



**Raport de activitate**  
**privind desfășurarea programului nucleu**  
*CERCETARI COMPLEXE PRIVIND EVALUAREA SI REDUCEREA RISCULUI SEISMIC*  
*PE TERITORIULUI ROMÂNIEI, CEERS, PN09 30*  
*perioada 2009-2015*

**Durata programului: 7 (sapte) ani**

**Data începerii: 2009**

**Data finalizării: 2015**

**1. Scopul programului:**

- (i) - Seismotectonica și caracterizarea în timp real a seismicității României ;
- (ii) - Implicațiile structurii locale și de adâncime asupra hazardului seismic;
- (iii) - Hazardul și risc seismic generat de cutremurele din Romania;
- (iv) - Detectarea în timp real a cutremurelor catastrofale vrance în vederea reducerii riscului seismic.

**2. Modul de derulare al programului:**

**2.1. Descrierea activităților** (utilizând și informațiile din rapoartele de fază, macheta VIII)

Pentru îndeplinirea obiectivelor programului nucleu "Cercetari complexe privind evaluarea și reducerea riscului seismic pe teritoriul României", activitățile s-au desfășurat în cadrul a 20 proiecte .

**Obiectiv 1: Seismotectonica și caracterizarea în timp real a seismicității României**

Cercetari privind analiza datelor de baza privind sursa seismica în evaluarea hazardului și reducerea riscului seismic.

**Proiect PN 09 / 01 01 - Utilizarea rețelelor dense de stații seismice pentru analiza proceselor seismotectonice în crusta și mantaua superioară:**

Faza 1 - Identificarea și localizarea cutremurelor prin tehnici de tip array și discriminarea exploziilor de cutremure.

Faza 2 - Relocalizarea evenimentelor seismice prin tehnici de cross-corelație și analiza fazelor de conversie.

Faza 3 - Analiza efectelor datorate structurii tridimensionale la scara locală și regională.

Faza 4 - Determinarea corecțiilor pentru deviațiile de azimut și încetinire folosind array-ul BURAR.

Faza 5 - Utilizarea tehnicilor de tip array pentru analiza roiului de cutremure de la Galați.

Faza 6 - Aplicarea tehnicilor de tip array pentru analiza secvențelor seismice.

**Proiect PN 09 / 01 02 - Evaluarea geohazardelor pe teritoriul României.**

Faza 1 - Caracterizarea geohazardelor pentru teritoriul României.

Faza 2 - Caracterizarea ciclurilor seismice.

Faza 3 - Realizarea hărții de geohazard.

Faza 4 - Strategie de monitorizare integrată în vederea evaluării geohazardului la cutremure.

Faza 5 - Studiul geohazardelor în cazul secvenței seismice din regiunea Galați.

Faza 6 - Analiza transferului static de tensiuni în cazul secvențelor seismice crustale din România.

Faza 7 - Studiu geotectonic complex privind zona petroliera Schela – Izvoarele.

**Proiect PN 09 / 01 03 - Inversia neliniară a seismogramelor de scurtă perioadă pentru determinarea parametrilor sursei seismice și estimarea de modele locale pentru factorul de calitate al mediului în zona Vrancea și ariile adiacente.**

Faza 1 - Algoritm de inversie pentru determinarea parametrilor sursei seismice și a modelelor 1D pentru factorul de calitate Q.

Faza 2 - Estimarea prin inversie a parametrilor de sursă ai evenimentelor mici și moderate din zona Vrancea și ariile adiacente.

Faza 3 - Integrarea parametrilor de sursa determinati prin inversie cu seismotectonica zonei de curbura a Carpatilor Orientali.

Faza 4 - Modele 1D pentru factorul de calitate al mediului Q in zona de curbura a Carpatilor Orientali.

Faza 5 - Modelarea seismicitatii si surselor seismice de pe teritoriul Romaniei pe anul 2013.

Faza 6 - Atenuarea anelastica a undelor seismice determinată prin inversia formelor de undă de frecvență mare – rezoluție și limitări. Aplicație la regiunea de curbură a Carpaților Orientali și zonelor adiacente.

**Proiect PN 09 / 01 04 - Modelarea seismicității și a surselor seismice de pe teritoriul României.**

Faza 1 - Studiul secvențelor de cutremure crustale si al cutremurelor singulare generate pe teritoriul Romaniei.

Faza 2 - Parametrizarea sursei cutremurelor reprezentative produse pe teritoriul tarii in ultimii ani.

Faza 3 - Proprietati de grupare ale distributiilor spatio-temporale de cutremure de pe teritoriul Romaniei.

Faza 4 - Modelarea secvențelor seismice de pe teritoriul Romaniei,din perioada 2010-2012.

Faza 5 - Modelarea seismicitatii si surselor seismice de pe teritoriul Romaniei pe anul 2013.

Faza 6 - Caracteristicile sursei seismice a cutremurelor secvențelor crustale și subcrustale de pe teritoriul României produse in anii 2013-2014 (Cutremurele subcrustale din 2013-2014 si secvențele de cutremure crustale produse în 2014, în zona Caraș-Severin si Mărășești).

**Proiect PN 09 / 01 05 - Cercetări complexe privind discriminarea seismică dintre cutremurele naturale și exploziile subterane și supraterane, controlate sau accidentale, pentru caracterizarea seismicității reale și induse a teritoriului României.**

Faza 1 - Documentare asupra metodelor si algoritmilor de discriminare seismica a exploziilor subterane si supraterane, controlate sau accidentale, in scopul separarii seismicitatii naturale de seismicitatea indusa de explozii.

Faza 2 - Procesarea prin metode si algoritmi de discriminare seismica a datelor extrase din cataloagele de cutremure, privind evenimentelor seismice inregistrate pe teritoriul Romaniei in zone considerate aseismice.

Faza 3 - Intocmirea hartii macroseimice a teritoriului Romaniei, fara seismicitatea indusa, generata de exploziile industriale controlate si accidentale efectuate in exploatarile miniere subterane (mine) si de suprafata (cariere).

**Proiect PN 09 / 01 06 - Structuri geologice si sisteme de falii cu potențial seismic in partea de Vest si Sud - Vest a României.**

Faza 1 - Actualizarea si revizuirea bazei de date seismologice pentru Banat

Faza 2 - Modelarea seismicitatii si a campului de stress determinat din solutiile mecanismelor focale

Faza 3 - Identificarea,localizarea si modelarea 3D a structurilor si faliilor geologice cu potential seismic

Faza 4 - Efecte locale in Timisoara estimate din zgomotul seismic de fond si microseisme locale si influenta acestor efecte asupra hazardului seismic.

Faza 5 - Scenarii de hazard seismic probabilistic in partea de Vest si Sud - Vest a Romaniei.

Faza 6 - Surse seismogene în partea de vest și sud-vest a României: definire și caracterizare, catalogare (baze de date).

## **Proiect PN 09 / 01 07-Model geofizic al sistemelor de fracturi active de pe teritoriul Romaniei. Structuri seismogenetice**

Faza 1 - Definirea structurilor seismogenetice. Studiul comparativ al datelor seismologice si tectonice. Analiza distributiei areale a cutremurelor.

Faza 2 - Studiul mecanismului in focar. Proprietăți de grup ale surselor seismice. Definirea geometriei surselor seismice pe teritoriul Romaniei.

Faza 3 - Caracteizarea parametrilor structurilor seismogenetice, seismotectonica si influenta lor asupra hazardului seismic

Faza 4 - Model geofizic al sistemelor de fracturi active de pe arealul Marii Negre

Faza 5 - Harta stressului in zona faliilor active din Platforma Moesica si Orogenul Nord Dobrogean

Faza 6 -Falii active din nordul si estul României

Faza 7 - Falii active in zona Văii Oltului si zonele limitrofe

## **Obiectiv 2: Implicatiile structurii locale si de adancime asupra hazardului seismic**

Scop: Cercetari privind evidentierea structurilor locale in studiile de microzonare seismica a localitatilor dens populate.

## **Proiect PN 09 / 02 01 - Caracterizarea câmpurilor de falii crustale active din România**

Faza 1 - Caracterizarea câmpurilor de falii crustale active din partea de est a Romaniei (platformele Moldovenească și Scitică împreună cu orogenul Carpaților Orientali și Orogenul Nord Dobrogean)

Faza 2 - Caracterizarea câmpurilor de falii crustale active din partea de sud a României (Platforma Moesică și Orogenul Carpaților Meridionali)

Faza 3 - Caracterizarea campurilor de falii crustale active din partea de vest a Romaniei (Depresiunea Panonica si Transilvania, impreuna cu orogenul Muntilor Apuseni)

Faza 4 - Condiții de amplasament si parametrii elastici ce caracterizează stațiile seismologice si de accelerometre din rețeaua INCDFP din partea de vest a României. Implicațiile structurii si dinamicii litosferei asupra distribuției hazardului seismic.

## **Proiect PN 09 / 02 02 - Studiul efectelor locale si implicatiile lor in cuantificarea hazardului seismic. Studiu de caz pentru Bucuresti**

Faza 1 - Determinarea modelelor unidimensionale geologice si geofizice ale structurii sedimentare caracteristice Bucurestiului ca elemente de baza in modelarea echivalent- liniara

Faza 2 - Spectre de raspuns in acceleratii ale modelelor complexe geologice si geofizice - cu aplicatii directe in definirea microzonarii seismice in Bucuresti

Faza 3 - Testarea si calibrarea spectrelor de raspuns cu modele reale ale miscarii solului. Implicatiile lor in cuantificarea hazardului seismic local

Faza 4 - Ponderea datelor de intrare in evaluarea cantitativa a efectelor locale. Elaborarea unui model geologic - geofizic pentru studiul efectelor locale in aria Bucurestiului

Faza 5 - Noi metode de masura pentru proprietatile statice si dinamice ale rocilor necesare ca date de intrare in evaluarea cantitativa a efectelor locale. Aplicatii in mediul urban

## **Proiect PN 09 / 02 03 - Investigarea structurii de adâncime prin analiza de cross-corelare a zgomotului seismic înregistrat la stațiile seismice din România**

Faza 1 - Determinarea funcțiilor Green din analiza de corelare a zgomotului seismic ambiental. Obținerea curbelor de dispersie. I

Faza 2 - Determinarea funcțiilor Green din analiza de corelare a zgomotului seismic ambiental. Obținerea curbelor de dispersie. II

Faza 3 - Modelarea structurii de adâncime. Modele de viteză 1D

Faza 4 - Tomografia crustei in Romania din date de zgomot seismic ambiental

## **Proiect PN 09 / 02 04 - Cercetări privind structura de adâncime si modele de viteza pentru stațiile rețelei seismice utilizând metoda funcției receptor**

Faza 1 - Realizarea bazei de date cu formele de unda si parametrii corespunzatori evenimentelor utilizate si calculul funcțiilor receptor din unde P si unde S

Faza 2 - Calculul rapoartelor VP/Vs si al adâncimilor discontinuităților majore prin metodele descrise. Studiul fenomenelor de anizotropie si împrăștiere ale undelor seismice acolo unde sunt identificate

Faza 3 - Cercetări privind structura de adâncime si modele de viteza pentru stațiile rețelei seismice utilizând metoda funcției receptor

Faza 4 - Investigații asupra litosferei din Romania utilizând metoda inversiei simultane a funcțiilor receptor si curbelor de dispersie ale undelor Rayleigh

Faza 5 - Investigarea structurii de adâncime din Romania utilizând metoda funcției receptor aplicata pentru unde S

### **Proiect 09/ 02 05 - Modelul geodinamic actual utilizand monitorizarea deplasarilor 3D pe teritoriul Romaniei**

Faza 1 - Sinteza studiilor satelitare anterioare efectuate in Europa si Romania. Alcatuirea sistemului de observatii care va fi utilizata pentru determinari vectoriale

Faza 2 - Masuratori satelitare in reseaua temporala si permanenta de reperi GPS

Faza 3- Prelucrarea observatiilor satelitare. Determinarea coordonatelor tridimensionale ale punctelor din retea. Realizarea distributiei vectorilor deplasare a rețelei, interpretarea geotectonica a datelor

### **Obiectiv 3: Hazard si risc seismic generate de cutremurile din Romania**

Scopul: Analize complexe de evaluare a hazardului seismic pentru baraje, inclusiv folosirea rețelei seismice de tip array si a observatiilor satelitare

### **Proiect 09/ 03 01 - Incadrarea barajelor din vestul Romaniei in clase de risc seismic in scopul managementului preventiv al dezastrelor. Abordare probabilista si deterministă.**

Faza 1 - Determinarea tuturor parametrilor seismici necesari pentru evaluarea probabilista a hazardului seismic in amplasamentele barajelor

Faza 2 - Evaluarea probabilista a hazardului seismic in vestul Romaniei, considerand atat sursele crustale locale cat si regionale cu evidentierea parametrilor in amplasamentele amenajarilor hidroelectrice

Faza 3 - Incadrarea barajelor din vestul Romaniei in clase de risc seismic, folosind informatiile seismice probabiliste si caracteristicile constructive ale amenajarilor

Faza 4 - Integrarea rezultatelor de risc pentru vestul tarii intr-o baza de date comuna, actuala si consistenta, in scopul cresterii capacitatii de prevenire a consecintelor seismelor asupra rețelelor hidroenergetice

Faza 5 - Evaluarea hazardului seismic in amplasamentele barajelor nestudiate din Registrul Roman al Marilor Baraje (RRMB) si estimarea vulnerabilității in avalul acestora in scopul încadrării lor in clase de risc seismic.

Faza 6 - Finalizarea studiilor privind încadrarea tuturor barajelor din vestul României in clase de risc seismic

### **Proiect 09/ 03 02 - O noua abordare a evaluării hazardului și reducerii riscului seismic prin considerarea influenței proprietăților neliniare ale mediilor complexe, stratificate și neomogene**

Faza 1 - Propagarea undelor in medii elastice tinind seama de neliniaritatile de ordin superior si stabilirea efectelor seismice majore in zonele cu hazard ridicat evidentindu-se influenta tipului legilor fizico-mecanice (specificitatii locale), ireversibilitatii plastice si a tipului neliniaritatii

Faza 2 - Influenta proprietatilor neliniare ale elementului de interes asupra factorilor de amplificare spectrali (amplificarea seismica locala) si rezultatele propagarii undelor in spatii laminare semi-infinite

Faza 3 - Corectii matematice aduse aproximatiei razelor geometrice in propagarea undelor seismice prin medii stratificate, cu structura complexa si proprietati neliniare

Faza 4 - Introducerea si rezolvarea unei ecuatii neliniare speciale a undelor elastice

Faza 5 - Studiul rezonantei undelor elastice de suprafata aplicandu-se metoda raportului H/V

Faza 6- Evidențierea neliniarității răspunsului seismic prin modelarea matematica a propagării undelor seismice verticale de forfecare prin pachetul de strate superficiale din aria municipiului București

### **Proiect 09/ 03 03 - Contribuții la evaluarea hazardului seismic pe teritoriul României pe baza prelucrării și analizei datelor înregistrate cu stații seismice de tip array**

Faza 1 - Estimarea valorilor medii pentru corecțiile de încetinire la stația seismică BURAR. Aplicarea metodologiei de investigarea a tuturor fazelor seismice detectate cu BURAR și analizate automat în scopul găsirii unor modele recurente pentru abaterile de încetinire.

Faza 2 - Aplicarea corecțiilor medii ale încetinerii calculate pentru BURAR, în vederea îmbunătățirii monitorizării seismice cu această stație. Optimizarea procedurilor de localizare cu o singură stație de tip array a evenimentelor locale și regionale. Calibrarea stației de tip array BURAR prin determinarea corecțiilor de încetinire (slowness) în vederea optimizării capacității acesteia de localizare a evenimentelor

Faza 3 - Investigarea structurii locale a scoarței terestre în amplasamentul BURAR și a structurii de propagare. Monitorizarea seismică a evenimentelor locale și regionale cu ajutorul sistemului BURAR și optimizarea capacității de detecție a stației tip array

Faza 4 - Investigarea nivelului de zgomot din amplasamentul stației seismice de tip array BURAR, în vederea prelucrării cât mai eficiente a datelor înregistrate

Faza 5. Utilizarea array-urilor de măsurare a infrasunetelor în monitorizarea surselor de hazard geofizic, naturale și antropice (erupții vulcanice, explozii).

### **Proiect 09/ 03 04 -Reducerea riscului seismic prin considerarea interacțiunii seismice teren – structura**

Faza 1 - Definierea interacțiunii seismice teren-fundatie; concepte; miscarea în câmp liber; tipuri de interacțiuni

Faza 2 - Analiza de interacțiune seismică teren - structura

Faza 3 - Influența pământurilor asupra răspunsului seismic al sistemului teren-structura și reducerea riscului seismic

Faza 4 - Perioade fundamentale de vibrație ale terenului din înregistrări seismice și evitarea fenomenului de rezonanță în interacțiunea seismică teren-structura

### **Proiect 09/ 03 05 - Estimarea câmpului deformațiilor crustale și a ratei de acumulare a energiei în crusta terestră prin măsurători satelitare în zona seismogenă Vrancea**

Faza 1 - Constituirea bazei de date primare geofizice și satelitare complexe și calculul preliminar al vitezelor de deplasare ale locațiilor observatoarelor GPS

Faza 2 - Harta strain-ului crustei terestre în zona subrețelelor geodezice Vrancea Sud și Vrancea Nord

Faza 3 - Estimarea acumulării de energie în crustă cu aplicabilitate în studiile extinse de reducere a riscului seismic în zona seismogenă Vrancea

Faza 4 - Utilizare tehnologiilor ultramoderne ale geostiintelor în studiul comportamentului geodinamic al arealelor seismice active din România

Faza 5 - Estimarea deplasărilor verticale în rețeaua Vrancea extinsă și subrețele Vrancea Nord și Vrancea Sud, construirea hartilor parametrilor de deformare pe baza măsurătorilor satelitare, posibile corelări cu seismicitatea asociată și mecanismele focale

Faza 6 - Calculul vectorilor de deplasare verticală din rețeaua de măsură GNSS și INCDFP în intervalul dintre anii 1997 și 2008. Corelarea rezultatelor cu datele hartilor mișcărilor crustale verticale recente (RCVM) din România

Faza 7 - Analiza deformațiilor uniaxiale în rețeaua geodezică Vrancea extinsă

Faza 8 - Dezvoltarea rețelei de stații GNSS din INFP, baza observațională și perspective de viitor. Calculul vectorilor de deplasare orizontală din rețeaua de măsură GNSS pe teritoriul României după 1997

### **Proiect 09/ 03 06-Potențialul distructiv al seismelor vrâncene și zona seismică a capitalei**

Faza 1 - Studiu parametric pentru hazardul seismic calculat pe modelele GIS ale structurii geologice locale

Faza 2 - Distribuția spațială a parametrilor mișcării seismice de suprafață pentru evenimente seismice posibile/așteptate în zona Vrancea

Faza 3 - Potențialul seismic distructiv al cutremurelor intermediare și recomandările P100-1/2006 și EC8

Faza 4 - Studiul corelațiilor între parametrii mișcării seismice (înregistrați), intensitatea macroseismică (observată) și potențialul seismic distructiv

Faza 5 - Scenarii de risc pentru Bucuresti

Faza 6. Potențialul seismic distructiv și atenuarea mișcării seismice induse de cutremurele crustale. Exemplu pentru București. Scenarii de risc seismic pentru București.

**Obiectiv 4: Cercetări privind detectarea în timp real a cutremurelor catastrofale vrancene în vederea reducerii riscului seismic**

Scopul : Obținerea datelor de baza pentru dezvoltarea în continuare și implementarea reală a sistemului de avertizare seismică în timp real a cutremurelor vrancene puternice.

**Proiect 09/ 04 01 - Utilizarea datelor existente pentru dezvoltarea aplicației de achiziție și de alarmare pentru estimarea rapidă a magnitudinii cutremurelor puternice vrancene**

Faza 1 - Identificarea înregistrărilor de evenimente existente pentru cutremurele din zona Vrancea. Aplicații construite pentru conversia datelor într-un format unitar pentru aplicarea unui algoritm de detecție a unde P. Optimizarea parametrilor detectorului pentru a fi fezabil pentru alarmare.

Faza 2 - Algoritm de detecție de date în timp real. Aplicații de achiziție și transmitere a datelor seismice fără întârziere sau cu întârziere minimă.

Faza 3 - Estimarea magnitudinii cutremurelor .Testarea relației obținute și evaluarea erorilor

Faza 4 - Utilizarea rețelei dense de stații seismice pentru estimarea rapidă a magnitudinii și a localizării cutremurelor din România, pentru îmbunătățirea sistemului de alarmare la cutremure

Faza 5 - Localizarea rapidă a cutremurelor în vederea îmbunătățirii estimării parametrilor sursei seismice

Faza 6 - Evaluarea performanțelor de localizare și estimare rapidă a magnitudinii cutremurului pentru sistemele de alarmare ce folosesc analiza Bayesiană

**Proiect PN 09 / 04 02 - Cercetări cu privire la generarea unor precursori seismici folosind analiza geostatistică**

Faza 1 - Stabilirea bazelor de date .

Faza 2 - Prezentarea rezultatelor primare referitoare la cutremure foarte mari.

**2.2. Proiecte contractate:**

Cod Ob.	Nr. proiecte contractate 2009-2015	Nr. faze finalizate 2009-2015	Valoare (mii lei)								Nr. personal CD Studii superioare (media)
			Total	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
01	7	41	10.314,49	1.500,00	1.250,00	1.500,00	1.750,00	1.500,00	1.015,00	1.799,49	45
02	5	21	5.315,45	1.250,00	1.000,00	1.000,00	449,61	371,62	764,22	480,00	37
03	6	32	8.637,76	946,25	778,87	690,85	1.500,00	1.637,02	1.784,77	1.300,00	43
04	2	8	1.940,75	410,45	235,80	500,00	-	250,00	255,00	289,50	33
<b>Total:</b>	<b>20</b>	<b>102</b>	<b>26.208,45</b>	<b>4.106,70</b>	<b>3.264,67</b>	<b>3.690,85</b>	<b>3.699,61</b>	<b>3.758,64</b>	<b>3.818,99</b>	<b>3.868,99</b>	

Cod Ob.	Nr. proiecte contractate 2009-2015	Nr. faze finalizate 2009-2015	Nr. personal CD Studii superioare							
			2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
01	7	41	46	47	45	42	48	38	46	
02	5	21	45	46	45	33	33	36	19	
03	6	32	47	47	48	44	35	40	37	
04	2	8	46	46	46	-	36	31	26	
<b>Total:</b>	<b>20</b>	<b>102</b>								

**2.3 Situatia centralizata a cheltuielilor privind programul nucleu :** Cheltuieli –lei-

	<b>Estimate</b>	<b>Efectuate</b>
<b>I. Cheltuieli directe</b>	<b>14.650.625,88</b>	<b>14.736.934,01</b>
1. Cheltuieli de personal, din care	<b>14.373.000,88</b>	<b>14.343.622,56</b>
1.1. Cheltuieli cu salariile	13.964.185,00	10.958.466,00
1.2. Alte cheltuieli de personal, din care:	408.815,88	385.156,56
a) deplasări în țară	-	7.081,23
b) deplasări în străinătate	408.815,88	378.075,33
2. Cheltuieli materiale și servicii, din care:	<b>277.625,00</b>	<b>393.311,45</b>
2.1. Materii prime și materiale	277.625,00	327.311,45
2.2. Mucrări și servicii executate de terți	-	66.000,00
<b>II. Cheltuieli Indirecte: Regia</b>	<b>8.313.981,11</b>	<b>8.315.524,07</b>
<b>III. Dotări independente și studii pentru obiective de investiții proprii, din care:</b>	<b>3.243.852,01</b>	<b>3.156.000,92</b>
1. Echipamente pentru cercetare-dezvoltare	2.417.232,02	2.331.731,66
2. Mobilier și aparatură birotică	-	-
3. Calculatoare și echipamente periferice	826.619,99	824.269,26
<b>TOTAL ( I+II+III)</b>	<b>26.208.459</b>	<b>26.208.459</b>

**3. Analiza stadiului de atingere a obiectivelor programului**

Obiectivul general al Programului Nucleu "*Cercetari complexe privind evaluarea si reducerea riscului seismic pe teritoriul Romaniei - CEERS*" se înscrie în Strategia Națională de Cercetare-Dezvoltare-Inovare a României și în Planul Strategic pe 2009-2015 al INCDFP: contribuții la dezvoltarea cercetărilor din domeniul fizicii pământului si la dezvoltarea cunoasterii efectelor cutremurelor de pamant. Obiectivul major al CEERS – reducerea riscului seismic pe teritoriul țării - a fost realizat in cadrul a patru obiective principale. Realizarea obiectivelor s-a materializat in finantarea a 20 de proiecte de cercetare in perioada 2009-2015.

**Obiectivul 1 - Seismotectonica si caracterizarea in timp real a seismicității României**

Rezultatele care au stat la indeplinirea obiectivului 1 sunt reflectate in realizarea proiectelor PN 09/ 01-01, 01-02, 01-03, 01-04, 01-05, 01-06, 01-07 si anume:

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 01-01

- Calcularea corectiilor de azimut si inversul vitezei de propagare pentru zone din partea de est-sud-est fata de array-ul BURAR,
- Catalog de cutremure si explozii ,
- Forme de seismicitate obtinute prin tehnici de mare rezolutie,
- Influenta neomogenitatilor structurale in propagarea undelor seismice,
- Localizarea secventelor de cutremure (Galati, Hateg, Targu Jiu - Targu Carbunesti) utilizand doar inregistrarile statiilor de tip array,
- Investigarea proceselor reologice in corelatie cu gruparile spatio-temporale ale cutremurelor.

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 01-02

- Bază de date integrată pentru evaluarea geohazardului
- Harta distributiei factorilor cu potențial de hazard (cutremure, alunecări de teren, lichefiere, tasări, căderi de roci, soluri expansibile, efectele apei freatice)
- Model al ciclului seismic vrâncean
- Hartă de geohazarde pentru teritoriul României în format GIS
- Studiu geotectonic complex de caz: zona petrolieră Schela – Izvoarele

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 01-03

- A fost dezvoltată o schemă iterativă originală de inversie neliniară a formelor de undă de scurtă perioadă, pentru estimarea simultană a tensorului moment seismic și a modelului *ID* optim pentru factorul de calitate al mediului *Q*,
- S-au estimat parametrii de sursă (tensorul moment seismic, momentul seismic scalar) ai unor evenimente de magnitudine mică și moderată, localizate în zona de curbură a Carpaților Orientali, înregistrate la un număr mic de stații. Soluțiile de mecanism focal furnizate de noul algoritm prezintă un grad ridicat de confidență – valoare statistică ridicată și incertitudine redusă a orientării axelor principale ale tensorului moment seismic – astfel încât sunt utilizate cu încredere în studiul câmpului de tensiuni din aria investigată,
- S-a determinat un set de modele *ID* pentru atenuarea inelastică a undelor seismice, optime pentru traiectorii ce traversează regiunea Vrancea și zona adiacentă. Modelele dependente de adâncime pentru factorul de calitate al mediului *Q* pun în evidență variații laterale coerente ale acestui parametru, indicând proprietăți de atenuare diferite pentru unitățile structurale din zonă – respectiv valori mici ale parametrului (de 50-200) în crusta fracturată a Depresiunii Focșani și sub sistemul de pânze ale orogenului Carpaților de Curbură, în contrast cu valorile mari (~ 2000) estimate pentru crusta din aria extracarpatică: Platformele Moesică, Scitică și Est-Europeană,
- Analiza incertitudinii modelelor de atenuare estimate și efectul acestei incertitudini asupra stabilității soluțiilor de mecanism focal a subliniat robustețea parametrilor structurali și de sursă seismică determinați cu algoritmul de inversie propus. Modelele *ID* pentru factorul de calitate al mediului *Q* au o importanță aparte pentru studiile de hazard seismic neodeterminist și microzonare seismică, în care utilizarea de structuri realiste, cât mai adecvate ale mediului reprezintă probleme cruciale.

➤ Rezultate obținute în proiectul PN 09/ 01-04

- Integrarea rezultatelor determinate într-o bază de date pentru evaluarea parametrilor de sursă ai principalelor evenimente seismice crustale și subcrustale produse în perioada 2009-2014,
- Realizarea relațiilor de scalare dintre parametrii sursei atât pentru fiecare secvență în parte cât și pe toate subzonele în care s-au produs grupări de cutremure în această perioadă,
- Realizarea modelelor seismicității crustale din zona adiacentă Carpaților, corelarea distribuției epicentrelor cu seismotectonica zonelor seismice și soluțiile de plan de falie ale cutremurelor principale ale secvențelor.

➤ Rezultate obținute în proiectul PN 09/ 01-05

- Metode și algoritmi adecvați pentru operația de discriminare seismică a cutremurelor de explozii subterane și supraterane, controlate sau accidentale,
- Identificarea din datele seismice a zonelor în care sunt exploatare miniere la zi și în subteran,
  - Baze de date complet revizuite, pentru cutremurele naturale și evenimentele seismice (explozii controlate și accidentale), înregistrate instrumental pe teritoriul României;
  - Identificarea tehnologiilor aplicate în exploatare miniere existente pe teritoriul României;
  - Obținerea parametrilor exploziilor efectuate în diverse amplasamente;
- Cataloage cu evenimente seismice naturale (cutremure) înregistrate instrumental,
- Cataloage cu evenimente seismice artificiale (exploziilor subterane și supraterane, controlate sau accidentale) înregistrate instrumental,
- Intocmirea hartilor macroseismice pentru cutremure naturale și pentru explozii,
- Harta macroseismică de natură intrinsec seismo-tectonică a teritoriului României definită pe domeniul de intensități III-X (grade MSK).

➤ Rezultate obținute în proiectul PN 09/ 01-06



- Digitizarea seismogramelor istorice inregistrate la 91 de statii seismice pentru cutremurele istorice produse in Banat intre 1900-1979 (seismograme obtinute prin participarea la proiectul Euroseismos 2002-2007, [www.storing.ingv.it/es\\_web](http://www.storing.ingv.it/es_web)),
- Parametrizarea instrumentala a 17 cutremure istorice majore din Banat (relocalizare, determinare Mw, Ms, ML si scalarea sursei) produse in perioada 1900-1979,
- Calibrarea instrumentala a relatiei de atenuare a intensitatii macroseismice si de conversie la Mw a intensitatii macroseismice,
- Relocalizarea macroseismica a 147 cutremure istorice folosind 2386 date de observatie din 560 de localitati (din Romania, Serbia, Ungaria, Bulgaria, Macedonia) si aplicand programe de calcul moderne calibrate pentru conditii locale (software elaborat in proiectul Share 2009-2013),
- Pentru 69% dintre cutremurele istorice (397 evenimente) intensitatea macroseismica a fost estimata din date primare, adancimea focarelor a fost determinata cu relatii calibrate instrumentale (relatiile Kovesligethy si Blake), iar magnitudinea Mw a fost estimata direct din intensitate cu relatii calibrate instrumentale,
- Harti macroseismice pentru cutremurele majore revizuite cu valori ale intensitatii estimate din date primare,
- Au fost introdus in noul catalog 31 cutremure istorice noi (I=III-VII) si 15 cutremure incerte care necesita investigatii (I=V-VIII), au fost eliminate 4 cutremure false (I=6-7 EMS), au fost modificate semnificativ locatiile pentru 12 cutremure (I=V-VIII),
- Au fost identificate din date primare si localizate 623 replici noi asociate secventelor unor cutremure istorice puternice,
- Model de viteze 1D nou elaborat si relocalizarea instrumentala a 7399 cutremure produse in Banat in perioada 1900-2006,
- Relatii de conversie la Mw pentru alte tipuri de magnitudini compilate din alte cataloage.
- Sistem ierarhic de omogenizare a magnitudinii,
- Extinderea perioadei instrumentale a catalogului regional pana in anul 1900,
- Rezultatele obtinute au condus la revizuirea catalogului national Romplus ([www.infp.ro](http://www.infp.ro)) pentru perioada 1900-2000,
- Evidentierea a 3 zone seismogene noi cu cutremure cu  $M_w \geq 5.2$  (bazinul Hateg-Muntii Poiana Rusca, zona Timisoara, zona Sinnicolau Mare),
- Catalogul revizuit pentru Banat la nivelul anului 2006 contine 8004 de cutremure comparativ cu catalogul Romplus care contine 438 cutremure,
- Revizuirea si actualizarea catalogului de solutii ale mecanismelor in focar publicat anterior (2008) ,
- Model nou de seismicitate 3D si zonare seismotectonica cu 6 zone/sectoare de grupare a seismicitatii majore ( $M_w \geq 5.2$ ),
- Determinarea grosimii stratului seismogen din Banat,
- Constrangeri realiste pentru configurarea surselor sesimogene (dimensiuni fractale, distributii 2D ale coeficientilor de recurenta, anomalii de viteze, regim tectonic),
- Modele temporale ale seismicitatii: tendinte de migrare la o scara comparabila cu cea a catalogului de cutremure, tipuri de secvente seismice caracteristice regiunii,
- Cunoasterea si intelegerea regimului tectonic asociat campului de stress obtinut din inversia solutiilor mecanismelor in focar,
- Model seismotectonic integrat, bazat pe relatia dintre seismicitate si tectonica-structura geologica, completata cu date privind campul de stress contemporan si regimul tectonic,
- Identificarea si definirea a doua sisteme de falii geologice cu orientari aproximativ ortogonale in functie de varsta geologica si tectogenezele care au desavarsit structurile pe care le delimiteaza: falii de tip carpatic si falii de tip panonic,
- Evaluarea potentialului de (re)activare a faliilor/sistemelor de falii/structurilor geologice in conditiile campului de stress contemporan,

- Segmentarea structurilor geologice si a sistemelor de falii geologice si active seismic folosind criteriile tectonice, structurale, reologice, geofizice, seismice in vederea definirii surselor seismogene din Banat,
- Estimarea efectelor locale pentru orasul Timisoara in termenii frecventei de rezonanta a sedimentelor superficiale neconsolidate prin metoda rapoartelor spectrale H/V pentru zgomotul seismic ambiental,
- Microzonarea orasului Timisoara prin distributia 2D a frecventelor de rezonanta a sedimentelor superficiale si amplitudinilor rapoartelor spectrale,
- Definirea unui criteriu de evaluare a vulnerabilitatii si riscului seismic local pentru orasul Timisoara aplicand corelatia dintre tipologia rapoartelor spectrale H/V si tipologia fondului construit afectat in timpul cutremurelor locale puternice,
- Validarea unor relatii de atenuare din literatura cu date de observatie pentru coditiile locale din Banat si aplicarea lor in estimarea hazardului probabilist,
- Hărți probabiliste de hazard seismic elaborate in diferite scenarii pentru prima dată pentru Banat în termenii accelerației de vârf (PGA) și ai accelerației spectrale (SA) ca modele de hazard care integreaza efectele locale,
- Modele de surse seismogene independente, realiste, definite pe criterii obiective, geologice/geofizice cu constrangeri seismologice si geodezice,
- Baza de date de tip Access (MSOffice) cu surse seismogenetice de tip compozit/arie cu posibilitate de completare cu surse individuale si de extindere la alte zone seismice din Romania.

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 01-07

- Harta seismicitatii Romaniei si definirea zonelor seismogene,
- Definirea parametrilor surselor sesimice (geometrie, activitate seismica, magnitudine maxima),
- Determinarea si interpretarea solutiilor de plan de falie,
- Construirea hartilor cu falii active si caracterizarea lor prin intermediul parametrilor geometrice si acolo unde a fost posibil prin intermediul parametrilor solutiilor de plan de falie,

- Pornind de la datele rezultatelor studiilor de sesimicitate (Etapa I), s-au definit sursele sesimice din zonele studiate dupa cum urmeaza: Sursa nord dobrogeana, Sursa centru dobrogeana-Shabla (Etapa II), Sursa sud dobrogeana(Shabla), Sursa Platforma Moesica(zona NV Bucuresti) (Etapa III), Sursa Campulung – Sinaia (Etapa IV), Sursa bazinului Panonic (Etapa V), Sursele existente in zona selful romanesc al Marii Negre (Etapa VI) si Sursa Valea Oltului (Etapa VII). Aceste surse au fost definite prin intermediul geometriilor lor, prin intremediul distantelor epicentrale si adancimilor hipocentrale relative la zonele industriale sau la localitatile importante din zona lor de influenta, prin determinarea activitatii lor sesimice si a magnitudinii maxime posibile prin metoda incrementului.

- S-au adus argumente pentru separarea sursei seismice Sinaia-Campulung in doua surse seismice independente, astfel: o zona seismogenetice Sinaia si o zona seimogenetica Campulung, diferite prin domeniul de adancime a cutremurelor, tipul de falieri si structura seismogentica.

- S-a pus in evidenta sursa seismica NV Bucuresti pe un aliniament orientat NE-SV si care prezinta un caracter complex datorita existentei a trei zone distincte, o zona cu falieri normala cu planul de falieri inclinat spre sud est si doua zone de falieri de strike slip situate la extremitatile zonei cu falieri normala. Datorita acestui caracter zona se afla sub supraveghere in continuare pentru determinarea cu acuratete a caracteristicilor zonei, datele de pina acum fiind considerate insuficiente.

- Alta zona cu rezultate desoebite este zona selfului romanesc al Marii Negre in care s-au pus in evidenta activitatea faliilor: Insula Serpilor, Sulina-Tarhankut, Sf. Gheorghe,

Peceneaga-Camena, Capdiava-Ovidiu precum și a altor falii. S-a analizat și potențialul tsunami-genetic al acestor falii, rezultând că există posibilitatea apariției unor fenomene de tip tsunami la intersecția Faliilor Insula Serpilor și Sf. Gheorghe cu falia Nistrului, și la intersecția faliei Costinesti cu falia Lacul roșu. Desigur că zona seismogenetică cea mai importantă rămâne zona Shabla, ea fiind singura care a produs un tsunami notabil cu efecte asupra Țării Românești.

- Zona Valea Oltului se remarcă prin existența unor cutremure istorice destul de importante cum ar fi cutremurul cu  $M_w=6.4$  din data de 26.01.2016, (anul acesta celebrând 100 de ani de la producerea acestuia) precum și altor cutremure cum ar fi secvența sesimică din 12 aprilie 1969 ( $M_w=5.2$  și 500 de replici) și secvența din 29 decembrie 2015 cu  $M_l=4.2$  cu un precursor și 12 replici. Studiile efectuate au evidențiat două caracteristici importante: caracterul compresiv al zonei și distribuția cutremurelor de-a lungul zonei de contact dintre panzele getice și supragetice și un aliniament perpendicular la această zonă de contact.

- În ceea ce privește sursele nord-dobrogeane și central-dobrogeane s-a pus în evidență existența unor falii de sariere în zona nord-dobrogeană de anvergură mică, dar care în conexiune cu faliile mari care mărginesc zona nord-dobrogeană, respectiv Falia Sf. Gheorghe și Falia Peceneag Camena, pot produce cutremure notabile pentru zonă cum ar fi cutremurul din 13 Noiembrie 1981 cu  $M_w=5.1$  care a reactivat faliile din jurul epicentrului generând 6 postsocuri.

- Zona central-dobrogeană caracterizată printr-o structură tip grabean-horst, generează cutremure de magnitudine mică, maxim  $3.6(M_w)$  cu un potențial de a ajunge la  $4.5(M_w)$ .

- Toate aceste studii acoperă primele trei etape din cele 4 ale unui studiu de hazard seismic, adică definirea sursei, selectarea cutremurului de control și determinarea efectelor deplasărilor blocurilor crustale. Studiile efectuate în cadrul acestui proiect au fost baza determinării hazardului seismic efectuate în alte proiecte.

## **Obiectivul 2 - Implicațiile structurii locale și de adâncime asupra hazardului seismic**

Rezultatele care au stat la îndeplinirea obiectivului 1 sunt reflectate în realizarea proiectelor PN 09/02-01, 02-02, 02-03, 02-04, 02-05 și anume:

### ➤ Rezultate obținute în proiectul PN 09/02-01

- Inventarierea faliilor cunoscute sau presupuse a fi active din datele seismologice. Au fost realizate documentări și sinteze asupra unităților tectonice din România, a evoluției și a tectonicii lor actuale pe baza lucrărilor existente și disponibile. Au fost analizate hărți și profile geologice la scări de detaliu, secțiuni seismice ale profilelor crustale de refracție și de reflexie, secțiuni seismice de reflexie la nivelul sedimentarului care traversează faliile active, distribuția 2D și 3D a seismicității crustale corelate cu zonele de falii, date satelitare. Mecanismele focale deduse din date seismice au fost corelate cu tipul de falii rezultate din secțiunile geologice și seismice. S-a determinat direcția componentei orizontale locale de stres și s-au analizat sursele potențiale de stres. S-a determinat intervalul de adâncime (grosimea elastică a crustei/litosferei) cel mai probabil în care are loc acumularea de stres prin modelarea reologică bazată pe structura locală a litosferei și pe geoterma locală.
- Rezultatele obținute constau în hărți la nivel de unitate tectonică și hărți locale cu falii, hărți de seismicitate și direcții de stres, secțiuni geologice și secțiuni seismice cu evidențierea configurației în plan vertical a faliilor, modele reologice care să evidențieze evoluția în adâncime a rezistenței la forfecare, în particular delimitarea zonelor de tranziție de la comportarea casantă la cea ductilă. Aceste hărți, secțiuni și modele reologice au fost realizate pentru fiecare unitate tectonică din România, în timpul celor 4 faze realizate: platformele Moesică, Moldovenească și Scitică, Orogenul Nord Dobrogean, Orogenul Carpaților Orientali, Meridionali și Apuseni, depresiunile Focșani, Transilvania și Pannonică.

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 02-02

- Au fost realizate mai multe baze de date ce cuprind datele de input folosite in programele de tip SHAKE, pentru calculul amplificarii spectrale a stratelor sedimentare de suprafata.
- Au fost considerate toate datele de intrare in programele de calcul, date care au fost masurate in mai multe programe in Bucuresti. Aceste date incep cu vitezele undelor transversale care influenteaza in mare masura amplificariile miscarilor seismice determinate prin modelari. Sunt prezentate in extenso datele obtinute in cadrul mai multor proiecte, precum si compararea acestor date pentru a testa limitele erorilor. Sunt abordate ca elemente de nouatate si metode moderne de masura, nedistructive, care sunt propuse a fi folosite in zone populate pentru obtinerea unor date de masura verificabile.
- Influenta adancimii rocii de baza in cazul Bucurestiului asupra semnalului seismic inregistrat.
- Calculul spectrelor de acceleratii si al amplificariilor spectrale pentru 3 nivele de adancime: 50 m; 70 m; 100 m. Aceste modelari au fost efectuate cu programul SHAKE2000 pe un numar de 16 foraje din Bucuresti, pana la adancimea de 50 si 70 m, precum si pentru 7 locatii unde au existat modele geologice si geofizice pana la 100 m adancime. Conform acestor modele precum si al rapoartelor de amplificare calculate, au fost realizate harti ale rapoartelor de amplificare pentru fiecare nivel in parte. Aceste harti au aratat amplificari importante ale efectelor locale ce variaza pe harta Bucurestiului de la 3 la 6.9. Au fost calculate acceleratiile maxime in mai multe locatii (17) pe baza modelarilor facute si a fost alcatuita harta PGA la suprafata. Aceasta a fost comparata cu harta PGA obtinuta din inregistrariile reale la suprafata in reseaua INCDFP la care au fost adaugate valori PGA din reseaua CNRRS. Comparatia celor 2 harti PGA, cea obtinuta prin modelare si cea obtinuta din inregistrariile de suprafata demonstreaza ca ele se incadreaza cam in aceeasi plaja de valori : 0.04 - 0.078 g pentru harta modelata si 0.015 - 0.075 g pentru cea inregistrata. Acest lucru valideaza rezultatele cercetarilor si recomanda efectuarea de noi modelari pentru nivele mai adanci de 100 m.
- Din modelarile efectuate la cele 3 nivele de adancime (50 m; 70 m; 100 m) se poate considera ca modelele mai adanci se apropie cel mai mult de realitate, in urma comparatiei cu semnale reale, inregistrate la suprafata. Modul de aplicare a acestui semnal seismic puternic este de tipul "inside" deoarece in apropierea Bucurestiului nu exista o zona in care sa apara roca de baza la suprafata.
- In final s-a analizat ponderea pe care au au diferitele date de intrare in programul SHAKE2000 asupra rezultatelor modelarii. Toata metodologia expusa mai sus este propusa pentru o abordare a hazardului seismic local utilizand date de masura achizitionate in site prin metodele ingineriei geofizice. Acestea sunt prelucrate prin modelari echivalent lineare prin metode ale ingineriei seismice si rezulta date de amplificari locale care pot fi verificate si testate. Cresterea rezolutiei punctelor de masura va duce la realizarea unor modele de microzonare functionale si testabile in zone intens populate cu costuri relativ reduse.

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 02-03

- Analiza de corelare incrucisata a zgomotului seismic inregistrat la statii seismice de banda larga reprezinta o abordare noua, moderna si larg utilizata pe plan mondial care permite determinarea structurii interne a Pamantului cu un grad de rezolutie foarte ridicat in cazul unor retele dense de statii. In acest sens, cercetarea efectuata in cadrul acestui proiect a condus la obtinerea unor harti tomografice regionale (harti cu distributia vitezelor de grup si a vitezelor undelor S) de inalta rezolutie inclusiv a structurii crustei din Romania.
- De asemenea, analiza de corelare incrucisata a zgomotului seismic inregistrat de statiile din sudul Romaniei si nordul Bulgariei (statiile instalate in cadrul proiectului transfrontalier DACEA) a permis determinarea unor modele de viteze 1D care pot fi folosite pentru imbunatatirea modelului de referinta utilizat pentru o localizarea cat mai precisa a evenimentelor seismice din Romania si Bulgaria precum si la imbunatatirea modelelor de structura utilizate in calculul hazardului determinist pentru zona de granita dintre Romania si Bulgaria.

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 02-04

- Contribuția științifică principală a proiectului se referă pe de o parte la: obținerea de noi informații despre modelele structurale și de viteza pentru stațiile situate în zonele intens investigate din țara noastră, cu rol atât verificator cât și complementar (zona Vrancea, SE României), dar mai ales de a realiza pentru prima dată modele locale de viteze pentru stațiile seismice ce nu au beneficiat de un studiu amănunțit situate fiind în zone cu o seismicitate mai scăzută (Câmpia Romana, Dobrogea, Banat, Transilvania). Odată obținute aceste modele pot fi folosite în procesele de localizare și de calcul al corecțiilor crustale, oferind coeficienții necesari pentru calculul magnitudinii. Una din cele mai importante realizări ale acestui proiect este implementarea unei proceduri de procesare, analiză și reprezentare grafică semiautomată a funcțiilor receptor calculate pentru un set important de perechi eveniment-stație. Procedura a fost validată și poate fi aplicată pe orice set de date ce îndeplinește criteriile impuse de metoda, necesitând doar o adaptare a parametrilor de procesare utilizați. Un set important de înregistrări seismice au fost selectate pentru a fi folosite în acest studiu (peste 3000 de evenimente seismice).
- Baza de date creată începând cu prima etapă a acestui proiect a devenit una dinamică, noi evenimente adăugându-se pe măsură ce au devenit disponibile, fiind procesate în regim semiautomat.
- S-au utilizat tehnici de procesare a datelor geofizice, ca seturi individuale sau complementare, pentru a obține informații despre structura internă a Pamântului de sub stațiile seismice. Unele dintre aceste metode au fost aplicate pentru prima dată pentru analiza structurii de viteze seismice ce caracterizează teritoriul României. Pentru verificarea veridicității modelelor precum și pentru a observa modul în care acestea sunt influențate de variațiile diferitelor parametri de intrare, au fost generate modele sintetice. Modelele de viteze obținute sunt primele ce caracterizează structura imediat de sub o stație seismică folosind exclusiv date de observație. Modelele astfel obținute vor fi testate și mai apoi implementate în programele de post-procesare a datelor seismice, putând oferi mai ales îmbunătățirea localizărilor evenimentelor seismice.
- Aplicarea metodei funcției receptor a adus atât la rezultate palpabile și reutilizabile (modele de viteze ce caracterizează stațiile analizate) cât și la implementarea unei proceduri de verificare a calității datelor seismice, selectarea lor după criterii prestabilite și analiza primară a formelor de undă ce urmează a deveni date de intrare în studii avansate.

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 02-05

- Proiectarea și instalarea unei rețele GPS permanente pe teritoriul României,
- Realizarea unei baze de date în urma campaniilor de măsurători din perioada 1997 – 2007,
- Calcularea vectorilor de deplasare pentru partea de sud-sud-est și vestul țării și corelarea cu informațiile seismice, geologice și geodezice.

**Obiectivul 3 - Hazardul și risc seismic generat de cutremurile din România**

Rezultatele care au stat la îndeplinirea obiectivului 3 sunt reflectate în realizarea proiectelor PN 09/ 03-01, 03-02, 03-03, 03-04, 03-05, 03-06 și anume:

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 03-01

- Parametrii statistici ai seismicității zonelor seismogene din vestul țării,
- Harti de hazard seismic,
- Curbe de hazard seismic pentru barajele mai importante din vestul României,
- Incadrarea barajelor în clase de risc seismic,
- Integrarea rezultatelor într-o bază de date unitară pentru întreg teritoriul României.

Folosind datele furnizate de studiile de seismicitate, zonare (Etapa I) si hazard probabilist (Etapa a II-a si a V-a) si informatiile constructive legate de barajele din Romania, in etapele a III-a, a IV-a si a VI-a s-au incadrat toate barajele din vestul Romaniei, baraje cuprinse in Registrul Roman al Marilor Baraje (RRMB), in clase de risc seismic. Clasele de risc seismic pot fi folosite la stabilirea necesitatii aprofundarii evaluarilor sigurantei seismice a barajelor incadrate in clase de risc ridicat sau extrem si la stabilirea prioritatii pentru asemenea evaluari. Rezultatele obtinute au fost integrate intr-o baza de date uniforma, unitara si comuna pentru intreg teritoriul Romaniei (Etapa a VI-a si ultima) si sunt utilizate pentru aflarea celor mai vulnerabile facilitati dintr-un numar foarte mare de amenajari. Toate aceste obiective acoperă etapele unei analize probabilistice complete în construirea unor hărți de hazard si risc seismic local pentru orice zonă de interes economico-social. Metodele și metodologiile folosite sunt repetabile pentru orice amplasament aflat în zona de acțiune a cutremurelor puternice. Rezultatele cercetarilor si analiza datelor, vor da autoritatilor si specialistilor in constructii industriale informatii privind modul in care acestea pot fi afectate in timpul producerii unui cutremur major, cu toate implicatiile referitoare la masurile de protectie a populatiei si a bunurilor materiale.

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 03-02

- S-a realizat acumularea de cunostinte, pe baze competitive, la nivel european si mondial, de a obtine rezultate si experienta de prim rang in domeniul cercetarii fundamentale a fizicii Pamantului, in general, al seismologiei, in principal, si de a le transfera catre mediul economic si social din Romania, pentru cresterea competitivitatii acestuia. S-a urmarit cresterea eficientizarii cercetatorilor si activitatii stiintifica prin valorificarea rezultatelor obtinute pina acum.
- Realizarea de noi proceduri, tehnici, protocoale, software ce pot fi inglobate direct in tehnicile curente de concepere a activitatilor de cercetare ce vizeaza includerea noilor efecte de neliniaritate si proprietati visco-elasto-plastice in medii cu geometrii speciale (stratificate, foliate).
- Aceste rezultate prezinta o importanta majora pentru tehnicile de elaborare a microzonarii in vederea evaluarii factorilor de risc si hazard seismic, cu aplicatii la structura geologica a subsolului Romaniei si a caracteristicile locale ale solului, inclusiv cele rezultate din actiunea factorului uman. Aceasta va conduce la reducerea pierderilor de vieti omenesti si materiale la cutremure.

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 03-03

- S-a implementat o metodologie de investigare a fazelor seismice detectate automat cu BURAR, în scopul găsirii unor modele recurente pentru abaterile de încetinire,
- S-a realizat asocierea sosirilor observate cu BURAR cu sosirile teoretice extrase din lista cu evenimentele de referință,
- S-au estimat a două tipuri de corecții medii de slowness (încetinire): (a) vectorii corecțiilor de slowness și (b) deviațiile prevăzute de slowness,
- S-au optimizat procedurile de localizare cu o singură stație de tip array a evenimentelor locale și regionale pe baza caracteristicilor BURAR: funcția de transfer, coerența semnalului înregistrat, nivelul raportului semnal/zgomot al înregistrărilor,
- S-a realizat relocalizarea evenimentelor locale înregistrate de stația BURAR, obținându-se astfel localizările îmbunătățite, pe baza aplicării corecțiilor medii ale încetinerii calculate
- S-a realizat calibrarea stației de tip array BURAR,
- S-a investigat existența unei structuri de tip straturi scufundate în amplasamentul seismic BURAR, în vederea evidențierii influenței ei asupra înregistrărilor stației,

- S-a investigat influența structurii de propagare în măsurarea cu BURAR a evenimentelor seismice, prin analiza cauzelor posibile ale variațiile deviațiilor slowness-ului observate,
- S-a analizat capacitatea de detecție a stației BURAR, în vederea îmbunătățirii algoritmilor de identificare a semnalelor înregistrate și de localizare cu o singură stație de tip array,
- S-a evaluat nivelul de zgomot al amplasamentului stației BURAR pe baza datelor furnizate de instrumentele de scurtă perioadă, prin aplicarea a două metode de prelucrare a datelor înregistrate pe o perioadă de un an: (1) calcularea curbelor densităților spectrale de putere (PSD) și (2) aplicarea tehnicii de analiză frecvență – număr de undă (f-k),
- S-a analizat nivelul de zgomot anual general și al variațiilor diurne și sezoniere ale acestuia
- S-a obținut modelul de zgomot de scurtă perioadă observat la BURAR,
- S-au identificat sursele de zgomot care afectează amplasamentul BURAR,
- S-au prelucrat datelor de infrasunete înregistrate de array-ul acustic IPLOR în vederea obținerii detecțiilor care să fie asociate evenimentelor acustice (erupții vulcanice, explozii),
- S-a făcut interpretarea semnalelor infrasonice detectate în vederea asocierii acestor detecții cu evenimente acustice de tip explozie,
- Au fost monitorizate erupțiile vulcanului Etna prin utilizarea detecțiilor infrasonice obținute din înregistrările stației IPLOR.

➤ Rezultate obtinute in proiectul PN 09/ 03-04

- Analiza elementelor infrastructurii absolut necesare investigării fenomenului interacțiunii teren-structură. Acestea constau în: mișcarea de input asupra fundației (deosebit de importantă deoarece reprezintă inputul întregului sistem), impedanța fundației, modelarea fundației, adâncimea sub cota terenului a fundației și geometria ei. In final, se prezintă modul de integrare a acestor elemente în analiza propriu-zisă de interacțiune teren-structură,
- Modelarea terenului din fiecare strat de sub structură, a tipului de teren (tare sau moale), folosită în calculul interacțiunii seismice teren-structură,
- Influența tipului de structură asupra răspunsului sistemului teren de fundare – structură.
- S-a avut în vedere comportarea dinamică a masivului de pământ în timpul seismelor,
- Pentru exemplificare s-a analizat un model concret de interacțiune teren-structură, la care s-au calculat accelerații maxime, accelerații spectrale în câmp liber, valori spectrale de răspuns, factori de amplificare dinamică, etc. Aceste valori s-au calculat pentru tot sistemul teren – structură,
- S-au calculat în structură forțe axiale, tăietoare și momente încovoietoare,
- Lucrarea prezintă o bază de date de seisme medii și puternice începând cu cel din 1977, cu caracteristicile lor, astfel, la toate aceste seisme s-a calculat spectrul de raspuns, deoarece din acesta se calculează perioada fundamentală a terenului pe care au fost înregistrate,
- S-a realizat o bază de date de perioade fundamentale a numeroase seisme de diferite magnitudini pe mai multe amplasamente. Este de remarcat numărul mare de perioade fundamentale în număr de 34, calculat pe baza înregistrărilor din proiectul "Urban Seismology" pe o suprafață mare a orașului București,
- Pe baza datelor (geologice, geofizice, geotehnice etc.) coroborate din mai multe surse s-a realizat harta de distribuție a perioadelor fundamentale pe suprafața metropolitană a Bucureștiului,
- Demonstrarea puternicei neliniarități în modul de propagare a undelor seismice de la sursă la suprafața pământului, cu precădere la evenimentele puternice,
- Demonstrarea necesității studiilor de amplasament, ținând seama de comportarea neliniară a valorilor output-amplasament, input-clădire (producerea fenomenului de interacțiune teren-structură) în metropola București, mai ales la clădirile de importanță deosebită și cu înălțimi peste media orașului,
- Variația factorului de amplificare spectrală cu magnitudinea cutremurelor,

- Bază de date a factorilor de amplificare spectrală pentru zona metropolitană București și anumite orașe din regiunea extra-Carpatică la cutremurele puternice din 1986 și 1990.
- Rezultate obținute în proiectul PN 09/ 03-05
  - caracterizarea geologică și tehnică a amplasamentelor observatoarelor GPS din cadrul rețelei Vrancea,
  - fișe tehnice ale stațiilor GPS temporare importante,
  - schema de descompunere a rețelei de stații permanente Vrancea extinsă în elemente finite, cu raportare la hărțile geologice existente,
  - determinări ale vectorilor de deplasare ale nodurilor rețelei și ale vitezelor mediate ale observatoarelor GPS,
  - câmpul vectorilor de deformare crustală pe componentele strain principal maxim  $\varepsilon_1$ , strain principal minim  $\varepsilon_2$ ,
  - hărți ale componentelor strain-ului crustal maxim și minim realizate prin softuri de specialitate tip GIS,
  - tabele de calcul pentru energia potențială, energia de deformare și energia totală acumulate într-o rețea de elemente finite,
  - estimarea ratelor de acumulare a energiei într-o rețea de puncte geodezice,
  - diagrame și hărți de reprezentare a rezultatelor numerice calculate,
  - tabele de calcul pentru toate componentele matricii de deformare,
  - hărți ale componentelor strain-ului de forfecare, strain-ului de forfecare tehnic și a componentei de rotație,
  - descrierea rețelei de stații permanente după anul 2012, cu propuneri de densificare, discretizarea în elemente finite, caracteristicile geometrice ale elementelor finite, perspective de dezvoltare.

Din realizările evidențiate mai sus se pot sublinia cele de la punctele 2, 3, 6, 8, 10, 11, 12 care prezintă *un caracter de noutate absolută*, fiind prezentate în premieră în Rapoartele Proiectului Nucleu 2009 - 2015.
- Rezultate obținute în proiectul PN 09/ 03-06
  - primul model GIS (3D) al structurii locale în regiunea capitalei,
  - extinderea domeniului de frecvențe pentru simulări de la 1 Hz la 2 Hz,
  - harta cu distribuția mișcării seismice posibile/asteptate în regiunea capitalei la un posibil cutremur vrancean cu  $M_w=7.7$ ,
  - 6 scenarii de risc seismic pentru București.

#### **Obiectivul 4 - Detectarea în timp real a cutremurelor catastrofale vranceane în vederea reducerii riscului seismic.**

Rezultatele care au stat la îndeplinirea obiectivului 4 sunt reflectate în realizarea proiectelor PN 09/ 04-01, 04-02 și anume:

- Rezultate obținute în proiectul PN 09/ 04-01
 

Pe durata proiectului s-a dezvoltat și îmbunătățit continuu sistemul de avertizare pentru cutremure vranceane puternice, adăugându-se noi capacități acestuia. Prin perfecționarea continuă a acestuia, s-a reușit reducerea erorilor asociate localizării și estimării magnitudinii cutremurelor semnificative din zona Vrancea. Prima localizare și estimare de magnitudine se realizează într-un interval de timp de 4 secunde după detecția în zona epicentrală a unei P, prin aceasta crescându-se timpul de alarmare.

În prezent sistemul de avertizare pentru zona seismică Vrancea este printre putinele sisteme de alarmare la cutremure operaționale din lume și singurul operațional din Europa.
- Rezultate obținute în proiectul PN 09/ 04-02



- Fazele de realizat pe toată durata cercetării au cuprins: (i) - Stabilirea bazelor de date; (ii) - Prezentarea rezultatelor primare referitoare la cutremurele foarte mari; (iii) - Testarea precursorului pentru zona Vrancea. Diseminarea rezultatelor în reviste științifice și simpozioane științifice naționale și internaționale.
- Cercetări privind găsirea unor precursori seismici în vederea prognozelor seismice cât mai precise sunt efectuate de aproape o sută de ani.
- S-au analizat o serie de precursori geofizici cu potențial în prognoza seismică. Testele efectuate pe baza de date disponibilă nu au dus la rezultate concludente în ceea ce privește prognoza seismică.
- Analiza geo-statistică a procesului de încărcare într-o zonă seismică analizată ne scoate în evidență anomalii care apar în evoluția diferiților parametri ai procesului de încărcare.
- A fost indentificat un parametru numit „parametrul alfa” care are o evoluție anormală înaintea producerii unui cutremur mare semnalizându-se astfel faptul că un cutremur de magnitudine mare se va produce.

#### 4. Prezentarea rezultatelor

##### 4.1. Rezultate concretizate în studii, proiecte prototipuri (produse), tehnologii, alte rezultate (inclusiv fila de catalog a produsului, tehnologiei sau serviciului – după *modelul anexat*):

Denumirea proiectului	Tipul rezultatului	Efecte scontate
<b>01-01.</b> Utilizarea rețelelor dense de stații seismice pentru analiza proceselor seismotectonice în crusta și mantaua superioară	<b>Studii</b>	<b>01-01.</b> Analiza formelor de seismicitate specifice zonelor seismogene prin tehnici de mare rezoluție. Analiza efectelor locale
<b>01-02.</b> Evaluarea geo-hazardelor pe teritoriul României;	<b>Studii</b>	<b>01-02.</b> Harta geohazardelor la scară națională și locală (geohazarde locale în zona Izvoarele Galati). Date de intrare pentru evaluări multi-risc.
<b>01-03.</b> Inversia neliniară a seismogramelor de scurtă perioadă pentru determinarea parametrilor sursei seismice și estimarea de modele locale pentru factorul de calitate al mediului în zona Vrancea și ariile adiacente.	<b>Studii</b>	<b>01-03.</b> Procedură de inversie neliniară utilă pentru analizele de hazard seismic local.
<b>01-04.</b> Modelarea seismicității și a surselor seismice de pe teritoriul României.	<b>Studii</b>	<b>01-04.</b> Punerea în evidență a caracteristicilor surselor seismice necesare în analizele de hazard seismic.
<b>01-05.</b> Cercetări complexe privind discriminarea seismică dintre cutremurele naturale și exploziile subterane și supraterane, controlate sau accidentale, pentru caracterizarea seismicității reale și induse a	<b>Studii</b>	<b>01-05.</b> Discriminarea evenimentelor man-made și a evenimentelor naturale utilizând metode și algoritmi specifici.

teritoriului României		
<b>01-06.</b> Structuri geologice si sisteme de falii cu potențial seismic in partea de Vest si Sud - Vest a României	<b>Studii</b>	<b>01-06.</b> Evaluarea hazardului seismic in partea de Vest și Sud - Vest a României.
<b>01-07.</b> Model geofizic al sistemelor de fracturi active de pe teritoriul României. Structuri seismogenetice.	<b>Studii</b>	<b>01-07.</b> Date necesare in studiile de hazard si risc seismic.
<b>02-01.</b> Caracterizarea câmpurilor de falii crustale active din România	<b>Studii</b>	<b>02-01.</b> Date necesare evaluării structurii si dinamicii litosferei.
<b>02-02.</b> Studiul efectele locale si implicatiile lor in cuantificarea hazardului seismic.Studiu de caz pentru Bucuresti	<b>Studii</b>	<b>02-02.</b> Model geologic si geofizic necesar analizelor efectelor locale.
<b>02-03.</b> Investigarea structurii de adâncime prin analiza de cross-corelare a zgomotului seismic înregistrat la stațiile seismice din România.	<b>Studii</b>	<b>02-03.</b> Modele regionale de viteza 1D. Tomografia crustei.
<b>02-04.</b> Cercetări privind structura de adâncime si modele de viteza pentru stațiile rețelei seismice utilizând metoda funcției receptor	<b>Studii</b>	<b>02-04.</b> Date necesare pentru caracterizarea amplasamentelor statiilor seismice, optimizarea localizarii hipocentrale si estimarii magnitudinii
<b>02-05.</b> Modelul geodinamic actual utilizand metoda inversiei simultane a functiilor receptor si curbilor de dispersie ale undelor Rayleigh.	<b>Studii</b>	<b>02-05.</b> Informatii satelitare in rețeaua de GPS. Harti de miscare a faliilor.
<b>03-01.</b> Incadrarea barajelor din vestul Romaniei in clase de risc seismic in scopul managementului preventiv al dezastrelor. Abordare probabilista si determinista	<b>Studii</b>	<b>03-01.</b> Incadrarea finală a celor 58 baraje din vestul României în clase de risc seismic.
<b>03-02.</b> O noua abordare a evaluării hazardului și reducerii riscului seismic prin considerarea influenței proprietăților neliniare ale mediilor complexe, stratificate și neomogene	<b>Studii</b>	<b>03-02.</b> Luare in calcul a neliniarității terenului in studiile de hazard si risc seismic

<b>03-03.</b> Contribuții la evaluarea hazardului seismic pe teritoriul României pe baza prelucrării și analizei datelor înregistrate cu stații seismice de tip array	<b>Studii</b>	<b>03-03.</b> Folosirea rețelelor array în analizele de hazard seismic
<b>03-04.</b> Reducerea riscului seismic prin considerarea interacțiunii seismice teren – structura	<b>Studii</b>	<b>03-04.</b> Perioade fundamentale de vibrație ale terenului din înregistrări seismice.
<b>03-05.</b> Estimarea câmpului deformațiilor crustale și a ratei de acumulare a energiei în crusta terestră prin măsurători satelitare în zona seismogenă Vrancea	<b>Studii</b>	<b>03-05.</b> Date cantitative necesare studiilor de hazard și risc seismic.
<b>03-06.</b> Potențialul distructiv al seismelor vrâncene și zonarea seismică a capitalei	<b>Studii</b>	<b>03-06.</b> Reevaluarea normelor și recomandările din P100-1/2003 și EC8
<b>04-01.</b> Utilizarea datelor existente pentru dezvoltarea aplicației de achiziție și de alarmare pentru estimarea rapidă a magnitudinii	<b>Studii</b>	<b>04-01.</b> Algorimi de creștere a performanței sistemului de avertizare seismică în timp real(EWS).
<b>04-02.</b> Cercetări cu privire la generarea unor precursori seismici folosind analiza geostationară a cutremurelor puternice vrâncene;	<b>Studii</b>	<b>04-02.</b> Prognoze iminente și pe termen lung a cutremurelor de pământ.

#### 4.2. Valorificarea în producție a rezultatelor obținute:

<b>Denumirea proiectului</b>	<b>Tipul rezultatului</b>	<b>Utilizatori</b>	<b>Efecte socio-economice la utilizator</b>
Utilizarea datelor existente pentru dezvoltarea aplicației de achiziție și de alarmare pentru estimarea rapidă a magnitudinii	Aplicativ-hazard și risc seismic	CNE Cernavoda	Siguranța reactoarelor U1 și U2 la acțiunea seismică.
Utilizarea datelor existente pentru dezvoltarea aplicației de achiziție și de alarmare pentru estimarea rapidă a magnitudinii	Reducerea hazardului seismic	RAAN - Pitesti	Siguranța reactorului de cercetare de la RAAN Pitesti

#### 4.3. Participarea la colaborări internaționale:

Nr. crt.	Denumirea programului internațional	Țară și/sau CE unități colaboratoare	Denumire proiect	Valoarea proiectului (mii lei)	
				Valoare totală proiect	Valoare țară
1.	FP7	Elveția - ETH	Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation (NERA)	40.500,00	810,00
2.	ESFRI	Italia - INGV	European Plate Observing System	18.000,00	495,00
3.	JRC	Italia - ISPRA	Earthquake global monitoring for tsunami generation, for earthquakes with magnitude $M \geq 7$ (GTIMS)	-	83,25
4.	Joint Operational Programme "BLACK SEA 2007-2013"	Bulgaria, Turcia, Moldova	Black Sea Earthquake Safety Network (ESNET)	2.025,00	1.125,00
5.	FP7	Portugalia - IPMA	Assessment, Strategy and Risk Reduction for Tsunamis in Europe (ASTARTE)	20.250,00	135,00
6.	FP7	Elveția - ETH	Seismic Hazard Harmonization in Europe (SHARE)	18.000,00	405,00
7.	FP7	Italia - AMRA	Strategies and tools for Real Time Earthquake Risk Reduction (REAKT)	20.750,00	415,00
8.	Cross-border	Romania - INCDFP	Danube Cross-border system for Earthquakes Alert (DACEA)	25.650,00	19.125,00
9.	Cross-border	Romania - GEOECOMAR	Set-up and implementation of key core components of a regional early-warning system for marine geohazards of risk to the Romanian-Bulgarian Black Sea coastal area (MARINE-GEOHAZARD)	26.100,00	2.295,00
10.	FP6	Germania - GFZ	Seismic Early Warning for Europe (SAFER)	30.600,00	945,00
11.	FP6	Elveția - ETH	Network of Research Infrastructures for European Seismology (NERIES)	47.250,00	585,00
12.	CEI	Italia - ICTP Trieste	Deterministic seismic hazard analysis and zonation of the territory of Romania, Bulgaria and Serbia	-	-
13.	CEI	Italia - ICTP Trieste	Unified seismic hazard mapping for the territory of Romania, Bulgaria, Serbia and Republic Macedonia	-	-
14.	CTBTO		Participarea Romaniei la activitatile din cadrul CTBTO in vederea respectarii Tratatului de Interzicere Totala a Experientelor Nucleare	-	-
15.	NATO SfP	Grecia - NOA	Monitoring Crustal deformation in	-	-

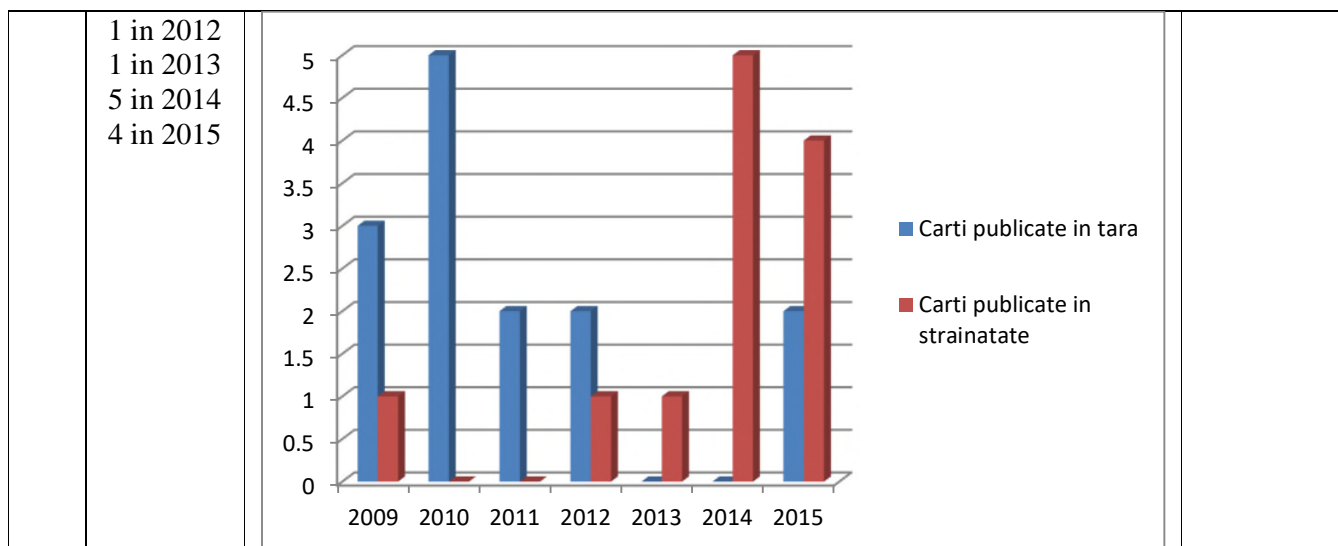
			West-Central Bulgaria and Northern Greece using the Global Positioning System		
16.	Bilateral	SUA - AFTAC	The enhancement of the station Bucovina (BURAR) for signal detection and seismic phase identification at regional and teleseismic monitoring	-	465,60
17.	H2020	Franța - CEA	Atmospheric dynamics Research InfraStructure in Europe (ARISE)	9.000,00	-

#### 4.4. Articole (numai cele publicate în reviste cu referenți de specialitate):

Nr. crt.	Denumirea publicației	Titlul articolului																								
	<p>- în țară: <b>60</b>, din care:</p> <p>16 in 2009 6 in 2010 14 in 2011 8 in 2012 9 in 2013 2 in 2014 5 in 2015</p> <p>- în străinătate: <b>73</b>, din care:</p> <p>6 in 2009 7 in 2010 10 in 2011 15 in 2012 9 in 2013 7 in 2014 19 in 2015</p>	<p>Titlurile articolelor se regăsesc în datele privind finalizarea proiectelor (machetele XI)</p> <table border="1"> <caption>Data for Article Publication Chart</caption> <thead> <tr> <th>An</th> <th>Articole publicate in tara</th> <th>Articole publicate in strainatate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2009</td> <td>16</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2010</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>2011</td> <td>14</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>2012</td> <td>8</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>2013</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>2</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>5</td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table>	An	Articole publicate in tara	Articole publicate in strainatate	2009	16	6	2010	6	7	2011	14	10	2012	8	15	2013	9	9	2014	2	7	2015	5	19
An	Articole publicate in tara	Articole publicate in strainatate																								
2009	16	6																								
2010	6	7																								
2011	14	10																								
2012	8	15																								
2013	9	9																								
2014	2	7																								
2015	5	19																								

#### 4.5. Cărți publicate:

Nr. crt.	Titlul cărții	Editura	Autor principal
	<p>- în țară: <b>14</b>, din care:</p> <p>3 in 2009 5 in 2010 2 in 2011 2 in 2012 2 in 2015</p> <p>- în străinătate: <b>12</b>, din care:</p> <p>1 in 2009</p>	A se vedea Machetele XI (datele privind finalizarea proiectelor)	A se vedea Machetele XI (datele privind finalizarea proiectelor)



#### 4.6. Manifestări științifice:

Nr. crt.	Manifestări științifice	Număr de manifestări	Număr de comunicări
	a) congrese internaționale:	1 (2009) 3 (2010) 5 (2011) 6 (2012) 3 (2013) 2 (2014) 4 (2015)	21 (2009) 30 (2010) 14 (2011) 29 (2012) 22 (2013) 17 (2014) 24 (2015)
	b) simpozioane:	3 (2009) 2 (2010) 3 (2011) 1 (2012) 3 (2013) 2 (2014) 3 (2015)	9 (2009) 5 (2010) 5 (2011) 1 (2012) 3 (2013) 2 (2014) 18 (2015)
	c) seminarii, conferințe:	3 (2009) 8 (2010) 3 (2011) 6 (2012) 9 (2013) 5 (2014) 9 (2015)	10 (2009) 26 (2010) 10 (2011) 10 (2012) 12 (2013) 13 (2014) 16 (2015)
	d) workshop:	3 (2009) 1 (2010) 4 (2011) 5 (2012) 4 (2013) 7 (2014) 5 (2015)	3 (2009) 1 (2010) 6 (2011) 5 (2012) 11 (2013) 12 (2014) 7 (2015)

#### 4.7. Brevete rezultate din tematica de cercetare:

Nr. crt.	Specificație	Brevete înregistrate (nr.)	Brevete acordate (nr.)	Brevete vândute (nr.)
1	în țară	A/01321	RO128667-A2	-
	<b>Total:</b>			

#### 5. Aprecieri asupra derulării și propunerii :

Tematica cercetărilor desfășurate în perioada 2009-2015 în cadrul Programului Nucleu, intitulat "Cercetări complexe privind evaluarea și reducerea riscului seismic pe teritoriul României/CERRS" a continuat cercetările și seria de rezultate obținute de institut în celelalte două Programe Nucleu: (i) - „Cercetări privind hazardul seismic la nivel național și local (HAROM) ” (2003-2005); (ii) - „Cercetări avansate privind managementul dezastrelor generate de cutremurele românești / CAPMAG” (2006-2008). Aceste cercetări sunt conforme cu tematica și conținutul activităților din HG 1313/25 noiembrie 1996 (Legea de înființare a Institutului Național de Cercetare Dezvoltare în Fizica Pământului; 702/19 iulie 2001 (Participarea tehnică a României la activități în sprijinul aplicării Tratatului de interzicere totală a experiențelor nucleare - CTBTO Viena) și 372/18 martie 2004 (Programul național de management al riscului seismic).

Cercetarea dezvoltată în INCDFP a sprijinit și va sprijini: (i) - formarea, dezvoltarea, integrarea și consolidarea în domeniul fizicii Pământului a fizicii cutremurelor, a unei rețele de cercetare a carei activitate va atinge nivelul de excelență, recunoscut conform normelor internaționale; (ii) - accelerarea procesului de aliniere și integrare tehnologică a agenților economici, conform cerințelor și reglementărilor Uniunii Europene; (iii) - creșterea capacității INCDFP de a asigura parteneri performanți în programele de colaborare științifică și tehnică și în alianțele tehnologice internaționale; (iv) - integrarea și consolidarea rețelelor de instituții CD în domeniile vizate.

Ariilor tematice S&T ce vor fi abordate în cadrul Programului NUCLEU (2016-2018) pentru perioada următoare va cuprinde cercetări complexe, dezvoltate de INCDFP, privind: (i) - Hazard seismic regional și local; (ii) - Evaluarea riscului seismic pentru creșterea rezilienței societății; (iii) - Instrumente și tehnologii multidisciplinare de detecție pentru seismologia în timp real în cadrul unor colaborări cu organizațiile internaționale și în cadrul Programului ORIZONT 2020.

**DIRECTOR GENERAL,**

**DIRECTOR DE PROGRAM,**

**DIRECTOR ECONOMIC,**

**Dr. Ing. Constantin Ionescu**

**Prof. Dr. ing. Gheorghe Marmureanu**

**Ec. Gabriela Borleanu**