

Center za fizikalne meritve**Laboratorij za meritve specifičnih aktivnosti radionuklidov****Oznaka poročila:**

LMSAR-20170013-PJ

Datum:

10.11.2017

Sistematicno pregledovanje delovnega in bivalnega okolja 2017

Naročnik: Uprava RS za varstvo pred sevanji
Ajdovščina 4
1000 LJUBLJANA

Pogodba št.: C2717-17-232004 (št. 4301-12/2016), z dne 17.2.2017

Meritve izvedel: ZVD

Datum izvajanja meritov: Februar – oktober 2017

Poročilo vsebuje skupaj 54 strani in poročilo LMSAR-20170013-A-PJ in ga je dovoljeno reproducirati samo v celoti.

Poslano: 3 × naročnik
1 × arhiv ZVD

Poročilo pripravil: Peter Jovanovič, dipl. fiz.
podpis

Poročilo pregledal: dr. Gregor Omahen, univ. dipl. fiz.
podpis

Povzetek

V letu 2017 smo opravili sto devetinštirideset (149) meritve koncentracije radona z detektorji sledi in pet meritve koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti z namenom določanja asovnega poteka koncentracije radona in potomcev. Meritve z merilnimi instrumenti smo opravili v *Vrtcu Ribnica*, v OŠ *Jelšane*, v OŠ *Dolenjske Toplice*, v ZD dr. Janeza Oražma Ribnica in v objektu MORS, Vojašnica Jerneja Molana, Cerkle ob Krki. Opravili smo tudi štiri meritve koncentracije radona z merilnimi instrumenti z namenom določitve virov izhajanja radona v prostoru zgradb (špranje, razpoke, kanalizacijski in drugi jaški...). Meritve smo izvedli v *Vrtcu Pedenjped*, *Enota Kašelj*, na OŠ *Velike Lašče*, Vrtec Karlovica, na OŠ *Cvetka Golarja*, Škofja Loka in v ZD dr. Janeza Oražma Ribnica.

V šestindevetdesetih (96) šolah in vrtcih smo postavili sto petintrideset (135) detektorjev sledi, od tega petdeset (50) v igralnicah vrtcev in šestinštirideset (46) v učilnicah šol. V triinštiridesetih (43) prostorih šol in vrtcev je bila izmerjena koncentracija radona z negotovostjo meritve višja od 400 Bq/m^3 . V osmih (8) prostorih šol in vrtcev je bila izmerjena koncentracija radona z negotovostjo meritve nižja od 400 Bq/m^3 , a višja od 300 Bq/m^3 , v ostalih štiriinosemdesetih (84) prostorih je bila koncentracija radona z negotovostjo meritve nižja od 300 Bq/m^3 .

V osmih (8) ostalih javnih stavbah smo postavili štirinajst (14) detektorjev sledi. V dveh stavbah (ZD Loški Potok in ZD Ribnica) je bila izmerjena koncentracija radona višja od 1000 Bq/m^3 , v petih prostorih je bila izmerjena koncentracija radona z negotovostjo meritve nižja od 1000 Bq/m^3 , a višja od 300 Bq/m^3 , v ostalih sedmih (7) prostorih je bila koncentracija radona z negotovostjo meritve nižja od 300 Bq/m^3 .

V obdobju od 2006 do 2017 smo opravili 1102 meritvi koncentracije radona z detektorji sledi v 487 objektih, od tega 912 meritve v 480 šolah in vrtcih, 169 meritve v 49 javnih ustanovah in 21 meritve v 12 stanovanjih. Izmerjene koncentracije radona so bile v 120 šolah in vrtcih in treh stanovanjih višje od 300 Bq/m^3 . Izmerjene koncentracije radona so bile v 22 drugih ustanovah višje od 1000 Bq/m^3 .

Presene a dejstvo, da je bila kar v 33 % vseh izbranih objektov izmerjena koncentracija radona višja od 300 Bq/m^3 .

Vsebina

1	Uvod.....	5
1.1.	Nastajanje radona v zemeljskih tleh	5
1.2.	Transport radona v tleh	6
1.3.	Radon v zgradbah	6
2	Namen in cilji naloge	7
3	Program meritev	7
4	Metode merjenja.....	8
4.1.	Meritve koncentracije radona	9
4.1.1.	Pasivna metoda – detektorji sledi	9
4.1.2.	Aktivna metoda.....	9
4.1.3.	Radon v zemlji.....	9
4.1.4.	Meritve koncentracije vezanih in nevezanih radonovih potomcev	10
5	Rezultati meritev	10
5.1.	Vrtci in osnovne šole	10
5.1.1.	Vrtec Pedenjped, Enota Kašelj	14
5.1.2.	OŠ Velike Laš e, Vrtec Karlovica	16
5.1.3.	OŠ Cvetka Golarja Škofja Loka	18
5.1.4.	Vrtec Ribnica.....	20
5.1.5.	OŠ Dolenjske Toplice.....	22
5.1.6.	OŠ Jelšane.....	34
5.2.	Ostali objekti.....	37
5.2.1.	MORS, Vojašnica Jerneja Molana, Cerkle ob Krki	38
5.2.2.	Zdravstveni dom Ribnica.....	41
6	Ocena efektivnih doz.....	45
7	Zaklju ki	50
8	Reference.....	53

1 Uvod

Izpostavljenost radonu je posledica vsebnosti naravnih radionuklidov v zemeljski skorji. Dolgoživi radionuklidi ^{238}U , ^{232}Th in ^{235}U so za etniki naravnih razpadnih nizov in sicer uranovega, torijevega in aktinijevega. V vsakem od teh nizov se nahaja eden izmed radijevih izotopov ^{226}Ra , ^{224}Ra in ^{223}Ra . Direktni potomci teh izotopov so radioaktivni plini, radon, toron in aktinon, oziroma ^{222}Rn , ^{220}Rn in ^{219}Rn . Najpomembnejši od vseh je ^{222}Rn (radon), ki prispeva k sevalnim obremenitvam zaradi vdihavanja skoraj 90%, ^{220}Rn (toron) okoli 10%, ^{219}Rn (aktinon) pa manj kot 1% [1].

Radon je inertni plin, kemijsko neaktivni, zato pronica iz tal proti površju. Zbira se v zaprtih prostorih ali izhaja v atmosfero. Koli ine radona v zaprtih prostorih so lahko tako visoke, da povzroči sevanje alfa v življenski dobi loveka nepopravljive spremembe v celicah plju nega tkiva, katerih posledica je lahko rakasto obolenje [1].

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) je v letih 2005 do 2007 izvajala mednarodni radonski projekt, v katerem so sodelovali strokovnjaki iz preko 30 držav vsega sveta. V knjigi WHO Handbook on Indoor Radon [2] so zapisali, da epidemiološke študije potrjujejo, da radon v bivalnem okolju pove uje verjetnost za rakasta obolenja plju prebivalcev. Predlagali so, naj bo povprečna celoletna koncentracija radona v bivalnem okolju nižja od 300 Bq/m^3 , kar ustreza efektivni dozi 10 mSv na leto.

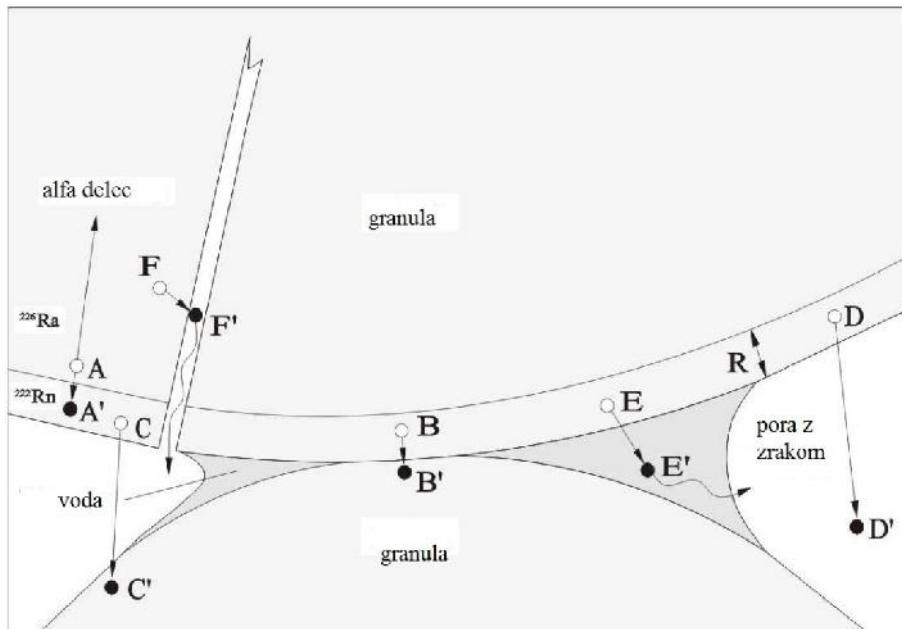
Mednarodna komisija za varstvo pred sevanji (ICRP) je v svoji publikaciji ICRP 115 [3] navedla ugotovitev epidemioloških študij, ki potrjujejo vzročno povezavo med koncentracijo radona in plju nim rakom in predлага faktor rizika 8×10^{-10} na Bq m^{-3} , kar je skoraj dvakrat več od trenutno sprejetega faktorja rizika, navedenega v publikaciji ICRP 65 [4].

Na podlagi ugotovitev epidemioloških študij ICRP v svoji publikaciji ICRP 126 [5] predлага mejno koncentracijo radona v bivalnem okolju 300 Bq/m^3 in manj kot 1000 Bq/m^3 v delovnem okolju.

Na podlagi evropske direktive (Council Directive 2013/59, Euratom, OJ L13, 2014) bo tudi v Sloveniji sprejeta mejna vrednost 300 Bq/m^3 za povprečno celoletno koncentracijo radona v delovnem in bivalnem okolju (Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrske varnosti, ZVISJ – osnutek za javno obravnavo, spletna stran <http://www.ursjv.gov.si/>).

1.1. Nastajanje radona v zemeljskih tleh

Izotop radona, ^{222}Rn , nastaja pri radioaktivnem razpadu izotopa radija, ^{226}Ra , v granulah mineralov kamnin, pri emisijski dobi kinetične energije 86 keV [1]. Doseg atoma radona v mineralu je nekaj stotink μm , v vodi desetinka μm in v zraku 63 μm . Difuzijski koeficient za radon je $10^{-20} \text{ cm}^2/\text{s}$, kar pomeni, da pridejo iz granule minerala samo tisti atomi radona, ki nastanejo pri razpadu radijevih atomov, ki se nahajajo v zunanjih plasti do debeline 50 nm (Slika 1). Beli krogi predstavljajo atome ^{226}Ra , rni pa atome ^{222}Rn . V primerih A, B in C radon ne pride iz granule, v primerih D, E in F pa atomi radon pridejo v prostor med granulami. Delež atomov radona, ki pridejo v vmesni prostor med granulami, definiramo kot koeficient emanacije. Povprečna vrednost koeficiente emanacije je 0.2, razpon vrednosti je zelo širok od 0.01 do 0.7, odvisno od vrste mineralov (v nekaterih mineralih kot npr. zirkon, se atomi ^{226}Ra nahajajo na površini, zato je koeficient emanacije večji) in koli ine vode med granulami. Koeficient emanacije narašča s količino vode med granulami (do 30 % nasičenja), in nato zaradi manjšega difuzijskega koeficiente v vodi hitro pada [6].



Slika 1. Shematski prikaz izhajanja radona iz granul mineralov (povzeto po [6])

1.2. Transport radona v tleh

Radon, ki pride iz mineralov v prostor med granulami, se premika po tleh na dva na ina, z difuzijo in s konvekcijo. Na oba na ina vplivajo fizikalne lastnosti tal, kot velikost granul kamnin, vlaga med granulami, poroznost, permeabilnost (prepustnost) in difuzivnost. Granule imajo velikosti od nekaj mikronov (fina glina) do več milimetrov (pesek). Prostор med granulami ni vedno zapolnjen z vodo, običajne vrednosti se gibajo med 15 % za pesek in 70 % za glino. Permeabilnost (prepustnost) tal se giba med 10^{-7} m^2 za pesek in 10^{-16} m^2 za glino [1].

Za suha, fina tla, skozi katera se giblje radon samo z difuzijo, velja Fickov zakon,

$$j_{Rn}^d = -D_e \frac{\delta C_{Rn}}{\delta x},$$

kjer je j_{Rn}^d gostota radonskega toka zaradi difuzije, D_e je efektivna difuzijska konstanta, C_{Rn} je koncentracija radona v tleh. V debelih plasteh zemljine, skozi katere se radon premika z difuzijo, vpeljemo difuzijsko dolžino za radon, $L = (D_e / \tau)$, kjer je τ razpadna konstanta za radon. Difuzijska dolžina za radon je 1 m [1].

Za tla z več jimi razpokami, skozi katera se giblje radon zaradi konvekcije, pa velja Darcy-jev zakon:

$$\nu = -\frac{k}{\mu} \frac{\delta p}{\delta x},$$

kjer je ν hitrost zraka, k permeabilnost tal, μ viskoznost zraka in p zračni tlak [1].

1.3. Radon v zgradbah

Radon je inertni plin, kemijsko neaktivnen, zato izhaja iz tal proti površju. Radon prihaja v zgradbe na dva na ina, z difuzijo skozi temeljno ploščo ali s konvekcijo skozi razpoke, špranje ali luknje v tleh. Na vstopanje radona v zgradbe vplivata veter in ogrevanje prostorov v zgradbah. Veter povzroča ob zgradbah podtlak, zaradi česar se poveča tlak na razlika med zračnim tlakom pod temeljno ploščo in zračnim tlakom v zgradbi. Ogrevanje prostorov

privede do razlike v temperaturi pod temeljno ploščo in prostorom nad njo in zaradi negativnega temperaturnega gradiента zrak izpod temeljne plošče hitreje vdira v objekt [1].

Hitrost vstopanja radona v objekte zaradi difuzije je $10 - 37 \text{ Bq/m}^3/\text{h}$. V primeru konvekcije je lahko hitrost vstopanja radona v objekt tudi za dva velikostna razreda višja [7].

2 Namen in cilji naloge

V obdobju november 1993 - februar 1994 so bile v okviru nacionalnega programa izmerjene koncentracije radona v približno 900 naključno izbranih stanovanjih na območju Slovenije. Iz povprečne vrednosti 87 Bq/m^3 je bila aproksimativno določena srednja letna vrednost, ki znaša 54 Bq/m^3 [8], v 3 % bivalnih prostorov je bila presežena koncentracija radona 400 Bq/m^3 , ki je v Uredbi UV2 [12] navedena kot mejna celoletna povprečna koncentracija za bivalno okolje.

V letih pred uvedbo nove zakonodaje iz varstva pred sevanji smo v Sloveniji izvajali tudi pilotne meritve koncentracije radona s pasivnimi metodami (Lucasove celice, detektorji sledi) v osnovnih šolah in vzgojno varstvenih zavodih ter v drugih javnih institucijah, kot so bolnišnice, zdravstveni domovi, obinske zgradbe, policijske postaje in carinarnice.

Z uvedbo nove zakonodaje je na podlagi 45. in 46. člena Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrske varnosti [9] potrebno sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja zaradi naravnih virov sevanja [10]. Na delovnih mestih s povprečno izpostavljenostjo zaposlenih je na podlagi Pravilnika SV5 [11] in Uredbe UV2 [12] potrebno izvajanje ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti naravnim virom.

V letih 2006 – 2017 je Uprava za varstvo pred sevanji (URSVS) razpisala projektne naloge za sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja zaradi naravnih virov sevanja, v katere so vključene meritve v vrtcih, šolah, drugih javnih ustanovah in podjetjih ter stanovanjskih objektih ([13] - [23] in to poročilo). V šolah, vrtcih in drugih objektih, kjer so bile izmerjene visoke koncentracije radona, so bile dodatno izvedene meritve koncentracije radona in potomcev z merilnimi instrumenti z namenom določitve asovnega poteka koncentracij radona in potomcev ter iskanja virov radona v objektih.

V letu 2010 smo program meritve razširili tudi na meritve koncentracije radona v zemljji v bližini objektov z izmerjenimi povišanimi koncentracijami radona. Namen teh meritve je lažja identifikacija virov radona v objektu samem [17].

3 Program meritve

Program meritve je prikazan v tabeli 1. V tabeli so navedene ustanove ter število predvidenih in opravljenih meritov koncentracije radona in potomcev v prostorih objektov navedenih ustanov v letu 2017.

Opravili smo sto devetinštirideset (149) meritov koncentracije radona z detektorji sledi in pet meritov koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti z namenom določanja asovnega poteka koncentracije radona in potomcev. Meritve z merilnimi instrumenti smo opravili v Vrtcu Ribnica, v OŠ Jelšane, v OŠ Dolenjske Toplice, v ZD dr. Janeza Oražma Ribnica in v objektu MORS, Vojašnica Jerneja Molana, Cerkle ob Krki. Opravili smo tudi štiri meritve koncentracije radona z merilnimi instrumenti z namenom določitve virov izhajanja radona v prostoru zgradb (špranje, razpoke, kanalizacijski in drugi

jaški...). Meritve smo izvedli v Vrtcu Pedenjped, Enoti Kašelj, na OŠ Velike Lašče, Vrtec Karlovica, na OŠ Cvetka Golarja, Škofja Loka in v ZD dr. Janeza Oražma Ribnica.

Tabela 1. Program meritov 2017

Objekt	Predvidene meritve			Opravljene meritve		
	a	b	c			
MORS, Vojašnica Jerneja Molana, Cerknje ob Krki *	2	1		2	1	
OŠ Vodmat	1			1		
Vrtec Vodmat, Korytkova, Bohoričeva	2			2		
Vrtec Zelena jama, Ljubljana	5			5		
Vrtec Mladi rod, Ljubljana	5			5		
Vrtec Jarše	4			4		
OŠ Nove Jarše	2			2		
UKC, Ljubljana	2			2		
Vrtec Pedenjped, Ljubljana, Enota Kašelj	1		1	1	1	
ZD Ribnica	8	1	1	8	1	1
Vrtec Ribnica	1	1		1	1	
OŠ Velike Lašče, Vrtec Karlovica	2		1	2		1
Slovenske železnice, ŽP Sežana	1			1		
OŠ Cvetka Golarja, Škofja Loka	5		1	5		1
OŠ Ivana Groharja, Škofja Loka	5			5		1
OŠ A. T. Linhart, Radovljica	3			3		
GŠ Radovljica	6			6		
OŠ Črnivec Vrh	4			4		
OŠ T. Tomšiča Knežak	3			3		
OŠ Jelšane	2	1		2	1	
OŠ Velika Dolina	2			2		
Vrtci na Gorenjskem	34			34		
OŠ na Gorenjskem	22			22		
Skupaj	122	4	4	122	4	5
Rezerva	20	1		20	1	
Skupaj z rezervo	142	5	4	142	5	5

Legenda:

a - osnovne meritve z detektorji sledi

b - kontinuirne meritve koncentracije radona in potomcev

c - iskanje virov radona z merilnimi instrumenti

* namesto iskanja virov radona kontinuirne meritve (po dogovoru z URSVS)

4 Metode merjenja

Koncentracijo radona v prostorih objektov izbranih ustanov smo določili s pasivno metodo (detektorji sledi) za obdobje enega meseca ali več in z aktivno metodo (merilni instrumenti) za obdobje nekaj dni. Detektorje sledi smo postavili v prostor stran od oken in vrat na višino približno 1.5 m. Merilne instrumente smo postavili tako, da niso motili delovnega procesa.

Trenutno koncentracijo radona v zemlji, jaških, razpokah in špranjah smo določili z merilnimi instrumenti (aktivna metoda). Meritev je trajala dve uri ali več.

4.1. Meritve koncentracije radona

4.1.1. Pasivna metoda – detektorji sledi

Koncentracijo radona skozi daljše asovno obdobje smo določili z detektorji sledi, podjetja Landauer Nordic, Švedska. Detektor sledi je plasti na folija z dimenzijami 1.5 cm x 1 cm. Detektor je pritrjen na notranjo stran pokrova plasti nega okroglega ohišja, s premerom 5 cm in višino 3 cm. Na dnu ohišja je bar koda in številka detektorja (Slika 2). Radon, ki pride v t.i. radonsko komoro, v njej razпадa, delci alfa, ki nastanejo pri razpadu, pa se zarijejo v folijo in v njej pustijo sledi. Število sledi na foliji je premo sorazmerno s koncentracijo radona v zraku.

Podjetje Radonova Laboratories AB je akreditirano za merjenje koncentracije radona z detektorji sledi po standardu SIST ISO/IEC 17025. Detektorje smo postavili v skladu s postopki DP-LMSAR-3.03, ND-LMSAR-3.02 in OB-LMSAR-3.03 [24].



Slika 2. Detektor sledi

4.1.2. Aktivna metoda

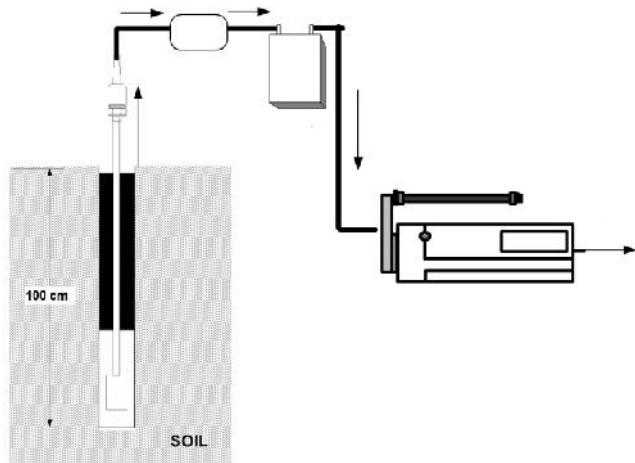
asovni potek koncentracije radona za obdobje nekaj dni smo določili z merilnima instrumenti Alphaguard (Genitron, Nem ija), RAD 7 (Durridge, ZDA) in Canary Pro (Norveška). Detektor sevanja alfa v instrumentu Alphaguard je cilindrična ionizacijska celica z volumenom 0.5 litra, merilni instrumenti RAD 7 uporabljajo za določanje sevanja alfa polprevodniški detektor, merilni instrument Canary Pro pa uporablja za določanje sevanja alfa diodni detektor. Število sunkov na detektorju je premo sorazmerno koncentraciji radona oziroma radonovih potomcev v zraku, ki se podaja v Bq/m^3 . Intervale merjenja nastavimo na želeno vrednost, od nekaj minut do več ur, občutno eno uro.

Meritve koncentracije radona v zraku smo izvedli skladno s postopkom DP-LMSAR-3.02 [25]. Merilni instrumenti so umerjeni v sekundarnem laboratoriju BfS v Berlinu, ki je umerjen po standardu SIST ISO/IEC 17025. Metoda je akreditirana po standardu SIST ISO/IEC 17025.

Napaka meritve s faktorjem razširjanja $k = 1$ za merilni instrument Alphaguard je 9 %, za merilni instrument RAD 7 znaša 9 %, za Canary Pro 20 %.

4.1.3. Radon v zemlji

Koncentracijo radona v zemlji smo merili z merilnima instrumentoma Alphaguard (Genitron, Nem ija) in RAD 7 (Durridge, ZDA). V zemljo smo zabilo cev (notranji premer 1 cm) v globino 80 - 100 cm. Izvod cevi smo povezali s plastično cevko preko rrpalke do merilnega instrumenta (Slika 3).



Slika 3. Merjenje koncentracije radona v zemlji

4.1.4. *Meritve koncentracije vezanih in nevezanih radonovih potomcev*

asovni potek koncentracije vezanih radonovih potomcev za obdobje nekaj dni smo določili z meritnim instrumentom Doseman Pro, Sarad, Nem ija in BWLM 2S, podjetja Tracerlab iz Nem. Ije. Rzpalka s pretokom 1 liter/minuto rpa zrak skozi filter, v katerem se zadržijo radonovi potomci (vezani na aerosole). Nasproti filtra je polprevodniški detektor, ki zaznava alfa sevanje. Rezultat meritve je ravnovesna koncentracija vezanih radonovih potomcev, EEC, ki se podaja v Bq/m^3 .

Meritni instrument BWLM 2S ima vgrajen še en detektor, pred katerim je namesto filtra vgrajena mrežica z 200 luknjicami na mm^2 (single screen), na kateri se ujamejo nevezani radonovi potomci (unattached particles). Rezultat meritve je ravnovesna koncentracija nevezanih radonovih potomcev EEC_{un} , ki se podaja v Bq/m^3 .

Interval vzor enja za merjenje koncentracije radonovih potomcev v zraku je običajno 30 minut, lahko tudi manj ali največ ena ura. Razmerje med koncentracijo radonovih potomcev in koncentracijo radona je faktor ravnovesja F , ki ga podajamo v procentih. Iz rezultatov meritve nevezanih radonovih potomcev določimo delež nevezanih potomcev v zraku, f_p , ki je določen kot razmerje med ravnovesno koncentracijo nevezanih in vezanih radonovih potomcev.

Meritve koncentracije radonovih potomcev v zraku smo izvedli skladno s postopkom DP-LMSAR-3.02 [24]. Meritni instrumenti so umerjeni v sekundarnem laboratoriju BfS v Berlinu, ki je umerjen po standardu SIST ISO/IEC 17025. Metoda je akreditirana po standardu SIST ISO/IEC 17025.

Napaka meritve s faktorjem razširjanja $k = 1$ za meritni instrument za meritni instrument Doseman Pro znaša 10 %, za meritni instrument BWLM 2S pa 4 %.

5 Rezultati meritve

5.1. Vrtci in osnovne šole

Rezultati meritve koncentracije radona z detektorji sledi v osnovnih šolah in vrtcih so prikazani v tabeli 2. V šestindevetdesetih (96) šolah in vrtcih smo postavili sto petintrideset (135) detektorjev sledi, od tega petdeset (50) v igralnicah vrtcev in šestinštirideset (46) v

u ilnicah šol. V triinštiridesetih (43) prostorih šol in vrtcev je bila izmerjena koncentracija radona z negotovostjo meritve višja od 400 Bq/m^3 . V osmih (8) prostorih šol in vrtcev je bila izmerjena koncentracija radona z negotovostjo meritve nižja od 400 Bq/m^3 , a višja od 300 Bq/m^3 , v ostalih štiriinosemdesetih (84) prostorih je bila koncentracija radona z negotovostjo meritve nižja od 300 Bq/m^3 (Tabela 2). Z rde o barvo so ozna ene lokacije z izmerjenimi koncentracijami radona, ki so skupaj z negotovostjo (interval zaupanja $k = 2$) višje od 400 Bq/m^3 , z modro barvo pa lokacije z izmerjenimi koncentracijami radona, ki so skupaj z negotovostjo (interval zaupanja $k = 2$) višje od 300 Bq/m^3 .

Tabela 2. Rezultati meritev koncentracije radona z detektorji sledi*

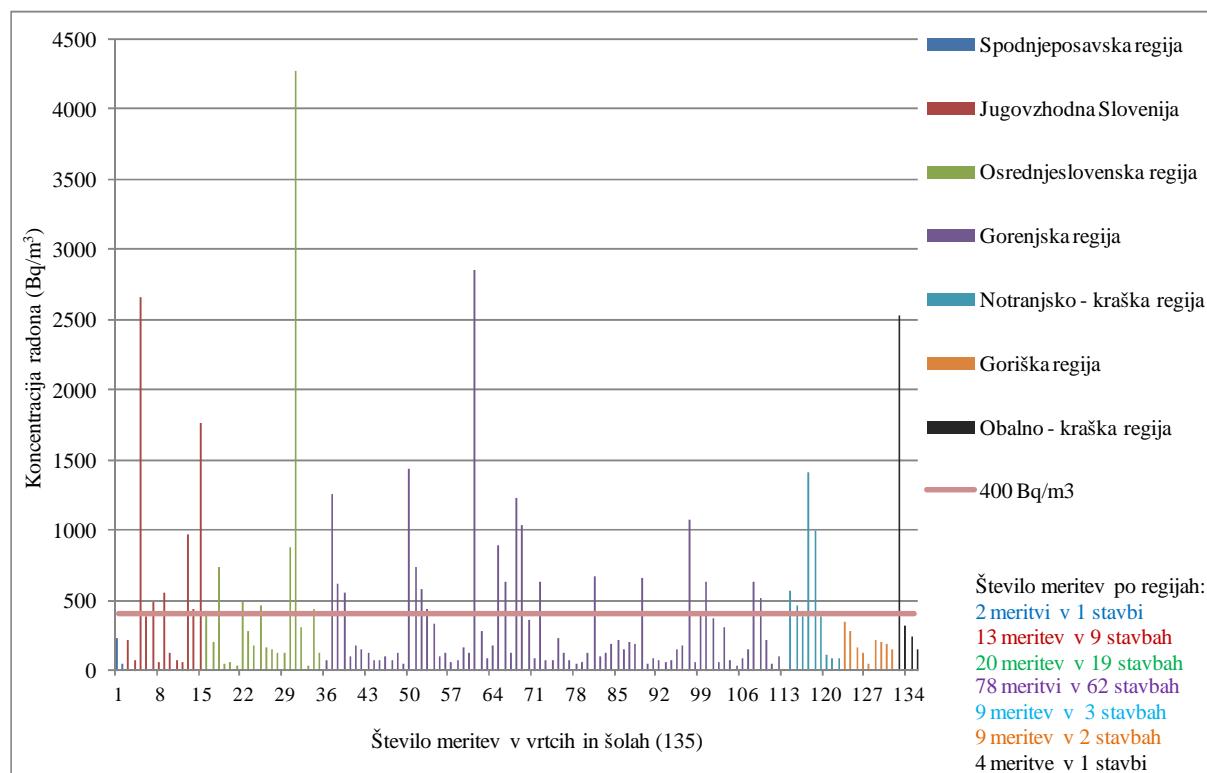
Zap. št.	Št. detektorja	Start	Stop	Lokacija	Objekt	Konc. radona Bq/m^3
1	113207-5	8.02.2017	25.04.2017	dvorana	GŠ Radovljica	1260 \pm 230
2	535341-2	8.02.2017	25.04.2017	u ilnica 1	GŠ Radovljica	620 \pm 80
3	411707-3	8.02.2017	25.04.2017	u ilnica 6	GŠ Radovljica	550 \pm 90
4	190616-3	9.03.2017	3.05.2017	italnica, P8	GŠ Radovljica - PŠ B. Bistrica	96 \pm 12
5	402151-5	9.03.2017	26.04.2017	glasbena vzgoja, pritli je	GŠ Radovljica - PŠ Bled	182 \pm 30
6	411413-8	9.03.2017	10.05.2017	u ilnica 4. a razred	GŠ Radovljica, OŠ Gorje	146 \pm 30
7	402027-7	9.03.2017	3.05.2017	tehnika K23	OŠ Boh. Bistrica	120 \pm 20
8	401951-9	9.03.2017	3.05.2017	igralnica Miške, K48	OŠ Boh. Bistrica - vrtec	68 \pm 10
9	402018-6	9.03.2017	3.05.2017	u ilnica 1.b razred	OŠ Boh. Bistrica, PŠ Srednja vas	71 \pm 12
10	413236-1	9.03.2017	3.05.2017	u ilnica PP1	OŠ A. Janše Radovljica	94 \pm 12
11	249235-3	1.06.2017	27.06.2017	zbornica	OŠ A. T. Linhart, PŠ Ljubno	66 \pm 12
12	590214-3	23.02.2017	3.05.2017	2. razred	OŠ A. T. Linhart, PŠ Mošnje	130 \pm 20
13	953158-3	23.02.2017	3.05.2017	1.c razred	OŠ A. T. Linhart, Radovljica	51 \pm 8
14	381176-7	23.02.2017	4.05.2017	matematika, soba 79	OŠ C. Golarja Škofja Loka	1440 \pm 260
15	376369-5	23.02.2017	4.05.2017	glasbena vzgoja, soba 76	OŠ C. Golarja Škofja Loka	730 \pm 110
16	376720-9	23.02.2017	4.05.2017	delavnica hišnik, klet	OŠ C. Golarja Škofja Loka	580 \pm 90
17	411774-3	30.05.2017	26.06.2017	tehnika, soba 68	OŠ C. Golarja Škofja Loka	441 \pm 60
18	206393-1	23.02.2017	4.05.2017	knjižnica, soba 42	OŠ C. Golarja Škofja Loka	330 \pm 50
19	997469-2	6.09.2017	4.10.2017	raunalništvo	OŠ rni Vrh	350 \pm 50
20	979357-1	6.09.2017	4.10.2017	tehnika	OŠ rni Vrh	280 \pm 40
21	576413-9	4.09.2017	4.10.2017	biologija	OŠ rni Vrh	160 \pm 30
22	975394-8	6.09.2017	4.10.2017	angleš ina, gl. vzgoja	OŠ rni Vrh	120 \pm 30
23	303498-0	6.09.2017	4.10.2017	telovadnica	OŠ rni Vrh	46 \pm 10
24	226630-2	6.09.2017	4.10.2017	u ilnica kemija	OŠ Dolenjske Toplice	210 \pm 30
25	193737-4	6.09.2017	4.10.2017	igralnica Metulj ki	OŠ Dolenjske Toplice	67 \pm 14
26	401895-8	9.03.2017	3.05.2017	u ilnica 3. a razred	OŠ F. S. Finžgarja Lesce	98 \pm 14
27	411411-2	9.03.2017	3.05.2017	u ilnica 1. b razred	OŠ F. S. Finžgarja Lesce, PŠ Begunje	130 \pm 20
28	199239-5	9.03.2017	10.05.2017	u ilnica 1.a razred	OŠ Gorje	79 \pm 10
29	402198-6	9.03.2017	10.05.2017	igralnica vrtca	OŠ Gorje - vrtec na šoli	174 \pm 30
30	401981-6	9.03.2017	10.05.2017	igralnica Miške	OŠ Gorje - vrtec, druga stavba	889 \pm 150
31	378880-9	24.02.2017	5.05.2017	raunalnica	OŠ I. Groharja Podlubnik	630 \pm 100
32	220252-1	24.02.2017	5.05.2017	razred 2, 3	OŠ I. Groharja Podlubnik, PŠ Bukovica	130 \pm 20
33	536772-7	24.02.2017	5.05.2017	u ilnica 117	OŠ I. Groharja Podlubnik, PŠ Bukovš ic	1230 \pm 230
34	752950-6	24.02.2017	5.05.2017	telovadnica	OŠ I. Groharja Podlubnik, PŠ Bukovš ic	1030 \pm 190
35	373232-8	24.02.2017	5.05.2017	razred 4, 5	OŠ I. Groharja Podlubnik, PŠ Lenart	360 \pm 50
36	153188-8	24.02.2017	10.05.2017	jedilnica	OŠ Gor. vas, PŠ Luine	60 \pm 8
37	401937-8	24.02.2017	10.05.2017	igralnica	OŠ Gor. vas, PŠ Luine - vrtec	75 \pm 10
38	724166-4	13.03.2017	9.05.2017	telovadnica	OŠ Gor. vas, PŠ Sovodenj	160 \pm 30
39	401976-6	13.03.2017	9.05.2017	igralnica	OŠ Gor. vas, PŠ Sovodenj - vrtec Zala	121 \pm 20
40	402050-9	24.02.2017	8.05.2017	u ilnica Ramoveš	OŠ Gorenja vas	2860 \pm 520
41	700787-5	24.02.2017	8.05.2017	igralnica 2	OŠ Gorenja vas - vrtec	280 \pm 40
42	402129-1	7.03.2017	4.05.2017	u ilnica 21	OŠ J. Janeži a Šk. Loka	630 \pm 80
43	992911-8	7.03.2017	4.05.2017	igralnica vrtca	OŠ Jelšane	570 \pm 70
44	376877-7	7.03.2017	4.05.2017	u ilnica	OŠ Jelšane	460 \pm 60
45	413400-3	16.03.2017	4.05.2017	telovadnica desno	OŠ Jelšane	390 \pm 50
46	228479-2	2.10.2017	20.10.2017	u ilnica TJA	OŠ Knežak	1410 \pm 180

47	198932-6	2.10.2017	20.10.2017	vrtec Zvezdice	OŠ Knežak	1000	± 130
48	374386-1	2.10.2017	20.10.2017	1. razred prizdekk	OŠ Knežak	390	± 60
49	997227-4	7.09.2017	4.10.2017	telovadnica	OŠ Komen	2530	± 410
50	554563-7	7.09.2017	4.10.2017	bivši vrtec (u ilnica 4. razred)	OŠ Komen	320	± 50
51	436673-8	7.09.2017	4.10.2017	bivši vrtec (u ilnica tehnika)	OŠ Komen	240	± 40
52	996928-8	7.09.2017	4.10.2017	u ilnica v nadstropju	OŠ Komen	150	± 30
53	426745-6	5.09.2017	4.10.2017	u ilnica glasbeni pouk	OŠ Nova vas	110	± 20
54	624367-9	5.09.2017	4.10.2017	u ilnica 5. razred	OŠ Nova vas	90	± 14
55	993491-0	5.09.2017	4.10.2017	u ilnica fizika	OŠ Nova vas	87	± 14
56	154425-3	7.03.2017	11.05.2017	u ilnica 23	OŠ Nove Jarše	421	± 60
57	741748-8	7.03.2017	11.05.2017	u ilnica 24	OŠ Nove Jarše	206	± 30
58	776682-7	5.09.2017	3.10.2017	igralnica vrtca	OŠ Otlica	220	± 30
59	427219-1	5.09.2017	3.10.2017	1., 3. razred	OŠ Otlica	200	± 30
60	770146-9	5.09.2017	3.10.2017	likovna umetnost	OŠ Otlica	190	± 30
61	427367-8	5.09.2017	3.10.2017	zgodovina	OŠ Otlica	150	± 30
62	188739-7	31.03.2017	3.05.2017	pisarna KB3	OŠ P. Trubarja Veliike Laš e	2660	± 480
63	402093-9	31.03.2017	3.05.2017	igralnica KB3 Ribice	OŠ P. Trubarja Veliike Laš e	390	± 60
64	401983-2	26.05.2017	26.06.2017	u ilnica THV	OŠ Poljane	77	± 16
65	402084-8	29.05.2017	26.06.2017	u ilnica pritli je	OŠ Poljane, PŠ Javorje	70	± 16
66	413314-6	9.03.2017	26.04.2017	u ilnica 2. razred	OŠ prof. dr. J. Plemlja Bled, PŠ Boh. Bel	47	± 10
67	402140-8	9.03.2017	26.04.2017	jedilnica	OŠ prof. dr. J. Plemlja Bled, PŠ Ribno	62	± 12
68	401985-7	9.03.2017	26.04.2017	garderoba (bodo a tehnika)	OŠ prof. dr. Josipa Plemlja Bled	120	± 20
69	987733-3	5.09.2017	4.10.2017	gospodinjstvo	OŠ Semi	490	± 70
70	983307-0	5.09.2017	4.10.2017	tehnika	OŠ Semi	65	± 14
71	441965-1	5.09.2017	4.10.2017	telovadnica	OŠ Semi , PŠ Štrekljivec	550	± 70
72	259155-0	8.09.2017	2.10.2017	u ilnica 117	OŠ Šentvid pri Sti ni	120	± 30
73	437056-5	8.09.2017	2.10.2017	u ilnica 116	OŠ Šentvid pri Sti ni	76	± 16
74	437012-8	8.09.2017	2.10.2017	u ilnica	OŠ Šentvid pri Sti ni PŠ Temenica	57	± 12
75	411417-9	8.03.2017	3.05.2017	u ilnica K-9	OŠ Škofja Loka - Mesto	670	± 100
76	411395-7	8.03.2017	3.05.2017	u ilnica K-16	OŠ Škofja Loka - Mesto	99	± 14
77	951131-2	27.02.2017	3.05.2017	1. razred	OŠ Velika Dolina, Jesenice na Dol.	230	± 30
78	992673-4	27.02.2017	3.05.2017	igralnica vrtca	OŠ Velika Dolina, Jesenice na Dol.	47	± 6
79	497749-2	7.03.2017	26.04.2017	u ilnica 10	OŠ Vodmat	740	± 110
80	401974-1	8.03.2017	10.05.2017	u ilnica glasbeni pouk	OŠ Železniki	130	± 20
81	413311-2	8.03.2017	10.05.2017	igralnica Polžki	OŠ Železniki - vrtec	190	± 30
82	412543-1	8.03.2017	8.05.2017	u ilnica 1., 2., 3., razred	OŠ Železniki, PŠ Dav a	210	± 30
83	411643-0	8.03.2017	11.05.2017	u ilnica 4., 5. razred	OŠ Železniki, PŠ Dražgoše	150	± 20
84	155100-1	8.03.2017	11.05.2017	jedilnica	OŠ Železniki, PŠ Selca	200	± 30
85	185975-0	8.03.2017	11.05.2017	igralnica srednja	OŠ Železniki, PŠ Selca - vrtec Selca	190	± 30
86	686828-5	8.03.2017	8.05.2017	u ilnica 4., 5. razred	OŠ Železniki, PŠ Sorica	660	± 100
87	718005-2	8.03.2017	3.05.2017	u ilnica 103, 1.a razred	OŠ Žiri	45	± 6
88	402025-1	8.03.2017	3.05.2017	igralnica št. 6, Godnjav ki	OŠ Žiri - vrtec	82	± 10
89	412339-4	9.03.2017	3.05.2017	igralnica mlajša skupina (1. nad.)	Antonov vrtec Železniki	66	± 10
90	401909-7	24.02.2017	10.05.2017	igralnica prva desno	OŠ I. Tav arja Gor. vas, Vrtec Dobrava	89	± 12
91	402015-2	23.02.2017	3.05.2017	1. skupina	OŠ Poljane, vrtce Agata	230	± 30
92	412949-0	1.09.2017	3.10.2017	igralnica	OŠ Poljane, Vrtec Agata, enota Javorje	120	± 20
93	640104-6	1.09.2017	3.10.2017	igralnica	OŠ Poljane, Vrtec Agata, enota Poljane	74	± 12
94	722449-6	22.02.2017	3.05.2017	igralnica desno prva, ebelice	OŠ V. Laš e, Vrtec Karlovica	970	± 160
95	154381-8	22.02.2017	3.05.2017	igralnica levo, Srnice	OŠ V. Laš e, Vrtec Karlovica	430	± 60
96	411485-6	9.03.2017	3.05.2017	igralnica Polžki	Vrtec Bled	76	± 12
97	402089-7	9.03.2017	3.05.2017	igralnica	Vrtec Bled, Enota Bohinjska Bela	64	± 10
98	402293-5	8.03.2017	4.05.2017	igralnica ebelice	Vrtec pri Sveti Ani	66	± 10
99	412207-3	15.03.2017	19.04.2017	Son ek	Vrtec Šk. Loka, Enota Biba	150	± 30
100	402309-9	15.03.2017	19.04.2017	igralnica Jercia	Vrtec Šk. Loka, Enota Bukovica	180	± 30
101	401919-6	15.03.2017	19.04.2017	zbornica	Vrtec Šk. Loka, Enota Ciciban	1070	± 140
102	411489-8	15.03.2017	19.04.2017	igralnica Prijatelji	Vrtec Šk. Loka, Enota ebelica	55	± 10
103	411466-6	15.03.2017	19.04.2017	razvojni oddelek	Vrtec Šk. Loka, Enota Najdihojca	400	± 60
104	402019-4	15.03.2017	19.04.2017	igralnica 10	Vrtec Šk. Loka, Enota Pedenjped	630	± 80
105	412229-7	15.03.2017	19.04.2017	igralnica 2	Vrtec Šk. Loka, Enota Pedenjped, odd.	370	± 50
106	411989-7	15.03.2017	19.04.2017	igralnica Vida	Vrtec Šk. Loka, Enota Rožle	62	± 14
107	690050-0	15.03.2017	19.04.2017	zakloniš e	Vrtec Škofja Loka	310	± 50
108	487965-6	23.02.2017	26.04.2017	VO - jasli miške	Vrtec Vodmat, Enota Bohori eva	42	± 6

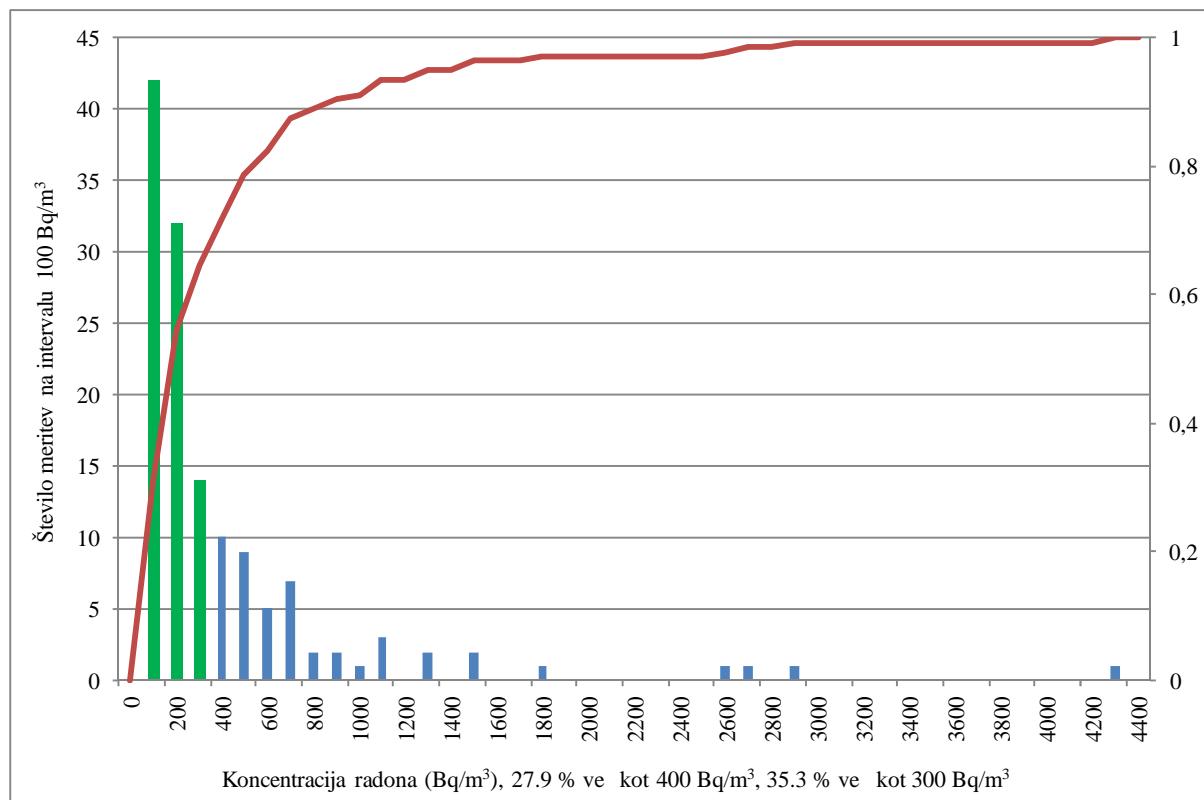
109	282965-3	23.02.2017	26.04.2017	KC - Kamen ki telovadnica	Vrtec Vodmat, Enota Korytkova	64 \pm 8
110	210612-8	9.05.2017	3.10.2017	igralnica D2	VVO Jarše, Enota Kekec	30 \pm 4
111	380849-0	2.03.2017	3.05.2017	igralnica rde a soba	VVO Jarše, Enota Mojca	490 \pm 70
112	747918-1	2.03.2017	3.05.2017	igralnica R1, Pikapolonice	VVO Jarše, Enota Rožle	280 \pm 40
113	374393-7	2.03.2017	3.05.2017	igralnica R1, Pikapolonice	VVO Jarše, Enota Rožle - Pokopališka	180 \pm 30
114	231258-5	7.03.2017	25.04.2017	Enota Mavrica	VVO Mladi rod	460 \pm 60
115	992686-6	29.03.2017	26.04.2017	Enota Vetrnica	VVO Mladi rod	160 \pm 30
116	598086-7	7.03.2017	25.04.2017	Enota Stonoga	VVO Mladi rod	154 \pm 30
117	125829-2	1.03.2017	25.04.2017	Enota Kostnaj kov vrtec	VVO Mladi rod	120 \pm 20
118	380781-5	7.03.2017	26.04.2017	Enota ira ara	VVO Mladi rod	120 \pm 20
119	374210-3	22.02.2017	5.05.2017	Igralnica Balon ki	VVO Pedenjped, Enota Kašelj	880 \pm 150
120	967507-5	22.03.2017	3.05.2017	pralnica	VVO Ribnica	1760 \pm 320
121	401891-7	8.03.2017	3.05.2017	modra igralnica (nadstropje)	VVO Son ni žarek Škofja Loka	70 \pm 10
122	172514-2	22.02.2017	3.05.2017	pedagoška soba	VVO Zelena jama	4270 \pm 770
123	766694-4	22.02.2017	3.05.2017	igralnica 8	VVO Zelena jama, Enota Zmaj ek	310 \pm 40
124	797235-9	22.02.2017	3.05.2017	igralnica 4	VVO Zelena jama, Vejica	29 \pm 4
125	376818-1	22.02.2017	3.05.2017	3. igralnica v drugem nizu	VVO Zelena jama, Virba	440 \pm 60
126	376388-5	22.02.2017	3.05.2017	Igralnica 6	VVO Zelena jama, Zmaj ica	130 \pm 20
127	401965-9	9.03.2017	3.05.2017	pisarna fotokopirnica CSD	VVZ Radovljica	30 \pm 6
128	402214-1	9.03.2017	3.05.2017	telovadnica vrtca	VVZ Radovljica, Enota Begunje	79 \pm 12
129	342829-9	9.03.2017	3.05.2017	garderoba zaposleni	VVZ Radovljica, Enota Brezje	150 \pm 20
130	402227-3	9.03.2017	3.05.2017	igralnica Son ki	VVZ Radovljica, Enota Kamna Gorica	630 \pm 80
131	411399-9	9.03.2017	3.05.2017	igralnica Pikapolonice	VVZ Radovljica, Enota Kropa	520 \pm 70
132	796497-6	9.03.2017	3.05.2017	igralnica Školjke	VVZ Radovljica, Enota Lesce	220 \pm 30
133	139970-8	9.03.2017	3.05.2017	telovadnica vrtca	VVZ Radovljica, Enota Posavec	42 \pm 6
134	190662-7	9.03.2017	3.05.2017	igralnica Polžki	VVZ Radovljica, Enota Radovljica	100 \pm 20
135	402147-3	9.03.2017	9.05.2017	igralnica (nadstropje)	Zasebni vrtec Montessori	10 \pm 4

* Vse izmerjene koncentracije radona, ki skupaj z negotovostjo (interval zaupanja $k = 2$) meritve presegajo 400 Bq/m^3 , so obarvane rde e, vse izmerjene koncentracije radona, ki skupaj z negotovostjo (interval zaupanja $k = 2$) meritve presegajo 300 Bq/m^3 in so nižje od 400 Bq/m^3 , so obarvane modro, ostale so obarvane rno

Slika 4 prikazuje histogram koncentracij radona, izmerjenih v u ilnicah šol in igralnicah vrtcev.



Slika 4. Histogram koncentracij radona v osnovnih šolah in vrtcih v letu 2017



Slika 5. Frekven na porazdelitev koncentracij radona v osnovnih šolah in vrtcih v letu 2017

Slika 5 prikazuje frekven no porazdelitev koncentracij radona, izmerjenih v u ilnicah šol in igralnicah vrtcev po posameznih regijah v Sloveniji. Iz slike 4 vidimo, da smo v vseh regijah, razen v spodnjeposavski regiji, izmerili koncentracije radona, ki so presegale 400 Bq/m^3 . Iz slike 5 vidimo, da je bila koncentracija radona v 27.9 % vseh meritev višja od 400 Bq/m^3 .

5.1.1. Vrtec Pedenjped, Enota Kašelj

Enota vrtca v Kašlju je obnovljen objekt, ima nova okna in fasado z debelejšo plastjo toplotne izolacije. Objekt je nepodkleten in ima samo eno etažo (Slika 6). V sprednjem delu objekta so igralnice in sanitarije za otroke, v zadnjem delu pa kuhinja in sobe za osebje. V igralnicah je po tleh linolej (Slika 7), v sanitarijah plošice. Tlaki so obnovljeni. Iz igralnic je možen dostop na zunanje igralne površine.



Slika 6. Vrtec Kašelj



Slika 7. Igralnica

V Vrtcu Kašelj smo določili koncentracijo radona z detektorji sledi v igralnici Pikapolonice v letu 2016. Izmerjena koncentracija radona v obdobju od 7.4. – 12.5.2016 je bila 1208 ± 180 Bq/m³. V letu 2017 smo določili koncentracijo radona še v igralnici Balonki. Izmerjena vrednost v obdobju od 22.2. – 5.5.2017 je bila 880 ± 150 Bq/m³ (Tabela 2).

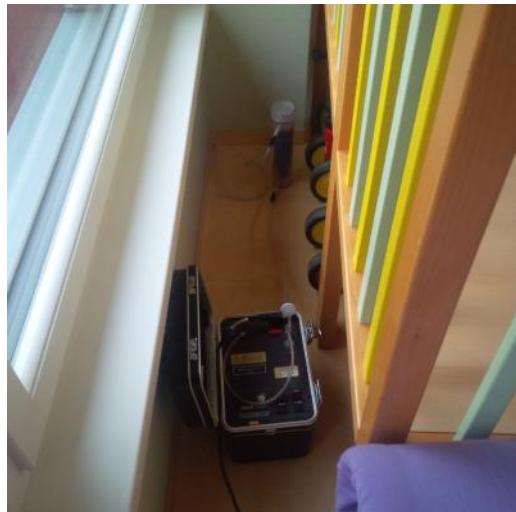
Izvajali smo tudi meritve iskanja virov radona v prostorih vrtca. Rezultati meritev so prikazani v tabeli 3. Vire radona smo iskali v treh prostorih (Slika 8, Slika 9, Slika 10). Najvišja vrednost je bila izmerjena v igralnici Balonki, 8500 ± 1000 Bq/m³.



Slika 8. Sifon v sanitarijah



Slika 9. Luknja pri vratih na teraso



Slika 10. Luknja pod oknom

Tabela 3. Iskanje virov radona

Lokacija: Vrtec Kašelj

Datum meritev: 22.2.2017

Lokacija	Merilni instrument	Koncentracija radona (Bq/m ³)
Sifon v sanitarijah	Alphaguard 2124	3500 ± 900
Soba vodje vrtca	Alphaguard 2124	1000 ± 300
Igralnica Balonki, luknja pri vratih na teraso	RAD 7	2500 ± 700
Igralnica Balonki, luknja pod oknom	RAD 7	8500 ± 1000

Meritve koncentracije radona v obeh igralnicah in iskanje virov radona so pokazale, da so tla oziroma razpoke v tleh mo an vir radona. Glede na to, da je bila koncentracija radona v igralnicah merjena v pomladnjem obdobju, predvidevamo, da so tako v jesenskem kot tudi zimskem obdobju koncentracije radona v igralnicah previsoke.

Predlagamo meritve asovnega poteka koncentracije radona v eni od igralnic, da ugotovimo, kako uspešno je jutranje odpiranje oken in kako hitro radon naraš a.

Predlagamo, da se preveri možnost vgraditve sistema za prisilno prezra evanje zraka izpod temeljne ploš e s asovno regulacijo delovanja.

5.1.2. OŠ Velike Laš e, Vrtec Karlovica

Vrtec Karlovica ja obnovljen in topotno izoliran starejši objekt, ki leži ob bregu, tako da je desna polovica stavbe delno podkletena, leva polovica pa ni podkletena (Slika 11). V osrednjem delu stavbe je garderoba in stopniš e, ki vodi v kletne prostore. Tlaki v kleti so razpokani, jašek za pitno vodo je v zemlji (Slika 12). V steni so jaški za dimnik, ki vodijo v igralnici nad kletjo (Slika 13, Slika 14).

V stavbi so tri igralnice, dve na nepodkletenem delu stavbe (Srnice in ebelice), ena na podkletenem delu stavbe (Žabice). V igralnicah je po tleh položen parket, ob robu so kotne letve. V igralnici Srnice je talno ogrevanje.



Slika 11. Vrtec Karlovica



Slika 12. Vrtec Karlovica, kletni prostori



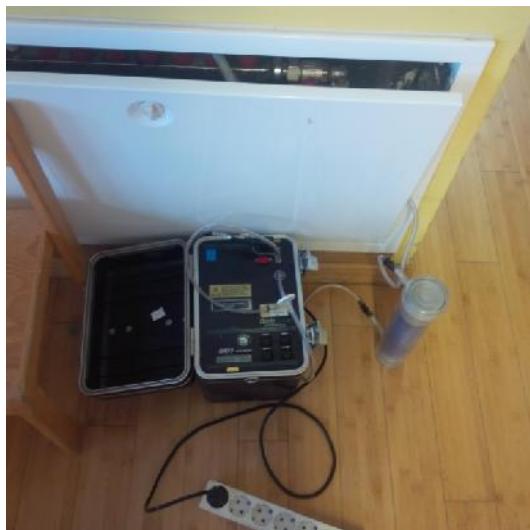
Slika 13. Dimniški jaški v kleti



Slika 14. Dimniški jašek v igralnici

V Vrtcu Karlovica smo določili koncentracijo radona z detektorji sledi v igralnicah Srnice in ebelice v letu 2016. Izmerjena koncentracija radona v obdobju od 1.9. – 10.10.2016 je bila v igralnici Srnice $369 \pm 50 \text{ Bq/m}^3$, v igralnici ebelice pa $988 \pm 150 \text{ Bq/m}^3$. V letu 2017 smo ponovili meritve koncentracije radona v obeh igralnicah. Izmerjeni vrednosti v obdobju od 22.2. – 3.5.2017 sta bili $430 \pm 60 \text{ Bq/m}^3$ in $970 \pm 160 \text{ Bq/m}^3$, zapovrstjo (Tabela 2).

Izvajali smo tudi meritve iskanja virov radona v prostorih vrtca. Rezultati meritve so prikazani v tabeli 4. Vire radona smo iskali na treh lokacijah, v igralnici Srnice v razpoki v tleh in jašku za centralno napeljavo ter v kleti v luknji v tleh (Slika 15, Slika 16).



Slika 15. Jašek z napeljavo za centralno ogrevanje



Slika 16. Razpoka v tleh v kleti

Tabela 4. Iskanje virov radona

Lokacija: Vrtec Karlovica

Datum meritev: 22.2.2017

Lokacija	Merilni instrument	Koncentracija radona (Bq/m^3)
Razpoka v tleh	RAD7	2800 ± 500
Jašek za centralno napeljavo	RAD7	6800 ± 1000
Luknja v tleh v kleti	Alphaguard 2124	10800 ± 1500

V igralnici Srnice, ki leži na nepodkletenem delu stavbe in ima talno ogrevanje, smo izvajali meritve koncentracije radona v jesenskem in pomladanskem obdobju. Izmerjena koncentracija radona se je gibala okoli 400 Bq/m^3 . Glede na to, da so obi ajno zimske koncentracije radona višje, poletne pa nižje, predvidevamo, da je povpre na koncentracija radona v igralnici 400 Bq/m^3 .

V igralnici ebelice je bila povpre na izmerjena koncentracija radona v letih 2016 in 2017 okoli 1000 Bq/m^3 .

Glavni razlog za povišano koncentracijo radona v vrtcu so razpoke v tleh in toplotna izolacija stavbe, ki zmanjša naravno prezra evanje.

Predlagamo, da se sanirajo (zaprejo) dimniški jaški, sanirajo tlaki v kleti in da se preveri možnost vgradnje prisilnega prezra evanja izpod temeljne ploše obeh igralnic v klet in od tam na prostoto. Mogoče se v ta namen lahko uporabijo tudi obstoječi dimniški jaški.

5.1.3. OŠ Cvetka Golarja Škofja Loka

Osnovna šola Cvetka Golarja (Slika 17) je starejši energetsko obnovljen objekt, tlaki v objektu pa so stari in razpokani. Objekt je podkleten samo v delu, kjer je delavnica hišnika in kurilnica. V kurilnici je odtok za vodo, ki ni zatesnjen, ampak napeljan direktno v zemljo.



Slika 17. OŠ Cvetka Golarja Škofja Loka

Meritve koncentracije radona na osnovni šoli smo izvajali že v letu 2016. V učilnici tehnika (soba 68) je bila izmerjena koncentracija radona $927 \pm 120 \text{ Bq/m}^3$.

V letu 2017 smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi v štirih prostorih. V treh prostorih je bila koncentracija radona krepko višja od 400 Bq/m^3 , najvišja v učilnici matematika (soba 79), $1440 \pm 260 \text{ Bq/m}^3$ (Tabela 2).

V prostorih osnovne šole smo iskali vire radona. Rezultati meritve iskanja virov radona so prikazani v tabeli 5 in na slikah 18, 19, 20 in 21.

Tabela 5. Iskanje virov radona

Lokacija: OŠ Cvetka Golarja Škofja Loka

Datum meritev: 23.2.2017

Lokacija	Merilni instrument	Koncentracija radona (Bq/m ³)
Delavnica hišnik, klet, odtok vode	RAD7	55300 ± 4900
U ilnica tehnika, soba 68, razpoka v tleh	RAD7	19100 ± 1750
U ilnica tehnika, soba 68, sifon za vodo	RAD7	3500 ± 1000
Knjižnica, soba 42, razpoka pod oknom	RAD7	15000 ± 1500
Hodnik, vodni jašek	Alphaguard 2124	3500 ± 900
U ilnica matematika, soba 79, razpoka v tleh	Alphaguard 2124	15000 ± 850



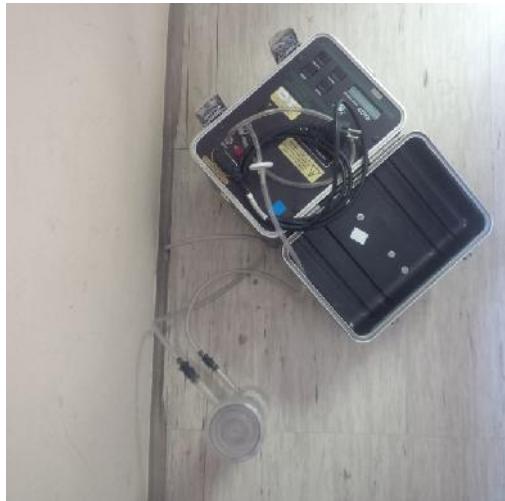
Slika 18. Delavnica hišnik, odtok vode



Slika 19. Tehnika, lukanja v tleh pod oknom



Slika 20. Hodnik, jašek



Slika 21. Knjižnica, lukanja v tleh pod oknom

Meritve iskanja virov radona v prostorih osnovne šole Cvetka Golarja Škofja Loka kažejo na to, da predstavljajo razpokani tlaki mo an vir radona.

Predlagamo, da se izvedejo meritve koncentracije radona še v nekaterih drugih u ilnicah, da ugotovimo, ali so povišane koncentracije radona v celiem objektu ali samo v posameznih u ilnicah.

Predlagamo tudi, da se preveri možnost vgradnje prisilnega prezra evanja izpod temeljne ploš e v u ilnicah s povišano koncentracijo radona.

5.1.4. Vrtec Ribnica

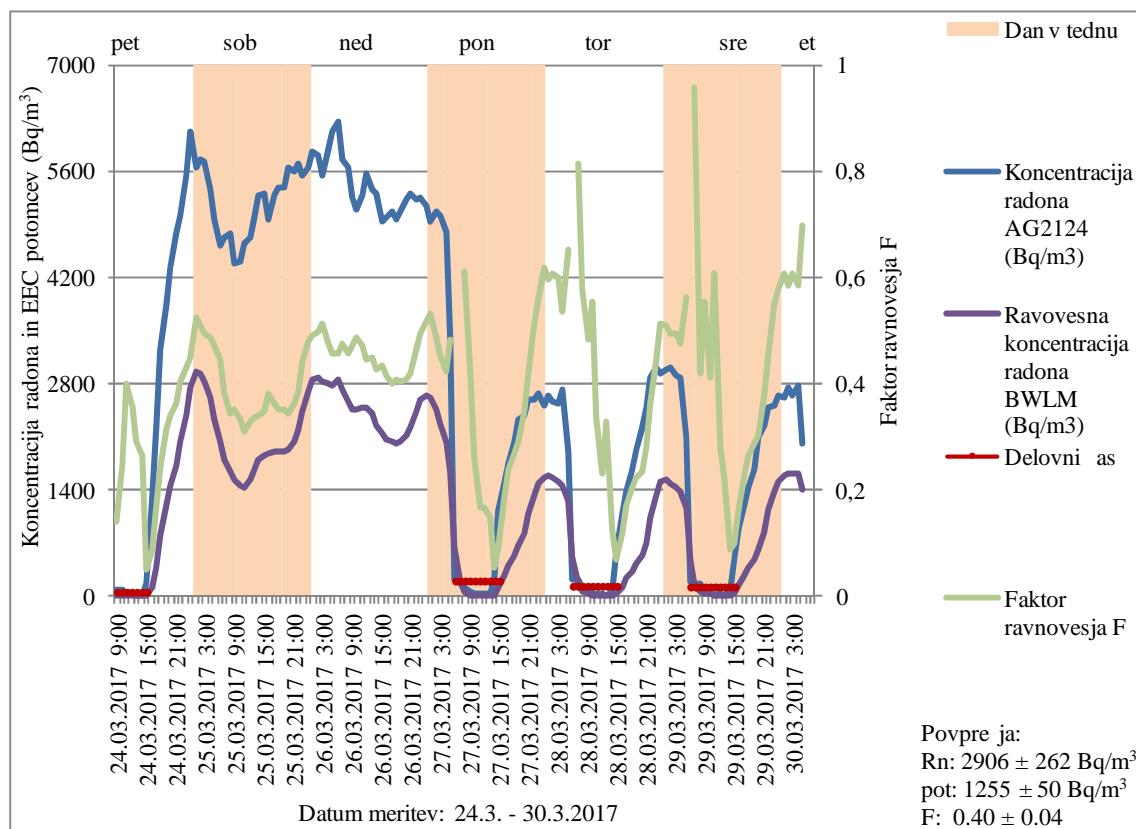
Vrtec Ribnica je nov objekt, je podkleten, v kletnih prostorih je pralnica in prostor za hišnika. V pralnici je sifon, iz katerega ob spremembah vremena zaudarja po fekalijah. Okna so stalno zaprta. Med 6. uro zjutraj in 15. uro popoldan je vklopljena ventilacija, ki izmenjuje zrak v pralnici in sobi za hišnika.

Meritve koncentracije radona v vrtcu smo izvajali že v letu 2016. V pralnici smo izmerili povišano koncentracijo radona. Izmerjena koncentracija radona je bila $1497 \pm 230 \text{ Bq/m}^3$.

V letu 2017 smo ponovili meritve koncentracije radona z detektorji sledi v pralnici. Izmerjena povprečna koncentracija radona v obdobju od 22.3.2017 do 3.5.2017 je bila $1760 \pm 320 \text{ Bq/m}^3$ (Tabela 2).

V pralnici smo določili tudi asovni potek koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti v obdobju od 24.3.2017 do 30.3.2017. Povprečna koncentracija radona v pralnici v asu izvajanja meritev je bila $2906 \pm 262 \text{ Bq/m}^3$, povprečna ravnovesna koncentracija radonovih potomcev v asu izvajanja meritev je bila $1255 \pm 50 \text{ Bq/m}^3$, povprečni faktor ravnovesja je bil 0.40 ± 0.04 ($0.04 - 0.96$). Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 22 in v tabeli 6.

Na sliki 22 je zgoraj prikazana povprečna koncentracija radona med delovnim časom med 6:00 in 15:00. Iz slike 22 vidimo, da takoj po vklopu ventilacije koncentracija radona močno pada (pod 200 Bq/m^3).



Slika 22. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m^3

Lokacija merjenja: VVO Ribnica, pralnica v kleti

Datum meritve: 24.3.2017 do 30.3.2017

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), BWLM 2S

Meritve asovnega poteka koncentracije radona so pokazale, da obstoje a ventilacija ustreznno zniža koncentracijo radona v pralnici. Sanacija ni potrebna.

Tabela 6. Koncentracija radona in ravovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m³

Lokacija merjenja: VVO Ribnica, pralnica v kleti

Datum meritve: 24.3.2017 do 30.3.2017

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), BWLM 2S

Rezultati ozna eni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m ³)	Ravovesna koncentracija radona BWLM (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
24.03.2017 09:00	82	11	0,14
24.03.2017 10:00	76	19	0,25
24.03.2017 11:00	41#	16	0,40
24.03.2017 12:00	24#	9	0,36
24.03.2017 13:00	17#	5	0,29
24.03.2017 14:00	15#	4	0,27
24.03.2017 15:00	165	9	0,05
24.03.2017 16:00	1296	112	0,09
24.03.2017 17:00	2240	382	0,17
24.03.2017 18:00	3248	789	0,24
24.03.2017 19:00	3840	1207	0,31
24.03.2017 20:00	4320	1469	0,34
24.03.2017 21:00	4768	1727	0,36
24.03.2017 22:00	5024	2031	0,40
24.03.2017 23:00	5536	2373	0,43
25.03.2017 00:00	6112	2741	0,45
25.03.2017 01:00	5632	2950	0,52
25.03.2017 02:00	5760	2932	0,51
25.03.2017 03:00	5728	2824	0,49
25.03.2017 04:00	5344	2605	0,49
25.03.2017 05:00	4960	2332	0,47
25.03.2017 06:00	4608	2047	0,44
25.03.2017 07:00	4736	1799	0,38
25.03.2017 08:00	4768	1638	0,34
25.03.2017 09:00	4384	1548	0,35
25.03.2017 10:00	4416	1468	0,33
25.03.2017 11:00	4640	1442	0,31
25.03.2017 12:00	4736	1549	0,33
25.03.2017 13:00	4992	1680	0,34
25.03.2017 14:00	5280	1791	0,34
25.03.2017 15:00	5312	1849	0,35
25.03.2017 16:00	4960	1891	0,38
25.03.2017 17:00	5280	1906	0,36
25.03.2017 18:00	5376	1894	0,35
25.03.2017 19:00	5376	1895	0,35
25.03.2017 20:00	5632	1930	0,34
25.03.2017 21:00	5600	2034	0,36
25.03.2017 22:00	5696	2193	0,39
25.03.2017 23:00	5536	2441	0,44
26.03.2017 00:00	5632	2702	0,48
26.03.2017 01:00	5856	2866	0,49
26.03.2017 02:00	5792	2878	0,50
26.03.2017 03:00	5536	2838	0,51
26.03.2017 04:00	5888	2790	0,47
26.03.2017 05:00	6112	2779	0,45
26.03.2017 06:00	6240	2845	0,46
26.03.2017 07:00	5760	2730	0,47
26.03.2017 08:00	5632	2564	0,46
26.03.2017 09:00	5248	2471	0,47
26.03.2017 10:00	5088	2471	0,49

Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m ³)	Ravovesna koncentracija radona BWLM (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
26.03.2017 11:00	5280	2490	0,47
26.03.2017 12:00	5568	2489	0,45
26.03.2017 13:00	5344	2400	0,45
26.03.2017 14:00	5312	2257	0,42
26.03.2017 15:00	4928	2139	0,43
26.03.2017 16:00	4992	2069	0,41
26.03.2017 17:00	5056	2026	0,40
26.03.2017 18:00	4960	2018	0,41
26.03.2017 19:00	5056	2050	0,41
26.03.2017 20:00	5216	2117	0,41
26.03.2017 21:00	5312	2233	0,42
26.03.2017 22:00	5216	2427	0,47
26.03.2017 23:00	5248	2592	0,49
27.03.2017 00:00	5152	2655	0,52
27.03.2017 01:00	4928	2611	0,53
27.03.2017 02:00	5056	2469	0,49
27.03.2017 03:00	5024	2266	0,45
27.03.2017 04:00	4800	2032	0,42
27.03.2017 05:00	3392	1643	0,48
27.03.2017 06:00	222	635	
27.03.2017 07:00	175	193	
27.03.2017 08:00	103	63	0,61
27.03.2017 09:00	56	23	0,42
27.03.2017 10:00	34#	9	0,26
27.03.2017 11:00	38#	6	0,17
27.03.2017 12:00	31#	5	0,17
27.03.2017 13:00	31#	5	0,15
27.03.2017 14:00	243	13	0,05
27.03.2017 15:00	1144	105	0,09
27.03.2017 16:00	1480	272	0,18
27.03.2017 17:00	1744	418	0,24
27.03.2017 18:00	2048	548	0,27
27.03.2017 19:00	2320	671	0,29
27.03.2017 20:00	2368	824	0,35
27.03.2017 21:00	2592	1083	0,42
27.03.2017 22:00	2592	1325	0,51
27.03.2017 23:00	2672	1490	0,56
28.03.2017 00:00	2512	1553	0,62
28.03.2017 01:00	2656	1578	0,59
28.03.2017 02:00	2576	1563	0,61
28.03.2017 03:00	2528	1518	0,60
28.03.2017 04:00	2720	1453	0,53
28.03.2017 05:00	1904	1239	0,65
28.03.2017 06:00	208	514	
28.03.2017 07:00	209	170	0,81
28.03.2017 08:00	119	68	0,58
28.03.2017 09:00	78	38	0,48
28.03.2017 10:00	39#	22	0,56
28.03.2017 11:00	37#	12	0,33
28.03.2017 12:00	36#	8	0,23

Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m ³)	Ravovesna koncentracija radona BWLM (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
28.03.2017 13:00	16#	5	0,33
28.03.2017 14:00	54	7	0,13
28.03.2017 15:00	596	40	0,07
28.03.2017 16:00	1088	127	0,12
28.03.2017 17:00	1368	234	0,17
28.03.2017 18:00	1664	338	0,20
28.03.2017 19:00	1920	430	0,22
28.03.2017 20:00	2224	525	0,24
28.03.2017 21:00	2480	696	0,28
28.03.2017 22:00	2880	1046	0,36
28.03.2017 23:00	3008	1336	0,44
29.03.2017 00:00	2928	1502	0,51
29.03.2017 01:00	2992	1526	0,51
29.03.2017 02:00	3008	1482	0,49
29.03.2017 03:00	2912	1440	0,49
29.03.2017 04:00	2880	1374	0,48
29.03.2017 05:00	2096	1179	0,56
29.03.2017 06:00	193	480	
29.03.2017 07:00	169	162	0,96
29.03.2017 08:00	160	67	0,42
29.03.2017 09:00	75	42	0,56

Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m ³)	Ravovesna koncentracija radona BWLM (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
29.03.2017 10:00	58	24	0,41
29.03.2017 11:00	23#	14	0,61
29.03.2017 12:00	27#	8	0,28
29.03.2017 13:00	22#	5	0,22
29.03.2017 14:00	85	7	0,09
29.03.2017 15:00	478	47	0,10
29.03.2017 16:00	884	141	0,16
29.03.2017 17:00	1184	267	0,23
29.03.2017 18:00	1440	379	0,26
29.03.2017 19:00	1664	478	0,29
29.03.2017 20:00	2080	627	0,30
29.03.2017 21:00	2240	848	0,38
29.03.2017 22:00	2496	1136	0,45
29.03.2017 23:00	2512	1379	0,55
30.03.2017 00:00	2640	1522	0,58
30.03.2017 01:00	2624	1590	0,61
30.03.2017 02:00	2752	1604	0,58
30.03.2017 03:00	2656	1613	0,61
30.03.2017 04:00	2768	1621	0,59
30.03.2017 05:00	2024	1412	0,70

5.1.5. OŠ Dolenjske Toplice

OŠ Dolenjske Toplice je objekt, grajen v več nivojih. Na dveh koncih je podkleten. V užilnicah in hodnikih je po tleh položen linolej, v igralnici vrtca in telovadnici pa parket. Vplivov vlage ni videti, so pa vidne razpoke ob stikih sten in tal. V večini prostorov je v tleh napeljana kineta za napeljavjo, ki je razpokana.

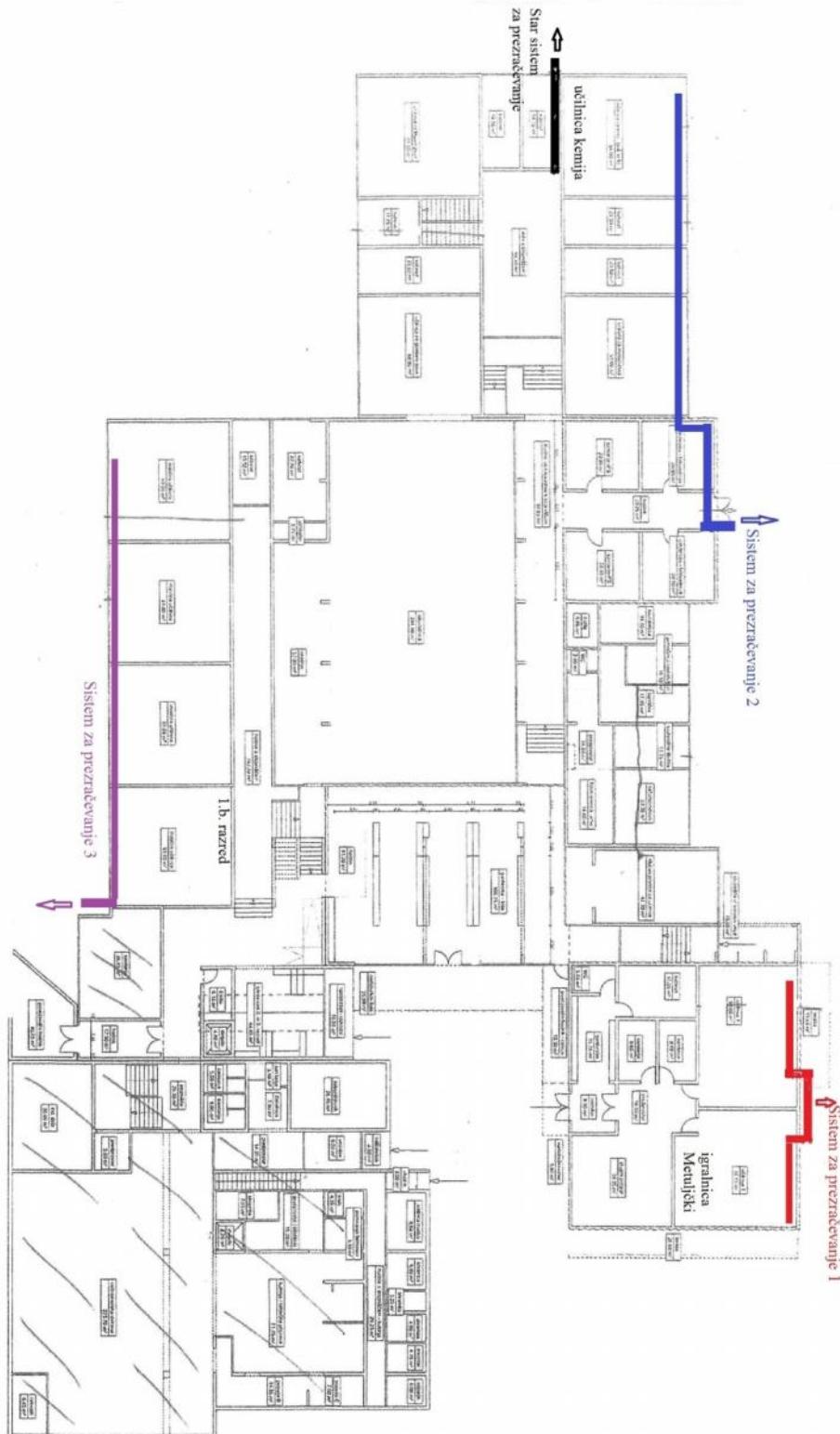
V OŠ Dolenjske Toplice smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi v obdobju od 8.3.2016 do 16.5.2016 na zahtevo vodstva šole (Poročilo LMSAR-20160016-PJ, ZVD, 2016). V šoli je bil že pred leti vgrajen sistem za prisilno prezračevanje zraka izpod temeljne plošče. Ker je bila šola naknadno topotno izolirana, se je vodstvo šole odločilo, da z meritvami koncentracije radona preveri, če je sistem za prezračevanje še ustrezan.

Zaradi visokih koncentracij radona, ki so v nekaterih užilnicah presegale 3000 Bq/m³, smo v okviru rednega programa meritev (Poročilo LMSAR-20160019-PJ, z dne 10.11.2016) izvedli meritve koncentracije radona v treh užilnicah (kjer prej ni bilo merjeno) in iskali vire radona v več prostorih v šoli.

Na podlagi rezultatov opravljenih meritev koncentracije radona in iskanja virov radona je bila izdana odločba s strani URSVS, kjer je bilo zahtevano, da se v OŠ Dolenjske Toplice zniža koncentracija radona. V OŠ Dolenjske Toplice so poleti 2017 izvedli sanacijo. Vgradili so tri sisteme za prisilno prezračevanje zraka izpod temeljne plošče (Slika 23). Prvi sistem je bil vgrajen tako, da vleče zrak izpod dveh prostorov, igralnice Metuljki in sosednje užilnice (slika 24). Drugi sistem je bil vgrajen v užilnici 1.b razred (Slika 25) in vleče zrak iz kinete, ki povezuje več užilnic. Tretji sistem je bil vgrajen v garderobi ob vhodu v šolo in vleče zrak iz kinete iz več prostorov do užilnice kemija (Slika 26).

Po izvedeni sanaciji smo v več prostorov na šoli postavili detektorje sledi, s katerimi bomo določili povprečno koncentracijo radona skozi daljše asovno obdobje (meritve še potekajo).

V tri u ilnice smo postavili merilne instrumente, s katerimi smo dolo ali asovni potek koncentracije radona. Izbrali smo igralnico Metulj ki, u ilnico 1.b razred in u ilnico kemija. Med potekom meritev so bili vsi trije sistemi vklju eni in so delovali pri polni mo i.



Slika 23. Lokacije sistemov za prezračevanje na OŠ Dolenjske Toplice



Slika 24. Sistem 2



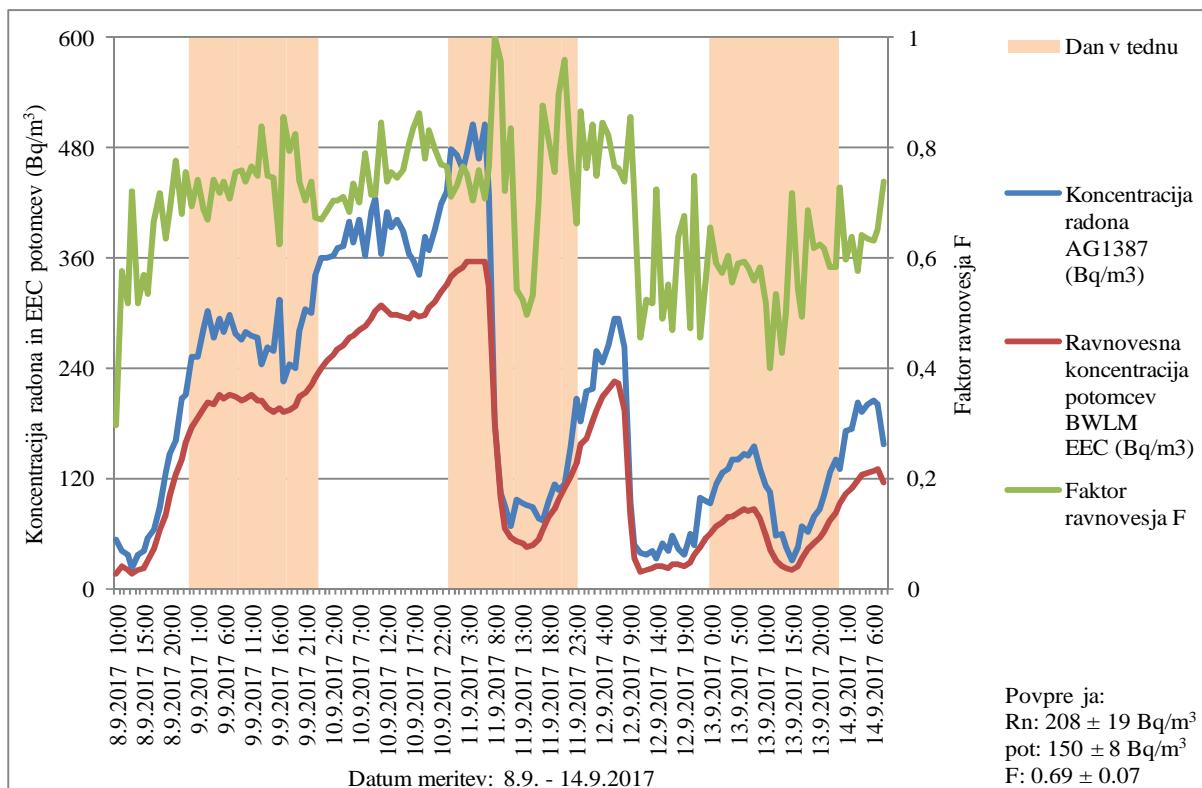
Slika 25. Sistem 2



Slika 26. Sistem 3

U ilnica kemija

V u ilnici kemija smo spremljali asovni potek koncentracije radona in ravnovesne koncentracije radonovih potomcev v obdobju od 8.9. – 14.9.2017 (Slika 27, Tabela 7), v u ilnici 1.b razred (Slika 28) in igralnici Metulj ki (Slika 29) pa samo asovni potek koncentracije radona.

Slika 27. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m^3

Lokacija merjenja: OŠ Dolenjske Toplice, u ilnica kemija

Datum meritve: 8.9.2017 do 14.9.2017

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), BWLM

Povpre na koncentracija radona v asu meritve je bila $208 \pm 19 \text{ Bq/m}^3$, povpre na ravnovesna koncentracija radonovih potomcev je bila $150 \pm 8 \text{ Bq/m}^3$, povpre ni faktor ravnovesja pa 0.69 ± 0.07 .

Koncentracija radona je preko vikenda in med tednom v no nem asu, ko je ve ja tla na razlika med zrakom v u ilnici in zrakom pod temeljno ploš o, narasla do 500 Bq/m^3 , kar je najbrž posledica premajhne mo i ventilatorja. Sicer so bile izmerjene vrednosti koncentracije radona nizke, a smiselno bi bilo preveriti delovanje sistema tudi v zimskem asu, v asu ogrevanja.

Tabela 7. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m^3

Lokacija merjenja: OŠ Dolenjske Toplice, u ilnica kemija

Datum meritve: 8.9.2017 do 14.9.2017

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), BWLM

Rezultati ozna eni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Datum, ura	Koncentracija radona AG1387 (Bq/m^3)	Ravnovesna koncentracija potomcev BWLM EEC (Bq/m^3)	Faktor ravnovesja F
8.09.2017 10:00:00	54	16	0,30
8.09.2017 11:00:00	# 41	23	0,58
8.09.2017 12:00:00	# 37	19	0,52
8.09.2017 13:00:00	# 22	16	0,72
8.09.2017 14:00:00	# 37	19	0,52
8.09.2017 15:00:00	# 41	23	0,57
8.09.2017 16:00:00	56	30	0,53
8.09.2017 17:00:00	63	42	0,66
8.09.2017 18:00:00	88	63	0,72
8.09.2017 19:00:00	125	79	0,64
8.09.2017 20:00:00	147	101	0,69
8.09.2017 21:00:00	160	124	0,78
8.09.2017 22:00:00	207	141	0,68
8.09.2017 23:00:00	211	160	0,76
9.09.2017 00:00:00	252	175	0,69
9.09.2017 01:00:00	252	186	0,74
9.09.2017 02:00:00	284	195	0,69
9.09.2017 03:00:00	302	202	0,67
9.09.2017 04:00:00	272	201	0,74
9.09.2017 05:00:00	294	211	0,72
9.09.2017 06:00:00	280	207	0,74
9.09.2017 07:00:00	298	211	0,71
9.09.2017 08:00:00	278	210	0,75
9.09.2017 09:00:00	270	205	0,76
9.09.2017 10:00:00	280	207	0,74
9.09.2017 11:00:00	274	210	0,77

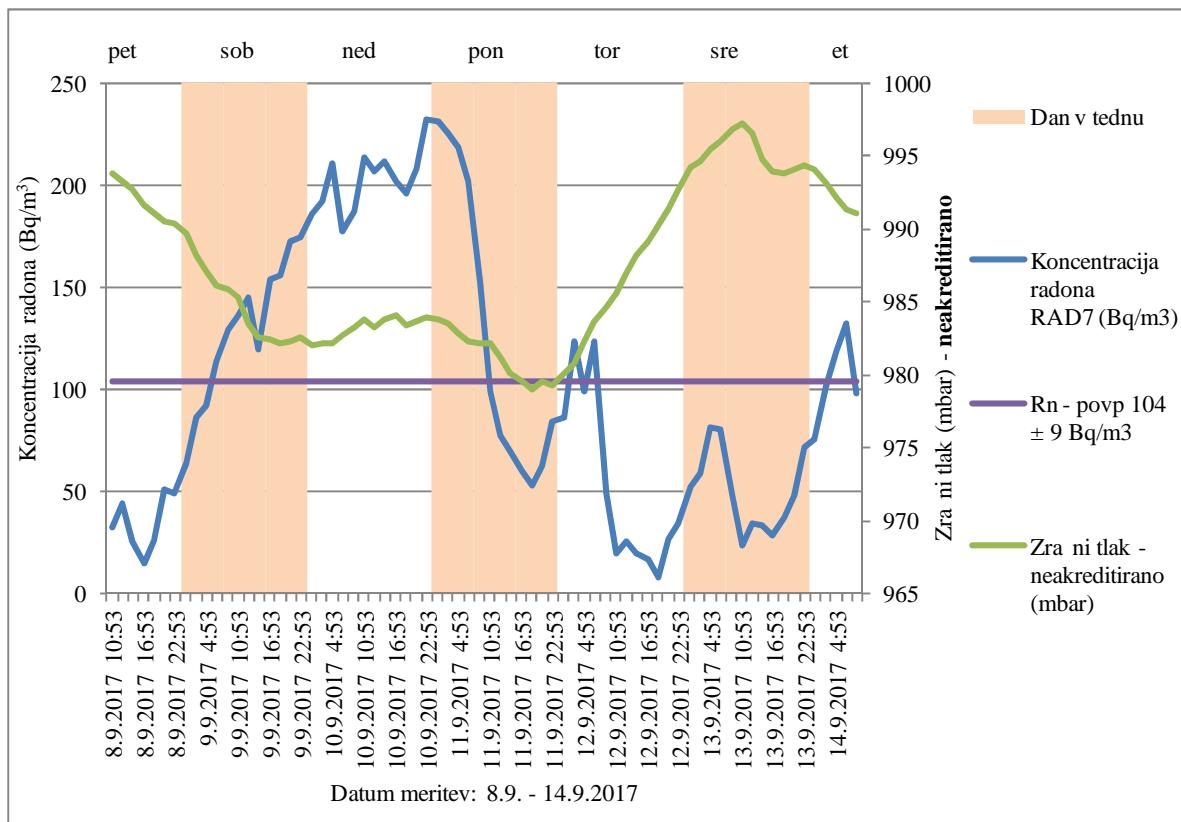
Datum, ura	Koncentracija radona AG1387 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev BWLM EEC (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
9. 09. 2017 12:00:00	272	204	0,75
9. 09. 2017 13:00:00	244	204	0,84
9. 09. 2017 14:00:00	262	196	0,75
9. 09. 2017 15:00:00	258	192	0,74
9. 09. 2017 16:00:00	314	196	0,62
9. 09. 2017 17:00:00	225	192	0,86
9. 09. 2017 18:00:00	244	193	0,79
9. 09. 2017 19:00:00	240	198	0,83
9. 09. 2017 20:00:00	282	208	0,74
9. 09. 2017 21:00:00	304	214	0,70
9. 09. 2017 22:00:00	300	222	0,74
9. 09. 2017 23:00:00	342	230	0,67
10. 09. 2017 00:00:00	360	240	0,67
10. 09. 2017 01:00:00	360	248	0,69
10. 09. 2017 02:00:00	362	254	0,70
10. 09. 2017 03:00:00	370	260	0,70
10. 09. 2017 04:00:00	372	265	0,71
10. 09. 2017 05:00:00	400	273	0,68
10. 09. 2017 06:00:00	376	276	0,73
10. 09. 2017 07:00:00	402	281	0,70
10. 09. 2017 08:00:00	362	286	0,79
10. 09. 2017 09:00:00	410	293	0,72
10. 09. 2017 10:00:00	424	302	0,71
10. 09. 2017 11:00:00	364	308	0,85
10. 09. 2017 12:00:00	410	303	0,74
10. 09. 2017 13:00:00	394	297	0,75
10. 09. 2017 14:00:00	402	299	0,74
10. 09. 2017 15:00:00	390	296	0,76
10. 09. 2017 16:00:00	364	294	0,81
10. 09. 2017 17:00:00	358	299	0,84
10. 09. 2017 18:00:00	342	295	0,86
10. 09. 2017 19:00:00	382	297	0,78
10. 09. 2017 20:00:00	368	306	0,83
10. 09. 2017 21:00:00	392	313	0,80
10. 09. 2017 22:00:00	418	322	0,77
10. 09. 2017 23:00:00	432	330	0,76
11. 09. 2017 00:00:00	478	340	0,71
11. 09. 2017 01:00:00	472	346	0,73
11. 09. 2017 02:00:00	456	349	0,77
11. 09. 2017 03:00:00	474	357	0,75

Datum, ura	Koncentracija radona AG1387 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev BWLM EEC (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
11. 09. 2017 04:00:00	504	355	0,70
11. 09. 2017 05:00:00	468	356	0,76
11. 09. 2017 06:00:00	504	356	0,71
11. 09. 2017 07:00:00	428	328	0,77
11. 09. 2017 08:00:00	179	180	1,00
11. 09. 2017 09:00:00	103	98	0,96
11. 09. 2017 10:00:00	91	66	0,72
11. 09. 2017 11:00:00	67	56	0,84
11. 09. 2017 12:00:00	97	52	0,54
11. 09. 2017 13:00:00	92	48	0,52
11. 09. 2017 14:00:00	91	45	0,50
11. 09. 2017 15:00:00	89	47	0,53
11. 09. 2017 16:00:00	76	53	0,70
11. 09. 2017 17:00:00	73	64	0,88
11. 09. 2017 18:00:00	95	77	0,81
11. 09. 2017 19:00:00	114	86	0,76
11. 09. 2017 20:00:00	108	97	0,90
11. 09. 2017 21:00:00	114	109	0,96
11. 09. 2017 22:00:00	154	121	0,79
11. 09. 2017 23:00:00	206	136	0,66
12. 09. 2017 00:00:00	181	157	0,87
12. 09. 2017 01:00:00	214	163	0,76
12. 09. 2017 02:00:00	217	182	0,84
12. 09. 2017 03:00:00	258	193	0,75
12. 09. 2017 04:00:00	247	209	0,85
12. 09. 2017 05:00:00	264	216	0,82
12. 09. 2017 06:00:00	294	225	0,77
12. 09. 2017 07:00:00	294	224	0,76
12. 09. 2017 08:00:00	262	194	0,74
12. 09. 2017 09:00:00	95	81	0,86
12. 09. 2017 10:00:00	# 47	33	0,71
12. 09. 2017 11:00:00	# 38	17	0,46
12. 09. 2017 12:00:00	# 38	20	0,53
12. 09. 2017 13:00:00	# 41	21	0,52
12. 09. 2017 14:00:00	# 33	24	0,73
12. 09. 2017 15:00:00	# 49	24	0,49
12. 09. 2017 16:00:00	# 42	23	0,55
12. 09. 2017 17:00:00	58	27	0,47
12. 09. 2017 18:00:00	# 42	27	0,64
12. 09. 2017 19:00:00	# 36	24	0,68

Datum, ura	Koncentracija radona AG1387 (Bq/m ³)	Ravovesna koncentracija potomcev BWLM EEC (Bq/m ³)	Faktor ravovesja F
12. 09. 2017 20:00:00	59	28	0,47
12. 09. 2017 21:00:00	# 48	36	0,75
12. 09. 2017 22:00:00	98	45	0,46
12. 09. 2017 23:00:00	96	54	0,57
13. 09. 2017 00:00:00	93	60	0,65
13. 09. 2017 01:00:00	114	67	0,59
13. 09. 2017 02:00:00	125	71	0,57
13. 09. 2017 03:00:00	129	78	0,60
13. 09. 2017 04:00:00	141	78	0,55
13. 09. 2017 05:00:00	140	83	0,59
13. 09. 2017 06:00:00	146	87	0,59
13. 09. 2017 07:00:00	145	85	0,58
13. 09. 2017 08:00:00	154	86	0,56
13. 09. 2017 09:00:00	129	75	0,58
13. 09. 2017 10:00:00	112	58	0,52
13. 09. 2017 11:00:00	106	42	0,40
13. 09. 2017 12:00:00	58	31	0,54
13. 09. 2017 13:00:00	59	25	0,43
13. 09. 2017 14:00:00	# 45	23	0,50
13. 09. 2017 15:00:00	# 30	21	0,72
13. 09. 2017 16:00:00	# 45	24	0,54
13. 09. 2017 17:00:00	68	33	0,49
13. 09. 2017 18:00:00	62	43	0,69
13. 09. 2017 19:00:00	79	48	0,62
13. 09. 2017 20:00:00	87	54	0,62
13. 09. 2017 21:00:00	100	62	0,62
13. 09. 2017 22:00:00	125	73	0,58
13. 09. 2017 23:00:00	141	82	0,58
14. 09. 2017 00:00:00	129	94	0,73
14. 09. 2017 01:00:00	171	102	0,60
14. 09. 2017 02:00:00	173	110	0,64
14. 09. 2017 03:00:00	203	117	0,58
14. 09. 2017 04:00:00	193	124	0,64
14. 09. 2017 05:00:00	200	127	0,63
14. 09. 2017 06:00:00	204	129	0,63
14. 09. 2017 07:00:00	200	130	0,65
14. 09. 2017 08:00:00	156	115	0,74

U ilnica 1. b razred

Povprečna koncentracija radona v u ilnici 1. b razred je bila od 8.9. do 14.9.2017 v asu izvajanja meritev $104 \pm 9 \text{ Bq/m}^3$ (Slika 28, Tabela 8). Tudi v tej u ilnici je koncentracija radona med vikendom narasla, a precej manj kot v u ilnici kemija (do 220 Bq/m^3). Iz slike 28 vidimo tudi obratno sorazmerje med koncentracijo radona in zračnim tlakom, ko je zunanjih zračnih tlak padel, je koncentracija radona v u ilnici za elat naraščati in obratno. O itno je sistem za rpanje zraka izpod temeljne plošče v u ilnici 1. b razred močnejši od sistema, ki rpa zrak izpod u ilnice kemija.



Slika 28. Koncentracija radona v Bq/m^3

Lokacija merjenja: OŠ Dolenjske Toplice, u ilnica 1. b razred

Datum meritve: 8.9.2017 do 14.9.2017

Merilni instrumenti: RAD 7

Rezultati označeni z **neakreditirano** se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Tabela 8. Koncentracija radona v Bq/m³

Lokacija merjenja: OŠ Dolenjske Toplice, u ilnica 1. b razred

Datum meritve: 8.9.2017 do 14.9.2017

Merilni instrumenti: RAD 7

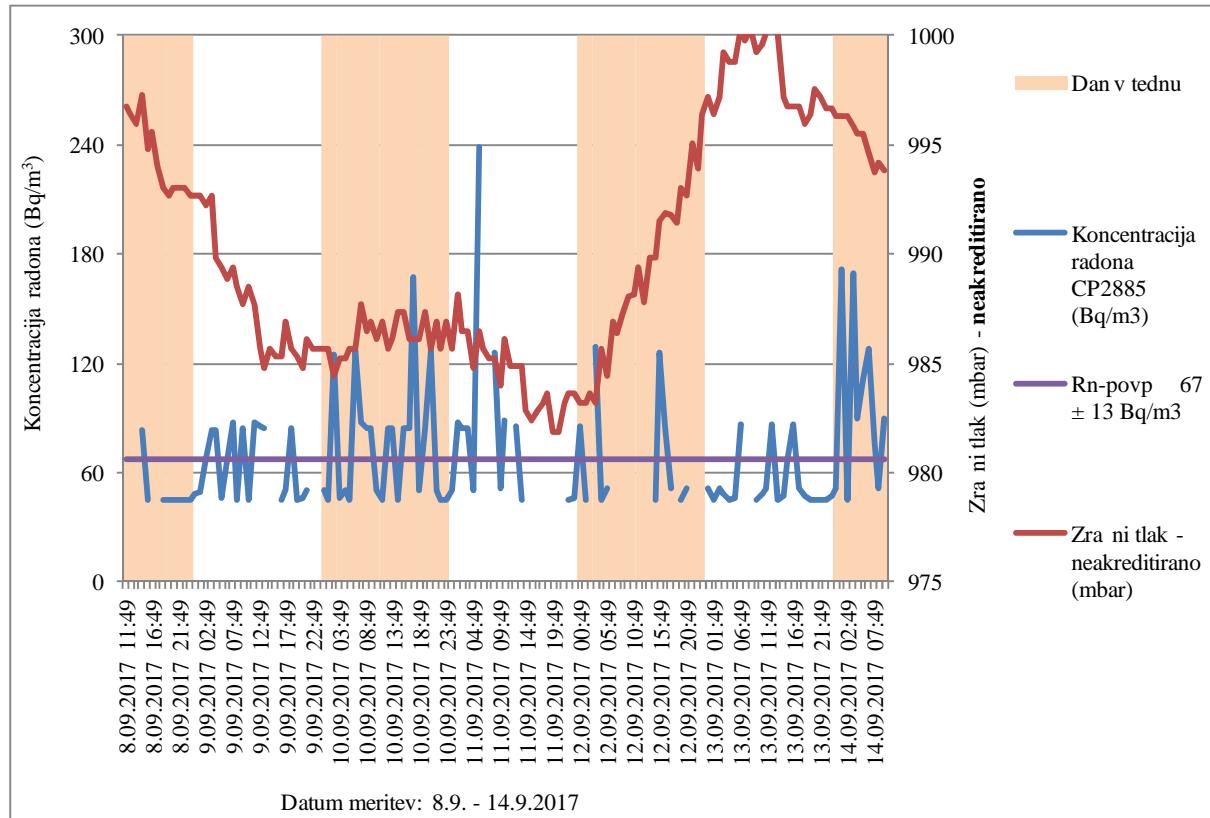
Rezultati ozna eni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Datum, ura	Koncentracija radona RAD7 (Bq/m ³)
8.09.2017 10:53	# 33
8.09.2017 12:53	# 44
8.09.2017 14:53	# 25
8.09.2017 16:53	# 15
8.09.2017 18:53	# 27
8.09.2017 20:53	51
8.09.2017 22:53	# 49
9.09.2017 00:53	64
9.09.2017 02:53	86
9.09.2017 04:53	92
9.09.2017 06:53	113
9.09.2017 08:53	130
9.09.2017 10:53	136
9.09.2017 12:53	145
9.09.2017 14:53	120
9.09.2017 16:53	154
9.09.2017 18:53	156
9.09.2017 20:53	172
9.09.2017 22:53	174
10.09.2017 00:53	186
10.09.2017 02:53	192
10.09.2017 04:53	210
10.09.2017 06:53	178
10.09.2017 08:53	187
10.09.2017 10:53	214
10.09.2017 12:53	207
10.09.2017 14:53	211
10.09.2017 16:53	202
10.09.2017 18:53	196
10.09.2017 20:53	208
10.09.2017 22:53	232
11.09.2017 00:53	231
11.09.2017 02:53	226
11.09.2017 04:53	218
11.09.2017 06:53	202
11.09.2017 08:53	152

Datum, ura	Koncentracija radona RAD7 (Bq/m ³)
11.09.2017 10:53	99
11.09.2017 12:53	77
11.09.2017 14:53	69
11.09.2017 16:53	60
11.09.2017 18:53	53
11.09.2017 20:53	63
11.09.2017 22:53	84
12.09.2017 00:53	86
12.09.2017 02:53	123
12.09.2017 04:53	99
12.09.2017 06:53	123
12.09.2017 08:53	# 49
12.09.2017 10:53	# 20
12.09.2017 12:53	# 26
12.09.2017 14:53	# 19
12.09.2017 16:53	# 17
12.09.2017 18:53	# 8
12.09.2017 20:53	# 26
12.09.2017 22:53	# 35
13.09.2017 00:53	52
13.09.2017 02:53	59
13.09.2017 04:53	82
13.09.2017 06:53	81
13.09.2017 08:53	# 48
13.09.2017 10:53	# 23
13.09.2017 12:53	# 35
13.09.2017 14:53	# 33
13.09.2017 16:53	# 29
13.09.2017 18:53	# 37
13.09.2017 20:53	# 48
13.09.2017 22:53	72
14.09.2017 00:53	75
14.09.2017 02:53	102
14.09.2017 04:53	119
14.09.2017 06:53	132
14.09.2017 08:53	98

Igralnica Metulj ki

Povprečna koncentracija radona v igralnici Metulj ki je bila od 8.9. do 14.9.2017 v asu izvajanja meritev $67 \pm 13 \text{ Bq/m}^3$ (Slika 29, Tabela 9). Iz slike 29 vidimo tudi obratno sorazmerje med koncentracijo radona in zračnim tlakom, ko je zunanj zračni tlak padel, je koncentracija radona v učilnici za dela naraščati in obratno. A koncentracija radona je bila v igralnici Metulj ki vesas zelo nizka. Očitno je sistem za vrnjanje zraka izpod temeljne plošče dovolj močan, da preverja dovolj zraka izpod obeh prostorov.



Slika 29. Koncentracija radona v Bq/m^3

Lokacija merjenja: OŠ Dolenjske Toplice, igralnica Metulj ki

Datum meritve: 8.9.2017 do 14.9.2017

Merilni instrumenti: Canary Pro 2885 (CP2885)

Rezultati označeni z **neakreditirano** se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Tabela 9. Koncentracija radona v Bq/m³

Lokacija merjenja: OŠ Dolenjske Toplice, igralnica Metulj ki

Datum meritve: 8.9.2017 do 14.9.2017

Merilni instrumenti: Canary Pro 2885 (CP2885)

Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Datum, ura	Koncentracija radona CP2885 (Bq/m ³)
8.09.2017 11:49	# 45
8.09.2017 12:49	
8.09.2017 13:49	
8.09.2017 14:49	83
8.09.2017 15:49	# 45
8.09.2017 16:49	
8.09.2017 17:49	
8.09.2017 18:49	# 45
8.09.2017 19:49	# 45
8.09.2017 20:49	# 45
8.09.2017 21:49	# 45
8.09.2017 22:49	# 45
8.09.2017 23:49	# 45
9.09.2017 00:49	# 48
9.09.2017 01:49	# 50
9.09.2017 02:49	67
9.09.2017 03:49	83
9.09.2017 04:49	83
9.09.2017 05:49	# 46
9.09.2017 06:49	67
9.09.2017 07:49	88
9.09.2017 08:49	# 45
9.09.2017 09:49	84
9.09.2017 10:49	# 45
9.09.2017 11:49	88
9.09.2017 12:49	86
9.09.2017 13:49	84
9.09.2017 14:49	
9.09.2017 15:49	
9.09.2017 16:49	# 45
9.09.2017 17:49	50
9.09.2017 18:49	84
9.09.2017 19:49	# 45
9.09.2017 20:49	# 46
9.09.2017 21:49	50
9.09.2017 22:49	

Datum, ura	Koncentracija radona CP2885 (Bq/m ³)
9.09.2017 23:49	
10.09.2017 00:49	50
10.09.2017 01:49	# 45
10.09.2017 02:49	125
10.09.2017 03:49	# 46
10.09.2017 04:49	50
10.09.2017 05:49	# 45
10.09.2017 06:49	127
10.09.2017 07:49	88
10.09.2017 08:49	84
10.09.2017 09:49	84
10.09.2017 10:49	50
10.09.2017 11:49	# 45
10.09.2017 12:49	84
10.09.2017 13:49	84
10.09.2017 14:49	# 45
10.09.2017 15:49	84
10.09.2017 16:49	84
10.09.2017 17:49	167
10.09.2017 18:49	50
10.09.2017 19:49	84
10.09.2017 20:49	127
10.09.2017 21:49	50
10.09.2017 22:49	# 45
10.09.2017 23:49	# 45
11.09.2017 00:49	50
11.09.2017 01:49	88
11.09.2017 02:49	84
11.09.2017 03:49	84
11.09.2017 04:49	50
11.09.2017 05:49	239
11.09.2017 06:49	
11.09.2017 07:49	
11.09.2017 08:49	126
11.09.2017 09:49	51
11.09.2017 10:49	89

Datum, ura	Koncentracija radona CP2885 (Bq/m ³)
11.09.2017 11:49	
11.09.2017 12:49	86
11.09.2017 13:49	# 45
11.09.2017 14:49	
11.09.2017 15:49	51
11.09.2017 16:49	
11.09.2017 17:49	
11.09.2017 18:49	
11.09.2017 19:49	
11.09.2017 20:49	# 45
11.09.2017 21:49	
11.09.2017 22:49	# 45
11.09.2017 23:49	# 46
12.09.2017 00:49	86
12.09.2017 01:49	# 45
12.09.2017 02:49	
12.09.2017 03:49	129
12.09.2017 04:49	# 45
12.09.2017 05:49	51
12.09.2017 06:49	
12.09.2017 07:49	
12.09.2017 08:49	
12.09.2017 09:49	
12.09.2017 10:49	
12.09.2017 11:49	
12.09.2017 12:49	
12.09.2017 13:49	
12.09.2017 14:49	# 45
12.09.2017 15:49	126
12.09.2017 16:49	85
12.09.2017 17:49	51
12.09.2017 18:49	
12.09.2017 19:49	# 45
12.09.2017 20:49	51
12.09.2017 21:49	
12.09.2017 22:49	

Datum, ura	Koncentracija radona CP2885 (Bq/m ³)
12.09.2017 23:49	
13.09.2017 00:49	51
13.09.2017 01:49	# 45
13.09.2017 02:49	51
13.09.2017 03:49	# 48
13.09.2017 04:49	# 45
13.09.2017 05:49	# 47
13.09.2017 06:49	87
13.09.2017 07:49	
13.09.2017 08:49	
13.09.2017 09:49	# 45
13.09.2017 10:49	# 48
13.09.2017 11:49	52
13.09.2017 12:49	87
13.09.2017 13:49	# 45
13.09.2017 14:49	# 47
13.09.2017 15:49	67
13.09.2017 16:49	87
13.09.2017 17:49	52
13.09.2017 18:49	# 47
13.09.2017 19:49	# 45
13.09.2017 20:49	# 45
13.09.2017 21:49	# 45
13.09.2017 22:49	# 45
13.09.2017 23:49	# 47
14.09.2017 00:49	52
14.09.2017 01:49	172
14.09.2017 02:49	# 45
14.09.2017 03:49	169
14.09.2017 04:49	90
14.09.2017 05:49	111
14.09.2017 06:49	128
14.09.2017 07:49	77
14.09.2017 08:49	52
14.09.2017 09:49	90

Predlagamo meritve koncentracije radona z detektorji sledi in asovnega poteka koncentracije radona v zimskem obdobju (od decembra do konca februarja) v u ilnici kemija, da ugotovimo, e lahko z vgrajenim sistemom za prezra evanje zraka izpod temeljne ploš e znižamo koncentracijo radona na ustrezeni nivo.

5.1.6. OŠ Jelšane

Osnovna šola Jelšane je obnovljen objekt, ima nova okna in fasado z debelejšo plastjo toplotne izolacije. Objekt je nepodkleten (Slika 30). V desnem delu objekta je igralnica vrtca, v ostalih prostorih so u ilnice. Osnovna ploš a je betonska, nad njo je položen parket oziroma linolej.

V letu 2015 smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi in sicer v dveh prostorih, v u ilnici tehni ni pouk, kjer smo izmerili $678 \pm 90 \text{ Bq/m}^3$ in igralnici vrtca, v kateri smo izmerili $468 \pm 60 \text{ Bq/m}^3$. V letu 2017 smo ponovili meritve koncentracije radona z detektorji sledi v istih prostorih. Izmerjena vrednost v u ilnici tehni ni pouk je bila $460 \pm 60 \text{ Bq/m}^3$, v igralnici vrtca pa smo izmerili $570 \pm 70 \text{ Bq/m}^3$.

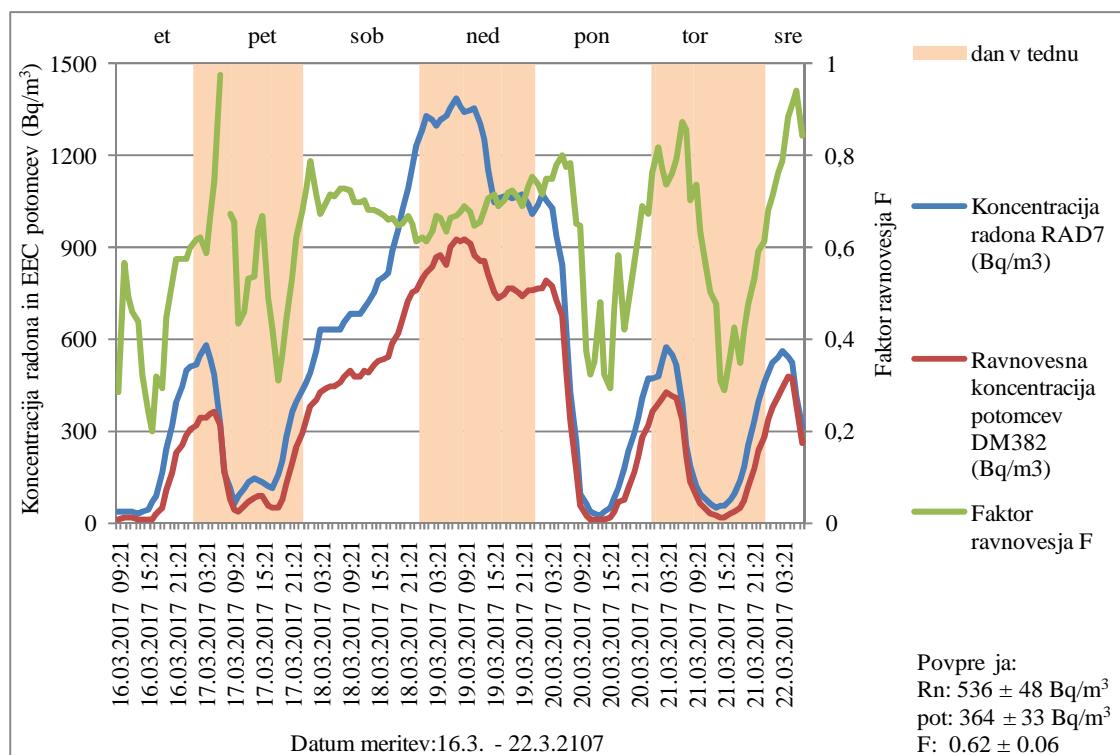


Slika 30. OŠ Jelšane

V u ilnici tehni ni pouk smo dolo ali asovni potek koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti v obdobju od 16.3.2017 do 22.3.2017. Povpre na koncentracija radona v u ilnici v asu izvajanja meritev je bila $536 \pm 48 \text{ Bq/m}^3$, povpre na ravnovesna koncentracija radonovih potomcev v asu izvajanja meritev je bila $364 \pm 33 \text{ Bq/m}^3$, povpre ni faktor ravnovesja je bil $0.62 \pm 0.06 (0.20 - 0.96)$. Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 31 in v tabeli 10.

Iz slike 31 vidimo, da je bila koncentracija radona v no nem asu in preko vikenda, ko so okna zaprta, zelo visoka (povpre na vrednost $668 \pm 77 \text{ Bq/m}^3$), v dopoldanskem asu med izvajanjem pouka med 7:00 in 16:00 pa je bila koncentracija radona precej nižja, povpre na vrednost je bila $93 \pm 11 \text{ Bq/m}^3$.

V obdobju od 16.3.2017 do 22.3.2017 smo dolo ali asovni potek koncentracije radona z merilnimi instrumenti tudi v u ilnici kemija in v igralnici vrtca (ebelice). Povpre na koncentracija radona v u ilnici kemija v asu izvajanja meritev je bila $529 \pm 106 \text{ Bq/m}^3$, v igralnici ebelice pa $883 \pm 177 \text{ Bq/m}^3$.

**Slika 31. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m³**

Lokacija merjenja: OŠ Jelšane, u ilnica tehni ni pouk

Datum meritve: 16.3.2017 do 22.3.2017

Merilni instrumenti: RAD 7, Doseman Pro 382

Tabela 10. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m³

Lokacija merjenja: OŠ Jelšane, u ilnica tehni ni pouk

Datum meritve: 16.3.2017 do 22.3.2017

Merilni instrumenti: RAD 7, DM382

Rezultati ozna eni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Datum in ura	Koncentracija radona RAD7 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev DM382 (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
16.03.2017 09:21	# 34	10	0,28
16.03.2017 10:21	# 36	20	0,57
16.03.2017 11:21	# 39	19	0,49
16.03.2017 12:21	# 34	16	0,46
16.03.2017 13:21	# 30	13	0,44
16.03.2017 14:21	# 37	12	0,32
16.03.2017 15:21	# 45	11	0,24
16.03.2017 16:21	66	13	0,20
16.03.2017 17:21	87	28	0,32
16.03.2017 18:21	163	48	0,29
16.03.2017 19:21	239	107	0,45
16.03.2017 20:21	317	166	0,52
16.03.2017 21:21	396	227	0,57
16.03.2017 22:21	446	256	0,57
16.03.2017 23:21	496	284	0,57
17.03.2017 00:21	496	305	0,61
17.03.2017 01:21	519	320	0,62
17.03.2017 02:21	550	342	0,62
17.03.2017 03:21	582	342	0,59

Datum in ura	Koncentracija radona RAD7 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev DM382 (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
17.03.2017 04:21	533	356	0,67
17.03.2017 05:21	484	361	0,75
17.03.2017 06:21	325	317	0,98
17.03.2017 07:21	166	169	1,02
17.03.2017 08:21	114	77	0,67
17.03.2017 09:21	62	41	0,65
17.03.2017 10:21	88	38	0,43
17.03.2017 11:21	114	53	0,46
17.03.2017 12:21	131	70	0,53
17.03.2017 13:21	148	79	0,53
17.03.2017 14:21	140	89	0,64
17.03.2017 15:21	131	88	0,67
17.03.2017 16:21	120	59	0,49
17.03.2017 17:21	110	47	0,43
17.03.2017 18:21	155	48	0,31
17.03.2017 19:21	201	73	0,36
17.03.2017 20:21	281	124	0,44
17.03.2017 21:21	361	193	0,54
17.03.2017 22:21	397	247	0,62

Datum in ura	Koncentracija radona RAD7 (Bq/m ³)	Ravovesna koncentracija potomcev DM382 (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
17.03.2017 23:21	433	293	0,68
18.03.2017 00:21	461	335	0,73
18.03.2017 01:21	488	384	0,79
18.03.2017 02:21	559	400	0,72
18.03.2017 03:21	629	424	0,67
18.03.2017 04:21	629	438	0,70
18.03.2017 05:21	629	449	0,71
18.03.2017 06:21	631	449	0,71
18.03.2017 07:21	633	461	0,73
18.03.2017 08:21	658	479	0,73
18.03.2017 09:21	683	496	0,73
18.03.2017 10:21	685	479	0,70
18.03.2017 11:21	686	480	0,70
18.03.2017 12:21	703	494	0,70
18.03.2017 13:21	720	490	0,68
18.03.2017 14:21	754	515	0,68
18.03.2017 15:21	788	532	0,67
18.03.2017 16:21	803	536	0,67
18.03.2017 17:21	818	540	0,66
18.03.2017 18:21	886	587	0,66
18.03.2017 19:21	955	616	0,64
18.03.2017 20:21	1022	664	0,65
18.03.2017 21:21	1090	726	0,67
18.03.2017 22:21	1161	754	0,65
18.03.2017 23:21	1232	756	0,61
19.03.2017 00:21	1281	794	0,62
19.03.2017 01:21	1330	816	0,61
19.03.2017 02:21	1313	833	0,63
19.03.2017 03:21	1297	865	0,67
19.03.2017 04:21	1313	871	0,66
19.03.2017 05:21	1330	845	0,64
19.03.2017 06:21	1357	902	0,66
19.03.2017 07:21	1384	924	0,67
19.03.2017 08:21	1363	922	0,68
19.03.2017 09:21	1341	923	0,69
19.03.2017 10:21	1346	913	0,68
19.03.2017 11:21	1352	876	0,65
19.03.2017 12:21	1303	854	0,66
19.03.2017 13:21	1254	852	0,68
19.03.2017 14:21	1151	812	0,71
19.03.2017 15:21	1049	750	0,72
19.03.2017 16:21	1049	731	0,70
19.03.2017 17:21	1065	748	0,70
19.03.2017 18:21	1063	767	0,72
19.03.2017 19:21	1062	768	0,72
19.03.2017 20:21	1068	755	0,71
19.03.2017 21:21	1075	740	0,69
19.03.2017 22:21	1043	762	0,73
19.03.2017 23:21	1012	761	0,75
20.03.2017 00:21	1043	768	0,74
20.03.2017 01:21	1074	767	0,71
20.03.2017 02:21	1051	788	0,75
20.03.2017 03:21	1029	769	0,75

Datum in ura	Koncentracija radona RAD7 (Bq/m ³)	Ravovesna koncentracija potomcev DM382 (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
20.03.2017 04:21	936	730	0,78
20.03.2017 05:21	844	674	0,80
20.03.2017 06:21	637	492	0,77
20.03.2017 07:21	429	336	0,78
20.03.2017 08:21	260	169	0,65
20.03.2017 09:21	91	59	0,65
20.03.2017 10:21	64	24	0,38
20.03.2017 11:21	# 37	12	0,32
20.03.2017 12:21	# 31	11	0,35
20.03.2017 13:21	# 25	12	0,48
20.03.2017 14:21	# 37	12	0,32
20.03.2017 15:21	# 49	14	0,29
20.03.2017 16:21	82	38	0,47
20.03.2017 17:21	116	67	0,58
20.03.2017 18:21	176	74	0,42
20.03.2017 19:21	237	113	0,48
20.03.2017 20:21	290	164	0,57
20.03.2017 21:21	344	215	0,62
20.03.2017 22:21	407	280	0,69
20.03.2017 23:21	469	316	0,67
21.03.2017 00:21	474	361	0,76
21.03.2017 01:21	480	391	0,82
21.03.2017 02:21	527	407	0,77
21.03.2017 03:21	574	424	0,74
21.03.2017 04:21	546	415	0,76
21.03.2017 05:21	518	410	0,79
21.03.2017 06:21	386	337	0,87
21.03.2017 07:21	254	217	0,86
21.03.2017 08:21	186	131	0,70
21.03.2017 09:21	119	88	0,74
21.03.2017 10:21	96	61	0,63
21.03.2017 11:21	74	41	0,55
21.03.2017 12:21	62	31	0,50
21.03.2017 13:21	50	24	0,48
21.03.2017 14:21	54	17	0,31
21.03.2017 15:21	58	17	0,29
21.03.2017 16:21	75	28	0,37
21.03.2017 17:21	93	40	0,43
21.03.2017 18:21	138	48	0,35
21.03.2017 19:21	183	77	0,42
21.03.2017 20:21	256	121	0,47
21.03.2017 21:21	328	174	0,53
21.03.2017 22:21	395	233	0,59
21.03.2017 23:21	461	282	0,61
22.03.2017 00:21	461	336	0,73
22.03.2017 01:21	525	374	0,71
22.03.2017 02:21	542	413	0,76
22.03.2017 03:21	558	439	0,79
22.03.2017 04:21	540	479	0,89
22.03.2017 05:21	521	474	0,91
22.03.2017 06:21	416	391	0,94
22.03.2017 07:21	312	263	0,84

Meritve asovnega poteka koncentracije radona in potomcev z merilnimi instrumenti so pokazale, da se koncentracija radona ob rednem prezra evanju z odpiranjem oken v dveh do treh urah zniža pod 100 Bq/m^3 , po zaprtju oken pa se hitro zviša preko 500 Bq/m^3 . To pomeni, da je osnovna temeljna ploš a zelo razpokana, zato lahko ob neugodnih vremenskih pogojih koncentracija radona naraste do vrednosti, ki smo jih izmerili z merilnimi instrumenti preko vikenda. Glede na to, da je bila koncentracija radona tako z detektorji sledi kot z merilnimi instrumenti merjena v pomladnjem obdobju, predvidevamo, da so tako v jesenskem kot tudi zimskem obdobju povpre ne koncentracije radona v objektu previsoke.

Predlagamo meritve koncentracije radona z detektorji sledi in asovnega poteka koncentracije radona v zimskem obdobju (od decembra do konca februarja), da ugotovimo, kakšne so koncentracije radona v zimskem obdobju in e lahko s prezra evanjem znižamo koncentracijo radona pod dovoljeni nivo.

V kolikor ne bo možno znižati koncentracijo radona pod dovoljeno vrednost, bomo predlagali ustrezne ukrepe sanacije prostorov v OŠ Jelšane.

5.2. Ostali objekti

Rezultati meritev koncentracije radona z detektorji sledi v ostalih objektih so prikazani v tabeli 11. V devetih (9) stavbah smo postavili štirinajst (14) detektorjev sledi. V dveh stavbah je bila izmerjena koncentracija radona višja od 1000 Bq/m^3 (Tabela 11). Z rde o barvo so ozna ene lokacije z izmerjenimi koncentracijami radona, ki so skupaj z negotovostjo (interval zaupanja $k = 2$) višje od 1000 Bq/m^3 , z modro barvo pa lokacije z izmerjenimi koncentracijami radona, ki so skupaj z negotovostjo (interval zaupanja $k = 2$) višje od 300 Bq/m^3 , a nižje od 1000 Bq/m^3 .

Tabela 11. Koncentracija radona v ostalih objektih

1	658026-0	24.02.2017	17.04.2017	soba A 117, 1. nad	MORS Cerkle, stavba A	430 \pm 60
2	740215-9	24.02.2017	17.04.2017	soba A 110, 1 nad	MORS Cerkle, stavba A	450 \pm 60
3	426945-2	19.09.2017	20.10.2017	soba P34 v pritli ju	Psihiterija Ljubljana Poljanski nasip 58	600 \pm 80
4	982241-2	6.03.2017	4.05.2017	prometna pisarna	SŽ, ŽP Sežana	210 \pm 30
5	376892-6	3.03.2017	3.05.2017	hem. lab., soba 15, Vrazov trg 1	UKC - bivša pediatrija	210 \pm 30
6	673636-7	3.03.2017	3.05.2017	gastro, soba 44, Japljeva 2	UKC - ena od pisarn v kleti	45 \pm 8
7	202902-3	24.02.2017	4.05.2017	ŠD ordinacija	ZD Ribnica	120 \pm 20
8	160877-6	24.02.2017	4.05.2017	OD sestrski prostor	ZD Ribnica	200 \pm 30
9	973526-7	24.02.2017	4.05.2017	SA amb. 4 sestrski prostor	ZD Ribnica	240 \pm 40
10	767356-9	24.02.2017	4.05.2017	trgovina sanolabor	ZD Ribnica	2180 \pm 400
11	976707-0	26.05.2017	5.07.2017	DMDPŠ	ZD Ribnica	98 \pm 14
12	232339-2	24.02.2017	4.05.2017	ZA ordinacija	ZP Loški potok	1080 \pm 200
13	242709-4	24.02.2017	4.05.2017	patronaža klet	ZP Sodražica	380 \pm 50
14	222048-1	24.02.2017	4.05.2017	SA sestrski prostor	ZP Velike Laš e	610 \pm 100

* Vse izmerjene koncentracije radona, ki skupaj z negotovostjo (interval zaupanja $k = 2$) meritve presegajo 1000 Bq/m^3 , so obarvane rde e, vse izmerjene koncentracije radona, ki skupaj z negotovostjo (interval zaupanja $k = 2$) meritve presegajo 300 Bq/m^3 in so nižje od 1000 Bq/m^3 , so obarvane modro, ostale so obarvane rno

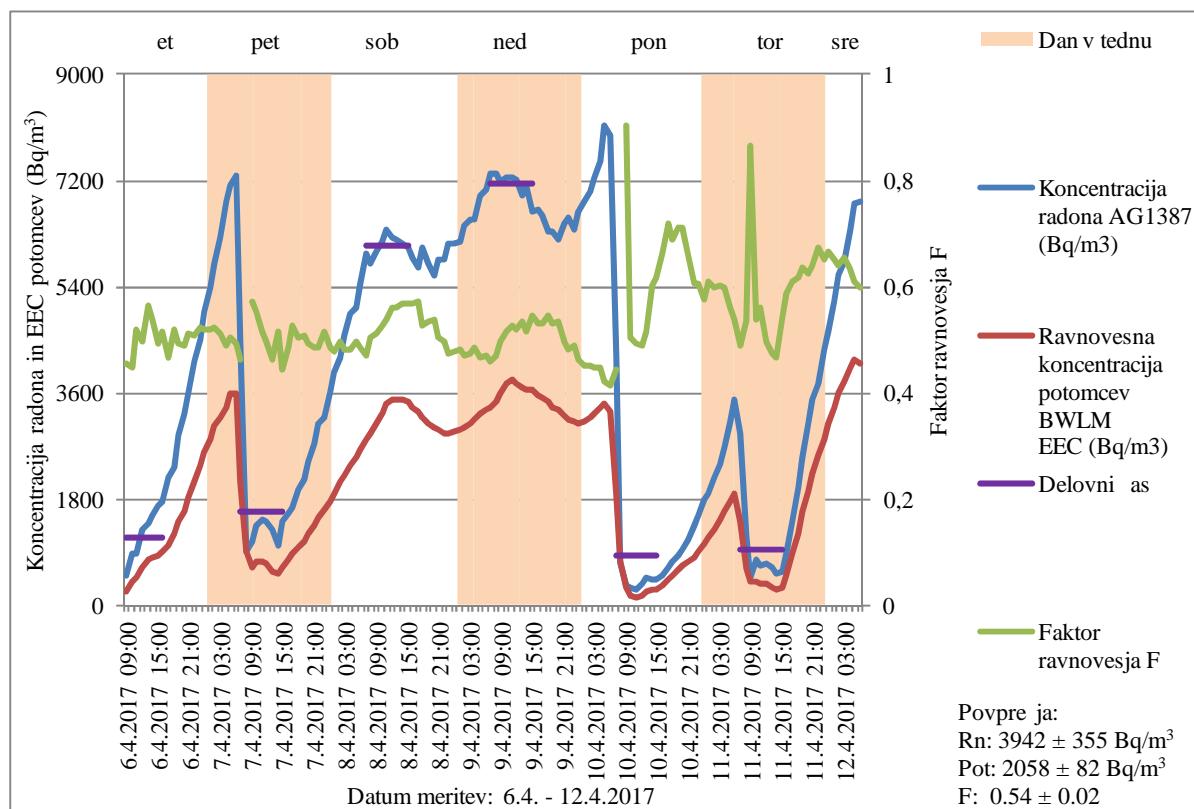
5.2.1. MORS, Vojašnica Jerneja Molana, Cerkle ob Krki

Vojašnica Jerneja Molana v Cerkljah ob Krki ima več objektov. Objekt A je starejši objekt, katerega temeljna plošča je 0.5 m dvignjena od osnovnega nivoja tal. V sredini objekta je betonski hodnik, na vsaki strani hodnika so sobe. V sobah je po tleh parket, a se vidi, da so tlaki v nekaterih sobah dvignjeni nekaj cm od nivoja hodnika. V parketu ni vidnih razpok, tudi robne letve dobro tesnijo. Stene niso vlažne. V sobah ni sifonov ali jaškov za razli no napeljav.

V letu 2016 smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi v objektu A, kjer smo v sobi A15/2 izmerili povprečno koncentracijo radona $1161 \pm 210 \text{ Bq/m}^3$. V letu 2017 smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi v stavbi A, v sobah A110 in A117 v prvem nadstropju. Izmerjeni vrednosti sta bili $430 \pm 60 \text{ Bq/m}^3$ in $450 \pm 60 \text{ Bq/m}^3$ (Tabela 2).

Določili smo tudi asovni potek koncentracije radona z merilnimi instrumenti v objektu A v sobi 15/3 v pritliju.

Povprečna koncentracija radona v sobi 15/3 v času izvajanja meritev je bila $3942 \pm 355 \text{ Bq/m}^3$, povprečna ravnovesna koncentracija radonovih potomcev v času izvajanja meritev je bila $2058 \pm 82 \text{ Bq/m}^3$, povprečni faktor ravnovesja je bil 0.52 ($0.41 - 0.90$). Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 32 in v tabeli 12. Med delovnim asom med 7. uro in 15. uro, je bila povprečna koncentracija radona $1128 \pm 101 \text{ Bq/m}^3$, med vikendom pa $6626 \pm 596 \text{ Bq/m}^3$.



Slika 32. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m^3

Lokacija merjenja: MORS, Vojašnica Jerneja Molana, Cerkle ob Krki, soba 15/3

Datum meritve: 6.4.2017 do 12.4.2017

Merilni instrumenti: Alphaguard 1287 (AG21387), BWLM 2S

Tabela 12. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m³

Lokacija merjenja: MORS, Vojašnica Jerneja Molana, Cerkle ob Krki, soba 15/3

Datum meritve: 6.4.2017 do 12.4.2017

Merilni instrumenti: Alphaguard 1287 (AG1387), BWLM 2S

Datum, ura	Koncentracija radona AG1387 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev BWLM EEC (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
6.04.2017 09:00	504	230	0,46
6.04.2017 10:00	864	387	0,45
6.04.2017 11:00	872	452	0,52
6.04.2017 12:00	1264	628	0,50
6.04.2017 13:00	1376	777	0,56
6.04.2017 14:00	1504	812	0,54
6.04.2017 15:00	1688	834	0,49
6.04.2017 16:00	1752	901	0,51
6.04.2017 17:00	2176	1017	0,47
6.04.2017 18:00	2320	1204	0,52
6.04.2017 19:00	2864	1407	0,49
6.04.2017 20:00	3232	1584	0,49
6.04.2017 21:00	3584	1829	0,51
6.04.2017 22:00	4128	2101	0,51
6.04.2017 23:00	4512	2368	0,52
7.04.2017 00:00	4992	2598	0,52
7.04.2017 01:00	5376	2797	0,52
7.04.2017 02:00	5792	3031	0,52
7.04.2017 03:00	6240	3188	0,51
7.04.2017 04:00	6848	3358	0,49
7.04.2017 05:00	7104	3587	0,50
7.04.2017 06:00	7296	3588	0,49
7.04.2017 07:00	4512	2096	0,46
7.04.2017 08:00	912	911	
7.04.2017 09:00	1080	619	0,57
7.04.2017 10:00	1336	741	0,55
7.04.2017 11:00	1448	748	0,52
7.04.2017 12:00	1432	713	0,50
7.04.2017 13:00	1264	583	0,46
7.04.2017 14:00	1004	517	0,52
7.04.2017 15:00	1408	625	0,44
7.04.2017 16:00	1560	757	0,49
7.04.2017 17:00	1656	871	0,53
7.04.2017 18:00	1944	977	0,50
7.04.2017 19:00	2144	1086	0,51
7.04.2017 20:00	2448	1211	0,49
7.04.2017 21:00	2752	1335	0,49
7.04.2017 22:00	3072	1486	0,48
7.04.2017 23:00	3168	1630	0,51
8.04.2017 00:00	3632	1763	0,49
8.04.2017 01:00	3968	1896	0,48

Datum, ura	Koncentracija radona AG1387 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev BWLM EEC (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
8.04.2017 02:00	4192	2088	0,50
8.04.2017 03:00	4576	2210	0,48
8.04.2017 04:00	4928	2370	0,48
8.04.2017 05:00	5056	2505	0,50
8.04.2017 06:00	5440	2643	0,49
8.04.2017 07:00	5952	2793	0,47
8.04.2017 08:00	5792	2918	0,50
8.04.2017 09:00	5984	3061	0,51
8.04.2017 10:00	6176	3243	0,53
8.04.2017 11:00	6368	3416	0,54
8.04.2017 12:00	6240	3495	0,56
8.04.2017 13:00	6208	3485	0,56
8.04.2017 14:00	6144	3485	0,57
8.04.2017 15:00	6048	3442	0,57
8.04.2017 16:00	5888	3339	0,57
8.04.2017 17:00	5728	3267	0,57
8.04.2017 18:00	6048	3188	0,53
8.04.2017 19:00	5792	3088	0,53
8.04.2017 20:00	5600	3006	0,54
8.04.2017 21:00	5856	2963	0,51
8.04.2017 22:00	5856	2917	0,50
8.04.2017 23:00	6144	2921	0,48
9.04.2017 00:00	6144	2926	0,48
9.04.2017 01:00	6176	2965	0,48
9.04.2017 02:00	6432	3026	0,47
9.04.2017 03:00	6528	3089	0,47
9.04.2017 04:00	6528	3161	0,48
9.04.2017 05:00	6944	3233	0,47
9.04.2017 06:00	7040	3301	0,47
9.04.2017 07:00	7328	3362	0,46
9.04.2017 08:00	7328	3438	0,47
9.04.2017 09:00	7200	3582	0,50
9.04.2017 10:00	7264	3745	0,52
9.04.2017 11:00	7264	3823	0,53
9.04.2017 12:00	7232	3767	0,52
9.04.2017 13:00	6944	3701	0,53
9.04.2017 14:00	7104	3668	0,52
9.04.2017 15:00	6688	3642	0,54
9.04.2017 16:00	6720	3567	0,53
9.04.2017 17:00	6592	3505	0,53
9.04.2017 18:00	6336	3455	0,55

Datum, ura	Koncentracija radona AGI387 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev BWLM EEC (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
9.04.2017 19:00	6336	3356	0,53
9.04.2017 20:00	6208	3306	0,53
9.04.2017 21:00	6464	3202	0,50
9.04.2017 22:00	6560	3148	0,48
9.04.2017 23:00	6368	3108	0,49
10.04.2017 00:00	6688	3084	0,46
10.04.2017 01:00	6848	3104	0,45
10.04.2017 02:00	7008	3164	0,45
10.04.2017 03:00	7264	3258	0,45
10.04.2017 04:00	7520	3360	0,45
10.04.2017 05:00	8128	3415	0,42
10.04.2017 06:00	7968	3288	0,41
10.04.2017 07:00	4192	1854	0,44
10.04.2017 08:00	708	741	
10.04.2017 09:00	318	287	0,90
10.04.2017 10:00	296	150	0,51
10.04.2017 11:00	264	130	0,49
10.04.2017 12:00	358	176	0,49
10.04.2017 13:00	460	237	0,52
10.04.2017 14:00	430	258	0,60
10.04.2017 15:00	430	265	0,62
10.04.2017 16:00	512	340	0,66
10.04.2017 17:00	620	445	0,72
10.04.2017 18:00	744	512	0,69
10.04.2017 19:00	824	587	0,71
10.04.2017 20:00	932	662	0,71
10.04.2017 21:00	1112	733	0,66
10.04.2017 22:00	1336	809	0,61
10.04.2017 23:00	1504	910	0,61
11.04.2017 00:00	1792	1032	0,58

Datum, ura	Koncentracija radona AGI387 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev BWLM EEC (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
11.04.2017 01:00	1904	1160	0,61
11.04.2017 02:00	2160	1294	0,60
11.04.2017 03:00	2384	1433	0,60
11.04.2017 04:00	2656	1592	0,60
11.04.2017 05:00	3104	1738	0,56
11.04.2017 06:00	3488	1880	0,54
11.04.2017 07:00	2896	1417	0,49
11.04.2017 08:00	1168	626	0,54
11.04.2017 09:00	456	396	0,87
11.04.2017 10:00	764	412	0,54
11.04.2017 11:00	660	370	0,56
11.04.2017 12:00	696	347	0,50
11.04.2017 13:00	628	298	0,47
11.04.2017 14:00	548	257	0,47
11.04.2017 15:00	552	300	0,54
11.04.2017 16:00	864	508	0,59
11.04.2017 17:00	1416	862	0,61
11.04.2017 18:00	1984	1227	0,62
11.04.2017 19:00	2512	1598	0,64
11.04.2017 20:00	3072	1920	0,62
11.04.2017 21:00	3472	2217	0,64
11.04.2017 22:00	3744	2525	0,67
11.04.2017 23:00	4320	2806	0,65
12.04.2017 00:00	4640	3092	0,67
12.04.2017 01:00	5152	3349	0,65
12.04.2017 02:00	5600	3591	0,64
12.04.2017 03:00	5824	3805	0,65
12.04.2017 04:00	6368	4019	0,63
12.04.2017 05:00	6816	4162	0,61
12.04.2017 06:00	6848	4102	0,60

Izmerjene koncentracije radona in radonovih potomcev v prostorih objekta A v Vojašnici Jerneja Molana v Cerkljah ob Krki so bile v sobi 15/3 v pritli ju zelo visoke, v sobah v prvem nadstropju pa povisane, saj so bile višje od 400 Bq/m³.

Glede na izjave pristojnih v vojašnici, da bodo objekt sanirali (zamenjava oken in mogo e tudi toplotna izolacija), predlagamo sanacijo tlakov in da se preveri možnost vgradnje sistema (ali ve sistemov) za prisilno prezra evanje zraka izpod temeljne ploš e objekta.

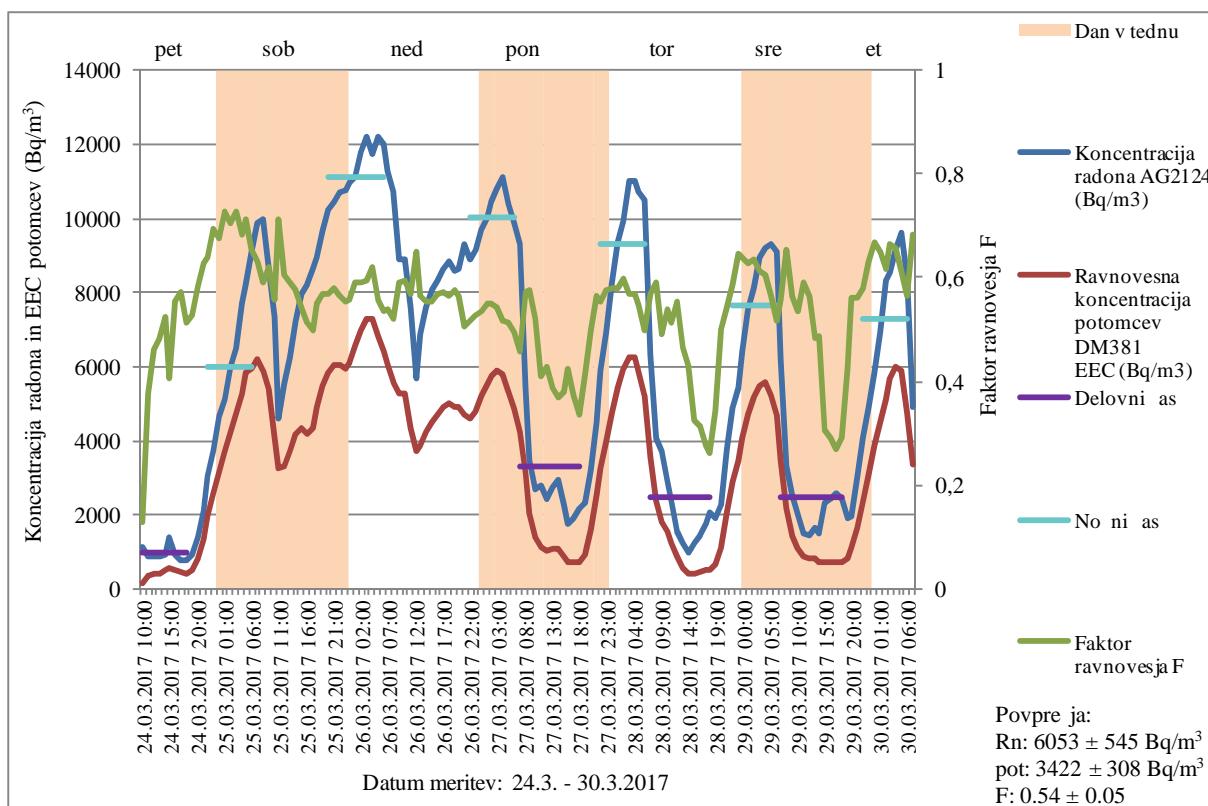
5.2.2. Zdravstveni dom Ribnica

ZD Ribnica je starejši objekt, grajen ob bregu v več etažah, tako da je vhod v stavbo v prvi etaži. V spodnji etaži so prostori za fizioterapijo, sterilizacijo, ZVC in prodajalna Sanolabor, v katerih so bile izmerjene visoke koncentracije radona (Poro ilo LMSAR-20160054-PJ, z dne 11.11.2016 in poro ilo LMSAR-110/2107-PJ, z dne 31.5.2017).

V obdobju od 24.3. – 30.3.2017 smo izvajali meritve asovnega poteka koncentracije radona in radonovih potomcev v sobi ZS (zadnja soba za fizioterapijo v spodnji etaži). Po tleh je položen linolej, v kotu sobe je tuš, ki se ne uporablja (sifon je suh).

Povprečna koncentracija radona v sobi ZS v času izvajanja meritve je bila $6053 \pm 545 \text{ Bq/m}^3$, povprečna ravnovesna koncentracija radonovih potomcev v času izvajanja meritve je bila $3422 \pm 308 \text{ Bq/m}^3$, povprečni faktor ravnovesja je bil 0.54 ± 0.05 ($0.13 - 0.73$). Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 33 in v tabeli 13.

Iz slike 33 vidimo, da je bila koncentracija radona v nočem času med 22:00 in 6:00 uro zjutraj zelo visoka ($8567 \pm 771 \text{ Bq/m}^3$), v dopoldanskem času med delovnim časom med 7:00 in 18:00 uro pa je bila koncentracija radona sicer nižja, a še vedno zelo visoka, povprečna vrednost je bila $2452 \pm 221 \text{ Bq/m}^3$ (Slika 33).



Slika 33. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m^3

Lokacija meritvenja: ZD Ribnica, soba ZS, spodnja etaža

Datum meritve: 24.3.2017 do 30.3.2017

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), Doseman Pro 381 (DM381)

Tabela 13. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m³

Lokacija merjenja: ZD Ribnica, soba ZS, spodnja etaža

Datum meritve: 24.3.2017 do 30.3.2017

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124, Doseman Pro 381

Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev DM381 EEC (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
24.03.2017 10:00	1120	143	0,13
24.03.2017 11:00	900	339	0,38
24.03.2017 12:00	880	405	0,46
24.03.2017 13:00	868	421	0,49
24.03.2017 14:00	940	494	0,53
24.03.2017 15:00	1376	558	0,41
24.03.2017 16:00	928	515	0,56
24.03.2017 17:00	764	438	0,57
24.03.2017 18:00	796	409	0,51
24.03.2017 19:00	932	490	0,53
24.03.2017 20:00	1400	818	0,58
24.03.2017 21:00	2096	1317	0,63
24.03.2017 22:00	3072	1958	0,64
24.03.2017 23:00	3696	2569	0,70
25.03.2017 00:00	4672	3148	0,67
25.03.2017 01:00	5120	3730	0,73
25.03.2017 02:00	5984	4226	0,71
25.03.2017 03:00	6496	4736	0,73
25.03.2017 04:00	7712	5273	0,68
25.03.2017 05:00	8192	5842	0,71
25.03.2017 06:00	9088	5929	0,65
25.03.2017 07:00	9856	6221	0,63
25.03.2017 08:00	9984	5904	0,59
25.03.2017 09:00	8640	5349	0,62
25.03.2017 10:00	7360	4100	0,56
25.03.2017 11:00	4576	3256	0,71
25.03.2017 12:00	5504	3325	0,60
25.03.2017 13:00	6272	3697	0,59
25.03.2017 14:00	7232	4171	0,58
25.03.2017 15:00	7968	4323	0,54
25.03.2017 16:00	8192	4209	0,51
25.03.2017 17:00	8640	4314	0,50
25.03.2017 18:00	8960	4924	0,55
25.03.2017 19:00	9664	5499	0,57
25.03.2017 20:00	10240	5828	0,57
25.03.2017 21:00	10432	6042	0,58
25.03.2017 22:00	10688	6045	0,57
25.03.2017 23:00	10752	5955	0,55
26.03.2017 00:00	10944	6100	0,56

Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev DM381 EEC (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
26.03.2017 01:00	11136	6569	0,59
26.03.2017 02:00	11776	6962	0,59
26.03.2017 03:00	12224	7276	0,60
26.03.2017 04:00	11712	7279	0,62
26.03.2017 05:00	12224	6830	0,56
26.03.2017 06:00	11968	6411	0,54
26.03.2017 07:00	11264	6056	0,54
26.03.2017 08:00	10688	5564	0,52
26.03.2017 09:00	8896	5266	0,59
26.03.2017 10:00	8896	5278	0,59
26.03.2017 11:00	7616	4331	0,57
26.03.2017 12:00	5696	3702	0,65
26.03.2017 13:00	6848	3866	0,56
26.03.2017 14:00	7616	4230	0,56
26.03.2017 15:00	8064	4480	0,56
26.03.2017 16:00	8320	4723	0,57
26.03.2017 17:00	8640	4932	0,57
26.03.2017 18:00	8832	4996	0,57
26.03.2017 19:00	8576	4925	0,57
26.03.2017 20:00	8640	4887	0,57
26.03.2017 21:00	9280	4698	0,51
26.03.2017 22:00	8896	4593	0,52
26.03.2017 23:00	9152	4825	0,53
27.03.2017 00:00	9728	5193	0,53
27.03.2017 01:00	10048	5520	0,55
27.03.2017 02:00	10432	5728	0,55
27.03.2017 03:00	10816	5868	0,54
27.03.2017 04:00	11136	5772	0,52
27.03.2017 05:00	10368	5316	0,51
27.03.2017 06:00	9856	4874	0,49
27.03.2017 07:00	9280	4245	0,46
27.03.2017 08:00	5440	3120	0,57
27.03.2017 09:00	3472	2003	0,58
27.03.2017 10:00	2688	1395	0,52
27.03.2017 11:00	2768	1135	0,41
27.03.2017 12:00	2416	1037	0,43
27.03.2017 13:00	2752	1067	0,39
27.03.2017 14:00	2928	1085	0,37
27.03.2017 15:00	2272	866	0,38

Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev DM381 EEC (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
27.03.2017 16:00	1752	744	0,42
27.03.2017 17:00	1896	704	0,37
27.03.2017 18:00	2192	738	0,34
27.03.2017 19:00	2304	951	0,41
27.03.2017 20:00	3184	1589	0,50
27.03.2017 21:00	4512	2544	0,56
27.03.2017 22:00	5888	3253	0,55
27.03.2017 23:00	6944	3992	0,57
28.03.2017 00:00	8256	4775	0,58
28.03.2017 01:00	9344	5424	0,58
28.03.2017 02:00	9920	5917	0,60
28.03.2017 03:00	11008	6250	0,57
28.03.2017 04:00	11008	6252	0,57
28.03.2017 05:00	10688	5832	0,55
28.03.2017 06:00	10496	5211	0,50
28.03.2017 07:00	6304	3579	0,57
28.03.2017 08:00	4064	2399	0,59
28.03.2017 09:00	3696	1814	0,49
28.03.2017 10:00	2880	1549	0,54
28.03.2017 11:00	2384	1225	0,51
28.03.2017 12:00	1536	850	0,55
28.03.2017 13:00	1256	583	0,46
28.03.2017 14:00	996	427	0,43
28.03.2017 15:00	1232	402	0,33
28.03.2017 16:00	1448	454	0,31
28.03.2017 17:00	1776	492	0,28
28.03.2017 18:00	2040	536	0,26
28.03.2017 19:00	1896	648	0,34
28.03.2017 20:00	2288	1145	0,50
28.03.2017 21:00	3792	2057	0,54
28.03.2017 22:00	4896	2880	0,59
28.03.2017 23:00	5408	3485	0,64

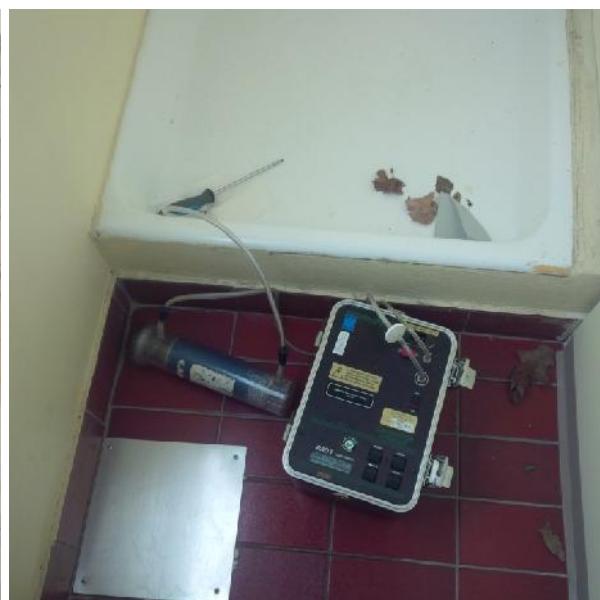
Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m ³)	Ravnovesna koncentracija potomcev DM381 EEC (Bq/m ³)	Faktor ravnovesja F
29.03.2017 00:00	6400	4088	0,64
29.03.2017 01:00	7520	4724	0,63
29.03.2017 02:00	8128	5154	0,63
29.03.2017 03:00	8960	5478	0,61
29.03.2017 04:00	9216	5589	0,61
29.03.2017 05:00	9280	5235	0,56
29.03.2017 06:00	9088	4681	0,52
29.03.2017 07:00	6176	3448	0,56
29.03.2017 08:00	3312	2160	0,65
29.03.2017 09:00	2544	1436	0,56
29.03.2017 10:00	2016	1080	0,54
29.03.2017 11:00	1520	896	0,59
29.03.2017 12:00	1432	809	0,56
29.03.2017 13:00	1656	802	0,48
29.03.2017 14:00	1488	723	0,49
29.03.2017 15:00	2304	710	0,31
29.03.2017 16:00	2416	705	0,29
29.03.2017 17:00	2576	698	0,27
29.03.2017 18:00	2400	702	0,29
29.03.2017 19:00	1904	811	0,43
29.03.2017 20:00	1984	1112	0,56
29.03.2017 21:00	2976	1666	0,56
29.03.2017 22:00	4080	2361	0,58
29.03.2017 23:00	4928	3108	0,63
30.03.2017 00:00	5824	3883	0,67
30.03.2017 01:00	6944	4512	0,65
30.03.2017 02:00	8320	5120	0,62
30.03.2017 03:00	8512	5668	0,67
30.03.2017 04:00	9152	6006	0,66
30.03.2017 05:00	9600	5867	0,61
30.03.2017 06:00	8448	4764	0,56
30.03.2017 07:00	4896	3348	0,68

Izvajali smo tudi meritve iskanja virov radona v sobi ZS (Slika 34, Slika 35) in sicer v sifonu v kadi tuša. Izmerjena koncentracije radona je bila 83000 ± 5500 Bq/m³. V obdobju od 24.3. – 28.3.2017 smo isto asno spremljali asovni potek koncentracije radona v sifonu tuša in v sobi ZS (Slika 36). Iz slike 36 vidimo korelacijo med koncentracijo radona v sifonu in v sobi.

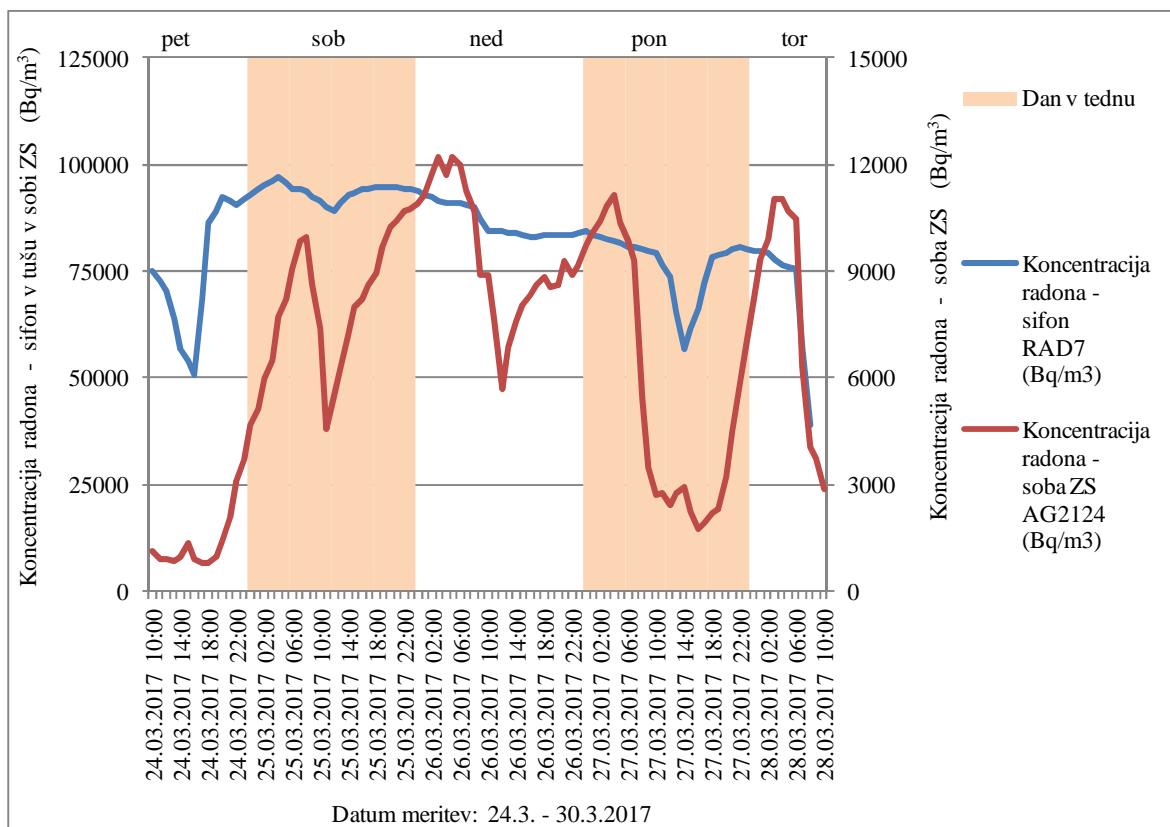
Iz slike 36 vidimo, da je koncentracija radona v sifonu med vikendom, ko je objekt zaprt, vesas zelo visoka, v sobi pa sledi ritmu dan – no. Opazno pa je močno zmanjšanje koncentracije radona v sifonu in posledi tudi v sobi med delovnim asom v petek, ponedeljek in torek, ko se koncentracija radona zmanjša za petkrat. Razlog za to je najbrž ogrevanje med delovnim asom in dimniški efekt, ki vleče topel zrak iz spodnje etaže v zgornjo etažo in skozi glavni vhod na prostvo.



Slika 34. Meritve v sobi ZS



Slika 35. Iskanje virov radona, sifon v sobi ZS

Slika 36. Koncentracija radona v sifonu tuša in v sobi ZS (Bq/m³)

Lokacija merjenja: ZD Ribnica, soba ZS, spodnja etaža

Datum meritve: 24.3.2017 do 28.3.2017

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), RAD 7

Glede na to, da je ZD Ribnica velik objekt in da so bile izmerjene visoke koncentracije radona v spodnji etaži na treh različnih koncih, smatramo, da so razpoke v kraških tleh, ki so glavni vir radona, prisotne pod celim objektom. Smiselno bi bilo preveriti, če so v notranjih stenah

ali v tleh že vgrajene kakšne cevi za prezra evanje ali druge namene, ki bi jih lahko povezali med sabo v enoten sistem prezra evanja izpod temeljne ploše.

V kolikor sanacija objekta ne bo izvedena v kratkem, bi bilo smiselno izmeriti koncentracijo radona v zimskem obdobju v enem od prostorov v najvišji etaži.

6 Ocena efektivnih doz

Efektivne doze zaradi inhalacije radona in radonovih potomcev smo ocenili na podlagi opravljenih meritev za vse objekte, ne glede na to ali je bila presežena vrednost koncentracije radona 400 Bq/m^3 za vrtce in šole ter 1000 Bq/m^3 za druga delovna mesta. Upoštevali smo metodologijo iz Uredbe UV2 [12]. Pri oceni smo privzeli, da so izmerjene koncentracije radona enake povprečnim letnim koncentracijam radona v objektu (eprav so trajale samo en mesec in ne celo leto). V primeru, da smo izvedli meritve v istem objektu več prostorih, smo ocenili efektivno dozo za vsak prostor posebej, saj se otroci v vrtcih in nižjih razredih osnovnih šol zadržujejo celo leto v istem prostoru.

Za zaposlene v ostalih ustanovah smo upoštevali, da zaposleni opravijo na svojih delovnih mestih 2000 ur na leto. Za zaposlene v šolah smo upoštevali, da se zadržujejo v učilnicah po 6 ur dnevno deset mesecev na leto. Za zaposlene v vrtcih smo upoštevali, da se zadržujejo v igralnicah po 6 ur dnevno dvanajst mesecev na leto. Za otroke v vrtcih in šolah smo upoštevali enak čas zadrževanja v učilnicah kot za zaposlene. Za prebivalce smo privzeli, da prebijejo dve tretjini časa na leto v stanovanju.

Kljub temu, da smo v nekaterih ustanovah določili faktor ravnovesja, ga pri oceni prejete efektivne doze nismo upoštevali, ker so bile to le trenutne vrednosti. Pri izračunih smo za vse objekte privzeli faktor 0.4 iz Uredbe UV2 [12].

Ocenjene efektivne doze za zaposlene in otroke v vrtcih in šolah so prikazane v tabeli 14 in na sliki 37. Ocenjene efektivne doze za zaposlene v ostalih ustanovah so prikazane v tabeli 15. Zeleno barvo so označene efektivne doze, višje od 6 mSv na leto, z modro barvo pa efektivne doze med 2 mSv in 6 mSv na leto. Po ICRP 65 [4] prispevajo povprečne letne koncentracije radona med $200 - 600 \text{ Bq/m}^3$ v bivalnem okolju (400 Bq/m^3 smo privzeli za vrtce in šole) in med $500 - 1500 \text{ Bq/m}^3$ v delovnem okolju (1000 Bq/m^3 smo privzeli za delovno okolje) efektivno dozo med $2 - 6 \text{ mSv/leto}$. Po Uredbi UV2 [12] povprečna celoletna koncentracija radona 400 Bq/m^3 ob ravnovesnem faktorju 0.4 doprinese k letni efektivni dozi 6 mSv . To je mejna vrednost doze, pri kateri razvrščamo zaposlene, ki delajo z viri sevanj (tudi naravnimi), v skupino A ali B. Smatramo, da bi morali zaposleni v javnih ustanovah, kot so šole, vrtci in bolnišnice, prejeti efektivno dozo do največ 2 mSv/leto , saj prejmejo delež efektivne doze zaradi naravnih sevanj tudi v bivalnem okolju.

Tabela 14. Ocenjene letne efektivne doze za odrasle in otroke v vrtcih in šolah*

Zap. št.	Šifra	Lokacija	Objekt	Št. ur	Ef. doza (mSv)
1	1	dvorana	GŠ Radovljica	1320	5,29 ± 0,97
2	1	u ilnica 1	GŠ Radovljica	1320	2,60 ± 0,34
3	1	u ilnica 6	GŠ Radovljica	1320	2,31 ± 0,38
4	1	italnica, P8	GŠ Radovljica - PŠ B. Bistrica	1320	0,40 ± 0,05
5	1	glasbena vzgoja, pritli je	GŠ Radovljica - PŠ Bled	1320	0,76 ± 0,13
6	1	u ilnica 4. a razred	GŠ Radovljica, OŠ Gorje	1320	0,61 ± 0,13
7	1	tehnika K23	OŠ Boh. Bistrica	1320	0,50 ± 0,08
8	1	igralnica Miške, K48	OŠ Boh. Bistrica - vrtec	1584	0,34 ± 0,05
9	1	u ilnica 1.b razred	OŠ Boh. Bistrica, PŠ Srednja vas	1320	0,30 ± 0,05
10	1	u ilnica PP1	OŠ A. Janše Radovljica	1320	0,39 ± 0,05
11	1	zbornica	OŠ A. T. Linhart, PŠ Ljubno	1320	0,28 ± 0,05
12	1	2. razred	OŠ A. T. Linhart, PŠ Mošnje	1320	0,55 ± 0,08
13	1	1.c razred	OŠ A. T. Linhart, Radovljica	1320	0,21 ± 0,03
14	1	matematika, soba 79	OŠ C. Golarja Škofja Loka	1320	6,04 ± 1,09
15	1	glasbena vzgoja, soba 76	OŠ C. Golarja Škofja Loka	1320	3,06 ± 0,46
16	1	delavnica hišnik, klet	OŠ C. Golarja Škofja Loka	1320	2,43 ± 0,38
17	1	tehnika, soba 68	OŠ C. Golarja Škofja Loka	1320	1,85 ± 0,25
18	1	knjižnica, soba 42	OŠ C. Golarja Škofja Loka	1320	1,39 ± 0,21
19	1	raunalništvo	OŠ rni Vrh	1320	1,47 ± 0,21
20	1	tehnika	OŠ rni Vrh	1320	1,18 ± 0,17
21	1	biologija	OŠ rni Vrh	1320	0,67 ± 0,13
22	1	angleš ina, gl. vzgoja	OŠ rni Vrh	1320	0,50 ± 0,13
23	1	telovadnica	OŠ rni Vrh	1320	0,19 ± 0,04
24	1	u ilnica kemija	OŠ Dolenjske Toplice	1320	0,88 ± 0,13
25	1	igralnica Metulj ki	OŠ Dolenjske Toplice	1320	0,28 ± 0,06
26	1	u ilnica 3. a razred	OŠ F. S. Finžgarja Lesce	1320	0,41 ± 0,06
27	1	u ilnica 1. b razred	OŠ F. S. Finžgarja Lesce, PŠ Begunje	1320	0,55 ± 0,08
28	1	u ilnica 1.a razred	OŠ Gorje	1320	0,33 ± 0,04
29	1	igralnica vrtca	OŠ Gorje - vrtec na šoli	1584	0,88 ± 0,15
30	1	igralnica Miške	OŠ Gorje - vrtec, druga stavba	1584	4,48 ± 0,76
31	1	raunalnica	OŠ I. Groharja Podlubnik	1320	2,64 ± 0,42
32	1	razred 2, 3	OŠ I. Groharja Podlubnik, PŠ Bukovica	1320	0,55 ± 0,08
33	1	u ilnica 117	OŠ I. Groharja Podlubnik, PŠ Bukovšica	1320	5,16 ± 0,97
34	1	telovadnica	OŠ I. Groharja Podlubnik, PŠ Bukovšica	1320	4,32 ± 0,80
35	1	razred 4, 5	OŠ I. Groharja Podlubnik, PŠ Lenart	1320	1,51 ± 0,21
36	1	jedilnica	OŠ I. Tav arja Gor. vas, PŠ Luine	1320	0,25 ± 0,03
37	1	igralnica	OŠ I. Tav arja Gor. vas, PŠ Luine - vrtec	1584	0,38 ± 0,05
38	1	telovadnica	OŠ I. Tav arja Gor. vas, PŠ Sovodenj	1320	0,67 ± 0,13
39	1	igralnica	OŠ I. Tav arja Gor. vas, PŠ Sovodenj - vrtec Zala	1584	0,61 ± 0,10
40	1	u ilnica Ramoveš	OŠ I. Tav arja Gorenja vas	1320	12,00 ± 2,18
41	1	igralnica 2	OŠ I. Tav arja Gorenja vas - vrtec	1584	1,41 ± 0,20
42	1	u ilnica 21	OŠ J. Janeži a Šk. Loka	1320	2,64 ± 0,34
43	1	igralnica vrtca	OŠ Jelšane	1320	2,39 ± 0,29
44	1	u ilnica	OŠ Jelšane	1320	1,93 ± 0,25
45	1	telovadnica desno	OŠ Jelšane	1320	1,64 ± 0,21
46	1	u ilnica TJA	OŠ Knežak	1320	5,92 ± 0,76
47	1	vrtec Zvezdice	OŠ Knežak	1320	4,20 ± 0,55
48	1	1. razred prizidek	OŠ Knežak	1320	1,64 ± 0,25
49	1	telovadnica	OŠ Komen	1320	10,62 ± 1,72
50	1	bivši vrtec (u ilnica 4. razred)	OŠ Komen	1320	1,34 ± 0,21
51	1	bivši vrtec (u ilnica tehnika)	OŠ Komen	1320	1,01 ± 0,17
52	1	u ilnica v nadstropju	OŠ Komen	1320	0,63 ± 0,13
53	1	u ilnica glasbeni pouk	OŠ Nova vas	1320	0,46 ± 0,08
54	1	u ilnica 5. razred	OŠ Nova vas	1320	0,38 ± 0,06

55	1	u ilnica fizika	OŠ Nova vas	1320	0,37	± 0,06
56	1	u ilnica 23	OŠ Nove Jarše	1320	1,77	± 0,25
57	1	u ilnica 24	OŠ Nove Jarše	1320	0,86	± 0,13
58	1	igralnica vrtca	OŠ Otlica	1320	0,92	± 0,13
59	1	1., 3. razred	OŠ Otlica	1320	0,84	± 0,13
60	1	likovna umetnost	OŠ Otlica	1320	0,80	± 0,13
61	1	zgodovina	OŠ Otlica	1320	0,63	± 0,13
62	1	pisarna KB3	OŠ P. Trubarja Velike Laš e	1320	11,16	± 2,01
63	1	igralnica KB3 Ribice	OŠ P. Trubarja Velike Laš e	1320	1,64	± 0,25
64	1	u ilnica THV	OŠ Poljane	1320	0,32	± 0,07
65	1	u ilnica pritli je	OŠ Poljane, PŠ Javorje	1320	0,29	± 0,07
66	1	u ilnica 2. razred	OŠ prof. dr. J. Plemlja Bled, PŠ Boh. Bela	1320	0,20	± 0,04
67	1	jedilnica	OŠ prof. dr. J. Plemlja Bled, PŠ Ribno	1320	0,26	± 0,05
68	1	garderoba (bodo a tehnika)	OŠ prof. dr. Josipa Plemlja Bled	1320	0,50	± 0,08
69	1	gospodinjstvo	OŠ Semi	1320	2,06	± 0,29
70	1	tehnika	OŠ Semi	1320	0,27	± 0,06
71	1	telovadnica	OŠ Semi , PŠ Štrekanjevec	1320	2,31	± 0,29
72	1	u ilnica 117	OŠ Šentvid pri Sti ni	1320	0,50	± 0,13
73	1	u ilnica 116	OŠ Šentvid pri Sti ni	1320	0,32	± 0,07
74	1	u ilnica	OŠ Šentvid pri Sti ni PŠ Temenica	1320	0,24	± 0,05
75	1	u ilnica K-9	OŠ Škofja Loka - Mesto	1320	2,81	± 0,42
76	1	u ilnica K-16	OŠ Škofja Loka - Mesto	1320	0,42	± 0,06
77	1	1. razred	OŠ Velika Dolina, Jesenice na Dol.	1320	0,97	± 0,13
78	1	igralnica vrtca	OŠ Velika Dolina, Jesenice na Dol.	1320	0,20	± 0,03
79	1	u ilnica 10	OŠ Vodmat	1320	3,11	± 0,46
80	1	u ilnica glasbeni pouk	OŠ Železniki	1320	0,55	± 0,08
81	1	igralnica Polžki	OŠ Železniki - vrtec	1584	0,96	± 0,15
82	1	u ilnica 1., 2., 3., razred	OŠ Železniki, PŠ Dav a	1320	0,88	± 0,13
83	1	u ilnica 4., 5. razred	OŠ Železniki, PŠ Dražgoše	1320	0,63	± 0,08
84	1	jedilnica	OŠ Železniki, PŠ Selca	1320	0,84	± 0,13
85	1	igralnica srednja	OŠ Železniki, PŠ Selca - vrtec Selca	1584	0,96	± 0,15
86	1	u ilnica 4., 5. razred	OŠ Železniki, PŠ Sorica	1320	2,77	± 0,42
87	1	u ilnica 103, 1.a razred	OŠ Žiri	1320	0,19	± 0,03
88	1	igralnica št. 6, Godnjav ki	OŠ Žiri - vrtec	1584	0,41	± 0,05
89	2	igralnica mlajša skupina (1. nad.)	Antonov vrtec Železniki	1584	0,33	± 0,05
90	2	igralnica prva desno	OŠ I. Tav arja Gor. vas, Vrtec Dobrava	1584	0,45	± 0,06
91	2	1. skupina	OŠ Poljane, vrtec Agata	1584	1,16	± 0,15
92	2	igralnica	OŠ Poljane, Vrtec Agata, enota Javorje	1584	0,60	± 0,10
93	2	igralnica	OŠ Poljane, Vrtec Agata, enota Poljane	1584	0,37	± 0,06
94	2	igralnica desno prva, ebelice	OŠ V. Laš e, Vrtec Karlovica	1584	4,89	± 0,81
95	2	igralnica levo, Srnice	OŠ V. Laš e, Vrtec Karlovica	1584	2,17	± 0,30
96	2	igralnica Polžki	Vrtec Bled	1584	0,38	± 0,06
97	2	igralnica	Vrtec Bled, Enota Bohinjska Bela	1584	0,32	± 0,05
98	2	igralnica ebelice	Vrtec pri Sveti Ani	1584	0,33	± 0,05
99	2	Son ek	Vrtec Šk. Loka, Enota Biba	1584	0,76	± 0,15
100	2	igralnica Jerca	Vrtec Šk. Loka, Enota Bukovica	1584	0,91	± 0,15
101	2	zbornica	Vrtec Šk. Loka, Enota Ciciban	1584	5,39	± 0,71
102	2	igralnica Prijatelji	Vrtec Šk. Loka, Enota ebelice	1584	0,28	± 0,05
103	2	razvojni oddelek	Vrtec Šk. Loka, Enota Najdihojca	1584	2,01	± 0,30
104	2	igralnica 10	Vrtec Šk. Loka, Enota Pedenjped	1584	3,17	± 0,40
105	2	igralnica 2	Vrtec Šk. Loka, Enota Pedenjped, oddelek	1584	1,86	± 0,25
106	2	igralnica Vida	Vrtec Šk. Loka, Enota Rožle	1584	0,31	± 0,07
107	2	zakloniš e	Vrtec Škofja Loka	1584	1,56	± 0,25
108	2	VO - jasli miške	Vrtec Vodmat, Enota Bohori eva	1584	0,21	± 0,03
109	2	KC - Kamen ki	Vrtec Vodmat, Enota Korytkova	1584	0,32	± 0,04
110	2	telovadnica	VVO Jarše, Enota Kekec	1584	0,15	± 0,02
111	2	igralnica D2	VVO Jarše, Enota Mojca	1584	2,47	± 0,35
112	2	igralnica rde a soba	VVO Jarše, Enota Rožle	1584	1,41	± 0,20

113	2	igralnica R1, Pikapolonice	VVO Jarše, Enota Rožle - Pokopališka	1584	0,91 ± 0,15
114	2	Enota Mavrica	VVO Mladi rod	1584	2,32 ± 0,30
115	2	Enota Vetrnica	VVO Mladi rod	1584	0,81 ± 0,15
116	2	Enota Stonoga	VVO Mladi rod	1584	0,78 ± 0,15
117	2	Enota Kostnaj kov vrtec	VVO Mladi rod	1584	0,60 ± 0,10
118	2	Enota ira ara	VVO Mladi rod	1584	0,60 ± 0,10
119	2	Igralnica Balon ki	VVO Pedenjped, Enota Kašelj	1584	4,43 ± 0,76
120	2	pralnica	VVO Ribnica	1584	8,86 ± 1,61
121	2	modra igralnica (nadstropje)	VVO Son ni žarek Škofja Loka	1584	0,35 ± 0,05
122	2	pedagoška soba	VVO Zelena jama	1584	21,51 ± 3,88
123	2	igralnica 8	VVO Zelena jama, Enota Zmaj ek	1584	1,56 ± 0,20
124	2	igralnica 4	VVO Zelena jama, Vejica	1584	0,15 ± 0,02
125	2	3. igralnica v drugem nizu	VVO Zelena jama, Vrba	1584	2,22 ± 0,30
126	2	Igralnica 6	VVO Zelena jama, Zmaj ica	1584	0,65 ± 0,10
127	2	pisarna fotokopirnica CSD	VVZ Radovljica	1584	0,15 ± 0,03
128	2	telovadnica vrtca	VVZ Radovljica, Enota Begunje	1584	0,40 ± 0,06
129	2	garderoba zaposleni	VVZ Radovljica, Enota Brezje	1584	0,76 ± 0,10
130	2	igralnica Son ki	VVZ Radovljica, Enota Kamna Gorica	1584	3,17 ± 0,40
131	2	igralnica Pikapolonice	VVZ Radovljica, Enota Kropa	1584	2,62 ± 0,35
132	2	igralnica Školjke	VVZ Radovljica, Enota Lesce	1584	1,11 ± 0,15
133	2	telovadnica vrtca	VVZ Radovljica, Enota Posavec	1584	0,21 ± 0,03
134	2	igralnica Polžki	VVZ Radovljica, Enota Radovljica	1584	0,50 ± 0,10
135	2	igralnica (nadstropje)	Zasebni vrtec Montessori	1584	0,05 ± 0,02

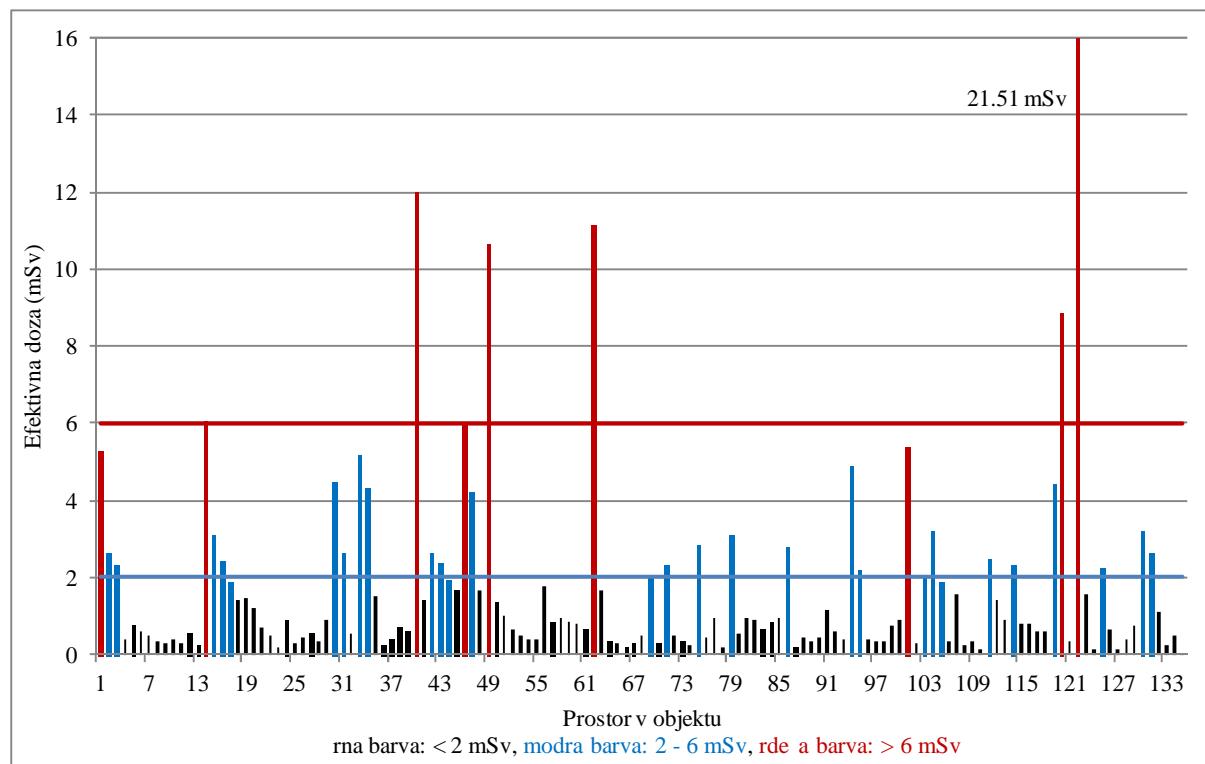
* efektivna doza je za otroke in odrasle enaka, ker upoštevamo enako število ur zadrževanja v prostoru

1 – šola, 2 - vrtec

rna – efektivna doza manjša od 2 mSv/leto

Modra - efektivna doza ve ja od 2 mSv/leto in manjša od 6 mSv/leto

Rde a - efektivna doza ve ja od 6 mSv/leto



Slika 37. Histogram efektivnih doz za zaposlene in otroke v vrtcih, šolah in drugih ustanovah (mSv/leto)

Tabela 15. Ocjenjene letne efektivne doze za zaposlene v drugih ustanovah

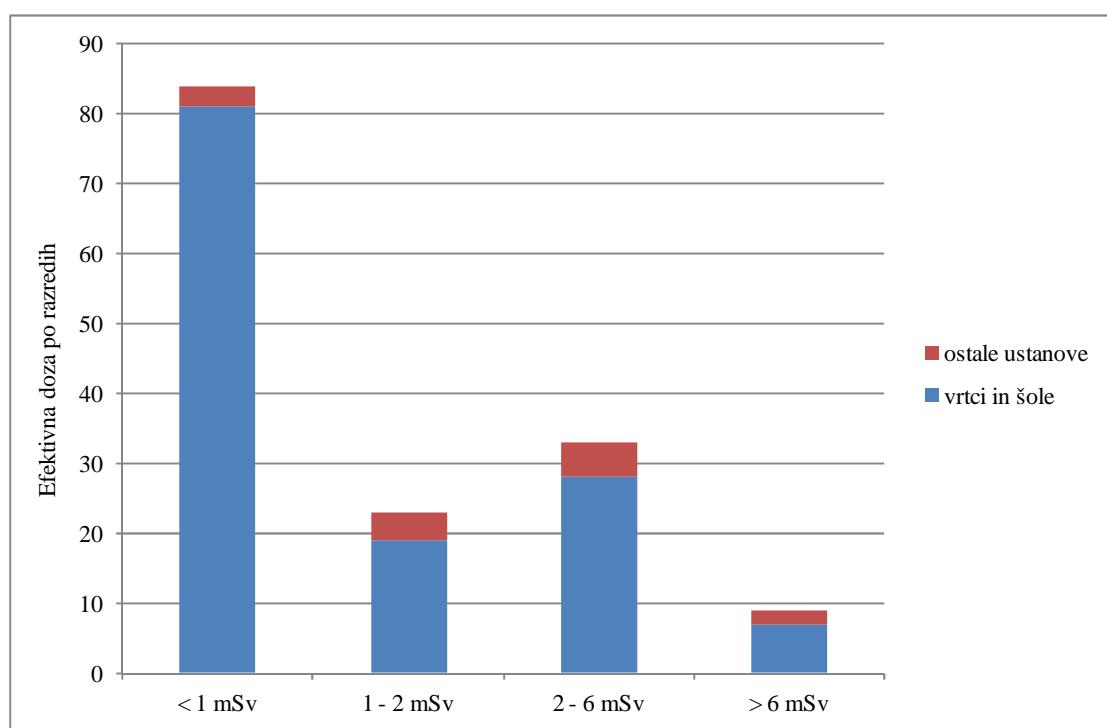
1	3	soba A 117, 1. nad	MORS Cerklje, stavba A	2000	2,73 ± 0,38
2	3	soba A 110, 1 nad	MORS Cerklje, stavba A	2000	2,86 ± 0,38
3	3	soba P34 v pritli ju	Psiha Ljubljana Poljanski nasip 58	2000	3,82 ± 0,51
4	3	prometna pisarna	SŽ, ŽP Sežana	2000	1,34 ± 0,19
5	3	hem. lab., soba 15, Vrazov trg 1	UKC - bivša pedijatrija	2000	1,34 ± 0,19
6	3	gastro, soba 44, Japljeva 2	UKC - ena od pisarn v kleti	2000	0,29 ± 0,05
7	3	ŠD ordinacija	ZD Ribnica	2000	0,76 ± 0,13
8	3	OD sestrski prostor	ZD Ribnica	2000	1,27 ± 0,19
9	3	SA amb. 4 sestrski prostor	ZD Ribnica	2000	1,53 ± 0,25
10	3	trgovina sanolabor	ZD Ribnica	2000	13,86 ± 2,54
11	3	DMDPŠ	ZD Ribnica	2000	0,62 ± 0,09
12	3	ZA ordinacija	ZP Loški potok	2000	6,87 ± 1,27
13	3	patronaža klet	ZP Sodražica	2000	2,42 ± 0,32
14	3	SA sestrski prostor	ZP Velike Laš e	2000	3,88 ± 0,64

rna – efektivna doza manjša od 2 mSv/leto

Modra - efektivna doza ve ja od 2 mSv/leto in manjša od 6 mSv/leto

Rde a - efektivna doza ve ja od 6 mSv/leto

Slika 38 prikazuje efektivne doze za zaposlene v šolah, vrtcih in drugih ustanovah, razvršene po različnih razredih: < 1 mSv, 1 – 2 mSv, 2 – 6 mSv in > 6 mSv. Iz slike vidimo, da je večina efektivnih doz nižjih od 6 mSv/leto, v devetih primerih pa je ocenjena efektivna doza višja od 6 mSv/leto, v enem primeru celo višja od 20 mSv/leto.

**Slika 38. Efektivne doze po razredih**

7 Zaklju ki

V obdobju od 2006 do 2017 smo opravili 1102 meritvi koncentracije radona z detektorji sledi v 487 objektih, od tega 912 meritev v 480 šolah in vrtcih, 169 meritev v 49 javnih ustanovah in 21 meritev v 12 stanovanjih. Izmerjene koncentracije radona so bile v 120 šolah in vrtcih in treh stanovanjih višje od 300 Bq/m^3 . Izmerjene koncentracije radona so bile v 22 drugih ustanovah višje od 1000 Bq/m^3 .

V poro ilu [17] smo podrobneje opisali kako geološka struktura tal [26 - 29] in vremenski pogoji v razli nih letnih obdobijih vplivajo na koncentracijo radona v objektih in s tem na prejeto efektivno dozo za zaposlene. V letu 2010 in 2011 smo opravili nekaj meritev v vrtcih na Krasu v zimskem in poletnem obdobju. Rezultati so pokazali, da so v nekaterih vrtcih koncentracije radona tudi v poletnih mesecih enake kot v zimskem obdobju, eprav so praviloma koncentracije radona v zimskem obdobju običajno nekajkrat višje kot v poletnem obdobju. Prav tako so bile v ve objektih na tem obmoju izmerjene previsoke koncentracije radona tudi v prostorih v prvem nadstropju.

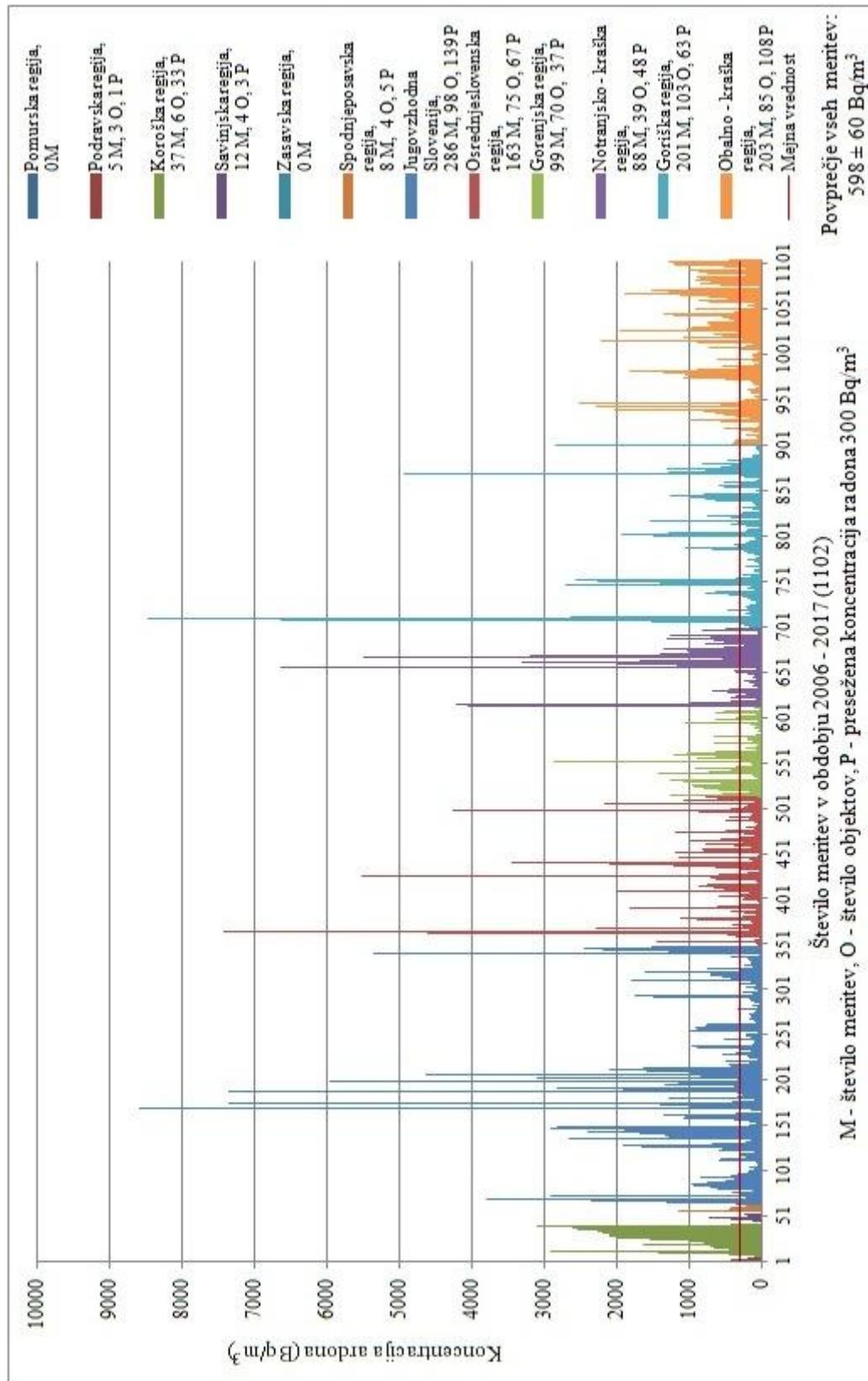
Predlagamo, da se v starejših objektih šol in vrtcev v južnem predelu Slovenije izvajajo meritve koncentracije radona z detektorji sledi tudi v prostorih v prvem nadstropju.

Ocenjene efektivne doze so v nekaterih primerih mogoče previsoke, saj je ocena konzervativna, a ne glede na to, so pomemben parameter pri reševanju problematike sevalne obremenjenosti zaposlenih in prebivalcev. Smotrno bi bilo, e bi se s pristojnimi v ustanovah, v katerih so bile izmerjene visoke koncentracije radona in posledi no ocenjene visoke efektivne doze za zaposlene, našli ustrezeno rešitev s sanacijo objekta ali z manjšo zasedenoščjo prostorov vsaj v obdobju od treh do pet let, saj samo s ponavljanjem meritev ne bomo znižali prejetih efektivnih doz.

Na sliki 39 so prikazani rezultati vseh meritev koncentracije radona, merjenih z detektorji sledi v letih od 2006 do 2017, sortirani po regijah v Sloveniji. Iz slike 39 vidimo, da so bile najvišje koncentracije radona izmerjene v Jugovzhodni Sloveniji, Osrednjeslovenski regiji, Notranjsko – kraški regiji, Goriški regiji in Obalno – kraški regiji (vijolična, turkizna, modra, rdeča in rjava barva).

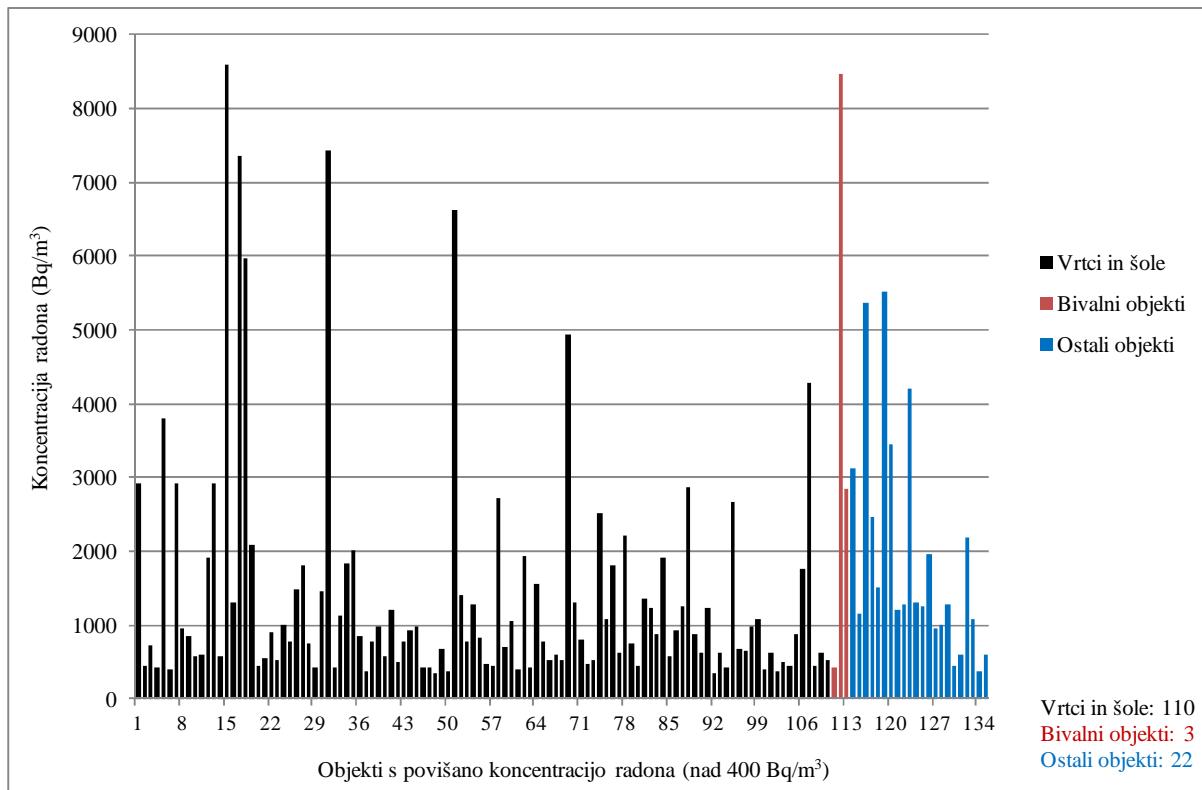
V Pomurski, Podravski, Koroški, Savinjski, Zasavski in Spodnjeposavske regiji smo izmerili koncentracijo radona v 14 objektih, v sedmih je bila izmerjena koncentracija radona višja od 300 Bq/m^3 . V Jugovzhodni regiji je bila v 34 objektih od 98 (35 %) izmerjena koncentracija radona višja od 300 Bq/m^3 , v Osrednjeslovenski regiji je bila v 30 objektih od 75 (40 %) izmerjena koncentracija radona višja od 300 Bq/m^3 , v Gorenjski regiji je bila v 19 objektih od 70 (27 %) izmerjena koncentracija radona višja od 300 Bq/m^3 , v Notranjsko kraški regiji je bila v 12 objektih od 39 (31 %) izmerjena koncentracija radona višja od 300 Bq/m^3 , v Goriški regiji je bila v 21 objektih od 103 (20 %) izmerjena koncentracija radona višja od 300 Bq/m^3 , v Obalno kraški regiji je bila v 22 objektih od 85 (26 %) izmerjena koncentracija radona višja od 300 Bq/m^3 .

Presene a dejstvo, da je bila kar v 33 % vseh izbranih objektov izmerjena koncentracija radona višja od 300 Bq/m^3 .

**Slika 39. Koncentracija radona v različnih regijah v Sloveniji**

(v Pomurski regiji – modra barva in Zasavski regiji – svetlomodra barva ni bilo opravljenih meritev)

Na sliki 40 so prikazane koncentracije radona v vseh sto petintridesetih objektih, v katerih so izmerjene koncentracije radona, izmerjene z detektorji sledi, v obdobju 2006 - 2017 presegale 400 Bq/m^3 (vrtci in šole ter bivalno okolje) in 1000 Bq/m^3 (ostali objekti). Črni pravokotniki predstavljajo meritve v šolah in vrtcih (110 objektov), rdeči v bivalnem okolju (3 objekti) in modri v delovnem okolju (22 objektov).



Slika 40. Objekti s preseženimi koncentracijami radona v obdobju 2006 – 2017

S sprejetjem nove zakonodaje in Uredbe o nacionalnem radonskem programu bo najvišja dovoljena povprečna celoletna koncentracija radona v bivalnem in delovnem okolju 300 Bq/m^3 , kar pomeni za delovno okolje za 2000 ur na leto efektivno dozo 4.5 mSv/leto . Dovoljena letna efektivna doza zaradi vdihavanja radona za prebivalce je 6 mSv/leto , kar pomeni, da bi bila lahko povprečna koncentracija radona v osnovnih šolah ob povprečnih 1300 delovnih urah na leto 600 Bq/m^3 , da bi bila efektivna doza za zaposlene in otroke nižja od zakonske mejne vrednosti, 6 mSv .

Pouk v osnovnih šolah se v poletnih mesecih, ko je koncentracija radona najnižja, ne izvaja. Zato je še toliko bolj pomembno, da se izvajajo meritve koncentracije radona z detektorji sledi v tem okolju pretežno v zimskem obdobju.

Meritve asovnega poteka koncentracije radona z merilnimi instrumenti so pokazale, da je povprečna koncentracija radona v nočnem asusu in preko vikenda v prostorih šol dvakrat do trikrat višje kot v dnevnom asusu. Zato bi bilo smiselno v primeru povišanih koncentracij radona na podlagi rezultatov meritve asovnega poteka koncentracije radona z merilnimi instrumenti določiti faktor razmerja med rezultati meritve z merilnimi instrumenti in detektorji sledi ali določiti metodologijo ocenjevanja povprečne koncentracije radona podobno kot je to naredila Norveška [30].

8 Reference

1. W. W. Nazaroff, A. V. Nero: Radon and its decay products in indoor air, John Wiley & Sons, 1988
2. WHO Handbook on Indoor Radon, 2009
3. ICRP 115: Lung cancer risk from radon and progeny and Statement on Radon, 2010
4. ICRP 65: Protection Against Radon-222 at Home and at Work, Pergamon, 1994
5. ICRP 126: Radiological Protection against Radon Exposure, 2014
6. An overview of radon surveys in Europe, Luxembourg, EC
7. UNSCEAR 93, UN, New York, 1993
8. M. Humar in ostali: Koncentracija radona v bivalnem okolju Slovenije, IJS-DP-7164, IJS, 1995
9. ZVISJ-UPB2, Ur.list RS št. 102, 2004
10. Uredba o programu sistematičnega pregledovanja delovnega in bivalnega okolja ter ozaveščanja prebivalstva o pomenu ukrepov zmanjšanja navzočnosti naravnih virov sevanj – UV4 (Uradni list RS, št. 19/16)
11. Pravilnik o pogojih in metodologiji za ocenjevanje doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji - SV5 (Uradni list RS, št. 83/16)
12. Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih, Ur.list RS št. 49, 2004
13. P. Jovanović: Sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja, LMSAR-20060047-PJ, ZVD, 2006
14. J. Vavpotič: IJS-DP-9648, IJS, 2007
15. P. Jovanović: Sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja, LMSAR-20080030-PJ, ZVD, 2008
16. P. Jovanović: Sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja, LMSAR-20090042-PJ, ZVD, 2009
17. P. Jovanović: Sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja, LMSAR-20100017-PJ, ZVD, 2010
18. P. Jovanović: Sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja, LMSAR-20100017-PJ, ZVD, 2011
19. P. Jovanović: Sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja, LMSAR-20100017-PJ, ZVD, 2012
20. P. Jovanović: Sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja, LMSAR-20100017-PJ, ZVD, 2013
21. P. Jovanović: Sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja, LMSAR-20140010-PJ, ZVD, 2014
22. P. Jovanović: Sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja, LMSAR-20150017-PJ, ZVD, 2015
23. P. Jovanović: Sistematično pregledovanje delovnega in bivalnega okolja, LMSAR-20160019-PJ, ZVD, 2016
24. DP-LMSAR-3.03-Določevanje koncentracije radona z detektorji sledi-rev 5
25. DP-LMSAR-3.02-Merjenje koncentracije radona in radonovih potomcev-rev5
26. Joachim Kemski, Ralf Klingel: Das geogene Radon-Potential, v knjigi: Siehl. A.: Umweltradioaktivität, Ernst & Sohn, Bonn, 1996
27. K. A. Landman: Diffusion of radon through cracks in a concrete slab, Health Physics, Vol. 43, No. 1, 1982
28. IJS-DP-9694-1: J. Vavpotič, Radonski potencial v tleh na območjih s povišanimi koncentracijami radona v zaprtih prostorih, IJS, 2007

29. Tanner, A. B., 1980, Radon mitigation in the ground: A supplementary review. In The Natural Radiation Environment Vol. 3 pp 5-56, Springfield, VA, National Technical Information Service
30. NRPA: Protocol for radon measurements in schools and kindergartens, NRPA 2015