

---

# Activitatea seismică în zona Vrancea, România - Analiză statistică și probabilistică

Conf. univ dr. Ștefan AMARIȚEI  
*Universitatea "Petre Andrei" din Iași*

---

În **Vrancea** există particularități seismogene, zona fiind situată la intersecția plăcilor tectonice intercontinentale. Cutremurele de pământ au avut loc la mare adâncime, afectând – mai ales în cazul seismelor de mare magnitudine – o suprafață importantă din teritoriul României (îndeosebi, Muntenia de Est și Moldova).

Se prezintă rezultatele analizei activității seismice într-o perioadă în care s-au înregistrat cutremure mai mari de 5,5 grade pe scara Richter. Utilizând **Metoda celor mai mici pătrate**, s-a procedat la ajustarea matematică a datelor empirice. A rezultat că în perioada secolelor I, II, III din Mileniul trei) activitatea seismică în zona Vrancea se va intensifica (mai multe cutremure de mare intensitate în unitatea de timp următoare, de 100 ani).

Din **Cataloagele de cutremure** existente se constată că au fost înregistrate în zona Vrancea 120 de cutremure mai mari de 5,5 grade, iar la 25 la sută din seisme s-au înregistrat cel puțin 6,7 grade pe scara Richter.

**Cutremure în zona Vrancea: anul producerii și magnitudinea (perioadă de aproximativ 1.000 de ani)**

| Anul producerii | Magnitudinea | Anul producerii | Magnitudinea |
|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| 984             | 6,7 / 6,8    | 1569            | 6,7 / 6,8    |
| 1038            | 6,9          | 1590            | 7,0          |
| 1091            | 6,1 / 7,0    | 1605            | 6,7          |
| 1107            | 6,7 / 6,8    | 1620            | 6,9 / 7,3    |
| 1126            | 6,4 / 6,8    | 1679            | 6,7 / 7,3    |
| 1170            | 6,7 / 7,0    | 1701            | 6,8          |
| 1196            | 7,2 / 7,3    | 1738            | 6,9 / 7,5    |
| 1230            | 7,3 / 7,1    | 1790            | 6,7 / 6,8    |
| 1258            | 6,7          | 1802            | 7,5 / 7,7    |
| 1327            | 6,7 / 7      | 1838            | 6,7 / 7,3    |
| 1446            | 6,7 / 7,3    | 1908            | 6,4 / 6,8    |
| 1471            | 7,4 / 7,3    | 1940            | 7,4 / 7,4    |
| 1516            | 7,2          | 1977            | 7,2          |
| 1545            | 6,7 / 6,8    | 1986            | 7,0          |

- Există date și informații seismice începând cu anul 984 care pun în evidență cutremurele mari și foarte mari ce au avut loc.
- Cutremurele, care au avut loc în același an sau ani apropiați, au fost incluse o singură dată (exemplu cutremurele din anii 1679 și 1681 au fost considerate un singur cutremur, respectiv cel mai mare, cel din anul 1679 etc.)
- După anul 1977, seismologii consideră că cel mai puternic cutremur de pământ a fost în anul 1986.

Prin Metoda celor mai mici pătrate s-a procedat la ajustarea matematică a datelor empirice care au descris, cu cea mai mare credibilitate, o parabolă de gradul doi, de forma:

$$y_t = a + b \times n + c \times n^2 \quad (1)$$

concretizată  $y_t = 934,704 + 43,8049n - 0,22n^2$ , unde  $y_t$  – anul producerii cutremurului de pământ,  $n$  – numărul de ordine al cutremurului.

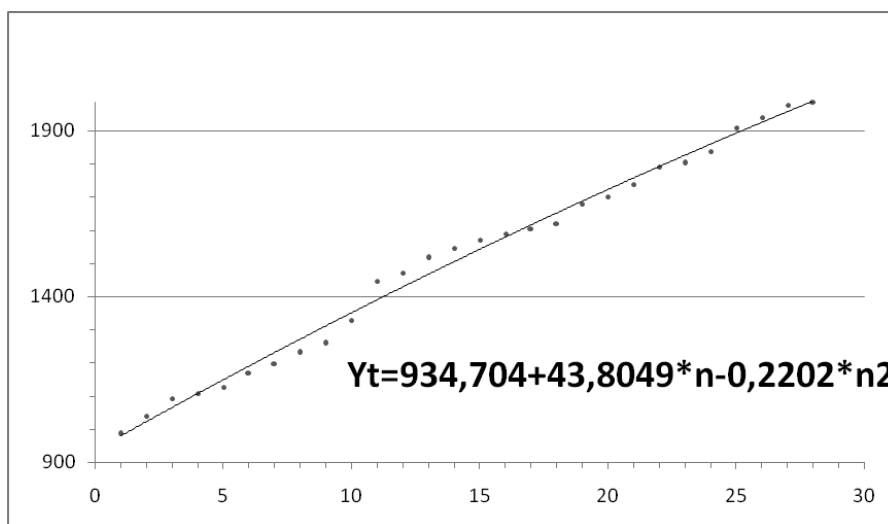
**Datele calculate:** coeficientul de corelație 0,9983; determinația 99,66%; coeficientul de variație 1,18%; abaterea medie pătratică 17,78 ani.

**Cutremurele de pământ din zona Vrancea au urmat o tendință de creștere în timp (mai multe cutremure mari și foarte mari).**

---

**Dinamica cutremurelor de pământ de mare intensitate (magnitudine) în zona Vrancea (984-1986)**

**Graficul 1**



Notă: Punctele indică valorile reale (empirice) ale lui  $y_t$ . Linia continuă reprezintă valorile ajustate

Derivata de ordinul întâi a funcției permite interpretarea datelor în sensul determinării **duratei de revenire a cutremurelor mari**.

$y'_t = 43,8049 - 0,4404 \cdot n$ , ceea ce înseamnă că la începutul Mileniului doi, secolele X-XI, cutremurele de mare magnitudine se produceau o dată la 43 de ani, în timp ce spre sfârșitul Mileniului doi, secolele XIX - XX, durata s-a micșorat, ajungând la cca 33 ani (o reducere cu 10 ani).

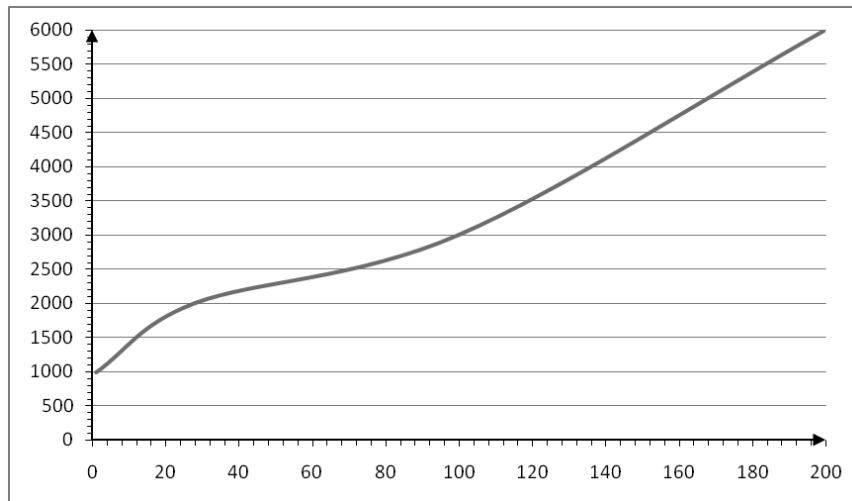
A rezultat că **în Mileniul trei, seismele (de peste 6,7 grade Richter) se vor înmulți, activitatea seismică în zona Vrancea urmând să se intensifice.**

Este posibil ca tendința respectivă să se mențină câteva secole, după care va avea loc, probabil, o inflexiune, astfel încât tendința generală, pe termen foarte îndelungat, să fie descrisă de o curbă logistic.

---

**Dinamica posibilă a cutremurelor de pamânt din zona Vrancea în  
Mileniul patru și în continuare**

**Graficul 2**



Derivata de ordinul doi a funcției utilizate pentru ajustare indică **rata medie a perioadei de revenire a cutremurelor de pamânt de cel puțin 6,7 grade Richter:**

$$y'' = -0,4404$$

Înseamnă o descreștere cu 0,44 ani de la un cutremur la altul, pentru perioada analizată.

Pentru prognoza cutremurelor de mare magnitudine, poate fi utilizată următoarea ecuație de regresie:

$$y_t = a + bx_n + cx_n^2 + dy_{t-1} \quad (2)$$

unde  $y_{t-1}$  – reprezintă anul producerii cutremurului precedent, iar constantele a, b, c, d se determină prin Metoda celor mai mici pătrate în baza datelor empirice.

În funcție de indicatorii statistici de reprezentativitate (corelația, determinația, abaterea medie pătratică) se determină ferestrele temporale pentru alte cutremure de mare magnitudine.

---

\*\*\*

Din datele și informațiile prezentate rezultă următoarele concluzii importante:

- În zona seismogenă Vrancea, dinamica cutremurilor cu o magnitudine de cel puțin 6,7° Richter înregistrează o tendință de creștere ce poate fi descrisă , cu rezultate foarte bune, de o parabolă de gradul doi cu maxim (Ecuția de regresie (1) și Graficul 1).
- Este posibil ca pentru perioade mai îndelungate de timp, dinamica cutremurilor mari să înregistreze o tendință dată de o curbă logistică de forma celei prezentate (Graficul 2).
- În perioada următoare (secolele I, II, III din Mileniul trei), activitatea seismică în zona Vrancea se va intensifica, cu mai multe cutremure de mare intensitate.
- Este foarte posibilă o prognoză a cutremurilor mari de pământ prin determinarea (statistică și probabilistică) a ferestrelor temporale și a anilor pe care se centrează acestea [ecuația de regresie (2)], pentru alte seisme din zona Vrancea.

#### **Bibliografie selectivă**

- Acad. Bălan Șt. și colaboratorii, *Cutremurul de pământ de la 4 martie 1977*, Ed. Academiei, 1982
- Străinu Emil, *Cutremerele care vor lovi România*, Ed. Triumf, București, 2009.
- Cataloagele de cutremure pentru zona Vrancea