

CONCENTRATIONS OF INDOOR AND SOIL RADON IN LITHUANIA

K. Gasiūnas PhD (deceased) , A. Mastauskas & G. Morkūnas

To cite this article: K. Gasiūnas PhD (deceased) , A. Mastauskas & G. Morkūnas (1998) CONCENTRATIONS OF INDOOR AND SOIL RADON IN LITHUANIA, *Statyba*, 4:4, 316-321, DOI: [10.1080/13921525.1998.10531424](https://doi.org/10.1080/13921525.1998.10531424)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1998.10531424>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 78

RADONAS GRUNTO ORE IR PATALPOSE LIETUVOJE

K. Gasiūnas, A. Mastauskas, G. Morkūnas

1. Įvadas

Natūralios kilmės radionuklido radono efektinės dozės patalpose kai kuriais atvejais siekia net šimtus milisivertų. Todėl, norint sumažinti radono neigiamą poveikį žmogaus sveikatai, būtina nustatyti, kaip jis patenka į pastato vidų ir kaupiasi jame. Tuomet jau galima prognozuoti, kokie radono tūriniai aktyvumai bus statomuose pastatuose dar tik parenkant šių pastatų statybviertes.

2. Tyrimų tikslas

Radiacinės saugos centras, padedamas Švedijos radiacinės saugos instituto, nuo 1995 metų Lietuvoje atlieka plataus masto tyrimus, kurių metu atliekami radono tūrinių aktyvumų matavimai patalpose ir grunto ore. Gauti duomenys suteikia informacijos apie vidutinius radono tūrinius aktyvumus šalyje ir šalies regionuose, kuriuose šie aktyvumai turi tendenciją būti aukštesni už šalies vidurkį, bei apie galimus būdus numatyti radono tūrinius aktyvumus statomuose pastatuose, kad būtų galima sumažinti gyventojų apšvitos dozes.

3. Objektas

Radonas yra radioaktyvusis periodinės elementų sistemos VIII grupės cheminis elementas, inertinės dujos, kurių atominis skaičius yra 86. Gamtoje sutinkami trys radono izotopai: Rn-219, arba aktinonas, (pusėjimo trukmė 3,92 s), Rn-220, arba toronas, (54,5 s) ir Rn-222, arba radonas, (3,82 dienos). Iš visų radono izotopų patalpose būna tik Rn-222 didesni kiekiai. Kiti du radono izotopai dėl savo trumpaamžiškumo suskyla nepasiekę patalpų vidaus. Nustatyta [1], kad torono sąlygota kolektyvinė žmonijos dozė sudaro tik 2–10% radono sąlygotos dozės. Aktinono poveikis dar mažesnis. Todėl šiame straipsnyje visas dėmesys yra skiriamas Rn-222, toliau vadinamam radonu.

Radonas kvėpuojant patenka į plaučius. Jam skylant susidaro radioaktyviųjų radono dukterinių

produktų grandinė. Didžiausias apšvitos dozes lemia Po-218 (istoriškai susiklostęs pavadinimas – radis A, arba RaA), Pb-214 (RaB) ir Bi-214 (RaC). Šie radionuklidai turi trumpas pusėjimo trukmes (nuo kelių iki keliasdešimties minučių), todėl bendra visos jų grandinės pusėjimo trukmė yra apie pusė valandos. Dukteriniai radono skilimo produktai, paprastai būdami ant aerozolio dalelių, patenka į bronchus, nusėda ant jų epitelio ir skildami jį švitina. Turint galvoje, kad didelę jų jonizuojančiosios spinduliuotės dalį sudaro alfa dalelės, darosi aišku, kad apšvitos dozė, sąlygojama radono skilimo produktų, bus gana didelė. Nustatyta [1], kad pusę bendros metinės apšvitos efektinės dozės, kuri yra apie 2 mSv, žmogus gauna dėl radono ir jo skilimo produktų.

Radonas į pastatus patenka iš grunto po statiniu, statybinių medžiagų, vandentiekio vandens, atmosferos ir gamtinių dujų.

Radono šaltinis yra radis Ra-226, kurio yra visuose aplinkos objektuose. Todėl radonas emanuoja iš grunto, statybinių medžiagų, gruntinio vandens ir gamtinių dujų. 1 lentelėje pateikti duomenys apie radionuklidų Ra-226 ir Ra-228 savitąjį aktyvumą labiausiai paplitusiose uolienose [2].

Iš 1 lentelės duomenų matyti, kad savitasis radžio aktyvumas tos pačios rūšies uolienoje gali būti labai skirtingas, todėl, žinant tik grunto sudėtį, tiksliai numatyti radžio kiekių šiose uolienose neįmanoma. Tačiau net ir žinant radžio kiekį grunte, radono išsiskyrimo iš grunto intensyvumo numatyti pakankamai tiksliai negalima, nes tai priklauso dar ir nuo daugelio kitų faktorių. Pavyzdžiui, esant žemesniam negu atmosferos oro slėgiui uždaroje statinių patalpose, radono emanacija iš grunto ir jo patekimas į pastato vidų suintensyvėja ("kamino", angliškai "stack", efektas).

Radono tūrinius aktyvumus grunto ore sąlygoja radžio kiekiai grunte, radono emanacijos greitis ir grunto struktūra. Emanacijos esmę nusako tai, kad skylant nestabiliesiems branduoliams, išsiskiria palyginti dideli energijos kiekiai. Skylant radžiui, viena

1 lentelė. Savitasis Ra-226 ir Ra-228 aktyvumas kai kuriose uolienose [2]

Table 1. Concentrations of Ra-226 and Ra-228 in some rocks [2]

Uolienos tipas	Pavyzdys	Savitasis aktyvumas, Bq/kg			
		Ra-226		Ra-228	
		vidurkis	intervalas	vidurkis	intervalas
Rūgščios kilmės	Granitas	78	1-370	111	0,4-1030
Bazinės kilmės	Bazaltas	11	0,4-41	10	0,2-36
Nuosėdinės kilmės	Klintis	45	0,4-340	60	0,1-540
Suirusios, nuosėdinės kilmės	Molis, smiltainis	60	1-990	50	0,8-1470
Vulkaninės kilmės	Gneisas	50	1-1800	60	0,4-420
Metamorfines nuosėdos	Skalūnas	37	1-660	49	0,4-370

dalis išsiskiriančios energijos tenka alfa dalelėms, o kita – radono atomams. Šios energijos pakanka, kad atšokę radono atomai įveiktų kristalinio lauko potencialinį barjerą ir patektų į kietosios dalelės aplinką (pavyzdžiui, į grunto poras). Dalelės išorėje judantys radono atomai dar turi tam tikrą kinetinę energiją ir priklausomai nuo grunto makrostruktūros ir šios energijos gali implantuotis į greta esančią dalelę, patekti į gruntinį vandenį arba į atvirą grunto porą. Pastaruoju atveju tikimybė radono atomui patekti į grunto paviršių, o kartu ir į statinių vidų, yra didžiausia. Radono emanacijos koeficientas, nusakantis, kokia dalis radono atomų patenka į grunto orą, paprastai neviršija dešimties procentų.

Radžio tūriniai aktyvumai grunte, grunto laidumas, radono emanacijos laipsnis lemia radono riziką – tikimybę, kad ant tokio grunto pastatytame pastate radono tūriniai aktyvumai bus dideli. 2 lentelėje

2 lentelė. Grunto klasifikacija pagal radono riziką [3]

Table 2. Classification of soil by radon risk [3]

Rizikos laipsnis	Grunto tipas
Didelis	Uolienos ir dirvožemis, kuriuose yra dideli radžio kiekiai (urano turtingas granitas, molingasis skalūnas), dirvožemiai, turintys didelę radono emanacijos laipsnį (žvyras, molingasis molis)
Vidutinis	Gruntai, turintys vidutinius radžio kiekius – apie 25-50 Bq/kg (gneisas, skalūninis molis)
Mažas	Gruntai, turintys mažus radžio kiekius (klintis, dolomitas, bazinės vulkaninės kilmės uolienos), gruntai, pasižymintys mažu laidumu (molis, dumblas)

pateikta grunto klasifikacija pagal radono rizikos laipsnį [3], naudojama Švedijoje.

Maksimalūs radono tūriniai aktyvumai grunto ore gali būti apskaičiuoti taip:

$$C_{max} = Ae\delta[(1-p)/p], \quad (1)$$

čia C_{max} – maksimalus radono tūrinis aktyvumas izoliuotos grunto poros ore (Bq/m^3), A – radžio savitasis aktyvumas grunte (Bq/kg), e – radono emanacijos koeficientas, δ – matricos, kurioje yra radis, tankis (kg/m^3), p – šios matricos poringumas ($e \leq p$). Pavyzdžiui, jeigu radžio savitasis aktyvumas lygus 12 Bq/kg , radono tūrinis aktyvumas grunto ore bus apie 20 kBq/m^3 .

Jungtinėse Amerikos Valstijose radono rizikos laipsniui nusakyti naudojamosi Jokelio ir Tannerio [4] pasiūlytu indeksu Y , kuris įvertina radono tūrinius aktyvumus patalpose, palyginti su JAV nustatytu baziniu lygiu ($150 Bq/m^3$):

$$Y = 6,60 \cdot C_{max} (k \cdot n)^{1/2} EF1 \cdot EF2 \cdot EF3, \quad (2)$$

čia C_{max} – maksimalus galimas radono tūrinis aktyvumas patalpose tam tikroje vietoje (Bq/m^3), k – sausųjų dujų skvarbumo koeficientas (m^2), n – grunto poringumas, $EF1$, $EF2$ ir $EF3$ – aplinkos faktoriai ($EF1$ priklauso nuo drenažo sąlygų, $EF2$ – nuo gruntinio vandens būklės, $EF3$ – nuo nepalankių aplinkos sąlygų, pvz. vėjo, šalto klimato ir kt.).

Čekijoje radono programoje [5], įvertinant radono rizikos laipsnį, remiamasi dviem pagrindiniais parametrais: išmatuotu radono kiekiu grunto ore ir grunto laidumo koeficientu. Grunto laidumui įvertinti naudojama grunto granulimetrinė analizė. Radono rizikos klasifikacija, naudojama Čekijoje, pateikta 3 lentelėje.

3 lentelė. Radono rizikos klasifikacija [5]

Table 3. Classification of radon risk [5]

Radono rizikos laipsnis	Radono Rn-222 tūrinis aktyvumas grunto ore, kBq/m ³		
	Grunto laidumas		
	Mažas	Vidutinis	Didelis
Mažas	<30	<20	<10
Vidutinis	30-100	20-70	10-30
Didelis	>100	>70	>30

Vokietijoje naudojama radono rizikos klasifikacija taip pat remiasi vietoje nustatytais radono tūriniais aktyvumais grunto ore ir trimis laidumo koeficiento *k* klasėmis. Remiantis šiais parametrais, sudarytos penkios radono rizikos grupės (4 lentelė).

4 lentelė. Radono rizikos klasifikacija, taikoma Vokietijoje [5]

Table 4. Radon risk classification used in Germany [5]

Laidumo klasė	Laidumas, m ²	Radono tūrinis aktyvumas grunto ore, kBq/m ³				
		<10	10-30	30-100	100-500	>500
		rizikos grupė				
0	10 ⁻¹⁵ -10 ⁻¹⁴	1	1	2	3	6
1	10 ⁻¹⁴ -10 ⁻¹²	1	2	3	4	6
2	≤10 ⁻¹²	1	3	4	5	6

4. Tyrimų metodai ir rezultatai

Siekiant nustatyti, kokią įtaką radono tūriniais aktyvumams turi statybinės medžiagos, Radiacinės saugos centre nuolat atliekami statybinių medžiagų radionuklidinės sudėties tyrimai gama spektrometriniu metodu. Matavimams naudojamas Ge spektrometras (gamintojas – "Oxford"). Statybinių medžiagų bandiniai susmulkinami, išdžiovinami ir matuojamas juose esančių radionuklidų aktyvumas. Kai kurių tyrimų rezultatai pateikti 5 lentelėje.

Kaip matyti iš šios lentelės duomenų, radžio savitieji aktyvumai minėtose statybinėse medžiagose yra nedideli ir neviršija šalyje galiojančios higieninės normos HN 40-1994 didžiausių leistinų natūralios kilmės radionuklidų aktyvumų pirmos klasės statybinėse medžiagose (naudotinos visur be apribojimų). Taigi statybinės medžiagos nėra radono tūrinius aktyvumus patalpose lemiantis veiksnys.

5 lentelė. Natūralios kilmės radionuklidų savitieji aktyvumai kai kuriose Lietuvoje gaminamose ir naudojamose statybinėse medžiagose

Table 5. Concentrations of natural radionuclides in some building materials used or manufactured in Lithuania

Statybinė medžiaga, gamintojas	Savitasis aktyvumas, Bq/kg	
	Ra-226	Th-232
Cementas, Akmenė	51-58	17-23
Cementas, Kunda Nordic	22-46	19-33
Cementas, Krivoj Rogas	40-50	25-34
Plytos, Tauragė	38-52	51-77
Silikatinės plytos, Kupiškis	11-15	14-17
Silikatinės plytos, Vilnius	9-11	9-11
Sienų plokštės, Palemonas	16-31	17-38
Granito skalda, Ukraina	26-43	50-77

Kartu nepavyko nustatyti faktų, kad mūsų šalyje toks veiksnys būtų vandentiekio vanduo ar gamtinės dujos.

Radonas dėl nedidelės savo pusėjimo trukmės grunto paviršių difuzijos būdu pasiekia daugiausia iš kelių metrų gylio. Tačiau dėl grunto nevienalytiškumo (geotektoniniai lūžiai, karstiniai reiškiniai) jis gali pasiekti paviršių ir iš gilesnių žemės sluoksnių, kuriuose radžio savitieji aktyvumai yra kur kas didesni negu paviršiuje. Todėl radono tūrinių aktyvumų matavimai grunto ore ir statinių patalpose turi būti atliekami ne tik atsitiktinai parinktuose taškuose, bet ir ten, kur radonas dėl minėtų priežasčių gali lengviau patekti į grunto paviršių, kartu ir į pastatus.

Lietuvos regionuose, kuriuose dėl geologinių sąlygų galimi didesni radono tūriniai aktyvumai patalpose, buvo atlikti bandomieji natūralios kilmės radionuklidų, taip pat ir radono, aktyvumų matavimai. Tokie regionai, Lietuvos geologijos tarnybos duomenimis, yra pietuose, kur kristalinis pamatas, kuriame yra dideli Ra-226 aktyvumai, yra arčiausiai paviršiaus, vakaruose, kur viršutiniame grunto sluoksnyje galimi didesni Ra-226 aktyvumai, ir šiaurėje, kur radonas į grunto paviršių lengviau patenka dėl karstinių reiškinių. Radono tūriniai aktyvumai grunto ore buvo matuojami portatyviniu prietaisu MARKUS 10 (GAMMADATA, Švedija). Matavimo metu grunto oras per vamzdžio pavidalo zondą iš 0,7–1,0 m gylio yra siurbiamas į matavimo kamerą. Priklausomai nuo grunto tankio siurbimo trukmė yra nuo 30 s iki 3 min. Kartu buvo atliekami Th-232, U-238 ir K-40 savitųjų

aktyvumų grunte matavimai. Pastarieji matavimai buvo atliekami daugiakanaliu portatyviniu gama spektrometru GR-256 ("Exploranium G.S. Limited", Kanada), įkassus jo detektavimo bloką į 30 cm gylį. 6 lentelėje pateikti šių matavimų metu gauti kai kurie rezultatai.

Iš 6 lentelės matyti, kad radono tūriniai aktyvumai grunto ore paprastai viršija 10 kBq/m³, o kai kur – net 100 kBq/m³. Pagal Švedijos Nacionalinio miestų planavimo ir statybos departamento rekomendacijas statiniai, esantys tokiose vietose, patenka į antrąją radono rizikos grupę ir turi turėti radono apsauginę konstrukciją. Kai kurios vietos Biržų ir Telšių rajonuose patenka į pirmąją grupę, todėl

statiniuose turi būti radoną izoliuojanti konstrukcija. Tokių konstrukcijų realizavimo būdai aprašyti [6].

Kaip minėta, yra daug faktorių, nulemiančių radono tūrinius aktyvumus patalpose. Tai kanalų, kuriais grunto oras patenka į statinį, dydis ir skaičius, temperatūrų ir slėgių skirtumai lauke ir patalpoje, barometrinis slėgis ir statinio ventiliacinės savybės. Todėl suprantama, kad kai kuriais atvejais radono tūriniai aktyvumai statiniuose, esančiuose kelių šimtų metrų atstumu vienas nuo kito, skiriasi apie dešimt kartų. Aišku, kad labai didelę svarbą turi tai, kaip bus parinkti pastatai, kuriuose bus atliekami matavimai, ir kaip jie bus atliekami.

6 lentelė. Gama spektrometrinių ir radono tūrinių aktyvumų grunto ore matavimų rezultatai

Table 6. The results of gamma spectrometric measurements of soil and measurements of radon concentrations in soil air

Rajonas, matavimo taško geografinės koordinatės	Gruntas	Gama dozės, sąlgotos grunte esančių radionuklidų, galia, µR/h	Savitasis aktyvumas, Bq/kg			Rn-222 tūrinis aktyvumas grunto ore, Bq/m ³
			K-40	Ra-226	Th-228	
Varėnos, 24°33' 20", 54°14' 40"	rupusis smėlis	3,9	538	12,2	15,6	11
	smėlis	2,9	422	3,0	13,5	5
Varėnos, 24°29'30", 54°07'40"	smėlis	3,1	461	5,3	13,5	6
Varėnos, 24°22'00', 54°00'20"	žvyras	4,2	576	7,6	18,8	3
	smulkusis smėlis	2,4	346	3,0	8,8	12
Lazdijų, 23°45'30", 54°00'50'	smulkusis smėlis	4,2	557	10,6	18,8	20
Lazdijų, 23°52'20", 54°10'10"	rupusis žvyras	5,5	672	20,5	28,8	15
Varėnos, 24°10'00", 54°09'10"	žvyras, gargždas	5,5	653	18,2	28,8	36
Vilniaus, 25°10'40", 54°30'50"	smėlis	3,5	480	8,4	15,3	6
Vilniaus, 25°10'00", 54°33'20"	smėlis, molis	4,0	499	12,2	20,0	13
Biržų, 24°47'40", 56°15'50"	smėlis, dumbblas	5,5	672	19,0	30,3	25
Biržų, 24°47'20", 56°14'20"*	smulkusis smėlis	5,3	634	19,0	26,0	36
	smėlis, molis	5,5	710	13,8	28,3	35
Biržų, 24°45'20", 56°15'10"**	molis, smėlis	5,7	691	19,8	27,8	38
Biržų, 24°45'00", 56°14'40"	smėlis, molis	6,6	787	23,6	33,8	39
Šiaulių, 23°21'00", 55°56'20'	smulkusis smėlis	4,2	557	11,4	17,8	5
Telšių, 22°07'40", 55°50'00'	smulkusis smėlis	6,0	672	20,5	31,3	103
	molis, smėlis	7,0	787	26,6	36,0	96
Telšių, 22°10'00", 55°50'10"	rupusis žvyras	5,5	538	30,4	32,0	39

* Kalva tarp karstinių įgriuvų, ** karstinės įgriuvos dugnas.

Norint nustatyti, kokia yra radono patalpose situacija Lietuvoje, buvo nutarta atlikti matavimus atsitiktinai parinktuose gyvenamuosiuose namuose. Šių matavimų rezultatai duotų galimybę padaryti išvadas apie vidutinius radono tūrinius aktyvumus mūsų šalyje. Statistikos departamento duomenimis, Lietuvoje yra apie 440 tūkst. atskirų namų, ir eksperimentų patikimumo sumetimais buvo nutarta radono tūrinius aktyvumus matuoti būtent tokiuose namuose, atsitiktinai parinkus 400 pastatų.

Matuota šildymo sezono metu, kada ventiliacijos įtaka radono tūriniais aktyvumams yra mažesnė, dviejuose atskiruose žemiausiai esančiuose naudojamuose kambariuose. Matavimo trukmė – ne mažesnė kaip 3 savaitės. Radono tūriniai aktyvumai patalpose laikui bėgant gana smarkiai svyruoja, ir ilgesnis matavimo laikas duoda galimybę suvidurkinti šiuos aktyvumus. Matavimams naudojami JAV kompanijos "Rad Elec Inc" elektretai, kurių veikimo principas pagrįstas tuo, kad įelektrintos plokštelės (elektreto) potencialas mažėja, ant jos nusėdant radono skilimo produktams. Šis potencialo sumažėjimas yra proporcingas radono tūriniais aktyvumams ir ekspozicijos trukmei, todėl nustatyti radono tūrinius aktyvumus patalpose šiuo metodu yra gana paprasta.

Atlikus radono tūrinių aktyvumų matavimus 400 atsitiktinai parinktų namų visoje Lietuvoje ir maždaug 30 namų Biržų rajone, kuriame yra intensyviausi karstiniai reiškiniai, nustatyta, kad aritmetinis radono tūrinių aktyvumų vidurkis atsitiktinai parinktuose pastatuose yra 55 Bq/m^3 , o minėtuose namuose Biržų rajone – 125 Bq/m^3 . Akivazdu, kad karstinių reiškinių regionas radono patalpose atžvilgiu yra įdomus ir kartu keliantis nerimą. Maksimalus Lietuvoje užregistruotas radono tūrinis aktyvumas patalpose viršija 1800 Bq/m^3 . Higienos normos (HN 40-1994) nurodo, kad leistini maksimalūs radono lygiai pastatytuose namuose yra 100 Bq/m^3 , o statomuose – 50 Bq/m^3 . Šie lygiai buvo nustatyti tuo metu, kada duomenų apie radono tūrinius aktyvumus mūsų šalies namuose dar nebuvo. Remiantis radiacinės saugos optimizavimo principu ir Europos Sąjungos rekomendacijomis, buvo nustatyti nauji radono tūrinių aktyvumų patalpose maksimalūs leistini lygiai. Nuo 1998 metų sausio 1 dienos galiojančioje higienos normoje HN73-1997 šie aktyvumai yra lygūs atitinkamai 400 ir 200 Bq/m^3 .

Pagal Tarptautinės radiologinės apsaugos komisijos rekomendacijas minėtas 55 Bq/m^3 tūrinis radono aktyvumas sąlygos 0,95 mSv dozę per metus. Vadinas,

galima teigti, kad radonas ir mūsų šalyje yra labai svarbus faktorius, lemiantis aplinkos, kurioje mes praleidžiame apie 80 % savo laiko, kokybę.

6. Išvados

Radonas patalpose Lietuvoje yra svarbus faktorius, lemiantis gyventojų apšvitos dozę. Kai kuriais atvejais ši dozė lygi dešimtims milisivertų. Pagrindinis radono šaltinis mūsų šalyje yra gruntas. Kai kuriose vietose radono tūriniai aktyvumai jame gali viršyti 100 kBq/m^3 . Taigi tos vietos gali būti laikomos radono rizikos zonomis, o statant jose pastatus, kad būtų išvengta didelių radono tūrinių aktyvumų, būtina atlikti detalius statybvietės tyrimus, t.y. nustatyti radono tūrinius aktyvumus grunto ore ir grunto laidumą.

Šio straipsnio autoriai nuoširdžiai dėkoja Švedijos Radiacinės saugos institutui (SSI) ir asmeniškai Gustavui Åkerblomui už pagalbą rengiant šį darbą.

Literatūra

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Exposures from natural radiation sources. Vienna: UNSCEAR, 1997. 60 p.
2. G. Åkerblom. The use of air-borne radiometric and exploration survey data and techniques in radon risk mapping in Sweden // IAEA-TECDOC- 827. Application of uranium exploration data and techniques in environmental studies. Vienna: IAEA, 1993, p. 212-231.
3. G. Åkerblom. Ground radon – monitoring procedures in Sweden // Geoscientist, 4 (4), 1994, p.21-27.
4. F.Y. Yokel, A.B. Tanner. Site exploration for radon source potential // NISTIR Report 5135. New York: US Dept of Commerce, 1992, p. 115-127.
5. I. Barnet. Radon risk mapping and geological aspects // Proceedings of training course "Radon Indoor Risk and Remedial Actions". Stockholm: SSI, 1995, p. 160-169.
6. G. Akerblom, B. Clavensjo. The Radon Book. Measures against Radon. Stockholm: The Swedish Council for Building Research, 1994. 129 p.

Įteikta 1998 03 26

CONCENTRATIONS OF INDOOR AND SOIL RADON IN LITHUANIA

K. Gasiūnas, A. Mastauskas, G. Morkūnas

S u m m a r y

Uranium and its daughters including Ra-226 are naturally present in the Earth's crust and other environmental bodies. During decay of Ra-226 radioactive noble gas radon is produced. This gas emanates to the atmosphere from solid matrixes containing Ra-226. It

causes a special problem connected with the fact that radon accumulates in the closed spaces of buildings. Increased concentrations of radon indoors in many cases are the significant source of human exposure to ionizing radiation. Radon daughters having been deposited in the airways of human lungs are the source of alpha particles which irradiates the inner surface of airways. Since radiation quality of alpha radiation is high and small volumes of tissues are being irradiated, the influence of indoor radon as a source of ionizing radiation is significant.

In order to forecast indoor radon concentrations and to take necessary remedial (in existing buildings) or prevention (in new buildings) measures, the main sources of indoor radon should be known in each country or geographical region. It may be soil, building materials, water and natural gas. It has been determined that the main source of indoor radon in Lithuania is soil. Permanent investigations of radionuclide content of building materials used or manufactured in Lithuania have not revealed any building materials with concentrations of naturally occurring radionuclides exceeding maximum permitted levels determined by the Lithuanian Hygienic Standards HN 40-1994. These investigations are performed by means of gamma spectrometry using the Ge spectrometer by Oxford after sample grinding and drying.

A short review of radon risk mapping techniques used in Sweden, USA, Germany and Czech Republic is presented in paper. These techniques may be used for creation of similar technique in Lithuania with corrections connected with local geology. When determining radon risk mainly two parameters should be taken into account: radium content in soil (or radon content in soil air) which is associated with the type of soil and permeability of soil. The Lithuanian system of radon risk determination is not created yet because more detailed data on radon concentrations in soil air should be collected.

Data from field measurements of radon concentrations in soil air and concentrations of naturally occurring radionuclides are presented. These measurements were carried out in some potentially important from the point of view of radon risk regions of Lithuania. Concentrations of Ra-226, Th-228 and K-40 in soil have been measured by gamma spectrometer GR-256 by Exploranium on the surface layer (up to 30 cm) of soil. Concentrations of radon in soil have been measured by MARKUS 10 in the depth of 70 cm. The measurements have been performed directly without sampling and sample preparation by digging the detector of Exploranium and pumping rod of MARKUS 10 in the investigated soil. The results indicate that there are

some regions in Lithuania with radon concentrations in soil air exceeding 100 kBq/m³. Though radon risk depends on soil permeability these results show that these areas may be identified as areas of medium or even high radon risk. The system for classification of building sites in terms of indoor radon risk should be created in Lithuania in order to follow requirements of Lithuanian radiation protection standards and to keep below determined action levels of indoor radon-400 Bq/m³ in existing buildings and 200 Bq/m³ in constructed ones.

Results of indoor radon measurements are presented as well. The measurements have been performed in 400 randomly selected detached houses during heating season in two lowest permanently used rooms. Duration of one measurement exceeds 3 weeks. E-PERM electrets have been used for this type of measurements. The results show that the average concentration of indoor radon in Lithuania is 55 Bq/m³. In some cases these concentrations exceed the above-mentioned action levels and approach 2000 Bq/m³. It shows that indoor radon problems exist in Lithuania as in many other countries. The average concentration of indoor radon in karst region is 125 Bq/m³. It shows that special attention should be paid to such regions because conditions for increased intake of radon to buildings may exist.

Indoor radon is one of the main sources of exposure in Lithuania. In some cases it may be the essential source causing tens of milisieverts of annual effective dose. It shows that the problem of indoor radon is important in Lithuania.

Kęstutis GASTŪNAS. Physicist, PhD (deceased). Fields of activity in radiation protection: gamma spectrometric and indoor radon measurements, investigations of radon in soil gas, determination of relationships of indoor and soil radon concentrations.

Albinas MASTAUSKAS. Director of Radiation Protection Centre, Kalvarijų 153, Vilnius, Lithuania. Author and co-author of publications on radiation protection legislation and infrastructure, dose assessment, influence of radiation on human organism.

Gendrutis MORKŪNAS. Engineer radiologist. Radiation Protection Centre. Trainee-investigator, junior researcher, assistant at the Institute of Physics (1983-95). Research interests: radioactive noble gases, including indoor radon, radioecology, Chernobyl consequences in Lithuania, radiation protection.