

Anexa 10 la Contract nr. 31N/2019

Contractor: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului (INCDFP)

Cod fiscal : 5495458 (anexa la procesul verbal de avizare interna nr. 12/23.08.2019)

**De acord,
DIRECTOR GENERAL
Dr. Ing. Constantin Ionescu**

**Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
Prof. Dr. Mircea Radulian**

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: 31N/2019

Proiectul: Dezvoltarea si implementarea de noi instrumente pentru seismologia in timp real si de transfer a produselor si rezultatelor cercetării către potențiali beneficiari (PN)

Faza I: Servicii pentru facilitarea accesului la date, produse si indicatori de monitorizare in timp real a fluxurilor de operare din cadrul comandamentului seismic al INCDFP

Termen de încheiere a fazei: 22 noiembrie 2019

1. Obiectivul proiectului:

Îmbunătățirea performanțelor operaționale și de cercetare, pe plan instituțional, prin facilitarea accesului la date standardizate, interoperabile si optimizarea fluxului de procesare, analiză și vizualizare a produselor generate.

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

- definirea metadatelor, datelor și produselor ce se generează în diferite faze de procesare pe baza datelor înregistrate de rețeaua INCDFP
- realizarea bazei de date cu datele și produsele identificate
- portal intern de acces la date seismologice, parametrii și produse asociate
- dezvoltarea micro-serviciilor de facilitare a accesului
- configurarea modului de operare și acces la micro-servicii

3. Obiectivul fazei:

Dezvoltarea de baze de date si instrumente de acces la colecții de date calitative, standardizate, interoperabile pentru optimizare fluxului operațional de analiză-procesare-vizualizare

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

- Proiectarea aplicației centrale de furnizare a serviciilor bazată pe micro servicii distribuite în rețea, în vederea optimizării aspectelor legate de monitorizarea infrastructurii, asigurarea redundantei, luând-se în calcul replicarea funcționalităților în centrele de date ale INCDFP (Măgurele și Eforie)
- Instrumente care permit interogarea datelor existente de către servicii externe validate cu scopul de a genera noi produse pentru utilizatorii publici sau comunități specifice.
- Adăugarea de noi funcționalități pentru aplicația centrală de expunere a datelor și serviciilor
- Configurarea elementelor și dezvoltarea interfețelor disponibile utilizatorilor după autentificare.

5. Rezumatul fazei:

Căutarea și organizarea datelor relevante pentru a iniția o cercetare este de cele mai multe ori primul pas în abordarea problemei (studiului). Volumul mare de date înregistrate și arhivate, cu un scop bine definit la acel moment, pot fi redescoperite și reutilizate în noi cercetări doar dacă această categorie de utilizatori neanticipați știu sau pot afla de existența lor, au posibilitatea să le evalueze calitatea și să reconstituie modul în care au fost generate.

Managementul datelor de intrare este un factor decisiv în definirea calității și eficienței rezultatelor oricărui studiu/cercetări, cu atât mai mult acolo unde ele sunt extrem de diverse, heterogene și generate la diferite niveluri de analiză și procesare. Cu atât mai mult acest principiu se aplică datelor și studiilor geofizice, în general și seismologice, în particular, în a căror utilizare, respectiv realizare contează foarte mult modul în care se înlesnește accesului la un volum cât mai mare de date, îmbunătățindu-se astfel semnificativ capacitatea de a fi revalorificate.

Rețeaua Seismică Națională (RSN) este principalul furnizor național de date seismologice relevante atât pentru studii locale cât și regionale focalizate pe fenomenul seismic și efectele asociate. Configurația actuală a RSN, constă din 145 de stații pentru mișcări puternice, dintre care 47 sunt echipate cu senzori de viteză de scurtă perioadă, 84 senzori de viteză de bandă largă și două rețele seismice de tip array (Bucovina și Ploștina). Datele de la toate stațiile sunt transmise în timp real către Centrul de Date din Măgurele folosind mai multe sisteme de comunicare: conexiuni la internet, linii GPRS, linii dedicate prin satelit și linii dedicate furnizate de Serviciul Român de Telecomunicații Speciale (STS).

Abordarea focalizată pe microservicii (Dataportal INFP, un serviciu web intern de acces la date seismologice)

Acest tip de abordare presupune constituirea unei arhitecturi virtuale bazată pe servicii „micro” dedicate executării unei clase specifice de sarcini și care au o fiabilitate ridicată. Scopul este de a avea servicii micro cu interfețe definite, care pot fi compuse împreună pentru a forma un cumul de programe capabile să satisfacă chiar și solicitarea imprevizibilă a utilizatorului.

Unul dintre obiectivele INCDFP este achiziția datelor seismologice. Cu acest scop se utilizează o suită de programe de achiziție date de la rețelele de senzori din teren configurate și pentru analiza în timp real a înregistrărilor, detecția evenimentelor seismice produse și generarea parametrilor asociați.

În încercarea de a menține publicul larg în permanență la curent cu activitatea seismică și de a configura noi instrumente utile atât pentru informarea publicului cât și notificarea autorităților atunci când protocolul o impune, INCDFP dezvoltă și administrează propria infrastructura software în jurul sistemelor de achiziție menționate anterior.

Deoarece sistemele de achiziție generează date în formate specializate și uneori în bazele de date proprii s-a impus nevoia dezvoltării unor instrumente care, pe de o parte să asigure integrarea acestora, prin decodarea formatele de date specifice, iar pe de alta parte să accepte mecanisme moderne de interogare și acces.

Primele versiuni ale acestei infrastructuri erau rudimentare având un nivel scăzut de integrare cu sistemele de achiziție, accesând doar informații de bază. Aceste versiuni s-au dovedit utile ca punct de pornire în implementarea unui portal web prin intermediul căruia sa se poată accesa și afișa informații specifice și/sau de interes general.

Cea mai recentă versiune a acestei infrastructuri, numită **Dataportal.infp** beneficiază de o integrare mai bună cu principalele surse de date și sisteme de achiziție iar volumul informației exportat din bazele de date proprii a crescut considerabil, făcând posibilă generarea de produse și rapoarte utile.

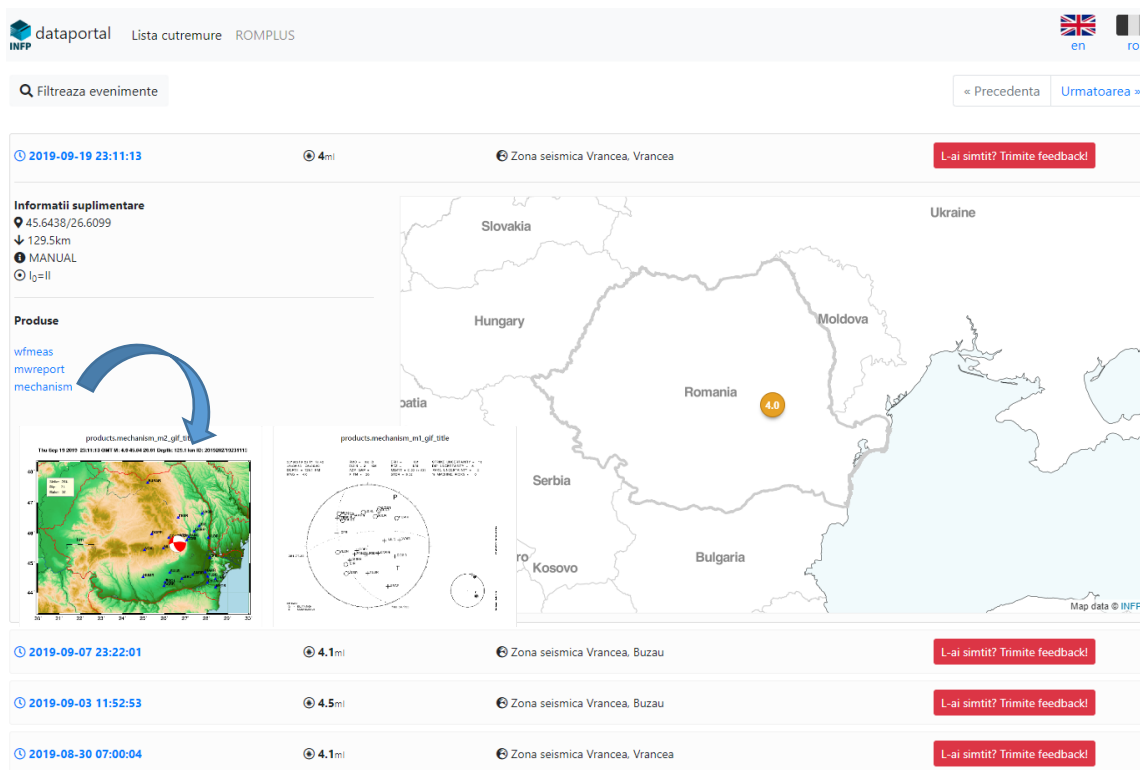
În același timp, dataportal.infp are și o interfață ce comunică cu potențialii “clienți”, în speță cu alte programe. În prezent, dataportal.infp este sursa de date pentru noul portal al INFP (<https://www.infp.ro>) furnizând date despre seismicitate și produsele generate și asociate anumitor evenimente seismice.

Datorita capabilităților reactive adăugate acestei infrastructuri, în plus față de accesul prin http la datele indexate, este posibilă și înregistrarea anumitor servicii pentru a recepționa notificări în timp real, funcționalitate ce a făcut posibilă:

- crearea de către terți a unor boți ce propagă către canale de social-media (ex:Facebook, Tweeter sau Telegram notificări în timp real atunci când sunt indexate evenimente seismice ce întrunesc anumite criterii.
- crearea de aplicații de mobil cu scopul de a notifica utilizatorii în timp real despre producerea unui eveniment seismic

Un alt rol important este acela de achiziție a datelor macroseismice post eveniment seismic. Aceste date sunt importante în evaluarea impactului unui cutremur iar *dataportal.infp* standardizează și integrează tot acest feedback colectat din multiple surse

(aplicație web sau de mobil) asociindu-l cu datele seismice înregistrate și parametrii cutremurului calculați, făcând astfel posibilă generarea de noi rapoarte și adăugarea unei valori adăugate datelor stocate.



Exemplu de înregistrare din Dataportal.infp

Optimizarea fluxului de procesare pentru evenimentele importante și vizualizare a produselor generate

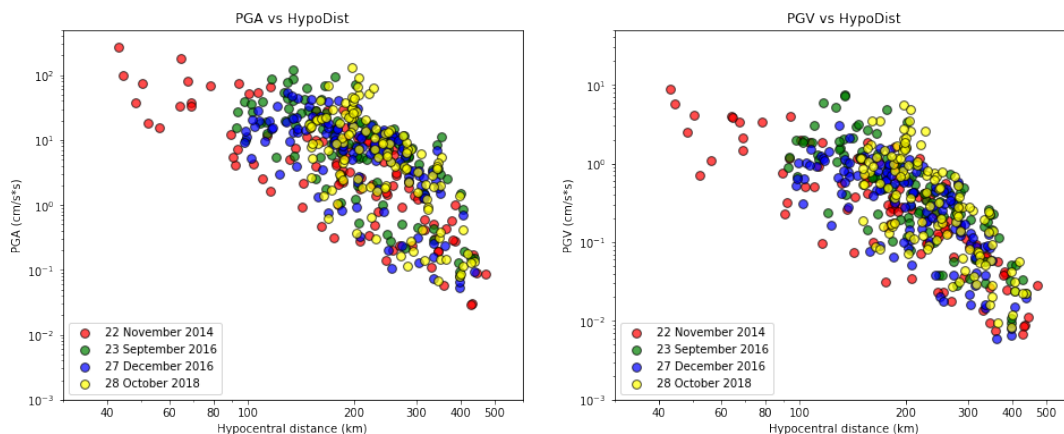
Baza de date a INCDFP conține date seismologice (forme de undă) înregistrate la stațiile seismice aparținând Rețelei Seismice Naționale (RSN), metadate precum și parametrii asociați cutremurelor (ex: localizări, magnitudini, timpi de sosire ai undelor seismice). Principalele formate în care se colectează datele sunt: *miniseed* pentru cele înregistrate de stații în timp real și *evt* (Kinematics) pentru stațiile cu înregistrare locală (cu prag de declanșare). Odată cu modernizarea din ultimii ani a RSN numărul stațiilor cu înregistrare locală a scăzut considerabil. Pentru dezvoltarea unor servicii și instrumente care să faciliteze accesul la înregistrările cutremurelor puternice precum și la produsele derivate este în primul rând nevoie de o standardizare a formatului tuturor înregistrărilor. Acest lucru s-a făcut utilizând o suită de coduri (scripturi) dezvoltate în limbajul de programare Python. S-a ales mediul Python datorită avantajelor pe care acesta le are în raport cu alte limbaje de programare, cum ar fi: i) independență față de platforma de operare (programele dezvoltate în Python pot rula atât pe Windows cât și pe MacOS sau Linux); ii) ușurința automatizării fluxului de lucru; iii) existența unei comunități importante de

dezvoltatori de programe open-source in python; iv) simplitatea sintaxei codului; v) diversitatea structurilor de date, etc.

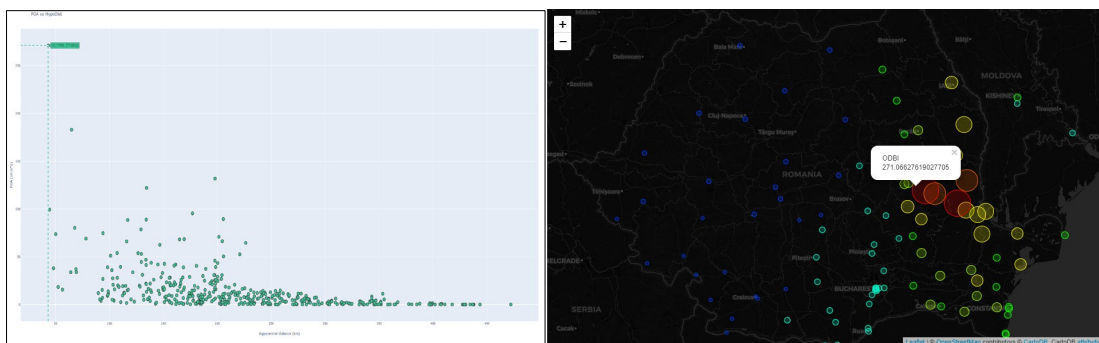
Codurile dezvoltate in Python au urmărit două aspecte principale: pe de o parte standardizarea prin conversia datelor în format mseed și o procesare primară a formelor de undă (corecția liniei de zero, corecția de instrument, filtrarea datelor - în funcție de nevoile utilizatorului se pot selecta diferite benzi de frecvență) utilizând module specializate integrate într-o librărie Python dezvoltată exclusiv pentru procesarea datelor seismologice (<https://www.obspy.org>). Pe de altă parte, formele de undă au fost tăiate în funcție de timpii la origine ai cutremurelor și de un prag selectabil al raportului semnal-zgomot care permite stabilirea duratei înregistrării. În final, formele de undă astfel prelucrate au fost salvate într-o bază de date.

Vizualizare produse generate

Într-o fază precedentă a proiectului (termen predare 23 august 2019) s-a obținut o serie de parametri care descriu mișcarea terenului în timpul unui cutremur pentru toate evenimentele produse in România în perioada 1996-2019, cu magnitudini $M_w \geq 3,5$ pentru cutremurele crustale, respectiv $M_w \geq 4,0$ pentru cele de adâncime intermediară. În această etapă au fost dezvoltate o serie de scripturi care permit vizualizarea acestor parametri. Scripturile au fost dezvoltate în Python și au folosit librării care permit generarea de grafice statice (de ex. Matplotlib), dar și de grafice și hărți dinamice în care utilizatorul poate interacționa cu datele (ex. Plotly, Folium). În figurile de mai jos sunt exemple (statice, dinamice) de grafice și hărți (dinamice) obținute pe baza datelor înregistrate (PGA – accelerații de vârf, PGV- viteze de vârf) de stațiile RSN în timpul cutremurelor moderate din 22 noiembrie 2014, 23 septembrie 2016, 27 decembrie 2016, 28 octombrie 2018.



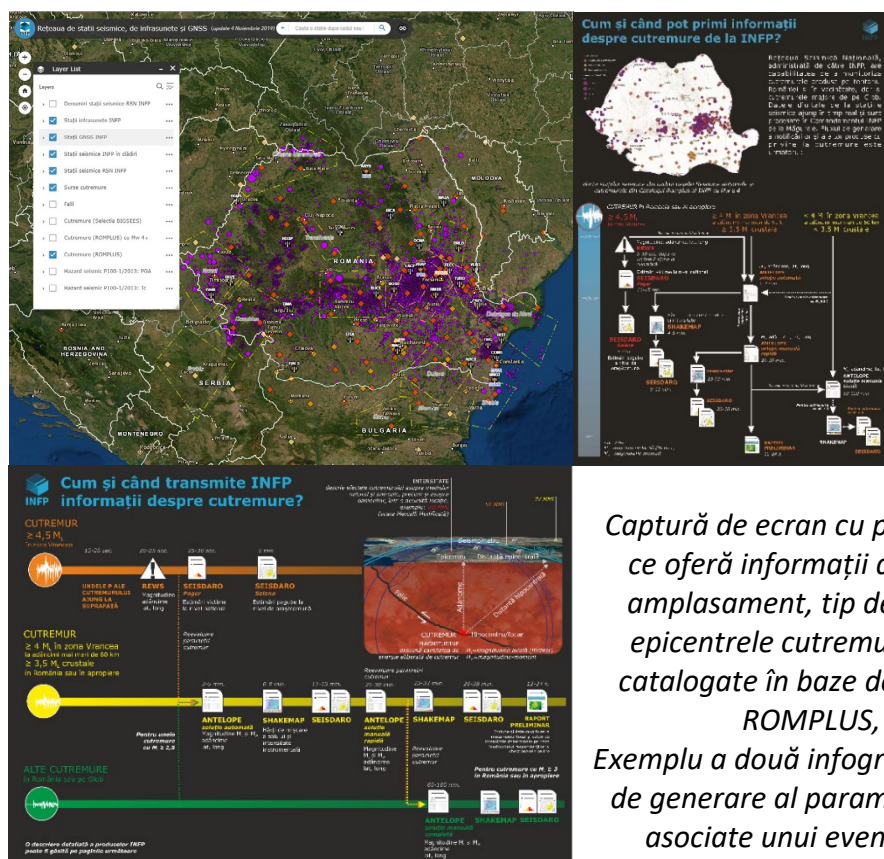
Grafice cu raportul PGA respectiv PGV vs distanța hipocentrală pentru 4 cutremure înregistrate de stațiile RSN



Hărți cu valorile PGA înregistrate la stațiile RSN pentru aceleași evenimente

Explicarea fluxului de generare și transmitere a produselor de cercetare imediat după producerea unui eveniment către categorii diferite de beneficiari.

Pentru o mai bună înțelegere a fluxului de generare a parametrilor și produselor disponibile prin instrumentele de acces dezvoltate, au fost realizată o aplicație interactivă ArcGIS care să expună informații de bază, actualizate precum: detalii despre amplasamentul stațiilor de înregistrare, caracteristicile senzorilor, perioada de funcționare, catalogul de cutremure, etc. În faza a II aceasta va include și infografice utile atât în fluxul operațional cât și pentru informarea publicului larg, după cum se poate vedea și în imaginile de mai jos.



Captură de ecran cu portalul intern ArcGIS ce oferă informații despre stațiile RSN, amplasament, tip de senzor, precum și epicentrele cutremurele înregistrate și catalogate în baze de date specifice (ex: ROMPLUS, BIGSEES).

Exemplu a două infografice ce descriu fluxul de generare al parametrilor și produselor asociate unui eveniment seismic (uz operațional și informare publică)

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

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

- A fost realizat Dataportal.infp, portalul cu metadate parametri și produse asociate evenimentelor seismice.
- Au fost configurate micro-serviciile ce facilitează accesul la aceste produse ce asigură un flux optimizat de căutare-filtrare-selecție și descărcare a datelor și produselor. În această primă fază beneficiarii și utilizatorii direcți ai datelor vor fi cercetătorii INCDFP iar principalii indicatori de rezultat ce au început să fie urmăriți pentru a avea o estimare a impactului sunt: volumul și clasele de date-metadate și produse ce au devenit accesibile prin portal, gradul de utilizare internă (în prima fază) și externă (în faza II), valorificarea lor prin inițierea de studii, cercetări și colaborări.
- Cel mai important aspect rămâne valorificarea instrumentelor dezvoltate pentru operaționalizarea fluxului intern de acces la date și produse generate imediat după producerea unui cutremur

Indicatori: Rezultatele obținute în această fază au fost/vor fi prezentate la următoarele conferințe științifice internaționale și ca bază a unor discuții cu partenerii externi, schimburi de bune practici în cadrul unor proiecte în implementare (EPOS-IP) sau în fază de propunere (TopoTransilvania):

D Tataru, B Grecu, D Toma-Danila, A Tiganeșcu, E Nastase, R Partheniu - Research services based on data monitoring and expert analysis in support for decisions making
- - 10th Congress of Balkan Geophysical Society 18-22 September 2019, Bulgaria

R. Dinescu, D. Ghica, M. Rogozea, A. Chricea, M. Popa - Monitoring regional explosions with Romanian seismo-acoustic arrays. Case study: 09th of October 2019, Ukraine

14th Workshop of the International Lithosphere Program Task Force Sedimentary Basins și întâlnirea Topo-Transilvania

EPOS WP10 Final Workshop și EPOS IP Final Event - Implementation Phase Council Meeting, EPOS Services for Solid Earth Science, EPOS practical solutions to Data Interoperability & FAIRness

Responsabil proiect

Responsabil fază

Mărmureanu Alexandru

Tătaru Dragoș