



**Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca**  
**Facultatea de Științe Economice și Gestiunea Afacerilor**

**PERFORMANȚA MODELELOR STATISTICE ÎN  
EVALUAREA PROPRIETĂȚILOR IMOBILIARE  
ÎN ȚĂRILE EMERGENTE**

**Coordonator științific**

**Prof. univ. dr. habil. Adela DEACONU**

**Drd. Helga – Flavia TOTHĂZAN**

**2024**

Titlul tezei:

***PERFORMANȚA MODELELOR STATISTICE ÎN  
EVALUAREA PROPRIETĂȚILOR IMOBILIARE  
ÎN ȚĂRILE EMERGENTE***

*Rezumat*

Un citat spunea: „Omul este format din corp, minte și imaginație. Corpul este imperfect, mintea nedemnă de încredere, dar ceea ce l-a făcut remarcabil pe om este imaginația lui”. Imaginea de a ajuta utilizatorii rapoartelor de evaluare (vânzători/ cumpărători, instituțiile bancare, judecătorești, primăria) și pe specialiștii evaluatori, în decantarea și soluționarea suspiciunilor privind valoarea de piață corectă este unul din scopurile tezei.

Capitolul 1 este introducerea care cuprinde definirea termenilor utilizați și o analiză a pieței imobiliare care se consideră a fi perfectă și pentru care s-au observat anomalii ce adesea apar în timpul tranzacționării proprietăților imobiliare. Printre acestea enumerăm: clienți cu interes personal sau clienți care sunt determinați să investească, imobile care sunt sub ipotecă (bancară, judecătorească, cu datorii către stat), imobile cu expunere îndelungată pe piața imobiliară sau vânzători grăbiți. Practicile amintite au un impact direct asupra prețului, proprietatea fiind supra sau subevaluată față de valoarea reală și în aceste situații specialistul evaluator nu este responsabil de o estimare defectuoasă (Tothăzan, 2022b).

Un alt cadru important este domeniul de cercetare care definește valoarea de piață cu atât mai corectă cu cât ea se apropie de prețul de vânzare a proprietății imobiliare. În schimb cu cât diferența dintre cele două valori (prețul tranzacționat pe piață și valoarea de piață estimată de evaluator) este mai mare, cu atât se consideră a fi o valoare mai defectuoasă.

În domeniul evaluatorilor, valoarea de piață estimată este valabilă la data evaluării (Standardele de evaluare, ANEVAR). Ulterior valoarea poate fluctua datorită unei piețe imobiliare în continuă schimbare. Mai mult dacă apelăm la analiza comparativă de definire a valorii de piață corecte pe care cercetătorii și chiar utilizatorii de rapoarte o însușesc, cu cea din domeniul de evaluare, observăm că definirea termenului nu are același înțeles. În practică

acest fapt reprezintă o excepție sau pură întâmplare, deoarece cele două valori nu se intersectează.

Eliminarea neînțelegerii a ceea ce exprimă valoarea de piață, prin studierea atentă ne-a ajutat să aducem clarificare și aprofundare privind utilizarea, practica și eliminarea unei așteptări care nu se poate realiza (valoarea de piață să fie egală cu prețul de vânzare pentru a avea o valoare de piață absolut corectă). Suntem în asentimentul lui Macdonald și Cannone (2003), care subliniază nevoia unei baze teoretice a evaluării pentru a se face o evaluare. Teza abordează mai multe studii de analiză ținând cont de teorie, lucrări de cercetare și de practica evaluatorilor.

Nesiguranța în munca de estimare a unei valori de piață a profesionistului evaluator a ridicat întrebări și asupra metodologiei abordate de specialiști. Teza abordează o analiză de comparație între metoda tradițională (abordarea prin piață, abordarea prin venit și abordarea prin cost) cu utilizarea metodelor statistice tradiționale (regresia liniară) și statistice moderne din grupul Inteligenței Artificiale, AI (rețele neuronale artificiale, ANN). Teza s-a concretizat în oferirea unui mic ghid privind pași în abordarea modelelor statistice (Tothăzan și Deaconu, 2020).

Spre final, prezentăm ramura mai nouă din domeniul de evaluare, denumită verificarea evaluărilor (VE). Abordăm terminologia, practica, logica și provocările din acest domeniu.

Capitolul 2 al tezei este o incursiune în abordarea modelelor statistice în domeniul de evaluare a proprietăților imobiliare privind estimarea valorii de piață. Capitolul este un studiu al literaturii de specialitate care tratează elementele comune și particularitățile modelelor statistice: regresia liniară și ANN. Prezentarea teoretică ale acestor modele s-a realizat cu atenția noastră îndreptată spre posibili doritori care să le aplice, astfel informațiile notate conturează imaginea cât mai completă privind: metodologia, structuri ale modelelor, tipuri de modele, provocări și rezultate. În capitol prezentăm o ierarhizare a modelelor statistice pentru modelul de regresie și ANN. Un studiu mai atent a fost acordat indicatorilor statistici, pentru care s-au notat exemple de lucrări și rezultatele acestora. Capitolul se încheie prin analiza regresiei și ANN privind controversile, aprecierile sau nevoile care au fost semnalate.

Teoria și analiza literaturii fiind disecate, capitolul 3, continuă cu testarea modelelor statistice, regresie și ANN, pentru contextul țărilor emergente, România. Worzala și colaboratorii (1995) au realizat o analiză de verificare a eficienței modelelor de regresie cu ANN, urmărind performanța cu care sunt estimate valorile de piață. Similar acestui studiu, testarea s-a efectuat pentru 900 de apartamente cu 1,2,3 și 4 apartamente din orașul Cluj-Napoca (date culese din platforma ARGUS, pentru perioada 1 iulie – 31 decembrie 2019). S-au realizat teste de

normalizare a bazei de date, apoi studii pentru statisticile descriptive, urmate de teste ANOVA și T-Test. În final a avut loc abordarea regresiei și ANN-ului. Rezultatele bazei de date a indicat o distribuție asimetrică la dreapta pentru care am rulat două modele de regresie multiplă (modelul gamma și liniar). Regresia liniară multiplă a fost cel care ne-a oferit rezultatul cel mai performant și a fost abordat pentru analiza de comparație cu ANN, unde am urmărit performanța modelelor, pliabilitatea pentru evaluare și posibilitatea unei viitoare abordări în practică. Câteva ipoteze cu care am pornit în acest studiu sunt:

1. ANN și GLM (General liniar model) sunt modele care se pliază în contextul românesc (Cechin și colaboratorii, 2000; Șipoș și Crivii, 2008; Deaconu și colaboratorii, 2022) și pot estima valori corecte pentru domeniul de evaluare a proprietăților imobiliare.
2. GLM este un model cu o consistență istorică în evaluare, de aceea poate fi un bun instrument în estimarea valorii de piață, dar este prea rigid pentru contextul multivariat al proprietăților imobiliare.
3. ANN este un model care se aseamănă în raționament cu cel al evaluatorului și este cunoscut pentru a fi mai puțin rigid; motiv pentru care considerăm că rezultatele vor fi mai bune pentru ANN spre deosebire de GLM.
4. ANN și GLM sunt posibile instrumente pentru aplicarea în domeniul de verificare a rapoartelor de evaluare efectuate pentru proprietățile imobiliare.
5. Alegerea variabilelor independente utilizate în model trece prin nișa mai multor teste care privesc gradul de importanță, relația de apropiere dintre variabile și în urma acestei decantări are loc alegerea variabilelor folosite în model. Astfel, nu toate variabilele disponibile sunt utilizate pentru estimări. Interesul nostru este procesul de selectare a variabilelor și câte din ele pot/ nu pot fi valorificate.

Rezultatele studiului au oferit următoarele răspunsuri ipotezelor notate mai sus:

- Pentru ipoteza 1, prelucrările indică faptul că ambele modele au oferit rezultate bune pentru contextul emergent românesc și se confirmă capacitatea modelelor de a estima valori de piață corecte.
- Ipoteza 2, privind siguranța și rigiditatea prelucrărilor modelului general liniar model, GLM este confirmată și de rezultatele studiului de față.
- Pentru ipoteza 3, din analiza de comparație a rezultatelor, modelul ANN a obținut valori mai bune, indicând o performanță mai mare decât GLM. ANN prezintă un avantaj prin

faptul că poate imita raționamentul evaluatorului. Un alt atu al modelului ANN este faptul că are capacitatea de a surprinde mai bine detaliile din baza de date față de GLM.

- Pentru ipoteza 4, încurajăm utilizarea modelului de regresie. GLM este un instrument util și sigur. Cu toate acestea, modelul ANN este mai performant, dar este într-un stadiu precoce de abordare, prezintă elemente încă discutate (spre exemplu, black box) și necesită un timp mai îndelungat de testare. Acest capitol este un aport la nevoia de cercetare privind testarea modelelor statistice și nevoia de cercetări pentru contextul emergent (Deaconu și colaboratorii, 2022).
- Ipoteza 5 arată faptul că nu toate variabilele disponibile în baza de date au fost utilizate pentru estimarea valorii de piață. Din totalul de 33 de variabile independente (caracteristici ale apartamentelor), au fost valorificate 21 în model.

Teza surprinde avantajele folosirii modelelor statistice în evaluare prin creșterea încrederii evaluatorului în munca sa și prin siguranța pe care o oferă numărului mare de utilizatori ale rapoartelor.

Capitolul 4, aprofundează tema alegerii și utilizării variabilelor independente în model, precum și testarea în continuare a modelului ANN. Astfel se ridică două întrebări:

1. Alegerea variabilelor independente au impact asupra valorii de piață?
2. Dacă în procesul de estimare am fructificat fiecare informație valoroasă?

Studiul empiric privind alegerea variabilelor utilizează două abordări. Prima este legată de aranjarea caracteristicilor unei variabile. Studiile utilizează două practici. Primul este reprezentat de grupul de variabile, unde caracteristici culese și notate inițial se păstrează. A doua practică, cuprinde variabilele denumite de noi ca fiind cele regrupate datorită unificării a doua sau mai multe caracteristici, cauzată de numărul mic de subiecți pe care le deține și nevoia unui echilibru între numărul de subiecți din grupe. Acest fapt este un beneficiu pentru valorificarea subiecților și/ sau utilizarea acelei variabile în model. Un exemplu ar fi Șipoș și Crivii (2008), care pentru variabila număr etaj imobil au format o grupă prin unificarea apartamentelor de la parter cu cele de la ultimul etaj. În această abordare am utilizat analiza de comparație a graficelor variabilelor (negrupate cu cele regrupate) și valorile prețului mediu.

Rezultatele ne atrag atenția asupra nevoii aprofundării acestei teme, fiind posibil deformarea valorii de piață prin utilizarea în estimare a mai multor variabile independente

regrupate. Folosirea regrupărilor variabilelor este un procedeu des utilizat în estimarea valorilor de piață. McCluskey și Borst (2011) sugerau că o bază de date care are nevoie de utilizarea mai multor regrupări ale indicatorilor semnalează nevoia de împărțire a bazei de date pe subpiețe.

A doua abordare din studiul variabilelor a utilizat rularea a două modele de ANN cu mai multe structuri. Scopul a fost urmărirea performanțelor prin diferirea variabilelor folosite în model.

Rezultatele indică necesitatea unei baze de date complete, chiar dacă ANN are competența de autoeliminare a subiecților cu informație incompletă și nu afectează aptitudinea modelului în prelucrarea datelor. ANN a arătat impactul pozitiv al integrării în model al fiecărei variabile, fiind o asemănare cu practica de evaluare și recunoașterea importanței variabilelor mai semnificative (spre exemplu, suprafața utilă, zona, tip compartimentare).

Ultimul capitol, 5 tratează verificarea rapoartelor de evaluare. S-au semnalat chiar de profesia evaluatorilor, Vascu (2017), posibilitatea diferențelor mari între valoarea de piață a mai multor rapoarte de evaluare emise la aceeași dată pentru același imobil. Un exemplu concret este cel al cazurilor întâmpinate în cadrul instituțiilor judecătorești. Isakson (1998) este printre puținii cercetători care abordează modelul statistic ca instrument de verificare a rapoartelor. Inspirați de metodologia lui, testăm capacitatea de verificare a ponderilor modelelor statistice cu urmărirea utilității acestora prin integrarea acestora în ecuația prețului.

Două cazuri de apartamente obținute de la Tribunalul și Judecătoria din Cluj-Napoca sunt analizate prin aplicarea ponderilor rezultate din prelucrările capitolului 3 a modelelor GLM și ANN în calcularea ecuației prețului. Astfel, are loc o analiză compartivă a rezultatelor care indică utilitatea ponderilor în verificare și performanțele modelelor, GLM și ANN.

Așteptările noastre nu au fost cele preconizate, prin faptul că s-au obținut diferențe mai mari de 5% între rezultatul presupus și cel obținut. Un prim fapt al acestei diferențe credem cu vehemență că se datorează diferențelor de date privind utilizarea variabilelor independente folosite în evaluare (100%) și cele folosite de noi (58%). Mai exact, din totalul de variabile independente utilizate de evaluator pentru estimarea valorii de piață s-au folosit pentru estimarea valorii de piață doar 58%. Acest fapt se datorează lipsei unor variabile din modelul prelucrat de noi în capitolul 3. Cu toate aceste limitări, considerăm cercetarea valoroasă prin aportul său la studiile de verificare a rapoartelor.

Imaginea de a ajuta mulțimea de utilizatori de rapoarte de evaluare, de la un simplu om la instituțiile diverse și de a oferi un sprijin profesiei de evaluatori prin cercetarea suspiciunilor discutate privind valoarea de piață corectă, credem că s-a concretizat în această lucrare.

În concluzie, valoarea de piață corectă s-ar putea să fie o definiție diferită de ceea ce credem noi. Utilizarea modelelor statistice nu înlocuiesc valoarea raționamentului uman este doar un instrument care vine în ajutorul specialistului. Fiecare raport de evaluare este o artă unică, care implică un raționament divers fiind analizate proprietăți imobiliare cu caracteristici specifice, acest fapt un model statistic nu-l poate realiza. Dar, abordarea regresiei, ANN-ului sunt modele care se pliază în evaluarea proprietăților în contextul emergent românesc pentru estimarea valorii de piață și chiar pentru verificarea rapoartelor.

Limitele lucrării sunt multe, oferind astfel și o gamă variată de posibilități de cercetare în viitor. Baza de date a fost de 900 de subiecți, ea poate fi extinsă și astfel se permite explorarea modului de funcționare a modelelor pe un eșantion mai mare, pe împărțirea bazei de date în subpiețe, abordarea mai multor arhitecturi ale ANN-ului, surprinderea comportamentului modelului față de variabile.

O altă limitare este faptul că baza noastră de date conține apartamente doar dintr-un oraș. Astfel se pot realiza cercetări de comparații între mai multe orașe cu aceeași semnificație sau extinderea cu studii de comparații între mai multe țări emergente.

Baza de date este compusă doar din apartamente, se pot realiza studii și pentru alte proprietăți imobiliare, de exemplu case, spații comerciale sau studii cu mai multe tipuri de proprietăți.

Timpul pentru care s-au cules datele a fost de 6 luni, acesta poate fi extins și se pot realiza prelucrări pe mai mulți ani.

Tema este una vastă care se extinde cu repeziciune privind tipurile noi de modele abordate și programe statistice utilizate. Există numeroase oportunități de testare în acest domeniu.

Cercetarea de față a avut ca țintă valoarea de piață corectă și testarea modelelor statistice pentru contextul emergent, astfel am fost limitați în studiul variabilelor. Este nevoie de testarea și aprofundarea prin abordarea mai multor modele și surprinderea punctelor comune, a diferențelor, a problemelor pe care alegerea, testarea și utilizarea variabilelor le implică.

Verificarea rapoartelor prin metoda sugerată de Isakson (1998) este o altă temă de cercetare. Încurajăm continuarea testării utilității ponderilor în verificarea rapoartelor, ținând cont de limitarea pe care am întâmpinat-o (prin lipsa prelucrărilor variabilelor independente care nu au putut fi introduse în estimare).

## **Bibliografie**

1. Canonne J., Macdonald R.J. (2003). Valuation without value theory: A North American “Appraisal”. *Journal of Real Estate Practice and Education*, Vol. 6(1), pp. 113-162. <https://doi.org/10.1080/10835547.2003.12091586>
2. Cechin A., Souto A., González A.M. (2000), “Real estate value at Porto Alegre city using artificial neural networks”, *Proceedings. Sixth Brazilian Symposium on Neural Networks*, Vol. 1. DOI: 10.1109/SBRN.2000.889745
3. Isakson H.R. (1998), “The review of real estate appraisals using multiple regression analysis”, *Journal of real estate research*, Vol. 15(1/2), pp. 177 – 190. <https://doi.org/10.1080/10835547.1998.12090922>
4. McCluskey J.W., Borst A.R. (2011), “Detecting and validating residential housing submarkets. A geostatistical approach for use in mass appraisal”, *International Journal of Housing Markets and Analysis*, Vol. 4(3), pp. 290-318. [doi.org/10.1108/17538271111153040](https://doi.org/10.1108/17538271111153040)
5. Șipoș C., Crivii A. (2008), “Modelul regresiei liniare pentru evaluarea proprietăților imobiliare”, *Revista de evaluare*, Vol. 2(5), pp. 48-57.
6. Tothăzan H.F., Deaconu A., 2020. Neuronal Network Artificial Model for Real Estate Appraisal: Logic, controversies, and utility for the Romanian context. “Ovidius” University Annals, Economic Sciencis Series, Vol. XX (2), pp. 1093 – 1100.
7. Tothăzan H.F. (2022a), “The contribution of statistical models in the field of real estate valuation”, *Timisoara Journal of Economics and Business*, Vol. 15(1), pp. 111-126. DOI: 10.2478/tjeb-2022-0007
8. Tothăzan H.F. (2022b), “An accurate market value: from valuation to review of real estate appraisals”, *Journal: Review of Economic Studies and Research Virgil Madgearu*, Vol. 15(1), pp. 161-175.
9. Vascu A. (2017), “Testul valorii de piață”, *VALOAREA, oriunde ar fi ea*, nr. 15, pp. 10-17, ANEVAR, București.



10. Worzala E. M., Lenk M. M., Silva A., 1995, *An explanation of neural networks and its application to real estate valuation*, Journal of Real Estate Research, Vol. 10, No. 2, pp. 185-202.