

Anexa nr. 9 la Contract nr. 21N/2016

Contractor: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului
Cod fiscal: 5495459 (anexa la procesul verbal de avizare interna nr./.....)

De acord,
DIRECTOR GENERAL
Dr. Constantin IONESCU

Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
Prof. Gheorghe MARMUREANU

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr: 21N/2016

Proiectul: Reevaluarea cutremurelor istorice majore din zona Vrancea comparativ cu datele instrumentale. Implicații asupra evaluării hazardului seismic și a hărților de “Shake Map”, (PN 16 35 01 09)

Faza: 1. Intocmirea bazei de date pentru cutremurele istorice și hărțile macro-seismice. Comparatii între evenimentele istorice și cele din perioada instrumentală

Termen:

1. Obiectivele proiectului

Proiectul are următoarele **obiective generale:**

- I. Realizarea bazei de date pentru cutremurele istorice și hărțile macroseismice.
- II. Comparatii între parametrii evenimentelor istorice și cei determinați pentru evenimentele seismice produse în perioada instrumentală;

Obiectivele specifice sunt:

- Realizarea bazei de date pentru cutremurele istorice;
- Se vor scana informațiile referitoare la daunele aferente fiecărei localități împreună cu sursele respective și valorile intensităților seismice necesare pentru realizarea bazei de date;
- Pe baza informațiilor și intensităților seismice din fiecare regiune, asociate unui anumit eveniment, va fi realizată o hartă macroseismică;
- Odată obținute hărțile macroseismice se va face o interpolare;
- Compararea intensităților seismice determinate pentru evenimentele istorice cu cele determinate pentru evenimentele seismice din perioada interbelică.

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivelor

Pentru atingerea obiectivelor proiectului avem în vedere obținerea următoarelor rezultate:

- Determinarea valorilor intensităților macroseismice pentru fiecare cutremur;
- Realizarea hărților macroseismice pentru cele cinci cutremure studiate: 06/04/1790, 26/11/1829, 01/05/1893, 17/08/1893, 31/08/1894;
- Dezvoltarea bazei de date macroseismice pentru cutremurele studiate pe baza datelor istorice;
- Determinarea și asocierea cutremurelor istorice cu cele din secolul XX;
- Elaborarea unei baze de date GIS cu date macroseismice, de unde să rezulte valorile intensităților macroseismice.

3. Obiectivul fazei

- Interpretarea datelor istorice evaluând pagubele, în vederea determinării intensităților seismice și realizarea hărților macroseismice.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei

- Accesarea interactivă a hărților construite sub platforma ARCGis pentru vizualizarea datelor și intensităților macroseismice determinate.
- Compararea intensităților seismice determinate pentru evenimentele istorice cu cele determinate pentru evenimentele seismice din secolul XX.

5. Rezumatul fazei

Reevaluarea cutremurelor istorice reprezintă un factor deosebit de important, rezultatele astfel obținute putând fi utilizate în studiile de hazard seismic care trebuie să fie reprezentativ la o scară de timp mult mai extinsă comparativ cu perioada în care există date instrumentale disponibile.

Determinarea parametrilor fundamentali ai sursei seismice (magnitudine, localizare), pentru evenimentele istorice reprezintă un aspect care poate fi îmbunătățit în mod continuu, pe baza unor noi informații. În acest raport am realizat o analiză complexă a evenimentelor istorice produse la diferite intervale de adâncime prin analogie cu cele produse în perioada instrumentală.

Studiul actual aduce noi date și informații cu privire la estimarea parametrilor cutremurelor istorice venind în completarea studiilor deja existente (Cross Border Project MIS-ETC code 636, 2010-2012, Danube Cross Border System for Earthquake Alert, DACEA, Armonizarea hazardului seismic in Europa (SHARE), 2009-2012, etc.).

Studiul cutremurelor istorice

Analiza cuprinde 5 cutremure, produse pe teritoriul țării noastre în zona seismică Vrancea, după cum urmează: 06/04/1790, 26/11/1829, 01/05/1893, 17/08/1893, 31/08/1894. Totodată a fost realizată și o analiză comparativă între parametrii evenimentelor majore produse în perioada instrumentală (după 1940) și cei ai evenimentelor seismice pentru care nu există înregistrări instrumentale. O astfel de analiză este extrem de importantă pentru evaluarea hazardului seismic, având în vedere că acesta trebuie să fie reprezentat la o scară de timp mult mai extinsă comparativ cu perioada în care există date instrumentale disponibile. O importanță deosebită o are de asemenea catalogul de cutremure, considerat ca fiind baza datelor de intrare în studiile de hazard seismic.

Baza de date conține: sursa informațiilor, informațiile macroseismice și valoarea intensităților determinate pentru diferite regiuni asociate fiecărui cutremur analizat. Astfel, fiecărui cutremur i se va asocia o hartă macroseismică pe baza valorilor punctelor de intensitate determinate (IDPs). În Figura 1 sunt prezentate patru hărțile macroseismice din cele cinci evenimentelor studiate.

Cutremurul din 1790

A avut loc la aproximativ 50 de ani după evenimentul din 1738. S-a produs la 6 aprilie 1790 (26 martie pentru vechiul calendar) având magnitudinea $M_w = 7,1$, adâncimea estimată la 150 km și intensitatea VIII. Aceasta este mai scăzută comparativ cu cea a evenimentului din 1738, conform catalogului Romplus (Oncescu et al. 1999).

Evenimentul a fost consemnat de mai mulți istorici, precum: Von Hoff (1841), Perrey (1846), Ștefănescu (1901), Rethly (1952), Mallet (1858), etc., deoarece a avut o arie mare de răspândire.

A fost simțit în: Transilvania, Banat, Țara Românească, Ucraina până SE Europei, la Constantinopol.

La București, o casă a fost distrusă și mai multe avariate, fiind simțit între 11 și 14 secunde (Ștefănescu 1901).

Cutremurul din 1790 deși a avut o magnitudine mai mică decât cel din 1738, a provocat avarii însemnate în special în Moldova, iar în sudul țării au fost afectate biserici și alte clădiri în special în București și Craiova.

Cutremurul din 1829

Conform catalogului Romplus (Oncescu et al., 1999), magnitudinea acestui eveniment a fost estimată la $M_w = 7,3$, cu adâncimea de 150 km și intensitatea VIII-IX.

Informațiile despre acest cutremur au fost culese din cronicile și manuscrisele vremurilor: Perrey (1846), Ștefănescu (1901), Popescu (1939), Rethly (1952), Mallet (1858), etc.

A fost simțit din Transilvania până la Kiev, la Chișinău și Cherson în Rusia. În București s-au dărâmat multe case, la Iași s-a auzit un zgomot puternic de sub pământ, unele hornuri au căzut, iar unele biserici și case au fost avariate. În Cernăuți au fost afectate clădirile, iar hornurile s-au dărâmat. Conform informațiilor studiate, cutremurul vrancean din 1829 a provocat daune însemnate în estul Munteniei și în Moldova.

Cutremurele din 1 mai, 17 august 1893 și 31 august 1894

Principalele informații legate de aceste evenimente provin de la Hepites (1892) și Watzof (1902).

Primele doua au avut loc în același an, 1893 și au fost simțite în aproape toată țara, dar și în Ungaria și Bulgaria.

1 mai 1893

- a produs pagube îndeosebi în Moldova și Muntenia;
- este un cutremur moderat a cărui intensitate nu depășește gradul IV.

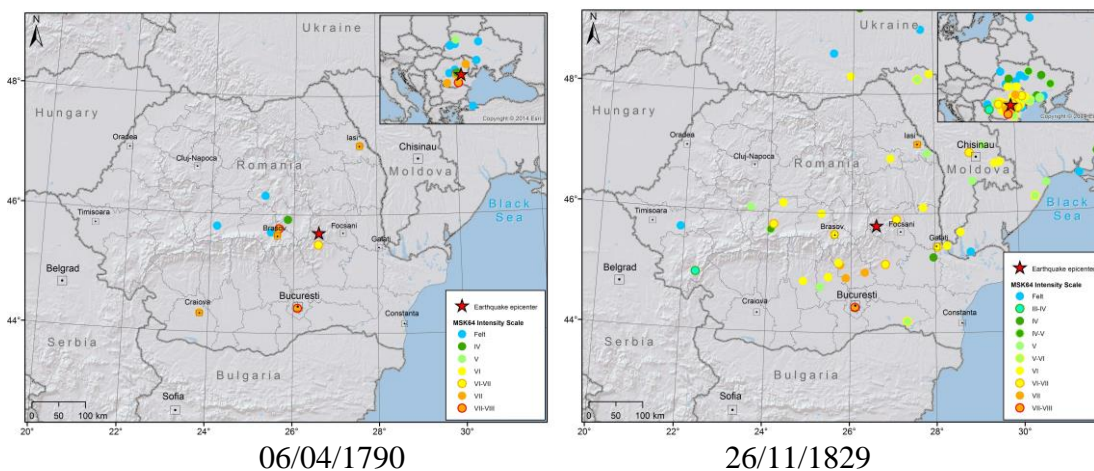
17 august 1893

- a fost simțit puternic în Moldova;
- magnitudinea este superioară celui din 10 septembrie 1893;

31 august 1894

- cel mai puternic seism din acea perioadă;
- a produs daune importante în special în partea de sud a Moldovei.

În Figura 1 sunt redată 4 hartii macroseismice din cele cinci analizate .



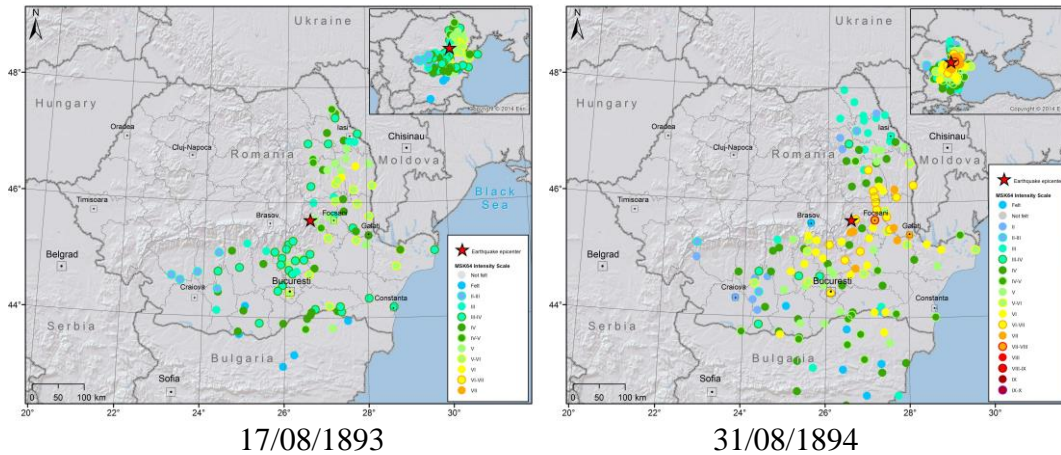


Figura 1 Hărțile macroseismice

Compararea cutremurelor istorice cu cele din secolul XX

Studiul a avut la bază lucrarea lui Atanasiu (1961), care prezintă trei categorii de evenimente majore în zona seismică Vrancea. Ținând cont de daunele provocate de cutremur pot fi împărțite în: i) cutremure cu efecte distrugătoare simetrice atât în NE și SV; ii) „cutremure moldavice” cu efecte mai pronunțate în partea de NE a României (Moldova); iii) „cutremure moldavice”, care au fost simțite mai puternic în partea de SV a României (Muntenia).

Pentru a compara modul de distribuție a efectelor la cutremurele vrâncene majore, am utilizat distribuția intensității seismice cu distanța epicentrală (în scară logaritmică) reprezentată separat (Figura 2) în patru cadrane (0° - 90° , 90° - 180° , 180° - 270° , 270° - 360°). În acest mod am realizat comparare parametrilor cutremurelor istorice studiate, cu cei determinați pentru cutremurelor majore din secolul XX (1940, 1977, 1986). Pentru cutremurele din secolul trecut am utilizat datele macroseismice integrate în lucrarea Kronrod et al. (2012). Aceasta metoda a fost preluata de la (Rogozea et al. pp 267-283, 2016).

Din cauza numărului redus al valorilor de intensități macroseismice pentru evenimentul din 1790 nu am putut realiza o comparație clară cu evenimentele produse în secolul XX. Mai jos sunt prezentate două exemple de comparare pentru cutremurul din 1829 și 17/08/1893.

Cutremurul din 26/11/1829

Reprezentând deviația standard corespunzătoare distanțelor epicentrale pentru fiecare IDPs (intensity data points), dintre evenimentul de la 1829 și cele din secolul XX am ajuns la concluzia că acest eveniment este de tipul celui din 1986. Aria de deviere este de 10.74 km (1829 vs. 1940), 11.07 (1829 vs. 1977) și 5.83 km (1829 vs. 1986). Astfel, intervalul de adâncime cel mai probabil este cuprins între 110-130 km.

În Figura 2 se poate observa distribuția efectelor cutremurului din 1829.

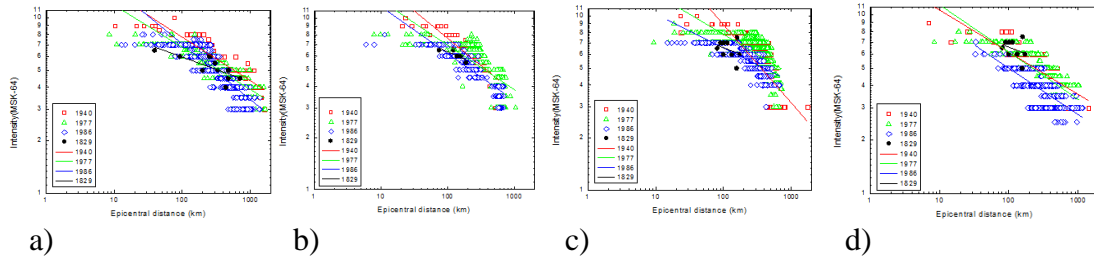


Figura 2 Distribuția intensităților cutremurelor din 1940 (pătrat roșu), 1977 (triunghi verde), 1986 (romb albastru), 1829 (cerc negru), în funcție de distanța epicentrală pe cele patru cadrane, (a - primul cadran $0-90^0$, b - al doilea cadran $90-180^0$, c - al treilea cadran $180-270^0$ și d- al patrulea cadran $270-360^0$).

Cutremurul din 17/08/1893

Reprezentând deviația standard corespunzătoare distanțelor epicentrale pentru fiecare IDPs (intensity data points), dintre evenimentul de la 17/08/1893 și cele din secolul XX am ajuns la concluzia că acest eveniment este de tipul celui din 1986. Aria de deviere este de 350.66 km (1893 vs. 1940), 369.96 (1893 vs. 1977) și 298.32 km (1893 vs. 1986). Astfel, intervalul de adâncime cel mai probabil este cuprins între 110-130 km. În Figura 3 se poate observa distribuția efectelor cutremurului din 1893.

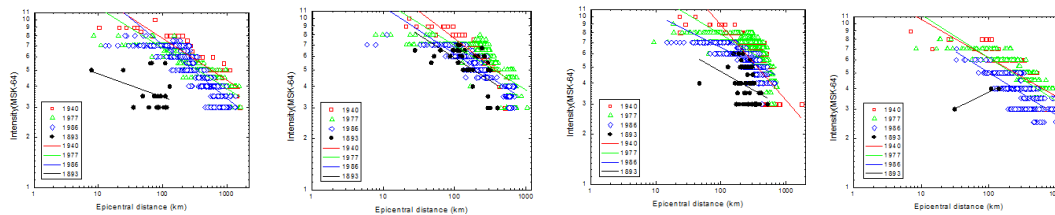


Figura 3 Distribuția intensităților cutremurelor din 1940 (pătrat roșu), 1977 (triunghi verde), 1986 (romb albastru), 1893 (cerc negru), în funcție de distanța epicentrală pe cele patru cadrane, (a - primul cadran $0-90^0$, b - al doilea cadran $90-180^0$, c - al treilea cadran $180-270^0$ și d- al patrulea cadran $270-360^0$), (Rogozea et al., 2016, (1)).

Interpolarea

Hărțile au fost realizate în sistem GIS (Geographic Information System), cu ajutorul softului ArcMap. Valorile de intensitate au fost adăugate într-o bază de date GIS care a permis aplicarea tehnicilor de interpolare pentru obținerea izoliniilor prin metode geografice. Metoda de interpolare care a dat cele mai bune rezultate a fost cea a lui Kriging, având următorii parametri: semivariogramă sferică, radius de căutare stabilit la un număr de 12 puncte. Metoda Kriging este preferabilă deoarece mediază într-un mod discret (chiar alterând parțial pe baza unui anumit trend) mai multe valori de intensitate care nu au caracter liniar.

Această metodă a fost aplicată atât pentru cutremurele istorice studiate cât și pentru cele din perioada interbelică. În cadrul acestui raport sunt reprezentate în Figura 4 câte 2

interpolări pentru cutremurele istorice (cel din 26/11/1829 și cel din 17/08/1893) și alte două (Figura 5) pentru cele produse în perioada instrumentală (10/11/1940 și 31/11/1986).

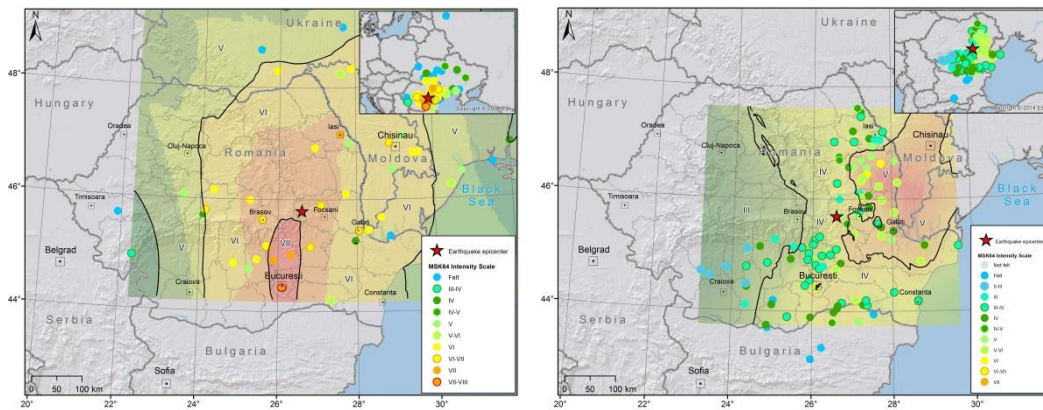


Figura 4 Interpolarea cutremurelor din 26/11/1829 și 17/08/1893.

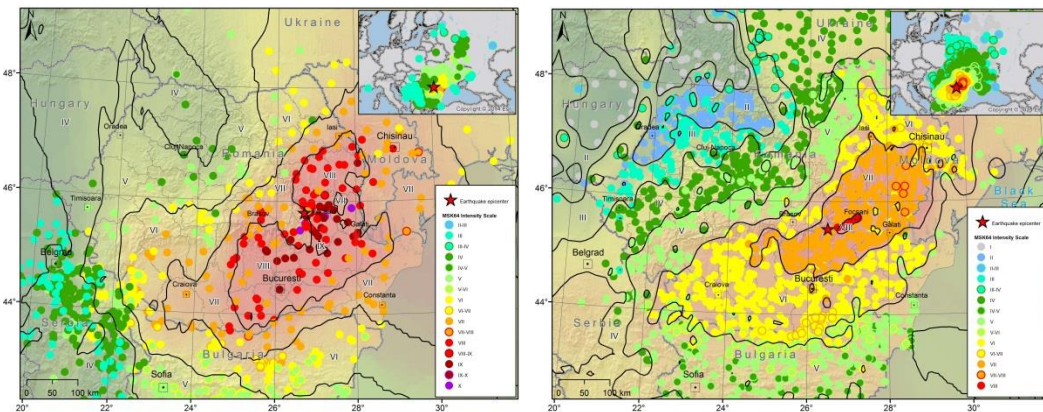


Figura 5 Interpolarea cutremurelor din perioada instrumentală 10/11/1940 și 31/11/1986.

Din Figurile 4 și 5 se observă că interpolarea este mult mai bună pentru evenimentul din 1986. Datele folosite în acest caz sunt mult mai numeroase, rezultând astfel o interpolare mult mai precisă.

În cadrul acestui raport au fost studiate cinci cutremure istorice: 06/04/1790, 26/11/1829, 01/05/1893, 17/08/1893 și 31/08/1894. În urma analizei efectuate reiese acestea, sunt de tipul cutremurului din 1986.

Referințe selectiv:

Atanasiu I., Cutremurele de pamant din Romania, Ed. Academiei Republicii Populare Romane, Romania, 1961.

Hepites St., Registrul cutremurelor de pamant din Romania Anul 1893, Analele Academiei Romane, Tom VII, Part, 2, Anul 1893. Analele Academiei Romane, Tom. IX, Part. II, anul 1893, 1894

Hepites St., Registrul cutremurelor de pamant din Romania Anul 1894, Analele Academiei Române, Tom VII, Part, 2, Anul 1893, 1894

Kronrod T., Radulian, M., Panza ,G. F., Popa, M., Paskaleva, I., Radovanovich, S., Grjibovski K., Sandu I., Pekevski L., (2013), Integrated transnational macroseismic data set for the strongest earthquakes of Vrancea (Romania), Tectonophysics.

Medvedev S. V., W. Sponheuer, și V. Kárník (1964), Neue seismische Skala (Intensity scale of earthquakes). 7. Tagung der Europäischen Seismologischen Kommission vom 24.9. bis 0.9.1962 in Jena, Veröff. Institut für Bodendynamik und Erdbebenforschung in Jena 77, 69- 6.

Rogozea M., Radulian M., Popa M., Paulescu D.N., Oros E., Neagoe C., Comparison of Three majore Historical Earthquakes with Tree Recent Earthquakes. The 1940 Vrancea Earthquake. Issues, Insights and Lessons Learnt, Proceedings of the Symposium Commemorating 75 years from November 10, 1940 Vrancea Earthquake, pp 267-283, 2016.

Watzof S., Tremblements de terre en Bulgarie au XIXe siècle. Institut Central Meteorologique de Bulgarie, pp.37-39, 42-43, 1902.

Stadiul realizării obiectivului fazei

Obiectivul a fost realizat integral

6. Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

În cadrul acestei faze a fost realizat un studiu al cutremurelor istorice, care a condus la realizarea hărților macroseismice pentru cutremurele analizate și compararea acestora cu cele din perioada instrumentală pentru a putea determina în ce categorie de cutremure se încadrează. În urma analizei efectuate rezultă faptul că toate evenimentele studiate sunt de tipul cutremurului din 1986.

De asemenea s-au realizat 4 hărți de interpolare pentru cutremurele istorice și trei pentru cele din secolul XX.

Aceste studii sunt importante pentru determinarea hazardului seismic. Studiul poate continua în viitor pentru reevaluarea cutremurelor istorice și eventual realizarea de hărți macroseismice pentru evenimentele recente, având în vedere chestionarele care se pot regăsi pe pagina de internet a institutului. Pot fi făcute analize ale daunelor în funcție de efecte.

Diseminarea rezultatelor obținute în cadrul acestei faze a fost realizată prin participarea la 6 conferințe internaționale (detaliat mai jos, o prezentare orală și 4 postere) și publicarea rezultatelor în cadrul unui proceeding indexat ISI.

1). Rogozea M., Glavcheva R., Radulian M.; Comparative analysis of three major earthquakes occurred at the end of the 19th Century in the Vrancea seismic region (Romania); SGEM-2016, Albena, Bulgaria (proceeding).

1). Rogozea M., Radulian M., Toma-Danila D.; Re-Evaluating Macroseismic Data For October 26, 1802 Vrancea Earthquake, 11th International Conference on „Environmental

Legislation Safty Engineering and Disaster Managment” ELSESEDIMA, 26-28 May 2016, Cluj-Napoca, **(prezentare orală)**.

2). Rogozea M. , Radulian M. , Toma-Danila D., Paulesc D., Placinta A.; Re-evaluate of the 26th November 1829 earthquakes that occurred in Vrancea zone (Romania), IBWAP-2016, Constanta, Romania, **(postar)**.

3). Rogozea Maria, Moldovan Iren-Adelina, Constantin Angela Petruta, Manea Liviu; Testing the macroseismic Intensity Attenuation Laws on the Vrancea (Romania) subcrustal seismic events, IBWAP-2016, Constanta, Romania, **(postar)**.

4). Rogozea M., Roadulian M., Toma-Danila D.; Re-evaluation and comparison of macroseismic effects for the major earthquakes occurred in beginof 19th century in the Vrancea region, Romania, ESC- 2016 Trieste, **(postar)**.

5). Rogozea M., Glavcheva R., Radulian M.; Comparative analysis of three major earthquakes occurred at the end of the 19th Century in the Vrancea seismic region (Romania); SGEM-2016, Albena, Bulgaria, **(postar)**.

6). Rogozea M., Radulian M., Toma-Danila D.; Revised parameters of the 26th November 1829 Vrancea earthquake by re-evaluating macroseismic data, EGU- 2016, Viena, Austria, **(postar)**.

Responsabil proiect,

Dr. CS. Rogozea Maria-Marilena