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

Contractul nr. 31N/2019

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

Faza 5: Reevaluarea catalogului ROMPLUS pentru perioada 2006 - 2020.

Termen: 18.07.2021

1. Obiectivul proiectului:

Reevaluarea exhaustivă a catalogului românesc de cutremure și compilarea unei baze de date primare, care să reprezinte atât un instrument pentru înțelegerea și caracterizarea seismicității pe termen lung produse pe teritoriului României, cât și o sursă de date fiabile pentru evaluarea hazardului seismic.

2. <u>Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:</u>

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

în vederea completării catalogului Romplus, lucrări elaborate pe baza evenimentelor semnificative, a roiurilor și secvențelor de cutremure, cataloage de cutremure elaborate în cadrul diferitelor studii sau proiecte naționale și internaționale.

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:

- Completarea catalogului cu evenimentele înregistrate în timpul secvențelor și a roiurilor seismice

- Identificarea studiilor publicate pentru evenimentele produse în perioada 2006 - 2020 și compararea parametrilor sursei seismice cu cei din catalogul existent.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

- Completarea bazei de date cu parametrii evenimentelor conținute în catalogul ROMPLUS pentru perioada 2006 - 2020 (sursele de informare tip catalog, lucrările științifice, menționarea tipului de eveniment)

- Realizarea bazei de date cu parametrii evenimentelor seismice din perioada analizată, referințele publicațiilor științifice în care au fost analizate evenimentele din perioada de studiu

5. <u>Rezumatul fazei</u>:

Completarea bazei de date cu evenimentele produse în perioada 2006-2020

În această etapă a proiectului, baza de date a fost completată cu evenimentele înregistrate în timpul roiurilor și secvențelor seismice produse în perioada analizată și care nu au fost localizate imediat după producerea evenimentelor, tipul evenimentului, ținând cont de nomenclatura utilizată la nivel internațional (Storchak et al., 2012), existența mecanismului focal și sursa unde poate fi găsit acest mecanism, lucrările științifice în care au fost analizate evenimentele conținute de catalog pentru perioada 2006 – 2020. Au fost incluse deasemenea și localizările și informațiile conținute în catalogul (Oros, 2011) creat de dr. Oros Eugen pentru partea de sud vest a țării, perioada 2006-2013. Au fost astfel adăugate 227 evenimente noi în catalog, iar acolo unde evenimentul exista în catalogul ROMPLUS, s-a menționat și existența lui în catalogul Oros (2011).

Identificarea, localizarea și completarea catalogului cu evenimentele înregistrate în timpul secvențelor și a roiurilor seismice produse în perioada 2006 – 2020

(1) În perioada 29 noiembrie – 3 decembrie 2007, în zona Râmnicu Sărat, s-a detectat o secvență de cutremure pentru care au putut fi localizate 41 dintre evenimentele produse. Șocul principal s-a produs în data de 29 noiembrie 2007 la ora 18:50:06.03, la o adâncime de 19 km și a avut o magnitudine (M_D) estimată la valoarea de 3,9 (*Popescu et al., 2011*). Analiza evenimentelor a pus în evidență alinierea epicentrelor replicilor paralel cu curbura Arcului Carpatic, în zona Vrancea, asemănătoare cu cea a secvențelor din 1991 și 1997. Pentru șocul principal a a fost determinat mecanismul focal pe baza

polarităților de la 23 de stații. Poziția șocului principal față de afterșocuri arată un plan de rupere unilateral pe direcția SV-NE.

(2) Secvența înregistrată în perioada 6 - 30 septembrie 2008, în partea de nord-est a zonei seismogene Vrancea, a avut șocul principal în data de 6 septembrie (M_D 4,4), urmat de 41 evenimente localizate. Magnitudinea replicilor a fost cuprinsă în intervalul 1,6 - 3,4. La aproape o lună după producerea acestei secvențe, un alt eveniment cu magnitudinea M_D=3,6 a fost localizat în data de 26 octombrie 2008, foarte aproape de sursa șocului principal al secvenței (*Popescu et al., 2012*). Pentru șocul principal al secvenței, a fost determinat mecanismul focal, pe baza citirii polarităților de la 28 de unde P. Întrucât zona este monitorizată de multe stații, cu o bună acoperire azimutală, au putut fi determinate mecanismele focale și pentru evenimentele din 27 septembrie 2008 (22:41 GMT) – 17 polarități, 6 septembrie 2008 (21:11 GMT) – 11 polarități și 25 octombrie 2008 (20:31 GMT) – 16 polarități ale undei P.

(3) În zona Hațeg a fost înregistrată în perioada 17-31 martie 2011, o secvență de 19 cutremure și în intervalul 8 septembrie – 31 octombrie 2013, o nouă secvență de 31 evenimente a fost detectată și localizată în aceeași zonă. Secvența produsă în luna martie 2011 a avut trei șocuri cu magnitudinea Mw cuprinsă în intervalul 3,1 - 3,3. Secvența din lunile septembrie – octombrie 2013 a avut un șoc principal cu Mw = 4,0, un preșoc de magnitudine 3,6 și o replică de 3,6. Toate celelalte evenimente au avut magnitudinile mai mici ca 3. Pentru 9 dintre evenimentele secvenței din 2011, inclusiv șocul principal și pentru 3 evenimente ale secvenței din 2013 au fost determinate mecanismele focale.

(4) În timpul secvenței de cutremure produsă în *partea de nord-est a României*, la aproximativ 50 km distanță de array-ul seismic BURAR, în perioada 24 iunie – 1 iulie 2011, au fost detectate mai mult de 40 de evenimente dar doar 9 dintre ele au putut fi localizate (Popescu et al., 2017). Epicentrele cutremurelor s-au situat pe un aliniament de-a lungul faliei Avrămești-Suceava. Pentru localizarea evenimentelor au fost folosite atât stațiile Rețelei Seismice Naționale din zonă, cât și stații seismice din Republica Moldova (LEOM, MILM și SORM). Soluția mecanismului focal pentru șocul principal (24 iunie 2011, 13:08, M_w3.8), nu a fost bine constrânsă de date disponibile. Conform datelor conținute în catalogul ROMPLUS, secvența este un fenomen singular în zonă.

(5) În perioada 30 decembrie 2011 – 5 ianuarie 2012, în zona Târgu Jiu – Târgu Cărbunești, a fost identificată o secvență de 40 cutremure. Șocul principal cu magnitudinea $M_D = 4,5$ (01 ianuarie 2012) a fost precedat de 7 evenimente și urmat de 32 (Radulian et al., 2014). Din punct de vedere tectonic, secvența s-a produs la contactul dintre depresiunea Getică și orogenul Carpatic. Catalogul ROMPLUS menționează pentru această zonă o seismicitate redusă (34 cutremure din 1900 până în decembrie 2011), cu magnitudinile cuprinse în intervalul 2,5 – 4,5. Secvența a putut fi înregistrată și localizată datorită creșterii numărului și a calității stațiilor seismice în zonă.

(6) La *începutul anului 2012* în *zona orașului Timișoara* au fost identificate două secvențe seismice conform studiului realizat de *Oros (2013)*. Prima, a început în data de 7 ianuarie 2012, la câțiva kilometri sud-vest de Timișoara și a cuprins 3 evenimente (șocul principal și două replici). Magnitudinea evenimentelor a fost între 2,1 și 3,1 (Mw), iar hipocentrele s-au situat la adâncimi cuprinse în intervalul 7-10 km. Cea de a doua secvență s-a produs în partea de est a orașului, la aproximativ 30 km. Șocul principal s-a înregistrat în data de 9 ianuarie. Au fost detectate și localizate 20 de evenimente cu magnitudinea Mw cuprinsă între 0,4 și 3,4 iar adâncimea surselor a fost calculată

în intervalul 2-14,5 km. Cele două șocuri principale (07.01.2012 – Mw=3,1 și 09.01.2012 – Mw=3,4) au fost înregistrate de un număr suficient de stații (24, respectiv 54) astfel încât s-a putut determina și mecanismul focal. Ambele secvențe s-au produs în zone cu falii active și seismicitate înregistrată de-a lungul timpului.

(7) Între 15 august și 5 noiembrie 2013 s-a înregistrat la aproximativ 27 km nord-vest de orașul Galați un roi de 940 cutremure, pe o arie de aproximativ 200 km² (Popa et al., 2016). Evenimentele s-au produs la adâncimi mai mici de 25 km și au avut magnitudinile cuprinse în intervalul 0, 1 - 4, 0 (M_L). Epicentrele cutremurelor au fost localizate între două falii crustale principale, Sf. Gheorghe și Peceneaga-Camena. În perioada 15-31 august 2013, au fost detectate și localizate în zonă 3 cutremure mici, urmând ca activitatea principală să înceapă pe 23 septembrie. Analiza seismicitătii din timpul roiului seismic a pus în evidență o variație a ratei de producere alternând cu intervale mai mult sau mai puțin active, precum și existența a 3 clustere care includ șocuri cu magnitudinea mai mare de 3,5: 23-25 septembrie, 28-30 septembrie și 2-5 octombrie. Cel mai puternic eveniment de magnitudine 3,9 s-a produs în data de 29 septembrie, alte două șocuri, cu magnitudinea de 3,8, s-au înregistrat pe 3 și respectv 4 octombrie. Pentru 18 evenimente, cu magnitudinea cuprinbsă în intervalul 3,0 - 3,9, înregistrate la cel puțin 10 stații seismice, au fost determinate mecanismele focale (Craiu et al., 2016). Activitatea seismică s-a diminuat semnificativ după producerea in data de 6 octombrie 2013, în zona Vrancea, a unui cutremur cu magnitudinea de 5,5 (ML). Activitatea a continuat sporadic și după 5 noiembrie, înregistrându-se evenimente în zonă chiar și în luna decembrie. Zona este în continuare monitorizată cu ajutorul unei microrețele de stații instalate de INCDFP la începutul roiului seismic (28 septembrie 2013).

(8) Cutremurul produs în data de 22 noiembrie 2014 (M_L 5,7, h=41 km) în zona Vrancea, a fost urmat de o secvență de 222 cutremure produse în crusta inferioară, până la adâncimea de 25 km (Craiu et al., 2019). Secvența a durat până la *începutul lunii februarie 2015*. Distribuția spațială a stațiilor Rețelei Seismice Naționale în zonă a permis determinarea mecanismelor focale (pe baza polarităților undei P și a amplitudinii maxime) pentru 34 dintre evenimentele secvenței cu magnitudinea locală mai mare sau egală cu 1,8.

(9) În zona bazinului *Caransebeş – Mehadia* (partea de sud-vest a României) au fost înregistrate mai multe secvențe seismice în perioada de studiu a acestui raport, analizate și prezentate în cadrul mai multor studii de cercetare (ex. Plăcintă et al, 2016, Popa et al., 2018, Dinescu et al., 2019). O primă secvență a fost înregistrată în perioada *31 octombrie 2014 – 20 februarie 2015*. Șocul principal de magnitudine (M_W) de 4,1, s-a produs în data de 31 octombrie 2014, la adâncimea de 4,5 km și a fost urmat 88 replici. Pentru patru dintre replici și pentru șocul principal, au fost determinate mecanismele focale prin metoda HASH (Hardebeck și Shearer, 2002, 2003).

În *Tabelul 1* sunt sumarizate cele 9 secvențe/roiuri de cutremure identificate și descrise mai sus, iar în *Figura 1* – distribuția lor geografică pe teritoriul României.

Zona seismică	Perioada secvenței/roiului	Număr evenimente	Lucrarea în care a fost analizată secvența				
Bucovina	24 iunie – 1 iulie 2011	9	Popescu et al., 2017				
Caransebeş-	31 octombrie 2014 – 20 februarie 2015	72	Plăcintă et al., 2016 Popa et al., 2018 Dinescu et al., 2019				
wienaura	23 noiembrie – 28 decembrie 2015	10	Dinescu et al., 2019				
	27 - 29 iulie 2016	41	Dinescu et al., 2019				
Galați	15 august – 5 noiembrie 2013	940	Ioane et al., 2015 Popa et al., 2016 Craiu et al., 2016 Besuțiu et al., 2018				
Hateg	17-31 martie 2011	19	Popa et al., 2018				
Thajeg	8 septembrie -31 octombrie 2013	36	Popa et al., 2018 Dinescu et al., 2019				
Maramureș (granița cu Ucraina)	7 – 27 decembrie 2013 19 iulie – 2 august 2015	42					
Târgu-Jiu – Târgu-Cărbunești	30 decembrie 2011-13 ianuarie 2012	48	Radulian et al., 2014				
Râmnicu Sărat	29 noiembrie - 3 decembrie 2007	41	Popescu et al., 2011				
Timișoara	ianuarie - martie 2012	23	Oros, 2013				
Vrancea	6 – 30 septembrie 2008	43	Popescu et al., 2012				
v Tancea	22 noiembrie 2014 – 1 februarie 2015	222	Craiu et al., 2019				

Tabelul 1. Secvențele/roiurile de cutremure identificate în perioada 2006 - 2020



Figura 1. Distribuția geografică pe teritoriul României a secvențelor/roiurilor de cutremure identificate pentru perioada 2006-2020

Proiecte desfășurate în perioada 2006-2020

1. South Carpathian Project (SCP) s-a desfășurat în perioada 2009-2011 în partea de est a bazinului Panonic și Carpații Meridionali, prin cooperarea dintre INCDFP și Institutul de Geofizică și Tectonică al Universității din Leeds (Marea Britanie). Obiectivul principal al proiectului a constat în modelarea seismologică și geodinamică a părții de vest a Carpaților Meridionali și partea de sud a bazinului Panonic în vederea determinării structurii tri-dimensionale a litosferei și mantalei superioare în zona de curbura a Carpaților și în vecinătatea acesteia (Stuart et al., 2010). Pe durata experimentului au fost înregistrate 467 evenimente locale de către stațiile Rețelei Seismice Naționale, în paralel cu cele 32 stații temporare de bandă largă (10 CMG-40T, 8 CMG-3T, 14 CMG-6TD) instalate în partea de vest a României, la intervale între 40 si 50 km și 25 stații instalate în estul Ungariei și Serbia (*Figura 2*).



Figura 2. Rețeaua de stații seismice (temporare) de bandă largă utilizate in cadrul proiectului SCP Pe baza buletinului seismic rutinier localizările evenimentelor detectate au fost reanalizate utilizânduse și înregistrările stațiilor instalate în cadrul experimentului și folosind tehnica JHD - Joint Hypocenter Determination (Zaharia et al., 2017). Din setul de evenimente înregistrate în perioada 2009 – 2011, au fost selectate 380 cutremure locale, pentru care localizarea a fost obținută cu minim 7 faze P per eveniment, cu un raport semnal/zgomot bun. Datele au fost utilizate pentru obținerea imaginii tomografice a structurii crustale 3-D în zona bazinului Transilvaniei și partea de sud vest a României. Algoritmul LOTOS-09 (Koulakov, 2009) utilizat a permis și calcularea unui model de viteză uni-dimensional pentru zona analizată, model ce va putea fi utilizat în viitor pentru calcularea localizării cutremurelor produse în această zonă. Localizările obținute utilizând și stațiile din cadrul proiectului SCP (115 evenimente relocalizate și 66 cutremure noi) au fost incluse în catalogul cutremurelor românești. În *Figura 3* este prezentată harta acestor localizări (proiectul SCP – cu galben).



Figura 3. Reprezentarea geografică a proiectelor desfășurate în perioada 2006-2020 pe teritoriul României: cu galben – localizările cutremurelor utilizând și stațiile din cadrul proiectului SCP; cu albastru – Ppunctele de împușcare de pe teritoriul României din proiectul WARR

2. Wide Angle Reflection and Refraction geotraverses of the Romanian Carpathians and Dobrogea – RomSeis 2014 (WARR), amplu proiect de reflexie și refracție, s-a desfășurat în anul 2014 în baza unui parteneriat internațional (Universitatea din București și Prospecțiuni S. A. din România, Universitatea din Aberdeen – Marea Britanie, Institutul de Geofizică al Academiei de Științe al Ucrainei, Institutul de Geofizică al Academiei din Polonia și GFZ Potsdam – Germania), având ca scop principal studierea tranziției de la Platforma Est-Europeană la partea de nord a Carpaților Orientali, Bazinul Transilvaniei și Munții Apuseni (Draguț et al., 2016). Proiectul s-a desfășurat de-a lungul unui profil de 700 km, în România (*Tabelul 2*) și Ucraina (*Tabelul 3*), pronind din partea de sud a orașului Kiev (Ucraina), traversând Platforma Est Europeană și Carpații Orientali, la granița dintre România și Ucraina, trecând prin Depresiunea Transilvaniei și partea de sud-est a Munților Apuseni și până în coridorul Mureșului (*Figura 4*). Instrumentele de înregistrare au fost instalate din 2 în 2 km iar punctele în care au avut loc exploziile controlate au fost la distanțe de 20-65 km, în găuri cu adâncimea medie de 25 m încărcate cu 50 kg exploziv/gaură (800-1200 kg/punct de împușcare).



Figura 4. Profilul de-a lungul căruia s-a desfășurat proiectul WARR pe teritoriul României (Drăguț et al., 2016). Cu steluțe albe sunt marcate punctele de împușcare.

Pe teritoriul României, semnalele seismice au fost înregistrate de 180 stații tip geofon, instalate din 2 în 2 km de-a lungul profilului proiectului la adîncimi de 30 cm față de nivelul solului, și de stațiile Rețelei Seismice Naționale. Punctele de împușcare de pe teritoriul României sunt reprezentate în *Figura 3* (proiectul WARR – cu albastru).

Cod punct de	Cantitatea de	Adâncimea	Latitudine	Longitudine	Data/ora detonării
împușcare	explozibil (kg)	găurii (m)	(°N)	(°E)	(UTC)
TC 02	1200	24	46°01'10.6392"	22°26'26.7900"	2014-08-29/03:00:569
TC 04	1000	20	46°18'52.9884"	23°10'10.0308"	2014-08-30/02:59.49
TC 06	800	16	46°42'57.2904"	23°46'03.3996"	2014-08-29/02:13:14
TC 08	800	16	47°04'58.7100"	24°28'40.4400"	2014-08-30/03:20:32
TC 10	450	16	47°26'00.4992"	25°05'40.4988"	2014-08-31/03:00:20
TC 12	800	16	47°47'13.2684"	25°51'40.5000"	2014-08-30/02:10:01
TC 13	800	16	47°56'20.8104"	26°00'43.9992"	2014-08-30/02:21:25

Tabelul 2. Coordonatele, timpii de împușcare și cantitatea de explozibil detonată în fiecare punct din România în cadrul proiectului WARR

Cod punct de împușcare	Cantitatea de explozibil (kg)	Adâncimea găurii (m)	Latitudine (°N)	Longitudine (°E)	Data/ora detonării (UTC)
TC 13a	700	14	48°17'53"	26°34'46"	2014-08-29/21:00
TC 14	700	14	48°35'00"	27°03'33"	2014-08-29/21:30:00
TC 15	700	14	48°52'51"	27°34'47"	2014-08-29/21:00
TC 16	900	18	49°10'56"	28°07'24"	2014-08-28/21:33:00

Tabelul 3. Coordonatele, timpii de împușcare și cantitatea de explozibil detonată în fiecare punct din Ucraina în cadrul proiectului WARR

Identificarea evenimentelor cu mecanisme focale determinate pe baza studiilor publicate pentru evenimentele produse în perioada 2006 – 2020

Pe baza lucrărilor științifice elaborate de-a lungul timpului și existente în biblioteca digitală a institutului, baza de date creată în cadrul acestui proiect a fost completată cu informații referitoare la evenimentele existente în catalogul ROMPLUS pentru care au putut fi determinate, prin diferite metode, mecanismele focale.

Principala lucrare folosită a fost cea a lui *Radulian et al., 2018*, referitoare la catalogul mecanismelor focale pentru cutremurele românești produse în perioada 1929 – 2000. Catalogul cuprinde soluțiile mecanismelor focale revizuite, pentru 250 cutremure crustale și 416 cutremure produse la adâncimi intermediare.

Catalogul poate fi consultat la adresa: https://data.mendeley.com/datasets/mykkx4gygy/1.

Pentru perioada 2014 – 2020, informația referitoare la existența mecanismelor determinate pentru cutremurele existente în catalog a fost preluată de pe pagina web a institutului (<u>www.infp.ro/aplicații/mecanisme</u>).

Descrierea bazei de date care conține parametrii evenimentelor seismice din perioadele analizate până în prezent, conținute în catalogul ROMPLUS reevaluat

Informația conținută în catalogul de cutremure românești (ROMPLUS) reevaluat constituie punctul de pornire al bazei de date relaționale, care este utilă în primul rând pentru caracterizarea seismicității pe termen lung a teritoriului României. Aceasta va conține, pe de o parte, parametrii sursei cutremurului (localizarea hipocentrului, magnitudinea, prelucrări de fază și amplitudine) și, pe de altă parte, diverse produse (soluții ale mecanismelor focale, informații macroseismice, descrieri tectonice, hărți) utile atât publicului larg cât și comunității științifice.

Atât informațiile despre parametrii de sursă ai cutremurului cât și celelalte produse conținute în baza de date sunt determinate în urma analizei semnalelor seismice sau a unor studii aprofundate realizate în cadrul INCDFP) Catalogul reevaluat și baza de date vor avea de asemenea, o utilizare multidisciplinară într-o gamă largă de alte domenii, cum ar fi: studii de seismicitate globală, tectonică, investigarea structurii interioare a Pământului, monitorizarea testelor nucleare, determinarea hazardului seismic, etc. Baza de date proiectată are o structură relativ simplă (Figura 5) fundamentată pe tabele multiple (în format csv), în care vor fi colectate informațiile privind parametrii de sursă ai

cutremurelor, sursele acestora, soluțiile mecanismelor de focar etc. Acest model permite adăugarea de noi informații (tabele), în cazul în care ulterior va fi necesară extinderea acesteia.



Figura 5. Schema bazei de date asociate catalogului de cutremure ROMPLUS reevaluat

Într-un tabel, fiecare rând descrie un singur eveniment, în timp ce fiecare coloană descrie parametrii aferenți evenimentului. În Figura 6 este prezentat exemplul tabelului EQ_Events și numele coloanelor conținute. Numărul de coloane variază de la un tabel la celălalt, informațiile redundante fiind eliminate pentru a asigura o eficiență ridicată a bazei de date.

В	18 * : × < <i>f</i> e														*																			
4		A	В	c	1	D	E F		G	н	1	1	K	L	м	N	0	F	Q	R	5	T	U	v	W	X	Y	z	AA	AB	AC	AD	AE A	F A
1	EVENT	D	ORIGIN_TIME	Err	RMS	5	LATITUDE Err(km)		LONGITUDE	Err(km)	Smaj	Smin	Az	DEPTH	DEPTH	TErr	ML	Err	MD	Err	Mw	Err	Nph	Nst	Nmg	GAP	QUALITY 10	EVEN	T_TYPE	REGION	OBS	REFERINT	ALTE_SURSE	
2	190001	0402480000.00	0 04/01/1900 02:48:00		0	0	46.5	0	27.3			0	0	0 9	9 f		0	0	0	0	0	3.2	0	0	0	0	0 Q=D	3 Cutre	emur	Moldova, BC		ROM+		
3	190001	1509530000.00	15/01/1900 09:53:00		0	0	43.5	0	27			0	0	0 1	0 c		0	0	0	0	0	5.9	0	0	0	0	0 Nav	7 Cutre	emur	Bulgaria, Dulov	0	ROM+	Stucchi et al.	:01
\$	190001	3001150000.00	30/01/1900 01:25:00		0	0	45.913	14.9	21.184	14.9		0	0	0 1	1 c		3.7	0	0	0	0	4.6	0	0	0	0	0 Q=D	6.5 Cutre	emur	Crisana, AR	Vinga; Harta	Oros 201	ROM+; Rethly	191
5	190001	3001250000.00	30/01/1900 01:15:00		0	0	45.01	20	20.95	5 20		0	0	0 1	2 c		0	0	0	0	0	3.5	0	0	0	0	0 Nav	4 Cutre	emur	Crisana, AR	Vinga	Oros 201:	Rethly 1914	
5	190001	3001470000.00	30/01/1900 01:47:00		0	0	45.01	20	20.95	5 20		0	0	0 1	2 c		0	0	0	0	0	3.5	0	0	0	0	0 Nav	4 Cutre	emur	Crisana, AR	Vinga	Oros 201	Rethly 1914	
7	190001	3002000000.00	30/01/1900 02:00:00		0	0	45.024	16.5	21.213	16.5		0	0	0 7	3 c		0	0	0	0	0	4.2	0	0	0	0	0 Nav	4.5 Cutre	emur	Crisana, AR	Raportat la	Oros 201	Rethly 1914; F	ori
3	190002	0109000000.00	0 01/02/1900 09:00:00		0	0	46.5	0	27.3	5		0	0	0 1	0 c		0	0	0	0	0	5.5	0	0	0	0	0 Q=D	6.5 Cutre	emur	Moldova, BC		ROM+	Shebalin et a	. 19
9	190006	2214114000.00	22/06/1900 14:11:40		0	0	44.3	0	26.3			0	0	0 9	9 f		0	0	0	0	0	2.6	0	0	0	0	0 Q=D	2 Cutre	emur	Muntenia, PH		ROM+		
0	190006	2307060000.00	23/06/1900 07:06:00		0	0	45		24.1			0	0	0 1	0 c		0	0	0	0	0	4.2	0	0	0	0	0 Q=D	4.5 Cutre	emur	Oltenia, VL		ROM+	Stucchi et al.	:01

Figura 6. Captură de ecran a tabelului EQ_Events și coloanele din care acesta este compus

Baza de date va putea fi interogată prin internet printr-o aplicație specifică și va afișa informațiile diferit, în funcție de utilizatorii care o vor accesa. Spre exemplu, mass-media și publicul larg vor avea acces la informațiile privitoare la parametrii de localizare ai cutremurului, mărimea acestuia, rapoartele despre cutremur, hărți, informații macroseismice, pe când comunitatea științifică va avea acces la date suplimentare (soluții ale mecanismelor focale, buletine seismice, forme de undă, descrieri tectonice, etc). Interfața grafică prin care se va realiza interogarea bazei de date va fi similara celei prezentate în Figura 7.

RON	ROMPLUS CATALOG Bine al venil, Felix Borleanu Menu - Logout														
E FILTRU EV	FETRU IVINIMINTE CANLOG														
De la:		Pánă la:	,	Sag. Min:		Hag. Han:		Adincine Min:		Adânciae Maxi					
04/07/20	121	11/07/2021	٥	0		38		0	ke	1000	ka				
Vrancea															
Nr. nav. i Filterată	Rr. max. Enregistriri pe pagine (18-250): 18 Collapse														
	Data .	Regiune		Let	Lon		*1	-	-						

Figura 7. Captură de ecran ce prezintă interfața grafică, accesibilă pe internet pentru interogarea bazei de data a catalogului ROMPLUS reevaluat

Așa cum se observă în Figura 7, căutarea în catalog oferă mai multe opțiuni, printre care timpul la origine, magnitudinea, adâncimea sau regiunea. Acestea reprezintă cea mai simplă metodă de a obține informații de bază din catalog, precum: localizarea cutremurului, magnitudinea, intensitate, precizia localizării, ID-ul de eveniment etc. Rezultatele interogării pot fi fie afișate sub forma unor hărți fie descărcate utilizând opțiunea de interogare prin construire "build query". Descărcarea rezultatelor interogării bazei de date se poate face prin intermediul a mai multor tipuri de fișiere: CSV, GeoJSON, GML sau KML.

Bibliografie

- Draguţ, D.A., Schiltz, G., Mocanu V., 2016. Effects of Seismic Data acquisition on the environment RomSeis Project. International Journal of Environmental Protection and Policy, vol. 4, Issue 3, p. 44-48, doi: 10.11648/j.ijepp.20160403.11
- Koulakov, I., 2009. LOTOS code for local earthquake tomographic inversion. Benchmarks for testing tomographic algorithms. Bulletin of the Seismological Society of America, vol. 99, no. 1, pp. 194-214, doi: 10.1785/0120080013
- Oros, E., 2011. Cercetări privind hazardul seismic pentru Banat. Teză de Doctorat (nepublicată), Universitatea București
- Radulian, M., Bălă, A., Ardeleanu, L., Toma-Dănilă, D., Petrescu, L., Popescu, E., 2018. Revised catalogue of earthquake mechanisms for the events occurred in Romania until the end of twentieth century: REFMC. Acta Geodaetica et Geophysica, <u>https://doi.org/</u> 10.1007/s40328-018-0243-y
- <u>https://data.mendeley.com/datasets/mykkx4gygy/1</u>
- Storchak, D., Earle, P., Bossu, R., Presgrave, B., Harris, J., Godey, S., 2012. Nomenclature of event types (http://www.isc.ac.uk/standards/event_types)
- Stuart, G.W., Ren, Y., Dando, B.D., Houseman, G., Tonescu, C., Hegedus, E., Radovanovic, S., South Carpathian Project Working Group, 2010. Seismic Tomography of the South Carpathian System. American Geophysical Union, Fall Meeting 2010, abstract id.S31A-2004
- Zaharia, B., Grecu, B., Popa, M., Oros, E., Radulian, M., 2017. Crustal structure in the western part of Romania from local seismic tomography. World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2017), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 95 (2017) 032019, doi: 10.1088/1755-1315/95/3/032019

Rezultate:

- Bază de date pentru evenimentele seismice din perioada 2006-2020

- Listă lucrări în care au fost studiate secvențele și roiurile de cutremure produse în intervalul de timp analizat: **Anexa 1**

- Lucrări științifice, comunicări științifice la conferințe și simpozioane de profil pe baza rezultatelor științifice ale temei de cercetare:

- Ionescu, C., Popa, M., Neagoe, C., Ghica, D. V. (2021). Seismic Monitoring and Data Processing at the National Institute for Earth Physics – Romania. Summary of the Bulletin of the International Seismological Centre, 55(I), 30 - 42. <u>https://doi.org/10.31905/33JMP4MA</u>
- Oros E., Placinta A.O., Moldovan I.A. The analysis of earthquakes sequence generated in the Southern Carpathians, Orsova June-July 2020 (Romania): seismotectonic implications, Romanian Reports in Physics, Vol. 73, no. 2, art. no. 706
- Ghita C., M. Diaconescu, R. Raicu, I. A. Moldovan. The analyses of the seismic sequence recorded on November 22, 2014 based on ETAS model, Romanian Reports in Physics, lucrare acceptată pentru publicare
- Manea, E. F., Coman, A., Cioflan, C. O. Evaluation of the predominant frequency of resonance of sedimentary layers using 2014 5.7 ml Vrancea crustal event records. Romanian Reports in Physics - 73
- A.P. Constantin, I. A. Moldovan, R. Partheniu, B. Grecu, C. Ionescu., Correlations Between Macroseismic Intensity Values And Ground Motion Measures Of Vrancea (Romania) Subcrustal Earthquakes, Romanian Journal Of Physics 66, 5-6, 808, 2021, lucrare acceptată pentru publicare
- Constantin A.P., Moldovan I.A., Partheniu R., Grecu B., Ionescu C., Relationships between macroseismic intensity and peak ground acceleration and velocity for the Vrancea (Romania) earthquakes. Annals of Geophysics lucrare acceptată pentru publicare
- A. Chircea, M. Popa, R. Dinescu, D. Ghica, C. Ionescu. Revaluation of the Romanian earthquake catalogue, abstract trimis la General Assembly of the European Seismological Comission, ESC 2021, 19-24 septembrie 2021
- R. Dinescu, M. Ivan. I. Munteanu. M. Radulian. Seismic discrimination of anthropic and tectonic events in the Targu-Jiu quarry area (Romania), abstract trimis la General Assembly of the European Seismological Comission, ESC 2021, 19-24 septembrie 2021
- R. Dinescu, F. Borleanu, M. Popa, B. Grecu, I. Munteanu. Seismic activity and one-dimensional velocity structure in the South West Carpathians Bend, from accurate hypocenter relocations, abstract trimis la General Assembly of the European Seismological Comission, ESC 2021, 19-24 septembrie 2021
- R. Dinescu, M. Popa, D. Paulescu, A. Chircea, C. Neagoe, A. Vanciu-Rau, V. Oancea. Collecting and Preserving Historical Seismic Data in Romania, abstract trimis la IAGA-IASPEI 2021, 21-27 august 2021
- R. Dinescu, M. Popa, F. Borleanu, D. Ghica, I. Munteanu, M. Ivan, A. Chircea. Challenges in discrimination between natural and anthropogenic seismicity in the South West Carpathians Bend, an active deformation area in Romania, abstract trimis la IAGA-IASPEI 2021, 21-27 august 2021

Stadiul realizării obiectivului fazei

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

Concluzii

În cadrul acestei faze a proiectului, baza de date a fost completată cu informații despre evenimentele seismice tectonice și antropice înregistrate de Rețeaua Seismică Națională și localizate în cadrul Centrului Național de Date, pentru perioada 1 ianuarie 2006 – 31 decembrie 2020. Au fost adăugate 227 cutremure produse în zona Banatului și localizate în principal cu stații din zona epicentrală. În perioada de studiu au fost detectate și localizate 13 secvențe seismice care au fost analizate in diferite studii de specialitate, în baza de date înlocuidu-se localizările existente în catalogul ROMPLUS cu cele obținute în cadrul lucrărilor de cercetare. A fost alcătuită o listă de 13 lucrări identificate ca studii ale acestor secvențe. In perioada 2006 – 2020, două proiecte internaționale s-au desfășurat pe teritoriul României: South Carpathian Project (SCP) - desfășurat în perioada 2009-2011 în partea de est a bazinului Panonic și Carpații Meridionali și Wide Angle Refletion and Refraction geotraverses of the Romanian Carpathians and Dobrogea (WARR - RomSeis 2014) desfășurat în 2014 în partea de nord a țării. Localizările obținute pe baza datelor înregistrate în timpul ambelor proiecte, atât de stațiile RSN cât și de stațiile temporare au fost incluse în baza de date, menționându-se proiectul în cadrul căruia au fost localizate precum și studiile specialiștilor români care au utilizat aceste date.

A fost prezentată baza de date care conține parametrii evenimentelor seismice din perioadele analizate până în prezent, conținute în catalogul ROMPLUS reevaluat.

În etapa următoare, baza de date va fi completată cu informații referitoare la tipul de eveniment din catalog și modalitățile/studiile prin care au fost stabilite tipurile de evenimente.

Responsabil Proiect,

Dr. Daniela Ghica

Lista lucrărilor în care au fost analizate secvențele/roiurile produse în perioada 2006-2020

- Beşuţiu, L., Diaconescu, M., Zlăgnean, L., Craiu, A., 2018. Structural and geodynamic ideas on the Galaţi-Izvoarele seismic-prone area (Eastern Romania), Pure Appl. Geophys., Springer, DOI 10.1007/s00024-018-1956-0.
- Craiu, A., Craiu, M., Diaconescu, M., Mărmureanu, A., 2016. 2013 seismic swarm recorded in Galați area, Romania: Focal mechanism solutions. Acta Geodaetica et Geophysica, DOI 10.1007/s40328-016-0161-9.
- Craiu, A., Ghiță, C., Craiu, M., Diaconescu, M., Mihai, M., Ardeleanu, L., 2019. The source mechanism of the seismic events during the sequence of the moderate-size crustal earthquake of November 22, 2014 of Vrancea region (Romania). Annals of Geophysics, vol. 61, 6, SE666, DOI 0.4401/ag-7617.
- 4. Dinescu, R., Munteanu, I., Placinta, A., Dinu, C., Oros, E., Popa, M., Radulian, M., 2019. Analysis of seismic sequence in Caransebes-Mehadia basin between 2014 and 2016. Geoscience 2019 Proceedings.
- 5. Ioane, D., Serban, A., Diaconescu, M., Chitea, F., Caragea, I., 2015. High seismicity sequence in the Izvoarele area (Galați county)-Romania. In Proceedings of the 15th international multidisciplinary scientific geoconferences SGEM2015.
- 6. Oros, E., 2013. Analysis of two earthquake sequences occurred in 2012 in the Timisoara area, Romania. Rom. Journ. Phys., vol. 58, no 7-8, p. 970-986.
- Placinta, A., Popescu, E., Borleanu, F., Radulian, M., Popa, M. (2016) Analysis of source properties for the earthquake sequences in the South-Western Carpathians (Romania); Romanian Reports in Physics, Vol. 68, No. 3, P. 1240-1258, 2016.
- Popa, M., Oros, E., Dinu, C., Radulian, M., Borleanu, F., Rogozea, M., Munteanu, I., Neagoe, C., 2016. The 2013 earthquake swarm in the Galați area: first results for a seismotectonic interpretation. In R. Văcăreanu and C. Ionescu (eds.), The 1940 Vrancea earthquake. Issues, Insights and Lessons Learnt, Springer Natural Hazards, p. 253 – 265, DOI 10.1007/978-3-319-29844-3_17.
- Popa, M., Munteanu, I., Borleanu, F., Oros, E., Radulian, M., Dinu, C. (2018). Active tectonic deformation and associated earthquakes: a case study – South West Carpathians Bend Zone; Acta Geodaetica et Geophysica, <u>https://doi.org/10.1007/s40328-018-0224-1</u>
- Popescu, E., Neagoe, C., Rogozea, M., Moldovan, I.A., Borleanu, F., Radulian, M., 2011. Source parameters for the earthquake sequence occurred in the Râmnicu Sărat area (Romania) in November-December 2007). Rom. Journ. Phys., vol. 56, no. 1-2, p. 265-278.

- Popescu, E., Borleanu, F., Rogozea, M., Radulian, M., 2012. Source analysis for earthquake sequence occurred in Vrancea (Romania) region on 6 to 30 September 2008. Romanian Reports in Physics, vol., 64, no. 2, p. 571 – 590.
- 12. Popescu E., Plăcintă A. O., Radulian M., Borleanu F., Diaconescu M., Popa M., Source parameters of the earthquake sequence that occurred close to the BURAR array (Romania) between 24 June and 1 July 2011, Annals of Geophysics 60 (2), S0225; doi: 10.4401/ag-7285, 2017.
- Radulian, M., Popescu, E., Borleanu, F., Diaconescu, M., 2014. Source parameters of the December 2011-January 2012 earthquake sequence in Southern Carpathians, Romania. Tectonophysics 623, p. 23-38, http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2014.03.014