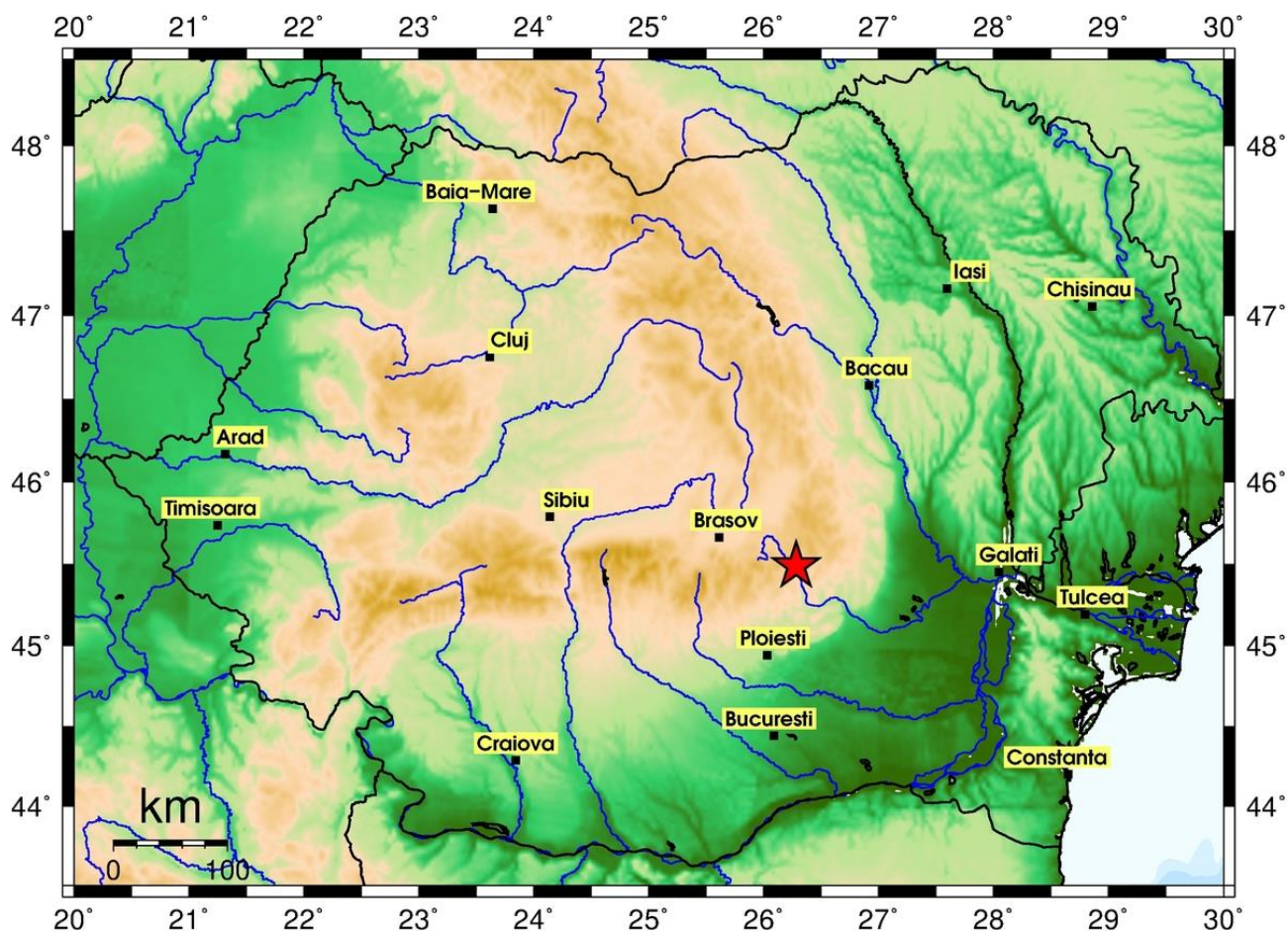




**INFP**

# Raport cutremur 08.02.2017

## Zona Vrancea



## Notă Introductivă

*Toate informațiile prezentate în acest raport reprezintă date revizuite de către specialiști privind parametrii evenimentului. Acestea pot diferi de cele preliminare publicate pe pagina de internet ([www.infp.ro](http://www.infp.ro)) a Institutului National pentru Fizica Pământului imediat după producerea cutremurului.*

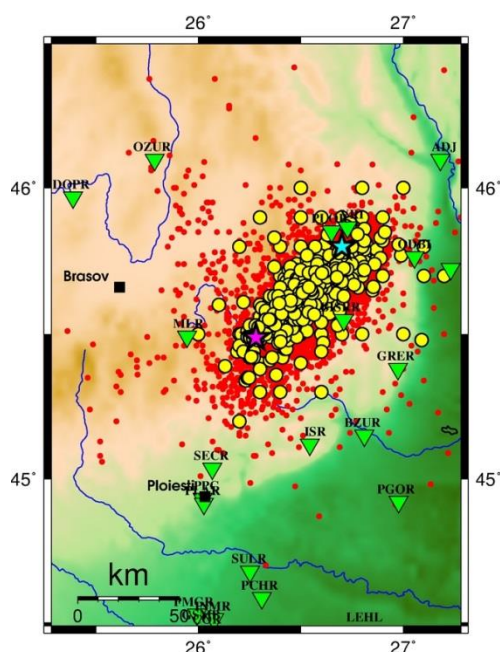
*Informațiile din acest raport pot fi preluate și utilizate în scopul informării, doar cu referințele corespunzătoare.*

## Cuprins:

Notă Introductivă .....	2
Parametrii cutremurului și seismicitatea zonei.....	3
Tectonica zonei. Mecanism de focar.....	4
Estimarea tensorului moment utilizând inversia formelor de undă	5
Hărți cu accelerațiile solului și intensitățile seismice .....	7
Cutremure de adâncime intermediară produse în 2015-2017	8

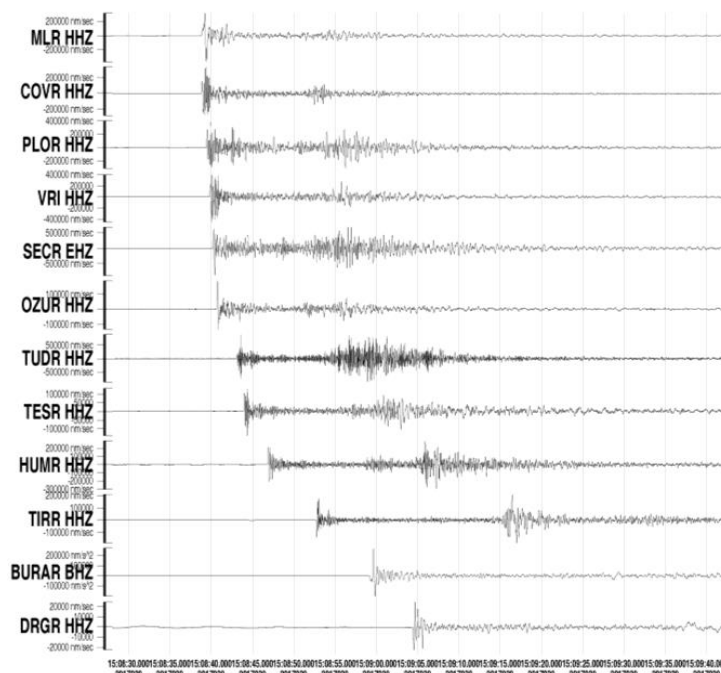
## Parametrii cutremurului și seismicitatea zonei

Pe data de 8.02.2017 la ora locală 17:08:20 (15:08:20 GMT) s-a produs în **zona seismică Vrancea** un cutremur cu magnitudinea  $M_L = 5.0$  la o adâncime de  $h = 127$  km. Epicentrul cutremurului a fost localizat în apropierea următoarelor orașe: Vălenii de Munte (40km), Covasna (41km), Săcele (48km), Brașov (55km), Ploieni (56km). Intensitatea cutremurului în zona epicentrală a fost de IV (scara Mercalli modificată). Accelerațiile obținute la stațiile care au înregistrat cutremurul nu au depășit  $20 \text{ cm/s}^2$ , valoarea maximă fiind de  $17,5 \text{ cm/s}^2$  la stația Singureni (SGRR) la sud-vest de București, iar cea minimă de  $0.009 \text{ cm/s}^2$  la stația Siria (SIRR), în vestul României. Momentul seismic calculat prin metoda directă are valoarea  $M_0 = 2.51 \times 10^{16} \text{ Nm}$ , iar magnitudinea ( $M_w$ ) determinată din momentul seismic este 4,8. După informațiile primite la Centrul Național de Date din Măgurele, Ilfov, cutremurul a fost resimțit ușor în mai multe orașe din țară (Bârlad, București, Buzău, Constanța, Galați, Iași, etc. Cutremurul a fost precedat la ora locală 11:52:06 de un alt seism vrâncean produs la adâncimea de 129 km cu  $M_L = 4,4$  și a fost urmat la numai 6 minute de o replică de magnitudine de 3,3 și cu adâncimea de 116 km. Ultimul eveniment important cu magnitudine mai mare de 5 s-a produs pe 28 decembrie 2016 ( $M_L = 5,3$ ) la o adâncime de 98 km.



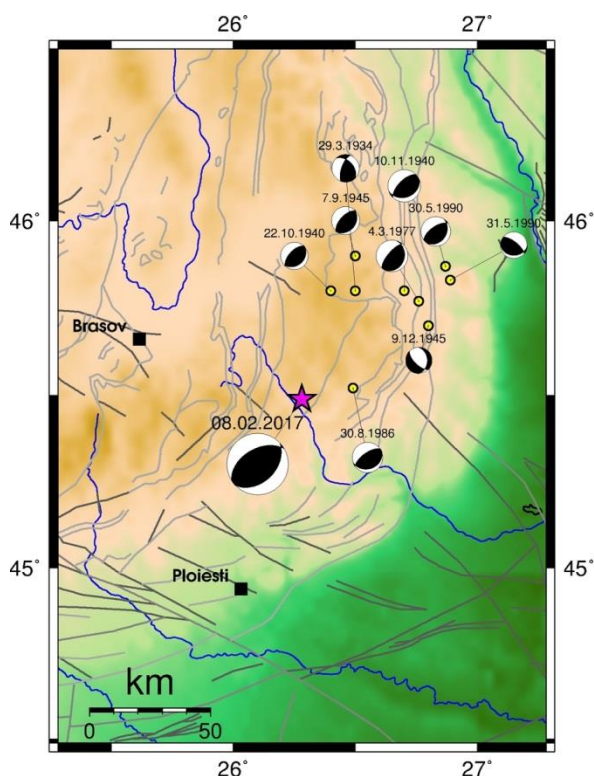
Cutremure produse in zona  
(perioada 1900 – prezent)

- Cutremure cu  $M_w < 4.0$
- Cutremure cu  $M_w \geq 4.0$
- ★ Cel mai mare cutremur  
(1940/11/10,  $M_w = 7.7$ )
- ★ Ultimul cutremur important  
(2017.02.08,  $M_L = 5.$ )
- ▼ Stație seismică



Exemple de forme de undă înregistrate la stațiile  
Rețelei Seismice Naționale

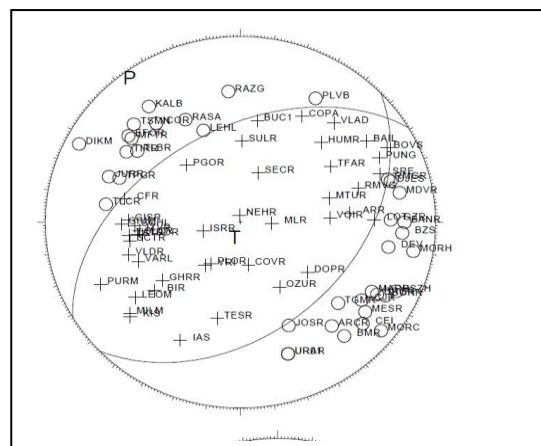
## Tectonica zonei. Mecanism de focar.



Harta seismotectonică a zonei

Mecanismul focal determinat pe baza polaritatilor undelor P (citite cu grad de incredere ridicat la 81 de statii ale Retelei Seismice Nationale) indica o faliere inversa, tipica zonei Vrancea, cu axa extensiei (T) aproape verticala, axa compresiei (P) orientata pe directia NV-SE, planele nodale fiind orientate pe directia NE-SV.

Regiunea Vrancea este o regiune seismică complexă de convergență continentală, cu cel puțin trei unități tectonice în contact: placa Est – Europeană și subplăcile Intra – Alpină și Moesică. Activitatea seismică cea mai puternică din România se concentrează la adâncimi intermediare de 60-200 km, într-un bloc litosferic, orientat aproape vertical care coboară în manta. Generarea a 1 - 6 evenimente de magnitudine  $M_w > 7.0$  pe secol, într-un volum focal foarte restrâns, implică un nivel ridicat al deformării active ( $\sim 3.5 \times 10^{-7}/\text{an}$ ) în domeniul subcrustal care nu se regăsește în



## Estimarea tensorului moment utilizând inversia formelor de undă

Momentul seismic a fost calculat utilizând inversia formelor de undă înregistrate de stațiile de bandă largă ale Rețelei Seismice Naționale din cadrul INCDFP. Pentru determinarea momentului seismic a fost utilizată localizarea obținută folosind Antelope 5.6 (BRTT, <http://www.brtt.com/>), programul rutinier de procesare a datelor seismice. Modelul de viteze folosit pentru inversie este cel determinat de Koulakov și alții, 2010. Pentru realizarea inversiei s-a utilizat metoda ISOLA (Sokos și Zahradnik, 2008), un pachet de programe interactiv care funcționează sub Matlab. Soluția a fost constrânsă încă de la început pentru aproximația cuplului dublu. Banda de frecvență utilizată a fost aleasă astfel încât să fie obținut raportul semnal zgomot maxim pentru înregistrările celor 8 stații utilizate în analiză.

Adâncimea cutremurului a fost determinată menținând fixe coordonatele epicentrului (folosind o metodă de tip “grid search”) pe baza celei mai bune potriviri (fit) între formele de undă observate și cele sintetice. S-a observat că adâncimea de 120 km produce o corelare a formelor de undă caracterizată de o valoare (variance reduction) de 0,55. Parametrii rezultați în urma inversiei precum și formele de undă observate/calulate sunt detaliate în reprezentările de mai jos.

### MOMENT TENSOR SOLUTION

#### HYPOCENTER LOCATION (EMSC)

Origin time 20170208 15:08:20.40  
 Lat 45.49 Lon 26.28 Depth 127

#### CENTROID

Trial source number : 6 (Fixed Epicenter inversion)  
 Centroid Lat (N)45.49 Lon (E)26.28  
 Centroid Depth (km) : 120  
 Centroid time : +1.8 (sec) relative to origin time

Moment (Nm) : 6.650e+15

Mw : 4.5

VOL% : 0

DC% : 99.3

CLVD% : 0.7

Var.red. : (for stations used in inversion) : 0.55 SNR CN FMVAR STVAR

Var.red. (for all stations) : 0.55

Strike Dip Rake

253 52 89

Strike Dip Rake

75 38 91

P-axis Azimuth Plunge

344 7

T-axis Azimuth Plunge

157 83

Mrr Mtt Mpp

6.464 -5.975 -0.489

Mrt Mrp Mtp

-1.513 -0.532 -1.670

Exponent (Nm) : 15

Frequency band used in inversion (Hz)

0.04 - 0.045 -- 0.085 - 0.095

Stations-Components Used-Distance

NS EW Z D (km)

MLR + + + 26

FLOR + + + 49

VRI + + + 54

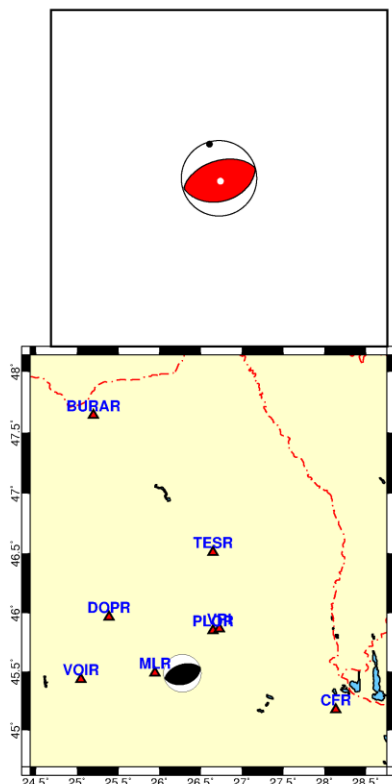
DOPR + + + 87

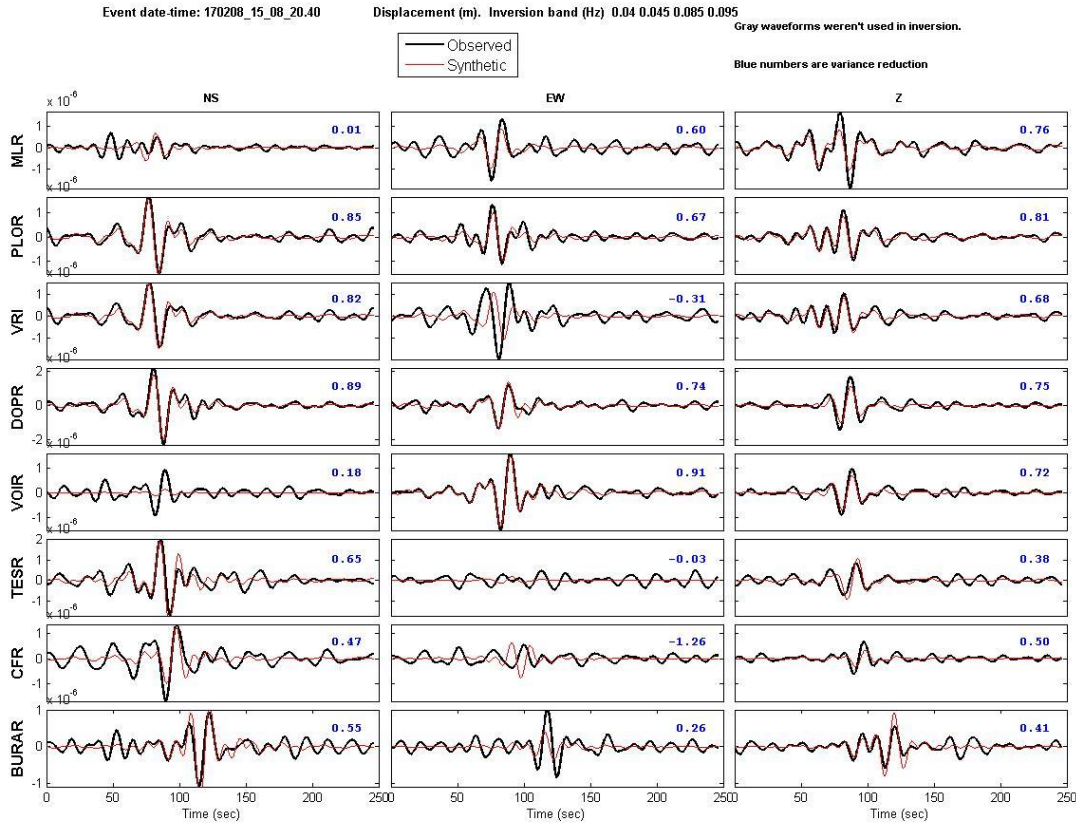
VOIR + + + 96

TESR + + + 117

CFR + + + 150

BURAR + + + 253





**Compararea formelor de undă sintetice (roșu) și cele înregistrate (negru) utilizate în algoritmul de inversie. Măsura corelării (variance reduction) pentru fiecare componentă este notată cu albastru.**



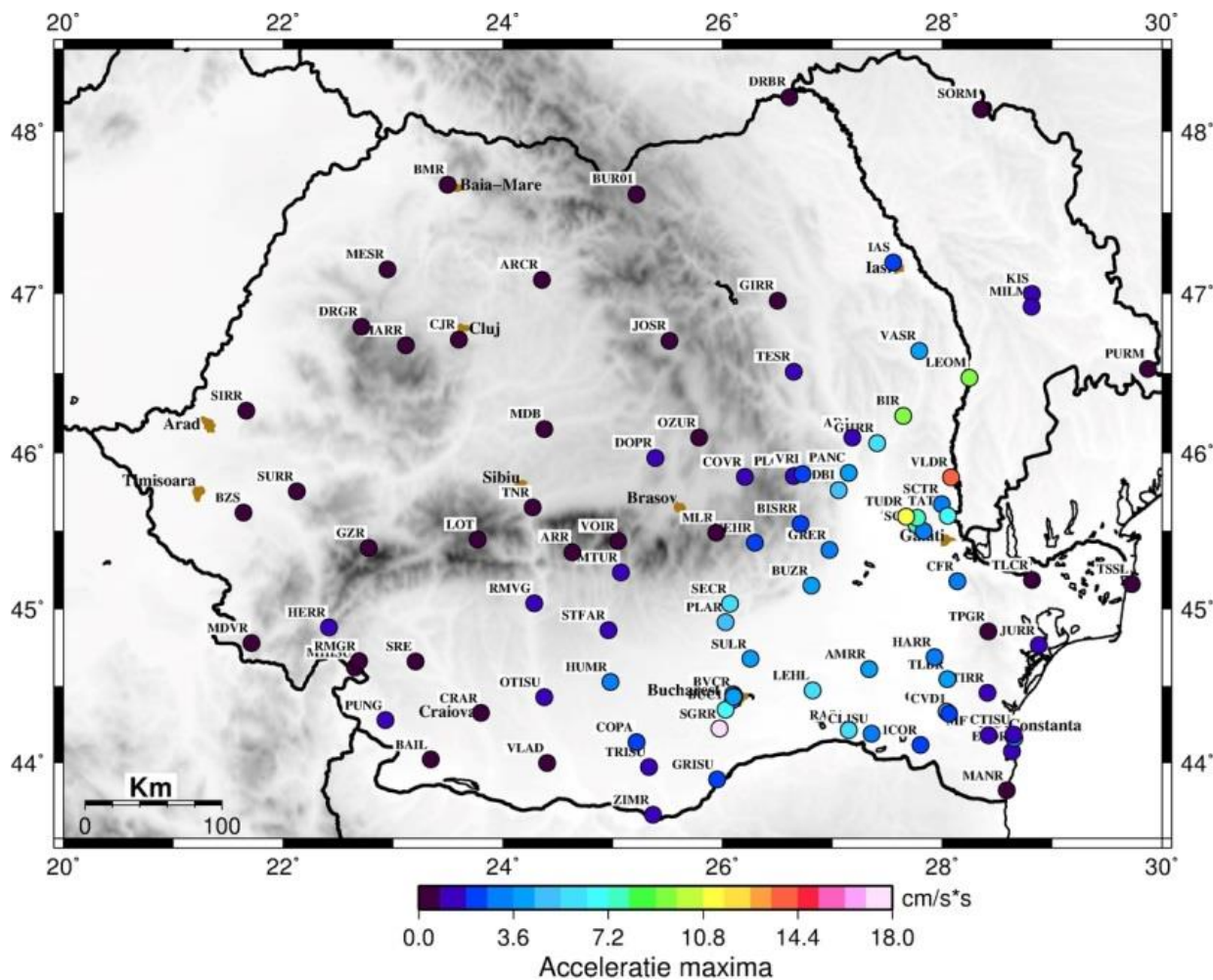
Estimarea obținută prin metoda inversiei formelor de undă, aplicată în cadrul INCDFP produce rezultate similare cu cele obținute de Centrele Internaționale de Seismologie. Se constată de asemenea că valorile obținute prin inversie (momentul seismic și magnitudinea calculate din moment) sunt apropiate de cele obținute prin utilizarea tehnicii directe (estimarea palierelor spectrale). Diferențele rezultatelor obținute prin cele 2 tehnici sunt scăzute, încadrându-se practic în domeniul erorilor de estimare.

**Reprezentarea pe harta României a soluțiilor calculate de Centrele Internaționale de Seismologie**

(<http://www.emsc-csem.org/Earthquake/tensors.php?id=0&id2=DTEP2;MT&id3=GENSQ>)

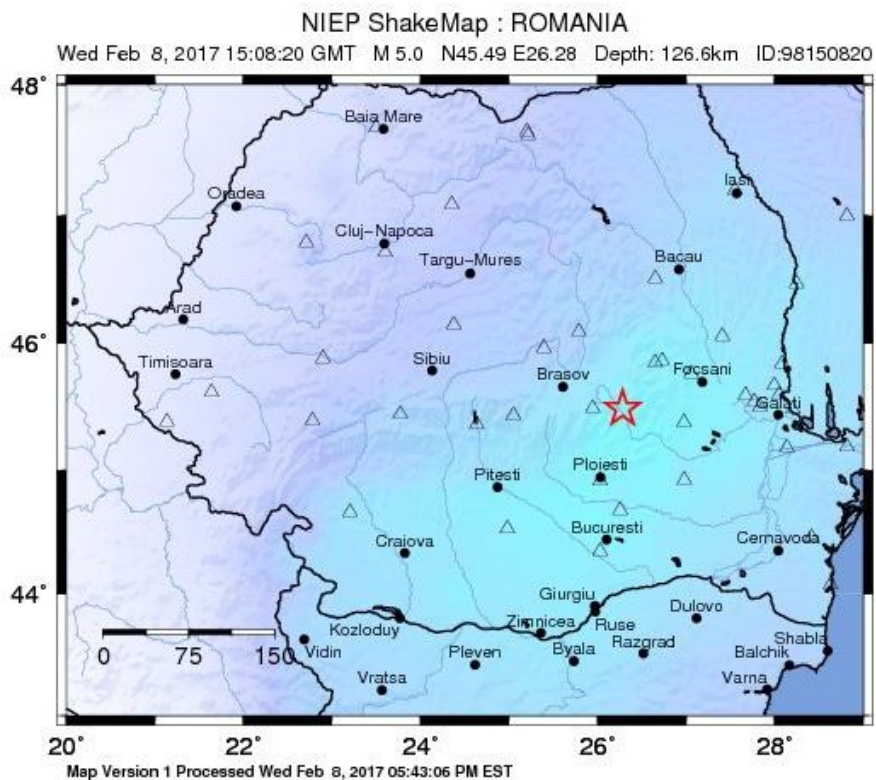
## Hărți cu accelerațiile solului și intensitățile seismice

Cutremurul a fost înregistrat cu un raport semnal zgomot bun la un număr de 96 de accelerometre aparținând Rețelei Seismice Naționale. Din distribuția valorilor maxime de accelerație prezentată în figura de mai jos se poate observa că accelerațiile cele mai mari s-au înregistrat în partea nord-est și est a zonei Vrancea. Cea mai mică valoare a fost înregistrată la stația Siria- SIRR (0,009 cm/s<sup>2</sup>), iar cea mai mare la stația Singureni – SGRR (17,5 cm/s<sup>2</sup>).



Harta cu accelerațiile solului înregistrate de Rețeaua Seismică Națională (maximul accelerației de pe componentele orizontale NS, EV)





PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

**Harta cu intensități macroseismice instrumentale (calculate pe baza înregistrărilor de accelerații)**

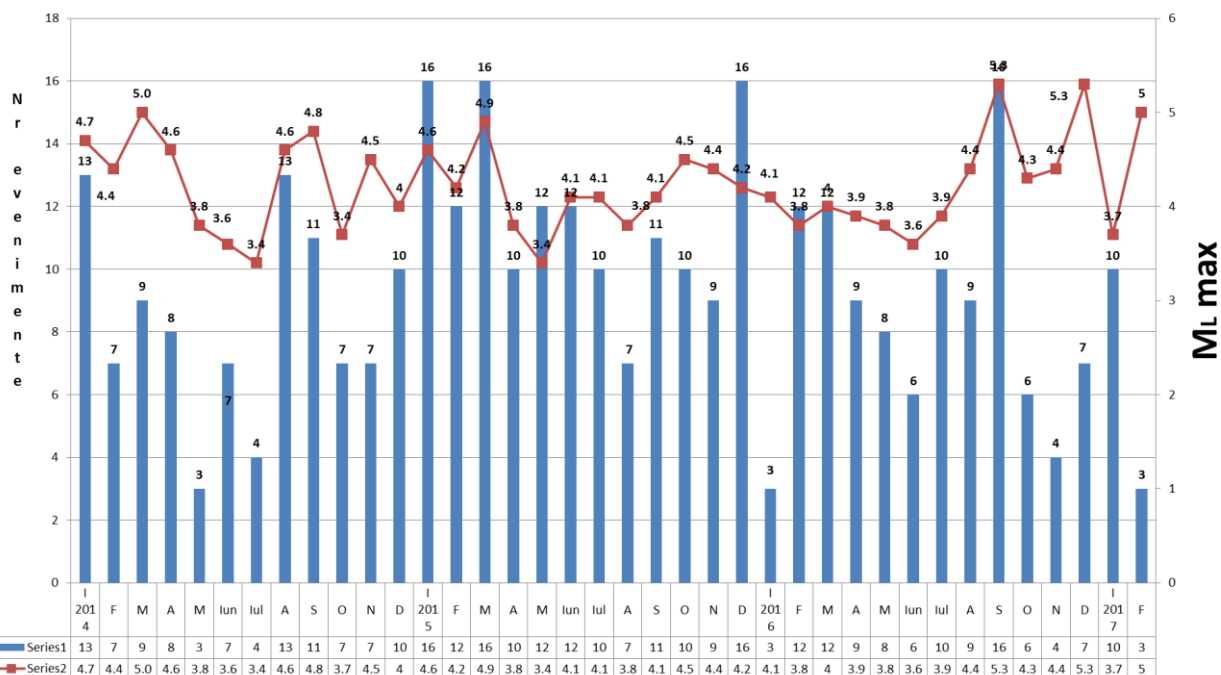
## Cutremure de adâncime intermediară produse în 2015-2017

Tabel Numărul de cutremure vrâncene cu adâncime mai mare de 60 km si magnitudine  $\geq 3$  și cutremurul cu magnitudine maximă produs în luna respectivă (ianuarie 2015 -februarie 2017) <http://www1.infp.ro/arhiva-in-timp-real/>

Luna	Nr. evenimente H>60km M <sub>L</sub> ≥ 3	M <sub>L</sub> max.	Adâncime cutremur cu M <sub>L</sub> max	Data producerii cutremurului cu M <sub>L</sub> max
Ianuarie '15	16	4,6	84	24 ianuarie
Februarie'15	12	4,2	129	27 februarie
Martie	16	4,9	141	29 martie
Aprilie	10	3,8	128	29 aprilie

Mai	12	3,4	144	17 mai
Iunie	12	4,1	140	9 iunie
Iulie	10	4,1	146	14 iulie
August	7	3,8	137	6 august
Septembrie	11	4,1	121	29 septembrie
Octombrie	10	4,5	130	07 octombrie
Noiembrie	9	4,4	126	29 noiembrie
Decembrie	16	4,2	142	18 decembrie
Ianuarie '16	3	4,1	117	7 ianuarie
Februarie'16	12	3,8	85	18 februarie
Martie	12	4	66	1 martie
Aprilie	9	3,9	146	29 aprilie
Mai	8	3,8	137	26 mai
Iunie	6	3,6	106	22 iunie
Iulie	10	3,9	123	25 iulie
August	9	4,4	140	4 august
Septembrie	16	5,3	92	24 septembrie
Octombrie	6	4,3	91	31 octombrie
Noiembrie	4	4,4	141	19 noiembrie
Decembrie	7	5,3	99	28 decembrie
Ianuarie '17	10	3,7	114	5 ianuarie
Februarie'17	3	5,0	127	8 februarie

Statistica privind cutremurele vranceane de adancime intermediara (h>60km) cu  $M_L \geq 3.0$  produse in intervalul 01.01.2014 - 8.02.2017



**Bibliografie selectivă:**

Koulakov, I., Zaharia, B., Enescu, B., Radulian, M., Popa, M., Parolai, S., and J. Zschau, 2010: Delamination or slab detachment beneath Vrancea? New arguments from local earthquake tomography, *Geochem. Geophys. Geosyst. (G3)*, 11, 3, Q03002, doi:10.1029/2009GC002811

Sokos E.N. and Zahradnik, J. 2008 ISOLA a Fortran code and a Matlab GUI to perform multiple-point source inversion of seismic data, *Computers & Geosciences*, 34 (8), 967-977. doi: 10.1016/j.cageo.2007.07.005.