

Școala doctorală în domeniul Științe medicale

Cu titlu de manuscris

C.Z.U: 614.876:546.296(043.2)

ABABII, Aurelia

**EVALUAREA RISCULUI PENTRU SĂNĂTATE
ASOCIAT EXPUNERII LA RADON**

331.02 – IGIENĂ

Teza de doctor în științe medicale

Chișinău, 2026

©Ababii Aurelia, 2026

Teza a fost elaborată în cadrul Laboratorului științific Igiena radiațiilor și radiobiologie al
Agenției Naționale pentru Sănătate Publică

Conducător științific:

Corețchi Liuba, dr. hab. șt. biol., conf. cercet.,
Laureat al Premiului Național pentru Știință



Membrii comisiei de îndrumare:

Băhnărel Ion, dr. hab. șt. med., prof. univ.,
Laureat al Premiului Național pentru Știință, Om Emerit
Stegărescu Vasile, dr. șt. biol., conf. cercet.,
Institutul de Ecologie și Geografie, Universitatea de Stat din Moldova
Ene Antoaneta, dr. fizică, prof. univ.,
Universitatea Dunărea de Jos, Galați, România

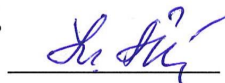


Susținerea va avea loc la 11 noiembrie 2026, ora 14⁰⁰ în incinta USMF „Nicolae Testemițanu”,
bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 165, biroul 205 în ședința Comisiei de doctorat, aprobată prin
decizia Consiliului Științific al Consorțiului din 01.07.2026 (*proces-verbal nr. 12*).

Componența Comisiei de doctorat:

Președinte:

Pînzaru Iurie, dr. hab. șt. med., conf.univ., specialitatea 331.02. – Igienă,
Agenția Națională pentru Sănătate Publică



Membrii:

Corețchi Liuba, dr. hab. șt. biol., conf. cercet., specialitatea 331.02. –
Igiena, Laureat al Premiului Național pentru Știință

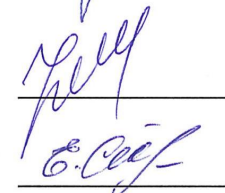


Stegărescu Vasile, dr. șt. biol., conf. cerc., specialitatea 161.03. –
Radiobiologie, Institutul de Ecologie și Geografie,
Universitatea de Stat din Moldova

Cebanu Serghei, dr. hab. șt. med., conf. univ., specialitatea 331.02. –
Igiena, Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae
Testemițanu”

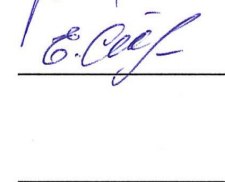


Baltaga Ruslan, dr. șt. med., conf. cercet., specialitatea 321.19. –
Anesteziologie, IMSP Institutul Oncologic



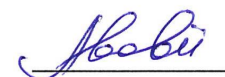
Ciobanu Elena, dr. șt. med., conf. univ., specialitatea 331.02. – Igiena,
Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”

Grejdean Fiodor, dr. hab. șt. med., prof. cons., specialitatea 331.03. –
Medicină socială și management, Universitatea de Stat de Medicină și
Farmacie „Nicolae Testemițanu”



Autor:

Ababii Aurelia



CUPRINS

LISTA FIGURILOR.....	7
LISTA TABELELOR.....	10
LISTA ABREVIERILOR.....	11
INTRODUCERE	13
1. RADIOACTIVITATEA ȘI SĂNĂTATEA UMANĂ (REVIUL LITERATURII).....	19
1.1 Consecințele pentru sănătate ale poluării radioactive: aspecte igienice	19
1.2 Caracteristica radonului și proprietățile acestuia	19
1.3 Riscul pentru sănătate cauzat de expunerea la radon	27
1.4 Programul (Strategia și Planul de acțiuni) în controlul expunerii la radon, recomandate de OMS, AIEA și alte organisme internaționale	29
2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE	41
2.1. Descrierea generală a cercetării.....	41
2.2. Metode generale de cercetare	44
2.3. Studiul observațional descriptiv privind concentrațiile rezidențiale de radon în Republica Moldova	44
2.4. Studiul privind evaluarea cunoștințelor populației referitoare la radon și efectele acestuia asupra sănătății.....	48
2.5. Studiul observațional descriptiv privind morbiditatea prin cancer bronhopulmonar în Republica Moldova și evaluarea statistică a interacțiunii dintre expunerea la radon și consumul de tutun	50
2.6. Studiul epidemiologic analitic de tip caz–control privind asocierea dintre expunerea rezidențială la radon și cancerul bronhopulmonar	53
2.7. Metode și aparate pentru măsurarea concentrației rezidențiale de radon	54
2.8. Metode matematice de calculare a riscului pentru sănătate a expunerii la radon (calcularea dozelor expunerii la radon conform formulelor recomandate de AIEA)	55
2.9. Metodologia cartografierii concentrațiilor de radon rezidențial	56
2.10 Limitările metodologice ale cercetării.....	57
3. EVALUAREA REZULTATELOR MĂSURĂRILOR CONCENTRAȚIEI DE RADON ÎN DIVERSE TIPURI DE LOCUINȚE DIN LOCALITĂȚI URBANE ȘI RURALE ALE REPUBLICII MOLDOVA	60
3.1. Evaluarea rezultatelor investigațiilor radonului în diverse tipuri de locuințe din localitățile urbane și rurale	60
3.2. Cuantificarea expunerii la radonul din aerul din locuințe în condițiile Zonelor de Nord, Centru și Sud ale Republicii Moldova	62

3. 3. Analiza rezultatelor măsurărilor concentrației de radon în aerul de interior al locuințelor municipiului Chișinău	69
3.4. Calcularea riscului, inclusiv a dozelor individuale de expunere la diverse concentrații ale radonului rezidențial.....	71
3.5. Studiarea interacțiunii radonului cu factorii abiotici de mediu	75
3.6. Cartarea radonului din aerul din locuințe pe teritoriul Republicii Moldova și identificarea localităților cu risc sporit de expunere la radon	77
4. MORBIDITATEA PRIN CANCER BRONHOPULMONAR ȘI DISTRIBUȚIA CONSUMULUI DE TUTUN ÎN REPUBLICA MOLDOVA	84
4.1. Analiza populațională a relației dintre expunerea rezidențială la radon, consumul de tutun și morbiditatea prin cancer bronhopulmonar	84
4.2. Stabilirea interacțiunii „concentrația radonului din aerul din locuințe × tutun × dezvoltarea cancerului bronhopulmonar” prin utilizarea metodologiei caz-control.....	91
5.EVALUAREA CUNOȘTINȚELOR POPULAȚIEI DESPRE EXPUNEREA LA RADON ȘI ELABORAREA RECOMANDĂRILOR ÎN CONTROLUL EXPUNERII LA RADON	100
5.1. Evaluarea rezultatelor chestionării populației referitor la cunoștințele despre expunerea la radon	102
DISCUȚII.....	116
CONCLUZII GENERALE	123
RECOMANDĂRI PRACTICE	123
BIBLIOGRAFIE	126
ANEXE	142
<i>Anexa 1</i> Chestionar special privind evaluarea cunoștințelor generale privind radonul....	142
<i>Anexa 2</i> Chestionar special privind riscul expunerii la radon și fumat în cadrul studiului caz-control	151
<i>Anexa 3</i> Baza de date a măsurărilor concentrațiilor rezidențiale de radon în locuințele investigate din Republica Moldova	155
<i>Anexa 4</i> Datele detaliate privind concentrațiile rezidențiale de radon și dozele anuale efective pe regiuni de dezvoltare	182
<i>Anexa 5</i> Datele utilizate pentru analiza relației dintre expunerea la radon, prevalența fumatului și incidența cancerului bronhopulmonar	190
<i>Anexa 6</i> Recomandări pentru implementarea Strategiei naționale de comunicare a riscului expunerii la radon și proiectul Programului național de control al expunerii la radon	193
Elaborarea proiectului programului și planului de acțiuni în controlul expunerii la radon	199
LISTA PUBLICAȚIILOR ȘI PARTICIPĂRILOR LA FORUMURI ȘTIINȚIFICE	204

DECLARAȚIE de conformitate asupra originalității lucrării.....	218
ADNOTARE	219
ANNOTATION	220

LISTA FIGURILOR

Figura 1. Seria radioactivă a uraniului.....	23
Figura 2. Harta concentrațiilor de radon în Europa	27
Figura 3. Design-ul cercetării	44
Figura 4. Schema metodologică a evaluării statistice a interacțiunii dintre expunerea rezidențială la radon, consumul de tutun și morbiditatea prin cancer bronhopulmonar	52
Figura 5. Detector pasiv de radon Radtrack 2	55
Figura 6. Detector RadonEyE+2	55
Figura 7. Concentrația radonului (Bq/m ³) în regiunile de dezvoltare ale Republicii Moldova ...	60
Figura 8. Distribuția concentrațiilor medii de radon (M±SD) în locuințele din urbe, construite în intervalul de ani 1820 - 2020, din regiunile Republicii Moldova	61
Figura 9. Distribuția concentrațiilor medii de radon (M±SD) din locuințele rurale din regiunile Republicii Moldova, construite în perioada anilor 1820-2020	61
Figura 10. Concentrația radonului (Bq/m ³) în locuințele de pe teritoriul Republicii Moldova ...	63
Figura 11. Variabilitatea concentrațiilor de radon în casele de locuit din RDD Centru (A), Nord (B) și Sud (C)	64
Figura 12. Structura concentrațiilor radonului în aerul din interiorul încăperilor RDD Centru, Nord și Sud	66
Figura 13. Analiza comparativă a repartizării concentrației de radon în RDD Centru, Nord și Sud după intervalele valorilor de referință până la 150 Bq/m ³ , 150-300 Bq/m ³ și peste 300 Bq/m ³ ...	67
Figura 14. Variația regională a concentrației de radon în RDD Centru, Nord și Sud	67
Figura 15. Concentrația radonului (Bq/m ³) în aerul din locuințele municipiul Chișinău	70
Figura 16. Distribuția concentrației radonului pentru RDD Centru, Nord și Sud în dependență de riscul de cancer în exces de-a lungul vieții pentru concentrații ale radonului rezidențial	73
Figura 17. Doza efectivă anuală medie de expunere la radon în funcție de regiunile de dezvoltare ale Republicii Moldova, Centru, Nord și Sud	74
Figura 18. Analiza clusteriană a interacțiunii concentrației radonului cu factorii de mediu	75
Figura 19. Analiza clusteriană a interacțiunii concentrației radonului cu factorii mediului	76
Figura 20. Importanța predictorilor într-un model de regresie pentru evaluarea influenței variabilelor independente asupra concentrației de radon	77
Figura 21. Harta repartiției spațiale (A) și Harta interactivă (B) a radonului în aerul din diferite tipuri de locuințe pe teritoriul Republicii Moldova	78
Figura 22. Morbiditatea (incidența/prevalența, la 100 de mii populație) prin cancerul bronhopulmonar în Republica Moldova (2012-2020)	84
Figura 23. Incidența (A) și prevalența (B) CBP, la 100 mii populație, anii 2012-2020	85

Figura 24. Dendogramele analizei clusteriene a interacțiunii „numărul de fumători × concentrația radonului × incidența/prevalența CBP” pe teritoriul Republicii Moldova și în RDD Nord, Centru și Sud.	90
Figura 25. Raportul bărbați : femei în grupul caz (a) și lotul control (b), %	91
Figura 26. Ponderea pacienților și persoanelor din lotul control după vârstă, %	91
Figura 27. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control conform categoriei de educație/instruire, %	92
Figura 28. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control după mediul de reședință, %	92
Figura 29. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control după tipul locuinței, %	93
Figura 30. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control după perioada șederii (ani) în locuința actuală, %	93
Figura 31. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control după activitatea în condiții de risc sporit, %	94
Figura 32. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control referitor la experiența de fumat, %	94
Figura 33. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control fumători ai produselor din tutun (țigarete, trabucuri, pipele), %	95
Figura 34. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control fumători ai produselor din tutun care nu se aprind, %	95
Figura 35. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control fumători, care au încercat să renunțe la fumat, %	96
Figura 36. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control fumători, care au încetat să fumeze de ceva timp, %	96
Figura 37. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control care au locuit cu un fumător în ultimii 30 ani, %	97
Figura 38. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control care au fost expuși sau nu la fumat, %	97
Figura 39. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control fumători privind riscul pentru sănătate mai sporit în cazul expunerii la radon, %	98
Figura 40. Ponderea pacienților după clasificarea anatomo-clinică a cancerului bronhopulmonar (%)	98
Figura 41. Ponderea pacienților după vârstă (anul nașterii), %	98

Figura 42. Repartizarea concentrației radonului în grupurile din studiul caz-control: oncopacienți (Var 1) și grupul martor (Var 2)	100
Figura 43. Distribuția respondenților în funcție de sex	102
Figura 44. Distribuția respondenților în funcție de vârstă	102
Figura 45. Nivelul de educație al respondenților	103
Figura 46. Tipul locuinței	103
Figura 47. Activitatea în domeniul radiațiilor ionizante	104
Figura 48. Locul de reședință al respondenților	104
Figura 49. Distribuția răspunsurilor privind percepția stării generale de sănătate a respondenților	105
Figura 50. Nivelul de informare perceput privind factorii de risc pentru propria sănătate	105
Figura 51. Evaluarea sănătății populației din Republica Moldova - percepția respondenților	105
Figura 52. Nivelul de informare privind riscurile pentru sănătatea populației în general	106
Figura 53. Distribuția răspunsurilor privind autoevaluarea capacității de protecție față de factorii de risc	106
Figura 54. Percepția asupra controlului personal față de factorii de risc pentru sănătate	107
Figura 55. Gradul de acord privind implicarea experților în deciziile legate de sănătatea publică	107
Figura 56. Percepția respondenților privind importanța calității aerului de interior și influența acestuia asupra sănătății	108
Figura 57. Atitudinea respondenților privind obiceiul de ventilare a locuinței	108
Figura 58. Nivelul de cunoștințe generale despre radon în rândul populației	109
Figura 59. Nivelul de cunoștințe despre efectele radonului asupra stării de sănătate	109
Figura 60. Opinia privind prezența radonului în zona de reședință	109
Figura 61. Cunoștințele respondenților asupra proprietăților radioactive ale gazului radon	110
Figura 62. Percepția riscurilor personale din surse de radiații provenite de la radon	110
Figura 63. Cunoștințele respondenților privind riscurile pentru sănătate asociate radonului rezidențial	111
Figura 64. Atitudinea respondenților privind testarea locuinței pentru radon	111
Figura 65. Disponibilitatea respondenților de a lua măsuri în cazul unui nivel ridicat de radon	112
Figura 66. Perceperea riscului în rezultatul expunerii la diverse surse de radiații ionizante în vederea asigurării sănătății	112
Figura 67. Riscurile percepute pentru sănătatea populației Republicii Moldova, în funcție de sursa de radiații	113
Figura 68. Sursele principale de informare privind riscurile pentru sănătate	114
Figura 69. Încrederea acordată diferitor surse de informare	114

LISTA TABELELOR

Tabelul 1. Algoritmul cercetării.....	44
Tabelul 2. Distribuția spațială a eșantionului în funcție de fondul locativ regional	53
Tabelul 3. Indicatorii statisticii descriptive privind repartizarea concentrațiilor de radon pe teritoriul zonelor geografice Centru, Nord și Sud ale Republicii Moldova	62
Tabelul 4. Indicatorii statistici descriptivi ai concentrațiilor de radon pe Regiunile de dezvoltare Centru, Nord și Sud	65
Tabelul 5. Rezultatele măsurării concentrațiilor de radon cu detectoare RADTRAK ² (măsurare pasivă, perioada de expunere 90 de zile) în locuințele din zonele rurale și urbane ale Republicii Moldova, repartizate conform riscului raportat la intervalele de concentrație a radonului	69
Tabelul 6. Indicatorii tendinței centrale pentru municipiul Chișinău	69
Tabelul 7. Distribuția concentrației radonului în municipiul Chișinău și estimarea riscului asociat expunerii la radon	71
Tabelul 8. Tabelul calculelor dozelor individuale de expunere la radon la diferite concentrații rezidențiale ale gazului, dozelor anuale de expunere, doza cumulată pe parcursul vieții (70 ani) pentru radon, și riscul de cancer în exces de-a lungul vieții, %	71
Tabelul 9. Tabelul estimării riscului absolut de cancer pulmonar în funcție de expunerea cronică la radon – model EPA/OMS	72
Tabelul 10. Doza efectivă anuală medie ($\pm$ DS), (mSv/an) de expunere la radonul rezidențial pe regiunile de dezvoltare ale Republicii Moldova	73
Tabelul 11. Distribuția raioanelor de Centru ale Republicii Moldova pe nivelurile de risc de radon în baza concentrației medii măsurate	79
Tabelul 12. Distribuția raioanelor de Nord ale Republicii Moldova pe nivelurile de risc de radon în baza concentrației medii măsurate	80
Tabelul 13. Distribuția raioanelor de Sud ale Republicii Moldova pe nivelurile de risc de radon în baza concentrației medii măsurate	81
Tabelul 14. Distribuția raioanelor Republicii Moldova pe nivelurile de risc de radon în baza concentrației medii măsurate	81
Tabelul 15. Analiza descriptivă a morbidității CBP, media pentru perioada 2012-2020 (la 100 000).87	
Tabelul 16. Indicatorii statistici descriptivi ai variabilelor studiate pentru Zonele Republicii Moldova87	
Tabelul 17. Caracteristicile statistice ale variabilelor studiate în Republica Moldova	89
Tabelul 18. Parametrii testului pentru distribuția normală a variabilelor studiate	89
Tabelul 19. Analiza comparativă a factorilor de risc în studiul caz-control	99
Tabelul 20. Schema comunicării riscului expunerii la radon	197

LISTA ABREVIERILOR

ADN	–	Acidul dezoxiribonucleic
AIEA	–	Agenției Internaționale pentru Energie Atomică
ANSP	–	Agenția Națională pentru Sănătate Publică
ARN	–	Acidul ribonucleic
BEIR IV	–	Comitetul privind Riscurile pentru Sănătate ale Expunerii la Radon
BNS	–	Biroul Național de Statistică
CARIA	–	Concentrația de activitate a radonului în aerul din interior
CBP	–	Cancer bronhopulmonar
CE	–	Comisia Europeană
CR39/PADC	–	Polyallyl diglycol carbonate
IARC	–	Agenția Internațională pentru Cercetarea Cancerului
ISO	–	Organizația Internațională de Standardizare
INSPIRE	–	Infrastructure for Spatial Information in Europe
EURATOM	–	Comunitatea Europeană a Energiei Atomice
EPA	–	United States Environmental Protection Agency (Agenția pentru Protecția Mediului din SUA)
JRC	–	Joint Research Centre
NCRP	–	National Council on Radiation Protection and Measurements
NSCLC	–	Non-small cell lung cancer
OR	–	Odds Ratio
OMS	–	Organizația Mondială a Sănătății
RDD	–	Regiune de dezvoltare
SPSS	–	Statistical Package for the Social Sciences
TENORM	–	Technologically enhanced naturally occurring radioactive materials

UE	–	Uniunea Europeană
UNSCEAR	–	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
UTA	–	Unitate Teritorială Autonomă
WLM	–	Working Level Month

INTRODUCERE

Actualitatea temei. Expunerea populației la radon reprezintă una dintre cele mai importante probleme actuale de sănătate publică din domeniul protecției împotriva radiațiilor ionizante. Conform estimărilor Organizației Mondiale a Sănătății (OMS), radonul constituie principala sursă de expunere naturală la radiații ionizante, contribuind cu peste 50% din doza efectivă anuală primită de populația generală din surse naturale [1–5]. Importanța acestui factor de risc este determinată de proprietățile sale fizico-chimice și de capacitatea produșilor săi de dezintegrare de a iradia epiteliul căilor respiratorii după inhalare, favorizând apariția modificărilor celulare implicate în carcinogeneza pulmonară [6–10].

În anul 1988, Agenția Internațională pentru Cercetarea Cancerului (IARC) a clasificat radonul și produșii săi de dezintegrare în grupa I de carcinogeni pentru om, confirmând existența unei relații cauzale între expunerea prelungită la radon și dezvoltarea cancerului bronhopulmonar [11–15]. Ulterior, numeroase studii epidemiologice desfășurate în Europa, America de Nord și Asia au demonstrat că expunerea rezidențială la concentrații crescute de radon determină creșterea riscului de cancer pulmonar, acest risc fiind amplificat considerabil la persoanele fumătoare prin efectul sinergic dintre radon și consumul de tutun [16–25].

La nivel mondial, cancerul bronhopulmonar continuă să reprezinte una dintre principalele cauze de morbiditate și mortalitate prin boli oncologice. Potrivit datelor OMS, acesta ocupă primul loc în ceea ce privește mortalitatea prin cancer și unul dintre primele locuri ca incidență, fiind responsabil anual de milioane de cazuri noi și decese [26–31]. Deși fumatul rămâne principalul factor de risc modificabil, dovezile științifice actuale demonstrează că radonul constituie cea mai importantă cauză de cancer pulmonar în rândul nefumătorilor și al doilea factor etiologic după consumul de tutun în populația generală [32–36].

Recunoașterea impactului radonului asupra sănătății a determinat elaborarea unui cadru internațional complex privind monitorizarea și controlul expunerii populației. Organizația Mondială a Sănătății, Agenția Internațională pentru Energie Atomică (AIEA), Comisia Internațională pentru Protecție Radiologică (ICRP), Comitetul Științific al Organizației Națiunilor Unite privind Efectele Radiațiilor Atomice (UNSCEAR) și Comisia Europeană recomandă implementarea programelor naționale de monitorizare a radonului, cartografierea zonelor cu risc crescut și dezvoltarea strategiilor de reducere a expunerii populației [37–48].

Un moment important în consolidarea politicilor europene de radioprotecție l-a constituit adoptarea Directivei 2013/59 Euratom, care stabilește standardele fundamentale de securitate privind protecția împotriva pericolelor generate de radiațiile ionizante și obligă statele membre să elaboreze planuri naționale de acțiune pentru radon și să stabilească niveluri naționale de referință pentru locuințe și spații de lucru, fără a depăși concentrația de 300 Bq/m³ [49–55].

Republica Moldova s-a aliniat acestor cerințe prin armonizarea progresivă a cadrului legislativ în domeniul securității radiologice și prin implementarea Programului național de monitorizare a radonului, realizat cu suportul AIEA. În ultimii ani au fost dezvoltate capacitățile instituționale pentru măsurarea concentrațiilor rezidențiale de radon, elaborarea hărților tematice și fundamentarea Planului Național de Acțiune privind Radonul [56 – 63].

Cu toate acestea, până la inițierea prezentei cercetări, în Republica Moldova lipseau investigații complexe care să integreze evaluarea concentrațiilor rezidențiale de radon la nivel național cu analiza morbidității prin cancer bronhopulmonar, evaluarea nivelului de informare a populației și estimarea interacțiunii dintre expunerea la radon și consumul de tutun. De asemenea, nu existau date privind estimarea dozelor individuale de expunere și a riscului suplimentar de cancer pulmonar asociat concentrațiilor măsurate în locuințele populației.

Aceste lacune științifice și practice au determinat necesitatea realizării unei cercetări complexe, orientate spre evaluarea expunerii rezidențiale la radon în Republica Moldova, aprecierea impactului acestuia asupra sănătății populației și fundamentarea măsurilor de sănătate publică necesare reducerii riscurilor asociate. Abordarea integrată a cercetării, prin combinarea studiilor observaționale descriptive, a studiului epidemiologic analitic de tip caz–control și a evaluării statistice a interacțiunii dintre radon și consumul de tutun, a permis obținerea unor rezultate relevante atât din punct de vedere științific, cât și aplicativ, contribuind la dezvoltarea bazei naționale de dovezi necesare elaborării politicilor de prevenire și control al expunerii populației la radon.

Scopul cercetării. Evaluarea riscului pentru sănătate, asociat expunerii la radon și elaborarea măsurilor de control/diminuare/prevenire a influenței factorului radiostresogen asupra sănătății, în contextul Directivei 2013/59 Euratom.

Obiectivele cercetării:

1. Stabilirea concentrațiilor de radon în aerul din locuințe amplasate în localități rurale și urbane ale principalelor zone geografice din Republica Moldova prin metode pasive de lungă durată și active.
2. Studiarea influenței factorilor abiotici de mediu (temperatura, umiditatea) și a factorilor geologici (tipul solului) asupra concentrațiilor de radon.
3. Stabilirea interacțiunii „concentrația radonului din locuințe ~ dezvoltarea cancerului bronhopulmonar”, în baza analizelor clusteriene.
4. Studiarea sinergismului dintre acțiunea radonului și tutunului în declanșarea afecțiunilor sistemului respirator, inclusiv a cancerul bronhopulmonar, pe baza analizelor corelaționale și regresionale, utilizând programul Statistica 10.

5. Elaborarea măsurilor de control/prevenire/diminuare/remediere a riscului expunerii populației la acțiunea radiațiilor ionizante, cauzate de radon.

Ipoteza cercetării. Se presupune că măsurarea concentrațiilor de radon în aerul locuințelor, corelată cu indicatorii de sănătate și factorii de risc (în special fumatul), va permite cuantificarea riscului real și elaborarea unor recomandări eficiente pentru reducerea expunerii populației și prevenirea apariției cancerului bronhopulmonar.

Metodologia generală a cercetării. Cercetarea a avut o abordare multidisciplinară, integrând metode epidemiologice, radiologice, sociologice și statistice pentru evaluarea expunerii populației Republicii Moldova la radonul rezidențial și a impactului acestuia asupra sănătății. Designul cercetării a inclus patru studii complementare, desfășurate în concordanță cu obiectivele formulate. Prima componentă a constatat într-un studiu observațional descriptiv privind distribuția concentrațiilor rezidențiale de radon la nivel național, bazat pe rezultatele măsurărilor efectuate în 1100 de locuințe din Republica Moldova în cadrul Programului național MOL9007, implementat cu suportul Agenției Internaționale pentru Energie Atomică. Studiul a permis evaluarea distribuției geografice a concentrațiilor de radon și identificarea zonelor cu risc crescut de expunere. A doua componentă a cercetării a inclus un studiu observațional descriptiv transversal privind evaluarea cunoștințelor populației referitoare la radon și efectele acestuia asupra sănătății, realizat pe un eșantion de 400 de respondenți prin aplicarea unui chestionar standardizat elaborat de Agenția Internațională pentru Energie Atomică și adaptat contextului național. A treia componentă a reprezentat un studiu observațional descriptiv privind morbiditatea prin cancer bronhopulmonar în Republica Moldova și evaluarea statistică a interacțiunii dintre expunerea la radon și consumul de tutun. Analiza a fost realizată prin integrarea datelor privind concentrațiile rezidențiale de radon, prevalența consumului de tutun și indicatorii de incidență și prevalență ai cancerului bronhopulmonar, utilizând metode de extrapolare proporțională și analiză statistică. A patra componentă a cercetării a constatat într-un studiu epidemiologic analitic de tip caz–control, destinat evaluării asocierii dintre expunerea rezidențială la radon, consumul de tutun și cancerul bronhopulmonar. Studiul a inclus pacienți diagnosticați cu cancer bronhopulmonar și un lot martor format din persoane fără antecedente oncologice, fiind evaluate retrospectiv principalele caracteristici ale expunerii și factorii de risc investigați.

Prelucrarea și analiza statistică a datelor au fost realizate utilizând programele Microsoft Excel, SPSS și STATISTICA 10. Analiza a inclus metode de statistică descriptivă, calcularea indicatorilor de tendință centrală și dispersie, estimarea intervalelor de încredere de 95%, analiza corelațională și metode de analiză multivariată, în funcție de obiectivele fiecărei componente a cercetării. Rezultatele obținute au fost interpretate în contextul particularităților geografice,

demografice și epidemiologice ale Republicii Moldova și au stat la baza elaborării recomandărilor privind reducerea expunerii populației la radon și dezvoltarea măsurilor de sănătate publică destinate prevenirii cancerului bronhopulmonar.

Contribuția personală a autoarei. Cercetarea a fost realizată în cadrul Laboratorului științific Igiena radiațiilor și radiobiologie al Agenției Naționale pentru Sănătate Publică. Datele privind concentrațiile rezidențiale de radon au fost obținute în cadrul activităților de cercetare și monitorizare desfășurate de colectivul laboratorului, inclusiv în cadrul Programului MOL9007. Contribuția personală a autoarei a constat în sistematizarea și prelucrarea bazei de date privind concentrațiile rezidențiale de radon, analiza statistică și interpretarea rezultatelor, evaluarea distribuției teritoriale și cartografierea concentrațiilor de radon, estimarea dozelor și a riscului asociat expunerii, realizarea studiului privind nivelul de cunoștințe al populației, realizarea componentei epidemiologice de tip caz-control, integrarea rezultatelor obținute și elaborarea recomandărilor privind prevenirea și controlul expunerii populației la radon.

Noutatea științifică a rezultatelor obținute. Pentru prima dată în Republica Moldova a fost realizată o evaluare integrată a expunerii populației la radonul rezidențial, prin corelarea rezultatelor măsurărilor efectuate în 1100 de locuințe cu estimarea dozelor efective, a riscului suplimentar de cancer pulmonar și a indicatorilor epidemiologici. A fost analizată relația dintre expunerea la radon, consumul de tutun și morbiditatea prin cancer bronhopulmonar, precum și nivelul de cunoștințe și percepția populației privind acest factor de risc. În premieră, a fost elaborată harta interactivă națională a distribuției radonului în aerul din locuințele din Republica Moldova, rezultatele obținute constituind baza științifică pentru dezvoltarea politicilor de control al expunerii la radon.

Problema științifică soluționată în teză. A fost soluționată problema evaluării complexe a expunerii populației Republicii Moldova la radonul rezidențial și a impactului potențial al acestuia asupra sănătății prin integrarea rezultatelor măsurărilor naționale ale concentrațiilor de radon, a evaluării nivelului de informare a populației, a analizei morbidității prin cancer bronhopulmonar și a studiului epidemiologic de tip caz-control. Rezultatele obținute au oferit suport științific pentru identificarea zonelor cu risc crescut, estimarea riscului populațional și fundamentarea măsurilor de prevenire și reducere a expunerii la radon în Republica Moldova.

Semnificația teoretică a lucrării. Rezultatele cercetării completează datele existente privind distribuția concentrațiilor rezidențiale de radon în Republica Moldova și contribuie la aprofundarea cunoștințelor referitoare la relația dintre expunerea la radon, consumul de tutun și cancerul bronhopulmonar. Studiul oferă argumente științifice pentru evaluarea riscului populațional asociat expunerii la radon și pentru dezvoltarea cercetărilor ulterioare în domeniul radioprotecției și sănătății publice.

Valoarea aplicativă a lucrării. Rezultatele cercetării constituie suport științific pentru dezvoltarea și implementarea măsurilor de sănătate publică destinate reducerii expunerii populației la radon. Cartografierea și identificarea zonelor cu concentrații crescute, estimarea dozelor de expunere și evaluarea nivelului de informare a populației oferă baza pentru monitorizarea expunerii, comunicarea riscului și perfecționarea politicilor naționale de radioprotecție, în concordanță cu recomandările internaționale și europene.

Implementarea practică a rezultatelor. Rezultatele cercetării au fost utilizate pentru fundamentarea măsurilor de sănătate publică privind controlul expunerii populației la radon și au contribuit la procesul de elaborare și actualizare a Planului Național de Acțiuni privind Controlul Expunerii la Radon. În cadrul cercetării a fost constituită baza națională de date privind concentrațiile rezidențiale de radon și a fost elaborată prima hartă interactivă a distribuției radonului în aerul din locuințele de pe teritoriul Republicii Moldova, utilizată pentru identificarea zonelor prioritare de intervenție și orientarea măsurilor de prevenție.

În vederea facilitării comunicării riscului și implementării rezultatelor în practică au fost elaborate „Ghidul de comunicare a riscului expunerii la radon” (Chișinău, 2022), și monografiile „Semnificația radonului din aerul din locuințele urbane și rurale ale Republicii Moldova” (Chișinău, 2022), elaborată în cadrul implementării Proiectului MOL9007 și „Expunerea populației la radonul din aerul din interiorul clădirilor (locuințe, locuri de muncă, sol și apă)” (Chișinău 2024).

Aprobarea rezultatelor. Rezultatele științifice obținute în cadrul cercetării au fost prezentate și discutate în cadrul manifestărilor științifice naționale și internaționale, fiind valorificate prin comunicări orale, prezentări poster și participări la expoziții/saloane de invenții și inovare. Comunicări orale: Conferința științifică internațională „The One Health approach in a changing world”, Chișinău, 4–5 noiembrie 2021; Conferința științifică anuală „Cercetarea în biomedicină și sănătate: calitate, excelență și performanță”, 19–21 octombrie 2022; Conferința științifică internațională „Perspective ale medicinei balcanice în era post COVID-19”, ediția XXXVII, Chișinău, 7–9 iunie 2023; Conferința Școlilor Doctorale a UDJG, ediția XI, Galați, 8–9 iunie 2023; Conferința „Patrimoniul cultural de ieri – implicații în dezvoltarea societății durabile de mâine”, ediția VIII, 8–9 februarie 2024; Conferința Școlilor Doctorale a UDJG, ediția XII, Galați, 6–7 iunie 2024; Conferința Națională a Societății Române de Radioprotecție, București, 17 octombrie 2024; Congresul Național de Oncologie 2025, ediția VI, Chișinău, 9–10 octombrie 2025. Prezentări poster: EUROINVENT 2023, 11–13 mai 2023; EUROINVENT 2024, 5–8 iunie 2024; EUROINVENT 2025, 8–10 mai 2025; International Conference on Innovative Research 2025, 8–9 mai 2025; RAP 2025, 26–30 mai 2025. Participări la expoziții/saloane de invenții și

inovare: INFOINVENT 2021; EUROINVENT 2021–2022; INVENTICA 2023; INVENTCOR 2025.

Rezultatele cercetării au fost prezentate și aprobate în cadrul proiectelor naționale:

1. „Cuantificarea riscului pentru sănătate, asociat expunerii la radiații ionizante, în contextul directivei EURATOM Nr.2013/59/”, 2020-2023, cifrul 20.80009.8007.20.
2. „Monitoringul expunerii la radiații ionizante a personalului expus profesional și publicului cu elaborarea măsurilor de radioprotecție”, 2024-2027, cifrul 13.01.02.

Totodată, rezultatele cercetării au fost discutate și aprobate la ședința comună a Laboratorului științific Igiena Radiațiilor și Radiobiologie al Agenției Naționale pentru Sănătate Publică (proces verbal nr.15 din 28.04.2026), la ședința Seminarului Științific de Profil din cadrul USMF „Nicolae Testemițanu” 331. Sănătate publică; 333. Sănătate ocupațională și biomedicină / specialitățile: 331.03. Medicină socială și management; 331.04. Modul sănătos de viață 331.01. Epidemiologie; 331.02. Igienă; 333.01. Igiena muncii (proces-verbal nr 8 din 18 iunie 2026).

Publicații la tema tezei. În baza materialelor tezei au fost elaborate și publicate 67 de lucrări științifice și rezultate de valorificare, inclusiv 2 monografii, 1 ghid, 6 articole publicate în reviste indexate în baze de date internaționale recunoscute, inclusiv Web of Science, Scopus și EBSCO, dintre care 3 articole monoautor, 2 articole publicate în reviste științifice naționale de categoria B, 6 articole în lucrările conferințelor științifice internaționale și 34 de rezumate, abstracte și teze publicate în materialele conferințelor și manifestărilor științifice naționale și internaționale. Rezultatele cercetării au fost valorificate, de asemenea, prin participări la expoziții și saloane de invenții și inovare, precum și prin 9 participări active la forumuri științifice, dintre care 4 cu comunicări orale și 5 cu prezentări poster. Lista include, totodată, 6 opere științifice protejate prin drept de autor și 2 certificate de inovator.

Ciclul de lucrări privind expunerea la radon a fost apreciat la nivel guvernamental, fiind distins cu Bursa de Excelență a Guvernului Republicii Moldova pentru studenții-doctoranzi, conform Hotărârii Guvernului Republicii Moldova nr.70 din 22 februarie 2023.

Volumul și structura tezei. Materialele tezei sunt prezentate în limba română pe 125 de pagini, structurate conform Ghidului de redactare a tezei de doctorat și a rezumatului, aprobat de Senatul Universității de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu” prin decizia nr.5/9 din 26 iunie 2025. Teza include următoarele secțiuni: foaie de titlu, foaie privind dreptul de autor, cuprins, lista figurilor și a tabelelor, introducere, cinci capitole, inclusiv discuții, concluzii generale și recomandări, 209 referințe bibliografice, 6 anexe. Materialul iconografic cuprinde 20 de tabele și 69 de figuri.

Cuvinte-cheie: *radon (^{222}Rn), expunere la radon, cancer bronhopulmonar, cartarea radonului, zone de risc, protecția sănătății publice, prevenție.*

1. RADIOACTIVITATEA ȘI SĂNĂTATEA UMANĂ (REVIUL LITERATURII)

1.1. Consecințele pentru sănătate ale poluării radioactive: aspecte igienice

Sănătatea în conceptul său extins cuprinde o totalitate de noțiuni și entități generate de echilibrul dintre factorii interni și externi, gradul de interacțiune al acestora și capacitatea organismului de a se adapta. Varietatea modificărilor climaterice, utilizarea armelor biologice și nucleare, urbanizarea, digitalizarea și dezvoltarea inteligenței artificiale își pun amprenta în mod deosebit asupra homeostaziei interne a organismului uman. Specific umanității este tendința de adaptare, generarea unor reacții de răspuns față de stimulii externi și capacitatea asimilării tuturor modificărilor interne și externe ca urmare a implicării sistemului neurovegetativ, endocrin și imun prin sinteza și eliberarea mediatorilor specifici [36].

Starea generală de sănătate la ora actuală este influențată de o serie de factori generați de progresul tehnologic, informațional și social, în concordanță cu stilul de viață și gradul de percepere a riscurilor de către populație. O particularitate importantă în cadrul strategiilor de sănătate publică o reprezintă menținerea sănătății, fortificarea și restabilirea ei prin acțiuni direcționate asupra factorilor determinanți. Obiectivele mondiale ce stau la baza distribuției serviciilor de sănătate sunt asigurarea echitabilă a accesului populației la asistență medicală și adaptarea sistemului de servicii medicale în conformitate cu cerințele legate nemijlocit de particularitățile populației locale [52, 64].

Gestionarea sistemului de sănătate la nivel național presupune studierea profundă a factorilor predictorii cu impact deplin asupra alterării stării generale de sănătate. Ajustarea recomandărilor, strategiilor, programelor și implementarea vizibilă a obiectivelor necesare îmbunătățirii calității vieții intrastatale țin de gradul de conștientizare a sănătății ca valoare supremă și a factorilor determinanți ai acesteia. Elaborarea modelelor de expunere a populației la factorii de risc reprezintă o provocare pentru sistemele de sănătate publică mondiale, fiind necesară abordarea specifică teritoriului analizat concomitent cu factorii de risc fizici, chimici, infecțioși, climatici și psihoemoționali, tot mai actuali, dar și cu ponderea considerabilă adusă de factorii naturali, care sunt cei mai greu de controlat. O provocare majoră în procesul de constituire a modelelor de expunere comunitară la factorii de risc pentru definirea ponderii fiecăruia în alterarea stării de sănătate o reprezintă expunerea simultană la factorii stresanți de origine chimică, fizică, infecțioasă, naturală și artificială, circumstanțe diferite legate de teritoriu, etnie, factori ocupaționali și stil de viață [1 – 10].

Modelele de simulare a degradării stării de sănătate în urma influenței factorilor sus- menționați ar permite anticiparea saltului considerabil al indicatorilor statisticii prin maladii

oncologice și infecțioase, prevenirea și stoparea pandemiilor, eficientizarea serviciului de sănătate publică și creșterea speranței la viață nu doar prin adăugarea de ani vieții, dar și adăugarea vieții anilor [64—80].

Componenta indispensabilă în procesul elaborării și implementării intervențiilor de sănătate o constituie cunoașterea riscurilor și comunicarea intersectorială a acestora pentru creșterea interesului privind factorii determinanți ai stării generale de sănătate. Expunerea pe larg a modelelor factorilor de risc presupune estimarea tuturor condițiilor predictive ale efectelor cumulative, fiind o provocare majoră în circumstanțe demografice și epidemiologice diferite pentru fiecare teritoriu [21, 80—84].

Studierea continuă a factorilor naturali de origine cosmică sau terestră permite elaborarea ipotezelor științifice și determinarea gradului de interacțiune dintre componentele mediului înconjurător și particularitățile organismului uman în dereglarea stării de sănătate [67, 68].

Stabilirea priorităților de sănătate la nivel internațional ca obiectiv central permite direcționarea resurselor necesare spre promovarea tendinței de păstrare a bunăstării populației sub toate aspectele, definind starea de sănătate ca o condiție necesară pentru stabilitate socio-economică la nivel global. Cunoașterea riscurilor, proceselor și fenomenelor naturale care influențează organismul uman va contribui la buna sa funcționare [52, 53].

Descoperirea radioactivității a reprezentat un moment de referință în dezvoltarea fizicii și a științelor medicale. În anul 1896, Henri Becquerel, studiind fluorescența sărurilor de uraniu a observat emiterea unor radiații invizibile provenite din nucleele atomilor. Ulterior, fenomenul a fost identificat și la alte elemente radioactive, precum radiul, fiind denumit radioactivitate și constituind baza cercetărilor privind radiațiile ionizante și aplicațiile acestora în știință și medicină [2, 5]. Radioactivitatea reprezintă procesul spontan de dezintegrare a nucleelor atomilor instabili, însoțit de emiterea radiațiilor ionizante (α , β și γ). Radionuclizii naturali sunt prezenți în aer, apă și sol, contribuind astfel la crearea fonului natural de radiații și influențând expunerea populației la radiații ionizante [2, 5, 6]. Populația este expusă în mod continuu la radiații naturale, generate de radionuclizii prezenți în scoarța terestră și în alte componente ale mediului. Fonul natural de radiații este menținut de procesele de dezintegrare a radionuclizilor, contribuind permanent la expunerea populației [9]. Peste mai bine de un secol de la descoperirea radioactivității această problemă este și mai actuală în contextul dezvoltării continue a industriei, rezultând o serie de probleme generate de necesitatea energetică acută de a utiliza procesele de fisiune și fuziune nucleară ca sursă alternativă de energie. Un aspect important în dezvoltarea energiei nucleare îl constituie domeniul radioprotecției, această problemă având tangențe în toate domeniile de dezvoltare ale infrastructurii cu implicarea a diverși specialiști pentru asigurarea unui nivel minim și maxim admisibil al radiațiilor, care nu ar declanșa alterarea

celulară la nivel de generație actuală și viitoare. Deci, păstrarea și asigurarea condițiilor pentru o stare de sănătate optimă comunitară, sub aspect al radiațiilor, devine angajament și prioritate pentru sistemele medicale, indiferent de localizare, deoarece radioprotecția nu cunoaște dimensiuni regionale sau continentale [67, 68]. Aprecierea stării de sănătate a populației prin prisma caracteristicilor ce o determină reprezintă un sistem complex având la bază nu doar aprecierea individului, ci și abordarea analitică, igienică și medico-socială a sănătății comunitare. Cel mai reușit model al integrării tuturor determinantelor stării de sănătate îl reprezintă modelul lui Denver, un model epidemiologic cu concept global de sinteză a factorilor de risc. Astfel, sănătatea este determinată de patru clase de factori precum, biologia umană, comportamentul și stilul de viață, sistemul sanitar și mediul social, psihic și fizic. Exact acest model evidențiază importanța studierii și cercetării mediului fizic, radiațiile fiind factori indirecți ce influențează starea organismului uman și pot cauza grave dereglări. O latură importantă în cadrul procesului de cunoaștere a factorilor determinanți o constituie estimarea riscului de sănătate din perspectiva expunerii la surse de radiații de origine naturală. În cadrul acestui aspect actual este indispensabilă monitorizarea dozelor de origine naturală cosmice, expunerea la substanțe radioactive din apa consumată, inhalarea aerosolilor radioactivi emanați de materialele de construcție, sau inhalarea unor gaze, produși de dezintegrare radioactivă din seria uraniului, riscurile legate de aceste tipuri de expunere au interferențe atât pentru populația generală, cât și pentru categorii de persoane din mediul ocupațional [11].

Radiațiile ionizante sunt clasificate în cele provenite din surse naturale și artificiale. Cele din urmă sunt reprezentate de radiațiile utilizate în medicină, precum și de expunerile accidentale sau excepționale asociate instalațiilor nucleare și activităților militare. În condiții normale, contribuția acestora la doza efectivă de expunere a populației este mai redusă comparativ cu cea a surselor naturale [4, 5]. Fenomenul radioactivității este prezent în natură de la etapa formării Pământului, fiind cunoscuți până în prezent circa 340 de radionuclizi, dintre care aproximativ 70 apar în mod natural, majoritatea fiind izotopi ai elementelor grele [9]. Aceștia se clasifică în radionuclizi primordiali, a căror perioadă de înjumătățire este comparabilă cu vârsta Pământului, radionuclizi cosmogenici, formați prin interacțiunea radiației cosmice cu atmosfera și scoarța terestră, precum și radionuclizi naturali a căror concentrație este amplificată prin activități antropice, cunoscuți sub denumirea de TENORM (*technologically enhanced naturally occurring radioactive materials*) [12, 14, 15]. Circa 80% din doza anuală absorbită de un individ se datorează radioactivității naturale, fie de origine cosmică, terestră sau radiațiile de emisie [12].

Descoperirea izotopilor radioactivi a constituit o etapă crucială în domeniul medical și științific, în special în cadrul igienei radiațiilor, astfel fiind posibilă extinderea domeniului de cercetare, folosirea acestor izotopi ca atomi marcați ca indicatori într-o varietate de procese

tehnologice, biologice pentru analiza comparativă a ecosistemelor și studierea lanțurilor trofice, în dezvoltarea industriei metalurgice constructoare de mașini, în procese biofizice de studiere a permeabilităților membranelor pentru ioni selectivi, în agricultură. Din perspectiva medicală importanța acestor descoperiri a deschis o nouă eră de utilizare a atomilor marcați în radioterapie, studierea permeabilității membranelor celulare față de substanțe chimice și în medicina nucleară. Răspândirea acestor radionuclizi în toate componentele mediului ambiant: aer, apă, sol cu diverse roci, în organismele vii, inclusiv cele umane, face dificil controlul influenței acestora asupra stării de sănătate și asigurarea radioprotecției, în scopul prevenirii apariției efectelor nocive [3, 4]. De la descoperirea radioactivității de către Henri Becquerel în 1896, dezvoltarea tehnologiilor nucleare și utilizarea tot mai extinsă a surselor de radiații au amplificat interesul pentru evaluarea efectelor biologice ale expunerii și pentru prevenirea poluării radioactive, în special din perspectiva sănătății publice și a efectelor stocastice asociate radiațiilor ionizante [11]. Expunerea la radiații ionizante de origine naturală diferă de expunerea la sursele artificiale utilizate în scop diagnostic sau terapeutic prin caracterul său continuu, omniprezent și cumulativ, fiind influențată de variații diurne și sezoniere. Efectele biologice depind de tipul radiației, intensitatea și durata de expunere. Evaluarea impactului asupra sănătății se realizează prin raportarea la doza efectivă, care exprimă expunerea totală a organismului la radiații ionizante. În funcție de doza absorbită, efectele biologice se clasifică în somatice și genetice, cele somatice deterministe manifestându-se după depășirea unei doze-prag specifice fiecărui organ sau sistem de organe. Acestea se produc în masă la toți indivizii expuși la o doză superioară dozei-prag [4].

Efectele somatice tardive apar după o perioadă de latență, având caracteristici determinate de sex, factori socio-medicali, stilul de viață și asocierea altor factori de risc care potențează sau diminuează amploarea manifestărilor clinice ale organismului afectat. Acestea sunt depistate clinic sub forma diverselor tipuri de cancere de piele, osteosarcoame sau alte leziuni celulare și tisulare degenerative. Efectele stocastice includ, în special, apariția leucemiilor și a tumorilor solide, probabilitatea producerii lor fiind direct proporțională cu doza de radiații și timpul de expunere. Efectele genetice sunt rezultatul mutațiilor induse de radiații și pot fi transmise descendenților, determinând apariția unor afecțiuni ereditare și malformații congenitale [7, 18, 20–22, 50].

Mecanismele de influență a radiațiilor ionizante asupra organismului uman. Expunerea la radiații provoacă ionizarea țesuturilor prin transfer de energie, datorat particulelor încărcate, determinând activarea unei cascade fizico-chimice de reacții cu formarea radicalilor liberi și dereglarea metabolismului celular. Are loc activarea proceselor catabolice, ruperea legăturilor macromoleculare, perturbarea coordonării proceselor fermentative și dereglarea metabolismului acizilor nucleici. Afectarea proceselor de translație și transcripție, degradarea moleculelor

proteice, afectarea aparatului mitotic celular, fragmentarea moleculelor ADN prin ruperea legăturilor de hidrogen, afectarea componentelor celulare prin liza la nivel de citoplasmă, toate aceste efecte însumează un sindrom generat de expunerea organismului la radiații ionizante constituind o primă fază în etiologia bolilor oncologice [8 – 10, 12, 16, 17]. Radiațiile ionizante prezintă o energie suficient de mare pentru a rupe legăturile chimice și a asigura ionizarea țesuturilor adiacente prin dereglarea funcțiilor vitale celulare și mitocondriale. Reglementarea utilizării industriale și medicale a radiațiilor reprezintă o etapă esențială în implementarea cadrului normativ și asigurarea protecției populației față de acțiunea degenerativă a acestora. O expunere periodică la surse de radiații ionizante de origine artificială, cum ar fi radiațiile utilizate în medicină în scop de diagnostic sau tratament nu influențează în mod special organismul uman deoarece este vorba despre o expunere temporară, la doze sub limita admisibilă pe o perioadă scurtă de timp [50, 52]. Dacă facem trimitere la expunerea la radiații de origine naturală, atunci vorbim despre doze ce depășesc cu mult concentrația maximă admisibilă și deseori este vorba de o expunere permanentă cu efecte cumulative fără a se cunoaște doza de expunere pentru a calcula riscul. Radioactivitatea naturală de origine terestră este legată de tipul de roci prezente în solurile fiecărei regiuni, astfel, solurile cu un conținut crescut de granit tind să determine un nivel mai mare al fondului de radiații comparativ cu solurile a căror componență este constituită în mare parte din calcar, fenomen observat în Marea Britanie, unde regiunea de sud-vest înregistrează un fond mai intens de radiații, fiind bogat în granit comparativ cu celelalte zone ale țării [12].

1.2. Caracteristica radonului și proprietățile acestuia

Seria radioactivă a uraniului. Radonul se formează în natură ca un element intermediar în seria radioactivă a uraniului [3]:

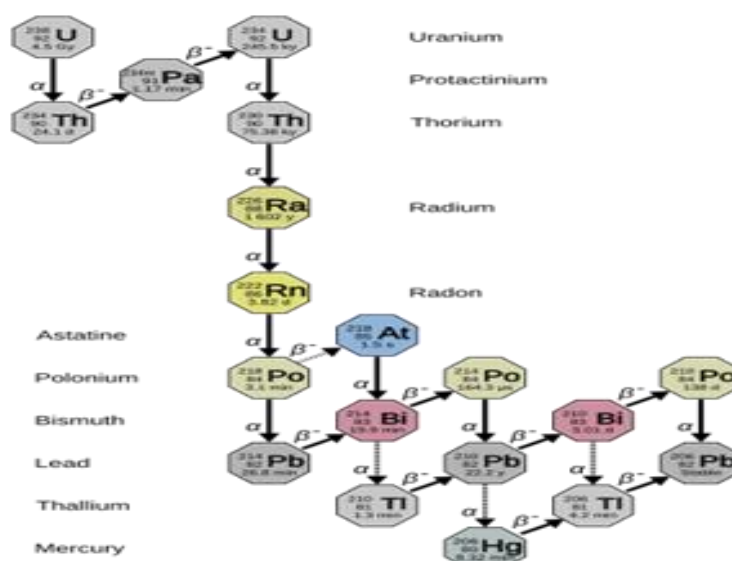


Figura 1. Seria radioactivă a uraniului

Fondul natural de radiații determinat de sursele terestre prezintă o răspândire globală cu diferențe semnificative teritoriale, principala cauză fiind uraniul. Deoarece uraniul este răspândit în toate tipurile de roci și soluri, putem vorbi doar despre o intensificare a proceselor de dezintegrare, cu eliminarea unui surplus de radiații și determinarea unor concentrații sporite de radon. La ora actuală, circa 50 la sută din iradierea totală de origine naturală se datorează radonului, în condițiile în care organismul uman este într-un continuu proces de absorbție a radiațiilor ionizante din care 82% sunt de origine cosmică, terestră sau radiații de emisie [6].

Caracteristica radonului. Radonul este un descendent al radiului-226, are proprietăți inerte și se emană continuu din diferite tipuri de roci și soluri printr-un proces ușor de degajare. Acesta se dezintegrează în descendenți de viață scurtă de la circa 0,2 ms până la 22 ani, iar acești radioizotopi emană particule alfa și beta [31, 32]. Energia emisă de către descendenții radonului este de 100 de ori mai mare comparativ cu energia emisă inițial la dezintegrarea sa, fapt pentru care pericolul radonului este condiționat de pătrunderea particulelor alfa la nivelul nucleului celular cu afectarea acizilor nucleici prin declanșarea mutațiilor de tip punctiform și a translocațiilor [31, 33].

Migrarea radonului din sol către atmosferă și interiorul clădirilor are loc prin difuzie și advecție, fiind influențată de permeabilitatea solului, presiunea, vântul și diferențele de temperatură dintre interior și exterior [34, 35].

Radonul face parte din seria de dezintegrare a uraniului. Acesta este produs în toate cele trei serii de dezintegrare, este un gaz ce se dizolvă ușor în solvenți organici și apă, este caracterizat prin densitatea de 9,73 kg/m³, aceasta fiind de circa 8 ori mai mare decât densitatea atmosferei Pământului, fiind astfel cel mai greu gaz prezent în mod natural având perioada de înjumătățire de 3,82 zile. Radonul mai face parte și din grupa gazelor rare cu o răspândire ubicuitară, fiind inodor, incolor, insipid dar la temperaturi sub punctul de îngheț 202 K (-71⁰ C, - 96⁰ F), își capătă o culoare fosforescentă strălucitoare, care ulterior devine galbenă până la roșu-oranj când temperatura scade. Astfel, în condiții uzuale, nu poate fi detectat de organismul uman, iar pericolul ce-l poartă nu poate fi detectat în timp real fără măsurări speciale [20].

Radonul este radioactiv, iar pentru că este un gaz, poate difuza cu ușurință în clădirile rezidențiale prin porii materialelor de construcție care vin în contact cu solul, fundația clădirilor, subsolul blocurilor de locuit și al caselor individuale și se acumulează în concentrații care depășesc concentrațiile din aerul atmosferic, (în special în timpul sezonului de încălzire, când acest gaz este aspirat prin mici fisuri din podeau din cauza presiunii negative în clădirea încălzită iar ventilația este deficitară). Ca gaz, radonul este inhalat și expirat în timpul ciclului respirator și este o sursă de radiații cu doze relativ mici. În schimb, descendenții săi radioactivi (radioizotopi

de plumb, bismut și poloniu), care se depun pe epiteliul căilor respiratorii, sunt principalele surse de radiații de origine naturală [21, 22].

Mecanismele de expunere la radon. Expunerea la radon reprezintă principala cale de iradiere naturală a populației. Deși dispersat în atmosfera liberă, nu prezintă un risc semnificativ pentru sănătate, acumularea sa în aerul din locuințe favorizează expunerea cronică și crește riscul de cancer pulmonar. Conform studiilor OMS, se estimează că radonul este implicat în apariția cancerului pulmonar în proporție de la 3% la 14%, valoare determinată numeric de concentrațiile radonului interior, consumul de tutun atât ca fumat activ cât și pasiv, asocierea altor factori nocivi legați de mediul înconjurător și microclimat. Conform raportului UNSCEAR, circa 70% din doza efectivă totală de expunere a populației la surse de radiații ionizante naturale se datorează radonului și 50% din expunerea totală la radiații ionizante [10, 23, 24].

Procesul de expunere la radon este complex și este determinat de toate sursele și căile posibile de emanare a radonului, astfel, acumularea unei concentrații sporite de radon din sol datorită permeabilității solului, emanația de radon din materialele de construcție folosite în locuințe, emanația de radon prin intermediul apei folosite atât pentru activitățile casnice cât și în scop potabil sau pentru pregătirea bucatelor și o componentă la fel de importantă este emanația de radon din gazele folosite pentru încălzirea locuințelor. Expunerea la concentrații sporite de radon, peste concentrația maximă admisibilă, crește riscul de a dezvolta cancer pulmonar de până la 25 ori pentru fumători decât nefumători. Agenția Internațională pentru Cercetarea Cancerului (IARC) a stabilit pentru radon statutul de cancerigen uman dovedit, împreună cu fumul de tutun, azbest și benzen [3].

Preocupările sistemelor de sănătate privind controlul expunerii la radon au crescut la nivel internațional odată cu lansarea în anul 2005 de către Organizația Mondială a Sănătății (OMS) a Proiectului Internațional RADON (IRP), orientat spre cercetarea expunerii la radon, elaborarea ghidurilor bazate pe dovezi și dezvoltarea strategiilor de măsurare și remediere. În 2009 a fost lansat un manual „*WHO handbook on indoor radon: a public health perspective*” ce oferă informații axate pe reducerea concentrațiilor de radon rezidențial prin elaborarea corespunzătoare de politici și recomandări de bază privind diminuarea efectelor și riscurilor pentru sănătatea publică [25—27].

Implementarea eficientă a acestor politici presupune creșterea nivelului de informare și conștientizare a populației. Potențialul geogenic al radonului, determinat de conținutul de uraniu din sol și roci, reprezintă un indicator important atât pentru identificarea zonelor cu risc crescut de expunere, cât și pentru cercetările privind monitorizarea activității în zonele seismice [28].

Radonul eliberat prin procesul de radioactivitate a uraniului prin difuzie migrează la suprafață și se poate acumula sau dispersa la adâncime mică în sol sau poate migra prin advecție

în sus la distanță mai mare față de sursa de origine, fiind influențat de o serie de parametri meteorologici precum temperatura, umiditatea și presiunea atmosferică a aerului. Monitorizarea fluxului de radon de la nivelul solului prin intermediul camerelor de acumulare amplasate la suprafață permite evaluarea gradului de migrare a gazului, evidențierea caracteristicilor specifice de acumulare.

În prezent, există mai multe sisteme de flux de radon disponibile cu volume, forme și camere de acumulare diferite care interceptează variațiile diurne și sezoniere ale concentrației radonului, însă este deficitar un sistem comun de flux de date și monitorizare pentru identificarea în comun a tuturor cauzelor legate de intensificarea procesului de exalație din sol [29, 30].

Cercetările demonstrează că Republica Franceză înregistrează un nivel mai mare de radiații provenite din scoarța terestră datorat radonului prezent în roci. În unele zone din Brazilia, India, Suedia și Congo nivelul fondului natural de radiații este de până la 10 ori mai mare comparativ cu România, conform hărților de distribuție a fondului de radiații [18]. Cercetările efectuate de către cercetătorii din Universitatea Babeș-Bolyai din România, arată că țara se confruntă cu problema radioactivității sporite datorate radonului. Astfel, harta de radon întocmită evidențiază un fenomen similar țărilor europene de distribuție neuniformă a fondului radioactiv, cu înregistrarea unor concentrații sporite ale radonului, ca principal factor în formarea fondului natural de radiații, în zonele de nord-vest ale României. S-a constatat că nivelurile admise ale concentrației radonului au fost depășite de circa 3 ori. Cele mai afectate județe sunt considerate Alba, Arad, Cluj, Sibiu, Maramureș, Covasna și altele [19].

Cartarea radonului. Politica Comunității Europene în domeniul protecției mediului și sănătății publice promovează măsuri destinate reducerii impactului factorilor de mediu asupra sănătății populației, inclusiv expunerii la radon. În acest context, cartarea radonului reprezintă un instrument esențial pentru identificarea zonelor de risc crescut și fundamentarea măsurilor de monitorizare și remediere. Elaborarea hărților de radon presupune colectarea și integrarea sistematică a datelor privind exalația radonului din sol, concentrațiile acestuia în apele subterane, materialele de construcție și aerul din locuințe, constituind baza programelor naționale de control al expunerii la radon [68]. AIEA promovează la scară largă difuzarea informațiilor despre radon prin diverse canale, destinate guvernelor naționale, specialiștilor din domeniul sănătății sau din domeniul construcțiilor oferind îndrumări practice privind proiectarea și efectuarea sondajelor și studiilor cu privire la radonul rezidențial, calcularea și măsurarea emisiilor de radon pentru obținerea și sistematizarea rezultatelor sub diverse forme, inclusiv cartările de radon, accesibile ca conținut și informații tuturor categoriilor de angajați, cât și ca element în strategia de comunicare a riscului privind radonul [69].

Centrul Comun de Cercetare al Comisiei Europene JRC, în procesul de acordare a suportului științific instituțional pentru Comisia Europeană, conform recomandărilor grupului de monitorizare a radioactivității mediului (REM), subliniază necesitatea și posibilitățile de cartografiere a radonului rezidențial la nivel european, în vederea elaborării unui Atlas european al radiațiilor naturale. Difuzarea pe scară largă a informațiilor privind radonul a constituit punctul de reper în inițierea acestei etape importante de studiu european, la care a aderat și Republica Moldova în anii 2019 și 2024, contextul european al distribuției concentrațiilor de radon fiind prezentat în figura 2 [44].

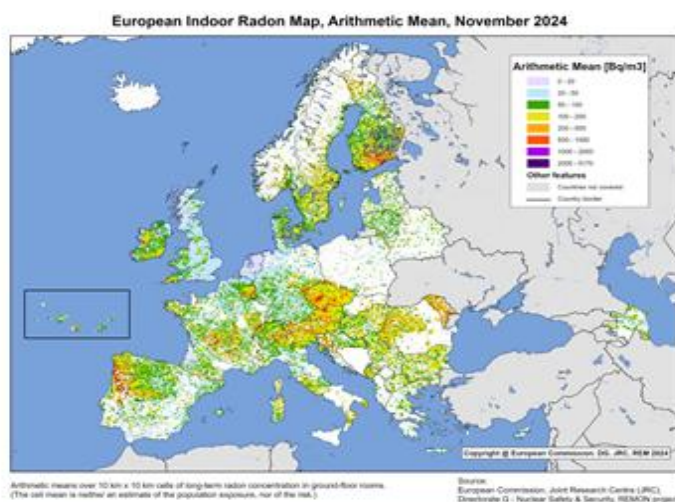


Figura 2. Harta concentrațiilor de radon în Europa (sursa: JRC)

Accesul deplin la astfel de informații oferă posibilitatea valorificării maxime a informațiilor privind radonul, sensibilizarea populației și sporirea gradului de conștientizare a riscului. La etapa menționată ideea elaborării unui atlas european al radiațiilor avea implicații deosebite asupra guvernelor statelor membre implicând în așa mod sistemele de sănătate în procesul de măsurare, procesare, comunicare și sistematizare a datelor. Astfel, informațiile constituiau o bază de date care putea fi utilizată în cercetări și pentru fundamentarea strategiilor ulterioare de combatere a riscului legat de expunerea la radon [100—103].

În Statele Unite ale Americii, Agenția pentru Protecția Mediului (U.S. EPA) a elaborat o astfel de hartă în anul 1993 pentru identificarea zonelor cu risc crescut datorat expunerii la concentrații crescute ale radonului, utilizându-se informații cu privire la radonul rezidențial, date de geodezie, radioactivitatea aerului, diverși parametri ai solului și tipurile de fundații ale construcțiilor. Agenția recomandă actualizarea continuă a hărții și sistematizarea datelor la nivel local și regional pentru furnizarea unor date curente [104].

Ca urmare a recomandărilor Centrului Comun de Cercetare (JRC), înființat în conformitate cu articolul 8 din Tratatul Euratom, măsurările radonului pentru generarea hărților de radon sunt efectuate prin intermediul carioajului definit în sistemul Lambert - GISCO de către

Centrul Comun de Cercetare (Joint Research Center) din cadrul Comisiei Europene. Conform caroiajului stabilit, teritoriul fiecărei țări este reprezentat de celule cu laturile de $10 \times 10 \text{ km}^2$. Pentru fiecare celulă din teritoriul divizat se vor calcula: numărul de măsurători, media aritmetică, media aritmetică a valorilor logaritmice, deviația standard, deviația standard geometrică, mediana, valoarea minimă și maximă a concentrațiilor radonului. Sistematizarea ulterioară a rezultatelor obținute este realizată după codurile de culoare și valorile recomandate de Comisia Europeană, pentru un interval definit pentru media aritmetică la o concentrație a radonului măsurată pentru perioada de minimum 90 de zile (în Bq/m^3), astfel pentru concentrații definite în intervalul $1 - 20 \text{ Bq/m}^3$ se va nota pe hartă culoarea albastră, $20 - 50 \text{ Bq/m}^3$ culoarea albastru-turcoaz, $50 - 100 \text{ Bq/m}^3$ culoarea verde, concentrații din intervalul $100 - 200 \text{ Bq/m}^3$ culoarea galben, $200 - 500 \text{ Bq/m}^3$ culoarea portocalie, concentrații din intervalul $500 - 1000 \text{ Bq/m}^3$ se vor nota prin roșu, $1000 - 2000 \text{ Bq/m}^3$ - mov, și concentrații extrem de mari din intervalul de măsurare $2.000 - 10.120 \text{ Bq/m}^3$ culoarea bordo-închis. În baza acestor clase de frecvență și culorile definite de JRC-Comisia Europeană se realizează metodologia de cartare a radonului. Această etapă este necesară pentru furnizarea unor date unitare, integrate în harta europeană de radon și comparabile cu celelalte state membre [100].

Utilitatea și aplicabilitatea hărților de radon vizează domeniul de elaborare a strategiilor de remediere a problemei radonului și orientarea organelor competente conform unor criterii furnizate de acestea. Astfel, în baza măsurătorilor de radon și a hărților elaborate, sunt grupate zonele după următoarele criterii: a) zonă de prioritate nesemnificativă: unitatea administrativă în care se constată o concentrație de activitate a radonului superioară nivelului de referință în mai puțin de 5% din numărul de locuințe analizate; b) zonă de prioritate moderată: unitatea administrativă în care se constată o concentrație de activitate a radonului superioară față de nivelul de referință în mai mult de 5%, dar nu mai mult de 10% din numărul de locuințe analizate; c) zonă de prioritate mare: unitatea administrativă în care se constată o concentrație de activitate a radonului superioară față de nivelul de referință în mai mult de 10% din numărul de locuințe analizate, înainte de remediere [100, 104—106].

Actualmente cartarea radonului a cunoscut noi dimensiuni datorită progresului tehnologic și informațional. Accesarea informației privind concentrația radonului este simplă dar cuprinzătoare. Prin intermediul senzorilor de ultimă generație de tip *Airthings Wave* informația privind nivelurile de radon la nivel global sunt disponibile în timp real pe o platformă online radonmap.com, aceste date fiind absolut confidențiale, însă, accesibile din orice colț al lumii datorită unei hărți interactive ce prezintă pe lângă nivelul de radon, și calculele lunare și anuale privind riscul legat de expunere. Accesarea unui punct de pe harta interactivă oferă detalii despre

nivelul de radon din acea zonă, graficul concentrațiilor și nivelurile de risc din zona respectivă, toate datele sunt criptate și confidențiale. Pe teritoriul Republicii Moldova la ora actuală sunt prezente trei puncte în cadrul acestei hărți interactive, două dintre care prezintă un risc crescut legat de concentrații sporite ale radonului furnizate prin intermediul măsurătorilor *Airthings Wave*. Graficul prezintă variațiile sezoniere ale nivelului de radon, constatându-se niveluri sporite în lunile reci ale anului, curba fiind în creștere pe perioada lunilor octombrie- noiembrie, apogeul fiind în luna noiembrie concentrația înregistrată fiind de 218 Bq/m^3 , cu ușoare oscilații pentru lunile decembrie-februarie. Al treilea punct este de culoare galbenă și reprezintă un risc diminuat pentru expunerea la radon. Concentrațiile reprezentate pe grafic nu depășesc valoarea de 20 Bq/m^3 cu păstrarea aceleiași tendințe sezoniere, restul teritoriului rămâne în culoare albă din lipsă de date, însă lipsa datelor nu înseamnă și lipsa radonului în aerul respirat [107, 108].

1.3. Riscul pentru sănătate cauzat de expunerea la radon

Radonul ca obiect de studiu și factor de risc pentru sănătate prezintă interes sub trei aspecte legate de prezența acestuia în componentele mediului ambiant: (i) prezența radonului în apele subterane, (ii) radonul din sol și (iii) migrarea radonului de la suprafața solului în aerul de interior, contribuind prin acumulare la creșterea concentrației acestuia în încăpere [36].

În baza aspectelor sus-menționate, au fost argumentate implicațiile radonului asupra stării de sănătate a organismului uman, fiind relevant aspectul de degradare a sănătății prin influența directă a gazului radioactiv. Unele studii epidemiologice evidențiază implicațiile radonului în etiologia afecțiunilor sistemului respirator. Asocierea dintre expunerea pe termen lung la concentrații sporite de radon și declanșarea cancerului bronho-pulmonar este demonstrată într-o serie de studii internaționale, atât la nivel populațional, cât și în grupuri de mineri din minele de uraniu care activează în condiții de risc sporit [37—41].

Rolul radonului în carcinogeneza cancerului pulmonar este dovedit și prin studiile de tip caz-control desfășurate în Europa și Statele Unite ale Americii, definindu-se rolul și implicațiile radonului în afecțiunile bronho-pulmonare. Radonul este nemijlocit implicat în declanșarea leziunilor genomului uman prin degradarea moleculelor de ADN și ARN, dar mecanismul prin care are loc această interacțiune rămâne a fi în curs de studiere. Emiterea radiațiilor *alfa*-ionizante de către radon este discutată pe larg atât în contextul Directivei 2013/59 Euratom, prin transpunerea obiectivelor acesteia la nivel național, cât și în cadrul planurilor de acțiune, elaborate de statele membre. Cercetările asupra efectelor citotoxice și genotoxice ale radonului rămân subiecte actuale și teme abordate pe larg în cadrul conferințelor și *summit*-urilor internaționale [30—32, 34].

În procesul de evaluare și cercetare a implicațiilor radonului în carcinogeneză este studiată relația dintre concentrația radonului și modificările oncogenice implicate în dezvoltarea

cancerului pulmonar fără celule mici (NSCLC), care include adenocarcinoame, carcinoame cu celule scuamoase și carcinoame cu celule mari. Studiile recente privind degradarea moleculară sub acțiunea radonului au identificat apariția mutațiilor somatice de tip mutația receptorului factorului de creștere (EGFR), mutații ale proteinei BRAF, responsabilă de transmiterea semnalelor celulare și diviziunea celulară, sau rearanjamentele cromozomiale de tip rearanjarea limfom-kinazei anaplazice (ALK), rearanjarea c-ros 1 (ROS1), rearanjarea genei RET, și accelerarea creșterii tumorale [42—46]. Identificarea acestor tipuri de alterări genetice, în special, la populația nefumătoare și cu o vârstă relativ mai mică față de media vârstei de apariție a cancerului pulmonar emite ipoteze importante pentru evidențierea legăturii dintre expunerea la radonul rezidențial și procesele oncologice la nefumători [42].

Circa 60% din totalul adenocarcinoamelor diagnosticate sunt asociate cu modificările oncogenelor conducătoare, iar testarea genomică în paralel cu desfășurarea studiilor epidemiologice, pune în evidență lipsa altor factori de risc determinanți. S-a demonstrat că frecvența mutațiilor variază în funcție de teritoriu și etnie [43].

Actual rămâne a fi discutate efectele curative ale radonului și utilizarea acestuia în cadrul tratamentelor balneo-sanatoriale, astfel confirmându-se teoria potrivit căreia efectele și influența asupra țesuturilor depinde de doza de expunere. Radonul posedă acțiune stimulatorie asupra aparatului reproductiv, efectiv fiind în tratamentul impotenței și infertilității, are acțiune inhibitoare endocrină determinând hipofuncția glandei tiroide, prin efectul său diuretic favorizează procesul de eliminare a acidului uric, ameliorează circulația periferică, contribuind astfel, la efectul curativ asupra unor afecțiuni ale pielii [89].

Radonul este utilizat în cadrul departamentelor de reumatologie pentru ameliorarea simptomelor și datorită efectului pozitiv asupra sistemului nervos vegetativ participă la reglarea tensiunii arteriale, contribuția sa la stimularea sistemului imun determină folosirea radonului în tratamentele balneare cu mofete, unde prin îmbogățire radonul este adăugat în concentrație mică. Astfel, vorbim de expuneri periodice la concentrații mici, controlate de specialiști când punem în discuție efectele curative ale radonului. Expunerea la concentrații crescute ale radonului rezidențial determină apariția unor efecte negative pentru starea de sănătate, acțiunile rezultate în urma contactului cu gazul sunt periculoase și clasifică radonul drept prima cauză de cancer bronho-pulmonar la nefumători și a doua cauză pentru fumători, după consumul de tutun [1—10, 16, 20, 24].

Asocierea acestor doi factori de risc, expunerea la concentrații crescute de radon și consumul de tutun, atât la fumătorii activi, cât și la cei pasivi sau foștii fumători crește riscul de apariție a cancerului pulmonar pe unitate de expunere la radon. Acest fapt denotă necesitatea studierii și analizei unor modele extinse de inergența a altor elemente în procesul de cercetare a

distribuției tumorilor pulmonare [1, 16, 47, 48]. Incapacitatea de a estima cu exactitate expunerea la radon rezidențial, expunerea totală la surse de radiații ionizante și riscurile în exces datorate altor factori nocivi determină o împovărare a studiilor epidemiologice și necesitatea elaborării unor planuri de acțiune ample și concludente în sistemele de sănătate.

Elaborarea modelelor de analiză a riscului atribuit expunerii la radon. Evaluarea riscului atribuit expunerii la radon se bazează pe o serie de modele, dintre care cele mai frecvent utilizate sunt modelele: (i) frecvența de transformare-răspunsul țesutului, (ii) modelul expunere-vârstă-durată (modelul EAD), (iii) modelul expunere-vârstă-concentrație (modelul EAC), propuse în cadrul celei de-a șasea ședințe a Comitetului pentru efectele biologice ale radiațiilor ionizante (BEIR VI), pentru estimarea, în special, a mortalității prin cancer pulmonar atribuite expunerii la radon la nivel populațional [18].

Aceste modele descriu relația liniară dintre expunerea la radon și excesul de risc de cancer pulmonar, utilizând informații privind concentrația radonului, durata expunerii și vârsta. Deși rezultatele obținute sunt comparabile între modele, acestea prezintă incertitudini generate de extrapolarea datelor provenite din studii efectuate la mineri la populația generală. Prin comparație, studiile epidemiologice de tip caz-control oferă estimări mai directe și, în general, valori mai reduse ale riscului atribuit [18]. Un astfel de studiu european de tip pooling a utilizat datele privind cancerul pulmonar din cadrul desfășurării a 13 studii de caz-control în rândurile populației generale, analizând circa 7.148 de cazuri de cancer pulmonar și 14.208 de martori. Riscul de cancer pulmonar atribuit expunerii la radon a fost estimat în funcție de vârstă, sex, regiunea de proveniență a participanților, statutul de consumator de tutun; astfel, riscul atribuit calculat a fost mai mic comparativ cu riscul calculat conform modelelor BEIR IV [18, 34 – 36, 47, 48].

Asocierea radonului cu diferite subtipuri histologice de cancer pulmonar reprezintă un alt aspect al evaluării riscului privind expunerea și dinamica mortalității și morbidității prin tumori respiratorii. Studiile de cohortă retrospective examinează și acest aspect al expunerii la radon, punând astfel în evidență a serie de elemente asociate cu expunerea la produse de degradare a radonului în rândurile minerilor. În rezultat au fost analizate 1.272 de cazuri de cancere pulmonare primare, în perioada anilor 1969-2005, riscurile asociate au fost estimate pentru expunerea cumulativă la radon în dependență de vârsta calendaristică atinsă în perioada dată. Circa 1.256 de cazuri au inclus informații complete la compartimentul diagnosticului morfopatologic (99%) [18].

Cel mai frecvent tip de cancer înregistrat a fost carcinomul cu celule scuamoase, identificat în circa 31% dintre cazuri, urmat de adenocarcinom în aproximativ 20% dintre cazuri. Cancerul cu celule mari a fost depistat în 18% dintre cazuri, iar carcinomul pulmonar cu celule mici a fost

prezent în 14% dintre cazuri. Din cei bolnavi în 17% dintre cazuri diagnosticul a inclus alte tipuri de celule sau forme nespecificate. În cadrul studiului, au fost grupate formele de cancer pulmonar în subgrupuri și a fost analizată asocierea dintre expunerea cumulativă la radon și tipul de cancer, astfel cea mai puternică asociere a fost observată în cazurile de carcinom pulmonar cu celule mici. Adenocarcinomul a avut cel mai scăzut risc și nu a fost asociat în mod semnificativ cu expunerea la producții de degradare a radonului. Tendința de creștere liniară a riscului relativ se constată concomitent cu creșterea riscului în exces de a face cancer de-a lungul vieții pentru tipurile de carcinoame cu celule mici, carcinoamele cu celule scuamoase și cele cu celule mari în rândul minerilor incluși în studiu [49—61].

Teoriile privind influența efectelor radiațiilor ionizante asupra frecvenței apariției cancerului pulmonar au fost evaluate experimental pe animale de laborator. Rezultatele obținute au evidențiat rolul expunerii la concentrații sporite ale radonului în dezvoltarea tumorilor pulmonare [49]. Cu toate acestea, extrapolarea rezultatelor acestui model experimental la organismul uman implică o serie de incertitudini, determinate de particularitățile proceselor fiziologice, mecanismele de compensare și reparare ale dereglărilor homeostatice, rezultate în urma contactului cu radiațiile ionizante, dar și alți factori agravanți, factori de risc sau predispozanți care sensibilizează organismul, potențând astfel efectul.

Există o serie de studii care estimează interacțiunea dintre radiațiile ionizante emise de radon nemijlocit, dar și de descendenții acestuia, pe termen scurt sau mai lung, majoritatea modelând efectul radonului la inhalarea acestuia pe animale de laborator. Expunerea la concentrații mari de radon în timpul montării experimentale la șobolani, pe perioade estimate de la 1 la 10 luni, a determinat apariția efectelor imediate, precum pneumonii interstițiale difuze cu formarea zonelor de fibroză severă a septurilor interalveolare din jurul capilarelor, decesul animalelor a survenit după câteva săptămâni până la câteva luni la expuneri ce au depășit 6.000 WLM. Durata medie de viață în cazul expunerii la concentrații mai mici a fost mai mare, cu toate acestea, rata apariției tumorilor pulmonare a crescut semnificativ. Astfel, șobolanii expuși la concentrații mai mici au dezvoltat carcinoame după o perioadă de 12-24 luni de la începutul expunerii. Timpul până la apariția tumorilor a crescut odată cu scăderea expunerii cumulative la radon [62—65].

În evaluarea riscului pentru sănătate asociat radonului o bună abordare o constituie analiza incidenței cancerului pulmonar comparativ cu mortalitatea, indicator care a prevalat anterior în cadrul studiilor epidemiologice. Deoarece nu toate cazurile de tumori bronho-pulmonare sunt asociate cu decesul bolnavului, implicațiile radonului în carcinogeneza respiratorie puteau fi ușor neglijate. Din perspectivă statistică, analiza incidenței oferă o legătură mai bună între expunerile

la radon și apariția cancerului pulmonar; de aceea studiul din cadrul acestei teze se referă la incidența și prevalența acestei maladii.

Radonul reprezintă un agent cancerigen pulmonar, iar principalele argumente care susțin această afirmație provin din studiile epidemiologice și din dovezile experimentale obținute în studiile de mutageneză realizate pe culturi celulare și pe animale de laborator. Extrapolarea din studiile de cohortă efectuate la mineri susține că radonul este a doua cauză de deces prin cancer pulmonar la consumatorii de tutun și prima ca nefumători. Evaluarea legăturii dintre radon și alte tipuri de cancer potrivit studiilor internaționale a evidențiat o asociere slabă, deși există o serie de studii care pun problema ingestiei radonului prin apa potabilă existând o legătură între riscul de cancer de stomac și alte afecțiuni maligne gastrointestinale de la radon, dar acesta fiind relativ scăzut. Ingestia radonului contribuie ulterior cantitativ la concentrația radonului inhalat prin asigurarea iradierii interioare. Leziunile genetice și citogenetice produse de interacțiunea radonului cu organismul uman sunt cert dovedite, în special prin studiile efectuate în rândul minerilor, în care inducerea mutațiilor genetice și aberațiilor cromozomiale a fost argumentată. Rezultatele unor studii ample desfășurate în America de Nord și Europa se completează ipotezele expuse mai sus privind riscul asociat radonului în dezvoltarea cancerului pulmonar reprezentând modelul liniar fără prag, expus anterior de către Comitetul BEIR VI și alte organizații [18, 11].

Influența expunerii la radon asupra sănătății copiilor. Expunerea la radon și la descendenții acestuia în perioada prenatală reprezintă un aspect aparte, legat de particularitățile fătului, ale cărui celule se află într-un proces activ de diviziune celulară, iar literatura de specialitate subliniază faptul că copii expuși la radon în perioada prenatală au ulterior pot prezenta un risc mai mare de apariție a cancerului pulmonar pe parcursul vieții. În general, copiii sunt mult mai susceptibili la expunerea la radon comparativ cu adulții; acest fapt se datorează anatomiei sistemului respirator, cât și proprietăților fiziologice ale nou-născuților, sugarilor și copiilor de vârstă preșcolară și școlară. Plămânii copiilor sunt de dimensiuni mai mici, iar frecvența respiratorie este de două ori mai mare decât la adulți. Abia în jurul vârstei de 5 ani aceasta se apropie de frecvența respiratorie a adultului. Astfel, specialiștii estimează că, până la vârsta de zece ani un copil va inhala de două ori cantitatea de radon pe care o absoarbe un adult expus la aceeași concentrație de radon pe aceeași durată de timp. Unele surse menționează că mersul copiilor de-a târâșul pe podea ar putea determina o expunere mai mare la radonul rezidențial, concentrația fiind mai mare la nivelul podelei, unde sunt localizate punctele de pătrundere a gazului [52].

Cercetările în domeniul radioprotecției sugerează că copii care locuiesc în spații cu niveluri crescute de radon pot avea un risc crescut de dezvoltare a leucemiei acute limfoblastice în copilărie, fapt datorat și timpului petrecut în interior, estimat la până la 70% din durata zilei în

cazul copiilor. Studiile evidențiază asocierea dintre expunerea la radon și riscul de leucemie la copii, riscul relativ fiind cu 21% mai mare la copiii expuși la concentrații sporite ale gazului față de cei expuși la niveluri mai scăzute. De asemenea copiii expuși la niveluri extreme ale radonului au avut un risc cu până la 63% mai mare de a dezvolta leucemie [66—72].

Majoritatea studiilor care analizează asocierea radiațiilor ionizante, survenite în urma pătrunderii radonului în locuințe, evidențiază o incidență crescută a cancerului în rândul populației din zonele de risc. Datorită faptului că radonul, prin caracteristicile sale radioactive, este un gaz omniprezent, poluarea aerului din interior cu radon poate fi redusă prin aplicarea direcționată a metodelor și tehnologiilor speciale de împiedicare a pătrunderii gazului în locuințe sau remediere la etapa de construcție și dare în exploatare a locuințelor individuale, blocuri de locuit sau încăperi comerciale și publice, astfel asigurându-se un microclimat favorabil și la menținerea concentrației de radon sub nivelul de referință stabilit. O serie de factori sunt implicați în favorizarea difuziei gazului în interiorul locuințelor. Acest proces este influențat de temperatură, umiditate, gradientii de presiune, vânt, ventilație și tipul acesteia în încăpere. Astfel, timpul de expunere la radon trebuie tratat individual cu sublinierea tuturor aspectelor legate de factorii de risc prezenți. Un rol crucial în evaluarea dozei de radiații primite în urma interacțiunii cu radonul rezidențial îl are timpul petrecut în spațiile închise, deoarece radonul are capacitatea de a se acumula. Pandemia din perioada 2020-2022 a determinat o creștere semnificativă a timpului de expunere în interior cu 4%, iar în consecință factorii de risc radiologic au crescut cu 9% [66—69].

Radonul contribuie la poluarea aerului interior, iar gradul înalt de poluare abordează aspectele legate de concentrația radonului din locuințe, temperatura și umiditatea nespecifică unui microclimat optim și expunerea la tutun, sub diverse forme de consum. Calitatea precară a aerului de interior prin gradul înalt de poluare cu radon poate determina efecte negative majore asupra stării de sănătate, acestea fiind potențate de asocierea altor factori nocivi [68].

1.4. Programul (Strategia și Planul de acțiuni) în controlul expunerii la radon, recomandate de OMS, AIEA și alte organisme internaționale

Abordarea radonului drept o problemă de sănătate publică, în contextul dinamicii negative a morbidității și mortalității prin cancer pulmonar, elucidează necesitatea elaborării și implementării, la nivel național, a unei strategii de combatere a riscului expunerii la radon, precum și a transpunerii obiectivelor organizațiilor internaționale competente în domeniu de politici și directive în fiecare țară. Monitorizarea continuă și asigurarea unui flux de date, atât la nivel național, cât și internațional, sunt indispensabile pentru asigurarea protecției radiologice a populației și evaluarea nivelului de poluare interioară cu radon. Informațiile privind dozele de

expunere, perioada de expunere, zonele bogate în uraniu, cu risc sporit de exalare de radon, trebuie evaluate, sistematizate periodic și utilizate în scopul sensibilizării populației și al creșterii nivelului de cunoștințe legat de expunerea la radiații ionizante. Incertitudinile privind implicațiile radonului în carcinogeneză au fost treptat reduse, iar în urma evaluării riscului pentru sănătate s-a raportat că radonul poate contribui cu până la 10% din povara totală a cancerului pulmonar, adică 2% din totalul cancerelor la nivel mondial [73].

Mortalitatea crescută în rândul minerilor a fost observată încă înainte de anul 1600 în Europa Centrală, iar spre sfârșitul secolului al XIX-lea, cancerul pulmonar a fost identificat drept una dintre cauzele acestor decese. În anul 1924 a fost formulată ipoteza conform căreia cancerul pulmonar în rândul minerilor ar putea fi asociat cu expunerea la radonul provenit din uraniu. Istoria radonului ca factor *trigger* în dezvoltarea cancerului pulmonar este vastă și discutată pe larg în cadrul Agenției Internaționale pentru Cercetarea Cancerului (IARC), Consiliului Național de Cercetare, Comisiei Internaționale de Protecție Radiologică (CIPR), Consiliului Național pentru Protecția Radiologică și Măsurări (NCRPM), fiind specificată atât importanța, cât și necesitatea monitorizării și cercetării continue a radonului de către toate statele membre [66, 172 — 174].

Primele dovezi privind efectele nocive ale radonului asupra sănătății au fost prezentate de Consiliul Național de Cercetare în 1988, pe baza studiilor efectuate pe animale de laborator. Ulterior, studiile epidemiologice realizate în rândul minerilor, completate de cercetări de cohortă și de tip caz-control, au demonstrat asocierea dintre expunerea la radon și cancerul pulmonar, furnizând baza științifică pentru recomandările formulate de ICRP, National Research Council și UNSCEAR. Rezultatele acestor studii confirmă ipoteza unei relații proporționale între risc și expunerea cumulativă, sugerând un model liniar de răspuns fără prag. O excepție de la acest model o reprezintă expunerea la concentrații foarte mari, (de peste 2.000 WLM), în cazul carora răspunsul pe unitate de expunere scade. Această particularitate se datorează parțial unei speranțe de viață reduse a minerilor la astfel de expuneri mari, conform ICRP (1987) [74].

În anul 1977 au fost publicate primele recomandări ale ICRP privind expunerea la radiații ionizate. Având în vedere atenția acordată structurii morbidității în rândul minerilor, aceste recomandări vizau grupul de persoane din contact cu uraniu și alte mine (ICRP 24 Protecția împotriva radiațiilor în uraniu și alte mine). Ulterior aceste recomandări au prins alte orizonturi fiind structurate în recomandări actualizate privind protecția și la domiciliu. În 1993 a fost publicată ICRP 65, intitulată *Protection Against Radon-222 at Home and at Work*.

Următorii pași în dezvoltarea unei strategii privind controlul expunerii la surse de radiații ionizante cu originea naturală, inclusiv radonul, au fost făcuți în 2005 când problema radonului a fost specificată în lansarea Proiectului Internațional RADON (IRP) ce prevedea elaborarea și

dezvoltarea ghidurilor de sănătate publică, promovarea practicilor bazate pe dovezi pentru asigurarea preluării acestor metodici de către statele membre și comunicarea riscurilor și consecințelor pentru populație [73, 37].

Proiectul a fost implementat în perioada 2005-2008 și a avut ca obiectiv formarea unei baze de date la nivel mondial privind nivelurile naționale de radon rezidențial, nivelurile de acțiune a radonului și direcționarea politicilor de sănătate publică pentru conștientizarea și atenuarea riscului legat de expunerea la radiații ionizante dar și estimarea și diminuarea poverii globale a acestei probleme [68]. Manualul „*WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective*” a fost publicat în anul 2009 și prezintă informații valoroase privind expunerea la radonul rezidențial din perspectiva sănătății publice [118].

Următoarea publicație din 2010 a Comisiei Internaționale de Protecție Radiologică a reprezentat o analiză exhaustivă privind știința cancerului pulmonar. Publicația reprezintă o revizuire a studiilor epidemiologice privind asocieria dintre cancerul pulmonar și expunerea la radon și produșii săi de degradare, cu o pondere deosebită fiind luate în considerare studiile caz-control ale expunerilor rezidențiale și cele de cohortă în rândul minerilor expuși la un nivel relativ scăzut de radon. Semnificația statistică în cazul acestor tipuri de studii a permis fundamentarea recomandărilor internaționale și susținerea relației cauzale dintre expunerea la radon și riscul de cancer pulmonar. Dovezile epidemiologice au demonstrat estimări consistente ale riscului atât pentru expunerea rezidențială la concentrații medii anuale de aproximativ 200 Bq/m³, cât și pentru expunerea ocupațională cumulată de aproximativ 50 WLM. Pe baza rezultatelor obținute în studiile efectuate asupra minerilor expuși la radon și a analizelor combinate ale acestora, ICRP a revizuit coeficientul nominal de risc pentru inducerea cancerului pulmonar asociat expunerii la radon și produșilor săi de dezintegrare. Astfel, excesul de risc absolut pe durata vieții a fost majorat de la $2,8 \times 10^{-4}$ per WLM (8×10^{-5} per mJ h m⁻³), conform Publicației ICRP 65, la valoarea de 5×10^{-4} per WLM (14×10^{-5} per mJ h m⁻³), valoare adoptată ulterior drept coeficient nominal de risc pentru radon și descendenții acestuia [47, 54, 68]. Un pas important în armonizarea cadrului normativ european l-a constituit adoptarea Directivei 2013/59/Euratom a Consiliului Europei din 5 decembrie 2013, care stabilește normele de securitate de bază privind protecția împotriva pericolelor generate de expunerea la radiațiile ionizante și abrogă Directivele 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom și 2003/122/Euratom [48]. Această directivă reprezintă principalul act legislativ al Uniunii Europene în domeniul protecției radiologice și stabilește cerințe uniforme pentru protecția populației și a lucrătorilor împotriva efectelor nocive ale radiațiilor ionizante. În temeiul Tratatului de instituire a Comunității Europene a Energiei Atomice, al propunerilor elaborate de către grupul de experți cercetători din statele membre și în

al avizelor Parlamentului European și Comitetului Economic și Social European, documentul prevede implementarea unor norme unitare de securitate și protecția populației și a lucrătorilor împotriva pericolelor care rezultă din radiații ionizante. Directiva stabilește aspectele legate de expunerea lucrătorilor și populației la radiații ionizante și reglementează disponibilitatea statelor membre de a aplica măsuri mai stricte de asigurare a protecției populației, normele minime fiind stabilite prin act. În același context, Directiva subliniază despre necesitatea comunicării riscurilor asociate expunerii la radiații ionizante ca factor determinant în apariția cancerului pulmonar, după consumul de tutun. Creșterea gradului de conștientizare, promovarea informațiilor cu privire la radon și pericolul din interior datorat poluării radioactive sunt elemente-cheie în strategia de combatere a efectelor negative legate de radon. Directiva abordează problema radiațiilor ionizante emise de surse naturale, nu din perspectiva unui domeniu separat, ci ca parte integrantă a cerințelor generale, într-un cadru specific de reglementare.

Articolul 17 din Tratatul Euratom prevede necesitatea stabilirii nivelurilor de referință pentru concentrațiile de radon din aerul interior. Articolul 23 face trimitere la necesitatea elaborării planurilor naționale de acțiune pentru abordarea riscurilor pe termen lung rezultate din expunerea la radon, stabilindu-se prin intermediul Directivei concentrațiile maximal admisibile, fiecare stat fiind în drept să își ajusteze acțiunile și recomandările prin transpunerea obiectivelor și respectarea cerințelor generale prevăzute prin intermediul actului. Sunt abordate și riscurile pentru sănătate datorate expunerii la radon și consumului de tutun. Expunerea concomitentă la concentrații crescute de radon și la fumul de tutun, poate determina un risc individual de cancer pulmonar mai mare decât cel asociat fiecărui factor separat, iar fumatul poate amplifica riscul asociat expunerii la radon la nivel populațional.

Ca recomandare, tratatul subliniază faptul că politica de sănătate promovată la nivel național de către fiecare stat să includă ambele riscuri în evaluarea sistematică a factorilor determinanți ai sănătății. Astfel, atenția acordată radonului și tutunului, atât în ansamblu, cât și separat, trebuie sporită pentru a contribui la prevenirea apariției cancerului pulmonar. Prevederile directivei acordă posibilitatea fiecărui stat membru să își hotărască concentrațiile maximal admisibile pentru radonul de interior, însă acestea să nu fie mai mici decât valoarea stabilită prin tratat de 300 Bq/m³, astfel în dependență de circumstanțele interne, morbiditatea prin cancer pulmonar, structura geologică a solului, particularitățile și reglementări în construcții, clima locală, statele pot ajusta valoarea admisibilă pentru concentrația radonului rezidențial cu transmiterea informației Comisiei. Directiva 2013/59/Euratom stabilește, în esență, normele de securitate de bază uniforme pentru protecția sănătății persoanelor care fac obiectul expunerii profesionale, medicale și publice împotriva pericolelor cauzate de radiațiile ionizante [48].

În acest context Uniunea Europeană stabilește reglementări în domeniul protecției radiologice privind expunerile profesionale, medicale și publice, expunerea continuă cu referire la radonul rezidențial, justificarea și controlul reglementat al practicilor, elaborează cerințe privind cunoștințele necesare formării profesionale și educației privind conștientizarea riscurilor și îmbunătățirea gradului de informare a populației, astfel încadrând statele membre într-o serie de responsabilități și competențe privind controlul reglementat [48].

Conform Directivei eforturile de comunicare a riscurilor legate de expunerea la radon ca a doua cauză de apariție a cancerului pulmonar pot fi uneori inefficiente și limitate de politicile locale și modul de organizare a sistemelor de sănătate. În acest context, cu caracter obligatoriu, statele membre trebuie să elaboreze strategii de comunicare pentru “...creșterea gradului de conștientizare a publicului și informarea factorilor de decizie locali, angajatorilor și angajaților cu privire la riscurile radonului...” [77, 78]. Agenția Internațională pentru Energie Atomică prezintă o serie de cerințe de siguranță privind expunerea la radon și protecția publicului în masă împotriva expunerii. Acestea sunt expuse într-un ghid care oferă îndrumări cu privire la modul de stabilire a controlului reglementat al expunerii la radon și subliniază necesitatea elaborării unui plan național de acțiune pentru radon, conform Directivei 2013/59/Euratom.

Un aspect important al politicilor promovate de către AIEA îl reprezintă obligativitatea statelor membre, inclusiv a Republicii Moldova, de a colecta informații privind expunerea la radon, concentrațiile medii, dozele efective și riscul pentru sănătate asociat expunerii, precum și transmiterea acestor date pentru gestionarea corespunzătoare a acțiunilor ce necesită a fi întreprinse. În Cerințele generale de siguranță ale AIEA, Cerința 50, alin.5.19, se precizează următoarele: „Ca parte a responsabilităților sale, astfel cum se prevede la punctul 5.3, guvernul se asigură că: (a) se colectează informații privind concentrațiile de radon din activitatea din locuințe și alte clădiri cu factori de ocupare ridicată pentru cetățeni prin mijloace adecvate, cum ar fi anchetele reprezentative privind radonul; (b) informațiile relevante privind expunerea datorată radonului și riscurile asociate pentru sănătate, inclusiv riscurile crescute legate de fumat, sunt furnizate publicului și altor părți interesate” [48, 77, 78].

Pentru Republica Moldova, în calitate de stat candidat la Uniunea Europeană, Directiva constituie un instrument juridic de importanță majoră, care nu se aplică direct în cadrul legislativ local, însă preluată în procesul formării normei legale naționale cu armonizarea legislației locale cu legislația Uniunii Europene. Republica Moldova transpune parțial obiectivele prevăzute de Directiva 2013/59/Euratom a Consiliului din 5 decembrie 2013, prin Legea nr.289 din 20.10.2022, care modifică Legea nr.132/2012 privind desfășurarea în siguranță a activității nucleare și radiologice. În anul 2022, Agenția Națională de Reglementare a Activităților Nucleare și Radiologice a propus un proiect de lege privind cerințele de bază în domeniul

securității radiologice. Astfel, în cadrul acestui proiect de lege, s-a stabilit și necesitatea elaborării unui cadru normativ legat de expunerea la radiații cosmice sau la expuneri terestre, provenite de la gazele radioactive naturale, precum radonul și toronul.

Până în prezent, reglementarea activității nucleare și radiologice se efectuează prin intermediul pârgheii legislative ”Norme fundamentale de radioprotecție. Cerințe și reguli igienice (NFRP-2000)”, aprobat prin Ordinul Medicului-șef sanitar de Stat al Republicii Moldova nr. 06.5.3.34 din 27.02.2001, în baza Standardului Internațional de Securitate al Agenției Internaționale pentru Energie Atomică - *Basic Safety Standards*-115.

Agenția Națională de Sănătate Publică monitorizează situația radiologică din teritoriu în baza legislației naționale și politicii de sănătate publică. De asemenea, sunt efectuate o serie de cercetări științifice pentru obținerea unei baze de date care să fundamenteze necesitatea implementării unei strategii naționale de combatere a riscurilor legate de radon. Prevederile Directivei sunt transpuse la nivel național prin raportarea acestora la cadrul normativ al Republicii Moldova și formularea coerentă a unei soluții juridice identice ajustată cadrului internațional. O etapă fundamentală pentru alinierea Republicii Moldova la standardele europene și internaționale privind gestionarea riscurilor legate de radon, o constituie elaborarea Planului Național de Acțiuni privind Radonul care este elaborat și prezentat spre aprobare la Ministerul Sănătății al Republicii Moldova în anul 2026. Concomitent, au fost inițiate o serie de proiecte regionale, precum RER9153, proiectul național MOL 9007, derulate sub egida Agenției Internaționale de Energie Atomică (AIEA), în vederea dezvoltării unei strategii naționale de comunicare a riscului asociat expunerii la radon.

În Tratatul de instituire a Comunității Europene a Energiei Atomice (Euratom) din 26.10.2012, în articolul 2 lit.(b), sunt stabilite norme unitare de securitate pentru protecția sănătății lucrătorilor și a populației, iar articolul 30 definește noțiunea de ”norme de bază” cu privire la protecția sănătății lucrătorilor și a populației împotriva pericolelor generate de radiații ionizante. Astfel, este imperios necesară alinierea și armonizarea legislației naționale cu legislația Uniunii Europene [79].

Marea Britanie reprezintă un exemplu relevant în dezvoltarea și implementarea strategiilor din domeniul protecției radiologice. Din anul 1987, aceasta promovează la nivel național o politică de control a radonului, iar serviciile de măsurare a radonului la domiciliu a început din anii 1980. Platforma „UKradon” a furnizat o serie de date importante privind concentrațiile radonului din zonele de risc, contribuind la planificarea urbanistică și la remedierea problemei radonului atât la etapa de construcție, dare în exploatare, cât și recepția finală a locuințelor [80—92].

O serie de state membre și nemembre UE dezvoltă la nivel local directive și programe pentru conștientizarea riscului privind expunerea la radon și diminuarea acestuia prin tehnici și metodologii moderne în baza programelor naționale de reducere a riscului. Canada abordează problema radonului din perspectiva comunicării și conștientizării populației privind riscul, folosindu-se pe larg de diverse rețele de socializare, platforme și aplicații destinate publicului larg. Aspecte similare ale planului de acțiuni privind radonul sunt identificate și în SUA, unde accentul este pus pe dobândirea cunoștințelor în masă privind radonul, dezvoltarea unui astfel de strategii permite indivizilor să aplice către diverse modalități de cercetare, testare a radonului, remediere în baza propriilor cunoștințe și percepții privind protecția sănătății împotriva expunerii la radiații ionizante. În acest context, planificarea arhitectural-urbanistică este în concordanță cu testarea la radon și asigurarea dezvoltării unor mecanisme de izolare etanș, care limitează pătrunderea radonului, precum și cu acordarea suportului necesar persoanelor care locuiesc sau activează în clădiri cu concentrații crescute ale radonului [77, 78, 80, 81, 93—95].

O inițiativă importantă în statele americane o reprezintă susținerea financiară a programelor de reducere a radonului, de educație pentru sănătate privind radiațiile ionizante, și acordarea sprijinului metodologic campaniilor de informare și promovare a cunoștințelor despre radon. Elveția a elaborat un program național de control al expunerii la radon în anul 1994, axat pe promovarea activităților de măsurare activă a concentrației radonului prin intermediul laboratoarelor naționale, implementarea metodologiei de măsurare și folosirea datelor ulterioare în domeniul construcțiilor, protecției populației și sporirii gradului de conștientizare. Alte state dezvoltă programe naționale cu privire la combaterea radonului de peste 30 de ani, iar succesul acestora sunt relevante pentru evaluarea nivelului general de cunoștințe al populației privind radiațiile ionizante emise de radon. Rezultatele studiului din cadrul proiectului „*Radon Prevention and Remediation*” (RADPAR) al UE, prin analiza gradului de cunoaștere a populației despre radon, au sugerat că nivelul de conștientizare crește în țările cu o strategie bine stabilită privind problema radonului [81, 95—99].

Analiza retrospectivă a cercetărilor în domeniu demonstrează creșterea prevalenței maladiilor oncologice, în special a cancerului pulmonar, la nivel mondial, inclusiv în Republica Moldova. Ținta radiațiilor ionizante, inclusiv a celor generate de radon, este ADN-ul, care suferă mutații, acestea contribuind la dezvoltarea maladiilor oncologice. Din punctul de vedere al sănătății publice, și al respectării normelor igienice, majoritatea țărilor europene, efectuează controlul expunerii la radon la nivel de populație prin strategii și planuri naționale de acțiune, adoptate de autorități și actualizate periodic.

2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

2.1. Descrierea generală a cercetării

Cercetarea a fost realizată în cadrul Agenției Naționale pentru Sănătate Publică, în Laboratorul științific Igiena radiațiilor și radiobiologie, în colaborare cu IMSP Institutul Oncologic, în baza acordului de colaborare și schimb reciproc de date. Determinarea concentrațiilor de radon a fost efectuată în cadrul Programului național MOL9007, implementat cu suportul Agenției Internaționale pentru Energie Atomică, iar analiza detectorilor pasivi de radon a fost realizată în cadrul Radonova Laboratories AB (Uppsala, Suedia), laborator acreditat conform Standardului ISO/IEC 17025 pentru determinarea concentrațiilor de radon în aerul interior.

Designul cercetării a fost complex și multidisciplinar, integrând metode epidemiologice, clinice, de monitorizare a factorilor de mediu, sociologice și statistice, aplicate succesiv în perioada 2022-2025, în vederea realizării scopului și obiectivelor tezei. Cercetarea a fost structurată în trei etape metodologice principale: (I) planificarea și elaborarea designului studiului; (II) realizarea cercetării de teren și a studiilor clinico-epidemiologice; și (III) analiza, integrarea, implementarea și diseminarea rezultatelor.

În cadrul cercetării au fost realizate următoarele tipuri de studii:

- ✓ Studiul observațional descriptiv, privind distribuția concentrațiilor rezidențiale de radon în Republica Moldova, desfășurat în perioada 2022 — 2023, care a inclus măsurarea radonului în 1099 de locuințe selectate prin eșantionare aleatorie stratificată;
- ✓ Studiul observațional transversal, privind evaluarea nivelului de cunoștințe, a percepțiilor și a comportamentelor populației referitoare la radon, realizat pe un eșantion de 400 de respondenți;
- ✓ Studiul observațional descriptiv, privind morbiditatea prin cancer bronhopulmonar în Republica Moldova, bazat pe analiza registrelor naționale aferente perioadei 2012 — 2020, precum și pe extrapolarea regională a datelor privind consumul de tutun din studiul național STEPS;
- ✓ Studiul epidemiologic analitic de tip caz-control, desfășurat în perioada 2023 — 2025, care a inclus 93 de pacienți cu cancer bronhopulmonar (lot caz) și 93 de persoane relativ sănătoase fără antecedente oncologice (lot martor). În cadrul acestui studiu au fost efectuate măsurări ale concentrației radonului în cele 186 de locuințe ale participanților, prin măsurări active de scurtă durată, timp de 20 de zile.

Obiectivele cercetării au inclus determinarea concentrațiilor de radon, evaluarea caracteristicilor fondului locativ, evaluarea nivelului de cunoștințe al populației privind radonul și efectele sale asupra sănătății, estimarea indicatorilor morbidității prin cancer pulmonar și

stabilirea relației dintre expunerea rezidențială la radon și riscul de dezvoltare a acestei patologii. Subiecții cercetării, în funcție de fiecare studiu desfășurat, au inclus locuințele investigate privind concentrația radonului la nivel național, populația generală participantă la studiul sociologic, pacienții cu cancer bronhopulmonar și persoanele relativ sănătoase din lotul martor. Abordarea etapizată a cercetării a permis integrarea datelor de mediu, epidemiologice și clinice într-un model unic de analiză, facilitând evaluarea distribuției radonului la nivel național și investigarea relației dintre expunerea la radon și riscul de cancer bronhopulmonar. Algoritmul cercetării și succesiunea etapelor metodologice sunt prezentate în tabelul 1, iar designul cercetării este ilustrat în figura 3.

Tabelul 1. Algoritmul cercetării

Etapă	Denumirea studiului/ Activitatea desfășurată	Detalii și instrumente metodologice utilizate	Loturi/ Eșantion
I. Etapa de planificare și elaborare a design-ului studiului	Fundamentarea metodologică și etică	Elaborarea protocolului, obținerea Avizului favorabil al Comitetului de Etică, elaborarea Acordului de colaborare dintre ANSP și IMSP Institutul Oncologic	
	Selectarea zonelor și designul eșantionării	Eșantionare aleatorie stratificată, bazată pe carioajul Lambert Gisco (336 celule)	336 unități teritoriale
II. Etapa de realizare a cercetării de teren și clinice	Studiu observațional descriptiv privind distribuția concentrațiilor rezidențiale de radon în Republica Moldova, realizat pe un eșantion reprezentativ de 1100 de locuințe	Instalarea detectorilor RADTRAK ² în dormitoare, la parter și în camere de zi, cu expunere de lungă durată pe o perioadă de 3 luni. Corelarea rezultatelor cu factorii abiotici (sol, umiditate, temperatura aerului)	N = 1100 locuințe repartizate în RDD Centru, RDD Nord și RDD Sud
	Studiu de evaluare a cunoștințelor generale ale populației privind radonul	Aplicarea chestionarului standardizat AIEA (proiect STEAM RER9153), adaptat național. Interviu asistat la domiciliu sau online	N = 400 de respondenți, populație generală.

	Studiu observațional descriptiv transversal al morbidității prin cancer bronhopulmonar în Republica Moldova	Colectarea datelor din Registrele privind incidența și prevalența cancerului bronhopulmonar din cadrul ANSP Sistematizarea și extrapolarea regională a datelor privind consumul de tutun din studiul național STEPS 2021	Date statistice naționale pentru o perioadă de 10 ani
	Studiu de tip caz-control	Recrutarea cazurilor (pacienți din cadrul Institutului Oncologic cu diagnostic confirmat de cancer bronhopulmonar) și a persoanelor sănătoase, fără antecedente oncologice	n=186 L_1 — 93 cazuri L_0 — 93 controale
	Măsurarea radonului în locuințele loturilor caz-control	Monitorizarea concentrațiilor de radon prin metode active (20 de zile) în locuințele participanților la studiu	N = 186 de locuințe
III. Etapa de implementare și diseminare a rezultatelor	Analiza statistică avansată și modelarea datelor	Procesarea multivariată, analize clusteriene și de corelație. Software: SPSS, MS Excel, Statistica 10	Toate loturile integrate
	Cartografierea radonului pe teritoriul țării	Integrarea concentrațiilor în sisteme GIS și modelarea spațială conform metodologiei JRC. Harta digitală națională	
	Sinteza rezultatelor și formularea recomandărilor	Elaborarea recomandărilor pentru Planul național de control al radonului, elaborarea ghidurilor de comunicare a riscului și a pliantelor informative	
	Publicarea și diseminarea rezultatelor	Elaborarea tezei de doctorat, publicarea articolelor în reviste indexate, participarea la conferințe naționale și internaționale.	

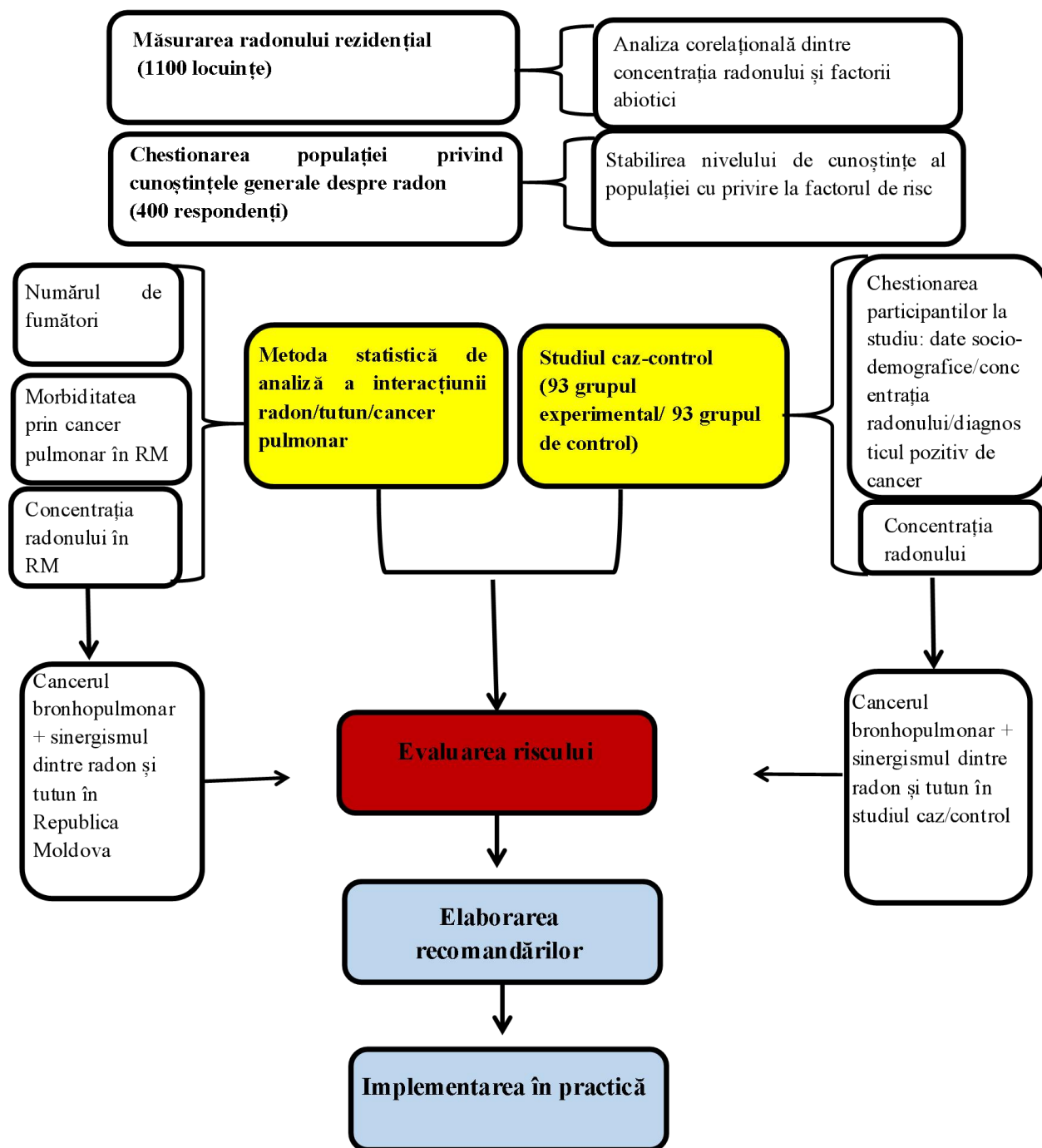


Figura 3. Designul cercetării

2.2. Metode generale de cercetare

În cadrul cercetării au fost utilizate metode complementare, corespunzătoare obiectivelor propuse și designului complex al studiului, după cum urmează:

— metoda istorico-bibliografică, pentru analiza critică a literaturii de specialitate, raportarea situației naționale la nivel internațional și fundamentarea științifică a cercetării;

- metoda epidemiologică descriptivă și analitică, utilizată în studiile privind distribuția concentrațiilor rezidențiale de radon, analiza morbidității prin cancer bronhopulmonar și realizarea studiului epidemiologic de tip caz-control;
- metoda sociologică, prin aplicarea chestionarelor standardizate pentru evaluarea nivelului de cunoștințe privind radonul și colectarea informațiilor epidemiologice în cadrul studiului caz-control;
- metode statistice descriptive, pentru prelucrarea, analiza și interpretarea datelor obținute.

Prelucrarea statistică a fost realizată cu ajutorul programelor Microsoft Excel, SPSS Statistics și Statistica 10. Analiza statistică a inclus statistica descriptivă, calculul indicatorilor de tendință centrală și variabilitate, estimarea intervalelor de încredere de 95%, analiza de corelație, analiza clusteriană, metodele fiind selectate în funcție de obiectivele și specificul fiecărui studiu.

2.3. Studiul observațional descriptiv privind concentrațiile rezidențiale de radon în Republica Moldova

Scopul și designul studiului. În vederea realizării obiectivului 1 al cercetării, a fost realizat un studiu observațional descriptiv, cu caracter național, având drept scop evaluarea distribuției spațiale a concentrațiilor de radon în locuințele din cele trei regiuni de dezvoltare ale țării – Nord, Centru și Sud – și identificarea zonelor cu risc crescut. Studiul s-a desfășurat în perioada 2020 – 2023, în cadrul Laboratorului științific Igiena radiațiilor și radiobiologie al ANSP, utilizându-se metodologia recomandată de OMS, Comisia Europeană și Agenția Internațională pentru Energie Atomică pentru monitorizarea radonului în spațiile rezidențiale. Măsurările concentrațiilor de radon rezidențial incluse în prezenta cercetare au fost efectuate în intervalul februarie – mai, corespunzător perioadei studiului. Datele provenite din studiul realizat anterior, în perioada 2018 – 2020, au fost utilizate exclusiv în scop comparativ.

Caracteristica igienico-constructivă a fondului locativ și a condițiilor geologice și climatice ale teritoriului investigat. Conform recomandărilor și practicilor internaționale, particularitățile constructive ale clădirilor, caracteristicile geologice ale terenului și condițiile climatice reprezintă factori determinanți ai variabilității concentrațiilor de radon și constituie elemente esențiale pentru identificarea zonelor prioritare din perspectiva expunerii la radiații [151 – 153]. În conformitate cu prevederile Directivei 2013/59 Euratom și recomandările internaționale, identificarea zonelor prioritare pentru radon reprezintă o componentă fundamentală a planificării măsurilor de radioprotecție și sănătate publică, oferind posibilitatea orientării intervențiilor către regiunile cu potențial radonigen crescut și a utilizării eficiente a resurselor disponibile [151 – 164].

În acest context, materialul cercetării a inclus locuințe amplasate în regiunile de dezvoltare Nord, Centru și Sud, caracterizate prin particularități geologice, climatice și constructive distincte, aspecte care au fost luate în considerare la interpretarea rezultatelor obținute.

Descrierea geografică a teritoriului investigat. Pentru asigurarea reprezentativității geografice și demografice a fondului locativ național, studiul a fost extins pe regiunile de dezvoltare Nord, Centru și Sud. Repartizarea locuințelor pe regiuni s-a efectuat în raport cu structura fondului locativ, conform datelor Biroului Național de Statistică și recomandările internaționale privind elaborarea hărților naționale de radon și identificarea zonelor prioritare de intervenție [151–153]. Cele trei regiuni investigate prezintă particularități geomorfologice și geologice distincte, caracterizate prin alternanța câmpiilor, podișurilor și zonelor colinare, precum și prin diferențe privind structura litologică și proprietățile solurilor. Aceste particularități influențează procesele de generare, migrare și exhalare a radonului din sol către atmosferă și, ulterior, acumularea în spațiile interioare [153–159].

Caracteristica geologică. Din aspect geologic, teritoriul țării este format predominant din roci sedimentare, reprezentate prin calcare, marne, argile, nisipuri și depozite loessoide, cu variații regionale privind permeabilitatea și gradul de fisurare. Difuzia radonului este favorizată de solurile poroase și permeabile, precum nisipurile și aluviunile, dar și de rocile fisurate, care facilitează migrarea gazului către suprafață [158, 159].

Caracteristica climatică. Republica Moldova este caracterizată printr-un climat temperat-continental, cu veri calde și ierni relativ blânde. Condițiile climatice pot influența variațiile diurne și sezoniere ale concentrației de radon prin modificările generate la nivelul suprafeței solului, al presiunii atmosferice, al umidității și al regimului de ventilație naturală a locuințelor, interacțiunea acestor factori fiind menționată în numeroase surse [160–163]. În cadrul cercetării au fost analizați următorii factori abiotici: temperatura medie și maximă a aerului, temperatura la suprafața solului, umiditatea relativă și umiditatea minimă a aerului, în vederea evaluării relației dintre condițiile climatice și concentrațiile rezidențiale de radon.

Caracteristica igienico-constructivă a locuințelor. În prezentul studiu au fost incluse locuințe individuale și apartamente din mediul urban și rural, construite în perioada anilor 1820–prezent. Au fost analizate caracteristici precum tipul construcției, materialele de construcție, existența subsolului, tipul fundației, numărul de niveluri și particularitățile sistemului de ventilație. Aceste variabile au fost incluse în protocolul de cercetare, sistematizate împreună cu datele privind concentrația radonului și prezentate în Anexa 3 a prezentei cercetări.

Materialul cercetării. Materialul cercetării a fost constituit din aerul din 1099 de locuințe selectate prin eșantionare aleatorie stratificată, reprezentative pentru fondul locativ al Republicii

Moldova, din regiunile de dezvoltare Nord, Centru și Sud, cu excluderea unităților administrativ-teritoriale din UTA Găgăuzia, din cauza limitărilor de acces în perioada desfășurării studiului.

Calculul dimensiunii eșantionului și asigurarea reprezentativității. În vederea asigurării reprezentativității eșantionului, dimensiunea acestuia a fost calculată utilizând formula pentru determinarea mărimii eșantionului în populații finite, recomandată pentru studii epidemiologice descriptive și investigații populaționale. Pentru calcul au fost utilizate datele privind fondul locativ, prezentate în Anuarul Statistic al Republicii Moldova, 2020, compartimentul „Fondul locativ” (unități), utilizând formula lui Lwanga și Lemeshow (1991).

$$n = N t^2 P q / N \Delta x^2 + t^2 P q,$$

unde: n – volumul eșantionului; N – numărul total al caselor de locuit individuale, în anul 2019; t – factorul de probabilitate egal cu 1,96 (95,0%); P – probabilitatea de apariție a fenomenului (0,5); q – contraprobabilitatea, $q = 1 - P$; Δx – eroarea – limită admisă egală cu 0,03 (3%)

Conform datelor din Anuarul Statistic, numărul total al locuințelor a fost $N = 897\ 632$. Aplicarea formulei a condus la o dimensiune minimă a eșantionului de 1065 locuințe. Pentru a compensa eventualele pierderi de date sau excluderea unor înregistrări nevalide, a fost planificat un eșantion de 1100 de locuințe. În setul final de date au fost incluse 1099 de locuințe cu înregistrări valide, număr care depășește dimensiunea minimă calculată a eșantionului, conform tabelului 2.

Tabelul 2 . Distribuția spațială a eșantionului în funcție de fondul locativ regional

Regiune	Numărul de măsurători	Ponderea în eșantion (%)	Fondul locativ (nr. locuințe)	Ponderea în fondul locativ real (%)
Nord	396	36	321 859	36,4
Centru	450	41	364 495	41,2
Sud	253	23	198 844	22,4
Total	1099	100	885 198	100

**Notă: RDD Sud include raioanele arondate administrativ, cu excluderea unităților administrativ-teritoriale din componența UTA Găgăuzia. Datele disponibile pentru localitățile din UTA Găgăuzia au fost utilizate separat în analiza cartografică și în clasificarea teritorială a zonelor de risc.*

Distribuția eșantionului pe regiuni a reflectat structura fondului locativ național, diferențele dintre ponderea fondului locativ real și ponderea locuințelor incluse în studiu fiind minime, ceea ce confirmă reprezentativitatea acestuia la nivel național. În vederea asigurării acestei reprezentativități, teritoriul țării a fost stratificat în funcție de cele trei regiuni de

dezvoltare, iar numărul locuințelor incluse în studiu a fost proporțional cu fondul locativ existent fiecărei regiune. Au fost incluse în fiecare regiune de dezvoltare locuințe din mediul urban și rural, iar identificarea și recrutarea acestora a fost realizată prin intermediul specialiștilor din cadrul Centrelor de Sănătate Publică teritoriale, conform protocolului Programului național MOL9007 și criteriilor de includere stabilite în cercetare. Astfel, au fost incluse locuințe din localitățile arondate fiecărui Centru de Sănătate Publică teritorial, asigurându-se acoperirea geografică a regiunilor. Analiza s-a efectuat pe baza setului de date validat al Programului național MOL9007, implementat cu suportul AIEA. Toate cele 1099 de determinări incluse în analiza finală au parcurs procedurile de validare tehnică și control al calității, asigurându-se completitudinea și integritatea setului de date utilizat. Numărul final al înregistrărilor valide a rămas superior dimensiunii minime calculate a eșantionului, de 1065 de locuințe.

Criterii de includere și excludere. Pentru asigurarea reprezentativității și a calității măsurătorilor au fost stabilite criteriile de includere și excludere a locuințelor participante la studiu.

- *Criteriile de includere a locuințelor în studiul măsurării radonului:* – locuințe situate pe teritoriul Republicii Moldova , conform RDD Nord , Centru și Sud; – locuințe din mediul urban și rural; – construcții rezidențiale utilizate ca spațiu locativ permanent; – locuințe cu acces facil pentru amplasarea detectorilor de radon în zona locuită (parter, dormitor sau cameră pentru oaspeți); – locuințe ai căror proprietari oferă consimțământul informat pentru măsurarea radonului în interior.
- *Criterii de excludere a locuințelor:* – locuințe nelocuite sau utilizate temporar(case de vacanțe); – locuințe cu acces dificil sau imposibil pentru amplasarea detectorilor în condiții optime; – clădiri necorespunzătoare pentru amplasarea detectorilor (de exemplu, cu ventilație excesivă necontrolată care poate influența măsurările); – locuințe cu modificări structurale recente care pot afecta concentrația radonului (ex:lucrări de etanșare, renovări majore); – locuințe ai căror proprietari au refuzat să ofere consimțământul pentru efectuarea măsurărilor.

Metodologia măsurării concentrației de radon. Conform metodologiei europene de determinare a concentrației de radon în aerul din interior, detectorii au fost amplasați în zona locuită a casei, la parter, în dormitor sau în camera de zi, unde se presupune cea mai mare acumulare de radon datorită contactului direct cu solul. Detectorii au fost plasați la o înălțime cuprinsă între 0,8 și 2 metri deasupra podelei, la distanță de ferestre, uși sau surse de ventilație. Pentru a evita influența condițiilor meteorologice extreme, perioada de măsurare a fost stabilită la 90 de zile, reprezentând un interval mediu optim pentru evaluarea concentrației sezoniere de radon rezidențial [120, 164]. Pentru determinarea concentrației de radon au fost utilizați detectori

pasivi de tip RADTRAK², (Radonova Laboratories, Suedia), bazați pe tehnologia *SSNTD – Solid State Nuclear Track Detector* (CR – 39). Principiul de funcționare constă în înregistrarea urmelor particulelor alfa emise în timpul dezintegrării radonului și a descendenților săi. Urmele au fost ulterior dezvoltate chimic și numărate optic în laborator, iar rezultatele au fost exprimate în becquerel pe metru cub (Bq/m³). Această metodă este recomandată pentru monitorizarea de lungă durată datorită stabilității, preciziei și reproductibilității ridicate [120, 162, 164]. După finalizarea perioadei de expunere, detectorii au fost sigilați individual, codificați și expediați către laboratorul Radonova Laboratories AB (Uppsala, Suedia), laborator de referință acreditat conform ISO/IEC 17025 pentru măsurarea radonului în aer. Analiza chimică și citirea urmelor au fost realizate exclusiv în acest laborator, utilizând proceduri standardizate la nivel internațional, ceea ce asigură trasabilitatea și validarea metrologică a rezultatelor. Ulterior, acestea au fost transmise în format electronic, incluzând valorile medii ale concentrației de radon pentru fiecare detector și incertitudinea asociată măsurării. Pentru reprezentarea spațială a datelor, s-a aplicat metodologia științifică a Centrului Comun de Cercetare (JRC) al Comisiei Europene. Teritoriul țării a fost împărțit într-un carouaj standardizat Lambert-GISCO, format din 336 de celule pătrate, fiecare cu dimensiunea de 10 x 10 km. Această metodologie are la bază crearea unei grile de referință paneuropene, conform criteriilor inițiativei INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*) pentru armonizarea și standardizarea datelor spațiale, oferind astfel posibilitatea comparării, raportării și integrării datelor în sistemele internaționale [164]. Datele obținute au contribuit la elaborarea hărții naționale a radonului, în conformitate cu recomandările Directivei 2013/59/Euratom, care prevede stabilirea nivelurilor de referință și elaborarea măsurilor de protecție a populației față de expunerea la radon [20, 117 – 119].

2.4. Studiul privind evaluarea cunoștințelor populației referitoare la radon și efectele acestuia asupra sănătății

Scopul și designul studiului. În vederea identificării nivelului de cunoștințe, a percepției riscului și a necesităților de informare ale populației privind expunerea la radon, precum și pentru fundamentarea măsurilor de control, prevenire și diminuare a expunerii populației la radon, prin elaborarea recomandărilor și a instrumentelor de comunicare a riscului, a fost realizat un studiu observațional descriptiv transversal. Studiul s-a desfășurat în anul 2023, utilizându-se un chestionar standardizat elaborat după modelul AIEA, în cadrul proiectului regional STEAM-RER9153, adaptat contextului național.

Materialul cercetării și populația investigată. Materialul cercetării a fost constituit din răspunsurile obținute de la persoane din populația generală a Republicii Moldova, cu vârsta peste 16 ani. Dimensiunea eșantionului a fost calculată utilizându-se formula pentru populații finite, recomandată pentru studii epidemiologice descriptive, în baza datelor furnizate de Biroul

Național de Statistică, conform căreia populația eligibilă constituia 2 147 160 de persoane. Pentru un interval de încredere de 95% și o eroare maximă admisă de 5%, dimensiunea minimă calculată a eșantionului a fost de 384 de respondenți, iar pentru creșterea preciziei rezultatelor obținute și asigurarea unei distribuții echilibrate a respondenților pe categorii sociodemografice, au fost incluși 400 de respondenți. Participanții au fost recrutați printr-o metodă de eșantionare neprobabilistică, utilizând o strategie mixtă de colectare a datelor. În analiză au fost incluse 400 de chestionare completate integral și validate. Având în vedere utilizarea unei metode de eșantionare neprobabilistice, rezultatele obținute descriu caracteristicile eșantionului investigat și nu permit extrapolarea statistică a concluziilor la întreaga populație, însă servesc drept un instrument de ghidare în procesul de elaborare a politicilor și a strategiei de comunicare a riscului.

Instrumentul de cercetare și colectarea datelor. Chestionarul a inclus întrebări referitoare la: nivelul cunoștințelor generale privind radonul (surse, efecte asupra sănătății, proprietăți radioactive și metode de prevenire); percepția și atitudinea respondenților față de riscurile generate de expunerea la radon; comportamentele preventive (ventilarea locuinței, atitudinea față de remedierea problemei radonului); precum și sursele și canalele de informare și încrederea acordată acestora. Varianta integrală a chestionarului este prezentată în Anexa nr. 1. Chestionarul a fost distribuit electronic și fizic, în format tipărit, prin intermediul specialiștilor implicați în proiect.

Criterii de includere și excludere. În studiu au fost incluși respondenții care au îndeplinit următoarele criterii: – vârsta de minimum 16 ani; – domiciliul în Republica Moldova; – exprimarea acordului de participare la cercetare.

Au fost excluse din analiză: – persoanele care au refuzat participarea; – chestionarele incomplete sau completate necorespunzător.

Validarea și analiza statistică a datelor. Validitatea chestionarelor a fost verificată prin controlul consistenței și completitudinii datelor, fiind incluse în analiza statistică doar chestionarele completate integral. Datele au fost introduse într-o bază de date electronică, cu codificarea răspunsurilor, iar ulterior rezultatele au fost prelucrate statistic prin metode de statistică descriptivă, calcularea frecvențelor absolute și relative (procente), precum și estimarea intervalelor de încredere de 95% pentru principalele variabile investigate. Rezultatele au fost prezentate sub formă de tabele și reprezentări grafice, iar concluziile obținute au fundamentat elaborarea recomandărilor privind comunicarea riscului și a măsurilor de sănătate publică destinate reducerii expunerii populației la radon.

2.5. Studiul observațional descriptiv privind morbiditatea prin cancer bronhopulmonar în Republica Moldova și evaluarea statistică a interacțiunii dintre expunerea la radon și consumul de tutun

Scopul și designul studiului. Pentru evaluarea distribuției temporale și teritoriale a morbidității prin cancer bronhopulmonar în Republica Moldova, precum și determinarea relației dintre expunerea la radon, consumul de tutun și indicatorii morbidității prin cancer bronhopulmonar, a fost realizat un studiu observațional descriptiv, bazat pe analiza registrelor naționale și a bazelor de date epidemiologice disponibile. Studiul a urmărit integrarea datelor privind concentrațiile de radon, prevalența și incidența prin cancer bronhopulmonar și prevalența consumului de tutun, pentru identificarea asocierii distribuției regionale și naționale a factorilor de risc.

Materialul cercetării și sursele de date. Materialul cercetării a fost constituit din date secundare provenite din trei surse principale. Datele privind morbiditatea prin cancer bronhopulmonar au fost preluate din registrele naționale gestionate de Departamentul Management Date în Sănătate al ANSP și din Anuarele statistice oficiale pentru perioada 2012 – 2020. Au fost colectați și analizați indicatorii de incidență și prevalență, raportați la 100 000 de locuitori, disponibili pe regiuni de dezvoltare, sexe, grupe de vârstă și mediu de reședință. Datele au fost sistematizate într-o bază de date electronică și utilizate pentru calcularea indicatorilor analizei descriptive și compararea acestora la nivel teritorial. În cadrul cercetării nu s-a efectuat standardizarea ratelor după vârstă, fiind utilizați indicatorii oficiali publicați [181]. Indicatorii de incidență și prevalență au fost dezagregați pe regiuni de dezvoltare, sex, grupe de vârstă și mediul de reședință, fără standardizarea suplimentară a ratelor. Datele privind concentrațiile rezidențiale de radon au fost preluate din studiul național de măsurare a radonului desfășurat în cadrul Programului MOL9007. Datele privind prevalența consumului de tutun au fost preluate din studiile naționale STEPS 2013 și STEPS 2021, realizate conform metodologiei OMS. Deoarece aceste studii publică rezultatele la nivel național, fără distribuție pe regiunile de dezvoltare ale Republicii Moldova, pentru realizarea analizei pe regiuni a fost necesară estimarea distribuției regionale a fumătorilor [182]. Studiul STEPS 2013 a inclus 4807 respondenți, iar studiul STEPS 2021 - 4097 respondenți cu vârsta cuprinsă între 18 și 69 de ani, provenind din mediul urban și rural. O dificultate majoră a acestui studiu a constat în indisponibilitatea unor date dezagregate, privind consumul de tutun, pe regiuni. Pentru a depăși această constrângere metodologică, s-a recurs la extrapolarea proporțională a datelor, utilizând informațiile disponibile de la Biroul Național de Statistică (<https://statistica.gov.md/ro>). Astfel, a fost determinată proporția fumătorilor în funcție de grupa de vârstă, sex, mediul de reședință, raportată la populația totală corespunzătoare fiecărei categorii. Pe baza acestor proporții a fost

estimat numărul de fumători pentru fiecare regiune administrativă a țării, prin aplicarea ponderii specifice fiecărei categorii demografice asupra populației regionale respective. Ulterior, aceste date au fost utilizate pentru calcularea numărului estimat de fumători la 100 000 de locuitori, care a servit drept variabilă cantitativă de referință în analiza ulterioară a asocierii dintre consumul de tutun, expunerea la radon și incidența CBP. Utilizarea datelor din studiul STEPS a permis evaluarea distribuției consumului de tutun la nivel populațional și integrarea acestui factor de risc în analiza relației dintre expunerea la radon și morbiditatea prin CBP.

Metodologia evaluării statistice a interacțiunii dintre expunerea la radon și consumul de tutun. Evaluarea statistică a interacțiunii dintre expunerea rezidențială la radon, consumul de tutun și morbiditatea prin cancer bronhopulmonar a fost realizată prin integrarea datelor în programul Statistica 7.0. Pentru identificarea similitudinilor dintre regiunile de dezvoltare și evidențierea tiparelor de asociere dintre variabilele utilizate, a fost aplicată analiza cluster ierarhică. Clasificarea s-a realizat pe baza măsurării distanței dintre cluster, iar rezultatele au fost reprezentate grafic sub forma dendrogramelor, care au permis identificarea clusterelor pe regiuni și la nivel național [183–185]. Figura 4 ilustrează schema metodologică utilizată pentru integrarea și analiza datelor din studiu, iar aplicarea metodelor statistice a permis atât descrierea distribuției datelor, cât și identificarea relațiilor și a grupărilor teritoriale cu caracteristici similare, contribuind la evaluarea relației dintre expunerea la radon și consumul de tutun.

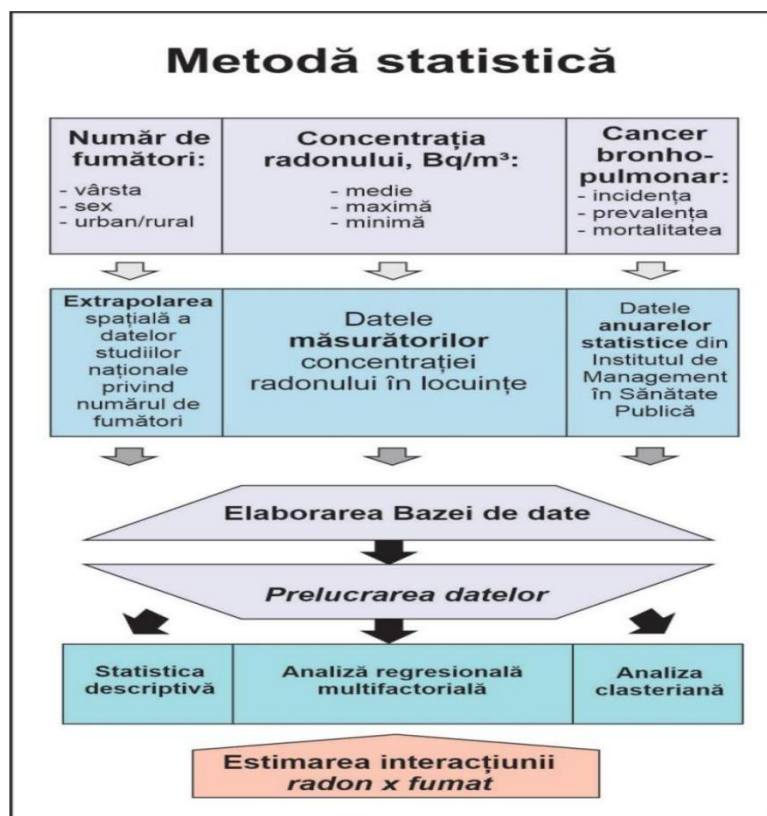


Figura 4. Schema metodologică a evaluării statistice a interacțiunii dintre expunerea rezidențială la radon, consumul de tutun și morbiditatea prin cancer bronhopulmonar

2.6. Studiul epidemiologic analitic de tip caz–control privind asocierea dintre expunerea rezidențială la radon și cancerul bronhopulmonar

Scopul și designul studiului. Evaluarea asocierii dintre expunerea rezidențială la radon, consumul de tutun și riscul de dezvoltare a cancerului bronhopulmonar, a fost realizată prin intermediul studiului epidemiologic observațional analitic de tip caz-control, desfășurat în perioada 2023 – 2025. Studiul a avut ca scop estimarea asocierii dintre expunerea rezidențială la radon și apariția cancerului bronhopulmonar, precum și evaluarea efectului combinat al expunerii la radon și consumului cronic de tutun asupra riscului de dezvoltare a acestei patologii.

Populația de studiu și grupurile de comparație. Populația de studiu a fost constituită din persoane diagnosticate cu cancer bronhopulmonar și persoane sănătoase fără antecedente oncologice, repartizate în două loturi de comparație. Lotul caz a inclus pacienți cu diagnostic confirmat histologic de CBP, recrutați din cadrul Institutului Oncologic. Lotul martor a fost constituit din persoane sănătoase, selectate din vecinătatea imediată a participanților din lotul caz, în vederea asigurării unei expunerii comparabile la factorii de risc, în special concentrațiile rezidențiale de radon. Această strategie de selecție a permis reducerea influenței variațiilor geografice asupra nivelurilor concentrației de radon și a oferit posibilitatea comparării celor două grupe.

Calculul dimensiunii eșantionului. Dimensiunea eșantionului a fost calculată utilizând formula pentru studiile caz–control neîmperecheate, cu raport caz de 1:1, conform metodologiei epidemiologice clasice [183–185].

$$r = n_0 / n_1 :$$

$$n_1 = [Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\tilde{p}(1-\tilde{p})(1+1/r)} + Z_{1-\beta} \sqrt{p_1(1-p_1) + p_0(1-p_0)/r}]^2 / (p_1 - p_0)^2$$

$$n_0 = r \cdot n_1$$

unde: $\tilde{p} = p_1 + r \cdot p_0 / 1 + r$, proporția pooled; n_1 – numărul de cazuri; $n_0 = r \times n_1$ = numărul de controale; p_1 – proporția expunerii în grupul martor; p_0 – proporția expunerii în grupul de control; $r = n_0/n_1$, raportul control/caz; $Z_{1-\alpha/2}$ – valoarea Z pentru nivelul de semnificație α ; $Z_{1-\beta}$ – valoarea Z pentru puterea testului $1-\beta$;

Pentru calcul au fost utilizați următorii parametri: proporția estimată a expunerii la radon în lotul martor ($p_0 = 0,30$), proporția estimată a expunerii în lotul caz ($p_1 = 0,50$), nivelul de semnificație $\alpha = 0,05$ ($Z = 1,96$), puterea statistică de 80% ($Z = 0,84$) și raportul caz/control de 1:1.

Dimensiunea minimă calculată a eșantionului a fost de 93 participanți pentru fiecare grup.

Modalitatea de selecție a cazurilor și controalelor. Inițial au fost identificați 93 de pacienți eligibili pentru includerea în lotul caz, însă, din cauza evoluției fulminante a bolii, diagnosticarea cu preponderență în stadiile III și IV și decesul unor pacienți înainte de efectuarea

măsurătorilor concentrației radonului, nu a fost posibilă evaluarea tuturor participanților din considerente etice. În analiza finală au fost incluse 72 de anchete epidemiologice complete, dintre care pentru 69 de pacienți au fost obținute măsurătorile de radon. Trei participanți au fost excluși din analiza expunerii la radon din cauza refuzului efectuării măsurătorilor. Pentru constituirea lotului martor au fost selectați 106 persoane, care locuiau în vecinătatea imediată a pacienților.

Tehnici utilizate pentru reducerea erorilor sistematice. Pentru limitarea erorilor sistematice, lotul martor a fost selectat din aceeași zonă geografică cu lotul caz, asigurând expunerea comparabilă la factorii de mediu. În ambele loturi au fost aplicate aceleași instrumente și același protocol de colectare a datelor și de măsurare a concentrației rezidențiale de radon. Comparabilitatea grupurilor a fost verificată prin analiza caracteristicilor socio-demografice (vârstă, sex, mediu de reședință).

Colectarea datelor. Datele au fost colectate utilizând chestionarul elaborat în cadrul cercetării și protejat prin drept de autor, Certificatul de înregistrare a obiectului dreptului de autor, seria O, nr. 7074 din 18.10.2021, eliberat de AGEPI. Chestionarul a inclus 15 întrebări structurate în trei compartimente referitoare la caracteristicile socio-demografice, caracteristicile locuinței, istoricul consumului de tutun, nivelul de expunere la radon și informațiile privind diagnosticul histologic. Concentrațiile rezidențiale de radon au fost determinate în locuințele participanților utilizându-se detectori activi, pe o perioadă de 20 de zile.

Criterii de includere și excludere. Au fost stabilite următoarele criterii de includere: — pacienți cu diagnostic confirmat de cancer bronhopulmonar (lotul caz); — persoane fără antecedente oncologice (lotul control); — domiciliu permanent în locuința investigată (peste 30 de ani); — acordul informat pentru participarea la studiu.

Criterii de excludere: — refuzul participării; — imposibilitatea efectuării măsurătorilor de radon; -date incomplete privind factorii de risc investigați.

Analiza statistică. Analiza statistică a fost realizată prin intermediul programelor Microsoft Excel, SPSS și Statistica 10. Asocierea dintre expunerea la radon și cancerul bronhopulmonar a fost estimată prin calcularea odds ratio (OR), a intervalului de încredere de 95% și a nivelului de semnificație statistică. Pentru evaluarea efectului combinat al expunerii la radon și a consumului de tutun au fost utilizate metode de analiză multivariată, conform obiectivelor cercetării.

2.7. Metode și aparate pentru măsurarea concentrației rezidențiale de radon

Determinarea concentrațiilor de radon în cadrul cercetării s-a realizat utilizând metoda pasivă de măsurare, recomandată pentru studiile populaționale și monitorizarea pe termen lung a expunerii la radon [153, 163, 164]. Conform standardului ISO 11665 — 4, măsurările cu o durată de

minimum o lună sunt considerate măsurări pe termen lung, acestea oferind o estimare reprezentativă a concentrației medii anuale de radon, minimalizând influența variabilelor de microclimat [153, 165, 166]. În cadrul studiului au fost utilizați detectori pasivi de tip RADTRAK², amplasați în locuințe pe o perioadă de 90 de zile. Alegerea acestei metode a fost determinată de capacitatea detectorilor de a integra variațiile concentrației radonului pe întreaga perioadă de expunere, reducând influența fluctuațiilor diurne și sezoniere, permițând astfel, estimarea unei concentrații medii reprezentative [163, 167]. După perioada de expunere a detectorilor RADTRAK², au fost analizați în laborator prin proceduri standardizate, iar densitatea urmelor microscopice de pe suprafața acestora a fost convertită în concentrații de activitate a radonului, exprimată în Bq/m³ [167].



Pentru măsurările de scurtă durată efectuate în cadrul studiului caz-control au fost utilizați detectorii RadonEye+2, care permit monitorizarea continuă a concentrației de radon și actualizarea automată a valorilor măsurate la intervale regulate, furnizând informații despre concentrația înregistrată în timp real [168].

2.8. Metode matematice de calculare a riscului pentru sănătate a expunerii la radon (calcularea dozelor expunerii la radon conform formulelor recomandate de AIEA)

Evaluarea impactului biologic al expunerii rezidențiale la radon s-a realizat prin calcularea dozei efective anuale și a riscului suplimentar de cancer pulmonar pe durata vieții, utilizând metodele recomandate de AIEA, Comisia Internațională pentru Protecție Radiologică și OMS [118, 170—177]. Interpretarea rezultatelor a fost realizată în raport cu nivelul național de referință pentru radon de 300 Bq/m³, în conformitate cu Standardele Internaționale de Securitate ale AIEA și recomandările Directivei 2013/59 Euratom [118, 170].

Doza efectivă anuală a fost calculată pentru fiecare locuință, utilizându-se formula:

$$E = C \times T \times DCF$$

unde: C – concentrația radonului, măsurată prin metode pasive în spațiile rezidențiale; $T = 7000$ de ore, reprezintă timpul standard de expunere predominant rezidențială; $DCF = 0,0000067$, reprezintă factorul de conversie utilizat pentru expunerea internă la radon (prin inhalare), la un efort adaptat condițiilor obișnuite de viață.

Valorile obținute sunt raportate în mSv/an, iar rezultatele sunt comparate cu nivelurile de referință internaționale, sub 4 mSv/an [171–177].

Calcularea riscului de cancer în exces de-a lungul vieții (%). Estimarea riscului suplimentar de cancer pulmonar pe durata vieții a fost realizată utilizând aplicația Radon Individual Dose Calculator (WISE Uranium Project), care implementează coeficienții de doză și de risc recomandați de CIPR și AIEA [178–180]. Modelul aplicației permite estimarea automată a ratei dozei, a dozei efective anuale și a riscului de cancer pulmonar pe baza concentrației măsurate de radon, prin utilizarea coeficienților de conversie și a parametrilor de expunere prestabiliți conform recomandărilor CIPR, care pot fi modificați în funcție de scenariul de expunere analizat. Unitatea de măsură a radonului se alege corespunzător rezultatului care urmează a fi analizat, astfel s-a utilizat unitatea de măsură Bq/m³ [178–180]. În evaluarea expunerii s-a utilizat un factor de echilibru dintre radon și descendenții săi radioactivi, calculat conform relației:

$F = (0,106 \text{ cPo-218} + 0,514 \text{ cPb-214} + 0,380 \text{ cBi-214}) / \text{cRn-222}$, unde: F —factor de echilibru, c —concentrațiile radonului.

Valorile tipice sunt 0,4 pentru spațiul interior sau serviciu și 0,6 pentru mediul exterior, coeficienți care sunt bifați automat conform obiectivului propus în cercetare. Estimarea riscului a fost realizată utilizând coeficienții de risc exprimați în Working Level Month (WLM), unitate care cuantifică expunerea cumulativă la radon și produșii săi de dezintegrare. Calculul s-a bazat pe coeficienții de doză recomandați de CIPR pentru populația generală, respectiv 9 mSv/WLM, conform celor mai recente recomandări internaționale [136, 178–180]. Pe baza parametrilor introduși (concentrația de radon, durata expunerii, factorul de echilibru și coeficienții de doză), aplicația a furnizat următorii indicatori:

- Rata dozei (nSv/h);
- Doza efectivă anuală (mSv/an);
- Riscul suplimentar de cancer pulmonar pe durata vieții (%).

Concentrațiile de radon determinate în cele 1100 de locuințe investigate au fost introduse individual în aplicația Radon Individual Dose Calculator, utilizând aceiași parametri de expunere și coeficienți de calcul pentru toate observațiile. Pentru fiecare locuință au fost estimate rata dozei, doza efectivă anuală și riscul suplimentar de cancer pulmonar pe durata vieții. Ulterior,

valorile obținute au fost grupate în funcție de intervalele concentrației rezidențiale de radon (≤ 50 Bq/m³, 51 – 100 Bq/m³, 101 – 150, 151 – 200 Bq/m³, 201 – 250 Bq/m³, 251 – 300 Bq/m³ și ≥ 300 Bq/m³), iar proporția locuințelor corespunzătoare fiecărei categorii de risc a fost analizată separat pentru RDD Nord, Centru și Sud.

2.9. Metodologia cartografierii concentrațiilor de radon rezidențial

Cartografierea concentrațiilor rezidențiale de radon a fost realizată în vederea reprezentării spațiale a distribuției nivelurilor de radon pe teritoriul țării și identificării zonelor cu potențial crescut de expunere. Elaborarea hărții s-a efectuat în conformitate cu metodologia recomandată de Joint Research Centre pentru cartografierea radonului la nivel european. Datele utilizate pentru cartografiere au provenit din măsurările efectuate în cele 1100 de locuințe incluse în studiul național. Pentru fiecare punct de măsurare au fost înregistrate concentrația de radon, coordonatele geografice (latitudine și longitudine), regiunea de dezvoltare și caracteristicile generale ale locuinței. Datele au fost sistematizate în format electronic și supuse procedurilor de validare și verificare înainte de integrarea în sistemul informațional geografic. În cadrul etapei de prelucrare, coordonatele geografice au fost transformate și normalizate în sistemul de proiecție UTM WGS84, zona 35N, pentru asigurarea unei reprezentări spațiale unitare. Ulterior, baza de date a fost importată într-un software GIS, unde au fost aplicate metode de interpolare spațială pentru estimarea distribuției concentrațiilor de radon între punctele de măsurare și generarea hărții naționale a radonului. Calitatea datelor utilizate pentru cartografiere a fost asigurată prin verificarea consistenței bazei de date, validarea coordonatelor geografice și eliminarea valorilor neconforme, iar performanța modelului de interpolare a fost evaluată prin proceduri de încrucișare (cross-validation). Harta generată a fost utilizată pentru analiza distribuției spațiale a concentrațiilor rezidențiale de radon și identificării zonelor prioritare pentru monitorizare și implementarea măsurilor de remediere.

2.10. Limitările metodologice ale cercetării

Prezența teză de doctorat a fost elaborată în condiții metodologice și logistice care, deși au permis obținerea unor rezultate relevante privind evaluarea expunerii populației la radon și riscul asociat pentru sănătate, impun recunoașterea unor limitări ce trebuie luate în considerare în interpretarea acestora. O limitare importantă a studiului derivă din caracterul său predominant observațional, specific cercetărilor epidemiologice de acest tip, care nu permite stabilirea unei relații de cauzalitate directe între expunerea la radon și apariția cancerului bronhopulmonar, ci doar identificarea unei asocieri statistice semnificative. Chiar dacă analiza datelor a fost realizată cu utilizarea unor metode statistice avansate, apelând la analize multifactoriale, clusteriene și o abordare de tip caz-control, interpretarea rezultatelor trebuie realizată în contextul limitărilor inerente acestui design al studiului.

Un potențial factor de variabilitate în evaluarea expunerii la radon este reprezentat de sezonabilitatea concentrațiilor acestuia în aerul interior. În cadrul prezentului studiu, acest aspect a fost abordat prin utilizarea măsurilor pasive cu o durată de 90 de zile, pentru care a fost aplicat coeficientul de raportare la valorile medii anuale. Conform metodologiei de măsurare a concentrației radonului în Republica Moldova, acest coeficient are valoarea 1, ceea ce permite extrapolarea directă a rezultatelor obținute pe perioada de monitorizare la concentrațiile anuale, fără introducerea unor erori sistematice suplimentare. În aceste condiții, influența sezonalității asupra interpretării rezultatelor a fost considerată limitată.

O altă limitare a studiului este legată de variabilitatea spațio-temporală a concentrațiilor de radon în aerul interior al locuințelor. Valorile obținute reflectă nivelurile măsurate în intervalele de monitorizare stabilite, însă nu pot surprinde în totalitate fluctuațiile determinate de modificări ale comportamentului locatarilor, precum regimul de ventilație, utilizarea sistemelor de încălzire sau eventuale intervenții asupra structurii locuinței.

Studiul s-a bazat, de asemenea, pe accesul voluntar al populației la locuințe pentru efectuarea măsurătorilor, cu respectarea unor criterii minime de includere, respectiv acordul persoanei pentru participare și caracterul de locuință ocupată și accesibilă măsurării. Cu toate acestea, acest mod de selecție poate genera un posibil bias de selecție, prin subreprezentarea anumitor categorii de populație sau tipuri de locuințe, fie din zonele rurale, fie din localități cu acces limitat.

În analiza interacțiunii dintre expunerea la radon și fumat au fost utilizate date secundare provenite din Studiul Național STEPS 2021, extrapolate la nivel național. Datele au fost colectate prin chestionare standardizate, însă, utilizarea informațiilor auto-declarate poate fi asociată cu limitări privind acuratețea și completitudinea raportării, în special în ceea ce privește subestimarea prevalenței fumatului sau clasificarea comportamentelor de risc.

Analiza morbidității prin cancer bronhopulmonar s-a bazat pe date furnizate de registrele oficiale ale Agenției Naționale pentru Sănătate Publică. Datele analizate au parcurs procesele de validare instituțională, dar acestea au un caracter preliminar, fiind supuse actualizării și completării periodice în cadrul procesului de consolidare a registrului național de cancer. Din acest considerent, este posibil ca unele variații temporale sau diferențe teritoriale să fie influențate de integritatea raportării, eventuale întârzieri în înregistrarea cazurilor sau ajustări metodologice ale sistemului de colectare a datelor, aspecte care trebuie avute în vedere la interpretarea rezultatelor, în special în analiza tendințelor și a corelațiilor la nivel populațional.

În cadrul componentei de tip caz-control a studiului, care a vizat evaluarea expunerii la radon în rândul pacienților diagnosticați cu cancer bronhopulmonar, nu a fost posibilă atingerea dimensiunii eșantionului inițial propuse. Această situație a fost determinată de particularitățile evolutive ale bolii, majoritatea pacienților incluși fiind diagnosticați în stadii avansate (III – IV),

caracterizate printr-un prognostic rezervat și o evoluție rapidă. În numeroase cazuri, intervalul de timp necesar organizării și efectuării măsurătorilor de radon la domiciliu a fost depășit de decesul pacienților sau de agravarea stării clinice, situații în care participarea la studiu nu a mai fost posibilă din considerente etice. De asemenea, în unele cazuri, rudele pacienților decedați sau pacienții aflați în stare generală severă au refuzat participarea, ceea ce a condus la o complianță redusă și, implicit, la limitarea dimensiunii eșantionului analizat. Această limitare trebuie luată în considerare la etapa de interpretare a rezultatelor analizei caz-control, în special în ceea ce privește puterea statistică a studiului, fără a invalida însă, tendințele și asocierile observate. Această experiență evidențiază dificultățile practice și etice ale realizării studiilor caz-control bazate pe măsurători de expunere ambientală în rândul pacienților cu patologii oncologice avansate.

Limitările expuse anterior reflectă constrângerile metodologice, logistice și etice inerente realizării studiilor de expunere ambientală în condiții reale de teren, în special atunci când sunt investigate patologii oncologice cu evoluție severă. Acestea nu diminuează validitatea rezultatelor obținute, ci oferă cadrul necesar pentru o interpretare prudentă și contextualizată a acestora. În pofida acestor limitări, abordarea metodologică aplicată, utilizarea unor metode standardizate de măsurare și analiză, precum și concordanța rezultatelor cu datele raportate în literatura de specialitate susțin caracterul veritabil și relevanța concluziilor formulate, care pot contribui la o mai bună înțelegere a expunerii populației la radon și a implicațiilor acesteia asupra sănătății publice.

Metodologia elaborată a permis evaluarea integrată a expunerii populației Republicii Moldova la radonul rezidențial, prin combinarea măsurătorilor de teren, analizelor epidemiologice, estimării dozei efective și riscului pentru sănătate, metodelor statistice și instrumentelor GIS.

Utilizarea detectorilor pasivi RADTRAK², în conformitate cu recomandările AIEA și standardele internaționale de monitorizare a radonului, a asigurat obținerea unor rezultate standardizate și comparabile, ce pot fi raportate organizațiilor din domeniul radiațiilor.

Aplicarea metodelor de analiză statistică descriptivă și multivariată, inclusiv analiza clusteriană, a permis investigarea relațiilor dintre concentrațiile de radon, factorii de mediu, consumul de tutun și indicatorii morbidității prin cancer bronhopulmonar, precum și identificarea modelelor teritoriale de distribuție și interacțiune a factorilor de risc.

Estimarea dozei efective și a riscului suplimentar de cancer pulmonar, împreună cu integrarea datelor în sistemele GIS și utilizarea instrumentelor de cartografiere, au creat cadrul metodologic necesar pentru identificarea zonelor prioritare de intervenție și fundamentarea măsurilor de monitorizare, prevenire și control al expunerii populației la radon.

3. EVALUAREA REZULTATELOR MĂSURĂRILOR CONCENTRAȚIEI DE RADON ÎN DIVERSE TIPURI DE LOCUINȚE DIN LOCALITĂȚI URBANE ȘI RURALE ALE REPUBLICII MOLDOVA

3.1. Evaluarea rezultatelor investigațiilor radonului în diverse tipuri de locuințe din localitățile urbane și rurale

Rezultatele măsurării concentrațiilor de radon în 1099 de locuințe din localitățile urbane și rurale ale regiunilor de dezvoltare Nord, Centru și Sud din Republica Moldova au demonstrat variații regionale și de mediu semnificative. În regiunile Nord și Sud, concentrațiile de radon au fost inferioare în mediul urban, comparativ cu cel rural. O excepție se atestă în RDD Centru, unde tendința este inversă, mediul urban prezentând valori superioare. De menționat că, concentrația de radon ($M \pm SD$) în RDD Nord, Centru și Sud au constituit respectiv $199,34 \pm 203,86$; $256,08 \pm 213,48$ și $274,78 \pm 216,39$ Bq/m³ (figura 7). Valorile ridicate ale deviației standard și analiza prin box-plot indică o asimetrie pronunțată a distribuției, mediile fiind influențate de prezența unor valori extreme, în timp ce medianele reflectă mai fidel nivelul de expunere al majorității populației din aceste medii de trai și regiuni.

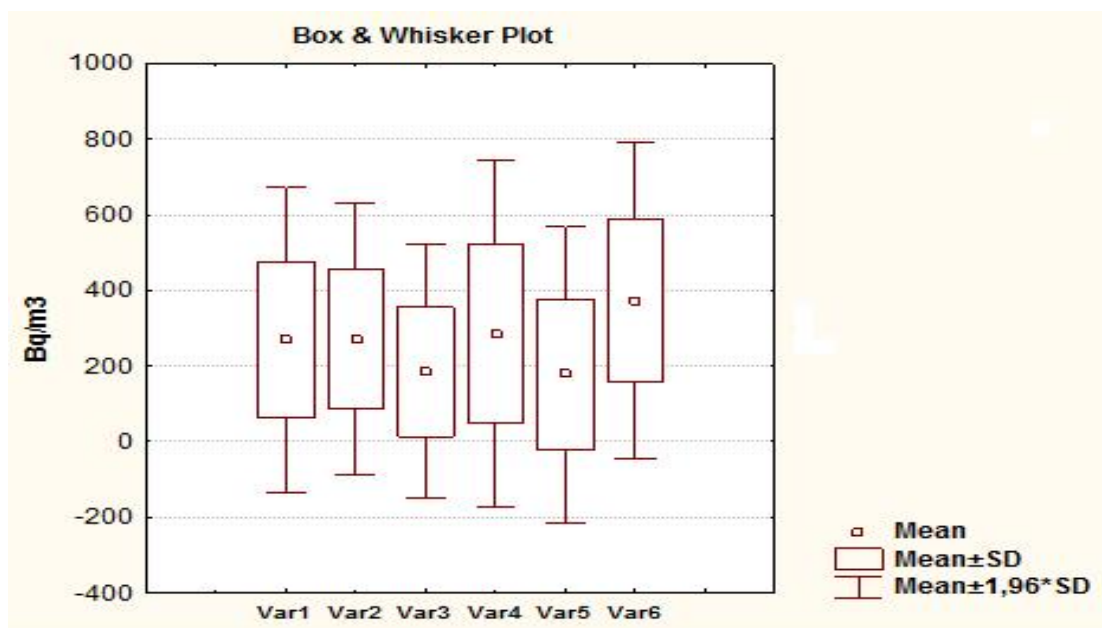


Figura 7. Concentrația radonului (Bq/m³) în regiunile de dezvoltarea ale Republicii Moldova

Var₁ – RDD Nord, localitate urbană; Var₂ – RDD Nord, localitate rurală; Var₃ – RDD Centru, localitate urbană; Var₄ – RDD Centru, localitate rurală; Var₅ – RDD Sud, localitate urbană; Var₆ – RDD Sud, localitate rurală

Studierea concentrațiilor de radon în locuințele urbane din regiunile Republicii Moldova, construite în perioada anilor 1820 – 2020, a evidențiat concentrații mai scăzute pentru cele construite în perioada 1921 – 1940 în zona de Centru, valoarea medie constituind $90,5 \pm 8,8$ Bq/m³ ($M \pm SD$), dar și în perioada 1981 – 2000 pentru toate zonele, valorile medii variind între

$204,7 \pm 10,8$ ($M \pm SD$) și $245,9 \pm 13,2$ Bq/m^3 ($M \pm SD$) și fiind mai mici comparativ cu alte valori depistate în alte perioade, care au fost cuprinse între $250,0 \pm 13,4$ și $381,8 \pm 20,5$ Bq/m^3 ($M \pm SD$), unele fiind peste nivelul național de referință al radonului (figura 8).

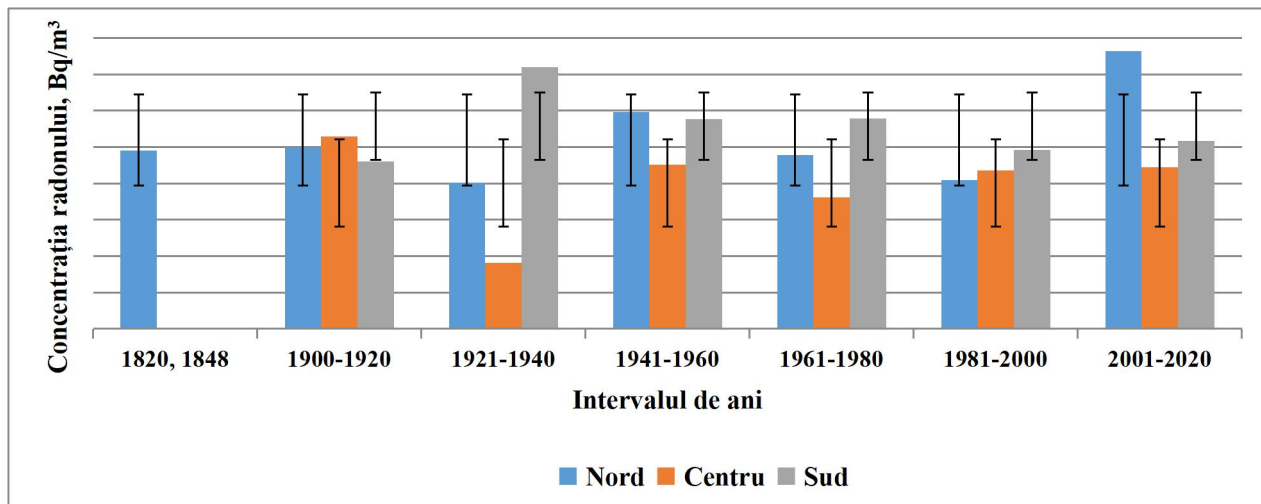


Figura 8. Distribuția concentrațiilor medii de radon ($M \pm SD$) în locuințele din urbe, construite în intervalul de ani 1820—2020, din regiunile Republicii Moldova

Concomitent, studierea concentrațiilor de radon în locuințele rurale din regiunile Republicii Moldova, construite în perioada anilor 1820 — 2020, a evidențiat valori crescute în imobilele construite în perioada anilor 1941 — 1960, cu un accent deosebit în RDD Centru, unde media a atins nivelul de $496,6 \pm 336,5$ Bq/m^3 ($M \pm SD$). O altă valoare ridicată a fost înregistrată în RDD Sud pentru locuințele construite în aceeași perioadă, constituind $375,1 \pm 101,4$ Bq/m^3 ($M \pm SD$) (figura 9).

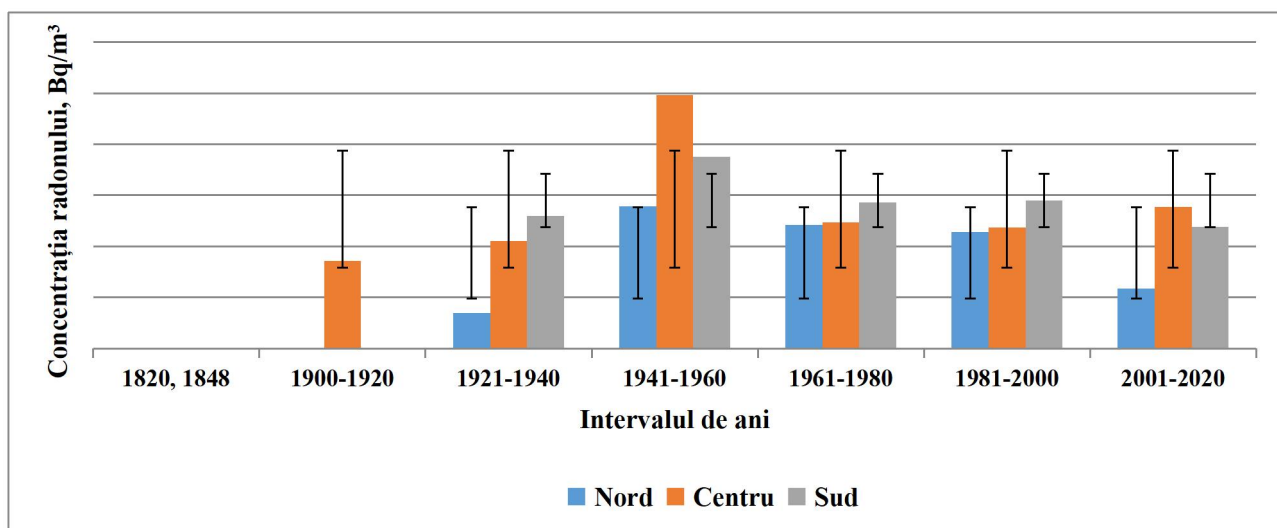


Figura 9. Distribuția concentrațiilor medii de radon ($M \pm SD$) în locuințele rurale din regiunile Republicii Moldova, construite în perioada anilor 1820—2020

3.2. Cuantificarea expunerii la radonul din aerul din locuințelor în condițiile zonelor de Nord, Centru și Sud ale Republicii Moldova

În acest subcapitol sunt prezentate rezultatele studiului privind distribuția concentrațiilor de radon rezidențial în 1099 de locuințe investigate în cele trei regiuni de dezvoltare ale Republicii Moldova (Nord, Centru și Sud). Analiza urmărește caracterizarea nivelurilor de radon la nivel național și regional, precum și influența principalilor factori constructivi, geologici și de mediu asupra concentrațiilor de radon rezidențial.

Analiza descriptivă a evidențiat diferențe între cele trei regiuni atât în ceea ce privește tendința centrală, cât și dispersia valorilor măsurate (tabelul 3). În toate regiunile, valorile medii au fost superioare medianei, indicând o distribuție asimetrică pozitivă, determinată de existența unor locuințe cu concentrații ridicate de radon.

În RDD Centru, media concentrației de radon a fost de 211,67 Bq/m³, iar mediana de 140,00 Bq/m³, ceea ce reflectă influența valorilor extreme asupra mediei. Cea mai mare concentrație măsurată în cadrul studiului a fost de 1260 Bq/m³, fiind înregistrată în regiunea Nord.

Tabelul 3. Indicatorii statisticii descriptive privind repartizarea concentrațiilor de radon în aerul din locuințele de pe teritoriul zonelor geografice Centru, Nord și Sud ale Republicii Moldova

		<i>Indicatorii statisticii descriptive</i>		
		REGIUNILE DE DEZVOLTARE		
		Centru	Nord	Sud
Total: 1099	Valide: 1099	450	396	253
Valoarea medie (M), Bq/m ³		211,67	240,55	285,57
Eroarea Standard (SEM)		9,42	11,05	12,93
Intervalul de Încredere 95%		193,2 – 230,1	220,1 – 261,0	260,5 – 310,6
Mediana (M _e), Bq/m ³		140,00	180,00	250,00
Deviația Standard (SD)		199,240	207,783	202,773
Valoarea Maximă, Bq/m ³		1160	1260	950
Amplitudine		1150	1250	940

Reprezentarea grafică de tip box-plot a distribuției concentrației de radon relevă variații regionale semnificative și o asimetrie pronunțată a datelor (figura 10). Evaluarea indicatorilor de tendință centrală indică faptul că RDD Sud (Var 3) prezintă cele mai ridicate niveluri ale concentrației de radon, mediana fiind situată vizibil mai sus față de celelalte regiuni. În contrast, RDD Nord (Var 2) și RDD Centru (Var 1) prezintă valori ale medianei mai scăzute și relativ similare, sugerând o expunere centrală comparabilă pentru majoritatea populației din aceste regiuni. O caracteristică definitorie a distribuțiilor analizate este poziționarea medianei spre limita inferioară a intervalului intercuartilic (IQR). Această configurație, în care 50% din date

sunt comprimate în partea inferioară a cutiei, indică o asimetrie pozitivă (la dreapta) accentuată. Acest fapt demonstrează că, deși majoritatea locuințelor prezintă concentrații în limitele inferioare, media aritmetică este influențată de un număr semnificativ de cazuri cu valori ridicate, care deplasează distribuția spre praguri superioare de risc. Regiunea Nord se distinge prin cea mai mare variabilitate a datelor (Range = 1250), prezentând în partea superioară valorile aberante și extreme care depășesc pragul de 1000 Bq/m³. Zona de Centru a cărei mediană este situată mai jos, prezintă, de asemenea, un număr ridicat de valori extreme, reflectând puncte critice de expunere localizată. Zona de Sud, deși are un interval non-aberant mai compact, prezintă întreaga structură a quartilelor (Q₁ – Q₃) deplasată spre praguri superioare. Faptul că limita inferioară a intervalului de încredere în Sud este apropiată de valorile mediane ale celorlalte regiuni subliniază o expunere radiologică sistemică mai înaltă, ceea ce justifică prioritizarea acestei regiuni pentru măsurile de reducere a expunerii la radon.

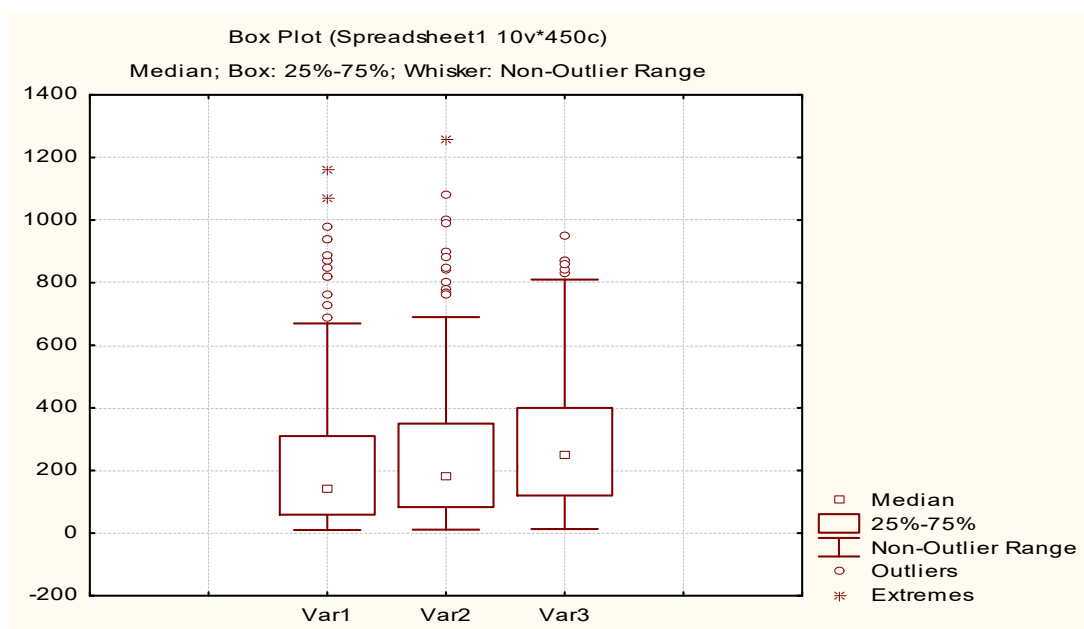
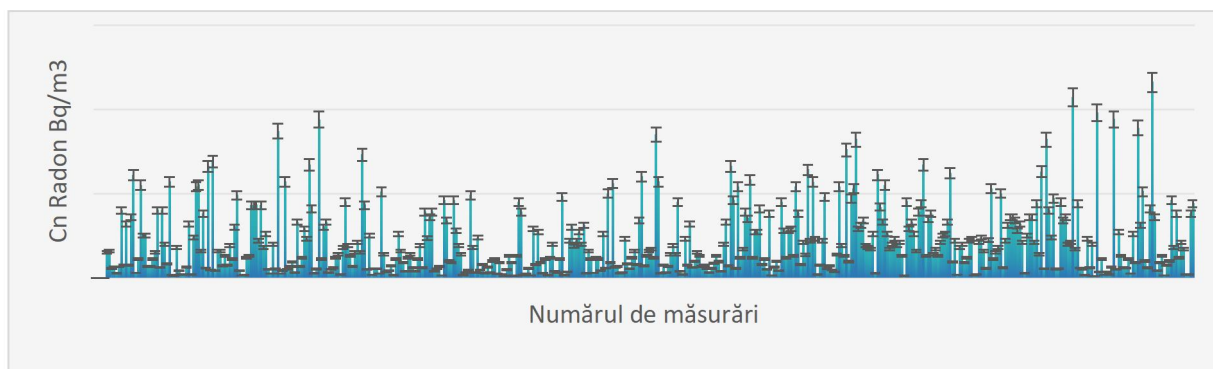


Figura 10. Concentrația radonului (Bq/m³) în locuințele de pe teritoriul Republicii Moldova

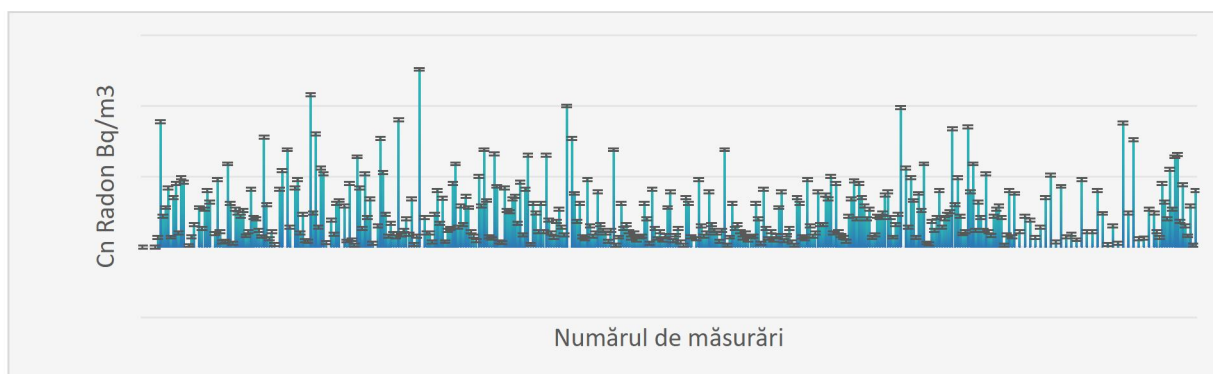
Var₁ – locuințele din RDD Centru, Var₂ – locuințele din RDD Nord, Var₃ – locuințele din RDD Sud

Studierea concentrațiilor de radon (exprimate în Bq/m³) în 457 de locuințe din RDD Centru denotă o variabilitate considerabilă a valorilor, ceea ce sugerează despre o influență semnificativă a factorilor locali (geologici, structurali sau legați de posibilitățile de ventilație) asupra nivelului de radon din interiorul locuințelor. Deși majoritatea valorilor s-au încadrat sub pragul de 300 Bq/m³, o parte semnificativă de locuințe a depășit acest prag; concomitent, pe grafic pot fi vizualizate valorile extreme înregistrate. RDD Centru a fost caracterizată de o distribuție largă a concentrațiilor de radon, iar numărul semnificativ de locuințe cu concentrații peste pragul de referință sugerează despre necesitatea monitorizării sistematice a zonei în raport

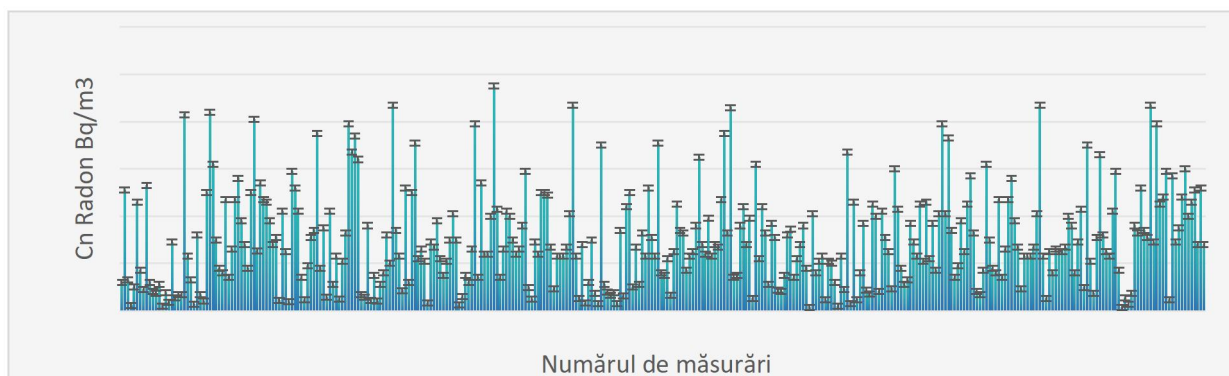
cu acest factor (figura 11). Graficul de tip bară pentru RDD Nord prezintă o dispersie semnificativă a valorilor; se observă numeroase cazuri în care concentrația radonului a atins valori de $800 - 1000 \text{ Bq/m}^3$, iar comparativ cu RDD Centru, raioanele de Nord ale țării au o distribuție eterogenă cu prezența valorilor extreme. Distribuția concentrațiilor de radon în zona Sud evidențiază prezența unor valori semnificativ ridicate comparativ cu celelalte două regiuni analizate. Se remarcă o tendință generală de creștere a nivelului de radon, cu mediana situată vizibil mai sus comparativ cu RDD Centru și RDD Nord. De asemenea, distribuția indică o dispersie relativ moderată a valorilor comparativ cu alte regiuni.



A- Centru



B-Nord



C-Sud

Figura 11. Variabilitatea concentrațiilor de radon în casele de locuit din RDD Centru (A), Nord (B) și Sud (C)

Calcularea mediei geometrice și a coeficientului de variație (tabelul 4) completează analiza, oferind o viziune mai precisă asupra stabilității datelor și a nivelului de expunere la nivel

regional. Spre deosebire de media aritmetică, media geometrică reduce impactul valorilor extreme, reflectând mai bine tendința centrală a expunerii. Valorile de 130 Bq/m³ pentru Centru, 164 Bq/m³ pentru Nord și 209,91 Bq/m³ pentru Sud confirmă ierarhia riscului la nivel național. Faptul că în Sud acest indicator rămâne ridicat sugerează o acumulare relativ constantă și generalizată a radonului, independentă de cazurile izolate. Valorile ridicate ale coeficientului de variație (94,5% în Centru, 85,8% în Nord și 71,0 % în Sud) depășesc pragul de omogenitate statistică, demonstrând o variabilitate interindividuală între locuințe importantă. Această eterogenitate justifică prezența “outlierilor” și indică faptul că tipul construcției și factorii geologici locali generează discrepanțe majore de expunere. Se remarcă faptul că, deși în RDD Sud s-a stabilit cel mai mare nivel de expunere, aceasta prezintă cel mai mic coeficient de variație, oferind un plus de stabilitate în risc, adică pericolul radiologic este distribuit mai uniform în populația din Sud (tabelul 4).

Tabelul 4. Indicatorii statistici descriptivi ai concentrațiilor de radon pe Regiunile de dezvoltare Centru, Nord și Sud

Indicatori statistici	Regiunea de dezvoltare		
	Centru	Nord	Sud
Număr valid	450	396	253
Media aritmetică	211,4067	244,1671	286,2267
Mediana	140,0000	180,0000	250,0000
Deviația standard	199,8292	209,4492	203,2445
Eroarea standard	9,420039	11,05431	12,93214
Coeficient de Variație, %	94,52	85,78	71,01

În vederea evaluării impactului concentrațiilor rezidențiale de radon asupra sănătății publice, rezultatele obținute au fost raportate la nivelurile naționale și europene de referință stabilite pentru expunerea rezidențială la radon. Interpretarea rezultatelor s-a realizat în conformitate cu prevederile Directivei 2013/59/Euratom și ale legislației naționale privind securitatea radiologică, care stabilesc un nivel de referință de până la 300 Bq/m³ pentru locuințe [146, 147].

Totodată, pentru a evidenția evoluția cadrului normativ național și necesitatea implementării Planului Național de Acțiune la Radon, distribuția concentrațiilor măsurate a fost analizată și în raport cu nivelul de referință utilizat anterior în Republica Moldova (150 Bq/m³). Rezultatele obținute pentru fiecare regiune de dezvoltare sunt prezentate în figurile următoare.

Distribuția concentrațiilor rezidențiale de radon în funcție de nivelurile de referință evidențiază diferențe între cele trei regiuni de dezvoltare ale Republicii Moldova (figura 12). În RDD Centru, 51,56% (95% ÎI: 46,9 — 56,2) dintre locuințe au înregistrat concentrații cuprinse

între 10 – 150 Bq/m³, 23,11% (95% Î: 19,2 – 27,0) au prezentat valori cuprinse între 150 – 300 Bq/m³, iar 25,33% (95% Î: 21,3 – 29,3) au depășit nivelul de referință de 300 Bq/m³.

În RDD Nord, proporția locuințelor cu concentrații între 10 – 150 Bq/m³ a fost de 45,96% (95% Î: 41,1 – 50,8), 22,98% (95% Î: 18,9 – 27,1) au înregistrat valori între 150–300 Bq/m³, iar 31,06% (95% Î: 26,5 – 35,6) au depășit pragul de 300 Bq/m³.

Cea mai nefavorabilă distribuție a fost observată în RDD Sud, unde doar 31,89% (95% Î: 26,2 – 37,6) dintre locuințe au prezentat concentrații sub 150 Bq/m³, 29,53% (95% Î: 23,9 – 35,1) s-au încadrat în intervalul 150 – 300 Bq/m³, iar 38,58% (95% Î: 32,6 – 44,6) au înregistrat concentrații de peste 300 Bq/m³. Comparativ între regiuni, s-a observat o scădere progresivă a ponderii locuințelor cu valori sub 150 Bq/m³ și o creștere a ponderii locuințelor cu concentrații ce depășesc 300 Bq/m³ dinspre RDD Centru către RDD Sud. Aceste rezultate indică faptul că regiunea de Sud prezintă cea mai mare proporție de locuințe care necesită măsuri de remediere, conform nivelului de referință de 300 Bq/m³ prevăzut de legislația națională și europeană [48].

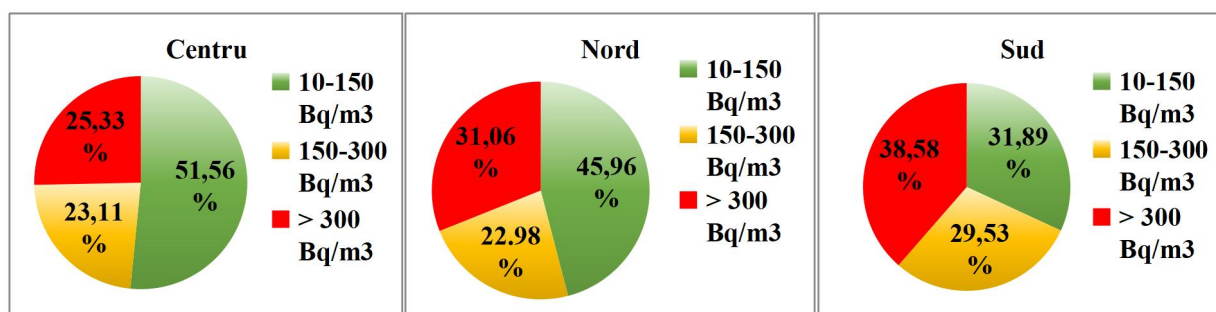


Figura 12. Structura concentrațiilor de radon în aerul din interiorul încăperilor din RDD Centru, Nord și Sud, după intervalele valorilor de referință: până la 150 Bq/m³ (albastru), 150 – 300 Bq/m³ (roșu) și peste 300 Bq/m³ (verde)

Un raport al analizei comparative a concentrației radonului în cele trei regiuni de dezvoltare – Centru, Nord și Sud – a evidențiat variații semnificative în raport cu valorile de referință stabilite de legislația europeană (limita de 300 Bq/m³ conform Directivei 2013/59 Euratom). Zona Centru prezintă cea mai favorabilă distribuție, cu peste jumătate din locații înregistrând niveluri scăzute de radon (sub 150 Bq/m³) și doar 25,33% (95% Î: 21,3 – 29,3) peste limita de 300 Bq/m³. Zona de Nord înregistrează o situație intermediară, cu 31,06% (95% Î: 26,5 – 35,6) dintre locații peste pragul critic, ceea ce indică o expunere mai crescută, comparativ cu zona de Centru. Zona de Sud se evidențiază ca fiind cea mai afectată, având doar 31,89% (95% Î: 26,1 – 37,6) dintre locații în intervalul sigur (10 – 150 Bq/m³) și un procent îngrijorător de 38,58% (95% Î: 32,6 – 44,6) peste 300 Bq/m³, ceea ce justifică măsuri de remediere și monitorizare continuă (figura 13).

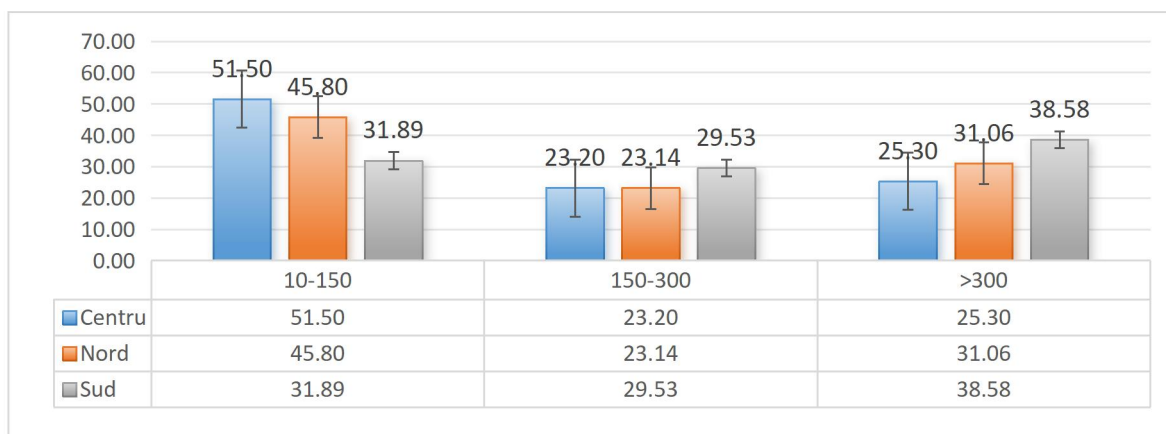


Figura 13. Analiza comparativă a repartizării concentrației de radon în RDD Centru, Nord și Sud după intervalele valorilor de referință până la 150 Bq/m³, 150—300 Bq/m³ și peste 300 Bq/m³

În baza analizei histogramei comparative a concentrației de radon pe regiuni, pentru zona de Centru se atestă o distribuție mai accentuată în jurul valorii de 100—200 Bq/m³, pentru zona de Nord curba are un aspect mai lat sugerând o variabilitate mai mare a concentrațiilor radonului, zona de Sud are un vârf mai deplasat spre dreapta și o „coadă” lungă, indicând faptul că în această regiune sunt mai frecvente valorile ridicate ale radonului (figura 14).

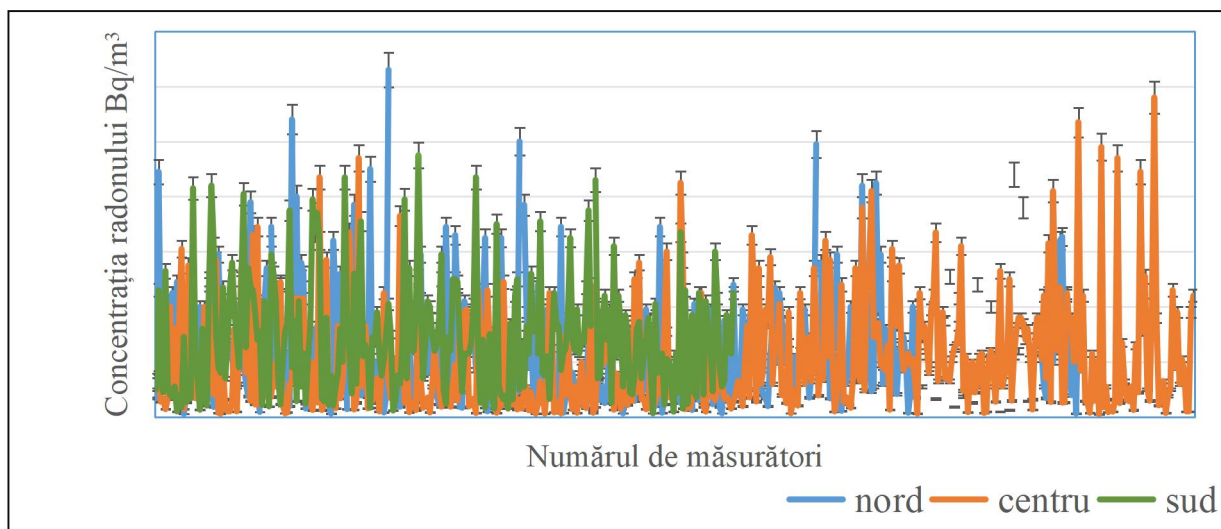


Figura 14. Variația regională a concentrației de radon în RDD Centru, Nord și Sud

Concentrațiile de radon distribuite în regiunile țării sunt rezultatul influenței unei serii de factori naturali care nemijlocit condiționează în mod direct sau indirect, activitatea radioactivă.

Astfel, în zona Centru este caracteristic un climat moderat, cu precipitații anuale în jur de 550 mm și temperaturi medii anuale de aproximativ 11°C, condiții care pot favoriza ventilația naturală și limita acumularea radonului în interiorul clădirilor. Solurile sunt predominant argiloase, cu un substrat geologic sedimentar, iar aceste condiții pot contribui la limitarea

procesului de migrație a radonului spre suprafață. Zona de Centru înregistrează o proporție ridicată (51,56%; 95% ÎI: 46,9—56,2) de locații cu valori sub 150 Bq/m³.

Zona de Nord este caracterizată de prezența predominantă a unor formațiuni geologice cristaline sau vulcanice fragmentate, care pot favoriza variabilitatea concentrațiilor de radon remarcându-se variații locale ale acestora. Climatul este relativ mai rece și mai umed comparativ cu celelalte zone, iar precipitațiile anuale înregistrate ating valori de aproximativ 600 mm. Umiditatea relativ ridicată a solului poate reduce mobilitatea radonului, însă temperaturile scăzute pot favoriza acumularea acestuia în interiorul clădirilor, în special în sezonul rece.

În regiunea de Sud au fost stabilite concentrații peste pragul de referință de 300 Bq/m³ în proporție de 38,58% (95% ÎI: 32,6 — 44,6). Aceste valori pot fi influențate de caracteristicile geologice ale solurilor, inclusiv prezența solurilor nisipoase și permeabile, care pot facilita difuzia radonului spre straturile superioare ale solului. Climatul cald și uscat cu precipitațiile de până la 500 mm, poate contribui, de asemenea, la condițiile de eliberare, migrare și acumulare a radonului în clădiri.

Distribuția concentrațiilor de radon în cele trei zone geografice este influențată direct de particularitățile geologice și climatice locale. Zona de Centru, care include regiuni cu soluri predominant argiloase și un substrat geologic sedimentar, prezintă o permeabilitate redusă, ceea ce poate limita migrarea radonului spre suprafață – fapt reflectat în proporția ridicată (51,56%) de locații cu valori sub 150 Bq/m³. Zona de Nord, caracterizată printr-un climat mai rece și umed și prin prezența unor formațiuni cristaline sau vulcanice fragmentate, prezintă o variabilitate crescută a concentrațiilor; 31,06% (95% ÎI: 26,5 — 35,6) dintre locații depășesc limita de 300 Bq/m³. În zona Sud, unde predomină solurile nisipoase și permeabile și unde climatul este mai cald și mai uscat, condițiile pot favoriza eliberarea și acumularea radonului în clădiri. Aceste caracteristici pot contribui la proporția ridicată (38,58%) de locații cu valori peste pragul de referință. De asemenea, regimul termic specific Sudului accentuează efectul de „coș de fum” în sezonul rece, facilitând pătrunderea radonului din sol în spațiile interioare. Efectul de „coș de fum” este caracteristic pentru sezonul rece și se manifestă prin fenomenul de migrare a aerului cald din interior spre spațiul superior având tendința de evacuare prin acoperiș, fisuri sau guri de ventilare. În partea inferioară a clădirii (subsol, parter) se creează o zonă de presiune negativă, mai mică decât presiunea din sol, ceea ce poate favoriza aspirarea aerului din sol și, concomitent a radonului. Cu cât diferența de temperatură dintre interior și exterior este mai mare, cu atât efectul poate fi mai puternic, iar pătrunderea radonului poate fi mai accentuată (tabelul 5).

Tabelul 5. Rezultatele măsurării concentrațiilor de radon cu detectoare RADTRAK2 (măsurare pasivă, perioada de expunere: 90 de zile) în locuințele din zonele rurale și urbane ale Republicii Moldova, repartizate conform riscului raportat la intervalele de concentrație a radonului

Regiune	*Risc scăzut (≤ 150 Bq/m³)		*Risc moderat (150-300 Bq/m³)		*Risc ridicat (>300 Bq/m³)		Total locuințe (număr absolut)	
	Număr locuințe							
	V. abs	% 95% ÎĤ	V. abs	% 95% ÎĤ	V. abs	% 95% ÎĤ	V. abs	%
Centru	233	51,8 47,2-56,4	103	22,9 19,0-26,8	114	25,3 21,3-29,3	450	100
Nord	182	46,0 41,1-50,9	91	23,0 18,9-27,1	123	31,0 26,4-35,6	396	100
Sud	81	32,0 26,2-37,8	75	29,6 23,9-35,3	97	38,4 32,4-44,4	253	100
Total	496	45,1 42,1-48,1	269	24,5 22,0-27,0	334	30,4 27,7-33,1	1099	100

**Riscul a fost estimat pe baza expunerii de lungă durată. Persoanele fumătoare expuse la radon prezintă un risc semnificativ mai mare; de aceea, este necesară estimarea riscului pe baza datelor privind consumul de tutun pentru analiza completă a situației și prognozarea evoluției dinamicii morbidității prin cancer pulmonar.*

Conform rezultatelor obținute în urma măsurărilor efectuate în municipiile Bălți, Chișinău și Cahul, valorile medii ale concentrației de radon în aerul din locuințe nu depășesc valoarea de referință de 300 Bq/m³, stabilită în Directiva EURATOM 2013/59. Aceste date sugerează că, pentru regiunile urbane menționate, nivelul de expunere a populației la radon se încadrează în limitele considerate acceptabile din punct de vedere al sănătății publice.

3. 3. Analiza rezultatelor măsurărilor concentrației de radon în aerul interior al locuințelor din municipiul Chișinău

Analiza indicatorilor tendinței centrale pentru municipiul Chișinău (tabelul 6) evidențiază un profil radiologic urban specific, marcat de o asimetrie pozitivă extremă.

Tabelul 6. Indicatorii tendinței centrale pentru municipiul Chișinău

<i>municipiul Chișinău</i>			
N	Valide	265	265
Media		158,62	
Mediana		71,00	
Deviația Standard		173,144	
IIQ		45,0 - 230,0	
Valoarea maximă		940	
Eroarea Standard		10,64	
Interval de Încredere 95%		123,51-165,23	
Coeficient de variație %		119,9	
Media Geometrică		90	
Amplitudinea		930	

Mediana de 71,00 Bq/m³ indică faptul că jumătate dintre locuințele investigate în mun. Chișinău au niveluri de radon relativ scăzute, specifice construcțiilor multietajate. Totuși, media aritmetică, mult mai ridicată, de 158,62 Bq/m³ este influențată direct de valorile extreme (valoarea maximă 940 Bq/m³). Valoarea coeficientului de variație de 119,9% sugerează despre neomogenitatea valorilor pentru mediul urban. În pofida variabilității, eroarea standard de 10,64 și intervalul de încredere indică precizia estimării mediei pentru eșantionul analizat.

Reprezentarea grafică din figura 15 evidențiază caracterul eterogen al expunerii populației din municipiul Chișinău la emanațiile de radon. Deși parametrii de tendință centrală indică un nivel mediu de expunere situat sub nivelul de referință, configurația figurei ne oferă o viziune complexă asupra distribuției valorilor. Graficul demonstrează o variabilitate individuală mare. Această dispersie sugerează că, în municipiul Chișinău, populația este expusă neuniform, iar nivelul de radon depinde de condițiile de amplasament ale fiecărei locuințe și de gradul de etanșare al fundațiilor. Graficul arată că media generală poate masca existența unor locuințe cu valori ridicate ale concentrației de radon.

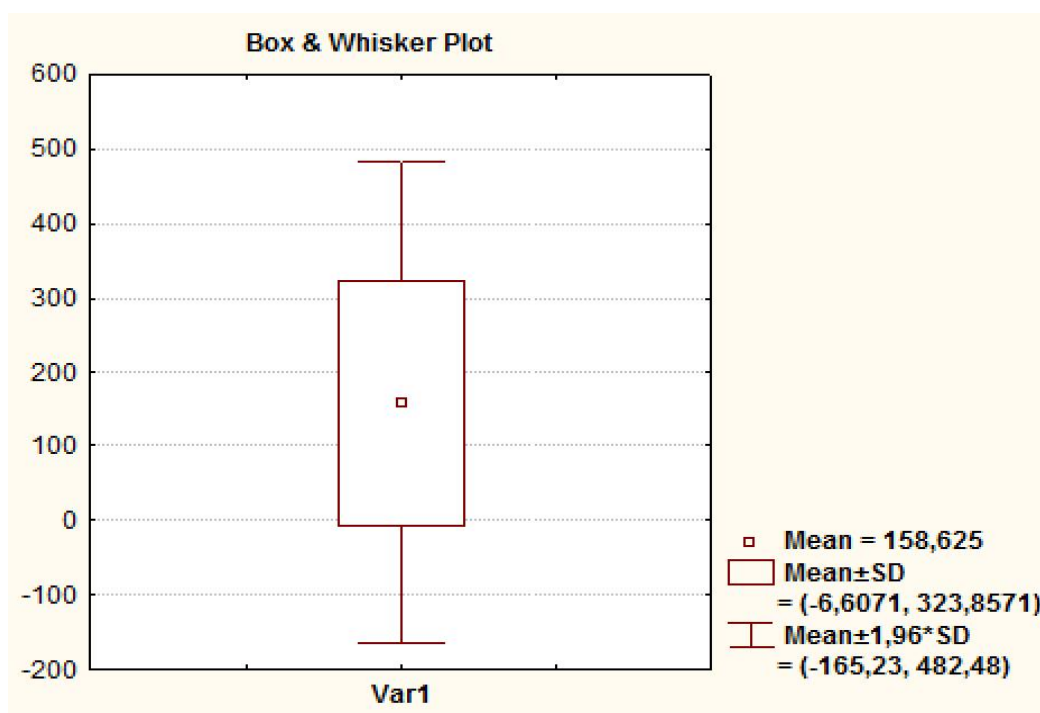


Figura 15. Concentrația radonului (Bq/m³) în aerul din locuințele municipiului Chișinău

Concentrația radonului până la 150 Bq/m³ a fost înregistrată în 185 de locuințe (tabelul 6), ceea ce constituie 70 %, valori cuprinse în intervalul 150 – 300 Bq/m³ au fost măsurate în 39 locuințe, 14,5%, și în 41 de spații locative concentrația radonului a fost peste 300 Bq/m³, ceea ce constituie circa 15,5% .

Datele studiului privind concentrația radonului în aerul din locuințele municipiului Chișinău, desfășurat în perioada 2020 – 2023, în intervalul februarie – mai, arată că în 30% dintre

cazuri concentrația de radon depășește 150 Bq/m³, iar în 15,5 % dintre cazuri depășește nivelul de referință de 300 Bq/m³ (tabelul 7).

Tabelul 7. Distribuția concentrației de radon în municipiul Chișinău și estimarea riscului asociat expunerii la radon

Intervalul concentrației de radon, Bq/m ³	Număr locuințe	%	95% Î	Risc estimat de cancer pulmonar în exces*
≤ 150	185	70	64,1 – 75,1	Redus până la moderat
151–300	39	14,5	10,9 – 19,6	Crescut
> 300	41	15,5	11,6 – 20,4	Foarte ridicat (depășește valoarea de referință OMS și UE)

**Riscul a fost estimat pe baza expunerii de lungă durată. Persoanele fumătoare expuse la radon prezintă un risc semnificativ mai mare; de aceea, este necesară estimarea riscului pe baza datelor privind consumul de tutun pentru analiza completă a situației și prognozarea evoluției dinamicii morbidității prin cancer pulmonar.*

Deși concentrația medie de radon nu a depășit nivelul de referință de 300 Bq/m³, analiza distribuției a evidențiat că 15,5% dintre locuințe au înregistrat valori peste acest prag, necesitând monitorizare și măsuri de remediere. Aceste rezultate evidențiază importanța identificării subgrupurilor cu risc crescut și justifică monitorizarea continuă a concentrațiilor rezidențiale de radon în cadrul politicilor de sănătate publică. Raportul BEIR VI și alte studii confirmă efectul sinergic dintre expunerea la radon și consumul de tutun, demonstrând că la o concentrație de 200 Bq/m³ riscul de cancer pulmonar este semnificativ mai mare la fumători decât la nefumători, ceea ce susține existența unui efect multiplicativ al celor doi factori de risc [24, 149].

3.4. Calcularea riscului, inclusiv a dozelor individuale de expunere la diverse concentrații ale radonului rezidențial

Pentru evaluarea impactului biologic al expunerii rezidențiale la radon, concentrațiile măsurate au fost convertite în doze efective anuale și în riscuri suplimentare de cancer pulmonar pe durata vieții, utilizând metodologia recomandată de AIEA, UNSCEAR și OMS și implementată prin aplicația Radon Individual Dose Calculator (WISE Uranium Project) [76, 136, 148, 150]. Estimările au fost realizate pentru o expunere rezidențială continuă, iar rezultatele permit evaluarea relației dintre concentrația radonului, doza anuală acumulată și riscul suplimentar de cancer pulmonar (tabelul 8).

Tabelul 8. Tabelul calcului dozelor individuale de expunere la radon la diferite concentrații rezidențiale ale gazului, dozelor anuale de expunere, al dozei cumulate pe parcursul vieții (70 de ani) pentru radon și al riscului de cancer în exces de-a lungul vieții (%)

Nr.	Concentrația radonului, Bq/m ³	Rata dozei, nSv/h	Doza anuală, mSv/a	*Doza cumulată, mSv	Risc de cancer în exces de-a lungul vieții, %
1.	50	314,0	2,75	192,7	0,964 (1 : 103,8)
2.	100	628,1	5,506	385,4	1,927 (1 : 51,89)
3.	150	942,2	8,259	578,1	2,891 (1 : 34,60)
4.	200	1,256	11,01	770,8	3,854 (1 : 25,95)
5.	250	1,570	13,76	963,5	4,818 (1 : 20,76)
6.	300	1,884	16,51	1156,0	5,781 (1 : 17,30)

**Doza cumulată a fost estimată pentru o expunere constantă timp de 70 de ani, o durată medie de viață utilizată frecvent în modelele de risc epidemiologic, 37 Bq=1 mSv.*

Rezultatele evidențiază o relație direct proporțională între concentrația rezidențială de radon, doza efectivă anuală și riscul suplimentar de cancer pulmonar. La concentrația de referință de 300 Bq/m³, doza efectivă anuală estimată este de aproximativ 16,5 mSv, iar riscul suplimentar de cancer pulmonar pe durata vieții este de aproximativ 5,8%, echivalent cu un caz suplimentar la circa 17 persoane expuse continuu. Creșterea concentrației de radon determină majorarea progresivă a dozei și a riscului estimat de cancer pulmonar. Aceste rezultate sunt în concordanță cu recomandările OMS, conform cărora fiecare creștere cu 100 Bq/m³ a concentrației de radon în aerul interior este asociată cu o creștere de aproximativ 16% a riscului relativ de cancer pulmonar [76, 148, 150] (tabelul 9).

Tabelul 9. Tabelul estimării riscului absolut de cancer pulmonar în funcție de expunerea cronică la radon – model EPA/OMS [76, 148]

Concentrația radonului rezidențial, Bq/m ³	*Riscul estimat de cancer pulmonar pentru nefumători, pe parcursul vieții, %	*Riscul estimat de cancer pulmonar pentru fumători, pe parcursul vieții, %
0	0,40	10
100	0,50	12
200	0,58	14
400	0,78	18

**Aceste riscuri sunt exprimate ca procente din populație și reprezintă riscul absolut, estimat de apariție a cancerului pulmonar pe parcursul vieții, în condițiile unei expuneri constante la concentrația de radon menționată.*

Distribuția locuințelor în funcție de categoriile estimate de risc suplimentar de cancer pulmonar asociat expunerii la radon, calculate pe baza concentrațiilor măsurate este prezentată în figura 16.

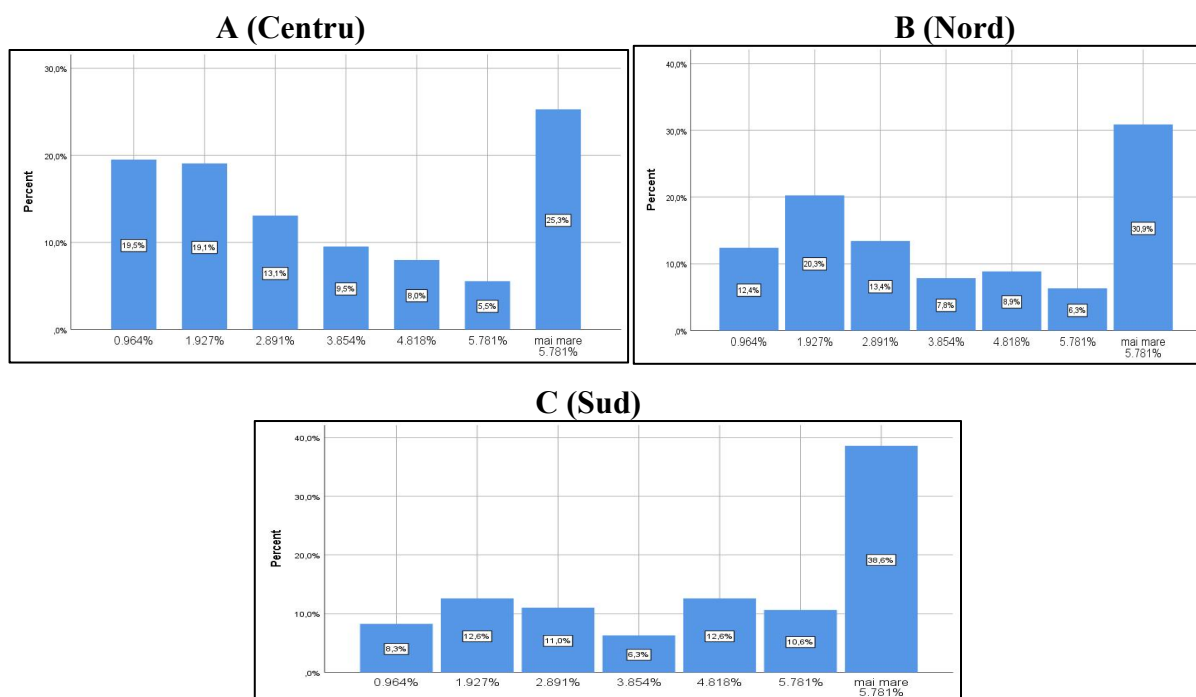


Figura 16. Distribuția concentrațiilor de radon pentru RDD Centru, Nord și Sud în funcție de riscul de cancer în exces de-a lungul vieții pentru concentrații ale radonului rezidențial până la 50 Bq/m³, 51–100 Bq/m³, 101–150, 151–200 Bq/m³, 201–250 Bq/m³, 251–300 Bq/m³ și peste 300 Bq/m³

În RDD Centru, 25,3% (95% Î: 20,4 – 30,9) dintre locuințe au prezentat concentrații de radon ce depășesc 300 Bq/m³, corespunzătoare unui risc suplimentar estimat de cancer pulmonar de cel puțin 5,78% pe durata vieții. În RDD Nord, această categorie de risc a fost identificată în 30,9% (95% Î: 26,4 – 35,8) dintre locuințe, iar în RDD Sud în 38,6% (95% Î: 32,7 – 44,8), ceea ce reprezintă cea mai mare pondere a locuințelor cu expunere ridicată la radon. Comparativ între regiuni, se observă o creștere progresivă a proporției locuințelor încadrate în categoria de risc înalt, dinspre RDD Centru către RDD Sud [151].

Mai jos este prezentat tabelul 10 cu valorile medii ale dozei efective anuale de expunere la radon, calculate pentru fiecare regiune analizată (Nord, Centru și Sud). Aceste date sintetizează nivelul mediu de expunere și permit evidențierea diferențelor teritoriale relevante.

Tabelul 10. Doza efectivă anuală medie ($\pm$ DS), (mSv/an) de expunere la radonul rezidențial pe regiunile de dezvoltare ale Republicii Moldova

Zona	Concentrația medie a radonului, Bq/m ³ ($\pm$ SD)	Doza efectivă medie, mSv/an ($\pm$ SD)
RDD Nord	240,55 $\pm$ 207,783	11,35 $\pm$ 9,88
RDD Centru	211,67 $\pm$ 199,240	9,98 $\pm$ 9,42
RDD Sud	285,57 $\pm$ 202,773	13,47 $\pm$ 9,58

Valorile dozei efective anuale estimate în toate cele trei regiuni au depășit valoarea de referință de 4 mSv/an, cele mai ridicate fiind înregistrate în RDD Sud, urmată de RDD Nord și RDD Centru (tabelul 10). Doza efectivă anuală a crescut proporțional cu concentrația rezidențială de radon, evidențiind o distribuție neuniformă a expunerii populației între regiunile investigate. Pentru interpretarea rezultatelor, valorile dozei efective anuale au fost raportate la nivelurile de referință recomandate de organismele internaționale de specialitate. Conform publicațiilor ICRP 103 și ICRP 126, o concentrație rezidențială de aproximativ 300 Bq/m³ corespunde unei doze efective anuale de aproximativ 4 mSv/an și reprezintă un nivel de referință utilizat pentru optimizarea măsurilor de protecție radiologică, fără a constitui un prag absolut de siguranță. De asemenea, OMS recomandă un nivel de referință de 100 Bq/m³ acceptând valoarea de 300 Bq/m³ în situațiile în care atingerea nivelului inferior nu este fezabilă din punct de vedere tehnic sau economic [76, 131, 154]. Rezultatele obținute în cadrul studiului sunt prezentate în continuare în raport cu aceste valori de referință.

Rezultatele din figura 17 ilustrează valorile medii ale dozelor efective anuale estimate pentru populația din regiunile de dezvoltare Centru, Nord și Sud. Linia roșie punctată marchează nivelul de referință de 4mSv/an, corespunzător unei concentrații de 300 Bq/m³, valoare utilizată pentru fundamentarea măsurilor de optimizare a protecției radiologice. Se observă că valorile medii estimate depășesc acest nivel în toate cele trei regiuni. Valorile medii prezentate în grafic au fost calculate pe baza formulei standard de conversie a concentrației radonului în doză efectivă, utilizându-se datele experimentale pentru fiecare regiune.

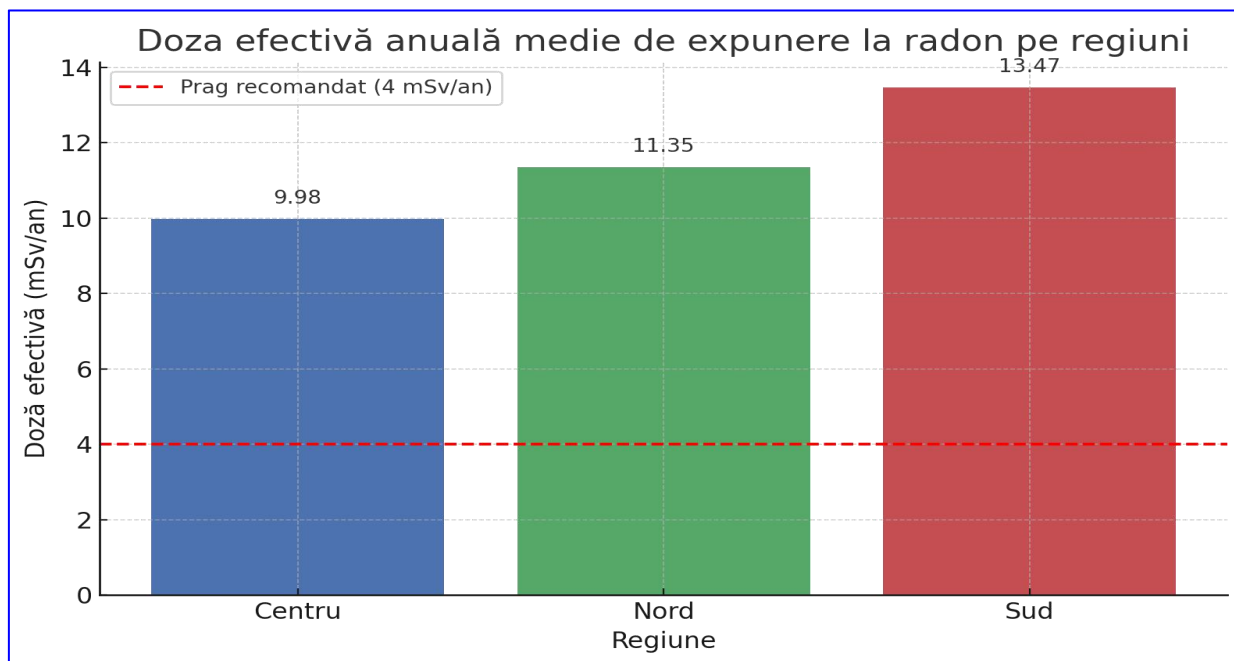


Figura 17. Doza efectivă anuală medie de expunere la radon în funcție de regiunile de dezvoltare ale Republicii Moldova, Centru, Nord și Sud

Regiunea de Sud prezintă atât cea mai mare valoare medie a dozei efective anuale (13,47 mSv/an), cât și cele mai ridicate valori individuale (Anexa 3), ceea ce sugerează despre influența factorilor geologici care favorizează emanarea radonului. Diferențele regionale se explică și prin particularitățile tipurilor de locuințe descrise mai sus, lipsa măsurilor de remediere și caracteristicile arhitecturale neadecvate (cum ar fi ventilația deficitară sau izolația excesivă a caselor) [131,154].

3.5. Studiarea interacțiunii radonului cu factorii abiotici de mediu

Analiza clusteriană realizată asupra rezultatelor interacțiunii concentrațiilor de radon cu factorii de mediu, prezentată în figura 18, relevă existența unei legături sistemice între variațiile concentrației de radon în aerul de interior și o serie de parametri meteorologici: temperatura medie, maximă și minimă a aerului, umiditatea relativă medie și minimă, precum și temperatura medie, maximă și minimă înregistrată la suprafața solului. Agregarea acestor variabile în Clusterul 1, marcat de o distanță euclidiană ridicată și o valoare de linkage de 4250, indică o asociere strânsă între acești factori de mediu și dinamica radonului în spațiile închise. Gradientul termic vertical al solului, presiunea atmosferică, umiditatea relativă a aerului și viteza vântului pot influența semnificativ rata de eliberare și transport a radonului [154]. În condițiile unei presiuni atmosferice scăzute și ale unei ventilații deficitare, concentrația de radon poate crește, în special în clădirile cu fundații permeabile sau slab izolate. Umiditatea crescută poate reduce difuzia radonului în porii solului, dar este adesea asociată și cu o ventilație redusă, ceea ce poate favoriza acumularea gazului radioactiv în spațiile închise [33].

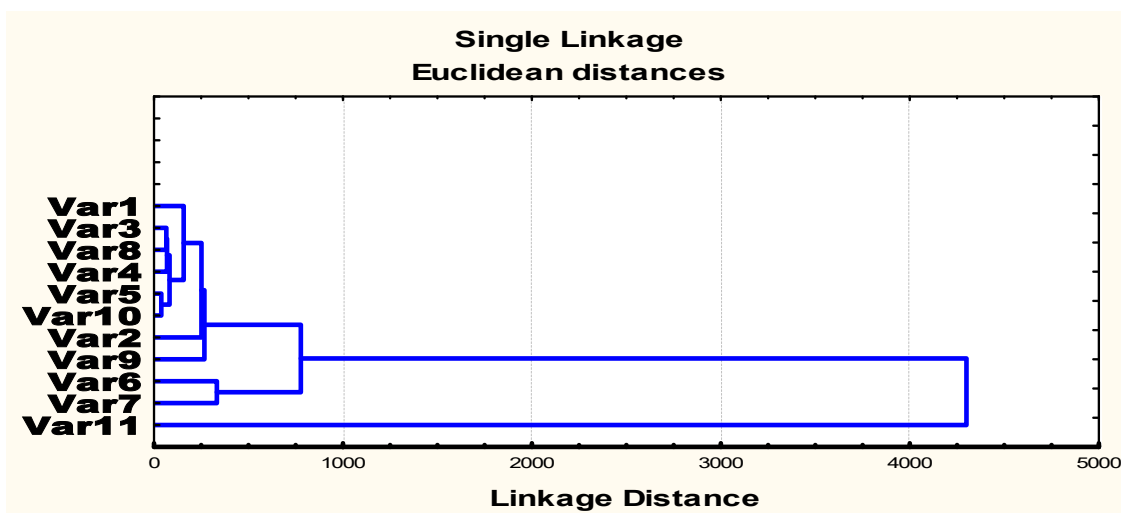


Figura 18. Analiza clusteriană a interacțiunii concentrației radonului cu factorii de mediu, anul 2021

Var₁ – Luna anului; Var₂ – Ziua; Var₃ – Temperatura medie a aerului, °C; Var₄ – Temperatura maximă a Aerului, °C; Var₅ – Temperatura minimă a aerului, °C; Var₆ – Umiditatea relativă medie a aerului, mm col. Hg; Var₇– Umiditatea relativă minimă a aerului,

mm col. Hg; Var₈ – Temperatura medie la suprafața solului, °C; Var₉ – Temperatura maximă la suprafața solului, °C; Var₁₀ – Temperatura minimă la suprafața solului, °C; Var₁₁ – Concentrația radonului, Bq/m³

În ceea ce privește analiza statistică, evaluarea dependenței dintre concentrația de radon și trei variabile climatice - temperatura medie la suprafața solului, temperatura medie a aerului și umiditatea relativă medie - prin tehnici de analiză clusteriană a evidențiat formarea a două clustere distincte (figura 19). Acestea reflectă relații puternice de asociere între factorii de mediu analizați și nivelurile înregistrate ale radonului, sugerând că aceste variabile contribuie în mod interdependent la dinamica emisiilor și acumulării gazului radioactiv în spațiile interioare.

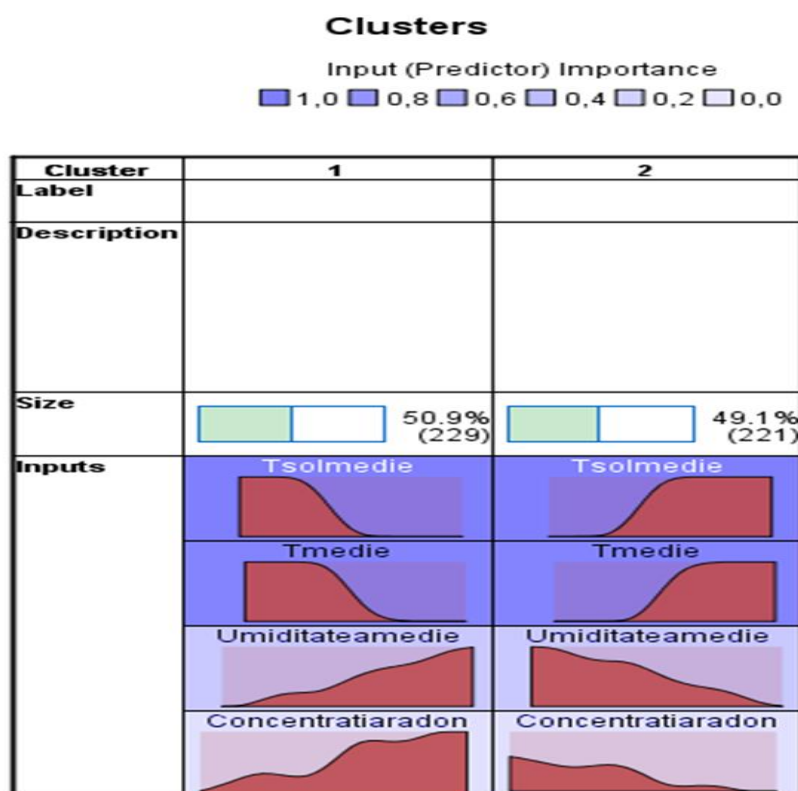


Figura 19. Analiza clusteriană a interacțiunii concentrației de radon cu factorii mediului

Evoluția concentrației de radon rezidențial urmează o curbă sezonieră specifică, cu valori maxime înregistrate în perioada rece a anului, atunci când temperatura medie a aerului și temperatura la suprafața solului sunt scăzute, iar umiditatea relativă a aerului înregistrează o tendință de creștere. Astfel, analiza curbelor de variație evidențiază un comportament descendent al temperaturilor asociat cu un nivel crescut de radon, sugerând o relație invers proporțională între acești factori. Aceasta distribuție sezonieră poate fi explicată prin modificările regimului de ventilare al locuințelor.

În lunile reci, pierderile de căldură prin aerisire determină o scădere semnificativă a ratei de ventilare naturală sau manuală, iar utilizarea sistemelor mecanizate (de tip aspirație-refulare) rămâne limitată din cauza dotării scăzute a locuințelor cu astfel de echipament. Prin urmare,

acumularea radonului în spațiile închise este favorizată în sezonul rece, în special în clădirile cu fundații permeabile și etanșeitate crescută. În contrast, în perioada caldă a anului, când gradientul termic între sol și atmosferă este mai pronunțat, iar temperaturile exterioare cresc, concentrația de radon tinde să scadă. Această scădere este însoțită de o reducere a umidității relative medii, dar și de intensificarea ventilației naturale prin deschiderea frecventă a ferestrelor sau ușilor.

Rezultatele analizei importanței predictorilor, obținute prin intermediul unui model statistic realizat în SPSS, prin folosirea metodelor specifice de evaluare a influenței variabilelor independente asupra concentrației radonului, indică faptul că variabilele de temperatură ale solului și aerului (în special valorile medii și minime) au cea mai mare influență asupra variației concentrației de radon. Acest fapt confirmă rolul esențial al proceselor termice din sol și atmosferă în transportul radonului către interiorul locuințelor. Aceste constatări subliniază importanța variațiilor sezoniere și a dinamicii termice a solului în evaluarea riscului de expunere la radon (figura 20).

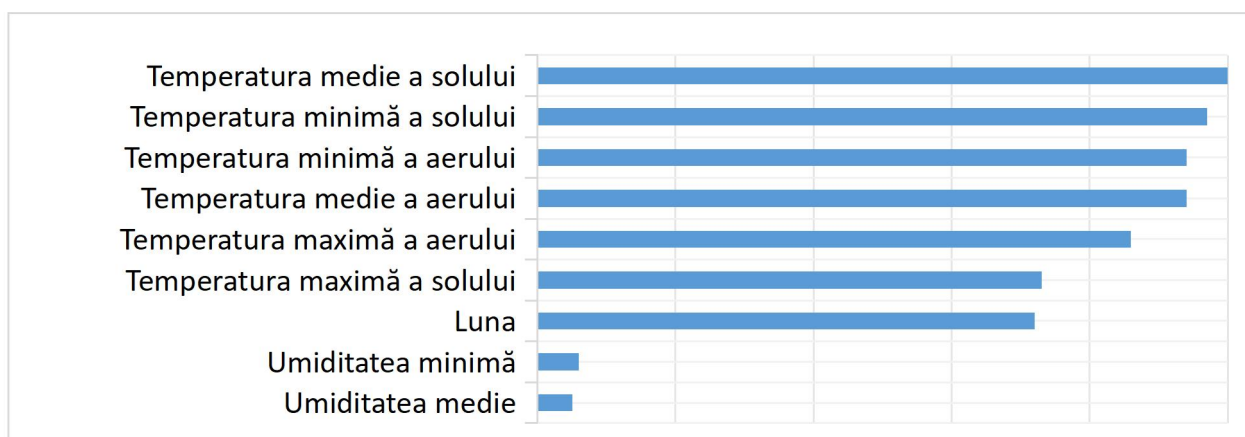


Figura 20. Importanța relativă a predictorilor într-un model de regresie pentru evaluarea influenței variabilelor independente asupra concentrației de radon

Notă: Importanța predictorilor este exprimată relativ, valoarea 1 (100%) reprezentând predictorul cu cea mai mare contribuție la model. Estimările au fost obținute prin analiza de regresie realizată în SPSS Statistics.

Importanța acestor constatări este majoră din perspectivă sanitară și preventivă: măsurile de reducere a expunerii la radon trebuie adaptate sezonier, ținând cont de factorii microclimatici și de comportamentele de ventilare a locuințelor.

3.6. Cartarea radonului din aerul din locuințe pe teritoriul Republicii Moldova și identificarea localităților cu risc sporit de expunere la radon

Cartografierea concentrațiilor rezidențiale de radon reprezintă un instrument important pentru identificarea distribuției spațiale a expunerii populației și pentru fundamentarea măsurilor de sănătate publică orientate către reducerea riscului asociat radonului. Harta elaborată în cadrul studiului integrează rezultatele măsurărilor efectuate în cele 1099 de locuințe investigate și evidențiază distribuția teritorială a concentrațiilor de radon la nivelul Republicii Moldova (figura

21). Reprezentarea spațială a rezultatelor permite identificarea zonelor cu concentrații crescute de radon și constituie suport pentru prioritizarea măsurilor de monitorizare și remediere, precum și pentru elaborarea Planului Național de Acțiune privind Radonul. Totodată, harta interactivă elaborată în cadrul cercetării oferă posibilitatea vizualizării concentrațiilor de radon la nivel regional și local, facilitând comunicarea riscului și sprijinind procesul decizional în domeniul sănătății publice și al protecției radiologice.

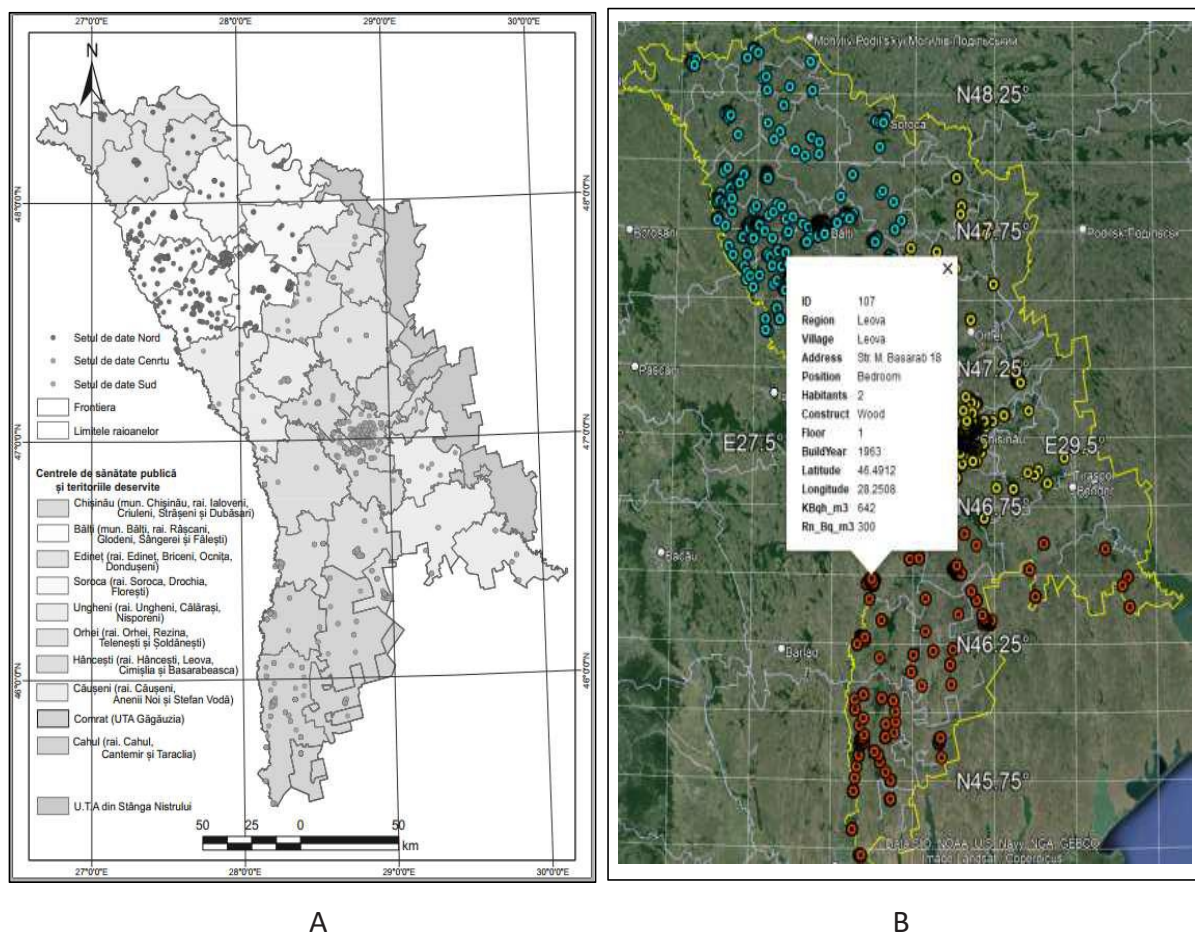


Figura 21. Harta repartiției spațiale (A) și Harta interactivă (B) a radonului în aerul din diferite tipuri de locuințe pe teritoriul Republicii Moldova (Nord – albastru, Centru – galben, Sud – roșu)

Harta interactivă elaborată în cadrul cercetării combină elemente vectoriale și raster, permițând vizualizarea distribuției concentrațiilor rezidențiale de radon la diferite niveluri de detaliere, fără pierderea calității imaginii. Punctele de măsurare sunt reprezentate prin simboluri diferențiate cromatic în funcție de regiunea de dezvoltare: Nord – albastru, Centru – galben și Sud – roșu (figura 21). Harta include, de asemenea, rețeaua geografică, frontiera de stat, delimitarea teritorială a Centrelor de Sănătate Publică ale ANSP, limitele administrative ale raioanelor și municipiilor, precum și legenda aferentă, facilitând interpretarea distribuției spațiale a concentrațiilor rezidențiale de radon pe întreg teritoriul Republicii Moldova.

Pentru identificarea localităților cu risc sporit de expunere la radon, au fost utilizate actele normative naționale și internaționale. Conform Legii nr. 289, dar și a actelor normative ale OMS, precum și Directivei 2013/59/Euratom, nivelurile de prag au fost stabilite astfel:

√ *Sub 100 Bq/m³* – Nivel scăzut de risc, nu sunt necesare intervenții, dar este recomandată monitorizarea periodică.

√ *100—300 Bq/m³* – Nivel mediu de risc, se recomandă măsuri de reducere a radonului.

√ *Peste 300 Bq/m³* – Nivel ridicat de risc, este necesară intervenția imediată conform recomandărilor OMS și Directivei EURATOM 2013/59.

Rezultatele relevă că în majoritatea raioanelor zonei de Centru a Republicii Moldova, nivelul de radon este situat în intervalul mediu de risc, conform clasificării pe baza valorilor concentrației medii înregistrate (tabelul 11). Clasificarea localităților în funcție de nivelul de risc asociat concentrațiilor rezidențiale de radon evidențiază diferențe între raioanele Republicii Moldova (tabelul 11). Rezultatele arată că majoritatea raioanelor din regiunea Centru se încadrează în categoria de risc mediu, corespunzătoare concentrațiilor medii cuprinse între 100 și 300 Bq/m³. Totodată, în unele raioane au fost identificate concentrații medii care depășesc nivelul de referință de 300 Bq/m³, acestea fiind încadrate în categoria de risc înalt și necesitând prioritizarea măsurilor de monitorizare și remediere.

Tabelul 11. Distribuția raioanelor de Centru ale Republicii Moldova pe nivelurile de risc de radon în baza concentrației medii măsurate

RDD Centru	Cn medie de Radon, Bq/m ³	*Nivelul de risc
Anenii Noi	283,25	Mediu
Călărași	258,75	Mediu
Municipiul Chișinău	178,50	Mediu
Criuleni	261,80	Mediu
Dubăsari	250,00	Mediu
Hîncești	201,60	Mediu
Ialoveni	255,70	Mediu
Nisporeni	246,50	Mediu
Orhei	239,11	Mediu
Rezina	266,10	Mediu
Șoldănești	228,90	Mediu
Strășeni	229,09	Mediu
Telenești	285,00	Mediu
Ungheni	238,00	Mediu

**Nivelurile de risc au fost stabilite pe baza pragurilor orientative recomandate de OMS și Directiva 2013/59 Euratom: risc scăzut ($<100 \text{ Bq/m}^3$), risc mediu ($100\text{--}300 \text{ Bq/m}^3$) și risc ridicat ($>300 \text{ Bq/m}^3$). Clasificarea are caracter metodologic și informativ.*

Pentru zona de Nord doar un singur raion prezintă un nivel de risc ridicat în urma estimării concentrațiilor medii de radon în aerul de interior: în raionul Edineț concentrația medie a radonului este de $440,57 \text{ Bq/m}^3$, valoare care depășește pragul de siguranță și plasează zona în categoria de risc ridicat (tabelul 12).

Tabelul 12. Distribuția raioanelor de Nord ale Republicii Moldova pe nivelurile de risc de radon în baza concentrației medii măsurate

RDD Nord	Cn medie de Radon, Bq/m^3	*Nivelul de risc
Bălți	275,59	Mediu
Briceni	221,57	Mediu
Dondușeni	197,40	Mediu
Drochia	205,33	Mediu
Edineț	440,57	Ridicat
Fălești	191,33	Mediu
Florești	144,10	Mediu
Glodeni	284,36	Mediu
Ocnîța	256,90	Mediu
Rîșcani	167,19	Mediu
Sîngerei	271,63	Mediu
Soroca	219,50	Mediu

**Nivelurile de risc au fost stabilite pe baza pragurilor orientative recomandate de OMS și Directiva EURATOM 2013/59: risc scăzut ($<100 \text{ Bq/m}^3$), risc mediu ($100\text{--}300 \text{ Bq/m}^3$) și risc ridicat ($>300 \text{ Bq/m}^3$). Clasificarea are caracter metodologic și informativ.*

Zona de Sud are o proporție semnificativ mai mare de raioane cu risc ridicat, comparativ cu zonele de Nord și Centru. Aproape jumătate (5 din 11) din raioanele sudice se încadrează în categoria de risc ridicat, depășind pragul de 300 Bq/m^3 . Cele mai mari valori se înregistrează în raioanele Ceadr-Lunga (515 Bq/m^3), Căușeni ($411,0 \text{ Bq/m}^3$) și Vulcănești ($398,83 \text{ Bq/m}^3$) (tabelul 13). Analiza statistică descriptivă a concentrațiilor rezidențiale de radon a fost realizată pe eșantionul definit pentru regiunile de dezvoltare Nord, Centru și Sud, cu excluderea unităților administrativ-teritoriale din componența UTA Găgăuzia. Pentru analiza cartografică și clasificarea teritorială a zonelor de risc au fost utilizate suplimentar datele disponibile pentru localitățile din UTA Găgăuzia, obținute în cadrul studiului MOL9007, în scopul asigurării unei reprezentări teritoriale cât mai complete a distribuției radonului.

Tabelul 13. Distribuția raioanelor de Sud ale Republicii Moldova pe nivelurile de risc de radon în baza concentrației medii măsurate

RDD Sud	Cn medie de Radon, Bq/m ³	*Nivelul de risc
Ștefan Vodă	262,90	Mediu
Basarabeasca	294,13	Mediu
Cahul	268,18	Mediu
Cantemir	286,30	Mediu
Căușeni	411,00	Ridicat
Ceadâr Lunga	515,00	Ridicat
Cimișlia	301,68	Ridicat
Comrat	255,60	Mediu
Leova	297,16	Mediu
Taraclia	328,00	Ridicat
Vulcănești	398,83	Ridicat

**Nivelurile de risc au fost stabilite pe baza pragurilor orientative recomandate de OMS și Directiva EURATOM 2013/59: risc scăzut (<100 Bq/m³), risc mediu (100–300 Bq/m³) și risc ridicat (>300 Bq/m³). Clasificarea are caracter metodologic și informativ.*

Pe teritoriul Republicii Moldova, concentrația radonului în aerul de interior se menține la un nivel mediu de risc pentru majoritatea raioanelor (tabelul 14), însă circa 7 regiuni se încadrează în categoria de risc ridicat ceea ce constituie aproximativ 18,9%, cele mai multe fiind concentrate în zona de Sud.

Tabelul 14. Distribuția raioanelor Republicii Moldova pe nivelurile de risc de radon în baza concentrației medii măsurate

Regiune	Regiuni cu risc mediu	Regiuni cu risc ridicat	Total regiuni analizate
Centru	13	1	14
Nord	11	1	12
Sud	6	5	11
Total	32	7	37

În urma prelucrării statistice au fost obținute următoarele rezultate pentru o distribuție uniformă a datelor colectate. Au fost înregistrate valori maxime ale concentrației de radon de 1160 Bq/m³ pentru zona Centru, 1260 Bq/m³ pentru zona Nord și 950 Bq/m³ pentru zona Sud. Concentrația medie a radonului în aerul interior a constituit 211,67 Bq/m³; 240,55 Bq/m³ și respectiv 285,57 Bq/m³ pentru zonele de Centru, Nord și Sud, ceea ce demonstrează că valorile medii ale radonului nu au depășit valorile de referință de 300 Bq/m³. Ponderea locuințelor care au depășit nivelul de referință al radonului (300 Bq/m³) a constituit 25,3% pentru zona Centru; 31,06 pentru Nord și 38,58% pentru Sud.

Rezultatele măsurării concentrațiilor de radon în 1099 de locuințe din localitățile urbane și rurale ale regiunilor Nord, Centru și Sud din Republica Moldova au demonstrat că, din locuințele urbane în zonele de Nord și Sud, concentrațiile de radon au fost mai mici, comparativ cu localitățile rurale, cu excepția zonei de Centru, unde tendința a fost inversă. De menționat că, concentrația de radon ($M \pm SD$) în zonele Nord, Centru și Sud a constituit, respectiv $199,34 \pm 203,86$; $256,08 \pm 213,48$ și $274,78 \pm 216,39$ Bq/m³.

Studierea concentrațiilor de radon în locuințele urbane din regiunile Republicii Moldova, construite în perioada anilor 1820 – 2020, a evidențiat concentrații mai scăzute pentru cele construite în perioada 1921 – 1940 în zona de Centru, valoarea medie constituind 90,5 Bq/m³, dar și în perioada 1981 – 2000 pentru toate zonele, valorile medii variind între 204,7 – 245,9 Bq/m³ și fiind mai mici în comparație cu valorile depistate în alte perioade, cuprinse între 250,0 – 381,8 Bq/m³. Concomitent, studiarea concentrațiilor de radon în locuințele rurale din regiunile Republicii Moldova, construite în perioada anilor 1820 – 2020, a evidențiat concentrații crescute în locuințele construite în perioada 1941 – 1960, în special pentru zona Centru.

Analiza grafică statistică de tip box-plot a distribuției concentrației de radon în funcție de regiunea geografică oferă o perspectivă clară asupra variațiilor regionale ale acestui indicator. Box-plotul distribuției estimate a concentrației de radon în cele trei regiuni ale țării a relevat următoarele: în zona de Sud au fost înregistrate concentrații mai mari comparativ cu celelalte zone, mediana fiind situată mai sus, zonele de Centru și Nord au avut distribuții asemănătoare ale concentrației de radon, însă în zona Nord se atestă o dispersie mai accentuată a datelor comparativ cu zonele Centru și Sud. Valorile medii aritmetice ale concentrației de radon pentru zonele Centru, Nord și Sud au constituit, respectiv, 211,41 Bq/m³; 244,17 Bq/m³ și 286,23 Bq/m³.

În baza analizei datelor obținute în cadrul măsurărilor concentrației de radon în regiunile administrativ-teritoriale ale țării, s-a stabilit că în 334 (30,4%) de locuințe din eșantionul studiat concentrația radonului depășește nivelul de referință de 300 Bq/m³, stabilit de autoritățile naționale și internaționale.

Calcularea dozelor individuale de expunere la diverse concentrații ale radonului rezidențial contribuie la evaluarea riscului de apariție a cancerului pulmonar prin evidențierea relației dintre rata dozei și doza anuală care cresc proporțional cu concentrația radonului. Astfel, la o concentrație de 300 Bq/m³, riscul suplimentar estimat de cancer pulmonar pe durata vieții este de aproximativ 5,8%, echivalent cu circa 1 caz suplimentar la 17 persoane expuse continuu, conform modelului utilizat în cercetare.

Evaluarea riscului pentru sănătate asociat radonului, prin calcularea dozelor efective anuale medii în funcție de regiunile Republicii Moldova, a evidențiat cea mai mare valoare medie a dozei efective anuale (13,47 mSv/an), precum și cele mai ridicate valori individuale în zona Sud, ceea ce sugerează despre influența factorilor geologici care favorizează emanarea radonului. Diferențele regionale se explică și prin particularitățile tipurilor de locuințe descrise mai sus, lipsa măsurilor de remediere și caracteristicile arhitecturale neadecvate (cum ar fi ventilația deficitară sau izolația excesivă a caselor).

Studierea interacțiunii concentrației radonului cu factorii abiotici ai mediului a evidențiat existența unei asocieri, prin formarea unui cluster cu distanță euclidiană mare, și o valoare a distanței de linkaje de 4250, pentru concentrația radonului și temperatura maximă a aerului și temperatura la suprafața solului.

4. MORBIDITATEA PRIN CANCER BRONHOPULMONAR ȘI DISTRIBUȚIA CONSUMULUI DE TUTUN ÎN REPUBLICA MOLDOVA

4.1. Analiza populațională a relației dintre expunerea rezidențială la radon, consumul de tutun și morbiditatea prin cancer bronhopulmonar

În vederea realizării obiectivului propus, au fost analizați indicatorii de morbiditate prin cancer bronhopulmonar (CBP) în Republica Moldova, pentru perioada 2012–2020, cu dezagregare pe grupe de vârstă, sex și mediu de reședință (urban/rural). Datele statistice au fost prelucrate și sistematizate într-o bază de date specializată, realizată în MS Access, care a permis gestionarea eficientă a seturilor de date longitudinale. Pe baza acestor date, a fost efectuată o analiză descriptiv-statistică a incidenței și prevalenței CBP în perioada menționată, rezultatele fiind prezentate în Anexa 5, tabelul 5.1. Pentru a evidenția caracterul teritorial al distribuției cazurilor, a fost realizată analiza spațială, (figura 22), care reflectă variațiile regionale ale maladiei.

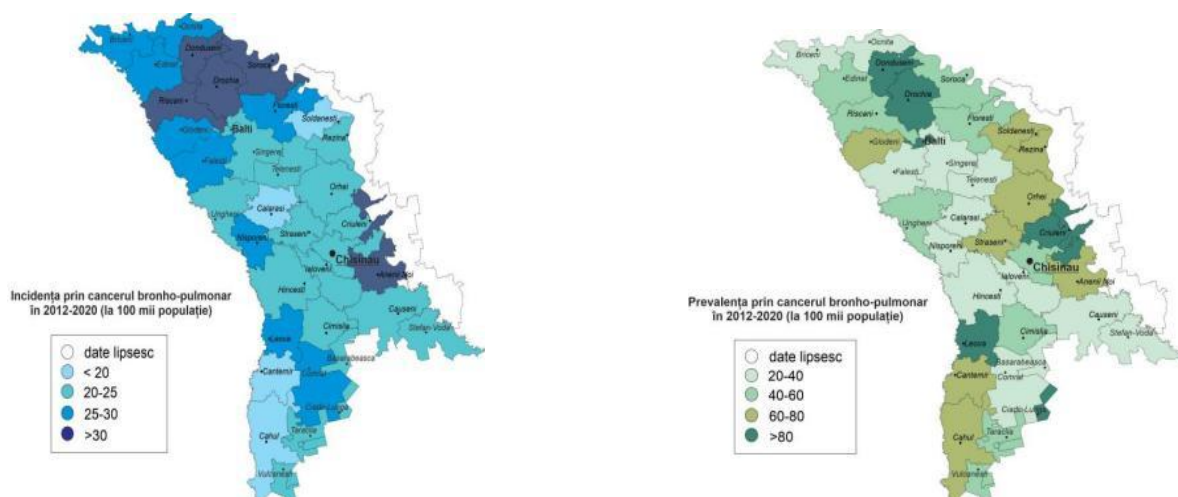


Figura 22. Morbiditatea (incidența/prevalența, la 100 000 de locuitori) prin cancer bronhopulmonar în Republica Moldova (2012–2020)

Rezultatele denotă că nivelul incidenței CBP (standardizat la 100 mii populație) a variat de la an la an, cea mai mare valoare fiind înregistrată în nordul Republicii Moldova (figura 23). Ecuația tendinței din figură arată direcția și rata de schimbare pe termen lung a unei variabile în timp, indicând o creștere sau o descreștere constantă, unde y reprezintă valoarea estimată a variabilei, iar x – perioada analizată, în cazul nostru un an. În ultimii 3 ani s-a observat o scădere semnificativă a incidenței CBP la nivelul țării, iar tendința pentru cei 9 ani indică o scădere nesemnificativă (scade cu 0,14 la 100 000 de locuitori pe an). La rândul său, prevalența CBP demonstrează creștere mică – tendința constituie 0,3 la 100 000 de locuitori pe an. De asemenea,

s-a observat o scădere ușoară în ultimii 3 ani, iar sudul țării a depășit centrul conform acestui indicator în anii 2018–2020.

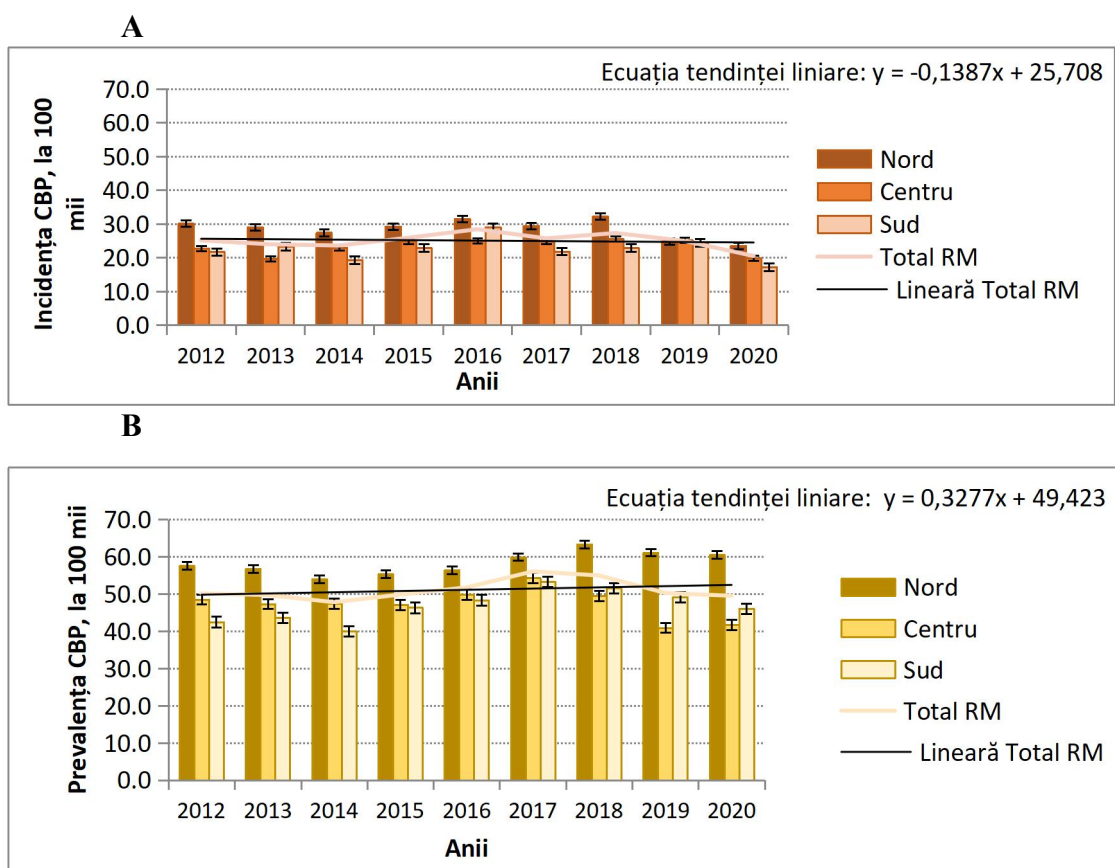


Figura 23. Incidența (A) și prevalența (B) CBP, la 100 000 de locuitori, în perioada 2012–2020

Analiza comparativă a incidenței și prevalenței cancerului bronhopulmonar (CBP) în termeni absoluți evidențiază un raport aproximativ de 1:2, respectiv un caz nou la două cazuri existente, conform Anexei 5, tabelul 5.2. Această relație subliniază caracterul cronic al bolii și contribuția importantă a cazurilor prevalente la povara generală a CBP la nivel național.

Cea mai mare contribuție la povara totală a CBP este atribuită regiunii Centru, care a concentrat circa 50% dintre cazurile absolute înregistrate la nivel de țară. Această proporție este influențată în mod semnificativ de densitatea populațională și de prezența instituțiilor medicale specializate, în special în municipiul Chișinău, unde au fost raportate cele mai ridicate valori absolute.

Prin urmare, în continuarea analizei, au fost utilizați cu precădere indicatorii standardizați ai incidenței și prevalenței, care au oferit o imagine mai fidelă și comparabilă a distribuției teritoriale a bolii.

Rezultatele în cauză sugerează că, în pofida valorilor absolute crescute în zona de Centru, ratele de îmbolnăvire sunt mai mare în regiunea Nord, aspect care necesită o atenție sporită din perspectiva planificării intervențiilor de prevenție și control al CBP, inclusiv prin analiza factorilor de mediu asociați (de exemplu, radon, poluare atmosferică, fumat).

Analiza morbidității prin cancer bronhopulmonar (CBP) în funcție de distribuția teritorială relevă diferențe semnificative între regiunile Republicii Moldova. În termeni procentuali, zona de Centru concentrează cea mai mare parte a cazurilor raportate, contribuind cu aproximativ 50% la totalul național al cazurilor absolute. Zona de Nord urmează cu o pondere de circa 30%, în timp ce regiunea de Sud înregistrează mai puțin de 20% din totalul cazurilor (Anexa 5, tabelul 5.3).

Distribuția în cauză poate fi explicată atât prin factori demografici (densitatea populației fiind mai ridicată în Centru), cât și prin accesul diferențiat la serviciile medicale și variațiile în capacitatea de diagnostic oncologic regional. În plus, concentrarea cazurilor în zona Centru este influențată de faptul că instituțiile de referință pentru diagnosticul și tratamentul oncologic (precum Institutul Oncologic din Chișinău) se află în această zonă, ceea ce poate favoriza o raportare mai completă a cazurilor.

Totodată, valorile procentuale înregistrate în regiunea Nord necesită o atenție specială, în contextul în care ratele de incidență ale CBP sunt cele mai ridicate în această zonă, sugerând o povară reală mai mare a bolii, în pofida unui număr absolut mai redus de cazuri comparativ cu zona de Centru.

Având în vedere faptul că ratele de incidență și prevalență reprezintă indicatori epidemiologici utilizați pentru compararea distribuției teritoriale a cancerului bronhopulmonar, în cadrul prezentei cercetări au fost utilizați indicatorii oficiali publicați în registrele și anuarele statistice ale ANSP. În analiza relației dintre expunerea la radon și consumul de tutun au fost luați în considerare următorii indicatori:

- ratele de incidență și prevalență ale cancerului bronhopulmonar;
- numărul estimat de fumători la 100 000 de locuitori, repartizat pe regiuni.

Această abordare a permis evaluarea asocierilor posibile dintre expunerea combinată la fumatul activ și radon rezidențial și riscul crescut de cancer bronhopulmonar, oferind o bază solidă pentru analiza multifactorială ulterioară.

Analiza descriptiv-statistică a morbidității este prezentată în tabelul 15. Eroarea standard, care estimează modul în care valoarea statisticii criteriului se modifică de la un eșantion la altul pentru incidența CBP a fost mică (1), iar pe țara a fost și mai mică - 0,8. La rândul său, eroarea standard a prevalenței cancerului bronhopulmonar a indicat, de asemenea, modificări relativ nesemnificative în raport cu valoarea medie (în limita valorii 6) în regiuni, dar pentru toată țara a constituit 3,5. Cu toate acestea, deviația standard pentru incidența CBP a indicat variabilitate medie a datelor ($\sigma > 2$), iar deviația standard a prevalenței a fost mare ($\sigma > 19$). Variabilitatea medie a fost confirmată și de coeficientul de variație (CV), demonstrând proporția răspândirii medii a unei variabile aliatoare față de valoarea medie a acestei variabile. Pentru incidența CBP,

această cifră a constituit aproximativ 17% cu cea mai mică variație la nordul țării, iar pentru prevalența CBP —40% .

Tabelul 15. Analiza descriptivă a morbidității prin CBP, media pentru perioada 2012-2020 (la 100 000 de locuitori)

Variabila	Incidența				Prevalența			
	Nord	Centru	Sud	Total pe țară	Nord	Centru	Sud	Total pe țară
Media	28,60	23,40	22,50	25,00	58,30	47,40	46,70	51,10
Eroarea standard	1,00	1,10	1,20	0,77	6,70	5,10	6,40	3,53
Deviația standard (σ)	3,34	3,98	3,60	4,48	23,20	18,55	19,30	20,61
Coeficientul de variație (CV), %	11,70	17,00	16,20	17,90	39,80	39,10	41,30	40,40
Minimum	22,10	19,20	17,50	17,50	32,70	20,90	26,20	20,90
Maximum	33,10	33,60	29,50	33,60	103,80	92,50	80,40	103,80

Analiza datelor STEPS privind consumul de tutun în Republica Moldova pentru perioada 2013–2021 evidențiază o creștere a prevalenței fumatului în populația cu vârsta de 18–69 de ani, mai pronunțată în rândul bărbaților, cu 5 puncte procentuale. Totodată, prevalența fumatului zilnic a crescut cu 3,6% la bărbați și cu 0,2% la femei. Deși vârsta medie de inițiere a fumatului s-a majorat cu aproximativ șase luni, aspect care poate sugera un posibil efect al măsurilor de prevenție, prevalența globală a fumatului a continuat să crească. Numărul mediu de țigări consumate zilnic a fost mai redus comparativ cu anul 2013. Pentru analiza relației dintre expunerea la radon, fumat și morbiditatea prin cancer bronhopulmonar au fost utilizate datele studiului STEPS 2013, disponibile în regim deschis (Anexa 5, tabelul 5.4).

Pentru evaluarea expunerii rezidențiale la radon au fost analizate rezultatele măsurărilor efectuate cu detectori pasivi RADTRACK2 în 36 de unități administrativ-teritoriale ale Republicii Moldova, în perioada 2020–2023, în intervalul februarie–mai. Datele au fost prelucrate în programul Statgraphics Centurion XVIII, utilizând statistica descriptivă și analiza clusteriană pentru evaluarea asocierii dintre concentrațiile de radon, prevalența fumatului și morbiditatea prin cancer bronhopulmonar.

Rezultatele au evidențiat că regiunea Centru a înregistrat cea mai ridicată prevalență a fumatului, de 1021,1 fumători la 100 000 de locuitori. Cele mai ridicate valori ale incidenței și prevalenței

cancerului bronhopulmonar au fost înregistrate în regiunea Nord, respectiv 28,6 și 58,3 cazuri la 100 000 de locuitori, în timp ce concentrația medie a radonului în această regiune a fost de 237,9 Bq/m³. În schimb, regiunea Sud a prezentat cea mai mare concentrație medie de radon, de 316,6 Bq/m³, precum și cea mai mare valoare maximă măsurată, de 971,5 Bq/m³. Totodată, valorile incidenței și prevalenței cancerului bronhopulmonar în regiunea Sud au fost mai reduse comparativ cu celelalte regiuni (tabelul 16).

Tabelul 16. Indicatorii statistici descriptivi ai variabilelor studiate pentru regiunile Republicii Moldova

Variabila	Zona			
	<i>Nord</i>	<i>Centru</i>	<i>Sud</i>	<i>Total pe țară</i>
Concentrația medie a Rn, Bq/m ³ , (±DS)	237,9 ± 209,4	246,0 ± 199,8	316,6 ± 203,2	261,8 ± 213,97
Concentrația maximă a Rn, Bq/m ³ (2019)	834,2	873,8	971,5	885,7
Concentrația minimă a Rn, Bq/m ³ (2019)	20,0	11,7	14,7	15,4
Numărul total de fumători (la 100 mii) (2013, vârstă 18-69 ani)(±DS)	572,3 ± 159,79	1021,1 ± 1030,14	545,2 ± 286,2	736,7 ± 971,8
Incidența CBP (la 100 mii) (2012-2020),(±DS)	28,6 ± 3,34	23,4 ± 3,98	22,5 ± 3,6	25,0 ± 4,48
Prevalența CBP (la 100 mii) (2012-2020),(±DS)	58,3 ± 23,2	47,4 ± 18,55	46,7 ± 19,3	51,1 ± 20,61

Având în vedere variabilitatea ridicată a indicatorilor, o comparație directă și interpretarea relației dintre fumat, expunerea la radon și cancerul bronhopulmonar necesită o abordare statistică riguroasă. Au fost calculați indicatorii pentru descrierea statistică preliminară a variabilelor (tabelul 17) concentrația medie de radon, numărul fumătorilor și morbiditatea prin CBP. Se observă un coeficient de variație ridicat în cazul numărului de fumători, iar deviațiile standard variază semnificativ (peste un raport de 3:1), sugerând o eterogenitate pronunțată a datelor.

Tabelul 17. Caracteristicile statistice ale variabilelor studiate în Republica Moldova

Variabila	Indicatori statistici						
	Medie	Mediana	Eroarea standard	Deviația standard (σ)	Coeficientul variației (CV), %	Asimetria standardizată	Exces standardizat
Concentrația medie a Rn, Bq/m^3	261,80	262,80	9,62	213,97	81,70	1,51	1,73
Numărul total de fumători (la 100 000)	736,70	550,90	166,66	971,80	131,90	12,79	36,09
Incidența CBP (la 100 000)	25,00	24,00	0,77	4,48	17,90	0,83	2,21
Prevalența CBP (la 100 000)	51,10	45,00	3,53	20,61	40,40	-1,04	0,33

În analiza distribuției variabilelor, a fost observată o asimetrie standardizată și un exces standardizat în afara intervalului acceptabil (-2; +2) pentru variabila *numărul total de fumători*, indicând o abatere semnificativă de la distribuția normală. Pentru confirmarea acestui fapt s-au aplicat testele de normalitate Shapiro–Wilk și Kolmogorov–Smirnov, rezultatele fiind prezentate în tabelul 18. Astfel, s-a stabilit că variabila *numărul de fumători*, este variabila cu cea mai evidentă abatere de la normalitate ($p \leq 0,05$) pentru un interval de încredere de 95%.

Tabelul 18. Parametrii testului pentru distribuția normală a variabilelor studiate

Variabila	Criteriul p (semnificația) Shapiro-Wilks	Criteriul p (semnificația) Kolmogorov-Smirnov
Concentrația medie a Rn, Bq/m^3	0,169	0,746
Numărul total de fumători (la 100 000)	3,96757E-11	0,000535379
Incidența CBP (la 100 000)	0,176424	0,64719
Prevalența CBP (la 100 000)	0,0220654	0,509546

Pentru a identifica o metodă adecvată care să reflecte eterogenitatea variabilelor analizate, a fost aplicată analiza multivariată, utilizând analiza clusteriană drept metodă principală. Această abordare a permis gruparea regiunilor pe baza similitudinii indicatorilor epidemiologici și de mediu.

Analiza statistică descriptivă a variabilelor *concentrația medie de radon, numărul total de fumători (la 100 000 de locuitori), incidența și prevalența cancerului bronhopulmonar (CBP)* a evidențiat o variabilitate ridicată, în special pentru numărul de fumători, care prezintă un coeficient de variație înalt. Raportul dintre cea mai mică și cea mai mare deviație standard depășește 3:1, ceea ce indică un caracter eterogen pronunțat al setului de date.

Testele de normalitate Shapiro–Wilk și Kolmogorov–Smirnov au evidențiat rezultate diferite în funcție de variabila și testul utilizat. Concentrația medie de radon a prezentat valori $p > 0,05$ la ambele teste, în timp ce numărul total de fumători a prezentat valori $p < 0,05$ la ambele teste.

Pentru incidența și prevalența CBP, rezultatele celor două teste nu au fost concordante în toate cazurile, ceea ce justifică interpretarea prudentă a distribuției datelor și utilizarea unei abordări multivariate.

Aplicarea analizei clusteriene a evidențiat două asocieri dominante:

- Clusterul 1: concentrația radonului $\times$ incidența CBP, cu o distanță euclidiană mai mare, evidențiată constant la nivelul tuturor regiunilor, dar mai pronunțat în analiza la nivel național.
- Clusterul 2: incidența CBP $\times$ prevalența CBP $\times$ numărul fumătorilor, observabil la nivel național și în regiunile de Centru și de Sud.

Pe baza acestor rezultate se evidențiază o tendință de asociere între expunerea la radon și fumat, în relație cu incidența și prevalența cancerului bronhopulmonar, cu variații influențate de caracteristici regionale specifice, inclusiv factorii abiotici și geogenici (figura 24).

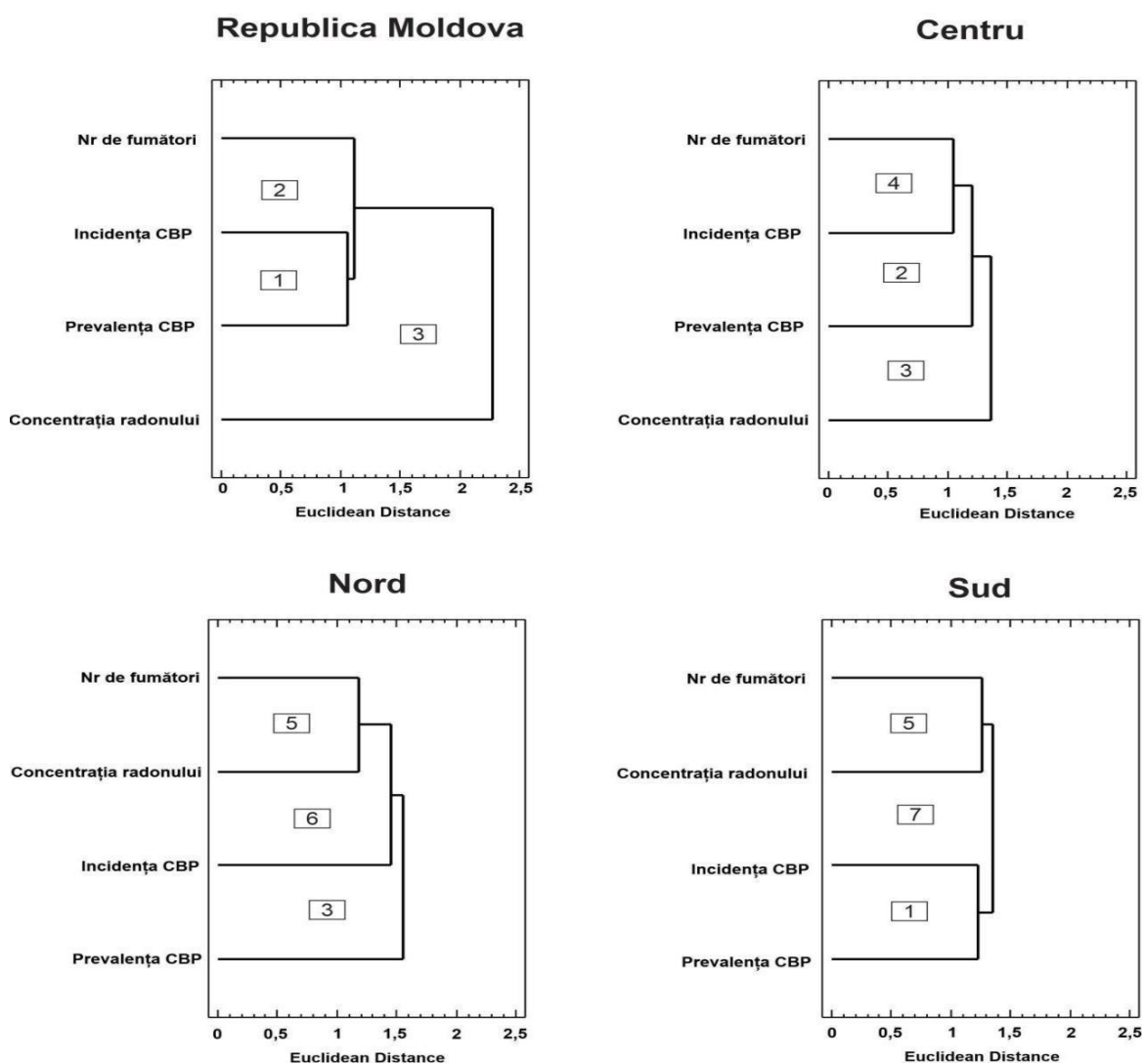


Figura 24. Dendrogramele analizei clusteriene a interacțiunii „numărul de fumători $\times$ concentrația radonului $\times$ incidența/prevalența CBP” pe teritoriul Republicii Moldova și în RDD Nord, Centru și Sud

4.2. Stabilirea interacțiunii „concentrația radonului din aerul din locuințe × tutun × dezvoltarea cancerului bronhopulmonar” prin utilizarea metodologiei caz-control

Analiza distribuției pe sexe a evidențiat diferențe semnificative între lotul de pacienți diagnosticați cu cancer bronhopulmonar și lotul de control. În lotul caz, predominanța sexului masculin — 74,16% (95% ÎI: 63,0 — 82,9), comparativ cu sexul feminin — 25,84% (95% ÎI: 17,1 — 37,0) confirmă faptul că bărbații sunt mai frecvent afectați de cancerul bronhopulmonar. Acest aspect este în concordanță cu literatura de specialitate, care raportează incidențe mai mari la bărbați, explicabile în principal prin prevalența mai mare a tabagismului și expunerii profesionale suplimentare la agenți carcinogeni. În schimb, în lotul martor s-a constatat o distribuție relativ echilibrată între sexe: 54,74% (95% ÎI: 45,2 — 63,9) bărbați și 45,26% (95% ÎI: 36,1 — 54,8) femei, ceea ce sugerează că dezechilibrul marcat observat în lotul caz este specific patologiei oncologice studiate și nu reflectă structura pe sexe a populației generale (figura 25).

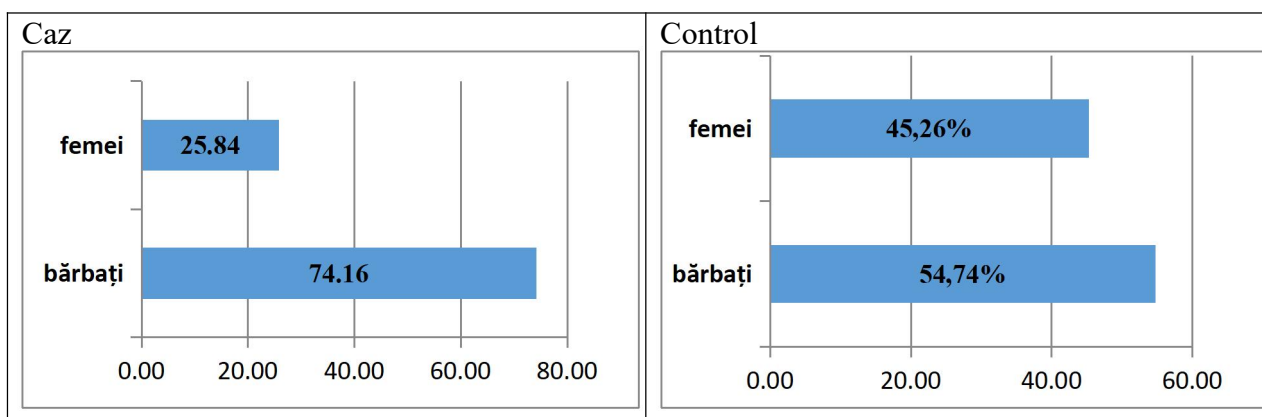


Figura 25. Raportul bărbați : femei în grupul caz (a) și lotul control (b), %

În figura 26 sunt prezentate datele privind distribuția participanților conform vârstei atât pentru pacienți, cât și pentru persoanele din lotul de control. Structura grupurilor a fost relativ omogenă, cu excepția categoriei de vârstă peste 70 ani, care a avut o pondere mai mare în grupul pacienților cu CBP.

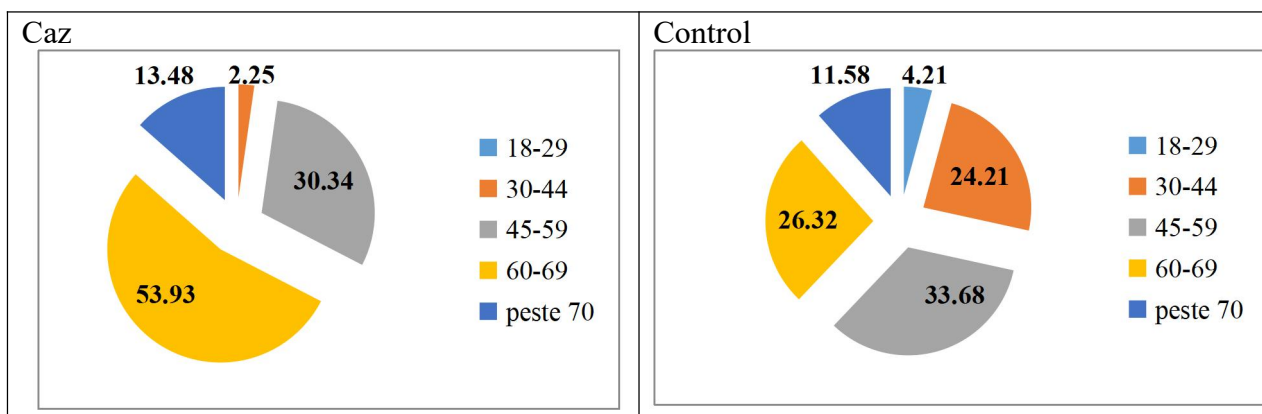


Figura 26. Ponderea pacienților și persoanelor din lotul control după vârstă, %

În grupul de caz (pacienți), majoritatea participanților aveau studii în colegiu comunitar — 44,94% (95% ÎI: 33,9 — 56,6), urmat de studii generale/liceale — 25,84% (95% ÎI: 17,1 — 37,0),

în timp ce grupul martor avea mai mulți subiecți cu studii universitare/postuniversitare – 43% (95% ÎI: 33,9 – 52,6) și mai puțini cu studii generale/liceale – 18,95% (95% ÎI: 12,4 – 27,8) sau în colegiu comunitar – 33,68% (95% ÎI: 25,3 – 43,2). Aceste diferențe pot fi relevante din perspectiva accesului la educație, informație și a capacității participanților de a recunoaște și de a reacționa adecvat la factorii de risc pentru sănătate și adoptarea unui comportament responsabil față de propria sănătate (figura 27).

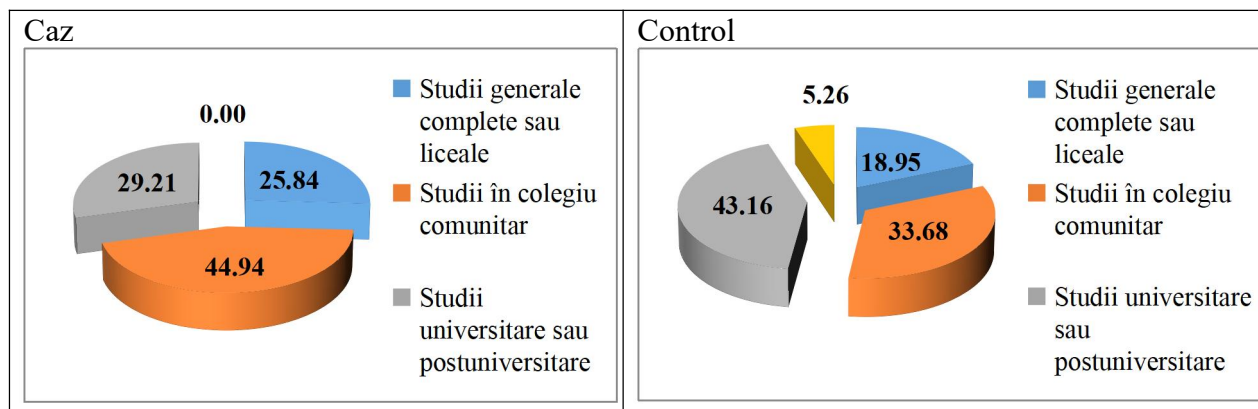


Figura 27. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control conform categoriei de educație/instruire, %

După mediul de reședință pacienții au avut o pondere mai mare în mediul rural – circa 52,81% (95% ÎI: 41,4 – 63,9), în timp ce lotul martor a avut o proporție mai mare în mediul urban – 52,63% (95% ÎI: 43,2 – 61,8). Diferența în cauză, probabil, reflectă variabilele legate de expunerea la radon, condiții de locuit sau alți factori de risc specifici mediului rural. Mediul rural ar putea fi asociat cu un risc mai mare de expunere la radon ce poate contribui la frecvența mai crescută a cancerului bronhopulmonar în acest grup (figura 28). Variabilele sociodemografice au fost prezentate pentru caracterizarea loturilor și pentru identificarea unor potențiali factori de confuzie. În interpretarea rezultatelor s-a ținut cont de faptul că sexul și mediul de reședință pot influența riscul de cancer bronhopulmonar independent de expunerea la radon.

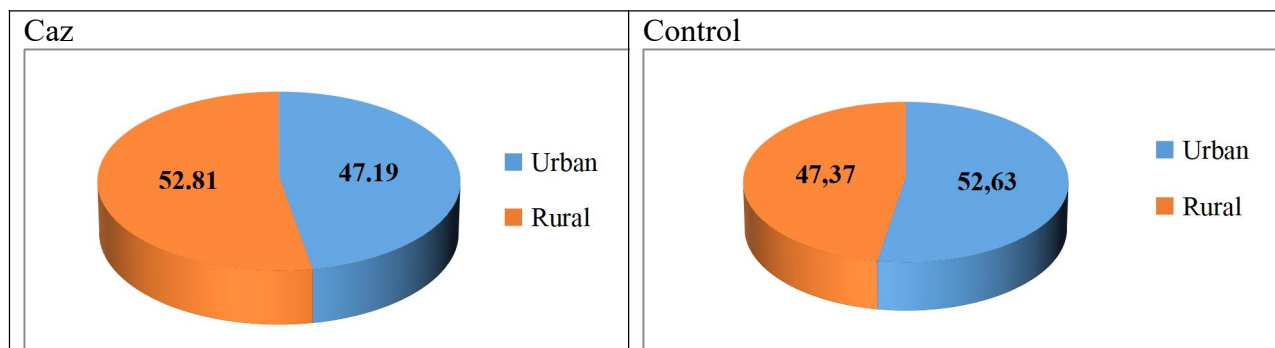


Figura 28. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control după mediul de reședință, %

Analiza distribuției participanților după mediul de reședință și tipul de locuință a arătat diferențe între grupul pacienților și grupul martor. Pacienții locuiesc predominant în case cu un

nivel fără subsol/demisol, 39,33% (95% Î: 28,8 – 51,0) comparativ cu grupul martor 20,0% (95% Î: 13,3 – 28,9). În lotul martor se atestă o proporție mai mare de locuințe cu subsol/demisol și case cu două nivele și subsol – circa 46,31% (95% Î: 37,1 – 55,7) în total, comparativ cu locuințele pacienților – 30,34% (95% Î: 21,0 – 41,6). Relevanța acestor caracteristici constă în faptul că locuințele fără subsol/demisol sunt considerate mai expuse la radon deoarece gazul pătrunde direct în spațiile de locuit din sol (figura 29).

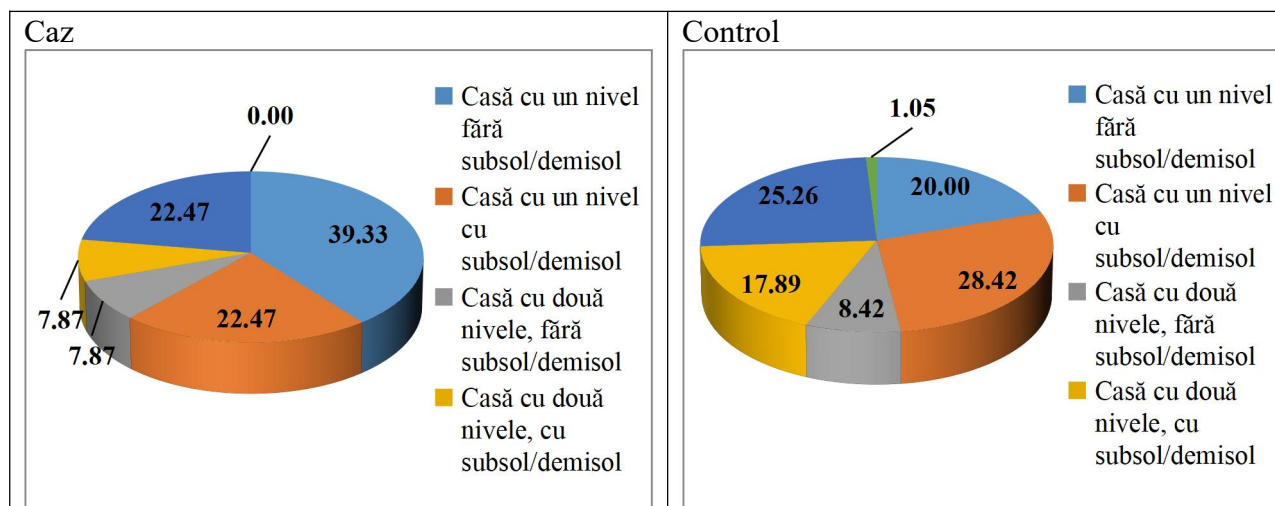


Figura 29. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control după tipul locuinței, %

Studiul arată că majoritatea pacienților cu CBP – 59,55% (95% Î: 48,0 – 70,0) locuiesc de peste 30 de ani în aceeași locuință, comparativ cu 37,89% (95% Î: 29,2 – 47,4) dintre martori. Aceasta sugerează o durată mai mare a expunerii la factorii de risc din locuință, inclusiv radonul, în rândul pacienților. În ansamblu, distribuțiile prezentate evidențiază diferențe semnificative între grupul experimental și martor în ceea ce privește mediul de reședință și tipul de locuință, cât și durata șederii în aceeași locuință – aspecte relevante pentru evaluarea expunerii la radon și riscul asociat de cancer pulmonar (figura 30).

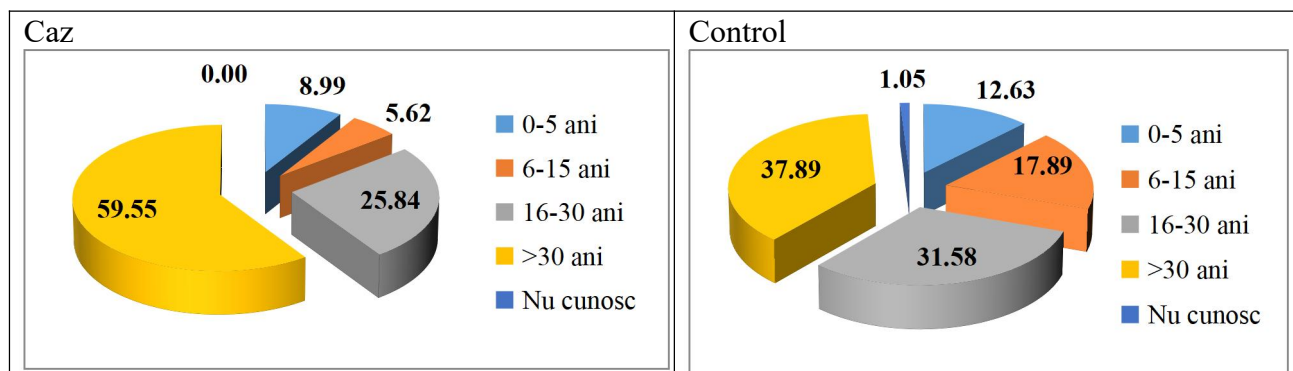


Figura 30. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control după perioada șederii (ani) în locuința actuală, %

Studierea activității participanților în condiții de risc sporit care pot contribui la dezvoltarea cancerului pulmonar, cum ar fi expunerea la azbest, pulberi sau alți agenți nocivi a demonstrat că în grupul pacienților 47,19% (95% ÎÎ: 36,1 – 58,6) au declarat expunere la astfel de condiții stresante, 50,56% (95% ÎÎ: 39,3 – 61,7) nu au fost expuși, iar 2,25% (95% ÎÎ: 0,4 – 8,3) nu cunosc nivelul de expunere. În grupul martor, doar 14,74% (95% ÎÎ: 9,2 – 22,7) au fost expuși, 71,58% (95% ÎÎ: 62,3 – 79,4) nu au fost expuși (figura 31).

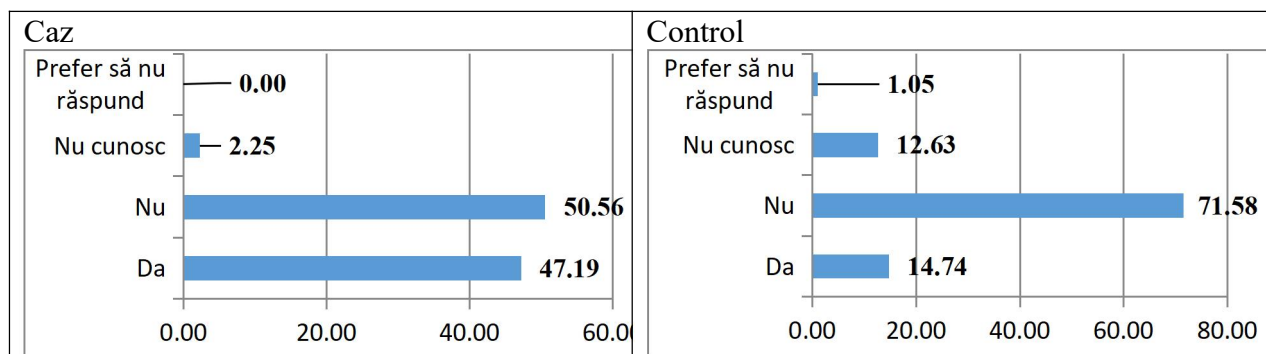


Figura 31. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control după activitatea în condiții de risc sporit, %

A prezentat interes studiarea istoricului de fumat al participanților din studiul caz-control. S-a observat că, în rândul pacienților, 61,80% (95% ÎÎ: 50,2 – 72,1) nu fumează, 6,74% (95% ÎÎ: 2,8 – 14,9) nu au fumat timp de 6 – 36 luni, 2,25% (95% ÎÎ: 0,4 – 8,3) fumează de 6 – 10 ani, iar 29,21% fumează de peste 10 ani (95% ÎÎ: 20,0 – 40,5). În grupul martor, majoritatea – 77,89% (95% ÎÎ: 69,1 – 84,7) – nu fumează, 5,26% (95% ÎÎ: 2,1 – 11,9) nu au fumat timp de 6 – 36 luni, 3,16% (95% ÎÎ: 0,9 – 8,8) fumează de 1 – 5 ani, 3,16% (95% ÎÎ: 0,9 – 8,8) de 6 – 10 ani și 9,47% (95% ÎÎ: 5,1 – 16,8) fumează de peste 10 ani, evidențiindu-se un procent mai mare de fumători pe termen lung în rândul pacienților comparativ cu grupul martor (figura 32).

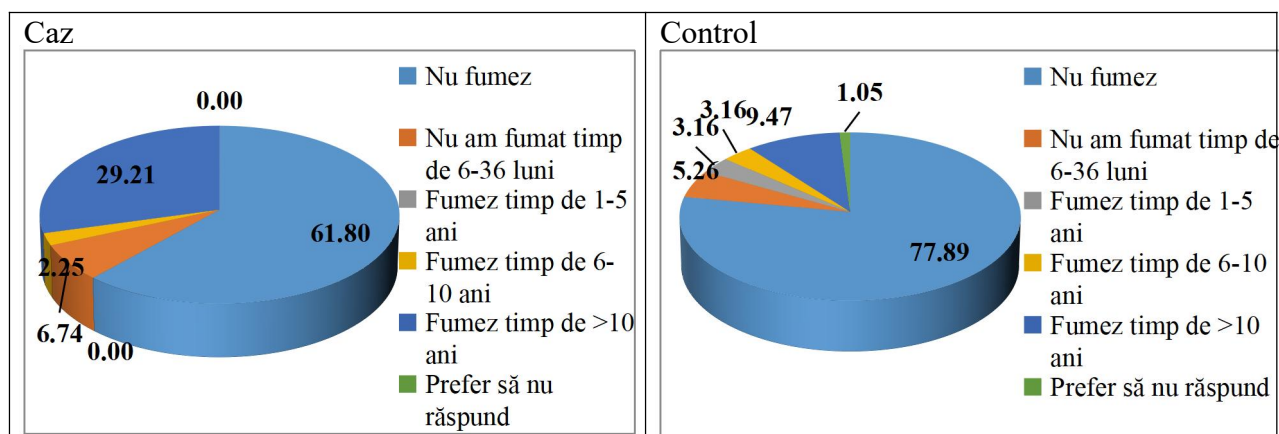


Figura 32. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control referitor la experiența de fumat, %

Evaluarea comportamentului legat de fumat în momentul includerii în studiu relevă o distribuție relativ omogenă între cele două loturi studiate. În grupul pacienților 11,24% (95% ÎÎ:

6,1 – 19,7) au declarat că consumă în prezent tutun, iar 88,76% (95% ÎÎ: 80,3 – 93,9) nu consumă. În grupul martor 10,53% (95% ÎÎ: 6,1 – 17,6) sunt fumători activi, iar 88,42% (95% ÎÎ: 81,0 – 93,2) nu consumă tutun. Procentul celor care nu preferă să răspundă este neglijabil. Rezultatele indică faptul că, la momentul includerii în studiu, consumul activ de tutun este similar între grupuri, ceea ce sugerează că istoricul cumulativ de fumat, este mai relevant pentru evaluarea riscului de cancer pulmonar (figura 33). Această paritate este susținută de indicatorii analitici, care confirmă absența unei diferențe semnificative statistic între grupuri, astfel OR = 1,27, indicând o probabilitate ușor mai ridicată pentru grupul caz, însă fără atingerea pragului de semnificație, 95% ÎÎ : 0,88 și 1,84, iar valoarea $p = 0,1702$ ($p > 0,05$) susține ipoteza nulă.

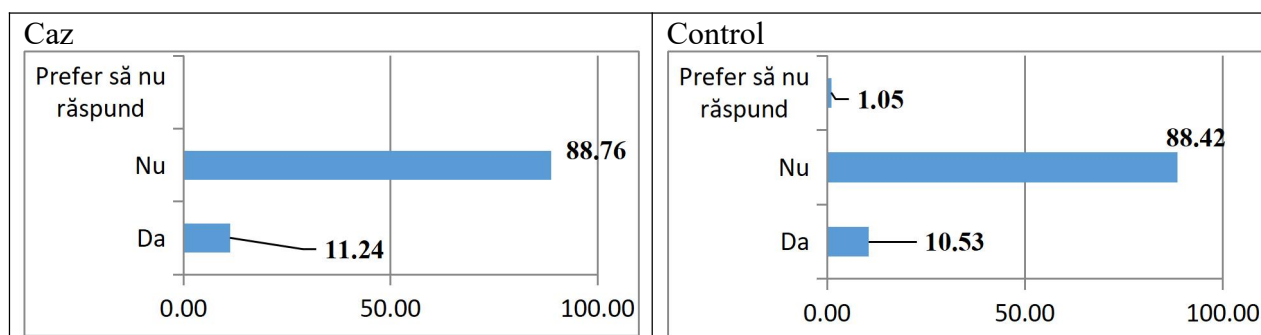


Figura 33. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control fumători ai produselor din tutun (țigarete, trabucuru, pipele), %

Analizarea utilizării produselor din tutun care nu se aprind (de exemplu, tutun pentru încălzire sau alternative fără ardere) este marginală, fiind raportată de doar 1,12% (95% ÎÎ: 0,1 – 6,1) în grupul bolnavilor. În grupul martor nici un participant nu a raportat consumul de astfel de produse, 93,77% au răspuns ferm că nu le utilizează iar 6,23% sunt nesiguri față de răspuns. Indicatorii analitici confirmă absența unei asocieri statistice între utilizarea produselor și patologia studiată, astfel OR = 1,05, ÎÎ 95%: 0,75 – 1,46 și un $p = 0,75$. Aceste date indică că utilizarea produselor fără ardere este extrem de redusă în ambele grupuri și nu constituie un factor semnificativ de risc pentru dezvoltarea cancerului pulmonar în cadrul eșantionului cercetat (figura 34).

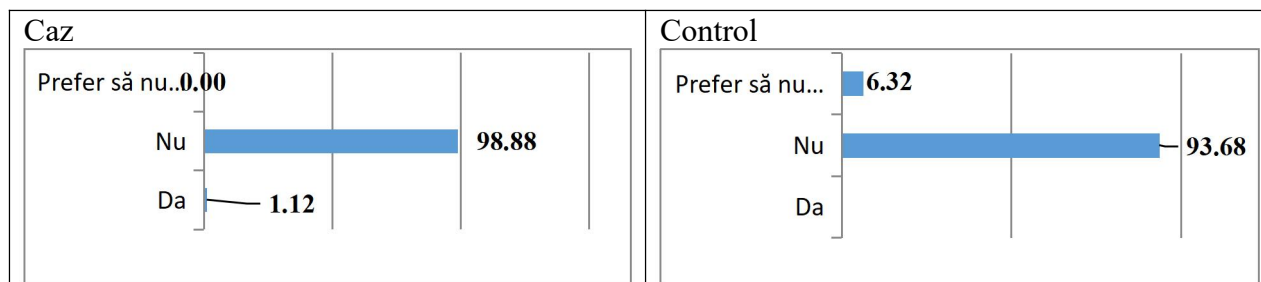


Figura 34. Ponderea pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control fumători ai produselor din tutun care nu se aprind, %

Analiza tentativelor de renunțare la fumat evidențiază diferențe semnificative statistic între cele două loturi investigate ($\chi^2 = 11,82$, $df = 4$, $p = 0,018$). Se observă o predispoziție mai

accentuată către abandonarea viciului în rândul grupului caz (pacienții cu cancer bronhopulmonar), unde doar 35,96% (95% ÎI: 25,7 – 47,7) nu au încercat să renunțe; 4,49% (95% ÎI: 1,5 – 13,3) au încercat de câteva săptămâni, 20,22% (95% ÎI: 12,4 – 31,1) de câteva luni, iar 20,22% (95% ÎI: 12,4 – 31,1) de 1 – 10 ani, comparativ cu 51,58% (95% ÎI: 42,1 – 60,9) în grupul martor. Faptul că valoarea p este inferioară pragului de 0,05 demonstrează că diagnosticul oncologic acționează ca factor declanșator pentru modificarea comportamentului dependent.

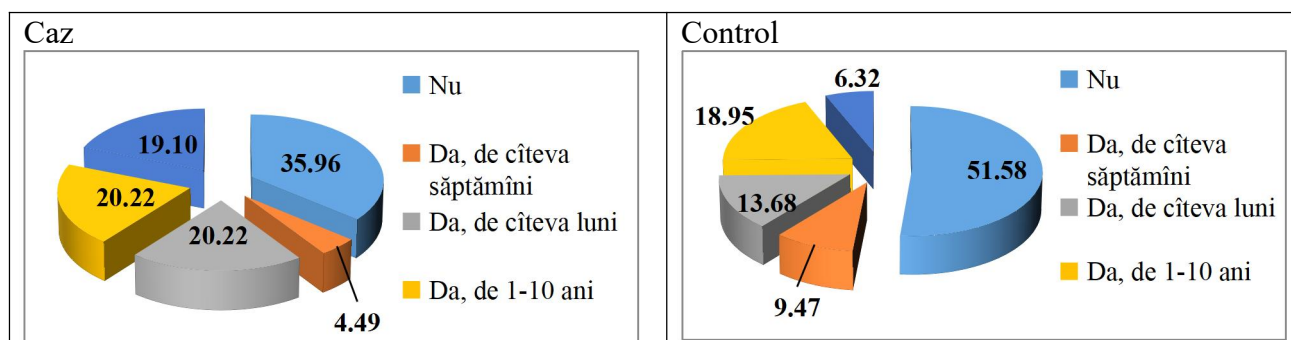


Figura 35. Ponderele pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control fumători, care au încercat să renunțe la fumat, %

Pacienții prezintă frecvențe duble pentru tentativele de renunțare pe termen mediu (câteva luni: 20,22% vs. 13,68%), sugerând o motivație intrinsecă mai puternică post-diagnostic.

Studiul intervalului de timp scurs de la renunțarea la fumat confirmă o corelație statistică semnificativă între istoricul de fumat și apartenența la grupul de studiu ($\chi^2 = 15,31$, $df=4$, $p = 0,004$). Datele indică o tendință de abandonare a viciului mult mai recentă și mai frecventă în rândul bolnavilor. În timp ce grupul martor prezintă o pondere mai mare a abandonului pe termen lung (peste 10 ani) 9,47% (95% ÎI: 5,1 – 16,8) în rândul bolnavilor se observă o concentrare a renunțării în intervalul de 5-10 ani 23,95% (95% ÎI: 15,4 – 35,1).

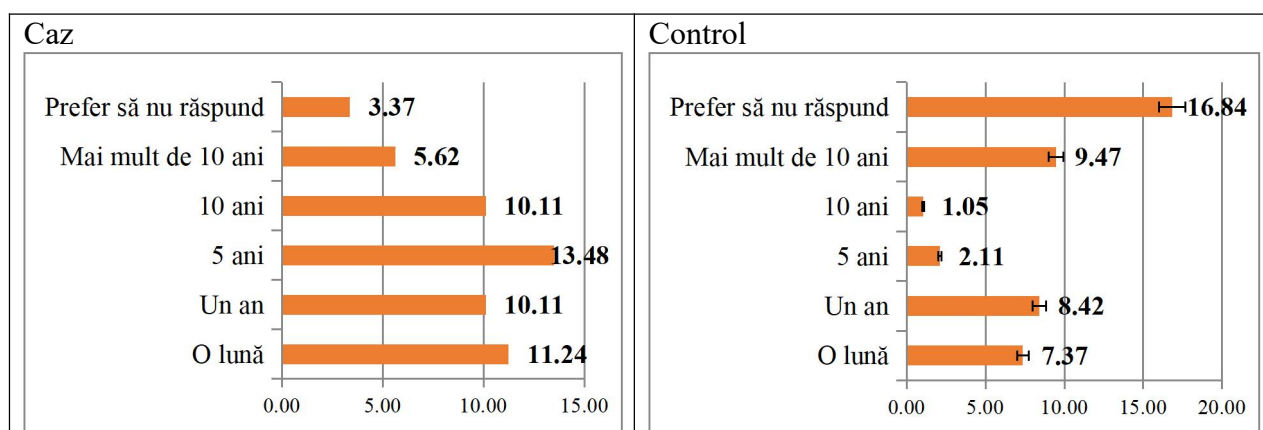


Figura 36. Ponderele pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control fumători, care au încetat să fumeze de ceva timp, %

Învestigarea expunerii la fumatul pasiv pe o perioadă de 30 de ani relevă o distribuție similară între lotul caz și lotul control ($\chi^2 = 0,31$, $df = 2$, $p = 0,85$). Structura procentuală a

expunerii este similară în ambele grupuri, majoritatea participanților neraportând conviețuirea cu un fumător 75,28 % (95% ÎI: 64,1 – 83,9) în rândul pacienților și 73,68% (95% ÎI: 64,6 – 81,1) în grupul martor. Această absență a semnificației statistice, susținută de suprapunerea aproape totală a intervalelor de încredere, sugerează că, în cadrul eșantionului studiat, fumatul pasiv nu a fost asociat independent cu patologia investigată.

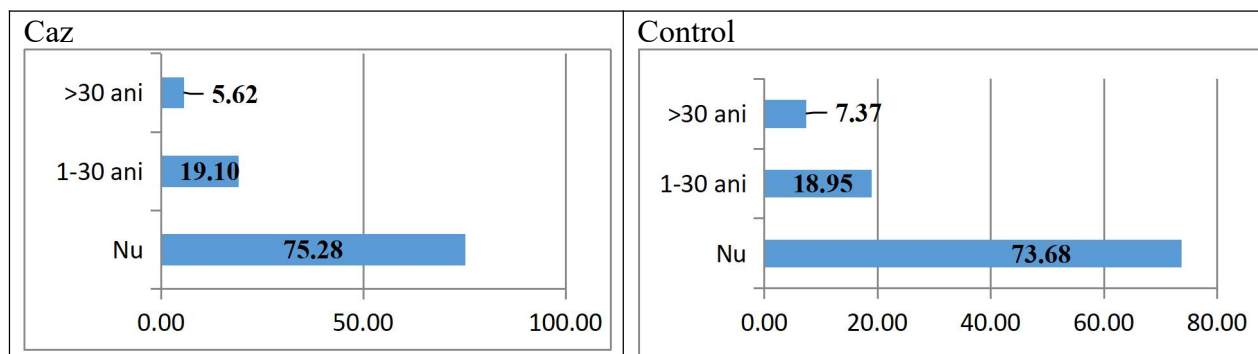


Figura 37. Ponderele pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control care au locuit cu un fumător în ultimii 30 ani, %

Analiza contextelor de expunere la fumul de tutun indică locul de muncă drept un mediu cu impact semnificativ asupra profilului de risc oncologic în eșantionul studiat ($\chi^2 = 4,14$, $p = 0,042$). În timp ce expunerea în perioada copilăriei este similară între cele două grupuri ($p > 0,05$), ponderea bolnavilor expuși cronic la locul de muncă este considerabil mai mare - 51,69% (95% ÎI: 40,4 – 62,8) comparativ cu grupul martor - 37,89% (95% ÎI: 29,2 – 47,4). Este important de menționat că o parte dintre subiecți prezintă un profil de expunere cumulativă, raportând prezența fumului de tutun atât în copilărie, cât și în mediul profesional.

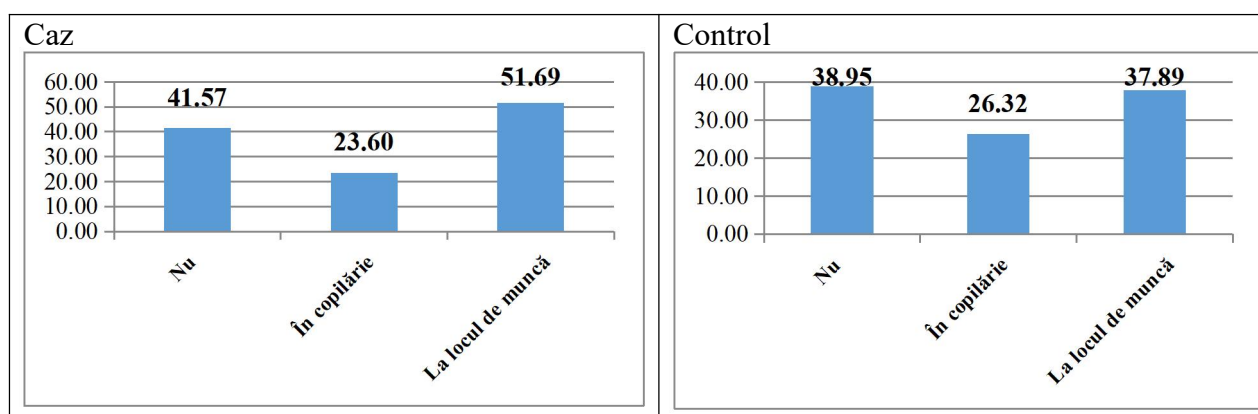


Figura 38. Ponderele pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control care au fost expuși sau nu la fumat, %

Studierea percepției riscului sinergic asociat expunerii concomitente la radon și consumului de tutun relevă o discrepanță majoră și înalt semnificativă statistic între cele două loturi ($\chi^2 = 18,74$, $df = 2$, $p < 0,001$). Aproape totalitatea pacienților din grupul caz - 94,38% (95% ÎI: 86,2 - 97,8) conștientizează riscul sporit pentru sănătate, spre deosebire de 72,63%

(95% Î: 63,4 — 80,3) în grupul martor. Deosebit de relevantă este ponderea celor care declară că “nu cunosc” acest risc, care este de peste cinci ori mai mare în rândul grupului martor.

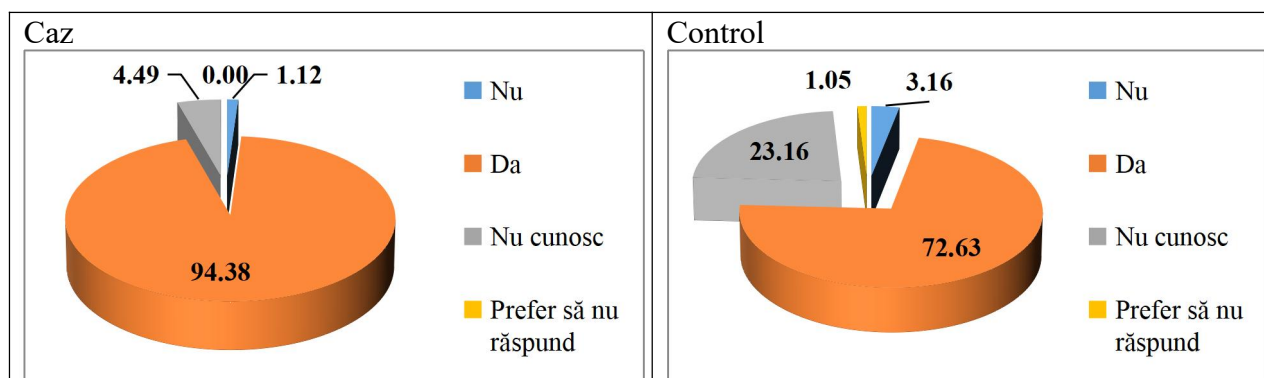


Figura 39. Ponderele pacienților cu CBP și a persoanelor din lotul de control fumători privind riscul pentru sănătate mai sporit în cazul expunerii la radon, %

Analiza formelor clinico-anatomice de cancer bronhopulmonar în rândul grupului de pacienți relevă o predominanță a formelor centrale endobronșice, prezente la 45,6% (95% Î: 34,4 — 57,2) dintre pacienți. Acestea sunt urmate de cancerul periferic cu formă de tumoare sferică identificată în 42,2% (95% Î: 31,3 — 53,9).

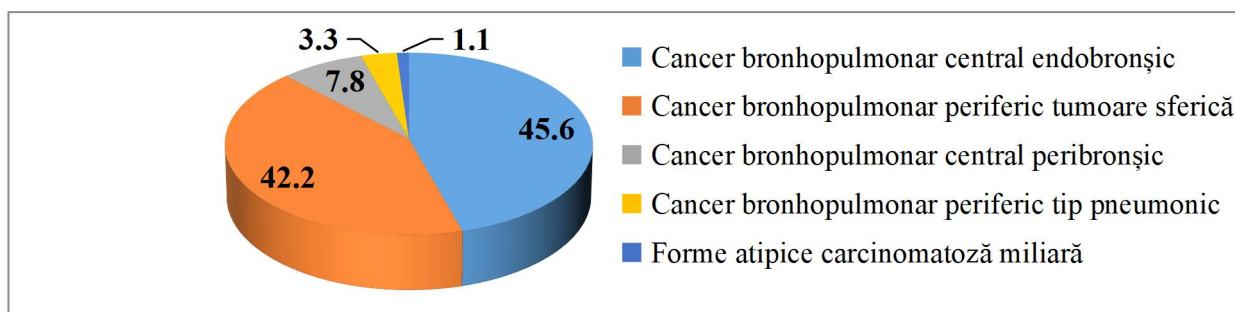


Figura 40. Ponderele bolnavilor după clasificarea anatomo-clinică a cancerului bronhopulmonar (%)

Analiza structurii eșantionului în funcție de deceniul nașterii evidențiază faptul că majoritatea pacienților aparțin generației născute în perioada 1960 — 1969 — 39,33% (95% Î: 29,1 — 50,3) urmată de perioada 1950 — 1959 cu 35,96% (95% Î: 26,1 — 46,8).

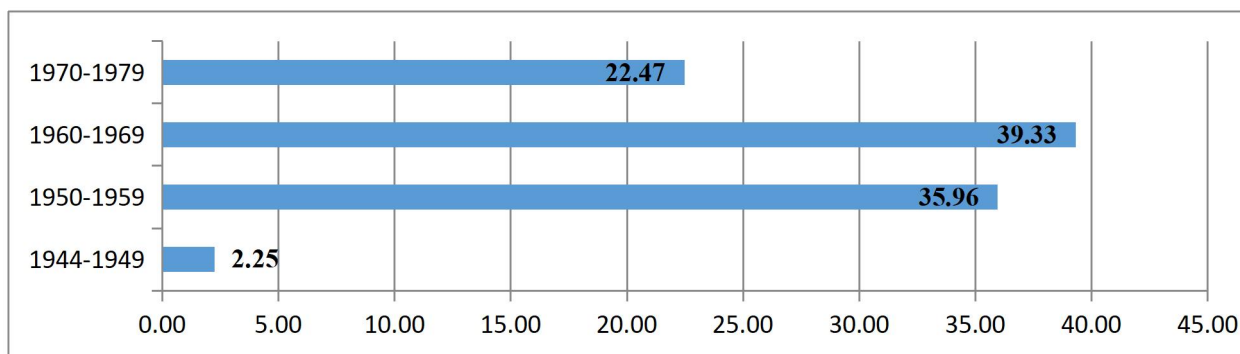


Figura 41. Ponderele bolnavilor după vârstă (anul nașterii), %

Analiza statistică a datelor prezentate în tabelul 19 evidențiază o asociere semnificativă statistic între expunerea la radon și cancerul bronhopulmonar în eșantionul studiat. Pentru persoanele sănătoase expuse la concentrații de radon peste 200 Bq/m³, valoarea OR a fost de 2,60 (95% II: 1,30–5,20; p = 0,01), indicând șanse de 2,6 ori mai mari de apariție a cancerului bronhopulmonar comparativ cu persoanele expuse la concentrații sub acest prag. Proporția persoanelor expuse la concentrații peste 200 Bq/m³ a fost mai mare în lotul caz, de 37,7%, comparativ cu 18,0% în lotul martor, susținând existența unei asocieri între expunerea rezidențială la radon și boală.

În ceea ce privește consumul cronic de tutun, valoarea OR de 0,81 (95% II: 0,36–1,84; p >0,05) nu a evidențiat o asociere semnificativă statistic în cadrul eșantionului studiat. Acest rezultat trebuie interpretat cu prudență, inclusiv în contextul dimensiunii reduse a eșantionului și al numărului mic de fumători cronici incluși în lotul cazurilor. Din cele 11 persoane cu consum cronic de tutun din lotul cazurilor, toate au prezentat concomitent expunere la concentrații ale radonului peste 200 Bq/m³, unele valori situându-se în intervalul 600–800 Bq/m³. Această suprapunere a expunerilor în subgrupul respectiv sugerează o posibilă interacțiune între expunerea la radon și consumul de tutun, însă rezultatele obținute în prezentul eșantion nu permit confirmarea statistică a unui efect multiplicativ. Sunt necesare studii suplimentare, pe eșantioane mai mari pentru evaluarea acestei interacțiuni (tabelul 19).

Tabelul 19 . Analiza comparativă a factorilor de risc în studiul caz-control

		<i>Expunere la radon peste 200 Bq/m³</i>	<i>Expunere la radon sub 200 Bq/m³</i>	<i>Expunere la consumul de tutun cronic</i>	<i>Fără expunere la tutun</i>
Bolnavi, cancer bronhopulmonar	Valori absolute	26	43	11	58
	%	37,68	62,32	15,94	84,06
	95%II:	26,1-49,2	50,8-73,9	7,3- 24,6	75,4-92,7
Control, fără patologie oncologică	Valori absolute	20	86	20	86
	%	18,87	81,13	18,87	81,13
	95%II:	11,5-26,2	73,8-88,5	11,5-26,2	73,8-88,5

Reprezentarea grafică (figura 42) evidențiază parametrii de tendință centrală și dispersie pentru concentrația de radon în cele două loturi investigate. Corpul dreptunghiular al graficului reprezintă intervalul media ± deviația standard, iar segmentele verticale extind această

reprezentare până la intervalul de $1,96 * DS$. Distribuția valorilor evidențiază o variabilitate importantă în ambele loturi și prezența unor valori ridicate ale concentrației de radon. Această variabilitate extremă justifică utilizarea analizei categoriale prin Odds Ratio ($OR = 2,60$), demonstrând că riscul oncogenic este asociat cu aceste valori de vârf care depășesc semnificativ media grupului. Deși există o suprapunere a intervalelor de dispersie, valorile maxime înregistrate în lotul de caz subliniază necesitatea monitorizării radonului ca prioritate de sănătate publică.

Analiza variabilelor asociate consumului de tutun și expunerii la radon a evidențiat diferențe între grupul caz, constituit din pacienți cu cancer bronhopulmonar, și grupul martor. În lotul caz au fost observate o frecvență mai mare a experienței de fumat de lungă durată, renunțări mai recente la fumat și tentative mai frecvente de renunțare comparativ cu grupul martor. Expunerea pasivă și cea profesională au completat profilul factorilor de risc analizați.

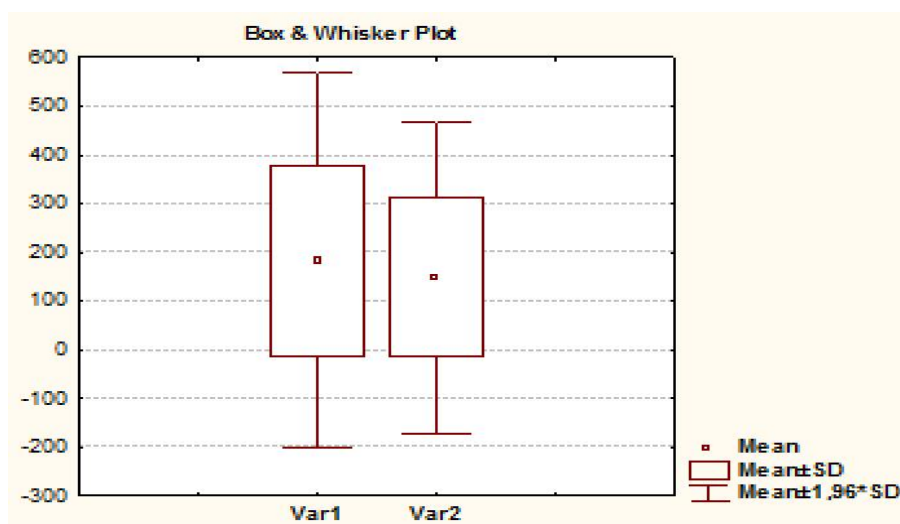


Figura 42. Repartizarea concentrației radonului în grupurile din studiul caz-control: oncopacienți (Var₁) și grupul martor (Var₂)

Corelarea informațiilor privind consumul de tutun cu valorile concentrației radonului determinate în locuințe a evidențiat o relație complexă între factorii de mediu și cei comportamentali. Asocierea valorilor mai ridicate ale concentrației radonului cu o frecvență mai mare a experienței de fumat în lotul caz sugerează posibilitatea unei interacțiuni între acești factori, fără a permite însă demonstrarea unui efect sinergic în cadrul prezentului eșantion.

Aceste constatări susțin necesitatea luării în considerare a variabilelor legate de consumul de tutun și expunerea la radon în analiza studiului caz-control și evidențiază relevanța lor pentru evaluarea riscului de cancer bronhopulmonar. Totodată, rezultatele subliniază importanța măsurilor de prevenție și a intervențiilor educaționale în domeniul sănătății publice.

Analiza clusteriană a evidențiat tendințe de asociere între expunerea la radon, consumul de tutun și indicatorii cancerului bronhopulmonar, cu variații regionale. Aceste rezultate au caracter

exploratoriu și susțin necesitatea aprofundării relației dintre factorii analizați prin studii suplimentare, pe eșantioane mai mari.

Prin analiza clusteriană au fost evidențiate asocieri între concentrația radonului și indicatorii de incidență și prevalență ai cancerului bronhopulmonar. În studiul caz–control, expunerea la radon >200 Bq/m³ a fost asociată semnificativ statistic cu cancerul bronhopulmonar (OR = 2,60; ÎI 95%: 1,30–5,20; $p = 0,01$), în timp ce pentru consumul cronic de tutun nu a fost identificată o asocieră semnificativă statistic în eșantionul analizat (OR = 0,81; ÎI 95%: 0,36–1,84; $p > 0,05$). Suprapunerea celor două expuneri sugerează posibilitatea unei interacțiuni, fără a permite demonstrarea unui efect sinergic sau de tip „trigger” în cadrul prezentului studiu.

5. EVALUAREA CUNOȘTINȚELOR POPULAȚIEI DESPRE EXPUNEREA LA RADON ȘI ELABORAREA RECOMANDĂRIILOR ÎN CONTROLUL EXPUNERII LA RADON

5.1. Evaluarea rezultatelor chestionării populației privind cunoștințele despre expunerea la radon

În cadrul studiului au fost evaluate cunoștințele populației privind radonul, sursele acestuia, efectele asupra sănătății și măsurile de prevenire a expunerii. Analiza rezultatelor a permis aprecierea nivelului de informare a populației și identificarea principalelor domenii care necesită intervenții prin programe de educație și comunicare a riscului.

Distribuția demografică a respondenților relevă o preponderență a femeilor - 62% (95% ÎI: 57,1 – 66,7) comparativ cu bărbații – 38% (95% ÎI: 33,3 – 42,9). Acest aspect poate influența ulterior asupra prelucrării rezultatelor privind percepțiile și nivelul de informare sau preocupare față de sănătate în funcție de gen (figura 43).

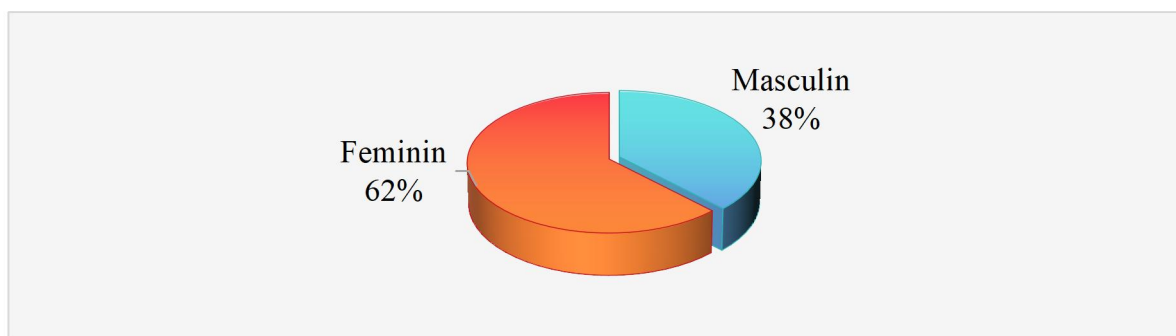


Figura 43. Distribuția respondenților în funcție de sex

Distribuția pe grupe de vârstă (figura 44), cea mai mare pondere este reprezentată de persoanele cu vârste între 45 și 64 de ani – 52% (95% ÎI: 47,1 – 56,9), urmate de categoria 25 – 44 – 30% (95% ÎI: 25,7 – 34,7). Aceste două grupe însumează peste 80% dintre respondenți, indicând o participare dominantă a populației social active, categorie care, în mod tipic, manifestă un interes sporit față de riscurile pentru sănătate în spațiul de locuit.

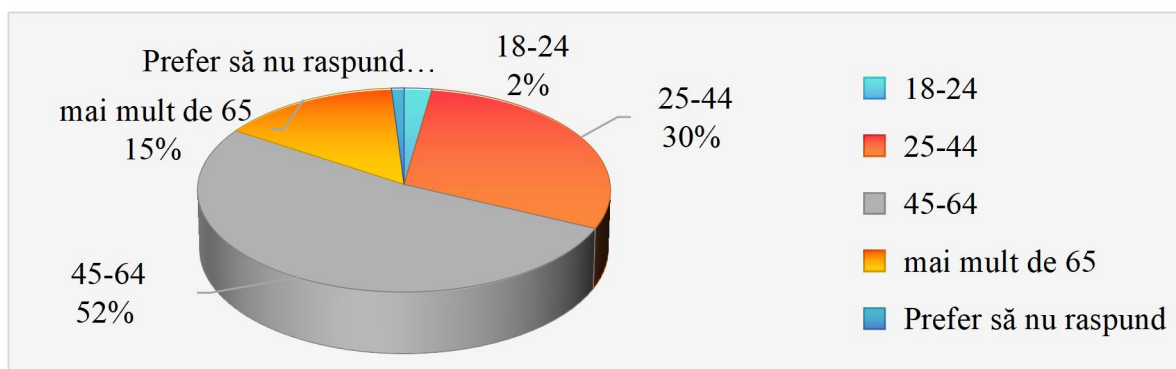


Figura 44. Distribuția respondenților în funcție de vârstă

Distribuția pe niveluri educaționale evidențiază un eșantion majoritar cu studii superioare 49% (95% ÎI: 44,1 – 54,0), urmat de respondenți cu studii medii speciale – 32% (95% ÎI: 27,6 – 36,8) și doar 14 % (95% ÎI: 10,9 – 17,8) cu educație generală sau liceală. Această structură sugerează un profil educațional ridicat, care poate influența pozitiv nivelul de conștientizare privind riscurile pentru sănătate, inclusiv expunerea la radon (figura 45).

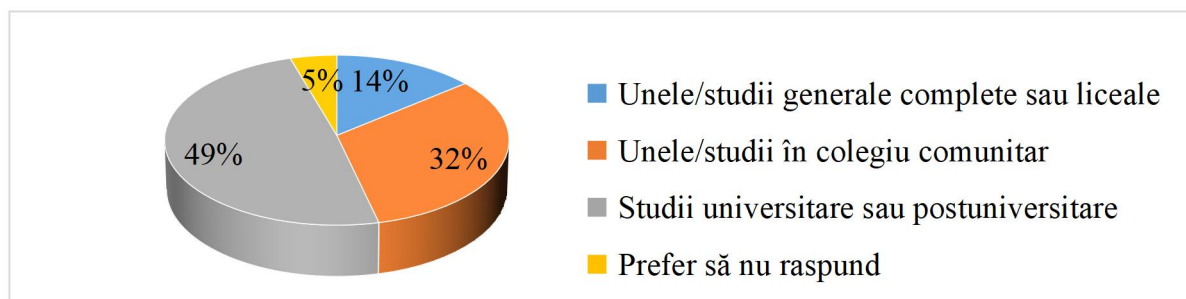


Figura 45. Nivelul de educație al respondenților

Studierea distribuției tipurilor de locuințe ale respondenților relevă următoarele rezultate: 45% (95% ÎI: 40,1 – 50,0) locuiesc în case individuale, 8% (95% ÎI: 5,6 – 11,1) în apartamente/odaie într-un duplex, 36% (95% ÎI: 31,4 – 40,9) în apartamente situate în clădiri cu mai multe etaje și 6% (95% ÎI: 3,9 – 8,8) case individuale separate. Această structură este importantă, deoarece riscul de expunere la radon poate varia în funcție de tipul locuinței, casele individuale fiind mai predispuse la acumularea radonului comparativ cu apartamentele la etaje superioare (figura 46).

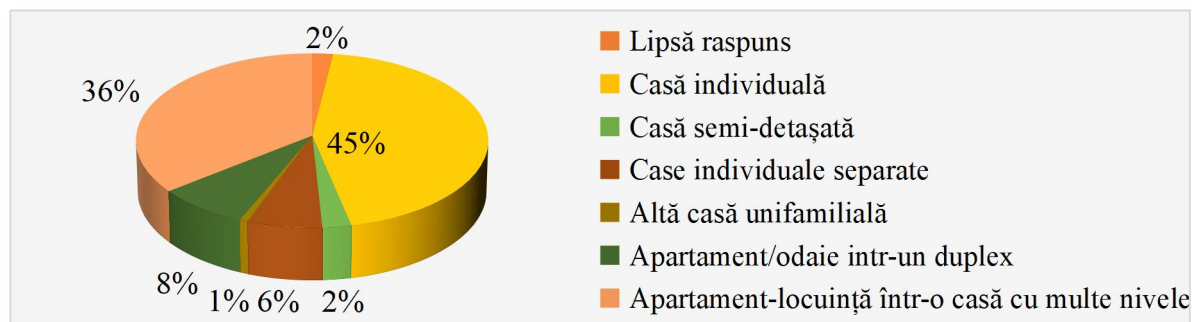


Figura 46. Tipul locuinței

S-a constatat că majoritatea respondenților – 93% (95% ÎI: 90,1 – 95,1) nu activează în domeniul radiațiilor, iar doar 3% (95% ÎI: 1,6 – 5,3) au afirmat că activează în acest sector. Acest aspect este relevant pentru interpretarea nivelului de cunoștințe despre radon, întrucât lipsa experienței profesionale în domeniu poate contribui la un nivel mai redus de informare identificat în rândul participanților la studiu (figura 47).

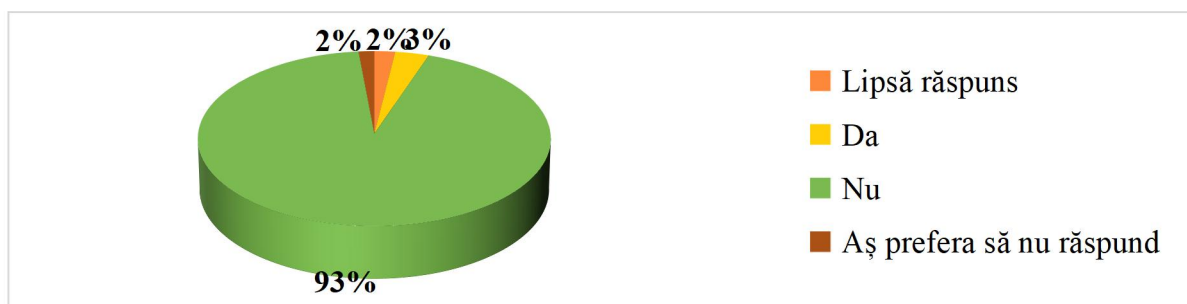


Figura 47. Activitatea în domeniul radiațiilor ionizante

Pentru a asigura o distribuție geografică largă a eșantionului, chestionarul a fost diseminat în majoritatea unităților administrativ-teritoriale de nivelul al doilea ale Republicii Moldova. Municipiul Chișinău a înregistrat cel mai mare număr de respondenți. Această situație corespunde distribuției reale a populației, capitala fiind zona cu cea mai mare concentrare demografică și urbanizare, aspect ce a influențat indirect volumul de date colectate din această regiune (figura 48).

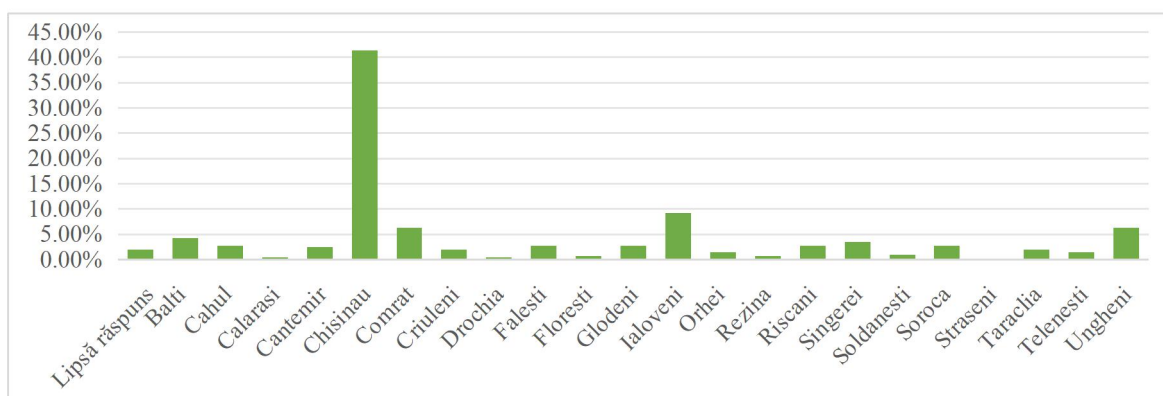


Figura 48. Locul de reședință al respondenților

Studiul a arătat că majoritatea respondenților percep starea lor generală de sănătate ca fiind bună — 37,0 % (95% ÎÎ: 32,3 — 41,9) sau foarte bună — 27,0% (95% ÎÎ: 22,8 — 31,6), în timp ce 19,0% (95% ÎÎ: 15,3 — 23,2) o consideră medie. Această percepție subiectivă a stării de sănătate poate influența modul în care respondenții se raportează la riscurile de mediu, precum expunerea la radon. Persoanele care se consideră sănătoase pot fi mai puțin motivate să caute informații sau să ia măsuri preventive, iar cei cu o percepție negativă asupra sănătății proprii pot manifesta o sensibilitate mai mare față de astfel de factori de risc.

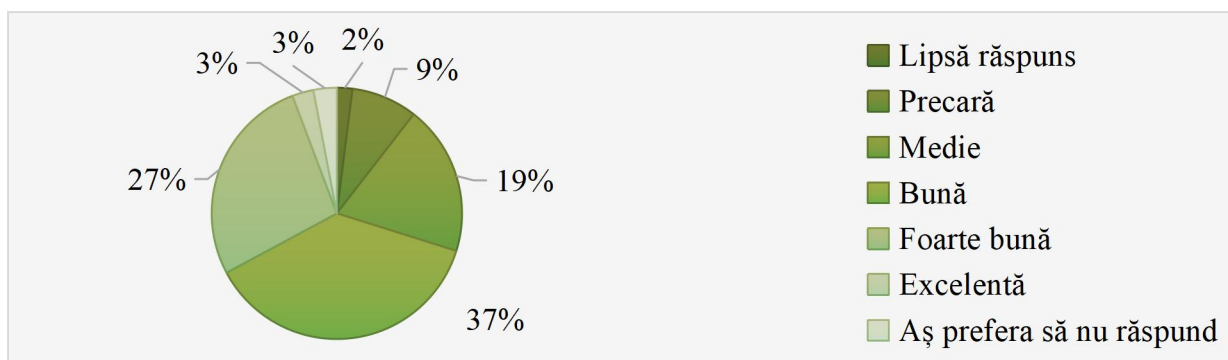


Figura 49. Distribuția răspunsurilor privind percepția stării generale de sănătate a respondenților

Majoritatea respondenților — 61,4% (95% ÎI: 56,5 — 66,1) se consideră “informați” cu privire la factorii de risc care pot afecta starea de sănătate, în timp ce 15,54% (95% ÎI: 12,2 — 19,5) afirmă că sunt “bine informați” și 6,52% (95% ÎI: 4,4 — 9,5) se consideră “excelent informați”. Pe de altă parte 12,53% (95% ÎI: 9,5 — 16,3) declară că “nu sunt informați” iar 1% (95% ÎI: 0,3 — 2,7) afirmă ca “nu sunt deloc informați” (figura 50).

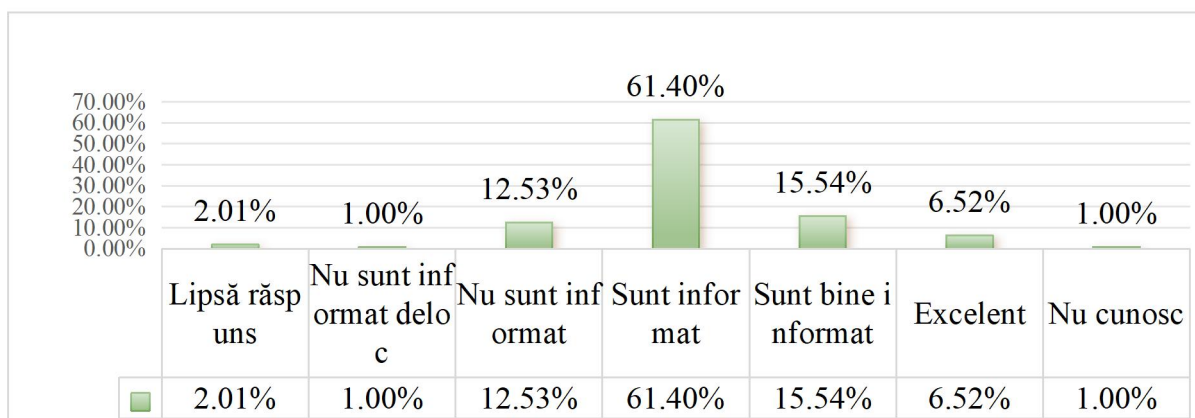


Figura 50. Nivelul de informare perceput privind factorii de risc pentru propria sănătate

Evaluarea stării de sănătate a populației a evidențiat o percepție predominant rezervată. Majoritatea respondenților au apreciat starea de sănătate ca fiind „medie” (54%; 95% ÎI: 49,1 — 58,9), iar 26% (95% ÎI: 21,8 — 30,6) au considerat-o „precară” (figura 51).

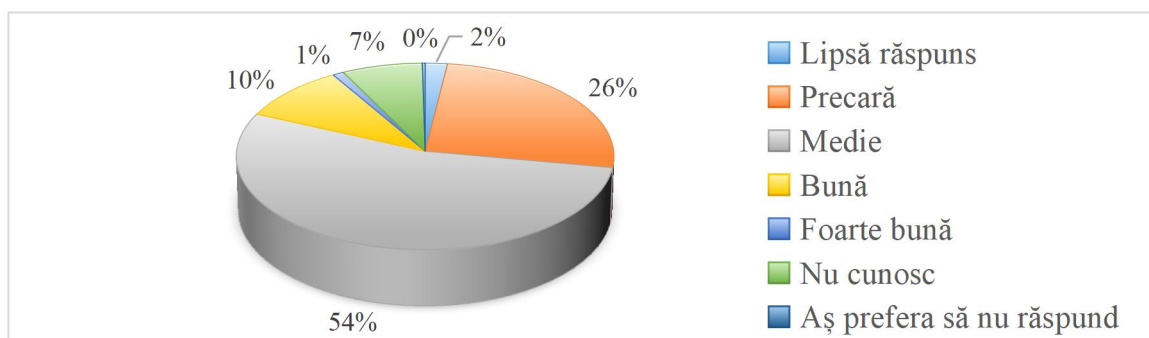


Figura 51. Evaluarea sănătății populației din Republica Moldova - percepția respondenților

În ceea ce privește nivelul perceput de informare privind riscurile pentru sănătate, 63,04% (95% ÎI: 58,1 — 67,7) dintre respondenți s-au declarat informați, bine informați sau foarte bine informați, în timp ce 27,07% (95% ÎI: 22,8 — 31,7) au afirmat că nu sunt informați, 1,25% (95% ÎI: 0,4 — 2,8) că nu sunt informați deloc, iar 6% (95% ÎI: 3,9 — 8,8) au declarat că nu cunosc sau nu își pot aprecia nivelul de informare (figura 52).

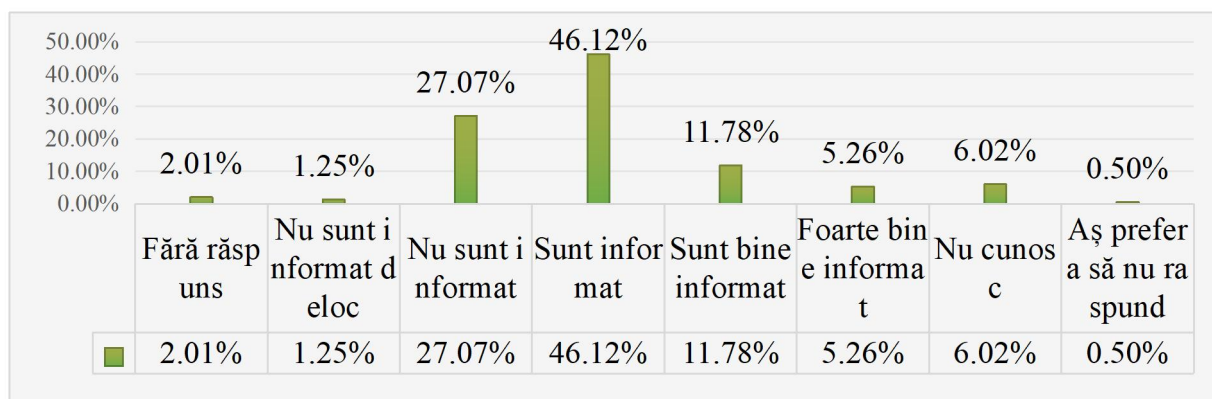


Figura 52. Nivelul de informare privind riscurile pentru sănătatea populației în general

Evaluarea capacității de protecție individuală indică un grad ridicat de asumare personală a managementului riscului. Majoritatea respondenților, respectiv 64,16% (95% ÎI: 59,3 — 68,9), s-au declarat de acord cu afirmația că se protejează de în mod individual de factorii de risc pentru sănătate. Cu toate acestea, 24,81% (95% ÎI: 20,7 — 29,3) nu sunt de acord cu această afirmație, iar 6,77% (95% ÎI: 4,5 — 9,7) au indicat că nu cunosc, ceea ce sugerează că o parte semnificativă a populației fie nu are încredere în capacitatea proprie de protecție, fie nu cunoaște clar măsurile de prevenție.

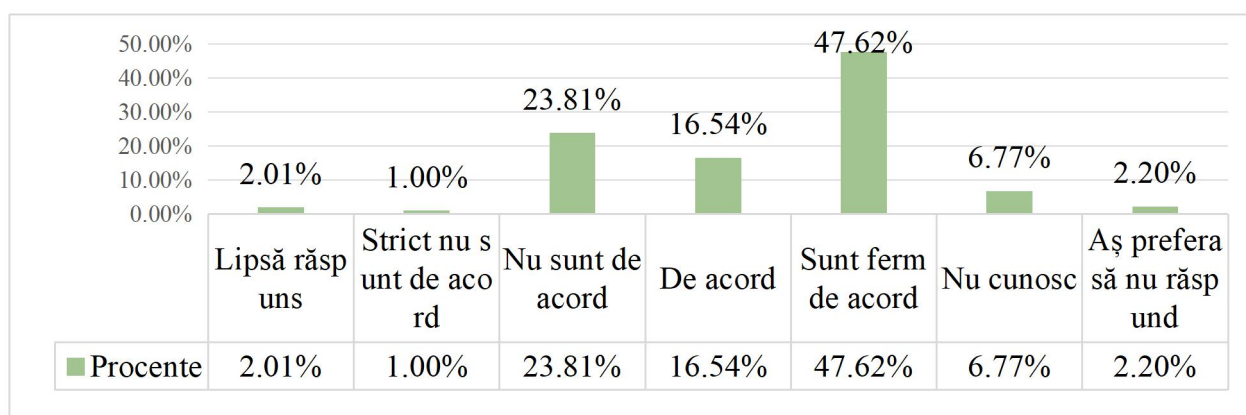


Figura 53. Distribuția răspunsurilor privind autoevaluarea capacității de protecție față de factorii de risc

Analiza nivelului perceput de control personal (figura 54), indică un nivel redus de autoeficacitate în rândul unei părți importante a respondenților. Peste 62% dintre participanți manifestă un nivel scăzut de control perceput, dintre care 39,9% (95% ÎI: 35,1 — 44,8) nu sunt de acord cu afirmația că dețin controlul asupra riscurilor personale, iar 22,3% (95% ÎI: 18,3 — 26,7)

sunt nesiguri. Doar 30,08% (95% Î: 25,7 — 34,8) dintre respondenți consideră că au control asupra propriei sănătăți în raport cu factorii de risc (23,81% de acord și 6,27% ferm de acord).

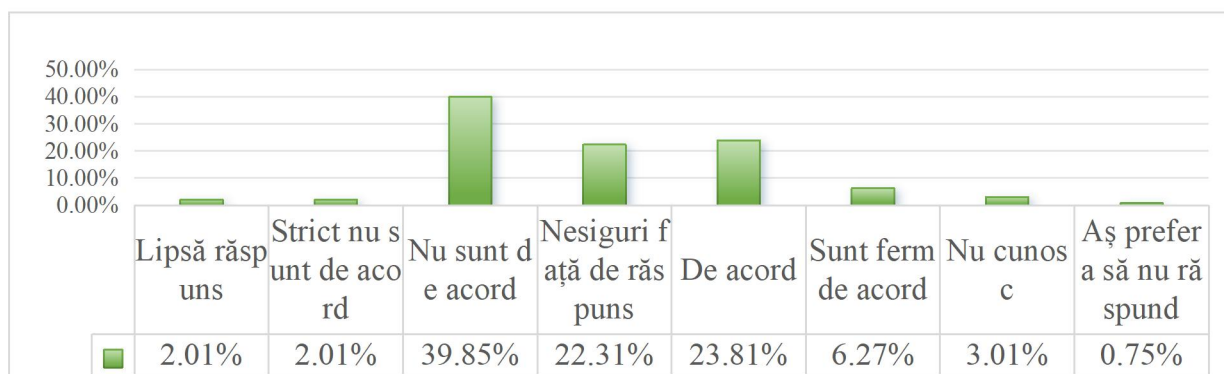


Figura 54. Percepția asupra controlului personal față de factorii de risc pentru sănătate

Analiza raportului dintre decizia de specialitate și implicarea publicului evidențiază o încredere majoră în expertiza tehnică. Peste jumătate dintre respondenți, 55,89% (95% Î: 50,9 — 60,8) sunt de acord sau ferm de acord că deciziile privind sănătatea publică ar trebui lăsate experților, ceea ce reflectă un grad ridicat de încredere în expertiză (figura 55). Totuși, 27,06% (95% Î: 22,8 — 31,7) nu sunt de acord, iar 8,27% (95% Î: 5,8 — 11,5) sunt nesiguri, sugerând necesitatea unui model participativ în gestionarea riscurilor.

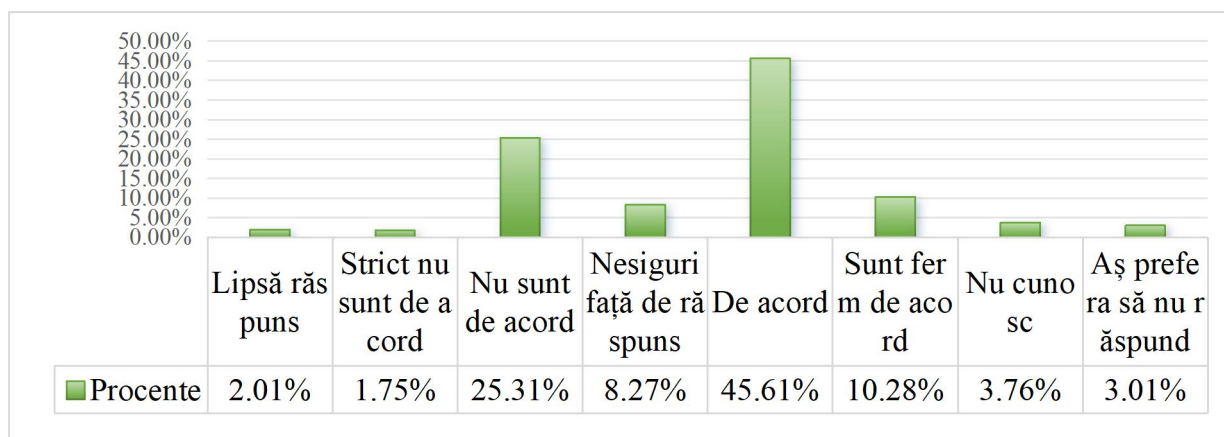


Figura 55. Gradul de acord privind implicarea experților în deciziile legate de sănătatea publică

Majoritatea respondenților, 95,73% (95% Î: 93,2 — 97,5), au declarat că sunt de acord sau ferm de acord că aerul din interior influențează sănătatea, ceea ce denotă un nivel ridicat de conștientizare privind acest factor de risc, astfel percepția generală a populației asupra importanței calității aerului din interior este pozitivă (figura 56).

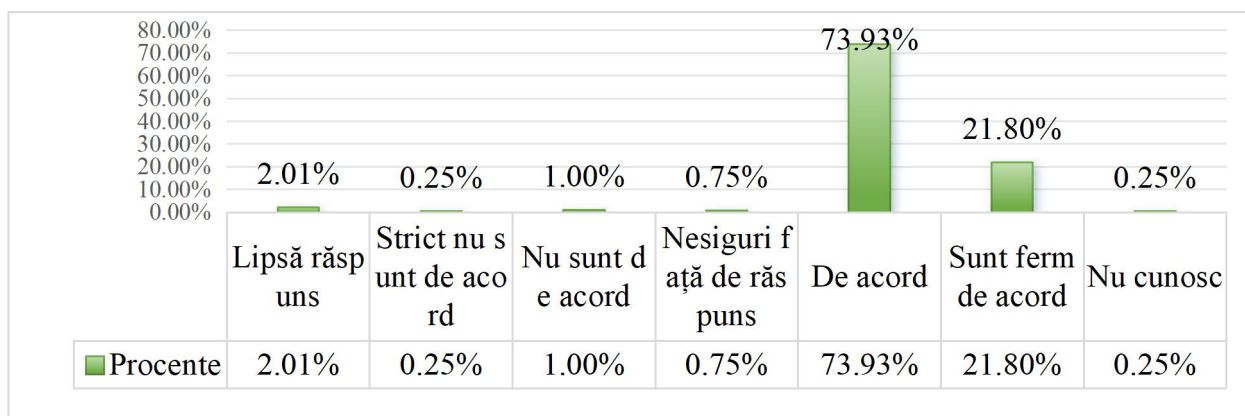


Figura 56. Percepția respondenților privind importanța calității aerului de interior și influența acestuia asupra sănătății

La afirmația privind ventilarea locuințelor indiferent de vreme, 82,71% (95% ÎI: 78,6 – 86,1) dintre respondenți au răspuns afirmativ (“de acord” – 66% sau “ferm de acord” – 16%), ceea ce indică o preocupare importantă pentru aerisirea locuinței. Un procent de 7,27% (95% ÎI: 5,0 – 10,3) s-au declarat nesiguri, iar 3,26% (95% ÎI: 1,8 – 5,5) nu sunt de acord, astfel circa 10% dintre participanți nu mențin constant acest obicei, din lipsă de informare sau din motive de confort termic. În contextul expunerii la radon aceste rezultate sunt relevante, deoarece ventilația poate contribui la reducerea concentrațiilor de radon în locuințe, iar promovarea unor obiceiuri corecte de aerisire poate avea un impact considerabil în prevenirea riscurilor (figura 57).

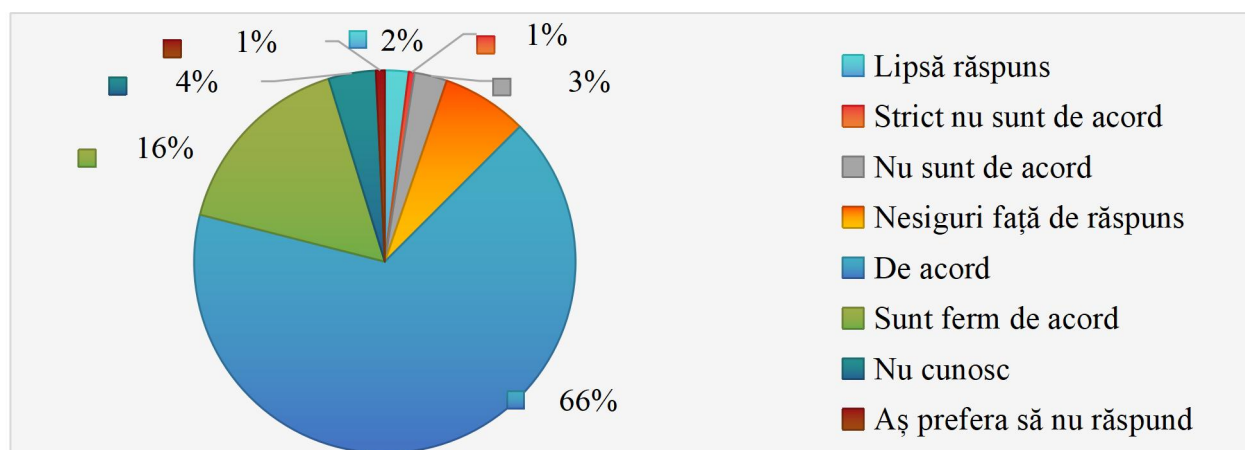


Figura 57. Atitudinea respondenților privind obiceiul de ventilare a locuinței

Cunoștințe și percepții despre radon

Datele colectate arată că nivelul de informare despre radon este, în general, scăzut în rândul respondenților. Aproape jumătate dintre participanți au declarat că știu „doar puțin”, 27,82% (95% ÎI: 23,5 – 32,5) sau „ceva” 28,32% (95% ÎI: 23,9 – 33,0) despre acest gaz radioactiv. Doar un procent redus afirmă că știu „foarte mult”, circa 10,28% (95% ÎI: 7,5 – 13,7) sau „doar un pic”- 12,78%(95% ÎI: 9,7 – 16,5). În plus, 17,79% (95% ÎI: 14,2 - 21,9) au recunoscut că nu știu nimic despre radon (figura 58).

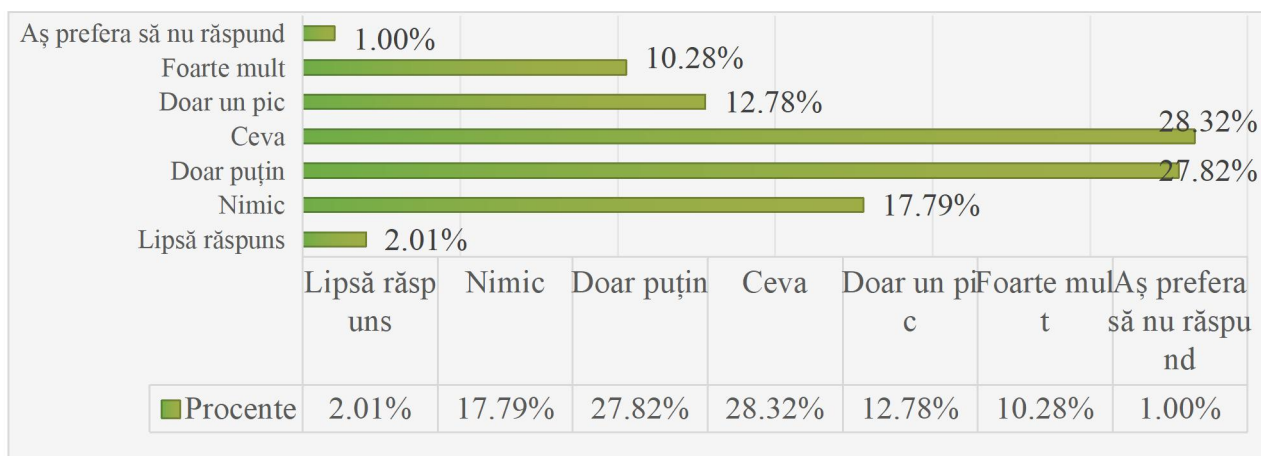


Figura 58. Nivelul de cunoștințe generale despre radon în rândul populației

Referitor la nivelul de cunoștințe privind riscul pentru sănătate asociat expunerii la radon, 47,62% (95% ÎI: 42,7 – 52,6) dintre respondenți au indicat un nivel foarte redus de cunoștințe („nimic” – 19,80% (95% ÎI: 16,1 – 24,1), „doar puțin” – 27,82% (95% ÎI: 23,5 – 32,5)), iar alții 27,07 (95% ÎI: 22,8 – 31,7) au spus că știu „ceva”. Doar 10,03% (95% ÎI: 7,3 – 13,4) au declarat că știu „foarte mult”.

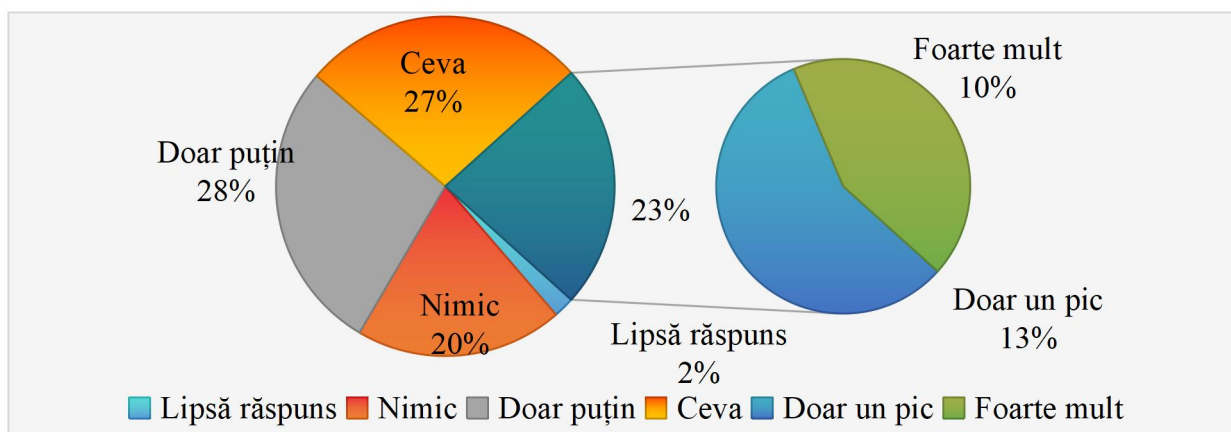


Figura 59. Nivelul de cunoștințe despre efectele radonului asupra stării de sănătate

În ceea ce privește cunoașterea prezenței radonului în zona de reședință, 28,32% (95% ÎI: 23,9 – 33,0) dintre respondenți au declarat că dețin aceste informații, 35,84% (95% ÎI: 31,2 – 40,7) au afirmat că nu cunosc situația, iar 12,53% (95% ÎI: 9,5 – 16,3) s-au declarat nesiguri.

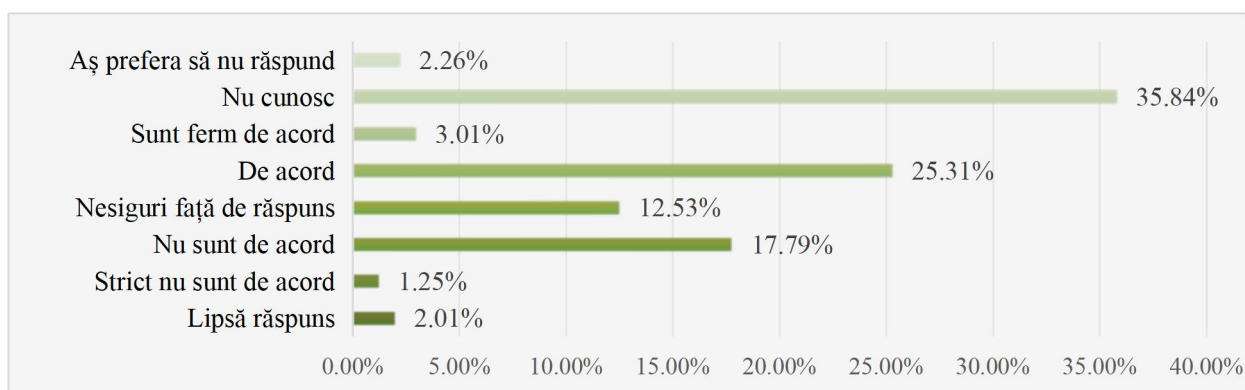


Figura 60. Opinia privind prezența radonului în zona de reședință

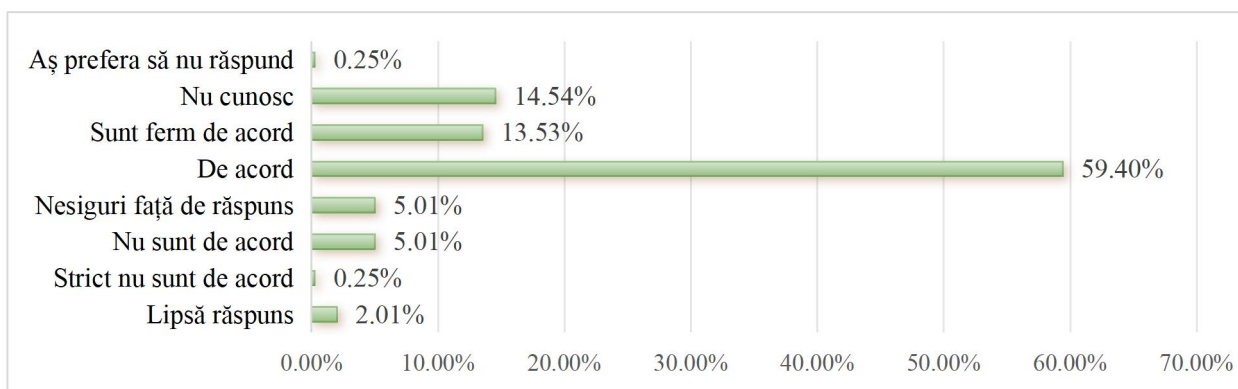


Figura 61. Cunoștințele respondenților asupra proprietăților radioactive ale gazului radon

La întrebarea privind proprietățile radioactive ale radonului, 72,93% (95% ÎÎ: 68,3 — 77,2) dintre respondenți au răspuns afirmativ („de acord” sau „ferm de acord”), în timp ce 24,81% (95% ÎÎ: 20,7 — 29,3) au declarat că nu cunosc sau nu sunt siguri de acest aspect (figura 61).

În ceea ce privește efectele asupra sănătății, doar 28,07% (95% ÎÎ: 23,7 — 32,5) dintre respondenți au asociat radonul cu cancerul pulmonar. În schimb, 44,12% (95% ÎÎ: 39,3 — 48,9) au indicat afecțiuni respiratorii generale, 39,85% (95% ÎÎ: 35,1 — 44,7) astmul, iar 33,34% (95% ÎÎ: 28,7 — 37,9) alergiile ca posibile efecte ale expunerii.

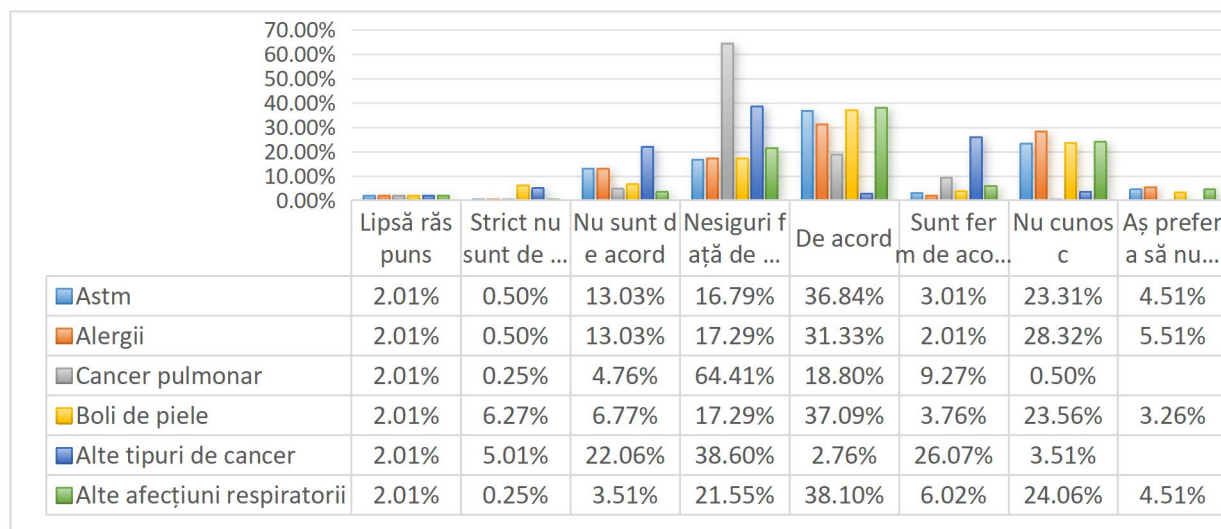


Figura 62. Percepția riscurilor personale din surse de radiații provenite de la radon

Analiza răspunsurilor privind compararea riscului expunerii la radon cu alte riscuri a evidențiat o percepție neuniformă. Aproximativ 33,59% (95% ÎÎ: 29,0 — 38,2) dintre respondenți nu au fost de acord cu afirmația, 29,83% (95% ÎÎ: 25,3 — 34,3) și-au exprimat acordul, iar 32,33% (95% ÎÎ: 27,7 — 36,9) au răspuns ca “nu cunosc” sau sunt “nesiguri” (figura 63).

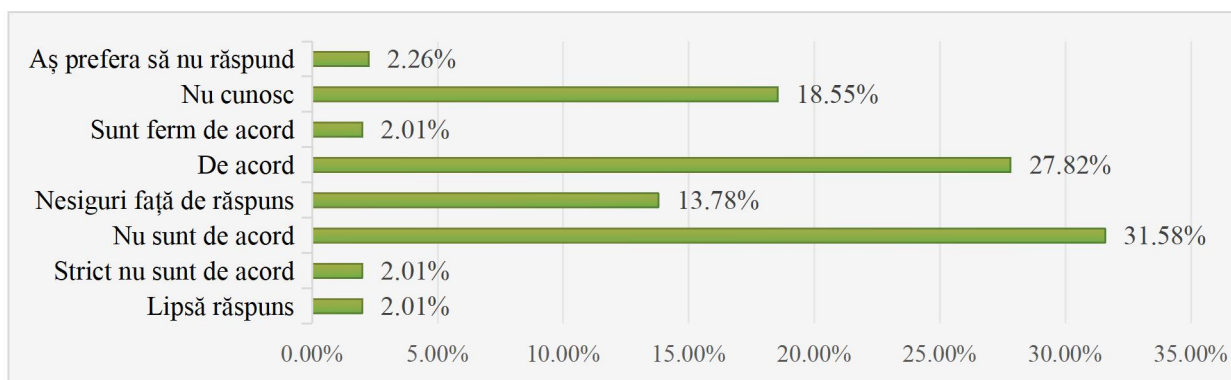


Figura 63. Cunoștințele respondenților privind riscurile pentru sănătate asociate radonului rezidențial

Atitudinea respondenților față de testarea locuinței pentru radon a fost în general favorabilă. Astfel, 69,93% (95% ÎÎ: 65,2 – 74,3) au declarat că sunt „de acord” sau „ferm de acord” că testarea locuinței reprezintă o prioritate. Doar 35,34% (95% ÎÎ: 30,7 – 40,2) au considerat că procesul este ușor, iar 45,86% (95% ÎÎ: 41,0 – 50,8) au răspuns că nu cunosc acest aspect. De asemenea, 43,86% (95% ÎÎ: 39,0 – 48,7) au respins afirmația că testarea nu este utilă, în timp ce 35,09% (95% ÎÎ: 30,7 – 40,0) au fost de acord cu aceasta sau s-au declarat nesiguri (figura 64).

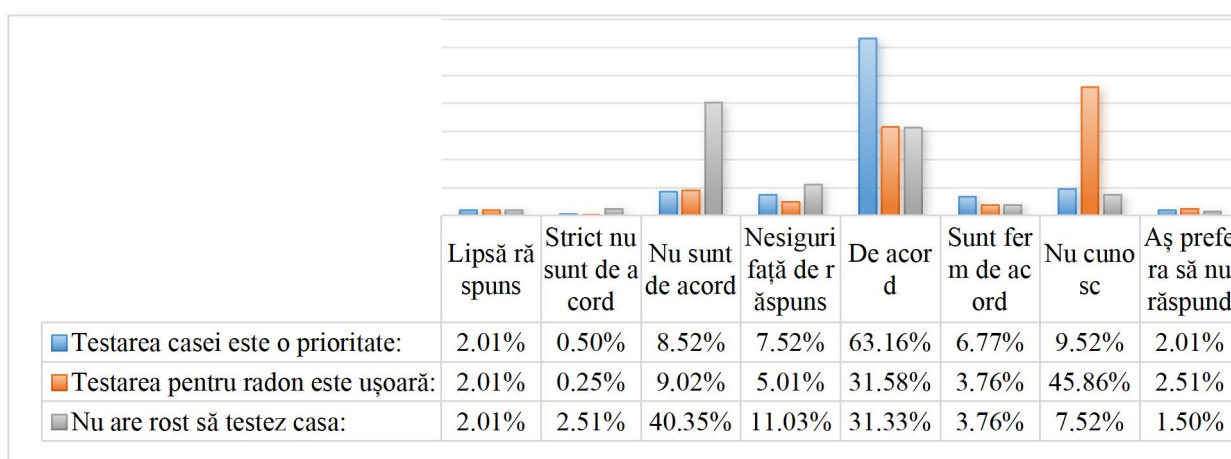


Figura 64. Atitudinea respondenților privind testarea locuinței pentru radon

În situația ipotetică în care nivelul radonului din locuință ar depăși 300 Bq/m³, 75,69% (95% ÎÎ: 71,4 – 79,9) dintre respondenți au declarat că ar întreprinde imediat măsuri de reducere a expunerii, iar 71,43% (95% ÎÎ: 66,9 – 75,9) au considerat această intervenție o prioritate. Totuși, 36,32% (95% ÎÎ: 31,6 – 41,0) au invocat constrângeri financiare, iar 56,89% (95% ÎÎ: 52,0 – 61,8) au menționat că decizia privind efectuarea măsurilor nu depinde exclusiv de ei.

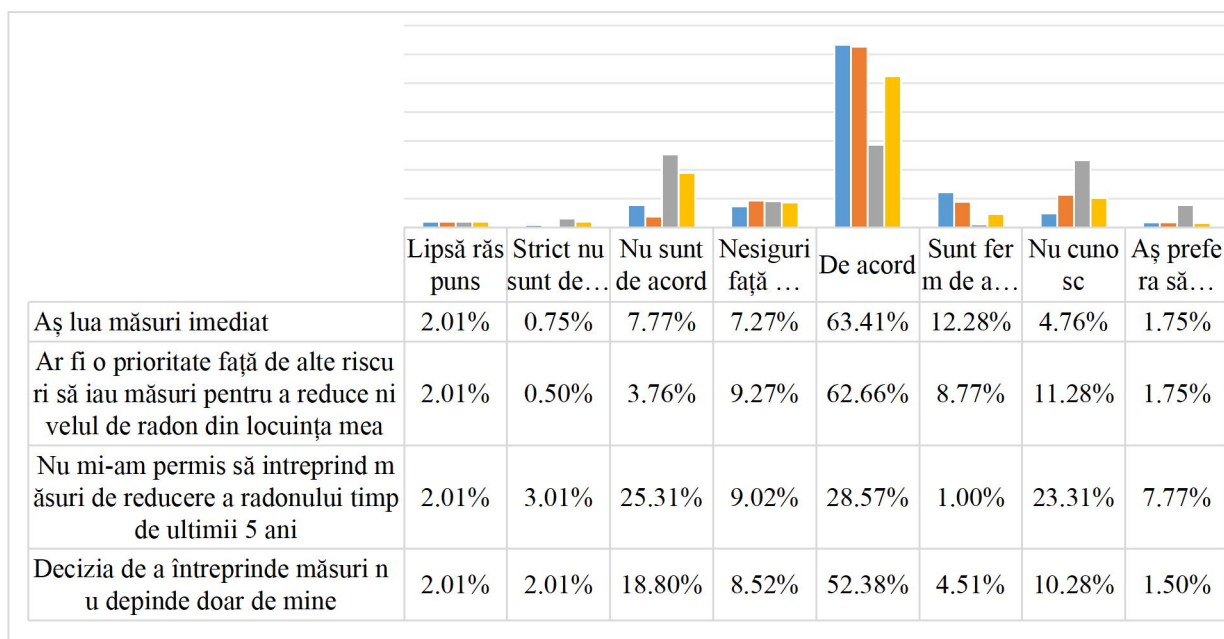


Figura 65. Disponibilitatea respondenților de a lua măsuri în cazul unui nivel ridicat de radon

Datele privind percepția riscului individual în funcție de sursa expunerii la radiații evidențiază diferențe între categoriile investigate. Expunerea la centrale nucleare/reactoare a fost percepută ca prezentând un risc înalt sau foarte înalt de către 76,19% (95% ÎI: 71,9 — 80,5) dintre respondenți, iar expunerea în zone cu radioactivitate ridicată de către 71,18% (95% ÎI: 66,7 — 75,7) (figura 66).

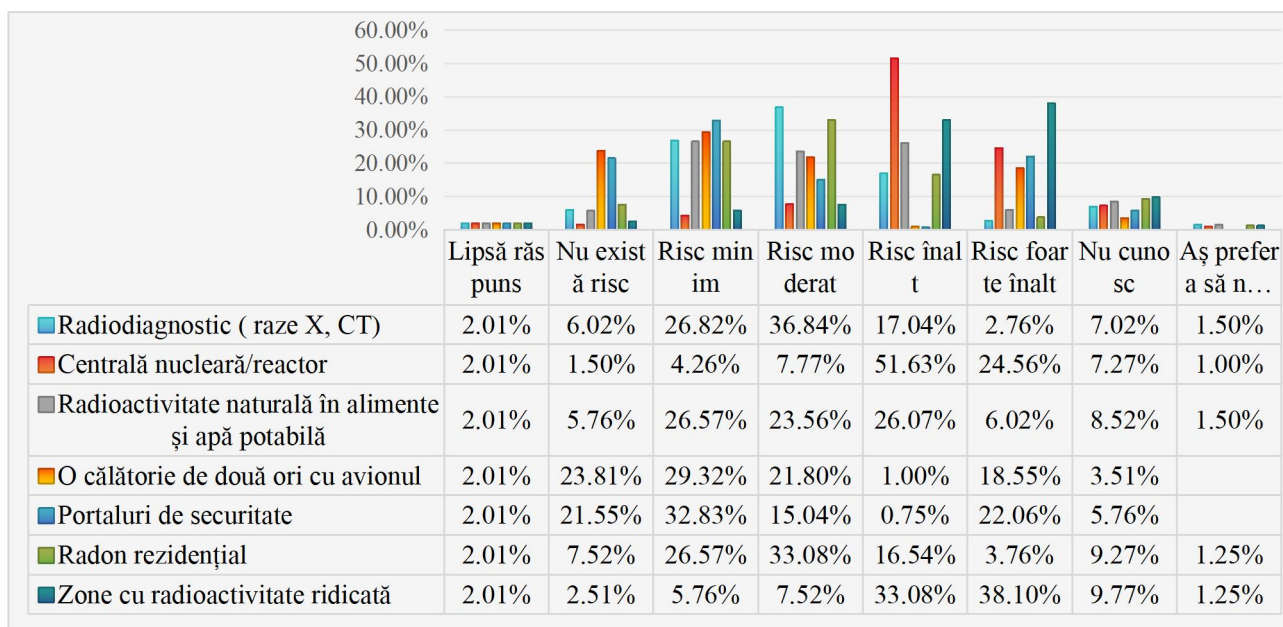


Figura 66. Perceperea riscului în rezultatul expunerii la diverse surse de radiații ionizante în vederea asigurării sănătății

Surse frecvente de expunere, precum radiodiagnosticul medical și radonul rezidențial, au fost percepute ca prezentând un risc minim sau moderat de către 63,66% (95% ÎI: 58,9 — 68,3), respectiv 59,65% (95% ÎI: 54,8 — 64,4) dintre respondenți. În evaluarea riscului pentru populație,

zonele cu radioactivitate ridicată și centralele nucleare/reactoarele au fost considerate surse cu risc înalt sau foarte înalt de către 69,93% (95% ÎÎ: 65,4 – 74,4), respectiv 68,67% (95% ÎÎ: 64,1 – 73,3) dintre respondenți. În schimb, doar 14,79% (95% ÎÎ: 11,3 – 18,3) au apreciat radonul rezidențial ca prezentând un risc înalt pentru populație, iar aproximativ 60% au considerat zborul cu avionul și portalurile de securitate surse cu risc inexistent sau minim.

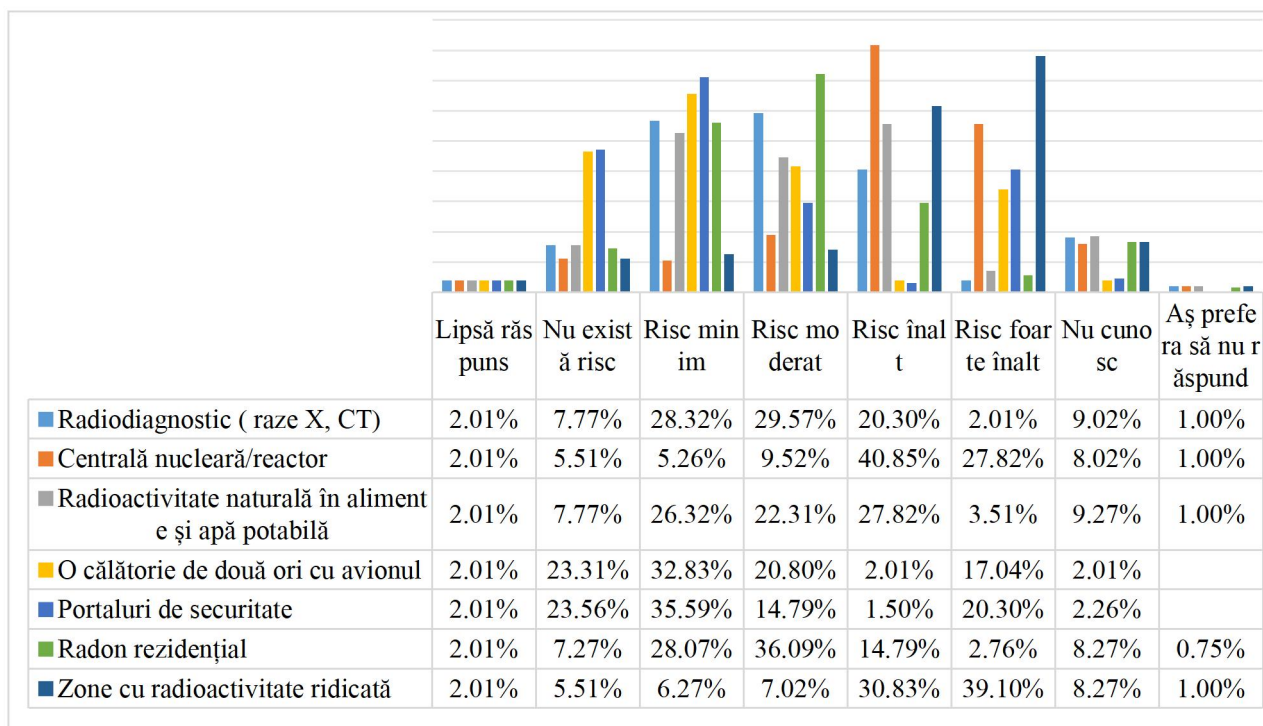


Figura 67. Riscurile percepute pentru sănătatea populației Republicii Moldova, în funcție de sursa de radiații

Analiza răspunsurilor privind sursele de informare despre radon și riscurile asociate sănătății evidențiază utilizarea unor canale variate de informare. Internetul a fost indicat cel mai frecvent (51%; 95% ÎÎ: 46,1 – 55,9), urmat de Agenția Națională pentru Sănătate Publică (30%; 95% ÎÎ: 25,5 – 34,5) și televiziune (28%; 95% ÎÎ: 23,6 – 32,4). În schimb, aproximativ 60,0% (95% ÎÎ: 55,2 – 64,8) dintre respondenți au declarat că utilizează radioul și presa scrisă „doar puțin” sau „deloc”, iar medicul de familie și instituțiile locale au fost menționate mai rar ca surse principale de informare (figura 68).

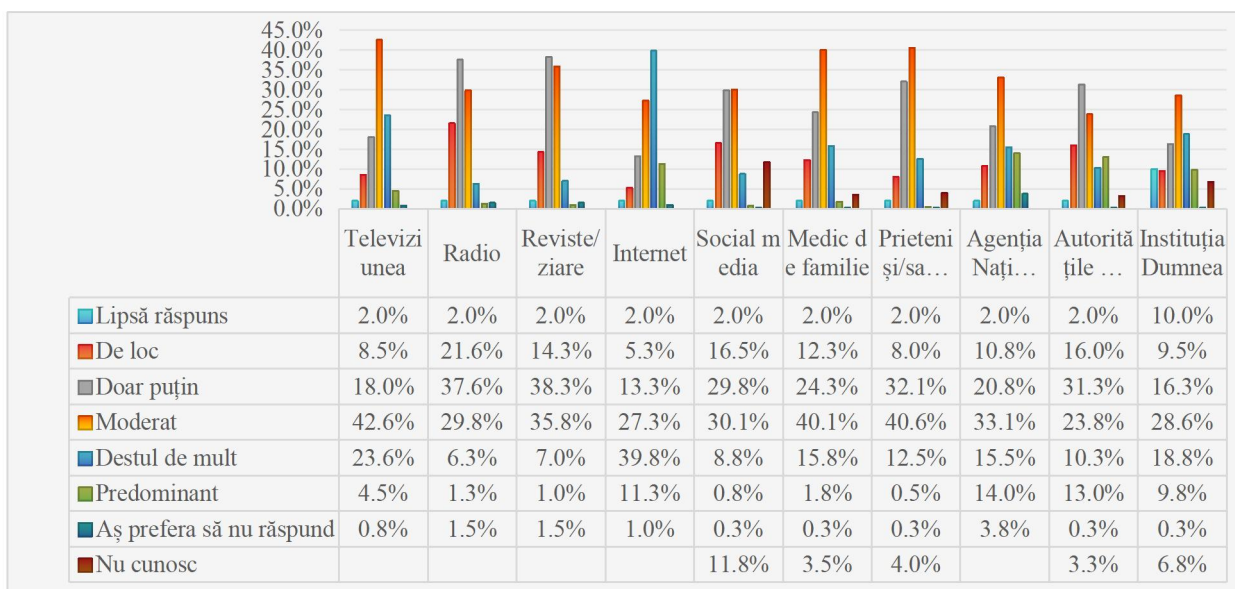


Figura 68. Sursele principale de informare privind riscurile pentru sănătate

Analiza nivelului de încredere față de sursele de informare (figura 69), indică un profil variat al percepției publicului. Sursele cu cel mai ridicat nivel de încredere (cumulând răspunsurile „destul de mult” și „predominant”) au fost medicul de familie — 36,85% (95% ÎI: 32,1 — 41,6) și Agenția Națională pentru Sănătate Publică, cu aproximativ 35,84% (95% ÎI: 31,1 — 40,6).

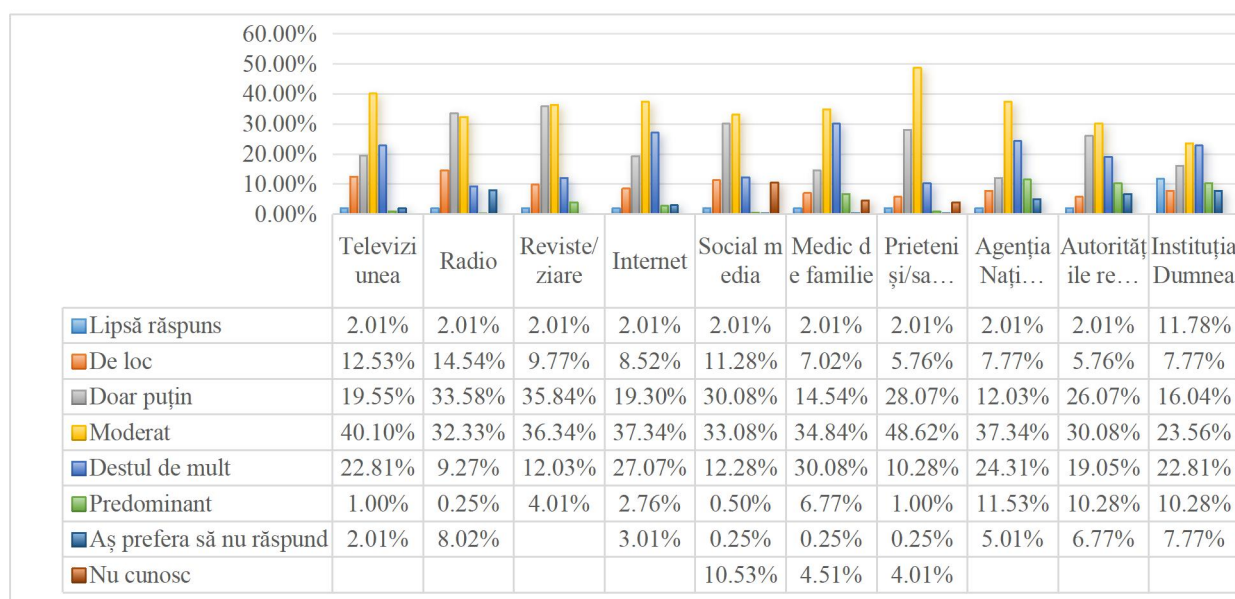


Figura 69. Încrederea acordată diferitelor surse de informare

Internetul și presa online au beneficiat de un nivel moderat de încredere, fiind apreciate de 39,83% (95% ÎI: 35,0 — 44,6) dintre respondenți ca surse de informare „destul de mult” sau „moderat”. În schimb, peste 40% dintre respondenți au declarat că au încredere „doar puțin” sau „deloc” în rețelele sociale și televiziune. Instituția angajatoare a fost apreciată ca sursă cu un

nivel redus de încredere de către aproximativ 24% (95% ÎI: 19,8 — 28,2) dintre respondenți (figura 69).

Analiza datelor obținute prin intermediul chestionarului relevă un nivel redus de conștientizare a publicului privind riscurile pentru sănătate asociate expunerii la radon, în pofida disponibilității declarate a respondenților de a întreprinde acțiuni corective în cazul unei depășirii a valorii de referință de 300 Bq/m³. Această discrepanță între atitudinea declarativă și percepția riscului evidențiază necesitatea implementării unor intervenții educaționale.

Chestionarea a demonstrat că majoritatea respondenților conștientizează importanța calității aerului interior pentru sănătate (73,9%) și cunosc faptul că radonul este un gaz radioactiv (59,40%). Totodată, 64,4% dintre participanți asociază expunerea la radon cu riscul de cancer pulmonar, iar 63,4% afirmă că ar întreprinde măsuri imediate în cazul identificării unor concentrații crescute de radon. Cu toate acestea, doar 25,31% consideră radonul o problemă majoră de sănătate în localitatea de reședință, iar nivelul general de cunoștințe rămâne redus: 10,28% dintre respondenți declară că știu foarte mult despre radon, comparativ cu majoritatea care afirmă că dețin cunoștințe limitate. Aceste rezultate evidențiază necesitatea consolidării activităților de informare și educare a populației privind riscurile expunerii la radon.

Studiul relevă că sursele și canalele de comunicare a riscului privind expunerea la radiații ionizante, inclusiv la radon, au un rol important în percepția mesajului. În vederea implementării eficiente a strategiei de comunicare a riscului asociat expunerii la radon, alegerea instrumentelor și formatelor utilizate pentru transmiterea mesajelor joacă un rol fundamental.

Rezultatele evidențiază o asimetrie cognitivă între riscurile invizibile, de origine naturală sau tehnologică și cele puternic mediatizate, a căror probabilitate de acțiune este mult mai mică comparativ cu acțiunea sistemică a celor percepute de populație ca neexistente. În acest context, efectele radonului asupra stării generale de sănătate sunt subestimate iar populația Republicii Moldova îl plasează printre factorii de risc nesemnificativ.

Încrederea acordată surselor de informație din domeniul sănătății constituie un element important pentru elaborarea recomandărilor strategice în direcția influenței maxime din partea cadrelor medicale și autorităților de sănătate publică în campanii de comunicare a riscului și în intervenții de testare și remediere în zonele de risc.

Implementarea strategiei de comunicare a riscului privind expunerea la radon, inclusiv a programul și a planului național privind controlul expunerii la radon, presupune o abordare multisectorială și adaptată particularităților populației, interesului și participarea acesteia la viața socială, complianța față de campaniile de testare în masă și remediere a problemei radonului, dar și deschiderea instituțiilor publice către colaborare.

DISCUȚII

Expunerea populației Republicii Moldova la radonul rezidențial – implicații pentru sănătatea publică. Rezultatele prezentei cercetări confirmă că expunerea populației Republicii Moldova la radonul rezidențial reprezintă o problemă relevantă de sănătate publică, caracterizată printr-o distribuție neuniformă a gazului. Valorile medii estimate au evidențiat un gradient regional, cele mai ridicate valori fiind înregistrate în RDD Sud, unde media s-a apropiat de nivelul de referință de 300 Bq/m³, recomandat de OMS și prevăzut de Directiva 2013/59 Euratom. Intervalele de variație au demonstrat existența unor localități cu concentrații mult superioare valorilor de referință; acest fapt indică prezența unor zone cu risc radiologic crescut. Aceste rezultate sunt concordante cu datele raportate în numeroase studii europene, care evidențiază faptul că distribuția radonului este influențată de interacțiunea dintre condițiile geologice, caracteristicile de construcție a locuințelor și gradul de ventilare a acestora [3, 26, 34, 39]. În consecință, rezultatele susțin necesitatea implementării unor măsuri diferențiate de monitorizare și remediere, adaptate particularităților regionale, în locul unei abordări uniforme la nivel național.

Diferențele identificate între mediul urban și rural confirmă caracterul multifactorial al acumulării radonului în spațiile interioare. În regiunile Nord și Sud au fost înregistrate concentrații mai ridicate în mediul rural, în timp ce în regiunea Centru valorile au fost mai mari în mediul urban. Aceste variații sugerează că nivelul de expunere este determinat de combinația dintre condițiile geologice locale, tipologia construcțiilor, materialele utilizate și caracteristicile ventilării, concluzie susținută și de literatura internațională [53, 72, 73].

Distribuția concentrațiilor a prezentat o variabilitate ridicată în toate regiunile investigate, evidențiată prin diferențele dintre valorile medii și mediane și prin dispersia mare a datelor. Acest aspect confirmă existența unui număr redus de locuințe cu concentrații foarte mari, care influențează media regională și justifică utilizarea simultană a indicatorilor tendinței centrale și de dispersie în evaluarea expunerii populaționale, conform recomandărilor internaționale. Analiza în funcție de perioada de construcție a evidențiat concentrații mai ridicate în unele locuințe construite în perioada anilor 194 – 1960, în special în RDD Centru și Sud. Acest fapt sugerează că particularitățile de construcție ale locuințelor specifice unei anumite perioade pot favoriza acumularea radonului, fără ca vechimea clădirii să constituie în sine un factor determinant, observație raportată și în alte studii [208, 209].

Un rezultat cu relevanță practică îl reprezintă proporția ridicată a locuințelor care depășesc nivelul de referință de 300 Bq/m³, în special în RDD Sud. Această distribuție confirmă existența unor zone prioritare pentru monitorizare și implementarea măsurilor de remediere, în concordanță cu recomandările OMS, AIEA și ale Comisiei Europene [44, 48, 64, 66, 70, 72].

În contextul alinierii legislației naționale la Directiva 2013/59 Euratom și al adoptării nivelului de referință de 300 Bq/m³, rezultatele cercetării oferă argumente științifice pentru actualizarea și implementarea Planului Național de Acțiune la Radon. Elaborarea primei hărți interactive a concentrațiilor rezidențiale de radon reprezintă una dintre contribuțiile originale ale tezei, constituind un instrument util pentru identificarea zonelor prioritare și direcționarea deciziilor și intervențiilor de sănătate publică în domeniul radioprotecției.

Influența factorilor geologici și climatici asupra distribuției concentrațiilor de radon.

Rezultatele cercetării sugerează că distribuția concentrațiilor rezidențiale de radon în Republica Moldova este influențată de interacțiunea dintre particularitățile geologice regionale, condițiile climatice și particularitățile de ventilare ale locuințelor. Variabilitatea observată între regiunile investigate identifică geologia locală drept un factor determinant important al potențialului de emanație a radonului din sol, concomitent cu influența factorilor microclimaterici asupra procesului de acumulare a acestui gaz în interior [70, 72].

În regiunea Centru au predominat locuințele cu concentrații mai reduse de radon, rezultat care poate fi asociat cu particularitățile geologice ale zonei, caracterizate prin formațiuni sedimentare și soluri cu permeabilitate relativ redusă. În schimb, locuințele din RDD Nord și Sud au înregistrat o pondere mai mare în categoria ≥ 300 Bq/m³. Aceste diferențe sunt compatibile cu variabilitatea geologică și climatică descrisă pentru aceste regiuni și susțin observațiile raportate în studii europene privind distribuția neuniformă a radonului la nivel teritorial [76, 78, 89].

Analiza realizată indică, de asemenea, că factorii climatici pot contribui la variația concentrațiilor de radon din cauza temperaturilor exterioare scăzute, care contribuie direct la scăderea ratei de ventilație mecanică și indirect la acumularea radonului în interior. Acest fenomen este atribuit și diferențelor de presiune dintre interior și exterior, fiind cunoscut în literatura de specialitate sub denumirea de efect de coș de fum [107, 118]. Acest mecanism poate explica variațiile sezoniere observate și evidențiază importanța măsurilor de ventilare și etanșare a fundațiilor pentru reducerea efectelor negative asociate expunerii la radon.

Semnificația estimării dozelor efective și a riscului de cancer pulmonar asociat expunerii rezidențiale la radon. Un element de originalitate al cercetării îl constituie estimarea dozelor efective individuale și a riscului suplimentar de cancer pulmonar pe baza concentrațiilor rezidențiale de radon măsurate în Republica Moldova. Spre deosebire de evaluările bazate exclusiv pe concentrațiile exprimate în Bq/m³, conversia acestora în doze efective și probabilități estimate de apariție a cancerului pulmonar permite aprecierea impactului biologic al expunerii și facilitează interpretarea rezultatelor din perspectiva sănătății publice. Rezultatele cercetării evidențiază o relație direct proporțională între concentrația radonului, doza efectivă anuală și riscul estimat de cancer pulmonar pe parcursul vieții. La nivelul de referință de 300 Bq/m³, doza

efectivă anuală estimată a fost de aproximativ 16,5 mSv/an, iar riscul suplimentar de cancer pulmonar de circa 5,8%, echivalent cu un caz suplimentar estimat la aproximativ 17 persoane expuse continuu pe durata vieții. Aceste rezultate susțin caracterul cumulativ al expunerii cronice la radon și sunt în concordanță cu datele raportate în literatura de specialitate [178-180]. Valorile medii estimate ale dozei efective anuale pentru toate cele trei regiuni au depășit nivelul orientativ de 4 mSv/an recomandat de CIPR și Directiva 2013/59 Euratom, evidențiind necesitatea implementării măsurilor de remediere și consolidării programelor naționale de control al expunerii la radon. Aceste constatări sunt în concordanță cu recomandările formulate de OMS, CIPR și UNSCEAR privind managementul riscului asociat expunerii rezidențiale la radon [119, 172-174].

Influența factorilor climatici și geologici asupra variației concentrațiilor rezidențiale de radon. Analiza clusteriană confirmă că variațiile concentrațiilor rezidențiale de radon sunt determinate de interacțiunea factorilor climatici și geologici. Dintre predictorii analizați, temperatura solului și temperatura aerului au avut cea mai mare contribuție la variația concentrațiilor de radon, subliniind rolul proceselor termice în migrarea și acumularea acestui gaz radioactiv în interiorul locuințelor. Aceste rezultate sunt menționate în studii internaționale, care demonstrează că dinamica radonului este influențată atât de proprietățile geologice ale solului, cât și de factori atmosferici, precum temperatura aerului și a solului, umiditatea relativă, presiunea atmosferică și viteza vântului. În sezonul rece, inversiunile termice, reducerea ventilației naturale și diferențele de presiune favorizează pătrunderea și acumularea radonului în clădiri, în special în cele cu fundații permeabile sau insuficient izolate [156-158]. Rezultatele obținute în Republica Moldova confirmă acest model, valorile maxime ale concentrațiilor de radon fiind înregistrate în perioada rece a anului. Această distribuție sezonieră este similară celei raportate în România, Cehia, Polonia și alte state europene și poate fi explicată prin efectul de coș de fum, descris de AIEA, prin care diferențele dintre temperatura interioară și cea exterioară generează o presiune negativă la nivelul fundației, favorizând pătrunderea radonului din sol în locuințe [107, 117-119, 153]. Rezultatele susțin existența unei relații multifactoriale între condițiile climatice și geologice și concentrațiile rezidențiale de radon, ceea ce evidențiază necesitatea integrării acestor factori în modelele predictive și în strategiile de remediere. Deși literatura menționează un posibil rol al acoperirii vegetale în absorbția unor cantități reduse de radon din sol, contribuția acestui mecanism este considerată minoră comparativ cu procesele dominante de difuzie și convecție prin sol și fundațiile clădirilor.

Din perspectiva sănătății publice, aceste rezultate subliniază importanța includerii variabilității sezoniere și a particularităților climatice și geologice locale în evaluarea riscului asociat expunerii la radon. În consecință, programele de monitorizare și măsurile de remediere ar

trebui adaptate caracteristicilor regionale și perioadelor cu potențial maxim de acumulare a radonului, în conformitate cu principiul ALARA și recomandările OMS și AIEA [57,64].

Semnificația cartografierii concentrațiilor de radon pentru sănătatea publică. Un rezultat important al prezentei cercetări îl constituie elaborarea primei hărți interactive a distribuției concentrațiilor rezidențiale de radon pe teritoriul Republicii Moldova. Cartografierea radonului este recomandată la nivel internațional pentru identificarea zonelor cu risc radiologic crescut și fundamentarea programelor naționale de control al expunerii populației. Harta elaborată integrează rezultatele măsurărilor în 1100 de locuințe și oferă o imagine spațială a distribuției concentrațiilor de radon la nivel național. Rezultatele evidențiază diferențe teritoriale semnificative între regiunile de dezvoltare, confirmând caracterul neuniform al distribuției radonului. În acest context, cartografierea reprezintă un instrument esențial pentru identificarea zonelor prioritare de intervenție și orientarea măsurilor de monitorizare și remediere. Spre deosebire de hărțile statice utilizate în numeroase programe naționale, harta elaborată în cadrul studiului are un caracter interactiv, permitând vizualizarea concentrațiilor de radon la diferite niveluri de detaliere. Integrarea elementelor vectoriale și raster, împreună cu informațiile privind limitele administrative și punctele de măsurare, facilitează interpretarea distribuției spațiale și utilizarea rezultatelor în procesul decizional. Din perspectivă practică, harta poate sprijini prioritizarea activităților de monitorizare și remediere, actualizarea Planului Național de Acțiune la Radon și dezvoltarea strategiilor de comunicare a riscului. Integrarea acestora în sistemele informaționale geografice (GIS), permite corelarea datelor privind radonul cu informații geologice, caracteristicile terenului, dezvoltarea urbană și distribuția populației.

Elaborarea primei hărți interactive naționale a concentrațiilor rezidențiale de radon reprezintă una dintre contribuțiile originale ale tezei, oferind autorităților un instrument modern pentru evaluarea riscului, planificarea intervențiilor și comunicarea eficientă a riscului către populație.

Semnificația relației dintre expunerea la radon, consumul de tutun și cancerul bronhopulmonar. Unul dintre obiectivele cercetării a fost evaluarea relației dintre expunerea la radon, consumul de tutun și morbiditatea prin cancer bronhopulmonar la nivel populațional. Rezultatele evidențiază o distribuție neuniformă a acestor indicatori pe teritoriul Republicii Moldova, reflectând caracterul multifactorial al etiologiei CBP. Analiza incidenței și prevalenței bolii a arătat că în RDD Nord se înregistrează cele mai ridicate rate raportate la 100 000 de locuitori, în timp ce regiunea Centru concentrează cel mai mare număr absolut de cazuri, fapt explicat prin densitatea populației și concentrarea serviciilor înalt specializate de diagnostic și tratament în municipiul Chișinău. Aceste rezultate evidențiază importanța utilizării indicatorilor relativi în comparațiile regionale, deoarece valorile absolute sunt influențate de structura și

dimensiunea populației. Analiza datelor studiului STEPS a evidențiat o prevalență mai mare a fumatului comparativ cu evaluările anterioare, în special în rândul bărbaților. Deși RDD Centru a înregistrat cea mai mare prevalență estimată a fumătorilor, aceasta nu a prezentat cele mai ridicate rate ale cancerului bronhopulmonar, sugerând că distribuția bolii este rezultatul interacțiunii dintre mai mulți factori de risc și nu poate fi explicată exclusiv prin consumul de tutun [181, 182].

În ceea ce privește expunerea la radon, regiunea Sud a înregistrat cea mai mare concentrație medie și cele mai ridicate valori individuale, precum și cea mai mare proporție de locuințe cu niveluri peste 300 Bq/m³. Cu toate acestea, incidența și prevalența cancerului bronhopulmonar au fost mai reduse decât în RDD Nord, ceea ce confirmă complexitatea relației dintre expunerea la radon și apariția bolii. Aceste rezultate susțin rolul unor factori suplimentari, precum durata expunerii, consumul de tutun, structura demografică și alți factori de mediu, fiind în concordanță cu studiile epidemiologice internaționale [131, 140, 144]. Analiza clusteriană a evidențiat asocieri între concentrațiile rezidențiale de radon, consumul de tutun și indicatorii morbidității prin cancer bronhopulmonar. Formarea clusterilor care includ simultan aceste variabile susține existența unei relații epidemiologice între ele, fără a demonstra relația de cauzalitate. Conform studiilor efectuate la nivel internațional și constatărilor din cercetare, radonul și consumul de tutun sunt identificați drept principalii factori de risc modificabili pentru cancerul bronhopulmonar [131, 140, 144, 181, 182, 197]. Rezultatele obținute susțin necesitatea unei abordări integrate în prevenirea cancerului bronhopulmonar, prin asocierea măsurilor de reducere a expunerii la radon cu strategiile de control al consumului de tutun și programele de comunicare a riscului. Evaluarea simultană a acestor factori oferă autorităților sanitare un suport pentru prioritizarea intervențiilor și fundamentarea politicilor de radioprotecție.

Interpretarea rezultatelor studiului caz-control privind expunerea la radon și consumul de tutun. Studiul caz-control a permis evaluarea relației dintre expunerea rezidențială la radon, consumul de tutun și cancerul bronhopulmonar la nivel individual, completând rezultatele obținute în analiza populațională. Spre deosebire de analiza ecologică realizată la nivel regional, acest studiu a oferit posibilitatea comparării directe a caracteristicilor persoanelor diagnosticate cu cancer bronhopulmonar cu cele ale lotului martor, în condiții similare de investigare. Rezultatele au evidențiat predominanța bărbaților și o proporție mai mare a persoanelor din mediul rural în lotul caz, observații similare cu cele din cadrul studiilor din domeniu, care raportează o frecvență mai mare a acestui tip de cancer în rândul sexului masculin și al populațiilor expuse timp îndelungat factorilor de risc ocupaționali și de mediu [131, 140, 144]. În cadrul studiului, aceste variabile au fost tratate ca potențiali factori de confuzie și utilizate pentru

caracterizarea comparabilității celor două loturi, fără a fi interpretate drept factori cauzali independenți.

Analiza caracteristicilor locuințelor a evidențiat că persoanele din lotul caz au locuit mai frecvent în case fără subsol și au avut o durată mai mare de rezidență în aceeași locuință. Aceste caracteristici sugerează o expunere cumulativă mai mare la radon, având în vedere importanța duratei expunerii în evaluarea riscului asociat acestui gaz radioactiv, conform OMS și AIEA [144, 145]. În ceea ce privește consumul de tutun, studiul a evidențiat că istoricul îndelungat de fumat a fost mai frecvent în rândul pacienților cu CBP; în schimb, prevalența fumătorilor activi la momentul includerii în studiu nu a prezentat diferențe semnificative între loturi. Această observație poate fi explicată prin faptul că numeroși pacienți au renunțat la fumat după apariția simptomelor sau stabilirea diagnosticului, aspect reflectat și de frecvența mare a tentativelor de renunțare la fumat în lotul caz. Prin urmare, în studiile caz-control, istoricul expunerii la tutun reprezintă un indicator mai relevant decât statutul de fumător activ în momentul includerii în studiu. Principalul rezultat al studiului caz-control îl constituie identificarea unei asocieri semnificative între expunerea rezidențială la concentrații de radon peste 200 Bq/m³ și cancerul bronhopulmonar. Persoanele expuse la concentrații peste acest prag au prezentat șanse de aproximativ 2,6 ori mai mari de a aparține lotului caz comparativ cu persoanele expuse la concentrații mai mici (OR = 2,60; IC 95%: 1,3—5,2; p = 0,01). Pentru consumul cronic de tutun nu a fost evidențiată o asocieră semnificativă statistic în cadrul eșantionului analizat. Această constatare trebuie interpretată cu prudență și nu contrazice rolul bine documentat al fumatului în etiologia cancerului bronhopulmonar. Lipsa semnificației poate fi explicată prin dimensiunea redusă a eșantionului și prin particularitățile lotului investigat, majoritatea pacienților fiind diagnosticați în stadii avansate ale bolii. Un aspect deosebit de important este faptul că toți fumătorii cronici identificați în lotul caz au fost expuși concomitent la concentrații crescute de radon. Această observație susține ipoteza existenței unui efect cumulativ al celor doi factori de risc, descris pe larg în literatură [131, 140, 144]. În ansamblu, rezultatele studiului caz-control completează constatările analizei populaționale și susțin existența unei asocieri epidemiologice între expunerea rezidențială la radon și cancerul bronhopulmonar. Având în vedere caracterul observațional al studiului caz-control, rezultatele trebuie interpretate ca dovezi ale unei asocieri statistice și nu permit stabilirea unei relații directe de cauzalitate [126, 128].

Semnificația evaluării nivelului de cunoștințe al populației privind radonul și comunicarea riscului. Evaluarea nivelului de cunoștințe al populației privind radonul a avut drept scop fundamentarea componentei aplicative a cercetării, reprezentată de elaborarea recomandărilor și dezvoltarea ghidului național de comunicare a riscului asociat expunerii la radon. Studiul a fost realizat pe un eșantion neprobabilistic, însă rezultatele oferă informații

valoroase privind principalele direcții de creștere a nivelului de cunoștințe al populației, utilizând instrumente accesibile în procesul de comunicare. Analiza a evidențiat că nivelul de cunoaștere privind radonul rămâne limitat, deși majoritatea respondenților apreciază că sunt informați despre factorii de risc pentru sănătate și recunosc importanța calității aerului interior, puțini cunosc dacă locuința lor este situată într-o zonă cu potențial radonigen sau identifică în mod corect efectele radonului asupra sănătății. De asemenea, o proporție importantă dintre respondenți asociază radonul cu diverse afecțiuni respiratorii, în timp ce un număr redus îl corelează cu cancerul bronhopulmonar, singura afecțiune pentru care există dovezi științifice. Rezultatele obținute sunt în concordanță cu studiile realizate în numeroase state europene, care arată că nivelul de informare privind radonul este redus chiar și în țările care dispun de programe naționale de control al radonului. Organizația Mondială a Sănătății și AIEA consideră lipsa cunoștințelor drept o barieră primordială în procesul de testare a locuințelor și de implementare a măsurilor de remediere [135, 137, 171, 173, 197, 202].

Un rezultat important îl reprezintă atitudinea favorabilă a respondenților față de testarea locuințelor și implementarea măsurilor de remediere. Disponibilitatea declarată de a acționa este limitată, însă de bariere financiare și de lipsa informațiilor privind modalitățile de remediere și testare. Analiza surselor de informare a evidențiat o discrepanță între frecvența utilizării și nivelul de încredere acordat acestora. Internetul reprezintă principalul canal utilizat pentru obținerea informațiilor despre radon; medicii de familie și ANSP sunt însă considerate cele mai credibile surse, dar au o frecvență de utilizare redusă. Aceste rezultate susțin necesitatea dezvoltării unor strategii moderne de comunicare, care să utilizeze platformele digitale, dar să fie elaborate și validate de instituții responsabile de sănătatea publică.

Studiul a evidențiat, de asemenea, diferențe importante în percepția riscului asociat diferitelor surse de radiații. Respondenții atribuie un risc ridicat centralelor nucleare și accidentelor radiologice de amploare, în timp ce radonul este perceput predominant ca un risc redus sau moderat, contrar dovezilor privind implicațiile acestuia drept principala sursă naturală de expunere la radiații ionizante pentru populație. Conform OMS, populația tinde să supraestimeze riscurile asociate evenimentelor rare și spectaculoase și să neglijeze riscurile cronice, invizibile și cotidiene [144, 145, 173, 202].

Rezultatele acestui studiu au constituit baza științifică pentru elaborarea recomandărilor privind comunicarea riscului și dezvoltarea ghidului național de comunicare a riscului asociat expunerii la radon, în conformitate cu recomandările OMS, AIEA și prevederile Directivei 2013/59 Euratom [119, 172-174].

CONCLUZII GENERALE

1. Studiul național al concentrațiilor rezidențiale de radon a evidențiat o distribuție neuniformă a acestuia pe teritoriul Republicii Moldova. Deși valorile medii regionale s-au situat sub nivelul național de referință de 300 Bq/m³, o proporție importantă a locuințelor a depășit acest prag, cu frecvențe mai mari în regiunea Sud, urmată de Nord și Centru, precum și în raioanele Edineț, Ceadâr-Lunga, Căușeni, Vulcănești, Taraclia și Cimișlia. Concentrațiile crescute au fost identificate mai frecvent în mediul rural decât în mediul urban, evidențiind existența unor diferențe teritoriale relevante pentru evaluarea expunerii populației.
2. Distribuția concentrațiilor rezidențiale de radon este determinată de interacțiunea factorilor geologici, climatici, constructivi și microclimatici, care influențează variații spațiale și sezoniere ale acestuia în locuințe și justifică necesitatea adaptării strategiilor de monitorizare și remediere la particularitățile regionale.
3. Integrarea datelor privind concentrațiile rezidențiale de radon, morbiditatea prin cancer bronhopulmonar și prevalența consumului de tutun a evidențiat existența unor asocieri epidemiologice la nivel regional. Studiul epidemiologic de tip caz-control a demonstrat o asociere statistic semnificativă între expunerea rezidențială la concentrații de radon peste 200 Bq/m³ și cancerul bronhopulmonar (OR = 2,60; IC95%: 1,30 — 5,20; p = 0,01), susținând importanța includerii radonului printre factorii de risc evaluați în activitățile de supraveghere și prevenire în sănătate publică.
4. Analiza relației dintre expunerea la radon și consumul de tutun susține existența unui efect cumulativ al acestor factori în raport cu cancerul bronhopulmonar. În studiul caz-control, suprapunerea celor două expuneri sugerează o posibilă interacțiune, însă rezultatele nu permit confirmarea statistică a unui efect sinergic sau multiplicativ. Rezultatele, interpretate în contextul literaturii de specialitate, evidențiază necesitatea integrării măsurilor de reducere a expunerii la radon și de control al consumului de tutun în strategiile de prevenire a cancerului bronhopulmonar.
5. Cercetarea a permis identificarea zonelor cu niveluri crescute ale concentrațiilor rezidențiale de radon, estimarea dozelor efective și a riscului suplimentar de cancer bronhopulmonar asociat expunerii, precum și elaborarea primei hărți interactive naționale a distribuției radonului în Republica Moldova. Aceste rezultate fundamentează dezvoltarea și implementarea măsurilor naționale de monitorizare, prevenire și control al expunerii populației la radon.

RECOMANDĂRI PRACTICE

Setul de recomandări elaborat în cadrul prezentei cercetări pentru prevenirea și controlul expunerii populației la radon este structurat pe următoarele niveluri de intervenție:

- ***Recomandări pentru factorii de decizie și autoritățile administrației publice centrale:***

1. Aprobarea și implementarea Planului Național de Acțiune privind Radonul, prin consolidarea colaborării intersectoriale între autoritățile publice centrale, instituțiile de cercetare și învățământ superior, autoritățile administrației publice locale și alte instituții cu responsabilități în domeniul sănătății publice, protecției radiologice și construcțiilor.
2. Dezvoltarea și implementarea unor programe naționale permanente de informare și educare a populației privind riscurile asociate expunerii la radon, cu accent pe testarea locuințelor, aplicarea măsurilor de remediere și prevenirea cancerului bronhopulmonar. În acest scop, se recomandă utilizarea coordonată a mass-mediei, platformelor digitale și desfășurarea campaniilor de comunicare publică, în conformitate cu principiile comunicării riscului.
3. Integrarea activităților de educație pentru sănătate privind expunerea la radon în instituțiile de învățământ, prin dezvoltarea materialelor educaționale și instruirea cadrelor didactice și a personalului medical implicat în promovarea sănătății.
4. Asigurarea unui mecanism durabil de finanțare pentru monitorizarea concentrațiilor de radon, implementarea măsurilor de prevenire și remediere, dezvoltarea sistemelor informaționale și geografice (GIS), precum și susținerea cercetării aplicative în domeniul protecției radiologice și sănătății publice.
5. Instituirea unui program național de testare periodică a concentrațiilor rezidențiale de radon, cu prioritate în zonele identificate cu potențial radonigen ridicat, în clădirile publice și locuințele private.

- ***Recomandări pentru autorități de implementare (Ministerul Sănătății, Agenția Națională pentru Sănătate Publică și alte instituții responsabile):***

1. Consolidarea capacității instituționale pentru implementarea Planului Național de Acțiune privind Radonul, prin dezvoltarea infrastructurii Laboratorului Național de Radon al ANSP, dotarea acestuia cu echipamente moderne pentru monitorizarea radonului, extinderea capacităților de analiză și formarea continuă a resurselor umane specializate în domeniul protecției radiologice.
2. Organizarea periodică a campaniilor naționale de informare și educare privind expunerea la radon, inclusiv în cadrul Săptămânii Europene și Naționale de Conștientizare a Riscului de Radon, prin implicarea instituțiilor de sănătate publică, autoritățile locale, instituții de învățământ și mass-media, utilizând materiale informative și educaționale elaborate de către ANSP.

3. Implementarea și diseminarea ghidurilor, pliantelor și altor materiale educaționale destinate populației, personalului medical, cadrelor didactice, administrației instituțiilor de învățământ și specialiștilor din domeniul construcțiilor, în vederea creșterii nivelului de cunoaștere privind riscurile asociate expunerii la radon și măsurile de prevenire.

4. Prioritizarea monitorizării și implementării măsurilor de remediere în locuințele situate în zonele de risc identificate în cadrul cercetării (Edineț, Ceadâr-Lunga, Căușeni, Vulcănești, Taraclia și Cimișlia), prin aplicarea soluțiilor tehnice recomandate pentru reducerea concentrației de radon, inclusiv optimizarea ventilației, utilizarea sistemelor și membranelor antiradon și monitorizarea periodică a eficienței intervențiilor.

● ***Recomandări pentru sistemul educațional și instituțiile de învățământ:***

1. Integrarea noțiunilor privind radonul, efectele expunerii asupra sănătății, metodele de prevenire și principiile comunicării riscului în programele de formare inițială și continuă a cadrelor medicale, didactice și a specialiștilor din domeniul sănătății publice, în conformitate cu recomandările OMS și ale AIEA.

2. Dezvoltarea parteneriatelor dintre instituțiile de învățământ superior și ANSP în vederea realizării proiectelor comune de cercetare privind monitorizarea concentrațiilor de radon în locuințe și clădirile publice, valorificarea rezultatelor în lucrările de licență, master și doctorat, precum și elaborarea proiectelor de cercetare în cadrul instituțiilor naționale.

● ***Recomandări pentru Agenția Națională de Reglementare a Activităților Nucleare și Radiologice (ANRANR), Ministerul Sănătății, Ministerul Dezvoltării Economice și Digitalizării, Ministerul Infrastructurii și Dezvoltării Regionale:***

1. Consolidarea cadrului normativ privind prevenirea expunerii la radon în clădiri noi și existente, prin armonizarea continuă a legislației naționale cu prevederile Directivei 2013/59 EURATOM și cu recomandările internaționale în domeniul radioprotecției.

2. Standardizarea procedurilor de măsurare a concentrațiilor de radon, asigurarea controlului calității și dezvoltarea unui sistem unitar de interpretare și raportare a rezultatelor monitorizării.

3. Implementarea măsurilor prevăzute în Planul Național de Acțiune privind Radonul, prin identificarea clădirilor cu niveluri ale concentrației radonului peste nivelul de referință, informarea proprietarilor privind rezultatele măsurărilor și promovarea aplicării măsurilor de remediere în conformitate cu bunele practici internaționale.

Versiunea extinsă a recomandărilor privind implementarea Strategiei naționale de comunicare a riscului expunerii la radon, precum și proiectul Programului național și Planului de acțiuni sunt prezentate în Anexa 6.

BIBLIOGRAFIE

1. Legea 10 din 03.03.2009 privind supravegherea de stat a sănătății publice. Monitorul Oficial al Republicii Moldova. 2009;(67): 183. Disponibil la: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=122828&lang=ro [accesat la 11.09.2025].
2. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 1032 din 20.12.2013 cu privire la aprobarea Strategiei Naționale de Sănătate Publică pentru anii 2014–2020. Monitorul Oficial al Republicii Moldova. 2013;(304–310):1139. Disponibil la : https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=18438&lang=ro [accesat la 11.03.2024].
3. Vîrlan S., Estimarea riscului de expunere a populației Republicii Moldova la sursele naturale de radiații ionizante. Autoreferat al tezei de doctor în științe medicale. Chișinău; 2018. 30 p. Disponibil la: <http://www.cnaa.md/thesis/53719/> [accesat la 11.08.2025].
4. Corețchi L., Bahnarel I., Gîncu M., Cojocari A., Hoffmann M., Control and evaluation of the risk of population exposure to radon. *One Health Risk Manag.* 2020;1(1):42–49. Disponibil la: <https://journal.ohrm.bba.md/index.php/journal-ohrm-bba-md/article/view/31> [accesat la 11.09.2025].
5. European ALARA Network (EAN) Survey on radon exposure management. 2010. Disponibil la: <https://www.eu-alara.net/index.php/surveys-mainmenu-53/36-ean-surveys/231-radon.html> [accesat la 15.08.2025].
6. Henderson S.B., Kosatsky T., Barn P., How to ensure that national radon survey results are useful for public health practice. *Canadian Journal of Public Health*, 2012, vol. 103, nr. 3, p. 231–234.
7. Hill W.G., Butterfield P., Larsson L.S., Rural Parents' Perceptions of Risks Associated with Their Children's Exposure to Radon. *Public Health Nursing*, 2006, vol. 23, nr. 5, p. 392–399. Disponibil la: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4395849/> [accesat la 05.09.2025].
8. Khan S.M., Chreim S., Residents' perceptions of radon health risks: a qualitative study. *BMC Public Health*, 2019, vol. 19, nr. 1, p. 1114. Disponibil la: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-019-7449-y> [accesat la 11.09.2025].
9. Khan S.M., Gomes J., An Interdisciplinary Population Health Approach to Radon Health Risk Management in Canada. *Interdisciplinary Journal of Health Sciences*, 2018, vol. 7, nr. 1, p. 32–43. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/316464495_An_Interdisciplinary_Population_Health_Approach_to_the_Radon_Health_Risk_Management_in_Canada_riss-ijhsca_archives3177 [accesat la 11.09.2025].
10. Löfstedt R., The communication of radon risk in Sweden: where are we and where are we going? *Journal of Risk Research*, 2019, vol. 22, nr. 6, p. 773–781. Disponibil la: https://kclpure.kcl.ac.uk/ws/portalfiles/portal/94499878/The_communication_of_radon_LO_FSTEDT_Accepted11April2018_GREEN_AAM.pdf [accesat la 11.09.2025].
11. Atkinson S., Political cultures, health systems and health policy. *Social Science & Medicine*, 2002, vol. 55, nr. 1, p. 113–124. doi:10.1016/S0277-9536(01)00213-1. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12137181/> [accesat la 11.09.2025].
12. Milat A.J., Bauman A., Redman S., et al., Increasing the scale and adoption of population health interventions: experiences and perspectives of policy makers, practitioners, and researchers. *Health Research Policy and Systems*, 2014, vol. 12, p. 18. Disponibil la:

- <https://health-policy-systems.biomedcentral.com/articles/10.1186/1478-4505-12-18> [accesat la 11.09.2025].
13. Poortinga W., Bronstoring K., Lannon S., Awareness and Perceptions of the Risks of Exposure to Indoor Radon: A Population-Based Approach to Evaluate a Radon Awareness and Testing Campaign in England and Wales. *Risk Analysis*, 2011, vol. 31, nr. 11, p. 1800–1812. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21477087/> [accesat la 01.09.2025].
 14. Public Health England UKradon - Home. Disponibil la: <https://www.ukradon.org/> [accesat la 21.02.2024].
 15. **Ababii A.**, The study on the residential radon concentration in the rooms in the areas of the Republic of Moldova. *Annals of the "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle II. Mathematics, Physics, Theoretical Mechanics*, 2023, vol. 46, nr. 1, p. 18–23. doi:10.35219/ann-ugal-math-phys-mec.2023.1.04. Disponibil la: <https://doi.org/10.35219/ann-ugal-math-phys-mec.2023.1.04> [accesat la 11.09.2025].
 16. Rubenstein L.V., Pugh J., Strategies for promoting organizational and practice change by advancing implementation research. *Journal of General Internal Medicine*, 2006, vol. 21, Suppl. 2, p. S58–S64. Disponibil la : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16637962/> [accesat la 21.02.2024].
 17. Averbeck D., Testard I., Boucher D., Changing views on ionizing radiation-induced cellular effects. *International Journal of Low Radiation*, 2006, vol. 3, nr. 2–4, p. 133–161.
 18. National Research Council. *Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: BEIR VII Phase 2*. Washington (DC): National Academies Press; 2006. Disponibil la: <https://nap.nationalacademies.org/read/11340/chapter/1> [accesat la 31.07.2025].
 19. Cosma C., Jurcuț T., *Radonul și mediul înconjurător*. Cluj-Napoca: Editura Dacia; 1996. p. 17–20. Disponibil la: http://www.academic.ro/tensp/download/radon/radon_Cosma.pdf
 20. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). *Sources and effects of ionizing radiation*. UNSCEAR 2008 Report, Vol. I. New York: United Nations; 2010. Disponibil la: https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear-reports/UNSCEAR_2008_Report_Vol.I-CORR.pdf [accesat la 11.08.2025].
 21. Corețchi L., Ene A., **Ababii A.**, Control of the health risk of radon exposure in the Republic of Moldova. *Atmosphere*, 2021, vol. 12, nr. 10, art. 1302. doi:10.3390/atmos12101302. Disponibil la: <https://www.mdpi.com/2073-4433/12/10/1302> [accesat la 15.08.2025].
 22. Corețchi L., Bahnarel I., Vîrlan S., Apostol I., *Controlul, reglementarea și remedierea expunerii la radon a populației Republicii Moldova*. Chișinău: Editura Sirius; 2020. ISBN:978-9975-57-290-3.
 23. Corețchi L., Overenco A., Gîncu M., Căpățîină A., Cojocari A., Cunoștințele cetățenilor/rezidenților Republicii Moldova despre riscul expunerii la radon. *Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină*, 2020, vol. 87, nr. 5, p. 48–54. Disponibil la: <https://repository.usmf.md/xmlui/handle/20.500.12710/12758> [accesat la 15.08.2025].
 24. Corețchi L., **Ababii A.**, Quantification of health risk associated with radon exposure (Project). În: *Expoziția Internațională Specializată a Proprietății Intelectuale, Creativității și Inovării INFOINVENT*, ediția a XVI-a, Chișinău, 17–20 noiembrie 2021. Chișinău; 2021. p. 267.
 25. Hajo Z., *Survey on Radon Guidelines, Programmes and Activities*. Geneva: World Health Organization; 2007. Disponibil la: https://www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/IRP_Survey_on_Radon.pdf [accesat la 05.09.2025].
 26. Ajrouche R., Roudier C., Cléro E., Ielsch G., Quantitative health impact of indoor radon in France. *Radiation and Environmental Biophysics*, 2018, vol. 57, nr. 3, p. 205–214. doi:10.1007/s00411-018-0741-x. Disponibil la: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00411-018-0741-x> [accesat la 11.09.2025].

27. Biblin A., Development of the model of radiation risk communication with the public for the arrangement of the research. *Radiation Hygiene*, 2019, vol. 12, nr. 1, p. 74–84. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/332131134_Development_of_the_model_of_radiation_risk-communication_with_the_public_for_the_arrangement_of_the_research [accesat la 11.09.2025].
28. Cheng W., Radon risk communication strategies: A regional story. *Journal of Environmental Health*, 2016, vol. 78, nr. 6, p. 102–106. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26867298/> [accesat la 11.09.2025].
29. Cosma C., Dicu T., Dinu A., Begy R., *Radon and Lung Cancer*. Cluj-Napoca: Editura Quantum; 2009. 166 p. ISBN 978-973-88835-2-9.
30. Bochicchio F., Fenton D., Fonseca H., García-Talavera M., Jaunet P., Long S., et al., National radon action plans in Europe and need of effectiveness indicators: an overview of HERCA activities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, vol. 19, nr. 7, art. 4115. doi:10.3390/ijerph19074115. Disponibil la: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/7/4115> [accesat la 15.08.2025].
31. American Lung Association. *Reducing the Risks From Radon: A Guide for Healthcare Providers*. Chicago (IL): American Lung Association; 2014. . Disponibil la: <https://www.lung.org/getmedia/5bcf2d08-f74e-49e3-be0f-612515291eec/reducing-the-risks-from-radon.pdf.pdf> [accesat la 15.08.2025].
32. Fojtikova I., Rovenska K., Radon programmes and health marketing. *Radiation Protection Dosimetry*, 2011, vol. 145, nr. 2–3, p. 92–95. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/51056725_Radon_programmes_and_health_marketing [accesat la 05.09.2025].
33. Horju D., Tenter A.C., Cucos A., Dicu T., Szacsvai K., Sainz C., Metodologia de determinare pasivă a concentrațiilor de radon în aerul din interiorul clădirilor. În: *A XVII-a Conferință Internațională Multidisciplinară „Profesorul Dorin Pavel – Fondatorul Hidroenergeticii Românești”*. Sebeș; 2017.
34. Prometheus Consortium (coord.), Impacts of Indoor Radon on Health: A Comprehensive Review on Causes, Assessment and Remediation Strategies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, vol. 19, nr. 7, art. 3929. doi:10.3390/ijerph19073929. Disponibil la: <https://doi.org/10.3390/ijerph19073929> [accesat la 31.07.2025].
35. Frane N., Bitterman A., Radiation Safety and Protection. În: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32491431/> [accesat la 31.07.2025].
36. Krewski D., An integrated framework for risk management and population health. *Human and Ecological Risk Assessment*, 2007, vol. 13, nr. 6, p. 1288–1312. Disponibil la: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10807030701766025> [accesat la 21.09.2025].
37. Lantz P.M., Mendez D., Philbert M.A., Radon, smoking, and lung cancer: the need to refocus radon control policy. *American Journal of Public Health*, 2013, vol. 103, nr. 3, p. 443–447. Disponibil la: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3673501/> [accesat la 11.09.2025].
38. **Ababii A.**, The study on the residential radon concentration in the rooms in the areas of the Republic of Moldova. *Annals of the "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle II. Mathematics, Physics, Theoretical Mechanics*, 2023, vol. 46, nr. 1, p. 18–23. doi:10.35219/ann-ugal-math-phys-mec.2023.1.04. Disponibil la: <https://doi.org/10.35219/ann-ugal-math-phys-mec.2023.1.04> [accesat la 11.09.2025].
39. Scott B.R., Residential radon appears to prevent lung cancer. *Dose-Response*, 2011, vol. 9, nr. 4, p. 444–464. doi:10.2203/dose-response.11-027.Scott. Disponibil la : <https://journals.sagepub.com/doi/10.2203/dose-response.11-027.Scott> [accesat la 21.02.2024].

40. Suciu L., *Cercetări privind radonul și reducerea concentrației de radon în locuințe*. Rezumatul tezei de doctor. Cluj-Napoca: Universitatea Babeș-Bolyai; 2014 Disponibil la : https://www.academia.edu/14960845/UNIVERSITATEA_BABE%C5%9E_BOLYAI_CLUJ_NAPOCA_CERCET%C4%82RI_PRIVIND_RADONUL_%C5%9EI_REDUCEREA_CONCENTRA%C5%A2IEI_DE_RADON_%C3%8EN_LOCUIN%C5%A2E [accesat la 11.03.2024].
41. McLaughlin J.P., Perko T., IAEA Safety Guides vs. Actual Challenges for Design and Conduct of Indoor Radon Surveys. *Atmosphere*, 2025, vol. 16, nr. 3, art. 253. doi:10.3390/atmos16030253. Disponibil la: <https://doi.org/10.3390/atmos16030253> [accesat la 31.07.2025].
42. Zeeb H., Shannoun F. (eds.), *WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective*. Geneva: World Health Organization; 2009. 94 p.
43. Chahine T., Schultz B., Modeling joint exposures and health outcomes for cumulative risk assessment: the case of radon and smoking. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2011, vol. 8, nr. 9, p. 3688–3711. doi:10.3390/ijerph8093688. Disponibil la: <https://doi.org/10.3390/ijerph8093688> [accesat 24.02.2021].
44. Cinelli G., Tollefsen T., European atlas of natural radiation. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2019, vol. 196, p. 240–252.
45. Burghel B.D., *Contribuția toronului la iradierea naturală a populației din România și probleme care apar în măsurarea toronului și radonului*. Teză de doctorat. Cluj-Napoca; 2013.
46. Corețchi L., Bahnarel I., Ursulean I., Cojocari A., Plăvan I., Vîrlan S., *Monitorizarea surselor de radiații ionizante. Ghid științifico-metodic*. Chișinău; 2017. 46 p.
47. Beck F., Richard J.B., Deutsch A., Benmarhnia T., Pirard P., Roudier C., et al., Connaissance et perception du risque dû au radon en France (Knowledge about radon and its associated risk perception in France). *Cancer/Radiothérapie*, 2013, vol. 17, nr. 8, p. 744–749.
48. Uniunea Europeană. Directiva 2013/59/Euratom a Consiliului din 5 decembrie 2013 de stabilire a normelor de securitate de bază privind protecția împotriva pericolelor prezentate de expunerea la radiațiile ionizante. *Jurnalul Oficial al Uniunii Europene*. 2014;L13:1–73.
49. Corețchi L., Bahnarel I., Gîncu M., Cojocari A., Hoffman M., Control and Evaluation of the Risk of Population Exposure to Radon. *One Health and Risk Management*, 2020, vol. 1, nr. 1, p. 43–50. ISSN 2587-3458. E-ISSN 2587-3466. Disponibil la: <https://journal.ohrm.bba.md/index.php/journal-ohrm-bbamd/article/view/31/18> [accesat la 26.02.2021].
50. Corețchi L., Furtună D., Corețchi L., Vîrlan S., Cornescu A., Bahnarel I., Efectele medico-biologice ale expunerii la radon. *Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină*, 2011, nr. 1(36), p. 24–28. Disponibil la: <https://cyberleninka.ru/article/n/efectele-medico-biologice-ale-expunerii-la-radon/viewer> [accesat la 26.02.2021].
51. Bălănel V., Corețchi L., Evaluarea radioactivității naturale a materialelor de construcție, determinate prin spectrometrie gamma. *Sănătate Publică, Economie și Management în Medicină*, 2019, vol.82, nr.4, p.112–117.
52. UNSCEAR. *Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume I*. New York: United Nations; 2010.Samet J.,
53. Samet J.M., Residential radon and lung cancer: end of the story? *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A*, 2006, vol. 69, nr. 7–8, p. 527–531.
54. NUPECC. Radioactivitate. Disponibil la: <http://www.nupecc.org/NUPEX/index.php?g=textcontent/radioactivity/radioactivity&lang=ro> [accesat la 24.02.2021].
55. Burkhardt R., Dan T., Bogdan L., *Laboratorul de Igienă. Ce este necesar să știm despre radiații. Ghid web de educație pentru sănătatea populației*. Ediția 1. 2016.

56. Bisset R., McLaughlin J., Radon. *Journal of Radiological Protection*, 2010, vol. 30, nr. 1, p. R1–R5. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21199598/> [accesat la 24.02.2021].
57. IAEA. *Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM IV). Proceedings of an International Conference, Szczyrk, Poland, 17–21 May 2004*. IAEA-TECDOC-1472. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2005.
58. Hunter N., Muirhead C., Calculation of lifetime lung cancer risks associated with radon exposure, based on various models and exposure scenarios. *Journal of Radiological Protection*, 2015, vol. 35, nr. 3, p. 539–562. Disponibil la: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/35/3/539> [accesat la 25.02.2021].
59. National Institutes of Health. NIH institute & center contact information. Disponibil la: <https://www.nih.gov/institutes-nih/nih-institute-center-contact-information> [accesat la 22.01.2021].
60. Nupex. Nuclear Applications in Medicine. Disponibil la: <http://nupex.eu/index.php?lang=ro&g=textcontent/nuclearapplications/nuclearinmed> [accesat la 27.07.2023]
61. Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare (CNCAN). Harta de Radon România. Disponibil la: <http://www.cncan.ro/surse-naturale-de-radiatii-radon/harta-de-radon> [accesat la 12.03.2024].
62. Horațiu D., Aspecte de mediu și sănătate umană, din perspectiva radioactivității naturale și artificiale în județul Covasna. Teză de doctorat. Cluj–Napoca, 2017, p.5-18.
63. Li X., Ke H., Ouyang C., Yu X., Liu Y., Wang F., et al. Investigation of indoor ²²²Rn and ²²⁰Rn levels in the residential environment and estimation of the annual effective radiation dose for ordinary residents. *PLoS ONE*, 2021, vol. 16, nr. 6, e0253463. doi:10.1371/journal.pone.0253463. Disponibil la: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0253463> [accesat la 12.03.2024].
64. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2019 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Annex B*. New York: United Nations; 2020. Disponibil la: https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/publications/UNSCEAR_2019_Annex-B.pdf [accesat la 30.03.2024].
65. Hays N.V., Stapleton G.G., Radon and lung cancer: What does the public really know? *Journal of Environmental Radioactivity*, 2018, vol. 192, p. 26–31. Disponibil la: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0265931X18300171?via%3Dihub> [accesat la 30.03.2024].
66. National Research Council. *Health Risks of Radon and Other Internally Deposited Alpha-Emitters (BEIR IV)*. Washington, D.C.: National Academy Press; 1988.
67. Corețchi L., Overcenco A., Șargu V., Gîncu M., **Ababii A.**, *Comunicarea riscului expunerii la radon*. Chișinău: Tipografia nr. 1; 2022. 59 p.
68. Corețchi L., Bahnarel I., Virlan S., Apostol I., *Controlul, reglementarea și remedierea expunerii la radon a populației Republicii Moldova*. Chișinău: Editura Sirius; 2020. 230 p. ISBN 978-9975-57-290-3.
69. Corețchi L., Bahnarel I., Gîncu M., Cojocari A., Hoffman M. Control and Evaluation of the Risk of Population Exposure to Radon. *One Health & Risk Management*, 2020, vol. 1, nr. 1, p. 43–50. ISSN 2587-3458. E-ISSN 2587-3466.
70. Bena E., Ciotoli G., Ruggiero L., et al., Evaluation of tectonically enhanced radon in fault zones by quantification of the radon activity index. *Scientific Reports*, 2022, vol. 12, art. 21586. doi:10.1038/s41598-022-26124-y. Disponibil la: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26124-y> [accesat la 30.03.2024].
71. Rabago D., Quindos L. Intercomparison of Radon Flux Monitors at Low and at High Radium Content Areas under Field Conditions. *International Journal of Environmental*

- Research and Public Health*, 2022, vol. 19, nr. 7, art. 4213. doi:10.3390/ijerph19074213. Disponibil la: <https://doi.org/10.3390/ijerph19074213> [accesat la 30.03.2024].
72. Rabago D., Fuente I., Celaya S., Fernandez A., Fernandez E., Quindos J., et al., Intercomparison of Indoor Radon Measurements Under Field Conditions in the Framework of MetroRADON European Project. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, vol. 17, art. 1780. doi:10.3390/ijerph17051780. Disponibil la: <https://doi.org/10.3390/ijerph17051780> [accesat la 30.03.2024].
 73. Bahnarel I., Corețchi L., Chiruța I., Ursulean I., Evaluarea riscului expunerii la radon în condițiile Republicii Moldova. *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale*, 2007, vol. 13, nr. 4. Disponibil la: <https://bulmed.md/bulmed/article/view/491> [accesat la 31.07.2025].
 74. Vîrlan S., Estimarea riscului de expunere a populației Republicii Moldova la sursele naturale de radiații ionizante. Autoreferat al tezei de doctor în științe medicale. Chișinău; 2018. 30 p.
 75. Charles M. UNSCEAR report 2000: Sources and effects of ionizing radiation. *Journal of Radiological Protection*, 2001, vol. 21, nr. 1, p. 83–86. doi:10.1088/0952-4746/21/1/609. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11281539/> [accesat la 31.07.2025].
 76. Muhammad A., Külahcı F., Radon transport from soil to air and Monte-Carlo simulation. *Research Square*, 2021. doi: 10.21203/rs.3.rs-1088944/v1. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/356655460_Radon_Transport_from_Soil_to_Air_and_Monte-Carlo_Simulation [accesat la 31.07.2025].
 77. Rogers V.C., Nielson K.K. Multiphase Radon Generation and Transport in Porous Materials. *Health Physics*, 1991, vol. 60, nr. 6, p. 807–815. doi:10.1097/00004032-199106000-00006. Disponibil la: <https://www.ovid.com/jnls/health-physics/abstract/00004032-199106000-00006~multiphase-radon-generation-and-transport-in-porous?redirectionsource=fulltextview> [accesat la 30.03.2023].
 78. Botond P., *Radonul și fluxul de radon din sol. Aplicații în mediu, geologie și geofizică*. Teză de doctorat. Cluj-Napoca: Universitatea Babeș-Bolyai; 2011.
 79. Zielinski J.M., Carr Z., Krewski D., Repacholi M., World Health Organization's International Radon Project. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A*, 2006, vol. 69, nr. 7–8, p. 759–769. doi:10.1080/15287390500261299. Disponibil la: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15287390500261299> [accesat la 12.04.2023].
 80. Corețchi L., Overcenco A., Recomandările Consiliului Europei și internaționale în controlul riscului expunerii la radon. În: *Conferința Națională cu Participare Internațională „Un Mediu Sigur – Sănătate Protejată”*. *Arta Medica*, 2020, vol. 77, nr. 4, p. 103–106.
 81. Corețchi L., Bahnarel I., Vîrlan S., Furtuna D. Assessment of Radon Concentration in the Republic of Moldova. În: *Book of Abstracts. The 6th Annual International Conference on Sustainable Development Through Nuclear Research and Education*. Pitești, România, 22–24 mai 2013. Institute for Nuclear Research; 2013. p. 67.
 82. Corețchi L., Bahnarel I., Strail T., Investigations of Radon Concentration in the Republic of Moldova. În: *European Conference on Individual Monitoring of Ionizing Radiation*. Athens, Greece, 8–12 martie 2010. p. 266.
 83. Corețchi L., Strail T., Bahnarel I., Radon Mapping Strategy in the Republic of Moldova. În: *Third European IRPA Congress. Abstracts*. Helsinki, Finland, 14–18 iunie 2010. p. 80.
 84. Riudavets M., Garcia M., Besse B., Radon and Lung Cancer: Current Trends and Future Perspectives. *Cancers*, 2022, vol. 14, nr. 13, art. 3142. doi:10.3390/cancers14133142. Disponibil la: <https://www.mdpi.com/2072-6694/14/13/3142> [accesat la 12.04.2023].
 85. Olmedo M., Cervera R., Cabezón-Gutiérrez L., Lage Y., Corral E., et al., New horizons for uncommon mutations in non-small cell lung cancer: BRAF, KRAS, RET, MET, NTRK, HER2. *World Journal of Clinical Oncology*, 2022, vol. 13, nr. 4, p. 276–286. Disponibil la: <https://www.wjgnet.com/2218-4333/full/v13/i4/276.htm> [accesat la 12.04.2023].

86. Cohn E.A., Tătaru E., The frequency of EGFR gene mutations in a cohort of Romanian patients with non-small cell lung cancer and their association with PD-L1 expression level and ALK rearrangements. *Revista Română de Medicină de Laborator*, 2024, vol. 32, nr. 3, p. 237–244. Disponibil la: https://rrml.ro/articole/2024/2024_3_5.pdf [accesat la 22.01.2024].
87. Johns Hopkins Medicine. BRAF Mutation and Cancer. Disponibil pe <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/braf-mutation-and-cancer> [accesat la 22.01.2024].
88. American Lung Association. RET and Lung Cancer. Disponibil pe <https://www.lung.org/lung-health-diseases/lung-disease-lookup/lung-cancer/symptoms-diagnosis/biomarker-testing/ret> [accesat la 22.01.2024].
89. **Ababii A.**, Riscul pentru sănătate al expunerii la radon. *One Health & Risk Management*, 2021, vol. 2, nr. 4, p. 35–36.
Disponibil la: https://repository.usmf.md/bitstream/20.500.12710/18171/1/RISCUL_PENTRU_SANATA_TE_AL_EXPUNERII_LA_RADON.pdf [accesat la 31.07.2025].
90. Truță L.-A., *Modele de calcul al riscului de cancer pulmonar indus de radon*. Teză de doctorat. Cluj-Napoca: Universitatea Babeș-Bolyai; 2010. Disponibil la: https://doctorat.ubbcluj.ro/sustinerea_publica/rezumat/2010/fizica/Truta_Lucia_Adina_Ro.pdf [accesat la 22.01.2024].
91. Ramkissoon A., Navaranjan G., Berriault C., Villeneuve P.J., Demers P.A., Minh T., Histopathologic analysis of lung cancer incidence associated with radon exposure among Ontario uranium miners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018, vol. 15, nr. 11, art. 2413. doi:10.3390/ijerph15112413. Disponibil la: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6267329/> [accesat la 22.01.2024].
92. National Research Council (US) Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations. *Health Risks of Radon and Other Internally Deposited Alpha-Emitters: BEIR IV*. Washington, DC: National Academies Press; 1988. Disponibil pe: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK218125/> [accesat la 31.07.2025].
93. National Research Council. *Health Effects of Exposure to Radon: BEIR VI*. Washington, DC: National Academy Press; 1999. ISBN 978-0-309-05645-8 Disponibil pe: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK233262/> [accesat la 22.01.2024].
94. National Research Council. Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII – Phase 2*. Washington, DC: The National Academies Press; 2006. ISBN 978-0-309-09156-5. Disponibil pe: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/11340/health-risks-from-exposure-to-low-levels-of-ionizing-radiation> [accesat la 22.01.2024].
95. Schubauer-Berigan M.K., Daniels R.D., Pinkerton L.E., Radon exposure and mortality among White and American Indian uranium miners: An update of the Colorado Plateau cohort. *American Journal of Epidemiology*, 2009, vol. 169, nr. 6, p. 718–730. Disponibil pe: <https://academic.oup.com/aje/article-abstract/169/6/718/90265?redirectedFrom=PDF> [accesat la 31.07.2024].
96. Boice J.D. Jr., Cohen S.S., Mumma M.T., Chadda B., Blot W.J., A cohort study of uranium millers and miners of Grants, New Mexico, 1979–2005. *Journal of Radiological Protection*, 2008, vol. 28, nr. 3, p. 303–325. doi:10.1088/0952-4746/28/3/002. Disponibil pe: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/28/3/002> [accesat la 31.07.2024].
97. Rage E., Vacquier B., Blanchardon E., Allodji R.S., Marsh J.W., Caër-Lorho S., et al., Risk of lung cancer mortality in relation to lung doses among French uranium miners: Follow-up 1956–1999. *Radiation Research*, 2012, vol. 177, nr. 3, p. 288–297. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22206233/> [accesat la 11.08.2024].
98. Rage E., Caër-Lorho S., Drubay D., Ancelet S., Laroche P., Laurier D., Mortality analyses in the updated French cohort of uranium miners (1946–2007). *International Archives of*

- Occupational and Environmental Health*, 2015, vol. 88, nr. 6, p. 717–730. doi:10.1007/s00420-014-0998-6. Disponibil la: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00420-014-0998-6> [accesat la 11.08.2024].
99. Vacquier B., Rogel A., Leuraud K., Caër-Lorho S., Acker A., Laurier D., Radon-associated lung cancer risk among French uranium miners: Modifying factors of the exposure-risk relationship. *Radiation and Environmental Biophysics*, 2009, vol. 48, nr. 1, p. 1–9. doi:10.1007/s00411-008-0199-8. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18949479/> [accesat la 12.08.2024].
 100. Tomasek L., Lung cancer mortality among Czech uranium miners – 60 years since exposure. *Journal of Radiological Protection*, 2012, vol. 32, nr. 3, p. 301–314. doi:10.1088/0952-4746/32/3/301. Disponibil la: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/32/3/301> [accesat la 12.08.2024].
 101. Kulich M., Řeřicha V., Řeřicha R., Shore D.L., Sandler D.P., Incidence of non-lung solid cancers in Czech uranium miners: A case-cohort study. *Environmental Research*, 2011, vol. 111, nr. 3, p. 400–405. doi:10.1016/j.envres.2011.01.008. Disponibil la: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3064710/> [accesat la 31.07.2024].
 102. Tomašek L., Darby S.C., Recent results from the study of West Bohemian uranium miners exposed to radon and its progeny. *Environmental Health Perspectives*, 1995, vol. 103, supl. 2, p. 55–57. Disponibil la: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1518834/> [accesat la 31.07.2024].
 103. Kreuzer M., Walsh L., Schnelzer M., Tschense A., Grosche B., Radon and risk of extrapulmonary cancers: Results of the German uranium miners' cohort study, 1960–2003. *British Journal of Cancer*, 2008, vol. 99, nr. 11, p. 1946–1953. doi:10.1038/sj.bjc.6604776. Disponibil la: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2600695/> [accesat la 31.07.2024].
 104. Cross F.T., A review of experimental animal radon health effects data. În: Chapman J.D., Dewey W.C., Whitmore G.F. (eds.). *Radiation Research: A Twentieth-Century Perspective*. Vol. II. San Diego: Academic Press; 1992. p. 476–481. Disponibil la: <https://inis.iaea.org/records/raeb6-ydh62> [accesat la 01.08.2024].
 105. Yeh H.C., Schum G.M., Models of human lung airways and their application to inhaled particle deposition. *Bulletin of Mathematical Biology*, 1980, vol. 42, nr. 3, p. 461–480. doi:10.1007/BF02460796. Disponibil la: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02460796> [accesat la 22.01.2024].
 106. Keith S., Doyle J.R., Harper C., *Toxicological Profile for Radon*. Atlanta (GA): Agency for Toxic Substances and Disease Registry; 2012. Disponibil la: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK158786/#S14> [accesat la 22.01.2024].
 107. National Research Council (US) Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR V). *Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR V*. Washington (DC): National Academies Press; 1990. 500 p. Disponibil pe: <https://www.nap.edu/catalog/1224/health-effects-of-exposure-to-low-levels-of-ionizing-radiation> [accesat la 26.01.2024].
 108. Radonova. Radon risk for children. Disponibil la: <https://radonova.com/resource/radon-risk-for-children/> [accesat la 24.01.2024].
 109. National Toxicology Program. *15th Report on Carcinogens*. Research Triangle Park (NC): National Toxicology Program; 2021. Disponibil la: https://ntp.niehs.nih.gov/sites/default/files/ntp/roc/content/introduction_508.pdf [accesat la 25.01.2024].
 110. Taylor B.K., Miller G.E., Chronic Home Radon Exposure Is Associated with Higher Inflammatory Biomarker Concentrations in Children and Adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023, vol. 20, nr. 1, art. 246. doi:10.3390/ijerph20010246. Disponibil la: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9819293/> [accesat la 16.03.2023].

111. Li B.-Y., Tong J., Adverse Effects Attributed to Long-Term Radon Inhalation in Rats. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A*, 2007, vol. 70, nr. 11, p. 925–930. doi:10.1080/15287390601171859. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17479407/> [accesat la 16.03.2023].
112. Al-Zoughool M., Krewski D., Health Effects of Radon: A Review of the Literature. *Int J Radiat Biol.*, 2009, vol.85, nr.1, p.57–69. doi:10.1080/09553000802635054. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19205985/> [accesat la 16.03.2024].
113. Robertson A., Allen J., Laney R., Curnow A., The cellular and molecular carcinogenic effects of radon exposure: a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 2013, vol.14, nr.7, p.14024-14063. doi:10.3390/ijms140714024 Disponibil la: <https://www.mdpi.com/1422-0067/14/7/14024> [accesat la 31.07.2025].
114. Kempf S.J., Buratovic S., von Toerne C., Moertl S., Stenerl w B., Hauck S.M., Atkinson M.J., Eriksson P., Tapio S., Ionising radiation immediately impairs synaptic plasticity-associated cytoskeletal signalling pathways in HT22 cells and in mouse brain: an in vitro/in vivo comparison study. *PLoS ONE*, 2014, vol.9, nr.11, e110464. doi:10.1371/journal.pone.0110464. Disponibil la: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0110464> [accesat la 31.07.2025].
115. La Verde G., Artiola V., La Commara M., D'Avino V., Angrisani L., Sabatino G., Pugliese M., COVID-19 and the additional radiological risk during the lockdown period in the province of Naples City (South Italy). *Life*, 2022, vol.12, nr.2, art.246. Disponibil la: <https://www.mdpi.com/2075-1729/12/2/246> [accesat la 11.07.2024].
116. National Research Council (US) Committee on Evaluation of EPA Guidelines for Exposure to Naturally Occurring Radioactive Materials. *Evaluation of EPA Guidelines for Exposure to Naturally Occurring Radioactive Materials*. Washington (DC): National Academies Press; 1999. Disponibil la: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK230656/> [accesat la 11.07.2024].
117. World Health Organization. *Radon and health: fact sheet*. Geneva: World Health Organization; 2023..Disponibil pe: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health> [accesat la 21.07.2024].
118. International Commission on Radiological Protection (ICRP). *Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon*. ICRP Publication 115. *Annals of the ICRP*, 2010, vol. 40, nr. 1, p. 1–64. doi:10.1016/j.icrp.2011.08.011. Disponibil la: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1016/j.icrp.2011.08.011> [accesat la 21.07.2024].
119. Consiliul Uniunii Europene. *Directiva 2013/59/EURATOM din 5 decembrie 2013 de stabilire a normelor de securitate de bază privind protecția împotriva pericolelor prezentate de expunerea la radiațiile ionizante și de abrogare a directivelor 89/618/EURATOM, 90/641/EURATOM, 96/29/EURATOM, 97/43/EURATOM și 2003/122/EURATOM*. Disponibil la: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0059&from=EL> [accesat la 10.12.2023].
120. International Atomic Energy Agency. *Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon and Other Natural Sources of Radiation*. Specific Safety Guide No. SSG-32. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2015. Disponibil pe: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1651Web-62473672.pdf> [accesat la 10.12.2023].
121. Uniunea Europeană. *Versiunea consolidată a Tratatului de instituire a Comunității Europene a Energiei Atomice*. Disponibil la: <https://www.consilium.europa.eu/ro/documents-publications/publications/consolidated-versions-treaty-establishing-european-atomic-energy-community/> [accesat la 10.12.2023].
122. Duckworth L.T., Frank-Stromborg M., Oleckno W.A., Duffy P., Burns K., Relationship of perception of radon as a health risk and willingness to engage in radon testing and mitigation. *Oncology Nursing Forum*, 2002, vol. 29, nr. 7, p. 1099–1107. doi:10.1188/02.ONF.1099-1107. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12183758/> [accesat la 15.10.2024].

123. Poortinga W., Bronsterg K., Lannon S., Awareness and perceptions of the risks of exposure to indoor radon: A population-based approach to evaluate a radon awareness and testing campaign in England and Wales. *Risk Analysis*, 2011, vol.31, nr.11, p.1800–1812. doi:10.1111/j.1539-6924.2011.01613.x. Disponibil la: <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01613.x> [accesat la 15.10.2024].
124. Dixon Daryl W., An overview of issues in the reduction of UK radon exposure. *Structural Survey*, 2001, vol.19, nr.5, p.226–232. doi:10.1108/09566160110404935. Disponibil la: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09566160110404935/full/html> [accesat la 10.12.2023].
125. Jones M., Solving the radon problem in the UK: The role of environmental health officers. *Radiation Protection Dosimetry*, 1994, vol.56, nr.1-4, p.367–370. doi:10.1093/oxfordjournals.rpd.a082487. Disponibil la: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a082487> [accesat la 10.12.2023].
126. Barros-Dios J. M., Barreiro M. A., Ruano-Ravina A., Figueiras A., Exposure to residential radon and lung cancer in Spain: A population-based case-control study. *American Journal of Epidemiology*, 2002, vol.156, nr.6, p.548–555. doi: 10.1093/aje/kwf070. Disponibil la: <https://academic.oup.com/aje/article/157/9/859/97400> [accesat la 10.12.2023].
127. Larsson L. S., Risk-reduction strategies to expand radon care planning with vulnerable groups. *Public Health Nursing*, 2014, vol.31, nr.6, p.526–536. doi: 10.1111/phn.12111. Disponibil la: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4852734/> [accesat la 10.12.2023].
128. Krewski D., Lubin J.H., Zielinski J.M., et al., Residential Radon and Risk of Lung Cancer: A Combined Analysis of 7 North American Case-Control Studies. *Epidemiology*, 2005 Mar, vol.16, nr.2, p.137-145. doi:10.1097/01.ede.0000152522.80261.e3. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15703511/> [accesat la 10.12.2023].
129. Commission to Build a Healthier America. *Where We Live Matters for Our Health: Neighborhoods and Health*. Princeton, NJ: Commission to Build a Healthier America; 2008. Disponibil la: <http://www.commissiononhealth.org/PDF/888f4a18-eb90-45be-a2f8-159e84a55a4c/Issue%20Brief%203%20Sept%2008%20-%20Neighborhoods%20and%20Health.pdf> [accesat la 10.12.2023].
130. Darby S., Hill D., Auvinen A., Barros-Dios J.M., Baysson H., Bochicchio F., et al., Radon in homes and risk of lung cancer: Collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *British Medical Journal*, 2005, vol.330, nr.7485, art.223. doi:10.1136/bmj.38308.477650.63. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15613366/> [accesat la 10.12.2023].
131. United States Environmental Protection Agency (EPA). Radon second only to cigarette smoking in causing lung cancer - home testing for radon is one way to fight it. 2008. Disponibil la: <http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/2008+press+releases/503243c79c5bcf35852573c50065ae42?opendocument>. [accesat la 10.12.2023].
132. Health Canada. Radon – another reason to quit. 2010. Disponibil la: http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/radiation/radon_smokers-fumeurs/index-eng.php. [accesat la 10.12.2023].
133. Hancock T., Indicators of environmental health in the urban setting. *Canadian Journal of Public Health*, 2002, vol.93, nr.1, p.S45–S51. doi:10.1007/BF03404510 Disponibil la: <https://www.jstor.org/stable/41993962> [accesat la 10.12.2023].
134. Noonan C.W., Ward T.J., Navidi W., Sheppard L., Bergauff M., Palmer C., Assessing the impact of a wood stove replacement program on air quality and children's health. *Research Report/Health Effects Institute*, 2011, nr.162, p.3–37. Disponibil la: <https://www.healtheffects.org/system/files/Noonan162.pdf> [accesat la 11.07.2024].
135. Hill W.G., Butterfield P., Larsson L.S., Rural parents' perceptions of risks associated with their children's exposure to radon. *Public Health Nurs*, 2006, vol.23, nr.5, p.392–399. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16961559/> [accesat la 11.07.2024].

136. United States Environmental Protection Agency. Radon. Disponibil la: <https://www.epa.gov/radon> [accesat la 11.07.2024].
137. RADPAR. Radon Risk Communications Strategies. 2011. Disponibil la: https://webgate.ec.europa.eu/chafea_pdb/assets/files/pdb/20081217/20081217_d12_en_ps.pdf [accesat la 11.07.2024].
138. Nuclear Safety Illinois Radon Awareness Act. (2012), P.A. 97-21, § 5, Pub. L. No. 97-1144, Chapter 420 ILCS 46/25 Stat. Disponibil la: <https://www.ilga.gov/Legislation/ILCS/Articles?ActID=2913&ChapterID=37> [accesat la 15.02.2023].
139. Pawel D.J., Puskin J.S., The U.S. Environmental Protection Agency's assessment of risks from indoor radon. *Health Phys.*, 2004, vol.87, nr.1, p.68–74. doi:10.1097/01.HP.0000134297.02564.4B. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15194924/> [accesat la 11.03.2023].
140. Gaskin J., Coyle D., Whyte J., Krewski D., Global estimates of lung cancer mortality attributable to residential radon. *Environ Health Perspect*, 2018, vol.126, nr.5, art.057009. doi:10.1289/EHP2503. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29856911/> [accesat la 11.03.2023].
141. Chiu N., Brattin W., *EPA Assessment of Risks from Radon in Homes*. Washington (DC): U.S. Environmental Protection Agency; 2003. Disponibil la: <https://www.semanticscholar.org/paper/EPA-Assessment-of-Risks-from-Radon-in-Homes-Chiu-Brattin/ebe454aa4e05db8181c854a8c31b68a52849b50b> [accesat la: 11.03.2023].
142. Horálek J., Vlasáková L., Schreiberová M., *HE Report 2022/12: European Air Quality Maps for 2020*. Copenhagen: European Environment Agency; 2023. ISBN: 978-82-93970-39-2. Disponibil la: <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-he/products/etc-he-report-2022-12-european-air-quality-maps-for-2020-pm10-pm2-5-ozone-no2-nox-and-benzo-a-pyrene-spatial-estimates-and-their-uncertainties> [accesat la: 10.01.2024].
143. Horálek J., Vlasáková L., Schreiberová M., Benešová N., *Air Quality Maps of EEA Member and Cooperating Countries for 2022*. European Topic Centre on Human Health and the Environment. Copenhagen; 2024. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/389165501_Air_quality_maps_of_EEA_member_and_cooperating_countries_for_2022 [accesat la: 10.06.2025].
144. World Health Organization. More countries act against exposure to radon and associated cancer risks. Disponibil la: <https://www.who.int/news/item/04-02-2021-more-countries-act-against-exposure-to-radon-and-associated-cancer-risks> [accesat la: 10.06.2025].
145. European Cancer Inequalities Registry. Environmental indicators. Disponibil la: <https://cancer-inequalities.jrc.ec.europa.eu/environmental-indicators> [accesat la: 10.01.2024].
146. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). EPA Map of Radon Zones. Disponibil la: <https://www.epa.gov/radon/epa-map-radon-zones> [accesat la: 10.01.2024].
147. Dubois G., First steps towards a European atlas of natural radiation: Status of the European indoor radon map. *J Environ Radioact.*, 2010, vol.101, nr.10, p.786-798. doi:10.1016/j.jenvrad.2010.03.007. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/223491077_First_steps_towards_a_European_atlas_of_natural_radiation_Status_of_the_European_indoor_radon_map [accesat la: 23.07.2024].
148. Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare. *Metodologie din 27 iulie 2023 pentru determinarea concentrației de radon în aerul din interiorul clădirilor și de la locurile de muncă*. Monitorul Oficial al României, nr.729 din 8 august 2023. Disponibil la: <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/273601> [accesat la: 23.07.2024].
149. Radon Map. Disponibil la: <https://radonmap.com/#> [accesat la 15.05.2024].
150. Corețchi L., Bahnarel I., Vîrlan S., Furtună D., Cornescu A., Ursulean I., et al., Assessment of geological influence on radon concentration in the Republic of Moldova. In: *First East European Radon Symposium. Scientific Programme and Book of Abstracts*; 2–5 September

- 2012; Cluj-Napoca, Romania. Cluj-Napoca: Universitatea Babeș-Bolyai; 2012. p. 50. ISBN: 978-973-53-0857-5.
151. Pressyanov D., Dimitrov D., The sensitivity of innovative techniques for measuring low levels of radon in the environment using passive detectors. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2024, vol. 277, art. 107461. doi:10.1016/j.jenvrad.2024.107461. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38805778/> [accesat la 15.08.2024]
 152. Friedmann H., Baumgartner A., Gruber V., Kaineder H., The uncertainty in the radon hazard classification of areas as a function of the number of measurements. *Journal of Environmental Radioactivity*, 2017, vol. 173, p. 6–10. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/306550989_The_uncertainty_in_the_radon_hazard_classification_of_areas_as_a_function_of_the_number_of_measurements [accesat la 15.08.2024].
 153. Corețchi L., Bahnarel I., Gîncu M., Cojocari A., **Ababii A.**, Căpățînă A., et al., Semnificația radonului din aerul locuințelor urbane și rurale ale Republicii Moldova: implementarea Proiectului MOL9007. Chișinău: Agenția Națională pentru Sănătate Publică; 2022. 324 p. ISBN 978-9975-57-318-4.
 154. Ministerul Mediului al Republicii Moldova. Regiuni de dezvoltare. Disponibil la: <https://www.madrm.gov.md/ro/content/regiuni-de-dezvoltare> [accesat la 15.11.2024].
 155. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova. Principalii indicatori social-economici pe regiuni de dezvoltare, raioane și municipii. Disponibil la: <https://statistica.gov.md/ro> [accesat la 15.11.2024].
 156. Câmpia Moldovei de Sud. Disponibil la: [https://ro.wikipedia.org/wiki/C%C3%A2mpia_Moldovei_de_Sud#:~:text=C%C3%A2mpia%20Moldovei%20de%20Sud%20\(de,importante%20ca%20Ialpu%C8%99i%20Cog%C3%A2lnic](https://ro.wikipedia.org/wiki/C%C3%A2mpia_Moldovei_de_Sud#:~:text=C%C3%A2mpia%20Moldovei%20de%20Sud%20(de,importante%20ca%20Ialpu%C8%99i%20Cog%C3%A2lnic) [accesat la 15.11.2024].
 157. Geografia Republicii Moldova. Disponibil la: https://ro.wikipedia.org/wiki/Geografia_Republicii_Moldova [accesat la 15.11.2024].
 158. Ursu A., Vladimir P., Overenco A., Marcov I., Curcubă S., Crupenicov V., Caracteristica complexă a solurilor Republicii Moldova reflectată în banca de date. *Mediul Ambiant*, 2008, nr. 4(40), p. 1–8. ISSN 1810-9551.
 159. Universitatea de Stat din Moldova. Stratigrafia teritoriului Republicii Moldova. Disponibil la: <https://moodle.usm.md/mod/resource/view.php?id=48885> [accesat la 15.11.2024].
 160. Serviciul Hidrometeorologic de Stat al Republicii Moldova. Caracterizarea climei din Republica Moldova. Disponibil la: https://www.meteo.md/images/uploads/gis/meteo/Caracterizarea_climei_RM.pdf [accesat la 10.11.2024].
 161. Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor din România. Evoluția mediilor lunare ale concentrației radonului atmosferic în perioada 2017–2019. Disponibil la: <http://www.anpm.ro/documents/13119/2255323/2024-EVOLU%C5%A2IA+MEDIILOR+LUNARE+ALE+CONCENTRA%C5%A2IEI+RADONULUI+ATMOSFERIC+%282017-2019%29+-+FLOREA+NELIDA.pdf/f7cada5c-a3f4-440f-beb4-c9f0b6234dc7> [accesat la 10.11.2024].
 162. Vîrlan S., Corețchi L., Bahnarel I., Ursulean I., Roșca A., Apostol I., et al., Metodologia monitorizării surselor naturale de radon (^{222}Rn) și evaluarea riscului radiologic pentru populația expusă. Indicații metodice. Chișinău: Centrul Național de Sănătate Publică; 2014.
 163. **Ababii A.**, Contemporary technologies in research to control and reduce the health risk of radon exposure. *Annals of the “Dunarea de Jos” University of Galati. Fascicle II, Mathematics, Physics, Theoretical Mechanics*, 2021, vol. 44, nr. 2, p. 93–97. doi:10.35219/ann-ugal-math-phys-mec.2021.2.02. Disponibil la: <https://www.gup.ugal.ro/ugaljournals/index.php/math/article/view/5072> [accesat la 10.11.2024].

- 164.Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare. Metodologie din 27 iulie 2023 pentru determinarea concentrației de radon în aerul din interiorul clădirilor și de la locurile de muncă. *Monitorul Oficial al României*, 2023, nr. 729 din 8 august 2023. Disponibil la: <https://lege5.ro/gratuit/geztsmjwguytg/metodologia-pentru-determinarea-concentratiei-de-radon-in-aerul-din-interiorul-cladirilor-si-de-la-locurile-de-munca-din-27072023> [accesat la 10.11.2024].
- 165.International Organization for Standardization. ISO 11665-4:2021. *Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 4: Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis*. Geneva: International Organization for Standardization; 2021.
- 166.International Organization for Standardization. ISO 11665-1:2019. *Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 — Part 1: Origins of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods*. Geneva: International Organization for Standardization; 2019.
- 167.DOSITRACKER. *Măsurători de radon*. Disponibil la: <https://dositracker.ro/wp-content/uploads/2020/11/02-DOSITRACKER-m%C4%83surarea-concentra%C8%9Biei-de-radon.pdf> [accesat la 15.11.2024].
- 168.FTLab. *Operation Manual – RadonEye Plus2 RD200P2*. Disponibil la: https://www.radonshop.com/mediafiles/Anleitungen/Radon/FTLab_RadonEyePlus2-RD200P2/FTLab_RadonEyePlus2_ManualEN.pdf [accesat la 15.11.2024].
- 169.Environmental Protection Agency (Ireland). *National Radon Control Strategy 2019–2024*. Wexford: Environmental Protection Agency; 2019.Disponibil la: <https://www.epa.ie/our-services/monitoring--assessment/radiation/national-radon-control-strategy/#> [accesat la 15.11.2024].
- 170.European Commission, Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Atomic Energy Agency, International Labour Organization, OECD Nuclear Energy Agency, Pan American Health Organization, United Nations Environment Programme, World Health Organization. *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards*. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3. Vienna: IAEA; 2014.
- 171.Burkhardt R., Dan T., Bogdan L., *Ce este necesar să știm despre radiațiile ionizante și efectele lor asupra omului: Ghid de educație pentru sănătatea populației*. Ediția 1. Cluj-Napoca: Laboratorul de Igiena Radiațiilor Ionizante, Centrul Regional de Sănătate Publică Cluj; 2016.
- 172.International Commission on Radiological Protection (ICRP). *Managing patient dose in multi-detector computed tomography*. ICRP Publication 102. *Annals of the ICRP*, 2007, vol.37, nr.1, p.1–79. Disponibil la: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20102> [accesat la 15.11.2024].
- 173.International Commission on Radiological Protection (ICRP). *The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103. *Ann ICRP*, 2007, vol.37, nr.2–4. p.1–332. Disponibil la: [https://www.icrp.org/docs/icrp_publication_103-annals_of_the_icrp_37\(2-4\)-free_extract.pdf](https://www.icrp.org/docs/icrp_publication_103-annals_of_the_icrp_37(2-4)-free_extract.pdf) [accesat la 15.11.2024].
- 174.International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). *Patient dosimetry for X rays used in medical imaging*. *Journal of the ICRU*, Report 74. J ICRU, 2005, vol.5, nr.2. Disponibil la: <https://www.icru.org/report/patient-dosimetry-for-x-rays-used-in-medical-imaging-report-74/> [accesat la 15.11.2024].
- 175.Paquet F., Bailey M.R., Leggett R.W., Lipsztein J., Fell T.P., *Occupational intakes of radionuclides: Part 2*. ICRP Publication 134. *Ann ICRP*, 2016, vol.45, nr.3–4, p.1–352.
- 176.International Commission on Radiological Protection (ICRP). *Occupational intakes of radionuclides: Part 3*. ICRP Publication 137. *Ann ICRP*, 2017, vol.46, nr.3–4, p.1-486.

177. International Commission on Radiological Protection (ICRP). *Calculating radon doses* [Internet]. Disponibil la: http://icrpaedia.org/Calculating_Radon_Doses [accesat la 11.11.2024].
178. Wise Uranium Project. *Radon individual dose calculator*. Disponibil la: <https://www.wise-uranium.org/rdcnrh.html> [accesat la 11.11.2024].
179. Hunter N., Muirhead C.R., Bochicchio F., Haylock R.G., Calculation of lifetime lung cancer risks associated with radon exposure, based on various models and exposure scenarios. *Journal of Radiological Protection*, 2015, vol. 35, nr. 3, p. 539–555. doi:10.1088/0952-4746/35/3/539. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/278793136_Calculation_of_lifetime_lung_cancer_risks_associated_with_radon_exposure_based_on_various_models_and_exposure_scenarios [accesat la 15.11.2024]
180. Mdekil A.S., Al-Mayah W.T., Al-Tmemy W.B., Calculation the excess lifetime lung cancer risk and human health risk assessment by inhalation of radon gas in the health centers of Al-Hay City in Wasit, Iraq using LR-115 detector. *Cross Current International Journal of Medical and Biosciences*, 2024, vol. 6, nr. 4, p. 84–91. doi:10.36344/ccijmb.2024.v06i04.001. Disponibil la: <https://www.easpublisher.com/article/articleID=4139> [accesat la 20.11.2024].
181. Agenția Națională pentru Sănătate Publică. Direcția Management Date în Sănătate. Registrele naționale privind incidența și prevalența cancerului din Republica Moldova (date statistice publicate). Chișinău: ANSP.
182. World Health Organization. Regional Office for Europe. *Web annex 1: Prevalence of noncommunicable disease risk factors in the Republic of Moldova STEPS 2021 fact sheet*. In: *STEPS: prevalence of noncommunicable disease risk factors in the Republic of Moldova, 2021*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2022. Disponibil la: [WHO STEPS 2021 Fact Sheet](https://www.who.int/publications-detail/steeps-2021-fact-sheet) [accesat la 10.11.2024].
183. Kelsey J.L., Whittemore A.S., Evans A.S., Thompson W.D., *Methods in Observational Epidemiology*. 2nd ed. New York: Oxford University Press; 1996.
184. Serdar C.C., Cihan M., Yücel D., Serdar M.A., Sample size, power and effect size revisited: simplified and practical approaches in pre-clinical, clinical and laboratory studies. *Biochemia Medica (Zagreb)*, 2021, vol. 31, nr. 1, art. 010502. doi:10.11613/BM.2021.010502. Disponibil la: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7745163/> [accesat la 10.11.2024].
185. Horton N.J., Switzer S.S., Statistical methods in the journal. *New England Journal of Medicine*, 2005, vol. 353, nr. 18, p. 1977–1979. doi:10.1056/NEJM200511033531823. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16267336/> [accesat la 10.11.2024].
186. StatPoint Technologies, Inc. *Statgraphics Centurion XVI User Manual*. Warrenton, VA: StatPoint Technologies, Inc.; 2009. 297 p.
187. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. *Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных: Справочное издание*. Москва: Финансы и статистика; 1983. 471 с.
188. Субботина А.В., Гржибовский А.М. Описательная статистика и проверка нормальности распределения количественных данных. *Экология человека*, 2014, № 2, с. 51–57.
189. Сырцова Л.Е., Косаговская И.И., Авксентьева М.Б. *Основы эпидемиологии и статистического анализа в общественном здоровье и управлении здравоохранением: Учебное пособие для ординаторов и аспирантов*. Москва; 2001. 91 с.
190. Петри А., Сэбин К. *Наглядная медицинская статистика*. 3-е изд. Москва: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа»; 2015. 216 с. ISBN 978-5-9704-3373-7. Disponibil la: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24901428> [accesat la 10.11.2024].
191. Guvernul Republicii Moldova. *Tabelul de concordanță la proiectul Legii cu privire la cerințele de bază în securitatea radiologică (transpunerea Directivei 2013/59/Euratom)*.

- Chișinău; 2021. Disponibil la: https://cancelaria.gov.md/sites/default/files/tc-directiva_2013-59-468_mm2021.pdf [accesat la 10.12.2024].
192. Guvernul Republicii Moldova. *Hotărârea Guvernului nr. 506 din 15.07.2020 pentru aprobarea Regulamentului cu privire la mecanismul de prim răspuns la evenimente nucleare sau radiologice conexe surselor radioactive orfane*. Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2020. Disponibil la: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=122587&lang=ro [accesat la 10.12.2024].
 193. United States Environmental Protection Agency. Office of Radiation and Indoor Air. *EPA Assessment of Risks from Radon in Homes*. Washington (DC): United States Environmental Protection Agency; 2003. EPA 402-R-03-003. Disponibil la: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-05/documents/402-r-03-003.pdf> [accesat la 15.03.2025].
 194. Krewski D., Lubin J.H., Zielinski J.M., Alavanja M., Catalan V.S., Field R.W., et al., Residential radon and risk of lung cancer: A combined analysis of 7 North American case-control studies. *Epidemiology*, 2005, vol.16, nr.2, p.137–145. doi: 10.1097/01.ede.0000172535.69455.aa. Disponibil la: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15703527/> [accesat la 10.12.2024].
 195. European Commission. *Radiation Protection No. 193: Radon in Workplaces. Implementing the Requirements in Council Directive 2013/59/Euratom*. (2020). Disponibil la: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/93cc4aff-47c5-11ea-b81b-01aa75ed71a1> [accesat la 06.06.2025]
 196. List of classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, International Agency for Research on Cancer. Monographs Volumes 1–138a. Disponibil la: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf [accesat la 06.06.2025]
 197. UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation, Raport 2020/21, Volumul IV. Disponibil la: https://www.unscear.org/unscear/uploads/documents/unscear-reports/UNSCEAR_2020_21_Report_Vol.IV.pdf [accesat la 15.06.2025].
 198. Robertson A., Allen J., Laney R., Curnow A., The cellular and molecular carcinogenic effects of radon exposure: a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 2013, vol. 14, nr. 7, p. 14024–14063. doi:10.3390/ijms140714024. Disponibil la: <https://www.mdpi.com/1422-0067/14/7/14024> [accesat la 15.06.2025].
 199. ICRP Publication 126: Radiological Protection against Radon Exposure. *Ann. ICRP*, 2014, vol.43, nr.3. p.1-73. Disponibil la: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20126> [accesat la 15.06.2025].
 200. Nazaroff W., Radon transport from soil to air. *Reviews of Geophysics*, 1992, vol. 30, nr.2, p.137–160. doi:10.1029/92RG00055. Disponibil la: <https://doi.org/10.1029/92RG00055> [accesat la 15.06.2025]
 201. Trivellone V.H., Sahyoun W., El Khoury B., Plant-mediated soil–atmosphere transfer of radon: Influence of vegetation cover on exhalation rates. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2019, vol.191, nr.11, art.668. Disponibil la: <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7841-6> [accesat la 15.06.2025].
 202. IRPA. *Practical guidance for engagement with the public on radiation and risk*. 2020. 44 p. Disponibil la: <https://www.irpa.net/members/IRPA%20Guidance%20Public%20Engagement.pdf> [accesat la 10.07.2025].
 203. Coretchi L., Overcenco A., Sargu V., Gîncu M., **Ababii A.**, Salaru I., Bahnarel I., Ghid: Comunicarea riscului expunerii la radon. Ministerul Sănătății al Republicii Moldova, Agenția Națională pentru Sănătate Publică. Chișinău; 2022, 60 p. ISBN 978-9975-3566-4-0.

- 204.Martell A., Dowdall A., Evaluating citizen science projects: insights from radon research. *Front Environ Sci.*, 2024, vol.12, art.1436283. doi:10.3389/fenvs.2024.1436283. Disponibil la: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1436283> [accesat la 31.07.2025]
- 205.McLaughlin J.P., Gutierrez-Villanueva J.-L., Perko T., Suggestions for improvements in national radon control strategies of Member States which were developed as a requirement of EU Directive 2013/59 EURATOM. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, vol.19, nr.7, art.3805. doi:10.3390/ijerph19073805. Disponibil la: <https://doi.org/10.3390/ijerph19073805> [accesat la 31.07.2025].
- 206.Pol R., Taboada-González P., Rodríguez-Méndez L., Mitigation techniques for interior radon in refurbishment work in high radiation areas of Galicia: an experimental model to test building solutions. *Civil and Environmental Engineering*, 2021, vol.17, nr.2, p.485–499. doi:10.2478/cee-2021-0051. Disponibil la: <https://doi.org/10.2478/cee-2021-0051> [accesat la 31.07.2025].
- 207.Corețchi L., **Ababii A.**, Apostol I., Romanciuc P., Bahnarel I., Bogdan M., et al., *Expunerea populației la radonul din aerul din interiorul clădirilor (locuințe, locuri de muncă), sol și apă*. Chișinău: Tipografia nr. 1; 2024. 168 p. ISBN 978-9975-57-371-9.
- 208.Arvela H, Holmgren O, Reisbacka H, Vinha J., Review of low-energy construction, air tightness, ventilation strategies and indoor radon: Results from Finnish houses and apartments. *Radiation Protection Dosimetry*, 2014, vol. 162, nr. 3, p. 351–363. doi:10.1093/rpd/ncu284. Disponibil la: <https://www.irpa.net/members/P10.85.pdf> [accesat la 30.06.2026].
- 209.Botti T., Buresti G., Caricato A.P., Chezzi A., Factors affecting indoor radon levels in buildings located in high radon areas. *Atmosphere*, 2023, vol. 14, nr. 6, art. 950. doi:10.3390/atmos14060950.Disponibil la: <https://www.mdpi.com/2073-4433/14/6/950> [accesat la 30.06.2026].

ANEXE

Anexa 1

Chestionar special privind evaluarea cunoștințelor generale privind radonul

Stimate participant,

Vă mulțumesc foarte mult pentru timpul acordat și pentru participarea la acest sondaj. Scopul acestui chestionar este de a furniza informații care ne-ar ajuta să dezvoltăm strategii pentru reducerea sarcinii generate de riscurile pentru sănătate în general și, în special, de radon.

Sondajul va ajuta la înțelegerea modului în care populația Republicii Moldova percepe riscurile pentru sănătate și pentru a identifica metodele acceptabile de reducere a acestora.

Participarea ta este anonimă.

Deși rezultatele acestui studiu vor fi publicate, răspunsurile participanților la chestionare nu vor fi partajate. Toate datele vor fi organizate și menținute de către cercetători în conformitate cu standardele de confidențialitate ale eticii cercetării. Întrebările sunt generale și nu trebuie să dezvăluie informațiile pe care nu doriți să le divulgați.

Nu există răspunsuri corecte sau greșite. Contează doar părerea Dvoastră.

Dacă aveți întrebări despre cum să completați chestionarul, vă rugăm să trimiteți un e-mail la adresa

coretchiliuba@gmail.com

Răspunsurile dumneavoastră sunt foarte apreciate.

Vă mulțumim anticipat pentru participare.

Sănătatea în general

Ai spune că sănătatea ta, în general, este:

☐	Precară (slabă)
☐	Medie
☐	Bună
☐	Foarte bună
☐	Excelentă
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

În ceea ce privește informarea despre factorii de risc pentru propria sănătate, ați putea spune că sunteți:

☐	Nu sânt informat de loc
☐	Nu sânt informat
☐	Sânt informat
☐	Sânt bine informat
☐	Foarte bine informat
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Ați spune că sănătatea populației Republicii Moldova în general este:

☐	Precară (Slabă)
☐	Medie
☐	Bună
☐	Foarte bună
☐	Excelentă
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

În ceea ce privește informarea despre factorii de risc pentru sănătatea populației Republicii Moldova în general, ați spune că sunteți:

☐	Nu sânt informat de loc
☐	Nu sânt informat
☐	Sânt informat
☐	Sânt bine informat
☐	Foarte bine informat
☐	Nu cunosc
☒	Aș prefera să nu răspund

Ce factori de risc credeți că pot afecta cel mai mult sănătatea populației Republicii Moldova?
(Rog să menționați cel puțin trei)

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Acum, am dori să vă întrebăm în ce măsură sunteți de acord sau nu cu următoarele declarații. Vă rog, amintiți-vă, u există răspunsuri corecte sau greșite. Părerea Dvoastră contează.

Eu mă protejez sine stătător de orice factor de risc care mi-ar putea afecta sănătatea.

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord
☐	Sânt ferm de acord
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

- ☐ Strict nu sânt de acord
- ☐ Nu sânt de acord
- ☐ Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
- ☐ De acord
- ☐ Sânt ferm de acord
- ☐ Nu cunosc
- ☐ Aș prefera să nu răspund

Am control asupra tuturor factorilor de risc pentru sănătatea mea.

Deciziile privind riscurile pentru sănătate ar trebui lăsate la latitudinea experților.

- ☐ Strict nu sânt de acord
- ☐ Nu sânt de acord
- ☐ Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
- ☐ De acord
- ☐ Sânt ferm de acord
- ☐ Nu cunosc
- ☐ Aș prefera să nu răspund

Calitatea aerului de interior din casa mea este foarte importantă pentru sănătatea mea.

- ☐ Strict nu sânt de acord
- ☐ Nu sânt de acord
- ☐ Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
- ☐ De acord
- ☐ Sânt ferm de acord
- ☐ Nu cunosc
- ☐ Aș prefera să nu răspund

Indiferent de vreme, mă asigur că casa mea este bine ventilată.

- ☐ Strict nu sânt de acord
- ☐ Nu sânt de acord
- ☐ Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
- ☐ De acord
- ☐ Sânt ferm de acord
- ☐ Nu cunosc
- ☐ Aș prefera să nu răspund

RADONUL

Suntem interesați acum de opinia ta despre radon

Ce știi despre radon?

- ☐ Nimic
- ☐ Doar puțin
- ☐ Ceva
- ☐ Doar un pic
- ☐ Foarte mult
- ☐ Aș prefera să nu răspund

Ce știi despre riscul pentru sănătate din cauza expunerii la radon?

- ☐ Nimic
- ☐ Doar puțin
- ☐ Ceva
- ☐ Doar un pic
- ☐ Foarte mult
- ☐ Aș prefera să nu răspund

Radonul și Toronul în locuințe

Radonul și toronul sunt gaze inerte, care se formează în rezultatul dezintegrărilor radioactive în condiții naturale în rocile specifice fiecărui substrat geologic, dar poate fi emanat și de materialele de construcție utilizate. Principalele surse de radon și toron pentru interiorul locuințelor, îl constituie materialele de construcție, și substratul caracteristic amplasamentelor respective. Spărturile și fisurile din materialele de construcție (cele din pardoseală, din jurul țevilor, etc) constituie principalele căi de pătrundere a radonului în locuință.

Toate materialele de construcție (lemn, cărămidă, beton, materiale de izolație, etc.) provin din crusta terestră și conțin concentrații reduse de elemente naturale radioactive, în special uraniu, radium și toriu. Dintre materialele de construcție, lemnul are cel mai redus conținut de radium (implicit de radon) iar cărămida, betonul, gresia și faianța au valorile cele mai ridicate. Migrarea radonului și toronului din sol sau materialele de construcție spre aerul din interiorul locuințelor depinde de: porozitatea respectivelor materiale, umiditate, diferențele de presiune între aerul din casă și cel din afară, precum și de viteza vântului, curenții de aer.

Oamenii staționează 75-80% din timpul lor în interiorul clădirilor. Aceasta îi protejează parțial de radiația cosmică și de cea terestră (din sol), dar îi expune acțiunii radonului acumulat în încăperile neaerisite sau închise etanș. Concentrația radonului în locuințe crește pe timpul nopții, când apare o acumulare puternică datorită reducerii ventilației naturale și diminuează dimineața la deschiderea ferestrelor și ușilor. Radonul, cu toate că este gaz nobil și inert, pătrunde în organismul uman, prin inhalare, apă și alimente. Fiind solubil în fluidele și țesuturile grase din organism, devine un potențial factor de risc pentru sănătatea omului. Au fost identificate diverse boli, mai ales la mineri din mineritul radioactiv (carcinoame pulmonare, epidermice etc.), corelate cu inhalarea gazelor bogate în radon, alături de particulele fine de praf sau aerosoli, contaminate cu produși de dezintegrare ai radonului și toronului.

Radonul și toronul contribuie cu peste 50% la fondul natural de iradiere. De aceea, este necesară supravegherea nivelului radonului în locuințe pentru asigurarea sănătății publice, astfel prin utilizarea de materiale adecvate de construcție, măsuri de ventilație corespunzătoare, trebuie evitată depășirea dozei efective maximal admisă pentru populație, care constituie 1 mSv pe an peste fondul natural de iradiere, care constituie 2,4 mSv pe an.

Acum, dorim să vă întrebăm în ce măsură sunteți de acord sau nu cu următoarele declarații. Vă rog, amintiți-vă, nu există răspunsuri corecte sau greșite. Părerea ta contează.

Radonul e o problemă în zona în care locuiesc

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord
☐	Sânt ferm de acord
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Radonul este un gaz radioactiv

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord
☐	Sunt ferm de acord
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Expunerea la niveluri înalte de radon crește riscul de:

	Strict nu sânt de acord	Nu sânt de acord	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord	De acord	Sânt ferm de acord	Nu cunosc	Aș prefera să nu răspund
Astm	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Alergii	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cancerul pulmonar	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Boli de piele	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Alte tipuri de cancer	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Alte afecțiuni respiratorii	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Comparativ cu alte riscuri, expunerea la radon în interior nu prezintă un risc semnificativ pentru sănătatea mea

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sunt de acord
☐	Nu sunt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord
☐	Sunt ferm de acord
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Testarea casei în care locuiesc pentru radon este o prioritate

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord

☐	Sânt ferm de acord
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Testarea pentru radon este ușoară

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord
☐	Sânt ferm de acord
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Nu are rost să testez pentru radon casa în care locuiesc. Mențin o bună ventilație permanent

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord
☐	Sânt ferm de acord
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Vă rugăm să vă imaginați că casa în care locuiți a fost testată pentru radon, iar rezultatul a fost mai mare de 300 Bq/m³ (limita de intervenție stabilită de UE). În cazul în care această situație ar putea fi adevărată, dorim să știm în ce măsură sunteți de acord sau nu cu următoarele declarații

Aș lua măsuri imediate pentru a reduce nivelurile de radon în casa în care locuiesc

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord
☐	Sânt ferm de acord
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Ar fi o prioritate față de alte riscuri să iau măsuri pentru a reduce nivelul de radon în casa în care locuiesc

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord
☐	Sânt ferm de acord
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Nu mi-am putut permite să iau măsuri pentru a reduce nivelul de radon în casa în care locuiesc, timp de 5 (cinci) ani

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord
☐	Sânt ferm de acord

☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Decizia de a lua măsuri pentru a reduce nivelul de radon în casa în care locuiesc nu depinde în întregime de mine

☐	Strict nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord
☐	Nu sânt de acord, dar nici nu de acord
☐	De acord
☐	Sânt ferm de acord
☐	Nu cunosc
☐	Aș prefera să nu răspund

Perceperea riscului

În opinia dumneavoastră, care este riscul în rezultatul expunerii la următoarele surse de radiații ionizante pentru sănătatea dumneavoastră?

	Nu exista risc	Risc mic	Risc moderat	Risc înalt	Risc foarte înalt	Nu cunosc	Aș prefera să nu răspund
Radiodiagnosticul (de exemplu, raze X, CT etc.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Centrală nucleară/reactor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Radioactivitate naturală în alimente și apă potabilă	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
O călătorie de două ore cu avionul	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Portaluri de securitate	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Radon în case / loc de muncă	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Zone cu radioactivitate naturală ridicată (de ex., în apropierea unei mine de uraniu)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

În opinia dumneavoastră, care este riscul în rezultatul expunerii la următoarele surse de radiații ionizante pentru sănătatea populației Republicii Moldova în general?

	Nu exista risc	Risc mic	Risc moderat	Risc înalt	Risc foarte înalt	Nu cunosc	Aș prefera să nu răspund
Radiodiagnosticul (de exemplu, raze X, CT etc.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Centrală nucleară/reactor	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Radioactivitate naturală în alimente și apă potabilă	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

O călătorie de două ore cu avionul	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Portaluri de securitate	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Radon în case / loc de muncă	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Zone cu radioactivitate naturală ridicată (de ex., în apropierea unei mine de uraniu)	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Sursele de informații

În ce măsură utilizați următoarele surse de informații în legătură cu cunoașterea riscurilor pentru sănătate?

	De loc	Doar puțin	Moderat	Destul de mult	Predominant	Aș prefera să nu răspund
Televiziunea	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Radio	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Reviste / Ziare	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Internet	☐	☐	☐	☒	☐	☐
Social media	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Medic de familie	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Prieteni și/sau familie	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Institutul de Sănătate Publică	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Autoritățile regionale sau locale de sănătate publică	☐	☐	☐	☐	☐	☐
<i>Instituția Dumneavoastră¹</i>	☐	☐	☐	☐	☐	☐

În ce măsură aveți încredere în următoarele surse de informații în legătură cu cunoașterea riscurilor pentru sănătate?

	De loc	Doar puțin	Moderat	Destul de mult	Predominant	Aș prefera să nu răspund
Televiziunea	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Radio	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Reviste / Ziare	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Internet	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Social media	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Medic de familie	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Prieteni și/sau familie	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Institutul de Sănătate Publică	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Autoritățile regionale sau locale de sănătate publică	☐	☐	☐	☐	☐	☐
<i>Instituția Dumneavoastră</i>	☐	☐	☐	☐	☐	☐

În cazul în care instituția dumneavoastră nu face parte din listă

Date socio-demografice

Chestionarul este acum completat. Înainte de a termina, avem nevoie de unele informații de la tine, doar în scopuri de clasificare. Toate informațiile de mai jos vor fi tratate ca fiind confidențiale.

SEXUL

☐ Bărbat ☐ Femeie

La care dintre următoarele categorii de vârstă aparții?

☐ 18 - 24 ☐ 25 - 44 ☐ 45 - 64 ☐ Peste 65 ☐ Aș prefera să nu răspund.

La ce categorie de educație aparții?

- ☐ Unele/studii generale complete sau liceale
☐ Unele/studii în colegiu comunitar
☐ Studii universitare sau postuniversitare
☐ Aș prefera să nu răspund.

La care dintre următoarele clasificări, venitul total până la impozitare al gospodăriei voastre aparține?

- ☐ Mai mic decât *venitul minimal*
☐ Între *venitul minimal* și mai puțin decât *venitul mediu*
☐ Între *venitul mediu* și mai puțin decât *venitul înalt*
☒ mai mult decât *venitul înalt*
☐ Aș prefera să nu răspund.

În ce tip de locuință locuiți?

- ☐ Casă individuală
☐ Casă semi – detașată
☐ Case individuale (separate sau înșiruite)
☐ Altă casă unifamilială Rog specificați: _____
☒ Apartament sau odaie într-un duplex; Nivelul: _____
☐ Un apartament-locuință într-o casă cu multe nivele; Nivelul: _____
☐ Casă mobilă
☐ Altele _____

Lucrezi în domeniul radiațiilor ionizante?

- ☐ *Da*
☐ *Nu*
☐ Aș prefera să nu răspund

Localitatea de reședință: _____

Vă rugăm să furnizați codul poștal de 4 cifre

Dacă aveți orice comentarii cu privire la acest chestionar, vă rugăm să le lăsați mai jos.

Chestionar special privind riscul expunerii la radon și fumat în cadrul studiului caz-control

Stimate participant,

Vă mulțumesc foarte mult pentru timpul acordat și pentru participarea la acest sondaj. Scopul acestui chestionar este de a studia interacțiuni *radon x fumat* în declanșarea cancerului bronhopulmonar. Sondajul va ajuta la studiul mecanismelor fiziopatologice ale apariției cancerului bronhopulmonar, care la rândul său, va ajuta la dezvoltarea și implementarea măsurilor de prevenire a apariției unei astfel de boli.

Participarea la sondaj este considerată a fi consimțământul implicit pentru măsurarea radonului în casa Dvoastră.

Deși rezultatele acestui studiu vor fi publicate, răspunsurile participanților la chestionare nu vor fi partajate. Toate datele vor fi organizate și menținute de către cercetători al Agenției Naționale pentru Sănătate Publică (ANSP) în conformitate cu standardele de confidențialitate ale eticii cercetării. Întrebările sunt generale și nu trebuie să dezvăluie informațiile pe care nu doriți să le divulgați.

Dacă aveți întrebări despre cum să completați chestionarul, vă rugăm să trimiteți un e-mail la adresa

coretchiliuba@gmail.com

Răspunsurile dumneavoastră sunt foarte apreciate.

Vă mulțumim anticipat pentru participare.

Nume, prenume Dvs.: _____

Adresa de reședință: _____
(raionul, localitatea, strada, nr. casei/apartament)

Sunt de acord cu participarea la sondaj: _____

(semnătura)

I. Date socio-demografice

Scara Lickert

1. Sexul						
☐ Masculin						1
☐ Feminin						2
2. La care dintre următoarele categorii de vârstă aparți?						
☐ 18 - 29	☐ 30 - 44	☐ 45 - 59	☐ 60 - 69	☐ Peste 70	☐ Aș prefera să nu răspund	
1	2	3	4	5	99	
3. La ce categorie de educație/instruire aparți?						
☐ Unele studii generale complete sau liceale						1
☐ Unele studii în colegiu comunitar						2

☐ Studii universitare sau postuniversitare	3
☐ Aș prefera să nu răspund	99
4. Mediu de reședință	
☐ Urban	1
☐ Rural	2
5. Tipul locuinței	
☐ Casă cu un nivel, fără subsol/demisol	1
☐ Casă cu un nivel, cu subsol/demisol	2
☐ Casă cu două nivele, fără subsol/demisol	3
☐ Casă cu două nivele, cu subsol/demisol	4
☐ Un apartament/locuință într-o casă cu multe nivele	5
☐ Alta	6
6. Perioada șederii în locuința indicată	
☐ 0-5 ani	1
☐ 6-15 ani	2
☐ 16-30 ani	3
☐ > 30 ani	4
☐ Nu cunosc	98
☐ Aș prefera să nu răspund	99
7. Activați în condiții de risc sporit de inducere a cancerului bronhopulmonar (asbest, particule de pulbere etc.) ?	
☐ Da	1
☐ Nu	2
☐ Nu cunosc	3
☐ Aș prefera să nu răspund	99

II. Tabagism

8. Experiența de fumat

☐ Nu fumez	1
☐ Nu am fumat timp de 6-36 luni	2
☐ Fumez timp de 1-5 ani	3
☐ Fumez timp de 6-10 ani	4
☐ Fumez timp de > 10 ani	5
☐ Aș prefera să nu răspund	99

9. Fumați (ați fumat) careva produse din tutun, precum țigaretele, trabucurile sau pipele?

☐ Da	1
☐ Nu	2
☐ Aș prefera să nu răspund	99

10. Utilizați (ați utilizat) - careva produse din tutun care nu se aprind (tutunul de prizat, tutunul de mestecat, betel)?	
☐ Da	1
☐ Nu	2
☐ Aș prefera să nu răspund	99
11. Dacă sunteți fumător, ați încercat să renunțați la fumat și de câți ani (luni) ?	
☐ Nu	1
☐ Da, de câteva săptămâni	2
☐ Da, de câteva luni	3
☐ Da, de 1-10 ani	4
☐ Aș prefera să nu răspund	99
12. Dacă ați fumat, cu cât timp în urmă ați încetat să fumați?	
☐ O lună	1
☐ Un an	2
☐ 5 ani	3
☐ 10 ani	4
☐ Mai mult de 10 ani	5
☐ Aș prefera să nu răspund	99
13. Ați locuit sau nu cu un fumător în ultimii 30 de ani?	
☐ Nu	1
☐ 1-30 ani	2
☐ > 30 ani	3
14. Ați fost expus la fumat în timpul copilăriei sau la locul de muncă?	
☐ Nu	1
☐ În copilărie	2
☐ La locul de muncă	3
☐ Aș prefera să nu răspund	99
15. Fumătorii pot avea un risc pentru sănătate mai sporit în cazul expunerii la radon?	
☐ Nu	1
☐ Da	2
☐ Nu cunosc	98
☐ Aș prefera să nu răspund	99

III. Concentrația radonului în locuința interviuatului (se completează de către colaboratorii ANSP)

Data măsurătorii	Durata măsurătorii	Detector	Locul măsurătorii	Concentrația radonului, Bq/m ³

IV. Diagnostic interviuatului, confirmat anatomo-patologic (se completează de către medicul IMSP IO)

CANCER BRONHOPULMONAR			FORME NON-ONCOLOGICE		
Clasificarea anatomo-clinică a cancerului bronhopulmonar (conform Protocolului clinic standardizat al Ministerului Sănătăți al Republicii Moldova, 2012)		Data confirmării diagnosticului	Diagnostic		Data confirmării diagnosticului
Cancer bronhopulmonar central:					

- Endobronșic	☐			☐	
- Peribronșic	☐			☐	
<i>Cancer bronhopulmonar periferic:</i>					
- Tumoră sferică	☐			☐	
- Tip pneumonic	☐			☐	
- Apical	☐			☐	
<i>Forme atipice:</i>					
- Mediastinal	☐			☐	
- Carcinomatoză miliară	☐			☐	

Dacă aveți orice comentarii cu privire la acest chestionar, vă rugăm să le lăsați mai jos.

Baza de date a măsurătorilor concentrațiilor rezidențiale de radon în locuințele investigate din Republica Moldova

Tabelul 3.1. Concentrația de radon din regiunea de **Nord** a Republicii Moldova în locuințele din sectorul **urban**

Nr.d,o	Localitatea, adresa	Concentrația radonului, Bq/m ³	Material de construcție a locuinței	Anul construcției locuinței
a.	Bălți	68		
2.	Bălți	890		
3.	or. Bălți	220	Lut, lemn, parchet laminat	1955
4.	or. Bălți	280	Cotileț, lemn	1960
5.	or. Bălți	420	Căramidă, lut, lemn	1910
6.	or. Bălți	70	Cotileț, beton armat, parchet laminat	2000
7.	or. Bălți	350	Lemn, lut	1960
8.	or. Bălți	450	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1960
9.	or. Bălți	98	Alta, lut	1964
10.	or. Bălți	490	lut	1969
11.	or. Bălți	460	Lemn, lut, parchet	2007
12.	or. Bălți	11	Alta, lut	1968
13.	or. Bălți	74	Cotileț, beton armat, lut	1986
14.	or. Bălți	160	Beton armat, linoleum, ciment	1990
15.	or. Bălți	280	Cotileț, fortan, beton armat, parchet laminat	2004
16.	or. Bălți	130	Lut, lemn, linoleum	1962
17.	or. Bălți	270	-	1973
18.	or. Bălți	400	Căramidă, lemn, lut	1950
19.	or. Bălți	320	Cotileț, parchet	1960
20.	or. Bălți	94	Lemn, ciment	1960
21.	or. Bălți	480	Cotileț, lemn	1986
22.	or. Bălți	110	Lemn, oale, parchet laminat	1958
23.	or. Bălți	36	Cotileț, lemn, lut	1980
24.	or. Bălți	41	Cotileț, lut, lemn	1990
25.	or. Bălți	590	Cotileț, oale, lemn	2008
26.	or. Bălți	310	Cotileț, lemn, lut	1990
27.	or. Bălți	26	Beton armat, lemn	1984
28.	or. Bălți	270	Căramidă, lemn	1982
29.	or. Bălți	240	-	2002
30.	or. Bălți	220	Cotileț, lemn, lut	1970
31.	or. Bălți	260	Cotileț, lemn, lut	1960
32.	or. Bălți	79	Cotileț, parchet	1967
33.	or. Bălți	110	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1978

34.	or. Bălți	410	Fortan, beton armat, parchet laminat	1960
35.	or. Bălți	210	Cotileț, beton armat	2007
36.	or. Bălți	200	Căramidă, lemn	1940
37.	or. Bălți	120	Lut, lemn, parchet laminat	1970
38.	or. Bălți	75	Beton armat, parchet laminat	1980
39.	or. Bălți	780	Lut, but, parchet laminat	1960
40.	or. Bălți	300	Cotileț, lemn, lut	1955
41.	or. Bălți	57	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1970
42.	or. Bălți	110	-	1957
43.	or. Bălți	18	Lut, parchet laminat	1950
44.	or. Bălți	410	Cotileț, lemn, lut	1960
45.	or. Bălți	540	Cotileț, parchet laminat	1950
46.	or. Bălți	690	Lemn, lut	1960
47.	or. Bălți	140	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1995
48.	or. Bălți	420	Lemn	1970
49.	or. Bălți	480	Piatră, beton armat, lemn	1950
50.	or. Bălți	100	Căramidă, lemn, lut	1970
51.	or. Bălți	230	Cotileț, parchet laminat	1964
52.	or. Bălți	46	Beton armat	1980
53.	or. Bălți	39	Cotileț, parchet laminat	1957
54.	or. Bălți	1080	Lut, ciment, lut, parchet laminat	1950
55.	or. Bălți	240	parchet laminat	1962
56.	or. Bălți	800	Cotileț, lemn, ciment, parchet laminat	1960
57.	or. Bălți	140	Cotileț, lut, lemn	1960
58.	or. Bălți	560	Lemn, lut	1966
59.	or. Bălți	520	Căramidă, beton armat, parchet laminat	2018
60.	or. Bălți	30	Piatră, beton armat, parchet laminat	1949
61.	or. Bălți	190	Lemn, gresie	1995
62.	or. Bălți	90	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1968
63.	or. Bălți	310	Cotileț, lemn, lut, parchet laminat	1950
64.	or. Bălți	330	Lut, lemn, parchet laminat	1965
65.	or. Bălți	290	Cotileț, lemn	1960
66.	or. Bălți	43	Beton armat, parchet laminat	1960
67.	or. Bălți	450		
68.	or. Bălți	52	Beton armat, linoleum	1978
69.	or. Bălți	12	Cotileț, parchet	1965
70.	or. Bălți	640	Cotileț, lemn, lut	1980
71.	Or. Bălți	420	Beton armat, parchet laminat , lemn	1985
72.	or. Bălți	130	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1957
73.	or. Bălți	520	Piatră parchet laminat	1995

74.	or. Bălți	210	Cărămidă, parchet laminat	1990
75.	or. Bălți	340	Cărămidă, lemn, parchet laminat	1970
76.	or. Bălți	28	Lut, lemn	1970
77.	or. Bălți	150	Cotileț, parchet laminat	1950
78.	or. Bălți	770	Cotileț, lemn	2008
79.	or. Bălți	530	Piatră, cărămidă, parchet masiv	1983
80.	or. Bălți	230	Cotileț, lut, lemn, parchet laminat	1950
81.	or. Bălți	78	Cotileț, beton armat, linoleum	1995
82.	or. Bălți	170	Beton armat, lut, lemn, linoleum	1950
83.	or. Bălți	96	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1976
84.	or. Bălți	74	Cotileț, beton armat, lemn	1974
85.	or. Bălți	900	Lut, parchet laminat	1966
86.	or. Bălți	86	Cotileț, parchet laminat	1990
87.	or. Bălți	120	Lut, lemn	1966
88.	or. Bălți	200	Lut, lemn	1997
89.	or. Bălți	91	Beton armat, Lut, lemn	1990
90.	or. Bălți	340	Lut, lemn	1959
91.	or. Bălți	16	Cotileț, Lut, lemn	1957
92.	or. Bălți	77	Beton armat, Lut, lemn	1960
93.	or. Bălți	1260	Cotileț, fortan, beton armat, Lut, lemn	2013
94.	or. Bălți	210	Lut, lemn	1960
95.	or. Bălți	100	Cotileț, beton armat, parchet laminat	2010
96.	or. Bălți	98	Beton armat, parchet laminat	1986
97.	or. Bălți	37	Beton armat, parchet laminat	1992
98.	or. Bălți	230	Cotileț, lemn	1998
99.	or. Bălți	400	Lemn, lut	1960
100.	or. Bălți	170	Cotileț, lut, beton armat, gresie	2017
101.	or. Bălți	345	Cărămidă, cotileț, beton armat, parchet laminat	2008
102.	or. Bălți	38	Beton armat, parchet laminat	1970
103.	or. Bălți	120	Beton armat, parchet masiv	1972
104.	or. Bălți	130	Lemn, lampaci, Iut	1940
105.	Glodeni	140	parchet laminat	1950
106.	Glodeni	290	Cărămidă	1977
107.	Glodeni	160	Cărămidă, lemn	1950
108.	Glodeni	360	Piatră, lemn	1952
109.	Glodeni	280	Cărămidă, lemn	1969
110.	Glodeni	110	Cotileț, parchet laminat	1989
111.	Glodeni	76	Parchet masiv	1940
112.	Glodeni	45	Beton armat, parchet laminat	1981
113.	Glodeni	500	Cotileț, lemn, parchet laminat	1999
114.	Glodeni	290	parchet laminat	1990
115.	Glodeni	690	Cărămidă ,lemn	1970

116.	Glodeni	330	Beton armat, parchet laminat	1996
117.	Glodeni	71	Beton armat, parchet laminat	1974
118.	Glodeni	61	Cotileț, parchet laminat	1970
119.	Glodeni	660	Lemn, lut, parchet masiv	1962
120.	Glodeni	430	Cărămidă, parchet masiv	1989
121.	Fălești	310	Lut, cărămidă, lemn	1968
122.	Fălești	73		
123.	Fălești	58	Cotileț, parchet laminat	1992
124.	Fălești	480	Cărămidă, parchet masiv	1982
125.	Fălești	150	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1979
126.	Fălești	77	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1980
127.	Fălești	99	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1986
128.	Fălești	390	Cărămidă, parchet laminat	1990
129.	Fălești	160	Cotileț, parchet laminat	1982
130.	Fălești	120	-	1986
131.	Fălești	100	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1982
132.	Fălești	39	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1991
133.	Fălești	120		
134.	Fălești	690	Cotileț, parchet laminat	1979
135.	Fălești	15	Cotileț, parchet laminat	1960
136.	Rîșcani	310	Lemn, lut, parchet laminat	1985
137.	Rîșcani	73	Cărămidă, lemn, lut	1987
138.	Rîșcani	58	Cotileț, beton armat, lemn	1989
139.	Rîșcani	480	Șlac, lut, lemn, parchet laminat	1991
140.	Rîșcani	150	Cărămidă, lemn, lut, parchet laminat	2003
141.	Rîșcani	77	Cotileț, beton armat, lemn	1990
142.	Rîșcani	99	-	
143.	Rîșcani	390	Cotileț, beton armat	1954
144.	Sîngerei	160	Piatră, cotileț, lemn	1987
145.	Sîngerei	370	Cotileț, parchet laminat	2009
146.	Sîngerei	340	Cotileț, lemn	1970
147.	Sîngerei	500	Cotileț, lemn	1938
148.	Sîngerei	100	Cărămidă, piatră, lemn	1933
149.	Sîngerei	450	Cotileț, parchet laminat	1959
150.	Sîngerei	110	Lemn, lut	1848
151.	Sîngerei	80	Cotileț, beton armat, parchet masiv	1963
152.	Sîngerei	67	Cotileț, beton armat, lemn	1963
153.	Sîngerei	39	Cotileț, beton armat, parchet masiv	2014
154.	Sîngerei	220	Lemn, lut	1960
155.	Sîngerei	340	Lemn, lut	1959
156.	Sîngerei	470	Piatră, cotileț, lemn, lut	1987

157.	Sîngerei	200	Piatră, cotileț, lemn	2000
158.	Sîngerei	450	Cotileț, lemn	1960
159.	Sîngerei	350	Piatră, cotileț, lemn, parchet masiv	1975
160.	Sîngerei	290	Piatră, lemn	1979
161.	Sîngerei	200	Lemn, lut	1910
162.	Sîngerei	270	Căramidă, lemn	1990
163.	Sîngerei	67	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1989
164.	Sîngerei	87	Cotileț, lemn	1967
165.	Sîngerei	220	Căramidă, lemn, lut, parchet laminat	1975
166.	Edineț	450	Parchet laminat, altele	2003
167.	Edineț	320	Parchet laminat, beton armat	1982
168.	Edineț	200	Lemn, altele	1920
169.	Edineț	550	Parchet laminat, piatră	1959
170.	Edineț	270	Lemn, altele	1967
171.	Edineț	640	Parchet laminat, cotileț	1970
172.	Edineț	654	Lemn, altele	1967
173.	Briceni	180	Lemn, căramidă	1985
174.	Briceni	440	Lemn, cotileț	1978
175.	Briceni	150	Lemn, cotileț	2009
176.	Briceni	79	Lemn, altele	1975
177.	Briceni	290	Lemn, altele	1975
178.	Briceni	12	Gresie, cotileț	1985
179.	Briceni	400	Lemn, altele	1959
180.	Ocnița	390	Lemn, lemn	1969
181.	Ocnița	270	Lemn, piatră	1972
182.	Ocnița	540	Parchet laminat, piatră	1963
183.	Ocnița	520	Parchet, altele	2014
184.	Ocnița	220	Parchet laminat, piatră	2017
185.	Ocnița	53	Piatră, altele	1982
186.	Ocnița	120	Parchet, cotileț	1975
187.	Ocnița	36	Lemn, cotileț	1980
188.	Ocnița	170	altele, altele	1993
189.	Ocnița	250	Parchet Laminat, căramidă	1993
190.	Soroca	210	Parchet masiv	1976
191.	Soroca	300	Cotileț	1993
192.	Soroca	58	Parchet Laminat, Cotileț, beton armat	1977
193.	Soroca	97	Lemn, cotileț	1970
194.	Soroca	410	Gresie, cotileț, beton armat	2010
195.	Soroca	80	Parchet laminat, cotileț, beton armat	1981
196.	Soroca	300	Lemn	1954

197.	Soroca	380	Gresie, piatră	1820
198.	Soroca	160	Lemn	1990
199.	Soroca	200	Cotileț	1983
200.	Florești	120	Gresie, cotileț, lemn	1988
201.	Florești	430	Lemn, piatră	1970
202.	Florești	110	Parchet masiv, piatră	1974
203.	Florești	86	Parchet masiv, piatră	1982
204.	Florești	180	Lemn, piatră, lemn	1900
205.	Florești	150	Parchet laminat, piatră, lemn	1992
206.	Florești	130	Lemn, piatră	1988
207.	Florești	30	Parchet laminat, cotileț	1960
208.	Florești	75	Cotileț	1984
209.	Florești	130	Parchet laminat, piatră	1953
210.	Drochia	55	Parchet laminat	1980
211.	Drochia	680	Parchet laminat, cotileț	1999
212.	Drochia	150	Parchet laminat, piatră, beton armat	1991

Tabelul 3.2. Concentrația de radon din regiunea de **Nord** a Republicii Moldova în locuințele din sectorul **rural**

Nr.d, o	Localitatea, adresa	Concentrația radonului, Bq/m ³	Material de construcție a locuinței	Anul construcției locuinței
1.	or. Bălți, s. Elizaveta	450	Căramidă, cotileț, beton armat, parchet laminat	1978
2.	or. Bălți, s. Sadovae	590	Lut, lemn, parchet laminat	1973
3.	Glodeni, s. Bolatina	37	-	1978
4.	Glodeni, s. Camienca	33	Cotileț, lemn	1950
5.	Glodeni, s. Ciuciulea	420	Cotileț, parchet laminat	1990
6.	Glodeni, s. Ciuciulea	260	Cotileț, parchet laminat	1980
7.	Glodeni, s. Cobani	250	Cotileț, lemn	1978
8.	Glodeni, s. Cojba	340	Cotileț, parchet laminat	1975
9.	Glodeni, s. Cojba	360	Cotileț, parchet laminat	1994
10.	Glodeni, s. Cuhne?ti	170	Beton armat, parchet laminat	1987
11.	Glodeni, s. Dauu	460	Piatră, lemn	1970
12.	Glodeni, s. Dauu	86	Cotileț, lemn	1977
13.	Glodeni, s. Dușmani	410	Cotileț, parchet laminat	2005
14.	Glodeni, s. Dușmani	650	Cotileț, parchet laminat	1950
15.	Glodeni, s. Dușmani	20	Beton armat, lemn	2017

16.	Glodeni, s. Fund-Vechi	310	Beton armat, parchet laminat	1995
17.	Glodeni, s. Fund-Vechi	240	Cotileț, parchet laminat	1982
18.	Glodeni, s. Hijdieni	110	Cotileț, parchet laminat	1982
19.	Glodeni, s. Hijdieni	310	Beton armat, parchet laminat	1992
20.	Glodeni, s. Hijdieni	110	Cărămidă, parchet laminat	1985
21.	Glodeni, s. Hijdieni	650	Piatră, lemn	1980
22.	Glodeni, s. Hijdieni	190	Cărămidă, parchet laminat	1985
23.	Glodeni, s. Struzovca	98	Cărămidă, parchet laminat	1971
24.	Glodeni, s. Struzovca	66	lemn	1960
25.	Glodeni, s. Viișoara	180	Cărămidă, parchet laminat	1980
26.	Glodeni, s. Iabloana	270	Cărămidă, parchet laminat	1969
27.	Glodeni, s. Iabloana	140	Cărămidă, parchet laminat	1982
28.	Glodeni, s. Limbenii Noi	88	-	1950
29.	Glodeni, s. Petunea	1000	Lemn, lut	1949
30.	Glodeni, s. Ustia	770	-	1975
31.	Glodeni, s. Ustia	380	Lemn, parchet laminat	1994
32.	Glodeni, s. Ustia	180	Lemn, parchet laminat	1964
33.	Fălești, Bocșa	70	Cotileț, lemn, lemn	1972
34.	Fălești, Ciolacu Vechi	310	Beton armat, lemn	1993
35.	Fălești, Năvîrneț	130	Cotileț, lemn, lemn	1989
36.	Fălești, s. Albinețul Vechi	160	Cotileț, lemn	1991
37.	Fălești, s. Albinețul Vechi	110	Cotileț, parchet laminat	1993
38.	Fălești, s. Bocșa	65	Cotileț, lemn, lemn	1980
39.	Fălești, s. Bocani	100	Cotileț, lemn, parchet laminat	1988
40.	Fălești, s. Burghilea	51	Cotileț, lemn, lemn	1993
41.	Fălești, s. Călinești	70	Cotileț, parchet laminat	2001
42.	Fălești, s. Călinești	78	Cotileț, parchet laminat	2011
43.	Fălești, s. Călugăr	310	Cotileț, lemn, parchet laminat	1995
44.	Fălești, s. Călugăr	200	Cotileț, lemn, parchet laminat	1988
45.	Fălești, s. Călugăr	25	Cotileț, parchet laminat	1983
46.	Fălești, s. Călugăr	410	Cotileț, parchet laminat	1988
47.	Fălești, s. Călugăr	130	Cotileț, parchet laminat	1993
48.	Fălești, s. Catranic	61	Cotileț, lemn, lemn	1996
49.	Fălești, s. Catranic	110	Cotileț, parchet laminat	1999
50.	Fălești, s. Catranic	50	Lemn, lemn	1979
51.	Fălești, s. Celacu Vechi	81	Cotileț, lemn, lemn	1994
52.	Fălești, s. Celacu Vechi	280	Cotileț, lemn, lemn	1992
53.	Fălești, s. Ciolacu Nou	390	Cotileț, beton armat, gresie	1988
54.	Fălești, s. Doltu	46	Cărămidă, beton armat, gresie	1991
55.	Fălești, s. Doltu	84	Cotileț, lemn, lemn	1989

56.	Fălești, s. Egorovca	130	Cotileț, parchet laminat	1995
57.	Fălești, s. Glinjeni	35	Căramidă, lemn	1963
58.	Fălești, s. Glinjeni	13	Cotileț, lemn, lemn	1962
59.	Fălești, s. Hîncești	350	Cotileț, lemn, lemn	1989
60.	Rîșcani, s. Costești	160	Căramidă, lemn, lut, parchet laminat	1976
61.	Rîșcani, s. Costești	120	Căramidă, lemn, lut, lemn	1978
62.	Rîșcani, s. Costești	100	Căramidă, lemn, lut, parchet laminat	1979
63.	Rîșcani, s. Costești	39	Căramidă, lemn, lut, parchet laminat	1975
64.	Rîșcani, s. Costești	120	Căramidă, lemn, lut, parchet laminat	1975
65.	Rîșcani, s. Costești	690	Beton armat, parchet laminat	1978
66.	Rîșcani, s. Druța	15	Lemn, lut, linoleum	1988
67.	Rîșcani, s. Durnitoarea Veche	70	Lemn, lut, lampaci	1938
68.	Rîșcani, s. Hiliuți	310	Lampaci, lemn	1970
69.	Rîșcani, s. Hiliuți	130	Căramidă, lemn, lut	1978
70.	Rîșcani, s. Hiliuți	160	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1992
71.	Rîșcani, s. Hiliuți	110	Căramidă, beton armat, gresie	1987
72.	Rîșcani, s. Petrușeni	65	Lemn, lut, lampaci	1986
73.	Rîșcani, s. Pîrjota	100	Lemn, lut, lampaci	1970
74.	Rîșcani, s. Pîrjota	51	Șlac, lut, lemn, parchet laminat	1986
75.	Rîșcani, s. Pociumbeni	70	Lemn, lut, lampaci, linoleum	1965
76.	Rîșcani, s. Pociumbeni	78	Lemn, lut, lampaci, parchet masiv	1972
77.	Rîșcani, s. Pociumbeni	310	Șlac, lut, lemn, parchet laminat	1984
78.	Rîșcani, s. Proscureni	200	Lemn, lut, lampaci, parchet laminat	1975
79.	Rîșcani, s. Proscureni	25	Lemn, lut, lampaci	1992
80.	Rîșcani, s. Șaptebani	410	-	1965
81.	Rîșcani, s. Șaptebani	130	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1995
82.	Rîșcani, s. Alunis	61	Cotileț, lut, lemn, parchet laminat	1977
83.	Rîșcani, s. Alunis	110	Lemn, lut, lampaci, linoleum	1968
84.	Rîșcani, s. Braniște	50	Lemn, lut, lampaci, linoleum	1966
85.	Rîșcani, s. Braniște	81	Lemn, lut, lampaci, parchet laminat	1951
86.	Rîșcani, s. Braniște	280	Lemn, lut, lampaci, parchet laminat	1958
87.	Rîșcani, s. Braniște	390	Lemn, lut, lampaci, linoleum	1978
88.	Rîșcani, s. Gălășeni	46	Lemn, lut, lampaci, linoleum	1971
89.	Rîșcani, s. Gălășeni	84	Lemn, lut, lampaci, linoleum.	2005
90.	Rîșcani, s. Gălășeni	130	Lemn, lut, lampaci, linoleum	1974
91.	Rîșcani, s. Petrușeni	35	Lemn, lut, lampaci, parchet laminat	1983
92.	Rîșcani, s. Petroșeni	13	Cotileț, lut, lemn, parchet laminat	2005
93.	Rîșcani, s. Petroșeni	350	Căramidă, lemn, parchet laminat	1970
94.	Rîșcani, s. Racaria	310	Căramidă, lemn, lut	1959
95.	Rîșcani, s. Racaria	73	Lemn, lut, lampaci	1950
96.	Rîșcani, s. Recea	58	Căramidă, lemn, lut, linoleum	1977

97.	Rîșcani, s.Recea	480	Șlac, lut, lemn, linoleum	1981
98.	Rîșcani, s.Varatic	150	Lemn, lut, lampaci, parchet laminat.	1992
99.	Rîșcani, s.Varatic	77	Lemn, lut, lampaci, linoleum	1992
100.	Rîșcani, s.Varatic	99	Lemn, lut, lampaci, gresie	1972
101.	Rîșcani, s.Varatic	390	Lemn, lut, lampaci, linoleum	1998
102.	Rîșcani, Varatic	160	Lemn, lut, lampaci, linoleum	1986
103.	Sîngerei, s. Țîpotești	210	?	1975
104.	Sîngerei, s. Alexandreni	240	Cotileț, lemn	1976
105.	Sîngerei, s. Alexandreni	370	Cărămidă, parchet laminat	1963
106.	Sîngerei, s. Balasești	390	Cărămidă, parchet laminat	1982
107.	Sîngerei, s. Balasești	210	Cotileț, parchet laminat	1970
108.	Sîngerei, s. Balasești	70	Cotileț, parchet laminat	2009
109.	Sîngerei, s. Biruința	160	Cotileț, beton armat, lemn	1983
110.	Sîngerei, s. Biruința	230	Cărămidă, parchet laminat	2005
111.	Sîngerei, s. Biruința	990	Cărămidă, parchet laminat	1994
112.	Sîngerei, s. Biruința	560	Cotileț, beton armat, cărămidă, gresie, parchet laminat	1963
113.	Sîngerei, s. Coșcodeni	140	Lemn, parchet masiv	1968
114.	Sîngerei, s. Coșcodeni	490	Cărămidă, parchet laminat, lemn	1992
115.	Sîngerei, s. Cubolta	330	Cărămidă, parchet laminat, lemn	1990
116.	Sîngerei, s. Drăgănești	67	Cotileț, lemn, lemn	1991
117.	Sîngerei, s. Drăgănești	380	Cotileț, beton armat, lemn	1978
118.	Sîngerei, s. Drăgănești	260	Beton armat, parchet laminat	1980
119.	Sîngerei, s. Drăgănești	590	-	1991
120.	Sîngerei, s. Drăgănești	29	Beton armat, parchet laminat	1998
121.	Sîngerei, s. Drăgănești	22	Beton armat, parchet laminat, lemn	1994
122.	Sîngerei, s. Drăgănești	180	-	1974
123.	Sîngerei, s. Drăgănești	120	Beton armat, parchet laminat	1991
124.	Sîngerei, s. Drăgănești	210	Beton armat, parchet laminat	1984
125.	Sîngerei, s. Drăgănești	400	Beton armat, parchet laminat	2001
126.	Sîngerei, s. Dumbrăvița	140	Lemn, parchet laminat	1980
127.	Sîngerei, s. Dumbrăvița	200	Cotileț, lemn, parchet laminat	1980
128.	Sîngerei, s. Dumbrăvița	230	Cărămidă, lemn, lemn	1980
129.	Sîngerei, s. Dumbrăvița	250	Beton armat, lemn, parchet laminat	1983
130.	Sîngerei, s. Dumbrăvița	840	Lemn, lemn, parchet laminat	1980
131.	Sîngerei, s. Dumbrăvița	300	Cotileț, lemn, lemn	1992
132.	Sîngerei, s. Dumbrăvița	490	Cotileț, lemn, parchet laminat	1970
133.	Sîngerei, s. Flămînzei	220	Beton armat, lemn, parchet laminat	1961
134.	Sîngerei, s. Flămînzei	93	Lemn, parchet laminat	1989

135.	Sîngerei, s. Flămînzani	110	Beton armat, parchet laminat	2013
136.	Sîngerei, s. Grigore?ti	850	Cărămidă, cotileț, parchet laminat	1999
137.	Sîngerei, s. Heciul Vechi	390	Beton armat, parchet laminat	1995
138.	Sîngerei, s. Heciul Vechi	590	Cotileț, lemn	1975
139.	Sîngerei, s. Pepeni	120	Cărămidă, piatră, beton armat, parchet laminat	2000
140.	Sîngerei, s. Pepeni	320	Lut, lemn, parchet laminat	1950
141.	Sîngerei, s. Pepeni	210	Cărămidă, Beton armat, parchet laminat	1989
142.	Sîngerei, s. Pepeni	120	Piatră, Beton armat, parchet laminat	1972
143.	Sîngerei, s. Pepeni	520	Piatră, Beton armat, parchet laminat	1972
144.	Sîngerei, s. Pepeni	110	Cotileț, parchet laminat	1998
145.	Sîngerei, s. Pepeni	83	Piatră, cotileț, beton armat, parchet laminat	2000
146.	Sîngerei, s. Pepeni	220	Cotileț, parchet laminat	1990
147.	Sîngerei, s. Pepeni	270	Cotileț, parchet laminat	1994
148.	Sîngerei, s. Pepeni	290	Cărămidă, lut, lemn, parchet laminat	1982
149.	Sîngerei, s. Pepeni	210	Cotileț, lemn	1981
150.	Sîngerei, s. Petropavlovca	15	Piatră, lemn, parchet laminat	1967
151.	Sîngerei, s. Petropavlovca	88	Piatră, lemn, lemn	1966
152.	Sîngerei, s. Vrancești	400	Cotileț, lemn, lut	1980
153.	Sîngerei, s. Chișcăreni	71	Cărămidă, lemn, lut	1971
154.	rl Fălești, s. Răuțel	380	Cotileț, cărămidă, beton armat, parchet laminat	1992
155.	rl Fălești, s. Răuțel	110	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1990
156.	rl Fălești, s. Răuțel	220	Cărămidă, lemn, parchet masiv	1985
157.	rl Fălești, s. Sarata Veche	190	Cotileț, gresie	1998
158.	RI Fălești, s. Chetriș	66	?	1950
159.	rl Fălești, s. Toxoleni	140	Cotileț, lemn, lemn	1990
160.	rl Fălești, s. Fălești Noi	350	Cotileț, beton armat, parchet laminat	1970
161.	rl Fălești, s. Pînzăreni	510	Lemn, lut, piatră, gresie	1960
162.	rl Fălești, s. Obreja Veche	37	Cotileț, parchet laminat	2006
163.	rl Fălești, s. Ilenuța	430	Cotileț, lemn, lemn	1996
164.	rl Fălești, s. Toxoleni	74	Cotileț, lemn, lemn	1990
165.	rl Fălești, s. Izvoare	89	Cotileț, parchet laminat	2010
166.	rl Fălești, s. Horești	52	Cotileț, parchet laminat	1975
167.	rl Fălești, s. Obreja Nouă	480	Cotileț, parchet laminat, beton armat	1991
168.	rl Fălești, s. Pietrosu	110	Cotileț, parchet laminat	2001
169.	rl Fălești, s. Ilenuța	110	Cotileț, parchet laminat	1988
170.	rl Fălești, s. Sarata Veche	400	Cotileț, lemn	1970
171.	rl Fălești, s. Obreja Nouă	239	Cărămidă, parchet laminat	1980
172.	rl Fălești, s. Moldovanca	19	Cotileț, lemn	1983
173.	rl Fălești, s. Glinjeni	150	Lemn, lut, lampaci	1958
174.	rl Fălești, s. Sarata Nouă	25	Cotileț, parchet laminat	1988

175.	rl Fălești, s. Pînzăreni	880	Cotileț, parchet laminat, beton armat	1990
176.	rl Fălești, s.Făleștii Noi	240	Cotileț, lemn, parchet masiv	1991
177.	rl Fălești, s. Pînzăreni	760	Cotileț, beton armat, parchet masiv	2000
178.	rl Fălești, s. Sarata Nouă	57	Cotileț, parchet laminat	2005
179.	rl Fălești, s.Făleștii Noi	64	Cotileț, parchet laminat	2014
180.	rl Fălești, s.Făleștii Noi	270	Cotileț, lemn, lemn	1990
181.	rl Fălești, s. Obreja Veche	240	Cotileț, lemn, lemn	1993
182.	Fălești, s. Horești	110	Cotileț, lemn, lemn	1999
183.	rl Fălești, s. Izvoare	68	Cotileț, lemn, parchet laminat	1985
184.	Drochia, s. Șuri	37	Gresie, Cotileț, beton armat	2018

Tabelul 3.3. Concentrația de radon din regiunea de **Centru** a Republicii Moldova în locuințele din sectorul **urban**

Nr.d,o	Localitatea, adresa	Concentrația radonului, Bq/m ³	Material de construcție a locuinței	Anul construcției locuinței
1.	Depozit, Chișinău	150	Gresie, cărămidă	1976
2.	Chișinău	160	Altele, piatră	2016
3.	Chișinău	55	Altele, beton armat	2004
4.	Chișinău	65	Parchet laminat, coteleț	2001
5.	Chișinău	28	Lemn, beton armat	1964
6.	Chișinău	65	Altele, piatră	1964
7.	Chișinău	400	-	
8.	Chișinău	75	Gresie, coteleț	2007
9.	Chișinău	320	Parchet laminat, coteleț	2016
10.	Chișinău	73	Lemn, Parchet laminat, piatră	-
11.	Chișinău	360	Cotileț, beton armat, fortan	2002
12.	Chișinău	610	Parchet laminat, piatră, coteleț	2002
13.	Chișinău	29	Beton armat, beton armat	1980
14.	Ialoveni	110	Parchet laminat, piatră	1983
15.	Chișinău	550	Parchet laminat, beton armat, altele	2013
16.	Chișinău	250	Coteleț, beton armat	1962
17.	Chișinău	250	Beton armat, beton armat	1985
18.	Chișinău	68	Parchet laminat, beton armat	1984
19.	Chișinău	67	Gresie, parchet laminat, beton armat, piatră, coteleț	2015
20.	Criuleni	400	Gresie, parchet laminat, coteleț	2008
21.	Chișinău	62	Beton armat, beton armat	1986
22.	Chișinău	400	Parchet laminat, coteleț	2015
23.	Chișinău	200	Lemn, lemn	1972
24.	Chișinău	81	Parchet laminat, piatră	1930
25.	Chișinău	570	-	
26.	Chișinău	15	Coteleț	1959
27.	Chișinău	12	altele,coteleț	1985

28.	Chișinău	180	Parchet laminat, coteleț	1994
29.	Chișinău	42	Parchet laminat, coteleț	1992
30.	Chișinău	20	Lemn, coteleț	1960
31.	Chișinău	20	Parchet laminat, beton armat	2009
32.	Chișinău	63	Gresie, beton armat	-
33.	Chișinău	320	Coteleț	2008
34.	Chișinău	20	Coteleț	1960
35.	Chișinău	240	-	
36.	Chișinău	540	Coteleț, altele	1980
37.	Chișinău	550	altele, coteleț	1993
38.	Chișinău	160	Parchet laminat, beton armat	1990
39.	Chișinău	380	Lemn, linoleum	2018
40.	Chișinău	58	Beton armat, beton armat	1986
41.	Chișinău	660	Parchet laminat, piatră, coteleț	2000
42.	Chișinău	45	Parchet laminat, beton armat	-
43.	Chișinău	690	Parchet laminat, beton armat	1964
44.	Chișinău	43	Beton armat, beton armat	1970
45.	Chișinău	160	Piatră, altele	1995
46.	Chișinău	160	Beton armat, beton armat	-
47.	Chișinău	72	Parchet laminat, coteleț	1970
48.	Chișinău	130	Lemn, lemn	1970
49.	Chișinău	73	Parchet laminat, coteleț	-
50.	Chișinău	190	altele, piatră	-
51.	Chișinău	110	Parchet laminat, coteleț	-
52.	Chișinău	300	Parchet laminat, piatră, coteleț	2015
53.	Chișinău	490	Lemn, coteleț	1984
54.	Chișinău	42	Beton armat, beton armat	1970
55.	Chișinău	13	-	-
56.	Chișinău	16	-	
57.	Chișinău	120	Lemn, coteleț, lemn	1970
58.	Chișinău	130	Lemn, lemn	1965
59.	Chișinău	430	Cotileț	-
60.	Chișinău	430	Parchet laminat, cărămidă	1979
61.	Chișinău	430	Piatră, lemn	1979
62.	Chișinău	220	Gresie, coteleț	1901
63.	Chișinău	430	Cărămidă, piatră, coteleț, beton armat	2012
64.	Chișinău	180	Parchet laminat, piatră	1959
65.	Chișinău	260	Coteleț, beton armat	2012
66.	Chișinău	50	Parchet laminat, coteleț	-
67.	Chișinău	25	Coteleț	1965
68.	Chișinău	200	Parchet laminat, altele	1970
69.	Chișinău	52	Beton armat, beton armat	1970
70.	Chișinău	870	Coteleț, lemn	1964
71.	Chișinău	25	Beton armat, beton armat	1990

72.	Chișinău	44	Beton armat, beton armat	1980
73.	Chișinău	570	Beton armat, beton armat	1970
74.	Chișinău	49	-	
75.	Chișinău	67	Beton armat, beton armat, altele	2015
76.	Chișinău	93	Coteleț, beton armat	1994
77.	Chișinău	31	Parchet laminat, beton armat	-
78.	Chișinău	330	Coteleț	-
79.	Chișinău	67	Beton armat, beton armat	1970
80.	Chișinău	120	Coteleț, beton armat	1960
81.	Chișinău	290	altele, beton armat	2012
82.	Chișinău	230	Coteleț	1960
83.	Chișinău	670	Lemn, piatră, lemn	2005
84.	Chișinău	410	Coteleț, beton armat	2001
85.	Chișinău	27	Beton armat, beton armat	-
86.	Chișinău	52	altele, beton armat, coteleț	1994
87.	Chișinău	940	Coteleț, beton armat	2008
88.	Chișinău	110	Lemn, coteleț, lemn	1975
89.	Chișinău	300	Căramidă, beton armat	-
90.	Chișinău	330	Beton armat, beton armat	1957
91.	Chișinău	31	Parchet laminat, beton armat	1968
92.	Chișinău	50	Cotileț, beton armat	2007
93.	Chișinău	59	altele	2013
94.	Chișinău	120	-	
95.	Chișinău	140	Căramidă	2012
96.	Chișinău	20	-	
97.	Chișinău	180	Parchet laminat, beton armat	-
98.	Chișinău	450	Gresie, coteleț	2009
99.	Chișinău	190	Parchet laminat, coteleț	2012
100.	Chișinău	130	Lemn, piatră	-
101.	Chișinău	68	Piatră, beton armat	1980
102.	Chișinău	150	Beton armat, beton armat	2018
103.	Chișinău	210	Parchet laminat, coteleț	1964
104.	Chișinău	150	Lemn, coteleț	2005
105.	Chișinău	730	Coteleț, lemn	1962
106.	Chișinău	430	altele, lemn	1975
107.	Chișinău	51	-	
108.	Chișinău	250	-	1953
109.	Chișinău	17	Parchet laminat, coteleț	2003
110.	Chișinău	53	Parchet laminat, coteleț	1960
111.	Chișinău	54	Parchet laminat, beton armat	1981
112.	Chișinău	25	altele, beton armat	2005
113.	Chișinău	510	Coteleț	1980
114.	Chișinău	140	Beton armat, altele	2015
115.	Chișinău	33	Parchet laminat, beton armat	-

116.	Chișinău	43	Cărămidă, beton armat	2018
117.	Chișinău	70	Parchet laminat, coteleț	2017
118.	Chișinău	16	Coteleț, altele	-
119.	Chișinău	110	Piatră	1965
120.	Chișinău	260	-	
121.	Chișinău	160	Lemn, Cărămidă	1991
122.	Chișinău	90	Piatră	1969
123.	Chișinău	37	Parchet laminat, beton armat	1968
124.	Chișinău	120	Piatră, altele	-
125.	Chișinău	140	Cărămidă	2012
126.	Chișinău	59	Parchet laminat, coteleț	2006
127.	Chișinău	37	Parchet laminat, beton armat	1968
128.	Chișinău	110	Coteleț, altele	2012
129.	Chișinău	190	Parchet laminat, piatră	-
130.	Chișinău	59	Beton armat, cărămidă, beton armat	2013
131.	Chișinău	390	altele, lemn	1950
132.	Chișinău	235	-	
133.	Chișinău	360	Parchet laminat, altele	-
134.	Chișinău	390	altele, beton armat, piatră	2006
135.	Chișinău	38	Lemn, coteleț, lemn	1970
136.	Chișinău	53	-	
137.	Chișinău	66	Gresie, altele	2014
138.	Chișinău	14	-	
139.	Chișinău	460	Coteleț	1968
140.	Chișinău	340	Altele, lemn	-
141.	Chișinău	100	Piatră, lemn	1965
142.	Chișinău	90	Lemn, altele	1968
143.	Chișinău	460	altele	1960
144.	Chișinău	280	Cărămidă, beton armat	2003
145.	Chișinău	190	Parchet laminat, cărămidă	2015
146.	Chișinău	140	altele, piatră	1951
147.	Chișinău	15	Beton armat, altele	-
148.	Chișinău	31	-	
149.	Chișinău	44	Cărămidă, beton armat	2014
150.	Chișinău	490	Lemn, piatră	1968
151.	Chișinău	180	Beton armat, beton armat	2005
152.	Chișinău	30	Piatră, lemn	1980
153.	Chișinău	238	Parchet laminat, beton armat	1990
154.	Chișinău	45	Parchet laminat, coteleț	1964
155.	Chișinău	80	Lemn, piatră	-
156.	Chișinău	27	Beton armat, beton armat	1980
157.	Chișinău	64	-	
158.	Chișinău	30	Beton armat, beton armat	1980
159.	Chișinău	100	Lemn, piatră	1930

160.	Chișinău	110	Lemn, coteleț, lemn	1965
161.	Chișinău	24	Coteleț	-
162.	Chișinău	89	Beton armat, beton armat, coteleț	-
163.	Chișinău	22	Lemn, coteleț	1988
164.	Chișinău	12	Piatră	1970
165.	Chișinău	48	Piatră, altele	1960
166.	Chișinău	130	Căramidă	2012
167.	Chișinău	90		
168.	Chișinău	12	Beton armat, beton armat	-
169.	Chișinău	130		
170.	Chișinău	450	Lemn, coteleț	1978
171.	Chișinău	390	Lemn, coteleț	1987
172.	Chișinău	16	Beton armat, beton armat	2016
173.	Chișinău	24	Beton armat	1984
174.	Chișinău	55	Parchet laminat, beton armat	1968
175.	Chișinău	13	-	1995
176.	Chișinău	290	Parchet laminat, beton armat	1998
177.	Chișinău	79	Coteleț, beton armat	1986
178.	Chișinău	270	Gresie, beton armat	1964
179.	Chișinău	91	Beton armat, beton armat	1950
180.	Chișinău	27	Beton armat, beton armat	1980
181.	Chișinău	110	Parchet laminat, piatră	-
182.	Chișinău	15	Parchet laminat, beton armat	1989
183.	Chișinău	120	Piatră, beton armat, lemn	2018
184.	Chișinău	200	Coteleț, lemn	1971
185.	Chișinău	40	-	1982
186.	Chișinău	32	altele, piatră	-
187.	Chișinău	110	-	
188.	Chișinău	480	-	
189.	Chișinău	15	Piatră, beton armat	2018
190.	Chișinău	35	Parchet laminat, beton armat	-
191.	Chișinău	220	altele, beton armat	2016
192.	Chișinău	300	Piatră, beton armat	1965
193.	Chișinău	186	Lemn, lemn	1970
194.	Chișinău	220	Coteleț, beton armat	2012
195.	Chișinău	270	Lemn, coteleț	1990
196.	Chișinău	200	Parchet laminat, coteleț	1992
197.	Chișinău	310	Coteleț, lemn	1971
198.	Chișinău	26	Parchet laminat, coteleț	1979
199.	Chișinău	158	Beton armat	-
200.	Chișinău	110	Lemn, coteleț, lemn	1970
201.	Chișinău	29	Beton armat	1984
202.	Chișinău	120	Gresie, coteleț	2014
203.	Chișinău	110	Parchet laminat, altele	-

204.	Chișinău	43	Parchet laminat, beton armat	1973
205.	Chișinău	260	Piatră	1972
206.	Chișinău	58	altele, coteleț	1983
207.	Chișinău	500	Lemn, coteleț, altele	1988
208.	Chișinău	90	Lemn, coteleț, lemn	1970
209.	Chișinău	560	Beton armat, beton armat	1950
210.	Chișinău	64	Parchet laminat, coteleț	2010
211.	Chișinău	67	Coteleț, beton armat	2015
212.	Chișinău	28	Coteleț, altele	-
213.	Chișinău	31	Parchet laminat, beton armat	1968
214.	Chișinău	230	altele, coteleț	1980
215.	Chișinău	81	Parchet laminat, altele	2017
216.	Chișinău	53	Beton armat, beton armat	1989
217.	Chișinău	120	Lemn, lemn	1980
218.	Chișinău	160	Gresie, coteleț	2004
219.	Chișinău	79	Coteleț, beton armat	1965
220.	Chișinău	340	-	
221.	Chișinău	600	-	
222.	Chișinău	71	Parchet laminat, altele	2014
223.	Chișinău	130	Lemn, coteleț	1990
224.	Chișinău	160		
225.	Chișinău	170	Coteleț, altele	1989
226.	Chișinău	120	Parchet laminat, coteleț	1990
227.	Chișinău	850	Lemn, parchet laminat, coteleț	1965
228.	Chișinău	570	Beton armat, beton armat	-
229.	Chișinău	28	Beton armat, beton armat	1971
230.	Chișinău	75	Coteleț, beton armat	2000
231.	Chișinău	32	Parchet laminat, beton armat	1985
232.	Chișinău	67	Parchet laminat, coteleț	1971
233.	Chișinău	140	Lemn, cărămidă, piatră	1984
234.	Chișinău	190	Coteleț, beton armat	2009
235.	Chișinău	140	-	
236.	Chișinău	450	altele, altele	1969
237.	Chișinău	37	Beton armat, beton armat	1980
238.	Chișinău	19	Coteleț, beton armat	2015
239.	Chișinău	230	Coteleț, beton armat	2016
240.	Chișinău	75		
241.	Chișinău	320	Beton armat, cărămidă, piatră, lemn, coteleț, beton armat	2002
242.	Chișinău	61	Cărămidă, beton armat	2014
243.	Chișinău	97	Beton armat, cărămidă, piatră	2005
244.	Chișinău	150	Beton armat, beton armat	2000
245.	Chișinău	130	-	
246.	Chișinău	66	Beton armat, beton armat	1996
247.	Chișinău	73	Parchet laminat, coteleț	2002

248.	Chișinău	56	Beton armat, beton armat	1950
249.	Chișinău	30	Căramidă, beton armat	-
250.	Chișinău	56	Beton armat	2012
251.	Chișinău	86	Altele, coteleț	1985
252.	Chișinău	130	Beton armat, beton armat	2009
253.	Chișinău	96	Parchet laminat, beton armat	2014
254.	Chișinău	39	Parchet laminat, coteleț	1972
255.	Chișinău	200	Parchet laminat, parchet laminat, beton armat, piatră	1982
256.	Chișinău	330	-	-
257.	Chișinău	71	Coteleț, beton armat	2005
258.	Chișinău, Durlești	660	Parchet laminat, altele	-
259.	Chișinău, Durlești	460	Parchet laminat, altele	2008
260.	Chișinău, or. Codru	56	Parchet laminat, coteleț	1984
261.	Chișinău	170	Parchet laminat, coteleț	2000
262.	Ialoveni	390	Parchet laminat, piatră, coteleț	1998
263.	Ialoveni	350	Parchet laminat, piatră	1993
264.	Ialoveni	580	Parchet laminat, coteleț	1992
265.	Ialoveni	120	Parchet laminat, piatră	1992
266.	Ialoveni	270	Parchet laminat, piatră	1995
267.	Ialoveni	270	Parchet laminat, piatră	1992
268.	Ialoveni	410	Parchet laminat, coteleț	2006
269.	Ialoveni	79	Parchet laminat, piatră	2011
270.	Ialoveni	110	Parchet laminat, piatră	1983
271.	Ialoveni	50	Parchet laminat, piatră	1996
272.	Ialoveni	380	Parchet laminat, piatră	1981
273.	Ialoveni	13	Parchet laminat, piatră	2015
274.	Ialoveni	64	Parchet laminat, cărămidă	1999
275.	Ialoveni	98	Parchet laminat, cărămidă	1998
276.	Ialoveni	41	Gresie, beton armat	2015
277.	Ialoveni	450	Parchet laminat, coteleț	1998
278.	Ialoveni	280	Parchet laminat, piatră	2005
279.	Ialoveni	120	Parchet laminat, altele	1978
280.	Ialoveni	280	Parchet laminat, piatră	1990
281.	Ialoveni	290	Parchet laminat, piatră	1991
282.	Ialoveni	130	Parchet laminat, piatră	2006
283.	Ialoveni	540	Parchet laminat, piatră	1992
284.	Ialoveni	380	Parchet laminat, lemn	1998
285.	Ialoveni	78	Parchet laminat, altele	2016
286.	Ialoveni	210	Parchet laminat, coteleț	-
287.	Ialoveni	135	Parchet laminat, piatră	1999
288.	Ialoveni	640	Parchet laminat, piatră	1991
289.	Ialoveni	220	Parchet laminat, piatră, coteleț	2005
290.	Ialoveni	570	Parchet laminat, coteleț	1991
291.	Ialoveni	233	Parchet laminat, piatră	1992

292.	Ialoveni	20	Parchet laminat, piatră	1988
293.	Ialoveni	75	Parchet masiv, piatră	1993
294.	Ialoveni	220	Parchet laminat, piatră	1992
295.	Ialoveni	480	Parchet laminat, piatră	1996
296.	Ialoveni	53	Parchet laminat, piatră	2013
297.	Ialoveni	72	Parchet laminat, altele, altele	2015
298.	or. Ialoveni	310	Parchet laminat, coteleț	1960
299.	or. Ialoveni	360	Parchet laminat, coteleț	1970
300.	Criuleni	210	altele, coteleț	1994
301.	Criuleni	27	Parchet laminat, coteleț	2016
302.	Criuleni	360	Parchet laminat, coteleț	1998
303.	Criuleni	360	Parchet laminat, coteleț	1982
304.	Criuleni	210	Parchet laminat, coteleț	-
305.	Criuleni	440	Parchet laminat, piatră, coteleț	2006
306.	Criuleni	140	Parchet laminat, coteleț	1970
307.	Criuleni	630	Parchet laminat, gresie, coteleț	2003
308.	Criuleni	54	Parchet laminat, beton armat	1980
309.	Criuleni	820	Gresie, altele	2004
310.	Criuleni	400	Gresie, parchet laminat, coteleț	2008
311.	Criuleni	240	Parchet laminat, coteleț	1985
312.	Criuleni	470	Parchet laminat	1959
313.	Criuleni	52	Altele, beton armat	1985
314.	Criuleni	53	Parchet laminat, altele, cărămidă, altele	-
315.	Criuleni	450	Parchet laminat, coteleț	2008
316.	Criuleni	340	Parchet laminat, linolium, coteleț	1999
317.	Criuleni	360	Parchet laminat, Gresie, coteleț	2002
318.	Criuleni	200	Lemn, coteleț	1980
319.	Criuleni	210	Parchet laminat, piatră	1980
320.	Criuleni	1070	Lemn, parchet laminat, gresie, coteleț	1999
321.	Criuleni	170	altele, coteleț	1960
322.	Criuleni	440	Parchet laminat, piatră, coteleț	1992
323.	Criuleni	58	Parchet laminat, beton armat	1986
324.	Criuleni	49	Lemn, coteleț	1969
325.	Criuleni	15	Gresie, parchet laminat, beton armat, coteleț	1980
326.	Criuleni	230	Lemn, altele, coteleț	1980
327.	Criuleni	59	altele, altele	1960
328.	Criuleni	200	Gresie, parchet laminat, beton armat, piatră, coteleț	2000
329.	Criuleni	10	altele, piatră	2009
330.	Criuleni	980	Parchet laminat, coteleț	2000
331.	Criuleni	35	altele, beton armat	-
332.	Criuleni	110	Linolium, coteleț	1972
333.	Criuleni	17	Parchet laminat, coteleț	1975
334.	Criuleni	35	altele, beton armat	1969

335.	Criuleni	19	Parchet laminat, beton armat, piatră, coteleț	1983
336.	Criuleni	64	Lemn, coteleț	1982
337.	Criuleni	940	lemn, coteleț	1960
338.	Criuleni	50	Parchet laminat, beton armat	1976
339.	Criuleni	270	alte, coteleț	1970
340.	Criuleni	130	Gresie, coteleț	1987
341.	Criuleni	62	alte, coteleț	1960
342.	Criuleni	57	Parchet laminat, cărămidă, alte	1980
343.	Criuleni	110	Parchet laminat, coteleț	1976
344.	Criuleni	25	Parchet laminat, coteleț	1998
345.	Criuleni	260	alte, alte	2000
346.	Criuleni	89	Parchet laminat, beton armat	-
347.	Criuleni	890	Parchet laminat, piatră, coteleț	2007
348.	Criuleni	310	Parchet laminat, alte, alte	1906
349.	Criuleni	510	Parchet laminat, piatră	1999
350.	Criuleni	100	Parchet laminat, piatră, alte	1979
351.	Criuleni	59	Parchet laminat, coteleț	1985
352.	Criuleni	410	Parchet laminat, piatră	1985
353.	Criuleni	1160	Parchet laminat, piatră	2005
354.	Criuleni	360	Gresie, parchet laminat, coteleț	2000
355.	Criuleni	42	alte, coteleț	1990
356.	Criuleni	91	alte, beton armat, cărămidă	-
357.	Criuleni	130	Parchet laminat, coteleț	1987
358.	Criuleni	14	Parchet laminat, coteleț	2016
359.	Criuleni	76	Parchet laminat, coteleț	1990
360.	Criuleni	100	alte, coteleț	1988

Tabelul 3.4. Concentrația de radon din regiunea de **Centru** a Republicii Moldova în locuințele din sectorul **rural**

Nr.d,o	Localitatea, adresa	Concentrația radonului, Bq/m ³	Material de construcție a locuinței	Anul construcției locuinței
1.	Ialoveni, s. Ulmu	110	Parchet laminat, piatră	1981
2.	Ialoveni, s. Ulmu	150	Parchet laminat, piatră	2012
3.	Chișinău, s. Cricova	540	Lemn, Parchet laminat, coteleț	1954
4.	Chișinău, s. Dumbrava	120	Parchet laminat, coteleț	2000
5.	Ialoveni, s. Alexandrovca	45	Parchet laminat, piatră	1985
6.	Ialoveni, s. Cărbuna	33	lemn, alte	1999
7.	Ialoveni, s. Cărbuna	137	Lemn, coteleț	1971
8.	Ialoveni, s. Cărbuna	540	Parchet laminat, coteleț	1999
9.	Ialoveni, s. Cărbuna	190	Parchet laminat, cărămidă	1984
10.	Ialoveni, s. Cărbuna	130	Lemn, alte	1975
11.	Ialoveni, s. Cărbuna	760	Parchet laminat, cărămidă	1989

12.	Ialoveni, s. Costești	96	Lemn, altele	1969
13.	Ialoveni, s. Dănceni	470	Parchet laminat, piatră	1999
14.	Ialoveni, s. Dănceni	530	Parchet laminat, piatră	1985
15.	Ialoveni, s. Dănceni	820	Parchet laminat, piatră	2008
16.	Ialoveni, s. Dănceni	290	Parchet laminat, coteleț	1970
17.	Ialoveni, s. Dănceni	310	altele, piatră	1990
18.	Ialoveni, s. Dănceni	340	Parchet laminat, piatră	2018
19.	Ialoveni, s. Dănceni	190	Parchet laminat, piatră	1990
20.	Ialoveni, s. Horodca	180	altele, altele	1985
21.	Ialoveni, s. Malcoci	170	Parchet laminat, coteleț	1980
22.	Ialoveni, s. Malcoci	260	Parchet laminat, beton armat	1980
23.	Ialoveni, s. Mileștii Mici	26	Parchet laminat, piatră	1965
24.	Ialoveni, s. Mileștii Mici	610	Parchet laminat, coteleț	1989
25.	Ialoveni, s. Mileștii Mici	420	Parchet laminat, altele	1980
26.	Ialoveni, s. Nimoreni	330	Parchet laminat, piatră	1981
27.	Ialoveni, s. Pojoreni	550	Lemn, cărămidă	1973
28.	Ialoveni, s. Puhoi	260	Parchet laminat, piatră	1987
29.	Ialoveni, s. Rezeni	170	Lemn, altele	1992
30.	Ialoveni, s. Ruseștii Noi	200	Parchet laminat, cărămidă	1989
31.	Ialoveni, s. Ruseștii Noi	230	altele, altele	1968
32.	Ialoveni, s. Ruseștii Noi	190	Parchet laminat, altele	1990
33.	Ialoveni, s. Ruseștii Noi	210	Parchet laminat, altele	1980
34.	Ialoveni, s. Sociteni	130	Parchet laminat, piatră	2009
35.	Ialoveni, s. Sociteni	12	Lemn, altele, altele	1910
36.	Ialoveni, s. Sociteni	450	Parchet laminat, piatră	2011
37.	Ialoveni, s. Sociteni	290	Parchet laminat, altele	1960
38.	Ialoveni, s. Sociteni	330	Parchet laminat, coteleț	1985
39.	Ialoveni, s. Sociteni	260	Lemn, coteleț	1987
40.	Ialoveni, s. Sociteni	160	Parchet laminat, piatră	1988
41.	Ialoveni, s. Sociteni	390	Parchet laminat, coteleț	1997
42.	Ialoveni, s. Sociteni	440	Parchet laminat, altele	1963
43.	Ialoveni, s. Sociteni	670	altele, coteleț	1970
44.	Ialoveni, s. Ulmu	130	Parchet laminat, piatră	1982
45.	Ialoveni, s. Ulmu	350	Lemn, cărămidă	1968
46.	Ialoveni, s. Ulmu	380	Lemn, altele	1968
47.	Ialoveni, s. Ulmu	140	Parchet laminat, coteleț	1983
48.	Ialoveni, s. Ulmu	170	Lemn, coteleț	1979
49.	Ialoveni, s. Ulmu	130	Parchet laminat, cărămidă	1971
50.	Ialoveni, s. Ulmu	210	Parchet laminat, coteleț	1936
51.	Ialoveni, s. Ulmu	250	Parchet laminat, coteleț	1969
52.	Ialoveni, s. Ulmu	260	Lemn, piatră	1978
53.	Ialoveni, s. Ulmu	330	Lemn, altele, altele	1920
54.	Ialoveni, s. Ulmu	620	Piatră, lemn	1960
55.	Ialoveni, s. Ulmu	94	Parchet laminat, coteleț	1982

56.	Ialoveni, s. Ulmu	220	Lemn, coteleț	1995
57.	Ialoveni, s. Ulmu	17	altele, altele	1979
58.	Ialoveni, s. Ulmu	180	Parchet laminat, piatră	2014
59.	Ialoveni, s. Ulmu	200	Parchet laminat, parchet laminat, coteleț, altele	1981
60.	Ialoveni, s. Ulmu	89	Parchet laminat, piatră	1974
61.	Ialoveni, s. Ulmu	120	Parchet laminat, coteleț	1996
62.	Ialoveni, s. Ulmu	220	Lemn, piatră	1971
63.	Ialoveni, s. Ulmu	230		
64.	Ialoveni, s. Ulmu	14	Lemn, piatră	1975
65.	Ialoveni, s. Ulmu	19	altele, piatră	1981
66.	Ialoveni, s. Ulmu	210	Lemn, altele	1961
67.	Ialoveni, s. Ulmu	240	Parchet laminat, cărămidă	1972
68.	Ialoveni, s. Ulmu	160	Parchet laminat, cărămidă	1982
69.	Ialoveni, s. Ulmu	55	altele, altele	1989
70.	Ialoveni, s. Ulmu	225	Lemn, altele	1998
71.	Ialoveni, s. Ulmu	530	Parchet laminat, altele	1960
72.	Ialoveni, s. Ulmu	110	Parchet laminat, piatră	1981
73.	Ialoveni, s. Ulmu	150	Parchet laminat, piatră	2012
74.	Ialoveni, s. Ulmu	180	Lemn, coteleț	1968
75.	Ialoveni, s. Ulmu	500	Lemn, altele	1960
76.	Ialoveni, s. Ulmu	59	Parchet laminat, altele	1981
77.	Ialoveni, s. Ulmu	220	Lemn, altele	1973
78.	or. Ialoveni, s. Costești	360	Lemn, altele	1970
79.	or. Ialoveni, s. Costești	340	Lemn, coteleț	1975
80.	or. Ialoveni, s. Dănceni	280	Beton, coteleț	1989
81.	or. Ialoveni, s. Suruceni	320	altele, altele	1992
82.	or. Dubăsari, s. Ustia	250	altele, lemn	2010
83.	Strășeni, s. Negrești	460	Parchet laminat, coteleț	1976
84.	Strășeni, s. Negrești	180	Parchet laminat, piatră	1970
85.	Strășeni, s. Pănășești	380	Parchet laminat, coteleț	1963
86.	Strășeni, s. Pănășești	120	coteleț	1979
87.	Strășeni, s. Pănășești	210	Parchet laminat, coteleț	-
88.	Strășeni, s. Pănășești	170	Parchet laminat, coteleț	-
89.	Strășeni, s. Pănășești	20	Parchet laminat, coteleț	2006
90.	Strășeni, s. Pănășești	20	Parchet laminat, gresie, parchet laminat, altele, cărămidă, piatră, lemn, coteleț	1970
91.	Strășeni, s. Pănășești	380	Parchet laminat, coteleț	-
92.	Strășeni, s. Pănășești	440	Parchet laminat, coteleț	1973

Tabelul 3.5. Concentrația de radon din regiunea de **Sud** a Republicii Moldova în locuințele din sectorul **urban**

Nr.d/o	Localitatea, adresa	Concentrația radonului,	Material de construcție a locuinței	Anul construcției
--------	---------------------	-------------------------	-------------------------------------	-------------------

		Bq/m ³		locuinței
1.	Basarabeasca	100	Parchet laminat	2017
2.	Basarabeasca	460	Parchet laminat, cotileț	1980
3.	Basarabeasca	170	Parchet laminat, cotileț	1987
4.	Basarabeasca	89	Parchet laminat	1991
5.	Basarabeasca	530	Lemn, cotileț	1983
6.	Basarabeasca	120	Lemn	1948
7.	Basarabeasca	81	Parchet laminat, beton armat	1989
8.	Basarabeasca	72	Parchet laminat, cotileț	1989
9.	Basarabeasca	110	Parchet laminat, beton armat	1991
10.	Basarabeasca	20	Parchet laminat, beton armat	1991
11.	Basarabeasca	76	Parchet laminat, beton armat	1990
12.	Basarabeasca	35	Parchet laminat, beton armat	1998
13.	Basarabeasca	290	Parchet laminat, cotileț	1980
14.	Basarabeasca	53	Parchet laminat, beton armat	-
15.	Basarabeasca	67	Parchet laminat, cotileț, beton armat	1985
16.	Basarabeasca	67	Lemn, cotileț	1965
17.	Basarabeasca	830	Lemn, cotileț	1985
18.	Basarabeasca	230	Parchet laminat, cotileț	1988
19.	Basarabeasca	130	Parchet laminat, cotileț	1990
20.	Basarabeasca	26	Parchet laminat, beton armat	1985
21.	Basarabeasca	320	Parchet laminat, cotileț	1980
22.	Basarabeasca	68	Cotileț, beton armat	1965
23.	Basarabeasca	41	Parchet laminat, beton armat	1992
24.	Basarabeasca	500	Parchet laminat, cotileț	1980
25.	Basarabeasca	840	Lemn	1960
26.	Basarabeasca	620	Parchet laminat, cotileț	1979
27.	Cimișlia	280	Lemn	1979
28.	Cimișlia	310	Lemn	1960
29.	Cimișlia	43	Parchet laminat	1980
30.	Cimișlia	420	Lemn	1973
31.	Cimișlia	250	Lemn, cotileț, piatră	1983
32.	Cimișlia	38	Beton armat	2005
33.	Cimișlia	590	Parchet laminat, cotileț	2002
34.	Cimișlia	520	Lemn, piatră	1990
35.	Cimișlia	420	Lemn, piatră	1982
36.	Cimișlia	140	Lemn, piatră	1979
37.	Cimișlia	45	Lemn, piatră	1964
38.	Cimișlia	190	Lemn, piatră	1998
39.	Cimișlia	310	-	
40.	Cimișlia	340	Lemn, piatră	1975
41.	Cimișlia	750	Lemn, piatră	1979
42.	Cimișlia	180	Parchet laminat, lemn	1999
43.	Cimișlia	350	Lemn, piatră	1973

44.	Cimișlia	57	Lemn	1959
45.	Cimișlia	420	Lemn, cărămidă	1993
46.	Cimișlia	110	Lemn	1982
47.	Cimișlia	230	Lemn, piatră	1983
48.	Cimișlia	48	Lemn, piatră	1993
49.	Cimișlia	210	Lemn	1961
50.	Cimișlia	330	Parchet laminat, cotileț	1977
51.	Cimișlia	790	Lemn, cărămidă	1986
52.	Cimișlia	670	Lemn	1983
53.	Cimișlia	740	Lemn	1971
54.	Cimișlia	640	Lemn, piatră	1976
55.	Cimișlia	67	Lemn, parchet laminat	1968
56.	Cimișlia	57	Parchet laminat, piatră	1996
57.	Cimișlia	360	Parchet masiv, piatră	1995
58.	Cimișlia	43	-	
59.	Cimișlia	150	-	1991
60.	Cimișlia	41	Parchet laminat, piatră	1973
61.	Cimișlia	110	Parchet laminat, piatră	1973
62.	Cimișlia	160	Parchet laminat,, piatră,lemn	1995
63.	Cimișlia	320	Parchet laminat, cotileț, lemn	1998
64.	Cimișlia	200	Parchet laminat	1961
65.	Leova	85	Parchet laminat,cotileț,beton armat	1960
66.	Leova	520	Parchet masiv	1960
67.	Leova	120	Parchet masiv,cotileț	1982
68.	Leova	500	Parchet masiv,cotileț,beton armat	1986
69.	Leova	710	Lemn,cotileț	1972
70.	Leova	220	Parchet laminat,cotileț	1975
71.	Leova	260	Lemn,cărămidă	1992
72.	Leova	210	Parchet masiv,cotileț	1992
73.	Leova	33	Parchet laminat, beton armat	2016
74.	Leova	290	-	2000
75.	Leova	270	Parchet laminat, cotileț,cărămidă	2009
76.	Leova	380	Gresie, cărămidă, cotileț, beton armat	1964
77.	Leova	220	Parchet laminat, cotileț	1968
78.	Leova	150	Lemn, cotileț, beton armat	1995
79.	Leova	210	Linoleum / lemn	1968
80.	Leova	300	Parchet laminat	1989
81.	Leova	410	Parchet laminat, cotileț	1978
82.	Leova	300	Lemn	1963
83.	Leova	23	Lemn	1971
84.	Leova	59	Lemn, cotileț, beton armat, piatră	1969
85.	Leova	150	Parchet laminat, beton armat	1987
86.	Leova	120	Parchet masiv, beton armat	1980
87.	Leova	260	Parchet laminat	1971

88.	Leova	790	-	
89.	Leova	140	Parchet laminat	2011
90.	Leova	540	Parchet masiv, cotileț, cărămidă	1991
91.	Leova	240	Parchet laminat, cotileț, beton armat	2014
92.	Leova	240	Parchet laminat, cărămidă	1974
93.	Leova	400	Parchet laminat	1987
94.	Leova	950	-----	
95.	Leova	430	Cotileț, beton armat	1980
96.	Leova	140	Cotileț	1987
97.	Leova	260	Gresie, parchet laminat, beton armat	2006
98.	Leova	420	Lemn	1975
99.	Leova	400	?	1965
100.	Leova	300	Lemn, cărămidă, piatră, beton armat	1990
101.	Leova	240	Parchet masiv, cotileț, cărămidă	1990
102.	Leova	260	Parchet laminat, piatră	1992
103.	Leova	360	Parchet laminat, lemn	1926
104.	Leova	590	Lemn	1968
105.	Leova	97	Parchet laminat, cotileț, lemn	2017
106.	Leova	48	Lemn	1960
107.	Leova	290	Parchet masiv	1984
108.	Leova	240	Lemn	1959
109.	Leova	500	Parchet laminat, cotileț, beton armat	2009
110.	Leova	500	Parchet masiv	?
111.	Cahul	870	Parchet laminat, cărămidă	2000
112.	Cahul	230	Lemn	1901
113.	Cahul	51	Beton armat	1986
114.	Cahul	280	?	1954
115.	Cahul	33	Parchet laminat, beton armat	1990
116.	Cahul	120	Parchet laminat, lemn cotileț	1963
117.	Cahul	300	Lemn	1960
118.	Cahul	73	Parchet laminat, beton armat	1986
119.	Cahul	30	Parchet laminat, beton armat	?
120.	Cahul	700	?	2003
121.	Cahul	110	Piatră, beton armat	1991
122.	Cahul	78	Beton armat	1975
123.	Cahul	64	Lemn, cărămidă, beton armat	1988
124.	Cahul	77	Parchet laminat, gresie, cotileț	2016
125.	Cahul	31	Beton armat	1980
126.	Cahul	340	Lemn, cotileț, beton armat	1961
127.	Cahul	63	Parchet laminat, beton armat	1998
128.	Cantemir	450	Parchet laminat, cotileț	1987
129.	Cantemir	400	Parchet masiv, cărămidă, beton armat	1969

130.	Cantemir	81	Lemn, beton armat, cotileț	1968
131.	Cantemir	420	Parchet laminat, cotileț	1980
132.	Cantemir	310	Parchet laminat, cotileț	2012
133.	Cantemir	250	Parchet laminat, cărămidă	-
134.	Cantemir	93	Parchet laminat, beton armat	-
135.	Cantemir	600	Parchet laminat	-
136.	Cantemir	430	Parchet laminat, cotileț, gresie	1991
137.	Cantemir	180	-	1985
138.	Cantemir	110	Beton armat	1977
139.	Cantemir	130	Gresie, cărămidă, beton armat	1985
140.	Cantemir	370	-	1957
141.	Cantemir	290	Parchet laminat, cărămidă	1995
142.	Cantemir	230	Gresie, cărămidă, beton armat	1998
143.	Cantemir	450	Parchet laminat, beton armat	-

Tabelul 3.6. Concentrația de radon din regiunea de **Sud** a Republicii Moldova în locuințele din sectorul **rural**

Nr.d/o	Localitatea, adresa	Concentrația a radonului, Bq/m ³	Material de construcție	Anul construcției
1.	Basarabasca, s. Abaceia	300	Parchet laminat	1995
2.	Basarabasca, s. Abaceia	180	-	2000
3.	Basarabasca, s. Abaceia	160	Lemn, cotileț	1989
4.	Basarabasca, s. Abaceia	470	Parchet laminat	1980
5.	Basarabasca, s. Abaceia	140	Parchet laminat, cotileț	1990
6.	Basarabasca, s. Abaceia	260	Parchet laminat	1981
7.	Basarabasca, s. Abaceia	470	Lemn	1985
8.	Basarabasca, s. Abaceia	560	-	1960
9.	Basarabasca, s. Abaceia	380	Parchet laminat, cotileț	1982
10.	Basarabasca, s. Abaceia	280	Parchet laminat	1988
11.	Basarabasca, s. Carabetovca	180	Parchet laminat	2007
12.	Basarabasca, s. Carabetovca	500	Parchet laminat	1996
13.	Basarabasca, s. Carabetovca	810	Parchet laminat, lemn	1992
14.	Basarabasca, s. Carabetovca	253	Parchet laminat	1941
15.	Basarabasca, s. Carabetovca	540	-	1991
16.	Basarabasca, s. Sadacția	470	-	-
17.	Basarabasca, s. Sadacția	460	-	-
18.	Basarabasca, s. Sadacția	380	-	-
19.	Cimișlia, s. Sadaclic	870	Lemn	1973
20.	Cimișlia, s. Sagaidac	340	Lemn	1969
21.	Cimișlia, s. Satu Nou	230	Lemn, piatră	1979
22.	Leova, s. Cîmpul Drept	490	Lemn, lut	1986
23.	Leova, s. Cîmpul Drept	270	Cotileț, lemn	2006

24.	Leova, s. Sărățica Nouă	91	Lemn	1967
25.	Leova, s. Sărățica Nouă	230	-	-
26.	Leova, s. Sărățica Nouă	230	Lut, linoleum / lut (argilă)	2013
27.	Leova, s. Sărățica Nouă	230	Lut, laminat / lampaci + cotileț, lut cu armatură	1997
28.	Leova, s. Sărățica Nouă	270	-	-
29.	Leova, s. Honăseni	410	Parchet laminat	1956
30.	Cahul, s. Andrusul de Jos	440	Parchet laminat	2005
31.	Cahul, s. Bucuria	500	Lemn	1968
32.	Cahul, s. Bureacu	100	Lemn, beton armat, cotileț	1953
33.	Cahul, s. Bureacu	270	Lemn	1973
34.	Cahul, s. Bureacu	110	-	1994
35.	Cahul, s. Colibaș	330	Beton armat, lemn	1968
36.	Cahul, s. Colibași	230	Parchet laminat, piatră	1990
37.	Cahul, s. Colibași	520	Parchet laminat	1968
38.	Cahul, s. Colibași	310	Parchet laminat	1960
39.	Cahul, s. Colibași	230	Parchet laminat	1970
40.	Cahul, s. Colibași	710	Parchet laminat	1984
41.	Cahul, s. Colibași	160	Parchet laminat, lut, ghips carton	1988
42.	Cahul, s. Colibași	150	Parchet laminat, beton armat, cotileț	2009
43.	Cahul, s. Colibani	220	Gresie, cotileț	1992
44.	Cahul, s. Crihana Veche	65	Beton armat	1987
45.	Cahul, s. Crihana Veche	250	-	1980
46.	Cahul, s. Crihana Veche	450	Parchet laminat, lemn	1972
47.	Cahul, s. Crihana Veche	340	-	1985
48.	Cahul, s. Crihana Veche	330	-	1967
49.	Cahul, s. Cucoara	170	Parchet laminat	1963
50.	Cahul, s. Gavanoasa	230	Parchet laminat	1954
51.	Cahul, s. Gavanoasa	250	-	1966
52.	Cahul, s. Gavanoasa	360	Lemn	1930
53.	Cahul, s. Gavanoasa	650	Lemn	1969
54.	Cahul, s. Gavanoasa	280	Cărămidă	1977
55.	Cahul, s. Gavanoasa	240	Parchet laminat	1977
56.	Cahul, s. Gavanoasa	390	Parchet laminat, beton armat	1968
57.	Cahul, s. Hob-elare	230	Cărămidă, cotileț	1994
58.	Cahul, s. Huluboeva	280	Parchet laminat	1993
59.	Cahul, s. Larga Nou?	270	Parchet laminat	1995
60.	Cahul, s. Larga Nou?	470	Lemn	1957
61.	Cahul, s. Larga Nou?	750	Lemn	1956
62.	Cahul, s. Larga Nou?	330	Parchet laminat	1974
63.	Cahul, s. Larga Nouă	860	-	1958
64.	Cahul, s. Lopo?ica	140	Lemn	1972
65.	Cahul, s. Manta	150	Parchet laminat, cărămidă	1978
66.	Cahul, s. Moscovei	360	Parchet laminat, cotileț	1974
67.	Cahul, s. Moscovei	440	Lemn	?

68.	Cahul, s. Moscovei	280	Cotileț	1988
69.	Cahul, s. Moscovei	390	Parchet masiv	1984
70.	Cahul, s. Moscovei	51	Parchet laminat	1960
71.	Cahul, s. Moscovei	620	-	1973
72.	Cahul, s. Moscovei	220	Căramidă, beton armat	2009
73.	Cahul, s. Moscovei	440	Cotileț	1973
74.	Cahul, s. Moscovei	330	Lemn	1981
75.	Cahul, s. Moscovei	110	Parchet masiv, cotileț	1999
76.	Cahul, s. Pelinei	370	Parchet laminat, piatră	1975
77.	Cahul, s. Pelinei	310	-	1984
78.	Cahul, s. Pelinei	88	Parchet laminat, beton armat	2015
79.	Cahul, s. Roșu	82	Lemn, piatră	1989
80.	Cahul, s. Sf. Mare	150	Parchet masiv, căramidă	1977
81.	Cahul, s. Sf. Mare	320	Parchet laminat	1972
82.	Cahul, s. Sf. Mare	345	Beton armat	2006
83.	Cahul, s. Sf. Mare	140	Căramidă	1963
84.	Cahul, s. Sf. Mare	220	Căramidă, cotileț	2001
85.	Cahul, s. Sf. Mare	280	Cotileț	1960
86.	Cahul, s. Taraclia de Salcie	360	Beton armat	1987
87.	Cahul, s. Vadu-lui-Isac	180	-	1983
88.	Cahul, s. Vladineirovca	13	Lemn	1959
89.	Cahul, s. Zîrnești	410	Parchet laminat	1970
90.	Cahul, s. Zîrnești	160	Parchet laminat	1971
91.	Cahul, s. Zîrnești	210	Parchet laminat	1979
92.	Cahul, s. Giurgiulești	230	Parchet laminat	1985
93.	Cahul, s. Giurgiulești	45	Lemn, gresie, parchet laminat, căramidă	1965
94.	Cahul, s. Giurgiulești	210	Lemn	1949
95.	Cahul, s. Giurgiulești	200	Lemn, căramidă	1986
96.	Cahul, s. Giurgiulești	120	Gresie, parchet laminat	1969
97.	Cahul, s. Giurgiulești	19	Parchet laminat, căramidă	1984
98.	Cahul, s. Giurgiulești	230	-	1965
99.	Cahul, s. Giurgiulești	89	Piatră	1973
100.	Cahul, s. Giurgiulești	670	Lemn, căramidă, cotileț	1945
101.	Cahul, s. Giurgiulești	30	Cotileț, gresie, parchet laminat	1980
102.	Cahul, s. Lebedenco	460	Lemn	1956
103.	Cahul, s. Lebedenco	47	Parchet laminat, beton armat .	1970
104.	Cahul, s. Lebedenco	160	Lemn	1936
105.	Cahul, s. Tartaul de Salcie	370	Parchet masiv	1976
106.	Cahul, s. Ursoaia	86	Parchet laminat, piatră	1976
107.	Cahul, s. Ursoaia	71	Piatră	1976

Datele detaliate privind concentrațiile rezidențiale de radon și dozele anuale efective pe regiuni de dezvoltare

Tabelul 4.1. Concentrația radonului și dozele anuale efective pentru zona de Centru

Nr.	Rn (Bq/m ³)	Doza (mSv/an)	Nr.	Rn (Bq/m ³)	Doza (mSv/an)	Nr.	Rn (Bq/m ³)	Doza (mSv/an)
1	150	7,04	2	160	7,50	3	55	2,58
4	65	3,05	5	28	1,31	6	65	3,05
7	400	18,76	8	75	3,52	9	320	15,01
10	73	3,42	11	360	16,88	12	610	28,61
13	29	1,36	14	110	5,16	15	550	25,80
16	110	5,16	17	250	11,73	18	250	11,73
19	68	3,19	20	67	3,14	21	150	7,04
22	62	2,91	23	400	18,76	24	200	9,38
25	81	3,80	26	570	26,73	27	15	0,70
28	12	0,56	29	180	8,44	30	42	1,97
31	20	0,94	32	20	0,94	33	63	2,95
34	320	15,01	35	20	0,94	36	240	11,26
37	540	25,33	38	550	25,80	39	160	7,50
40	380	17,82	41	58	2,72	42	660	30,95
43	45	2,11	44	690	32,36	45	43	2,02
46	160	7,50	47	160	7,50	48	72	3,38
49	130	6,10	50	73	3,42	51	190	8,91
52	110	5,16	53	300	14,07	54	490	22,98
55	42	1,97	56	13	0,61	57	16	0,75
58	120	5,63	59	130	6,10	60	430	20,17
61	430	20,17	62	430	20,17	63	220	10,32
64	430	20,17	65	180	8,44	66	260	12,19
67	50	2,35	68	25	1,17	69	200	9,38
70	52	2,44	71	870	40,80	72	25	1,17
73	44	2,06	74	570	26,73	75	49	2,30
76	67	3,14	77	93	4,36	78	31	1,45
79	330	15,48	80	67	3,14	81	120	5,63
82	290	13,60	83	230	10,79	84	670	31,42
85	410	19,23	86	27	1,27	87	52	2,44
88	940	44,09	89	110	5,16	90	300	14,07
91	330	15,48	92	31	1,45	93	50	2,35
94	59	2,77	95	120	5,63	96	140	6,57
97	20	0,94	98	180	8,44	99	450	21,11
100	190	8,91	101	130	6,10	102	68	3,19
103	150	7,04	104	210	9,85	105	150	7,04
106	730	34,24	107	430	20,17	108	51	2,39
109	250	11,73	110	17	0,80	111	53	2,49
112	54	2,53	113	25	1,17	114	510	23,92
115	140	6,57	116	33	1,55	117	43	2,02
118	70	3,28	119	16	0,75	120	110	5,16
121	260	12,19	122	160	7,50	123	90	4,22
124	37	1,74	125	120	5,63	126	140	6,57
127	59	2,77	128	37	1,74	129	110	5,16

130	190	8,91	131	59	2,77	132	390	18,29
133	235	11,02	134	360	16,88	135	390	18,29
136	38	1,78	137	53	2,49	138	66	3,10
139	14	0,66	140	460	21,57	141	340	15,95
142	100	4,69	143	90	4,22	144	460	21,57
145	280	13,13	146	190	8,91	147	140	6,57
148	15	0,70	149	31	1,45	150	44	2,06
151	490	22,98	152	180	8,44	153	30	1,41
154	238	11,16	155	45	2,11	156	80	3,75
157	27	1,27	158	64	3,00	159	30	1,41
160	100	4,69	161	110	5,16	162	24	1,13
163	89	4,17	164	22	1,03	165	12	0,56
166	48	2,25	167	130	6,10	168	90	4,22
169	12	0,56	170	130	6,10	171	450	21,11
172	390	18,29	173	16	0,75	174	24	1,13
175	55	2,58	176	13	0,61	177	290	13,60
178	79	3,71	179	270	12,66	180	91	4,27
181	27	1,27	182	110	5,16	183	15	0,70
184	120	5,63	185	200	9,38	186	40	1,88
187	32	1,50	188	110	5,16	189	480	22,51
190	15	0,70	191	35	1,64	192	220	10,32
193	300	14,07	194	186	8,72	195	220	10,32
196	270	12,66	197	200	9,38	198	310	14,54
199	26	1,22	200	158	7,41	201	110	5,16
202	29	1,36	203	120	5,63	204	110	5,16
205	43	2,02	206	260	12,19	207	58	2,72
208	500	23,45	209	90	4,22	210	560	26,26
211	64	3,00	212	67	3,14	213	28	1,31
214	31	1,45	215	230	10,79	216	81	3,80
217	53	2,49	218	120	5,63	219	160	7,50
220	79	3,71	221	340	15,95	222	600	28,14
223	71	3,33	224	130	6,10	225	160	7,50
226	170	7,97	227	120	5,63	228	850	39,87
229	570	26,73	230	28	1,31	231	75	3,52
232	32	1,50	233	67	3,14	234	140	6,57
235	190	8,91	236	140	6,57	237	450	21,11
238	37	1,74	239	19	0,89	240	230	10,79
241	75	3,52	242	320	15,01	243	61	2,86
244	97	4,55	245	150	7,04	246	130	6,10
247	66	3,10	248	73	3,42	249	56	2,63
250	30	1,41	251	56	2,63	252	86	4,03
253	130	6,10	254	96	4,50	255	39	1,83
256	200	9,38	257	330	15,48	258	71	3,33
259	660	30,95	260	460	21,57	261	56	2,63
262	540	25,33	263	120	5,63	264	170	7,97
265	390	18,29	266	350	16,42	267	580	27,20
268	120	5,63	269	270	12,66	270	270	12,66
271	410	19,23	272	79	3,71	273	110	5,16
274	50	2,35	275	380	17,82	276	13	0,61
277	64	3,00	278	98	4,60	279	41	1,92

280	450	21,11	281	280	13,13	282	120	5,63
283	280	13,13	284	290	13,60	285	130	6,10
286	540	25,33	287	380	17,82	288	78	3,66
289	210	9,85	290	135	6,33	291	640	30,02
292	220	10,32	293	570	26,73	294	233	10,93
295	20	0,94	296	75	3,52	297	220	10,32
298	480	22,51	299	53	2,49	300	72	3,38
301	45	2,11	302	33	1,55	303	137	6,43
304	540	25,33	305	190	8,91	306	130	6,10
307	760	35,64	308	96	4,50	309	470	22,04
310	530	24,86	311	820	38,46	312	290	13,60
313	310	14,54	314	340	15,95	315	190	8,91
316	180	8,44	317	170	7,97	318	260	12,19
319	26	1,22	320	610	28,61	321	420	19,70
322	330	15,48	323	550	25,80	324	260	12,19
325	170	7,97	326	200	9,38	327	230	10,79
328	190	8,91	329	210	9,85	330	130	6,10
331	12	0,56	332	450	21,11	333	290	13,60
334	330	15,48	335	260	12,19	336	160	7,50
337	390	18,29	338	440	20,64	339	670	31,42
340	130	6,10	341	350	16,42	342	380	17,82
343	140	6,57	344	170	7,97	345	130	6,10
346	210	9,85	347	250	11,73	348	260	12,19
349	330	15,48	350	620	29,08	351	94	4,41
352	220	10,32	353	17	0,80	354	180	8,44
355	200	9,38	356	89	4,17	357	120	5,63
358	220	10,32	359	230	10,79	360	14	0,66
361	19	0,89	362	210	9,85	363	240	11,26
364	160	7,50	365	55	2,58	366	225	10,55
367	530	24,86	368	110	5,16	369	150	7,04
370	180	8,44	371	500	23,45	372	59	2,77
373	220	10,32	374	310	14,54	375	360	16,88
376	360	16,88	377	340	15,95	378	280	13,13
379	320	15,01	380	210	9,85	381	27	1,27
382	250	11,73	383	360	16,88	384	360	16,88
385	210	9,85	386	440	20,64	387	140	6,57
388	630	29,55	389	54	2,53	390	820	38,46
391	400	18,76	392	240	11,26	393	470	22,04
394	52	2,44	395	53	2,49	396	450	21,11
397	340	15,95	398	360	16,88	399	200	9,38
400	210	9,85	401	1070	50,18	402	170	7,97
403	440	20,64	404	58	2,72	405	49	2,30
406	15	0,70	407	230	10,79	408	59	2,77
409	200	9,38	410	980	45,96	411	35	1,64
412	110	5,16	413	17	0,80	414	35	1,64
415	19	0,89	416	64	3,00	417	940	44,09
418	50	2,35	419	270	12,66	420	130	6,10
421	62	2,91	422	57	2,67	423	110	5,16
424	25	1,17	425	260	12,19	426	89	4,17
427	890	41,74	428	310	14,54	429	510	23,92

430	100	4,69	431	59	2,77	432	410	19,23
433	1160	54,40	434	360	16,88	435	42	1,97
436	91	4,27	437	130	6,10	438	14	0,66
439	76	3,56	440	100	4,69	441	460	21,57
442	180	8,44	443	380	17,82	444	120	5,63
445	210	9,85	446	170	7,97	447	20	0,94
448	240	11,26	449	380	17,82	450	440	20,64

Tabelul 4.2. Concentrația radonului și dozele anuale efective pentru zona de Nord

Nr.	Rn (Bq/m ³)	Doza (mSv/an)	Nr.	Rn (Bq/m ³)	Doza (mSv/an)	Nr.	Rn (Bq/m ³)	Doza (mSv/an)
1	68	3.1892	2	890	41.741	3	220	10.318
4	280	13.132	5	420	19.698	6	70	3.283
7	350	16.415	8	450	21.105	9	98	4.5962
10	490	22.981	11	460	21.574	12	50	2.345
13	11	0.5159	14	74	3.4706	15	160	7.504
16	260	12.194	17	280	13.132	18	130	6.097
19	270	12.663	20	400	18.76	21	320	15.008
22	79	3.7051	23	94	4.4086	24	480	22.512
25	110	5.159	26	36	1.6884	27	41	1.9229
28	590	27.671	29	310	14.539	30	26	1.2194
31	270	12.663	32	240	11.256	33	220	10.318
34	260	12.194	35	79	3.7051	36	110	5.159
37	410	19.229	38	210	9.849	39	200	9.38
40	120	5.628	41	75	3.5175	42	780	36.582
43	300	14.07	44	57	2.6733	45	110	5.159
46	18	0.8442	47	45	2.1105	48	410	19.229
49	540	25.326	50	30	1.407	51	690	32.361
52	140	6.566	53	345	16.1805	54	420	19.698
55	480	22.512	56	100	4.69	57	230	10.787
58	46	2.1574	59	39	1.8291	60	1080	50.652
61	240	11.256	62	800	37.52	63	140	6.566
64	560	26.264	65	520	24.388	66	30	1.407
67	200	9.38	68	190	8.911	69	90	4.221
70	310	14.539	71	330	15.477	72	120	5.628
73	290	13.601	74	43	2.0167	75	450	21.105
76	52	2.4388	77	12	0.5628	78	640	30.016
79	420	19.698	80	130	6.097	81	520	24.388
82	210	9.849	83	340	15.946	84	28	1.3132
85	450	21.105	86	150	7.035	87	770	36.113
88	530	24.857	89	230	10.787	90	78	3.6582
91	170	7.973	92	96	4.5024	93	74	3.4706
94	900	42.21	95	86	4.0334	96	120	5.628
97	200	9.38	98	91	4.2679	99	340	15.946
100	16	0.7504	101	77	3.6113	102	1260	59.094
103	230	10.787	104	210	9.849	105	100	4.69

106	98	4.5962	107	37	1.7353	108	230	10.787
109	400	18.76	110	170	7.973	111	345	16.1805
112	38	1.7822	113	120	5.628	114	130	6.097
115	450	21.105	116	590	27.671	117	140	6.566
118	290	13.601	119	160	7.504	120	360	16.884
121	280	13.132	122	110	5.159	123	76	3.5644
124	45	2.1105	125	500	23.45	126	290	13.601
127	690	32.361	128	330	15.477	129	71	3.3299
130	61	2.8609	131	660	30.954	132	430	20.167
133	37	1.7353	134	33	1.5477	135	420	19.698
136	260	12.194	137	250	11.725	138	340	15.946
139	360	16.884	140	170	7.973	141	460	21.574
142	86	4.0334	143	410	19.229	144	650	30.485
145	20	0.938	146	310	14.539	147	240	11.256
148	110	5.159	149	310	14.539	150	110	5.159
151	650	30.485	152	190	8.911	153	98	4.5962
154	66	3.0954	155	180	8.442	156	270	12.663
157	140	6.566	158	88	4.1272	159	1000	46.9
160	10	0.469	161	770	36.113	162	380	17.822
163	180	8.442	164	310	14.539	165	73	3.4237
166	58	2.7202	167	480	22.512	168	150	7.035
169	77	3.6113	170	99	4.6431	171	390	18.291
172	160	7.504	173	120	5.628	174	100	4.69
175	39	1.8291	176	120	5.628	177	690	32.361
178	15	0.7035	179	70	3.283	180	310	14.539
181	130	6.097	182	160	7.504	183	110	5.159
184	65	3.0485	185	100	4.69	186	51	2.3919
187	70	3.283	188	78	3.6582	189	310	14.539
190	200	9.38	191	25	1.1725	192	410	19.229
193	130	6.097	194	61	2.8609	195	110	5.159
196	50	2.345	197	81	3.7989	198	280	13.132
199	390	18.291	200	46	2.1574	201	84	3.9396
202	130	6.097	203	35	1.6415	204	13	0.6097
205	350	16.415	206	310	14.539	207	73	3.4237
208	90	4.221	209	58	2.7202	210	480	22.512
211	150	7.035	212	77	3.6113	213	99	4.6431
214	390	18.291	215	160	7.504	216	120	5.628
217	100	4.69	218	39	1.8291	219	120	5.628
220	690	32.361	221	15	0.7035	222	70	3.283
223	310	14.539	224	130	6.097	225	160	7.504
226	110	5.159	227	65	3.0485	228	100	4.69
229	51	2.3919	230	70	3.283	231	78	3.6582
232	310	14.539	233	200	9.38	234	25	1.1725
235	410	19.229	236	130	6.097	237	61	2.8609
238	110	5.159	239	50	2.345	240	81	3.7989
241	280	13.132	242	390	18.291	243	46	2.1574
244	84	3.9396	245	130	6.097	246	35	1.6415
247	13	0.6097	248	350	16.415	249	310	14.539
250	73	3.4237	251	58	2.7202	252	480	22.512
253	150	7.035	254	77	3.6113	255	99	4.6431

256	390	18.291	257	160	7.504	258	160	7.504
259	370	17.353	260	340	15.946	261	500	23.45
262	100	4.69	263	450	21.105	264	110	5.159
265	80	3.752	266	67	3.1423	267	39	1.8291
268	220	10.318	269	340	15.946	270	470	22.043
271	200	9.38	272	450	21.105	273	350	16.415
274	290	13.601	275	200	9.38	276	270	12.663
277	67	3.1423	278	87	4.0803	279	220	10.318
280	210	9.849	281	240	11.256	282	370	17.353
283	390	18.291	284	210	9.849	285	70	3.283
286	160	7.504	287	230	10.787	288	990	46.431
289	220	10.318	290	560	26.264	291	140	6.566
292	490	22.981	293	330	15.477	294	67	3.1423
295	380	17.822	296	260	12.194	297	590	27.671
298	29	1.3601	299	22	1.0318	300	180	8.442
301	120	5.628	302	210	9.849	303	400	18.76
304	140	6.566	305	200	9.38	306	230	10.787
307	250	11.725	308	840	39.396	309	300	14.07
310	490	22.981	311	220	10.318	312	93	4.3617
313	110	5.159	314	850	39.865	315	390	18.291
316	590	27.671	317	120	5.628	318	320	15.008
319	210	9.849	320	120	5.628	321	520	24.388
322	110	5.159	323	83	3.8927	324	220	10.318
325	270	12.663	326	290	13.601	327	210	9.849
328	15	0.7035	329	88	4.1272	330	400	18.76
331	71	3.3299	332	380	17.822	333	230	10.787
334	110	5.159	335	380	17.822	336	220	10.318
337	450	21.105	338	190	8.911	339	440	20.636
340	66	3.0954	341	230	10.787	342	140	6.566
343	150	7.035	344	350	16.415	345	170	7.973
346	510	23.919	347	20	0.938	348	37	1.7353
349	12	0.5628	350	430	20.167	351	450	21.105
352	74	3.4706	353	230	10.787	354	89	4.1741
355	70	3.283	356	52	2.4388	357	30	1.407
358	480	22.512	359	300	14.07	360	110	5.159
361	290	13.601	362	110	5.159	363	110	5.159
364	400	18.76	365	239	11.2091	366	168	7.8792
367	200	9.38	368	19	0.8911	369	670	31.423
370	150	7.035	371	180	8.442	372	25	1.1725
373	125	5.8625	374	880	41.272	375	12	0.5628
376	240	11.256	377	654	30.6726	378	760	35.644
379	35	1.6415	380	57	2.6733	381	45	2.1105
382	64	3.0016	383	400	18.76	384	270	12.663
385	220	10.318	386	240	11.256	387	110	5.159
388	145	6.8005	389	23	1.0787	390	70	3.283
391	68	3.1892	392	450	21.105	393	320	15.008
394	200	9.38	395	550	25.795	396	270	12.663
397	640	30.016						

Tabelul 4.3. Concentrația radonului și dozele anuale efective pentru zona de Sud

Nr.	Rn (Bq/m ³)	Doza (mSv/an)	Nr.	Rn (Bq/m ³)	Doza (mSv/an)	Nr.	Rn (Bq/m ³)	Doza (mSv/an)
1	120	5.628	2	510	23.919	3	130	6.097
4	22	1.0318	5	100	4.69	6	460	21.574
7	170	7.973	8	89	4.1741	9	530	24.857
10	120	5.628	11	81	3.7989	12	72	3.3768
13	110	5.159	14	20	0.938	15	76	3.5644
16	35	1.6415	17	290	13.601	18	53	2.4857
19	67	3.1423	20	67	3.1423	21	830	38.927
22	230	10.787	23	130	6.097	24	26	1.2194
25	320	15.008	26	68	3.1892	27	41	1.9229
28	500	23.45	29	840	39.396	30	620	29.078
31	300	14.07	32	180	8.442	33	160	7.504
34	470	22.043	35	140	6.566	36	260	12.194
37	470	22.043	38	560	26.264	39	380	17.822
40	280	13.132	41	180	8.442	42	500	23.45
43	810	37.989	44	253	11.8657	45	540	25.326
46	470	22.043	47	460	21.574	48	380	17.822
49	280	13.132	50	310	14.539	51	43	2.0167
52	420	19.698	53	250	11.725	54	38	1.7822
55	590	27.671	56	520	24.388	57	420	19.698
58	140	6.566	59	45	2.1105	60	190	8.911
61	310	14.539	62	340	15.946	63	750	35.175
64	180	8.442	65	350	16.415	66	57	2.6733
67	420	19.698	68	110	5.159	69	230	10.787
70	48	2.2512	71	210	9.849	72	330	15.477
73	790	37.051	74	670	31.423	75	740	34.706
76	640	30.016	77	67	3.1423	78	57	2.6733
79	360	16.884	80	43	2.0167	81	150	7.035
82	41	1.9229	83	110	5.159	84	160	7.504
85	320	15.008	86	200	9.38	87	870	40.803
88	340	15.946	89	230	10.787	90	85	3.9865
91	520	24.388	92	120	5.628	93	500	23.45
94	710	33.299	95	220	10.318	96	260	12.194
97	210	9.849	98	33	1.5477	99	290	13.601
100	270	12.663	101	380	17.822	102	220	10.318
103	150	7.035	104	210	9.849	105	300	14.07
106	410	19.229	107	300	14.07	108	23	1.0787
109	59	2.7671	110	150	7.035	111	120	5.628
112	260	12.194	113	790	37.051	114	140	6.566
115	540	25.326	116	240	11.256	117	240	11.256
118	400	18.76	119	950	44.555	120	430	20.167
121	140	6.566	122	260	12.194	123	420	19.698
124	400	18.76	125	300	14.07	126	240	11.256
127	260	12.194	128	360	16.884	129	590	27.671
130	97	4.5493	131	48	2.2512	132	290	13.601
133	240	11.256	134	500	23.45	135	500	23.45
136	490	22.981	137	270	12.663	138	91	4.2679
139	230	10.787	140	230	10.787	141	230	10.787

142	270	12.663	143	410	19.229	144	870	40.803
145	230	10.787	146	51	2.3919	147	280	13.132
148	33	1.5477	149	120	5.628	150	300	14.07
151	73	3.4237	152	30	1.407	153	700	32.83
154	110	5.159	155	78	3.6582	156	64	3.0016
157	77	3.6113	158	31	1.4539	159	340	15.946
160	63	2.9547	161	440	20.636	162	500	23.45
163	100	4.69	164	270	12.663	165	110	5.159
166	330	15.477	167	230	10.787	168	520	24.388
169	310	14.539	170	200	9.38	171	230	10.787
172	710	33.299	173	160	7.504	174	150	7.035
175	220	10.318	176	65	3.0485	177	250	11.725
178	450	21.105	179	340	15.946	180	330	15.477
181	170	7.973	182	230	10.787	183	250	11.725
184	360	16.884	185	650	30.485	186	280	13.132
187	240	11.256	188	390	18.291	189	230	10.787
190	280	13.132	191	270	12.663	192	470	22.043
193	750	35.175	194	330	15.477	195	450	21.105
196	860	40.334	197	140	6.566	198	150	7.035
199	360	16.884	200	440	20.636	201	280	13.132
202	390	18.291	203	51	2.3919	204	620	29.078
205	220	10.318	206	440	20.636	207	330	15.477
208	110	5.159	209	370	17.353	210	310	14.539
211	88	4.1272	212	82	3.8458	213	150	7.035
214	320	15.008	215	345	16.1805	216	140	6.566
217	220	10.318	218	280	13.132	219	360	16.884
220	180	8.442	221	13	0.6097	222	410	19.229
223	160	7.504	224	210	9.849	225	230	10.787
226	45	2.1105	227	210	9.849	228	200	9.38
229	120	5.628	230	19	0.8911	231	230	10.787
232	89	4.1741	233	670	31.423	234	390	18.291
235	460	21.574	236	47	2.2043	237	160	7.504
238	370	17.353	239	86	4.0334	240	71	3.3299
241	450	21.105	242	400	18.76	243	81	3.7989
244	420	19.698	245	310	14.539	246	250	11.725
247	93	4.3617	248	600	28.14	249	430	20.167
250	180	8.442	251	110	5.159	252	130	6.097
253	370	17.353	254	290	13.601			

Datele utilizate pentru analiza relației dintre expunerea la radon, prevalența fumatului și incidența cancerului bronhopulmonar

Tabelul 5.1. Morbiditya CBP pe zone, standardizată la 100 mii populație

Anul	Nord		Centru*		Sud		Total pe țară	
	Incidența	Prevalența	Incidența	Prevalența	Incidența	Prevalența	Incidența	Prevalența
2012	30,10	57,53	22,80	48,52	21,70	42,43	25,09	50,09
2013	29,03	56,77	19,65	47,31	23,28	43,58	23,92	49,66
2014	27,40	54,02	23,00	47,34	19,28	39,96	23,56	47,74
2015	29,28	55,28	24,75	47,12	22,90	46,30	25,86	49,79
2016	31,56	56,35	24,99	49,76	29,08	48,30	28,39	51,70
2017	29,47	59,90	24,80	54,25	21,85	53,26	25,67	55,99
2018	32,21	63,30	25,55	49,49	22,90	51,53	27,27	54,91
2019	24,86	61,11	25,25	40,92	24,47	49,14	24,91	50,22
2020	23,52	60,46	19,92	41,65	17,17	46,04	20,46	49,45
Media	28,60	58,30	23,41	47,37	22,51	46,73	25,01	51,06

**Cu excluderea r-nului Dubăsari, pentru că nu sunt datele pe radon în acest raion pentru cercetarea ulterioară a interacțiunii radon × fumat*

Valoarea maximă a incidenței CBP, la 100 mii – r-nul Dondușeni (50,11 în a. 2018)

Valoarea maximă a prevalenței CBP, la 100 mii – r-nul Criuleni (142,78 în a. 2017)

Valoarea minimă a incidenței CBP, la 100 mii – r-nul Cantemir (8,02 în a. 2012)

Valoarea minimă a prevalenței CBP, la 100 mii – r-nul Călărași (9,06 în a. 2017)

Tabelul 5.2. Morbiditya CBP pe zone, cazuri absolute

Anul	Nord		Centru		Sud		Total RM	
	Incidența	Prevalența	Incidența	Prevalența	Incidența	Prevalența	Incidența	Prevalența
2012	288	560	388	1062	151	305	827	1927
2013	292	559	385	923	165	323	842	1805
2014	271	544	433	817	141	303	845	1664
2015	275	547	437	790	160	347	872	1684
2016	302	569	430	853	188	349	920	1771
2017	290	607	400	871	148	385	838	1863

2018	298	637	453	842	155	377	906	1856
2019	234	630	412	731	162	353	808	1714
2020	227	638	360	741	127	343	714	1722
Medie	275	588	411	848	155	343	841	1778

**Cu excluderea r-nului Dubăsari, pentru că nu sunt datele pe radon pentru cercetarea ulterioară a interacțiunii radon × fumat*

Valoarea maximă a incidenței CBP, abs – mun. Chișinău (202 în a. 2018)

Valoarea maximă a prevalenței CBP, abs – mun. Chișinău (583 în a. 2012)

Valoarea minimă a incidenței CBP, abs – r-nul Șoldănești (4 în a. 2020)

Valoarea minimă a prevalenței CBP, abs – r-nul Basarabească (5 în a. 2014)

Tabelul 5.3. Contribuția zonei în morbiditatea CBP în Republica Moldova , % din cazuri absolute totale .

Anul	Nord		Centru		Sud	
	Incidența	Prevalența	Incidența	Prevalența	Incidența	Prevalența
2012	35	29	47	55	18	16
2013	35	31	46	51	20	18
2014	32	33	51	49	17	18
2015	32	32	50	47	18	21
2016	33	32	47	48	20	20
2017	35	33	48	47	18	21
2018	33	34	50	45	17	20
2019	29	37	51	43	20	21
2020	32	37	50	43	18	20
Medie	33	33	49	48	18	19

Tabelul 5.4. Comparația datelor din studii naționale STEPS 2013 și STEPS 2021 (preliminare nepublicate) privind consumul de tutun (din numărul total de intervievați: a. 2013 – 4807 de persoane, a. 2021 – 4097 de persoane)

<i>Rezultate pentru adulți cu vârsta cuprinsă între 18-69 de ani (inclusiv 95% CI)</i>	Ambele sexe		Masculin		Feminin	
	STEPS 2013	STEPS 2021	STEPS 2013	STEPS 2021	STEPS 2013	STEPS 2021
Persoane care fumează tutun în prezent	25,3% (23,4-27,2)	27,6% (25,5-29,7)	43,6% (40,6-46,7)	48,9% (45,5-52,2)	5,6% (4,5-6,7)	6,3% (4,9-7,8)
Persoane care în prezent fumează tutun zilnic	23,3% (21,4-25,1)	24,4% (22,4-26,5)	40,6% (37,5-43,7)	44,0% (40,6-47,4)	4,6% (3,6-5,6)	4,8% (3,7-6,0)
<i>Pentru cei care fumează tutun zilnic</i>						
Vârsta medie când a început să fumeze (ani)	17,7 (17,3-18,0)	18,3 (18,0-18,9)	17,5 (17,1-17,8)	18,1 (17,8-18,4)	19,5 (18,3-20,6)	19,8 (18,6-21,0)
Cota fumătorilor zilnic care fumează țigări manufacturate	98,9% (98,1-99,7)	100% (100,0-100,0)	98,8% (97,9-99,7)	100% (100,0-100,0)	99,7% (99,2-100)	100% (100,0-100,0)
Numărul mediu de țigări manufacturate fumate pe zi (de către fumătorii de țigări fabricate)	16,7 (15,8-17,6)	15,8 (15,1-16,4)	17,2 (16,3-18,2)	16,2 (15,5-16,9)	11,4 (9,6-13,2)	11,8 (10,2-13,5)

Recomandări pentru implementarea Strategiei naționale de comunicare a riscului expunerii la radon și proiectul Programului național de control al expunerii la radon

Elaborarea unui set structurat de recomandări pentru elaborarea și implementarea strategiei naționale de comunicare a riscului privind expunerea la radiații ionizante, în baza acumulării bunelor practici internaționale promovate de OMS, AIEA și UE constituie obiectivul cheie al transpunerii Directivei 2013/59 EURATOM la nivel național și alinierea legislației la standardele contemporane.

Instrumentele utilizate pentru a fi eficiente necesită a fi bazate și argumentate pe analiza percepțiilor publicului privind riscurile asociate, utilizarea surselor de informare, gradul de încredere acordat, și nivelul de alfabetizare a populației privind noțiunile elementare cu care se va opera.

Implementarea strategiei comunicării riscului expunerii la radon reprezintă o etapă esențială în elaborarea planului/programului național și necesită o abordare structurată și centralizată pe publicul larg prin folosirea instrumentelor educaționale, campanii de informare în masă și utilizarea competențelor instituționale în procesul de difuzare informațională și instruire. Strategia trebuie să integreze o abordare multisectorială, implicând colaborarea dintre instituțiile de sănătate publică, autoritățile de mediu, administrațiile publice locale, autoritățile din sistemul educațional și societatea civilă. În acest context, decidenții politici au responsabilitatea de a asigura transparența eficientă a prevederilor strategiei în actele normative, politici publice și măsuri operaționale, astfel, se va garanta aplicarea coerentă și continuă a tuturor acțiunilor propuse.

Responsabilitățile instituționale trebuie să fie clar definite pentru asigurarea unei implementări funcționale și sustenabile. Prognozarea necesităților financiare, logistice și planificarea resurselor umane reprezintă o etapă inițială pentru asigurarea minimului necesar în vederea implementării eficiente a strategiei de comunicare a riscului. Această etapă presupune evaluarea capacităților instituționale, identificarea obstacolelor operaționale și proiectarea fondurilor în funcție de priorități și oportunități.

Important este corelarea resurselor disponibile cu obiectivele strategice, astfel încât să se asigure disponibilitatea acestora în domeniile cu impact major. Resursele umane, în dependență de nivelul și tipul activității desfășurate, trebuie incluse într-un proces de formare profesională continuă pentru consolidarea capacităților de comunicare și operare cu informațiile privind factorii de risc, metodele de prevenție și protecție împotriva acestora. Integrarea instrumentelor legale și a mecanismelor disponibile de comunicare, în contextul preferințelor, încrederii acordate și accesului populației la aceste elemente, paralel cu nevoile reale ale acesteia, va

permite obținerea unui *feedback* pozitiv și colectarea indicatorilor de eficacitate de implementare a strategiei de comunicare a riscului asociat radonului la toate nivelele.

Elementele cheie ale implementării strategiei de comunicare a riscului includ identificarea emițătorului de informație, a canalelor și în final receptorul informației. Reușind din acestea implementarea strategiei de comunicare a riscului privind expunerea la radiații ionizante, inclusiv radonul trebuie să se bazeze pe un cadru coerent, actual și direcționat grupurilor specifice populaționale.

Identificarea emițătorului. În dependență de rezultatele obținute privind relevanța surselor de informare, identificarea canalelor cu cea mai mare pondere a vizibilității dar și încrederii, emițătorii de informații pentru strategia de comunicare a riscului asociat expunerii la radon ar trebui să fie sursele credibile și utilizate frecvent de către consumatorii de informație. În ordinea relevanței primii actori încadrați pot fi medicii de familie, care se bucură de un nivel de încredere ridicat 48,62% (95% ÎI: 43,7 - 53,5) au încredere moderată sau mai mare („destul de mult” – 30,08% (95% ÎI: 25,6 - 34,6) și „predominant” – 6,77% (95% ÎI: 4,3 - 9,3)), dispun de o utilizare moderată ca sursă de informație iar rolul cheie abordează încrederea în relația medic-pacient și capacitatea acestora de a adapta mesajul în funcție de profilul individual al celui care o ascultă.

Implicarea medicilor de familie în procesul de sensibilizare a populației și creșterea nivelului de cunoștințe cu privire la radon poate amplifica substanțial rezultatele scontate prin creșterea nivelului de conștientizare în special în rândurile grupurilor vulnerabile. Iar rolul social al medicului de familie și nivelul de interacțiune al acestuia cu populația reprezintă un instrument de integrare a radonului ca factor de risc în rutina consultațiilor, susținând astfel, sustenabilitatea și diseminarea constantă a mesajelor-cheie.

Următorii actori relevanți sunt reprezentați de autoritățile de sănătate publică, începând cu Agenția Națională pentru Sănătate Publică, Centrele raionale și toți specialiștii cu formare în sănătate publică care dețin o responsabilitate morală și legală privind desfășurarea activităților de profilaxie, gestionare a riscurilor și educație pentru sănătate. Fiind mandată cu o încredere sporită, conform rezultatelor chestionării, Agenția Națională pentru Sănătate Publică are rolul strategic de elaborare a politicilor și ghidurilor de comunicare validate științific, standardizate și accesibile publicului. Autoritățile regionale sau locale de sănătate publică dețin un rol geografic important, fiind localizați mai aproape de grupul țintă, astfel, au oportunitatea de a acționa contextual prin desfășurarea unor campanii în teritoriu.

O altă componentă esențială în comunicarea riscului este colaborarea cu posturile naționale de televiziune care joacă un rol important în vehicularea mesajelor și formatarea lor în dependență de audiența căreia i se adresează, iar având cea mai mare frecvență ca sursă de

informare - peste 65% (95% ÎI: 60,3 - 69,7) o folosesc cel puțin moderat, televiziunea poate fi un instrument valoros de realizare a obiectivului privind implementarea strategiei de comunicare a riscului asociat radonului. Posturile TV pot fi utilizate pentru desfășurarea campaniilor de sensibilizare națională, spoturi educaționale și intervenții în format de talk-showuri sau interviuri cu experții din domeniu.

Procesul de selectare a canalelor de emisie a informației trebuie să fie în concordanță cu respectarea principiilor credibilității sursei, accesibilității canalului și autorității sociale pe care o deține acestea, iar integrarea comunicării prin canalele hibride paralel cu utilizarea influenței asistenței medicale primare ca sursă accesibilă tuturor categoriilor sociale va garanta implementarea cu succes a strategiei.

Canalele de comunicare a riscului privind expunerea la radiații ionizante, inclusiv radon. Pentru implementarea eficientă a strategiei de comunicare a riscului de expunere la radon, instrumentele utilizate și alegerea formatului pentru transmiterea mesajelor joacă un rol fundamental. Astfel, pentru fiecare actor participant mijlocul folosit va fi ales în funcție de o serie de factori în dependență de rolul social, fondurile și resursele umane disponibile.

Deoarece implementarea strategiei de comunicare a riscului reprezintă un proces etapizat, fundamentat pe analiza percepțiilor populației, pârghiile de elaborare a planului de acțiune trebuie ajustate contextului specific. O comunicare eficientă presupune nu doar transmiterea de informații tehnice, dar și adaptarea conținutului și formatului la nevoile publicului, folosirea limbajului accesibil susținut de actorii menționați mai sus cu credibilitate ridicată în societate [153 p.53-61].

Mesajele transmise trebuie ajustate și promovate intensiv pentru creșterea participării populației la campania de comunicare a riscului și sporirea interesului față de modalitățile de protecție a sănătății împotriva radonului și remedierea problemei acestui gaz în locuințe.

Dezvoltarea materialelor de comunicare presupune redactarea și actualizarea sau elaborarea ghidurilor de comunicare a riscului privind expunerea la radon. Aceste ghiduri trebuie să ofere informații relevante despre ce este radonul, dacă este o problemă de sănătate publică cu impact asupra individului, ce efecte poate cauza acesta și cum se poate de protejat. O comunicare eficientă presupune transmiterea unor mesaje formulate într-o manieră scurtă, clară și lipsită de ambiguități, evitând expresiile alarmiste sau expunerea detaliilor tehnice în mod excesiv generând confuzie ori anxietate, iar structura mesajelor trebuie să fie logică facilitând recepționarea și reținerea conținutului [203].

Elaborarea pliantelor informative este o parte componentă și esențială a strategiei de comunicare a riscului expunerii la radon, având drept scop furnizarea informațiilor într-o manieră academică dar accesibilă tuturor, oferind sfaturi, soluții și propuneri privind remedierea

problemei radonului. Pliantele trebuie să fie însoțite de elemente vizuale explicative și de exemple concrete pentru a capta atenția și a spori gradul de retenție și aplicabilitate a informațiilor. Distribuirea acestor tipuri de materiale se va putea realiza prin intermediul canalelor cu acces direct la populație, precum medicii de familie, autoritățile publice locale, reprezentate de primării, școli, instituții de învățământ și în cadrul evenimentelor locale, iar distribuția digitală este facilitată de accesul sporit al populației la paginile web oficiale ale autorităților [203].

Un alt canal strategic actual de diseminare a informației și comunicare a riscului privind radonul îl constituie difuzarea spoturilor publicitare audiovizuale, acestea au capacitatea de a capta atenția publicului și pot transmite informații cheie într-un mod accesibil, memorabil și cu impact. În contextul unei percepții generale scăzute asupra riscului de expunere la radon, spoturile ar trebui să fie centrate pe sănătatea familiei, protecția copiilor sau prevenirea cancerului pulmonar, aceste subiecte contribuie la sensibilizarea populației și implicarea afectivă. Difuzarea spoturilor se recomandă a fi în intervalele de timp cu audiență maximă pentru grupurile demografice țintă, avantajul acestui canal este posibilitatea de a consolida rapid nivelul de educație sanitară a populației și de a încuraja acțiunile comune de minimalizare a riscului. Pentru a facilita tranziția de la sensibilizare la acțiune, spoturile trebuie să integreze și soluții practice, cu accent pe posibilitățile de testare a locuințelor. Prezentarea coerentă a modalităților de măsurare a concentrației radonului, a instituțiilor abilitate sau a programelor ce oferă sprijin în desfășurarea campaniei de monitorizare a concentrației radonului în teritoriu, oferă publicului instrumentele necesare pentru a acționa.

De asemenea, comunicarea nu trebuie să se limiteze la expunerea riscurilor, ci să includă în mod obligatoriu soluții concrete, accesibile și fezabile pentru populație. Oferirea simultană a informației despre risc și a pașilor recomandați pentru reducerea acestuia contribuie la construirea încrederii și la stimularea comportamentelor proactive din partea publicului [157].

Campania de comunicarea a riscului trebuie sprijinită de soluții logistice și tehnice prin campania de testare subvențională desfășurată paralel, astfel eficiența poate fi asigurată prin integrarea cunoștințelor și posibilităților într-un proces fundamental adaptat realităților populației și capabil de a genera modificarea comportamentului și a cadrului normativ actual.

Profilul receptorului în comunicarea riscului asociat radonului. Adaptarea informației privind comunicarea riscului conform segmentului populației țintă necesită o abordare multidimensională privind particularitățile culturale, nivelul de educație, accesul la sursele de informație, nivelul de digitalizare a grupului și posedarea noțiunilor generale de factor de risc, radon, cancer pulmonar. Procesul de elaborare a recomandărilor privind comunicarea riscurilor necesită tratarea individuală a tuturor caracteristicilor și definirea principiilor de receptivitate,

încredere și percepere a riscurilor legate de expunerea la radon în rândurile populației. Analiza rezultatelor chestionarului relevă faptul că, deși televiziunea rămâne unul dintre cele mai accesate mijloace de informare, nivelul de încredere acordat acesteia este moderat spre scăzut. În schimb, medicii de familie, instituțiile de sănătate publică și autoritățile locale beneficiază de o încredere ridicată, chiar dacă sunt utilizate mai rar ca surse de informare. Această disonanță subliniază necesitatea adaptației mesajului în funcție de profilul receptorului, din aspect socio-demografic dar și psihologic (Tabelul 25).

O particularitate importantă este faptul că receptorii informației nu sunt un grup omogen, dar sunt divizați după nevoile informaționale și modalitățile de recepționare și reținere a informației. Această analiză a receptorilor, clasificarea după tipologia lor și gradul de interes față de activitatea socială reprezintă un pilon esențial în proiectarea unei campanii de comunicare a riscului eficientă. O astfel de segmentare permite adaptarea limbajului și a canalelor de transmitere a mesajului, identificarea celor mai receptive grupuri care pot deveni factori de multiplicare a informației. În plus, această abordare contribuie la extinderea orizontului de acțiune al campaniei, facilitând o diseminare mai amplă astfel, se creează premisele pentru o creștere progresivă a nivelului de conștientizare a populației a riscului și implicare civică în problemele de sănătate publică globale.

Tabelul 20 . Schema comunicării riscului expunerii la radon

Emitentul informației	Mesajele cheie	Canalele de comunicare	Receptorii
Agencia Națională pentru Sănătate Publică, liderul comunicării	Corelarea radonului cu dinamica morbidității și mortalității prin maladii oncologice. Importanța testării locuinței	Campanii media naționale (Tv, radio, internet) website oficial cu informații științifice, conferințe de presă, materiale informative	Publicul larg Decidenții politici Autoritățile publice Ministere și departamente interministeriale
Agencia Națională de Reglementare a Activităților Nucleare și Radiologice (ANRARN)	Elaborarea cadrului legal privind radioprotecția populației Actualizarea valorilor naționale de referință privind concentrația radonului rezidențial Corelarea cadrului legal național cu obiectivele Directivei 59/2013 Euratom	Reglementări legale privind limitele admise de radon, obligații pentru testare și remediere Standarde pentru construcții Comunicate oficiale, buletine informative, consultări tehnice, colaborări	Instituții publice Ministere Sectorul industrial Autorități locale Specialiști în construcții și sănătate.

		interinstituționale.	
Autoritățile locale de sănătate publică	Informații despre concentrațiile la nivel local ale radonului, determinarea zonelor de risc. Oferirea suportului tehnic și metodologic în măsurarea radonului și remedierea problemei.	Întâlniri comunitare cu autoritățile publice locale, cu locuitorii. Colaborarea în teren cu diverse sectoare.	Comunitățile locale Liderii comunitari Locuitorii din zona de deservire.
Medicii de familie	Riscurile pentru sănătate asociate radonului, recomandări privind testarea și remediere. Sensibilizarea populației privind diminuarea consumului de tutun. Evidența pacienților cu boli cronice pulmonare. Consilierea familială a cazurilor de cancer pulmonar și încurajarea testării locuinței la radon.	Consultații individuale. Broșuri în cabinete, panouri informative în centrele medicilor de familie/oficiile medicilor de familie. Formare profesională. Activitate de promovare a modului sănătos de viață în comunitate.	Pacienții Locuitorii din zona deservită Autoritățile locale Liderii publici locali
Instituții educaționale/universitare	Educația timpurie privind radonul, principiile de protecție și prevenție a efectelor negative. Promovarea unui mod de viață sănător și prietenos cu mediu.	Cursuri, ateliere, lecții tematice, materiale curriculare, platforme educaționale. Workshop-uri multidisciplinare cu participarea comunității.	Elevi Studenti Cadre didactice Populația
ONG-uri nonguvernamentale	Promovarea dreptului la un mediu sănătos. Facilitarea accesului populației la subvenții de testare și remediere a radonului în locuință.	Campanii sociale, ateliere comunitare, social media. Desfășurarea parteneriatelor cu instituțiile din diverse domenii de activitate.	Grupuri vulnerabile Comunități locale Public interesat de mediu.
Industria (construcții, producători de materiale de construcție, specialiști în remediere)	Elaborarea normelor tehnice în construcție. Monitorizarea fabricării materialelor de construcție. Testarea conținutului de radionuclizi în materia primă. Suport tehnic în remedierea problemei radonului.	Normative în construcție. Ghiduri tehnice. Standarde de reglementare. Suporturi metodologice și tehnice.	Arhitecți Ingineri Construcții Autorități de control

Elaborarea proiectului programului și planului de acțiuni în controlul expunerii la radon

Programului național „Privind controlul expunerii la radon pentru anii 2026-2030”.

Programul național privind controlul radonului pentru anii 2026-2030 (în continuare – Program) este un document de planificare strategică și de realizare a politicilor publice de control al radonului în Republica Moldova și stabilește obiectivele pe termen mediu ce necesită a fi realizate în vederea implementării politicii de stat în domeniul reducerii expunerii la radon și a impactului radonului asupra stării de sănătate a populației.

Programul a fost elaborat pentru crearea cadrului de politici necesar la implementarea prevederilor Legii 289/2022 „***Cu privire la cerințele de bază în securitatea radiologică***”, Legii nr.10-XVI din 3 februarie 2009 privind supravegherea de stat a sănătății publice, precum și ale protocoalelor și ghidurilor adoptate de Conferința Părților Convenției-cadru a OMS privind controlul radonului, și a legislației Uniunii Europene în domeniul controlului radonului în special la Directiva Consiliului EU 2013/59/Euratom, Directiva 2014/40/ue a Parlamentului European și a Consiliului din 3 aprilie 2014 privind apropierea actelor cu putere de lege și a actelor administrative ale statelor membre și de abrogare a Directivei 2001/37/CE care face obiectul unor obligații de implementare a acesteia conform prevederilor Acordului de Asociere Republica Moldova Uniunea Europeană la compartimentul „Sănătatea publică”.

Programul descrie situația actuală în domeniu și definește obiectivele, acțiunile și măsurile necesare, cu stabilirea unor responsabilități clare pentru toți actorii implicați în activitățile de control al radonului, inclusiv cele necesare pentru armonizarea legislației naționale în domeniul controlului radonului cu legislația Uniunii Europene cu privire la radon și cu recomandările și protocoalele OMS și este dictat de necesitatea protecției sănătății populației de consecințele negative ale expunerii la radon, care în prezent a obținut proporții majore și constituie o problemă alarmantă pentru întreaga comunitate mondială.

Programul și Planul național de acțiuni în vederea controlului expunerii populației la radon (PNAR) pentru anii 2026-2030 presupune reducerea riscurilor legate de cancerul pulmonar asociat radonului, identificarea localităților predispuse la radon, determinarea cerințelor pentru un loc de muncă cu un risc sporit de radiații naturale, de asemenea, necesită stabilirea nivelurilor de referință relevante, se referă la prevenirea și reabilitarea locuințelor existente, a metodelor de măsurare și de remediere, definirea strategiilor de informare și repartizarea responsabilităților între autoritățile administrative. În plus, aceasta prevede posibilitatea acordării unei subvenții de stat pentru a căuta și aplica remedii pentru clădirile cu concentrații sporite ale radonului.

Planul de acțiuni în realizarea programului național „Privind controlul expunerii la radon pentru anii 2026-2030” cuprinde mai multe obiective:

1. Alinierea, pînă în anul 2030, a legislației naționale în domeniul controlului asupra expunerii la radon în conformitate cu recomandările Convenției-cadru privind radonul al Organizației Mondiale a Sănătății și dispozițiile legislației Uniunii Europene.
2. Stabilirea cadrului de reglementare și a responsabilităților instituțiilor implicate în implementarea PNAR și armonizarea cadrului de reglementare cu legislația în vigoare
3. Măsurarea concentrației radonului din interiorul clădirilor și elaborarea hărții de radon
4. Identificarea locurilor de muncă din interiorul clădirilor și a altor locuri de muncă din zonele cu risc sporit de expunere la acțiunea radiațiilor ionizante emise de radon
5. Acțiuni de prevenire și control al pătrunderii radonului în clădirile ce urmează a fi construite și acțiuni de remediere în clădirile existente
6. Realizarea Strategiei de informare, educare și comunicare pentru sensibilizarea populației și informarea factorilor locali de decizie, a angajatorilor și a angajaților cu privire la riscurile cauzate de radon
7. Reducerea riscurilor de cancer pulmonar care pot fi atribuite expunerii la acțiunea radiațiilor ionizante emise de radonul din interior în corelație cu riscurile pentru fumători și nefumători
8. Formarea, instruirea și perfecționarea categoriilor profesionale, care ar putea fi afectate de expunerea la acțiunea radiațiilor ionizante emise de radon și a celor implicați în implementarea PNAR

Promovarea activă la nivel național a politicii de control a expunerii la radonul rezidențial reprezintă un criteriu prioritar cu impact semnificativ în domeniul sănătății publice. Controlul expunerii la radon în contextul efectelor negative asupra stării de sănătate constituie un factor determinant în asigurarea bunăstării populației și alinierea standardelor de securitate radiologică la orizonturile internaționale. Această necesitate este accentuată de proprietățile radonului, fiind omniprezent, invizibil, inodor și insipid, ceea ce contribuie la subestimarea frecventă a riscului perceput de populație și neglijarea acestuia de către autoritățile în sănătate publică. Prin urmare, implementarea unor măsuri concrete și eficiente presupun abordarea integrată pentru identificarea zonelor de risc, promovarea testării obligatorii și voluntare, sporirea nivelului de cunoștințe a populației privind factorul de risc, oferirea suportului metodologic și tehnic necesar în procesul de remediere, consilierea populațională în vederea sensibilizării privind renunțarea la fumat, dar și dezvoltarea continuă a unui cadru normativ și legislativ orientat către radioprotecție.

Implementarea unui plan național de acțiune la radon rămâne soluția fiabilă care să ofere concomitent instrumentele necesare prevenirii, diminuării și remedierii în termeni legali, a

riscului legat de expunerea la radon. Ca parte integrativă planul reflectă nu doar realitățile tehnice și epidemiologice, dar și contextul socio-cultural al populației relevat prin deprinderile sanitare, percepțiile riscului și gradul de deschidere la nivel individual către procesarea informațională și acțiune. Astfel, implementarea unei strategii de intervenție eficientă necesită abordarea multidimensională care să integreze analiza resurselor disponibile și a celor necesare, identificarea actorilor relevanți ce pot fi implicați ca factori-cheie în procesul de implementare, precum și definirea clară a publicului-țintă în calitate de principal beneficiar al intervențiilor propuse. În consecință, această secțiune propune un cadru operațional și strategic pentru implementarea unui plan de acțiuni, fundamentat pe evidente științifice, care să răspundă necesităților reale de protecție a populației și să faciliteze cooperarea intersectorială între autoritățile competente, comunitate și mediul profesional implicat în managementul riscului asociat radonului.

Planul de acțiuni are ca scop implementarea unor serii de acțiuni pentru dezvoltarea unui mediu favorabil sănătății din aspect al radioprotecției printr-o strategie de abordare sistematică, multidimensională și sustenabilă. Obiectivele specifice ale planului sunt axate pe domenii de intervenție strategică, astfel încât să răspundă coerent și eficient tuturor componentelor implicate în controlul expunerii la radon. Domeniile pot fi:

- ✓ Domeniul legislativ și normativ, pentru stabilirea și actualizarea cadrului legal actual privind monitorizarea, evaluarea și reducerea nivelului de radon în spațiile închise.

- ✓ Domeniul tehnic și operațional, prin dezvoltarea și promovarea de metode standardizate pentru măsurarea radonului, aplicarea metodelor în remedierea problemei în spațiile deja construite și integrarea cerințelor de prevenire în normele de proiectare și construcție.

- ✓ Domeniul comunicării și educației pentru sănătate, prin crearea și implementarea unei strategii naționale de comunicare a riscului, orientată către tipologii de public și susținută de campanii de informare, instruire și materiale educaționale adaptate specificului grupurilor-țintă.

- ✓ Domeniul instituțional și intersectorial, prin consolidarea capacităților instituționale, desemnarea responsabilităților între actorii implicați, stabilirea mecanismelor de colaborare intersectorială și includerea factorilor de decizie și actorilor relevanți precum medicii de familie, autoritățile locale și regionale, industria construcțiilor și organizațiile non-guvernamentale.

- ✓ Domeniul monitorizării și evaluării, prin instituirea unui sistem de urmărire a progresului, colectarea indicatorilor de performanță măsurabili, evaluarea continuă a progresului intervențiilor și adaptarea continuă a strategiei în funcție de rezultatele obținute.

Orientarea pe domenii favorizează structurarea unor obiective cuantificabile facilitând implementarea durabilă a planului. Astfel, se identifică următoarele obiective specifice:

1. Identificarea și evaluarea surselor de radon în clădirile rezidențiale.
2. Implementarea sistematică a testării locuințelor la radon, cu prioritizarea și direcționarea spre zonele cu risc major.
3. Elaborarea și aplicarea intervențiilor de remediere pentru locuințele și spațiile publice cu niveluri crescute ale radonului, peste valorile de referință.
4. Creșterea nivelului de conștientizare a populației și informarea în masă privind riscurile asociate radonului.
5. Consolidarea cadrului legislativ și instituțional pentru monitorizarea, comunicarea și controlul expunerii la radon.
6. Asigurarea formării profesionale continue în domeniul radioprotecției, construcțiilor și sănătății publice.

Obiectivele menționate urmăresc satisfacerea necesităților privind asigurarea bunăstării populației și prevenirea poverii socio-medice și demografice cauzate de acțiunea radonului în timp [153,203].

Astfel, întărirea cadrului legislativ național și adaptarea normativelor conform reglementărilor internaționale, asigurarea transpunerii coerente a obiectivelor Directivei 59/2013 Euratom, precum și integrarea cerințelor de prevenție în legislația construcțiilor și sănătății publice constituie o premisă veritabilă în acreditarea planului național de acțiune la radon.

Implementarea și sporirea accesibilității populației la procedee de testare a locuinței, acreditarea laboratoarelor naționale în dezvoltarea procedurilor operaționale de măsurare a radonului, formarea profesională a specialiștilor în soluționarea problemelor privind calibrarea utilajului, dezvoltarea metodologiilor de distribuire și măsurare a concentrației radonului sau asigurarea cu cadre specializate în elaborarea soluțiilor tehnice de etanșare a locuințelor, ventilare eficientă și promovarea tehnologiilor de reducere a concentrației radonului, contribuie la realizarea scopului final [207].

Implementarea unei strategii naționale de comunicare a riscului, informarea în masă și dezvoltarea unui comportament responsabil va contribui la consolidarea sistemului de conștientizare a riscului, educare și comunicare eficientă.

O altă prerogativă importantă în implementarea planului național în controlul expunerii la radon constituie elaborarea unui registru național al rezultatelor măsurărilor de radon, dezvoltarea unei baze de date interinstituționale cu acces direct atât a specialiștilor din cadrul sănătății publice, medicilor de familie, cât și a și inginerilor în planificare și construcția edificiilor.

O componentă importantă în acest sens constituie elaborarea unei hărți de radon naționale, cu menționarea zonelor de risc pe baza măsurărilor efectuate și caracteristicilor geologice ale

zonelor [207]. Stimularea parteneriatelor între instituțiile statului de sănătate publică, industria construcțiilor, autoritățile locale și mediul academic în vederea coordonării eforturilor pentru prevenirea expunerii la radon și apariției efectelor negative oferă cadru prielnic de implementare a planului și garantează o abordare integrată, coerentă și durabilă.

Elaborarea planului de acțiune la radon ca un mecanism complex de protecție a sănătății constituie o competență formală, ce reflectă angajamentul instituțional și expertiza profesională, consolidată prin eforturile concentrate ale unei echipe multidisciplinare. Abordarea integrată menționată este esențială pentru dezvoltarea unui cadru sistematic de intervenție, prin efortul comun al specialiștilor în sănătate publică, ingineriei construcțiilor, mediului, educației și comunicării ce contribuie sinergic la proiectarea și implementarea unor inițiative eficiente de prevenire, reducere și remediere a expunerii populației la radon. Coordonarea intersectorială contribuie la aplicarea unor obiective viabile raportate la contextul actual și regional pentru consolidarea structurilor de protecție și asigurare a sănătății populației și stabilizarea rezilienței comunităților vizavi de riscurile radiologice naturale.

LISTA PUBLICAȚIILOR ȘI PARTICIPĂRILOR LA FORUMURI ȘTIINȚIFICE

a dnei Aurelia Ababii
realizate la teza de doctor în științe medicale,
cu tema: *Evaluarea riscului pentru sănătate asociat expunerii la radon*
Programul de doctorat 331.02. Igienă,
Conducător de doctorat Liuba Corețchi, dr.hab.șt.biol., conf.cercet.

Monografii

1. Corețchi L., Bahnărel I., Gîncu M., Cojocari A., **Ababii A.**, Capațina A., German O., Hoffmann M. *Semnificația radonului din aerul din locuințele urbane și rurale ale Republicii Moldova (Implementarea Proiectului MOL9007)*. Chișinău: Sirius; 2022. 324 p. ISBN: 978-9975-57-318-. Disponibil la: http://catalog.bnrm.md/opac/bibliographic_view/1156001;jsessionid=1002CE628D789540F278421AA8F6329C
2. Corețchi, L., **Ababii, A.**, Apostol, I., Bahnarel, I., Bogdan, M., Șargu, V., Capațina, A., Rădulescu, I., Calin, R., Linca, B., Borsos, A. *Expunerea populației la radonul din aerul din interiorul clădirilor (locuințe, locuri de muncă), sol și apă*. 2024, Chișinău: [S.n.], 2024 (Tipografie nr.1), 164 p. ISBN 978-9975-57-371-9. Disponibil la: https://library.usmf.md/sites/default/files/inline-files/11_27.pdf

Articole în reviste științifice peste hotare:

Articole în reviste WoS, SCOPUS și alte baze de date internaționale recunoscute de ANACEC

3. Corețchi L., Ene A., **Ababii A.** Control of the health risk of radon exposure in the conditions of the Republic of Moldova. *Atmosphere*. 2021;12(10):1302. ISSN 2073-4433. (IF Clarivate 2021 = 3.111). <https://doi.org/10.3390/atmos12101302>.
4. Corețchi L., Ene A., Vîrlan S., Gîncu M., **Ababii A.**, Capațina A., Overcenco A., Șargu V. Children's Exposure to Radon in Schools and Kindergartens in the Republic of Moldova. *Atmosphere*. 2023;14(1):11. <https://doi.org/10.3390/atmos14010011> (IF Clarivate 2022 = 2.9). Accessible at: <https://www.mdpi.com/2073-4433/14/1/11>
5. **Ababii A.** Contemporary technologies in research to control and reduce the health risk of radon exposure. *Annals of the "Dunărea de Jos" University of Galați. Fascicle II, Mathematics, Physics, Theoretical Mechanics*. 2021; 44(2):93-97. Accessible at: <https://doi.org/10.35219/ann-ugal-math-phys-mec.2021.2.02> (EBSCO)
6. **Ababii A.** Riscul pentru sănătate al expunerii la radon. *One Health & Risk Management*. 2021;2(4):35–44. Disponibil la: <https://doi.org/10.38045/ohrm.2021.4.03>

7. **Ababii A.** The study on the residential radon concentration in the rooms in the areas of the Republic of Moldova. *Annals of the Dunărea de Jos University of Galați*. 2023;46(1):18–23. Accessible at: <https://doi.org/10.35219/ann-ugal-math-phys-mec.2023.1.04> (EBSCO)
8. Corețchi L., Overcenco A., **Ababii A.**, Capațina A., Bîlbă V., Șalaru I. Contribution to the study of "smoking and radon" interaction in the lung cancer development in the Republic of Moldova. *One Health & Risk Management Journal*. 2024;5(1):9–19. Accessible at: <https://doi.org/10.38045/ohrm.2024.1.02>

Articole în reviste științifice naționale acreditate:

Articole în reviste de categoria B

9. Corețchi L., Overcenco A., **Ababii A.**, Bîlbă V. Cercetări cu privire la dezvoltarea unei metodologii de studiere a interacțiunii radon $\times$ fumat ca factor trigger în declanșarea cancerului bronhopulmonar. *Arta Medica*. 2021;79(2):13-19. doi:10.5281/zenodo.5636950 Disponibil la: <https://artamedica.md/index.php/artamedica/article/view/158>
10. **Ababii A.**, Corețchi L. Evaluarea nivelului expunerii populației Republicii Moldova la radonul rezidențial. *Arta Medica*. 2024;93(4):49-54. doi:10.5281/zenodo.14549580. pISSN 1810-1852, eISSN 1810-1879. Disponibil la: <https://artamedica.md/index.php/artamedica/article/view/368>

Articole în lucrările conferințelor științifice internaționale desfășurate peste hotare

11. Corețchi L., Șargu V., **Ababii A.**, Filonov A., Gîncu M., Vîrlan S., Antonov Z. Impactul tehnogen asupra stării radio ecologice a mediului ambiental în Republica Moldova. În: *Conferința Națională a Societății Române de Radioprotecție – „Impactul activităților antropice asupra radioactivității mediului înconjurător”*; 2022 Oct 7; București, România. p. 144–151. ISBN 978-973-1985-85-5. Disponibil la: <http://www.srrp.ro>
12. Corețchi L., Overcenco A., **Ababii A.** Elaboration of methodical recommendations for risk communication of radon exposure in the Republic of Moldova. In: *Proceedings of the National Conference of the Romanian Society for Radiological Protection (SRRp): “The Use of Radiation for the Sustainable Development of Romanian Society”*; October 17, 2024; Bucharest, Romania. Bucharest: ETNA Publishing House, 2024. p. 222–226. ISSN 3061-6166. ISSN-L 3061-6166. Accessible at: <https://srrp.ro/wp-content/uploads/2024/12/Conferinta-Nationala-SRRp-2024-cu-ISSN.pdf>
13. Corețchi L., **Ababii A.**, Capațina A., Bogdan M., Rădulescu I. Determinarea concentrațiilor de radon în încăperi (locuințe și locuri de muncă). În: *Materialele Conferinței Naționale a Societății Române de Radioprotecție (SRRp) „Utilizarea radiațiilor în beneficiul dezvoltării durabile a societății românești”*; 17 octombrie, 2024; București, România. București:

Editura ETNA; 2024. p. 227–236. ISSN 3061-6166. ISSN-L 3061-6166. Disponibil la: <https://srrp.ro/wp-content/uploads/2024/12/Conferinta-Nationala-SRRp-2024-cu-ISSN.pdf>

14. Corețchi L., Overcenco A., Bogdan M., **Ababii A.** Study of the cancer morbidity structure in the population of the Republic of Moldova and risk groups exposed to ionizing radiation. In: *Proceedings of the National Conference of the Romanian Society for Radiological Protection (SRRp) “The Use of Radiation for the Sustainable Development of Romanian Society”*; October 17, 2024; Bucharest, Romania. Bucharest: ETNA Publishing House. 2024. p. 237–245. ISSN 3061-6166. ISSN-L 3061-6166. Accessible at: <https://srrp.ro/wp-content/uploads/2024/12/Conferinta-Nationala-SRRp-2024-cu-ISSN.pdf>

15. **Ababii A.**, Corețchi L., Ene A., Răileanu V., Rădulescu I., Căpățîna A., Romanciuc P., Șargu V. Evaluarea nivelului de expunere a populației la radiații ionizante emise de radonul rezidențial în Republica Moldova. În: *Materialele Conferinței Naționale a Societății Române de Radioprotecție (SRRp) „Utilizarea radiațiilor în beneficiul dezvoltării durabile a societății Românești”*; 17 octombrie, 2024; București, România. București: Editura ETNA; 2024. p. 69–73. ISSN 3061-6166. ISSN-L 3061-6166.66. Disponibil la: <https://srrp.ro/wp-content/uploads/2024/12/Conferinta-Nationala-SRRp-2024-cu-ISSN.pdf>

16. Corețchi L., Overcenco A., Capățîna A., **Ababii A.**, Bogdan M., Romanciuc P., Chișlari V., Brumă S. Cunoașterea și percepția riscurilor asociate radiațiilor ionizante, cauzate de radon în rândul populației adulte din Republica Moldova. În: *Culegere de articole Conferinței științifice națională cu participare internațională „Integrare prin Cercetare și Inovare”, dedicată Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare*. Chișinău, Republica Moldova, 6-7 noiembrie, 2025. p. 221-227. ISBN 978-9975-62-687-3. Disponibil la: <https://msuir.usm.md/server/api/core/bitstreams/2f96f0e9-8bf7-4473-9dce-98ec4753464e/content>

Rezumate/abstracte/teze în lucrările conferințelor științifice internaționale

17. Corețchi L., **Ababii A.** Quantification of health risk associated with Radon exposure. Project for PHD students within the state program “Quantification of health risk, associated with exposure to ionized radiation, in the context of Euratom Directive No. 2013/59/”, Code 20.80009.8007.20. National Agency For Public Health. Nr. 20.80009.8007.20. In: *International Exhibition of Inventions INVENTICA 2021*, Iasi, June 23rd – 25th, 2021. p. 276. ISSN: 1844-7880. Accessible at: <https://ini.tuiasi.ro/exhibition/wp-content/uploads/sites/5/2021/06/Volum%20INVENTICA%202021.pdf>

18. Corețchi L., **Ababii A.** Quantification of health risk associated with radon exposure (Project). In: *16th International Specialized Exhibition of Intellectual Property, Creativity and Innovation. INFOINVENT 2021*. November 20-23, 2021. p. 267, Chisinau. Accessible at:

<https://infoinvent.md/assets/files/catalog/catalog-2021.pdf>

19. Corețchi L., Overcenco A., **Ababii A.** On the development of a methodology for studying the synergic effect of radon and smoking on the occurrence of lung cancer. In: International Conference “*The One Health Approach in a Changing World*”; November 4–5, 2021; Chisinau, Republic of Moldova. p.37. Accessible at: <https://journal.ohrm.bba.md/index.php/journal-ohrm-bba-md/article/view/201>
20. Corețchi L., Gîncu M., **Ababii A.**, Cojocari A., Overcenco A., German O., Hoffmann M. Radon survey and exposure assessment in the Republic of Moldova. In: *BOOK OF ABSTRACTS of The 6th European Congress on Radiation Protection (IRPA 2022)*, May 30 – June 3, 2022; Budapest, Hungary. p. 211, ISBN 978-963-454-816-4. Accessible at: <https://static.akcongress.com/downloads/irpa/irpa2022-boa.pdf>
21. Corețchi L., Overcenco A., **Ababii A.**, Filonov A., Capațina A., Gîncu M., Șalaru I., Bîlbă V. Identification of target groups for risk communication on radon exposure as part of the development of a radon risk communication guide in the Republic of Moldova. In: *10th Jubilee International Conference on Radiation in Various Fields of Research*; July 25-29, 2022; Herceg Novi, Montenegro. p. 19. Accessible at: <https://doi.org/10.21175/rad.sum.abstr.book.2022.10.2>
22. Corețchi L., Overcenco A., Bîlbă V., **Ababii A.** Questionnaire for studying the influence of radon × smoking interaction as a trigger factor of bronchopulmonary cancer in the conditions of the Republic of Moldova. In: *Proceedings of the 14th Edition of EUROINVENT 2022 – European Exhibition of Creativity and Innovation*; May 26–28, 2022; Iasi, Romania. p. 201-202. ISSN 2601-4564; eISSN 2601-4572. Accessible at: https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2022.pdf
23. Corețchi L., Overcenco A., Bîlbă V., **Ababii A.** Questionnaire for studying the influence of radon × smoking interaction as a trigger factor of bronchopulmonary cancer in the conditions of the Republic of Moldova. In: *Proceedings of the 26th Edition of INVENTICA 2022 – Exhibition of Inventions*; June 22–24, 2022 ; Iasi, Romania. Iasi: Gheorghe Asachi Technical University. p. 266. ISSN 1844-7880.
24. **Ababii A.**, Corețchi L. Quantification of health risk associated with radon exposure. In: *Proceedings of the 15th Edition of EUROINVENT 2023 – European Exhibition of Creativity and Innovation*; May 11–13, 2023; Iasi, Romania. Vol. 15. p. 185–186. ISSN 2601-4564; eISSN 2601-4572. Accessible at: https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2023.pdf
25. Corețchi L., Capațina A., **Ababii A.**, Gîncu M. Immune status assessment process. In: *Proceedings of the 15th Edition of EUROINVENT 2023 – European Exhibition of Creativity and Innovation*; May 11–13, 2023 ; Iasi, Romania. Vol. 15. p. 186. ISSN 2601-4564; eISSN 2601-4572. Accessible at: https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2023.pdf

26. Corețchi L., Overcenco A., Șargu V., Gîncu M., **Ababii A.**, Șalaru I., Bahnarel I. Risk communication of the radon exposure. In: *Proceedings of the 15th Edition of EUROINVENT 2023 – European Exhibition of Creativity and Innovation*; May 11–13, 2023 ; Iasi, Romania. Vol. 15. p. 187. ISSN 2601-4564; eISSN 2601-4572. Accessible at: https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2023.pdf
27. **Ababii A.**, Corețchi L., Ene A. Quantification of health risk associated with radon exposure. In: *Book of abstracts of 12th Edition of SCDS-UDJG, Perspectives and challenges in doctoral research*. Sections 8-10; June 6–7, 2024; Galati, Romania. p. 37. Accessible at: https://cssd-udjg.ugal.ro/media/attachments/2024/05/31/book-of-abstract-2024-final_sdimi.pdf
28. Corețchi, L., Overcenco, A., **Ababii A.** Proportional extrapolation of the data on the smokers number in the study of the radon $\times$ smoking interaction as a trigger factor in the onset of bronchopulmonary cancer in the Republic of Moldova. In: *Proceedings of the 16th Edition of EUROINVENT 2024 – European Exhibition of Creativity and Innovation*; June 5–8, 2024; Iasi, Romania. p. 169. ISSN 2601-4564; eISSN 2601-4572. Accessible at: https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2024.pdf
29. **Ababii A.**, Corețchi L. Quantification of health risk associated with radon exposure. In: *Proceedings of the 16th Edition of EUROINVENT 2024 – European Exhibition of Creativity and Innovation*; June 5–8, 2024; Iasi, Romania. p. 170. ISSN 2601-4564; eISSN 2601-4572. Disponibil la: https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2024.pdf
30. **Ababii A.** Influența radonului asupra stării generale de sănătate a populației Republicii Moldova. În: *Patrimoniul cultural de ieri – implicații în dezvoltarea societății durabile de mâine*. Ediția 8; Februarie 8–9, 2024; Chișinău, Republica Moldova. Iași–Chișinău–Lviv; 2024. p. 76. ISSN 2558-894X. Disponibil la: https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/203472
31. Corețchi L., Capățina A., Șargu V., Overcenco A., **Ababii A.**, Bogdan M., Gîncu M. Regional approaches to studying the exposure to natural ionizing radiation as a risk factor for health in the Republic of Moldova. In: *Proceedings of the scientific and practical conference with international participation “Current issues of public health and environmental safety of Ukraine” (XX Marzeev readings)*. October 24–25, 2024; Kiev, Ukraine. p. 13-15. ISBN 978-617-7431-30-4. Accessible at: <https://health.gov.ua/wp-content/uploads/2024/10/Proceedings-of-the-XX-Marzieiev-readings-2024.pdf>
32. Corețchi L., **Ababii A.**, Apostol I., Bahnarel I., Bogdan M., Șargu V., Capățina A., Rădulescu I., Calin R., Linca B., Borsos A. Determination of radon concentrations in the air inside buildings (homes, workplaces), soil and water. In: *Catalogue 6th International Exhibition INVENTCOR-2025*; April 3–5, 2025; Deva, Romania. p. 54. Accessible at: <https://www.corneliugroup.ro/Catalogue%20INVENTCOR%202025.pdf>

33. Corețchi L, Overcenco A., **Ababii A.** Proportional extrapolation of the data on the smokers' number in the study of the radon $\times$ smoking interaction as a trigger factor in the onset of bronchopulmonary cancer in the Republic of Moldova. In: Catalogue *6th International Exhibition INVENTCOR-2025*; April 3–5, 2025; Deva, Romania. p. 216–217. Accessible at: <https://www.corneliugroup.ro/Catalogue%20INVENTOR%202025.pdf>
34. Corețchi L., **Ababii A.**, Apostol I., Romanciuc P., Bahnarel I., Bogdan M., Șargu V., Capațina A., Rădulescu I., Calin R., Linca B., Borsos A. Expunerea populației la radonul din aerul din interiorul clădirilor (locuințe, locuri de muncă), sol și apă. În: *Materialele celei de-a 17-a ediții a EUROINVENT 2025 – Expoziția Europeană de Creativitate și Inovare*. Ediție Hibrid; 8–10 mai, 2025; Iași, România. p. 591. ISSN 2601-4564; eISSN 2601-4572. Disponibil la: https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2025.pdf
35. **Ababii A.**, Corețchi L., Rădulescu I., Ene A., Stegărescu V., Băhnărel I., Bogdan M. Quantification of health risk associated with radon exposure. In: *Proceedings of The 17th Edition of Euroinvent European Exhibition of Creativity and Innovation, International Conference on Innovative Research*, May 8-9, 2025; Iasi, Romania, ISSN Print 2601-4564, ISSN Online 2601-4572, MD.70. p. 178. Accessible at: https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2025.pdf
36. Rădulescu I., Linca B. M., Borsos A. P., Miosa (Stoica) R., Apostol A., Ganea L., Andrei R. F., Stochici R., Corețchi L., **Ababii A.**, Bogdan M. Radionuclide metrology for research activities laboratories and their capacity to produce reliable data for soil radioactivity and radon. In: *Book of Abstracts The 24th International Conference on Radionuclide Metrology and its applications - ICRM-2025*. May 19-23, 2025; Paris, France. p.35. Accessible at: <https://icrm2025.org/book-of-abstracts>
37. Corețchi L., **Ababii A.**, Bogdan M., Capațina A., Rădulescu I., Linca B. M., Borsos A. P., Moisa (Stoica) R. Contributions to the study of alpha Radon nanoparticles in the soils of the Republic of Moldova. In: *Book of Abstracts The 24th International Conference on Radionuclide Metrology and its applications - ICRM-2025*. May 19-23, 2025; Paris, France. p. 64. Accessible at: <https://icrm2025.org/book-of-abstracts>
38. **Ababii A.**, Corețchi L., Rădulescu I., Bogdan M. Evaluation of the health risk associated with radon exposure on the territory of the Republic of Moldova. In: *Book of Abstracts International Conference on Radiation Applications (RAP 2025)*, May 26-30, 2025. p. 87. ISBN 978-86-81652-07-7 | Hellenic Centre of Marine Research (HCMR) | Gournes-Heraklion, Crete, Greece. Accessible at: www.rap-conference.org/25/
39. Bogdan M., Corețchi L., Rădulescu I., **Ababii A.**, Țurcanu Gh. Management of health risks associated with occupational exposure to ionizing radiation and radon in the medical field.

In: Book of Abstracts *International Conference on Radiation Applications (RAP 2025)*, May 26-30, 2025. p. 10. ISBN 978-86-81652-07-7 | Hellenic Centre of Marine Research (HCMR) | Gournes-Heraklion, Crete, Greece. Accessible at: www.rap-conference.org/25/

40. Corețchi L., Capățina A., Țurcanu Gh., Bogdan M., Șargu V., **Ababii A.**, Rădulescu I., Linca B. “Monitoring of indoor radon concentrations and implementing actions to prevent population exposure”. In: Book of Abstracts *International Conference on Radiation Applications (RAP 2025)*, May 26-30, 2025. p. 106. ISBN 978-86-81652-07-7 | Hellenic Centre of Marine Research (HCMR) | Gournes-Heraklion, Crete, Greece. Accessible at: www.rap-conference.org/25/.

41. Corețchi L., Capățina A., Radulescu I., Linca B., Gheorghe T., Bogdan M., **Ababii A.** Contribuții la cercetările spectrometriei gama în situ ale radionuclizilor naturali din solurile Republicii Moldova. În: *Conferința Națională a Societății Române de Radioprotecție (SRRp) cu tema „35 de ani de activitate în dezvoltarea domeniului protecției radiologice în România”*. București, România, 16 octombrie 2025. p. 166-180. ISSN 3061–6166 ISSN-L 3061-6166.

42. Corețchi L., Overcenco A., **Ababii A.** Proportional extrapolation of the data on the smokers number in the study of the radon x smoking interaction as a trigger factor in the onset of bronchopulmonary cancer in the Republic of Moldova. In: Catalogue of the *International Exhibition of Scientific Research, Innovation and Invention PRO INVENT-2025, 22nd Edition*. Technical University of Cluj-Napoca. Cluj-Napoca, Romania, October 15-17, 2025. p. 19. U.T. PRESS Publishing House., ISSN 3008-458X ISSN-L 3008-458X. Accessible at: <https://proinvent.utcluj.ro/assets/docs/catalogs/2025.pdf>

43. Corețchi L., Overcenco A., **Ababii A.** Proportional extrapolation of the data on the smokers number in the study of the radon x smoking interaction as a trigger factor in the onset of bronchopulmonary cancer in the Republic of Moldova. In: Catalogue of the *19th International Specialized Exhibition INFOINVENT-2025*. December 3–5, 2025; Chisinau, Republic of Moldova. p. 162. Accessible at: <https://infoinvent.md/assets/files/catalog/catalog-2025.pdf>

44. **Ababii A.**, Corețchi L. Assessment of health risk associated with radon exposure / Evaluarea riscului pentru sănătate asociat expunerii la radon. In: Catalogue of the *19th International Specialized Exhibition INFOINVENT-2025*. December 3–5, 2025; Chisinau, Republic of Moldova. p. 163. Accessible at: <https://infoinvent.md/assets/files/catalog/catalog-2025.pdf>

45. Corețchi L., Overcenco A., Capățina A., Bogdan M., **Ababii A.**, Gîncu M., Romanciuc P., Apostol I., Șargu V. Radon risk communication issues in the Republic of Moldova: awareness of radon and associated risks. In: Proceedings of the Scientific-Practical Conference with

International Participation “*Current Issues of Public Health and Environmental Safety of Ukraine*” (21st Marzieiev Readings, Issue 25); October 23–24, 2025; Kyiv, Ukraine. p. 154–156. ISBN 978-617-7431-29-8. Accessible at: https://health.gov.ua/en/wp-content/uploads/sites/2/2025/10/XXI_Marzieiev-readings_2025_Proceedings.pdf

46. Rădulescu I., Stochici R., Linca B., Gheorghe T., Corețchi L., **Ababii A.**, Bogdan M., Mirea D., Capra L. Radon as natural tracer for other contaminants. In: Book of abstracts *Geoscience frontiers*, 2025, ISBN 978-606-37-2854-9 DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17813008>. Accessible at: <https://editura.ubbcluj.ro/index.php/puc/catalog/book/4006>

47. Corețchi L., **Ababii A.**, Apostol I., Romanciuc P., Bahnarel I., Bogdan M., Șargu V., Capățina A., Rădulescu I., Calin R., Linca B., Borsos A. Population exposure to indoor radon in buildings (houses, workplaces), soil and water. In: Catalogue of *the 19th International Specialized Exhibition INFOINVENT-2025*. December 3–5, 2025; Chisinau, Republic of Moldova. p. 219. Accessible at: <https://infoinvent.md/assets/files/catalog/catalog-2025.pdf>.

Rezumate/abstracte/teze în lucrările conferințelor științifice naționale

48. **Ababii A.** Cuantificarea riscului pentru sănătate asociat expunerii la radon în municipiul Chișinău. În: *Conferința științifică anuală „Cercetarea în biomedicină și sănătate: calitate, excelență și performanță”* USMF; 19–21 octombrie, 2022; Chișinău, Republica Moldova. p.98. Disponibil la: <https://repository.usmf.md/handle/20.500.12710/24547>

49. Overcenco A., Corețchi L., **Ababii A.** Elaborarea recomandărilor metodice de comunicare a riscului expunerii la radon în Republica Moldova. În: *Conferința științifică anuală „Cercetarea în biomedicină și sănătate: calitate, excelență și performanță”*, USMF; 19–21 octombrie, 2022; Chișinău, Republica Moldova. p. 115. Disponibil la: <https://repository.usmf.md/xmlui/handle/20.500.12710/24564>

Rezumate/abstracte/teze în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

50. Corețchi L., **Ababii A.**, Răileanu V., Romanciuc P., Capățina A. Contributions to the research of radon exposure under the conditions of the Republic of Moldova in relation to the implementation of EC Directive 2013/59. In: *Conference Natural Sciences in the „Dialogue of Generations”*; September 12–13, 2024; Chisinau, Republic of Moldova. p. 38. ISBN 978-9975-62-756-6. Accessible at: https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/215162

Brevete de invenții, certificate de înregistrare

51. Corețchi L., Overcenco A., Bîlbă V., **Ababii A.** Chestionar pentru studierea influenței interacțiunii radon x fumat, că factor trigger al cancerului bronhopulmonar în condițiile Republicii Moldova. Certificat de înregistrare a obiectelor dreptului de autor și drepturilor

conexe. Seria O nr.7074 din 18.10.2021 (Operă științifică).

52. Corețchi L., Bahnarel I., Gîncu M., Cojocari A., **Ababii A.**, Capațina A., Gherman O., Hoffmann M. Semnificația radonului din aerul locuințelor urbane și rurale ale Republicii Moldova. Implementarea Proiectului MOL9007. Certificat de înregistrare a obiectelor dreptului de autor și drepturilor conexe. Seria: O nr de înregistrare: 7290 din 27.06.2022.

53. Corețchi L., Overcenco A., Șargu V., Gîncu M., **Ababii A.**, Șalaru I., Bahnarel I. Comunicarea riscului expunerii la radon. Adeverință privind înscrierea obiectelor dreptului de autor și ale drepturilor conexe Seria OȘ Nr. 7498 din 13.02.2023.

54. Corețchi L., Overcenco A., **Ababii A.**, Șalaru I., Bahnarel I. Controlul și diminuarea riscului expunerii la radon în locuințe și la locul de muncă (material informațional). Adeverință privind înscrierea obiectelor dreptului de autor și ale drepturilor conexe Seria OȘ Nr. 7497 din 13.02.2023

55. Corețchi L., Overcenco A., Șargu V., Gîncu M., **Ababii A.**, Șalaru I., Bahnarel, I. Soluție de comunicare a riscului expunerii la radon. Certificat de inovator nr. 6104 din 29 iunie 2023.

56. Corețchi L., Overcenco A., **Ababii A.** Soluție de extrapolare proporțională a datelor privind numărul de fumători din Republica Moldova în studiul interacțiunii radon x fumat ca factor trigger în declanșarea cancerului bronhopulmonar. Certificat de inovator nr. 6261 din 03 iunie 2024

57. Corețchi L., Overcenco A., **Ababii A.** Extrapolare proporțională a datelor privind numărul de fumători din Republica Moldova în studiul interacțiunii radon x fumat ca factor trigger în declanșarea cancerului bronhopulmonar. Adeverință privind înscrierea obiectelor dreptului de autor și ale drepturilor conexe Seria OȘ Nr. 7836 din 20.03.2024.

58. Corețchi L., **Ababii A.**, Apostol I., Romanciuc P., Bahnarel I., Bogdan M., Șargu V., Capațina A. Expunerea populației la radonul din aerul din interiorul clădirilor (locuințe, locuri de muncă), sol și apă. Adeverință privind înscrierea obiectelor dreptului de autor și ale drepturilor conexe Seria OȘ Nr. 8226 din 16.01.2025.

Participări active la forumuri științifice

Participări cu comunicări la forumuri științifice: internationale

59. **Ababii A.**, Corețchi L, Ene A. Quantification of health risk associated with radon exposure. In: *12th Edition of SCDS-UDJG, Perspectives and Challenges in Doctoral Research*; June 6–7, 2024; Galati, Romania.

60. **Ababii A.**, Corețchi L., Ene A., Răileanu V., Rădulescu I., Capațina A., Romanciuc P., Șargu V. Evaluarea nivelului de expunere a populației la radiații ionizante emise de radonul rezidențial în Republica Moldova. În: *Conferința Națională a Societății Române de*

Radioprotecție (SRRp) cu tema „Utilizarea radiațiilor în beneficiul dezvoltării durabile a societății Românești”. București, România, 17 octombrie 2024.

naționale

61. **Ababii A.** Cuantificarea riscului pentru sănătatea asociat expunerii la radon în municipiului Chișinău. În: *Conferința științifică anuală a USMF cu genericul „Cercetarea în biomedicină și sănătate: calitate, excelență și performanță”*, Chișinău, Republica Moldova, 19-21 octombrie 2022.

62. **Ababii A.** Health Risk Assessment of Radon Exposure in the Republic of Moldova; În: *Conferința Națională cu participare internațională dedicată Congresului Național de Oncologie 2025. Ediția a VI-a*. Chișinău, Republica Moldova, 9–10 octombrie 2025.

Participări cu postere la forumuri științifice :

internaționale

63. **Ababii A.,** Corețchi L. Quantification of health risk associated with radon exposure. In: *The 15th Edition of EUROINVENT 2023 – EUROPEAN EXHIBITION OF CREATIVITY AND INNOVATION under the patronage of Romanian Ministry of Research, Innovation and Digitization*. Iasi, Romania, May 11-13, 2023.

64. **Ababii A.,** Corețchi L. Quantification of health risk associated with radon exposure. In: *The 16th Edition of EUROINVENT 2024 – EUROPEAN EXHIBITION OF CREATIVITY AND INNOVATION. Hybrid Edition*. Iasi, Romania, June 05-08, 2024. ISSN: 2601-4564/2601-4572.

65. **Ababii A.,** Corețchi L., Rădulescu I., Ene A., Stegărescu V., Bahnarel I. Quantification of health risk associated with radon exposure. In: *The 17th Edition of EUROINVENT 2025 – EUROPEAN EXHIBITION OF CREATIVITY AND INNOVATION. Hybrid Edition*. Iasi, Romania, May 08-10, 2025. ISSN: 2601-4564/2601-4572.

66. **Ababii A.,** Corețchi L., Rădulescu I., Ene A., Stegărescu V., Băhnărel I., Bogdan M. Quantification of health risk associated with radon exposure. In: *The 17th Edition of EUROINVENT European Exhibition of Creativity and Innovation, International Conference on Innovative Research*, May 8-9, 2025; Iasi, Romania.

67. **Ababii A.,** Corețchi L., Rădulescu I., Bogdan M. Evaluation of the health risk associated with radon exposure on the territory of the Republic of Moldova. In: *International Conference on Radiation Applications (RAP 2025)*, May 26-30, 2025. Hellenic Centre of Marine Research (HCMR) | Gournes-Heraklion, Crete, Greece | www.rap-conference.org/25/



Aurelia Ababii

Carte de identitate: B42175737 **Permis de muncă:** moldoveană **Cetățenie:** moldoveană

Data nașterii: 06/12/1993 **Locul nașterii:** Telenești, Moldova **Gen:** Feminin

Număr de telefon: (+373) 068338064 **E-mail:** AbabiiAureliaUSMF@yahoo.com

Whatsapp Messenger: whatsapp

Muncă: Strada Testemițanu 30, (Moldova)

EDUCAȚIE ȘI FORMARE PROFESIONALĂ

Medic

Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie N. Testemițanu [01/09/2012 – 31/05/2018]

Localitatea: Chișinău | Țara: Moldova | Site de internet: <https://www.usmf.md/ro> | Domeniul (domeniile) de studiu: Medicină | Nivelul CEC: Nivelul 7 CEC

Medic de laborator

Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie N. Testemițanu [01/10/2018 – 01/12/2023]

Localitatea: Chișinău | Țara: Moldova | Site de internet: <https://www.usmf.md/ro> | Domeniul (domeniile) de studiu: Rezidențiat | Nivelul CEC: Nivelul 7 CEC

Doctor în Științe Medicale în curs de obținere a titlului

Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie N. Testemițanu [01/10/2020 – 01/10/2025]

Localitatea: Chișinău | Țara: Moldova | Site de internet: <https://www.usmf.md/ro> | Domeniul (domeniile) de studiu: Doctorat | Nivelul CEC: Nivelul 8 CEC

COMPETENȚE LINGVISTICE

Limbă(i) maternă(e): română

Altă limbă (Alte limbi):

engleză

COMPREHENSIUNE ORALĂ B1 CITIT B1 SCRIS B1
PRODUCEREA DE MESAJE ORALE B1 CONVERSAȚIE B1

rusă

COMPREHENSIUNE ORALĂ B2 CITIT B2 SCRIS B1
PRODUCEREA DE MESAJE ORALE B1 CONVERSAȚIE B2

franceză

COMPREHENSIUNE ORALĂ B1 CITIT B1 SCRIS B1
PRODUCEREA DE MESAJE ORALE B1 CONVERSAȚIE B1

Niveluri: A1 și A2 Utilizator de bază B1 și B2 Utilizator independent C1 și C2 Utilizator experimentat

PROIECTE

[2020 – 2023]

Cuantificarea riscului pentru sănătate, asociat expunerii la radiații ionizante, în contextual Directivei EUROATOM Nr. 2013/59/. Agenția Națională pentru Sănătate Publică.

[2018 – 2025]

Development of the Radon national programe in the Republic of Moldova (Proiect de cooperare tehnică cu AIEA MOL9007). Agenția Națională pentru Sănătate Publică.

[01/05/2024 – 01/04/2026]

Comprehensive Cancer Infrastructures for the European Union Coordonarea implementării activităților proiectului CCI4EU la nivel local, în cadrul instituției partenere; Asigurarea legăturii între echipa națională și coordonatorii internaționali ai proiectului; Organizarea și monitorizarea colectării datelor și a indicatorilor privind controlul cancerului; Participarea la întâlniri tehnice, ateliere de lucru și sesiuni de raportare; Contribuție la diseminarea rezultatelor proiectului și promovarea bunelor practici în domeniul



sănătății publice și oncologiei;Elaborarea de rapoarte, fișe de progres și documente administrative legate de proiect;Colaborare interdisciplinară cu echipe medicale, universitare și instituții de sănătate publică.

Link: <https://cci4eu.eu/>

[01/06/2024 – 01/05/2026]

Proiectul bilateral ROMD „Cresterea capacității digitale de flux de date între Romania și R. Moldova privind monitorizarea radioactivității solurilor și a radonului” (DigNorm) „Increasing the digital data flow capacity between Romania and the Republic of Moldova regarding the monitoring of soil radioactivity and radon”, PN-IV-P8-8.3-

ROMD-2023-0241 Aplicarea metodologiilor moderne de eșantionare în teren pentru măsurători radiometrice și radon;Realizarea măsurătorilor spectrometriei gama în situ și în laborator pentru monitorizarea radionuclizilor naturali în sol;Analiza și interpretarea datelor experimentale complexe obținute în urma investigațiilor de mediu;Utilizarea platformelor digitale pentru introducerea, gestionarea și prelucrarea datelor de cercetare;Experiență în colaborarea internațională și interdisciplinară în proiecte de cercetare științifică;Redactarea și prezentarea lucrărilor științifice la conferințe naționale;Capacitate de coordonare a activităților de laborator și de teren în cadrul proiectelor multilaterale;Respectarea normelor de calitate și de securitate în cercetarea științifică aplicată.

[2024 – 2027]

Monitoringul expunerii la radiații ionizante a personalului expus profesional și publicului cu elaborarea măsurilor de radioprotecție, codul 13.01.02. Agenția Națională pentru Sănătate Publică.

PERMIS DE CONDUCERE

Permis de conducere: B

OPERE DE CREAȚIE

[01/10/2022]

Semnificația radonului din aerul din locuințele urbane și rurale ale Republicii Moldova (Implementarea Proiectului MOL9007) Monografie

Link: http://catalog.bnrm.md/opac/bibliographic_view/1156001.jsessionid=1002CE628D789540F278421AA8F6329C.

[2024 – În curs]

Expunerea populației la radonul din aerul din interiorul clădirilor (locuințe, locuri de muncă), sol și apă. Corețchi, L., Ababii, A., Apostol, I., Bahnarel, I., Bogdan, M., Șargu, V., Capățina, A., Rădulescu, I., Calin, R., Linca, B., Borsos, A. *Expunerea populației la radonul din aerul din interiorul clădirilor (locuințe, locuri de muncă), sol și apă*. 2024, Chișinău: [S.n.], 2024 (Tipografie nr.1), 164 p. ISBN 978-9975-57-371-9.

Link: https://library.usmf.md/sites/default/files/inline-files/11_27.pdf

PUBLICAȚII

[2021]

Riscul pentru sănătate al expunerii la radon. Introduceți aici descrierea...

ABABII, A. Riscul pentru sănătate al expunerii la radon. În: ONE HEALTH. 2021, vol. 2, ISSUE 4, p. 35-44. IF CiteFactor (2020/21)=0.01. IF ISI (2020/21)=0,636. DOI: 10.38045/ohrm.2021.4.03. ISSN: 2587-3458 (print), 2587-3466 (online).

[2021]

Contemporary technologies in research to control and reduce the health risk of radon exposure.

ABABII,A. Contemporary technologies in research to control and reduce the health risk of radon exposure. În ANNALS OF “DUNAREA DE JOS” UNIVERSITY OF GALATI MATHEMATICS, PHYSICS, THEORETICAL MECHANICS FASCICLE II, year XIII (XLIV) 2021

[2023]

The study on the residential radon concentration in the rooms in the areas of the Republic of Moldova



ABABII,A. The study on the residential radon concentration in the rooms in the areas of the Republic of Moldova. În Analele Universității "Dunărea de Jos" din Galați. Fascicula II, Matematică, fizică, mecanică teoretică

[2024]

Evaluarea nivelului expunerii populației Republicii Moldova la radonul rezidențial.

Autori: Ababii A., Corețchi L | Denumirea publicației/conferinței: Arta Medica. | Volum, număr, pagini: 93(4):49-54

Arta Medica. 2024;93(4):49-54. doi:10.5281/zenodo.14549580. pISSN 1810-1852, eISSN 1810-1879.

EXPERIENȚA PROFESIONALĂ

IMSP SMC V. Ignatenco – Chișinău, Moldova

Medic rezident medicină de laborator

[20/10/2018 – 10/12/2023]

IMSP Institutul Oncologic – Chișinău, Moldova

Medic de laborator

[10/01/2024 – În curs]

Agenția Națională pentru Sănătate Publică – Chișinău, Moldova

Cercetător Științific

[01/02/2022 – În curs]

CONFERINȚE ȘI SEMINARE

[04/11/2021 – 05/11/2021] Chișinău

Conferinței științifică internațională "The "One Health" approach in a changing world"

[07/10/2024 – 07/10/2024] București

Conferința Națională a Societății Romane de Radioprotecție (SRRp) cu tema „Impactul activitatilor antropice asupra radioactivității Mediului Înconjurător”, 07 octombrie, 2022, București, România

[08/05/2025 – 10/05/2025] Iași

The 17th Edition of EUROINVENT 2025 – EUROPEAN EXHIBITION OF CREATIVITY AND INNOVATION. Hybrid Edition Introduceți aici descrierea...

Link: https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2025.pdf

[26/05/2025 – 30/05/2025] Hellenic Centre of Marine Research (HCMR) | Gournes-Heraklion, Crete, Greece

International Conference on Radiation Applications (RAP 2025)

Link: www.rap-conference.org/25/

[11/05/2023 – 13/05/2023]

The 15th Edition of EUROINVENT 2023 – EUROPEAN EXHIBITION OF CREATIVITY AND INNOVATION Introduceți aici descrierea...

Link: https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2023.pdf

[09/10/2025 – 10/10/2025] Chișinău

Congresului Național de Oncologie 2025. Ediția a VI-a



DISTINCȚII ONORIFICE ȘI PREMII

[22/02/2023] Guvernul Republicii Moldova

Bursa de excelență a Guvernului pentru studenții-doctoranzi Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr.70 din 22 februarie 2023

Link: https://old.gov.md/sites/default/files/document/attachments/subiect-03-nu-30-mec-2023.pdf?utm_

DECLARAȚIE

de conformitate asupra originalității lucrării

Subsemnata, Aurelia Ababii, absolventă a doctoratului, specialitatea 331.02 Igienă, conducător de doctorat dna Corețchi Liuba, dr. hab., conf.cerc., prin prezenta declar pe propria răspundere că teza de doctor în științe medicale cu titlul „Evaluarea riscului pentru sănătate asociat expunerii la radon” a fost elaborată de mine ca rezultat al propriei cercetări și documentări și nu a mai fost prezentată niciodată la o altă instituție de învățământ superior din țară sau străinătate.

de asemenea, declar că toate sursele bibliografice utilizate, inclusiv cele de Internet, sunt indicate în lucrare cu respectarea regulilor de evitare a plagiatului/autoplagiului:

- reformularea în cuvinte proprii a textelor scrise de către alți autori indică sursa bibliografică din care s-a inspirat;
- rezumarea ideilor altor autori deține referința precisă a textului original;
- prezentările grafice care nu-mi aparțin au indicată sursa bibliografică exactă;
- în cazul în care, în calitate de (co)autor am prezentat deja o parte din această lucrare în cadrul unor manifestări științifice (congrese, conferințe, colocvii, mese rotunde) din țară și de peste hotare, am folosit autocitarea;
- calculele sunt efectuate de mine în totalitate, iar comentariul rezultatelor obținute este unul original.

Prin prezenta îmi asum în totalitate originalitatea lucrării elaborate.

Numele și prenumele: Aurelia Ababii

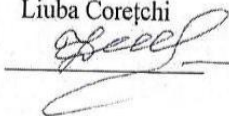
Semnătura



Conducător de doctorat:

Nume și prenume: Liuba Corețchi

Semnătura



Chișinău, 2026

ADNOTARE

Ababii Aurelia

“Evaluarea riscului pentru sănătate asociat expunerii la radon”

Teză de doctor în științe medicale, Chișinău, 2026

Actualitatea cercetării: Expunerea populației la radon reprezintă una dintre principalele surse naturale de radiații ionizante și un factor de risc demonstrat pentru dezvoltarea cancerului bronhopulmonar. În Republica Moldova, lipsa monitorizării sistematice a expunerii rezidențiale la radon, a cartografierii naționale și a unui Plan Național de Acțiuni privind controlul radonului justifică necesitatea evaluării riscurilor asociate și alinierii cadrului normativ național la cerințele Directivei 2013/59/Euratom.

Scopul cercetării: Evaluarea riscului pentru sănătate asociat expunerii la radon și elaborarea măsurilor de control, diminuare și prevenire a influenței factorului radiostresogen asupra sănătății populației.

Obiectivele cercetării: Determinarea concentrațiilor de radon în aerul locuințelor din mediul rural și urban; Evaluarea influenței factorilor abiotici și geologici asupra concentrațiilor de radon; Analiza relației dintre concentrația radonului și cancerul bronhopulmonar; Studierea sinergismului dintre expunerea la radon și consumul de tutun; Elaborarea măsurilor de control și prevenire a expunerii populației la radon.

Metodologia cercetării: Studiul a avut caracter multidisciplinar, retrospectiv, transversal și descriptiv-analitic, bazat pe integrarea datelor radiometrice, epidemiologice și clinice. Au fost utilizate măsurări pasive și active ale radonului în locuințe, studii observaționale și caz-control, analize statistice multivariate și modelare GIS pentru evaluarea distribuției radonului și estimarea riscului populațional.

Noutatea și originalitatea științifică: Pentru prima dată în Republica Moldova au fost obținute date complexe privind distribuția radonului în locuințe, apă și sol, cu estimarea dozelor efective de expunere și analiza relației dintre radon, factorii de mediu și indicatorii de sănătate, inclusiv cancerul pulmonar și interacțiunea cu fumatul.

Problema științifică soluționată: A fost fundamentată științific evaluarea expunerii populației la radon și impactul acesteia asupra sănătății, fiind identificate zonele cu risc crescut și argumentată necesitatea actualizării normelor naționale de protecție radiologică și implementării Planului Național de Acțiuni privind controlul radonului.

Semnificația teoretică: Rezultatele contribuie la aprofundarea cunoștințelor privind rolul radonului și al factorilor comportamentali în etiologia cancerului bronhopulmonar și oferă suport teoretic pentru evaluarea riscului populațional și supravegherea sanitară.

Valoarea aplicativă: Rezultatele oferă suport practic pentru elaborarea strategiilor de sănătate publică, monitorizarea expunerii la radon, comunicarea riscului și implementarea măsurilor integrate de reducere a expunerii la radiații ionizante naturale.

Implementarea rezultatelor științifice: Rezultatele cercetării au stat la baza elaborării recomandărilor pentru Planul național de control al radonului, dezvoltării hărții digitale naționale a radonului, ghidurilor de comunicare a riscului și implementării în practică prin 4 acte de implementare.

Prezentarea rezultatelor cercetării: În baza materialelor tezei au fost publicate 73 lucrări științifice, inclusiv articole în reviste indexate WoS și SCOPUS, reviste naționale și internaționale, monografii, ghid, rezumate și lucrări ale conferințelor științifice. Totodată, au fost obținute 4 certificate de inovator, 6 opere științifice cu drept de autor și 4 acte de implementare.

Volumul și structura tezei: Teza este redactată în limba română pe 113 pagini și include introducere, 6 capitole, inclusiv discuții, limitările cercetării, concluzii generale și recomandări, 209 referințe bibliografice și 6 anexe. Materialul ilustrativ include 20 tabele și 70 figuri.

Cuvinte-cheie: radon, expunere rezidențială, cancer bronhopulmonar, risc pentru sănătate, radiații ionizante, factori de mediu, tutun, prevenire.

ANNOTATION

Author: Ababii Aurelia

Title: “Health Risk Assessment Associated with Radon Exposure”

PhD Thesis in Medical Sciences, Chisinau, 2026

Relevance of the research: Population exposure to radon is one of the primary natural sources of ionizing radiation and a proven risk factor for the development of lung cancer. In the Republic of Moldova, the absence of systematic monitoring of residential radon, the lack of national radon mapping, and the pending status of a National Radon Action Plan justify the urgent need for assessing associated health risks.

Aim of the research: To assess health risks associated with radon exposure and to develop evidence-based measures for the control, mitigation, and prevention of radiostressogenic factors' influence on public health.

Research objectives: Determination of radon concentrations in the indoor air of rural and urban dwellings across the Republic of Moldova; Assessment of the influence of abiotic (climatic) and geological factors on indoor radon concentrations; Analysis of the correlation between residential radon levels and the incidence of bronchopulmonary cancer; Investigation of the synergistic effect between radon exposure and tobacco consumption; Development of strategies for the control, prevention, and remediation of population exposure to radon.

Research methodology: The study employed a multidisciplinary, retrospective, cross-sectional, and descriptive-analytical design. It integrated radiometric, epidemiological, and clinical data. Methods included passive and active radon measurements in dwellings, a case-control study, multivariate statistical analysis (using Statistica 7 and SPSS), and GIS modeling for national radon mapping.

Scientific novelty and originality: For the first time in the Republic of Moldova, comprehensive data were established regarding radon distribution in dwellings, water, and soil. The research quantifies annual effective exposure doses and provides an original analysis of the relationship between radon, environmental factors, and health indicators, specifically focusing on the synergistic interaction with smoking in lung cancer etiology.

Scientific problem solved: The study provides the scientific foundation for assessing population exposure to radon and its health effects. It identifies high-risk geographical areas and substantiates the mandatory requirement for updating national radiological protection standards and implementing the National Radon Action Plan.

Theoretical significance: The findings contribute to a deeper understanding of the mechanisms of environmental risk and the role of radon as a co-carcinogen alongside behavioral factors. It provides a theoretical framework for population risk assessment and the optimization of radiological health surveillance.

Practical value: The results offer practical support for public health strategies through the identification of vulnerable populations and high-risk zones. The data facilitate the orientation of monitoring, risk communication, and the implementation of integrated measures to reduce exposure to natural ionizing radiation in line with European safety standards.

Implementation of scientific results: The research served as the basis for the National Radon Control Plan, the creation of the national digital radon map, and risk communication guidelines. The results are supported by 4 implementation acts.

Publications and dissemination: The research findings are disseminated through 73 scientific works, including articles in WoS and SCOPUS-indexed journals, monographs, and conference proceedings. The intellectual property is protected by 4 innovator certificates and 6 copyrighted scientific works.

Thesis structure: The thesis is drafted in Romanian on 113 pages and includes 6 chapters, 209 bibliographic references, and 6 appendices. The illustrative material comprises 20 tables and 70 figures.

Keywords: radon, residential exposure, bronchopulmonary cancer, health risk, ionizing radiation, environmental factors, tobacco, prevention.