

Contractor: INCĐ URBAN-INCERC (anexa la procesul verbal de avizare internă nr. 22/27.06.2024)

Cod fiscal: RO26752660

De acord,
DIRECTOR GENERAL
CS II, conf. dr. ing. Claudiu-Sorin DRAGOMIR

Avizat,
DIRECTOR DE PROGRAM
Ec. drd. Alexandra-Marina BARBU

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: 41N/18.01.2023

Proiectul: *Concept integrativ de analiză digitală a datelor din monitorizarea seismică la scară largă a teritoriului național și a fondului construit, destinat identificării rapide a potențialului distructiv al evenimentelor seismice produse în România și în regiunile adiacente*

Faza 3: Interconectarea și compatibilizarea cu infrastructurile similare naționale și internaționale - specifice celor din cadrul consorțiului european EPOS (ERIC)

Termen de încheiere a fazei: 30.06. 2024

1. Obiectivul proiectului:

1. *Dezvoltarea unui concept digital integrativ de înregistrare, transmisie, prelucrare și analiză a datelor rezultate din monitorizarea seismică a teritoriului și clădirilor*, bazat pe implementarea unor instrumente hardware și software de ultimă generație, în scopul identificării eficiente și operative a potențialului distructiv al cutremurelor produse în România și în regiunile adiacente.

2. *Crearea unei baze de date cu acces liber, conținând înregistrări rezultate din monitorizarea clădirilor instrumentate seismic*, constituită în acord cu principiile Open Access, Open Data și FAIR și urmând modelele de bune practici ale infrastructurilor europene similare.

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

- Prin îndeplinirea obiectivului nr. 1 al proiectului, respectiv *un concept digital integrativ* se va pune la punct un sistem integral digitalizat de monitorizare seismică a clădirilor și a teritoriului României, bazat pe utilizarea unor instrumente software și hardware ultra-moderne. Originalitatea și noutatea demersului de cercetare constau în *integrarea elementelor valoroase ale unei infrastructuri speciale, distribuite pe întreg teritoriul țării, Rețeaua seismică a RNMPSPC (URBAN-INCERC), aprobată ca I.O.S.I.N. prin HG nr. 629 din 27.07.2023* și datele și informațiile existente la nivelul acesteia. Astfel, se va realiza un ansamblu funcțional centrat în jurul prelucrării rapide și

eficiente a datelor seismice, detecției precoce a potențialului de avariere al mișcărilor seismice și fundamentării strategiilor de reducere a riscului seismic.

- Prin îndeplinirea obiectivului nr. 2 al proiectului, se va crea, pentru prima dată în România, o **bază de date Open Access cu date înregistrate, după caz, atât în mediul construit în câmp liber cât și pe clădiri monitorizate seismic în cadrul RNMPSPC – URBAN-INCERC.**

3. Obiectivul fazei:

Faza 3/2024 a proiectului a avut ca obiectiv **aspectele de interconectare și compatibilizare ale RNMPSPC –I.O.S.I.N. - URBAN-INCERC** cu infrastructurile similare naționale și internaționale - **specifice celor din cadrul consorțiului european EPOS (ERIC).** Se are în vedere îndeplinirea obiectivului nr. 1 al proiectului - **concept digital integrativ** - în care scop sistemul trebuie să fie compatibil și conectabil cu infrastructurile de cercetare europene similare pentru a permite **alinieră și integrarea componentelor experimentale, dar și de cercetare, în circuitul european și internațional, atât la nivel de apartenență la consorții și organizații internaționale, precum EPOS,** cât și la nivelul producției științifice de înaltă calitate.

În acest context, **componentele hardware și software utilizate, cât și baza de date urmează să fie în acord și compatibile cu cerințele europene și principiile moderne ale științei libere (Open Science),** cu principiile FAIR și Open Data. Crearea de baze de date științifice și experimentale reprezintă un curent emergent în cercetarea mondială actuală, fiind totodată un pilon de bază al Strategiei Naționale de Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă 2022-2027

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

În lucrarea de față, aferentă fazei nr. 3a proiectului PN 23 35 01 01 din cadrul Programului Nucleu ECODIGICONS desfășurat în INCĐ URBAN-INCERC, s-au efectuat:

- **un studiu de documentare, analiză și sinteză privind standardele internaționale de calitate a datelor seismice și de interconectarea infrastructurilor similare din domeniu;**
- **un studiu aplicativ privind configurarea infrastructurii RNMPSPC (I.O.S.I.N.) pentru interconectarea și compatibilizarea cu infrastructurile similare naționale și internaționale specifice celor din cadrul consorțiului european EPOS (ERIC).**
- **activități de diseminare la nivel național și internațional.**

Rezultatele privind diseminarea propuse pe întreg anul 2024, s-au referit la articole indexate în WOS sau participare cu comunicare la manifestări științifice internaționale indexate WOS, articole publicate în revistă BDI sau participare la conferință națională / internațională în domeniu, participări la târg de invenție și inovare, prezentări la manifestări științifice naționale și vor fi prezentate separat.

5. Rezumatul fazei 1

Capitolul 1- INTRODUCERE

Ca infrastructură de cercetare pe care se bazează acest proiect, Rețeaua Națională de Monitorizare și Protecție Seismică a Patrimoniului Construit (RNMPSPC) din cadrul INCĐ „URBAN-INCERC”a fost inclusă în anul 2021 în *Foia de Parcurș Națională a Infrastructurilor de Cercetare din România* și membră a secțiunii române, EPOS-RO, a consorțiului european EPOS¹ (ERIC). Începând cu anul 2022,

¹ EPOS = *European Plate Observing System*, consorțiu european de 17 țări - între care și România – și care a primit în anul 2018 statutul de Infrastructură Europeană de Cercetare (ERIC), <https://www.epos-eu.org/>

rețeaua seismică a RNMPSPC a obținut înregistrarea în *Federația Internațională a Rețelelor de Seismografe Digitale* (FDSN²), sub indicativul unic „RQ”.

Prin **Hotărârea nr. 629/2023 adoptată de Guvernul României la 27 iulie 2023** (publicată în Monitorul Oficial, Partea I nr. 700 din 31 iulie 2023) pentru modificarea Hotărârii Guvernului nr. 786/2014 privind aprobarea Listei instalațiilor și obiectivelor speciale de interes național, finanțate din fondurile Ministerului Educației și Cercetării, **RNMPSPC are statutul de Instalație/Obiectiv Special de Interes Național (I.O.S.I.N.)**, prevăzută la **poziția 19 în LISTA instalațiilor și obiectivelor speciale de interes național, finanțate din fondurile Ministerului Cercetării, Inovării și Digitalizării, de la bugetul de stat, "Capitolul «Cercetare fundamentală și cercetare-dezvoltare»"**, în conformitate cu **Anexa nr. 1** la această hotărâre, la nr crt **6. Rețea națională de CD și monitorizare a geohazardelor naturale**.

Obiectivul proiectului este corelat cu cele stabilite în cadrul întregului Program Nucleu derulat în cadrul INCD URBAN-INCERC, contribuind la îndeplinirea lor, respectiv obiectivul nr. 1: „Cercetarea și dezvoltarea de sisteme, elemente, materiale și tehnologii inovatoare, menite să asigure securitatea, confortul și calitatea vieții cetățenilor, într-un ecosistem social sustenabil și rezilient la hazarduri naturale și antropice; integrarea într-un concept digital coerent a ansamblului activităților de monitorizare seismică a teritoriului și clădirilor”, precum și cu obiectivele din *Strategia Națională de Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă 2022-2027*, respectiv:

- **obiectivul general OG1:** Dezvoltarea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare, cu obiectivele specifice: OS.1.2: Asigurarea tranziției către știința deschisă și facilitarea progresului în cercetarea științifică de excelență; OS.1.4. Modernizarea și utilizarea eficientă a infrastructurii CDI prin facilitarea accesului deschis și Asigurarea sustenabilității acesteia; OS.1.5. Conectarea activităților de cercetare și inovare cu provocările societale - Agenda Strategică de Cercetare (Domeniul „Securitate civilă pentru societate”, având ca impact „Reducerea impactului seismelor puternice, prin decizii corect informate, pe baze științifice”, „Diminuarea pierderilor cauzate de calamități naturale, accidentale și de cele provocate de om” și „Creșterea rezilienței comunitare prin informare, educare și implicare”);
- **obiectivul general OG2:** Susținerea ecosistemelor de inovare asociate specializărilor inteligente, cu accent pe domeniile și subdomeniile de specializare inteligentă; „2. Economie digitală și tehnologii spațiale”, subdomeniile „2.2 Rețelele viitorului, comunicații, internetul lucrurilor” („prevenția și reacția rapidă la dezastre naturale”) și „2.3 Tehnologii pentru economia spațială” („managementul dezastrelor”).

Capitolul 2. DOCUMENTARE, ANALIZĂ ȘI SINTEZĂ PRIVIND STANDARDELE INTERNAȚIONALE DE CALITATE A DATELOR SEISMICE ȘI DE INTERCONECTARE A INFRASTRUCTURILOR SIMILARE DIN DOMENIU a inclus:

- Un studiu specializat privind **stadiul actual în Europa / țările cu rețele seismice avansate prin proiecte și cercetări care au condus la dezvoltarea infrastructurilor europene actuale, din care a rezultat că proiectele reprezentative au fost următoarele:**
- Proiectul SERA - ALIANȚA PENTRU INFRASTRUCTURA DE CERCETARE SEISMOLOGIE ȘI INGINERIE SEISMICĂ PENTRU EUROPA (Raport final - 2020)

²<http://www.fdsn.org/>

Acest proiect a primit finanțare din programul de cercetare și inovare Orizont 2020 al Uniunii Europene. Proiectul și-a propus să reducă riscul seismic și din fenomene antropice pe baza unor proiecte inovatoare de cercetare și dezvoltare. SERA integrează date, produse, infrastructuri și know-how în seismologie și ingineria seismică. Ca finalitate, **eforturile comune în cadrul SERA au condus la câteva rezultate remarcabile**, cum ar fi:

- accesul transnațional la zece instalații de inginerie seismică de înaltă clasă și seismologie cu rețele dense, acces virtual la principalele date și produse seismologice din Europa;
- un progres substanțial în integrarea seismologiei și ingineriei seismice;
- modelul european de hazard seismic pentru includere în codul european de proiectare;
- modelul european de risc seismic, inclusiv factori fizici și socioeconomici;
- promovarea științei multidisciplinare;
- contribuții pentru proiectarea viitoarelor experimente în seismologie și inginerie seismică, noi metode de evaluare în timp real a oscilației și deteriorării construcțiilor și noi rezultate ale testelor în domeniul rezistenței structurilor;
- dezvoltarea în continuare a seismologiei educaționale la nivel de școală;
- integrarea proiectelor de infrastructură anterioare

- **Proiectul NERA - REȚEAUA INFRASTRUCTURILOR EUROPENE DE CERCETARE PENTRU EVALUAREA ȘI ATENUAREA RISCULUI SEISMIC**

În acest proiect, principalele **infrastructuri pentru partajarea și distribuția de date accelerometrice** sunt:

- **Rapid-Raw Strong Motion (RRSM):** primul sistem european care furnizează automat produse privind mișcările seismice puternice în timp aproape real pentru oamenii de știință și ingineria seismică. Sistemul colectează și utilizează toate datele relevante, date nerestricționate ale formei de undă din datele europene integrate ale formei de undă Arhivă (EIDA; www.orfeus-eu.org/eida) în câteva minute după un cutremur ($M \geq 3,5$) în regiunea european-mediteraneană.
- **Baza de date Engineering Strong Motion (ESM):** bază de date orientată spre inginerie care conține accelerograme înregistrate de principalii furnizori de date de mișcări puternice italiene și turcești, plus datele conținute în site-ul de internet pentru Europa Strong-Motion Data (Ambraseys et al. 2002; http://www.isesd.hi.is/ESD_Local/frameset.htm).

- **Baza de date RESORCE 2013-2014**

Din documentația consultată rezultă că RESORCE (baza de date de referință pentru predicția mișcării seismice a terenului în Europa) este o platformă accesibilă gratuit pentru accesarea și recuperarea datelor fiabile despre mișcarea terenului de la cutremure paneuropene și parametrii seismologici și geotehnici asociați. Utilizarea RESORCE este acordată numai în scopuri necomerciale. RESORCE actualizează și extinde în principal bazele de date europene strong-motion construite în proiecte finanțate anterior de Comisia Europeană (de exemplu, proiecte FP4 și FP5 conduse de prof. Ambraseys și proiectul SHARE FP7).

- **CD-ROM-UL „DISSEMINATION OF EUROPEAN STRONG-MOTION DATA” și FIȘIERUL PAN-EUROPEAN ENGINEERING STRONG MOTION (ESM) FLAT-FILE în comparație cu baza de date NGA-WEST2, ca referință privind standardele internaționale de calitate a datelor seismice**

Acest set de date conține informații pentru 1.089 seturi de înregistrări de la 482 de cutremure separate și 352 de stații individuale cu mișcare puternică și, în cadrul proiectului CE „Diseminarea datelor europene de mișcare puternică” (proiect CD-ROM), a fost extins cu mai mult de 1.400 de noi înregistrări de mișcare puternică, oferind un total de peste 7.500 de înregistrări de componente europene deținute acum la banca de date de mișcare puternică a Imperial College. Multe dintre noile înregistrări au fost extrase din banca de date a participanților la proiectul CD-ROM, altele au fost furnizate direct de operatorii de rețea, agenții sau organizații sau au fost descărcate de pe Internet.

Banca de date, baza de date și programul de browser sunt rezultatul efortului de a procesa, arhiva și prezenta uniform istoricul „răspunsului terenului” european, între 1971 și 1999. Compilarea și prelucrarea acestui set de date au fost susținute de Comisia Europeană, Direcția Generală XII, Programul Știință, Cercetare și Dezvoltare, Mediu și Climă, contract ENV4-CT97-0397 (Diseminarea datelor europene Strong-Motion).

Fișierele flatfile ESM (Engineering Strong-Motion) sunt fișiere text cu date structurate (metadata) într-un format tabular, metadata verificate și fiabile, care conțin informații detaliate despre mișcările seismice înregistrate de instrumentele de măsurare seismică, esențiale pentru ingineria seismică și evaluarea hazardului seismic:

- metadata: identificatorul evenimentului (cod unic pentru fiecare cutremur), data și ora la care a avut loc evenimentul seismic, coordonatele geografice (latitudine și longitudine) și adâncimea hipocentrului, magnitudinea cutremurului (magnitudinea de moment, Mw);
- informații despre stații: identificator unic pentru fiecare stație seismică, coordonatele geografice ale stației și altitudinea, caracteristicile geologice ale terenului unde este amplasată stația;
- date privind mișcarea terenului: valorile accelerațiile înregistrate, valorile spectrului de răspuns pe diferite perioade de vibrație, accelerația maximă a terenului înregistrată la fiecare stație PGA (Peak Ground Acceleration), viteza maximă a terenului înregistrată PGV (Peak Ground Velocity), deplasarea maximă a terenului înregistrată PGD (Peak Ground Displacement);
- date tehnice: specificațiile tehnice ale instrumentului de înregistrare folosit, informații despre calibrarea și sensibilitatea echipamentului.

- Baza de date inginerească de mișcări seismice puternice / ENGINEERING STRONG MOTION (ESM) - EPOS-EVOLUȚIA ÎNTRE 2018 ȘI 2023

Este una dintre infrastructurile proiectului UE EPOS, pentru distribuția formelor de undă accelerometrice. Acesta combină expertiza și seturile de date dobândite în mai multe țări europene proiecte (PC4 până la PC7), Arhiva Europeană Integrată de Date și baze de date naționale. ESM a fost selectat ca una dintre infrastructurile EPOS, Sistemul european de observare a plăcilor (www.epos-eu.org), un plan pe termen lung pentru integrarea infrastructurilor naționale și transnaționale de cercetare pentru știința Pământului în Europa, să furnizeze acces fără probleme la date, servicii și facilități. La nivelul anului 2017, baza de date ESM conținea 51.200 de forme de undă cu trei componente (ultimul acces 13 decembrie 2017), dintre care cca. 60% dintre ele sunt procesate manual, 15% sunt procesate automat și necesită revizuire manuală, în timp ce 25% sunt considerate de proastă calitate dar proastă sunt păstrate în baza de date, deoarece intensitatea și anumite date precum PGA

pot fi utilizate cu o bună încredere. Formele de undă sunt relevante pentru aproximativ 6800 evenimente seismice ($M \geq 4,0$), înregistrate de 3340 de amplasamente.

ESM este pe deplin compatibil cu European Integrated Data Archive (EIDA), un centru de date distribuit creat pentru a arhiva în siguranță datele formelor de undă seismice și metadatele aferente, pe baza standardelor seismologice internaționale.

- Baza de date privind mișcările seismice puternice din Italia – 2022

Rețeaua Italiană de Înregistrare a Mișcărilor Seismice Puternice (RAN) includea în anul 2022 un număr de 648 de stații și este rezultatul unei cooperări fructuoase între guvernul italian, regiuni și autoritățile locale. Departamentul de protecție civilă națională italiană (DPC) s-a concentrat pe îmbunătățirea rețelei puternice de mișcare—nu numai prin numărul stațiilor ci și prin calitatea instrumentelor. În prezent, stațiile RAN sunt distribuite în toată țara, în special în apropiere de 17 zone active din punct de vedere seismic. Ca abordare integratoare este de interes că **rețeaua din Italia include trei subrețele**: RAN - deținută și gestionată de DPC, Rețeaua Accelerometrică Friuli Venezia Giulia, Rețeaua Seismică Irpinia - deținută și administrată de UniTS— Trieste și Rețeaua Seismică Irpinia (ISNet), în sud, deținută și administrată de Universitatea din Napoli „Federico al II-lea”.

Situația rețelei italiene de mișcări puternice RAN ne demonstrează că s-a ajuns la progrese evidente științifice și aplicative, atât din punct de vedere tehnic și constructiv, cât și privind prelucrarea datelor, cu utilizare în ceea ce privește răspunsul la urgență prin utilizarea resurselor de DPC italian. Rețelele seismice regionale ale RAF și ISNet au fost integrate în RAN pentru a îmbunătăți numărul de stații și calitatea rețelei seismice. În prezent, RAN rețeaua acoperă întreaga Italie cu stații seismice dens instalate de înaltă calitate înregistratoare seismice.

Punctele de măsură, permanente sau temporare sunt mai dens distribuite în zonele seismogenice și mai ales într-un cadru urban. În total, 234 de stații sunt în interiorul substațiilor (în principal clădiri mici din beton) ale unor companii electrice, în timp ce altele sunt pe teren public (protejat de o cutie mică din fibră de sticlă) sau în interiorul clădirilor puse la dispoziție de administrațiile locale care asigură și electricitatea sursa de alimentare necesară pentru funcționarea instrumentelor.

La DPC din Roma există centrul CAED de „Achiziție, elaborare, stocare și difuzare a datelor” Sistemul în timp real Antelope (Tehnologia Boulder Real Time, <https://brtt.com/software/>, ultimul acces: 16 iunie 2022) rulează la CAED din 2012. Este o suită integrată de programe pentru date de colectare și analiza datelor seismice. Software-ul Antelope automat colectează, prelucrează și arhivează date în centrul de achiziție de date din Roma dar procedurile automate și rapide care rulează Antelope pentru analiza în timp real a datelor de mișcare puternică sunt îmbunătățite continuu la Universitatea din Trieste cu privire la setul de parametri puternici de mișcare și predicția mișcării terenului. Ecuațiile permit să fie furnizate hărți de intensitate a mișcării terenului pentru cutremure moderate până la puternice, incluse în rapoarte automate generate în scopul protecției civile.

Italia se caracterizează printr-un procent ridicat de structuri construite înainte de 1974 (când pentru prima dată s-au stabilit reguli tehnice specifice pentru proiectarea seismică a structurilor). Potrivit unui raport al Institutului Național de Statistică — ISTAT din 2015, aproximativ 1,01% din construcțiile rezidențiale construite între 1946 și 1990 se află într-un stare precară. În acest moment,

senzorii de forță-răspuns garantează obținerea unei curbe pentru un interval lung de frecvențe cu o rată de eșantionare mare.

Prin utilizarea unei forme de undă în timp cvasi-real, se obțin informațiile legate de evenimentul seismic (de exemplu, momentul seismic— M_0 și magnitudinea de moment— M_w) și efectul acestuia asupra terenului unde sunt poziționate stațiile (de exemplu, accelerația de vârf, viteza și deplasarea (PGA, PGV și, respectiv, PGD), intensitatea Housner (IH), intensitatea Arias (Ia) și spectrală accelerația (SA) în momente diferite, de obicei la 0,3 s, 1,0 s și 3,0 s).

Combinarea acestor informații ajută oamenii de știință și inginerii să determine potențialul de deteriorare a structurilor și infrastructurilor și posibilitatea declanșării altor fenomene naturale (de exemplu, alunecare sau lichefierea terenului).

Procesarea rapidă a datelor seismice și produsele sale finale sunt importante pentru protecția civilă. Acestea permit autorităților din zona de monitorizare seismologică să ia măsuri corecte după apariția unui eveniment seismic major, fără a aștepta analiza manuală, care durează cel puțin 15/20 de minute pentru a furniza informații despre locația și magnitudinea evenimentului.

Pentru proiectul nucleu în curs, este de interes că unul dintre principalele puncte forte ale RAN rezidă în procedura automată implementată la CAED care permite cercetătorilor atât să verifice automat, cât și să valideze formele de undă și pentru a calcula în timp real un număr mare de mișcări ale terenului, și parametrilor legați de inginerie și deteriorarea clădirilor.

- **Baza de date privind mișcările seismice puternice din Turcia, evoluția în perioada 2010-2023**

Din documentația analizată rezultă că baza de date actualizată privind mișcările seismice puternice din Turcia (SMD-TR), compilată inițial de Akkar și colab, constă din 9244 de cutremure cu magnitudinea $3,0 \leq M \leq 7,8$ care au avut loc între 1976 și 2023. Include 95.890 de forme de undă cu trei componente înregistrate la 1022 de stații (55.370 de înregistrări de evenimente și 671 de înregistrări procesate de la 971 de stații). Baza de date este diseminată pe site-ul web orientat spre cercetare DesignSafe (<https://doi.org/10.17603/ds2-f21x-s189>) și este compilată pentru a oferi fișiere flat-motion, care vor fi actualizate periodic până în 2025.

- **Un studio specializat s-a efectuat în faza 3/2024 privind cerințele de calitate privind achiziția și formatarea datelor, din care au rezultat următoarele cerințe reprezentative:**

- **Cerințe care rezultă din apartenența la EPOS - THE EUROPEAN PLATE OBSERVING SYSTEM**

- **EPOS - PORTALURI WEBSITE pentru comunități științifice specifice**

Din documentația analizată rezultă că **EPOS, SISTEMUL EUROPEAN DE OBSERVARE A PLĂCILOR (Tectonice)**, este o infrastructură de cercetare multidisciplinară, distribuită, care facilitează utilizarea integrată a datelor, a produselor de date și a facilităților din comunitatea științelor Pământului din Europa. EPOS reunește oameni de știință ai cercetării Pământului, infrastructuri naționale de cercetare, experți în TIC (tehnologia informației și comunicațiilor), factori de decizie și publici pentru a dezvolta noi concepte și instrumente pentru răspunsuri precise și durabile la întrebările societății privind hazardurile geodinamice și acele fenomene geodinamice (inclusiv geo-resurse) relevante pentru mediu și bunăstarea umană.

Infrastructurile Naționale de Cercetare (INR) reprezintă furnizorii de date EPOS de bază care vor garanta accesul la date și produse verificate de calitate.

EPOS ERIC este consorțiul european care coordonează infrastructura de cercetare EPOS și cadrul său de livrare. Cadrul juridic ERIC urmărește să opereze EPOS și să ofere un plan de guvernanță eficient pentru TCS și ICS.

Serviciile de bază tematice (TCS) sunt integrarea specifică comunității (de exemplu, seismologie, vulcanologie, geodezie, laboratoare experimentale etc.). Ele reprezintă cadre de guvernanță transnațională în care sunt furnizate date și servicii pentru a răspunde întrebărilor științifice și în care fiecare comunitate discută despre implementarea lor specifică, cele mai bune practici și strategiile de durabilitate, precum și problemele legale și etice. Faptul că zece TCS au contribuit la EPOS demonstrează amploarea multidisciplinară a planului de integrare și impactul potențial al aspectului de construire a comunității al EPOS. TCS va fi interoperabil cu ICS datorită soluțiilor TIC adecvate (nivelul de compatibilitate).

Serviciile de bază integrate (ICS) reprezintă noua infrastructură electronică care va permite accesul la date, produse multidisciplinare (inclusiv date sintetice din simulări, instrumente de procesare și vizualizare) și servicii pentru diferite părți interesate, inclusiv, dar fără a se limita la, comunitatea științifică (adică utilizatori). Elementul cheie al ICS în EPOS va fi un hub central (ICS-C) unde utilizatorii pot descoperi și accesa date și produse de date disponibile în TCS și NRI, precum și acces la un set de servicii pentru integrarea și analiza datelor multidisciplinare. Interfața tehnică dintre TCS și ICS este nivelul de compatibilitate, care garantează comunicarea și interoperabilitatea.

La nivel European există o serie de **portaluri / website**, care dau, specific diferitelor comunități de utilizatori, acces la informații privind date relevante referitoare la: a) resurse ale pământului, b) seismologie, c) risc seismic d) produse și servicii privind riscul seismic în Europa, e) hărți specifice de risc și hazard seismic, f) falii seismogenice, g) date privind istoricul seismelor, h) date și metadate (de la noduri locale independente sau de la stații), care sunt distribuite publicului printr-o interfață web, etc. În continuare se prezintă informații detaliate despre câteva dintre aceste portaluri:

Portaluri comunitare EPOS. Date privind Științele Pământului se pot afla de către utilizatori, în cadrul portalului EPOS în care fiecare Serviciu Tematic de bază (TCS) oferă date specifice comunităților lor. În cadrul EPOS, fiecare Serviciu Tematic de bază (TCS) oferă portaluri specifice comunității, unde utilizatorii pot găsi o mare varietate de date și alte resurse legate de Științele Pământului Solid.

Seismologie. Fundația non-profit ORFEUS (Observatori și facilități de cercetare pentru seismologie europeană), a fost înființată în 1987, aceasta promovând seismologia în regiunea europeană extinsă, prin colectarea, arhivarea și distribuirea de date, metadate, servicii și produse corelate cu formele de undă seismică. Datele și serviciile sunt colectate sau dezvoltate la nivel național de mai mult de 60 de instituții contributive și dezvoltate, integrate, standardizate, omogenizate și promovate în continuare prin fundația ORFEUS. Serviciile ORFEUS cuprind: (i) Arhiva Europeană Integrată a Formelor de Undă (EIDA); și (ii) bazele de date europene Strong-Motion (SM).

EMSC. În 1975 a fost înființată organizația europeană EMSC (Centrul Seismologic European-Mediteranean) care stabilește și operează un sistem de determinare rapidă a epicentrelor

cutremurelor europene și mediteraneene (localizarea cutremurelor majore cu o întârziere de aproximativ o oră).

- **Evaluarea serviciilor de seismologie EPOS (2019) - faza de implementare**

Comunitatea EPOS Seismologie, organizată în cei trei piloni de subdomenii ORFEUS, EMSC și EFEHR, asigură funcționarea durabilă a serviciilor sale în cadrul pilonilor, cu contribuții active din comunitățile de piloni respective. Faza de testare EPOS-IP a oferit o nouă oportunitate de a monitoriza configurațiile operaționale curente și pentru a rafina implementările de servicii în unele aspecte. Experiența acumulată în această perioadă va ajuta, de asemenea, la ghidarea viitoarelor acorduri de colaborare între EPOS Seismology și EPOS-ERIC privind contribuția serviciilor la cadrul EPOS.

Servicii de formă de undă. EIDA cuprinde zece noduri (ODC-KNMI, GFZ, RESIF, INGV, ETHZ, BGR, INFP, KOERI, NOA, LMU) asigurarea accesului la 8520 de stații (din ~ 200 de rețele permanente și temporare), dintre care 3500 sunt operațional. ORFEUS-EIDA <http://www.orfeus-eu.org/data/eida>

Proiectul EPOS-IP a oferit comunității seismologice europene, organizată în cei trei piloni ORFEUS, EMSC și EFEHR, o oportunitate majoră de a-și consolida portofoliul de servicii, integrarea lor.

- **Cerințe care rezultă din activitatea infrastructurii ORFEUS (OBSERVATORI ȘI FACILITĂȚI DE CERCETARE PENTRU SEISMOLOGIE EUROPEANĂ)**

Din documentația analizată, rezultă că **ORFEUS (Observatori și facilități de cercetare pentru seismologie europeană, <http://orfeus-eu.org/>)** ca fundație non-profit, promovează seismologia în zona euro-mediteraneană prin colectarea, arhivarea și distribuirea de date, metadate, forme de undă seismică, și servicii și produse asociate. Configurarea acestui sistem de documentare pentru ORFEUS a fost posibilă prin proiectul UE SERA (<http://www.sera-eu.org>). Acest proiect a primit finanțare din programul de cercetare și inovare Orizont 2020 al Uniunii Europene în baza acordului de grant nr.730900.

ORFEUS este una dintre cele mai avansate infrastructuri din Europa pentru datele seismologice ale formei de undă în EPOS (European Plate Observing System) iar serviciile sale sunt dezvoltate în coordonare cu EPOS și sunt în mare parte integrate în Portalul de acces la date EPOS (<https://www.ics-c.epos-eu.org/>). (<https://www.epos-eu.org/tcs/seismology>). ORFEUS participă activ la proiecte finanțate de CE (de exemplu, NERIES, NERA, ENVRI, VERCE, EPOS-PP/IP/SP, EUDAT, SERA, RISE, Geo-INQUIRE).

Este foarte important că ORFEUS operează sub auspiciile Comisiei Seismologice Europene și cooperează îndeaproape cu Centrul Seismologic European-Mediteranean (EMSC) și cu Facilitățile Europene pentru Hazard și Risc Seismic (EFEHR) iar la nivel internațional ORFEUS participă la Federația Internațională a Rețelelor de Seismografe Digitale (FDSN).

Ca sursă primară, datele și serviciile sunt colectate sau dezvoltate la nivel național de peste 60 de instituții contribuatoare din Europa, fiind apoi dezvoltate, integrate, standardizate, omogenizate și promovate prin ORFEUS. Printre obiectivele ORFEUS se numără:

- dezvoltarea și coordonarea produselor de date cu forme de undă;
- coordonarea unui sistem european de distribuție a datelor;

- suportul pentru rețele seismice în arhivarea și schimbul de date digitale seismice forme de undă;
- încurajarea adoptării celor mai bune practici pentru operarea rețelor seismice, controlul calității datelor și managementul datelor;
- promovarea accesului deschis la datele, produsele și serviciile privind formele de undă seismică pentru comunitatea mai largă a științelor Pământului.

<http://orfeus-eu.org/rism/>



Numărul stațiilor și evenimentelor din Arhiva Europeană Integrată a Formelor de Undă (EIDA) la nivel european (Cauzzi, 2024)

Aceste obiective sunt atinse prin dezvoltarea și întreținerea serviciilor de date destinate unei comunități largi de utilizatori de date seismologice, de la oameni din științele pământului până la practicieni în ingineria seismică. În cadrul ORFEUS sunt consolidate două comitete de management al serviciilor (SMC), dedicate gestionării, operațiunii și dezvoltării:

- Arhiva Europeană Integrată a Formelor de Undă (EIDA; <https://www.orfeus-eu.org/data/eida/>);
- bazele de date europene Strong-Motion (SM; <https://www.orfeus-eu.org/data/strong/>).

Asigurarea calității (QA) a seturilor de date seismologice se referă la toate etapele ciclului de date al seismologiei observaționale, de la colectarea datelor formelor de undă până la livrarea produselor de date și a rezultatelor științifice. În structura distribuită și federată a Arhivei de date integrate europene (EIDA), nodurile individuale EIDA și observatoarele seismologice asociate acestora sunt responsabile în primul rând de selectarea acestora și implementând propriile proceduri de control al calității datelor/metadatelor, respectând totuși cele mai bune practici și standarde internaționale.

ORFEUS include între organele de conducere un grup de consultanță pentru utilizatori (UAG) responsabil de revizuirea serviciilor și de sugerarea de îmbunătățiri pentru serviciile și produsele ORFEUS, care furnizează rapoarte anuale pentru Comitetul Executiv ORFEUS și Comitetele de management al serviciilor, care sunt concentrate în principal pe îmbunătățirea calității și disponibilității datelor/metadatelor. ORFEUS și UAG-ul său promovează ateliere comunitare pe aceste subiecte.

- **Cerințe care rezultă din accesarea datelor europene strong-motion - SERVICIILE COORDONATE ORFEUS**

Este de interes starea actual și perspectivele Observatoarelor și unităților de cercetare pentru seismologie europeană (ORFEUS) servicii coordonate de seismologia mișcărilor puternice, (RRSM) și bazele de date de inginerie strong-motion (ESM) ca și interfețele web asociate ca webservices.

Sistemul ORFEUS RRSM – este complet automatizat pentru diseminarea rapidă a informațiilor despre cutremure, în timp ce ESM oferă verificarea calității formei de undă procesate manual și informații revizuite despre cutremur. RRSM utilizează numai date din Arhiva Europeană Integrată a Formelor de Undă, în timp ce ESM include și date offline din alte surse, cum ar fi Arhiva ACcelerometrică italiană (ITACA).

La producerea unui cutremur, centrul seismologic localizează cutremurul și îi atribuie un identificator unic de eveniment. De îndată ce această informație devine disponibilă, se declanșează o procedură automată la centrul de date ORFEUS pentru a prelua și procesa toate date disponibile aproape în timp real de la EIDA. La scară disponibilă datele (atât formele de undă de viteză, cât și de accelerație) sunt procesate prin modulul software scwtparam iar în 10–20 de minute de la originea cutremurului, se afișează paginile web cu valorile parametrilor de vârf și spectre de răspuns pentru toate înregistrările care corespund criteriilor de calitate predefinite sunt automat generate.

- **Cerințe care rezultă din apartenența la FEDERAȚIA INTERNAȚIONALĂ A REȚELOR DE SEISMOGRAFE DIGITALE –FDSN**

Din documentația consultată rezultă că **Federația Internațională a Rețelelor de Seismografe Digitale (FDSN)** este o organizație global iar membrii sai sunt formați din grupuri responsabile cu instalarea și întreținerea seismografelor fie în interiorul granițelor geografice, fie la nivel global. Calitatea de membru la FDSN este deschisă tuturor organizațiilor care operează mai mult de o stație de bandă largă. Membrii sunt de acord să coordoneze amplasarea stației și să ofere acces gratuit și deschis la datele lor. Această cooperare ajută oamenii de știință din întreaga lume să continue progresul științelor pământului și în special studiul activității seismice globale. FDSN deține și statutul de comisie în cadrul IASPEI.

Obiectivele FDSN legate de amplasarea și instrumentare a stațiilor sunt de a oferi stațiilor o bună distribuție geografică, înregistrând date cu 24 de biți de rezoluție în serii de timp continue cu o rată de eșantionare de cel puțin 20 de specimene pe secundă.

FDSN a jucat, de asemenea, un rol esențial în dezvoltarea unui standard universal pentru distribuția datelor de formă de undă în bandă largă și a informațiilor parametrice aferente. Formatul Standard pentru Schimbul de Date privind cutremurele (SEED) este rezultatul acestui efort.

Codurile de rețea FDSN. Fiecare rețea care distribuie date folosind serviciile web FDSN sau formatul FDSN SEED trebuie să aibă alocat un cod de rețea FDSN.

Rețeaua seismică a RNMPSPC a obținut înregistrarea în Federația Internațională a Rețelelor de Seismografe Digitale (<http://www.fdsn.org/>), sub indicativul unic „RQ” în 2022.

Serviciile web FDSN definesc standarde pentru furnizarea de date seismice și aferente pe web. (Grupul de lucru III al FDSN). SEED și FDSN StationXML sunt formate de date standardizate utilizate pentru schimbul de date. (Grupul de lucru II FDSN). Registrul centrelor de date FDSN conține o listă a centrelor de date, care sunt serviciile oferite și, opțional, ce seturi de date sunt disponibile de la fiecare. Un serviciu web API oferă acces programatic la registru.

- **Cerinte de calitate privind achiziția și formatarea datelor**

În mod specific, cerințele urmăresc protocoalele stabilite în cadrul serviciilor web FDSN și EIDA (Arhiva Europeană Integrată de Date), pentru a oferi ulterior acces standardizat și deschis la date. Se utilizează următoarele protocoale pentru datele formei de undă mSEED –FDSNWS Data select, metadatele stației –FDSNWS Station, disponibilitatea datelor –FDSNWS Availability, rutarea între serviciile EIDA –EIDAWS Routing și metadata forme de undă –EIDAWS WFCatalog.

Configurarea datelor conform formatului SeisComP FDSNWS -DataSelect Web Service. INCĐ URBAN-INCERC va completa, în principal, baza de date referitoare la tema Seismologie, prin intermediul nodului EIDA care colectează și arhivează date (serii temporale în format miniSEED). Datele sunt solicitate interogând serviciul web cu o sintaxă standardizată.

- **Abordări complementare pentru obținere de date, altele decât cele furnizate în cadrul serviciilor WEB FDSN ȘI EIDA**

Două tipuri de observații sunt integrate pentru a genera hărțile de tip shakemap imediat după un cutremur: datele înregistrate de stațiile seismice (PGA & PGV, spectre de accelerații etc.) și datele extrase de la senzorii sociali (platforme sociale-de ex., Twitter ca senzor seismic social în timp real), bazate pe scara europeană EMS-98 și Scara de intensitate Mercalli modificată -MMI. Abordarea legată de platformele sociale suportă însă unele discuții privind geolocalizarea postărilor (partajarea locației utilizatorului prin GPS-ul acestuia, sau utilizarea modului de identificare a mențiunilor de locuri în textul tweet-urilor.

Recunoașterea entității tehnice, pentru a prelua coordonatele geografice corespunzătoare prin intermediul serviciilor web specializate (OpenStreetMap)). După o detectare automată a cutremurelor pe baza unui algoritm, tweet-urile asociate unui eveniment suferă o anumită prelucrare pentru a extrage tematica informațiilor (clasificare supravegheată) și geolocalizarea.

Se răspunde astfel nevoii de a informa autoritățile cu privire la impactul potențial al unui cutremur în termen de 10 minute de la producerea evenimentului, prin comunicarea directă de shakemaps în termeni de intensitate macroseismică (MI) sau prin evaluarea rapidă a pierderilor pe baza acestor shakemaps. Doar prin măsurătorile instrumentale ale PGA nu se pot reproduce shakemap-urile finale utile autorităților publice.

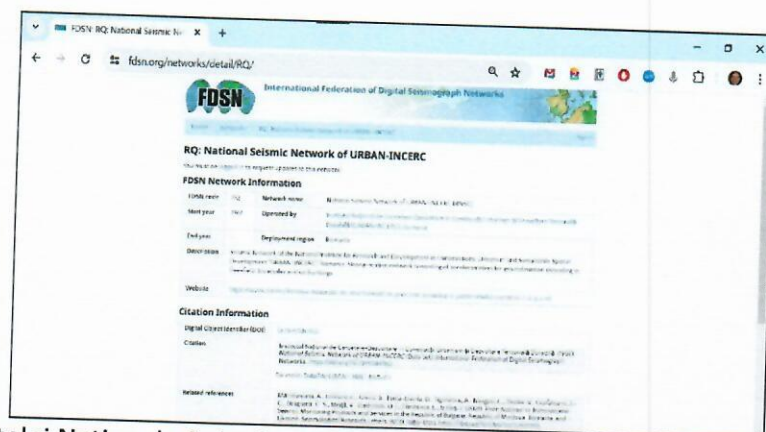
Capitolul 3.CONFIGURAREA INFRASTRUCTURII RNMPSPC PENTRU INTERCONECTAREA ȘI COMPATIBILIZAREA CU INFRASTRUCTURILE SIMILARE NAȚIONALE ȘI INTERNAȚIONALE-SPECIFICE CELOR DIN CADRUL CONSORȚIULUI EUROPEAN EPOS (ERIC)

În pregătirea infrastructurii *Rețelei Naționale de Monitorizare și Protecție Seismică a Patrimoniului Construit*, RNMPSPC (I.O.S.I.N.) din INCĐ URBAN-INCERC pentru interconectarea și compatibilizarea cu infrastructurile similare naționale și internaționale precum consorțiul european EPOS (*European Plate Observing System*, cu statut ERIC – European Research Infrastructure Consortium) au fost desfășurate timp de mai mulți ani activități complexe de pregătire a echipamentelor și software-ului necesar pentru realizarea acestui deziderat. S-a efectuat treptat înlocuirea aparaturii depășite din punct de vedere moral cu echipamente noi, apte pentru a face față necesităților actuale atât la nivel de procesare a unor volume mari de date, cât și de calitate a înregistrărilor seismice realizate. Au fost achiziționate preponderent accelerometre ETNA2, produse de Kinematics (SUA), firmă recunoscută pentru performanțele aparaturii produse și care furnizează echipamente pentru majoritatea rețelelor seismice importante pe plan mondial, conectate permanent online și de a furniza date în timp real referitoare la evenimentele seismice înregistrate.

Având în vedere numărul mare de stații (64 în prezent) a devenit evidentă necesitatea dotării rețelei seismice cu un sistem software complex de achiziție, prelucrare, distribuție, analiză interactivă și arhivare a datelor seismice, care să asigure în același timp controlul calității datelor înregistrate. În anul 2021 a fost achiziționat sistemul SeisComP Pro dezvoltat în cadrul programului GEOFON de către Centrul Helmholtz din Potsdam (GFZ - German Research Centre for Geosciences) și de gempa GmbH, Germania (<https://www.gempa.de/>). Sistemul dispune de numeroase module specializate, permițând managementul performant al datelor înregistrate în rețeaua seismică, precum și utilizarea acestora în diverse aplicații. SeisComP Pro este bazat pe formatul de date SeedLink, care reprezintă la ora actuală practic un standard internațional în domeniu.

Un alt avantaj al sistemului SeisComP este compatibilitatea sa cu serviciile online ale FDSN (*International Federation of Digital Seismograph Networks*), <https://www.fdsn.org/webservices/>. FDSN a avut un rol important în dezvoltarea formatului SEED (*The Standard for Exchange of Earthquake Data*), utilizat și de SeisComP, inclusiv în cadrul protocolului SeedLink.

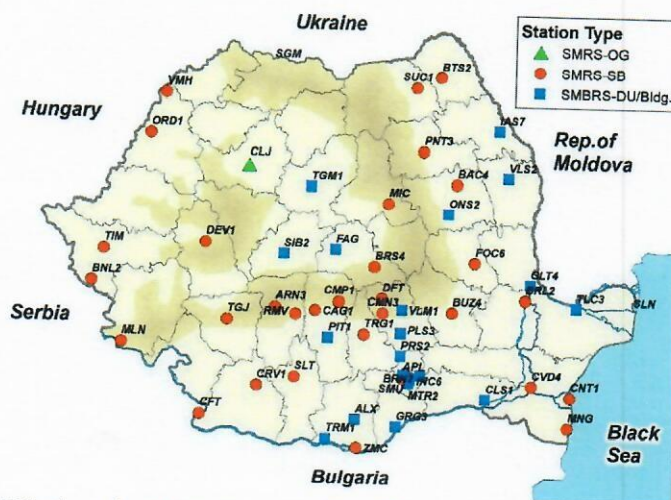
Alături de baza de date proprie a SeisComP, bazată pe înregistrările din rețeaua RNMPSPC, compatibilitatea software cu serviciile web ale FDSN (FDSNWS – *FDSN Web Services*) oferă RNMPSPC acces la datele din toate rețelele seismice mondiale, de interes deosebit fiind, în acest caz, cele ale seismelor care afectează teritoriul țării noastre.FDSN întreține un registru global al rețelelor seismice, în care fiecare rețea este identificată printr-un cod unic. În anul 2022, rețeaua seismică din cadrul RNMPSPC a fost înregistrată în FDSN, obținând codul unic „RQ”.



Pagina Rețelei Naționale Seismice a INCED URBAN-INCERC, în FDSN, cu indicativul „RQ”

Amplasamentele stațiilor seismice ale Rețelei Naționale Seismice a INCED URBAN-INCERC, componentă esențială a RNMPSPC, sunt, pe de-o parte, cele originale, alese în anii de început ai rețelei, și pe de altă parte, amplasamente noi, alese în concordanță cu seismicitatea specifică țării noastre și urmând, totodată, principii de complementaritate cu amplasamentele stațiilor seismice ale INFP.

Harta Rețelei Naționale Seismice a INCED URBAN-INCERC (64 de stații) este prezentată în figura atașată.. Pe hartă sunt figurate atât stațiile conectate în prezent la sistemul SeisComp, cât și celelalte stații, toate fiind funcționale.



Harta stațiilor Rețelei Naționale Seismice a INCED URBAN-INCERC (toate stațiile), cu tipurile de stații conform COSMOS (ANSS, S.U.A.)

Toate cele 64 de stații seismice ale RNMPSPC sunt funcționale și transmit date. Subsetul conectat în prezent la SeisComp este cel care satisface, prin caracteristicile tehnice, compatibilitatea cu acest sistem.

În prezent, RNMPSPC a implementat în sistemul SeisComp doar stațiile cu aparatură modernă, care se califică pentru transmisia în timp real și sunt compatibile cu sistemul. În procesul de înlocuire treptată a accelerometrelor cu aparatură mai nouă, numărul stațiilor conectate la sistemul SeisComp va crește. La ora actuală sunt conectate la SeisComp 14 stații, dotate cu echipamente ETNA2, Granite, Basalt și

Dolomite. Alte 3 stații (Constanța, Miercurea Ciuc și Târgu Mureș) au conectarea aproape finalizată, în urma înlocuirii echipamentelor vechi cu unele moderne (acestea sunt acum dotate cu echipamente ETNA2 sau Basalt)..

Este important de precizat că rețeaua seismică a INCD URBAN-INCERC (RNMPSPC – I.O.S.I.N.) include, în afara instrumentelor Kinematics, și un număr de 34 de accelerometre de tip GeoSIG GMS-18 (32) și GSR-24 (2), plasate în stații seismice situate în diverse localități ale țării. Aceste stații sunt funcționale și, în majoritate, conectate permanent la serverul din Centrul de date al RNMPSPC, transmițând date seismice 24 de ore din 24 (stocate în fișiere de tip *ringbuffer*, aferente fiecărei ore), precum și fișiere din declanșări produse la depășirea accelerațiilor de prag configurate. Deși performanțele acestor instrumente sunt foarte bune (ele transmit date în format *miniSEED*, conforme standardului SEED), în urma consultărilor avute atât cu firma producătoare (GeoSIG), cât și cu dezvoltatorul sistemului SeisComP (gempa GmbH) ele nu au fost conectate la sistemul SeisComP, având în vedere caracteristicile lor de volum de memorie și lățime de bandă de transmisiuni, inferioare cerințelor moderne (este vorba de instrumente mai vechi). Cu toate acestea, instrumentele GeoSIG asigură date de calitate, folosite în rapoartele seismice întocmite de RNMPSPC, ca și în cercetările realizate, împreună cu datele furnizate de instrumentele Kinematics.

De asemenea, este de menționat că mai există încă în rețea instrumente Kinematics ETNA, mai vechi, ne-conectabile la SeisComP dar furnizând date seismice fiabile, utilizate deopotrivă în cadrul rapoartelor seismice și cercetărilor.

Un alt aspect important de precizat este faptul că sistemul SeisComP se află și în dotarea Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului (INFP), ceea ce reprezintă un factor esențial pentru compatibilizarea și interconectarea cu infrastructura software utilizată în cadrul consorțiului EPOS (*European Plate Observing System*, <https://www.epos-eu.org/>), care a dobândit în anul 2018 statutul de ERIC (*European Research Infrastructure Consortium*) și din care face parte și România. Așa cum s-a arătat anterior, EPOS are între obiectivele principale oferirea, în regim *open access* și în acord cu principiile F.A.I.R., de date seismice la nivel european. INFP este coordonatorul consorțiului român EPOS-RO (<https://epos-ro.eu/ro/acasa/>), cuprinzând 7 institute de cercetare-dezvoltare și universități din România: INFP, GeoEcoMar, IGR, Universitatea din București, INCD URBAN-INCERC, Universitatea Tehnică de Construcții București și Institutul de Geodinamică Sabba S. Ștefănescu al Academiei Române. EPOS-RO asigură, între alte activități, transmisia datelor seismice către infrastructura centrală EPOS, prin nodul EIDA aferent. EIDA – *European Integrated Data Archive*, o inițiativă ORFEUS (*Observatories and Research Facilities for European Seismology*, <http://orfeus-eu.org/>) este, conform <https://www.orfeus-eu.org/data/eida/>.

Planificarea activităților pentru dezvoltarea viitoare

Dotarea RNMPSPC (I.O.S.I.N.) cu o infrastructură software și hardware dedicată transmisiei datelor seismice, similară și compatibilă cu cea a INFP, reprezintă premisa esențială a asigurării interoperabilității și a funcționalității serviciilor în cadrul TCS Seismology ale EPOS. La nivel tehnic, aceasta se realizează în principal prin:

1. **dotarea cu echipamente moderne** de înregistrare a vibrațiilor seismice și de transmisie a datelor, cu capacități de conectare permanentă online; această dotare reprezintă un proces în curs, progresiv, derulat continuu la nivelul RNMPSPC, pentru înlocuirea echipamentelor vechi cu echipamente noi, cu caracteristici superioare;

2. **dotarea cu un sistem software performant**, dedicat managementului integrat, la nivel tehnico-științific, al ansamblului activităților rețelei seismice (achiziție, prelucrare, distribuție, analiză interactivă și arhivare a datelor, control al calității funcționării stațiilor seismice etc.); acest sistem trebuie să fie compatibil și conectabil atât la sistemul INFP, cât și la infrastructura specifică EPOS – așa cum s-a menționat mai sus, sistemul SeisComp, implementat la nivelul RNMPSPC, îndeplinește aceste exigențe;
3. **configurarea detaliată și precisă a aparaturii RNMPSPC**, testarea inițială și verificarea periodică a acestora – acest fapt se realizează conform procedurilor curente ale rețelei și, în mod suplimentar, din punctul de vedere al complexității operațiunilor, pentru stațiile conectate la sistemul SeisComp;
4. **asigurarea de metadate detaliate** pentru caracterizarea stațiilor seismice ale RNMPSPC și introducerea lor în sistem – odată cu conectarea stațiilor seismice la sistemul SeisComp, acest fapt s-a realizat în acord cu cerințele acestuia și utilizând parametrii de instrument din baza de date NRL – *Iris Nominal Response Library*³ (<https://ds.iris.edu/ds/nrl/>) aparținând de secțiunea IRIS DMC a infrastructurii NSF SAGE Facility operate de Fundația Națională pentru Știință din S.U.A.;
5. **conectarea propriu-zisă a infrastructurilor (RNMPSPC-INFP-EPOS)**, cu testarea și urmărirea în timp a stabilității, continuității și calității conexiunilor;
6. **încadrarea datelor seismice furnizate de RNMPSPC în parametrii de calitate caracteristici infrastructurii EPOS**; urmărirea parametrilor pentru stațiile existente și planificarea extinderii infrastructurii hardware și software a RNMPSPC în acord cu aceste exigențe, având în vedere că ele sunt conforme cu standardele internaționale în domeniu.

Ca acțiuni de specialitate întreprinse la nivelul fazei actuale a proiectului PN menționăm:

Actualizarea sistemului SeisComp și a modului SIGMA la cele mai recente versiuni

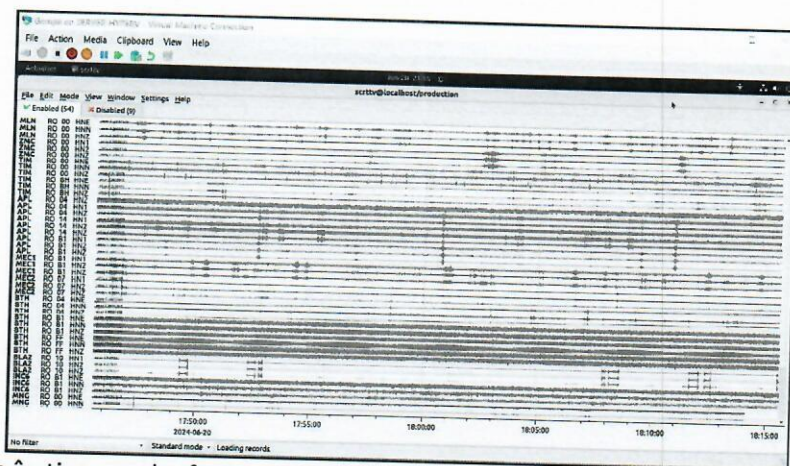
Sistemul SeisComp este actualizat permanent de către dezvoltatori (gempa GmbH, Germania), update-urile fiind oferite RNMPSPC în cadrul licenței software de care dispune INCUB-INCERC. Recent, gempa GmbH a pus la dispoziție versiunea 6.4.3 a sistemului, aceasta conținând numeroase îmbunătățiri. De asemenea, a fost actualizat la versiunea 1.5.2, cea mai recentă, modulul SIGMA, foarte util în aplicațiile de seismologie inginerescă și adecvat domeniului de cercetare al RNMPSPC.

Versiunile actualizate ale programelor se mai sus sunt în prezent instalate pe serverul dedicat, aflat în Centrul de date al RNMPSPC. Suplimentar, s-au efectuat actualizări periodice ale sistemului de operare Ubuntu Linux, sub care funcționează sistemul SeisComp, astfel încât acesta să funcționeze fiabil și în bune condiții de securitate. Mentenanța regulată a sistemului și instalarea celor mai noi versiuni de software reprezintă condiții importante pentru realizarea unei calități corespunzătoare a datelor seismice și pentru o bună compatibilizare și integrare cu infrastructurile similare pe plan internațional, precum EPOS (ERIC).

Caracteristici noi implementate în versiunea 6.4.3 a sistemului SeisComp

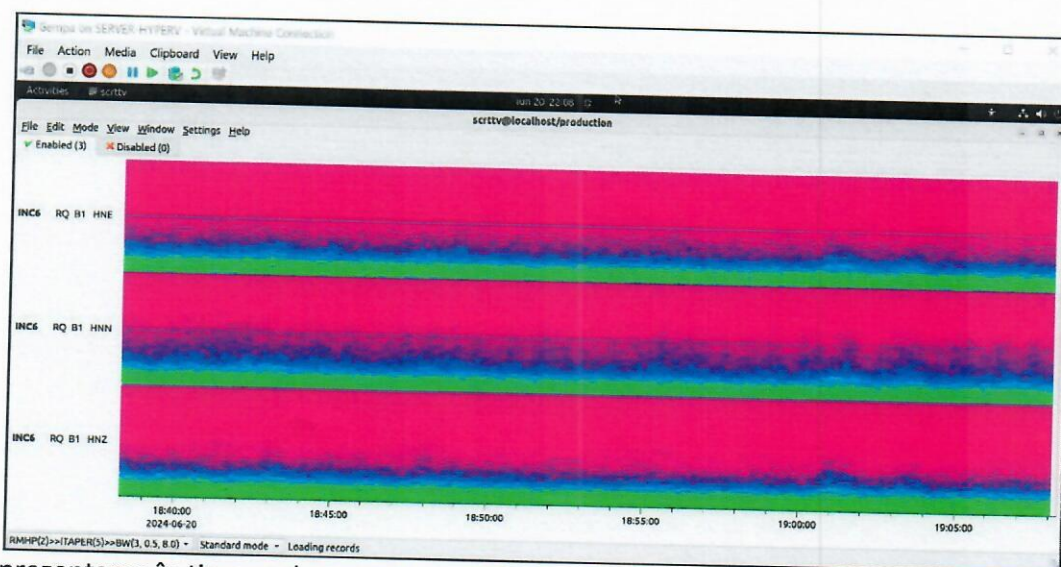
În figura atașată este prezentată, spre exemplificare, utilizarea modului *scrttv* pentru vizualizarea în timp real a formelor de undă, pentru stațiile din rețeaua seismică a INCUB-INCERC.

³ Mary E. Templeton (2017): IRIS Library of Nominal Response for Seismic Instruments. Incorporated Research Institutions for Seismology. Dataset. <https://doi.org/10.17611/S7159Q>



Reprezentarea în timp real a formelor de undă cu ajutorul modulului *scrttv* al SeisComP, pentru stațiile din rețeaua seismică a INCĐ URBAN-INCERC

Modulului *scrttv* i-a fost adăugată, prin actualizarea recentă, posibilitatea de a reprezenta în timp real spectrogramele formelor de undă. Astfel, se poate detecta rapid intervalul de frecvențe în care apar maximele de amplitudine ale mișcării terenului. Reprezentarea se poate face, de asemenea, și pentru ferestre de timp selectate, din înregistrările trecute. În figura atașată este reprezentată spectrograma în timp real pentru stația seismică INC6, situată în subsolul clădirii principale din București a INCĐ URBAN-INCERC.



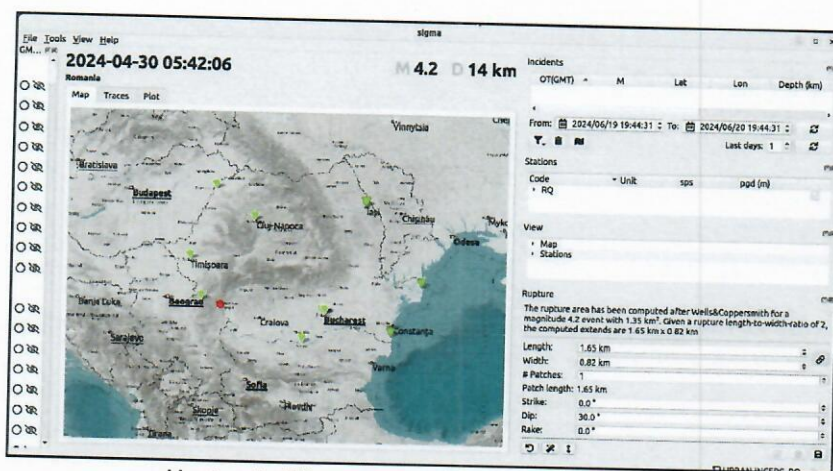
Reprezentarea în timp real a spectrogramelor formelor de undă cu ajutorul modulului *scrttv* al SeisComP, pentru stația seismică INC6

Actualizarea modulului SIGMA și efectele introducerii în baza de date SeisComP a caracteristicilor revizuite ale instrumentelor din NRL (S.U.A.)

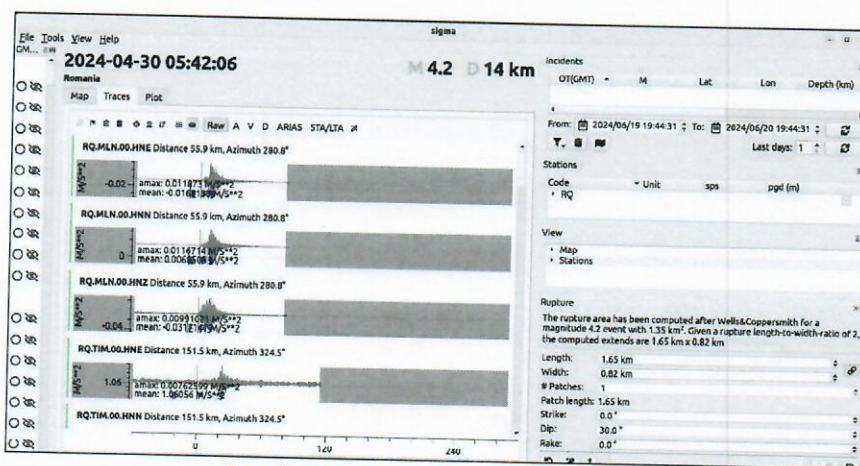
SIGMA efectuează corectarea și filtrarea acceleroграмelor, calculul accelerațiilor, vitezelor și deplasărilor, intensității Arias și parametrului STA/LTA, cu reprezentări grafice ale acestor mărimi, ale densității spectrale de putere și, de asemenea, poate compara spectrul de accelerații al componente

respectiv cu spectrul de proiectare predefinit sau definit de utilizator. Alături de aceste capabilități, modulul efectuează calculul a numeroși parametri numerici relevanți: PGA, PGV, PGD, accelerația, viteza și deplasarea RMS, raportul H/V, timpii pentru atingerea a 5%, 25%, 50%, 75% și 95% din intensitatea Arias, durata accelerogramei (t95-t05), intensitatea caracteristică (I_c), densitatea specifică de energie (SED), viteza absolută cumulativă (CAV), accelerația efectivă de proiectare (EDA), perioada predominantă (T_p) și perioada medie (T_m), precum și pseudospectrul accelerațiilor (PSA). Valorile pot fi salvate într-un raport. SIGMA realizează și reprezentarea pe hartă a stațiilor seismice și a parametrilor seismologici.

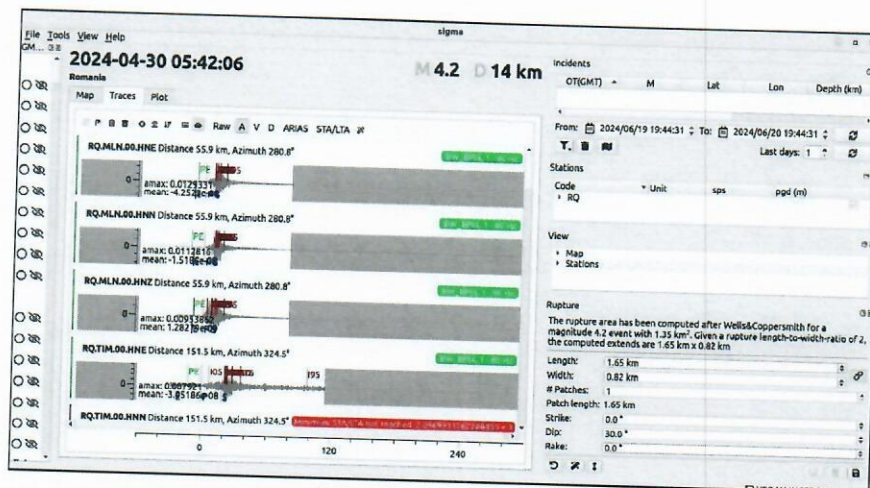
De asemenea, se oferă utilizatorului posibilitatea reprezentării pe hartă a numeroase ecuații de predicție a mișcării terenului (GMPE), preluate din literatura de specialitate, determinate pornind de la parametrii sursei și de la tipul de seism selectat de utilizator. Toate aceste capabilități sunt exemplificate în figurile care urmează, pentru seismul de magnitudine 4.2 care a avut loc la granița cu Serbia în data de 30 aprilie 2024.



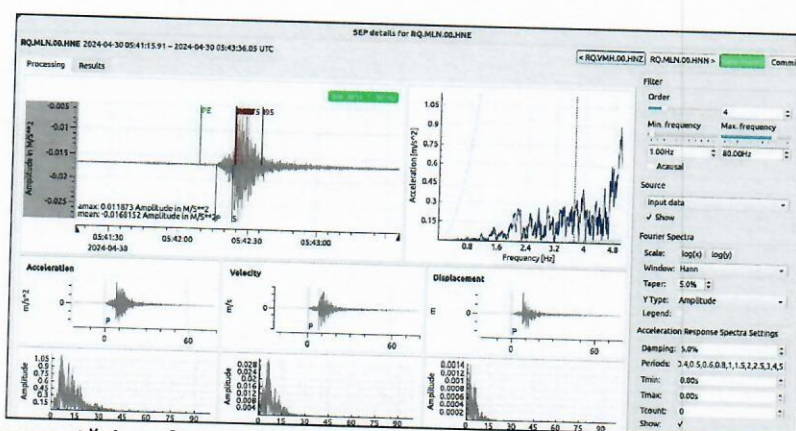
Harta stațiilor care au înregistrat seismul



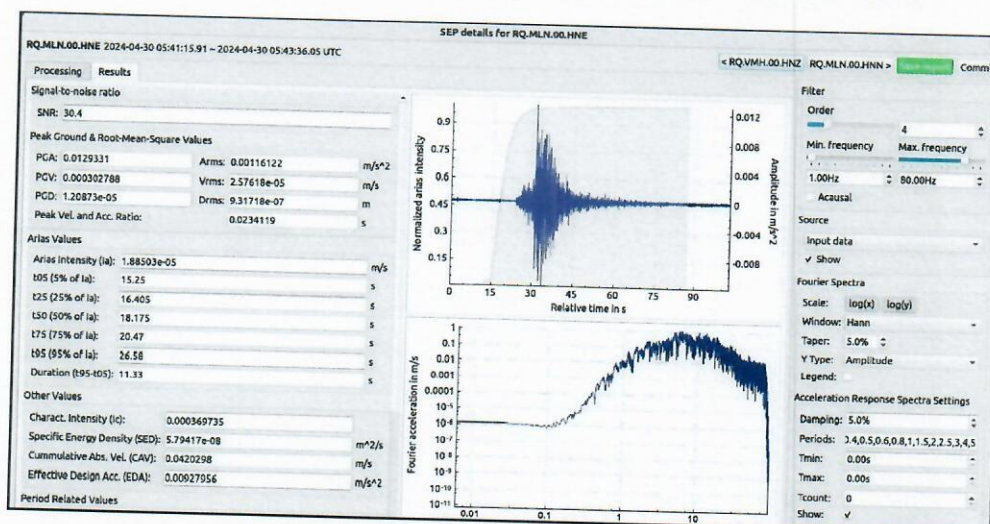
Accelerograme necorectate (Raw)



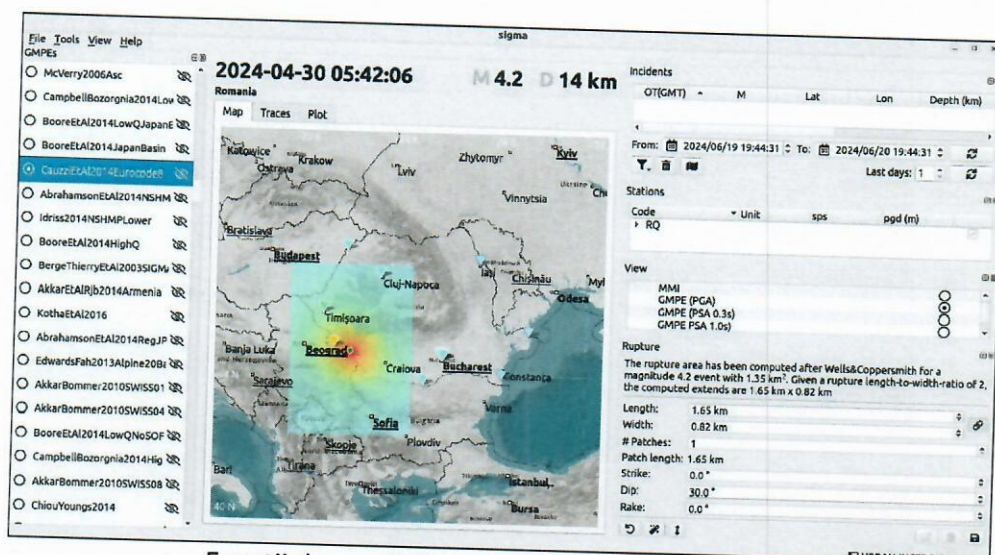
Accelații corectate



Reprezentări grafice realizate la nivel de componentă a acceleroamei



Parametri numerici



Ecuatii de predicție a mișcării terenului (GMPE)

Verificarea permanentă a calității funcționării stațiilor seismice cu ajutorul sistemului SeisComp

Sistemul SeisCompP dispune de un modul specializat, *scqcv*, destinat verificării calității funcționării stațiilor seismice din rețea. Sunt verificați atât parametrii de transmisie a datelor, cât și conexiunea propriu-zisă a fiecărei stații la sistem. Modulul *scqcv* culege în timp real și afișează sintetic un set de parametri caracteristici, definitorii pentru funcționalitate. Determinarea parametrilor se realizează intern, cu modulul *scqc*. Auxiliar, pentru vizualizarea parametrilor în format text, se poate folosi și modulul de gestionare a mesajelor, *scmm*.

Este important de menționat că, indiferent de posibila apariție a unor probleme de transmisie a datelor, toate accelerometrele din rețeaua RNMPSPC posedă carduri de memorie proprii, pe care stochează datele înregistrate. La stabilirea comunicației sau la inspectarea stației, datele se pot recupera. De asemenea, sistemul SeisCompP deține o arhivă a tuturor înregistrărilor seismice, stocată pe serverul din Centrul de date al RNMPSPC. Acest server are o configurație specială, asigurată prin dotările efectuate în cadrul RNMPSPC, și care conține un dublu sistem de backup, care protejează împotriva pierderii datelor seismice. Arhiva SeisCompP (*SeisCompP Data System – SDS*), este structurată pe foldere, ierarhic, conform standardului SEED (pe schema NET.STA.LOC.CHA.D).

Recent a fost actualizată baza de date NRL a IRIS DMC (S.U.A.), menționată anterior, astfel încât caracteristicile instrumentelor (digitizoare și senzori) cuprinse în aceasta au fost detaliate, verificate și grupate mai judicios, eliminându-se totodată anumite inadvertențe.

Ca urmare, a fost necesară reconfigurarea tuturor stațiilor RNMPSPC conectate la sistemul SeisCompP, în scopul implementării legăturilor cu versiunea actualizată a NRL, deoarece SeisCompP folosește această bază de date.

Transmisia de date seismice către nodul EIDA reprezintă un pas important pentru integrarea infrastructurii accelerometrice românești de înregistrare a mișcărilor seismice puternice (*strong motion*) a RNMPSPC (I.O.S.I.N.) - infrastructură cu o tradiție de aproape 60 de ani de funcționare neîntreruptă - în circuitul european și internațional.

Capitolul 4. CONCLUZII GENERALE PRIVIND ASPECTELE ȘI DOMENIILE ANALIZATE ȘI ELEMENTE DE FUNDAMENTARE A FAZEI URMĂTOARE A PROIECTULUI

Lucrarea de față, aferentă fazei a treia a proiectului PN 23 35 01 01 din cadrul Programului Nucleu ECODIGICONS, desfășurat în INCĐ URBAN-INCERC, s-a focalizat asupra acțiunilor desfășurate în cadrul Rețelei Naționale de Monitorizare și Protecție Seismică a Patrimoniului Construit (RNMPSPC), dedicate interconectării și compatibilizării cu infrastructurile similare naționale și internaționale, cu accent pe cele din cadrul consorțiului european EPOS (ERIC), la care România a aderat recent ca membru oficial.

RNMPSPC din cadrul INCĐ URBAN-INCERC a primit de curând statutul de Infrastructură/Obiectiv Special de Interes Național (I.O.S.I.N.), prin Hotărârea de Guvern nr. 629/2023 din 27 iulie 2023, fiind integrată concomitent într-o rețea mai largă de organizații de cercetare în domeniu, Rețeaua Națională de Cercetare-Dezvoltare și Monitorizare a Geohazardelor Naturale. Din aceasta mai fac parte infrastructurile (I.O.S.I.N.) din Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului, INCDFP, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Geologie și Geoecologie Marină GEOECOMAR și Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Domeniul Geologiei, Geofizicii, Geochimiei și Teledetecției, IGR. Acestea sunt, totodată, membre ale consorțiului EPOS-RO, care, sub coordonarea INCDFP, asigură participarea în consorțiul european EPOS (*European Plate Observing System*). În anul 2018, EPOS a primit de la Comisia Europeană statutul legal de *Consortiu European de Infrastructuri de Cercetare* (ERIC).

Participarea în cadrul consorțiului EPOS implică asigurarea de date seismice de calitate, care sunt arhivate și distribuite global, prin intermediul nodurilor EIDA (centre de date ale Arhivei Integrate de Date Europene) ale EPOS, în acord cu principiile OA (*Open Access*) și F.A.I.R. (*Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable*). În acest context, interconectarea și compatibilizarea cu infrastructurile EPOS reprezintă o condiție *sine qua non* a participării RNMPSPC în consorțiu.

În scopul fundamentării acțiunilor de întreprins pentru îndeplinirea acestor deziderate, în prima parte a lucrării s-a efectuat o documentare detaliată privind standardele internaționale de calitate a datelor seismice și de interconectare a infrastructurilor similare din domeniu. Au fost de asemenea analizate și sintetizate informațiile necesare pentru derularea acțiunilor propriu-zise.

Proiectele europene care au condus la dezvoltările de vârf actuale sunt: Proiectul SERA, Proiectul NERA, Bazele de date RESORCE și CD-ROM-ul ESM, Baza de date inginerescă de mișcări seismice puternice / ENGINEERING STRONG MOTION (ESM) - EPOS, iar ca țări cu rețele seismice și baze de date de referință sunt Italia și Turcia. În prezent, nivelul de referință european este reprezentat de Consorțiul EPOS-ERIC, Infrastructura ORFEUS, EIDA iar la nivel internațional de FDSN.

În partea a doua a lucrării sunt descrise premisele de la care s-a pornit în interconectarea și compatibilizarea cu structurile similare naționale și internaționale specifice celor din cadrul consorțiului european EPOS (ERIC), în continuare fiind prezentate pe larg acțiunile efectiv întreprinse în cadrul RNMPSPC. Premisele acțiunilor țin în principal de asigurarea calității datelor seismice care sunt puse la dispoziție la nivelul nodurilor EIDA ale EPOS. Acestea sunt menționate în documentele de bază ale EPOS. Pentru îndeplinirea lor, în cadrul RNMPSPC este nevoie de:

- o instrumentare seismică de calitate;

- software performant pentru managementul datelor seismice;
- integrarea în organisme internaționale din domeniu, care reunesc rețelele seismice pe plan global;
- asigurarea complementarității amplasamentelor stațiilor seismice și a relevanței acestora în raport cu seismicitatea teritoriului României;
- stații seismice funcționale și conectate permanent la Centrul de date;
- o planificare detaliată și bine fundamentată a activităților pentru dezvoltarea viitoare a infrastructurii seismice a RNMPSPC.

Aceste premise sunt îndeplinite în cea mai mare parte de RNMPSPC, reînnoirea progresivă a infrastructurii reprezentând un proces continuu, derulat în acord cu posibilitățile de atragere a fondurilor necesare.

La nivel de plan de activități, alături de necesitatea asigurării dotării cu aparatură și software performante, au fost subliniate:

1. configurarea detaliată și precisă a aparaturii RNMPSPC, testarea inițială și verificarea periodică a acesteia;
2. asigurarea de metadata detaliate pentru caracterizarea stațiilor seismice ale RNMPSPC și introducerea lor în sistemul de management al datelor seismice SeisComp, implementat în Centrul de date al RNMPSPC;
3. conectarea propriu-zisă a infrastructurilor (RNMPSPC-INFP-EPOS), cu testarea și urmărirea în timp a stabilității, continuității și calității conexiunilor;
4. încadrarea datelor seismice furnizate de RNMPSPC în parametrii de calitate caracteristici infrastructurii EPOS; urmărirea parametrilor pentru stațiile existente și planificarea extinderii infrastructurii hardware și software a RNMPSPC în acord cu aceste exigențe, având în vedere că ele sunt conforme cu standardele internaționale în domeniu.

În ceea ce privește acțiunile întreprinse, acestea au urmărit îndeplinirea planului de activități stabilit pentru realizarea scopurilor fazei. Astfel, s-au realizat:

- actualizarea sistemului SeisComp și a modului SIGMA la cele mai recente versiuni;
- activarea caracteristicilor noi implementate în versiunea 6.4.3 a sistemului SeisComp;
- configurarea caracteristicilor instrumentelor (digitizoare și senzori) conform celor mai recente versiuni ale bazei de date internaționale NRL (S.U.A.) cu specificații de aparatură seismică
- introducerea în baza de date SeisComp a caracteristicilor revizuite ale instrumentelor din NRL (S.U.A.);
- verificarea în timp real a calității funcționării stațiilor seismice cu ajutorul facilităților automate oferite de sistemul SeisComp;
- interconectarea cu serverul rețelei seismice a INFP în scopul integrării în infrastructura consorțiului european EPOS (ERIC).

Toate aceste demersuri au contribuit la compatibilizarea și interconectarea cu infrastructurile din domeniu, la nivel național, conform conținutului fazei și planului de realizare a proiectului.

Ca urmare a analizei efectuate privind standardele internaționale de calitate a datelor seismice și de interconectare a infrastructurilor similare din domeniu, ca și pentru interconectarea și compatibilizarea cu infrastructurile similare naționale și internaționale - specifice celor din cadrul consorțiului european

EPOS (ERIC), pe lângă acțiunile întreprinse și raportate în faza 3/2024 a rezultat că pentru a se menține aceste capacități și condiții sunt necesare în viitor:

- investiții de natură logistică–hardware în echipamente de achiziție a mișcărilor seismice puternice / strong-motion, cu parametric similari celor din țările europene membre EPOS-ERIC, FDSN;
- investiții de natură logistică–software cu parametri similari celor din țările europene membre EPOS-ERIC, FDSN;
- investigații privind condițiile geotehnice / geologice de amplasament ale stațiilor;
- investigații privind caracteristicile clădirilor în care sunt amplasate, după caz, stațiile;
- elaborarea de baze de date în formatul cerut de cerințele EPOS-ERIC, ORFEUS, FDSN;
- investiții de natură logistică – hardware în echipamente de stocare primară și back-up a datelor;
- asigurarea resurselor financiare și umane pentru dotarea, operarea și mentenanța acestor echipamente.

Cu privire la **fundamentarea fazei 4 a proiectului**, aceasta se va referi la "Campanie de măsurători experimentale pe clădiri instrumentate seismic, reprezentative, în scopul determinării caracteristicilor dinamice și a monitorizării sănătății structurale (Partea a II-a)", în principal prin activitatea A.4.1. "Cercetări experimentale efectuate pe clădiri monitorizate seismic; măsurători de vibrații bazate pe instrumentarea temporară sau permanentă (Partea a II-a) dar activitățile desfășurate se vor corela cu cerințele de calitate europene și formatele adecvate, ca și cu configurarea realizată în actuala etapă prin activitățile A.4.2. Sinteza, sistematizarea și arhivarea datelor măsurate, în vederea utilizării în fazele ulterioare ale proiectului (Partea a II-a), A.4.3. Achiziția echipamentelor necesare pentru rețehnologizarea stațiilor seismice existente și pentru extinderea numărului de puncte de înregistrare (Partea a II-a) și A.4.4. Activități de diseminare la nivel național și internațional.

Activități de diseminare la nivel național și internațional

Rezultatele propuse în plan privind diseminarea pe întreg anul 2024, cu privire la fazele 3 și 4, s-au referit la minim 1 articol indexat în WOS sau participare cu comunicare la manifestări științifice internaționale indexate WOS; minim 1 articol publicat în revistă BDI sau participare la conferință națională / internațională în domeniu; minim 1 participare la târg de invenție și inovare. Prezentări la manifestări științifice naționale.

Rezultatele privind diseminarea obținute la faza 3/2024, includ, conform anexei atașate:

- 3 articole/studii publicate în volumele unor manifestări științifice internaționale
- **2 postere prezentate la Saloane internaționale de invenții – premiate cu Diplomă și Gold Medal**
- 2 rezumate la manifestări științifice
- 7 prezentări la conferințe, workshopuri/webinarii
- 4 alte publicații și forme de diseminare și colaborări

ANEXA

LISTA lucrărilor științifice publicate și prezentărilor în cadrul Proiectului PN 23 35 01 01 de cercetătorii colectivului I.O.S.I.N. și colaboratori, în "REȚEAUA NAȚIONALĂ DE MONITORIZARE ȘI PROTECȚIE SEISMICĂ A PATRIMONIULUI CONSTRUIT" – RNMPSPC – I.O.S.I.N. din cadrul INCĐ „URBAN-INCERC”

PN 23 35 01 01 Faza 3/2024

Articole/studii publicate în volumele unor manifestări științifice internaționale

Daniela Dobre, Claudiu-Sorin Dragomir, Cornelia-Florentina Dobrescu, Iolanda-Gabriela Craifaleanu, Emil-Sever Georgescu, Marta-Cristina Zaharia (2024), The evolution of the dynamic characteristics of the soil-structure system in case of a university building seismic monitoring, The "Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering", ISSN 2285-6064.

Marta Cristina Zaharia, Daniela Dobre, Claudiu-Sorin Dragomir (2024), Acoustic absorption characteristics used for acoustic design of interior of rooms, comparisons between some classical materials and natural, ecological materials, The "Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering", ISSN 2285-6064.

Nicoleta Adaciza Ionescu, Daniela Dobre, Claudiu-Sorin Dragomir (2024), Modeling the structural behavior of a CNC bearing member subjected to static and dynamic loads, The "Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering", ISSN 2285-6064.

POSTERE prezentate la Saloane internaționale de invenții și rezumate la manifestări științifice

Poster la **Salonul European EUROINVENT 2024**, 16th European Exhibition of Creativity and Innovation Iasi, Romania, 6-8 iunie 2024, The Large-Scale Implementation of Seismic Instrumentation as Support for the BIM and for the Consolidation of Urban Structural Resilience. Autori: D. Dobre, C.-S. Dragomir, C.-F. Dobrescu, I.-G. Craifaleanu, E.-S. Georgescu, M.-C. Zaharia, G. Voloaca. – **Cercetare premiată cu DIPLOMĂ ȘI GOLD MEDAL**

Poster la **Salonul internațional de invenții și inovații "Traian Vuia" Timișoara**, 13-15 iunie 2024. A PROGRESS IN DISASTER MANAGEMENT: INTEGRATION OF SEISMIC INSTRUMENTATION AND BIM IN STRUCTURAL HEALTH MONITORING. A progress in disaster management: integration of seismic instrumentation and bim in structural health monitoring. ,Autori: D. Dobre, C.-S. Dragomir, C.-F. Dobrescu, I.-G. Craifaleanu, E.-S. Georgescu, M.-C. Zaharia, G. Voloaca. **Cercetare premiată cu DIPLOMĂ ȘI GOLD MEDAL**

Emil-Sever Georgescu, Daniela Dobre, Iolanda-Gabriela Craifaleanu, Claudiu-Sorin Dragomir (2024), Experimental measurements on representative buildings, in view of structural health monitoring, în: INCĐ URBAN-INCERC, *Construcțiile și provocările schimbărilor climatice – Rezumat - Abstracts*, ISSN 2343-7537, Publicație indexată de CiteFactor, ProQuest, Ulrich's Web, Scipio, WorldCat și Europa World of Learning / Routledge și recunoscută de CNCS – științe umaniste (categoria B).

Nicoleta Adaciza Ionescu, Sorin Sava Tarara, Daniela Dobre, Mariana Puenea-Cioncu (2024), Bitumen improved with recovered rubber powder in the preparation of asphalt mixtures, în: INCĐ URBAN-INCERC, *Construcțiile și provocările schimbărilor climatice –Rezumat - Abstracts*, ISSN 2343-7537, Publicație indexată de CiteFactor, ProQuest, Ulrich's Web, Scipio, WorldCat și Europa World of Learning / Routledge și recunoscută de CNCS – științe umaniste (categoria B).

Prezentari la conferințe, workshopuri/webinarii

ACTIVITATI DE CERCETARE IN INCĐ URBAN-INCERC SI I.O.S.I.N.- REȚEAUA NAȚIONALĂ DE MONITORIZARE ȘI PROTECȚIE SEISMICĂ A PATRIMONIULUI CONSTRUIT, Conf. dr. ing. CS II Claudiu Sorin Dragomir Prezentare la Simpozionul comun SIGURANTA SI CONFORT al Universitatii de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București - FACULTATEA DE ÎMBUNĂTĂȚIRI FUNCiare ȘI INGINERIA MEDIULUI si INCĐ URBAN-INCERC pentru studenti si cadre didactice, la USAMV Aula Magna Petre S. Aurelian, din data de 12.03.2024

CUTREMURELE DIN JAPONIA DIN 2011 SI 2024 SI LECTIILE PRIVIND REZILIENTA MEDIULUI CONSTRUIT, autori Dr. ing. CS I Emil-Sever Georgescu, Conf. dr. ing. habil. CS I Iolanda-Gabriela Craifaleanu, Conf. dr. ing. CS II Claudiu Sorin Dragomir, Lector univ dr. ing. CS III Daniela Dobre. Prezentare la Simpozionul comun SIGURANTA SI CONFORT al Universitatii de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București - FACULTATEA DE ÎMBUNĂTĂȚIRI FUNCiare ȘI INGINERIA MEDIULUI si INCĐ URBAN-INCERC pentru studenti si cadre didactice, la USAMV Aula Magna Petre S. Aurelian, din data de 12.03.2024

Webinar „Navigating the Future with BIM-Driven Digitalization” organizat de OpenDBL, CHRONICLE, DigiBUILD Project – 26.02.2024 (conf. dr. ing. CS I Iolanda Craifaleanu)

DesignSafe Webinar: Introduction to Scientific Programming with Python, organizat de NHERI – 21.02.2024 (conf. dr. ing. CS I Iolanda Craifaleanu)

Webinar High-fidelity Micro-modeling with Opensees And STKO: Application to the Analysis of Infilled Frames Subject to Seismic Loads, organizat de ASDEA Software – 28.02.2024 (conf. dr. ing. CS I Iolanda Craifaleanu)

SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR SOIL REMEDIATION AFTER EARTHQUAKES AND FIRES, Prezentare on-line în cadrul Programului ERASMUS al USAMV-Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară, Facultatea de Îmbunătățiri Funciare și Ingineria Mediului, în colaborare cu Croatia, Blended Intensive Programme (BIP) – Erasmus+ KA103 proiect. Sustainable Solutions & Crisis Management Camp. 16 mai 2024. Autori: Emil Sever Georgescu, Claudiu Sorin Dragomir, Iolanda-Gabriela Craifaleanu, Daniela Dobre

INVESTIGAREA VIZUALĂ PRELIMINARĂ A CLĂDIRILOR DIN SLĂNIC PRAHOVA, STRADA 23 AUGUST, ZONA DE LÂNGĂ PRĂBUȘIREA DE TEREN / CRATERUL APĂRUT LA DATA DE 25.04.2024. PREZENTARE ÎNTÂLNIREA DE PRIMĂVARĂ a CNCiC - Comisia Națională Comportarea in situ a Construcțiilor, Ședința a 77-a, București, INCĐ URBAN-INCERC, 14 iunie 2024. Autori: CS I, Dr. ing. Emil - Sever Georgescu, CS II Dr. ing. Claudiu - Sorin Dragomir, CS III Dr. ing. Adrian Simion, CS II Dr. ing. Cornelia – Florentina Dobrescu, INCĐ URBAN-INCERC, București

Alte publicații și forme de diseminare

C.S. Dragomir, I.-G. Craifaleanu, E.-S. Georgescu, D. Dobre, Rețeaua Națională de Monitorizare și Protecție Seismică a Patrimoniului Construit (RNMPSPC), Institutul National de Cercetare-Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă INCĐ URBAN-INCERC, Revista InHouse, aprilie 2024, Nr. 76, <https://www.mcid.gov.ro/comunicare-mass-media/revista-inhouse>.

Emil-Sever Georgescu – INCĐ URBAN-INCERC, Interviu cu tema CUM ITI POATE SCHIMBA VIATA UN DEZASTRU NATURAL, TV Canal 33, Emisiunea ZODIA ASIGURARILOR, moderator Sergiu Costache-Media XPRIMM, 21.03.2024.

Colaborări

Cristian Petcu, Claudiu-Sorin Dragonir, Andreea Hegyi (2024): Building sustainability: integrating agricultural and industrial sub-products in the building sector. The "Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering", ISSN 2285-6064.

Teodora Ungureanu, Andreea Cătălina Popa, Claudiu-Sorin Dragomir (2024), Evaluating green and blue infrastructure in urban areas in Romania: a methodological approach. The "Scientific Papers. Series E. Land Reclamation, Earth Observation & Surveying, Environmental Engineering", ISSN 2285-6064.

RESPONSABIL PROIECT,

CSI, Dr. ing. Emil-Sever GEORGESCU

