

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

LMSAR-20160019-PJ

**Datum:**

10.11.2016

## Sistematicno pregledovanje delovnega in bivalnega okolja 2016

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

**Pogodba št.:** C2717-16-232003, z dne 5.4.2016

**Meritve izvedel:** ZVD

**Datum izvajanja meritov:** April – oktober 2016

Poročilo vsebuje skupaj 63 strani in poročilo LMSAR-20160019-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 2016 smo opravili 86 meritev koncentracije radona z detektorji sledi in enajst meritev koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti z namenom dolo anja asovnega poteka koncentracije radona in potomcev. Meritve z merilnimi instrumenti smo opravili v OŠ Šentvid pri Sti ni, OŠ Ribnica, OŠ Nova vas, ŽP Podgorje, PŠ Grgar, OŠ Otlica, vrtec na PŠ Ledine, PŠ Lokev, OŠ Knežak, OŠ Semi in OŠ Cerklje ob Krki. Opravili smo tudi štiri meritvi koncentracije radona z merilnimi instrumenti z namenom dolo itve virov izhajanja radona v prostore zgradb (radon v zemlji, špranje, razpoke, kanalizacijski in drugi jaški...). Meritve so bile opravljene v OŠ Šentvid pri Sti ni, v OŠ Otlica, OŠ Dolenjske Toplice in v OŠ Nova vas.

V triinštiridesetih (43) stavbah šol in vrtcev smo postavili dvainosemdeset (82) detektorjev sledi. V tridesetih (30) prostorih šol in vrtcev je bila izmerjena koncentracija radona z negotovostjo meritve višja od  $400 \text{ Bq/m}^3$ .

V štirih prostorih ostalih objektov (Zdravstveni dom Ribnica, Psihiatri na bolnišnica Idrija in železniška postaja Podgorje) smo izmerili koncentracijo radona z detektorji sledi. V dveh prostorih Zdravstvenega doma Ribnica, v prometnem uradu na železniški postaji Podgorje in v Vojašnici Cerklje ob Krki so bile izmerjene koncentracije radona z negotovostjo meritve višje od  $1000 \text{ Bq/m}^3$ .

Na podlagi opravljenih meritev v detektorji sledi ugotavljamo, da so bile najvišje koncentracije radona izmerjene južno polovici Slovenije in sicer naslednjih regijah, v Jugovzhodni Sloveniji, Osrednjeslovenski regiji, Notranjsko – kraški regiji in Goriški regiji.

V tem delu Slovenije so visoke koncentracije radona tako v zimskem obdobju (kurična sezona) kot tudi v poletnem obdobju. Prav tako je veliko primerov povišane koncentracije radona tudi v prostorih v prvih nadstropjih objektov.

## 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.	OŠ Sreka Kosovela Sežana, PŠ Lokev .....	14
5.1.2.	OŠ Toneta Tomšiča, Knežak .....	16
5.1.3.	OŠ Otlica .....	21
5.1.4.	OŠ Semi .....	25
5.1.5.	OŠ Cerkle ob Krki .....	28
5.1.6.	OŠ Nova vas .....	31
5.1.7.	OŠ Šentvid pri Stični .....	36
5.1.8.	OŠ Franceta Prešerna Ribnica .....	41
5.1.9.	OŠ Solkan, PŠ Grgar .....	44
5.1.10.	OŠ Spodnja Idrija, PŠ Ledine .....	47
5.1.11.	OŠ Dolenjske Toplice.....	50
5.2.	Ostali objekti.....	52
5.2.1.	Železniška postaja Podgorje .....	52
6	Ocena efektivnih doz.....	55
7	Zaključki .....	59
8	Reference.....	63

## 1 Uvod

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

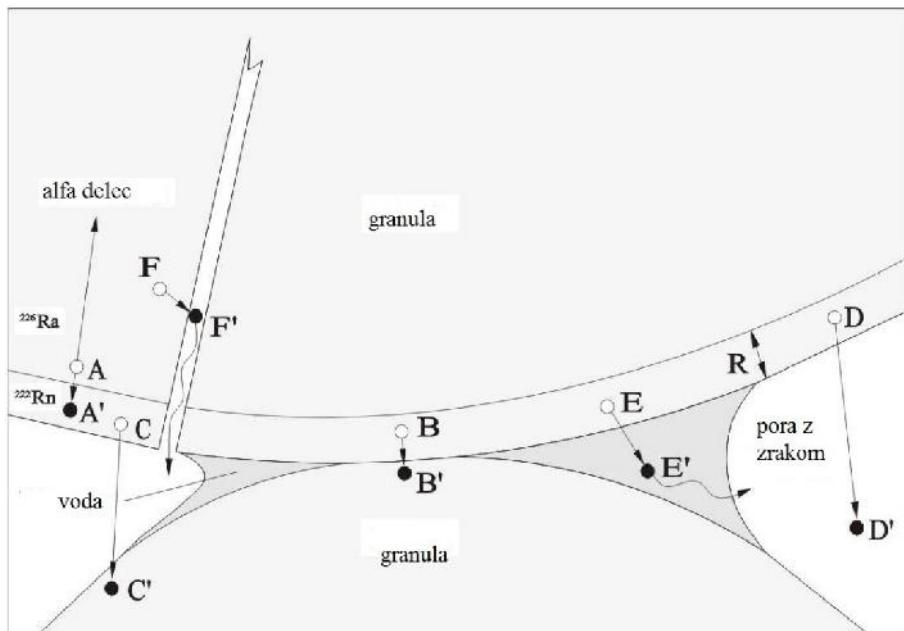
Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) je v letih 2005 do 2007 izvajala mednarodni radonski projekt, v katerem so sodelovali strokovnjaki iz preko 30 držav vsega sveta. V knjigi WHO Handbook on Indoor Radon [2] so zapisali, da epidemiološke študije potrjujejo, da radon v bivalnem okolju pove uje verjetnost za rakasta obolenja plju prebivalcev. Predlagali so, naj bo povprečna celoletna koncentracija radona v bivalnem okolju nižja od  $300 \text{ Bq/m}^3$ , kar ustreza efektivni dozi  $10 \text{ mSv}$  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  $8 \times 10^{-10}$  na  $\text{Bq m}^{-3}$ , 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  $300 \text{ Bq/m}^3$  in manj kot  $1000 \text{ Bq/m}^3$  v delovnem okolju.

### 1.1. Nastajanje radona v zemeljskih tleh

Izotop radona,  $^{222}\text{Rn}$ , nastaja pri radioaktivnem razpadu izotopa radija,  $^{226}\text{Ra}$ , v granulah mineralov kamnin, pri emer dobi kinetične energije 86 keV [1]. Doseg atoma radona v mineralu je nekaj stotink  $\mu\text{m}$ , v vodi desetinka  $\mu\text{m}$  in v zraku 63  $\mu\text{m}$ . 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  $^{226}\text{Ra}$ , rani pa atome  $^{222}\text{Rn}$ . 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  $^{226}\text{Ra}$  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, vлага 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  $10^{-7} \text{ m}^2$  za pesek in  $10^{-16} \text{ m}^2$  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,  $L = (D_e / k)^{1/2}$ , kjer je  $k$  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:

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

kjer je  $v$  hitrost zraka,  $k$  permeabilnost tal,  $\mu$  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 razpokane, 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  $87 \text{ Bq/m}^3$  je bila aproksimativno določena srednja letna vrednost, ki znaša  $54 \text{ Bq/m}^3$  [8], v 3 % bivalnih prostorov je bila presežena koncentracija radona  $400 \text{ Bq/m}^3$ , 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 – 2016 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] - [22] 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 [27].

## 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 2016.

V letu 2016 smo opravili 86 meritov koncentracije radona z detektorji sledi in enajst meritov koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti z namenom določitve asovnega poteka koncentracije radona in potomcev. Meritve z merilnimi instrumenti smo opravili v OŠ Šentvid pri Stični, OŠ Ribnica, OŠ Nova vas, ŽP Podgorje, PŠ Grgar, OŠ Otlica, vrtec na PŠ Ledine, PŠ Lokev, OŠ Knežak, OŠ Semič in OŠ Cerkle ob Krki. Opravili smo tudi štiri meritve koncentracije radona z merilnimi instrumenti z namenom določitve virov izhajanja radona v prostoru zgradb (radon v zemljji, špranje, razpoke, kanalizacijski in

drugi jaški...). Meritve so bile opravljene v OŠ Šentvid pri Sti ni, v OŠ Otlica, OŠ Dolenjske Toplice in v OŠ Nova vas.

**Tabela 1. Program meritov 2016**

Objekt	Predvidene meritve			Opravljene meritve		
	a	b	c	a	b	c
MORS, Cerknje ob Krki	2			2		
UKC Ljubljana, Bohori eva	1			1		
Vrtec Pedenjped, Ljubljana	9			9		
Osnovna šola Venclja Perka Domžale	2			2		
OŠ F. Vesela, Šentvid pri Sti ni	4	1	1	4	1	1
OŠ F. Prešerna Ribnica*	3	1		3	1	
Vrtec Ribnica	2			2		
Zdravstveni dom Ribnica	2			2		
Osnovna šola Nova vas	5	1	1	5	1	1
ŽP Podgorje	1	1		1	1	
OŠ Cvetka Golarja, PŠ Rete e	2			2		
OŠ Solkan, (Trnovo, PŠ Grgar, vrtec)	4	1		4	1	
OŠ Otlica	3	1	1	3	1	1
OŠ rni Vrh	3			3		
Vrtec Idrija (kont. meritve na PŠ Ledine)	5	1		5	1	
Psihiatri na bolnišnica Idrija	1			1		
OŠ Sp. Idrija, PŠ Ledine	1			1		
OŠ S. Kosovela Sežana, PŠ Lokev	2	1		2	1	
OŠ Toneta Tomši a Knežak	4	1		4	1	
OŠ Cerknje ob Krki	2	1		2	1	
OŠ Semi	4	1		4	1	
OŠ Prevole	3			3		
Vrtci Goriška regija	4			4		
OŠ Goriška regija	8			8		
Skupaj	77	11	3	77	11	3
Rezerva (viri v OŠ Dolenjske Toplice)	9		1	9		1
Skupaj z rezervo	86	11	4	86	11	4

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 dolo ali s pasivno metodo (detektorji sledi) za obdobje enega meseca ali ve 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 Landauer Nordic 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 [23].



Slika 2. Detektor sledi

##### **4.1.2. Aktivna metoda**

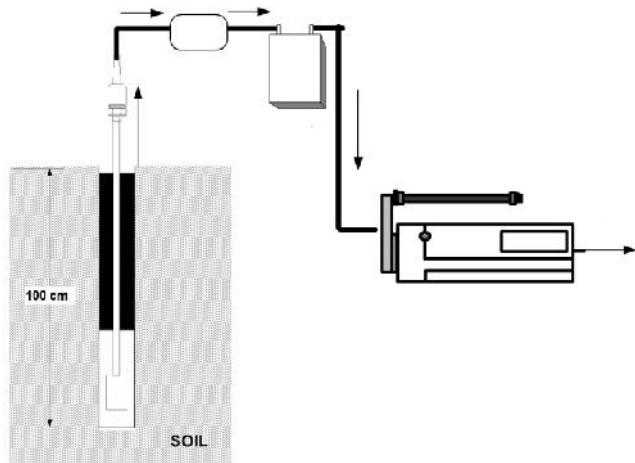
asovni potek koncentracije radona za obdobje nekaj dni smo določili z merilnima instrumenti Alphaguard (Genitron, Nemija), RAD 7 (Durridge, ZDA) in Canary Pro (Norveška). Detektor sevanja alfa v instrumentu Alphaguard je cilindrična ionizacijska celica z volumenom 0.5 litra, merilni instrumenti RAD 7 pa uporabljajo določeno anjo sevanja alfa polprevodniški detektor. Število sunkov na detektorju je premo sorazmerno koncentraciji radona ozziroma radonovih potomcev v zraku, ki se podaja v Bq/m<sup>3</sup>. Intervale merjenja nastavimo na želeno vrednost, od nekaj minut do več ur.

Meritve koncentracije radona v zraku smo izvedli skladno s postopkom DP-LMSAR-3.02 [24]. 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 5 %, za merilni instrument RAD 7 znaša 5 %, za Canary Pro 20 % .

##### **4.1.3. Radon v zemlji**

Koncentracijo radona v zemlji smo merili z merilnima instrumentoma Alphaguard (Genitron, Nemija) in RAD 7 (Durridge, ZDA). V zemljo smo zabilo cev (notranji premer 1 cm) v globino 80 - 100 cm. Izhod 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  $\text{Bq}/\text{m}^3$ .

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

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 7 %.

## 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 triinštiridesetih (43) stavbah šol in vrtcev smo postavili dvainosemdeset (82) detektorjev sledi, od tega triinštirideset (33) v igralnicah vrtcev in

devetinštirideset (49) v u ilnicah šol. V štiriintridesetih (34) prostorih šol in vrtcev je bila izmerjena koncentracija radona z negotovostjo meritve višja od  $400 \text{ Bq/m}^3$ . V sedeminštiridesetih (47) prostorih šol in vrtcev je bila izmerjena koncentracija radona z negotovostjo meritve višja od  $300 \text{ Bq/m}^3$ , v osemintridesetih (48) prostorih je bila koncentracija radona z negotovostjo meritve nižja od  $400 \text{ Bq/m}^3$  (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  $400 \text{ Bq/m}^3$ , z modro barvo pa lokacije z izmerjenimi koncentracijami radona, ki so skupaj z negotovostjo (interval zaupanja  $k = 2$ ) višje od  $300 \text{ Bq/m}^3$ .

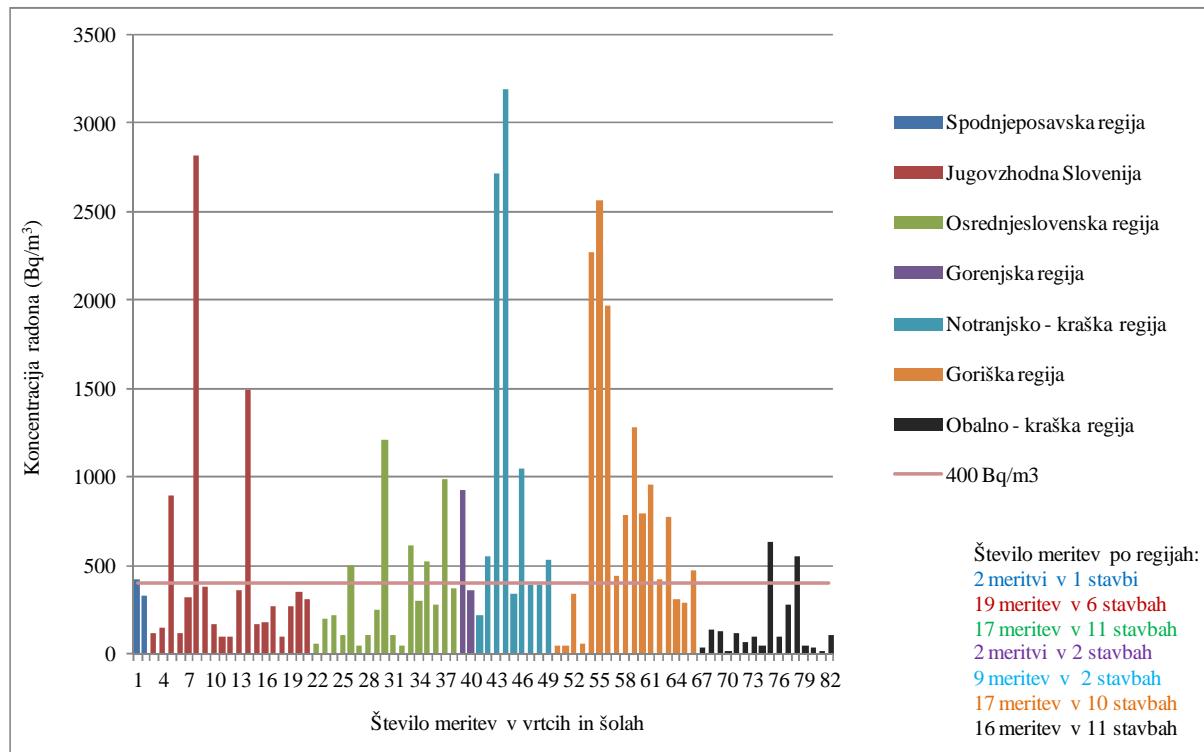
**Tabela 2. Rezultati meritev koncentracije radona z detektorji sledi\***

Zap. št.	Št. detektorja	Start	Stop	Lokacija	Objekt	Konc. radona Bq/m <sup>3</sup>
1	169844-8	7.4.2016	10.5.2016	kabinet 119	OŠ V. Perka Domžale	60 $\pm$ 12
2	196936-9	7.4.2016	10.5.2016	u ilnica 36	OŠ V. Perka Domžale	197 $\pm$ 30
3	197462-5	8.4.2016	9.5.2016	u ilnica 115	OŠ Šentvid pri Sti ni	114 $\pm$ 20
4	197119-1	8.4.2016	9.5.2016	u ilnica 206	OŠ Šentvid pri Sti ni	143 $\pm$ 30
5	168616-1	8.4.2016	9.5.2016	u ilnica 117	OŠ Šentvid pri Sti ni	896 $\pm$ 120
6	197355-1	8.4.2016	9.5.2016	u ilnica 116	OŠ Šentvid pri Sti ni	118 $\pm$ 20
7	168733-4	6.4.2016	11.5.2016	igralnica	PŠ Trnovo - vrtec	44 $\pm$ 10
8	197250-4	6.4.2016	11.5.2016	jedilnica	OŠ Solkan, PŠ Trnovo	47 $\pm$ 10
9	168612-0	6.4.2016	11.5.2016	u ilnica 3., 4. razred	OŠ Solkan, PŠ Grgar	338 $\pm$ 50
10	197099-5	6.4.2016	11.5.2016	igralnica	PŠ Grgar - vrtec	61 $\pm$ 10
11	196832-0	6.4.2016	16.5.2016	Pikapolonice stari vrtec	OŠ Nova vas	214 $\pm$ 30
12	169154-2	6.4.2016	16.5.2016	novi vrtec igralnica spodaj	OŠ Nova vas	552 $\pm$ 70
13	168928-0	6.4.2016	16.5.2016	kem, bio, fiz	OŠ Nova vas	2715 $\pm$ 490
14	169756-4	6.4.2016	16.5.2016	mat, jezik	OŠ Nova vas	3191 $\pm$ 580
15	168384-6	6.4.2016	16.5.2016	ksenija	OŠ Nova vas	341 $\pm$ 50
16	169513-9	7.4.2016	18.5.2016	delavnica	OŠ Šempeter	31 $\pm$ 8
17	168881-1	7.4.2016	18.5.2016	jedilnica	OŠ Šempeter, PŠ Vogrsko	139 $\pm$ 30
18	196765-2	7.4.2016	18.5.2016	u ilnica raunalništvo	OŠ Šempeter, PŠ Vrtojba	124 $\pm$ 20
19	196914-6	7.4.2016	18.5.2016	pisarna šole	OŠ Šempeter - pedatrija	15 $\pm$ 8
20	196798-3	7.4.2016	18.5.2016	avla	OŠ Šempeter, enota Mavrica	121 $\pm$ 20
21	976685-8	25.5.2016	13.7.2016	1. igralnica	OŠ Šempeter, enota Žarek	66 $\pm$ 10
22	152775-3	25.5.2016	13.7.2016	igralnica	OŠ Šempeter, enota Mavrica	95 $\pm$ 12
23	591777-8	25.5.2016	13.7.2016	2. igralnica	OŠ Šempeter, enota Son ek	43 $\pm$ 8
24	168500-7	7.4.2016	18.5.2016	skladis e	OŠ Šempeter, enota Son ek	628 $\pm$ 80
25	988222-6	25.5.2016	13.7.2016	jedilnica	OŠ Šempeter, enota Zvezdice	97 $\pm$ 14
26	168927-2	7.4.2016	24.5.2016	gospodinjstvo	OŠ Semi	324 $\pm$ 50
27	169403-3	7.4.2016	24.5.2016	tehnika	OŠ Semi	2819 $\pm$ 510
28	169724-2	7.4.2016	24.5.2016	telovadnica	OŠ Semi	379 $\pm$ 50
29	125645-2	6.9.2016	10.10.2016	tehnika	OŠ Semi	172 $\pm$ 30
30	196982-3	6.4.2016	19.5.2016	igralnic Mucike	OŠ Prevole	92 $\pm$ 14
31	196715-7	6.4.2016	19.5.2016	igralnica Sovice	OŠ Prevole	92 $\pm$ 14
32	197137-3	6.4.2016	19.5.2016	u ilnica gospodinjstvo	OŠ Prevole	364 $\pm$ 50
33	168737-5	7.4.2016	9.5.2016	u ilnica 5	OŠ Cerkle ob Krki	422 $\pm$ 60
34	197763-6	7.4.2016	9.5.2016	u ilnica C14	OŠ Cerkle ob Krki	330 $\pm$ 50
35	197146-4	11.4.2016	13.5.2016	u ilnica zgoraj	OŠ Sežana, PŠ Lokev	276 $\pm$ 40
36	169621-0	11.4.2016	13.5.2016	u ilnica spodaj	OŠ Sežana, PŠ Lokev	556 $\pm$ 80
37	197351-0	8.4.2016	12.5.2016	biologija	OŠ rni Vrh	2268 $\pm$ 370
38	196920-3	8.4.2016	12.5.2016	raunalništvo	OŠ rni Vrh	2565 $\pm$ 470
39	169051-0	8.4.2016	12.5.2016	tehni ni pouk	OŠ rni Vrh	1969 $\pm$ 320
40	168354-9	8.4.2016	18.5.2016	u ilnica nadstropje	OŠ Sp. Idrija, PŠ Ledine	438 $\pm$ 60

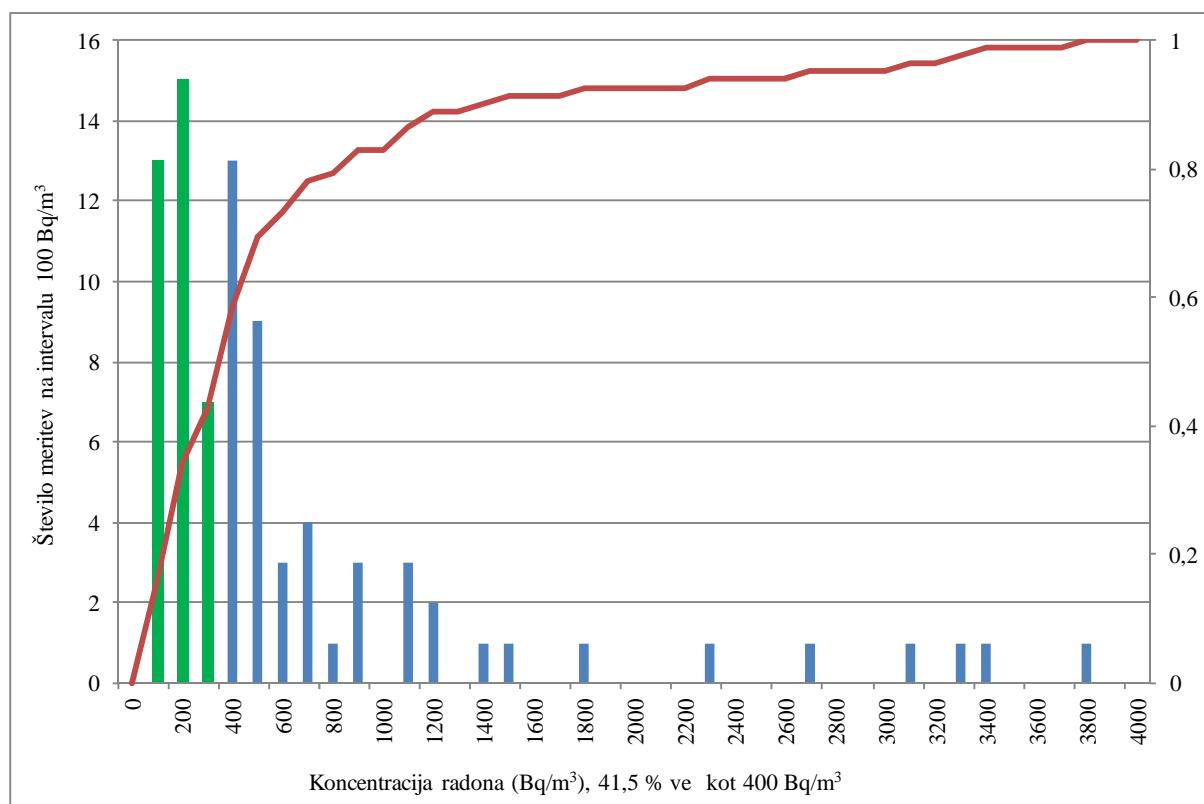
41	169438-9	7.4.2016	13.5.2016	tehnika 68	OŠ C. Golarja, Škofja Loka	927	$\pm$	120
42	196886-6	7.4.2016	13.5.2016	Rete e 1. r	OŠ C. Golarja, Šk. L., PŠ Rete e	355	$\pm$	50
43	169711-9	8.4.2016	10.5.2016	matematika	OŠ Otlica	782	$\pm$	100
44	169688-9	8.4.2016	10.5.2016	slovenščina	OŠ Otlica	1284	$\pm$	160
45	168848-0	8.4.2016	10.5.2016	naravoslovje	OŠ Otlica	791	$\pm$	100
46	262209-0	8.4.2016	10.5.2016	igralnica vrtca	OŠ Otlica	958	$\pm$	120
47	168480-2	12.4.2016	20.5.2016	igralnica Sončki	OŠ T. Tomšiča Knežak	1044	$\pm$	130
48	168296-2	12.4.2016	20.5.2016	učilnica raunalnika	OŠ T. Tomšiča Knežak	388	$\pm$	60
49	169425-6	12.4.2016	20.5.2016	učilnica risalnica	OŠ T. Tomšiča Knežak	394	$\pm$	60
50	197423-7	12.4.2016	20.5.2016	knjižnica	OŠ T. Tomšiča Knežak	530	$\pm$	70
51	197460-9	6.4.2016	9.5.2016	1. razred	OŠ Renče	44	$\pm$	10
52	197496-3	6.4.2016	9.5.2016	igralnica Lunice	OŠ Renče - vrtec	41	$\pm$	10
53	196827-0	7.4.2016	9.5.2016	1. razred	OŠ Renče, PŠ Bukovica	19	$\pm$	10
54	168575-9	7.4.2016	9.5.2016	igralnica Pikapolonice	PŠ Bukovica, vrtec	105	$\pm$	20
55	168276-4	7.4.2016	12.5.2016	C5 - Irma	Vrtec Pedenjped, Zalog	218	$\pm$	30
56	169540-2	7.4.2016	12.5.2016	C6 - srednja soba	Vrtec Pedenjped, Zalog	106	$\pm$	20
57	168207-9	7.4.2016	12.5.2016	prva igralnica	Vrtec Pedenjped, N. Fužine	503	$\pm$	70
58	170364-4	7.4.2016	12.5.2016	Medvedki	Vrtec Pedenjped, Zadvor	46	$\pm$	10
59	169235-9	7.4.2016	12.5.2016	igralnica (desna)	Vrtec Pedenjped, Vevče	107	$\pm$	20
60	168678-1	7.4.2016	12.5.2016	jasli	Vrtec Pedenjped, Janče	245	$\pm$	40
61	169701-0	7.4.2016	12.5.2016	igralnica Pikapolovice	Vrtec Pedenjped, Kašelj	1208	$\pm$	180
62	168148-5	13.4.2016	12.5.2016	igralnica (prva soba)	Vrtec Pedenjped, Kašelj	107	$\pm$	20
63	168275-6	8.4.2016	12.5.2016	jaslice	Vrtec Pedenjped, Lipoglav	43	$\pm$	12
64	197573-9	8.4.2016	12.5.2016	pralnica (klet)	Vrtec Ribnica	1497	$\pm$	230
65	168353-1	8.4.2016	12.5.2016	igralnica Metuljki	Vrtec Ribnica	172	$\pm$	30
66	168926-4	7.4.2016	10.5.2016	P8	Vrtec Idrija, Prelovecava	423	$\pm$	60
67	168602-1	11.4.2016	11.5.2015	V1	Vrtec Idrija, rni vrh	776	$\pm$	100
68	196907-0	11.4.2016	10.5.2016	SP1	Vrtec Idrija, Sp. Idrija	308	$\pm$	50
69	168461-2	14.4.2016	11.5.2016	igralnica	Vrtec Idrija, Godovi	293	$\pm$	50
70	169555-0	7.4.2016	10.5.2016	PŠ Ledine - vrtec	Vrtec Idrija, PŠ Ledine	474	$\pm$	70
71	124586-9	1.9.2016	30.9.2016	velika učilnica	OŠ Sostro, PŠ Janče	616	$\pm$	80
72	694001-9	1.9.2016	30.9.2016	mala učilnica	OŠ Sostro, PŠ Janče	298	$\pm$	50
73	681354-7	1.9.2016	10.10.2016	Arko Beti	OŠ Velike Lašče	525	$\pm$	70
74	537581-1	1.9.2016	10.10.2016	Simona Bavdek	OŠ Velike Lašče	274	$\pm$	40
75	174393-9	1.9.2016	10.10.2016	igralnica ebelice	Vrtec Karlovica	988	$\pm$	150
76	681573-2	1.9.2016	10.10.2016	igralnica Srnice	Vrtec Karlovica	369	$\pm$	50
77	160163-2	2.9.2016	7.10.2016	igralnica vrtca Zmajki	OŠ Dolenjske Toplice	264	$\pm$	40
78	589967-9	2.9.2016	7.10.2016	razredni pouk 3. b	OŠ Dolenjske Toplice	346	$\pm$	50
79	989906-3	2.9.2016	7.10.2016	predmetni pouk likovna uč.	OŠ Dolenjske Toplice	304	$\pm$	50
80	169385-2	6.9.2016	7.10.2016	CK2 učilnica M. O.	OŠ Ribnica	182	$\pm$	30
81	197634-9	6.9.2016	7.10.2016	CK1 učilnica A. Z.	OŠ Ribnica	266	$\pm$	40
82	197561-4	6.9.2016	7.10.2016	delavnica hišniki	OŠ Ribnica	96	$\pm$	20

\* Vse izmerjene koncentracije radona, ki skupaj z negotovostjo (interval zaupanja k = 2) meritve presegajo 400 Bq/m<sup>3</sup>, so obarvane rdeče, vse izmerjene koncentracije radona, ki skupaj z negotovostjo (interval zaupanja k = 2) meritve presegajo 300 Bq/m<sup>3</sup> in so nižje od 400 Bq/m<sup>3</sup>, so obarvane modro

Slika 4 in slika 5 prikazujeta histogram in frekveno porazdelitev koncentracij radona, izmerjenih v učilnicah šol in igralnicah vrtcev po posameznih regijah v Sloveniji. Iz slike 4 vidimo, da so bile najvišje koncentracije radona izmerjene v regiji jugovzhodna Slovenija, v notranjsko – kraški regiji in v goriški regiji. Vendar so bile tudi v ostalih štirih regijah, spodnjeposavski regiji, osrednjeslovenski regiji, gorenjski regiji in obalno – kraški regiji izmerjene koncentracije radona, ki so presegale 400 Bq/m<sup>3</sup>. Iz slike 5 vidimo, da je bila koncentracija radona v 41 % vseh meritv višja od 400 Bq/m<sup>3</sup>.



Slika 4. Histogram koncentracij radona v osnovnih šolah in vrtcih v letu 2016



Slika 5. Frekven na porazdelitev koncentracije radona v šolah in vrtcih v letu 2016

### **5.1.1. OŠ Sreka Kosovela Sežana, PŠ Lokev**

Podružni na šola Lokev je obnovljena. Po tleh je položen parket, ob robovih so kotne letve, za katerimi so vidne reže. Po hodniku, straniših in kuhinji so položene plošice. Objekt ni podkleten. Pod temeljno plošico so položene perforirane cevi, napeljane v glavno cev, ki poteka ob dimniku do vrha objekta. Na podstrešju je v cev priključen ventilator, ki rpa zrak izpod temeljne plošice na prosto. Ob ventilatorju je ura s asovno nastavljivo delovanje ventilatorja. Ventilator je vključen od 2. ure zjutraj do 16. ure popoldan.

V PŠ Lokev smo določili koncentracijo radona z detektorji sledi v učilnici 1., 2. razred v letih 2012, 2013, 2014 [19, 20, 21] in 2016 (Tabela 2). V letu 2014 smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi tudi v učilnici 3., 4. razreda v prvem nadstropju. Ker so bile vrednosti visoke, smo ponovili meritve tudi v letu 2016. Izmerjene koncentracije radona so prikazane v tabelah 2 in 3.

**Tabela 3. Koncentracija radona v PŠ Lokev**

Lokacija meritev: učilnica 1., 2. razred, učilnica 3., 4. razred

Leto	Meritev	Učilnica 1., 2. razred (pritličje)	Učilnica 3., 4. razred (nadstropje)
		Bq/m <sup>3</sup>	Bq/m <sup>3</sup>
2012	2.2.2012 – 10.4.2012	1820 ± 310	
2013	21.2.2013 – 17.4.2013	1370 ± 170	
2014	26.2.2014 – 23.4.2014	1140 ± 140	470 ± 60
2014	26.5.2014 – 2.10.2014	885 ± 140	349 ± 50
2016	11.4.2016 – 13.5.2016	556 ± 80	276 ± 40

Iz tabele 3 vidimo, da je bila koncentracija radona v učilnici v pritličju nižja kot v prejšnjih letih, a še vedno previsoka, v prvem nadstropju pa je bila nižja kot v letu 2014.

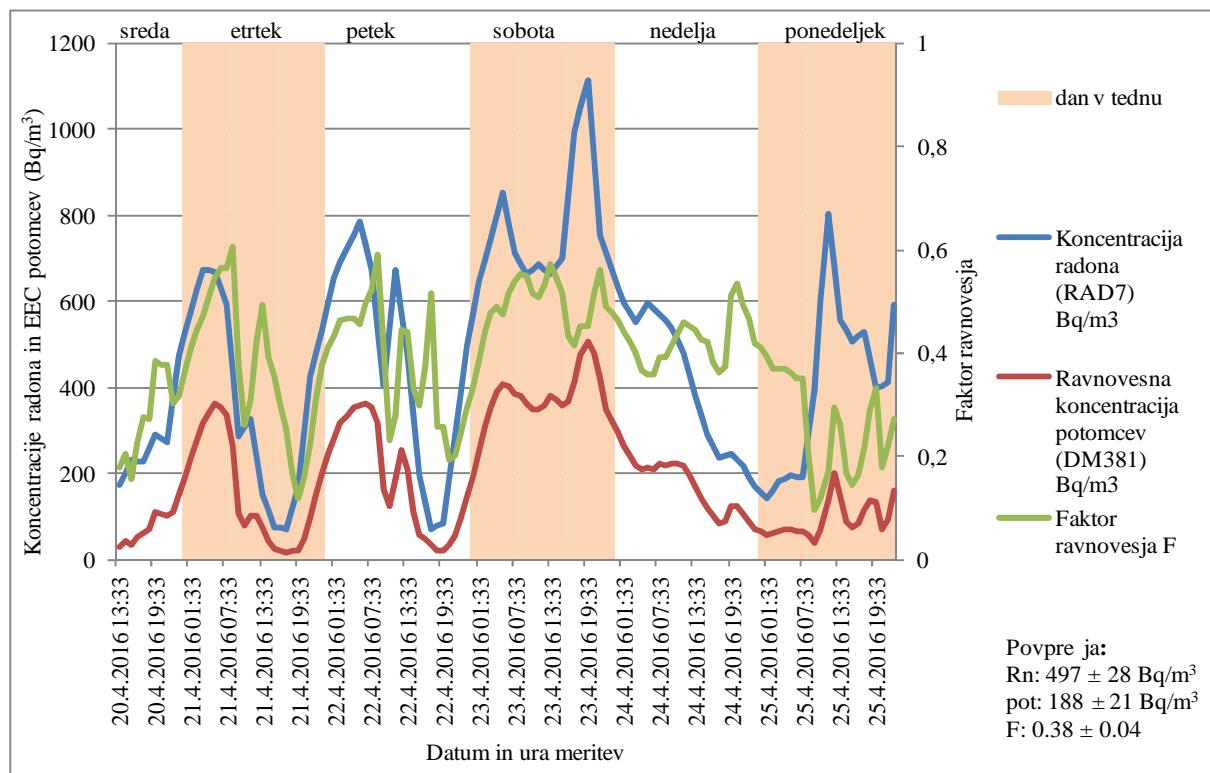
V učilnici 1., 2. razred smo določili koncentracijo radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti v obdobju od 20.4.2016 do 25.4.2016. Povprečna koncentracija radona v učilnici 1., 2. razred v letu izvajanja meritev je bila  $497 \pm 28$  Bq/m<sup>3</sup>, povprečna ravnovesna koncentracija radonovih potomcev v letu izvajanja meritev je bila  $188 \pm 21$  Bq/m<sup>3</sup>, povprečni faktor ravnovesja je bil 0.38 (0.10 – 0.61). Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 5 in v tabeli 4. Med delovnim asom, v letu pouka med 7. in 15. uro je bila povprečna koncentracija radona  $370 \pm 19$  Bq/m<sup>3</sup>, med vikendom pa  $412 \pm 21$  Bq/m<sup>3</sup>, kar ni velika razlika.

V učilnici v prvem nadstropju smo izvajali meritve koncentracije radona z merilnim instrumentom Canary Pro v obdobju od 20.4. do 3.5.2016. Povprečna koncentracija radona je bila  $307 \pm 60$  Bq/m<sup>3</sup>.

Meritve koncentracije radona z detektorji sledi so pokazale, da so najvišje koncentracije radona v zimskem obdobju in v obdobju slabega vremena. V poletnem obdobju so koncentracije radona zaradi zrajenja precej nižje. Meritve asovnega poteka koncentracij radona in potomcev so pokazale nižje vrednosti faktorja ravnovesja v poletnem obdobju, kar pomeni, da se prostori poleti bolj zrajeni.

Na podlagi rezultatov meritev ugotavljamo, da je koncentracije radona v učilnici 1., 2. razred previsoka. Iz rezultatov meritev v tabeli 3 vidimo tudi, da je bila koncentracija radona v učilnici 1., 2. razred previsoka v obdobju od februarja do maja. Prav tako je bila koncentracija radona previsoka tudi v obdobju od maja do oktobra, kar pomeni, da je predstavlja radon v učilnici problem skozi celotno šolsko obdobje.

Razlog za to je lahko prešibak sistem prezra evanja ali pa je cevni sistem za prezra evanje že dotrajan (razpokan) in je potrebno popravilo oziroma zamenjava cevi.



**Slika 5. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: PŠ Lokev, u ilnica 1., 2. razred

Datum meritve: 20.4.2016 ob 13:33 do 25.4.2016 ob 22:33

Merilni instrumenti: RAD7, Doseman Pro 382 (DM382)

**Tabela 4. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: PŠ Lokev, u ilnica 1., 2. razred

Datum meritve: 20.4.2016 ob 13:33 do 25.4.2016 ob 22:33

Merilni instrumenti: RAD7, Doseman Pro 382 (DM382)

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM381) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
20.4.2016 13:33	175	31	0,18
20.4.2016 14:33	203	42	0,21
20.4.2016 15:33	231	36	0,16
20.4.2016 16:33	230	52	0,23
20.4.2016 17:33	228	63	0,28
20.4.2016 18:33	260	71	0,27
20.4.2016 19:33	292	112	0,38
20.4.2016 20:33	283	107	0,38
20.4.2016 21:33	274	104	0,38
20.4.2016 22:33	374	113	0,30
20.4.2016 23:33	474	151	0,32
21.4.2016 0:33	527	193	0,37
21.4.2016 1:33	580	238	0,41
21.4.2016 2:33	626	278	0,44
21.4.2016 3:33	673	317	0,47
21.4.2016 4:33	672	341	0,51

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM381) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
21.4.2016 5:33	671	365	0,54
21.4.2016 6:33	631	355	0,56
21.4.2016 7:33	591	334	0,57
21.4.2016 8:33	439	266	0,61
21.4.2016 9:33	287	107	0,37
21.4.2016 10:33	307	80	0,26
21.4.2016 11:33	327	102	0,31
21.4.2016 12:33	240	101	0,42
21.4.2016 13:33	152	75	0,49
21.4.2016 14:33	114	45	0,39
21.4.2016 15:33	76	27	0,35
21.4.2016 16:33	73	22	0,30
21.4.2016 17:33	71	18	0,25
21.4.2016 18:33	120	20	0,17
21.4.2016 19:33	168	20	0,12
21.4.2016 20:33	298	48	0,16

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM381) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
21.4.2016 21:33	427	96	0,23
21.4.2016 22:33	480	151	0,31
21.4.2016 23:33	534	201	0,38
22.4.2016 0:33	595	245	0,41
22.4.2016 1:33	656	284	0,43
22.4.2016 2:33	691	320	0,46
22.4.2016 3:33	726	338	0,47
22.4.2016 4:33	756	352	0,47
22.4.2016 5:33	786	359	0,46
22.4.2016 6:33	731	364	0,50
22.4.2016 7:33	675	353	0,52
22.4.2016 8:33	539	318	0,59
22.4.2016 9:33	404	166	0,41
22.4.2016 10:33	538	124	0,23
22.4.2016 11:33	672	189	0,28
22.4.2016 12:33	573	255	0,44
22.4.2016 13:33	475	210	0,44
22.4.2016 14:33	336	112	0,33
22.4.2016 15:33	197	59	0,30
22.4.2016 16:33	133	50	0,38
22.4.2016 17:33	70	36	0,52
22.4.2016 18:33	78	20	0,26
22.4.2016 19:33	86	22	0,26
22.4.2016 20:33	185	36	0,19
22.4.2016 21:33	285	57	0,20
22.4.2016 22:33	391	96	0,25
22.4.2016 23:33	497	146	0,29
23.4.2016 0:33	571	190	0,33
23.4.2016 1:33	645	249	0,39
23.4.2016 2:33	696	308	0,44
23.4.2016 3:33	746	356	0,48
23.4.2016 4:33	799	390	0,49
23.4.2016 5:33	852	406	0,48
23.4.2016 6:33	782	403	0,52
23.4.2016 7:33	713	384	0,54
23.4.2016 8:33	689	381	0,55
23.4.2016 9:33	664	365	0,55
23.4.2016 10:33	675	349	0,52
23.4.2016 11:33	686	349	0,51
23.4.2016 12:33	674	357	0,53
23.4.2016 13:33	662	379	0,57
23.4.2016 14:33	681	373	0,55
23.4.2016 15:33	700	360	0,51
23.4.2016 16:33	847	367	0,43
23.4.2016 17:33	994	414	0,42
23.4.2016 18:33	1053	477	0,45
23.4.2016 19:33	1112	505	0,45
23.4.2016 20:33	933	480	0,51
23.4.2016 21:33	754	423	0,56

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM381) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
23.4.2016 22:33	713	350	0,49
23.4.2016 23:33	672	321	0,48
24.4.2016 0:33	635	295	0,46
24.4.2016 1:33	597	263	0,44
24.4.2016 2:33	575	242	0,42
24.4.2016 3:33	553	221	0,40
24.4.2016 4:33	574	210	0,37
24.4.2016 5:33	595	213	0,36
24.4.2016 6:33	583	210	0,36
24.4.2016 7:33	570	223	0,39
24.4.2016 8:33	555	218	0,39
24.4.2016 9:33	539	223	0,41
24.4.2016 10:33	510	223	0,44
24.4.2016 11:33	481	221	0,46
24.4.2016 12:33	431	195	0,45
24.4.2016 13:33	381	169	0,44
24.4.2016 14:33	335	143	0,43
24.4.2016 15:33	289	122	0,42
24.4.2016 16:33	264	100	0,38
24.4.2016 17:33	238	86	0,36
24.4.2016 18:33	242	90	0,37
24.4.2016 19:33	246	126	0,51
24.4.2016 20:33	232	124	0,54
24.4.2016 21:33	217	107	0,49
24.4.2016 22:33	193	90	0,47
24.4.2016 23:33	170	71	0,42
25.4.2016 0:33	156	64	0,41
25.4.2016 1:33	143	56	0,39
25.4.2016 2:33	162	60	0,37
25.4.2016 3:33	181	67	0,37
25.4.2016 4:33	189	70	0,37
25.4.2016 5:33	197	71	0,36
25.4.2016 6:33	194	68	0,35
25.4.2016 7:33	191	67	0,35
25.4.2016 8:33	293	59	0,20
25.4.2016 9:33	395	38	0,10
25.4.2016 10:33	599	72	0,12
25.4.2016 11:33	804	138	0,17
25.4.2016 12:33	681	201	0,30
25.4.2016 13:33	558	145	0,26
25.4.2016 14:33	533	89	0,17
25.4.2016 15:33	508	73	0,14
25.4.2016 16:33	518	85	0,16
25.4.2016 17:33	529	114	0,22
25.4.2016 18:33	465	136	0,29
25.4.2016 19:33	401	133	0,33
25.4.2016 20:33	406	72	0,18
25.4.2016 21:33	410	91	0,22
25.4.2016 22:33	591	162	0,27

### 5.1.2. OŠ Toneta Tomši a, Knežak

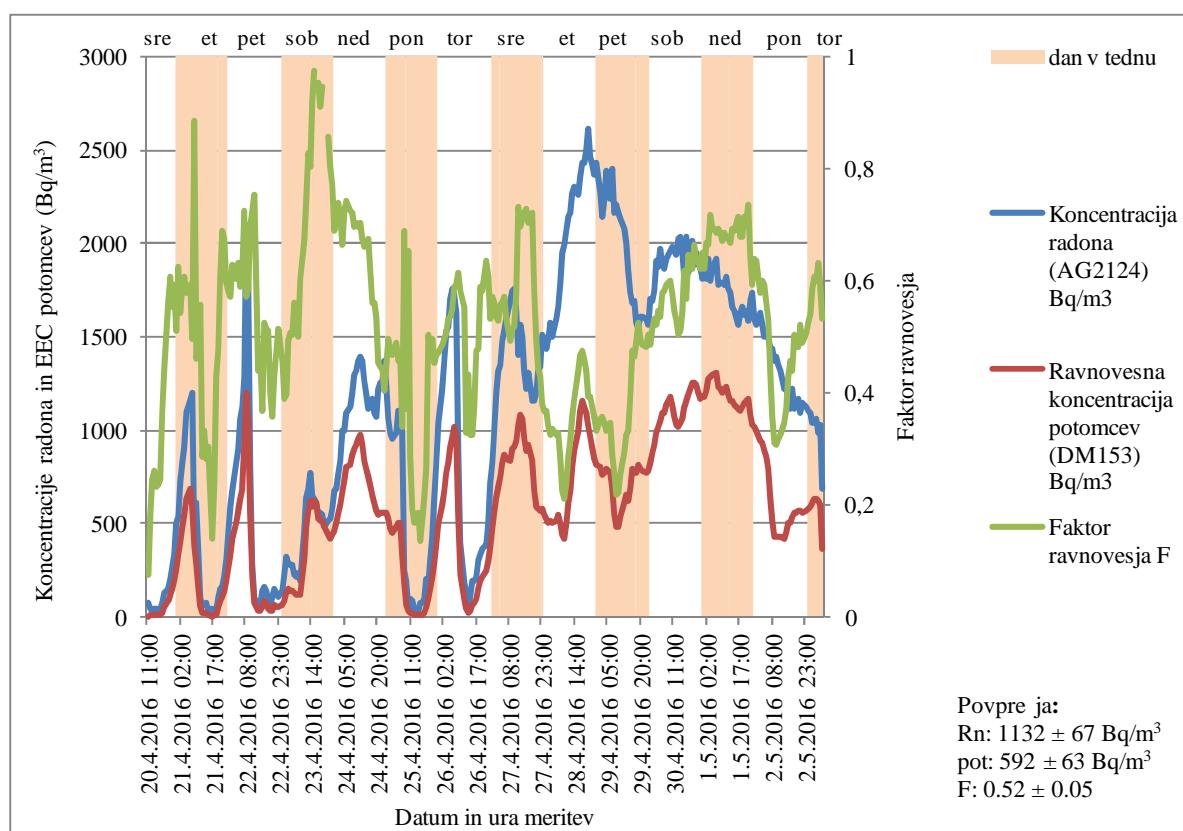
Stavba je grajena na kraškem terenu na bregu in ima obliko rke H. Osrednji del stavbe tvori telovadnica, ob kateri sta dva kraka, v katerih so vsi prostori. Strop telovadnice in ostalega dela zgradbe je na isti višini. Levi krak, v katerem je glavni vhod v šolo, ni podkleten, a je

spodnji del kraka dvignjen od osnovnega nivoja na bregu tako, da je pod temeljno ploš o nasutje. Desni trakt je v celoti podkleten, a sta samo kotlovnica in pralnica delno v tleh, jedilnica, kuhinja in u ilnica za gospodinjstvo pa so v celoti na prostem. Na zgornjem delu stavbe (na vrhu brega) je med obema krakoma zgrajen vrtec, ki ima svoj vhod. V vrtcu so tri igralnice, vse v pritli ju. Na spodnjem delu stavbe je med krakoma predvidena gradnja dodatnih u ilnic za potrebe osnovne šole. Na objektu so bila pred leti zamenjana vsa okna in dodatno topotno izolirane vse zunanje stene. Tlaki in cevi za napeljavjo (kanalizacija, monitorna voda) so le delno obnovljeni.

Meritve koncentracije radona na osnovni šoli smo izvajali že v letu 2015. V u ilnici 3. razreda v prvem nadstropju je bila izmerjena koncentracija radona  $1354 \pm 170 \text{ Bq/m}^3$ , v igralnici Zvezdice v pritli ju pa  $568 \pm 80 \text{ Bq/m}^3$  [22].

V letu 2016 smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi v štirih prostorih. V vseh prostorih je bila koncentracija radona višja od  $400 \text{ Bq/m}^3$ , najvišja v igralnici Sonki,  $1040 \pm 130 \text{ Bq/m}^3$  (Tabela 2).

V u ilnici 1 smo dolo ali asovni potek koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti v obdobju od 20.4.2016 do 3.5.2016. Povpre na koncentracija radona v u ilnici 1 v asu izvajanja meritev je bila  $1132 \pm 67 \text{ Bq/m}^3$ , povpre na ravnoesna koncentracija radonovih potomcev v asu izvajanja meritev je bila  $592 \pm 63 \text{ Bq/m}^3$ , povpre ni faktor ravnoesja je bil 0.52 (0.08 – 0.98). Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 6 in v tabeli 5.



**Slika 6. Koncentracija radona in ravnoesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v  $\text{Bq/m}^3$**

Lokacija merjenja: OŠ Knežak, u ilnica 1

Datum meritve: 20.4.2016 ob 11:00 do 3.5.2016 ob 7:00

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), Doseman Pro 153 (DM153)

**Tabela 5. Koncentracija radona in ravnoesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: OŠ Knežak, u ilnica 1

Datum meritve: 20.4.2016 ob 11:00 do 3.5.2016 ob 7:00

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), Doseman Pro 153 (DM153)

Vrednosti, ozna ene s # in odebujene so zunaj akreditiranega obmoja

Datum, ura	Koncentracija radona (AG2124) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnoesna koncentracija potomcev (DM153) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnoesja F
20.4.2016 11:00	70	5	0,08
20.4.2016 12:00	# 39	7	0,18
20.4.2016 13:00	# 32	8	0,25
20.4.2016 14:00	# 44	11	0,26
20.4.2016 15:00	# 42	10	0,23
20.4.2016 16:00	# 30	7	0,23
20.4.2016 17:00	# 43	11	0,25
20.4.2016 18:00	72	26	0,37
20.4.2016 19:00	126	56	0,45
20.4.2016 20:00	149	84	0,56
20.4.2016 21:00	202	122	0,61
20.4.2016 22:00	272	150	0,55
20.4.2016 23:00	330	195	0,59
21.4.2016 0:00	500	255	0,51
21.4.2016 1:00	536	335	0,63
21.4.2016 2:00	724	393	0,54
21.4.2016 3:00	828	488	0,59
21.4.2016 4:00	908	550	0,61
21.4.2016 5:00	1096	634	0,58
21.4.2016 6:00	1160	687	0,59
21.4.2016 7:00	1200	594	0,50
21.4.2016 8:00	424	375	0,88
21.4.2016 9:00	612	282	0,46
21.4.2016 10:00	338	163	0,48
21.4.2016 11:00	101	56	0,56
21.4.2016 12:00	65	18	0,28
21.4.2016 13:00	61	20	0,33
21.4.2016 14:00	72	20	0,28
21.4.2016 15:00	# 32	10	0,30
21.4.2016 16:00	# 38	5	0,14
21.4.2016 17:00	# 26	6	0,24
21.4.2016 18:00	# 37	16	0,43
21.4.2016 19:00	107	51	0,48
21.4.2016 20:00	148	91	0,61
21.4.2016 21:00	158	109	0,69
21.4.2016 22:00	211	143	0,68
21.4.2016 23:00	316	188	0,60
22.4.2016 0:00	446	259	0,58
22.4.2016 1:00	588	336	0,57
22.4.2016 2:00	672	423	0,63
22.4.2016 3:00	828	500	0,60
22.4.2016 4:00	896	566	0,63
22.4.2016 5:00	1064	628	0,59
22.4.2016 6:00	1128	683	0,61
22.4.2016 7:00	1280	928	0,72
22.4.2016 8:00	2096	1195	0,57
22.4.2016 9:00	1752	1027	0,59
22.4.2016 10:00	808	562	0,70

Datum, ura	Koncentracija radona (AG2124) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnoesna koncentracija potomcev (DM153) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnoesja F
22.4.2016 11:00	290	210	0,73
22.4.2016 12:00	98	74	0,75
22.4.2016 13:00	78	34	0,44
22.4.2016 14:00	61	28	0,46
22.4.2016 15:00	136	50	0,37
22.4.2016 16:00	161	84	0,52
22.4.2016 17:00	140	72	0,52
22.4.2016 18:00	81	41	0,51
22.4.2016 19:00	68	27	0,40
22.4.2016 20:00	106	38	0,36
22.4.2016 21:00	146	62	0,43
22.4.2016 22:00	125	59	0,47
22.4.2016 23:00	108	55	0,51
23.4.2016 0:00	141	64	0,46
23.4.2016 1:00	221	86	0,39
23.4.2016 2:00	326	129	0,40
23.4.2016 3:00	294	145	0,49
23.4.2016 4:00	274	139	0,51
23.4.2016 5:00	282	142	0,50
23.4.2016 6:00	225	126	0,56
23.4.2016 7:00	212	114	0,54
23.4.2016 8:00	232	116	0,50
23.4.2016 9:00	195	118	0,60
23.4.2016 10:00	466	313	0,67
23.4.2016 11:00	648	480	0,74
23.4.2016 12:00	684	567	0,83
23.4.2016 13:00	772	619	0,80
23.4.2016 14:00	644	592	0,92
23.4.2016 15:00	636	620	0,98
23.4.2016 16:00	612	616	
23.4.2016 17:00	548	523	0,95
23.4.2016 18:00	560	510	0,91
23.4.2016 19:00	548	519	0,95
23.4.2016 20:00	480	478	
23.4.2016 21:00	510	437	0,86
23.4.2016 22:00	524	422	0,80
23.4.2016 23:00	576	444	0,77
24.4.2016 0:00	676	465	0,69
24.4.2016 1:00	688	503	0,73
24.4.2016 2:00	760	562	0,74
24.4.2016 3:00	840	598	0,71
24.4.2016 4:00	992	659	0,66
24.4.2016 5:00	1000	723	0,72
24.4.2016 6:00	1088	808	0,74
24.4.2016 7:00	1128	816	0,72
24.4.2016 8:00	1200	864	0,72
24.4.2016 9:00	1296	900	0,69
24.4.2016 10:00	1312	921	0,70

Datum, ura	Koncentracija radona (AG2124) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM153) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
24.4.2016 11:00	1368	952	0,70
24.4.2016 12:00	1392	978	0,70
24.4.2016 13:00	1368	924	0,68
24.4.2016 14:00	1264	835	0,66
24.4.2016 15:00	1184	789	0,67
24.4.2016 16:00	1112	749	0,67
24.4.2016 17:00	1168	653	0,56
24.4.2016 18:00	1096	612	0,56
24.4.2016 19:00	1072	573	0,53
24.4.2016 20:00	1216	550	0,45
24.4.2016 21:00	1248	558	0,45
24.4.2016 22:00	1248	554	0,44
24.4.2016 23:00	1376	557	0,40
25.4.2016 0:00	1240	553	0,45
25.4.2016 1:00	1056	523	0,50
25.4.2016 2:00	984	470	0,48
25.4.2016 3:00	952	445	0,47
25.4.2016 4:00	984	480	0,49
25.4.2016 5:00	1104	505	0,46
25.4.2016 6:00	1080	503	0,47
25.4.2016 7:00	984	334	0,34
25.4.2016 8:00	252	173	0,69
25.4.2016 9:00	188	70	0,37
25.4.2016 10:00	# 43	28	0,65
25.4.2016 11:00	92	26	0,29
25.4.2016 12:00	91	18	0,19
25.4.2016 13:00	# 47	8	0,17
25.4.2016 14:00	# 33	6	0,19
25.4.2016 15:00	71	10	0,14
25.4.2016 16:00	70	12	0,18
25.4.2016 17:00	102	22	0,22
25.4.2016 18:00	203	54	0,26
25.4.2016 19:00	187	94	0,50
25.4.2016 20:00	314	146	0,47
25.4.2016 21:00	428	212	0,50
25.4.2016 22:00	628	285	0,45
25.4.2016 23:00	828	387	0,47
26.4.2016 0:00	1040	490	0,47
26.4.2016 1:00	1224	596	0,49
26.4.2016 2:00	1368	679	0,50
26.4.2016 3:00	1536	776	0,51
26.4.2016 4:00	1552	828	0,53
26.4.2016 5:00	1704	910	0,53
26.4.2016 6:00	1760	966	0,55
26.4.2016 7:00	1728	1019	0,59
26.4.2016 8:00	1632	964	0,59
26.4.2016 9:00	892	548	0,61
26.4.2016 10:00	396	231	0,58
26.4.2016 11:00	178	99	0,55
26.4.2016 12:00	126	41	0,33
26.4.2016 13:00	# 49	21	0,43
26.4.2016 14:00	106	34	0,32
26.4.2016 15:00	190	62	0,32

Datum, ura	Koncentracija radona (AG2124) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM153) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
26.4.2016 16:00	193	72	0,37
26.4.2016 17:00	213	101	0,48
26.4.2016 18:00	304	145	0,48
26.4.2016 19:00	328	194	0,59
26.4.2016 20:00	366	213	0,58
26.4.2016 21:00	382	243	0,64
26.4.2016 22:00	504	305	0,61
26.4.2016 23:00	716	380	0,53
27.4.2016 0:00	820	468	0,57
27.4.2016 1:00	992	555	0,56
27.4.2016 2:00	1200	642	0,53
27.4.2016 3:00	1312	694	0,53
27.4.2016 4:00	1352	751	0,56
27.4.2016 5:00	1480	829	0,56
27.4.2016 6:00	1528	871	0,57
27.4.2016 7:00	1592	847	0,53
27.4.2016 8:00	1688	833	0,49
27.4.2016 9:00	1744	895	0,51
27.4.2016 10:00	1752	909	0,52
27.4.2016 11:00	1640	940	0,57
27.4.2016 12:00	1408	1032	0,73
27.4.2016 13:00	1560	1083	0,69
27.4.2016 14:00	1496	1063	0,71
27.4.2016 15:00	1320	953	0,72
27.4.2016 16:00	1216	886	0,73
27.4.2016 17:00	1304	918	0,70
27.4.2016 18:00	1160	835	0,72
27.4.2016 19:00	1160	671	0,58
27.4.2016 20:00	1200	593	0,49
27.4.2016 21:00	1312	582	0,44
27.4.2016 22:00	1336	570	0,43
27.4.2016 23:00	1512	574	0,38
28.4.2016 0:00	1488	547	0,37
28.4.2016 1:00	1432	524	0,37
28.4.2016 2:00	1488	502	0,34
28.4.2016 3:00	1576	511	0,32
28.4.2016 4:00	1504	507	0,34
28.4.2016 5:00	1592	517	0,32
28.4.2016 6:00	1656	546	0,33
28.4.2016 7:00	1784	505	0,28
28.4.2016 8:00	1952	439	0,22
28.4.2016 9:00	1992	419	0,21
28.4.2016 10:00	2064	489	0,24
28.4.2016 11:00	2144	609	0,28
28.4.2016 12:00	2160	678	0,31
28.4.2016 13:00	2272	809	0,36
28.4.2016 14:00	2304	894	0,39
28.4.2016 15:00	2256	994	0,44
28.4.2016 16:00	2352	1104	0,47
28.4.2016 17:00	2432	1157	0,48
28.4.2016 18:00	2432	1124	0,46
28.4.2016 19:00	2496	1096	0,44
28.4.2016 20:00	2608	1020	0,39

Datum, ura	Koncentracija radona (AG2124) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM153) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
28.4.2016 21:00	2464	967	0,39
28.4.2016 22:00	2416	904	0,37
28.4.2016 23:00	2368	848	0,36
29.4.2016 0:00	2432	810	0,33
29.4.2016 1:00	2272	804	0,35
29.4.2016 2:00	2144	762	0,36
29.4.2016 3:00	2224	773	0,35
29.4.2016 4:00	2384	789	0,33
29.4.2016 5:00	2288	779	0,34
29.4.2016 6:00	2240	775	0,35
29.4.2016 7:00	2400	694	0,29
29.4.2016 8:00	2160	552	0,26
29.4.2016 9:00	2208	482	0,22
29.4.2016 10:00	2160	481	0,22
29.4.2016 11:00	2128	539	0,25
29.4.2016 12:00	2080	612	0,29
29.4.2016 13:00	2000	650	0,33
29.4.2016 14:00	1856	617	0,33
29.4.2016 15:00	1736	682	0,39
29.4.2016 16:00	1680	797	0,47
29.4.2016 17:00	1688	785	0,47
29.4.2016 18:00	1576	770	0,49
29.4.2016 19:00	1544	810	0,52
29.4.2016 20:00	1608	796	0,50
29.4.2016 21:00	1608	783	0,49
29.4.2016 22:00	1592	767	0,48
29.4.2016 23:00	1560	787	0,50
30.4.2016 0:00	1704	830	0,49
30.4.2016 1:00	1696	875	0,52
30.4.2016 2:00	1744	926	0,53
30.4.2016 3:00	1904	990	0,52
30.4.2016 4:00	1872	1022	0,55
30.4.2016 5:00	1968	1053	0,54
30.4.2016 6:00	1888	1091	0,58
30.4.2016 7:00	1864	1088	0,58
30.4.2016 8:00	1920	1140	0,59
30.4.2016 9:00	1960	1178	0,60
30.4.2016 10:00	1976	1140	0,58
30.4.2016 11:00	1960	1071	0,55
30.4.2016 12:00	1936	1024	0,53
30.4.2016 13:00	2024	1018	0,50
30.4.2016 14:00	2032	1038	0,51
30.4.2016 15:00	1960	1061	0,54
30.4.2016 16:00	1824	1127	0,62
30.4.2016 17:00	2032	1153	0,57
30.4.2016 18:00	1840	1188	0,65
30.4.2016 19:00	2008	1250	0,62
30.4.2016 20:00	1888	1252	0,66
30.4.2016 21:00	1944	1244	0,64
30.4.2016 22:00	1880	1197	0,64
30.4.2016 23:00	1872	1164	0,62
1.5.2016 0:00	1808	1174	0,65
1.5.2016 1:00	1904	1180	0,62
1.5.2016 2:00	1808	1207	0,67

Datum, ura	Koncentracija radona (AG2124) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM153) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
1.5.2016 3:00	1920	1275	0,66
1.5.2016 4:00	1800	1288	0,72
1.5.2016 5:00	1864	1299	0,70
1.5.2016 6:00	1912	1309	0,68
1.5.2016 7:00	1776	1232	0,69
1.5.2016 8:00	1784	1223	0,69
1.5.2016 9:00	1784	1199	0,67
1.5.2016 10:00	1776	1216	0,68
1.5.2016 11:00	1816	1232	0,68
1.5.2016 12:00	1760	1188	0,68
1.5.2016 13:00	1736	1160	0,67
1.5.2016 14:00	1664	1152	0,69
1.5.2016 15:00	1640	1131	0,69
1.5.2016 16:00	1568	1118	0,71
1.5.2016 17:00	1632	1105	0,68
1.5.2016 18:00	1664	1129	0,68
1.5.2016 19:00	1616	1151	0,71
1.5.2016 20:00	1640	1154	0,70
1.5.2016 21:00	1584	1166	0,74
1.5.2016 22:00	1688	1080	0,64
1.5.2016 23:00	1736	1028	0,59
2.5.2016 0:00	1592	1016	0,64
2.5.2016 1:00	1568	994	0,63
2.5.2016 2:00	1632	945	0,58
2.5.2016 3:00	1560	935	0,60
2.5.2016 4:00	1504	893	0,59
2.5.2016 5:00	1528	857	0,56
2.5.2016 6:00	1496	796	0,53
2.5.2016 7:00	1440	628	0,44
2.5.2016 8:00	1440	512	0,36
2.5.2016 9:00	1376	428	0,31
2.5.2016 10:00	1392	429	0,31
2.5.2016 11:00	1352	430	0,32
2.5.2016 12:00	1320	430	0,33
2.5.2016 13:00	1216	421	0,35
2.5.2016 14:00	1216	451	0,37
2.5.2016 15:00	1176	503	0,43
2.5.2016 16:00	1112	507	0,46
2.5.2016 17:00	1224	537	0,44
2.5.2016 18:00	1112	559	0,50
2.5.2016 19:00	1152	554	0,48
2.5.2016 20:00	1168	563	0,48
2.5.2016 21:00	1088	568	0,52
2.5.2016 22:00	1144	561	0,49
2.5.2016 23:00	1128	570	0,51
3.5.2016 0:00	1104	581	0,53
3.5.2016 1:00	1096	591	0,54
3.5.2016 2:00	1040	608	0,58
3.5.2016 3:00	1040	633	0,61
3.5.2016 4:00	1056	632	0,60
3.5.2016 5:00	988	624	0,63
3.5.2016 6:00	1024	604	0,59
3.5.2016 7:00	684	364	0,53

Z meritnima instrumentoma Canary Pro smo izvajali meritve koncentracije radona v igralnici Maurice in v u ilnici 3 v prvem nadstropju. Povpre na koncentracija radona v obdobju od 20.4.2016 do 3.5.2016 v igralnici Maurice je bila  $8166 \pm 1536 \text{ Bq/m}^3$ , v u ilnici 3 pa  $1438 \pm 576 \text{ Bq/m}^3$ . Igralnica Maurice se v tem obdobju ni uporabljala, okna in vrata so bila zaprta.

Šolo bodo poleti 2016 obnavljali. Obnovili bodo tlake v telovadnici (centralni prostor objekta) in hodnikih v pritli ju. Isto asno bodo pod temeljno ploš o vgradili cevni sistem za prezra evanje.

Predlagamo kontrolne meritve koncentracije radona z detektorji sledi po izvršeni sanaciji objekta.

### 5.1.3. OŠ Otlica

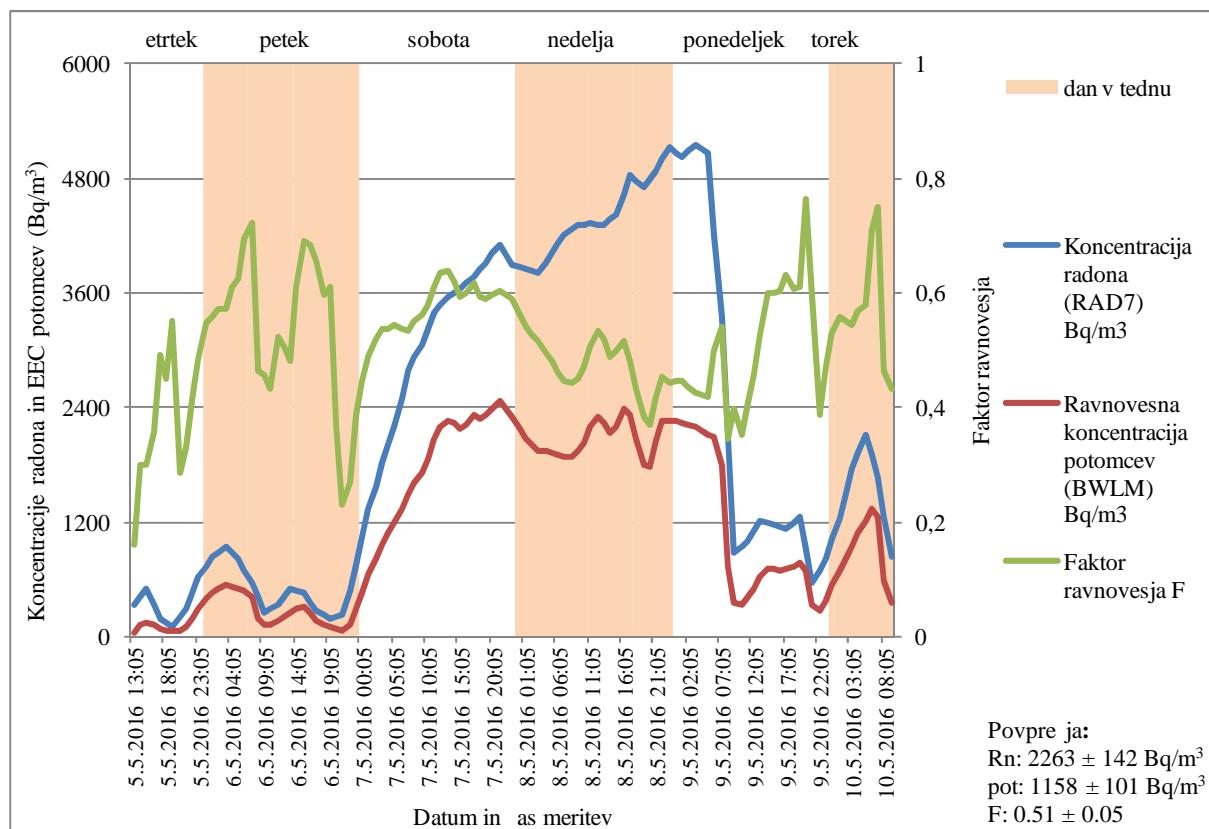
Osnovna šola Otlica leži na kraškem svetu nad Ajdovš ino. Pod objektom so ve je razpoke, zaradi esar so morali del šole postaviti na nosilne stebre. Okna in fasada so obnovljeni, tlaki v objektu pa so stari in razpokani. Ponekod so razpoke tako velike, da so jih morali zaliti z betonom. V u ilnicah so jaški, iz katerih ob slabem vremenu (nizkem zra nem tlaku) smrdi po fakalijah.

Meritve koncentracije radona na osnovni šoli smo izvajali že v letu 2015. V u ilnici slovenš ina je bila izmerjena koncentracija radona  $1938 \pm 240 \text{ Bq/m}^3$ , v igralnici vrtca pa  $1498 \pm 190 \text{ Bq/m}^3$  [22].

V letu 2016 smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi v štirih prostorih. V vseh prostorih je bila koncentracija radona krepko višja od  $400 \text{ Bq/m}^3$ , najvišja v u ilnici slovenš ina,  $1284 \pm 160 \text{ Bq/m}^3$  (Tabela 2).

V u ilnici slovenš ina smo dolo ali asovni potek koncentracije radona in radonovih potomcev z meritnimi instrumenti v obdobju od 5.5.2016 do 10.5.2016. Povpre na koncentracija radona v u ilnici v asu izvajanja meritev je bila  $2263 \pm 142 \text{ Bq/m}^3$ , povpre na ravnovesna koncentracija radonovih potomcev v asu izvajanja meritev je bila  $1158 \pm 101 \text{ Bq/m}^3$ , povpre ni faktor ravnovesja je bil 0.51 (0.16 – 0.76). Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 7 in v tabeli 7.

Iz slike 7 vidimo, da je bila koncentracija radona v u ilnici najvišja med vikendom, ko so bila okna in vrata zaprta. Med delovnim asom med 7:00 in 15:00 uro je bila povpre na koncentracija radona  $884 \pm 44 \text{ Bq/m}^3$ . Tudi faktor ravnovesja je bil zelo visok, 0.51, kar pomeni, da prihaja v objekt staran zrak, kar je nedvomno posledica ve jih razpok in lukenj v tleh.



**Slika 7. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: OŠ Otlica, u ilnica slovenš ina

Datum meritve: 5.5.2016 do 1.5.2016

Merilni instrumenti: RAD7, BWLM

**Tabela 6. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: OŠ Otlica, u ilnica slovenš ina

Datum meritve: 5.5.2016 do 1.5.2016

Merilni instrumenti: RAD7, BWLM

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja
5.5.2016 13:05	332	53	0,16
5.5.2016 14:05	417	126	0,30
5.5.2016 15:05	503	152	0,30
5.5.2016 16:05	343	124	0,36
5.5.2016 17:05	184	90	0,49
5.5.2016 18:05	147	66	0,45
5.5.2016 19:05	111	61	0,55
5.5.2016 20:05	201	58	0,29
5.5.2016 21:05	292	96	0,33
5.5.2016 22:05	459	190	0,41
5.5.2016 23:05	626	304	0,49
6.5.2016 0:05	731	401	0,55
6.5.2016 1:05	835	465	0,56
6.5.2016 2:05	887	506	0,57
6.5.2016 3:05	939	537	0,57

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja
6.5.2016 4:05	873	534	0,61
6.5.2016 5:05	807	502	0,62
6.5.2016 6:05	691	479	0,69
6.5.2016 7:05	576	416	0,72
6.5.2016 8:05	415	193	0,46
6.5.2016 9:05	255	116	0,46
6.5.2016 10:05	291	126	0,43
6.5.2016 11:05	327	171	0,52
6.5.2016 12:05	419	211	0,50
6.5.2016 13:05	510	246	0,48
6.5.2016 14:05	483	296	0,61
6.5.2016 15:05	457	315	0,69
6.5.2016 16:05	361	247	0,68
6.5.2016 17:05	265	173	0,66
6.5.2016 18:05	226	135	0,60

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
6.5.2016 19:05	188	115	0,61
6.5.2016 20:05	210	78	0,37
6.5.2016 21:05	232	53	0,23
6.5.2016 22:05	491	132	0,27
6.5.2016 23:05	750	290	0,39
7.5.2016 0:05	1044	465	0,45
7.5.2016 1:05	1339	653	0,49
7.5.2016 2:05	1577	821	0,52
7.5.2016 3:05	1814	973	0,54
7.5.2016 4:05	2009	1078	0,54
7.5.2016 5:05	2203	1197	0,54
7.5.2016 6:05	2495	1339	0,54
7.5.2016 7:05	2786	1487	0,53
7.5.2016 8:05	2921	1612	0,55
7.5.2016 9:05	3056	1712	0,56
7.5.2016 10:05	3224	1862	0,58
7.5.2016 11:05	3391	2064	0,61
7.5.2016 12:05	3472	2206	0,64
7.5.2016 13:05	3553	2264	0,64
7.5.2016 14:05	3602	2232	0,62
7.5.2016 15:05	3650	2168	0,59
7.5.2016 16:05	3710	2226	0,60
7.5.2016 17:05	3769	2327	0,62
7.5.2016 18:05	3845	2285	0,59
7.5.2016 19:05	3920	2316	0,59
7.5.2016 20:05	4007	2391	0,60
7.5.2016 21:05	4093	2467	0,60
7.5.2016 22:05	3991	2385	0,60
7.5.2016 23:05	3888	2295	0,59
8.5.2016 0:05	3866	2166	0,56
8.5.2016 1:05	3845	2079	0,54
8.5.2016 2:05	3823	2011	0,53
8.5.2016 3:05	3802	1955	0,51
8.5.2016 4:05	3910	1941	0,50
8.5.2016 5:05	4018	1929	0,48
8.5.2016 6:05	4115	1899	0,46
8.5.2016 7:05	4212	1886	0,45
8.5.2016 8:05	4261	1893	0,44
8.5.2016 9:05	4309	1944	0,45
8.5.2016 10:05	4315	2031	0,47
8.5.2016 11:05	4320	2191	0,51
8.5.2016 12:05	4315	2303	0,53
8.5.2016 13:05	4309	2238	0,52
8.5.2016 14:05	4363	2124	0,49

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
8.5.2016 15:05	4417	2205	0,50
8.5.2016 16:05	4622	2386	0,52
8.5.2016 17:05	4828	2324	0,48
8.5.2016 18:05	4768	2065	0,43
8.5.2016 19:05	4709	1803	0,38
8.5.2016 20:05	4790	1769	0,37
8.5.2016 21:05	4871	2040	0,42
8.5.2016 22:05	5000	2262	0,45
8.5.2016 23:05	5130	2264	0,44
9.5.2016 0:05	5071	2263	0,45
9.5.2016 1:05	5011	2243	0,45
9.5.2016 2:05	5081	2218	0,44
9.5.2016 3:05	5152	2191	0,43
9.5.2016 4:05	5103	2145	0,42
9.5.2016 5:05	5054	2124	0,42
9.5.2016 6:05	4201	2090	0,50
9.5.2016 7:05	3348	1804	0,54
9.5.2016 8:05	2115	728	0,34
9.5.2016 9:05	882	350	0,40
9.5.2016 10:05	947	334	0,35
9.5.2016 11:05	1011	412	0,41
9.5.2016 12:05	1110	505	0,46
9.5.2016 13:05	1210	637	0,53
9.5.2016 14:05	1193	716	0,60
9.5.2016 15:05	1177	708	0,60
9.5.2016 16:05	1150	692	0,60
9.5.2016 17:05	1123	710	0,63
9.5.2016 18:05	1193	726	0,61
9.5.2016 19:05	1264	769	0,61
9.5.2016 20:05	917	701	0,76
9.5.2016 21:05	570	340	0,60
9.5.2016 22:05	694	268	0,39
9.5.2016 23:05	818	385	0,47
10.5.2016 0:05	1030	545	0,53
10.5.2016 1:05	1242	694	0,56
10.5.2016 2:05	1496	825	0,55
10.5.2016 3:05	1750	950	0,54
10.5.2016 4:05	1933	1097	0,57
10.5.2016 5:05	2117	1224	0,58
10.5.2016 6:05	1895	1342	0,71
10.5.2016 7:05	1674	1256	0,75
10.5.2016 8:05	1259	583	0,46
10.5.2016 9:05	843	364	0,43

V obdobju od 5.5.2106 do 10.5.2016 smo izvajali meritve koncentracije radona z merilnim instrumentom Canary Pro v več učilnicah (Tabela 7).

**Tabela 7. Koncentracija radona v u ilnicah (v Bq/m<sup>3</sup>)****Datum meritev: 5. – 10.5.2016**

U ilnica	Likovni pouk	naravoslovje	vrtec	telovadnica
Merilni instrument	Canary Pro 2885	Canary Pro 145	Canary Pro 74	Canary Pro 2893
Povpre je	727 ± 142	913 ± 180	955± 198	254 ± 50
Povpre je - pouk	385 ± 80	598 ± 120	291 ± 58	315 ± 63

Iz tabele 7 vidimo, da je bila povpre na koncentracija radona v u ilnicah likovni pouk in naravoslovje previsoka tudi med poukom. Zanimivo je, da je bila v telovadnici povpre na koncentracija radona nekoliko višja med poukom kot v no nem asu, a v okviru negotovosti meritve ni bistvene razlike.

V prostorih osnovne šole smo iskali tudi vire radona. Rezultati meritev so prikazani v tabeli 8 in na slikah 8, 9, 10 in 11.

**Tabela 8. Iskanje virov radona**

Lokacija: OŠ Otlica

Lokacija	Datum meritev	Merilni instrument	Koncentracija radona (Bq/m <sup>3</sup> )
U ilnica slovenski jezik: jašek v tleh ob zadnji steni (Slika 8)	5.5.2016	RAD7	3500 ± 800
U ilnica naravoslovje: razpoka v tleh (Slika 9)	5.5.2016	RAD7	17500 ± 1500
Kabinet naravoslovje	10.5.2016	RAD7	34600 ± 2600
Razpoka na hodniku ob radiatorju (Slika 10)	10.5.2016	Alphaguard 2124	11700 ± 800
U ilnica zgodovina: razpoka ob radiatorju (Slika 11)	10.5.2016	RAD7	4890 ± 1000



Slika 8. U ilnica slovenščina: jašek



Slika 9. U ilnica naravoslovje: razpoka v tleh



Slika 10. Hodnik: razpoka ob radiatorju



Slika 11. U ilnica zgodovina: razpoka ob radiatorju

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

Predlagamo, da se preveri možnost sanacije tlakov v celotnem objektu. Jaška v kabinetu za naravoslovje in v u ilnici slovenš ina je potrebno sanirati. Isto asno predlagamo vgradnjo cevi za prezra evanje izpod temeljne ploš e, kjer bo to možno.

#### 5.1.4. OŠ Semi

Na podlagi opravljenih meritev koncentracije radona z detektorji sledi, koncentracije radona in radonovih potomcev ter iskanja virov v u ilnici gospodinjstvo v letih 2010 do 2012 [17, 18, 19] so v letu 2015 izvedli sanacijo v u ilnici gospodinjstvo in sosednji u ilnici [22]. Sanacijo so izvedli tako, da so odstranili staro temeljno ploš o in vgradili novo ter pod njo dodatno vgradili še zaš itno folijo. Po tleh je položen linolej. Obe u ilnici sta povezani s sistemom za prezra evanje (Slika 12, Slika 13), ki deluje v dveh stopnjah, podnevi z mo nejšo jakostjo ventilatorja, pono i z nižjo.



Slika 12. Sistem za prezra evanje – odvod zraka

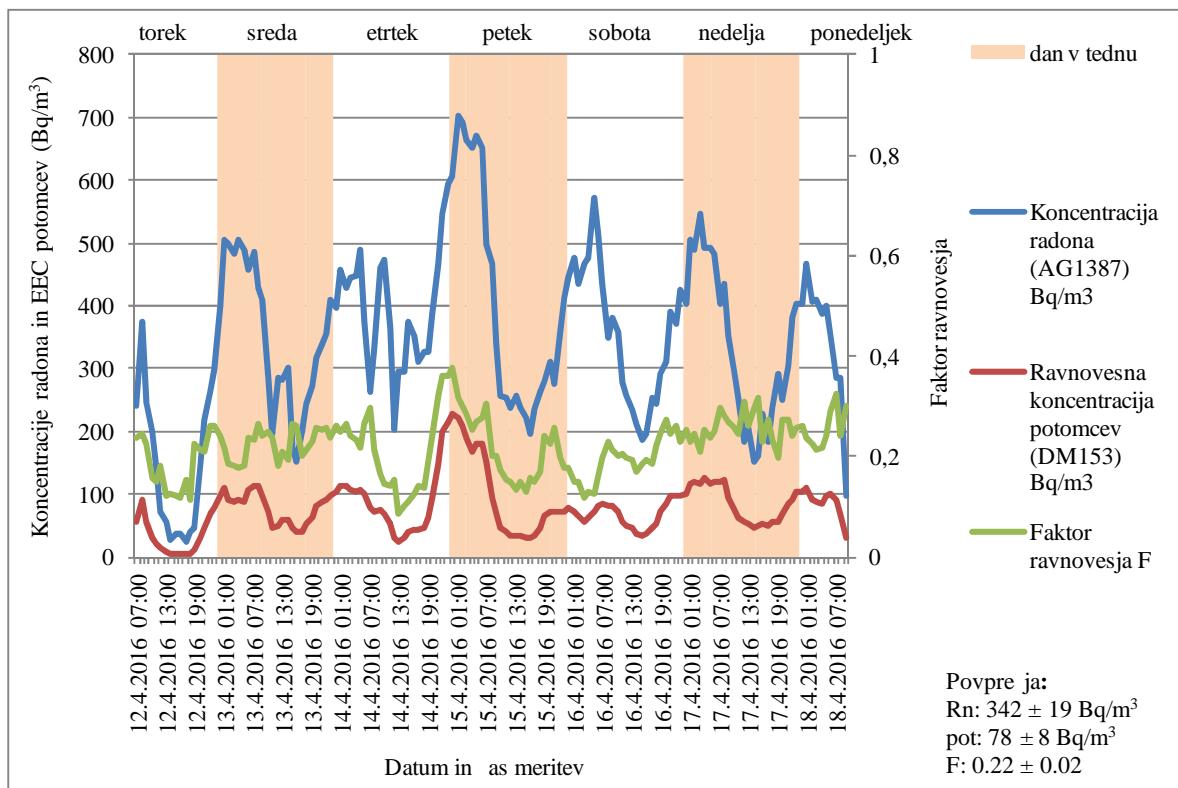


Slika 13. Sistem za prezra evanje – dovod zraka

Po izvedeni sanaciji smo v letu 2015 izvedli ponovne meritve koncentracije radona z detektorji sledi. Izmerjena koncentracija radona je bila previsoka,  $856 \pm 110 \text{ Bq/m}^3$  [22]. Zato

so preuredili sistem za prisilno prezrajanje, ki sedaj deluje samo z visoko jakostjo. V letu 2016 smo z detektorji sledi izmerili koncentracijo radona  $324 \pm 50 \text{ Bq/m}^3$  (Tabela 2).

V u ilnici gospodinjstvo (u ilnica 62) smo določili asovni potek koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti v obdobju od 12.4.2016 do 18.4.2016. Povprečna koncentracija radona v u ilnici v času izvajanja meritve je bila  $342 \pm 19 \text{ Bq/m}^3$ , povprečna ravnovesna koncentracija radonovih potomcev v času izvajanja meritve je bila  $78 \pm 8 \text{ Bq/m}^3$ , povprečni faktor ravnovesja je bil 0.22 (0.09 – 0.38). Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 14 in v tabeli 9.



**Slika 14. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v  $\text{Bq/m}^3$**

Lokacija meritve: OŠ Semi, u ilnica gospodinjstvo (po novem matematika – u ilnica 62)

Datum meritve: 12.4.2016 do 18.4.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), Doseman Pro 153 (DM153)

**Tabela 9. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: OŠ Semi , u ilnica gospodinjstvo (po novem matematika – u ilnica 62)

Datum meritve: 12.4.2016 do 18.4.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), Doseman Pro 153 (DM153)

Vrednosti, ozna ene s # in odebujene so zunaj akreditiranega obmoja

Datum, ura	Koncentracija radona (AG1387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM153) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
12.4.2016 7:00	241	57	0,24
12.4.2016 8:00	376	92	0,25
12.4.2016 9:00	248	56	0,23
12.4.2016 10:00	200	32	0,16
12.4.2016 11:00	142	21	0,15
12.4.2016 12:00	73	13	0,18
12.4.2016 13:00	57	7	0,12
12.4.2016 14:00	# 28	4	0,13
12.4.2016 15:00	# 36	4	0,12
12.4.2016 16:00	# 37	4	0,12
12.4.2016 17:00	# 23	4	0,15
12.4.2016 18:00	# 39	4	0,11
12.4.2016 19:00	# 47	11	0,22
12.4.2016 20:00	145	31	0,21
12.4.2016 21:00	219	46	0,21
12.4.2016 22:00	262	69	0,26
12.4.2016 23:00	298	78	0,26
13.4.2016	400	97	0,24
13.4.2016 1:00	506	110	0,22
13.4.2016 2:00	498	92	0,18
13.4.2016 3:00	484	87	0,18
13.4.2016 4:00	506	91	0,18
13.4.2016 5:00	490	89	0,18
13.4.2016 6:00	456	107	0,24
13.4.2016 7:00	486	114	0,23
13.4.2016 8:00	428	113	0,26
13.4.2016 9:00	410	99	0,24
13.4.2016 10:00	286	71	0,25
13.4.2016 11:00	195	47	0,24
13.4.2016 12:00	284	51	0,18
13.4.2016 13:00	282	59	0,21
13.4.2016 14:00	302	58	0,19
13.4.2016 15:00	178	48	0,27
13.4.2016 16:00	152	40	0,26
13.4.2016 17:00	201	40	0,20
13.4.2016 18:00	245	52	0,21
13.4.2016 19:00	274	63	0,23
13.4.2016 20:00	318	82	0,26
13.4.2016 21:00	338	86	0,26
13.4.2016 22:00	354	92	0,26
13.4.2016 23:00	410	98	0,24
14.4.2016	396	103	0,26
14.4.2016 1:00	458	114	0,25
14.4.2016 2:00	428	113	0,26
14.4.2016 3:00	446	108	0,24
14.4.2016 4:00	448	105	0,23
14.4.2016 5:00	490	106	0,22
14.4.2016 6:00	376	100	0,27

Datum, ura	Koncentracija radona (AG1387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM153) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
14.4.2016 7:00	264	78	0,30
14.4.2016 8:00	332	71	0,21
14.4.2016 9:00	460	77	0,17
14.4.2016 10:00	472	69	0,15
14.4.2016 11:00	364	52	0,14
14.4.2016 12:00	201	31	0,15
14.4.2016 13:00	294	26	0,09
14.4.2016 14:00	294	30	0,10
14.4.2016 15:00	374	41	0,11
14.4.2016 16:00	352	44	0,13
14.4.2016 17:00	310	44	0,14
14.4.2016 18:00	328	45	0,14
14.4.2016 19:00	326	62	0,19
14.4.2016 20:00	388	94	0,24
14.4.2016 21:00	466	150	0,32
14.4.2016 22:00	548	198	0,36
14.4.2016 23:00	596	214	0,36
15.4.2016	608	229	0,38
15.4.2016 1:00	704	222	0,32
15.4.2016 2:00	692	209	0,30
15.4.2016 3:00	664	188	0,28
15.4.2016 4:00	652	166	0,26
15.4.2016 5:00	672	181	0,27
15.4.2016 6:00	652	180	0,28
15.4.2016 7:00	500	152	0,30
15.4.2016 8:00	468	95	0,20
15.4.2016 9:00	338	68	0,20
15.4.2016 10:00	258	45	0,17
15.4.2016 11:00	255	39	0,15
15.4.2016 12:00	236	35	0,15
15.4.2016 13:00	256	34	0,13
15.4.2016 14:00	236	35	0,15
15.4.2016 15:00	222	29	0,13
15.4.2016 16:00	196	31	0,16
15.4.2016 17:00	235	35	0,15
15.4.2016 18:00	262	45	0,17
15.4.2016 19:00	278	67	0,24
15.4.2016 20:00	310	70	0,23
15.4.2016 21:00	276	71	0,26
15.4.2016 22:00	360	71	0,20
15.4.2016 23:00	414	73	0,18
16.4.2016	446	78	0,18
16.4.2016 1:00	478	72	0,15
16.4.2016 2:00	436	65	0,15
16.4.2016 3:00	466	55	0,12
16.4.2016 4:00	476	62	0,13
16.4.2016 5:00	572	72	0,13
16.4.2016 6:00	512	82	0,16

Datum, ura	Koncentracija radona (AGI387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM153) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
16.4.2016 7:00	436	85	0,20
16.4.2016 8:00	350	80	0,23
16.4.2016 9:00	382	81	0,21
16.4.2016 10:00	360	72	0,20
16.4.2016 11:00	278	57	0,21
16.4.2016 12:00	258	51	0,20
16.4.2016 13:00	234	45	0,19
16.4.2016 14:00	213	36	0,17
16.4.2016 15:00	188	35	0,19
16.4.2016 16:00	195	38	0,19
16.4.2016 17:00	255	48	0,19
16.4.2016 18:00	243	54	0,22
16.4.2016 19:00	292	71	0,24
16.4.2016 20:00	310	84	0,27
16.4.2016 21:00	392	96	0,24
16.4.2016 22:00	372	98	0,26
16.4.2016 23:00	424	98	0,23
17.4.2016	404	102	0,25
17.4.2016 1:00	504	115	0,23
17.4.2016 2:00	488	119	0,24
17.4.2016 3:00	548	115	0,21
17.4.2016 4:00	494	126	0,25
17.4.2016 5:00	494	117	0,24
17.4.2016 6:00	482	121	0,25
17.4.2016 7:00	404	121	0,30
17.4.2016 8:00	434	122	0,28

Datum, ura	Koncentracija radona (AGI387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM153) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
17.4.2016 9:00	352	94	0,27
17.4.2016 10:00	296	76	0,26
17.4.2016 11:00	253	62	0,25
17.4.2016 12:00	184	57	0,31
17.4.2016 13:00	207	54	0,26
17.4.2016 14:00	151	45	0,30
17.4.2016 15:00	162	51	0,32
17.4.2016 16:00	227	52	0,23
17.4.2016 17:00	183	50	0,27
17.4.2016 18:00	239	55	0,23
17.4.2016 19:00	292	57	0,20
17.4.2016 20:00	251	69	0,27
17.4.2016 21:00	304	84	0,28
17.4.2016 22:00	382	92	0,24
17.4.2016 23:00	402	103	0,26
18.4.2016	402	105	0,26
18.4.2016 1:00	466	110	0,24
18.4.2016 2:00	408	92	0,22
18.4.2016 3:00	410	88	0,21
18.4.2016 4:00	388	84	0,22
18.4.2016 5:00	400	96	0,24
18.4.2016 6:00	354	102	0,29
18.4.2016 7:00	284	92	0,33
18.4.2016 8:00	286	69	0,24
18.4.2016 9:00	96	29	0,30

Iz slike 14 vidimo, da je bil faktor ravnovesja v u ilnici 62 zelo nizek. Razlog za to je stalno prezra evanje, ki dovaja svež zrak in odvaja zrak z radonom. Smatramo, da je sanacija u ilnice 62 ob stalnem delovanju prisilnega prezra evanja uspešna.

V letu 2016 smo izvedli tudi meritve koncentracije radona v u ilnici tehni ni pouk. Izmerjena vrednost je bila  $2819 \pm 510$  Bq/m<sup>3</sup>. Predlagamo, da se izvede sanacija u ilnice tehni ni pouk podobno kot v u ilnici 62 z rekonstrukcijo oziroma z vgradnjeno prisilnega sistema za prezra evanje izpod temeljne plošče.

### 5.1.5. OŠ Cerklje ob Krki

Osnovno šole Cerklje ob Krki obnavljajo, zato so u ence za asno preselili v prazne prostore objekta C v vojašnici Cerklje ob Krki. To je starejši objekt, v katerem so obnovili stene in okna, tako da je primeren za šolo. Pod temeljno ploščo, ki je 40 cm dvignjena od tal, je nasutje, z luknjami, v katerih se nabira zrak z radonom, ki ob neugodnih vremenskih pogojih (slabo vreme, nizek tlak) vdira skozi razpoke v objekt (Slika 15).

Prve meritve v objektu C smo izvedli v letu 2015 v sklopu programa meritev za MORS. V prostoru, ki je namenjen za igralnico vrtca, smo z detektorji sledili v spomladanskem obdobju izmerili  $405 \pm 60$  Bq/m<sup>3</sup> [25] v jesenskem pa  $835 \pm 110$  Bq/m<sup>3</sup> [26].

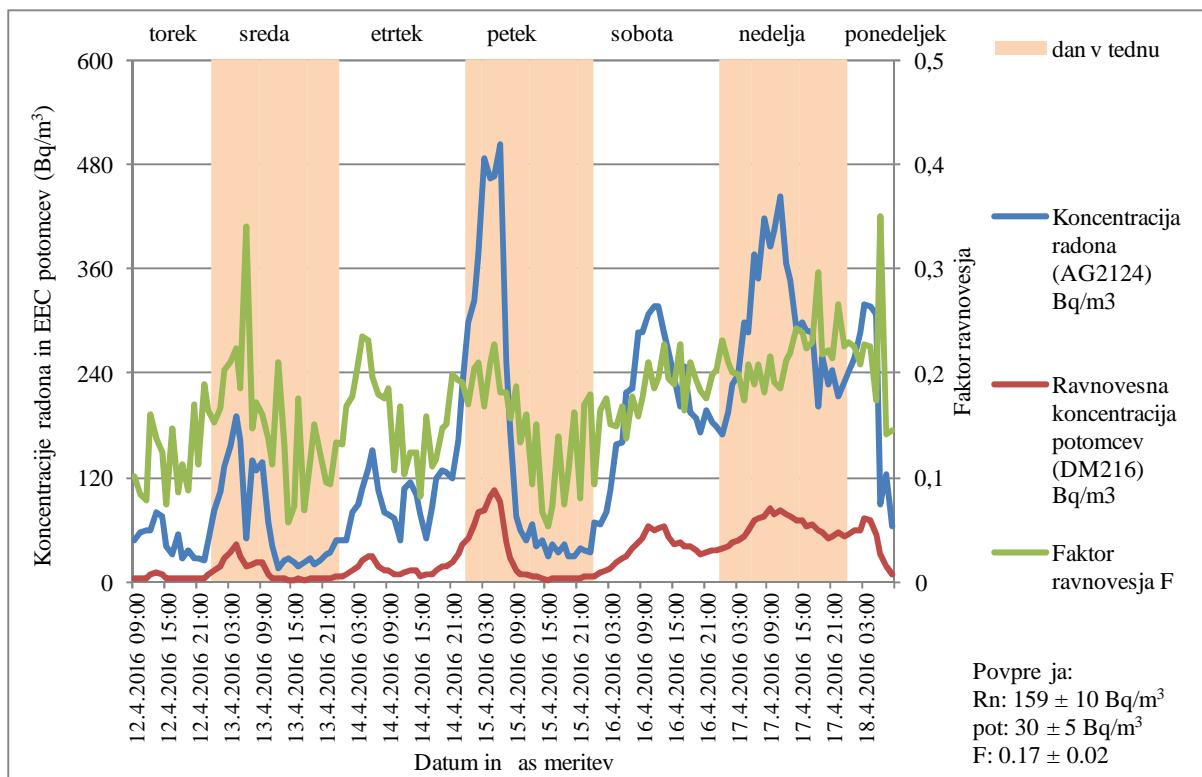
V letu 2016 smo izvedli meritve koncentracije radona z detektorji sledili v eni u ilnici C5 in u ilnici C14. V u ilnici C5 je bila izmerjena koncentracija radona  $422 \pm 60$  Bq/m<sup>3</sup>, v u ilnici C15 pa  $330 \pm 50$  Bq/m<sup>3</sup> (Tabela 2).



Slika 15. Nasutje pod objektom C

V u ilnici C5 smo dolo ali tudi asovni potek koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti v obdobju od 12.4.2016 do 18.4.2016. Povpre na koncentracija radona v u ilnici v asu izvajanja meritev je bila  $159 \pm 10 \text{ Bq/m}^3$ , povpre na ravnovesna koncentracija radonovih potomcev v asu izvajanja meritev je bila  $30 \pm 5 \text{ Bq/m}^3$ , povpre ni faktor ravnovesja je bil 0.17 (0.05 – 0.35). Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 16 in v tabeli 10.

Iz slike 16 vidimo, da je bila koncentracija radona ves as izvajanja meritev nizka. Tudi faktor ravnovesja je bil zelo nizek. To pomeni, da je bila u ilnica dobro zra ena oziroma da v tej u ilnici ni velikih razpok, skozi katere bi radon lahko vdiral v prostor.



Slika 16. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v  $\text{Bq/m}^3$

Lokacija merjenja: OŠ Cerklje ob Krki, u ilnica C5

Datum meritve: 12.4.2016 do 18.4.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), Doseman Pro 216 (DM216)

**Tabela 10. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: OŠ Cerkle ob Krki, u ilnica C5

Datum meritve: 12.4.2016 do 18.4.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), Doseman Pro 216 (DM216)

Vrednosti, ozna ene s # in odebujene so zunaj akreditiranega obmoja

Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnovesna koncentracija potomcev DM216 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
12.4.2016 9:00	# 47	4,7	0,10
12.4.2016 10:00	56	4,7	0,08
12.4.2016 11:00	60	4,7	0,08
12.4.2016 12:00	59	9,5	0,16
12.4.2016 13:00	80	11,1	0,14
12.4.2016 14:00	76	9,5	0,12
12.4.2016 15:00	# 42	3,2	0,08
12.4.2016 16:00	# 32	4,7	0,15
12.4.2016 17:00	55	4,7	0,09
12.4.2016 18:00	# 28	3,2	0,11
12.4.2016 19:00	# 36	3,2	0,09
12.4.2016 20:00	# 28	4,7	0,17
12.4.2016 21:00	# 28	3,2	0,11
12.4.2016 22:00	# 25	4,7	0,19
12.4.2016 23:00	# 48	7,9	0,16
13.4.2016	83	12,6	0,15
13.4.2016 1:00	104	17,4	0,17
13.4.2016 2:00	132	26,9	0,20
13.4.2016 3:00	157	33,2	0,21
13.4.2016 4:00	191	42,7	0,22
13.4.2016 5:00	162	30,0	0,19
13.4.2016 6:00	51	17,4	0,34
13.4.2016 7:00	139	20,5	0,15
13.4.2016 8:00	128	22,1	0,17
13.4.2016 9:00	137	22,1	0,16
13.4.2016 10:00	69	9,5	0,14
13.4.2016 11:00	# 42	4,7	0,11
13.4.2016 12:00	# 15	3,2	0,21
13.4.2016 13:00	# 24	3,2	0,13
13.4.2016 14:00	# 28	1,6	0,06
13.4.2016 15:00	# 22	1,6	0,07
13.4.2016 16:00	# 18	3,2	0,18
13.4.2016 17:00	# 23	1,6	0,07
13.4.2016 18:00	# 27	3,2	0,12
13.4.2016 19:00	# 21	3,2	0,15
13.4.2016 20:00	# 26	3,2	0,12
13.4.2016 21:00	# 33	3,2	0,10
13.4.2016 22:00	# 34	3,2	0,09
13.4.2016 23:00	# 47	6,3	0,13
14.4.2016	# 48	6,3	0,13
14.4.2016 1:00	# 47	7,9	0,17
14.4.2016 2:00	80	14,2	0,18
14.4.2016 3:00	90	19,0	0,21
14.4.2016 4:00	107	25,3	0,24
14.4.2016 5:00	130	30,0	0,23
14.4.2016 6:00	152	30,0	0,20
14.4.2016 7:00	105	19,0	0,18
14.4.2016 8:00	81	14,2	0,18
14.4.2016 9:00	77	14,2	0,18

Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnovesna koncentracija potomcev DM216 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
14.4.2016 10:00	74	7,9	0,11
14.4.2016 11:00	# 47	7,9	0,17
14.4.2016 12:00	108	11,1	0,10
14.4.2016 13:00	114	14,2	0,12
14.4.2016 14:00	101	12,6	0,13
14.4.2016 15:00	77	6,3	0,08
14.4.2016 16:00	50	7,9	0,16
14.4.2016 17:00	86	9,5	0,11
14.4.2016 18:00	120	14,2	0,12
14.4.2016 19:00	129	19,0	0,15
14.4.2016 20:00	126	19,0	0,15
14.4.2016 21:00	119	23,7	0,20
14.4.2016 22:00	163	31,6	0,19
14.4.2016 23:00	224	42,7	0,19
15.4.2016	298	50,6	0,17
15.4.2016 1:00	324	66,4	0,20
15.4.2016 2:00	376	79,0	0,21
15.4.2016 3:00	486	82,2	0,17
15.4.2016 4:00	464	98,0	0,21
15.4.2016 5:00	466	105,9	0,23
15.4.2016 6:00	502	91,6	0,18
15.4.2016 7:00	253	45,8	0,18
15.4.2016 8:00	171	26,9	0,16
15.4.2016 9:00	76	14,2	0,19
15.4.2016 10:00	59	7,9	0,13
15.4.2016 11:00	# 49	7,9	0,16
15.4.2016 12:00	67	6,3	0,09
15.4.2016 13:00	# 42	6,3	0,15
15.4.2016 14:00	# 47	3,2	0,07
15.4.2016 15:00	# 30	1,6	0,05
15.4.2016 16:00	# 44	3,2	0,07
15.4.2016 17:00	# 34	4,7	0,14
15.4.2016 18:00	# 43	3,2	0,07
15.4.2016 19:00	# 30	3,2	0,11
15.4.2016 20:00	# 29	4,7	0,16
15.4.2016 21:00	# 39	3,2	0,08
15.4.2016 22:00	# 37	6,3	0,17
15.4.2016 23:00	# 35	6,3	0,18
16.4.2016	68	6,3	0,09
16.4.2016 1:00	67	11,1	0,17
16.4.2016 2:00	81	14,2	0,18
16.4.2016 3:00	105	15,8	0,15
16.4.2016 4:00	159	23,7	0,15
16.4.2016 5:00	160	26,9	0,17
16.4.2016 6:00	217	30,0	0,14
16.4.2016 7:00	223	39,5	0,18
16.4.2016 8:00	288	45,8	0,16
16.4.2016 9:00	288	50,6	0,18
16.4.2016 10:00	308	64,8	0,21

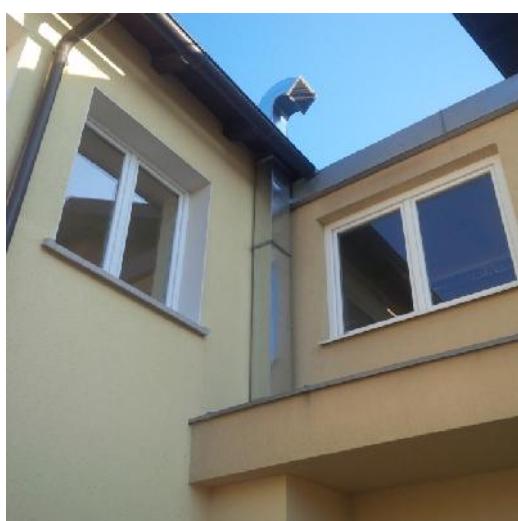
Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnovesna koncentracija potomcev DM216 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
16.4.2016 11:00	316	58,5	0,19
16.4.2016 12:00	316	61,6	0,20
16.4.2016 13:00	284	64,8	0,23
16.4.2016 14:00	266	52,1	0,20
16.4.2016 15:00	234	44,2	0,19
16.4.2016 16:00	202	45,8	0,23
16.4.2016 17:00	249	41,1	0,16
16.4.2016 18:00	195	41,1	0,21
16.4.2016 19:00	189	36,3	0,19
16.4.2016 20:00	172	31,6	0,18
16.4.2016 21:00	197	34,8	0,18
16.4.2016 22:00	183	36,3	0,20
16.4.2016 23:00	179	36,3	0,20
17.4.2016	170	39,5	0,23
17.4.2016 1:00	195	41,1	0,21
17.4.2016 2:00	228	45,8	0,20
17.4.2016 3:00	239	47,4	0,20
17.4.2016 4:00	298	52,1	0,17
17.4.2016 5:00	288	60,0	0,21
17.4.2016 6:00	376	71,1	0,19
17.4.2016 7:00	350	72,7	0,21
17.4.2016 8:00	418	75,8	0,18
17.4.2016 9:00	386	83,7	0,22

Datum, ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnovesna koncentracija potomcev DM216 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
17.4.2016 10:00	404	77,4	0,19
17.4.2016 11:00	444	82,2	0,19
17.4.2016 12:00	366	77,4	0,21
17.4.2016 13:00	346	75,8	0,22
17.4.2016 14:00	292	71,1	0,24
17.4.2016 15:00	298	71,1	0,24
17.4.2016 16:00	290	64,8	0,22
17.4.2016 17:00	288	66,4	0,23
17.4.2016 18:00	202	60,0	0,30
17.4.2016 19:00	260	56,9	0,22
17.4.2016 20:00	228	50,6	0,22
17.4.2016 21:00	244	52,1	0,21
17.4.2016 22:00	214	56,9	0,27
17.4.2016 23:00	230	52,1	0,23
18.4.2016	240	55,3	0,23
18.4.2016 1:00	258	58,5	0,23
18.4.2016 2:00	288	60,0	0,21
18.4.2016 3:00	320	72,7	0,23
18.4.2016 4:00	316	71,1	0,23
18.4.2016 5:00	308	53,7	0,17
18.4.2016 6:00	90	31,6	0,35
18.4.2016 7:00	123	17,4	0,14
18.4.2016 8:00	65	9,5	0,15

Glede na rezultate meritev koncentracije radona z merilnimi instrumenti in glede na to, da bosta šola in vrtec v objektu C v vojašnici Cerkle ob Krki le za obdobje dveh let, smatramo, da razen ob asnega zra enja prostorov niso potrebni nobeni dodatni ukrepi.

### 5.1.6. OŠ Nova vas

Na OŠ Nova vas smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi in iskali vire radona že v letu 2015 [22]. V letu 2015 so obnovili del šole. Na mestu manjše telovadnice na prehodu iz vrtca v šolo so sanirali tlake, vgradili sistem za prisilno prezrajanje (Slika 17, Slika 18) in dodatno uredili še dve igralnici vrtca. Prisilno prezrajanje je vklopljeno med 5:00 zjutraj in 16:00 uro popoldan.



Slika 17. Prisilna ventilacija za prostore vrtca

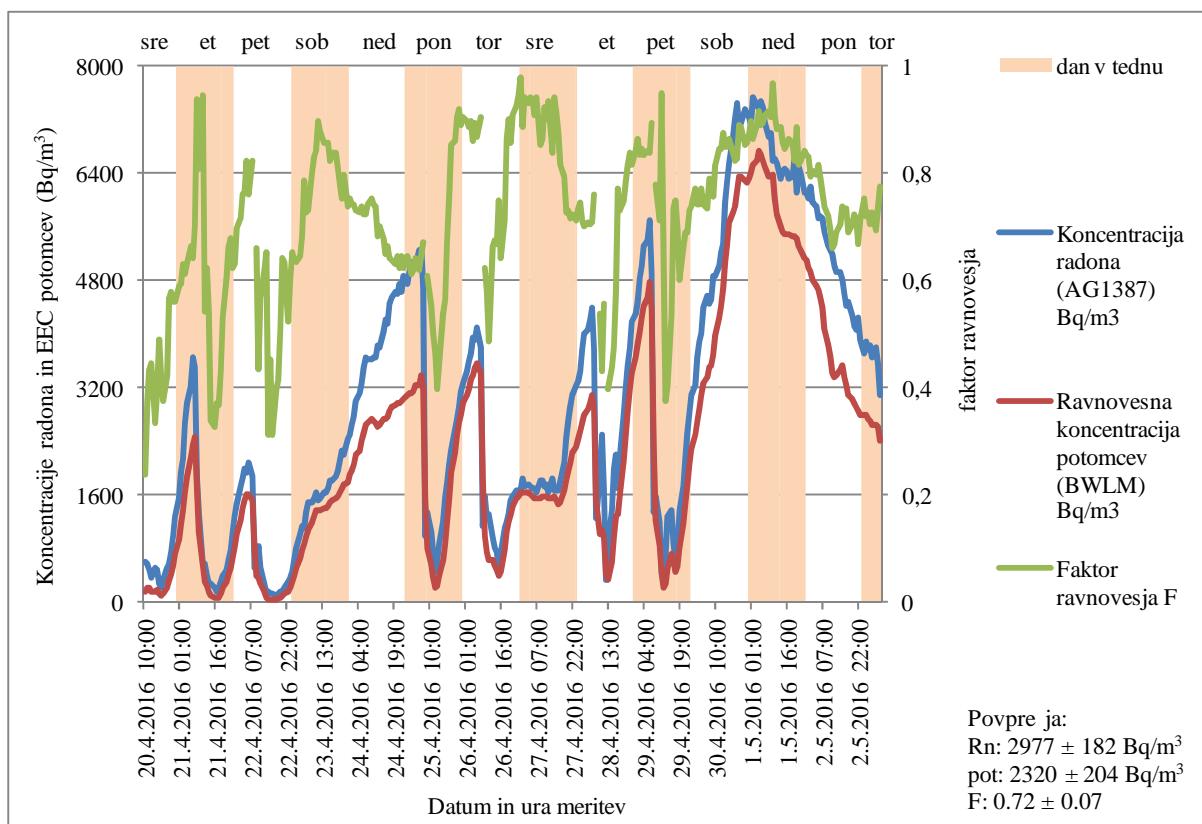


Slika 18. Prisilna ventilacija v vrtcu

V letu 2016 smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi v petih prostorih šole in vrtca (Tabela 2). Najvišje vrednosti so bile izmerjene v u ilnicah kemija ( $2715 \pm 490$  Bq/m<sup>3</sup>) in matematika ( $3191 \pm 580$  Bq/m<sup>3</sup>).

V novi igralnici vrtca (Slika 18) smo dolo ali koncentracijo radona z merilnim instrumentom Canary Pro v obdobju od 20.4.2016 do 3.5.2016. V tem asu je deloval sistem za prisilno prezra evanje. Povpre na koncentracija radona v tem obdobju je bila  $755 \pm 150$  Bq/m<sup>3</sup>. Povpre na koncentracija radona, merjena z detektorji sledi v obdobju od 6.4. do 16.5.2016 je bila  $552 \pm 70$  Bq/m<sup>3</sup> (Tabela 2). Vidimo, da je bila koncentracija radona kljub delovanju ventilacije previsoka.

V u ilnici sprejem otrok smo dolo ali asovni potek koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti v obdobju od 20.4.2016 do 3.5.2016. Povpre na koncentracija radona v u ilnici v asu izvajanja meritev je bila  $2977 \pm 182$  Bq/m<sup>3</sup>, povpre na ravnovesna koncentracija radonovih potomcev v asu izvajanja meritev je bila  $2320 \pm 204$  Bq/m<sup>3</sup>, povpre ni faktor ravnovesja je bil 0.72 (0.24 – 0.98). Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 19 in v tabeli 11.



**Slika 19. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija meritve: OŠ Nova vas, u ilnica sprejem otrok

Datum meritve: 20.4.2016 do 3.5.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), BWLM

**Tabela 11. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: OŠ Nova vas, u ilnica sprejem otrok

Datum meritve: 20.4.2016 do 3.5.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), BWLM

Datum, ura	Koncentracija radona (AG1387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
20.4.2016 10:00	616	147	0,24
20.4.2016 11:00	568	214	0,38
20.4.2016 12:00	490	214	0,44
20.4.2016 13:00	360	160	0,45
20.4.2016 14:00	506	169	0,33
20.4.2016 15:00	482	192	0,40
20.4.2016 16:00	274	134	0,49
20.4.2016 17:00	223	93	0,42
20.4.2016 18:00	336	126	0,38
20.4.2016 19:00	504	214	0,43
20.4.2016 20:00	580	329	0,57
20.4.2016 21:00	748	433	0,58
20.4.2016 22:00	980	551	0,56
20.4.2016 23:00	1272	715	0,56
21.4.2016	1552	916	0,59
21.4.2016 1:00	1944	1154	0,59
21.4.2016 2:00	2160	1365	0,63
21.4.2016 3:00	2672	1638	0,61
21.4.2016 4:00	2976	1875	0,63
21.4.2016 5:00	3248	2162	0,67
21.4.2016 6:00	3648	2341	0,64
21.4.2016 7:00	3504	2462	0,70
21.4.2016 8:00	1840	1730	0,94
21.4.2016 9:00	1304	1055	0,81
21.4.2016 10:00	576	544	0,95
21.4.2016 11:00	568	308	0,54
21.4.2016 12:00	382	239	0,62
21.4.2016 13:00	282	153	0,54
21.4.2016 14:00	270	91	0,34
21.4.2016 15:00	218	71	0,33
21.4.2016 16:00	173	64	0,37
21.4.2016 17:00	213	78	0,37
21.4.2016 18:00	314	135	0,43
21.4.2016 19:00	400	213	0,53
21.4.2016 20:00	498	303	0,61
21.4.2016 21:00	624	415	0,67
21.4.2016 22:00	772	524	0,68
21.4.2016 23:00	1048	655	0,63
22.4.2016	1288	811	0,63
22.4.2016 1:00	1464	1022	0,70
22.4.2016 2:00	1728	1241	0,72
22.4.2016 3:00	1848	1407	0,76
22.4.2016 4:00	2000	1527	0,76
22.4.2016 5:00	1944	1599	0,82
22.4.2016 6:00	2096	1597	0,76
22.4.2016 7:00	1864	1534	0,82
22.4.2016 8:00	516	824	
22.4.2016 9:00	580	384	0,66

Datum, ura	Koncentracija radona (AG1387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
22.4.2016 10:00	844	366	0,43
22.4.2016 11:00	510	290	0,57
22.4.2016 12:00	270	168	0,62
22.4.2016 13:00	130	85	0,65
22.4.2016 14:00	165	51	0,31
22.4.2016 15:00	116	53	0,45
22.4.2016 16:00	137	43	0,31
22.4.2016 17:00	95	38	0,40
22.4.2016 18:00	138	58	0,42
22.4.2016 19:00	162	82	0,51
22.4.2016 20:00	173	111	0,64
22.4.2016 21:00	214	136	0,64
22.4.2016 22:00	318	166	0,52
22.4.2016 23:00	366	221	0,60
23.4.2016	450	294	0,65
23.4.2016 1:00	620	396	0,64
23.4.2016 2:00	808	513	0,63
23.4.2016 3:00	1008	652	0,65
23.4.2016 4:00	1144	781	0,68
23.4.2016 5:00	1120	883	0,79
23.4.2016 6:00	1344	976	0,73
23.4.2016 7:00	1496	1092	0,73
23.4.2016 8:00	1480	1184	0,80
23.4.2016 9:00	1560	1295	0,83
23.4.2016 10:00	1632	1376	0,84
23.4.2016 11:00	1536	1377	0,90
23.4.2016 12:00	1560	1374	0,88
23.4.2016 13:00	1648	1410	0,86
23.4.2016 14:00	1656	1418	0,86
23.4.2016 15:00	1688	1446	0,86
23.4.2016 16:00	1808	1487	0,82
23.4.2016 17:00	1816	1526	0,84
23.4.2016 18:00	1864	1561	0,84
23.4.2016 19:00	1960	1587	0,81
23.4.2016 20:00	2112	1643	0,78
23.4.2016 21:00	2272	1709	0,75
23.4.2016 22:00	2192	1751	0,80
23.4.2016 23:00	2432	1801	0,74
24.4.2016	2512	1894	0,75
24.4.2016 1:00	2640	1964	0,74
24.4.2016 2:00	2768	2060	0,74
24.4.2016 3:00	3008	2201	0,73
24.4.2016 4:00	3136	2277	0,73
24.4.2016 5:00	3264	2413	0,74
24.4.2016 6:00	3504	2543	0,73
24.4.2016 7:00	3648	2639	0,72
24.4.2016 8:00	3616	2684	0,74
24.4.2016 9:00	3632	2733	0,75

Datum, ura	Koncentracija radona (AGI387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnoesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
24.4.2016 10:00	3648	2714	0,74
24.4.2016 11:00	3648	2691	0,74
24.4.2016 12:00	3840	2621	0,68
24.4.2016 13:00	3792	2663	0,70
24.4.2016 14:00	4032	2743	0,68
24.4.2016 15:00	4224	2741	0,65
24.4.2016 16:00	4160	2761	0,66
24.4.2016 17:00	4448	2852	0,64
24.4.2016 18:00	4544	2908	0,64
24.4.2016 19:00	4640	2934	0,63
24.4.2016 20:00	4608	2982	0,65
24.4.2016 21:00	4768	2974	0,62
24.4.2016 22:00	4640	2996	0,65
24.4.2016 23:00	4864	3038	0,62
25.4.2016	4768	3082	0,65
25.4.2016 1:00	4928	3112	0,63
25.4.2016 2:00	5088	3125	0,61
25.4.2016 3:00	5088	3162	0,62
25.4.2016 4:00	5024	3231	0,64
25.4.2016 5:00	5248	3248	0,62
25.4.2016 6:00	5248	3404	0,65
25.4.2016 7:00	4704	3168	0,67
25.4.2016 8:00	996	1559	
25.4.2016 9:00	1352	823	0,61
25.4.2016 10:00	1048	579	0,55
25.4.2016 11:00	708	356	0,50
25.4.2016 12:00	460	214	0,46
25.4.2016 13:00	592	235	0,40
25.4.2016 14:00	884	398	0,45
25.4.2016 15:00	1200	645	0,54
25.4.2016 16:00	1568	885	0,56
25.4.2016 17:00	1776	1203	0,68
25.4.2016 18:00	2048	1554	0,76
25.4.2016 19:00	2272	1937	0,85
25.4.2016 20:00	2592	2229	0,86
25.4.2016 21:00	2752	2496	0,91
25.4.2016 22:00	2912	2681	0,92
25.4.2016 23:00	3152	2811	0,89
26.4.2016	3280	2966	0,90
26.4.2016 1:00	3440	3095	0,90
26.4.2016 2:00	3600	3196	0,89
26.4.2016 3:00	3712	3336	0,90
26.4.2016 4:00	3952	3404	0,86
26.4.2016 5:00	3936	3524	0,90
26.4.2016 6:00	4096	3555	0,87
26.4.2016 7:00	3792	3433	0,91
26.4.2016 8:00	1128	1832	
26.4.2016 9:00	1568	976	0,62
26.4.2016 10:00	1296	750	0,58
26.4.2016 11:00	1304	636	0,49
26.4.2016 12:00	952	633	0,67
26.4.2016 13:00	812	547	0,67
26.4.2016 14:00	748	500	0,67

Datum, ura	Koncentracija radona (AGI387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnoesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
26.4.2016 15:00	524	393	0,75
26.4.2016 16:00	720	463	0,64
26.4.2016 17:00	1096	782	0,71
26.4.2016 18:00	1200	1036	0,86
26.4.2016 19:00	1312	1184	0,90
26.4.2016 20:00	1520	1305	0,86
26.4.2016 21:00	1584	1440	0,91
26.4.2016 22:00	1672	1549	0,93
26.4.2016 23:00	1680	1588	0,95
27.4.2016	1664	1630	0,98
27.4.2016 1:00	1856	1647	0,89
27.4.2016 2:00	1744	1646	0,94
27.4.2016 3:00	1752	1634	0,93
27.4.2016 4:00	1728	1626	0,94
27.4.2016 5:00	1704	1592	0,93
27.4.2016 6:00	1712	1557	0,91
27.4.2016 7:00	1640	1546	0,94
27.4.2016 8:00	1808	1546	0,86
27.4.2016 9:00	1832	1586	0,87
27.4.2016 10:00	1720	1588	0,92
27.4.2016 11:00	1752	1581	0,90
27.4.2016 12:00	1648	1542	0,94
27.4.2016 13:00	1848	1547	0,84
27.4.2016 14:00	1680	1582	0,94
27.4.2016 15:00	1672	1530	0,92
27.4.2016 16:00	1680	1473	0,88
27.4.2016 17:00	1824	1491	0,82
27.4.2016 18:00	2096	1662	0,79
27.4.2016 19:00	2480	1804	0,73
27.4.2016 20:00	2704	1981	0,73
27.4.2016 21:00	2928	2100	0,72
27.4.2016 22:00	3088	2232	0,72
27.4.2016 23:00	3248	2319	0,71
28.4.2016	3312	2431	0,73
28.4.2016 1:00	3440	2572	0,75
28.4.2016 2:00	3776	2691	0,71
28.4.2016 3:00	4000	2804	0,70
28.4.2016 4:00	4080	2899	0,71
28.4.2016 5:00	4224	2987	0,71
28.4.2016 6:00	4384	3106	0,71
28.4.2016 7:00	3776	2876	0,76
28.4.2016 8:00	1256	1501	
28.4.2016 9:00	1912	1030	0,54
28.4.2016 10:00	2496	1073	0,43
28.4.2016 11:00	1712	952	0,56
28.4.2016 12:00	350	411	
28.4.2016 13:00	880	349	0,40
28.4.2016 14:00	1376	603	0,44
28.4.2016 15:00	1992	948	0,48
28.4.2016 16:00	2208	1277	0,58
28.4.2016 17:00	1688	1301	0,77
28.4.2016 18:00	2208	1612	0,73
28.4.2016 19:00	2816	2109	0,75

Datum, ura	Koncentracija radona (AGI387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
28.4.2016 20:00	3216	2532	0,79
28.4.2016 21:00	3536	2892	0,82
28.4.2016 22:00	3792	3186	0,84
28.4.2016 23:00	4192	3422	0,82
29.4.2016	4320	3644	0,84
29.4.2016 1:00	4480	3878	0,87
29.4.2016 2:00	4832	4043	0,84
29.4.2016 3:00	5024	4256	0,85
29.4.2016 4:00	5312	4438	0,84
29.4.2016 5:00	5408	4556	0,84
29.4.2016 6:00	5696	4773	0,84
29.4.2016 7:00	4896	4371	0,89
29.4.2016 8:00	1336	2302	
29.4.2016 9:00	1584	1232	0,78
29.4.2016 10:00	1184	846	0,71
29.4.2016 11:00	462	439	0,95
29.4.2016 12:00	354	225	0,64
29.4.2016 13:00	708	267	0,38
29.4.2016 14:00	1272	513	0,40
29.4.2016 15:00	1360	728	0,54
29.4.2016 16:00	860	631	0,73
29.4.2016 17:00	628	470	0,75
29.4.2016 18:00	776	541	0,70
29.4.2016 19:00	1368	823	0,60
29.4.2016 20:00	1744	1158	0,66
29.4.2016 21:00	2160	1493	0,69
29.4.2016 22:00	2544	1758	0,69
29.4.2016 23:00	2816	2057	0,73
30.4.2016	3104	2288	0,74
30.4.2016 1:00	3248	2510	0,77
30.4.2016 2:00	3648	2705	0,74
30.4.2016 3:00	3888	2881	0,74
30.4.2016 4:00	4016	3101	0,77
30.4.2016 5:00	4384	3262	0,74
30.4.2016 6:00	4576	3366	0,74
30.4.2016 7:00	4448	3514	0,79
30.4.2016 8:00	4512	3526	0,78
30.4.2016 9:00	4864	3687	0,76
30.4.2016 10:00	4864	3973	0,82
30.4.2016 11:00	5024	4250	0,85
30.4.2016 12:00	5216	4418	0,85
30.4.2016 13:00	5344	4683	0,88
30.4.2016 14:00	5984	5085	0,85
30.4.2016 15:00	6304	5356	0,85
30.4.2016 16:00	6560	5663	0,86
30.4.2016 17:00	6944	5820	0,84
30.4.2016 18:00	7200	5921	0,82
30.4.2016 19:00	7456	6161	0,83
30.4.2016 20:00	7136	6361	0,89
30.4.2016 21:00	7168	6365	0,89
30.4.2016 22:00	7360	6295	0,86
30.4.2016 23:00	7296	6258	0,86
1.5.2016	7232	6314	0,87
1.5.2016 1:00	7136	6415	0,90

Datum, ura	Koncentracija radona (AGI387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
1.5.2016 2:00	7552	6520	0,86
1.5.2016 3:00	7424	6605	0,89
1.5.2016 4:00	7360	6746	0,92
1.5.2016 5:00	7488	6680	0,89
1.5.2016 6:00	7392	6599	0,89
1.5.2016 7:00	7168	6507	0,91
1.5.2016 8:00	6944	6360	0,92
1.5.2016 9:00	7008	6347	0,91
1.5.2016 10:00	6592	6383	0,97
1.5.2016 11:00	6624	6017	0,91
1.5.2016 12:00	6560	5803	0,88
1.5.2016 13:00	6336	5626	0,89
1.5.2016 14:00	6432	5524	0,86
1.5.2016 15:00	6464	5482	0,85
1.5.2016 16:00	6432	5499	0,85
1.5.2016 17:00	6336	5490	0,87
1.5.2016 18:00	6368	5470	0,86
1.5.2016 19:00	6624	5461	0,82
1.5.2016 20:00	6112	5428	0,89
1.5.2016 21:00	6496	5315	0,82
1.5.2016 22:00	6400	5269	0,82
1.5.2016 23:00	6112	5149	0,84
2.5.2016	6112	5112	0,84
2.5.2016 1:00	6016	4991	0,83
2.5.2016 2:00	6208	4933	0,79
2.5.2016 3:00	5984	4817	0,81
2.5.2016 4:00	5920	4732	0,80
2.5.2016 5:00	5728	4671	0,82
2.5.2016 6:00	5760	4545	0,79
2.5.2016 7:00	5728	4384	0,77
2.5.2016 8:00	5536	4080	0,74
2.5.2016 9:00	5312	3835	0,72
2.5.2016 10:00	5248	3647	0,69
2.5.2016 11:00	5184	3425	0,66
2.5.2016 12:00	5024	3355	0,67
2.5.2016 13:00	4928	3397	0,69
2.5.2016 14:00	4928	3482	0,71
2.5.2016 15:00	4800	3546	0,74
2.5.2016 16:00	4608	3368	0,73
2.5.2016 17:00	4416	3240	0,73
2.5.2016 18:00	4480	3096	0,69
2.5.2016 19:00	4288	3029	0,71
2.5.2016 20:00	4128	2990	0,72
2.5.2016 21:00	4064	2913	0,72
2.5.2016 22:00	4256	2850	0,67
2.5.2016 23:00	3936	2809	0,71
3.5.2016	3712	2802	0,75
3.5.2016 1:00	3888	2797	0,72
3.5.2016 2:00	3776	2745	0,73
3.5.2016 3:00	3840	2705	0,70
3.5.2016 4:00	3648	2659	0,73
3.5.2016 5:00	3792	2635	0,69
3.5.2016 6:00	3552	2626	0,74
3.5.2016 7:00	3104	2409	0,78

V Osnovni šoli Nova vas smo iskali tudi vire radona. Vire radona smo iskali dvakrat v različnih vremenskih pogojih (Tabela 12).

**Tabela 12. Iskanje virov radona**

Lokacija: OŠ Nova vas

Lokacija meritve	Datum meritve	Merilni instrument	Koncentracija radona ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ )
U ilnica likovni pouk, špranja pod tablo	20.4.2016	RAD 7	$2000 \pm 500$
U ilnica matematika, špranja v tleh	20.4.2016	RAD 7	$4000 \pm 700$
Sprejem otrok, špranja v tleh	20.4.2016	RAD 7	$2500 \pm 500$
U ilnica likovni pouk, špranja pod tablo	3.5.2016	Alphaguard 2124	$17000 \pm 1000$
U ilnica matematika, špranja v tleh	3.5.2016	Alphaguard 2124	$68500 \pm 2500$
Sprejem otrok, špranja v tleh	3.5.2016	Alphaguard 2124	$12000 \pm 1100$

Iz tabele 12 vidimo, kako je koncentracije radona v špranjah in posredno tudi v prostorih objekta odvisna od vremenskih pogojev. Dvajsetega aprila je bilo son no vreme in visok zračni tlak (991 hPa – podatki ARSO), nato je zračni tlak padal in tretjega maja dosegel najnižjo vrednost (978 hPa – podatki ARSO). Potem je zračni tlak zopet začel naraščati. V obdobju nižjega zračnega tlaka je radon laže uhajal v prostore objekta. Razlog za visoke koncentracije radona v špranjah so kraška tla pod objektom, razpokani tlaki ozziroma temeljne ploske v u ilnicah pa omogočajo radonu vdiranje v objekt.

Potrebno je preveriti tesnjenje tal v u ilnicah in ugotoviti, kakšna je možnost vgradnje sistema (ozziroma več sistemov) za prezračevanje izpod temeljne ploske.

### 5.1.7. OŠ Šentvid pri Sti ni

OŠ Šentvid pri Sti ni je nivojsko grajena šola, večina u ilnic je v pritličju. Na sredini objekta je centralna avla, poleg nje je jedilnica. Po tleh je povsod položen linolej. Vidnih razpok ni. Stiki sten s tlemi so suhi. Vodna napeljava je v stenah, jaškov je po tleh malo in so dobro zatesnjeni.

Pred leti se je vdrla zemlja pred šolo nasproti u ilnici 117, videla se je kraška jama. Jamo so zasuli in zaprli.

V OŠ Sti na smo izvedli prve meritve koncentracije radona z detektorji sledi v letu 2015. V u ilnici 117 je bila izmerjena povprečna koncentracija radona  $1131 \pm 140 \text{ Bq}/\text{m}^3$ , v PŠ Temenica pa  $415 \pm 60 \text{ Bq}/\text{m}^3$  [22].

V letu 2016 smo izvedli meritve koncentracije radona z detektorji sledi v štirih u ilnicah. Samo v u ilnici 117 je bila izmerjena previsoka koncentracija radona,  $896 \pm 120 \text{ Bq}/\text{m}^3$ , v ostalih u ilnicah so bile izmerjene nižje vrednosti (Tabela 2).

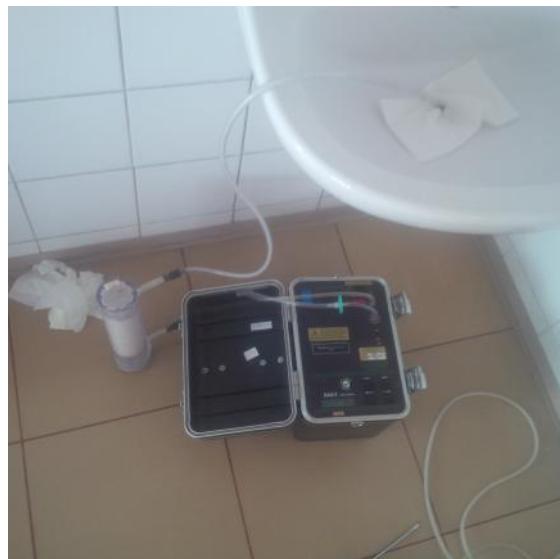
V prostorih šole smo iskali vire radona. Rezultati meritve so prikazani v tabeli 13 in na slikah (Slika 20, Slika 21, Slika 22, Slika 23, Slika 24, Slika 25, Slika 26, Slika 27).

**Tabela 13. Iskanje virov radona**

Lokacija: OŠ Šentvid pri Sti ni

Datum meritev: 18.4.2016

Lokacija meritve	Merilni instrument	Koncentracija radona (Bq/m <sup>3</sup> )
U ilnica 117, umivalnik	RAD 7	2000 ± 500
U ilnica 117, luknja pri vratih	Alphaguard 1387	18500 ± 1050
U ilnica 117, reža pri jašku	RAD 7	10000 ± 1500
U ilnica 117, luknja v jašku	RAD 7	19500 ± 1500
Kabinet kemija, luknja ob vratih	RAD 7	4500 ± 400
U ilnica 115, reža pod tablo	RAD 7	2000 ± 500
U ilnica 115, luknja pri vratih	RAD 7	2000 ± 500



Slika 20. U ilnica 117, umivalnik



Slika 21. U ilnica 117, luknja pri vratih



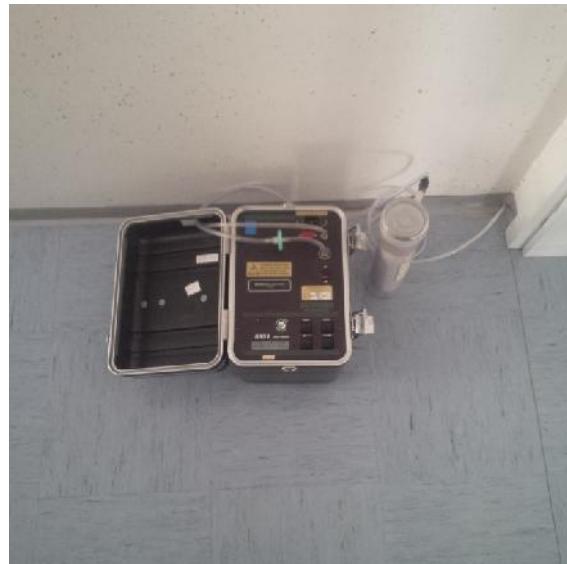
Slika 22. U ilnica 117, reža pri jašku



Slika 23. U ilnica 117, luknja v pokrovu jaška



Slika 24. U ilnica 117, jašek z napeljavo



Slika 25. Kabinet kemija, luknja ob vratih



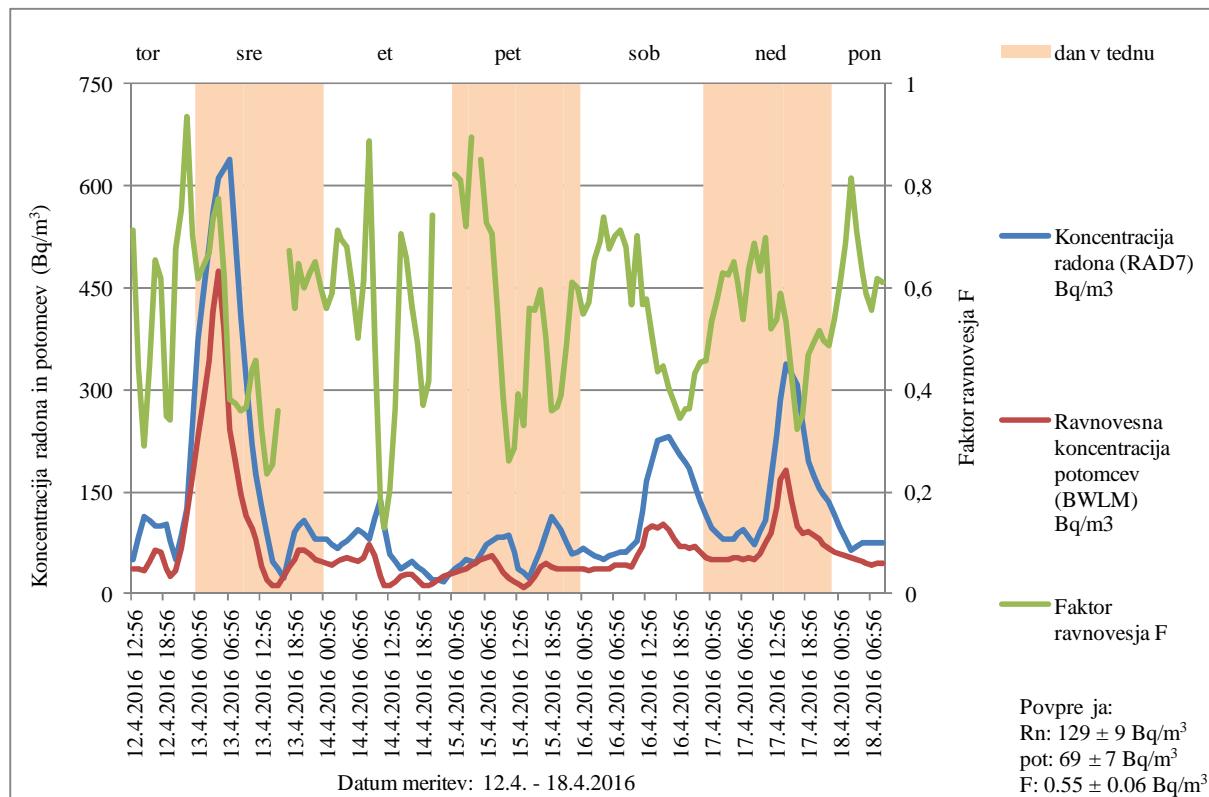
Slika 26. U ilnica 115, luknja v kanalu pod tablo



Slika 27. U ilnica 115, luknja pri vratih

Iz meritev iskanja virov radona vidimo, da so glavni vir radona v u ilnici 117 kanal za napeljavjo in razpoke v tleh. Najbrž so razpoke povezane z jamo pred šolo, od koder prihaja radon v u ilnico zaradi tla ne razlike med zrakom v tleh in zrakom v u ilnici.

V u ilnici 117 smo dolo ali asovni potek koncentracije radona in radonovih potomcev z merilnimi instrumenti v obdobju od 12.4.2016 do 18.4.2016. Povpre na koncentracija radona v u ilnici v asu izvajanja meritev je bila  $129 \pm 9$  Bq/m<sup>3</sup> (18 – 639 Bq/m<sup>3</sup>) povpre na ravnovesna koncentracija radonovih potomcev v asu izvajanja meritev je bila  $69 \pm 7$  Bq/m<sup>3</sup> (10 – 474 Bq/m<sup>3</sup>), povpre ni faktor ravnovesja je bil  $0.55 \pm 0.06$  (0.13 – 0.94). Izmerjene vrednosti so prikazane na sliki 28 in v tabeli 14.

**Slika 28. Koncentracija radona in ravovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v  $\text{Bq/m}^3$** 

Lokacija merjenja: OŠ Šentvid pri Stični, učilnica 117

Datum meritve: 12.4.2016 do 18.4.2016

Merilni instrumenti: RAD7, BWLM

**Tabela 14. Koncentracija radona in ravovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v  $\text{Bq/m}^3$** 

Lokacija merjenja: OŠ Šentvid pri Stični, učilnica 117

Datum meritve: 12.4.2016 do 18.4.2016

Merilni instrumenti: RAD7, BWLM

Vrednosti, označene s # in odeneljene so zunaj akreditiranega območja

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) $\text{Bq/m}^3$	Ravovesna koncentracija potomcev (BWLM) $\text{Bq/m}^3$	Faktor ravovesja F
12.4.2016 12:56	50	36	0,71
12.4.2016 13:56	82	37	0,44
12.4.2016 14:56	114	33	0,29
12.4.2016 15:56	106	48	0,45
12.4.2016 16:56	99	65	0,66
12.4.2016 17:56	100	62	0,62
12.4.2016 18:56	102	36	0,35
12.4.2016 19:56	76	26	0,34
12.4.2016 20:56	51	35	0,68
12.4.2016 21:56	87	66	0,75
12.4.2016 22:56	123	115	0,94
12.4.2016 23:56	248	175	0,70
13.4.2016 0:56	374	232	0,62
13.4.2016 1:56	444	286	0,64
13.4.2016 2:56	514	344	0,67
13.4.2016 3:56	563	414	0,74
13.4.2016 4:56	612	474	0,77

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) $\text{Bq/m}^3$	Ravovesna koncentracija potomcev (BWLM) $\text{Bq/m}^3$	Faktor ravovesja F
13.4.2016 5:56	625	390	0,62
13.4.2016 6:56	639	243	0,38
13.4.2016 7:56	522	195	0,37
13.4.2016 8:56	406	147	0,36
13.4.2016 9:56	313	115	0,37
13.4.2016 10:56	221	98	0,44
13.4.2016 11:56	176	80	0,46
13.4.2016 12:56	130	43	0,33
13.4.2016 13:56	88	21	0,23
13.4.2016 14:56	# 47	12	0,25
13.4.2016 15:56	# 35	13	0,36
13.4.2016 16:56	# 23	26	
13.4.2016 17:56	58	39	0,67
13.4.2016 18:56	92	52	0,56
13.4.2016 19:56	99	65	0,65
13.4.2016 20:56	106	64	0,60
13.4.2016 21:56	92	59	0,63

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) Bq/m <sup>3</sup>	Ravovesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravovesja F
13.4.2016 22:56	79	52	0,65
13.4.2016 23:56	79	48	0,60
14.4.2016 0:56	80	45	0,56
14.4.2016 1:56	73	43	0,59
14.4.2016 2:56	66	48	0,72
14.4.2016 3:56	72	51	0,70
14.4.2016 4:56	78	53	0,68
14.4.2016 5:56	85	51	0,60
14.4.2016 6:56	93	47	0,50
14.4.2016 7:56	87	54	0,62
14.4.2016 8:56	81	73	0,89
14.4.2016 9:56	110	55	0,50
14.4.2016 10:56	139	25	0,18
14.4.2016 11:56	98	13	0,13
14.4.2016 12:56	58	12	0,20
14.4.2016 13:56	# 47	17	0,36
14.4.2016 14:56	# 35	25	0,71
14.4.2016 15:56	# 42	28	0,66
14.4.2016 16:56	# 48	27	0,56
14.4.2016 17:56	# 40	20	0,49
14.4.2016 18:56	# 32	12	0,37
14.4.2016 19:56	# 26	11	0,42
14.4.2016 20:56	# 20	15	0,74
14.4.2016 21:56	# 19	21	
14.4.2016 22:56	# 18	26	
14.4.2016 23:56	# 27	29	
15.4.2016 0:56	# 36	30	0,82
15.4.2016 1:56	# 43	35	0,81
15.4.2016 2:56	50	36	0,72
15.4.2016 3:56	# 46	42	0,90
15.4.2016 4:56	# 43	45	
15.4.2016 5:56	57	49	0,85
15.4.2016 6:56	72	52	0,73
15.4.2016 7:56	77	55	0,70
15.4.2016 8:56	82	46	0,55
15.4.2016 9:56	83	32	0,39
15.4.2016 10:56	84	22	0,26
15.4.2016 11:56	61	17	0,29
15.4.2016 12:56	# 37	15	0,39
15.4.2016 13:56	# 30	10	0,33
15.4.2016 14:56	# 24	14	0,56
15.4.2016 15:56	# 44	25	0,56
15.4.2016 16:56	65	39	0,60
15.4.2016 17:56	89	45	0,50
15.4.2016 18:56	113	41	0,36
15.4.2016 19:56	103	38	0,37
15.4.2016 20:56	93	36	0,39
15.4.2016 21:56	76	37	0,49
15.4.2016 22:56	59	36	0,61
15.4.2016 23:56	62	38	0,60
16.4.2016 0:56	65	36	0,55
16.4.2016 1:56	61	35	0,57
16.4.2016 2:56	56	37	0,65
16.4.2016 3:56	54	37	0,69

Datum, ura	Koncentracija radona (RAD7) Bq/m <sup>3</sup>	Ravovesna koncentracija potomcev (BWLM) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravovesja F
16.4.2016 4:56	51	38	0,74
16.4.2016 5:56	55	37	0,68
16.4.2016 6:56	59	42	0,70
16.4.2016 7:56	60	43	0,71
16.4.2016 8:56	61	42	0,68
16.4.2016 9:56	69	40	0,57
16.4.2016 10:56	78	55	0,70
16.4.2016 11:56	121	69	0,57
16.4.2016 12:56	164	95	0,58
16.4.2016 13:56	194	99	0,51
16.4.2016 14:56	225	98	0,44
16.4.2016 15:56	228	103	0,45
16.4.2016 16:56	232	94	0,40
16.4.2016 17:56	217	82	0,37
16.4.2016 18:56	203	70	0,34
16.4.2016 19:56	193	70	0,36
16.4.2016 20:56	184	67	0,36
16.4.2016 21:56	159	69	0,43
16.4.2016 22:56	135	61	0,45
16.4.2016 23:56	115	53	0,46
17.4.2016 0:56	96	52	0,54
17.4.2016 1:56	88	51	0,58
17.4.2016 2:56	81	52	0,63
17.4.2016 3:56	80	51	0,63
17.4.2016 4:56	79	52	0,65
17.4.2016 5:56	87	54	0,61
17.4.2016 6:56	95	51	0,54
17.4.2016 7:56	84	54	0,64
17.4.2016 8:56	73	50	0,69
17.4.2016 9:56	91	58	0,63
17.4.2016 10:56	109	76	0,70
17.4.2016 11:56	171	89	0,52
17.4.2016 12:56	234	126	0,54
17.4.2016 13:56	286	169	0,59
17.4.2016 14:56	338	181	0,53
17.4.2016 15:56	322	138	0,43
17.4.2016 16:56	307	99	0,32
17.4.2016 17:56	251	88	0,35
17.4.2016 18:56	194	91	0,47
17.4.2016 19:56	174	87	0,50
17.4.2016 20:56	155	80	0,51
17.4.2016 21:56	145	73	0,50
17.4.2016 22:56	135	66	0,49
17.4.2016 23:56	115	62	0,54
18.4.2016 0:56	95	58	0,61
18.4.2016 1:56	80	55	0,69
18.4.2016 2:56	64	53	0,82
18.4.2016 3:56	69	50	0,71
18.4.2016 4:56	75	47	0,63
18.4.2016 5:56	75	44	0,59
18.4.2016 6:56	74	42	0,56
18.4.2016 7:56	74	46	0,62
18.4.2016 8:56	74	45	0,61

Iz rezultatov meritev asovnega poteka koncentracije radona (Slika 28) vidimo, da je bila koncentracija radona med poukom od srede, 13.4. do petka, 15.4.2016 nizka, kar pomeni, da so bila okna ves ta as odprta. V popoldanskem asu iz torka na sredo in med vikendom so bila okna zaprta. Iz meritev tudi vidimo, da koncentracija radonovih potomcev sledi koncentraciji radona, kar pomeni, da v u ilnico prihaja staran zrak izpod temeljne ploše.

Predlagamo, da se sanirajo tlaki v u ilnici 117 in da se preveri možnost vgradnje sistema za prisilno ventilacijo ztaka izpod temeljne ploše.

### **5.1.8. OŠ Franceta Prešerna Ribnica**

OŠ Franceta Prešerna v Ribnici ima tri stavbe, A, B in C. Previsoke koncentracije radona so bile izmerjene v stavbah A in C. V letu 2015 so izvedli sanacijo v stavbi A [22] in v u ilnici CK1 v stavbi C. V stavbi A so napeljali cevni sistem za prezrajanje izpod temeljne ploše, v stavbi C pa so v u ilnici CK1 znižali koncentracijo radona z vgradnjo sistema za rekuperacijo.

Po izvedeni sanaciji smo izvedli kontrolne meritve koncentracije radona v obeh objektih. V stavbi A so bile izmerjene vrednosti nizke, v stavbi C pa je bila izmerjena previsoka koncentracija v u ilnici CK2 in sicer  $7361 \pm 1330 \text{ Bq/m}^3$  [22]. Na podlagi opravljenih meritev je bila v u ilnici CK2 in u ilnici tehni ni pouk (delavnica otroci) v stavbi C v OŠ Ribnica v letu 2016 izvedena sanacija. Pod temeljno plošo je bila položena cev, ki povezuje u ilnici CK2 in tehni ni pouk (delavnica otroci) in je napeljana iz stavbe ob zunanjih stenah u ilnici CK2 (Slika 29, Slika 30). Ventilator deluje stalno 24 ur na dan z enako mojo.



Slika 29. Odvodna cev izpod temeljne ploše

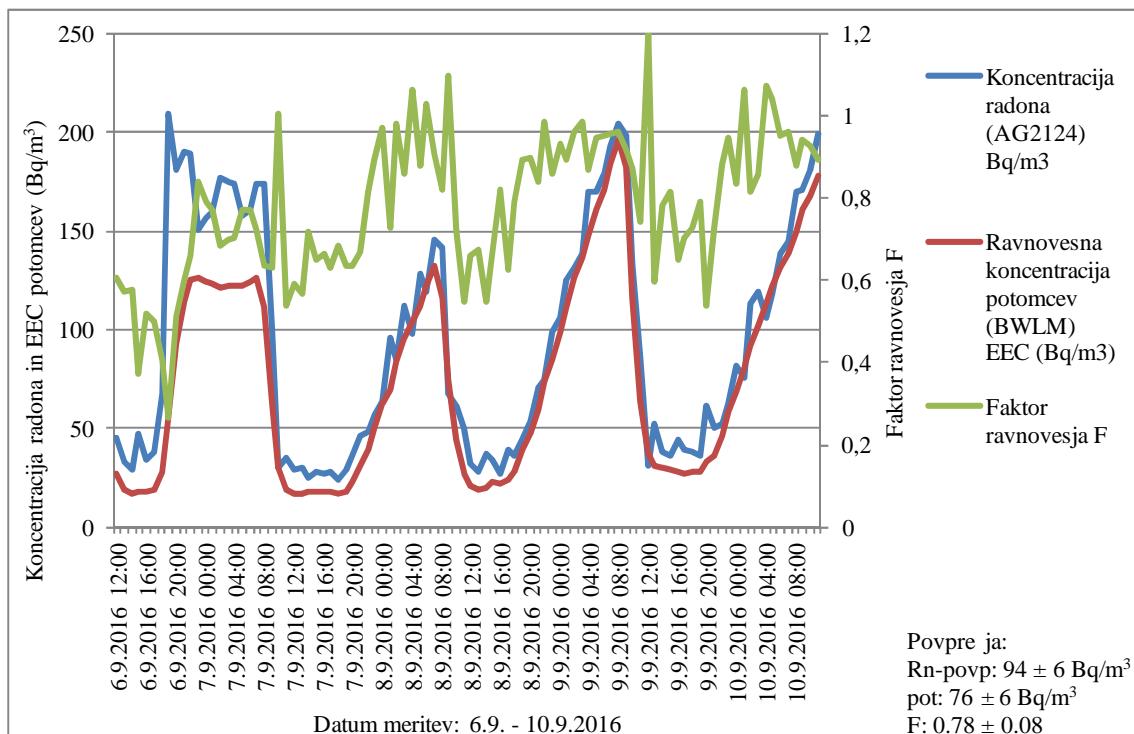


Slika 30. Odvod ob zunanji steni

Po končani sanaciji smo v obdobju od 6.9.2016 do 7.10.2016 izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi v u ilnici CK1 in CK2 ter delavnici za hišnike. Izmerjene koncentracije radona so bile  $266 \pm 40 \text{ Bq/m}^3$ ,  $182 \pm 30 \text{ Bq/m}^3$  in  $96 \pm 20 \text{ Bq/m}^3$ , zapovrstjo (Tabela 2).

Isto asno smo izvajali tudi meritve koncentracije radona z merilnimi instrumenti Canary Pro v u ilnici CK1, delavnici otroci in delavnici hišniki. Povprečna koncentracija radona v asu izvajanja meritev v u ilnici CK1 je bila  $297 \pm 61 \text{ Bq/m}^3$ , v delavnici otroci je bila  $302 \pm 62 \text{ Bq/m}^3$  in v delavnici hišniki je bila  $59 \pm 12 \text{ Bq/m}^3$ .

V obdobju od 6.9.2016 do 10.9.2016 smo izvajali kontinuirne meritve asovnega poteka koncentracije radona in radonovih potomcev v u ilnici CK2. Povpre na koncentracija radona v u ilnici CK2 v asu meritve je bila  $94 \pm 6 \text{ Bq/m}^3$  ( $24 - 209 \text{ Bq/m}^3$ ), povpre na koncentracija radonovih potomcev v asu meritve je bila  $76 \pm 6 \text{ Bq/m}^3$  ( $16 - 196 \text{ Bq/m}^3$ ), povpre na vrednost faktorja ravnovesja F je bila 0.78 (0.27 – 1.20). Rezultati meritev so prikazani na sliki 31 in v tabeli 15.



**Slika 31. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v  $\text{Bq/m}^3$**

Lokacija merjenja: OŠ F. Prešerna, Ribnica, u ilnica CK2

Datum meritve: 6.9.2016 do 10.9.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), BWLM

Iz meritev z merilnimi instrumenti vidimo, da je bila koncentracija radona v asu izvajanja meritve v u ilnici CK1 in delavnica otroci sicer nižja od  $400 \text{ Bq/m}^3$ , a višja od  $300 \text{ Bq/m}^3$ . Glede na to, da se u ilnici ne uporablja stalno, ampak samo nekaj ur tedensko, bodo tudi letne efektivne doze temu ustrezno nižje.

V u ilnici CK2 se koncentracija radona v no nem asu dvigne do  $200 \text{ Bq/m}^3$ , v asu pouka pa pada pod  $50 \text{ Bq/m}^3$ . Povpre ni faktor ravnovesja je izredno visok, 0.78, kar je dvakrat ve kot običajno v zaprtih prostorih. Velika razlika med koncentracijo radona podnevi in ponoči kaže na to, da iz tal zaradi tla ne razlike še vedno prihaja staran radon. V asu kurične sezone bo koncentracija radona najbrž precej višja, e prisilno prezra evanje ni dovolj močno.

**Tabela 15. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: OŠ F. Prešerna, Ribnica, u ilnica CK2

Datum meritve: 6.9.2016 do 10.9.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), BWLM

Vrednosti, ozna ene s # in odebujene so zunaj akreditiranega obmo ja

Datum in ura	Koncentracija radona (AG2124) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (BWLM) EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
6.9.2016 12:00	#45	27	0,60
6.9.2016 13:00	#33	19	0,57
6.9.2016 14:00	#29	17	0,58
6.9.2016 15:00	#47	18	0,37
6.9.2016 16:00	#34	18	0,52
6.9.2016 17:00	#38	19	0,50
6.9.2016 18:00	68	28	0,41
6.9.2016 19:00	209	56	0,27
6.9.2016 20:00	181	93	0,51
6.9.2016 21:00	190	115	0,60
6.9.2016 22:00	189	125	0,66
6.9.2016 23:00	151	127	0,84
7.9.2016	157	124	0,79
7.9.2016 1:00	160	123	0,77
7.9.2016 2:00	177	121	0,68
7.9.2016 3:00	175	122	0,70
7.9.2016 4:00	174	122	0,70
7.9.2016 5:00	158	122	0,77
7.9.2016 6:00	161	124	0,77
7.9.2016 7:00	174	126	0,72
7.9.2016 8:00	174	111	0,64
7.9.2016 9:00	99	62	0,63
7.9.2016 10:00	#30	30	1,00
7.9.2016 11:00	#35	19	0,54
7.9.2016 12:00	#29	17	0,59
7.9.2016 13:00	#30	17	0,57
7.9.2016 14:00	#25	18	0,72
7.9.2016 15:00	#28	18	0,65
7.9.2016 16:00	#27	18	0,66
7.9.2016 17:00	#28	18	0,63
7.9.2016 18:00	#24	16	0,69
7.9.2016 19:00	#29	18	0,63
7.9.2016 20:00	#36	23	0,64
7.9.2016 21:00	#46	31	0,67
7.9.2016 22:00	#48	39	0,82
7.9.2016 23:00	56	50	0,89
8.9.2016	64	62	0,97
8.9.2016 1:00	96	70	0,73
8.9.2016 2:00	85	83	0,98
8.9.2016 3:00	112	96	0,86
8.9.2016 4:00	98	104	1,06
8.9.2016 5:00	128	113	0,88
8.9.2016 6:00	119	123	1,03
8.9.2016 7:00	146	133	0,91
8.9.2016 8:00	141	116	0,82
8.9.2016 9:00	68	74	1,09
8.9.2016 10:00	61	44	0,72
8.9.2016 11:00	#49	27	0,55

Datum in ura	Koncentracija radona (AG2124) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (BWLM) EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
8.9.2016 12:00	#32	21	0,66
8.9.2016 13:00	#28	19	0,67
8.9.2016 14:00	#37	20	0,55
8.9.2016 15:00	#34	23	0,66
8.9.2016 16:00	#27	22	0,82
8.9.2016 17:00	#39	24	0,62
8.9.2016 18:00	#36	29	0,79
8.9.2016 19:00	#44	39	0,89
8.9.2016 20:00	53	48	0,90
8.9.2016 21:00	71	60	0,84
8.9.2016 22:00	75	74	0,98
8.9.2016 23:00	99	85	0,86
9.9.2016	106	99	0,93
9.9.2016 1:00	125	112	0,89
9.9.2016 2:00	131	126	0,96
9.9.2016 3:00	138	136	0,99
9.9.2016 4:00	170	147	0,87
9.9.2016 5:00	170	161	0,95
9.9.2016 6:00	179	170	0,95
9.9.2016 7:00	193	184	0,95
9.9.2016 8:00	204	196	0,96
9.9.2016 9:00	198	182	0,92
9.9.2016 10:00	133	116	0,87
9.9.2016 11:00	86	64	0,74
9.9.2016 12:00	#31	37	1,20
9.9.2016 13:00	52	31	0,60
9.9.2016 14:00	#38	30	0,78
9.9.2016 15:00	#36	29	0,81
9.9.2016 16:00	#44	29	0,65
9.9.2016 17:00	#39	27	0,70
9.9.2016 18:00	#38	28	0,73
9.9.2016 19:00	#36	28	0,79
9.9.2016 20:00	61	33	0,54
9.9.2016 21:00	50	36	0,73
9.9.2016 22:00	52	46	0,88
9.9.2016 23:00	62	59	0,95
10.9.2016	82	68	0,83
10.9.2016 1:00	76	81	1,06
10.9.2016 2:00	113	92	0,82
10.9.2016 3:00	119	102	0,86
10.9.2016 4:00	106	114	1,07
10.9.2016 5:00	118	122	1,04
10.9.2016 6:00	138	131	0,95
10.9.2016 7:00	144	138	0,96
10.9.2016 8:00	170	149	0,88
10.9.2016 9:00	171	161	0,94
10.9.2016 10:00	181	168	0,93
10.9.2016 11:00	199	178	0,89

Na podlagi opravljenih meritve koncentracije radona z detektorji sledi in merilnimi instrumenti smatramo, da je sanacija stavbe C uspešna, a vseeno predlagamo kontrolne meritve z detektorji sledi v zimskem obdobju.

### 5.1.9. OŠ Solkan, PŠ Grgar

V PŠ Grgar (Slika 32) smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi v letih 2014 [21], 2015 [22] in 2016 (Tabela 2).

Zaradi previsoke koncentracije radona so v šoli izvedli sanacijo tako da so na steno v u ilnici 3., 4. razred namestili sistem za prezra evanje z rekuperacijo (Slika 33) Zaradi sanacije objekta smo v letu 2016 v obdobju od 12.9.2016 do 19.09.2016 izvedli tudi meritve asovnega poteka koncentracije radona in potomcev v u ilnici 3., 4. razred.



Slika 32. PŠ Grgar

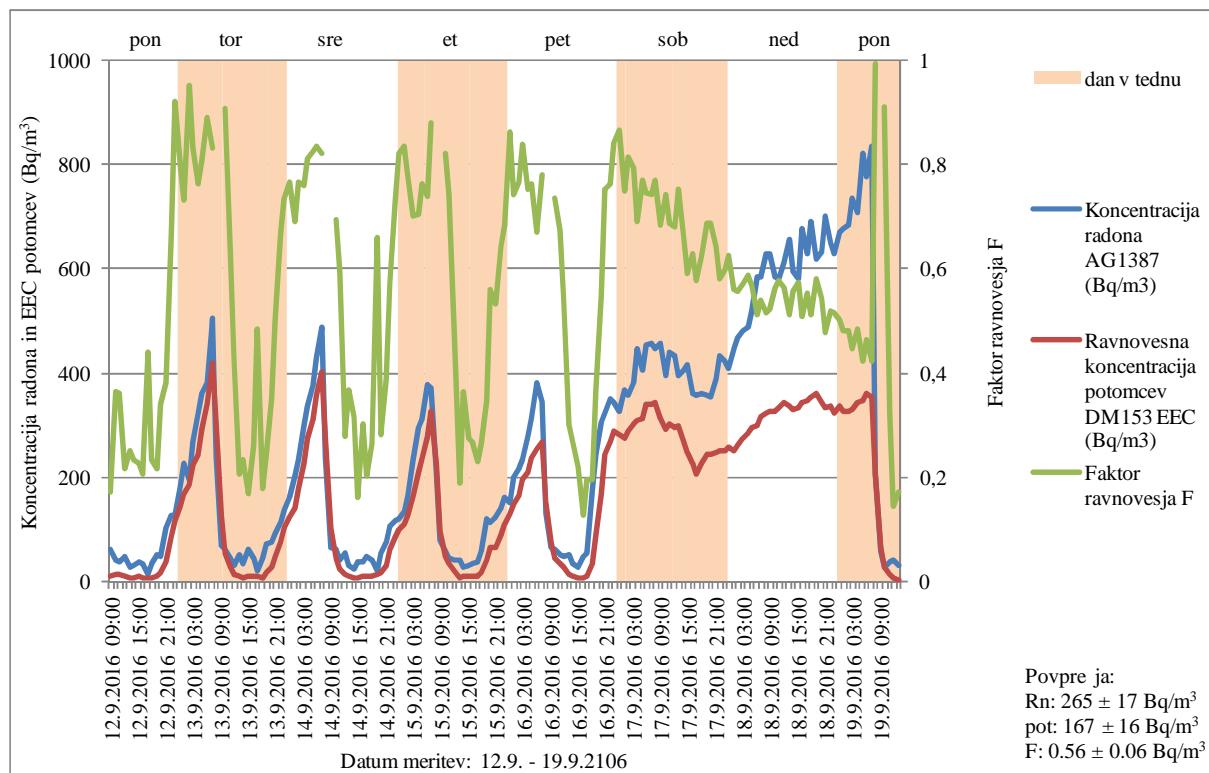


Slika 33. Sistem za prezra evanje v u ilnici 3., 4. razred

Povpre na koncentracija radona v asu meritve je bila  $265 \pm 17 \text{ Bq/m}^3$  ( $14 - 836 \text{ Bq/m}^3$ ), povpre na koncentracija radonovih potomcev v asu meritve je bila  $167 \pm 16 \text{ Bq/m}^3$  ( $5 - 421 \text{ Bq/m}^3$ ), povpre na vrednost faktorja ravnovesja F je bila  $0.56 \pm 0.06$  ( $0.13 - 0.99$ ). Rezultati meritve so prikazani na sliki 34 in v tabeli 16.

V u ilnici 3., 4. razred se koncentracija radona v no nem asu dvigne do  $400 \text{ Bq/m}^3$ , v asu pouka pa pade pod  $50 \text{ Bq/m}^3$ . Povpre ni faktor ravnovesja je izredno visok, 0.56, kar je ve kot običajno v zaprtih prostorih. Faktor ravnovesja je v no nem asu visok, okoli 0.80, v asu pouka pa okoli 0.2, kar pomeni, da je v no nem asu ventilacija ugasnjena.

Velika razlika med koncentracijo radona podnevi in ponoči kaže na to, da iz tal zaradi tla ne razlike še vedno prihaja staran radon. V asu kuralne sezone bo koncentracija radona najbrž precej višja, e prisilno prezra evanje ni dovolj močno.

**Slika 34. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v  $\text{Bq/m}^3$** 

Lokacija merjenja: PŠ Grgar, u ilnica 3., 4. razred

Datum meritve: 12.9.2016 do 19.9.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), Doseman Pro 153 (DM153)

**Tabela 16. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v  $\text{Bq/m}^3$** 

Lokacija merjenja: PŠ Grgar, u ilnica 3., 4. razred

Datum meritve: 12.9.2016 do 19.9.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), Doseman Pro 153 (DM153)

Vrednosti, ozna ene s # in odebujene so zunaj akreditiranega obmo ja

Datum in ura	Koncentracija radona AG1387 ( $\text{Bq/m}^3$ )	Ravnovesna koncentracija potomcev DM153 EEC ( $\text{Bq/m}^3$ )	Faktor ravnovesja F
12.9.2016 9:00	61	11	0,17
12.9.2016 10:00	#41	15	0,36
12.9.2016 11:00	#39	14	0,36
12.9.2016 12:00	#49	11	0,22
12.9.2016 13:00	#28	7	0,25
12.9.2016 14:00	#30	7	0,23
12.9.2016 15:00	#39	9	0,23
12.9.2016 16:00	#34	7	0,21
12.9.2016 17:00	#14	6	0,44
12.9.2016 18:00	#34	8	0,23
12.9.2016 19:00	53	11	0,22
12.9.2016 20:00	#49	17	0,34
12.9.2016 21:00	104	40	0,38
12.9.2016 22:00	128	86	0,67
12.9.2016 23:00	127	117	0,92
13.9.2016	181	144	0,80
13.9.2016 1:00	228	167	0,73
13.9.2016 2:00	196	187	0,95

Datum in ura	Koncentracija radona AG1387 ( $\text{Bq/m}^3$ )	Ravnovesna koncentracija potomcev DM153 EEC ( $\text{Bq/m}^3$ )	Faktor ravnovesja F
13.9.2016 3:00	268	223	0,83
13.9.2016 4:00	322	246	0,76
13.9.2016 5:00	360	291	0,81
13.9.2016 6:00	380	339	0,89
13.9.2016 7:00	506	421	0,83
13.9.2016 8:00	236	311	
13.9.2016 9:00	70	126	
13.9.2016 10:00	61	55	0,91
13.9.2016 11:00	#46	29	0,63
13.9.2016 12:00	#31	13	0,43
13.9.2016 13:00	51	11	0,21
13.9.2016 14:00	#34	8	0,23
13.9.2016 15:00	63	11	0,17
13.9.2016 16:00	#44	11	0,26
13.9.2016 17:00	#20	10	0,48
13.9.2016 18:00	#44	8	0,18
13.9.2016 19:00	73	18	0,24
13.9.2016 20:00	75	26	0,35

Datum in ura	Koncentracija radona AG1387 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnovesna koncentracija potomcev DM153 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
13.9.2016 21:00	93	47	0,50
13.9.2016 22:00	115	77	0,67
13.9.2016 23:00	139	102	0,73
14.9.2016	161	123	0,77
14.9.2016 1:00	203	140	0,69
14.9.2016 2:00	234	180	0,77
14.9.2016 3:00	298	226	0,76
14.9.2016 4:00	338	275	0,81
14.9.2016 5:00	374	308	0,82
14.9.2016 6:00	428	358	0,84
14.9.2016 7:00	488	401	0,82
14.9.2016 8:00	238	275	
14.9.2016 9:00	67	102	
14.9.2016 10:00	62	43	0,70
14.9.2016 11:00	#40	24	0,59
14.9.2016 12:00	54	15	0,28
14.9.2016 13:00	#31	11	0,37
14.9.2016 14:00	#25	8	0,32
14.9.2016 15:00	#38	6	0,16
14.9.2016 16:00	#38	11	0,30
14.9.2016 17:00	#48	10	0,20
14.9.2016 18:00	#40	11	0,26
14.9.2016 19:00	#20	13	0,66
14.9.2016 20:00	56	16	0,28
14.9.2016 21:00	77	30	0,39
14.9.2016 22:00	106	61	0,57
14.9.2016 23:00	116	84	0,73
15.9.2016	120	99	0,82
15.9.2016 1:00	134	112	0,83
15.9.2016 2:00	164	128	0,78
15.9.2016 3:00	235	165	0,70
15.9.2016 4:00	296	209	0,70
15.9.2016 5:00	312	238	0,76
15.9.2016 6:00	378	280	0,74
15.9.2016 7:00	372	327	0,88
15.9.2016 8:00	206	224	
15.9.2016 9:00	78	98	
15.9.2016 10:00	59	48	0,82
15.9.2016 11:00	#45	33	0,74
15.9.2016 12:00	#41	19	0,47
15.9.2016 13:00	#42	8	0,19
15.9.2016 14:00	#29	11	0,36
15.9.2016 15:00	#32	9	0,28
15.9.2016 16:00	#36	10	0,27
15.9.2016 17:00	38	9	0,23
15.9.2016 18:00	60	16	0,26
15.9.2016 19:00	119	41	0,35
15.9.2016 20:00	115	64	0,56
15.9.2016 21:00	124	66	0,53
15.9.2016 22:00	141	91	0,64
15.9.2016 23:00	161	110	0,68
16.9.2016	153	132	0,86
16.9.2016 1:00	198	147	0,74
16.9.2016 2:00	217	166	0,77
16.9.2016 3:00	235	197	0,84

Datum in ura	Koncentracija radona AG1387 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnovesna koncentracija potomcev DM153 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
16.9.2016 4:00	280	210	0,75
16.9.2016 5:00	312	238	0,76
16.9.2016 6:00	382	256	0,67
16.9.2016 7:00	344	268	0,78
16.9.2016 8:00	131	155	
16.9.2016 9:00	65	77	
16.9.2016 10:00	61	45	0,74
16.9.2016 11:00	51	34	0,67
16.9.2016 12:00	#49	26	0,54
16.9.2016 13:00	50	15	0,30
16.9.2016 14:00	#36	10	0,27
16.9.2016 15:00	#28	6	0,22
16.9.2016 16:00	#49	6	0,13
16.9.2016 17:00	54	11	0,20
16.9.2016 18:00	176	34	0,20
16.9.2016 19:00	245	90	0,37
16.9.2016 20:00	306	168	0,55
16.9.2016 21:00	322	243	0,75
16.9.2016 22:00	352	268	0,76
16.9.2016 23:00	344	290	0,84
17.9.2016	326	282	0,87
17.9.2016 1:00	368	276	0,75
17.9.2016 2:00	356	290	0,82
17.9.2016 3:00	380	302	0,79
17.9.2016 4:00	448	310	0,69
17.9.2016 5:00	406	313	0,77
17.9.2016 6:00	454	339	0,75
17.9.2016 7:00	456	339	0,74
17.9.2016 8:00	446	344	0,77
17.9.2016 9:00	456	312	0,68
17.9.2016 10:00	394	292	0,74
17.9.2016 11:00	440	303	0,69
17.9.2016 12:00	434	295	0,68
17.9.2016 13:00	396	298	0,75
17.9.2016 14:00	406	268	0,66
17.9.2016 15:00	416	246	0,59
17.9.2016 16:00	362	228	0,63
17.9.2016 17:00	358	207	0,58
17.9.2016 18:00	362	226	0,62
17.9.2016 19:00	356	245	0,69
17.9.2016 20:00	354	244	0,69
17.9.2016 21:00	388	249	0,64
17.9.2016 22:00	434	252	0,58
17.9.2016 23:00	422	252	0,60
18.9.2016	410	257	0,63
18.9.2016 1:00	448	251	0,56
18.9.2016 2:00	468	260	0,56
18.9.2016 3:00	482	275	0,57
18.9.2016 4:00	488	287	0,59
18.9.2016 5:00	520	295	0,57
18.9.2016 6:00	584	298	0,51
18.9.2016 7:00	584	316	0,54
18.9.2016 8:00	628	324	0,52
18.9.2016 9:00	628	327	0,52
18.9.2016 10:00	584	328	0,56

Datum in ura	Koncentracija radona AG1387 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnoesna koncentracija potomcev DM153 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
18.9.2016 11:00	580	334	0,58
18.9.2016 12:00	612	345	0,56
18.9.2016 13:00	656	335	0,51
18.9.2016 14:00	596	331	0,56
18.9.2016 15:00	580	334	0,58
18.9.2016 16:00	676	345	0,51
18.9.2016 17:00	628	348	0,55
18.9.2016 18:00	692	354	0,51
18.9.2016 19:00	620	361	0,58
18.9.2016 20:00	632	344	0,54
18.9.2016 21:00	700	334	0,48
18.9.2016 22:00	648	336	0,52
18.9.2016 23:00	628	324	0,52
19.9.2016	672	336	0,50

Datum in ura	Koncentracija radona AG1387 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnoesna koncentracija potomcev DM153 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
19.9.2016 1:00	676	326	0,48
19.9.2016 2:00	684	328	0,48
19.9.2016 3:00	736	329	0,45
19.9.2016 4:00	708	342	0,48
19.9.2016 5:00	820	346	0,42
19.9.2016 6:00	776	361	0,46
19.9.2016 7:00	836	353	0,42
19.9.2016 8:00	208	207	0,99
19.9.2016 9:00	57	64	
19.9.2016 10:00	#29	26	0,91
19.9.2016 11:00	#38	12	0,32
19.9.2016 12:00	#43	6	0,14
19.9.2016 13:00	#31	5	0,17

Na podlagi opravljenih meritve koncentracije radona z detektorji sledi in merilnimi instrumenti smatramo, da je sanacija u ilnica 3., 4. razred uspešna, a vseeno predlagamo kontrolne meritve z detektorji sledi v zimskem obdobju.

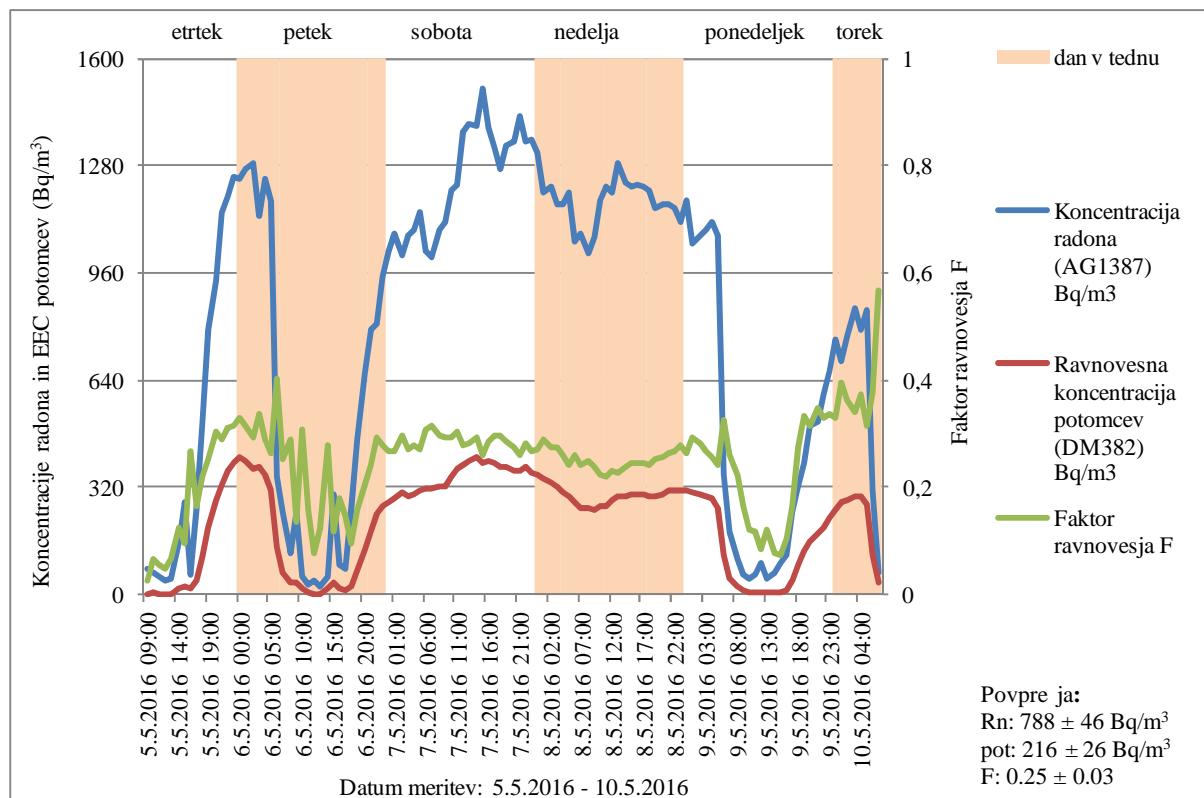
### 5.1.10. OŠ Spodnja Idrija, PŠ Ledine

V PŠ Ledine smo izvajali meritve koncentracije radona z detektorji sledi v letu 2015 in sicer v igralnici vrtca v pritli ju. Izmerjena vrednost je bila  $767 \pm 100$  Bq/m<sup>3</sup> [22]. V letu 2016 smo izvedli meritve koncentracije radona z detektorji sledi v u ilnici v prvem nadstropju. Izmerjena vrednost je bila  $438 \pm 60$  Bq/m<sup>3</sup> (Tabela 2).

V obdobju od 5.5.2016 do 10.5.2016 smo izvajali kontinuirne meritve asovnega poteka koncentracije radona in radonovih potomcev v igralnici vrtca, kjer je bila v letu 2015 izmerjena previsoka koncentracija radona [22].

Povprečna koncentracija radona v asu meritve je bila  $788 \pm 46$  Bq/m<sup>3</sup> ( $25 - 1512$  Bq/m<sup>3</sup>), povprečna koncentracija radonovih potomcev v asu meritve je bila  $216 \pm 26$  Bq/m<sup>3</sup> ( $2 - 410$  Bq/m<sup>3</sup>), povprečna vrednost faktorja ravnovesja F je bila  $0.25 \pm 0.03$  ( $0.03 - 0.57$ ). Rezultati meritve so prikazani na sliki 35 in v tabeli 17.

Iz slike 35 vidimo, da koncentracija radona v igralnici hitro naraste v popoldanskem in no nem asu ter med vikendom, ko so okna zaprta. Faktor ravnovesja je v no nem asu, ko so okna zaprta, dokaj konstanten in nizek, giba se okoli 20 %. To pomeni, da zrak uhaja iz prostora in koncentracija radonovih potomcev ne doseže običajnih 40 % koncentracije radona. Razlog za to ne poznamo, a najbrž je vzrok v uhajanju zraka iz igralnice vrtca v prvo nadstropje, kjer je bila v u ilnici v obdobju od 8.4.2016 do 18.5.2016 z detektorji sledi izmerjena koncentracija radona  $438 \pm 60$  Bq/m<sup>3</sup>, kar ni običajno za prostore v višjih nadstropijih (Tabela 2).

**Slika 35. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: PŠ Ledine, igralnica vrtca

Datum meritve: 5.5.2016 do 10.5.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), Doseman Pro 382 (DM382)

**Tabela 17. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: PŠ Ledine, igralnica vrtca

Datum meritve: 5.5.2016 do 10.5.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), Doseman Pro 382 (DM382)

Vrednosti, ozna ene s # in odenbeljene so zunaj akreditiranega obmo ja

Datum, ura	Koncentracija radona (AG1387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM382) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
5.5.2016 9:00	74	2	0,03
5.5.2016 10:00	62	4	0,06
5.5.2016 11:00	54	3	0,06
5.5.2016 12:00	# 43	2	0,05
5.5.2016 13:00	# 46	3	0,07
5.5.2016 14:00	154	19	0,12
5.5.2016 15:00	278	26	0,09
5.5.2016 16:00	60	16	0,27
5.5.2016 17:00	250	41	0,16
5.5.2016 18:00	512	113	0,22
5.5.2016 19:00	792	199	0,25
5.5.2016 20:00	936	284	0,30
5.5.2016 21:00	1144	331	0,29
5.5.2016 22:00	1192	372	0,31
5.5.2016 23:00	1248	393	0,31

Datum, ura	Koncentracija radona (AG1387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM382) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
6.5.2016	1240	410	0,33
6.5.2016 1:00	1272	400	0,31
6.5.2016 2:00	1288	377	0,29
6.5.2016 3:00	1128	379	0,34
6.5.2016 4:00	1240	357	0,29
6.5.2016 5:00	1176	312	0,27
6.5.2016 6:00	354	142	0,40
6.5.2016 7:00	248	63	0,25
6.5.2016 8:00	125	36	0,29
6.5.2016 9:00	245	33	0,13
6.5.2016 10:00	52	16	0,31
6.5.2016 11:00	# 32	5	0,16
6.5.2016 12:00	# 39	3	0,08
6.5.2016 13:00	# 25	3	0,12
6.5.2016 14:00	54	15	0,28

Datum, ura	Koncentracija radona (AG1387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM382) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
6.5.2016 15:00	298	35	0,12
6.5.2016 16:00	90	16	0,18
6.5.2016 17:00	75	11	0,15
6.5.2016 18:00	260	25	0,10
6.5.2016 19:00	460	73	0,16
6.5.2016 20:00	664	137	0,21
6.5.2016 21:00	788	190	0,24
6.5.2016 22:00	808	238	0,29
6.5.2016 23:00	948	263	0,28
7.5.2016	1024	275	0,27
7.5.2016 1:00	1080	290	0,27
7.5.2016 2:00	1016	303	0,30
7.5.2016 3:00	1072	292	0,27
7.5.2016 4:00	1088	301	0,28
7.5.2016 5:00	1144	310	0,27
7.5.2016 6:00	1024	316	0,31
7.5.2016 7:00	1008	319	0,32
7.5.2016 8:00	1088	321	0,30
7.5.2016 9:00	1112	325	0,29
7.5.2016 10:00	1208	354	0,29
7.5.2016 11:00	1224	373	0,30
7.5.2016 12:00	1384	384	0,28
7.5.2016 13:00	1408	399	0,28
7.5.2016 14:00	1400	409	0,29
7.5.2016 15:00	1512	391	0,26
7.5.2016 16:00	1392	398	0,29
7.5.2016 17:00	1336	395	0,30
7.5.2016 18:00	1272	378	0,30
7.5.2016 19:00	1344	383	0,28
7.5.2016 20:00	1352	369	0,27
7.5.2016 21:00	1432	371	0,26
7.5.2016 22:00	1352	380	0,28
7.5.2016 23:00	1360	363	0,27
8.5.2016	1320	356	0,27
8.5.2016 1:00	1200	345	0,29
8.5.2016 2:00	1216	336	0,28
8.5.2016 3:00	1168	321	0,27
8.5.2016 4:00	1168	305	0,26
8.5.2016 5:00	1200	291	0,24
8.5.2016 6:00	1056	276	0,26
8.5.2016 7:00	1080	260	0,24
8.5.2016 8:00	1020	255	0,25
8.5.2016 9:00	1064	252	0,24
8.5.2016 10:00	1176	262	0,22
8.5.2016 11:00	1216	265	0,22

Datum, ura	Koncentracija radona (AG1387) Bq/m <sup>3</sup>	Ravnovesna koncentracija potomcev (DM382) Bq/m <sup>3</sup>	Faktor ravnovesja F
8.5.2016 12:00	1200	279	0,23
8.5.2016 13:00	1288	292	0,23
8.5.2016 14:00	1232	293	0,24
8.5.2016 15:00	1216	299	0,25
8.5.2016 16:00	1224	299	0,24
8.5.2016 17:00	1216	298	0,25
8.5.2016 18:00	1208	291	0,24
8.5.2016 19:00	1152	293	0,25
8.5.2016 20:00	1168	301	0,26
8.5.2016 21:00	1168	310	0,27
8.5.2016 22:00	1152	310	0,27
8.5.2016 23:00	1112	310	0,28
9.5.2016	1176	310	0,26
9.5.2016 1:00	1048	306	0,29
9.5.2016 2:00	1072	301	0,28
9.5.2016 3:00	1088	291	0,27
9.5.2016 4:00	1112	286	0,26
9.5.2016 5:00	1072	259	0,24
9.5.2016 6:00	358	117	0,33
9.5.2016 7:00	189	49	0,26
9.5.2016 8:00	103	23	0,22
9.5.2016 9:00	61	10	0,16
9.5.2016 10:00	50	6	0,12
9.5.2016 11:00	59	7	0,12
9.5.2016 12:00	96	8	0,08
9.5.2016 13:00	50	6	0,12
9.5.2016 14:00	65	5	0,08
9.5.2016 15:00	96	7	0,07
9.5.2016 16:00	116	12	0,10
9.5.2016 17:00	248	41	0,17
9.5.2016 18:00	324	89	0,27
9.5.2016 19:00	390	130	0,33
9.5.2016 20:00	506	160	0,32
9.5.2016 21:00	516	179	0,35
9.5.2016 22:00	596	197	0,33
9.5.2016 23:00	668	226	0,34
10.5.2016	764	252	0,33
10.5.2016 1:00	700	278	0,40
10.5.2016 2:00	776	281	0,36
10.5.2016 3:00	856	291	0,34
10.5.2016 4:00	788	294	0,37
10.5.2016 5:00	852	268	0,31
10.5.2016 6:00	310	117	0,38
10.5.2016 7:00	67	38	0,57

Predlagamo meritve koncentracije radona z detektorji sledi v igralnici vrtca v pritli ju in u ilnici v prvem nadstropju v zimskem in poletnem obdobju. Isto asno predlagamo tudi iskanje virov radona v igralnici vrtca (ali mogo e celo isto asne meritve koncentracije radona in potomcev v pritli ju in nadstropju šole), kar bo pomagalo pri dolo anju ustrezne sanacije tal v šoli.

### 5.1.11. OŠ Dolenjske Toplice

O Š Dolenjske Toplice je objekt, grajen v večnivojih. Na dveh koncih je podkleten. V učilnicah 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 napeljavo, 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 [28]. V šoli je bil pred leti vgrajen sistem za prisilno prezračevanje zraka izpod temeljne plošče (to ka 7, Tabela 18). 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 učilnicah presegale  $3000 \text{ Bq/m}^3$ , smo v okviru prijaznega programa meritve izvedli meritve koncentracije radona v treh učilnicah (kjer prej ni bilo merjeno) in iskali vire radona v vseh prostorih v šoli. Meritve koncentracije radona smo izvedli v obdobju od 2.9.2016 do 7.10.2016. Izmerjene vrednosti koncentracije radona so se v vseh merjenih prostorih gibale okoli  $300 \text{ Bq/m}^3$  (Tabela 2).

Meritve iskanja virov radona smo izvajali 6.9.2016 na devetih lokacijah v šoli. Rezultati meritve so prikazani v tabeli 18, lokacije meritve pa na sliki 38. Na slikah 36 in 37 je prikazan potek meritve iskanja virov radona v kinteh.

**Tabela 18. Iskanje virov radona**

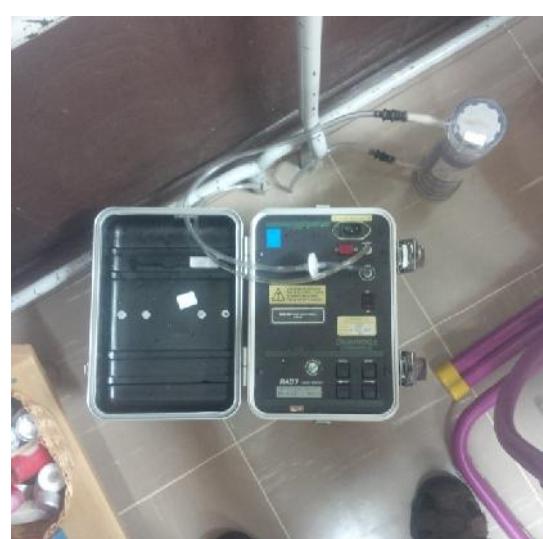
Lokacija: OŠ Dolenjske Toplice

Datum meritve: 6.9.2016

Zap. št.	Lokacija	Merilni instrument	Koncentracija radona ( $\text{Bq/m}^3$ )
1	Igralnica Metuljki	RAD7	$9000 \pm 1500$
2	Hodnik pred upravo, jašek	Alphaguard 1387	$3150 \pm 300$
3	Kabinet kemija	RAD7	$2500 \pm 700$
4	Hodnik, luknja v kinteti	Alphaguard 1387	$37000 \pm 1750$
5	Knjižnica, luknja v kinteti	RAD7	$40000 \pm 2500$
6	Telovadnica	Alphaguard 1387	$9000 \pm 900$
7	Izpuh cevi zunaj stavbe (stara sanacija)	RAD7	$28000 \pm 2000$
8	Razredna stopnja, prva učilnica, luknja v kinteti	RAD7	$74400 \pm 3700$
9	Dvigalo - dno	Alphaguard 1387	$3500 \pm 850$



Slika 36. Hodnik, luknja v kinteti (to ka 4)



Slika 37. Prva učilnica, luknja v kinteti (ja ka 8)



**Slika 38. Lokacije meritev iskanja virov radona**

Na podlagi opravljenih meritev radona sklepamo, da predstavljajo glavni vir radona kinete, ki so dotrajane in razpokane, zato vanje prihaja radon z zrakom iz tal. Preko razpok v pokrovih kinet prihaja radon nemoteno v prostore, še posebej v obdobju ogrevanja, ko je v u ilnicah podtlak, kar so pokazale tudi meritve z detektorji sledi [28].

Predlagamo, da se sanirajo kinete, ki so potrebne za obstoje o napeljavo in se povežejo s sistemom za prisilno prezra evanje, ostale kinete pa se po potrebi odstranijo. Po izvedeni sanaciji predlagamo meritve koncentracije radona z detektorji sledi vsaj v treh prostorih, kjer bo izvedena sanacija kinet in v dveh prostorih, kjer ni kinet. Tako bomo ugotovili, e je tesnjenje kinet uspešno in e ostale razpoke v tleh ne predstavljajo pomembnega vira radona.

## 5.2. Ostali objekti

Rezultati meritev koncentracije radona z detektorji sledi v ostalih objektih so prikazani v tabeli 19. V treh (3) stavbah smo postavili štiri (4) detektorje sledi. V dveh stavbah je bila izmerjena koncentracija radona višja od  $1000 \text{ Bq/m}^3$  (Tabela 19). Z rde o barvo so ozna ene lokacije z izmerjenimi koncentracijami radona, ki so skupaj z negotovostjo (interval zaupanja 65 %) višje od  $1000 \text{ Bq/m}^3$ .

**Tabela 19. Koncentracija radona v ostalih objektih**

Zap. št.	Objekt	Šifra	Št. detektorja	Start	Stop	Lokacija	Objekt	Konc. radona Bq/m <sup>3</sup>
65	1	3	168567-6	7.4.2016	10.5.2016	fizioterapija klet	Zdravstveni dom Ribnica	5353 ± 970
66	1	3	196965-8	7.4.2016	10.5.2016	logopedska ambulanta klet	Zdravstveni dom Ribnica	981 ± 130
67	2	3	169328-2	6.4.2016	13.5.2016	lekarna - vodja	Psihiatri na bol. Idrija	261 ± 40
68	3	3	169420-7	10.4.2016	11.5.2016	prometni urad	SŽ, ŽP Podgorje	1308 ± 200

\* Vse izmerjene koncentracije radona, ki skupaj z negotovostjo (interval zaupanja  $k = 2$ ) meritve presegajo  $1000 \text{ Bq/m}^3$  za delovno okolje, so obarvane rde e

### 5.2.1. Železniška postaja Podgorje

Železniška postaja Podgorje je star objekt, v katerem se nahaja prometni urad. Del objekta je podkleten, vendar ne pod pisarno prometnega urada. V pisarni je po tleh položen linolej, ki je ve koncih raztrgan (Slika 39). Na sredini pisarne je v tleh jašek za napeljavo, ki ne tesni dobro (Slika 40).



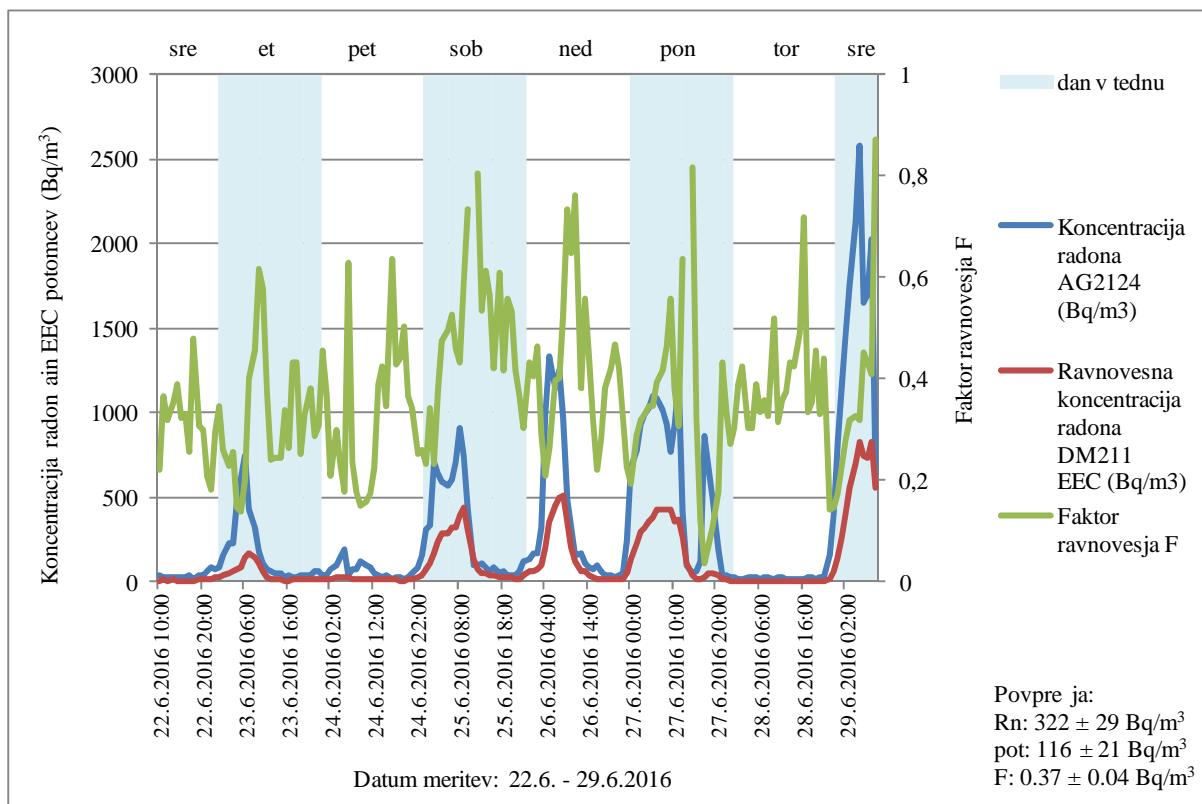
Slika 39. Tla v pisarni prometnega urada



Slika 40. Jašek za napeljavo v pisarni

V obdobju od 22.6.2016 do 29.6.2016 smo izvajali kontinuirne meritve asovnega poteka koncentracije radona in radonovih potomcev v pisarni prometnega urada, kjer je bila v letu 2015 izmerjena previsoka koncentracija radona (meritve opravil IJS).

Povpre na koncentracija radona v asu meritve je bila  $322 \pm 29 \text{ Bq/m}^3$  ( $13 - 2576 \text{ Bq/m}^3$ ), povpre na koncentracija radonovih potomcev v asu meritve je bila  $116 \pm 21 \text{ Bq/m}^3$  ( $7 - 828 \text{ Bq/m}^3$ ), povpre na vrednost faktorja ravnovesja F je bila  $0.37 \pm 0.04$  ( $0.04 - 0.87$ ). Rezultati meritev so prikazani na sliki 41 in v tabeli 20.



**Slika 41. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v  $\text{Bq/m}^3$**

Lokacija merjenja: ŽP Podgorje, prometni urad

Datum meritve: 22.6.2016 do 29.6.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 2124 (AG2124), Doseman Pro 211 (DM211)

Iz slike 41 vidimo, da je bila koncentracija radona med delovnim asom zelo nizka, nižja od  $50 \text{ Bq/m}^3$ , popoldan in v no nem asu pa je močno narasla, tudi preko  $2500 \text{ Bq/m}^3$ . Razlog za to je sončno in toplo vreme, zaradi česar so bila med delovnim asom odprta okna in vrata. V no nem asu, ko so bila okna in vrata zaprta, je zrak, bogat z radonom, zaradi ugodne tla ne razlike prihaja skozi reže v tleh v prostor.

Po izjavah zaposlenih bodo prometni urad zaprli, ker bo postaja vodena avtomatsko in bodo zaposleni le ob asno prisotni v pisarni.

V primeru zaprtja prometnega urada ne predlagamo nobenih ukrepov sanacije, v nasprotnem primeru pa je potrebna obnova tlakov in vgradnja sistema za prisilno prezračevanje.

**Tabela 20. Koncentracija radona in ravnovesna koncentracija radonovih potomcev (EEC) v Bq/m<sup>3</sup>**

Lokacija merjenja: ŽP Podgorje, prometni urad

Datum meritve: 22.6.2016 do 29.6.2016

Merilni instrumenti: Alphaguard 1387 (AG1387), Doseman Pro 382 (DM382)

Vrednosti, označene s # in odeneljene so zunaj akreditiranega območja

Datum in ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnovesna koncentracija radona DM211 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
22.6.2016 10:00	#37	8	0,22
22.6.2016 11:00	#32	12	0,37
22.6.2016 12:00	#33	11	0,32
22.6.2016 13:00	#33	12	0,35
22.6.2016 14:00	#24	9	0,39
22.6.2016 15:00	#29	9	0,32
22.6.2016 16:00	#32	11	0,33
22.6.2016 17:00	#41	11	0,26
22.6.2016 18:00	#22	11	0,48
22.6.2016 19:00	#38	12	0,31
22.6.2016 20:00	#43	13	0,30
22.6.2016 21:00	61	13	0,21
22.6.2016 22:00	91	16	0,18
22.6.2016 23:00	79	23	0,30
23.6.2016	84	29	0,35
23.6.2016 1:00	163	42	0,26
23.6.2016 2:00	231	53	0,23
23.6.2016 3:00	231	60	0,26
23.6.2016 4:00	474	70	0,15
23.6.2016 5:00	612	84	0,14
23.6.2016 6:00	744	151	0,20
23.6.2016 7:00	424	171	0,40
23.6.2016 8:00	318	145	0,46
23.6.2016 9:00	184	113	0,62
23.6.2016 10:00	105	61	0,58
23.6.2016 11:00	71	27	0,38
23.6.2016 12:00	58	14	0,24
23.6.2016 13:00	53	13	0,24
23.6.2016 14:00	#48	12	0,24
23.6.2016 15:00	#31	11	0,34
23.6.2016 16:00	#40	11	0,26
23.6.2016 17:00	#27	12	0,43
23.6.2016 18:00	#27	12	0,43
23.6.2016 19:00	#46	12	0,25
23.6.2016 20:00	#39	13	0,33
23.6.2016 21:00	#40	15	0,38
23.6.2016 22:00	61	18	0,29
23.6.2016 23:00	61	19	0,31
24.6.2016	#41	19	0,46
24.6.2016 1:00	#41	15	0,37
24.6.2016 2:00	78	16	0,21
24.6.2016 3:00	94	28	0,30
24.6.2016 4:00	142	33	0,23
24.6.2016 5:00	192	34	0,18
24.6.2016 6:00	39	25	0,63
24.6.2016 7:00	74	18	0,24
24.6.2016 8:00	79	14	0,18
24.6.2016 9:00	117	18	0,15
24.6.2016 10:00	103	16	0,16

Datum in ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnovesna koncentracija radona DM211 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
24.6.2016 11:00	88	15	0,17
24.6.2016 12:00	52	12	0,23
24.6.2016 13:00	#39	15	0,39
24.6.2016 14:00	#33	14	0,43
24.6.2016 15:00	#37	13	0,35
24.6.2016 16:00	#22	14	0,64
24.6.2016 17:00	#30	13	0,43
24.6.2016 18:00	#24	11	0,44
24.6.2016 19:00	#21	11	0,50
24.6.2016 20:00	#32	12	0,37
24.6.2016 21:00	#48	16	0,34
24.6.2016 22:00	92	23	0,25
24.6.2016 23:00	157	41	0,26
25.6.2016	314	74	0,23
25.6.2016 1:00	334	115	0,34
25.6.2016 2:00	712	166	0,23
25.6.2016 3:00	644	245	0,38
25.6.2016 4:00	596	284	0,48
25.6.2016 5:00	572	283	0,50
25.6.2016 6:00	604	318	0,53
25.6.2016 7:00	708	325	0,46
25.6.2016 8:00	912	394	0,43
25.6.2016 9:00	744	439	0,59
25.6.2016 10:00	430	316	0,73
25.6.2016 11:00	99	135	
25.6.2016 12:00	96	77	0,80
25.6.2016 13:00	107	57	0,54
25.6.2016 14:00	82	50	0,61
25.6.2016 15:00	62	35	0,57
25.6.2016 16:00	92	39	0,42
25.6.2016 17:00	#48	29	0,61
25.6.2016 18:00	59	25	0,42
25.6.2016 19:00	#46	26	0,56
25.6.2016 20:00	#46	25	0,53
25.6.2016 21:00	#45	19	0,42
25.6.2016 22:00	61	22	0,36
25.6.2016 23:00	124	37	0,30
26.6.2016	135	59	0,43
26.6.2016 1:00	168	68	0,40
26.6.2016 2:00	169	78	0,46
26.6.2016 3:00	322	94	0,29
26.6.2016 4:00	992	207	0,21
26.6.2016 5:00	1328	352	0,27
26.6.2016 6:00	1144	454	0,40
26.6.2016 7:00	1256	502	0,40
26.6.2016 8:00	972	511	0,53
26.6.2016 9:00	486	357	0,73
26.6.2016 10:00	322	208	0,65
26.6.2016 11:00	157	119	0,76

Datum in ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnovesna koncentracija radona DM211 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
26.6.2016 12:00	174	67	0,38
26.6.2016 13:00	115	64	0,56
26.6.2016 14:00	93	41	0,44
26.6.2016 15:00	81	26	0,32
26.6.2016 16:00	96	21	0,22
26.6.2016 17:00	63	18	0,28
26.6.2016 18:00	#46	18	0,38
26.6.2016 19:00	#36	15	0,42
26.6.2016 20:00	#30	14	0,47
26.6.2016 21:00	#39	16	0,42
26.6.2016 22:00	57	19	0,33
26.6.2016 23:00	241	54	0,22
27.6.2016	680	131	0,19
27.6.2016 1:00	780	227	0,29
27.6.2016 2:00	932	297	0,32
27.6.2016 3:00	992	326	0,33
27.6.2016 4:00	1032	356	0,34
27.6.2016 5:00	1104	384	0,35
27.6.2016 6:00	1088	429	0,39
27.6.2016 7:00	1016	424	0,42
27.6.2016 8:00	928	432	0,47
27.6.2016 9:00	772	431	0,56
27.6.2016 10:00	928	355	0,38
27.6.2016 11:00	1192	369	0,31
27.6.2016 12:00	422	268	0,63
27.6.2016 13:00	96	112	
27.6.2016 14:00	53	43	0,82
27.6.2016 15:00	62	20	0,32
27.6.2016 16:00	117	14	0,12
27.6.2016 17:00	860	33	0,04
27.6.2016 18:00	680	49	0,07
27.6.2016 19:00	494	54	0,11
27.6.2016 20:00	196	35	0,18
27.6.2016 21:00	#46	20	0,43
27.6.2016 22:00	#35	12	0,33

Datum in ura	Koncentracija radona AG2124 (Bq/m <sup>3</sup> )	Ravnovesna koncentracija radona DM211 EEC (Bq/m <sup>3</sup> )	Faktor ravnovesja F
27.6.2016 23:00	#30	8	0,27
28.6.2016	#27	8	0,30
28.6.2016 1:00	#21	8	0,39
28.6.2016 2:00	#22	9	0,43
28.6.2016 3:00	#27	8	0,30
28.6.2016 4:00	#23	7	0,31
28.6.2016 5:00	#24	9	0,39
28.6.2016 6:00	#21	7	0,33
28.6.2016 7:00	#26	9	0,36
28.6.2016 8:00	#25	8	0,33
28.6.2016 9:00	#18	9	0,52
28.6.2016 10:00	#26	8	0,32
28.6.2016 11:00	#26	9	0,36
28.6.2016 12:00	#22	8	0,37
28.6.2016 13:00	#19	8	0,43
28.6.2016 14:00	#22	9	0,43
28.6.2016 15:00	#19	9	0,49
28.6.2016 16:00	#13	9	0,72
28.6.2016 17:00	#28	9	0,33
28.6.2016 18:00	#23	8	0,36
28.6.2016 19:00	#18	8	0,46
28.6.2016 20:00	#32	11	0,33
28.6.2016 21:00	#24	11	0,44
28.6.2016 22:00	156	22	0,14
28.6.2016 23:00	402	60	0,15
29.6.2016	828	143	0,17
29.6.2016 1:00	1144	261	0,23
29.6.2016 2:00	1464	410	0,28
29.6.2016 3:00	1760	560	0,32
29.6.2016 4:00	2128	694	0,33
29.6.2016 5:00	2576	823	0,32
29.6.2016 6:00	1656	751	0,45
29.6.2016 7:00	1696	735	0,43
29.6.2016 8:00	2032	828	0,41
29.6.2016 9:00	644	560	0,87

## 6 Ocena efektivnih doz

Efektivne doze zaradi inhalacije radona in radonovih potomcev smo ocenili na podlagi opravljenih meritve za vse objekte, ne glede na to ali je bila presežena vrednost koncentracije radona 400 Bq/m<sup>3</sup> za vrtce in šole ter 1000 Bq/m<sup>3</sup> 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 21 in na sliki 42. Ocenjene efektivne doze za zaposlene v ostalih ustanovah so prikazane v tabeli 22 in na sliki 42. Z rede o barvo so označene efektivne doze, višje od 2 mSv na leto. Po ICRP 65 [4] prispevajo povprečne letne koncentracije radona med 200 – 600 Bq/m<sup>3</sup> v bivalnem okolju (400 Bq/m<sup>3</sup> smo privzeli za vrtce in šole) in med 500 – 1500 Bq/m<sup>3</sup> v delovnem okolju (1000 Bq/m<sup>3</sup> smo privzeli za delovno okolje) efektivno dozo med 2 – 6 mSv/leto. Po Uredbi UV2 [12] povprečna celoletna koncentracija radona 400 Bq/m<sup>3</sup> 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 največje do 2 mSv/leto, saj prejmejo delež efektivne doze zaradi naravnih sevanj tudi v bivalnem okolju.

**Tabela 21. Ocenjene letne efektivne doze za odrasle in otroke v vrtcih in šolah\***

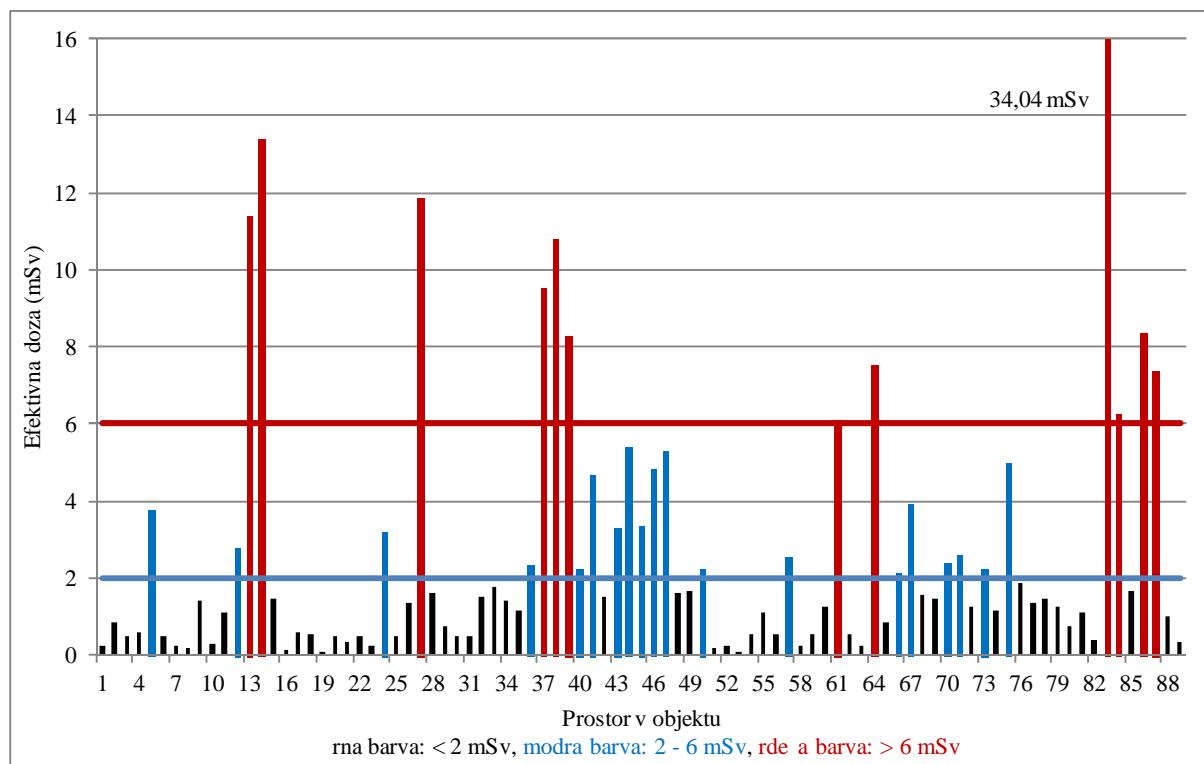
Zap. št.	Številka detektorja	Lokacija	Objekt	Število ur	Ef. doza (mSv)
1	169844-8	kabinet 119	OŠ V. Perka Domžale	1320	0,25 ± 0,05
2	196936-9	u ilnica 36	OŠ V. Perka Domžale	1320	0,83 ± 0,13
3	197462-5	u ilnica 115	OŠ Šentvid pri Stični	1320	0,48 ± 0,08
4	197119-1	u ilnica 206	OŠ Šentvid pri Stični	1320	0,60 ± 0,13
5	168616-1	u ilnica 117	OŠ Šentvid pri Stični	1320	3,76 ± 0,50
6	197355-1	u ilnica 116	OŠ Šentvid pri Stični	1320	0,50 ± 0,08
7	168733-4	igralnica	PŠ Trnovo - vrtec	1584	0,22 ± 0,05
8	197250-4	jedilnica	OŠ Solkan, PŠ Trnovo	1320	0,20 ± 0,04
9	168612-0	u ilnica 3., 4. razred	OŠ Solkan, PŠ Grgar	1320	1,42 ± 0,21
10	197099-5	igralnica	PŠ Grgar - vrtec	1584	0,31 ± 0,05
11	196832-0	Pikapolonice stari vrtec	OŠ Nova vas	1584	1,08 ± 0,15
12	169154-2	novi vrtec igralnica spodaj	OŠ Nova vas	1584	2,78 ± 0,35
13	168928-0	kem, bio, fiz	OŠ Nova vas	1320	11,40 ± 2,06
14	169756-4	mat, jezik	OŠ Nova vas	1320	13,39 ± 2,43
15	168384-6	ksenija	OŠ Nova vas	1320	1,43 ± 0,21
16	169513-9	delavnica	OŠ Šempeter	1320	0,13 ± 0,03
17	168881-1	jedilnica	OŠ Šempeter, PŠ Vogrsko	1320	0,58 ± 0,13
18	196765-2	u ilnica raunalništvo	OŠ Šempeter, PŠ Vrtojba	1320	0,52 ± 0,08
19	196914-6	pisarna šole	OŠ Šempeter - pedijatrija	1320	0,06 ± 0,03
20	196798-3	avla	OŠ Šempeter, Mavrica	1320	0,51 ± 0,08
21	976685-8	1. igralnica	OŠ Šempeter, enota Žarek	1584	0,33 ± 0,05
22	152775-3	igralnica	OŠ Šempeter, enota Mavrica	1584	0,48 ± 0,06
23	591777-8	2. igralnica	OŠ Šempeter, enota Sonček	1584	0,22 ± 0,04
24	168500-7	skladišče	OŠ Šempeter, enota Sonček	1584	3,16 ± 0,40
25	988222-6	jedilnica	OŠ Šempeter, enota Zvezdice	1584	0,49 ± 0,07
26	168927-2	gospodinjstvo	OŠ Semič	1320	1,36 ± 0,21
27	169403-3	tehnika	OŠ Semič	1320	11,83 ± 2,14
28	169724-2	telovadnica	OŠ Semič	1320	1,59 ± 0,21
29	125645-2	tehnika	OŠ Semič	1320	0,72 ± 0,13
30	196982-3	igralnic Mucike	OŠ Prevole	1584	0,46 ± 0,07
31	196715-7	igralnica Sovice	OŠ Prevole	1584	0,46 ± 0,07
32	197137-3	u ilnica gospodinjstvo	OŠ Prevole	1320	1,53 ± 0,21
33	168737-5	u ilnica 5	OŠ Cerklje ob Krki	1320	1,77 ± 0,25

34	197763-6	u ilnica C14	OŠ Cerkje ob Krki	1320	1,39	±	0,21
35	197146-4	u ilnica zgoraj	OŠ Sežana, PŠ Lokev	1320	1,16	±	0,17
36	169621-0	u ilnica spodaj	OŠ Sežana, PŠ Lokev	1320	2,33	±	0,34
37	197351-0	biologija	OŠ rni Vrh	1320	9,52	±	1,55
38	196920-3	raunalništvo	OŠ rni Vrh	1320	10,77	±	1,97
39	169051-0	tehni ni pouk	OŠ rni Vrh	1320	8,26	±	1,34
40	168354-9	u ilnica nadstropje	OŠ Sp. Idrija, PŠ Ledine	1584	2,21	±	0,30
41	169438-9	tehnika 68	OŠ C. Golarja, Škofja Loka	1584	4,67	±	0,60
42	196886-6	Rete e 1. r	OŠ C. Golarja, Škofja Loka	1320	1,49	±	0,21
43	169711-9	matematika	OŠ Otlica	1320	3,28	±	0,42
44	169688-9	slovenš ina	OŠ Otlica	1320	5,39	±	0,67
45	168848-0	naravoslovje	OŠ Otlica	1320	3,32	±	0,42
46	262209-0	igralnica vrtca	OŠ Otlica	1584	4,83	±	0,60
47	168480-2	igralnica Son ki	OŠ T. Tomši a Knežak	1584	5,26	±	0,65
48	168296-2	u ilnica raunalnica	OŠ T. Tomši a Knežak	1320	1,63	±	0,25
49	169425-6	u ilnica risalnica	OŠ T. Tomši a Knežak	1320	1,65	±	0,25
50	197423-7	knjižnica	OŠ T. Tomši a Knežak	1320	2,22	±	0,29
51	197460-9	1. razred	OŠ Ren e	1320	0,18	±	0,04
52	197496-3	igralnica Lunice	OŠ Ren e - vrtec	1584	0,21	±	0,05
53	196827-0	1. razred	OŠ Ren e, PŠ Bukovica	1320	0,08	±	0,04
54	168575-9	igralnica Pikapolonice	PŠ Bukovica, vrtec	1584	0,53	±	0,10
55	168276-4	C5 - Irma	Vrtec Pedenjped, Zalog	1584	1,10	±	0,15
56	169540-2	C6 - srednja soba	Vrtec Pedenjped, Zalog	1584	0,53	±	0,10
57	168207-9	prva igralnica	Vrtec Pedenjped, N. Fužine	1584	2,53	±	0,35
58	170364-4	Medvedki	Vrtec Pedenjped, Zadvor	1584	0,23	±	0,05
59	169235-9	igralnica (desna)	Vrtec Pedenjped, Vev e	1584	0,54	±	0,10
60	168678-1	jasli	Vrtec Pedenjped, Jan e	1584	1,23	±	0,20
61	169701-0	igralnica Pikapolovice	Vrtec Pedenjped, Kašelj	1584	6,08	±	0,91
62	168148-5	igralnica (prva soba)	Vrtec Pedenjped, Kašelj	1584	0,54	±	0,10
63	168275-6	jaslice	Vrtec Pedenjped, Lipoglav	1584	0,22	±	0,06
64	197573-9	pralnica (klet)	Vrtec Ribnica	1584	7,54	±	1,16
65	168353-1	igralnica Metulj ki	Vrtec Ribnica	1584	0,87	±	0,15
66	168926-4	P8	Vrtec Idrija, Prelov eva	1584	2,13	±	0,30
67	168602-1	V1	Vrtec Idrija, rni vrh	1584	3,91	±	0,50
68	196907-0	SP1	Vrtec Idrija, Sp. Idrija	1584	1,55	±	0,25
69	168461-2	igralnica	Vrtec Idrija, Godovi	1584	1,48	±	0,25
70	169555-0	PŠ Ledine - vrtec	Vrtec Idrija, PŠ Ledine	1584	2,39	±	0,35
71	124586-9	velika u ilnica	OŠ Sostro, PŠ Jane	1320	2,59	±	0,34
72	694001-9	mala u ilnica	OŠ Sostro, PŠ Jane	1320	1,25	±	0,21
73	681354-7	Arko Beti	OŠ Velike Laše	1320	2,20	±	0,29
74	537581-1	Simona Bavdek	OŠ Velike Laše	1320	1,15	±	0,17
75	174393-9	igralnica ebelice	Vrtec Karlovica	1584	4,98	±	0,76
76	681573-2	igralnica Smnice	Vrtec Karlovica	1584	1,86	±	0,25
77	160163-2	igralnica vrtca Zmaj ki	OŠ Dolenjske Toplice	1584	1,33	±	0,20
78	589967-9	razredni pouk 3. b	OŠ Dolenjske Toplice	1320	1,45	±	0,21
79	989906-3	predmetni pouk likovna u .	OŠ Dolenjske Toplice	1320	1,28	±	0,21
80	169385-2	CK2 u ilnica M. O.	OŠ Ribnica	1320	0,76	±	0,13
81	197634-9	CK1 u ilnica A. Z.	OŠ Ribnica	1320	1,12	±	0,17
82	197561-4	delavnica hišniki	OŠ Ribnica	1320	0,40	±	0,08

\* efektivna doza je za otroke in odrasle enaka, ker upoštevamo enako število ur zadrževanja v prostoru  
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 42. Histogram efektivnih doz za zaposlene in otroke v vrtcih, šolah in drugih ustanovah (mSv/leto)

Tabela 22. Ocjenjene letne efektivne doze za zaposlene v drugih ustanovah

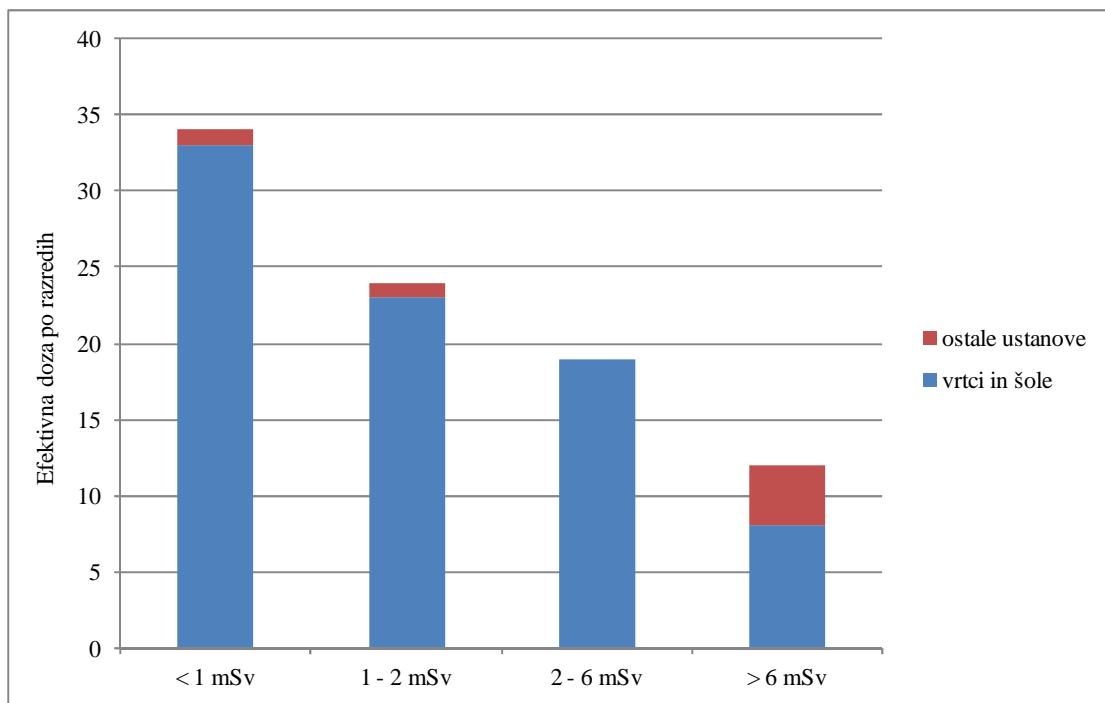
Zap. št.	Številka detektorja	Lokacija	Objekt	Število ur	Ef. doza (mSv)
1	168567-6	fizioterapija klet	Zdravstveni dom Ribnica	2000	34,04 ± 6,17
2	196965-8	logopedска ambulanta klet	Zdravstveni dom Ribnica	2000	6,24 ± 0,83
3	169328-2	lekarna - vodja	Psihiatri na bol. Idrija	2000	1,66 ± 0,25
4	169420-7	prometni urad	SŽ, ŽP Podgorje	2000	8,32 ± 1,27
5	122031-8	stavba A, soba 15/2	Vojnašnica Cerklje ob Krki	2000	7,39 ± 1,34
6	217500-8	stavba B, soba 10/1	Vojnašnica Cerklje ob Krki	2000	0,99 ± 0,13
7	169066-8	soba 15/16	UKC Ljubljana, Bohori eva	2000	0,35 ± 0,05

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 43 prikazuje efektivne doze za zaposlene v šolah, vrtcih in drugih ustanovah, razvrščene 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 12 primerih (v osmih različnih ustanovah) pa je ocenjena efektivna doza višja od 6 mSv/leto, v enem primeru celo višja od 20 mSv/leto.



**Slika 43. Efektivne doze po razredih**

## 7 Zaključki

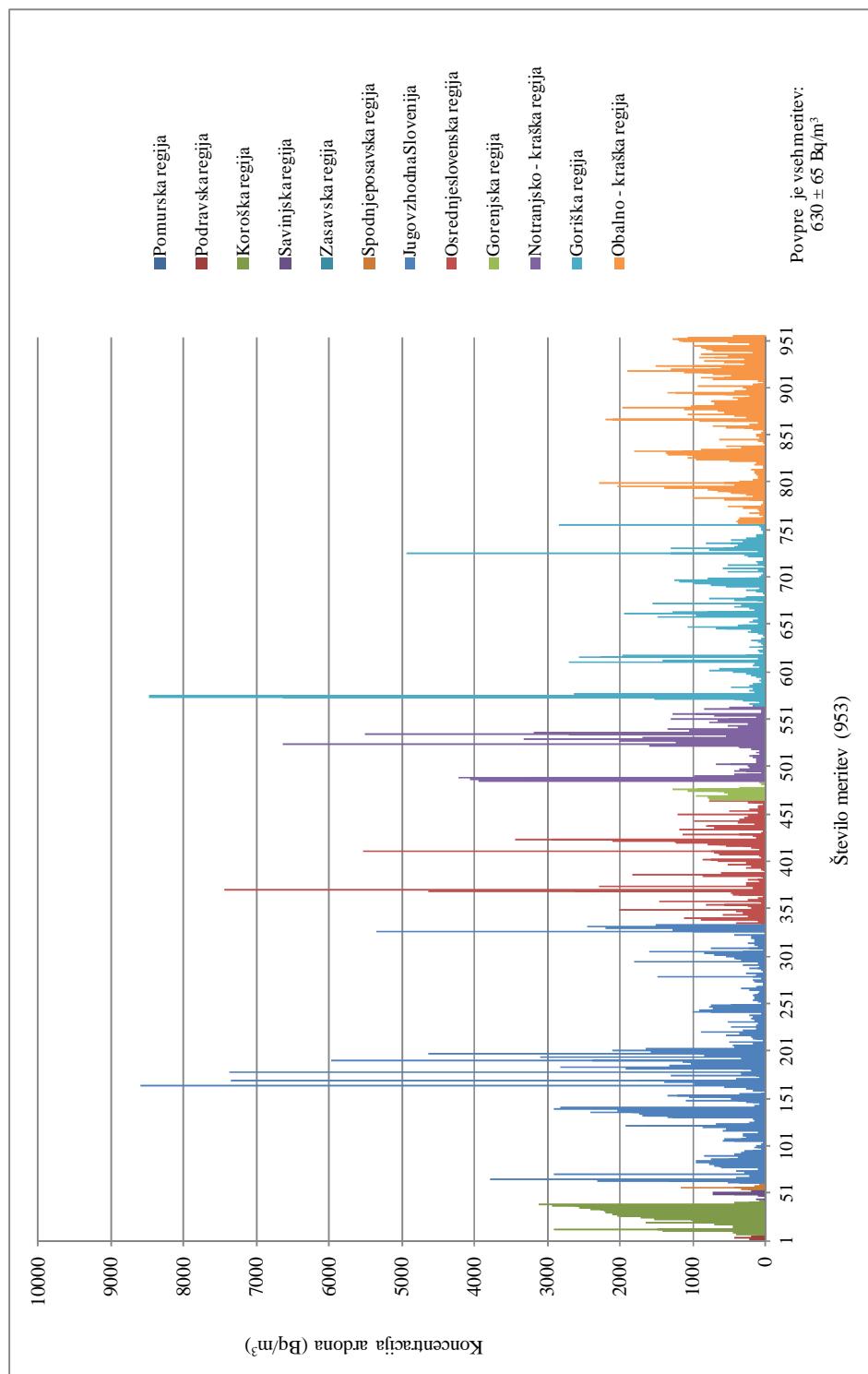
V obdobju od 2006 do 2016 smo opravili 953 meritev koncentracije radona z detektorji sledi v 444 objektih, od tega 777 meritev v 393 šolah in vrtcih, 155 meritev v 40 javnih ustanovah in 21 meritev v 12 stanovanjih. Izmerjene koncentracije radona so bile v 109 šolah in vrtcih in štirih stanovanjih višje od  $400 \text{ Bq/m}^3$ . Izmerjene koncentracije radona so bile v 16 drugih ustanovah višje od  $1000 \text{ Bq/m}^3$ .

V poročilu [17] smo podrobnejše opisali kako geološka struktura tal [28 - 32] in vremenski pogoji v različnih letnih obdobjih 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 več objektih na tem območju 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. Smotreno 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 ustrezno 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.

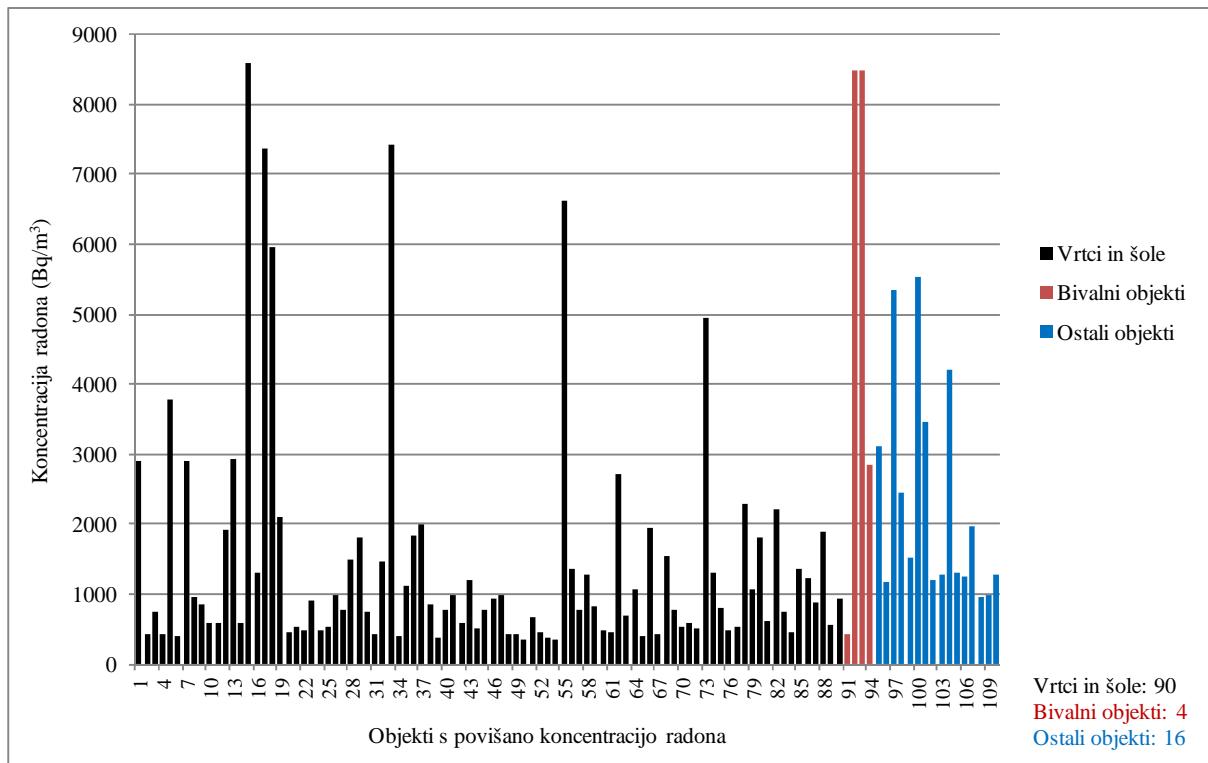
Na sliki 44 so prikazani rezultati vseh meritev koncentracije radona, merjenih z detektorji sledi v letih od 2006 do 2016, sortirani po regijah v Sloveniji. Iz slike 44 vidimo, da so bile najvišje koncentracije radona izmerjene v Jugovzhodni Sloveniji, Osrednjeslovenski regiji, Notranjsko – kraški regiji in Goriški regiji (vijoli na, turkizna, modra in rdeča barva).



**Slika 44. Koncentracija radona v različnih regijah v Sloveniji**

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

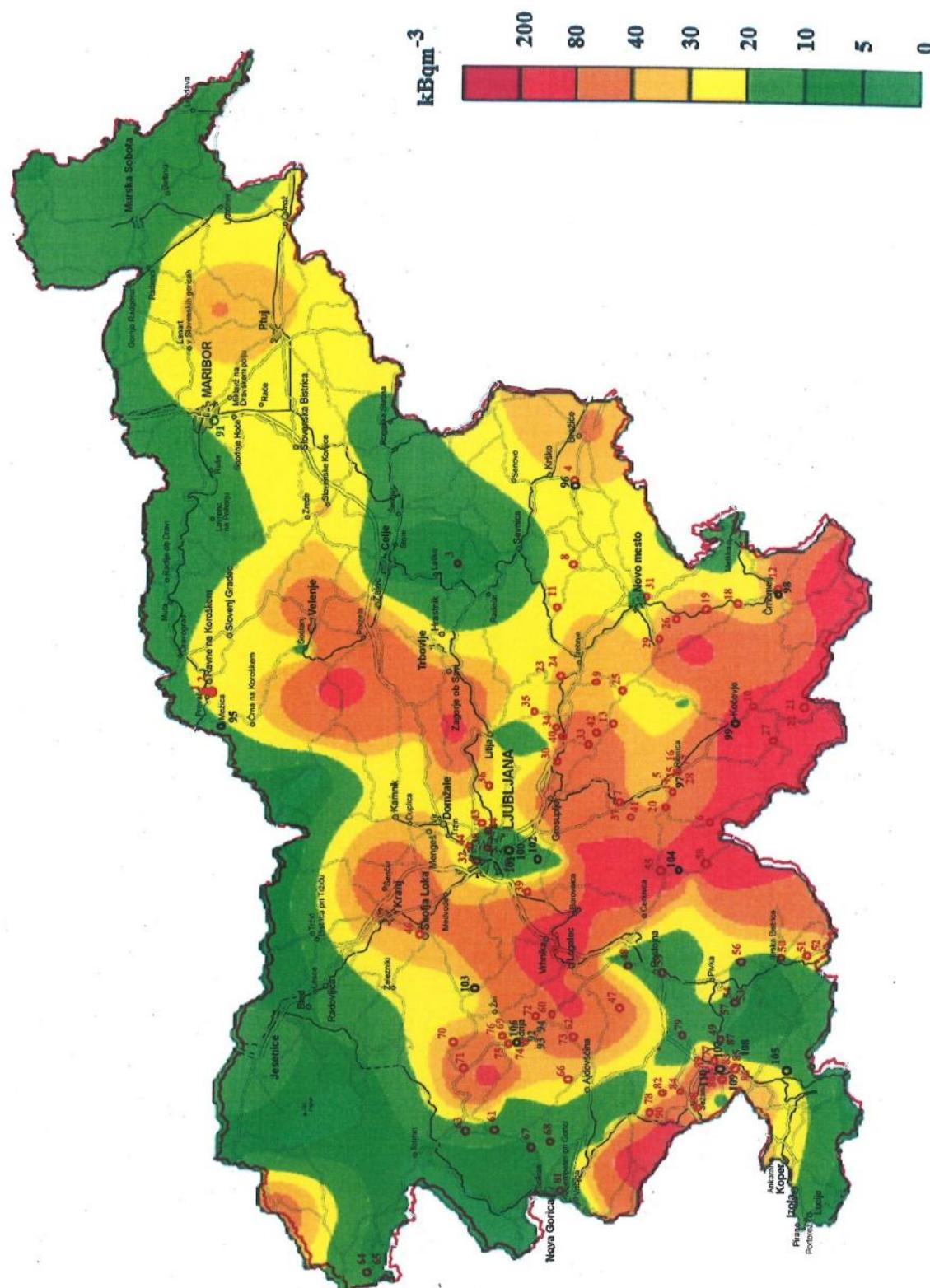
Na sliki 45 so prikazane koncentracije radona v vseh stodesetih objektih, v katerih so izmerjene koncentracije radona, izmerjene z detektorji sledi, v obdobju 2006 - 2016 presegale  $400 \text{ Bq/m}^3$  (vrtci in šole ter bivalno okolje) in  $1000 \text{ Bq/m}^3$  (ostali objekti). rni pravokotniki predstavljajo meritve v šolah in vrtcih (90 objektov), rde i v bivalnem okolju (4 objekti) in modri v delovnem okolju (16 objektov).



**Slika 45. Objekti s preseženimi koncentracijami radona v obdobju 2006 – 2016**

Slika 46 prikazuje lokacije meritev koncentracije radona iz slike 45, nanešene na kartu meritev koncentracij radona v zemlji v Sloveniji, izdelano na podlagi raziskovalne naloge [30]. Številke na karti ustrezajo lokacijam na sliki 45.

Iz slike 46 je razvidno, da obstaja korelacija med koncentracijo radona v tleh [30] in koncentracijo radona v merjenih objektih. Predlagamo, da se v bodo e izvede ve meritev koncentracije radona in potomcev v posameznem objektu, v razpokah in v tleh v razli nih letnih obdobjih in se tako laže predlaga ustrezne ukrepe sanacije.



**Slika 46. Lokacije meritev koncentracije radona v objektih, ki presegajo  $400 \text{ Bq/m}^3$  v vrtcih in osnovnih šolah (rdeča to rdeča) in v stanovanjih (modra to rdeča) oziroma  $1000 \text{ Bq/m}^3$  v ostalih objektih (rdeča to rdeča)**

## 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. Program sistematicne pregledovanja delovnega in bivalnega okolja, Ur.list RS št. 17, 2006
11. Pravilnik o pogojih in metodologiji ocenjevanja doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji, Ur.list RS št. 115, 2003
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. DP-LMSAR-3.03-Določevanje koncentracije radona z detektorji sledi-rev 5
24. DP-LMSAR-3.02-Merjenje koncentracije radona in radonovih potomcev-rev5
25. Poročilo LMSAR-99/2015-PJ, ZVD, 2105
26. Poročilo LMSAR-20150042-PJ, ZVD, 2105
27. IJS-DP-9694-1: J. Vavpotič, Radonski potencial v tleh na območjih s povišanimi koncentracijami radona v zaprtih prostorih, IJS, 2007
28. Poročilo LMSAR-20160016-PJ, ZVD, 2016