

Anexa nr. 10 la Contract nr. 31N/2019

Contractor: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare 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
Dr. Mircea Radulian**

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI I

Contractul nr. 31N/2019

Proiectul PN19080101: Cercetări multidisciplinare în vederea caracterizării evenimentelor seismice și acustice folosind tehnici specifice de analiză

Faza: 1. (Faze de realizat pe toată durata cercetării) Reevaluarea seismicității înregistrate pe teritoriul României până la 1900.

Termen: 10.05.2019

1. Obiectivul proiectului:

Reevaluarea cutremurelor românești cuprinse în catalogul ROMPLUS în perioada 984 - 1900, utilizând toate informațiile disponibile în prezent (diferite cataloage, documente vechi, informații din arhivele mănăstirilor, etc.).

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

Acest proiect își propune să compileze o importantă cantitate de informații istorice, disponibile în prezent (cataloage, documente vechi, informații din arhivele mănăstirilor, publicații științifice, etc.) în vederea completării catalogului Romplus.

Elaborarea unei baze de date cu parametrii caracteristici evenimentelor seismice analizate, sursele de informare tip catalog și cele tip document, hărți cu distribuția macroseismică, referințe despre publicațiile științifice.

3. Obiectivul fazei:

- Analiza comparativă a localizărilor din catalogul ROMPLUS și cele existente în alte cataloage, pentru perioada 984 - 1900
- Identificarea diferitelor tipuri de magnitudini aferente evenimentelor seismice analizate și a relațiilor de corelare dintre ele
- Corelarea parametrilor de sursă cu distribuția efectelor macroseismice

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

- bază de date cu parametrii evenimentelor conținute în catalogul ROMPLUS pentru perioada 984 - 1900 (sursele de informare tip catalog și cele de tip document, hărți cu distribuția macroseismică, tipuri de magnitudini)
- interpretarea surselor de informații referitoare la evenimentele seismice din perioada analizată;
- analiză comparativă între sursele tip catalog și cele tip document în vederea definirii parametrilor pentru fiecare eveniment;
- evenimente false sau dublate identificate în catalogul ROMPLUS.

5. Rezumatul fazei:

Prezentul studiu își propune analizarea evenimentelor înregistrate în catalogul ROMPLUS în vederea constituirii unei baze de date care să cuprindă pe lângă informațiile conținute în catalogul de cutremure și referiri la documentele pe baza cărora au fost evaluate evenimentele din perioada preinstrumentală, studiile realizate în urma cutremurelor puternice și a celor urmate de replici sau roiuri și secvențe, hărți macroseismice, cataloage elaborate de diferiți autori pentru cutremurele produse pe teritoriul României, etc. Ideea unei astfel de baze de date a pornit de la necesitatea de a pune la dispoziția celor interesați toate informațiile disponibile la ora actuală referitoare la evenimentele seismice românești sau produse în zona de graniță și cu efecte pe teritoriul țării. O parte importantă a studiului o va reprezenta determinarea și menționarea tipului de eveniment: natural (tectonic) sau antropoc. Pentru prima fază a proiectului ne-am propus analizarea perioadei 984 (când este menționat primul eveniment în catalogul ROMPLUS) – 1900.

Surse Documentare

Denumirea de „date istorice” este folosită pentru cutremurele a căror parametri au fost determinați pe baza informațiilor scrise înaintea perioadei instrumentale, adică înainte de 1900. Informațiile cu privire la cutremurele istorice, conținute în letopisețe, cronici, însemnări pe scrieri vechi cu caracter religios, ziare, etc., depind de perioada în care s-a produs evenimentul seismic și de mărimea sa. Informațiile pot face referire doar la producerea evenimentului sau pot conține o descriere amănunțită a modului în care a fost simțit și efectele produse.

Colectarea informațiilor istorice este o muncă de durată, care necesită răbdare și atenție. Multe din documentele originale nu se mai găsesc sau nu sunt accesibile publicului larg. Unele însemnări pot conține informații amănunțite despre evenimente, în timp ce pentru unele evenimente menționările sunt vagi sau contradictorii. Analiza diferitelor cataloage a ridicat numeroase probleme cercetătorilor prin mențiunile referitoare la un anumit eveniment pentru care diferea uneori data sau ora (în funcție de calendarul folosit în perioada scrierii însemnării) sau uneori zona în care s-a produs (în funcție de interpretarea datei menționării din documentul analizat). Referindu-se la datele istorice despre cutremurele de pământ, Popescu nota în 1938:” Însemnările ce se pot găsi în cataloagele vechi nu pot fi decât aproximative din cel puțin două motive: mai întâi ele provin din localitățile în care locuia - din întâmplare- o persoană știutoare de carte, interesată de aceste fenomene naturale, fapt extrem de rar, iar, în al doilea rând, acești observatori notau numai cutremurele de pământ care impresionau populația prin amploarea distrugerilor pe care le produceau. Cât despre ora producerii cutremurului, însemnările, dacă nu lipsesc complet, sunt cum nu se poate mai confuze: „cătore prânz”, „puțin înainte de cină”, „târziu în noapte”, „în momentul ieșirii de la slujba religioasă” etc. Pe de altă parte, acești martori locuiau mai ales în orașe, așa încât cea mai mare parte a informațiilor se referea la cutremurele de pământ și la efectele acestora în orașele respective.” Astfel de informații se găsesc în lucrările științifice sub forma unor liste de evenimente, în care se specifică perioada și zona în care s-au produs sau sub formă de catalog, atunci când informațiile au fost mai multe și mai precise.

Pentru prezentul studiu au fost folosite informații din documente istorice, din cronici (ex. Cronicile lui Ion Neculce, Grigore Ureche și Miron Costin sau Cronicile slavo-române (Cernovodeanu și Binder, 1993)), diferite scrieri (ex. Von Hoff, 1841; Jeteles, 1860; Bielz, 1862-1863; Hepites, 1893; Ștefănescu, 1901; Popescu, 1938; Réthly, 1952; Cernovodeanu și Binder,

1990; Caproș, 2009), compilații ale cataloagelor de cutremure (ex. Radu, 1979; Shebalin, 1974; Oncescu et al., 2009).

Înainte de secolul al 19-lea, documentele erau scrise în zona Moldovei cu caractere chirilice iar pentru Transilvania în limba maghiară (întrucât această parte a țării aparținea Imperiului Austro-Ungar la acea vreme), făcând dificilă înțelegerea informațiilor și necesitând o atentă analiză și experiență în interpretare.

Interpretarea incorectă a datelor poate duce la duplicate în catalog a evenimentelor iar asamblarea lor incorectă referitoare la un anumit cutremur, poate conduce la găsirea mai multor evenimente. La interpretarea datelor documentare trebuie să se țină seama, printre altele, de informațiile referitoare la tipul de construcții din fiecare zonă (ex. materiale de construcție, numărul de etaje).

Informațiile din cronici, manuscrise, documente de arhivă, corespondență sau menționate pe diferite cărți de cult din biserici și mănăstiri din Transilvania au fost folosite de Fl. Dudaș la întocmirea lucrărilor: „Memoria vechilor cărți Românești. Însemnări de demult” (1990) și „Însemnări pe bătrâne cărți de cult”(1992). În cea de-a doua lucrare este prezentat și „Registrul cutremurelor de pământ din Transilvania (1471-1900)”. Informațiile conținute în aceste lucrări, prezintă un interes deosebit întrucât, pe baza lor, au fost descrise unele trăsături caracteristice în ceea ce privește forma izoseistelor, tectonica regiunii sau stabilirea focarelor.

Dupa o muncă de mai bine de 30 de ani, Ilie Corfus, pe baza informațiilor găsite în manuscrise și cărți aflate în Biblioteca Academiei Române din București, a publicat volumul „Însemnări de demult” (1975), în care, capitolul XI este dedicat cutremurelor de pământ produse pe teritoriul României în perioada 1681-1903.

În anul 1893 Ștefan Hepiteș a publicat, în Analele Institutului de Meteorologie, prima listă de cutremure produse între anii 1838 și 1892. Lista cuprindea informații referitoare la: data și ora producerii cutremurului, durata totală a mișcării și amplitudinea maximă. Hepiteș a redactat și “Instrucțiunile speciale pentru observarea cutremurelor de pământ”, precum și primele “chestionare” pentru colectarea informațiilor referitoare la modul de manifestare și la efectele seismelor. Tot el, a înființat pe lângă stațiile meteorologice și o rețea de informații macroseismice.

Studiile referitoare la activitatea seismică produsă pe teritoriul României au fost întrerupte în perioada 1908 – 1935 și reluate odată cu înființarea Serviciului Seismologic Român, în cadrul Observatorului din București, sub conducerea Prof. Dr. Gheorghe Demetrescu (Demetrescu, 1956; Petrescu, 1959).

Grigoriu Ștefănescu (1901), un renumit geolog român, a colectat numeroase date referitoare la activitatea seismică din trecut, informațiile fiind culese în primul rând din „Memoriile lui Alexis Perrey” (Perrey, 1846), „Letopisețul de la Bistrița”, „Cronica Moldo-Polonă”, „Cronica Putneană”, „Letopisețul Țării Moldovei” de Nicolae Costin, „Letopisețul Moldovei” de Ioan Neculce, „Tezaurul de monumente istorice” (Al.Papiu Ilarian), „Revista pentru istorie și arheologie” (Gr. Tocilescu), precum și din alte manuscrise aflate la Biblioteca Academiei Române sau la persoane particulare (d-l Erbiceanu, d-l G. Lahovari, d-na Tartășescu). Datele nu sunt organizate sub forma unui catalog, dar reprezintă informații prețioase întrucât autorul a încercat să coreleze efectele cutremurelor de condițiile geologice din zonele afectate.

Montessus de Ballore, seismolog francez, a alcătuit un catalog al cutremurelor produse pe întreg globul pământesc (1906) și un catalog de cutremure pentru România și Basarabia (1905), folosind printre sursele bibliografice lucrările lui Perrey (1846), Drăghiceanu (1896), Hepiteș (1893) și Ștefănescu (1901).

În 1952, Antal Réthly, meteorolog german și profesor de științe geografice, a realizat un catalog de cutremure pentru perioada 455 – 1918, pe baza surselor istorice primare, cuprinzând Ungaria, Moldova și Transilvania și intitulat „Earthquakes of the Carpathian Basin”.

Mathei M. Drăghiceanu, geolog și inginer minier român, este autorul lucrării intitulate: „Les tremblements de terre de la Roumanie et des pays environnants. Contribution a la theorie tectonique” (1896) în care sunt descrise efectele cutremurelor majore din 1802 și 1838.

Ion Atanasiu, unul dintre cei mai renumiți geologi români, a întocmit monografia „Cutremurele de pământ din România” în care abordează numeroase probleme legate de geologia și seismotectonica teritoriului României pe baza studiului a peste 400 de evenimente seismice.

Aurelian Florinesco, a realizat și publicat în 1958 un catalog numit „Catalogue des tremblements de terre ressentis sur le territoire de la R.P.R.”, pentru evenimentele produse în perioada 455-1916.

În 1979, Cornelius Radu publica, pentru prima dată la noi în țară, catalogul celor mai puternice cutremure produse pe teritoriul României, folosind ca surse de informații: înregistrările stațiilor seismice românești, buletine seismice, cataloage, hărți, lucrări științifice românești și străine. Catalogul este structurat pe două perioade: prima, se referă în principal la seismicitatea istorică (cutremure produse pe teritoriul României până în 1900), iar cea de a doua, la perioada instrumentală (după 1900).

În cazul datelor istorice, poziția epicentrelor era exprimată prin coordonate geografice: latitudine φ și longitudine λ , corespundunzător centrului ariei de intensitate maximă sau punctului unde s-a observat intensitatea maximă I_0 .

Adâncimea focarului a fost determinată pe baza relației:

$$I_0 - I_n = v_n \log(D_n/h)$$

unde: $D^2 = h^2 + r_n^2$ este distanța hipocentrală, r_n este raza izoseistei de ordinul n ($n=0$ pentru intensitatea maximă, $n=1,2,\dots$ pentru intensitățile în ordine descrescătoare), h este adâncimea focarului, v_n este coeficientul de atenuare a intensității, definit ca:

$$v_n^{-1} = \log_{10}(D_{n+1}/D_n)$$

Pentru datele istorice s-a adoptat o clasificare a adâncimii în trei clase:

- s=superficiale ($h=1-4$ km);
- n=normale ($5 \leq h \leq 60$ km);
- i=intermediare ($60 \leq h \leq 163$ km).

Primele două clase de cutremure au fost incluse în categoria cutremurelor crustale.

Magnitudinea pentru evenimentele determinate din date istorice a fost evaluată pe baza intensității macroseismice în epicentru (I_0), în funcție de regiunea seismică, folosind relațiile:

$$M_S = 0.56I_0 + 2.18 \quad (\text{Vrancea } h=i)$$

$$M_S = 0.66I_0 + 1.23 \quad (\text{Vrancea, Câmpulung, Câmpia Română, Oltenia, Dobrogea, Moldova } (h=n))$$

$$M_S = 0.66 + 0.52 \quad (\text{Banat, Crișana, Maramureș, Transilvania } h=n), (\text{Radu, 1972})$$

Pentru determinarea magnitudinii din date instrumentale s-a utilizat magnitudinea calculată din durata oscilației (τ), conform formulei lui Lee et al. (1972):

$$M_L = -0.87 + 2.0 \log \tau + 0.035k \quad (\text{S-P})$$

unde: s-a ales durata, măsurată la stația Cheia (MLR), considerată drept stație de referință, k este o constantă, S-P reprezintă diferența dintre timpii de sosire ai fazei S, respectiv P.

Pentru conversia din scara de magnitudine locală în cea din unde de suprafață s-a determinat relația:

$$M_S = -2.14 + 1.43M_L - 0.018M_L^2$$

În 1979 Purcaru a publicat un nou catalog pentru evenimentele produse în perioada 1110 – 1973, în România, fără a menționa însă sursele care au stat la baza constituirii catalogului.

Unul dintre cele mai importante cataloage existente este cel întocmit de Shebalin et al. (1974) pentru regiunea balcanică, în cadrul proiectului UNPD/UNESCO 1974 (2100 B.C.-1970).

Utilizând cataloagele lui Popescu (1938), Florinesco (1958), Radu (1979) și Purcaru (1979), L. Constantinescu și V. Mârza au propus în 1980 un nou catalog pentru perioada 1022-1979, fără a preciza însă argumentele care au stat la baza alegerii parametrilor de localizare menționați în noul catalog.

Catalogul utilizat în prezent pentru cutremurele românești este catalogul ROMPLUS, publicat în 1999 de Oncescu et al., și actualizat în fiecare lună. Cel mai vechi eveniment din catalog este cel produs în anul 984. Principalul obiectiv în realizarea catalogului ROMPLUS l-a constituit unificarea magnitudinii, magnitudinea publicată în catalogul din 1999 fiind magnitudinea moment (M_w). Trecerea la magnitudinea M_w s-a realizat prin relații de conversie. Pentru cutremurele istorice, datele au fost preluate din catalogul lui Constantinescu și Mârza (1980). Pentru perioada 1980 – 2013 toate evenimentele au fost localizate sau relocalizate folosind o procedură de identificare a fazelor și un program de inversie (programul HYPOPLUS, adaptat de Oncescu et al., 1996). Începând din anul 2014, localizarea cutremurelor se realizează cu ajutorul programului Antelope.

Un parametru important din componența unui catalog îl reprezintă intensitatea seismică, care nu se bazează pe măsurători ci se estimează în funcție de reacțiile populației, gradul de distrugere a construcțiilor, de tipul și amploarea deformațiilor suprafeței terestre.

În funcție de intensitate, cutremurele se clasifică în două categorii:

- **microseisme** – foarte numeroase, insensibile pentru om, acestea fiind înregistrate doar de aparatura seismografică;
- **macroseisme** – sesizate de oameni; fenomene ce au urmări mai mult sau mai puțin importante, în funcție de pagubele materiale provocate.

Intensitatea seismică este o mărime variabilă pentru un cutremur, care depinde de distanța dintre sursa cutremurului și locul în care se face estimarea ei (valoarea maximă fiind în zona epicentrală și atenuându-se treptat, pe măsura depărtării de epicentru), vulnerabilitatea locală, condițiile de teren și subiectivismul persoanei care face relatarea efectelor.

Pentru estimarea intensității au fost stabilite criteriile pentru definirea scărilor de intensitate. Scările pentru estimarea intensității au suferit mai multe transformări de-a lungul timpului. Pentru Europa Centrală și de Est în 1964 a fost creată scara MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik). Ea are doisprezece grade de intensitate. În anul 1992 s-a definitivat *Scara Macro seismică Europeană (EMS)*, bazată pe scara MSK. Scara EMS are tot 12 grade dar, spre deosebire de celelalte, aceasta introduce și aprecieri cantitative ale efectelor cutremurelor evaluând cantitativ (în procente) gradul de avariere al construcțiilor prin clasele: puține (0-20%), multe (10-60%) și majoritatea (50-100%).

La noi în țară se folosește STAS 3684-54, care permite ca orice cutremur simțit într-un loc să se încadreze într-unul dintre cele 12 grade.

Seismicitatea României – Zone Seismice

Activitatea seismică înregistrată pe teritoriul României este considerată ca fiind moderată față de seismicitatea globală și a fost împărțită în mai multe zone epicentrale (conform Radulian și colab., 2000): Vrancea - unde apar evenimente majore cu caracter distructiv (cutremure de adâncime intermediară și cutremure produse în zona crustală), Depresiunea Bârlad, Făgăraș – Câmpulung (cuprinzând și evenimentele de la Sinaia), zona Danubiană, Falia Intramoasică, Banat, Crișana - Maramureș, Depresiunea Pre-Dobrogeană, Podișul Transilvaniei. În Bazinul Transilvaniei se înregistrează o seismicitate crescută la magnitudini mici, mai ales în ultima perioadă, dar aceasta este de natura antropică, fiind datorată exploatărilor din cadrul carierelor.

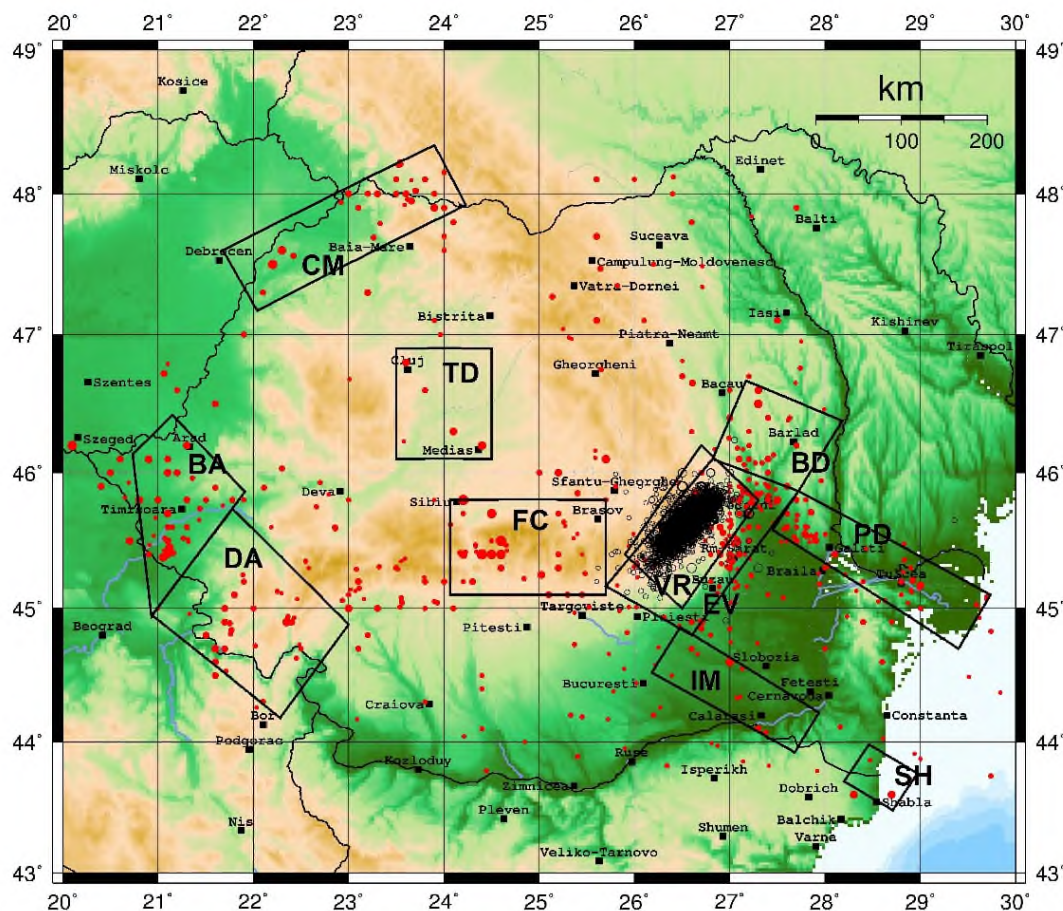


Figura. 1. Harta principalelor zone seismogene din România: VR – zona Vrancea -cutremure de adâncime intermediară, EV-Zona Vrancea – cutremure crustale, BD-Depresiunea Bârlad, PD-Depresiunea Pre-Dobrogeană, IM-Falia Intramoasică, FC-Zona Făgăraș-Câmpulung, TD-Depresiunea Transilvaniei, CM-Zona Crișana-Maramureș, DA-Zona Danubiană, BA-Zona Banat – după Radulian și colab. (2000).

Studiile mai vechi de determinare a zonelor seismice (Radu et al. 1980; Constantinescu și Mârza, 1980) în țara noastră, au urmărit distribuția geografică a activității seismice și nu au ținut cont de tectonica regiunii respective. În studiile ulterioare (Radulian et al., 1996; Radulian et al., 2000), zonele sunt identificate pe baza informațiilor tectonice și seismice, acestea fiind la rândul lor corelate cu principalele unități tectonice, falii active, ținând cont și de distribuția epicentrelor (*Figura 1*).

Catalogul revizuit și baza de date creată vor conține pentru fiecare eveniment o menționare a zonei seismice corespunzător coordonatelor epicentrale.

Caracterizarea zonelor seismogene

Zona subcrustală Vrancea

O caracteristică a cutremurelor majore produse în această zonă o reprezintă faptul că ele se simt puternic în Moldova și în Muntenia și într-o mică măsură în interiorul Arcului Carpatic.

Cutremurele puternice din Vrancea pot induce o intensificare a activității seismice crustale în partea estică a Platformei Moesice, datorată activării fracturilor majore prezente pe această arie tectonică. Astfel, după cutremurul din 4 martie 1977 (în perioada 4 martie - 1 decembrie) s-au produs 23 de seisme de joasă magnitudine ($M = 1,7 - 3,9$) de-a lungul faliei Intramoesice și a altor fracturi secundare care o intersectează (Cornea și Polonic, 1979). Focarele acestor cutremure au fost plasate în crustă (adâncimi 2-37 km), cu excepția a două seisme (29 martie și 13 aprilie 1977) produse la adâncimi de 57 km, respectiv 70 km.

Zona crustală Vrancea și Depresiunea Bârlad

În această zonă seismicitatea constă din cutremure de mărime moderată și pare să fie diferită de activitatea seismică din litosfera subdusă. Această seismicitate este grupată în spațiu (în subzona Râmnicul Sărat și Vrâncioaia) și în timp (apărând secvențe seismice unde șocurile principale sunt însoțite de replici și adesea de preșocuri și roiuri de cutremure). O altă caracteristică a zonei este faptul că secvențe seismice sunt comune pentru partea de est a zonei (regiunea Râmnicul Sărat), iar roiurile predomină în zona de nord (regiunea Vrâncioaia). Magnitudinea maximă observată este $M_w = 5,9$ pentru zona crustală Vrancea și 5,6 pentru Depresiunea Bârlad. Intensitatea asociată acestor magnitudini este $I_{0 \max} = VII$ (pentru EV) și respectiv VI (pentru Depresiunea Bârlad), conform

datelor din catalogul de cutremure ROMPLUS. Cel mai mare cutremur din zona crustală înregistrat instrumental este cel din 04.01.1960, cu $M_w = 5,4$. În zona Depresiunii Barlad au fost observate numai evenimente de mărime moderată (patru șocuri cu $M_w > 5,0$ dar care nu depășesc $M_w = 5,6$).

Depresiunea Predobrogeană

Activitatea seismică este moderată (a fost observat un singur eveniment de magnitudine $M_w = 5,3$, în 02.11.1871), grupată mai ales de-a lungul faliei Sfântul Gheorghe. Magnitudinea maximă posibilă în această zonă este $M_w = 5,5$.

Falia Intramoiesică

Deși este o falie adâncă bine definită, atingând baza litosferei (Enescu, 1992) și extinzându-se către sud-est înspre regiunea faliei Anatoliene (Săndulescu, 1984), activitatea seismică asociată este împrăștiată și slabă, cu doar două evenimente care depășesc magnitudinea 5. Magnitudinea maximă observată pentru această zonă a fost înregistrată pe 31.01.1901, în regiunea Shabla (SH), Bulgaria ($M_w = 7,2$). Adâncimea focală are o valoare relativ mare ($h \sim 35$ km), sugerând un proces activ în crusta inferioară sau în litosfera superioară. Cele mai mari cutremure înregistrate pe Falia Intramoiesică-Shabla sunt cele din 14.10.1892 ($M_w = 6,5$) și 31.03.1901 ($M_w = 7,2$).

Zona Făgăraș-Câmpulung

În această regiune se produc șocuri care nu depășesc magnitudinea $M_w \sim 6,5$. Aceasta este zona unde s-a produs cel mai puternic cutremur crustal din țara noastră după anul 1900; este vorba de cutremurul major din 26 ianuarie 1916 ($M_w = 6,5$), care a fost urmat de o semnificativă secvență de replici.

Distribuția epicentrelor evidențiază o grupare accentuată în partea de vest, incluzând cele mai mari evenimente ($M_w \sim 6$) și o alta în partea de est (regiunea Sinaia), cu evenimente mai mici ($M_w < 5$).

Aceste cutremure sunt caracterizate de intensități până la gradul VII, cu caracter policinetic tipic și durată mare, dar cu energie moderată. Spre exemplu, evenimentul major din 1916, care pe o arie foarte restrânsă a depășit intensitatea VII-VIII și timp de 4 luni a fost urmat de șocuri repetate, numite de Atanasiu (1961) replici întârziate, cu o migrare a epicentrelor de la NV spre SE.

Zona Danubiană

Atanasiu (1961), numește partea vestică, adiacentă fluviului Dunărea a unității orogenice a Carpaților Meridionali, “Zona Danubiană”. În această zonă rata activității seismice este destul de ridicată, mai ales la graniță cu Serbia, iar magnitudinea cutremurelor nu depășește 5,6.

Zonele Banat (BA) și Crișana-Maramureș

Seismicitatea din zona Banat este caracterizată prin mai multe cutremure cu magnitudinea, $M_w > 5$, dar care nu depășesc magnitudinea 5,6. Seismicitatea zonei Crișana-Maramureș s-a determinat utilizând în special informațiile despre cutremurele istorice. Din aceste informații preinstrumentale s-a dedus totuși (din cronicile medievale existente) că există posibilitatea producerii unor cutremure cu magnitudine mai mare de 6 grade Richter. Magnitudinea maximă este $M_w = 6,2$ (01.07.1829), iar cea determinată instrumental $M_w = 4,5$ (30.03.1979). Conform teoriei, magnitudinea maximă posibilă va fi considerată ca fiind $M_w = 6,5$. Intensitatea asociată acestei magnitudini este $I_{0max} = VII$. Magnitudinea minimă aleasă în calcule este $M_w = 3,5$ și intensitatea epicentrală asociată este: $I_{o min} = V 1/2$, conform Romplus.

Zona depresiunii Transilvaniei

Această zonă seismică este definită doar pe baza informațiilor istorice. În centrul Depresiunii Transilvaniei este situată o altă zonă seismică cuprinsă între Târnava Mare și Târnava Mică. În acest loc s-au produs trei cutremure importante: unul de magnitudine $M_w = 5.3$ în 3.10.1880 și două cu magnitudinea $M_w = 5.9$ în 8.01.1223 și 19.11.1523. Magnitudinea maximă determinată instrumental pentru această zonă este $M_w = 5,9$.

Constituirea bazei de date

Informațiile referitoare la evenimentele seismice produse până la 1900 au fost colectate din documente de arhivă aflate în biblioteci orășenești, particulare sau ale unor biserici și mănăstiri, din jurnale personale, ziare, manuscrise, cronici și letopisețe, cataloage elaborate de-a lungul timpului. Întrucât colectarea unor astfel de informații este dificilă, accesul la documentele pe hârtie fiind din ce în ce mai greu, ne-am gândit că păstrarea unor astfel de documente în format digital ar ușura accesul la informații și ar reprezenta un mod de păstrare peste timp a unor astfel de documente. Punctul de pornire al bazei de date îl reprezintă formatul catalogului ROMPLUS. Baza de date (Figura 2) va include și trimiteri, pentru fiecare eveniment, către cataloagele care conțin localizarea evenimentului respectiv, referințe bibliografice, catalogul de mecanisme focale, descrierea stațiilor

seismice și a instrumentației folosite în localizare, hărți macroseismice și ale mișcărilor puternice și erori ale parametrilor conținuți în catalog (ex: ora la origine, latitudine, longitudine, adâncime, magnitudine). Pentru partea în care localizările vor fi făcute pe baze instrumentale, va fi menționat și numărul stațiilor utilizate în localizare și numărul fazelor folosite pentru determinarea poziției epicentrului și a magnitudinii. Baza de date este astfel concepută încât să poată fi oricând completată cu rubrici noi iar informațiile să poată fi selectate cu ușurință în funcție de parametri doriți. În partea finală a proiectului, baza de date va fi completată și cu o interfață grafică care să permită reprezentarea parametrilor conținuți în baza de date constituind astfel o contribuție valoroasă la studiile de seismicitate, hazard și risc seismic.

Evenimentele seismice vor conține fiecare câte un număr unic de identificare și un cod de identificare al tipului de eveniment conform nomenclatorului propus de Centrul Internațional de Seismologie (Storchak et al., 2012) și utilizat de majoritatea centrelor naționale și internaționale de date. Acest cod va conține două caractere: primul caracter reprezintă “certitudinea” evenimentului, iar cel de al doilea - tipul evenimentului.

Localizarea evenimentelor din partea de catalog analizată în această fază a proiectului a fost făcută pe baze documentare și se consideră că toate aceste evenimente au fost cutremure tectonice, deci acestor evenimente li se va atribui codul „ke” (known earthquake).

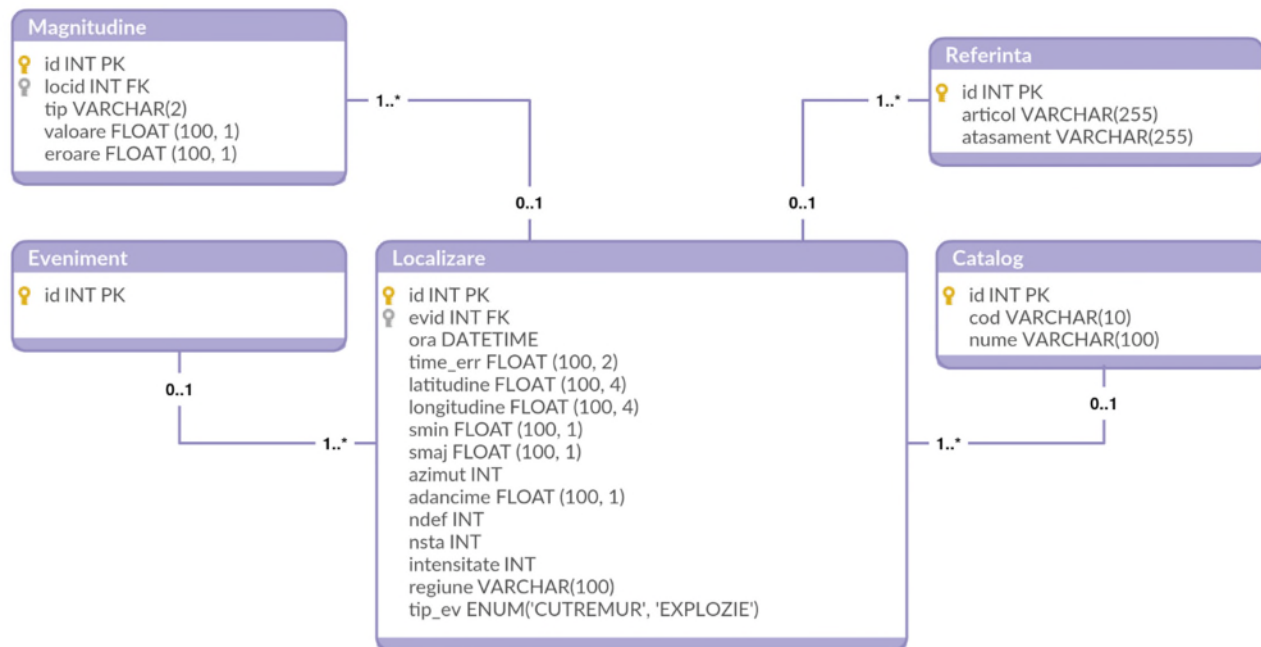


Figura 2. Structura bazei de date

Pentru această perioadă de timp a fost făcută o analiză comparativă a catalogului ROMPLUS (Rom) cu următoarele cataloage (Figura 3): SHEEC (*SHARE European Earthquake Catalogue - Stucchi et al. 2012*), Radu (1979), Constantinescu și Mârza (CM) (1980), Shebalin et al. (1974), Leydecker (1998), Kondorskaya și Shebalin (KSR) (1977).

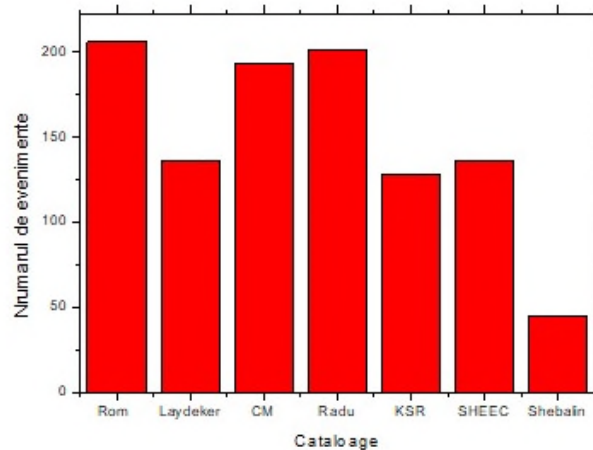


Figura 3. Cataloagele utilizate /număr evenimente

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

Rezultate:

- bază de date pentru evenimentele seismice din perioada 984-1899
- comunicări științifice la conferințe și simpozioane de profil pe baza rezultatelor științifice ale temei de cercetare:
 - Cristian Neagoe, Liviu Marius Manea, Alexandru Marmureanu, Constantin Ionescu, *A Review of Seismic Monitoring in Romania: improved earthquake detection network capabilities - EGU – European Geoscience Union General Assembly*, aprilie 2019. În cadrul acestei comunicări s-a prezentat metodologia utilizată în vederea dezvoltării de noi instrumente pentru seismologia în timp real
 - Raluca Dinescu, Daniela Ghica, Johannes Schweitzer, Sven Peter Näsholm, Mihaela Popa, Constantin Ionescu, *Monitoring man-made hazards using data recorded with the Romanian seismic and infrasonic arrays*, EGU, aprilie 2019. Au fost prezentate tehnicile utilizate pentru determinarea fenomenelor antropice pe teritoriul României, plecând de la cercetări bazate pe datele seismice și de infrasunete.
 - Mihaela Popa, Raluca Dinescu, Corneliu Dinu, Ioan Munteanu, Mircea Radulian, *Evidence for active tectonics in the South-West Carpathians Bend Zone*; EGU, aprilie 2019. Această lucrare prezintă analiza seismicității din sud-vestul munților Carpați, pe baza înregistrărilor seismice din baza de date.
 - Toma-Danila D., Cioflan C., Tataru D., Ionescu D., *Advances in the near-real time estimation of seismic damage generated by intermediate-depth earthquakes occurring in the Vrancea (Romania) Region*, EGU, aprilie 2019. În cadrul lucrării se utilizează baza de date

seismice dezvoltată în cadrul prezentei teme de proiect se dezvoltă noi tendințe de estimare rapidă a pagubelor datorate cutremurelor din zona Vrancea.

➤ Toma-Danila D., Armas I., *New GIS-embedded methodology for estimating the implications of road network failure due to natural hazards*, EGU, aprilie 2019. Lucrarea prezintă noile tendințe de estimare rapidă a pagubelor datorate cutremurelor asupra rețelelor rutiere din cauza pericolelor naturale.

➤ Eduard Ilie Nastase, Victor Mocanu, Alexandra Muntean, Boudewijn Ambrosius, Corne Kreemer, William Hammond, Geoffrey Blewitt, Sorin Nistor and Dragos Tataru, *Integrated GNSS and seismotectonic study of the slow lithospheric deformation in NW Galati seismogenic area*; EGU, aprilie 2019. Cercetarea, bazată pe datele seismice și cele de GNSS, oferă o imagine completă a deformărilor lente crustale din zona seismică Galați.

➤ Daniela Ghica, Constantin Ionescu, Mihaela Popa, *Seismo-acoustic analysis of local impulsive infrasound events at BURAR site*, EGU, aprilie 2019. Lucrarea prezintă analiza evenimentelor înregistrate de array-ul seismo-acustic din nordul Bucovinei în vederea discriminării evenimentelor tectonice de cele antropice.

Stadiul realizării obiectivului fazei

Obiectivele fazei au fost îndeplinite în totalitate, iar rezultatele obținute sunt în concordanță cu țintele propuse.

Concluzii

Sursele de informație documentară care au stat la baza analizei din această etapă a proiectului sunt reprezentate de studiile seismologie publicate de diferiți autori, manuscrise, documente sau notițe obținute de la biblioteci sau arhivele bisericilor și mănăstirilor, articole de presă, cronici sau letopisețe, cataloage. Pentru înțelegerea și interpretarea corectă a datelor conținute în sursele documentare este necesară obținerea de informații din perioada în care acele documente au fost scrise, referitoare de exemplu la tipul de clădiri sau materialele din care acestea au fost construite, la factorii istorici, culturali, religioși și de habitat, tipurile de calendare oficiale folosite de-a lungul timpului. Folosirea diferitelor calendare (calendarul Julian – calendarul vechi și calendarul Gregorian – calendarul nou) în perioade diferite de timp face dificilă stabilirea corectă a momentului de producere al unui anumit eveniment. Trebuie ținut cont și de faptul că trecerea de la calendarul vechi la cel nou nu a fost făcută în același timp în toate țările. De exemplu, trecerea la noul calendar a fost făcută în Ungaria în 1587, în Bulgaria în 1916, în Serbia în 1919 iar în România la începutul lunii octombrie 1924, ziua de 1 octombrie fiind socotită drept 14 octombrie. Interpretarea greșită a datelor menționate în diferite documente a dus la duplicarea unor evenimente în cataloage. Deasemenea, în funcție de persoana care a făcut relatarea despre un anumit eveniment, același cutremur poate fi localizat în țări sau regiuni diferite.

Inițial, în catalogul ROMPLUS erau menționate 222 de evenimente pentru perioada 984 – 1900 (Figura 4). În urma analizei efectuate în cadrul acestei faze a proiectului, au fost eliminate 7 evenimente: 01.01.1091, 01.04.1170, 07.02.1258 (nu au fost găsite suficiente surse documentare care să confirme existența acestor cutremure (Tatevossian și Albini, 2009)), 10.04.1571 (asociere greșită a zonei epicentrale (Stucchi et al., 2013), 31.10.1879 ora 10:31 dublura evenimentului din 31.10.1879 ora 18:30, 09.08.1679 ora 01:00 dublura evenimentului din 19.08.1681 ora 00:00 și 29.08.1473 dublura evenimentului din 29.08.1471. La 74 de evenimente au fost făcute modificări la parametrii de localizare, adoptându-se varianta din catalogul SHEEC (Stucchi et al., 2013).

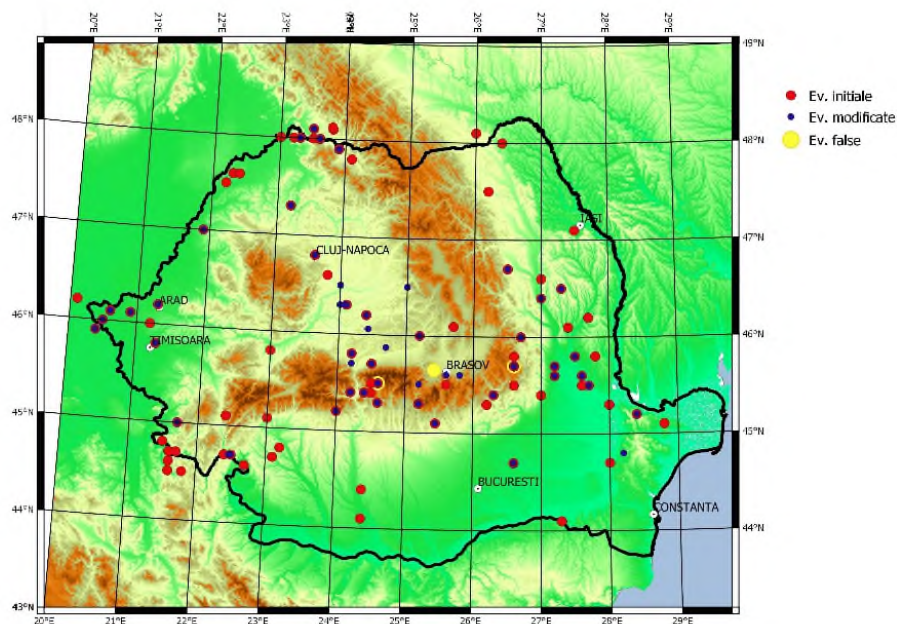


Figura 4. Evenimentele analizate pentru perioada 984 - 1900

Studiul documentelor istorice a condus la găsirea de noi evenimente seismice, dar care nu au putut fi incluse în catalog, deoarece nu s-au găsit suficiente informații care să le confirme parametrii seismici și tipul de eveniment.

Presupunem că dublarea evenimentelor, de cele mai multe ori apare datorită modificării datei la trecerea de la calendarul Gregorian la cel Julian. Unii autori fac convertirea de la un catalog la altul, iar alții redau data inițială din documentele istorice.

În etapa următoare se va continua cu documentarea și revizia cutremurelor până în 1990, completarea informațiilor legate de stațiile seismice existente până la acea vreme, formulele de magnitudine folosite, de asemenea vor fi menționate și programele utilizate de-a lungul timpului în localizarea evenimentelor.

Propuneri pentru continuarea proiectului

Rezultatele obținute în prezenta fază vor fi aplicate în continuarea proiectului pentru:

- reevaluarea cutremurelor românești cuprinse în catalogul ROMPLUS prin compilarea unei importante cantități de informații istorice disponibile în prezent
- corelarea tipurilor de magnitudini și a parametrilor de sursă aferente evenimentelor seismice incluse în catalogul ROMPLUS
- elaborarea unei baze de date cu parametrii caracteristici evenimentelor seismice analizate, sursele de informare tip catalog și cele tip document, hărți cu distribuția macroseismică, referințe despre publicațiile științifice

Responsabil Proiect

Dr. Daniela Ghica

Responsabil Etapa

Dr. Maria Rogoza