

---

## *Construirea modelului de regresie pentru analiza riscului economic*

**Prof. univ. dr. Constantin ANGHELACHE** (*actincon@yahoo.com*)  
*Academia de Studii Economice din București / Universitatea „Artifex” din București*  
**Iulian RADU, PhD Student** (*julian@linux.com*)  
*The Bucharest University of Economic Studies*

### **Abstract**

*Riscul economic este important de studiat deoarece în activitatea oricărei entități sau a economiei naționale în ansamblul ei, acționează o serie de factori. Printre aceștia se numără și factorul de risc, care are efecte negative asupra evoluției economice.*

*Riscul economic poate să apară într-o serie de împrejurări cum ar fi managementul uneori defectuos care nu ține seamă de corelarea și proporționalitatea care trebuie să existe între mărimile statistice, iar pe de altă parte datorită unor reduceri impuse de legea fundamentală a pieței, adică o ofertă mult mai ridicată decât cererea pe piață care duce la rezultate negative. Pe de altă parte, apar elementele care pot fi uneori favorabile și alteori negative în ceea ce privesc relațiile economice internaționale care se stabilesc între state, dar nu în ultimul rând economia unei entități, a unei țări sau pe plan mondial poate fi perturbată de apariția unor neconcordanțe, a unor situații de criză care conduc la restructurarea majoră a evoluțiilor și corelațiilor care trebuiesc reconsiderate pentru asigurarea macrostabilității.*

*Este ușor de explicat acest aspect mai ales dacă luăm în considerație criza economico-financiară care a avut loc în perioada 2008-2010, dar și mai recent a crizei sanitare determinate de pandemia coronavirus, care s-a conjugat deja cu perspectiva unei crize economico-financiare fără precedent.*

*Toate aceste elemente prezentate sunt avute în vedere de autori pentru a fundamenta perspectiva riscurilor economice. Aceste riscuri economice trebuiesc anticipate, estimate pentru a putea lua măsuri de redresare, a lua măsuri de acoperire, deoarece este, teoretic dar și practic, imposibil ca riscurile să fie eliminate. În acest context am construit un model de regresie care după studiul atent al variabilelor statistice din economie, pot fi utilizate pentru a calcula parametrii care să stea la baza estimării perspectivei de evoluție viitoare. Așa de pildă, în această perioadă a crizei economico-financiare ce va continua împreună cu criza sanitară și apoi posibil să continue doar singular, trebuie să facem unele studii în scopul de a vedea tendințele de evoluție ale economiei.*

---

*Studiul acesta pe baza funcției de regresie în domeniul economic este de maximă importanță și trebuie avut în vedere atunci când se stabilesc programe de dezvoltare economică a unei țări când apar elemente structurale care trebuie avute neapărat în vedere.*

*În acest articol am utilizat și unele studii, am prezentat o serie de tabele și grafice, pentru a evidenția perspectiva evoluției acestei crize economice cu efectele sale.*

**Cuvinte cheie:** piață, cerere, ofertă, risc, factori, modele, parametrii, estimări

**Clasificarea JEL:** C13, F40

### **Introducere**

În articolul intitulat Construirea modelului de regresie pentru analiza riscului economic, autorii au avut în vedere construirea unui model de estimare a riscului care să ofere un suport decizional pentru activitatea ulterioară a entităților economice, utilizând metoda regresiei liniare.

O primă etapă în această analiză o constituie alegerea variabilei dependente ca fiind riscul economic, iar apoi identificarea variabilelor explicative având în vedere scopul urmărit, de estimare a riscului economic pe baza indicatorilor monetari ai entităților economice.

O altă etapă o reprezintă analiza și eliminarea din setul de date erorile grosolane reprezentate de valori care depășesc cu mult majoritatea valorilor din șirul de date, aplicându-se în acest sens testul Grubbs. Ulterior s-a făcut verificarea eventualelor dependențe între variabilele explicative, calculându-se astfel coeficientul de corelație lineară Pearson.

În continuare s-au calculat valorile estimate ale parametrilor modelelor de regresie liniară simplă și multiplă utilizând metoda celor mai mici pătrate. De asemenea, modelele de regresie au fost verificate statistic și validate.

În final s-a aplicat criteriul de concordanță a lui Gauss pentru alegerea modelului care estimează cel mai bine riscul economic.

### **Literature review**

Unele aspecte legate de riscul sistematic care afectează stabilitatea financiară sunt analizate în lucrarea lor de Acemoglu, D., Ozdaglar, A., Tahbaz-Salehi A. (2015). De asemenea, aspecte legate de riscul sistematic sunt tratate și de Eisenberg, L., Noe, T.(2001). În lucrarea sa Ai, H. (2010) este preocupat de riscul pe termen lung și efectul acestui risc asupra evoluției prețurilor activelor. Anghelache, C., Capanu, I. (2000, 2003) abordează în lucrările lor indicatorii economici pentru analize la nivel micro și macroeconomic. Sistemul indicatorilor de analiză financiară a agenților economici este

---

tratat și de Anghel, M.G., (2014) în lucrarea sa. Anghelache, C., Bodó, Gy. (2016) sunt preocupați de efectele riscurilor sistematice și rolul deciziilor manageriale în timpul perioadelor de crize economice. În aceeași ordine de idei Anghelache, C., Anghel, M.G., Bodó, Gy. (2017) abordează în lucrarea lor unele aspecte teoretice referitoare la rolul informațiilor în procesul de modelare a deciziilor și gestionare a riscurilor. Clark, T., Ravazzolo, F.(2015) sunt preocupați de performanța prognozei macroeconomice în conformitate cu specificații alternative ale volatilității variabile în timp. Eeckhoudt, L., Gollier, Ch., Schlesinger, H. (2011) abordează modul în care pot fi luate deciziile economico-financiare corelate cu riscurile economice. O analiză a factorilor de risc în ceea ce privesc deciziile manageriale este făcută în lucrarea lor Popa, P.D., Dobrescu, Gh.G. (2014). Robert N., Gronn, E., Machina, M., Bergland, O.(2013) sunt preocupați de mediul incert de afaceri și riscul economic.

#### **Metodologie, date, discuții, rezultate**

În această etapă variabila dependentă,  $y$ , aleasă a fost riscul economic,  $RE$ , calculat ca medie ponderată a scorului  $Z$  determinat cu modelul Altman,  $Z_A$ , și cu modelul Canon-Holder,  $Z_{CH}$ , conform formulei:

$$y = RE = 0,6 * Z_A + 0,4 * Z_{CH} \quad (1)$$

unde:

$RE$  = Riscul economic, variabila dependentă  $y$ ;

$Z_A$  = Scorul  $Z$  prin metoda Altman;

$Z_{CH}$  = Scorul  $Z$  prin metoda Canon-Holder.

În cazul în care din situațiile financiare sunt cunoscuți indicatorii valorici necesari calculului variabilelor explicative din modelul Altman, atunci, se calculează  $Z_A$ . Similar pentru variabilele explicative din modelul Canon-Holder cu care se calculează  $Z_{CH}$ . Scopul acestui studiu de caz este de a construi prin metoda regresiei un model de estimare a riscului economic pe baza indicatorilor disponibili ca informații publice. Acest model va putea fi folosit ca suport pentru decizia de selecție a clienților viitori și de stabilire a unor clauze personalizate în contract pentru diminuarea riscului de afacere.

#### **• Identificarea variabilelor explicative**

Modul în care se aleg variabilele explicative depinde de scopul urmărit în modelul econometric, în cazul acesta, estimarea riscului economic pe baza indicatorilor monetari ai entităților economice. Pentru ca inflația să nu influențeze valoarea indicatorilor utilizați s-a luat în analiză raportul

---

indicatorilor din aceeași perioadă de timp. Au fost luate în analiză 12 variabile, notate cu X1, X2, ...X12, definite cu următoarele formule:

$$X1 = \frac{\text{Datorii}}{\text{Capitaluri}} \quad (2)$$

$$X2 = \frac{\text{Capitaluri}}{\text{Capitaluri} + \text{Datorii}} \quad (3)$$

$$X3 = \frac{\text{Stocuri}}{\text{Active circulante}} \quad (4)$$

$$X4 = \frac{\text{Creante} + \text{Casa} + \text{Conturi la bănci}}{\text{Active circulante}} \quad (5)$$

$$X5 = \frac{\text{Datorii}}{\text{Active circulante}} \quad (6)$$

$$X6 = \frac{\text{Creante} + \text{Casa} + \text{Conturi la bănci} - \text{Datorii}}{\text{Active circulante}} \quad (7)$$

$$X7 = \frac{\text{Creante} + \text{Casa} + \text{Conturi la bănci}}{\text{Active imobilizate} + \text{Active circulante}} \quad (8)$$

$$X8 = \frac{\text{Active circulante} - \text{Datorii}}{\text{Active imobilizate} + \text{Active circulante}} \quad (9)$$

$$X9 = \frac{\text{Capitaluri}}{\text{Active circulante}} \quad (10)$$

$$X10 = \frac{\text{Datorii}}{\text{Profit brut}} \quad (11)$$

$$X11 = \frac{\text{Profit brut}}{\text{Active imobilizate} + \text{Active circulante}} \quad (12)$$

$$X12 = \frac{\text{Cifra de afaceri}}{\text{Active imobilizate} + \text{Active circulante}} \quad (13)$$

Cele 12 variabile explicative au fost calculate pentru fiecare dintre cele 82 valori ale variabilei dependente y.

• **Eliminarea erorilor grosolane**

Valorile variabilei dependente și a variabilelor explicative pot fi afectate de erori generate de valori ale indicatorilor economici la un anumit

moment al analizei care corespundeau corecțiilor efectuate pe parcursul exercițiului financiar, de amenzi și penalități apărute, de eventuale erori de calcul. Dintre aceste erori, au fost analizate și eliminate din setul de date erorile grosolane reprezentate de valori care depășesc cu mult majoritatea valorilor din șirul de date. Pentru eliminarea din șir a valorilor considerate erori grosolane s-a aplicat testul Grubbs, dezvoltat de Frank Ephraim Grubbs.

Pentru aplicarea testului Grubbs s-a sortat ascendent șirul de date analizat și au fost identificate valorile extreme, minime și/sau maxime. Pentru datele rămase, fără valorile extreme considerate, s-a calculat media și dispersia.

Cu aceste valori se calculează:

$$G = \frac{\bar{x} - x_{min}}{s} \quad (14)$$

$$G_{critic} = \frac{(n-1)t_{critic}}{\sqrt{n(n-2+t_{critic}^2)}} \quad (15)$$

$$t_{critic} = T.INV\left(1 - \frac{\alpha}{n}; n-2\right) \quad (16)$$

unde:

$\bar{x}$  - Media șirului de date  $x_i$ , fără valorile extreme;

$x_{min}$  - Valoarea suspectată ca fiind eroare grosolană, în afara intervalului;

$s$  - Dispersia eșantionului;

$G_{critic}$  - Statistica testului Grubbs;

$n$  - Mărimea eșantionului;

$t_{critic}$  - Valoarea critică din distribuția t-Student cu  $n-2$  grade de libertate și nivelul de semnificație  $\alpha/n$ ;

T.INV - Funcția Excel pentru calculul lui  $t_{critic}$  din inversa distribuției t-Student.

Dacă:

$$G > G_{critic} \quad (17)$$

Atunci se respinge ipoteza nulă:

$$H_0: \text{Nu există erori grosolane, } x_{min} \text{ aparține șirului} \quad (18)$$

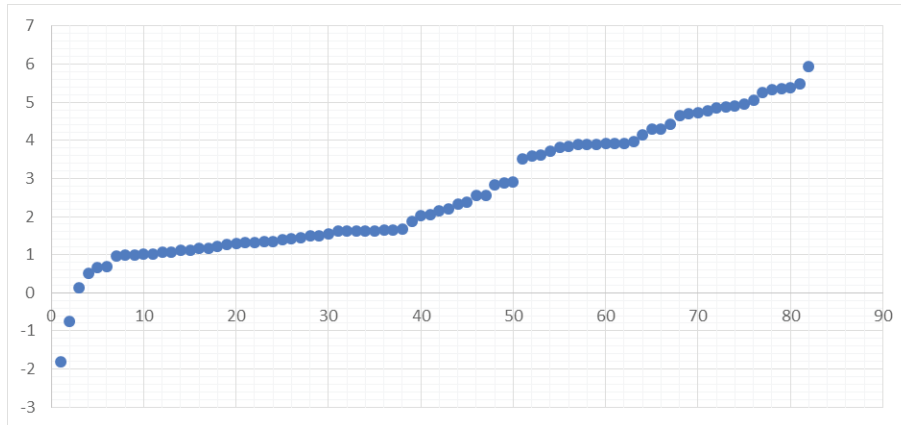
**• Eliminarea erorilor grosolane privind variabila dependentă**

Pentru aplicarea testului Grubbs pentru variabila dependentă RE a fost sortat ascendent setul de date și a fost reprezentat grafic.

---

## Variabila risc economic RE

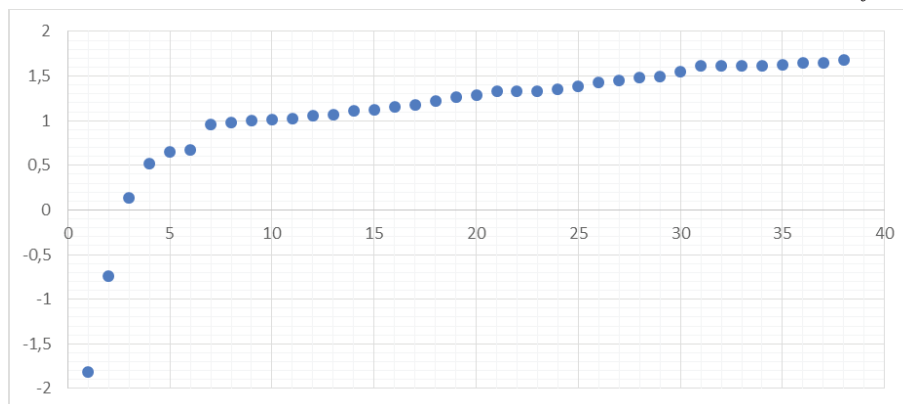
Grafic 1



Din analiza graficului se disting două zone, prima zonă reprezentată de primele 38 poziții, a doua zonă reprezentată de pozițiile de la 39 la 82.

## Prima zonă a șirului ascendent RE

Grafic 2



Primele șase valori din șir par să nu aparțină șirului și pentru acestea s-a aplicat testul Grubbs.

### Testul Grubbs pentru valorile minime ale riscului economic

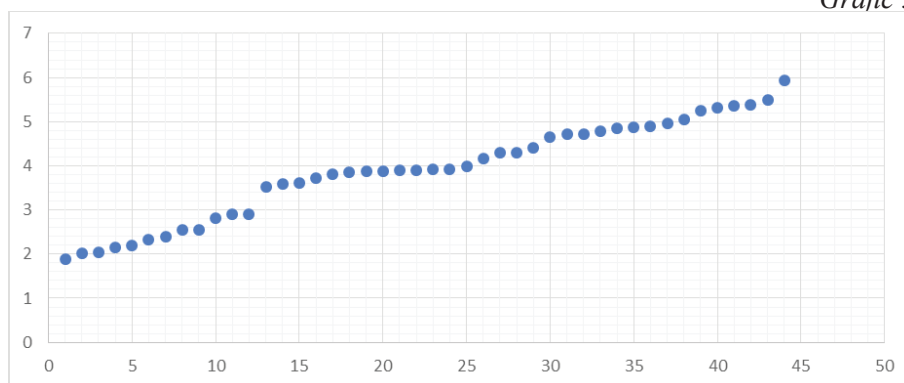
Tabel 1

n	32					
media	1,332156					
dispersia	0,237365					
$\alpha$	0,05					
$G_{critic}$	2,773345					
$t_{critic}$	3,213845					
$RE_i$	-1,81525	-0,73778	0,13446	0,51979	0,65653	0,67704
$G_i$	13,25975	8,72047	5,04580	3,42242	2,84635	2,75993
Se elimină	da	da	da	da	da	nu
Poziția:	38	42	27	39	44	

Similar s-a procedat pentru a doua zonă a șirului ascendent RE pentru valoarea maximă.

### A doua zonă a șirului ascendent RE

Grafic 3



### Testul Grubbs pentru valoarea maximă a riscului economic

Tabel 2

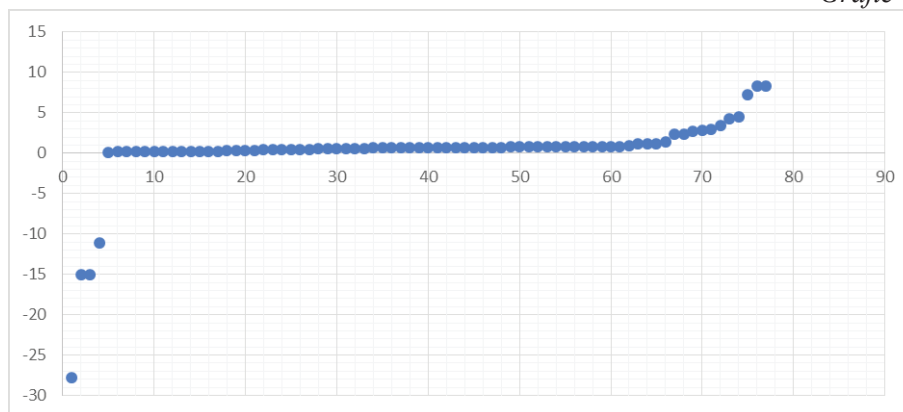
n	43	
media	3,854712	
dispersia	1,071171	
$\alpha$	0,05	
$G_{critic}$	2,897023	
$t_{critic}$	3,247372	
$RE_i$	5,941189	
$G_i$	1,94785	
Se elimină:	nu	

• **Eliminarea erorilor grosolane privind variabilele explicative**

Similar s-a procedat pentru fiecare variabilă explicativă. Pentru X1 graficul șirului ascendent pune în evidență primele patru valori și ultimele trei valori, pentru care s-a aplicat, pe rând, testul Grubbs.

**Variabila explicativă X1**

*Grafic 4*



Rezultatul testului este prezentat în tabelul (3)

**Testul Grubbs pentru variabila explicativă X1**

*Tabel 3*

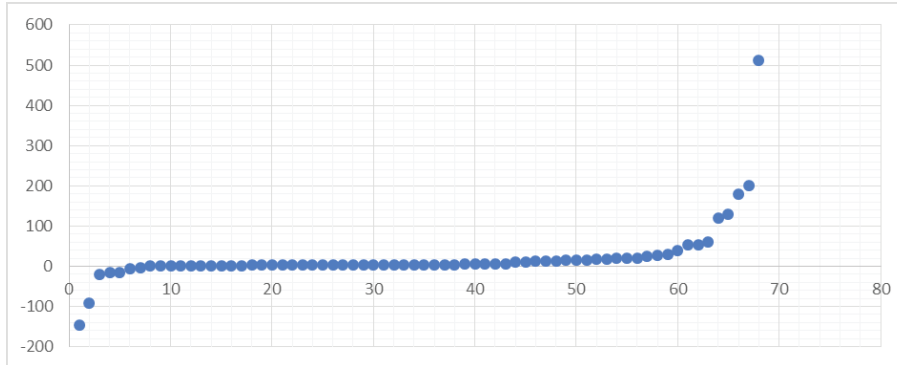
n	70						
media	0,88399						
dispersia	0,90911						
$\alpha$	0,05						
$G_{critic}$	3,083916						
$t_{critic}$	3,324797						
X1	-27,808	-14,994	-14,994	-11,083	7,298	8,299	8,299
$G_i$	31,5606	17,4656	17,4656	13,1629	7,0555	8,1568	8,1568
Se elimină	da	da	da	da	da	da	da
Poziția:	46	43	28	45	40	51	30

Pentru variabilele explicative de la X2 la X9 în urma aplicării testului Grubbs nu s-a eliminat nici o valoare. Pentru variabila explicativă X10, graficul șirului ascendent (5) pune în evidență posibile valori eronate.



### Variabila explicativă X10

Grafic 5



Din analiza graficului șirului ascendent X10 sunt suspecte primele două valori și ultimele zece pentru care s-a aplicat testul Grubbs.

### Testul Grubbs pentru variabila explicativă X10

Tabel 4

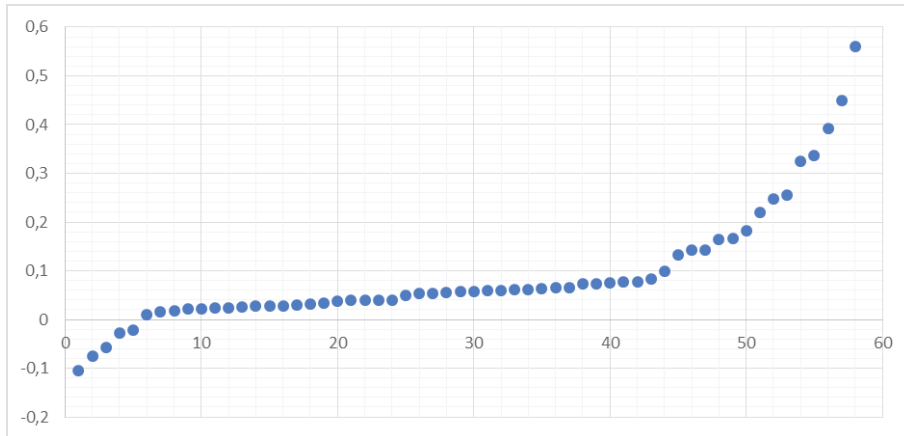
n	60						
media	8,002746						
dispersia	13,028390						
$\alpha$	0,05						
$G_{critic}$	3,026863						
$t_{critic}$	3,298020						
$X_{10i}$	-146,059	-91,448	53,082	53,243	60,252	120,587	
$G_i$	11,825	7,633	3,460	3,472	4,010	8,641	
Să elimine	da	da	da	da	da	da	da
Poziția:	13	21	24	25	17	16	

n	60					
media	8,002746					
dispersia	13,028390					
$\alpha$	0,05					
$G_{critic}$	3,026863					
$t_{critic}$	3,298020					
$X_{10i}$	129,248	179,541	200,217	512,041	4098,813	30771,967
$G_i$	9,306	13,167	14,754	38,688	313,992	2361,302
Să elimine	da	da	da	da	da	da
Poziția:	20	12	23	15	10	9

Graficul variabilei explicative X11 pune în evidență posibilitatea existenței a două valori eronate, la începutul și sfârșitul șirului ascendent.

Variabila explicativă X11

Grafic 6



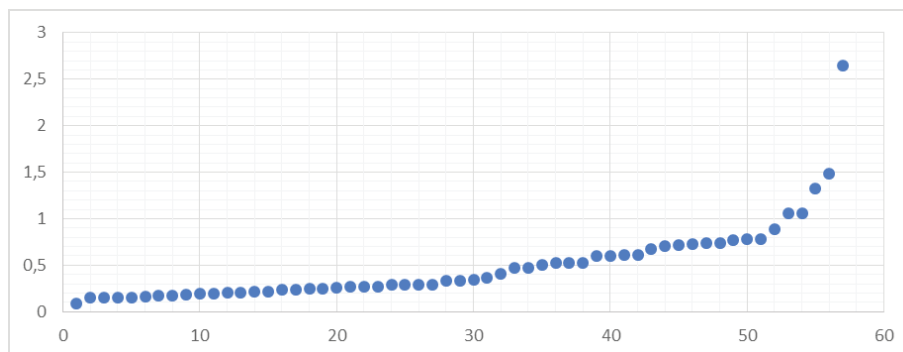
Tabel 5: Testul Grubbs pentru variabila explicativă X11

n	58		
media	0,091303		
dispersia	0,122485		
$\alpha$	0,05		
$G_{\text{critic}}$	3,014072		
$t_{\text{critic}}$	3,292382		
X11 <sub>i</sub>	-0,10476	0,56007	0,45038
$G_i$	1,60072	3,82717	2,93160
Se elimină	nu	da	nu
Poziția:	36	31	29

Graficul variabilei explicative X12 pune în evidență posibilitatea existenței a șase valori eronate, la sfârșitul șirului ascendent.

### Variabila explicativă X12

Grafic 7



### Testul Grubbs pentru variabila explicativă X12

Tabel 6

n	52					
media	0,394933					
dispersia	0,222204					
$\alpha$	0,05					
$G_{critic}$	2,972240					
$t_{critic}$	3,274910					
X12 <sub>i</sub>	2,65133	1,48583	1,32023	1,060253	1,056571	0,884232
$G_i$	10,15459	4,90944	4,16419	2,99418	2,97761	2,20202
Se elimină	da	da	da	da	da	nu
Poziția:	29	26	55	57	56	58

În această etapă, ca urmare a aplicării testului Grubbs pentru valorile suspectate ca fiind eronate, 30 de înregistrări ca fiind afectate de erori grosolane.

### Înregistrări eliminate ca fiind afectate de erori grosolane

Tabel 7

Sursa	10	X10	X10	X10	X10	X10	X10	X10	X10	X10
Poziția	r.9	Nr.10	Nr.12	Nr.13	Nr.15	Nr.16	Nr.17	Nr.20	Nr.21	Nr.23
Sursa	X10	X10	X12	RE	X1	X12	X1	X11	RE	RE
Poziția	Nr.24	Nr.25	Nr.26	Nr.27	Nr.28	Nr.29	Nr.30	Nr.31	Nr.38	Nr.39
Sursa	X1	RE	X1	RE	X1	X1	X1	X12	X12	X12
Poziția	Nr.40	Nr.42	Nr.43	Nr.44	Nr.45	Nr.46	Nr.51	Nr.55	Nr.56	Nr.57

După eliminarea celor 30 de înregistrări s-a constatat că înregistrările 1 și 7 sunt dublate și a fost eliminată înregistrarea 7.

• **Verificarea dependenței între variabilele explicative**

Pentru verificarea eventualelor dependențe între variabilele explicative s-a calculat coeficientul de corelație lineară Pearson,  $r_{X_i X_j}$ . Cu  $r_{X_i X_j}$  s-a calculat  $t_{calc}$ . Pentru  $t_{calc}$  s-a calculat nivelul de semnificație  $\alpha$  cu testul t-Student.

Cu datele din cele două tabele s-a aplicat regula empirică Colton astfel: dacă valoarea absolută a coeficientului de corelație Pearson este mai mare decât 0,4 și nivelul de semnificație asociat este mai mic decât pragul de semnificație de 0,05, atunci variabilele respective au fost considerate corelate.

• **Etapa de calificare a variabilelor explicative în model**

Pentru calificarea variabilelor explicative în modelul de regresie s-a aplicat tehnica de jos în sus, introducând variabilele explicative în model în mod crescător, începând cu o variabilă, apoi cu două, trei și așa mai departe, până când se epuizează toate variantele independente. Cu modulul de regresie din Excel s-au determinat parametrii modelului de regresie și pe baza coeficientului de determinare  $R^2$  s-a realizat clasamentul fiecărui model.

• **Estimarea parametrilor modelului de o variabilă și validarea modelului**

În etapa de calificare pentru modelul de regresie cu o variabilă, pe primul loc s-a clasat variabila explicativă X8. Modelul de regresie de o variabilă este descris de ecuația  $y_i = a_0 + a_1 x_i + e_i$  și determinarea parametrilor modelului s-a făcut prin rezolvarea sistemului de două ecuații cu două necunoscute, descris de ecuația

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum_i^n x_i = \sum_i^n y_i \\ a_0 \sum_i^n x_i + a_1 \sum_i^n x_i^2 = \sum_i^n y_i x_i \end{cases}$$

Ecuția

$$\begin{cases} a_1 = \frac{n \sum_i^n y_i x_i - \sum_i^n x_i \cdot \sum_i^n y_i}{n \sum_i^n x_i^2 - (\sum_i^n x_i)^2} \\ a_0 = \frac{\sum_i^n y_i - a_1 \sum_i^n x_i}{n} \end{cases} \text{ conduce la parametrii:}$$

$$\begin{cases} a_1 = 3,67327 \\ a_0 = 1,67721 \end{cases} \quad (19)$$

**Statistica modelului de regresie de o variabilă**

*Tabel 8*

Simbol	Denumire indicator statistic	Valoare indicator
R	Coeficientul de determinare.	0,90341948
R <sup>2</sup>	Coeficientul de determinare	0,81616676
Rc <sup>2</sup>	Coeficientul de determinare corectat	0,81241506
s <sub>r</sub>	Abaterea medie pătratică reziduală.	0,66302823
n	Numărul de observații.	51

Analiza dispersională ANOVA pentru modelul de regresie de o variabilă devine:

**Analiza dispersională ANOVA pentru modelul de regresie de o variabilă**

*Tabel 9*

Sursa variației	Grade de libertate df	Suma pătratelor SS	Dispersia Means Square MS	F calculat
Regresie <i>SPE</i>	1	95,63	95,6346	217,546
Reziduală <i>SPR</i>	49	21,54	0,4396	
Totală <i>SPT</i>	50	117,18		

Modelul de regresie de o variabilă este validat deoarece:

$$F_c = 217,546 > F_{(p,k,n-k-1)}^* = F_{(0,95,1,49)}^* = 4,03839 \quad (20)$$

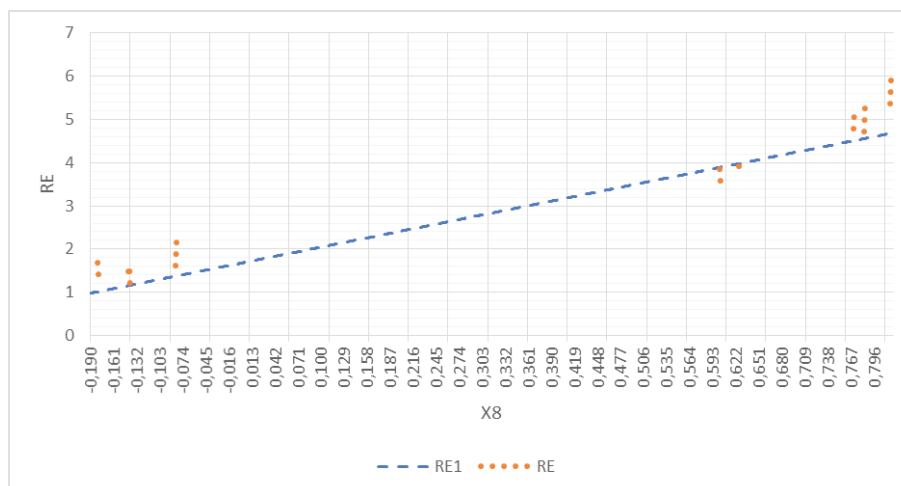
Cu valorile parametrilor din ecuația (19) și cu X8 calculat cu formula (9), riscul economic de o variabilă, RE1, devine:

$$RE1 = 1,67721 + 3,67327 * \frac{\text{Active circulante} - \text{Datorii}}{\text{Active imobilizate} + \text{Active circulante}} \quad (21)$$

Dreapta de regresie descrisă de ecuația (21) este prezentată în graficul (8).

## Dreapta de regresie pentru riscul economic de o variabilă

Grafic 8



### • Estimarea parametrilor modelului cu două variabile și validarea modelului

Modelul de regresie de două variabile și determinarea parametrilor modelului s-a făcut prin rezolvarea sistemului de două ecuații cu două necunoscute pentru termenul liber.

În etapa de calificare pe primul loc s-a clasat perechea formată din variabilele explicative X8 și X11 și prin înlocuire ecuația devine:

$$\begin{cases} 7,088 * a_1 + 0,304 * a_2 = 26,035 \\ 0,304 * a_1 + 0,358 * a_2 = 2,425 \end{cases} \quad (22)$$

Prin rezolvarea sistemului de două ecuații cu două necunoscute (22) s-au obținut parametrii modelului de regresie de două variabile:

$$\begin{cases} a_0 = 1,49517 \\ a_1 = 3,51076 \\ a_2 = 3,79042 \end{cases} \quad (23)$$

### Statistica modelului de regresie de două variabile

Tabel 10

Simbol	Denumire indicator statistic	Valoare indicator
R	Coefficientul de determinare.	0,926550
R <sup>2</sup>	Coefficientul de determinare	0,858496
Rc <sup>2</sup>	Coefficientul de determinare corectat	0,852600
s <sub>r</sub>	Abaterea medie pătratică reziduală.	0,587736
n	Numărul de observații.	51

Analiza dispersională ANOVA pentru modelul de regresie de două variabile devine:

### Analiza ANOVA pentru modelul de regresie de două variabile

Tabel 11

Sursa variației	Grade de libertate df	Suma pătratelor SS	Dispersia Means Square MS	F calculat
Regresie <i>SPE</i>	2	100,5945	50,2972	145,606
Reziduală <i>SPR</i>	48	16,5808	0,3454	
Totală <i>SPT</i>	50	117,1753		

Modelul de regresie de două variabile este validat deoarece:

$$F_c = 145,606 > F_{(p,k,n-k-1)}^* = F_{(0,95,2,48)}^* = 3,1907 \quad (24)$$

Cu valorile parametrilor din ecuația (23), cu X8 calculat cu formula (9) și X11 calculat cu formula (12), riscul economic de două variabile, RE2, devine:

$$RE2 = 1,49517 + 3,51076 * X8 + 3,79042 * X11 \quad (25)$$

Unde:

$$X8 = \frac{\text{Active circulante} - \text{Datorii}}{\text{Active imobilizate} + \text{Active circulante}} \quad (26)$$

$$X11 = \frac{\text{Profit brut}}{\text{Active imobilizate} + \text{Active circulante}} \quad (27)$$

#### • Estimarea parametrilor modelului de trei variabile și validarea modelului

Dintre cele 12 variabile explicative analizate, numărul maxim de variabile independente care au putut fi luate în considerare în modelul de regresie au fost grupurile de trei variabile. Nu s-au putut realiza grupări mai mari de trei variabile, deoarece oricare combinație ar fi conținut două sau mai multe variabile corelate.

În etapa de calificare pe primul loc s-a clasat grupul de trei variabile format din variabilele explicative X2, X7 și X11.

Parametrii modelului de regresie de trei variabile au fost determinați cu modulul de regresie din Excel și sunt:

$$\begin{cases} a_0 = -1,93564 \\ a_1 = 5,43200 \\ a_2 = 1,95076 \\ a_3 = 4,93226 \end{cases} \quad (28)$$

### Statistica modelului de regresie de trei variabile

Tabel 12

Simbol	Denumire indicator statistic	Valoare indicator
R	Coeficientul de determinare.	0,955865
R <sup>2</sup>	Coeficientul de determinare	0,913678
Rc <sup>2</sup>	Coeficientul de determinare corectat	0,908169
s <sub>r</sub>	Abaterea medie pătratică reziduală.	0,463905
n	Numărul de observații.	51

Analiza dispersională ANOVA pentru modelul de regresie de trei variabile devine:

### Analiza ANOVA pentru modelul de regresie de trei variabile

Tabel 13

Sursa variației	Grade de libertate df	Suma pătratelor SS	Dispersia Means Square MS	F calculat
Regresie <i>SPE</i>	3	107,06055	35,68685	165,82528
Reziduală <i>SPR</i>	47	10,11475	0,21521	
Totală <i>SPT</i>	50	117,17530		

Modelul de regresie de trei variabile este validat deoarece:

$$F_c = 165,82528 > F_{(p,k,n-k-1)}^* = F_{(0,95,3,47)}^* = 2,80236 \quad (29)$$

Cu valorile parametrilor din ecuația (28), cu X2 calculat cu formula (3), X7 calculat cu formula (8) și X11 calculat cu formula (12), riscul economic de trei variabile, RE3, devine:

$$RE3 = -1,93564 + 5,432 * X2 + 1,95076 * X7 + 4,93226 * X11 \quad (30)$$

Unde:

$$X2 = \frac{\text{Capitaluri}}{\text{Capitaluri} + \text{Datorii}}$$



$$X7 = \frac{\text{Creante} + \text{Casa} + \text{Conturi la bănci}}{\text{Active immobilizate} + \text{Active circulante}}$$

$$X11 = \frac{\text{Profit brut}}{\text{Active immobilizate} + \text{Active circulante}}$$

#### • Verificarea modelelor

Pentru reprezentarea analitică a riscului economic au fost determinate prin metoda regresiei trei funcții, RE1 de o variabilă, definit de ecuația (21), RE2 de două variabile definit de ecuația (25) și RE3 de trei variabile definit de ecuația (30). Pentru a decide care dintre cele trei funcții concordă cel mai bine cu riscul economic, RE, definit de ecuația (1) ca medie ponderată a scorului  $Z_A$ , determinat cu modelul Altman, și  $Z_{CH}$ , determinat cu modelul Canon-Holder, s-a aplicat criteriul de concordanță al lui Gauss.

Pentru aplicarea criteriului de concordanță a lui Gauss s-a calculat expresia:

$$s_k^2 = \frac{\sum (RE_i - \widehat{REk}_i)^2}{n - k - 1} \quad (31)$$

Unde:

$RE_i$  - Valorile individuale ale riscului economic calculat cu formula (1);

$\widehat{REk}_i$  - Valorile estimate pentru RE1, RE2 și RE3 în punctul i;

n - Numărul de observații;

k - Numărul de variabile explicative din model.

Dintre funcțiile care estimează riscul economic a fost aleasă funcția pentru care  $s_k^2$  definit de ecuația (31) are valoare minimă, respectiv RE3, pentru care  $s_k^2 = 0,2152$ , conform tabelului (14).

#### Criteriul de concordanță a lui Gauss pentru alegerea modelului

Tabel 14

Nr.Crt.	Modelul de regresie	$s_k^2$
1	RE1, modelul de o variabilă definit de ecuația (21).	0,4396
2	RE2, modelul de două variabile definit de ecuația (25).	0,3454
3	RE3, modelul de trei variabile definit de ecuația (30).	0,2152

Așa cum s-a prezentat pentru metoda Z, rezultatul dat de scorul  $Z_A$  diferă față de rezultatul dat de scorul  $Z_{CH}$ , motiv pentru care pentru definirea riscului economic s-a propus o sumă ponderată între cele două scoruri. Pornind de la criteriile de apreciere și calificativele pentru  $Z_A$  respectiv  $Z_{CH}$ , s-au stabilit următoarele calificative pentru riscul economic, prezentate în tabelul (15):

### Aprecierea riscului economic – calificative propuse

Tabel 15

$Z_A \setminus Z_{CH}$	Pericol	Observație	Bun	Foarte bun
Faliment	Faliment	Pericol	Observație	Satisfăcător
Deficit	Pericol	Observație	Satisfăcător	Bine
Solvabil	Observație	Satisfăcător	Bine	Foarte bine

Înlocuind calificativele pentru  $Z_A$  și  $Z_{CH}$  cu pragurile valorice corespunzătoare și alegând cea mai mică valoare pozitivă pentru fiecare calificativ propus în tabelul (15), s-au obținut următoarele niveluri de semnificație pentru riscul economic, din tabelul (16):

### Niveluri de semnificație pentru riscul economic RE3

Tabel 16

Prag	Calificativ	Semnificație
$RE \geq 2,44$	Foarte bine	Probabilitate de faliment sub 10%.
$1,72 \leq RE < 2,44$	Bine	Probabilitate de faliment între 10% – 25%.
$0,94 \leq RE < 1,72$	Satisfăcător	Probabilitate de faliment între 25% – 40%.
$0,70 \leq RE < 0,94$	Observație	Probabilitate de faliment între 40% – 60%.
$0,46 \leq RE < 0,70$	Pericol	Probabilitate de faliment între 60% – 85%.
$RE < 0,46$	Faliment	Probabilitate de faliment peste 85%.

Comparația a fost făcută între rezultatele obținute prin aplicarea modelului Altman, modelului Canon-Holder și modelului de regresie de trei variabile. Rezultatul comparării celor trei modele este prezentat în tabelul (17).

### Compararea celor trei modele $Z_A$ , $Z_{CH}$ , $RE_C$

Tabel 17

Scor model Altman $Z_A$	1,552	5,205	6,244	10,903
Calificativ model Altman	Faliment	Solvabil	Solvabil	Solvabil
Scor model Canon-Holder $Z_{CH}$	1,879	1,513	5,487	11,371
Calificativ model Canon-Holder	Foarte bun	Bun	Foarte bun	Foarte bun
Scor model regresie $RE_C$	1,482	2,394	5,457	4,666
Calificativ $RE_C$	Satisfăcător	Bine	Foarte bine	Foarte bine
Calificativ $RE_C$	Satisfăcător	Bine	Foarte bine	Foarte bine

---

Din analiza rezultatelor obținute cu modelul de regresie de trei variabile explicative, nivelurile de semnificație din tabelul (16) și comparația între cele trei modele pentru aprecierea riscului economic din tabelul (17) rezultă că modelul de regresie propus poate fi folosit pentru aprecierea riscului economic pe baza datelor din bilanț pentru clienții noi cu care urmează să se semneze noi contracte.

### Concluzii

Din articolul intitulat *Construirea modelului de regresie pentru analiza riscului economic* se desprind o serie de concluzii atât teoretice, cât și practice. Astfel, o primă concluzie care se desprinde din studiul întreprins de autori evidențiază faptul că metodele, modelele sau indicatorii utilizați sunt o rezultantă a modului în care a fost efectuată cercetarea științifică asupra entităților economice.

De asemenea, modelele prezentate în acest studiu pot fi extinse, restrânse, dar aduse în concordanță cu datele, cu evoluțiile până la moment dat, putem desprinde concluzii pentru estimări viitoare.

O altă concluzie care se desprinde din cercetarea făcută de autori este aceea că modelul de regresie cu trei variabile explicative poate fi utilizat pentru aprecierea riscului economic pe baza datelor din bilanțurile entităților economice.

Nu în ultimul rând, în acest studiu s-a arătat că dacă pornim de la criteriile de apreciere și calificativele pentru  $Z_A$  respectiv  $Z_{CH}$  conform metodei scorurilor utilizând modelul Altman și modelul Canon-Holder, putem stabili unele calificative pentru riscul economic, care pot fi un suport decizional în semnarea noilor contracte.

### Bibliografie

1. Acemoglu, D., Ozdaglar, A., Tahbaz-Salehi A. (2015). Systemic Risk and Stability in Financial Networks, *American Economic Review*, nr. 105, pp. 564-608.
2. Ai, H. (2010). Information Quality and Long-Run Risk: Asset Pricing Implications. *Journal of Finance*, LXV, 1333-1367.
3. Anghel, M.G., (2014). The System of Financial Analysis Indicators Applying to the Activity Run by an Economic Agent, *Revista Română de Statistică - Supliment nr.7*, pp. 75-83, București.
4. Anghelache, C., Anghel, M.G., Bodó, Gy. (2017). Aspecte teoretice privind rolul informațiilor în procesul de modelare a deciziilor/riscurilor. *Revista Română de Statistică - Supliment nr. 6*, pp. 92-101.
5. Anghelache, C., Bodó, Gy. (2016). Theoretical aspects regarding systemic risk and managerial decisions during the crisis. *Revista Română de Statistică - Supliment nr. 12*, pp. 109-116.

- 
6. Anghelache, C., Capanu, I. (2003). Indicatori macroeconomici: calcul și analiză economică, Editura Economică, București.
  7. Anghelache, C., Capanu, I. (2000). Indicatori economici pentru analiza micro și macroeconomică, Editura Economică, București.
  8. Clark, T., Ravazzolo, F. (2015). Macroeconomic Forecasting Performance under Alternative Specifications of Time-Varying Volatility. *Journal of Applied Econometrics*, 30 (4), 551–575.
  9. Eeckhoudt, L., Gollier, Ch., Schlesinger, H. (2011). *Economic and financial decisions under risk*, Princeton University Press, New Jersey, USA.
  10. Eisenberg, L., Noe, T. (2001). Systemic risk in financial systems. *Management Science*, nr. 47 (2), pp. 236–249.
  11. Popa, P.D., Dobrescu, Gh. G. (2014). Influența factorilor de risc asupra deciziei manageriale, *Managementul Intercultural*, Vol. XVI, Nr. 1 (30), 2014, pp. 219-224
  12. Robert N., Gronn, E., Machina, M., Bergland, O. (2013). *Economic and Environmental Risk and Uncertainty: New Models and Methods* Springer Science & Business Media.