

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. Gheorghe 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 2: Determinarea parametrilor si implementarea acestora pentru analiza automata in timp real.

Termen: 16-08-2017

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.
- sistem in timp real pentru detectarea evenimentelor intermediare si de suprafata

3. Obiectivul fazei:

Determinarea parametrilor si implementarea acestora pentru analiza automata in timp real.
Realizarea unei aplicatii web pentru vizualizarea in timp real a evenimentelor localizate.

in timp real (Popa et. al 2015). De atunci , numarul statiilor seismice in timp real a crescut semnificativ si in prezent Reteaua Seismica Nationala este alcatuita din: 64 statii de banda larga, 40 de statii de scurta perioada si doua array-uri seismice localizate in Vrancea (Array-ul Plostina) cu 7 elemente si Bucovina (Array-ul BURAR) cu 12 elemente. De asemenea in colaborare cu Institutul de Geologie si Seismologie din Chisinau cinci statii seismice au fost instalate in Moldova, Soroca (SORM), Milesti (MILM), Purcari (PURM), Chisinau (KIS) si Leova (LEOM), (Figura 2).

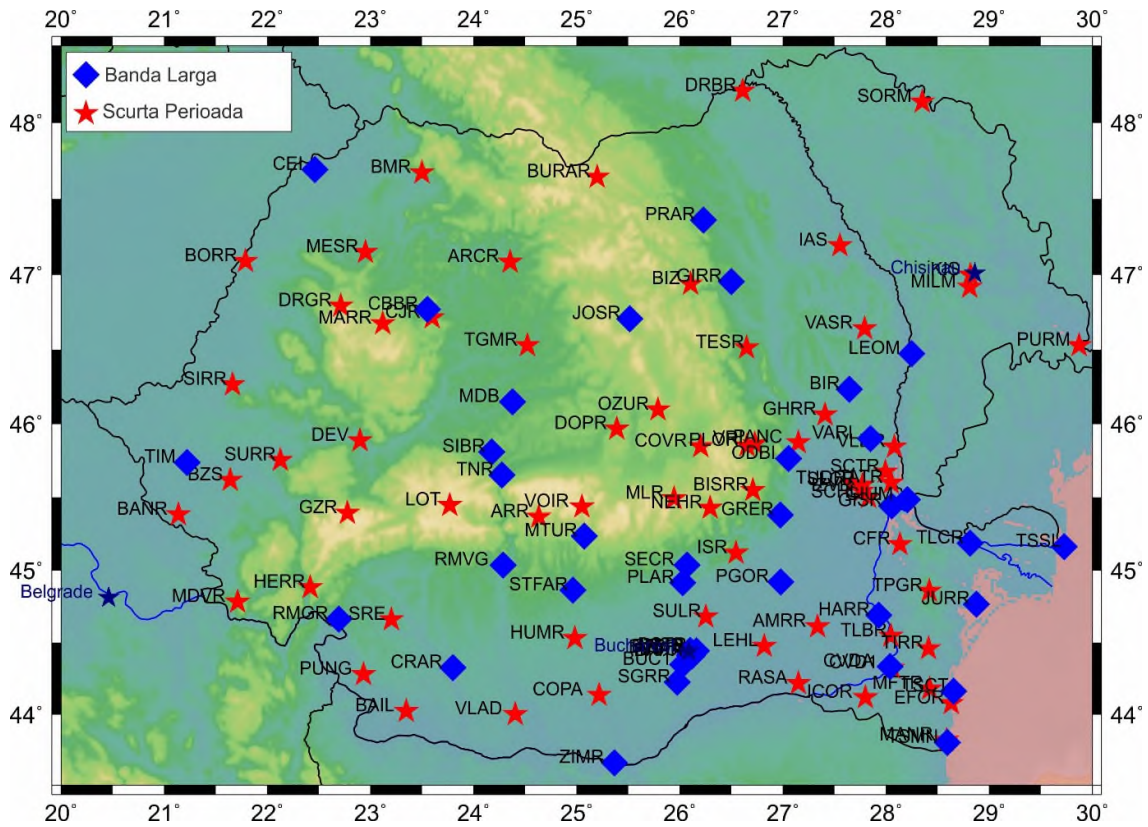


Figura 2 – Reteaua Seismica Nationala a Romaniei si Statiile Seismice din Republica Moldova

Statiile seismice digitale sunt 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). Toate statiile inregistreaza continuu la o rata de esantionare de 100 de sps cu exceptia array-ului BURA care are o rata de esantionare de 40 sps. Datele inregistrate sunt transmise in timp real la Institutul National pentru Fizica Pamantului (INFP) pentru procesare, analiza si diseminare.

Doua sisteme automate sunt folosite in cadrul INFP. Programul Antelope (BRTT, 2011) care furnizeaza detectie automata a evenimentelor, localizare si calculul magnitudinii. Sistemul folosit in acest studiu este Seiscomp3 (Seiescomp3.org 2011) (Figura 3).

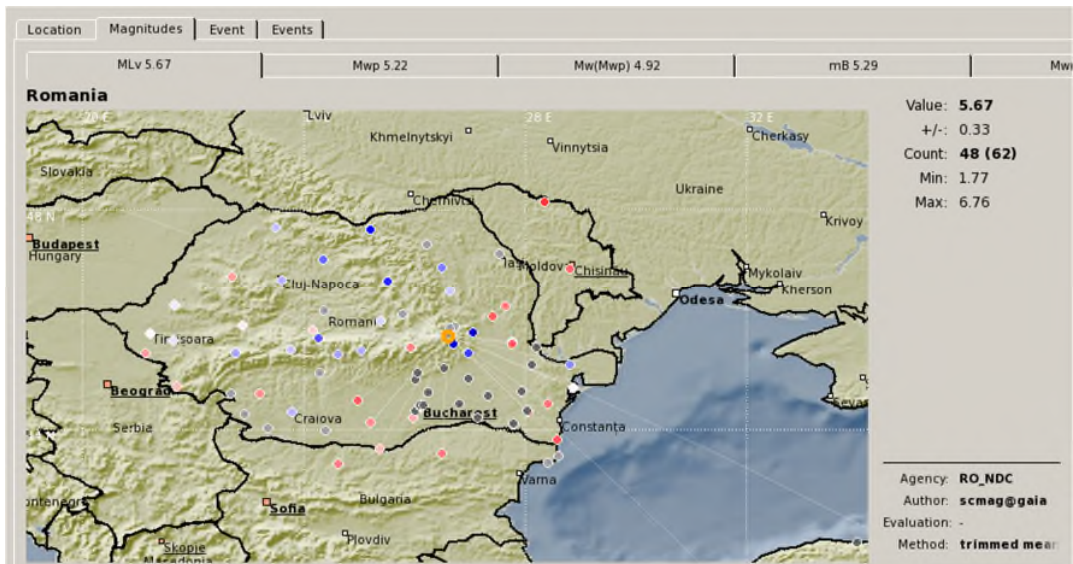


Figura 3 – Detectie Automata, Seiscomp3 – evenimentul 27-December 2016, Mw-5.6

Seiscomp3 este folosit pentru procesare automata – asociere evenimente, trimitere buletine si calculul magnitudinii. De asemenea Seiscomp3 este folosit pentru schimb international de date.

Seiscomp 3 este un program bazat pe module. Protocolul seedlink folosit pentru transmiterea datelor este esenta programului Seiscomp3. In ultimii ani au fost dezvoltate un numar ridicat de module care fac din Seiscomp3 un sistem complet. Fluxul de date este prezentat in figura 4 (www.gempa.de) . Pentru inceput modulul scautopick este conectat la sistemul de achizitie seedlink (SL), apoi scautopick analizeaza formele de unda si trimite sosiri catre grupul sosiri (P). Toate obiectele sunt trimise prin sistemul de mesaje si sunt stocate in baza de date (DB). Din acest punct modulele scmag, scautoloc si scamp sunt conectate si primesc sosiri si amplitudini (A). Mergand inainte modulul scautoloc incepe sa proceseze sosirile si amplitudinile si trimite originile rezultate (O) catre grupul de localizare. In continuare modulele scevent, scmag si scamp sunt conectate cu grupul de localizare si primesc originile. Cu toate aceste informatii modulul scevent creaza un eveniment nou (E) si il trimite catre grupul evenimente. Modulul Scamp calculeaza amplitudinile aditionale si le trimite catre grupul amplitudini. O data ce amplitudinile aditionale sunt determinate modulul scmag le va primii si va trimite magnitudinile calculate (M) catre grupul de magnitudini. Modulul scevent primeste magnitudinile si seteaza magnitudinea preferata si trimite un update al evenimentului catre grupul de evenimente. O data ce toate calculele sunt terminate interfata grafica (GUI) primeste toate informatiile evenimentului si le afiseaza.

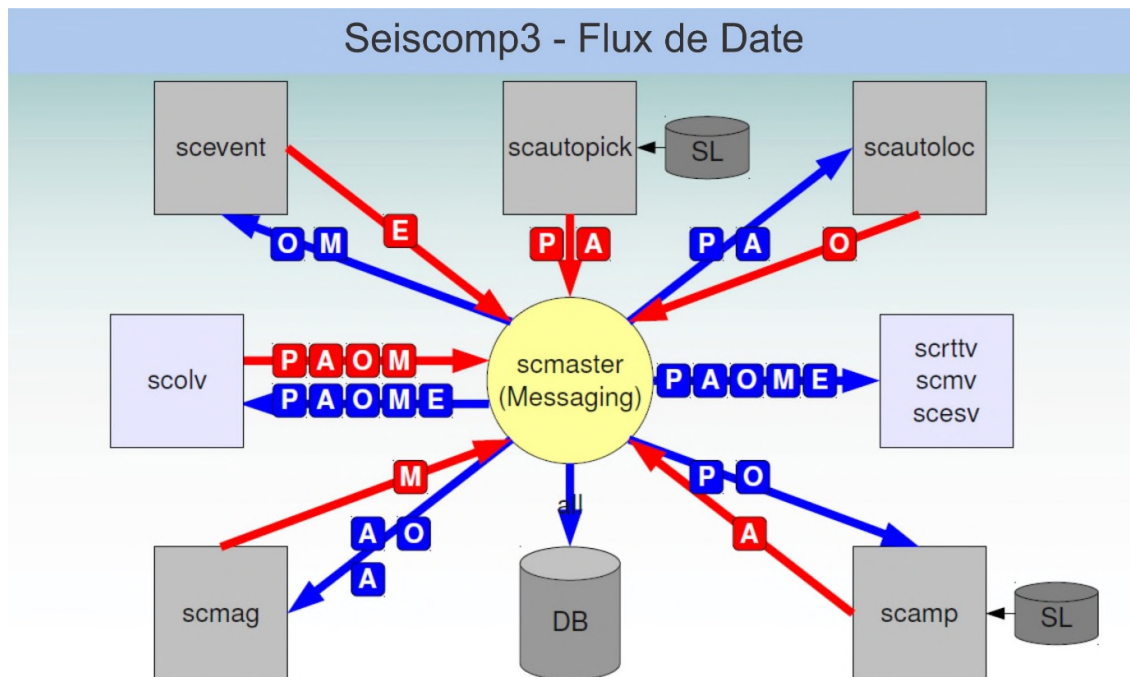


Figura 4 – Seiscomp3 – Flux de Date (sagetele albastre – modulele sunt conectate, sagetele rosii – informatia este trimisa intre module)

Pentru a spori capabilitatea detectie a evenimentelor si pentru a minimiza numarul de evenimente false au fost testate mai multe configuratii (Neagoie et. al 2016). Configurarea optima a fost obtinuta facand urmatoarele modificari: (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, 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. Dupa aplicarea configuretie de mai sus performanta de detectie a crescut semnificativ.

Seiscomp 3 este operational in aceasta configuratie din Ianuarie 2016. Din acel moment si pana in prezent programul a fost capabil sa detecteze peste 300 de evenimente seismice atat locale cat si regionale. Deoarece acest studiu este pentru evenimentele locale au fost selectate evenimente cuprinse intre 20-30 grade longitudine si intre 43-49 grade latitudine. In urma filtrarii au fost obtinute un numar de 216 evenimente locale. Pentru a compara localizarile oferite de Seiscomp3 cu cele oferite de Antelope am aplicat acelasi criteriu de selectare si pentru Antelope rezultand un numar de 176 de evenimente. Comparatia este reprezentata in figura 5.

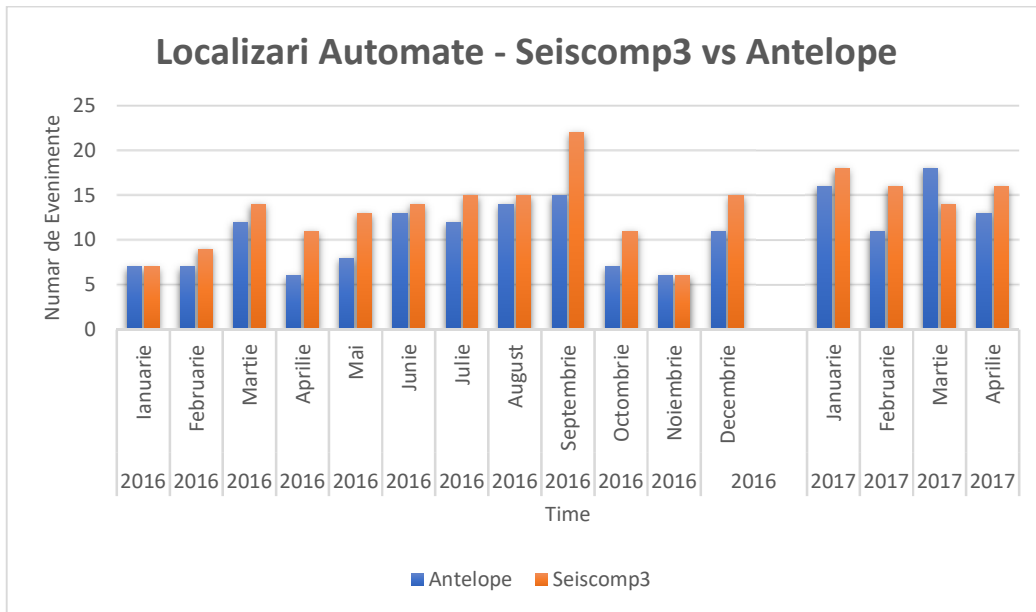


Figura 5 – Comparatie între numărul de evenimente localizate de Seiscomp3 și de Antelope

Programul Antelope a detectat în aceeași perioadă de timp un număr de 176 de evenimente. Diferența se poate observa și în figura 6.

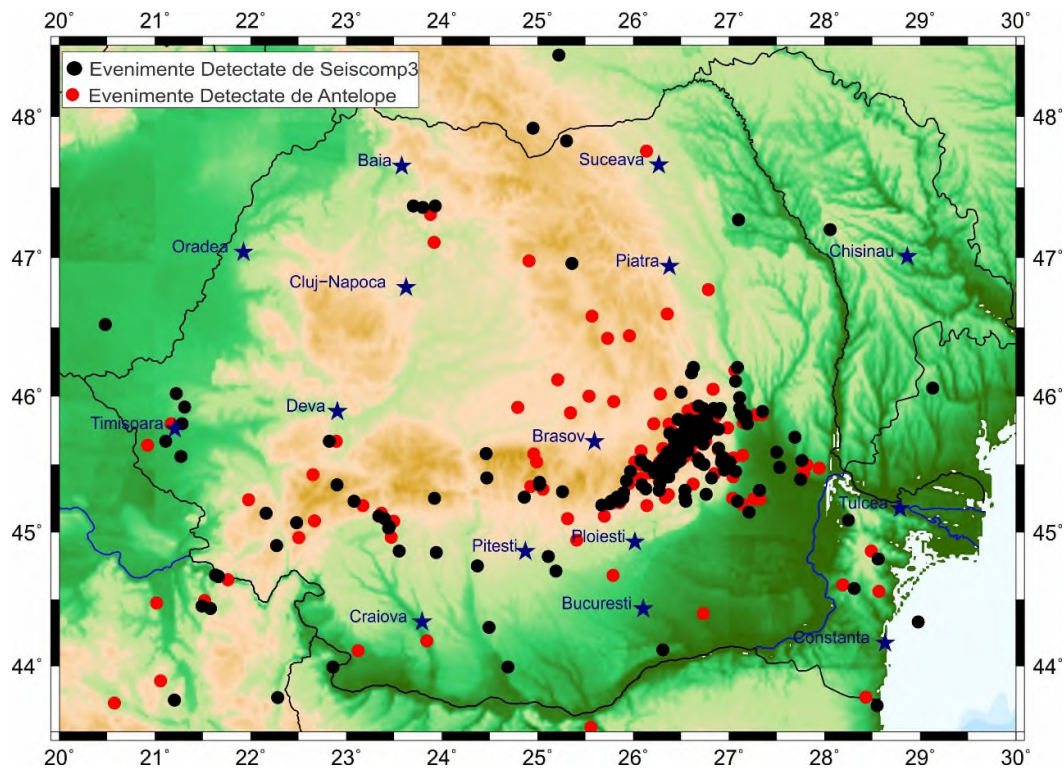


Figura 6 – Comparatie între localizarile furnizate de Seiscomp3 și Antelope

In continuare au fost analizate valorile de magnitudine pentru evenimentele analizate. Au fost selectate aceleasi evenimente localizate atat de Seiscomp3 cat si de Antelope si le-am impartit in doua subseturi – evenimente de adancime intermediara (adancime intre 60-200 km) si evenimente crustale (adancime sub 60 km). Pentru a valida rezultatele valorile de magnitudine obtinute de Seiscomp3 au fost comparate cu rezultatele obtunute de Antelope (Figura 7). Valorile de magnitudine sunt calculate cu valori obtinute de la senzorii de viteza.

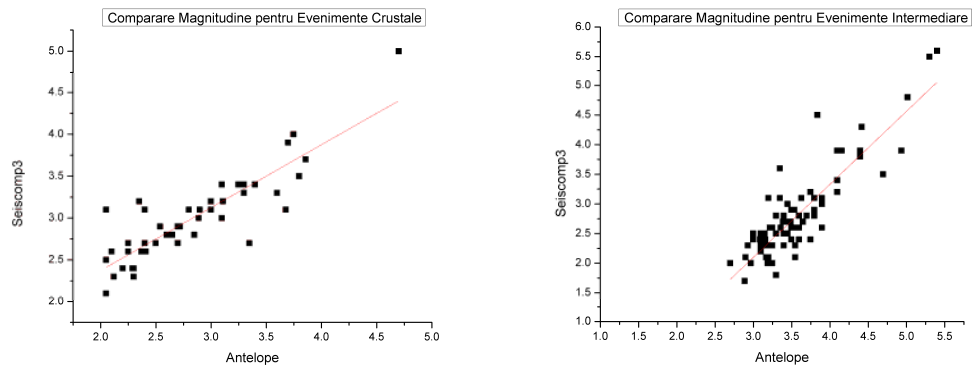


Figura 7 – Comparare Magnitudine între Seiscomp3 si Antelope pentru evenimente crustale (stanga) si evenimente intermediare (dreapta).

Rezultatele demonstreaza faptul ca valorile de magnitudine pentru evenimentele crustale sunt stabile si nu este o diferenta notabioe între cele doua sisteme. Pentru evenimentele intermediare se poate vedea destul de clar ca valorile sunt subestimate pentru Seiscomp3. Pentru evenimentele cu magnitudine mai mica de 4.5 diferenta dintre cele doua sisteme este de aproximativ un grad, dar pe masura ce magnitudinea creste diferentele sunt mai mici.

Corelarea magnitudinilor rezultate din cele doua sisteme se poate observa si din figurile 8 si 9.

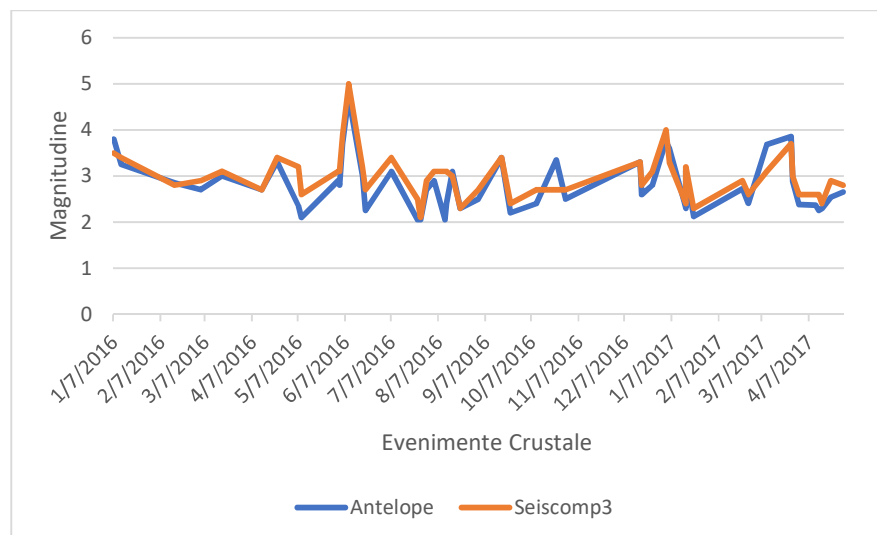


Figura 8 – Valori Magnitudine pentru Evenimente Crustale

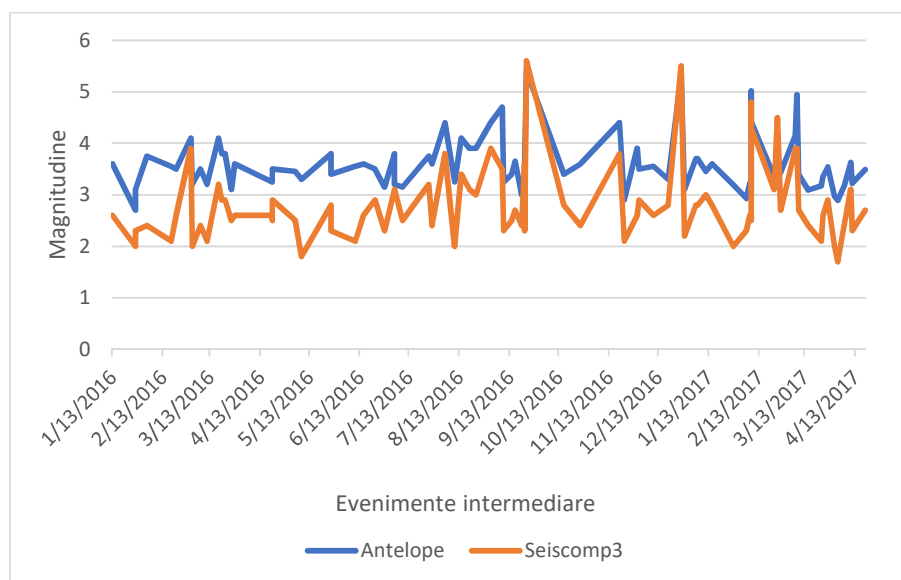


Figura 9 – Valori Magnitudine pentru Evenimente Intermediare

Din figurile de mai sus se poate observa faptul ca valorile de magnitudine pentru evenimentele crustale sunt aproape la fel pentru cele doua sisteme dar pentru evenimentele intermediare valorile din Seiscomp3 sunt semnificativ mai mici dar pentru doua evenimente cu magnitudine mai mare decat 5 valorile sunt aceleasi.

Seiscomp3 produce informatii legate de parametrii cutremurelor cum ar fi: asociere evenimente, calculul magnitudinii, buletine seismice si interactiunea cu centrele de date internationale. Pentru a face aceste informatii disponibile online a fost creata o aplicatie online (Figura 10). Aplicatia poate fi accesata la adresa: <http://scev.infp.ro/>.

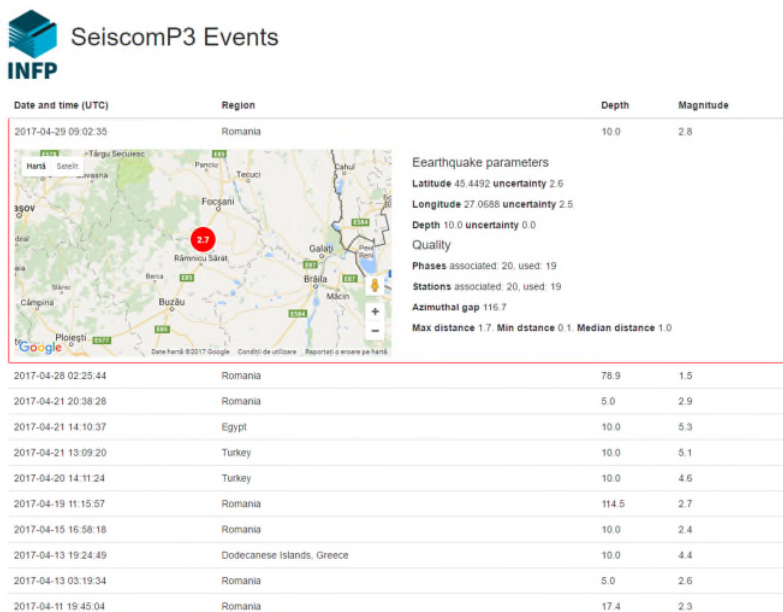


Figura 10 – Aplicatie web care afiseaza informatii despre evenimentele localizate de Seiscomp3.

Aplicatia web este conectata la o baza de date MySQL si afiseaza informatii despre cutremure in timp real cum ar fi: locatie, magnitudine, adancime.

Bibliografie:

- Popa, Mihaela, Mircea Radulian, Daniela Ghica, Cristian Neagoe, and Eduard Nastase. "Romanian Seismic Network Since 1980 to the Present." In Nonlinear Mathematical Physics and Natural Hazards, pp. 117-131. Springer International Publishing, 2015.
- 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
- BRTT (2011). Evolution of the Commercial ANTELOPE Software; <http://www.brtd.com/docs/evolution.pdf>.
- SeisComp3.org (2011a) Introduction and scope; (2011b). Software architecture. <http://www.seiscomp3.org/>
- Gempa, Seiscomp3 Software Solutions, <http://www.gempa.de>
- Cristian Neagoe, Bogdan Grecu, Liviu Marius Manea, Earthquake monitoring at different Scales in Romania, 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2016, Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining, Volume III, Pages: 459-466, 2016

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
 - aplicatie on-line care furnizeaza informatii despre evenimente in timp real
 - comunicari stiintifice la conferinte si workshopuri de profil:
- **Cristian Neagoe**, Bogdan Grecu, Liviu Marius Manea, Earthquake monitoring at different Scales in Romania, 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2016, Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining, Volume III, Pages: 459-466, 2016
 - **Cristian Neagoe**, Bogdan Grecu, Liviu Marius Manea, Improving real-time detection and location of local seismic events in Romania, Iulie 2017

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

Concluzii:

SeisComP3 este o suită completă de programe bazată pe o bază de date unică și oferă module pentru achiziție de date, procesare date, arhivare, diseminare și de asemenea include și o suită de interfețe grafice. Achiziția Seiscomp3 este bazată pe protocolul seedlink. Seedlink include o varietate largă de plugin-uri capabile să achiziționeze date de la majoritatea digitizoarelor. Datele sunt accesate apoi de către diferite module prin conexiuni TCP/IP. Un avantaj important al programului Seiscomp3 este faptul că folosește o singură bază de date, în acest caz MySQL care oferă o bună compatibilitate și cu alte programe. Din această analiză putem ajunge la concluzia că Seiscomp3 oferă localizări automate bune în comparație cu programul Antelope. Un avantaj major al programului Seiscomp3 folosit în acest studiu îl reprezintă faptul că este open source și nu implică costuri financiare.

Magnitudinile calculate de Seiscomp3 sunt similare cu valorile calculate de Antelope pentru evenimentele crustale. Din păcate pentru evenimentele intermediare valorile de magnitudine sunt constant mai mici decât cele calculate de Antelope cu mici excepții. Acest lucru poate fi îmbunătățit prin implementarea unui nou model de viteză sau prin implementarea unei formule de magnitudine care să includă și distanța hypocentrală.

Seiscomp3 este implementat în timp real iar rezultatele sunt disponibile on-line prin intermediul aplicației web.

Responsabil Proiect

Neagoie Cristian