

SISTEMUL INTEGRAT DE MONITORIZARE SEISMICĂ ROMÂNIA – REPUBLICA MOLDOVA

*Ion ILIEȘ, cercetător științific,
șeful Centrului de Seismologie
Experimentală al Institutului de Geologie
și Seismologie al AȘM*

INTEGRATED SYSTEM OF SEISMIC MONITORING ROMANIA-REPUBLIC OF MOLDOVA

The article presents the evolution of seismic monitoring of the territory of Moldova Republic. The more important stages of development of the National Network of Seismic Stations - from the early analog recordings to the digital recordings in real time - are presented. The recent Network modernization with digital equipment and the creation of the National Data Centre has offered the possibility for operational assessment of the seismic events and integration into the global seismic stations network. Also, the perspective of development of the Earthquake Warning System for Chișinău city, importance of the Data Centre in informing the society and education of the population about earthquakes are described.

Introducere

Seismicitatea Republicii Moldova este determinată în special de cutremurele subcrustale de adâncime intermediară Vrancea, de cutremurele de suprafață din Dobrogea de Nord – ambele zone localizate pe teritoriul României, precum și de cutremurele produse în zona Mării Negre. Datorită acestor surse, circa 70% din teritoriul din stânga Prutului este supus zguduirilor seismice cu intensități de 7-8 grade pe scara de douăsprezece grade MSK.

Este cunoscut faptul că și în teritoriul republicii noastre se produc cutremure, ce-i drept mai slabe. Cel mai important din ultimii ani a fost seismul din 2 aprilie 1988 cu magnitudinea $M=4,2$, localizat în vecinătatea c.Zăicani, Edineț, la adâncimea de 17 km. Intensitatea macroseismică evaluată în satele învecinate epicentrului a fost de 4-5 grade MSK. La modul general vorbind, este în creștere și pericolul seismic inițiat de acțiunile tehnogene asupra crustei: formarea lacurilor artificiale, explorarea resurselor subterane etc. care, de regulă, sunt însoțite de



Stațiile Seismice ale Republicii Moldova și zonele în care sunt amplasate (8, 7 și 6 grade intensitate scara MSK)

o seismicitate slabă. Studiarea lor, de rând cu seismicitatea generată de cutremurele majore, reprezintă o sarcină actuală a seismologiei.

Soluționarea acestor probleme în Republica Moldova necesită desfășurarea unor investigații adecvate pe întreg teritoriul ei. Astfel de cercetări se bazează pe studiul propagării undelor elastice generate de cutremure, care se realizează la stațiile seismice. Prin intermediul a mai multor stații funcționând continuu și a căror totalitate formează o rețea, se exercită controlul asupra situației seismice curente atât în regiune, cât și pe întreg globul pământesc. Astfel se asigură monitoringul seismic permanent.

Un asemenea monitoring la nivel național și internațional îl realizează Rețeaua de Supraveghere Seismică a Institutului de Geologie și Seismologie al Academiei de Științe care include 6 stații seismice situate în orașele Chișinău, Cahul, Leova, Soroca, comunele Giurgiulești și Mileștii Mici (în zone de 8, 7 și 6 grade seismicitate scara MSK). Din păcate, rețeaua existentă este reprezentată neuniform în teritoriu și situată unilateral față de sursele de cutremure ce afectează puternic teritoriul Republicii Moldova.

În zonele republicii, unde lipsesc măsurările instrumentale, seismicitatea locală e determinată în baza datelor macroseismice și a calculelor teoretice care uneori deviază esențial de rezultatele instrumentale exacte. Astfel, în perspectivă se impune extinderea numărului de stații și în partea

nord-estică a republicii, dezvoltarea, modernizarea și efectuarea schimbului de date seismice cu rețelele din regiune, în scopul determinării mai exacte a parametrilor sursei seismice (magnituda, coordonatele epicentrului, adâncimea, timpul în origine, mecanismul de focar etc).

Scurtă incursiune istorică

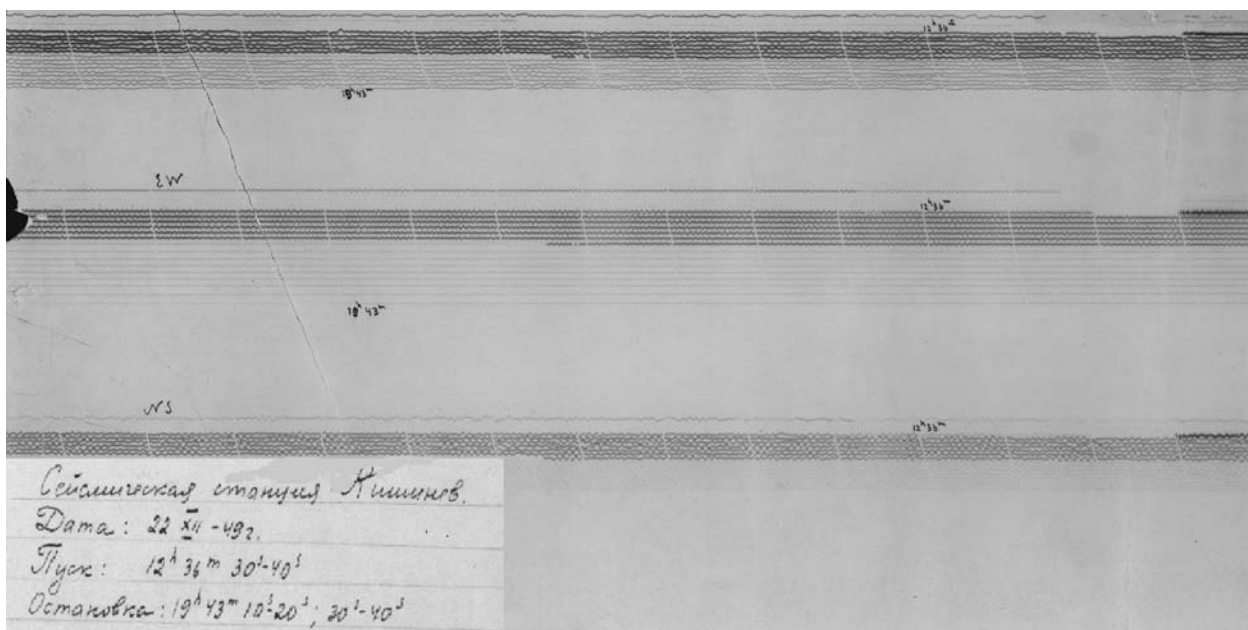
În Republica Moldova cercetările instrumentale seismice se efectuează din 22 decembrie 1949, când la stația nou deschisă din Chișinău a fost obținută prima seismogramă. Acest început este considerat drept zi a fondării Serviciului Seismic. Cutremurul puternic din 4 martie 1977, produs în zona Vrancea cu magnitudinea de 7.4 grade, a stimulat dezvoltarea rețelei de stații seismice. Inaugurarea în perioada 1982-1988 a încă patru stații noi în Leova, Cahul, Giurgiulești, Soroca și dotarea lor cu aparataj modern la acel moment, a permis studiul detaliat al seismicității teritoriului republicii, localizarea mai exactă a epicentrelor cutremurelor și informarea la timp a autorităților despre evenimentele seismice. În toate stațiile se efectuau doar înregistrări analogice galvanometrice pe hârtie fotosensibilă. Seismogramele, adică înregistrările obținute pentru întreaga perioadă de funcționare a stațiilor, se păstrează în arhiva Observatorului Geofizic din Chișinău.

Până în anul 1993 rețeaua a fost parte integrantă a sistemului de monitorizare din fosta URSS, ca apoi să devină o rețea națională, fiind modificate unele sarcini sub aspectul cerințelor noului stat independent – Republica Moldova. Prin Dispoziția nr.9 din 25.01.1994 a Prezidiului Academiei de

Științe, în ianuarie 1994 a fost organizat Serviciul Național Seismic al Republicii Moldova.

Sistem performant de monitorizare a cutremurelor

În prezent, activitatea de monitorizare seismică în republică este gestionată de Centrul de Seismologie Experimentală al Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM. Veriga principală a rețelei naționale este Observatorul din Chișinău, care asigură funcționalitatea Centrului Național de Date și a stațiilor seismice din teritoriu. Un rol important în modernizarea Rețelei Naționale Seismice l-a jucat Simpozionul seismologilor din țările din Sud-Estul Europei, organizat de EMSC/ORFEUS (Slovenia, 2003), precum și admiterea în anul 2004 a Institutului de Geologie și Seismologie ca membru al Centrului Seismologic Euro-Mediteranean (EMSC-CSEM), iar ulterior, în 2008 – a Centrului Internațional Seismologic (ISC, Marea Britanie). Prin aceste acțiuni, Rețeaua Națională devine oficial parte integrantă a Rețelei Seismice Europene și Mondiale, propunându-și ca obiectiv principal crearea unui sistem modern și eficient de înregistrare, stocare și management al datelor seismice, incluzând tehnici de achiziție în timp real, comunicații sigure, procesarea rapidă și schimbul de informații privind seismele de orice fel, crearea și manipularea unor sisteme mari de date, editarea de buletine și cataloage seismice. După dotarea în 2007-2010 a stațiilor din teritoriu cu echipamente digitale performante, s-a pus sarcina creării și a unei unități centrale de achiziție, prelucrare și arhivare a informației, similare celor din România și din alte țări.



Prima seismogramă obținută la stația din Chișinău: circa 7 ore de liniște seismică

O stație seismică digitală modernă presupune următoarele performanțe: resurse programate (modul PCMCIA intern cu cartelă PC de memorie), soft ce permite o analiză rapidă a datelor de înregistrare, acumularea concomitentă a datelor precum și citirea lor, convertor analog-digital, timp universal sincronizat prin receptor GPS, achiziție digitală pe 3 componente (N-S, E-W și componenta verticală) cu rata de eșantionare selectabilă (50;100;200;250 eșantioane/secundă), un diapazon dinamic larg (120 dB) și de frecvențe (0-80Hz) etc. Pentru ca stația să înregistreze atât cutremurele puternice, cât și cele mai slabe locale și mai îndepărtate, inclusiv și teleseismele, ea urmează să includă:

Subsistemul sensorilor, încorporând sensori de viteză de bandă largă (BB) – 120 sec, interval dinamic ~ 145 dB, 3 componente, robust la blocare, consum redus de energie, gamă largă de temperaturi fără ajustări și sensori de perioadă mică și mișcări puternice (SP) – accelerometre tip *force balance EpiSensor*.

Subsistemul de Achiziție a Datelor bazat pe digitizare sau sisteme de achiziție de putere mică și rezoluție mare, interconectabile în rețelele de comunicație, cu 6 sau 12 canale de intrare la domeniu dinamic de 135 dB fiecare, în combinație cu un procesor multifuncțional compact, de putere ultra-scăzută, folosit pentru achiziție/concentrare date și transmiterea lor la deschiderea liniei de comunicație.

La modernizarea Serviciului Seismic Republican s-a ținut cont de aceste performanțe, iar dezvoltarea în continuare a fost realizată atât în direcția lărgirii numărului de stații, cât și asigurării lor cu echipament seismologic modern și perfecționarea metodelor de acumulare și prelucrare a informației seismice. După studierea dotării sistemelor de monitorizare seismică a mai multor țări europene și, în primul rând, a României, pe teritoriul căreia se află focarele cutremurelor puternice Vrancea ce afectează și teritoriul Republicii Moldova, s-a luat decizia de a moderniza Rețeaua Națională Seismică cu echipamente digitale similare și în format de date compatibile. Astfel, la procurarea aparatului performant, accentul s-a pus pe produse și soft-uri Kinematics Inc. (SUA) – The Innovative World Leader In Earthquake Monitoring. În anul 2004 a fost achiziționată prima stație digitală seismică Etna-Kinematics și montată în Observatorul din Chișinău cu funcționare în regim de cuplare automată la seism (triggerare). În ultimii patru ani au fost achiziționate trei înregistratoare tip Quanterra Q330 cu sensori de perioadă mică ES-T și sensori de perioadă largă STS-

2, precum și CMG-40T (Guralp U.K.). Adăugător, în baza unui Memorandum de colaborare, ca donație de la Institutul Național de Fizică a Pământului din București, au fost primite încă trei stații digitale – două K2 și una Q330 Marmot, toate completate cu sensori seismici.



Înregistratorul Quanterra Q330 de la stația seismică Chișinău



Episensorul ES-T și sensorul seismic BB CMG-40TD de la stația seismică Soroca

Aceste echipamente au fost montate la stația centrală din Chișinău și la stațiile locale din Leova, Giurgiulești și Soroca. Astfel, pentru prima dată în istoria instrumentării seismice din Republica Moldova, începând cu iunie 2007, a fost posibil de a realiza înregistrări digitale continue moderne. Inițial, aparatul a funcționat în regim de cuplare automată la evenimentul seismic, apoi însă, fiind conectat la rețeaua Internet, s-a asigurat și transmiterea datelor spre unitatea centrală din Chișinău. În 2010, a fost deschisă încă o stație seismică de ultimă generație în mina de calcar Mileștii Mici, la 60 de metri sub pământ (conform datelor ISC – a cincia stație din lume după adâncime), cu funcționare în regim continuu și transmitere în timp real a datelor seismice. Amplasarea la adâncime în rocă dură calcaroasă și cu zgomot redus permite ridicarea nivelului de sensibilitate a sensorilor și înregistrarea cutremurelor slabe din zona Vrancea și a celor medii de pe glob. Este o stație etalon, înscrierile obținute la alte stații seismice vor fi comparate cu aceasta



Comandamentul Centrului Național de Date Seismice (MD CND) din Chișinău

și în baza lor se va concluziona care e rolul unor secțiuni geologice în formarea efectului seismic la suprafață.

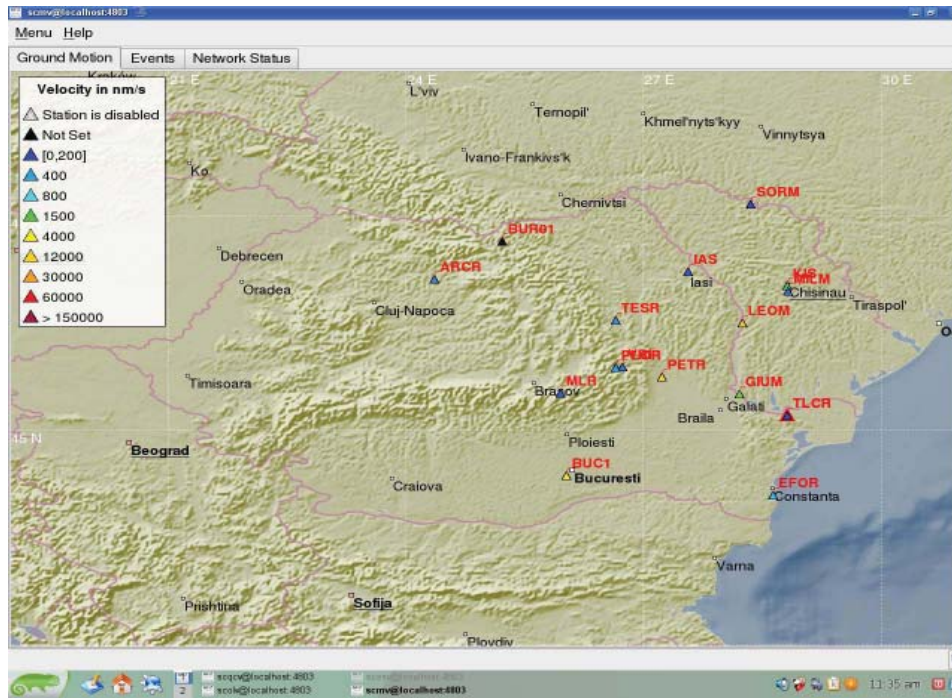
În anul curent se planifică deschiderea unei noi stații seismice și în partea estică a republicii (c.Purcari, Ștefan Vodă), care va oferi informații despre propagarea și atenuarea undelor seismice generate de sursa Vrancea în substraturile geologice ale teritoriului de la vest spre est. Concomitent, aceasta va fi cea mai de est stație a sistemului comun de stații România-Republica Moldova care prima în timp va înregistra cutremurele produse în partea asiatică a brâului Alpino-Himalaian, insulele Kurile, Sakhalin, Japonia, Alaska etc.

În prezent, parte componentă a Rețelei Naționale Seismice sunt 5 stații seismice digitale continue în timp real, 6 stații accelerometrice situate în or.Chişinău, Cahul, Leova, Giurgiulești, Soroca, Mileștii Mici și un Centru Național de Date Seismice (MD CND).

Centrul de Date, renovat din temelie, se află în Observatorul din Chișinău, având conexiuni reale, cu monitoare de mari dimensiuni ce reflectă în fiecare secundă cum vibrează continuu tot globul pământesc. Este dotat cu mijloace moderne de vizualizare, arhivare, analiză a datelor seismice și de

recepționare-transmitere a informației prin aplicarea PC Linux Suse 10.3 și a soft-ului SeisComp 3.2. Ultimul este un procesor seismologic de comunicare dezvoltat inițial pentru rețeaua GEOFON (Potsdam), ulterior extins în cadrul proiectelor MEREDIAN (“Mediterranean-European Rapid Earthquake Data Information and Archiving Network”) și GITEWS (“German Indian ocean Tsunami Early Warning System”). Montarea noului sistem a oferit posibilitatea achiziționării concomitente și colectării informației seismice în timp real de la cele 5 stații din teritoriu enumerate în codul internațional atribuit de ISC – KIS, LEOM, GIUM, SORM, MILM și 11 stații românești, inclusiv din zona epicentrală – BUC1, VRI, EFOR, MLR, TESR, PETR, ARCR, TLCR, IAS, PLOR, BUR01. De fapt, acesta reprezintă un sistem regional integrat de stații seismice România-Republica Moldova, destinat în primul rând studiului potențialului seismogen al focarelor din Vrancea – sursă ce zguduie foarte puternic teritoriul ambelor țări, precum și alte regiuni europene.

La MD CND datele seismice în timp real de la toate stațiile seismice (de la fiecare stație – 3 componente de viteză și 3 de accelerație) sunt stocate și arhivate într-un calculator industrial de memorie 2 TB. În paralel, pentru a asigura păstrarea

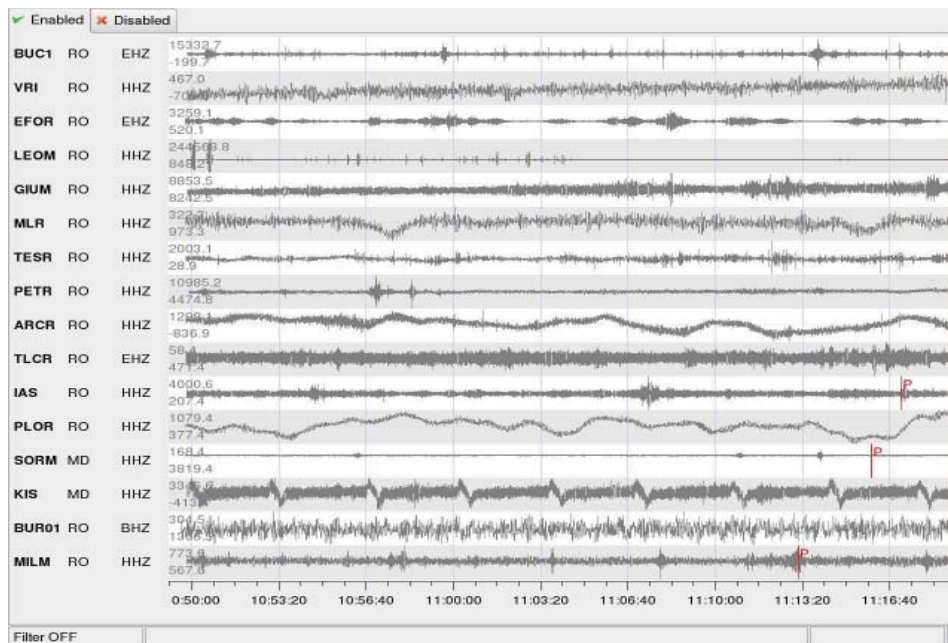


Monitorul stațiilor seismice participante la procesul de instrumentare din regiune a Centrului Național de Date

datelor, ele mai sunt salvate pe un bloc extern de memorie tot de 2 TB. Rata de eşantionare pentru fiecare formă de undă este de 100, 80 sau 20 de valori per secundă, volumul informației zilnice stocate fiind de circa 1GB. Datele despre orice eveniment (seism, explozie) sau interval de timp interesat, pot fi accesate de pe serverul FTP al Centrului.

Concomitent, datele seismice de la stațiile Republicii Moldova se transmit în timp real prin

rețeaua Internet în Centrul Național de Date a INFP, București (RO CND), unde sunt utilizate, alături de alte stații din regiune, pentru determinarea parametrilor cutremurelor și la alcătuirea buletinelor seismice. MD CND cooperează cu centre naționale și internaționale de date pentru expedierea și recepționarea informațiilor referitoare la cutremurele produse pe glob, furnizează autorităților naționale date despre evenimentele declanșate: cutremure



Monitorul de vizualizare în timp real a formelor de undă de la stațiile seismice (doar componentele verticale Z)

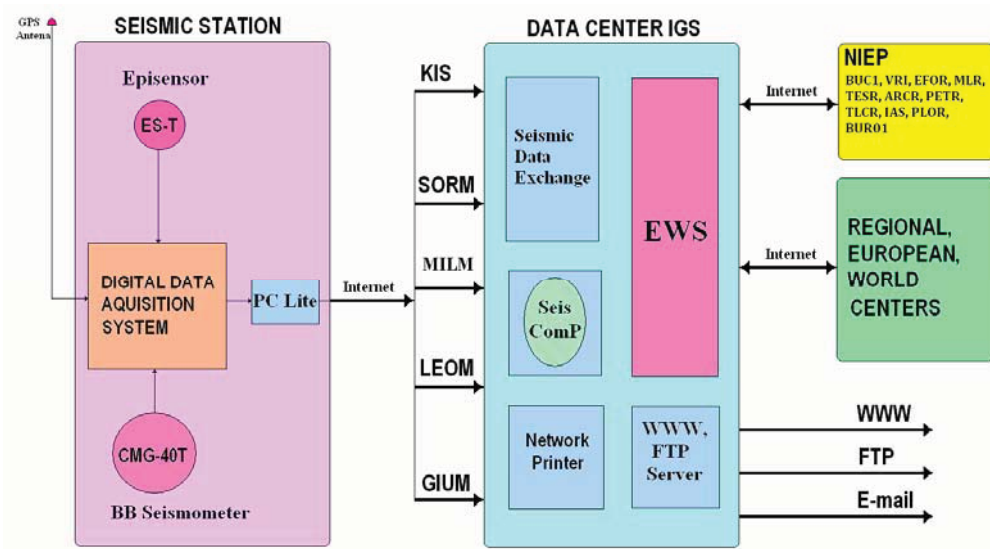


Diagrama fluxului de date ale Rețelei Naționale Seismice a Republicii Moldova

sau explozii, tsunami, erupții vulcanice. MD CND trimite lunar către Centrul Euromediteranean Seismologic din Franța buletine revizuite pentru cutremurele înregistrate pe teritoriul Republicii Moldova.

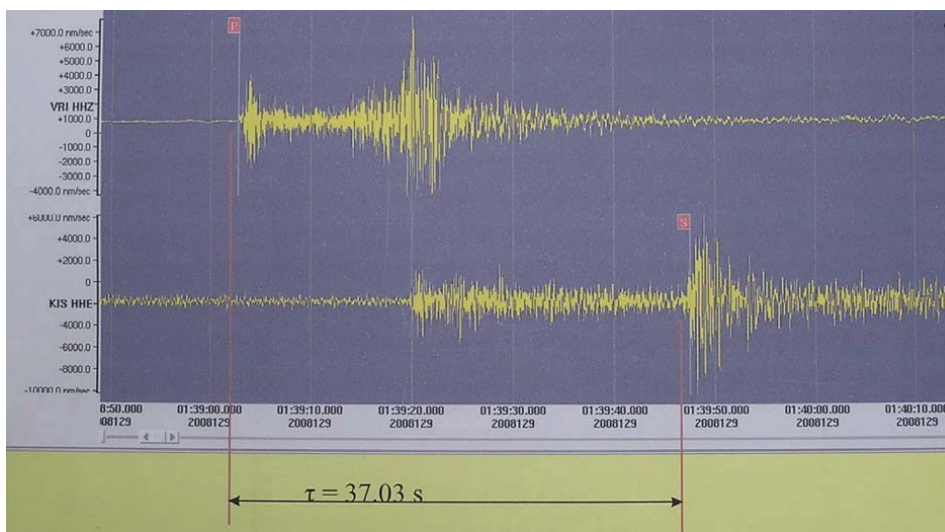
Existența acestui Centru, similar celor din România, Japonia și alte țări, este o condiție obligatorie pentru participarea în viitor a Republicii Moldova la sistemul global de verificare prin mijloace seismologice a respectării Tratatului de Interzicere Totală a Experiențelor Nucleare (CTBT) de la Viena. Astfel, Centrul Național de Date va asigura accesul la datele Rețelei Internaționale de monitorizare seismică a CTBTO și la produsele Centrului Internațional de Date.

Sistem de avertizare seismică în timp real

Cercetările actuale asupra efectelor cutremurelor

au ca obiectiv reducerea riscului seismic, care poate fi asigurată prin proiectarea și realizarea de construcții seismorezistente, consolidarea clădirilor, elaborarea planurilor de urgență și întreprinderea măsurilor de protecție în timpul sau imediat după un cutremur major, informarea și instruirea antiseismică a populației, precum și prin punerea în funcțiune a unor sisteme de avertizare seismică.

Cercetările seismologice moderne, tehnologiile de înregistrare și de transmisie a datelor au permis cu succes dezvoltarea Sistemelor de avertizare în timp real a cutremurelor (EWS). Aceste sisteme au scopul de a oferi informații rapide despre parametrii seismului și estimări ale mișcării pământului în timpul unui cutremur puternic, de a procesa și transmite informația mai rapid decât propagarea undelor seismice (3-8 km/s). Astfel de sisteme au



Timpu de avertizare pentru EWS Chișinău este definit de timpu în fereastra între sosirea undei P direct la stația VRI-Vrânceanu din zona epicentrală și sosirea undei S la stația KIS-Chișinău

fost realizate în Japonia, Mexic, SUA, Taiwan. Un sistem similar a fost elaborat de Institutul Național pentru Fizica Pământului (INFP) pentru cutremurele intermediare care amenință orașul București, situat la o distanță de 130 km de zona epicentrală, ce permite avertizarea cu 25 sec. înaintea sosirii undei distrugătoare. Proiectul INFP „Sistemul de avertizare seismică în timp real a cutremurelor puternice vrâncene” a fost premiat în 2006 cu *Grand IST European Prize* de către Comisia Europeană.

În colaborare cu INFP, a fost proiectat și conceput un sistem de avertizare seismică în timp real și pentru orașul Chișinău. Timpul de avertizare pentru capitala republicii noastre, situată la 210 - 240 km de sursa Vrancea, este definit de timpul dintre sosirea undei P direct la stațiile românești de detectare din zona epicentrală și sosirea undei S în Chișinău care, conform calculelor, alcătuiește 37-40 sec. Acest interval de timp, deși este mic, permite luarea unor decizii de alarmare seismică înaintea sosirii undei principale S ce zguduie puternic Chișinăul la cutremurul deja declanșat.

Sistemul de Avertizare Seismică este amplasat în incinta Centrului de Seismologie Experimentală și este constituit din Rack 19, calculator industrial PC 3Ghz, sistem de alarmă MOXA cu 8 niveluri pentru PGA, Laser printer, soft pentru alarmă în timp real. La emiterea alarmei seismice în caz de cutremur, sistemul utilizează datele primite continuu prin rețeaua Internet de la 4 stații seismice românești din zona epicentrală – VRI-Vrânceoia, MLR-Muntele Roșu, ODBI-Odobești și PLOR-Ploștina și pentru confirmare locală – datele stațiilor KIS-Chișinău, GIUM-Giurgiulești și SORM-Soroca. Informația seismică este evaluată la MD CND din Chișinău și atunci când valorile accelerațiilor epicentrale depășesc un anumit prag setat, sistemul emite o alarmă. Algoritmul permite selectarea nivelului considerat periculos pentru orașul Chișinău în funcție de intensitatea cutremurului. Cutremurele vrâncene de adâncime intermediară sunt periculoase pentru Chișinău atunci când magnitudinea lor, pe scara Richter, este mai mare de 6,5.

Semnalul de alarmă seismică poate fi generat direct de către un sistem decizional de la 2-3 stații din imediata vecinătate a zonei Vrancea. Transmiterea și recepționarea în timp real la Chișinău a semnalului de alarmă din Vrancea urmează a fi realizată mai rapid și mai sigur pe cale satelitară decât prin rețeaua Internet, prin linii telefonice și radio care la un seism major pot să cedeze.

Avertizările seismice emise de EWS vor da posibilitate de a încetini mersul trenurilor pentru

a evita accidentele feroviare, închide conductele de gaze pentru minimizarea incendiilor, sistemele operațiunilor de producție pentru reducerea avariilor posibile ale echipamentelor, salva informații vitale din calculatoarele instituțiilor de interes național, conecta generatoarele de curent la spitale pentru menținerea funcționalității sălilor de operații și reanimare etc.

Acest sistem, conceput și la noi, constituie unul din primii pași în acest sens. Pentru moment, semnalul de alarmă este recepționat prin Internet doar la Comandamentul seismic din Chișinău, iar pentru transmiterea lui automată și altor utilizatori este necesară instalarea echipamentelor adiționale care ar distribui semnalul prin linii dedicate, prin rețelele de radiodifuziune, telefonie mobilă și alte mijloace de comunicație. Implementarea acestui sistem urmează să cuprindă toate raioanele republicii, toate obiectivele industriale importante, pentru a preveni și micșora pierderile posibile de la cutremure puternice. Dezvoltarea în continuare a EWS-ului pentru întreg teritoriul Republicii Moldova, cu arendarea canalelor de satelit pentru o funcționare sigură și ultrarapidă, e posibilă doar în cadrul realizării unor proiecte de viitor, costul estimativ al cărora este de peste 2 mln. Euro.

Monitorizarea seismică a teritoriului – factor important în dezvoltarea durabilă a Republicii Moldova

Scopul acestei prezentări este de a face un scurt *review* al cercetărilor privind monitorizarea seismicității teritoriului Republicii Moldova, care a împlinit 51 de ani de existență. Anual rețeaua de stații înregistrează de la 40 la 180 cutremure de pământ din zona Vrancea și în medie circa 1600 cutremure de pe glob. Modernizarea rețelei de stații și deschiderea Centrului Național de Date Seismice oferă posibilitatea evaluării operative a situației seismologice pe glob, în regiune și pe teritoriul Republicii Moldova, informarea autorităților și societății civile despre evenimentele produse. Arhiva de date seismice numerice nou creată, care conține înregistrări ale evenimentelor, cataloage ale cutremurelor vrâncene, buletine seismice, date microseismice și macroseismice, va asigura cercetările fundamentale în domeniu, instituțiile și persoanele cointerestate, iar cu informație din regiunea noastră – Centrele Internaționale Seismice.

Conceperea și instalarea unui Sistem de Avertizare Seismică este un prim pas important pe calea reducerii riscului seismic în Chișinău și în alte raioane ale republicii, afectate puternic de

cutremurele intermediare din Vrancea. Acest sistem va reprezenta un instrument nou, complex din punct de vedere tehnic și deosebit de util pentru protejarea infrastructurilor industriale și preîntâmpinarea populației, dar care urmează a fi dezvoltat până la etapa finală – recepția semnalului de alarmă de către utilizatori.

Toate aceste realizări ale instrumentării seismice sunt originale și importante pentru cercetările seismologice moderne din republica noastră. Înregistrările și rezultatele obținute în baza lor vor contribui la precizarea seismicității teritoriului Republicii Moldova și vor servi pentru diminuarea riscului seismic și predicția de viitor a cutremurelor.

Modernizarea într-un timp relativ scurt a rețelei de stații seismice a fost posibilă datorită cooperării strânse cu Institutul Național pentru Fizica Pământului din România, în baza unui Memorandum de Înțelegere pe un termen de zece ani. Potrivit acestei convenții, INFP a asigurat suportul științific pentru organizarea la Chișinău a Centrului Național de Date, similar celui de la București, a donat aparataj tehnic de ultimă generație producție Kinometrics stațiilor seismice din Leova (K2 + CMG40T + ES-T + PC-Lite), Giurgiuilești (K2 + CMG40T + ES-T + PC-Lite) și Mileștii Mici (Q330 Marmot + STS2 + ES-T) în sumă totală de 130 mii \$. Manopera de asemenea a fost realizată în comun, la stațiile din Republica Moldova au fost instalate echipamentele de înregistrare, sistemele de comunicație, sistemele de achiziție date seismice pentru care partea română a oferit și soft-uri de funcționare. Un aport considerabil în realizarea acestor activități revine colectivului de specialiști ai INFP (dr. C.Ionescu – șeful Rețelei Naționale Seismice, dr. A.Mărmureanu, A.Grigore, V.Pârveu, C.Neagoe), condus de directorul general al Institutului prof. dr.ing. Gh.Mărmureanu, laureat al Medaliei „Dimitrie Cantemir” acordată de CSSDT al AȘM, fapt pentru care le suntem recunoscători.

Realizarea cu succes a celor întreprinse se datorează și asistenței tehnice acordate de Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, care a instalat sistemele de comunicație, oferă servicii prin rețelele informaționale ale AȘM.

Aș menționa, că acest centru modern, deschiderea căruia s-a bucurat de o largă mediatizare, a devenit atractiv nu numai pentru specialiștii în domeniu, dar și pentru profesori, studenți și elevi, pentru toți cei care doresc să urmărească în orice secundă, pe ecrane mari LCD, ce se întâmplă pe teritoriul republicii, care e situația seismică din regiune și din alte zone ale globului. Și dacă în timpul vizitei la Comandamentul seismic, printr-o coincidență se

mai și produce un seism perceptibil în Chișinău, emoțiile celor văzute vor fi unice în felul său. Vizitele și lecțiile de popularizare a științei seismologice, care au loc aici, sunt acțiuni continue de instruire și educație antiseismică a populației republicii noastre care în orice moment poate fi supusă la vibrații seismice și pentru aceasta urmează a fi pregătită din timp.

Bibliografie

1. Илиеш И.И., Степаненко Н.Я., Симонова Н.А., Алексеев И.В. Сейсмичность Карпат по наблюдениям на станциях Молдовы в 2009 году. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al Academiei de Științe a Moldovei, 2010, nr.1, p.32 - 40.

2. Advanced real-time acquisition of the Vrancea earthquake early warning system, A.Mărmureanu, C.Ionescu, C.O. Cioflan, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2010.

3. I. Ilies, C. Ionescu and A. Grigore. The development of the Moldova digital seismic network, Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU2009-3569, 2009, European Geosciences Union, General Assembly 2009.

4. Constantin Ionescu. Sistem de alarmare seismică în timp real pentru instalații industriale cu risc major la cutremurele Vrancea. Editura Tehnopress, Iași, 2008.

5. Volontir N., Ilieș I., Capitolul II, Hazardurile geologice și geomorfologice, Vol.3 -Hazardurile naturale, Mediul geografic al Republicii Moldova, Știința, 2008, p.20–61.

6. Илиеш И.И. Сейсмическая сеть Республики Молдова: состояние и перспективы. Сейсмичность Северной Евразии. Материалы Международной конференции Обнинск, ГС РАН, 2008, стр.87-92.

7. Ilieș I., Ionescu C. Monitorizarea seismică a teritoriului Republicii Moldova: starea actuală și de perspectivă, Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM, 2008, nr.1, p.24 – 30.

8. Ionescu C., Mărmureanu G., Ilieș I. The Progress of the Digital Seismic Network in Real Time from Moldova Republic (poster presentation), (NIEP – Romania, IGS - Moldova). International workshop on Seismic Hazard and Seismic risk reduction in countries influenced by Vrancea Earthquakes, May 2008, Chișinău, Moldova. Organized in the framework of the NATO research project SFP – 980468.

9. Ilieș I., Ionescu C., Grigore A. Sistem de alarmare seismică pentru Republica Moldova la cutremurele majore Vrancea (starea actuală și de perspectivă). Conferința Fizicienilor din Moldova, CFM-2009, Abstracts, Chișinău, 2009, p.69.

10. SeisComp3 Manual, Written by the GEOFON and GITEWS development group, Potsdam, May 2009.

11. European-Mediterranean Seismological Centre, Newsletter, №№17-23, aa.2001-2009.

12. Proceedings of ORFEUS NERIES Observatory coordination workshop, Sinaia, Romania, Mai 7-11, 2007.

13. Proceedings of “Meeting of South-Eastern Europe Seismologists”, Ljubjana, Slovenia, 16-18 November 2003.

14. Kinematics Inc. (1989), Seismic Workstation Software, User’s Manual, SUA.