

**Contractor: INSTITUTUL NATIONAL DE CD PENTRU FIZICA PAMANTULUI**  
**Cod fiscal : 5495458** (anexa la procesul verbal de avizare interna nr. ....)

**De acord,**  
**DIRECTOR GENERAL**  
**Dr. ing. Constantin IONESCU**

**Avizat,**  
**DIRECTOR DE PROGRAM**  
**Prof. dr. ing. Gheorghe MARMUREANU**

### **RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI**

**Contractul nr.: PN 16 35 01 06**

**Proiectul: Evaluarea efectelor macroseismice ale cutremurilor produse recent pe teritoriul Romaniei in scopul obtinerii parametrilor miscarii solului pentru evenimentele seismice crustale.**

**Faza 1: Elaborarea hartii macroseismice a cutremurului din 25 aprilie 2009 produs in zona Vrancea.**

**Termen: 29.11.2016**

#### **1. Obiectivul proiectului:**

Obiectivul general al proiectului se refera la activitatea de cercetare complexa privind evaluarea efectelor macroseismice produse de cutremurele recente pe teritoriul Romaniei si in zonele transfrontaliere in scopul obtinerii parametrilor miscarii solului pentru evenimentele seismice crustale, fiind un instrument deosebit de pretios in evaluarea seismicitatii pe termen lung si a hazardului seismic. De asemenea, pentru atingerea obiectivului final al proiectului se iau in considerare toate evenimentele seismice crustale pentru care exista informatii macroseismice (intensitati, harti cu izoseiste, chestionare etc.), in scopul dezvoltarii si testarii unor noi legi de atenuare a intensitatii macroseismice.

#### **2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:**

- Baze de date cu valori ale intensitatii macroseismice rezultate din evaluarea informatiilor din chestionarele macroseismice completeate pentru evenimentele seismice analizate in cadrul proiectului;
- Incadrarea seismotectonica a zonelor seismice care au generat evenimentele cercetate macroseismic;
- Harti macroseismice ale cutremurilor studiate in proiect;

- Baza de date cu IDP-uri (puncte de intensitate macroseismica) pentru toate cutremurele crustale produse pe teritoriul Romaniei;
- Parametrii miscarii solului pentru evenimentele seismice crustale;
- Relatii de atenuare a intensitatii macroseismice pentru cutremurele crustale;
- Lucrari stiintifice publicate in reviste de referinta ISI;
- Prezentarea rezultatelor la conferinte nationale si internationale;
- Pagina web a proiectului.

### **3. Obiectivul fazei nr 1:**

**Elaborarea hartii macroseismice a cutremurului din 25 aprilie 2009 ( $M_D=5.7$ ) produs in zona Vrancea.**

Pentru realizarea obiectivului fazei 1 s-au analizat toate informatiile colectate imediat dupa producerea cutremurului, cele mai importante si numeroase fiind chestionarele macroseismice completate cu efectele observate pe teren in zonele in care miscarea seismica a fost resimtita. Evaluarea informatiilor continute in chestionarele macroseismice s-a facut pe baza Standardului (Scara Intensitatilor Seismice-MSK-STAS 3684-71). Obiectivul final al fazei il reprezinta obtinerea hartii macroseismice a cutremurului vrancean din 25.04.2009.

### **4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:**

- Harti seismice si seismotectonice;
- Diagrame privind statistica observatiilor macroseismice colectate;
- Baze de date macroseismice (fisiere cu intensitatile seismice observe dupa producerea cutremurului din 2009);
- Harta macroseismica a cutremurului vrancean din 25 aprilie 2009;
- 2 articole stiintifice publicate in revista cotata ISI;
- Prezentari conferinte.

### **5. Rezumatul fazei: (maxim 5 pagini)**

#### **5.1 Introducere**

In prezent se acorda o importanta deosebita studiilor de evaluare si reevaluare a informatiilor macroseismice ale cutremurelor produse atat in perioada preinstrumentala, cand nu existau aparate care sa inregistreze miscarile puternice ale solului, cat si in perioada instrumentala. Aceste cercetari implica interpretarea, reinterpretarea si recuantificarea severitatii efectelor macroseismice produse in principal de cutremurele subcrustale semnificative si majore de pe teritoriul Romaniei.

Scopul acestei faze este acela de a evalua efectele macroseismice ale cutremurului subcrustal produs in seara zilei de **25 aprilie 2009** la ora **20:18:48** (17:18:48 UTC) la adancimea de **109.6 km**, avand coordonatele epicentrale: **45.68 latitudine nordica** si **26.62 longitudine estica** si magnitudinea  **$M_D=5.7$**  (cf. site ISC) ( **$M_L=6$**  cf. site INFP si  **$M_W=5.4$**  cf. catalogului Romplus). Acest cutremur moderat este unul din cele cateva cutremure mai importante produse recent in Romania (de ex: 6.10.2013,  $M_L=5.5$ ; 24.09.2016,  $M_L=5.3$ ), cu epicentrul in zona de curbura a

Carpatilor de SE, zona cunoscuta ca Zona Seismogena Vrancea (ZSV). Insa, cel mai puternic eveniment, din seria celor recente, produs anterior celui din aprilie 2009 a fost cutremurul moderat din 27 octombrie 2004 produs tot in zona Vrancea intermediara, care a fost considerat ca fiind singurul eveniment seismic semnificativ produs in ultimele doua decenii, atat din punct de vedere al magnitudinii ( $M_w=6$ ) cat si in ceea ce priveste efectele macroseismice observate ( $I_{max} = VII$  MSK). Din primele informatii primite imediat dupa cutremur a reiesit ca seismul din aprilie 2009 s-a simtit in zona extracarpatica, precum si in zonele transfrontaliere (Rep. Moldova, Bulgaria, Ucraina si Serbia) (informatii confirmate de centrele internationale de specialitate).

## **5.2 Chestionarul macroseismic utilizat pentru studierea acestui cutremur**

Din mai multe motive legate in general de forma si continutul intrebarilor din chestionarele macroseismice folosite pentru studiul macroseismic al cutremurelor semnificative produse pe teritoriul Romaniei inainte de anul 2000, s-a considerat ca este necesara intocmirea unui nou chestionar macroseismic care sa cuprinda un numar cat mai mare de intrebari, al caror continut sa faca referire la toate descrierile aferente fiecarui grad in parte din scara de intensitatii macroseismice in vigoare. In acest sens, a fost elaborata o varianta completa de chestionar macroseismic (CM), care a fost folosit pentru studiul macroseismic al ultimelor doua cutremure vrancene moderate, cel studiat in aceasta lucrare, precum si cel din 27 octombrie 2004 (Constantin si Pantea, 2013).

Diversele tipuri de chestionare folosite pentru studiul macroseismic al cutremurelor majore produse (in sec. XX) pe teritoriul Romaniei difera ca numar de intrebari si continut, ele fiind elaborate in functie de prescriptiile scarii in vigoare la momentul respectiv, insa cu cat ne apropiem mai mult de prezent forma si fondul acestor chestionare au fost imbunatatite, cea mai recenta varianta ajungand sa aiba un numar de 71 de intrebari combinate (adica in cadrul unei intrebari se face referire la mai multe tipuri de efecte sau descrieri ale efectelor asupra mai multor tipuri de senzori) (Constantin si Pantea, 2013). Intrebarile existente in chestionar acopera gradele de intensitate cuprinse intre II si XII grade MSK. Atunci cand s-a realizat acest tip de CM s-a tinut cont de descrierile aferente fiecarui grad de intensitate din scara macroseismica, adica intrebarile continue au fost astfel formulate incat, observatorul sa completeze cat mai usor si exact efectele observate, iar raspunsurile lui sa fie cat mai precise. Prin intermediul histogramei de mai jos se prezinta numarul de intrebari corespunzator fiecarui grad de intensitate, caracteristic acestui ultim tip de CM folosit in cercetarile macroseismice pentru cutremurele subcrustale vrancene moderate produse in 2004 si 2009 (fig. 1). Asa cum se poate observa si din figura 1, pentru cel mai recent tip de CM primele 35 de intrebari corespund efectelor macroseismice asociate celor mai scazute grade de intensitate (II-V) ale scarii MSK-64 (Medvedev et al., 1967). Restul intrebarilor sunt considerate a fi cele mai importante, avand un caracter mai „obiectiv”, prin faptul ca ofera informatii despre avariile produse constructiilor, in functie de categoriile distincte de cladiri (aspect luat in considerare in functie de magnitudinea cutremurului studiat).

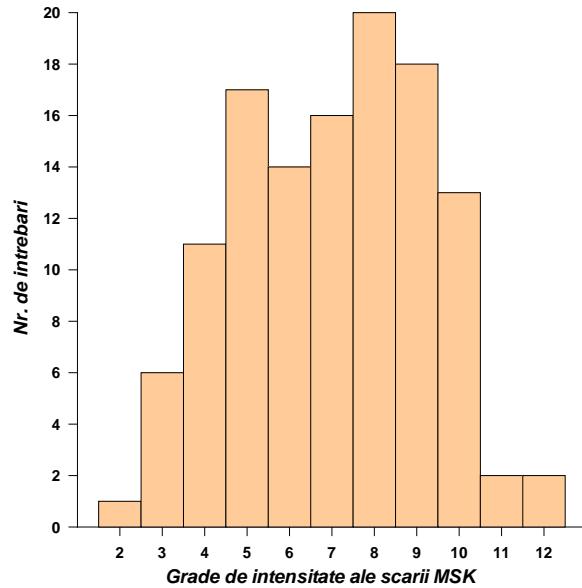


Fig. 1 - Numarul de intrebari corespunzator fiecarui grad de intensitate al scarii MSK, conform noului CM (utilizat pentru acest cutremur)

Fiecare intrebare este legata direct de un anumit grad de intensitate, adica fiecare grad de intensitate al scarii MSK-64 este reprezentat in CM prin mai multe intrebari, a caror distributie este prezentata in figura 1. Aceste intrebari se refera la: tipul constructiei, tipul si gradul de avariere, efectele asupra mediului inconjurator, perceptia oamenilor si reactiile animalelor.

### 5.3 Colectarea datelor macroseismice

In Romania, colectarea si analizarea datelor macroseismice sunt realizate de Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pamantului (INCDFP) si reprezinta activitati importante ale insitutului, in speta ale Departamentului de Cercetare, Dezvoltare, Inovare in Stiintele Pamantului (DCDISP), cu scopul de a evalua efectele produse de cutremurele romanesti.

Cercetarile macroseismice folosind CM faciliteaza, printr-un cost redus, colectarea unui set substantial de date care nu pot fi suplinite de inregistrarile instrumentale, astfel obtinandu-se informatii din toate zonele in care s-a simtit cutremurul, si in mod special din zona epicentrala, si in acest mod imbunatatindu-se calitatea datelor.

Imediat dupa producerea cutremurului, Laboratorul de Cercetari Seismologice (mai nou intitulat DCDISP) din cadrul INCDFP a expediat chestionare macroseismice in toate zonele afectate pentru a fi completate in scopul estimarii intensitatii macroseismice in fiecare locatie.

Numarul total de locatii pentru care s-au colectat informatii a fost de 778, iar distributia lor spatiala este prezentata in figura 2.

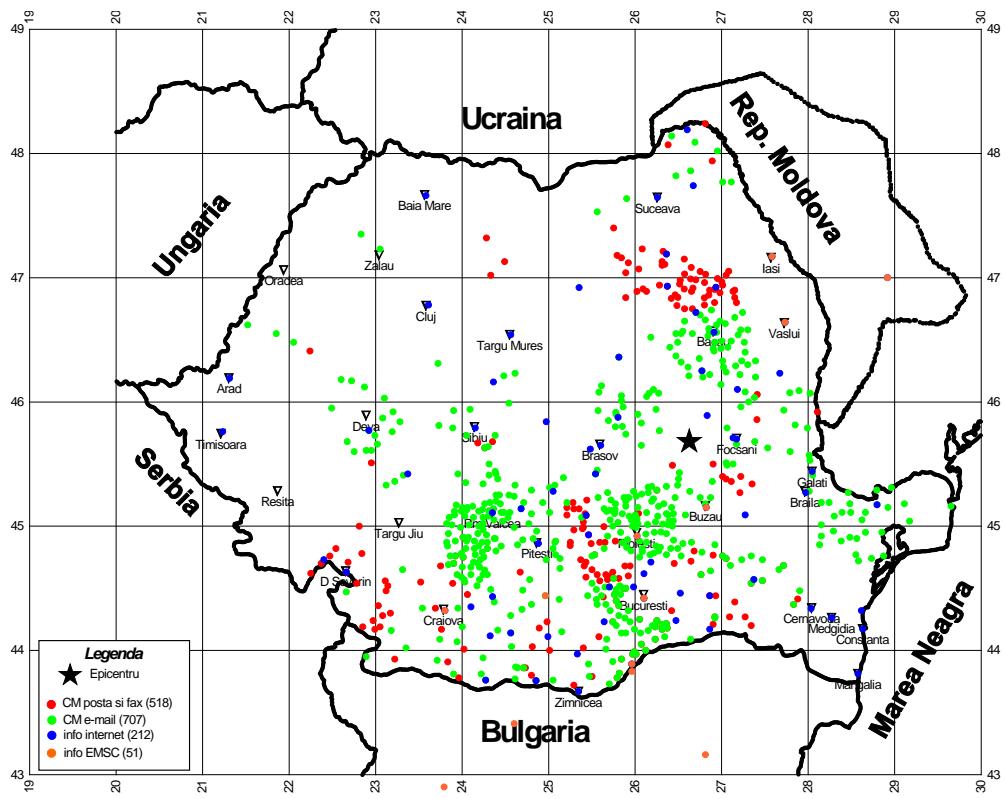


Fig. 2 - Distributia spatiala a observatiilor macroseismice colectate si analizate pentru cutremurul vrancean din 25 aprilie 2009

Analiza cantitativa si calitativa a tuturor observatiilor colectate din teritoriu, arata ca din totalul acestora, 1184 au fost considerate pozitive, ele continand informatii utile pentru obtinerea intensitatilor macroseismice. Cele mai multe CM s-au primit prin email, din marea majoritate a zonelor unde s-a simtit cutremurul (fig. 3). Un numar semnificativ de CM s-a primit din zonele in care cutremurul nu a fost simtit (304 CM). Analizand baza de date cu valori de intensitate, putem afirma ca aceasta contine multe IDP-uri determinate pe baza a cel putin cinci observatii, insa cele mai de incredere sunt IDP-urile pentru care s-au colectat mai mult de 10 CM/observatii (vezi fig. 4).

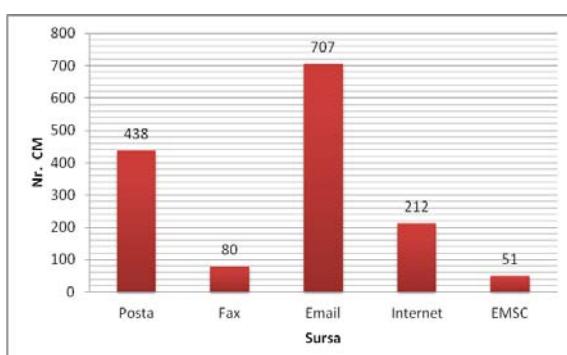


Fig. 3 - Numarul de observatii macroseismice colectate prin intermediul diverselor mijloace de transmitere a informatiilor

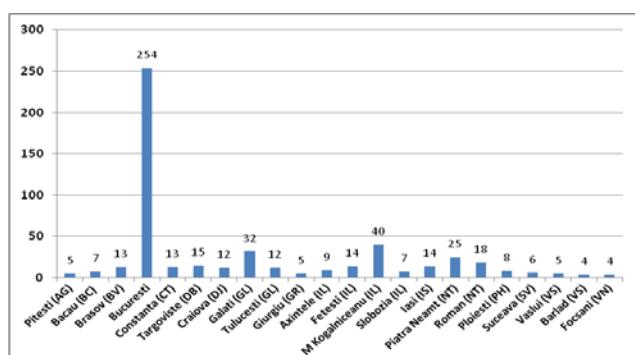


Fig. 4 - Numarul de observatii utilizat pentru estimarea intensitatii in cateva orase

#### **5.4 Evaluarea intensitatii macroseismice**

Evaluarea intensitatilor macroseismice si implicit elaborarea hartilor macroseismice implica analiza si interpretarea complexa a informatiilor existente in chestionarele completate si returnate din teritoriu, cu privire la efectele macroseismice observate pe teren, imediat dupa producerea cutremurelor. Dupa colectarea informatiilor macroseismice, urmatoarele etape in procesul de obtinere a valorilor de intensitate implica: sortarea si aranjarea datelor pentru fiecare judet in parte, respectiv pentru fiecare localitate si conversia acestor informatii in valori numerice pe baza scarii de intensitate (efectele observate pentru fiecare locatie in parte au fost, mai intai, combinate si apoi s-a determinat valoarea intensitatii care a reprezentat cel mai bine majoritatea datelor).

Evaluarea informatiilor macroseismice colectate s-a realizat conform prescriptiilor Standardului „Scara intensitatilor seismice” (MSK)-STAS 3684-71, fiind prezentate sub forma de valori ale intensitatii, astfel obtinandu-se baza de date macroseismice a cutremurului din 25.04.2009. Acest lucru s-a facut pentru a pastra continuitatea cu studiile macroseismice realizate pentru cutremurile anterioare si pentru a se asigura omogenitatea cu baza de date macroseismice existenta (adica, datele de intensitate colectate pana in prezent in Romania sunt in conformitate cu scara MSK), si nu in ultimul rand, asa cum am afirmat si mai sus, pentru ca aceasta scara este inca in vigoare in Romania.

#### **5.5 Descrierea efectelor macroseismice produse de cutremur**

Efectele macroseismice ale cutremurului vrancean produs la data de 25 aprilie au fost observate pe o suprafață extinsă pe teritoriul României. Din datele obținute prin intermediul CM, rezulta că acest cutremur s-a simtit în partea de N a țării până la Darabani, județul Botoșani, în sud până la Turnu Magurele (Teleorman), în SV la Eselnita, județul Mehedinți (350 km față de epicentrul), în SE la Mangalia (Constanța) și în vest până la Cluj-Napoca (Cluj). Efectele maxime ale acestui cutremur au apărut în localitățile din zona epicentrală și n-au fost deosebit de severe încât să producă pagube materiale și umane. Intensitatea maximă (observată) a fost estimată ca fiind VI, conform scării MSK.

Din informațiile macroseismice colectate după cutremur a rezultat că nu s-au raportat avarii semnificative ale clădirilor, cu excepția aparitiei unor fisuri și crăpături mici, precum și desprinderea unor bucati mici de tencuială din peretii caselor situate, în general, în localitățile din zona epicentrală. Aceste avarii au apărut în peretii construcțiilor încadrate în clasa A (clădiri fără protecție antiseismică construite din piatră nefasonată, caramida neînsurată sau valătuci) și la puține clădiri din clasa B (clădiri din caramida, din piatră fasonată), conform clasificării construcțiilor din scara de intensități MSK (STAS 3684-71). Alte efecte observate în cazul locațiilor cu intensitate VI și descrise în CM au fost următoarele: „...multe persoane s-au speriat și au parasit locuințele, unele persoane în miscare și-au pierdut echilibrul, în clădiri s-a observat răsturnarea obiectelor de mobilier usoare, puține obiecte de sticlă și vesela s-au spart, anumite obiecte nefixate (carti și altele) s-au răsturnat și/sau au cazut de pe rafturi”.

## 5.6 Harta macroseismica a cutremurului din 25 aprilie 2009

Intensitatea maxima estimata pentru acest cutremur a fost de VI grade MSK, fiind atribuita unui numar de 11 localitati (vezi fig. 5). Toate aceste locatii sunt situate la distante cuprinse intre 28 si 83 km fata de epicentru. Pentru aceste localitati, in procesul de evaluare a intensitatii s-a pus accent, in special, pe efectele observate asupra constructiilor. Astfel, intensitatile de VI MSK s-au atribuit locatiilor unde s-au raportat avarii (usoare) asupra constructiilor. Distributia intensitatilor macroseismice evaluate pentru acest cutremur este prezentata in figura 5. Analizand harta macroseismica, se observa pentru zonele din imprejurimile epicentrului o alternanta a locatiilor unde intensitatea a fost VI cu cele cu intensitatea V, precum si cu cele cu intensitati de V-VI grade MSK (valori situate intre cele 2 grade). Epicentru instrumental este localizat in partea de vest a zonei in care s-au inregistrat cele mai ridicate intensitati.

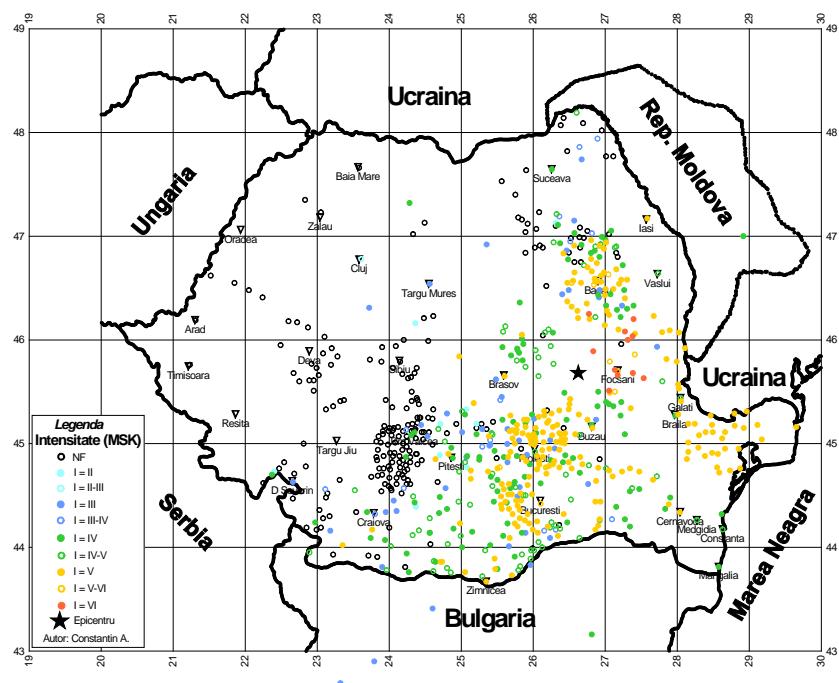


Fig. 5 – Harta macroseismica a cutremurului din 25 aprilie 2009 produs in zona Vrancea

In figura 6 se prezinta graficul intensitate vs distanta epicentrala cu scopul de a intelege mai bine distributia IDP-urilor obtinute. Acest grafic reflecta gradul de atenuare a intensitatii cu distanta, respectiv de atenuare a undelor seismicice in zona. Insa, asa cum se poate observa in acest grafic, distributia intensitatilor in zonele unde s-a simtit cutremurul nu prezinta o descrestere graduala a intensitatii cu distanta (adica, indica o atenuare slaba a intensitatii cu distanta). De exemplu, intensitati de V grade MSK s-au observat si la distante de 200-300 km fata de epicentru. Aceste anomalii pot sa apară din cauza efectelor locale datorate conditiilor geologice locale. Valorile intensitatilor estimate pentru locatiile situate la aproximativ 250-300 km, si chiar mai departe, sunt mai ridicate decat era de asteptat pentru distantele lor epicentrale.

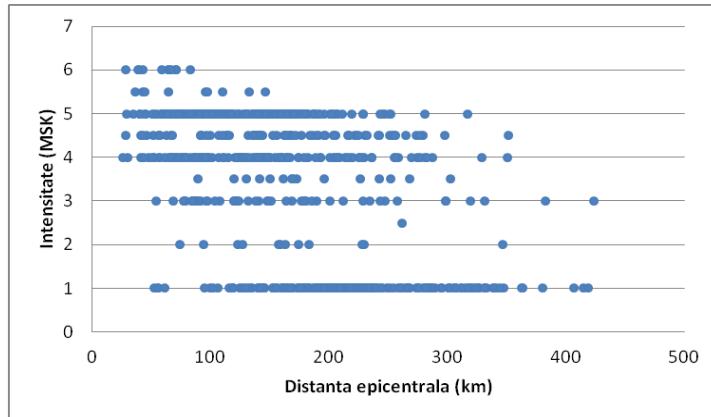


Fig. 6- Intensitate macroseismica vs distanta epicentrala pentru IDP-urile obtinute pentru cutremurul vrancean din 25.04.2009

### Bibliografie

1. Allen T.I., Wald D.J. (2009) - Evaluation of ground-motion modelling techniques for use in Global ShakeMap: a critique of instrumental ground-motion prediction equations, peak ground motion to macroseismic intensity conversions, and macroseismic intensity predictions in different tectonic settings. US Geological Survey Open-File Report 2009-1047.
2. Bakun W.H., McGarr A. (2002) - Differences in attenuation among the stable continental regions. *Geophys Res Lett* 29(23):190–02. doi:10.1029/2002GL015457.
3. Constantin A. P., Pantea, A. (2013) - Macroseismic field of the October 27, 2004 Vrancea (Romania) moderate subcrustal earthquake, *Journal of Seismology*, Vol. 17, No. 4, pp 1149-1156, DOI: 10.1007/s10950-013-9383-2.
4. Constantin A.P. (2015) - Studii si cercetari in domeniul macroseismologiei cu aplicatie pentru cutremurele produse pe teritoriul Romaniei, Ed. Granada, ISBN 978-606-8254-57-9, 212 pag.
5. EMSC (2009) - European Mediterranean Seismological Centre (<http://www.emsc-csem.org>).
6. ISC (2009) - International Seismological Centre, On-line Bulletin, <http://www.isc.ac.uk>, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom.
7. Medvedev S. V., Sponheuer W., Kárník V. (1967) - Seismic intensity scale version MSK 1964. Publ. Inst. Geodynamik 48, Jena.
8. Romplus catalogue, Updated to 2016 by the Department of Data Acquisition of the National Institute for Earth Physics (NIEP), Bucharest, 2016.
9. STAS 3684-71 - Scara de intensitati macroseismice. Institutul Roman de Standardizare, IRS, Bucuresti.

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

**Rezultatele** preconizate pentru aceasta faza a proiectului au fost obtinute in totalitate, si anume:

- a) Harti seismice si seismotectonice;
- b) Diagrame privind statistica observatiilor macroseismice colectate;
- c) Baze de date macroseismice (fisiere cu intensitatile seismice observe dupa producerea cutremurului din 2009);
- d) Harta macroseismica a cutremurului vrancean din 25 aprilie 2009;
- e) Corelarea datelor macroseismice cu datele instrumentale (valori de PGA);
- f) 2 articole stiintifice publicate in revista cotata ISI;
- g) Prezentari la conferinte;

**Articole publicate:**

1. **A.P. Constantin**, R. Partheniu, I.A. Moldovan (2016) Macroseismic intensity distribution of some recent Romanian earthquakes, *Romanian Journal of Physics*, Vol. 61, No 5-6, 1120-1132.
2. I.A. Moldovan, M. Diaconescu, E. Popescu, M. Radulian, D. Toma-Danila, **A.P. Constantin**, A.O. Placinta (2016) Input Parameters for the Probabilistic Seismic Hazard Assessment in the Eastern Part of Romania and Black Sea Area, *Romanian Journal of Physics*, Vol. 61, No 7-8, 1412–1425.

**Prezentari la conferinte:**

**1. European Geosciences Union General Assembly, EGU, Viena, Aprilie 2016:**

- 1.1 R. Partheniu, C. Ionescu, **A. P. Constantin**, I.A. Moldovan, M. Diaconescu, A. Marmureanu, M. Radulian, V. Toader - Tsunamis hazard assessment and monitoring for the Back Sea area, submitted to NH5.1, identification number EGU2016-6703.
- 1.2 I. A. Moldovan, E. Popescu, A. O. Placinta, **A. P. Constantin**, D. Toma Danila, F. Borleanu, V. E. Toader, T. Moldoveanu - Seismic hazard and risk assessment for large Romanian dams situated in the Moldavian Platform, submitted to NH9.8, identification number EGU2016-13750.
- 1.3 F. Lavigne, D. Grancher, L. Goeldner-Gianella, N. Karanci, N. Dogulu, U. Kanoglu, F.. Zaniboni, S. Tinti, A. Papageorgiou, G. Papadopoulos, **A. Constantin**, I. Moldovan, A. El Mouraouah, S. Benchekroun, A. Birouk - How prepared individuals and communities are for evacuation in tsunami-prone areas in Europe? Findings from the ASTARTE EU Programme, submitted to NH5.1, identification number EGU2016-9172.

**2. The 11<sup>th</sup> International Conference on „ Environmental Legislation, Safety Engineering and Disaster Management” –ELSEDIMA, 26-28 Mai, Cluj Napoca**

- 2.1. **A. P. Constantin**, I.A. Moldovan, F. Lavigne, D. Grancher, R. Partheniu - Preparedness Skills, Resources and Attitudes of the Tsunami Risk within the Black Sea (Romanian) Communities.
- 2.2. I. A. Moldovan, A. O. Placinta, **A. P. Constantin**, D. Toma-Danila, E. Popescu, M. Diaconescu, T. Moldoveanu - Seismic risk assessment for large Romanian dams situated on Bistrita and Siret Rivers and their tributaries.
- 2.3. R. Partheniu, **A. P. Constantin**, I. A. Moldovan, M. Diaconescu, D. Ioane, C. Ionescu - General overview of the Black Sea tsunamis, their validity, risk and probability of occurrence.

**3. The 16th International Balkan Workshop on Applied Physics and Materials Science IBWAP 2016 (7-9, July, 2016)**

- 3.1 **A. P. Constantin**, I.A. Moldovan - Testing The Macroseismic Intensity Attenuation Laws On The Romanian Crustal Seismic Events.
- 3.2 I.A. Moldovan, R. Partheniu, C. Ghita, **A. P. Constantin**, D. Toma Danila, The Modeling Of The Macroseismic Field Associated With Romanian Normal And Intermediate Depth Earthquakes.
- 3.3 M. Rogozea, I.A. Moldovan, **A. P. Constantin**, L. Manea - Testing The Macroseismic Intensity Attenuation Laws On The Vrancea (Romania) Subcrustal Seismic Events.

3.4 M. Diaconescu, A. Craiu, D. Toma-Danila, G. Craiu, A. O. Placinta, Seismicity of Maramures county.

#### **4. The 35th General Assembly of the European Seismological Commission (ESC2016), (4-10 septembrie) Trieste, Italia**

I. A. Moldovan, D. Toma-Danila, **A. P. Constantin**, A. O. Placinta, E. Popescu, F. Borleanu, V. E. Toader, T. Moldoveanu - The rating of large dams situated on Bistrita and Siret Rivers (Romania) in seismic risk classes, ESC2016-337.

#### **Articol trimis la publicat**

I.A. Moldovan, D. Toma-Danila, **A. P. Constantin**, A. O. Placinta, E. Popescu, C. Ghita, M. Diaconescu, T. Moldoveanu, C. M. Paerele, Seismic risk assessment for large Romanian dams on Bistrita and Siret rivers and their tributaries, trimisa la publicat la revista BDI, Studia Ambientum, **ISSN (Online) 2065-9490, ISSN (Print): 1843-3855, ISSN-L: 1843-3855.**

#### **Articole publicate in Proceedinguri ISI**

1. M. Diaconescu, M. Craiu, A. Craiu, The seismological features of the contact between Moesian Platform and intersection of Southern Carpathians with Eastern Carpathians. SGEM 2016, Albena, Bulgaria.
2. M. Diaconescu, A. Craiu, D. Toma-Danila, M. Craiu, The main characteristics of the seismicity form the north-western part of Romania. SGEM 2016, Albena, Bulgaria

Rezumatele, prezentarile si articolele stiintifice publicate sau in curs de publicare au multumiri aduse Proiectului Nucleu 16 35 01 06/2016.

#### ***Stadiul realizării obiectivului fazei:***

Obiectivul a fost realizat integral.

#### ***Concluzii***

In prima faza a proiectului **PN 16 35 01 06/2016** s-au obtinut rezultate importante pentru buna desfasurare viitoare a proiectului.

Efectele macroseismice ale cutremurului vrancean din 25 aprilie 2009 au fost evaluate pe baza datelor colectate prin intermediul CM si nu numai. Investigatia macroseismica a efectelor produse de acest cutremur s-a realizat pentru 530 de localitati (IDP-uri cu valori cuprinse intre II si VI grade MSK), cele mai multe dintre ele fiind situate in zona extracarpatica. Intensitatea maxima observata a fost estimata ca fiind VI, conform scarii MSK, si a fost atribuita catorva orase situate la diverse distante de epicentrul cutremurului. Distributia intensitatilor macroseismice sugereaza o atenuare slaba a miscarii seismice, evidentiată prin existența unor valori mai ridicate ale intensitatilor decat era de asteptat pentru distantele lor epicentrale. Cele mai importante rezultate ale acestei faze le constituie obtinerea intensitatilor macroseismice si respectiv, harta macroseismica a cutremurului vrancean moderat din 25 aprilie 2009, dupa evaluarea efectelor

macroseismice produse de acesta. Ca o ultima concluzie, trebuie subliniat faptul ca producerea cutremurului din 25 aprilie 2009 a facut posibila obtinerea de noi informatii pretioase cu privire la efectele cutremurelor vranceze. Aceste valori de intensitate au fost incluse in baza de date macroseismice a cutremurelor din Romania si vor fi cu siguranta utilizate pentru estimarea hazardului seismic in orasele afectate de aceste cutremure si in zonele cu obiective strategice de pe teritoriul Romaniei.

Proiectul se va continua in anul urmator cu Faza 2, avand urmatorul obiectiv:

**Elaborarea hartii macroseismice a cutremurului crustal din 22 noiembrie 2014 ( $M_D=5.7$ ) produs in zona Vrancea.**

**Proiectul isi poate extinde studiile si in viitor prin realizarea acestui tip de cercetari si pentru alte cutremure romanesti.**

Responsabil proiect,

Dr. ing. geofiz. Constantin Angela