 version)
- EQS 6.2 for Windows (Build 105) [[zip file](#)] (2013 version, 08/06/2013)
- EQS 6.2 for Windows (Build 107) [[zip file](#)] (2014 version, 08/25/2014)
- EQS 6.3 for Windows (Build 110) [[exe file](#)] (2015 version, 08/20/2015)
- EQS 6.3 for Windows (Build 112) [[exe file](#)] (2015 version, 11/03/2015)
- EQS 6.3 for Windows (Build 113) [[exe file](#)] (2016 version, 12/18/2015)
- EQS 6.3 for Windows (Build 114) [[exe file](#)] (2016 version, 03/27/2016)

Figura 1.8. Opțiuni de descărcare – EQS

- LISREL (LISREL-SIMPLIS, LISREL-PRELIS, INTERACTIVE LISREL, MULTILEV, SURVEYGLIM, MAPGLIM) – ajuns la versiunea 9.2 – Figura 1.9:

www.ssicentral.com/lisrel/

SSI SCIENTIFIC SOFTWARE INTERNATIONAL

- [History](#)
- [A brief overview](#)
- [News](#)
- [Ordering](#)

L LISREL for Windows - A brief overview

During the last thirty eight years, the LISREL model, methods and software have become synonymous with structural equation modeling (SEM). SEM allows researchers in the social sciences, management sciences, behavioral sciences, biological sciences, educational sciences and other fields to empirically assess their theories. These theories are usually formulated as theoretical models for observed and latent (unobservable) variables. If data are collected for the observed variables of the theoretical model, the LISREL program can be used to fit the model to the data.

Today, however, LISREL for Windows is no longer limited to SEM. The latest LISREL for Windows includes the following statistical applications.

- LISREL for structural equation modeling.
- PRELIS for data manipulations and basic statistical analyses.
- MULTILEV for hierarchical linear and non-linear modeling.
- SURVEYGLIM for generalized linear modeling.
- MAPGLIM for generalized linear modeling for multilevel data.

L LISREL

The 32-bit application LISREL is intended for:

- Standard structural equation modeling
- Multilevel structural equation modeling

These methods are available for the following data types:

- Complete and incomplete complex survey data on categorical and continuous variables
- Complete and incomplete simple random sample data on categorical and continuous variables

P PRELIS

PRELIS is a 32-bit application which can be used for:

- Data manipulation
- Data transformation
- Data generation
- Computing moment matrices
- Computing asymptotic covariance matrices of sample moments
- Imputation by matching
- Multiple imputation
- Multiple linear regression
- Logistic regression
- Univariate and multivariate censored regression
- ML and MINRES exploratory factor analysis

Figura 1.9. Pagina produse – LISREL

- Dezvoltat de Dr. Karl Joreskog și Dr. Dag Sorbom
 - Departamentul de Statistică
 - Uppsala University
 - Uppsala, Suedia, P.O. Box 513

- Distribuit de:
 - Scientific Software International, Inc.
 - 7383 N. Lincoln Ave., Suite 100
 - Lincolnwood, IL 60712-1704
 - Telefon: (847) 675-0720
 - Fax: (847) 675-2140
 - Comenzi: (800) 247-6113
 - E-mail: info@ssicentral.com
 - Internet: <http://www.ssicentral.com>
- Sau de:
 - Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
 - 10 Industrial Avenue
 - Mahwah, NJ 07430-2262
 - Telefon: (201) 258-2200
 - Fax: (201) 236-0072
 - Comenzi: (800) 926-6579
 - E-mail: orders@erlbaum.com
 - Internet: <http://www.erlbaum.com>

Ținând cont de nevoile personale de modelare, cât și de cunoștințele pe care cel care urmează să facă modelarea cu un astfel de produs software le deține, este greu de recomandat un cel mai bun produs spre a fi utilizat.

Totuși, din punctul de vedere al autorilor acestei cărți, produsul software oferit de IBM, SPSS AMOS, se pretează cel mai bine utilizatorilor mai puțin experimentați pe partea de programare în comparație cu celelalte programe existente, mai ales prin faptul că oferă o parte de grafică destul de interesantă și ușor de utilizat și înțeles, ceea ce face ca experiența modelării utilizând ecuații structurale să fie una plăcută.

În cele ce urmează vom exemplifica, pe scurt, modalitatea de lucru cu SPSS AMOS 22, punând accent pe partea de realizare a modelului de validat și de încărcare a datelor în program, lăsând ca, în capitolele 2 și 3 ale acestei cărți să prezentăm câteva exemple reale în care poate fi folosită arătăm o astfel de analiză, precum și cum pot fi interpretate rezultatele obținute după rulare. În cazul în care valorile indicatorilor obținuți nu sunt cele scontate, se poate trece la îmbunătățirea acestora, modalitățile de îmbunătățire fiind, de asemenea, prezentate în capitolele 2 și 3.

1.3 Introducere în AMOS Graphics

În cele ce urmează vom prezenta modalitatea prin care o serie de date culese pe baza unui chestionar și evaluate utilizând o scală Likert cu valori între 1 și 5, pot fi analizate cu ajutorul SPSS AMOS 22. Vom trece, rând pe

rând, la explicarea pașilor ce trebuie urmați în vederea realizării construcției în AMOS, încărcarea datelor necesare validării și rularea acestora în vederea validării chestionarului și a relațiilor presupuse între variabilele chestionate.

Chiar dacă datele pe baza cărora a fost realizată exemplificarea de mai jos sunt reale și reprezintă răspunsurile primite ca urmare a unei cercetări făcute pe rețelele de socializare cu privire la comportamentul consumatorilor în astfel de medii de socializare (Delcea, 2016), în acest capitol nu vom pune accent pe descrierea datelor și motivațiile care au stat în spatele construcțiilor considerate, ci, dimpotrivă, scopul este doar acela de a arăta cum se poate transfera și modela în AMOS o serie de date.

Din acest motiv vom începe cu partea de grafică oferită de AMOS, cu ajutorul căreia vom desena construcțiile necesare.

În acest scop vom considera un număr de trei componente:

- Timpul petrecut pe rețelele de socializare (TS) – cu trei subcomponente notate prin: TS_1, TS_2 și TS_3,
- Activitatea avută pe platformele de social media (APS) – cu patru subcomponente: APS_1, APS_2, APS_3 și APS_4,
- Vizualizarea de reclame și accesarea paginilor web ale companiilor (VRW) – cu 2 componente: VRW_1 și VRW_2.

Începem prin a deschide programul SPSS AMOS 22 instalat în prealabil pe stația de lucru – ecranul din Figura 1.10.

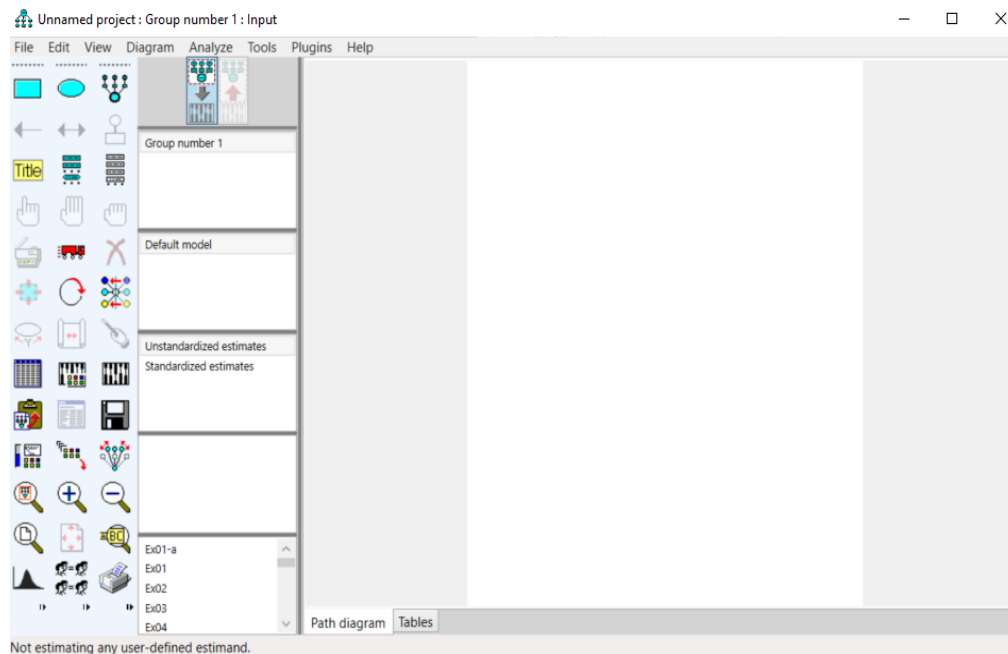


Figura 1.10. – SPSS AMOS 22 – o nouă foaie de lucru

Desenarea diagramei

Deschiderea unei noi foi de lucru în AMOS se face urmând următorii pași: File -> New (a se vedea Figura 1.11)

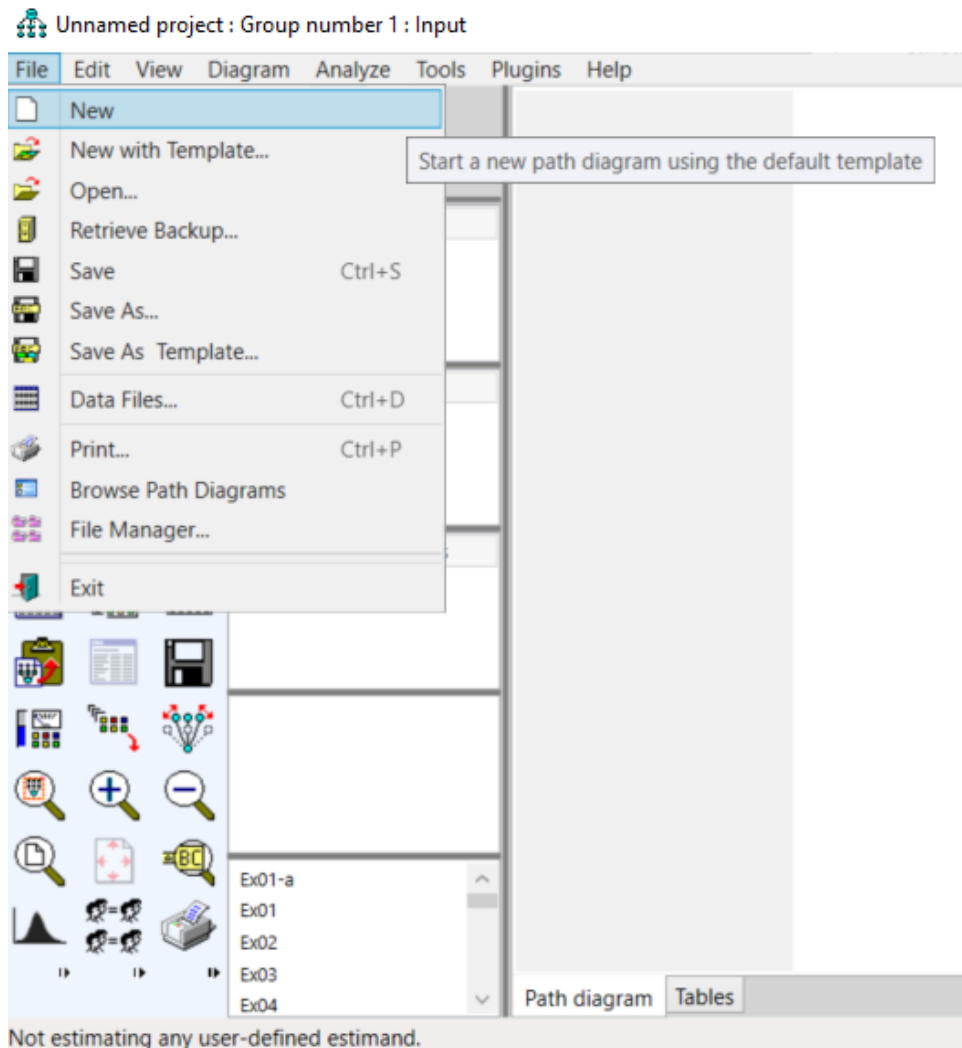


Figura 1.11. Selectarea unei noi pagini de lucru în SPSS AMOS 22

După deschiderea unei noi foi de lucru, în partea stângă a programului apar o serie de iconițe, utile în procesul de desenare a diagramei dar și în procesul de analiză. Mai multe detalii cu privire la utilitatea fiecărei iconițe se pot afla prin simpla poziționare cu cursorul deasupra acestora – Figura 1.12.

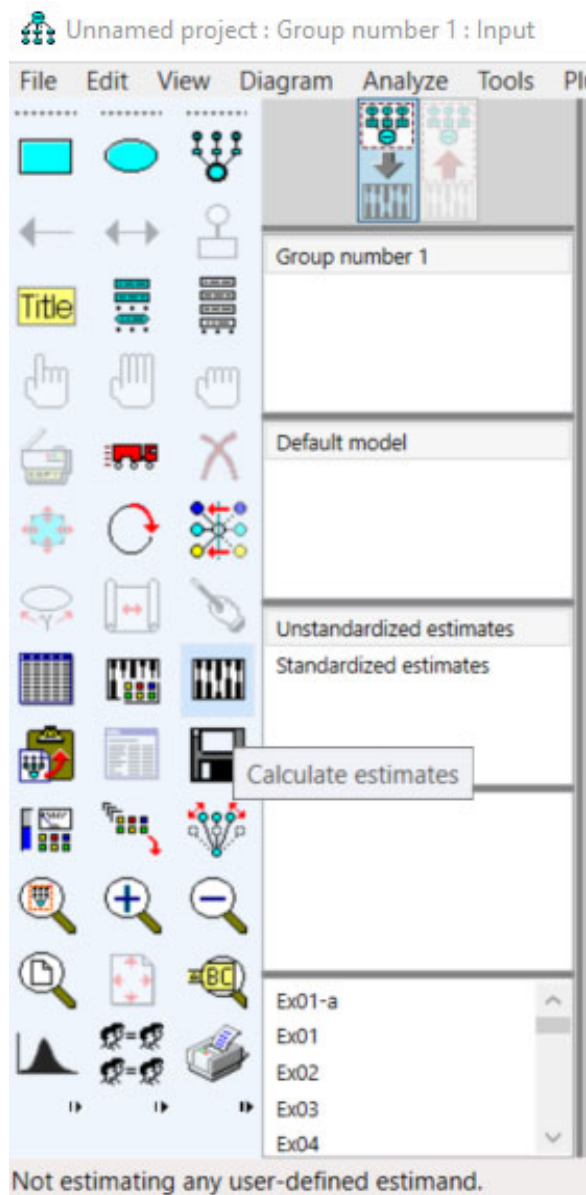


Figura 1.12. Setul de iconițe utile în procesul de analiză

În funcție de momentul în care ne aflăm în procesul de analiză, o parte din acestea pot fi inactive (spre exemplu, în Figura 1.13. se poate observa că iconița aflată pe rândul patru, central, responsabilă cu selectarea tuturor obiectelor este inactivă în momentul deschiderii unei noi foi de lucru datorită inexistenței acestor obiecte). În momentul în care deja în foaia de lucru există o parte din elementele necesare analizei, și celelalte iconițe se activează – Figura 1.13.

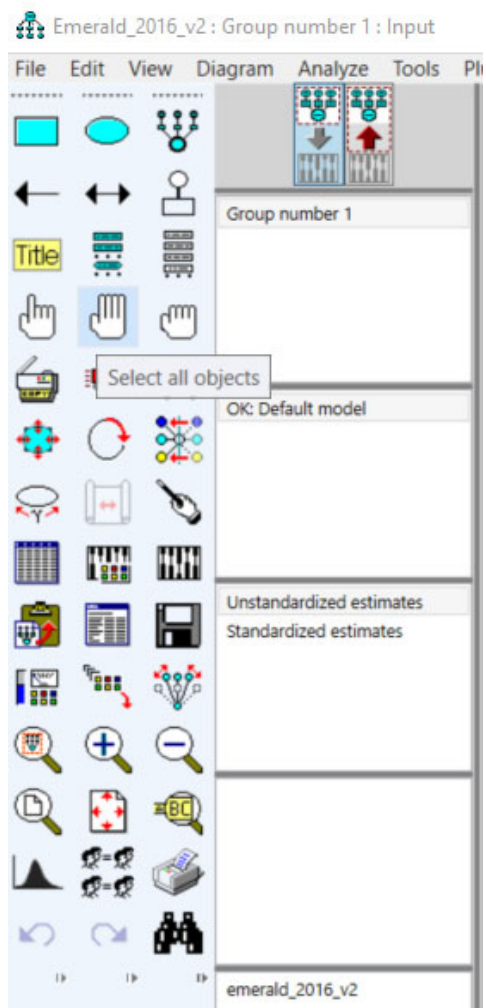








Figura 1.13. Iconițele active la un moment dat în procesul de analiză.

În tabelul de mai jos sunt evidențiate iconițele și este prezentată funcția de bază a fiecărei dintre acestea:

Simbol	Explicație
	Desenează variabilele observate (măsurate)
	Desenează variabilele neobservate (nemăsurate / latente)
	Desenează o variabilă latentă sau adaugă un indicator unei variabile latente
	Desenează căi (un singur sens)
	Desenează covarianță
	Adaugă o variabilă de tin eroare / unică unei variabile deja existente