

PROBLEMELE EXISTENTE ȘI MĂSURILE NECESARE ÎN VEDEREA REDUCERII RISCULUI SEISMIC PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

DOI: 10.5281/zenodo.4094754

CZU: 550.34(478)

Doctor habilitat în geologie și mineralogie, conferențiar cercetător **Vasile ALCAZ**

E-mail: alcaz@yandex.com

Doctor în geologie și mineralogie, conferențiar cercetător **Igor NICOARA**

E-mail: nicoaraigor@gmail.com

Eugen ISICICO

E-mail: eisichko@yandex.ru

Doctorand **Sergiu TROIAN**

E-mail: troian.sergiu@gmail.com

Institutul de Geologie și Seismologie

SEISMIC RISK ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MOLDOVA: EXISTING ISSUES AND REQUIRED MEASURES

Summary. The article characterizes the seismic hazard and risk to which the territory of the Republic of Moldova is exposed. There are also addressed the existing problems which concern the monitoring of seismic events, zoning and seismic microzonation, as well as the seismic risk on the territory of the Republic of Moldova. In order to face the challenges conditioned by the future earthquakes, it is necessary to develop and apply a wide spectrum of scientific, political and administrative measures.

Keywords: seismic hazard, vulnerability, risk, monitoring, minimization of losses.

Rezumat. În lucrare este caracterizat pericolul și riscul seismic la care se expune teritoriul Republicii Moldova. De asemenea, sunt abordate problemele existente privind monitorizarea evenimentelor seismice, zonarea și microzonarea seismică, prin prisma riscului seismic pe teritoriul țării. Se atestă că pentru a face față provocărilor condiționate de viitoarele cutremure de pământ, este necesară elaborarea și aplicarea unui spectru larg de măsuri științifice, politice și administrative.

Cuvinte-cheie: pericol seismic, vulnerabilitate, risc, monitorizare, minimizarea pierderilor.

INTRODUCERE

Securitatea seismică este unul dintre factorii importanți ce determină dezvoltarea sustenabilă a infrastructurii socioeconomice a oricărei țări amplasate într-o zonă seismică. Aproximativ $\frac{2}{3}$ din teritoriul Republicii Moldova este supus pericolului seismic de un nivel foarte înalt, în acest teritoriu locuind peste trei milioane de oameni [1]. Cutremurele puternice din secolul trecut au cauzat daune considerabile activității economice și sociale a republicii. De exemplu, la cutremurul din 10 noiembrie 1940 (magnitudinea Gutenberg-Richter $M=7.4$), doar în Chișinău au fost deteriorate 2 795 de clădiri, dintre care 172 dărâmate complet [2]. Numărul victimelor a fost de cel puțin 78 de persoane, iar aproximativ 1 000 de persoane au fost rănite (date incomplete). Ca rezultat al cutremurului din 4 martie 1977, au fost deteriorate 11 848 de clădiri, iar 2 786 distruse complet. Cutremurul din

30 august 1986 s-a soldat cu 2 morți, 561 de răniți, 1 169 de clădiri dărâmate complet și peste 7 000 serios deteriorate, daunele directe fiind estimate la circa 700 de milioane de dolari [2].

Monitorizarea evenimentelor seismice, evaluarea pericolului și a riscului seismic pentru teritoriul Republicii Moldova sunt efectuate de Institutul de Geologie și Seismologie. Cercetările științifice și elaborările practice realizate de Institut asigură:

- proiectarea și construcția edificiilor în corespundere cu pericolul seismic real;
- utilizarea rațională a materialelor de construcții;
- evidențierea celor mai vulnerabile zone la cutremure puternice;
- elaborarea planurilor strategice de dezvoltare a teritoriilor (inclusiv a planurilor generale de dezvoltare a teritoriilor urbane);
- determinarea priorităților de alocare a mijloacelor materiale, pentru minimizarea pierderilor.

Astfel, impactul socioeconomic al cercetărilor seismologice ale institutului este determinat de creșterea securității seismice a teritoriului, reducerea pierderilor de vieți omenești și a daunelor economice cauzate de cutremure, fapt ce în ultimă instanță contribuie la dezvoltarea durabilă a țării.

Seismicitatea Republicii Moldova este determinată în special de cutremurele subcrustale de adâncime intermediară generate de sursa seismică Vrancea, localizate în teritoriul României la curbura Carpaților. Zona Vrancea constituie o sursă permanentă și activă de cutremure, cunoscută deja de un mileniu și care posedă caracteristici unice pe întregul globul pământesc (volumul mic și izolat al zonei seismogene, răspândirea direcționată a energiei seismice, suprafață afectată enormă și a.) [3].

Ilustrul seismolog Charles Richter menționa în anii '60 ai secolului trecut că „nicăieri în lume nu există o astfel de aglomerație a populației, periodic supusă cutremurelor de pământ, generate din aceeași sursă (Vrancea)”. Printre evenimentele seismice mai relevante din regiune trebuie menționate, de asemenea, seismele din anii 1471, 1620, 1738, 1802 (cunoscut ca „marele cutremur moldovenesc”), 1838, 1868, 1908 [4; 5].

În țara noastră s-au întreprins multiple măsuri pentru asigurarea securității seismice. Lucrările de proiectare și construcție sunt efectuate în baza *Hărții generale a zonării seismice a teritoriului Republicii Moldova*. Pentru unele localități urbane, dens populate și valoroase din punct de vedere economic, au fost elaborate și implementate hărți de microzonare seismică și risc seismic. În același timp este important să conștientizăm starea nesatisfăcătoare a procesului asigurării securității seismice. În cele ce urmează este descrisă situația actuală din domeniu, problemele existente și măsurile ce necesită a fi întreprinse pentru a le ameliora.

1. MONITORIZAREA SEISMICĂ

Baza experimentală a cercetărilor seismologice o constituie rețeaua de stații seismice. Rețeaua de Monitorizare Seismică a Institutului de Geologie și Seismologie include 7 stații seismice situate în orașele Chișinău, Cahul, Leova, Soroca, comunele Giurgiulești, Purcari și Mileștii Mici (în zone de 8, 7 și 6 grade seismicitate scara MSK). Sistemul de monitorizare seismică oferă în mod rapid autorităților publice centrale (guvernul, Serviciul Protecției Civile și Situațiilor Excepționale ș. a.), populației și comunității științifice informații referitor la activitatea seismică în regiune.

Deși în ultimii ani a fost elaborat un sistem de observări seismologice integrat atât în sistemul local, cel regional bilateral Republica Moldova – Romania,

cât și în sistemul european de monitorizare seismică, acesta, pentru moment, se confruntă cu probleme serioase, și anume:

- Lipsa finanțării pentru procurarea echipamentelor noi și a componentelor necesare pentru menținerea funcționalității stațiilor seismice, pentru reparația curentă a acestora, pentru deplasările specialiștilor în scopul deservirii aparatajului seismic. Din cauza lipsei de finanțe nu s-a reușit până în prezent dezvoltarea unui sistem de avertizare seismică timpurie în timp real (timpul de avertizare pentru mun. Chișinău este de 30-40 sec. în funcție de localizarea focarului);

- Nu este reînvestită integral cu echipament digital modern rețeaua alcătuită din cele 7 stații de monitorizare seismică, precum și cele 4 stații seismometrice de instrumentare a clădirilor în timpul cutremurelor;

- Rețeaua existentă este reprezentată neuniform pe teritoriu și situată unilateral față de sursele de cutremure ce afectează teritoriul Republicii Moldova. Este stringent necesară deschiderea unei stații noi în partea de nord a republicii (Râșcani-Edineț-Briceni), care în ultimii ani este supusă unor cutremure crustale locale;

- Starea nesatisfăcătoare a încăperilor stațiilor seismice din teritoriu, în special a celei din orașul Soroca, din cauza lipsei reparațiilor.

Cea mai gravă problemă însă, în contextul reformei sferei științei și inovării, desfășurate în prezent, este incertitudinea finanțării lucrărilor de monitorizare seismică în viitor; ca rezultat, perspectiva stopării acestor activități importante devine una absolut reală.

2. HAZARDUL SEISMIC

a) Zonarea seismică a teritoriului Republicii Moldova

Distribuția hazardului seismic pe teritoriul țării este reprodusă de *Harta zonării seismice a Republicii Moldova*, iar pe teritoriile localităților – de *hărțile de microzonare seismică* pentru fiecare localitate aparte. Ambele hărți sunt folosite atât în lucrările de proiectare, cât și la elaborarea ori precizarea planurilor generale de dezvoltare a teritoriilor concrete. În anul 2006 Institutul de Geologie și Seismologie a elaborat *Harta nouă a zonării seismice a Republicii Moldova* (figura 1). Din anul 2010 harta este parte componentă a Normativului MD SNiP II-81 ce reglementează construcția seismorezistentă în Republica Moldova [6].

În scopul asigurării securității seismice, astăzi în lume se atestă tendința generală de extindere a zonelor cu intensitate seismică sporită, hărțile de zonare seismică devenind astfel mai „rigide”. Acest lucru se va întâmpla și la noi atunci când Moldova va armoniza Normativul național de zonare seismică cu Standardul

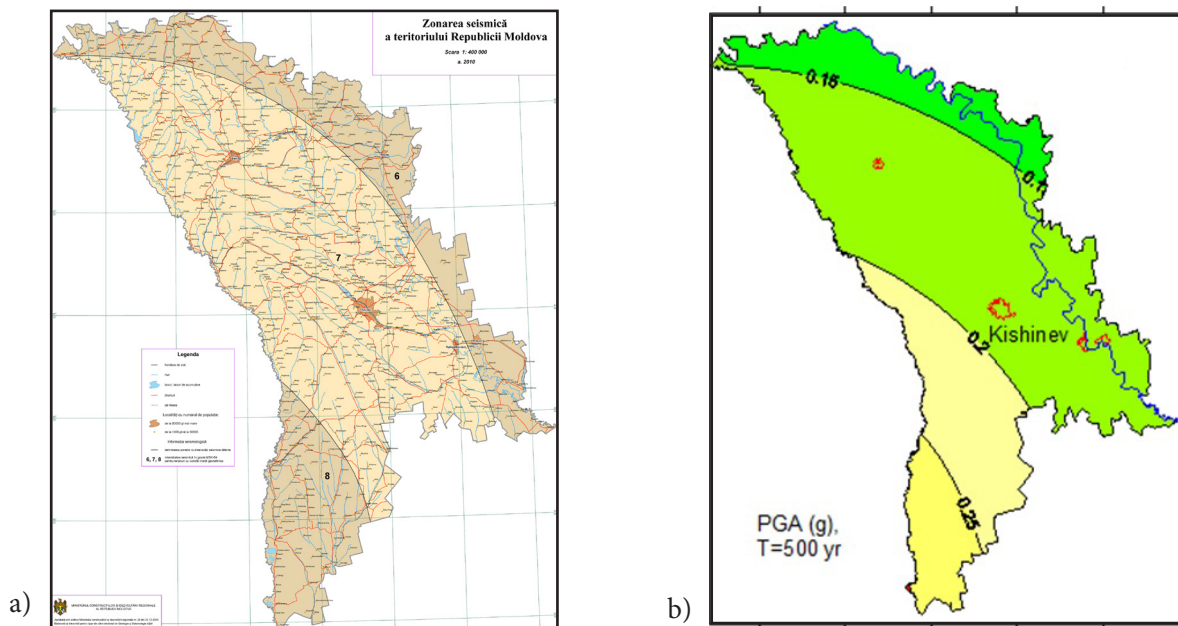


Figura 1. a) zona seismică a teritoriului Republicii Moldova în termeni „grade MSK”; b) „acelerații ale mișcărilor seismice”.

europen Eurocod-8. În Ucraina, de exemplu, în urma unei asemenea armonizări, suprafața zonei de 7 grade s-a mărit de 3 ori, a celei de 8 grade – de 4,5 ori. De asemenea, a apărut o zonă de 9 grade. În consecință, costul construcțiilor crește considerabil.

În contextul celor expuse mai sus, în viitorul apropiat, una dintre prerogativele importante ale Institutului de Geologie și Seismologie constă în armonizarea documentelor normative ce țin de evaluarea pericolului seismic (zonare, microzonare seismică) în termenii Normativului UE-Eurocod 8. Institutul dispune în măsură necesară de metode și specialiști pentru realizarea acestei sarcini. De exemplu, în figura 1 sunt prezentate două hărți: harta actuală (în acțiune) a zonării seismice a teritoriului Republicii Moldova în termeni „grade seismice” și o variantă de lucru a hărții de perspectivă în termenii Eurocod 8, și anume – „acelerație a terenului la cutremur”. „Gradul seismic” este un parametru complex, utilizat cu precădere în seismologie, pe când „acelerația terenului” este unul mai cu seamă ingineresc, solicitat în proiectarea și construcția seismorezistentă.

b) Microzonarea seismică a teritoriilor localităților Republicii Moldova

Cât privește microzonarea seismică a localităților mai importante ale țării, problema e cu mult mai complicată. În perioada sovietică Institutul de Geologie și Seismologie a pregătit un set de hărți de microzonare seismică pentru cele mai importante localități: Chișinău, Bălți, Cahul, Comrat, Ceadâr-Lunga, Bender (Tighina), Leova. Odată cu expirarea termenilor de valabilitate a acestor documente normative ele au fost anulate. În anii '90 a început elaborarea unei generații noi de

hărți de microzonare seismică a localităților menționate. Lucrările erau finanțate de fostul GOSSTROI. Odată cu destrămarea URSS, aceste lucrări au fost stopate. Institutul de Geologie și Seismologie a atenționat în repetate rânduri autoritățile centrale ale Republicii Moldova despre problema dată. În consecință, problema securității seismice a fost discutată, în ianuarie 1999, la ședința Consiliului Suprem pentru Securitate. S-au pus o serie de sarcini concrete, inclusiv în fața autorităților locale, precum elaborarea hărților noi de microzonare seismică a teritoriilor municipiilor. Din păcate, acest punct al hotărârii

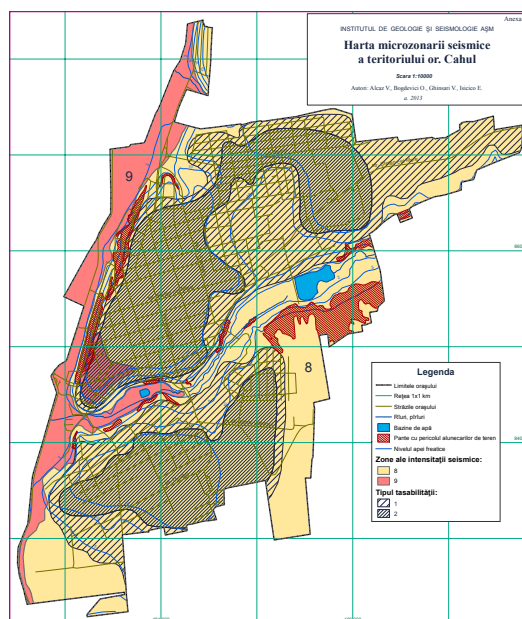


Figura 2. Harta microzonării seismice a teritoriului or. Cahul.

l-a îndeplinit doar primăria municipiului Chișinău. Harta nouă de microzonare seismică a orașului Chișinău a fost elaborată de institut la comanda primăriei încă în anul 2005, expertizată și în februarie 2008 prezentată Ministerului Construcțiilor, unde a fost aprobată și pusă în aplicare ca document normativ obligatoriu pentru proiectarea și construcția seismorezistentă. Harta în cauză expiră în 2020, prin urmare trebuie urgent reactualizată. Or, primăria Chișinău în urma discuțiilor a promis finanțarea lucrărilor.

În ultimii ani a fost elaborată *Harta de microzonare seismică pentru orașul Cahul* (figura 2), acum este în curs de finalizare *Harta microzonării orașului Comrat*.

De menționat ca pentru restul localităților hărți de microzonare seismică nu există, autoritățile locale nu întreprind nicio măsură privind asigurarea securității seismice pe teritoriul de care sunt responsabile.

b) Determinarea seismicității de calcul a construcțiilor

Conform regulamentelor în vigoare, seismicitatea terenurilor de construcție se stabilește în baza hărților de microzonare seismică a localităților respective. Situația la acest capitol trebuie calificată ca nesatisfăcătoare, și anume: acolo unde lipsesc aceste hărți gradul de intensitate se determină în exclusivitate în baza Tab.1 din SNiP II-7-81 – lucru absolut nejustificat în condițiile Republicii Moldova, deoarece astfel nu se ține cont în niciun mod de influența unui șir de factori importanți asupra efectului seismic (grosimea rocilor moi, relieful, rezonanța seismică etc.). Această abordare simplistă, care trebuia să fie o excepție în determinarea seismicității terenului de amplasament a construcției, a devenit în Republica Moldova o practică larg răspândită. În consecință, se atestă frecvent greșeli grave în evaluarea pericolului seismic al terenurilor de

construcții. Este necesar de a opri practica existentă și a elabora reguli noi de evaluare a gradului intensității seismice de calcul a construcțiilor, ce ar ține cont atât de complexitatea condițiilor geologice ale terenului de amplasament, cât și de gradul de responsabilitate a construcției.

3. RISCUL SEISMIC

Hărțile de zonare și microzonare seismică conțin toată informația seismică necesară pentru efectuarea proiectării curente a construcției seismorezistente. În același timp, apar un șir de întrebări, cum ar fi:

- Care este gradul de vulnerabilitate a clădirilor deja existente, în special a celor ce au suferit câteva cutremure puternice și celor în care proprietarii au intervenit cu reconstrucții neautorizate (figura 3)?

- La ce să ne așteptăm de pe urma viitoarelor cutremure?

- Care sunt pierderile probabile economice și sociale la următoarele solicitări seismice?

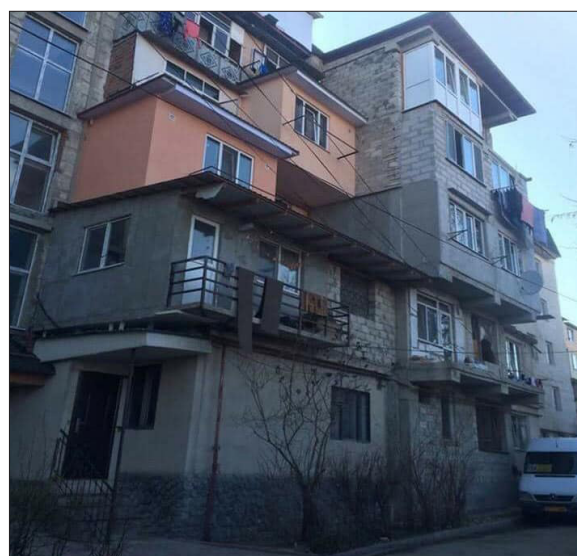
- Ce obiecte economice, sociale, culturale necesită a fi consolidate în scopul sporirii capacității lor de a rezista viitoarelor cutremure puternice?

Răspunsul la aceste întrebări poate fi obținut în urma analizei complexe a pericolului (hazardului) seismic H și vulnerabilității obiectelor V supuse riscului (în primul rând a fondului construit). Cunoașterea hazardului și a vulnerabilității seismice face posibilă evaluarea *riscului seismic*.

Riscul seismic R este rezultatul convoluției dintre hazardul seismic H și vulnerabilitatea obiectelor V expuse acțiunilor seismice ($R=H*V$). Hazardul seismic ce persistă pe teritoriul Republicii Moldova a fost caracterizat mai sus. Primele analize ale fondului construit,



a)



b)

Figura 3. a) clădire avariată la cutremurul din anul 1986; b) reconstrucție neautorizată, orașul Chișinău, anul 2020.

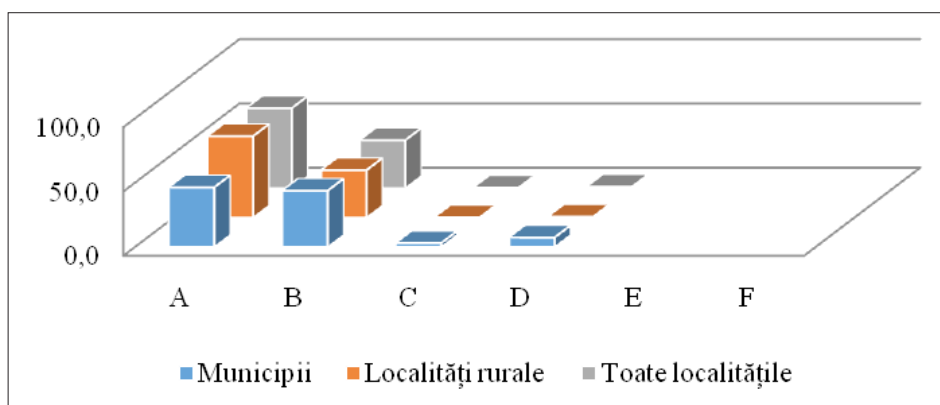


Figura 4. Clasificarea clădirilor din Republica Moldova conform gradului de vulnerabilitate (scara seismică EMS-98).

în contextul vulnerabilității lui la cutremurele de pământ, au fost realizate în lucrările [7; 8]. În baza datelor accesibile a fost realizată clasificarea clădirilor din Republica Moldova după apartenența lor la clasele de vulnerabilitate seismică conform scării seismice EMS-98 (figura 4). Scara de clasificare EMS-98 identifică 6 clase de vulnerabilitate, care se bazează pe analiza structurii și materialelor folosite la construcția edificiului. Clasa A reprezintă cele mai vulnerabile edificii, iar clasa F, respectiv, cele mai puțin vulnerabile.

Din figura 4 se poate observa că numărul clădirilor Republicii Moldova din clasele mai puțin vulnerabile seismic (C, D, E sau F) este foarte mic, iar clădiri din clasa E și F practic nu există. Astfel, figura 4, deși simplist, reprezintă situația curentă a imobilului din punctul de vedere al capacității acestuia de a rezista unor potențiale seisme. Se atestă o anumită stare de alertă față de capacitatea de rezistență a unei părți considerabile a fondului imobil la un potențial cutremur puternic. Evaluarea efectuată dovedește, de asemenea, necesitatea iminentă a investigării și consolidării (ori înlocuirii cu edificii noi după caz) clădirilor cu grad înalt de vulnerabilitate, pentru a asigura siguranța locuitorilor și dezvoltarea sustenabilă a infrastructurii țării.

În lume timp de mulți ani se desfășoară lucrări intense de evaluare a vulnerabilității și riscului seismic. În Federația Rusă acestea sunt legiferate în Normativul СНиП 11-02-96 (punctul 4.3). În România, SUA, Japonia, Turcia etc. există programe și strategii naționale de reducere a riscului seismic. Actualitatea și importanța lucrărilor respective este confirmată și de implicarea Comunității Europene, care finanțează un șir de proiecte privind evaluarea și reducerea riscului seismic pentru o serie de orașe europene: București, Sofia, Barcelona, Catania, Salonic și a.).

În Republica Moldova nu există până în prezent decizii la nivel național cu privire la reducerea riscului seismic. Lucrări de evaluare a riscului seismic real se efectuează de către Institutul de Geologie și Seismolo-

gie din propria inițiativă și pe cont propriu, fără finanțare special direcționată. Excepție este orașul Chișinău, pentru care, la comanda primăriei, institutul a efectuat lucrări de evaluare a riscului seismic. Potrivit acestora, pe teritoriul orașului există sectoare cu o probabilitate înaltă de deteriorări serioase la viitoarele cutremure puternice. Conform statisticii pentru întregul oraș, valoarea totală a daunelor directe posibile constituie circa 15,5 miliarde lei (estimarea din 2006) [2].

În funcție de scopul urmărit, riscul seismic poate fi evaluat în diferite moduri (se ia în calcul un factor de risc ori mai mulți) și în diferiți termeni (grad de avariere a construcțiilor, pierderi financiare posibile, pierderi de vieți omenești ș. a.). Figurile 5 și 6 oferă exemple de astfel de hărți ale riscului seismic, elaborate de institut. În figura 5 riscul seismic pe teritoriul Republicii Moldova s-a estimat luând în calcul un singur factor de risc – fondul construit al țării. În figura 6 riscul seismic s-a evaluat în baza mai multor factori, precum: construcția existentă, fenomene secundare ce pot fi provocate de cutremur (alunecări de teren, densificări, silichiferi ale solurilor), indexul activității economice pe diferite sectoare, densitatea populației ș. a. (așa-numitul risc complex).

Comparând *Harta riscului seismic complex* (figura 6) cu *Harta zonării seismice a Republicii Moldova* (figura 1) deducem un risc sporit nu în sudul republicii, unde pericolul este maxim, ci în regiunea de centru, unde sunt posibile mai multe fenomene secundare declanșate de cutremur, fiind mai intensă activitatea economică și mai mare densitatea populației.

Semnificația practică a cercetărilor în domeniul riscului seismic, efectuate de Institutul de Geologie și Seismologie, constă în evidențierea celor mai vulnerabile zone la cutremurele puternice, elaborarea planurilor strategice de minimizare a pierderilor pe o perioadă medie și de lungă durată, determinarea priorităților aplicării resurselor umane și materiale în cazul unui cutremur major.

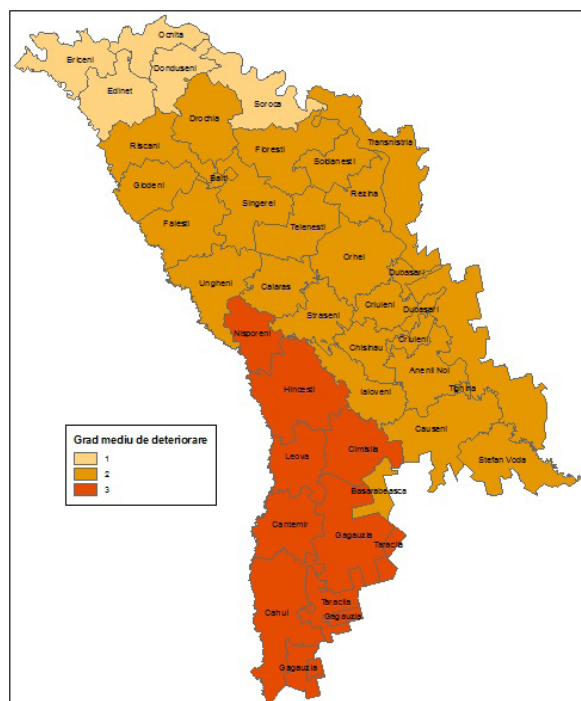


Figura 5. Harta distribuției riscului deteriorării fondului construit pe teritoriul Republicii Moldova.

4. MĂSURILE NECESARE

În cele expuse mai sus au fost puse în valoare rezultatele Institutului de Geologie și Seismologie și evidențiate anumite probleme ce țin preponderent de cercetarea hazardului și riscului seismic pe teritoriul Republicii Moldova. Însa în asigurarea securității seismice a țării există o mulțime de alte probleme, cum ar fi:

- în Republica Moldova, riscul seismic se evaluează, dar lucrări concrete, menite a-l diminua, nu se desfășoară. Astfel, nu se practică lucrări de consolidare a obiectelor de risc seismic (clădiri, construcții, diguri, mijloace de comunicații ș. a.);
- populația și autoritățile locale conștientizează insuficient pericolele și riscurile condiționate de cutremurile de pământ;
 - este larg răspândită reconstrucția neautorizată a apartamentelor în clădirile multietajate;
 - luarea de decizii, planificarea teritoriilor se face deseori fără a ține cont de pericolul și riscul seismic existent;
 - lipsește abordarea complexă asupra diminuării consecințelor grave posibile a pericolului seismic.

Pentru a face față provocărilor condiționate de cutremurile de pământ este necesară elaborarea și aplicarea unui spectru larg de măsuri.

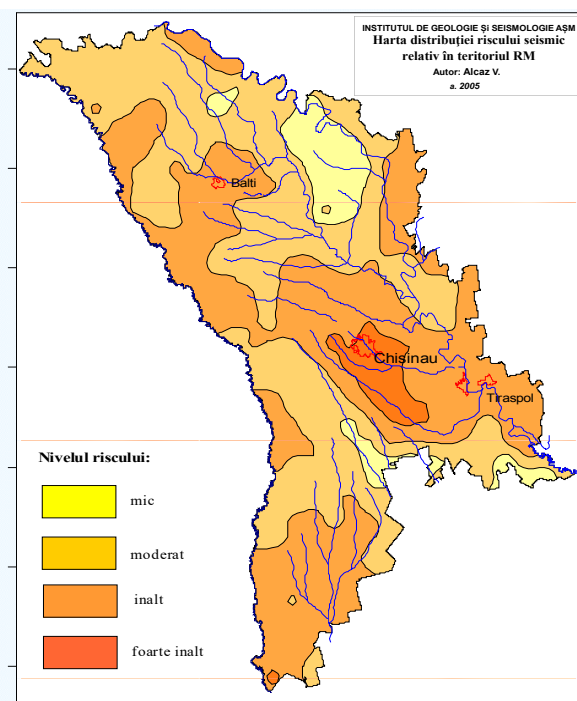


Figura 6. Harta distribuției riscului seismic complex pe teritoriul Republicii Moldova.

Printre **masurile științifice, politice, administrative urgente**, menționăm:

- dezvoltarea metodelor de monitorizare, avertizare și cuantificare a pericolului și riscului seismic;
- perfecționarea cadrului regulatoriu ce asigură proiectarea și construcția seismorezistentă pe teritoriul Republicii Moldova, armonizarea lui cu standardele europene;
 - expertiză fondului construit existent în scopul determinării gradului real de seismorezistență a acestuia, având ca obiective prioritare clădirile cu aglomerare masivă, școli, grădinițe, spitale, clădiri de importanță vitală pentru oraș, cu un grad înalt de uzură fizică;
 - elaborarea hărților de microzonare seismică pentru teritoriile municipiilor și orașelor mai populate și importante din punct de vedere economic;
 - formarea mecanismelor economice ce ar asigura reducerea riscului seismic și sporirea securității seismice a populației (asigurarea la calamități naturale ș. a.);
 - dezvoltarea sistemului de pregătire și perfecționare continuă a cadrelor menite să asigure securitatea seismică a infrastructurii și populației.

Realizarea măsurilor în cauză ar anticipa pe viitor situațiile grave, condiționate de eventuale cutremure de pământ, ar permite soluționarea optimă a problemelor valorificării și dezvoltării durabile a teritoriului Republicii Moldova, a securității populației.

BIBLIOGRAFIE

1. Rezultatele Recensământului Populației și al Locuințelor 2014. Raport (RPL2014).
2. Alkaz V.G. Osnovy prognoza seismicheskoy opasnosti i seismicheskogo riska territorii Respubliki Moldova, Kishineu. Elena-VISRL. 2007. 229 s.
3. Mărmureanu Gh. Certitudini – incertitudini în evaluarea hazardului și a riscului seismic vrâncean. București. Editura Academiei Române, 2016.
4. Catalog Romplus. [on-line] <http://www.infp.ro/index.php?i=romplus> (vizitat la 01.02.2020).
5. Drumya A.V., Stepanenko N. Ya., Simonova N. A., Alekseev I.V., Kardanets V. Yu. Atlas kart intensivnosti zemletryaseniy Moldovy (XVIII – XXI vv.). Kishineu. Elena-VISRL. 2009. 154 c.
6. SNiP II-7-81. Stroitel'nye normy i pravila. Stroitel'stvo v seismicheskikh rayonakh. 1 MD - ordinul Ministerului mediului și amenajării teritoriului nr. 6 din 17.01.2001. În: Monitorul construcțiilor, vol. 1(22), 2(23), 2001.
7. Alcaz V., Troian S.. Analiza Fondului Construit al Republicii Moldova în Contextul Vulnerabilității Seismice a Clădirilor (The Analysis of the Built Environment in terms of Seismic Vulnerability). In: The materials of the National Conference with International Participation „Mediul și Dezvoltarea Durabilă” (The Environment and Sustainable Development), 06-08 October 2016, p. 78-81.
8. Troian S. Caracterizarea Fondului Imobiliar existent al Republicii Moldova, supus pericolului cutremurilor Vrance. In: Materialele Conferinței Științifice a Doctoranzilor „Tendințe contemporane ale dezvoltării științifice: viziuni ale tinerilor cercetători”, 15 iunie 2017, Vol. 1, p. 317-322.



Maria Mardare-Fusu. *Eu Sunt Calea*, 2014, u. p., 64,5 × 60 cm