

# Platforma virtuala AFROS - Explicații

<http://afros.infp.ro/AFROS.php>

## Seismicitate

Se poate selecta aria geografică (limite latitudine și longitudine), gama de adâncimi și magnitudini și perioada de interes.

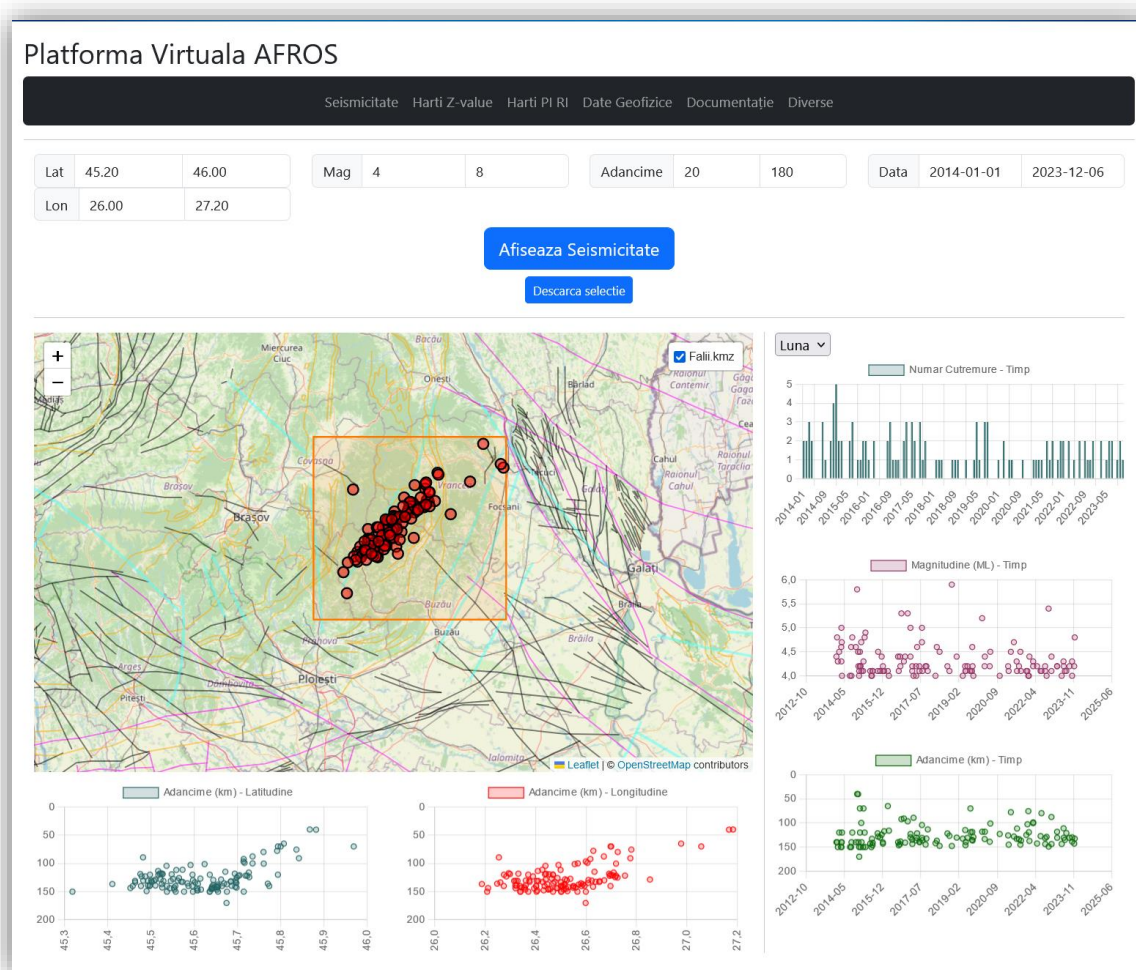


Figura 1. Prima parte a paginii cu Seismicitatea, din platforma AFROS  
<http://afros.infp.ro/AFROS.php?link=seismicitate>

Magnitudinea minima care se poate selecta este 2.0.

Catalogul de cutremure disponibil este cel care conține seismicitate în timp real, Dataportal. Primul cutremur care apare în catalog este din 18 Noiembrie, 2012.

Data/Timp local	Latitudine	Longitudine	Adâncime	Zona geografică	Magnitudine
11/18/2012 22:35	45.3221	27.0107	23.1	ZONA SEISMICA VRANCEA, BUZĂU	1.2

Primii doi ani de catalog sunt ani de tranziție, așa ca pentru selecția datelor recomandăm perioada de după Noiembrie/Decembrie 2014. Selecția predefinită, conține seismicitatea din zona Vrancea.

Apăsarea butonului „Afișează Seismicitate”, va afișa selecția de cutremure în hartă/graficele din pagina de Seismicitate, iar apăsarea „Descarcă selecție”, permite ca datele selectate să fie salvate în format „json” (pentru prelucrare cu alte programe, etc...).

În partea dreapta a hărții, pagina afișează (de sus în jos): „Numărul de cutremure funcție de timp”, „Magnitudine ( $M_L$ ) – Timp” și „Adâncime (km) – Timp”. Histograma „Numărul de cutremure funcție de timp” poate fi făcută lunar sau anual.

În partea de jos a hărții, sunt afișate două grafice: „Adâncime (km) – Latitudine” și „Adâncime (km) – Longitudine”.

**Sub aceste grafice prezentate în Figura 1**, este afișat graficul „Frecvență – Magnitudine ( $M_L$ )” a cutremurelor (Figura 2).

Frecvență este data sub forma  $\log(N)$ , unde  $N$  reprezintă numărul cumulativ de cutremure cu magnitudine mai mare sau egală cu  $M$ . Graficul afișează de asemenea panta distribuției,  $b$ , din ecuația:

$$\log N = a - bM \quad (1)$$

Seismicitatea la scara globală este caracterizată de o valoare a lui  $b$  în jur de 1.0. Valori mai mari de 1.0 arată predominanța relativă a cutremurelor mai mici, în timp ce o valoare mai mică de 1.0 arată predominanța relativă a cutremurelor mai mari. Numeroși autori au observat o descreștere a parametrului  $b$  înaintea unor cutremure mai puternice.

Graficul din partea de jos a paginii reprezintă energia acumulată funcție de timp. Energia este calculată pe baza magnitudinii cutremurelor, folosind formula:

$$\text{Energie} = 10^{(1.5 * \text{Magnitudine} + 4.8)} \quad (2)$$

Energia cumulată este calculată însumând valorile de energie pentru fiecare cutremur și apoi transformând în unități de magnitudine echivalentă (care sunt reprezentate pe axa verticală).

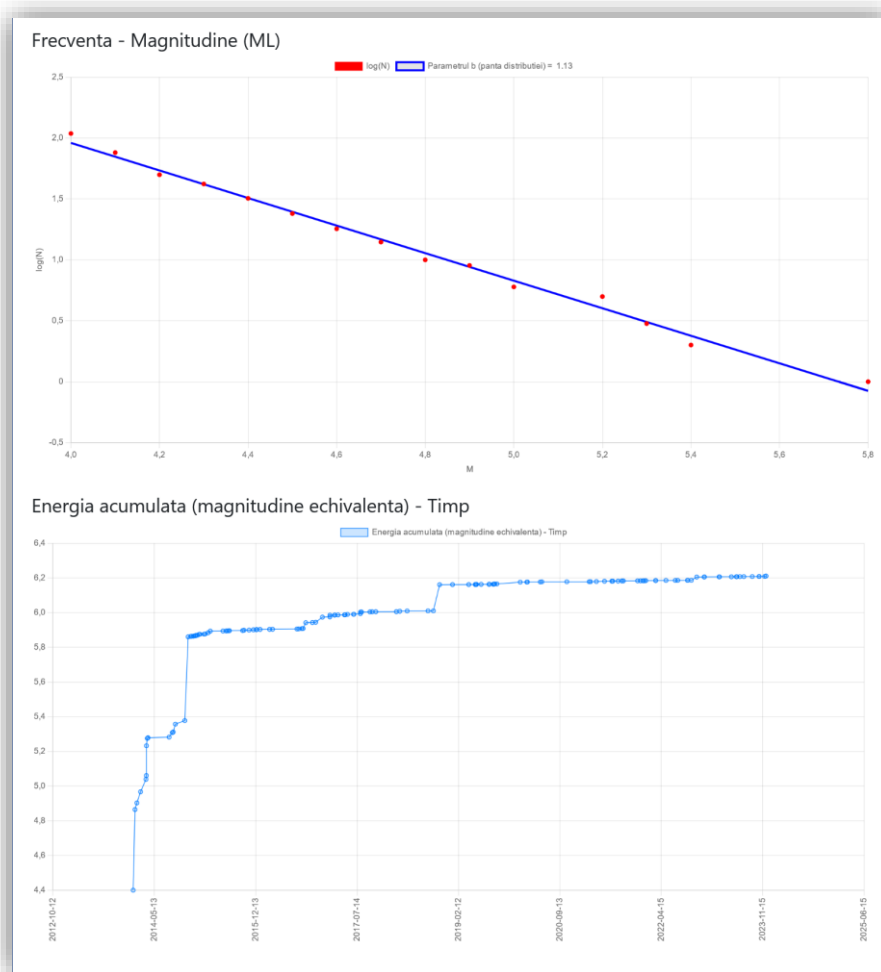


Figura 2. Partea a doua a paginii cu Seismicitatea, din platforma AFROS  
<http://afros.infp.ro/AFROS.php?link=seismicitate>

## Hărți Z-value

Parametrul Z este un parametru statistic, care poate fi folosit pentru a indica o relativă creștere sau descreștere a ratei seismicității între doua perioade de timp; este definit matematic astfel:

$$Z = \frac{m_1 - m_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (3)$$

unde,

- $m_1$  și  $m_2$  reprezintă media ratei de cutremure pentru 2 perioade ( $W_1$  și  $W_2$ ) pe care dorim sa le comparăm;

- $n_1$ ,  $n_2$  și  $s_1$ ,  $s_2$  sunt, respectiv, numerele de cutremure și deviațiile standard pentru cele 2 perioade de timp.

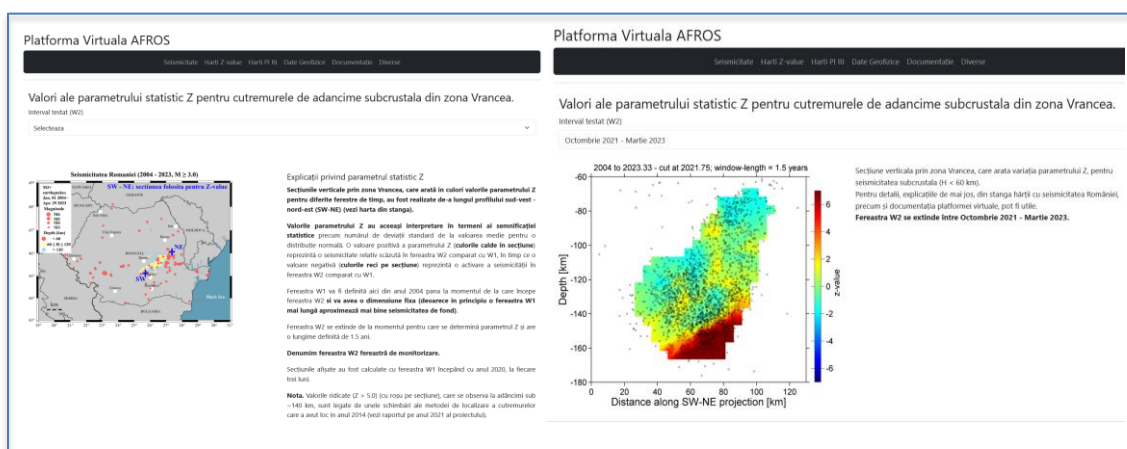


Figura 3. Paginile 1 și 2 ale aplicației “Harti Z-value”, din platforma AFROS

Pe aceasta pagina prezentăm variația parametrului Z pe o secțiune de adâncime orientată SW – NE, prin zona Vrancea. Prezentăm rezultate doar pentru gama de adâncimi ale cutremurelor intermediare (sub-crustale).

Algoritmul de calcul pentru a produce secțiunile pe adâncime ale „Z-value” este:

1. Pe o secțiune SW-NE sunt proiectate toate cutremurele de adâncime intermediară din zona Vrancea ( $h \geq 60$  km), cu  $M \geq 3.0$ .
2. Pe planul definit la (1), se formează o rețea care are distanța între noduri de 5 km x 5 km, care acoperă majoritatea cutremurelor din secțiune (vezi Figura 12 din raportul proiectului pe 2021). (Raport 2021: [http://afros.infp.ro/documente/raport\\_AFROS\\_2021\\_RO.pdf](http://afros.infp.ro/documente/raport_AFROS_2021_RO.pdf)).
3. Pentru fiecare nod al rețelei, cele mai apropiate 100 de cutremure sunt selectate pentru calculul parametrului Z.
4. Parametrul Z este calculat, pentru fiecare nod, folosind formula de mai sus.
5. Valorile parametrului Z sunt interpolate pentru a crea figura care arată distribuția parametrului de-a lungul secțiunii, pe adâncime (Figura 13 din raportul pe 2021).

O valoare pozitivă a parametrului Z (culori calde pe harta) reprezintă o seismicitate relativ scăzută în fereastra W2 comparat cu W1, în timp ce o valoare negativă (culori reci pe harta) reprezintă o activare a seismicității în fereastra W2 comparat cu W1. Fereastra W1 este variabilă și va fi definită aici din anul 2004 până la momentul de la care începe fereastra W2. Ideal, o fereastra W1 mai lungă oferă o aproximare mai bună a seismicității de fond, dar alte variante (e.g., fereastra W1 cu lungime fixă pot fi de asemenea considerate). Fereastra W2 se extinde de la momentul pentru care se determină parametrul Z și are o lungime definită de 1.5 ani. *Denumim fereastra W1 fereastra cu seismicitatea de fond, și fereastra W2 fereastra de monitorizare.* Valorile parametrului Z au aceeași interpretare în termeni ai semnificației statistice precum numărul de deviații standard de la valoarea medie pentru o distribuție normală. Secțiunile afișate au fost calculate începând cu anul 2020, la fiecare trei luni.

**Nota.** Valorile ridicate ( $Z > 5.0$ , cu roșu pe harta), care se observa la adâncimi sub ~140 km, sunt legate de unele schimbări ale metodei de localizare a cutremurelor care a avut loc în anul 2014 (vezi raportul pe anul 2021 al proiectului).

## Hărți PI, RI

Sunt prezentate hărți de PI, RI, pentru teritoriul României. Acești parametri sunt similari cu parametrul Z, în sensul ca pot fi folosiți pentru a cuantifica schimbări ale ratei seismicității.

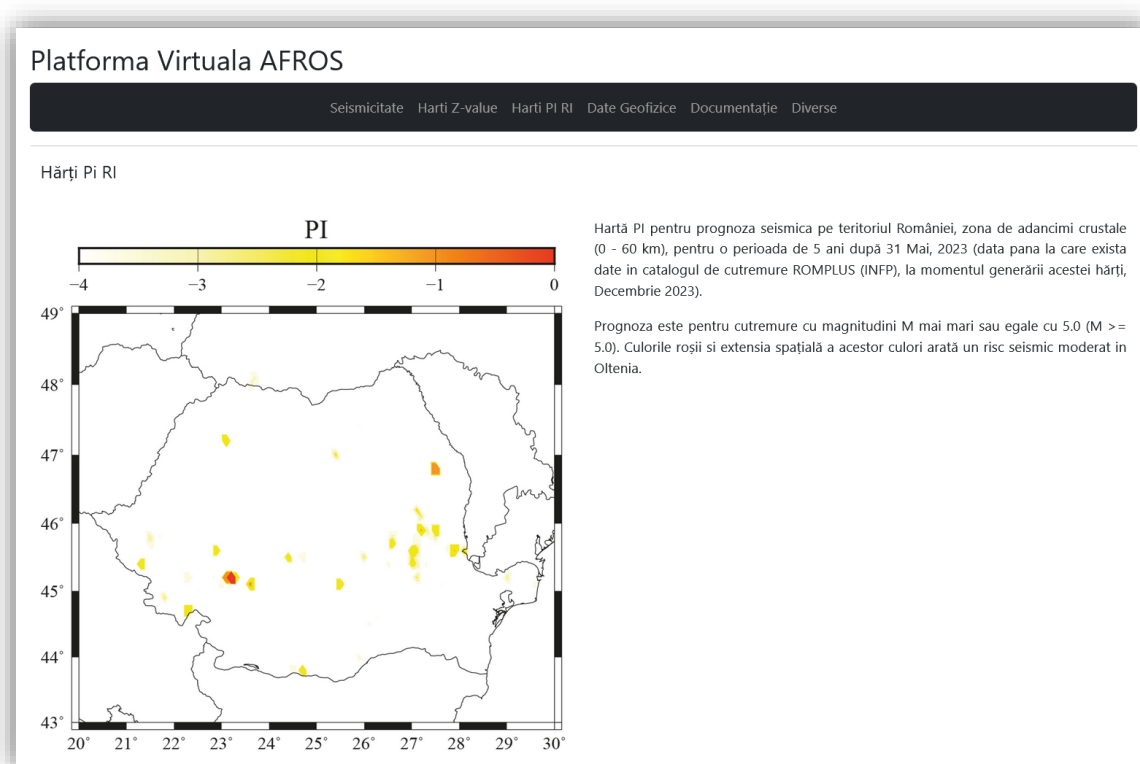


Figura 4. Aplicația „Harti PI RI”, din platforma AFROS

<http://afros.infp.ro/AFROS.php?link=hartipiri>

## Date Geofizice

**In prima parte a aplicației „Date geofizice”** din Platforma AFROS sunt prezentate variațiile în timp ale unor parametrii geofizici și geochimici (câmpul magnetic la 3 stații din zona seismogenă Vrancea și emisiile de CO<sub>2</sub> și Radon - Figura 5). Sunt reprezentate în timp real, ultimele 24 de ore de înregistrări. În acest fel se vine în completarea datelor magnetice de pe platforma Phenomenal (<https://ph.infp.ro/>), care se actualizează o dată pe zi, la ora 00:00 UTC.

Datele sunt înregistrate la stațiile: Muntele Rosu (MLR), Ploștina (PLOR4 și PLOR7), la Bisoca (BISR) și DLM.

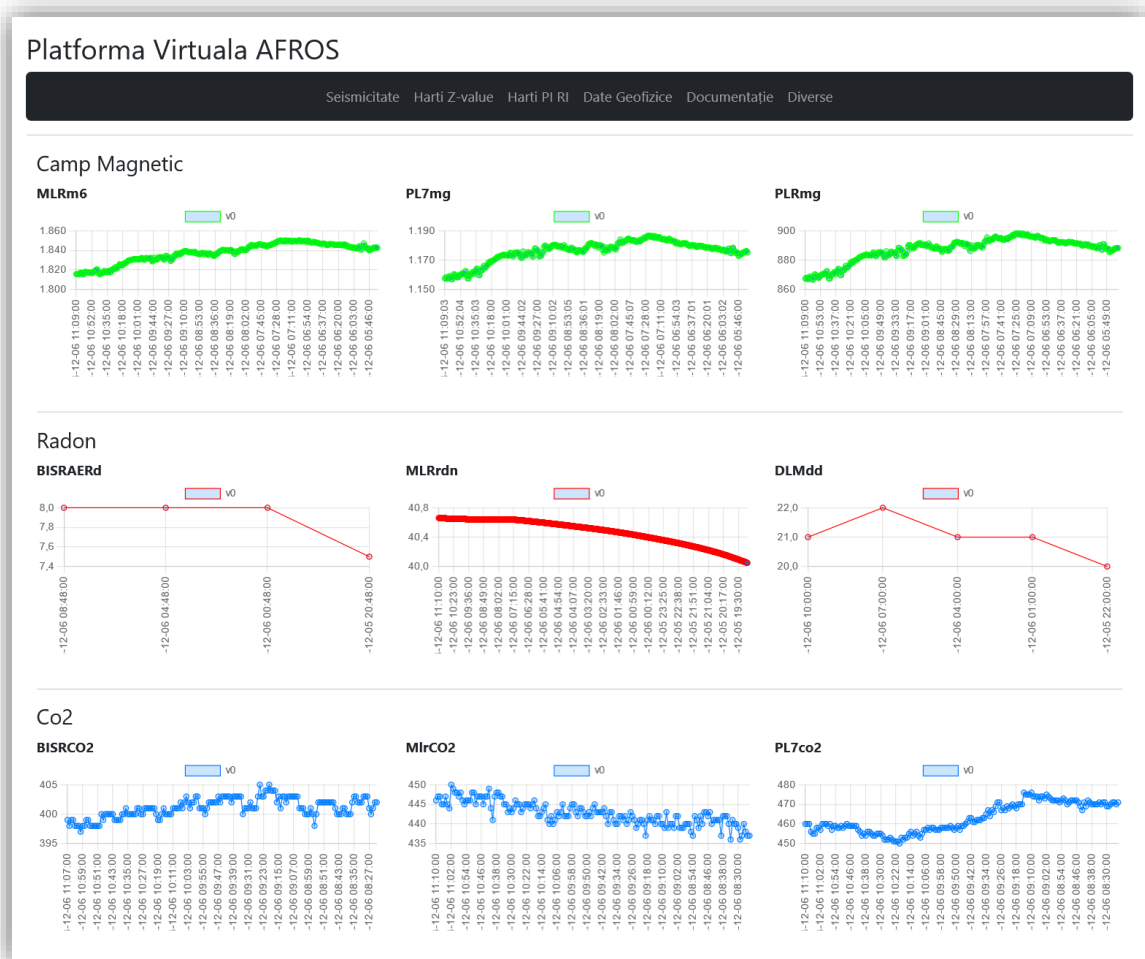


Figura 5. Prima parte a paginii “ Date geofizice”, din platforma AFROS

<http://afros.infp.ro/AFROS.php?link=dategeofizice>

**In partea a doua a paginii „Date geofizice” sunt prezentate detectiile anomaliei precursorare cutremurelor vrance.**

În general relația dintre emisia gazelor și seismicitate este empirică. Pornind de la experimente se determina pentru o anumită zonă o relație de tipul:

$$\text{Log (AD)} = a \cdot M + b \quad (4)$$

unde A este amplitudinea anomaliei radonului sau a CO<sub>2</sub>, D reprezintă distanța dintre stație și epicentru iar a și b sunt constante (Walia, V.; Virk, H.S.; Bajwa, B.S.; Sharma, N. Relationships between radon anomalies and seismic parameters in N-W Himalaya,

India. Radiat. Meas. 2003, 36, 393–396). Exemple pentru a și b sunt în funcție de particularitatea zonei (Vrancea are seisme de adâncime dar și de suprafața):

$$f1(M) = 0.35 \cdot M - 1.11 \quad (5)$$

$$f2(M) = 0.24 \cdot M - 1.44 \quad (6)$$

Analiza datelor de radon arată că amplitudinea poate varia la valori mari sau la un nivel redus pentru o perioada mai mare de timp după care se produce un seism cu magnitudinea mai mare de 4 (magnitudine pe scara Richter). Emisia gazelor depinde de deformarea solului ai cărui pori se deschid sau se închid în funcție de modul în care se manifesta stresul tectonic. Încă nu s-a găsit o relație general valabilă între anomalii (A), magnitudine (M) și distanta epicentrala (D) deoarece există mulți factori care intervin. Modul în care se face măsurarea gazului este unul dintre ele. În cazul nostru senzorii se afla în incinte închise dar nu ermetic, de aceea o contribuție importantă o poate avea și aerul exterior care depinde de curenții de aer.

În cazul emisiei de gaze (radon și CO<sub>2</sub>) se utilizează cu rezultate foarte bune metoda integrării semnalelor și aplicării unui algoritm STA /LTA (Allen) pe datele obținute. Rezultatul este un număr de detecții care sunt transmise în timp real ca fișiere „Events” spre serverul de analiza. Fiecare stație are o pondere în arborele logic determinată experimental pe baza analizelor offline. În cadrul acestora se verifica numărul de detecții referitoare la un cutremur cu magnitudinea mai mare de 4 (dacă au fost se marchează cu TRUE dacă nu cu FALSE). Cele cu TRUE se trec într-un tabel ca în exemplul de mai jos în care s-a considerat aceeași pondere pentru toate stațiile (tabelul este parțial, el cuprinde 33 de coloane).

Statii	Pondere	22/10/05	22/10/06	22/10/07	22/10/08	22/10/23	22/10/24	22/10/25	22/10/27	22/10/28	22/10/29	22/10/30
BISRAERd _Radon	0.12 5	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
BISRCO2_ CO2	0.12 5	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
DLMCO2_ CO2	0.12 5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DLMdd_Ra don	0.12 5	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0
LOPrCO2_ CO2	0.12 5	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
LOPRdd_R	0.12	2	1	2	2	1	0	1	1	0	0	0

adon	5											
NEHRdd_R	0.12											
adon	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NhCO_Co2	0.12											
adon	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Media		0.0468	0.05	0.03	0.01	0.00		0.00	0.00			0.00
Zilnică	1	75	0781	5156	9531	3906	0	3906	3906	0	0	3906
Valoare medie/ zile	4	0.0244	0.03	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		14	6133	1992	8086	9531	8789	5859	1953	1953	0977	1953

Tabel. 1. Cuantificare a anomaliilor posibile.

Pentru fiecare coloana se calculează media zilnică ponderată cu relația:

$$\text{Media Zilnică} = \frac{\text{SUM}(\text{pondera canalului} * \text{numărul de depășiri} / \text{numărul maxim de depășiri}, \dots, \dots, \dots, \dots)}{8 \text{ numărul de stații}}$$

Numărul maxim de depășiri este 4 și a fost determinat experimental pentru Vrancea. Tot experimental s-a determinat ca un interval de 4 zile corespunde grupărilor de detecții pentru toate stațiile în cazul unui seism cu magnitudinea > de 4 cu epicentrul în Vrancea.

Rezultatul este în Figura 6 și se referă la cutremurul de 5.3 din 02.11.2022. Axa X corespunde zilelor lunii octombrie 2022. În cadrul exemplului ponderea stațiilor este aceeași în arborele logic de decizie. Algoritmul permite modificarea lor, separarea radonului de CO<sub>2</sub> ca ponderi, modificarea ponderilor în funcție de distanța stației față de hipocentru, modificarea numărului de stații, a numărului maxim de detecții pe stație într-o zi (4 în exemplu) și a altor parametrii.

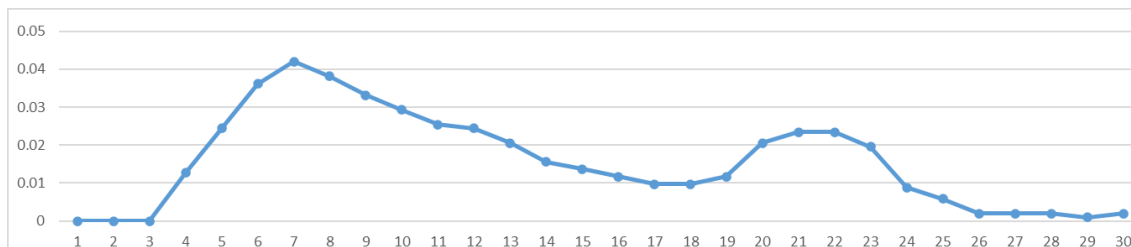


Figura 6. Cuantificarea anomaliilor asociate cu cutremurul de magnitudine M5.3 din 02.11.2022.

## **Documentație**

Conține documentația de față.



## **Diverse**

Sunt prezentate informații diverse utile pentru platforma AFROS (<http://afros.infp.ro/AFROS.php?link=diverse>). De menționat este aplicația care reprezintă seismicitatea selectată în forma unui filmuleț, în care se adaugă pe harta cutremurele care se produc. Timpul din filmuleț este proporțional cu cel real.