

Anexa nr. 10 la Contract nr15N/16.03.2018

Contractor: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pamantului

Cod fiscal : 5495458

(anexa la procesul verbal de avizare interna nr.)

De acord,

DIRECTOR GENERAL

Dr. Ing. Constantin Ionescu

Avizat,

DIRECTOR DE PROGRAM

Dr. Mircea Radulian

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: 15N/16.03.2018

Proiectul: PN18150203: Cercetări privind dezvoltarea și îmbunătățirea instrumentelor utilizate în seismologie în timp real

Faza: 2. Dezvoltarea si implementarea de servicii si baze de date pentru centralizarea, integrarea si diseminarea de date si produse furnizate de Reteaua Seismica Nationala.

Termen: 13 iulie 2018

1. Obiectivul proiectului:

Dezvoltarea unor instrumente utile în managementul dezastrelor provocate de cutremure în România, în particular în orașele dens populate, prin intermediul unor analize și monitorizări complexe de structuri naturale și antropice.

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

i) sisteme automate de monitorizare a seismicității, utilizând metode avansate de detectare, localizare și determinare rapidă a parametrilor sursei seismice; ii) metodologii de îmbunătățire a preciziei localizărilor cutremurelor vrâncene, pe baza parametrilor raportați în timp real; iii) instrumente complexe de monitorizare și analiză a formelor de undă din cadrul Rețelei Seismice Naționale, în vederea estimării calității datelor și a îmbunătățirii performanțelor în timp real a acesteia; iv) metodologii de reconstituire 3D a mișcării scoarței terestre în timpul unui eveniment seismic major; v) hărți și produse avansate bazate pe date înregistrate de Rețeaua Seismică Națională vi) metodologii de monitorizare a structurilor naturale și clădirilor bazată pe zgomotul seismic vii) sistem de informare și raportare adaptat la cerințele și necesitățile comunității de cercetare, a instituțiilor abilitate în managementul riscurilor naturale cât și pentru publicul larg; viii) metodologii noi de îmbunătățire a sistemului de alarmare utilizând date GNSS și a localizării faliilor seismice determinate din date GNSS și din măsurarea emisiilor de radon și CO/CO₂.

3. Obiectivul fazei:

Proiectarea și dezvoltarea unui instrument software complex și adaptat fluxurilor unice de lucru întâlnite în activitățile de monitorizare a seismicității derulate de către Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pamantului cu scopul de a permite accesul de o manieră centralizată la produsele care în prezent sunt generate și stocate independent, pe sisteme separate.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

- Baza de date actualizata in timp real si continand:
 - informatii detaliate si standardizate despre solutiile evenimentelor seismice localizate de catre INCDFP
 - informatii si date suplimentare (produse) referitoare la evenimentele localizate
 - feedback colectat de la populatie prin intermediul aplicatiilor web, in urma producerii evenimentelor seismice
- Aplicatie orientata web, prietenoasa atat cu browsere ce ruleaza pe desktop sau laptop cat si cu device-uri mobile (smartphone, tableta) avand urmatoarele obiective
 - asigurarea accesului la toate informatiile colectate in catalogul cu evenimente seismice
 - asigurarea accesului la produsele asociate evenimentelor seismice
 - afisarea unei harti dinamice
 - colectarea de feedback de la populatie in urma producerii unui eveniment seismic.

5. Rezumatul fazei:

Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pamantului opereaza o retea seismica alcatuita din diversi senzori seismici raspanditi pe intreg teritoriul Romaniei.

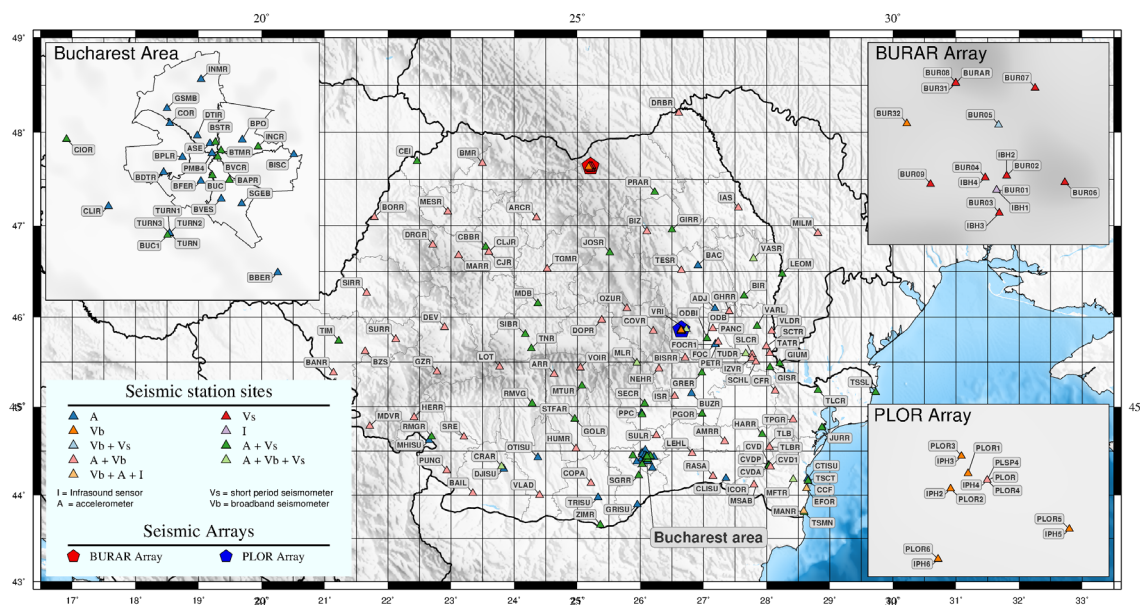


Figura 1 Reteaua seismica operata de INCDFP

De-a lungul timpului atat retea de senzori seismici cat si postprocesarile aplicate datelor au crescut in complexitate conducand la o gama mai larga de produse si rapoarte ce se genereaza, fapt ce face dificila urmarirea diverselor procese si confirmarea faptului ca diversele fluxuri de procesare au rulat pana la capat.



Figura 2 Monitorizarea activitatii in comandamentul INCDFP

Se impunea deci crearea unei solutii care sa urmareasca indeplinirea cu succes a diferitelor task-uri de procesare care deseori ruleaza pe computere separate si colectarea centralizata a rezultatelor.

Cea mai intensa activitate are loc in urma producerii unui cutremur semnificativ pe teritoriul Romaniei iar adesea aceste cutremure se produc in zona seismica Vrancea.

Ulterior producerii evenimentului seismic o serie de sisteme ce ruleaza in centrul de date al INCDFP genereaza numeroase alerte si initiaza generarea de rapoarte si produse aditionale.

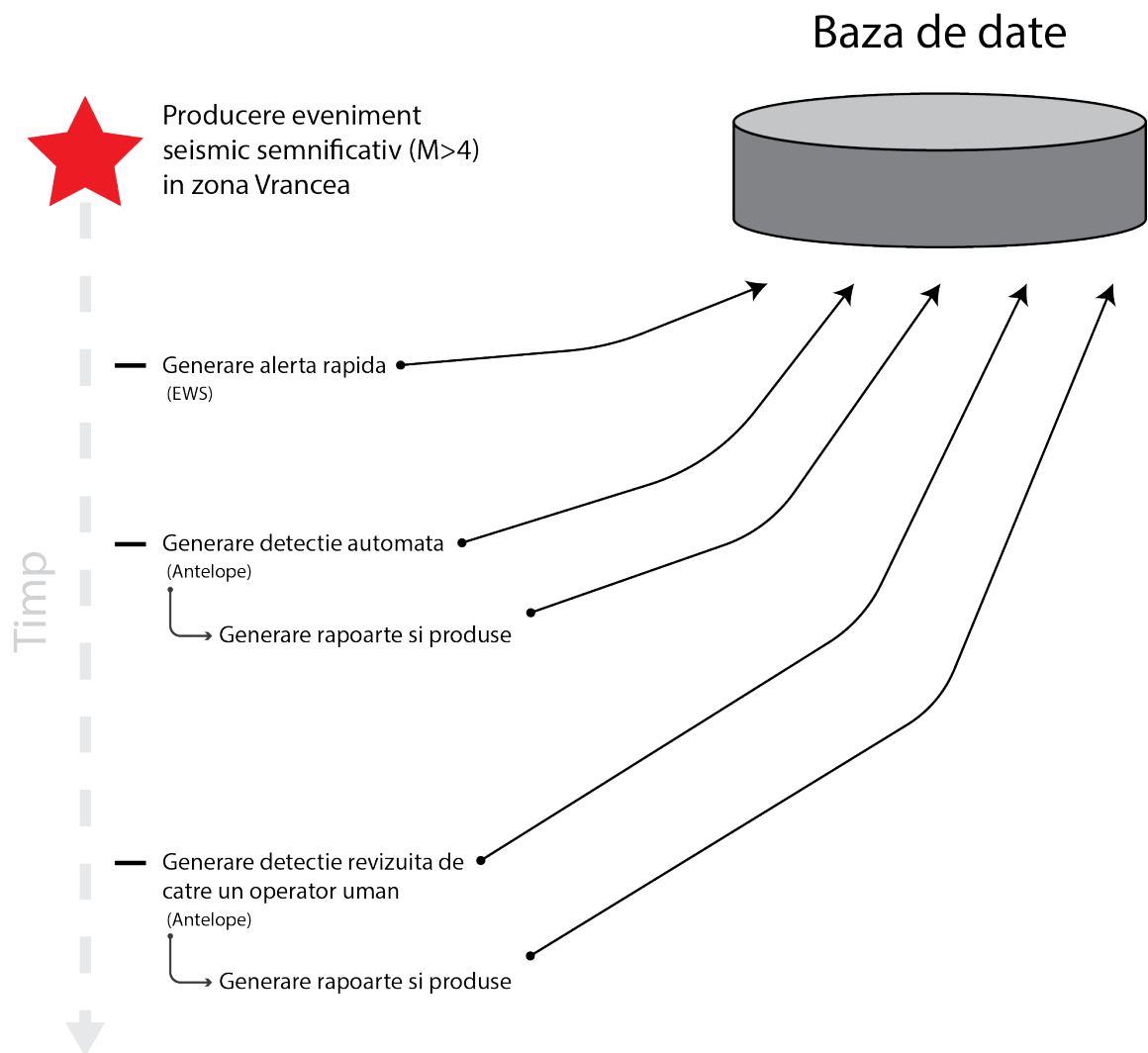


Figura 3 Schita reprezentand cronologia evenimentelor in cazul unui cutremur semnificativ, local

Pentru a putea mentine sub control cresterea in timp a complexitatii operatiunilor desfasurate in cadrul centrului de date al INCDFP si pentru a asigura flexibilitate cat mai mare in cazul dezvoltarilor ulterioare ale caror cerinte nu pot fi cunoscute in prezent cat si pentru a asigura scalarea usoara a serviciilor necesare s-a optat pentru dezvoltarea sistemului ce manageriaza baza de date si accesul la aceasta sub o arhitectura distribuita ce integreaza solutii software open source si cu eficienta demonstrata cu este baza de date MongoDB, PostGis sau serverul de message queueing folosit pentru comunicatia intre containere si intitulat RabbitMQ si dezvoltarea de functionalitate particularizata conform fluxului de lucru acolo unde s-a impus aceasta necesitate.

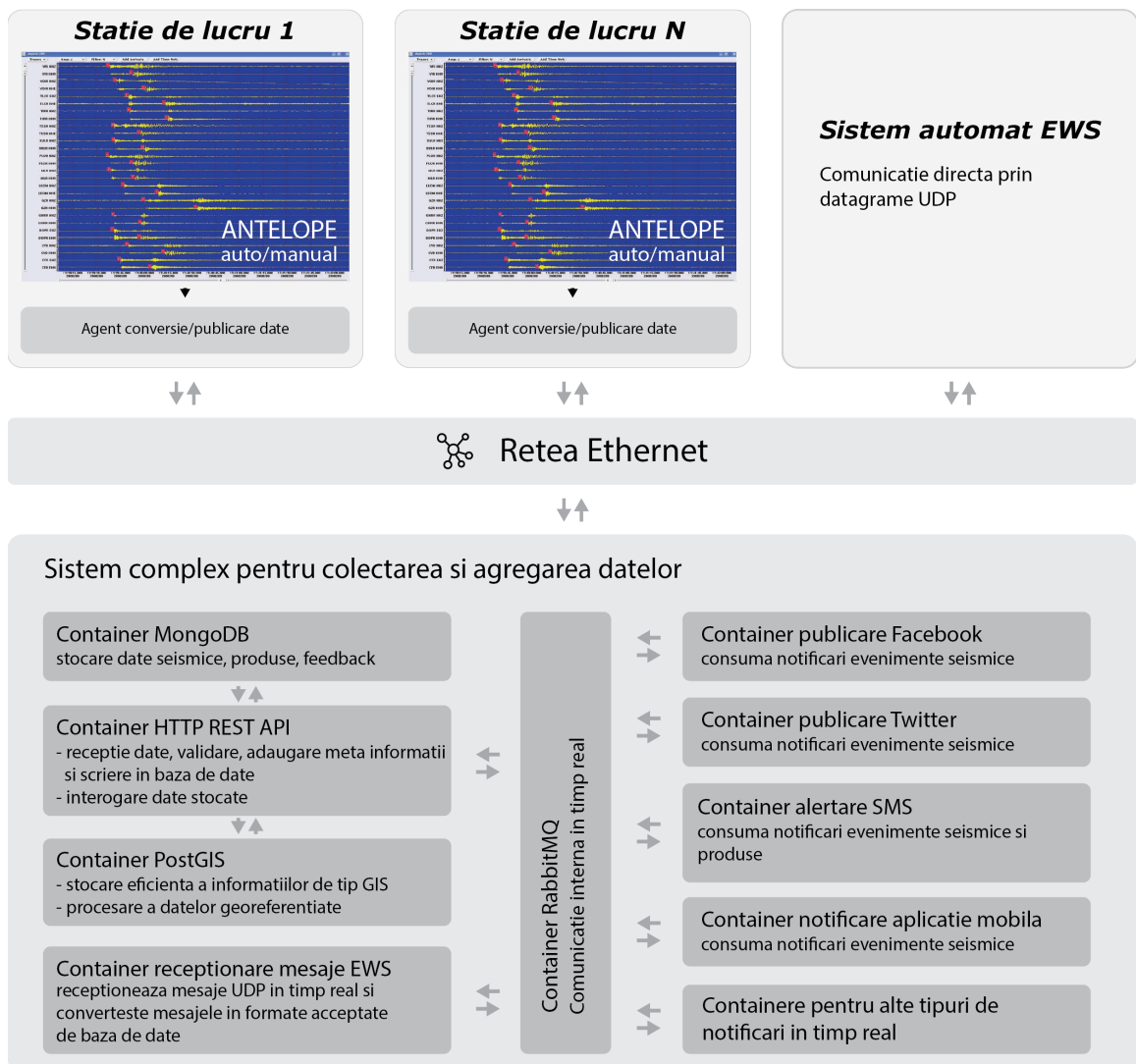


Figura 4 Vedere de ansamblu a sistemului pentru colectarea si agregarea datelor

Figura 4 descrie sistemul informatic implementat pe o retea de calculatoare în care componentele soft si hard situate în calculatoarele din retea comunica si isi coordoneaza actiunile numai prin intermediul transmiterii unor mesaje. Un sistem distribuit are următoarele caracteristici (Moldovan et al., 2006):

- concurenta (prin partajarea resurselor)
- inexistenta unui ceas global (programele care trebuie sa coopereze isi coordoneaza actiunile prin schimburi de mesaje si nu se poate conta pe sincronizarea ceasurilor)
- esecuri independente (fiecare componentă a sistemului poate esua în mod independent neafectându-le pe celelalte)

Punctul de intrare a datelor in sistem este reprezentat de containerul HTTP REST (Representational State Transfer). Instrumentul software care ruleaza in acest container a fost dezvoltat special pentru acest scop iar implementarea sa a fost executata utilizand limbajul de programare Python (v. 3.6). REST este un stil arhitectural ce defineste un set de constrangeri utilizate in crearea serviciilor web. Serviciile web ce se conformeaza arhitecturilor de tip REST (numite si servicii RESTfull) furnizeaza interoperabilitate intre sisteme software interconectate intr-o retea. Aceste servicii web permit sistemelor „client” sa solicite si sa manipuleze reprezentari textuale ale resurselor web utilizand un set uniform si predefinit de operatiuni (Web Services Architecture, 2004).

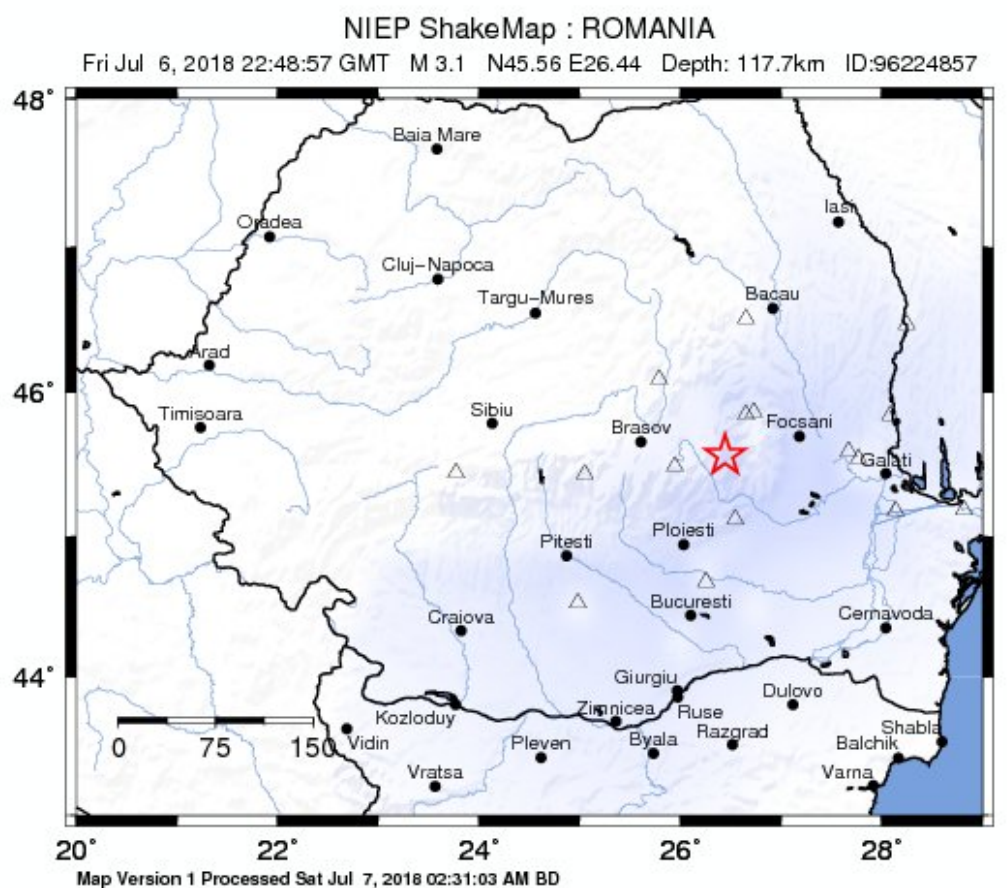
De indata ce un eveniment seismic este localizat sau un produs/raport este generat, instrumente software special dezvoltate si care ruleaza pe sistemele sursa extrag informatia nou produsa si o proceseaza dupa cum urmeaza:

In cazul unui eveniment seismic sau a unei revizii a unui eveniment seismic, agentul de publicare a datelor va extrage din bazele de date proprietare ale aplicatiei Antelope informatiile generate. Informatiile sunt apoi convertite intr-un format de larga raspandire in domeniul seismologiei, numit QuakeML si validate. Odata validate, informatiile sunt expediate catre REST API utilizand una dintre opreatiunile predefinite. Odata primite de

catre containerul REST API, informatiile sunt deserializate si validate iarasi. Ulterior baza de date cu evenimente seismice este interogata pentru a descoperi daca evenimentul curent este un eveniment nou produs sau daca este o versiune aditionala a unui eveniment pe care il avem deja stocat. In cazul in care evenimentul este nou, acesta este salvat in baza de date si o noua referinta a cutremurului este deasemenea salvata si asociata acestui eveniment. Daca evenimentul este o revizuire a unui cutremur indexat deja, atunci acest eveniment va fi asociat cutremurului deja salvat. Acest procedeu permite aplicatiei sa afiseze mereu cele mai relevante solutii ale unui cutremur. La pasul urmator o serie de meta informatii sunt asociate evenimentului printre care:

- clasificarea tipului de zona in care s-a produs cutremurul
 - o in mare / pe uscat
 - o in interiorul granitelor tarii
 - o in interiorul zonei regionale (300km in jurul granitelor tarii). In acest caz se atasaza si distanta fata de cea mai apropiata granita cu Romania
- se extrage un scurt raport cu populatia afectata dintr-o raza predefinita in jurul epicentrului. Se estimeaza populatia si se salveaza cateva orase importante din zona de cautare.
- dupa salvarea informatiilor in baza de date non relationala MongoDB este emisa o notificare catre toate celelalte componente ale sistemului distribuit utilizand RabbitMQ.

Celalalt caz in care agentul de publicare a datelor poate fi activat este acela al generarii unor produse bazate pe datele evenimentului seismic. Aceste produse constau in noi harti si seturi de date.



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Figura 5 ShakeMap: un produs generat dupa detectarea unui eveniment seismic

Un exemplu de astfel de produs este raportul generat de ShakeMap, un instrument ce pornind de la parametrii detaliati ai unui eveniment seismic poate genera o serie de harti ce estimeaza printre altele intensitatea seismica. In acest caz agentul de publicare a datelor va executa urmatoarele operatiuni:

- citirea informatiilor utilizate de ShakeMap
- identificarea cutremurului in baza de date folosind API-ul REST

- serializarea informatiilor si crearea unei arhive ce contine si metainformatii despre eveniment
- expedierea arhivei catre API-ul REST unde informatiile evenimentului sunt iarasi verificate si fiecare tip de fisier continut in arhiva este salvat corespunzator

Dupa procesare si salvarea cu succes a produsului o noua notificare este publicata in RabbitMQ pentru a notifica toate celelalte componente distribuite de aparitia noului produs.

In cazul producerii unui eveniment cu magnitudine mai mare de 4 grade in zona seismica Vrancea este foarte probabila generarea unei alerte de catre sistemul de alertare rapida (EWS). Atunci cand conditiile sunt indeplinite, acest soft va genera o alerta continand si estimari ale parametrilor cutremurului cu aproximativ 25 de secunde inainte ca efectele cutremurului sa poata fi simtite la Bucuresti (Ionescu C. et al., 2006). Pentru a receptiona mesaje de la acest software a fost necesara implementarea mecanismelor de comunicatie ce utilizeaza datagrame UDP iar dat fiind faptul ca aici timpul de reactie este esential aceasta notificare se propaga catre celelalte componente imediat ce mesajul este convertit permitand astfel notificari timpurii prin sms sau catre social media.

Pentru a facilita accesul la datele stocate in baza de date exista 2 metode:

Metoda programatica

Se pot extrage informatii din baza de date interogand API-ul rest care va raspunde cu informatii serializate in formatul JSON, format foarte raspandit in aplicatiile in care este necesara comunicarea intre diferite sisteme la distanta.

```
sols: [
  - {
    - magnitudes: [
      - {
        - mag: {
          value: 3.39,
          uncertainty: 0.31
        },
        stationCount: 38,
        type: "m1"
      }
    ],
    - origin: {
      - depth: {
        value: 121946.3,
        uncertainty: 2487.3
      },
      - latitude: {
        uncertainty: 0.0214201027833,
        value: 45.5386
      },
      - longitude: {
        uncertainty: 0.0216884017873,
        value: 26.406
      },
      - originUncertainty: {
        maxHorizontalUncertainty: 2384.6,
        minHorizontalUncertainty: 1682.7,
        azimuthMaxHorizontalUncertainty: 173.44,
        preferredDescription: "uncertainty ellipse"
      },
      - quality: {
        associatedPhaseCount: 71,
        usedPhaseCount: 71
      },
      - time: {
        value: "2018-07-10T12:35:02.305",
        uncertainty: 330
      }
    },
    - digest: {
      receiveTime: "2018-07-10T13:11:32.368",
      isReviewed: true,
      rank: 450,
      type: "antelope_reviewed",
      quakeID: "5b44a8c5f2b0f4000174fca9",
      - region: {
        name: "Zona seismica Vrancea. Buzau",
        type: "local",
        proximity: 0
      }
    },
    id: "5b44b084f2b0f4000174fcad"
  },
  - {
    - magnitudes: [
      - {
        - mag: {
          value: 2.94,
          uncertainty: 0.2
        },
        stationCount: 8,
        type: "m1"
      }
    ],
    - origin: {
      - depth: {
        value: 140000
      },
      - latitude: {
        value: 45.5964
      },
      - longitude: {
        value: 26.404
      },
      - quality: {
        associatedPhaseCount: 9,
        usedPhaseCount: 9
      },
      - time: {
        value: "2018-07-10T12:35:00.912"
      },
      - digest: {
        receiveTime: "2018-07-10T12:38:29.019",
        isReviewed: false,
        rank: 400,
        type: "antelope_auto",
        quakeID: "5b44a8c5f2b0f4000174fca9",
        - region: {
          name: "Zona seismica Vrancea. Buzau",
          type: "local",
          proximity: 0
        }
      },
      id: "5b44a8c5f2b0f4000174fcaa"
    }
  }
]
```

Figura 6 Reprezentare JSON a informatiilor sumare despre un cutremur

(<https://web.infp.ro/quake/5b44a8c5f2b0f4000174fca9>)

Aplicatie web

A fost creata si o aplicatie web care poate fi utilizata in bune conditii atat de pe device-uri mobile cat si de pe sisteme conventionale (desktop, laptop) cu rolul de a oferi acces publicului larg si autoritatilor la informatiile stocate in baza de date

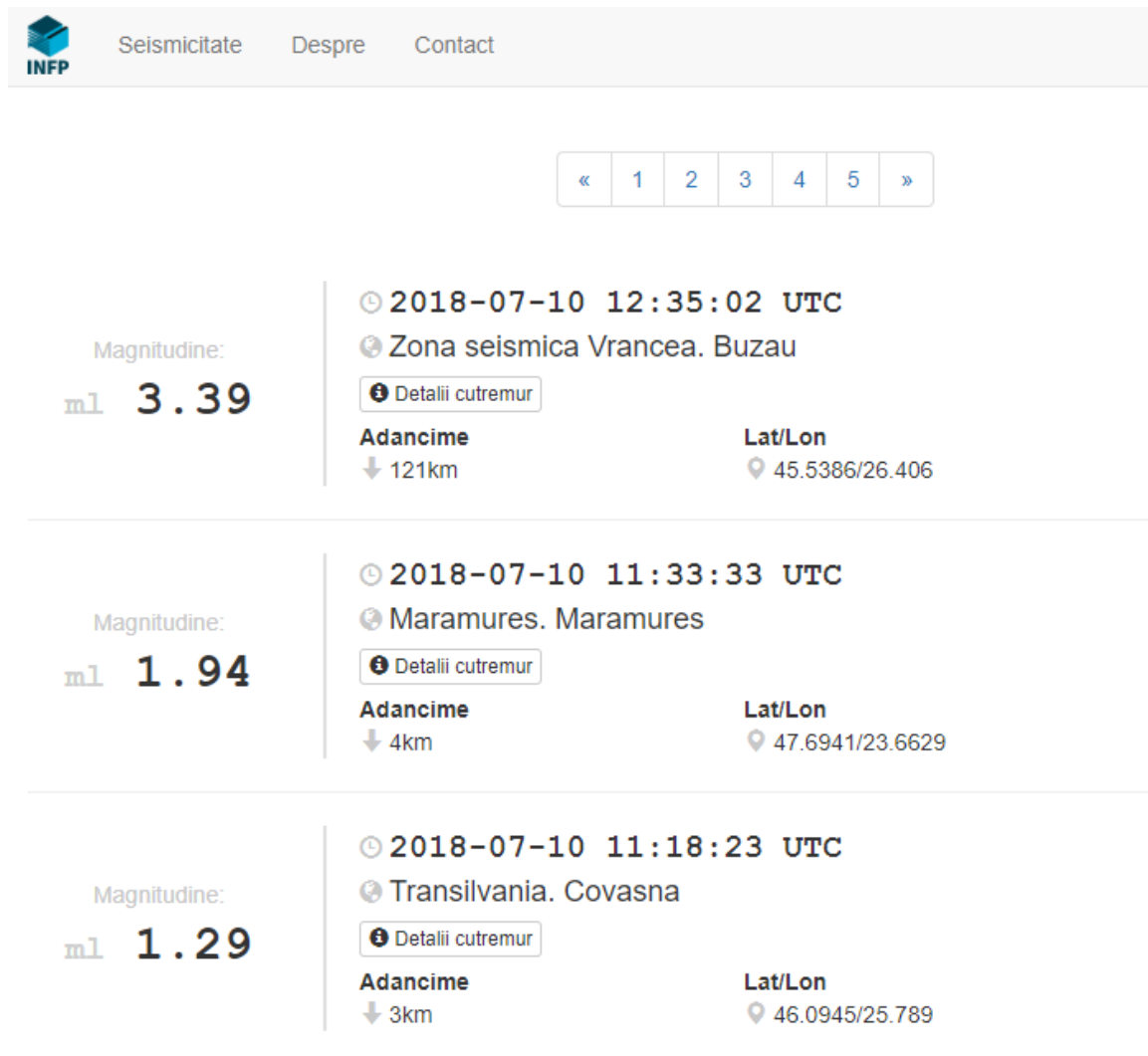


Figura 7 <https://web.infp.ro/#/> - lista cutremure

Aplicatia web este dezvoltata folosind tehnologii si librarii recente precum AngularJS si are rolul de a oferi detalii cat mai complete incercand in acelasi timp sa ramana relevanta si pentru publicul larg.

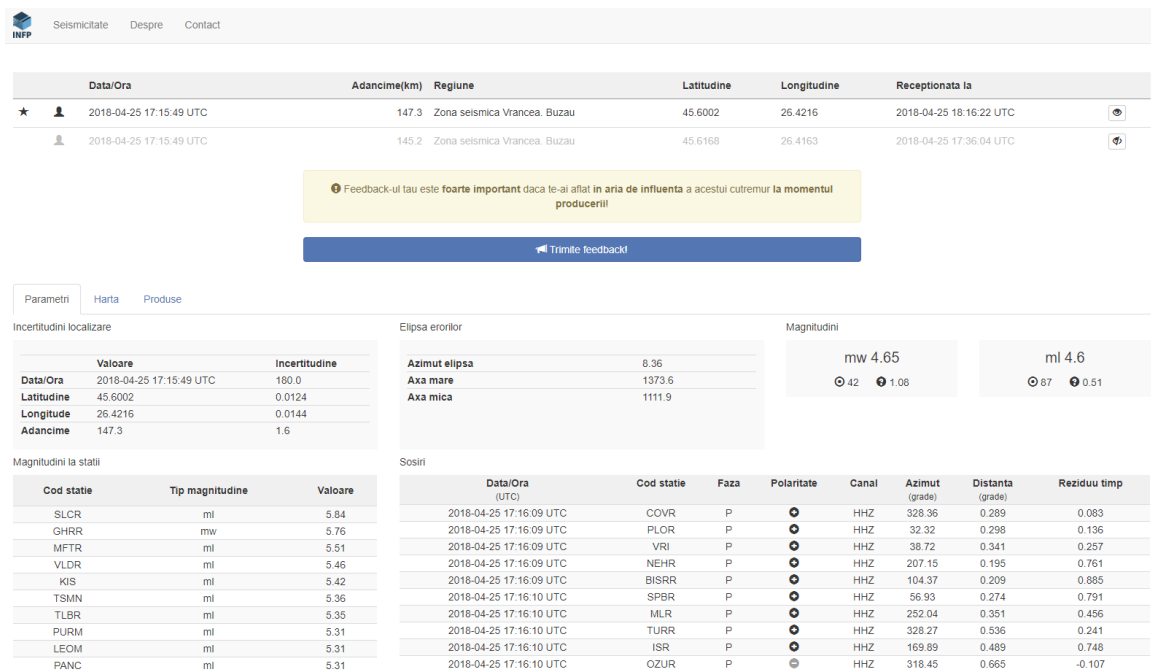


Figura 8 Informatii detaliate: <https://web.infp.ro/#/quake/5ae0bc84f2b0f400014daaea>

Atunci cand se solicita informatii detaliate aplicatia afisaza toate solutiile generate pentru un anumit cutremur evidentiind-o pe cea mai relevanta apoi sunt afisate informatii detaliate despre statiile utilizate la generarea solutiei precum si valori inregistrate.

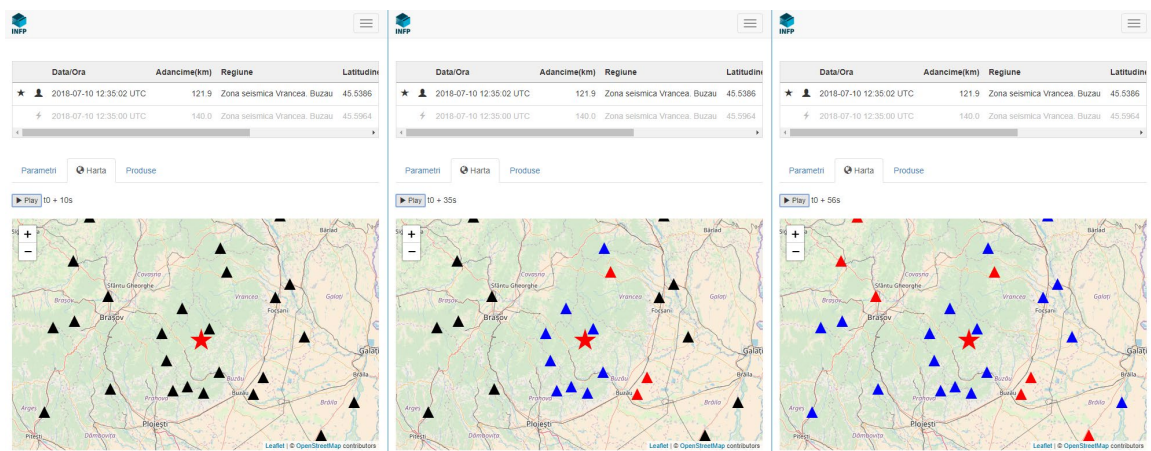


Figura 9 harta dinamica

In sectiunea „harta” se poate vedea locatia evenimentului seismic simbolizat cu o stea rosie iar prin triunghiuri sunt reprezentate pozitiile statiilor utilizate in calcularea solutiei.

Cu un click pe butonul „play” se poate vedea o animatie ce arata progresia undelor seismice exact asa cum au fost ele detectate de statiile seismice utilizate.

Sectiunea produse afisaza o lista a tuturor produselor generate si salvate pentru evenimentul vizualizat.

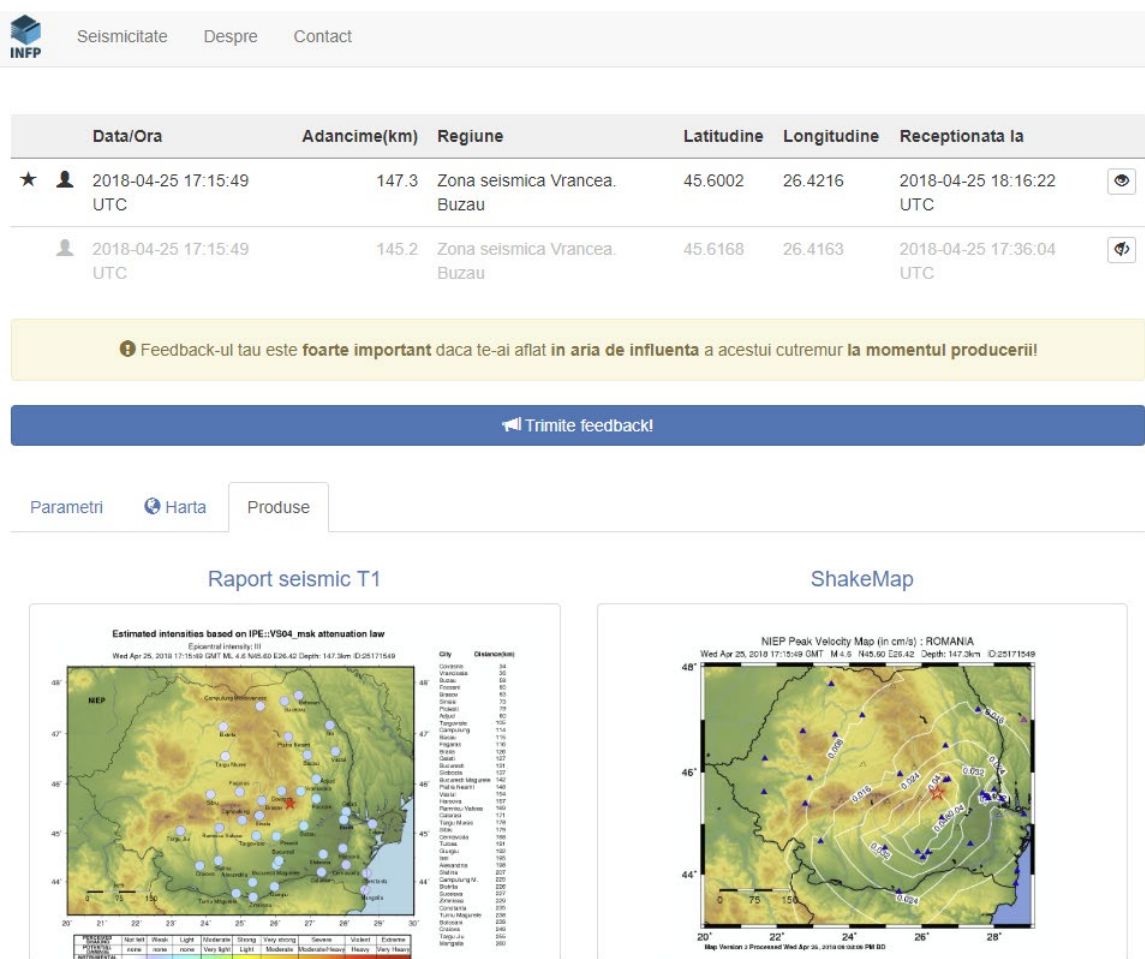


Figura 10 Produse asociate evenimentului seismic

<https://web.infp.ro/#/quake/5ae0bc84f2b0f400014daaea>

Bibliografie

Moldovan, G. and Dziţac, I. (2006). Sisteme distribuite. Oradea: Editura Universităţii Agora.

"Web Services Architecture". World Wide Web Consortium. 11 February 2004. 3.1.3 Relationship to the World Wide Web and REST Architectures.

Ionescu C., Marmureanu A. Vrancea Rapid Early warning system (REWS) for Bucharest and industrial objectives-New technology for earthquake monitoring Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica, 2006

6. Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii şi propuneri pentru continuarea proiectului (se vor preciza stadiul de implementare a proiectului, gradul de îndeplinire a obiectivului cu referire la tinte stabilite şi indicatorii asociaţi pentru monitorizare şi evaluare

Rezultate:

- i) bază de date cu informaţii complete despre evenimentele seismice detectate şi produsele asociate
- ii) infrastructura proprie pentru validarea, conversia şi inserarea datelor în baza de date
- iii) aplicaţii auxiliare pentru utilizarea şi accesarea datelor stocate

Obiectivele fazei au fost îndeplinite în totalitate iar rezultatele obţinute sunt în concordanţă cu ţintele propuse.

Responsabil fază

Liviu Marius Manea



Responsabil proiect

Dr. Alexandru Mărmureanu