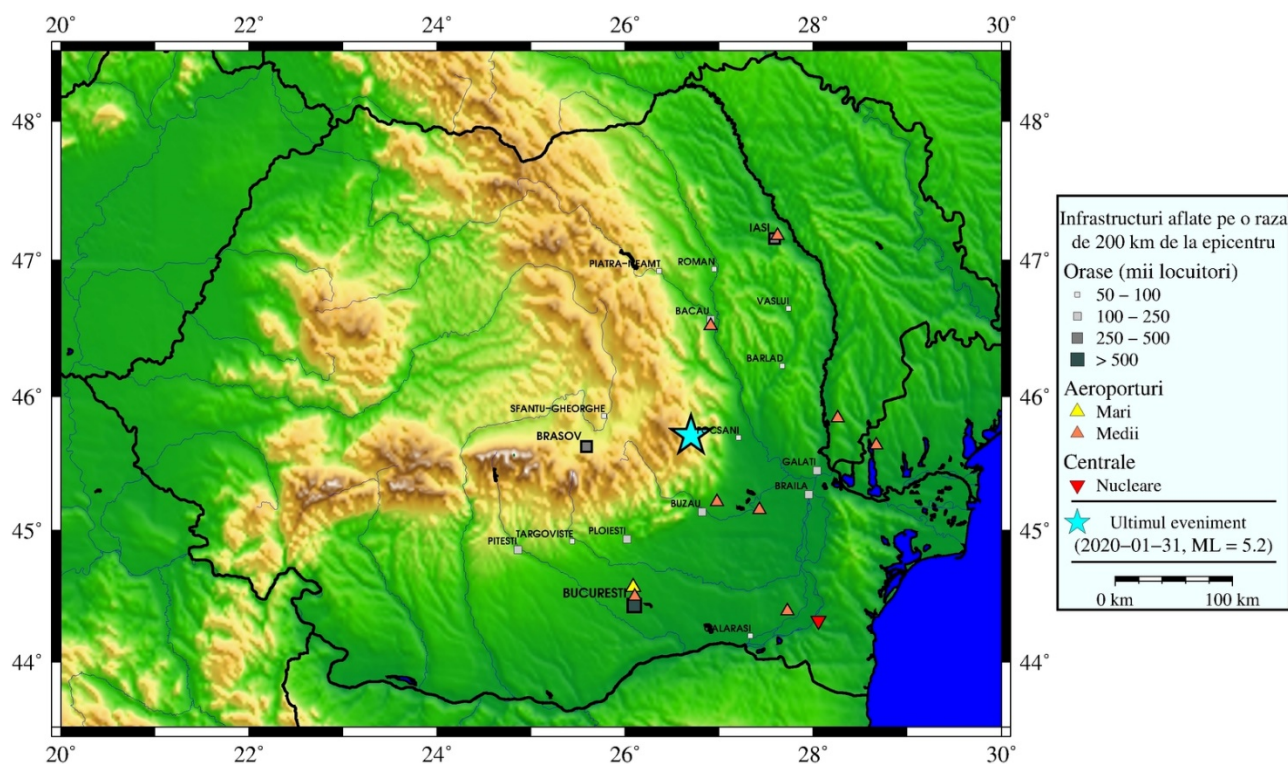




INFP

Raport cutremur 31.01.2020

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) a Institutului National de Cercetare Dezvoltare pentru Fizica Pământului imediat după producerea cutremurului.

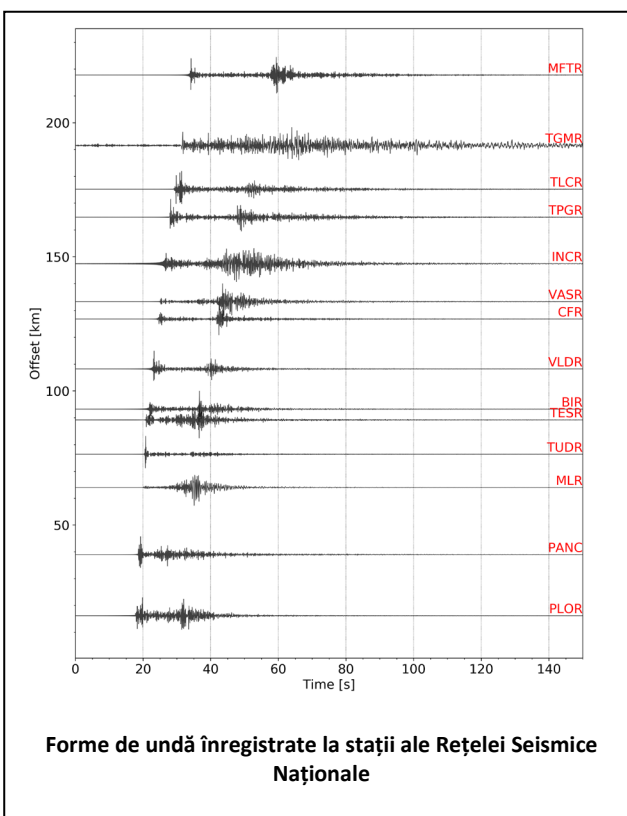
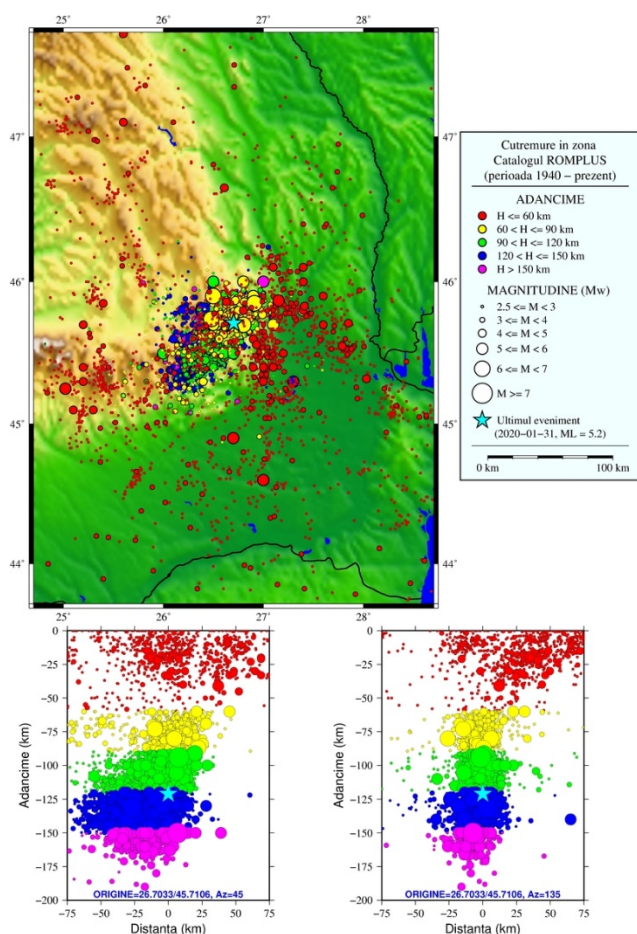
Informațiile din acest raport pot fi preluate și utilizate în scopul informării, doar cu referințele corespunzătoare.

Cuprins:

NOTĂ INTRODUCIVĂ.....	2
PARAMETRII CUTREMURULUI ȘI SEISMICITATEA ZONEI	3
TECTONICA ZONEI. MECANISM DE FOCAR.	4
ESTIMAREA MOMENTULUI SEISMIC UTILIZÂND INVERSIA FORMELOR DE UNDĂ	5
HARTA CU ACCELERAȚIILE SOLULUI	7
CUTREMURE DE ADÂNCIME INTERMEDIARĂ PRODUSE ÎN 2018-2020	8
INFORMAȚII SUPLIMENTARE	10

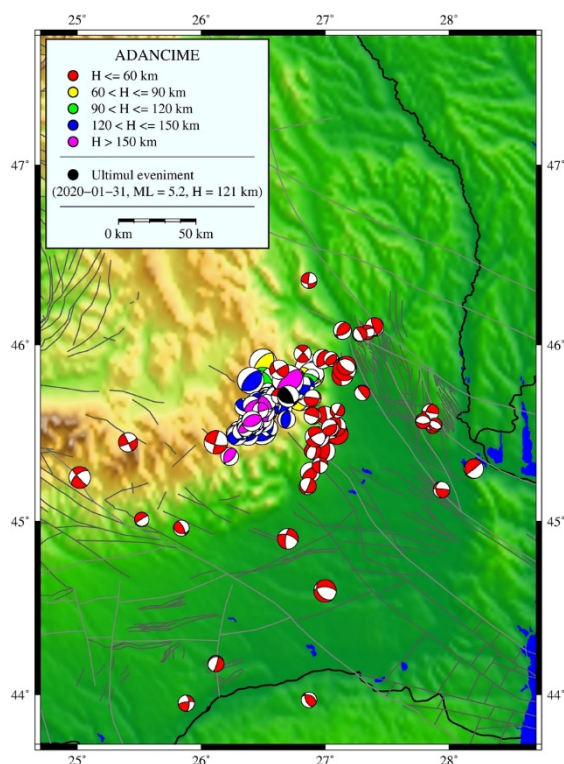
Parametrii cutremurului și seismicitatea zonei

În ziua de 31.01.2020 la ora locală 03:26:47 (01:26:47 GMT) s-a produs în zona seismică Vrancea un cutremur cu magnitudinea $M_L = 5,2$ la o adâncime de 121 km. Cutremurul s-a produs în apropierea următoarelor orașe: Focșani (39 km), Covasna (43 km), Râmnicu Sârat (46 km), Mărășești (46 km), Târgu Secuiesc (54 km). Intensitatea cutremurului în zona epicentrală a fost de V pe scara Mercalli. Cutremurul a fost resimțit în mai multe orașe din țară (ex. Bârlad, Brașov, Focșani, Galați, Bacău, Iași, etc.), inclusiv București. O imagine a zonelor în care a fost resimțit cutremurul se poate observa din harta realizată pe baza răspunsurilor utilizatorilor (<https://static2.emsc.eu/Images/FELTREPORTS/82/825146/IntensityMap.png>). Dată fiind mărimea cutremurului, la unele stații seismice ale Rețelei Naționale, s-au înregistrat accelerații de peste 20 cm/s^2 (34,4 cm/s^2 la stația VASR- Vaslui (VS), 27,2 cm/s^2 la stația VLDR-Vlădești (GL), 24,2 cm/s^2 la stația LEOM-Leova (Republica Moldova) și 22,4 cm/s^2 la stația IACR-Ianca (BR). Ultimul cutremur important în zona Vrancea s-a produs în ziua de 20.09.2019 (ora locală 02:11:13) și a avut o magnitudine $M_L = 4,0$.



Harta cu distribuția epicentrelor cutremurelor din zonă și proiecția acestora în două secțiuni perpendiculare orientate NE-SV (az=45°), respectiv NV-SE (az=135°), centrate în epicentrul cutremurului și cu lungimea 150 km.

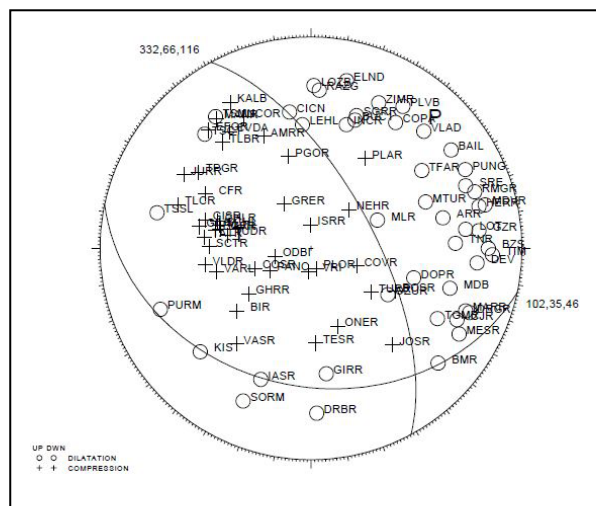
Tectonica zonei. Mecanism de focar.



Harta seismotectonică a zonei

Mecanismul focal determinat pe baza polarităților undelor P (citite cu grad de încredere ridicat la 87 de stații ale Rețelei Seismice Naționale) indică o faliere inversă, cu o ușoară componentă strike-slip, cu axa extensiei (T) orientată pe direcție NV-SE și axa compresiei (P) orientată pe direcția NE-SV, planele nodale fiind orientate pe direcția NV-SE, respectiv VNV-ESE.

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 regasește în deformarea crustei.



Estimarea momentului seismic 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 5.7 (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 relizarea 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 0,65. Parametrii rezultați în urma inversiei precum și formele de undă observate/calculate sunt detaliate în reprezentările de mai jos.

MOMENT TENSOR SOLUTION

HYPOCENTER LOCATION (RONDC)

Origin time 20200131 01:26:47.69
Lat 45.7106 Lon 26.7033 Depth 120.6

CENTROID

Trial source number : 6 (Fixed Epicenter inversion)
Centroid Lat (N) 45.7106 Lon (E) 26.7033
Centroid Depth (km) : 120
Centroid time : +0.6 (sec) relative to origin time

Moment (Nm) : 1.645e+16

Mw : 4.7

VOL% : 0

DC% : 80.5

CLVD% : 19.5

Quality : A1

Var.red. : (for stations used in inversion) : 0.65 46 3.2 57±42 0.29

Var.red. (for all stations) : 0.65

Frequency band used in inversion (Hz)
0.055 - 0.065 -- 0.08 - 0.09

Strike	Dip	Rake
101	47	41
341	62	129

P-axis Azimuth Plunge
44 9

T-axis Azimuth Plunge
301 55

Mrr Mtt Mpp

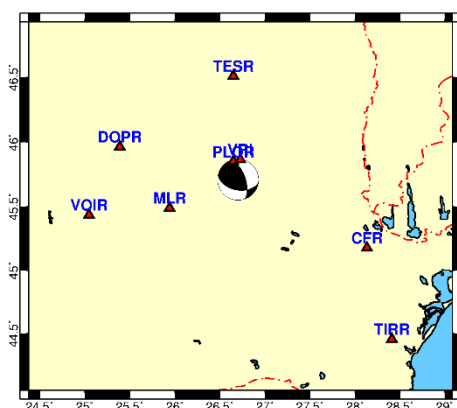
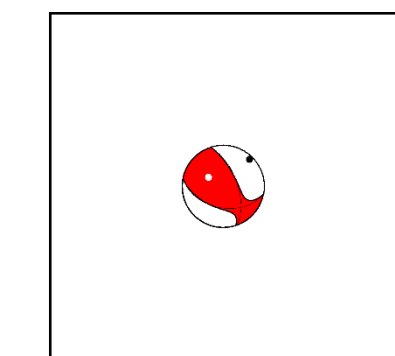
1.059 -0.662 -0.396

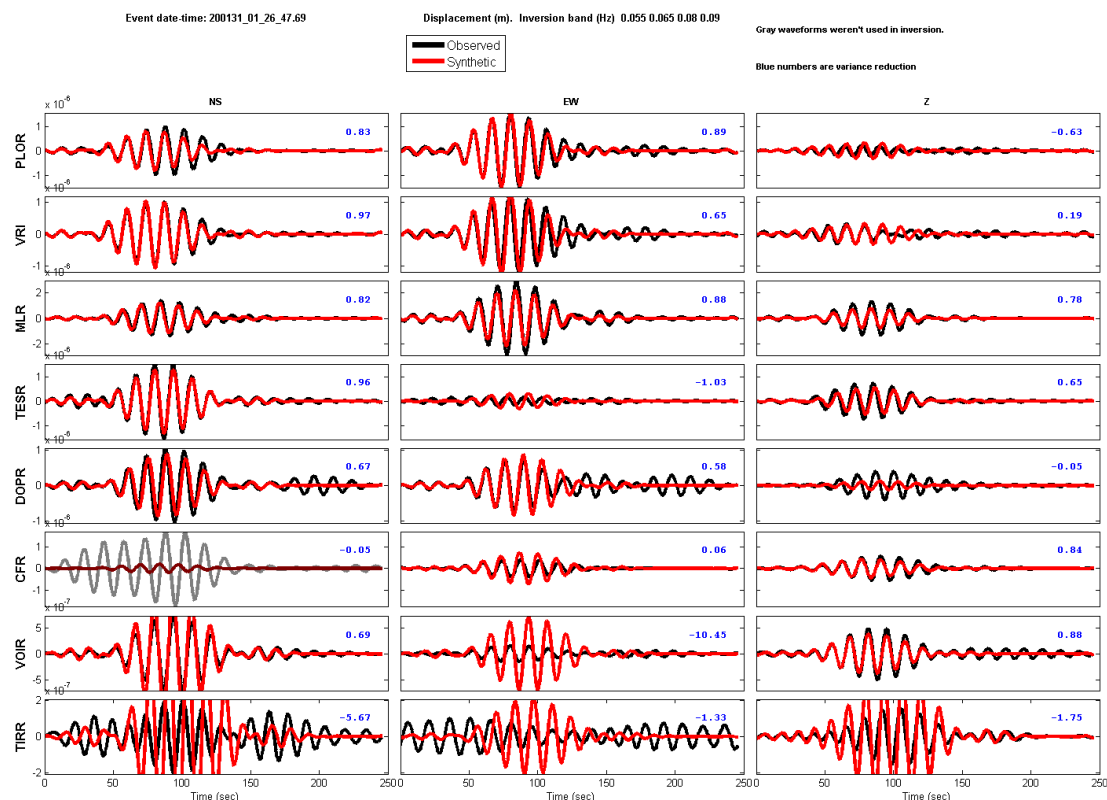
Mrt Mrp Mtp

0.137 0.751 1.125

Exponent (Nm) : 16

Stations-Components Used-Distance	NS	EW	Z	D(km)
PLOR	+	+	+	16
VRI	+	+	+	17
MLR	+	+	+	64
TESR	+	+	+	89
DOPR	+	+	+	106
CFR	-	+	+	127
VOIR	+	+	+	133
TIRR	+	+	+	194





Compararea formelor de undă sintetice (roșu) și cele înregistrate (negru) utilizate în algoritmul de inversie. Componentele care nu au fost folosite sunt reprezentate cu gri. Măsura corelării (variance reduction) pentru fiecare componentă este notată cu albastru.



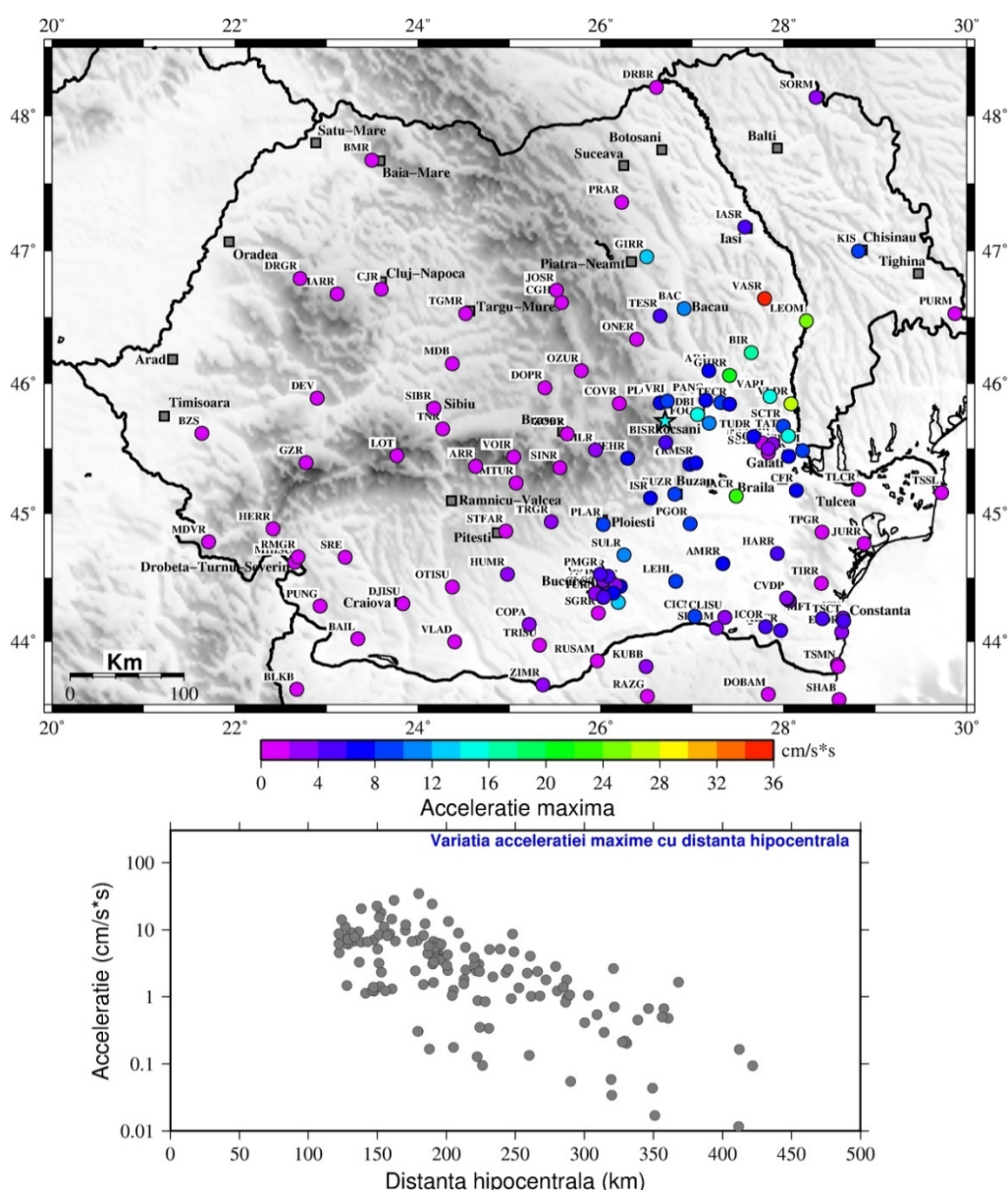
Estimarea obținută prin metoda inversiei formelor de undă, aplicată în cadrul INCDFP produce rezultate similare cu cele obținute de Centrele Internaționale de Seismologie. Se constată de asemenea că valorile obținute prin inversie (momentul seismic și magnitudinea calculate din moment) sunt apropiate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

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

(<https://www.emsc-csem.org/Earthquake/tensors.php?id=825146&year=2020;INFO>)

Harta cu accelerațiile solului

Cutremurul a fost înregistrat cu un raport semnal zgomot bun la un număr de 138 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 pe direcția NE față de epicentru și în partea de est a zonei epicentrale. Cea mai mare valoare a fost înregistrată la stația VASR-Vaslui (34,4 cm/s²), iar cea mai mică valoare a fost înregistrată la stația Buziaș-BZS (0,011 cm/s²).



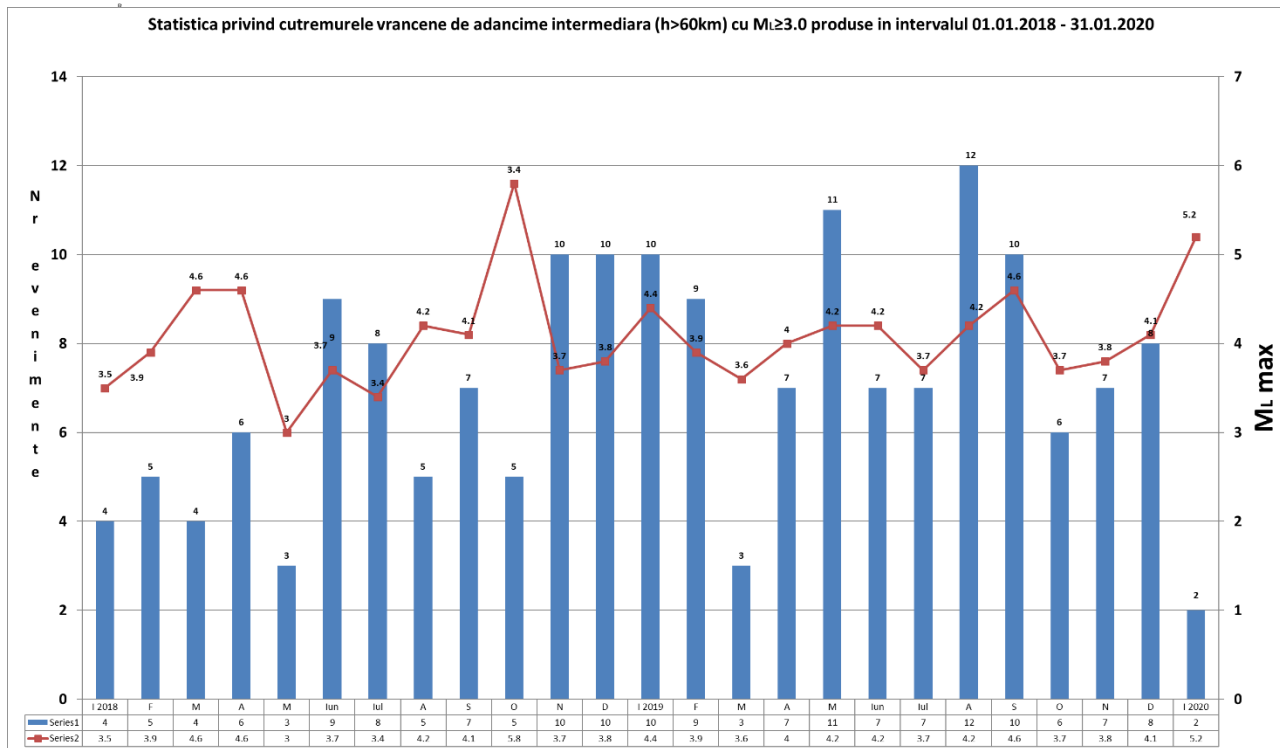
Harta cu accelerațiile solului înregistrate de Rețeaua Seismică Națională (maximul accelerației de pe componentele orizontale NS, EV) și variația accelerației maxime cu distanța hipocentrală

Cutremure de adâncime intermediară produse în 2018-2020

Tabel Numărul de cutremure vrâncene cu adâncime mai mare de 60 km și magnitudine ≥ 3 și cutremurul cu magnitudine maximă produs în luna respectivă (ianuarie 2018 - ianuarie 2020) <http://www1.infp.ro/arhiva-in-timp-real/>

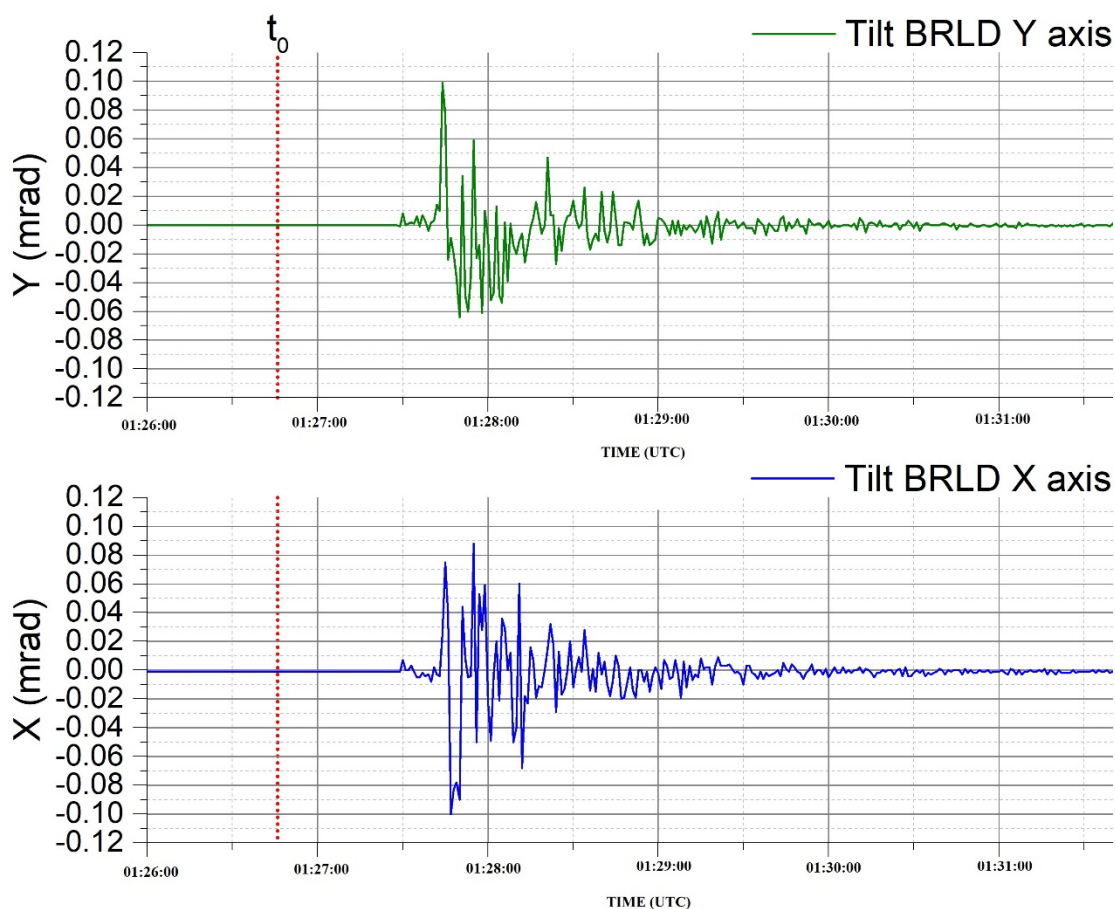
Luna	Nr. evenimente $H > 60 \text{ km}$ $M_L \geq 3$	$M_{L \text{ max.}}$	Adâncime cutremur cu $M_{L \text{ max}}$	Data producerii cutremurului cu $M_L \text{ max}$
Ianuarie '18	4	3.5	91	27 ianuarie
Februarie '18	5	3.9	141	04 februarie
Martie	4	4.6	139	14 martie
Aprilie	6	4.6	147	25 aprilie
Mai	3	3.0	63	29 mai
Iunie	9	3.7	116	25 iunie
Iulie	8	3.4	118	10 iulie
August	5	4.2	122	22 august
Septembrie	7	4.1	127	22 septembrie
Octombrie	5	5.8	148	28 octombrie
Noiembrie	10	3.7	128	30 noiembrie
Decembrie	10	3.8	145	9 decembrie
Ianuarie '19	10	4.4	130	9 ianuarie
Februarie '19	9	3.9	145	18 februarie
Martie	3	3.6	119	17 martie
Aprilie	7	4.0	133	12 aprilie
Mai	10	4.2	115	18 mai
Iunie	7	4.2	132	22 iunie
Iulie	7	3.7	150	19 iulie
August	12	4.2	120	7 august
Septembrie	10	4.6	119	3 septembrie
Octombrie	6	3.7	129	29 octombrie
Noiembrie	7	3.8	146	10 noiembrie
Decembrie	8	4.1	80	4 decembrie
Ianuarie '20	2	5.2	121	31 ianuarie

Statistica privind cutremurele vrance de adancime intermediara ($h > 60\text{km}$) cu $M_L \geq 3.0$ produse in intervalul 01.01.2018 - 31.01.2020



Informații suplimentare

Cutremurul a fost înregistrat și de către nivelele biaxiale colocate senzorilor seismici amplasați în localitățile Bârlad, Tecuci, Carcaliu. În figura de mai jos sunt prezentate înclinațiile (milorad) cauzate de undele seismice pe direcțiile NS (X) și EV (Y) și înregistrate la stația Bârlad.



Înregistrarea cutremurului de către nivela biaxială de la stația Bârlad; t_0 – timpul la origine al cutremurului