

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

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
Prof. Dr. Ing. Gheroghe Marmureanu

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: PN 16 35 03 06

Proiectul: Optimizarea localizarii automate, in timp real, a evenimentelor produse pe teritoriul Romaniei, folosind sisteme avansate de prelucrare

Faza 1: Realizarea unei baze de date cu formele de unda si selectarea evenimentelor locale si localizarea manuala.

Termen: 29-07-2016

1. Obiectivul proiectului:

Obiectivul principal al proiectului il reprezinta optimizarea programului Seiscomp3 in vederea localizarii automate a evenimentelor seismice produse la adancimi crustale si intermediare pe teritoriul Romaniei si a calcularii magnitudinii locale.

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

- baza de date care va contine: forme de unda, localizari obtinute cu Seiscomp3, date de instrumentatie.
- modul de calcul a magnitudinii locale pentru cutremurile crustale si de adancime intermediara produse pe teritoriul Romaniei
- sistem in timp real pentru detectarea evenimentelor intermediare si de suprafata
- Lucrari publicate: 1 articol intr-un jurnal ISI cu factor de impact si 2 comunicari stiintifice la conferinte si workshopuri de profil

3. Obiectivul fazei:

Realizarea unei baze de date care sa contina evenimente locale produse la adancime crustale si intermediare. Relocalizarea evenimentelor pentru a obtine localizari cu erori minime.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

- baza de date care va contine: forme de unda, localizari obtinute cu Seiscomp3, date de instrumentatie
- 2 comunicari stiintifice la conferinte si workshopuri de profil/etapa

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

Institutul National pentru Fizica Pamantului (INFP), foloseste o retea seismica in timp real, proiectata pentru monitorizarea activitatii seismice de pe teritoriul Romaniei, dominata de cutremurele de adancime intermediara (60-200 km) din zona Vrancea. Capacitatea de a reduce impactul cutremurilor asupra societatii depinde de existenta unui numar mare de date observationale de inalta calitate si de performanta sistemelor si metodelor de prelucrare a datelor inregistrate. Dezvoltarea in ultimii ani a retelei seismice si existenta unui sistem avansat de achizitie sunt factori esentiali pentru atingerea acestui obiectiv.

Reteaua Seismica Nationala este alcatuita din statii seismice digitale echipate cu senzori de acceleratie (episenzori) si senzori de banda larga (STS2, CMG3ESP, KS2000, CMG40-T, PBB_200) sau senzori de scurta perioada (MP, SH-1, S13) (Neagoe *et al.*, 2011).

Reteaua seismica digitala in timp real (Figura 1) este alcatuita din 114 statii seismice cu trei componente si doua array-uri seismice: BURAR, situat in partea de nord a tarii, in Bucovina, si PLOR, situat in zona seismica Vrancea, la Plostina.

In cadrul acestui proiect se urmareste optimizarea programului Seiscomp3, un sistem automat care ofera: achizitie de date, schimb de date in timp real, procesare date in timp real, arhivarea si distributia formelor de unda, detectarea si localizarea automata a evenimentelor seismice (figura 2).

Programul Seiscomp a fost dezvoltat in ultimul deceniu. Un efort important a fost acela de a consolida modulele existente (ex., Seedlink; Hanka *et al.*, 2000) intr-un sistem complet functional de monitorizare a cutremurilor, cunoscut acum ca Seiscomp3. Dezvoltarea acestui sistem a fost finalizata in 2008, de catre GEOFON, la GFZ Potsdam in Germania. Proiectul in cadrul caruia a fost realizat programul a fost finantat din fonduri interne ale GFZ, proiecte Europene si Proiectul „German Indonesian Tsunami Early Warning System” (GITEWS) (www.gitews.de). In prezent, Seiscomp3 este o suita completa de programe cu o baza de date unica si care ofera module pentru achizita, procesarea si arhivarea datelor si care de asemenea include si o interfata grafica. Seiscomp3 este un

program codat in C++, care are librarii ce pot fi accesate prin scripturi Python si adera la standardele comunitare, cum ar fi QuakeML (<https://quake.ethz.ch/quakeml>) si SEED (http://www.iris.edu/manuals/SEEDManual_V2.4.pdf).

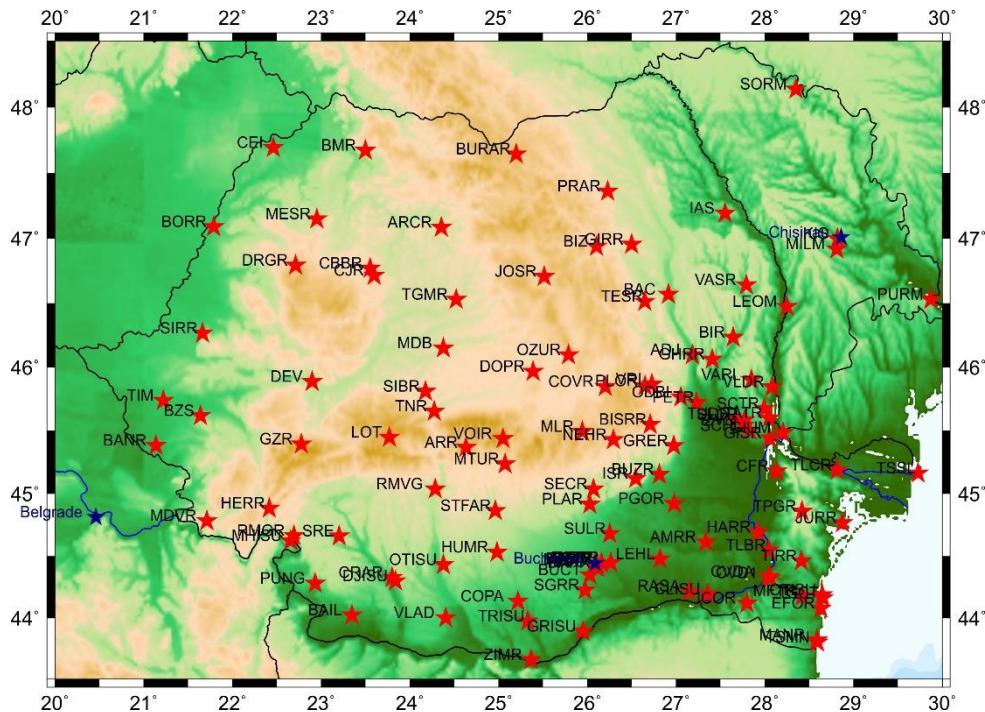


Figura 1- Reteaua seismică digitală în timp real dezvoltată de INFP

Seiscomp 3 castiga rapid popularitate mai ales in Europa, unde componente sale au fost dezvoltate cu suport de la proiecte Europene si in Asia de Est unde acest program este folosit pentru alertare rapida in cazul producerii evenimentelor de magnitudine mare (ex., Indonesia). In principal, Seiscomp3 a fost dezvoltat pentru a detecta si localiza evenimente la scara regionala si globala (Hanka et al., 2010). In prezent, abilitatea acestui program de a monitoriza seismicitatea locala s-a imbunatatit, Seiscomp3 fiind instalat si evaluat la multe centre regionale si locale din Europa,. Pe langa GFZ, Germania, Seiscomp3 este operational in Indonesia si Grecia si sub evaluare in cateva tari active din punct de vedere seismic (ex: Noua Zeelanda).

Un avantaj important al Seiscomp3 este acela ca foloseste o singura baza de date (suportand baze de date de tip open source, ex. MySQL sau PostgreSQL), care utilizeaza un model bazat pe standardul QuakeML (Schorlemmer et al., 2011). De asemenea, un alt avantaj il reprezinta si faptul ca este un program complet gratuit, suportat de utilizatori si de comunitati de dezvoltare soft active.

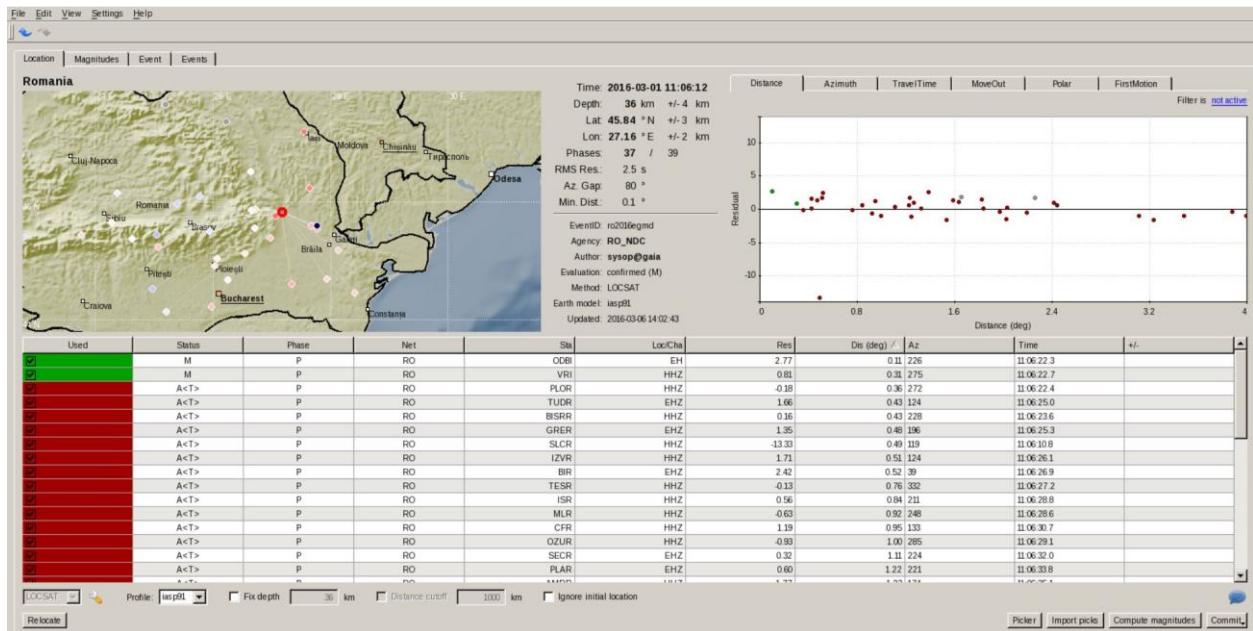


Figura 2 – Detectiea automata si procesarea datelor seismice folosind Seiscomp3

Unul dintre obiectivele proiectului il reprezinta optimizarea sistemului in timp real privind algoritmul de detectie si localizare a cutremurelor produse pe teritoriul Romaniei. Acest lucru inseamna setarea parametrilor acestui program pentru a recunoaste si estima intr-un mod preliminar si automat localizarea tuturor evenimentelor cu magnitudine mai mare decat pragul de alarma si evitarea evenimentelor false. Aceasta problema este fundamentala pentru garantarea unor rezultate consistente si sigure. In cadrul proiectului vor fi testate diferite combinatii aiile parametrilor programului, pe o baza de date alcătuita din cutremure locale inregistrate in ultimii ani si reprezentative din punct de vedere al magnitudinii si distributiei geografice. A Studiul va fi focusat pe algoritmi (detectie si module de asociere) care detecteaza si localizeaza evenimente seismice. Algoritmul STA/LTA (short-term average crosses through a long-term average) defineste pragul de detectie si este aplicat, pentru diferite filtre trece banda, pe forma de unda continua. Aceste intervale de frecventa sunt strict legate de caracteristicile semnalului pentru cutremure locale (gama de frecvente inalte), regionale (gama de frecvente intermediare) si teleseisme (gama de frecvente joase). Daca pragul de detectie este depasit, detectia este declarata deschisa si va fi inchisa atunci cand raportul STA/LTA este mai mic decat pragul de detectie. Evenimentele locale necesita detectarea la frecvente mai mari si o cautare in grid pe o zona locala, cu o rezolutie adevarata. Declararea unui eveniment este setata de un numar minim de statii care au detectat

evenimentul si de fereastra de timp asociata fazelor(un parametru foarte important ce trebuie foarte fin ajustat).

Optimizarea acestui sistem este de asemenea foarte importanta si pentru centrul european EIDA (European Integrated Data Archive). Institutul National pentru Fizica Pamantului este un nod principal in acest centru. Un rol important al EIDA il reprezinta asigurarea arhivarii formelor de unda seismice cat si a instrumentatiei existente la centrele Europene de cercetare si oferirea accesului la aceasta arhiva, intregii comunitati de cercetatori. Nodurile EIDA sunt centre de date care colecteaza si arhiveaza date de la retele seismice echipate cu senzori de banda larga, senzori de scurta perioada, accelerometre, senzori de infrasunete si alte instrumente geofizice. Momentan, exista 10 astfel de noduri care contribuie cu date la EIDA. Dintre acestea, 8 sunt noduri principale: KNMI- Olanda, GFZ, BGR- Germania, RESIF-Franta, INGV – Italia, ETH- Elvetia, NIEP- Romania, KOERI – Turcia.

Seiscomp3 este un program complet impartit in module de functionare (SeisComP3.org 2011a, 2011b]). (Figura 3).

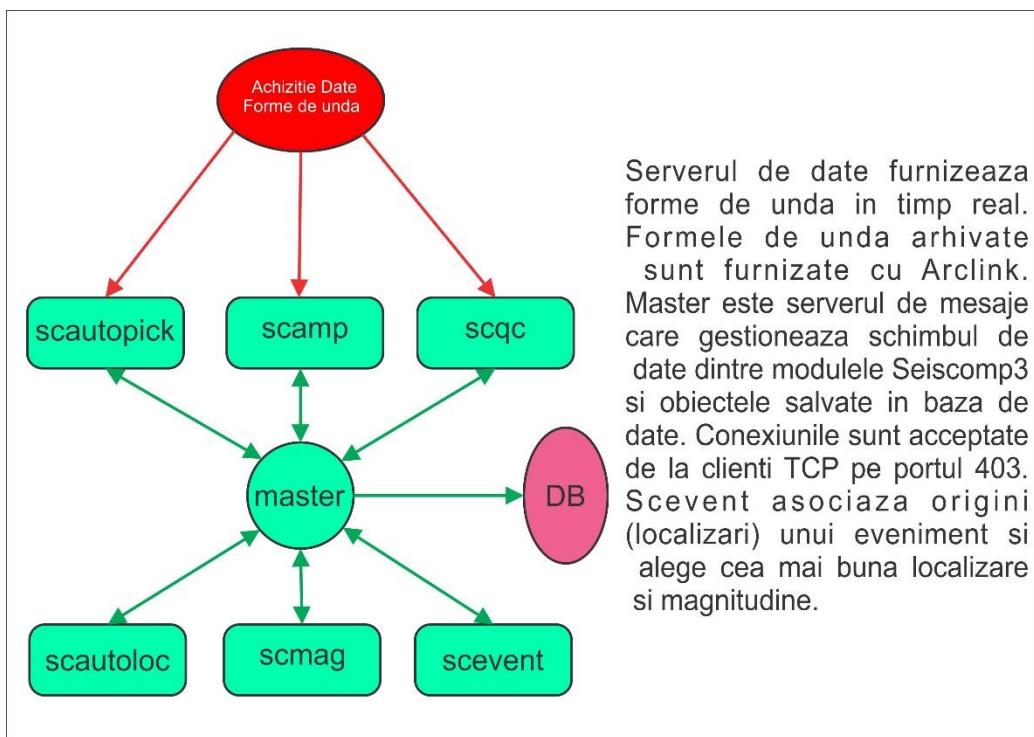


Figura 3 – Schema bloc a Sistemului de Procesare Seiscomp3

In continuare este descris modul prin care se va imbunatatii localizarea manuala a evenimentelor locale prin configurarea modulelor "scautoloc si scautopick" pe baza

multiplelor relocalizari cu parametrii diferiti. Parametrii au fost testati pe 52 de evenimente locale si regionale. Perioada de timp a producerii acestor evenimente a fost intre 01 noiembrie 2015 si 29 februarie 2016.

Scopul realizarii acestor teste il reprezinta sporirea capacitatii de detectie a evenimentelor locale atunci cand este folosita o retea densa de statii seismice de banda larga, de a reduce detectiile evenimentelor localizate gresit si de asemenea, pentru minimizarea asocierilor false. Configurarea optima a sistemului pentru detectarea evenimentelor locale se realizeaza prin efectuarea urmatoarelor modificari in fisierele de configurare: (modulul scautopick) : eliminarea offset-ului, aplicarea unui ITAPER de 30 de secunde si schimbarea frecventei pentru filtru de trece banda intre 4 si 12 Hz, schimbarea ferestrei STA/LTA (Short Time Average/ Long Time Average), in cazul de fata 2 secunde si 10 secunde.

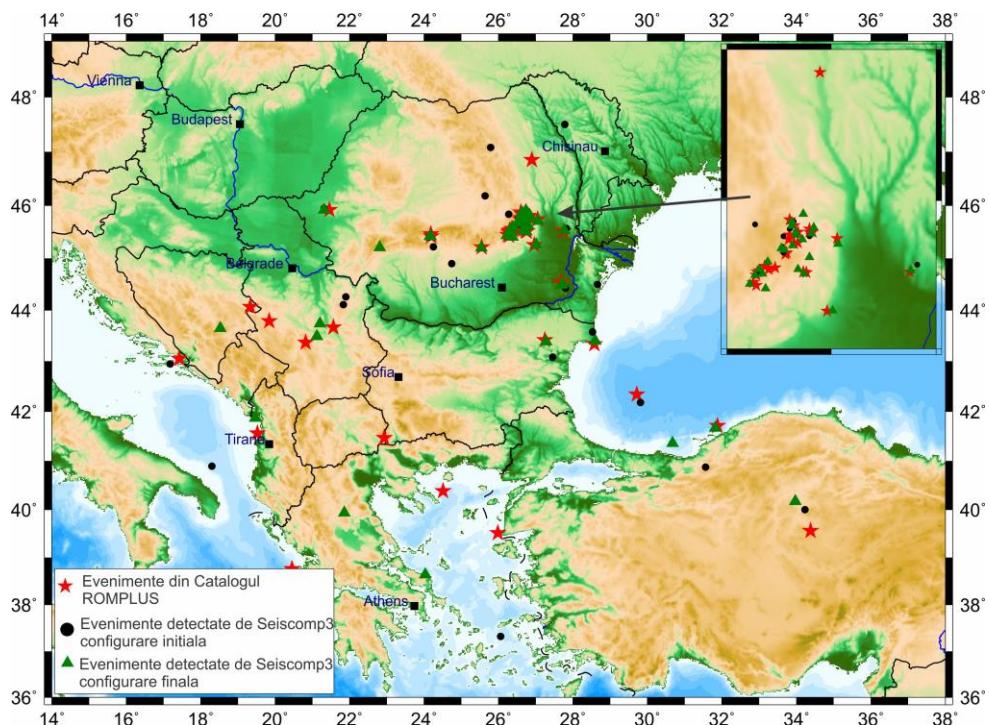


Figura 4 – Epicentrele Evenimentelor din catalogul ROMPLUS selectatea pentru acest studiu si a evenimente detectate cu Seiscomp3 folosind parametrii pentru configurare locala

In modulul "scautoloc" modificarea semnificativa a constat in modificarea valorii parametrului "maxResidual" la 3 pentru a reduce rezidu-ul maxim pentru fiecare sosire. 3

secunde este o valoare rezonabila la scala locala. De asemenea, numarul minim de sosiri a fost setat la 5.

Cu configuratia initiala, Seiscomp3 nu a putut detecta evenimente cu magnitudini mai mici de 3. Din cele 52 de evenimente selectate pentru a fi analizate in aceasta faza a proiectului, 19 nu au fost localizate.

Dupa aplicarea configuratiei de mai sus performanta detectiei a crescut semnificativ asa cum este ilustrat in figura 4. Cu noua implementare, programul Seiscomp3 a fost capabil sa detecteze evenimente cu valori ale magnitudinii incepand cu 2.

Bibliografie:

- [1] Cristian Neagoe, Liviu Marius Manea, Constantin Ionescu, Romanian Complex Data Center for Dense Seismic network, Annals of Geophysics, 54, 1, 2011; doi: 10.4401/ag-4809
- [2] SeisComP3.org (2011a) Introduction and scope;
<http://www.seiscomp3.org/wiki/doc/introduction-and-scope>
- [3] SeisComP3.org (2011b). Software architecture.
<http://www.seiscomp3.org/wiki/doc/software-architecture>
- [4] Hanka, W., A. Heinloo, and K. H. Jaeckel (2000). Networked seismographs: GEOFON real-time data distribution, ORFEUS Newsl. 2, no. 3

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

Rezultate:

- baza de date care contine: forme de unda, localizari obtinute cu Seiscomp3, date de instrumentatie
- sistem in timp real pentru detectarea evenimentelor intermediare si de suprafata
- comunicari stiintifice la conferinte si workshopuri de profil:
 - Cristian Neagoe, Bogdan Grecu, Liviu Marius Manea, Earthquake monitoring at different Scales in Romania, SGEM GeoConference, July 2016
 - Cristian Neagoe, Bogdan Grecu, Liviu Marius Manea, Optimizing the real-time automatic location of the events produced in Romania using an advanced processing system, EGU – European Geoscience Union General Assembly, April 2016

Avand in vedere rezultatele obtinute consider ca gradul de indeplinere al obiectivului fazei a fost maxim.

Concluzii :

Scopul acestui studiu a fost acela de a determina parametrii programului Seiscomp3 pentru procesarea in timp real a localizarii automate. Daca facem o comparatie cu configurarea initiala, parametrii noi introdusi permit cresterea numarului de evenimente detectate si localizarea lor este consistenta cu localizarile oferite de catalogul ROMPLUS. De asemenea, este foarte important sa subliniem ca este vorba de localizari automate si in unele cazuri rezultatele nu pot fi mai bune decat localizarile revizuite manual.

Parametrii de detectie sunt foarte importanți pentru detectarea evenimentelor seismice si pentru a realiza discriminarea evenimentelor locale, regionale si telesismice. Sistemul este capabil sa detecteze cat mai multe evenimente si de asemenea poate detecta evenimente care se produc in perioade de timp apropiate.

Parametrii de localizare in timp real utilizati de programul Seiscomp3 trebuie determinati cu o configurare specifica pentru a obtine performante satisfacatoare si rezultate de incredere.

Parametrii obtinuti in acest studiu sunt implementati in sistemul automat in timp real Seiscomp3.

Responsabil proiect

*(Neagoe Cristian)
(Semnătura)*