

**ISTRAŽIVANJE IZLOŽENOSTI RADONU U PREDŠKOLSKIM I  
ŠKOLSKIM USTANOVAMA GRADA TUZLE I BLIŽE OKOLINE**

**INVESTIGATION EXPOSURE RADON IN PRESCHOOL  
AND SCHOOL INSTITUTIONS OF TUZLA CITY  
AND ITS CLOSER SURROUNDING**

**Feriz Adrović, docent  
Amela Dedić, asistent  
Univerzitet u Tuzli, Prirodno-matematički fakultet  
Tuzla**

**Zejnir Trešnjo, asistent  
Univerzitet Džemal Bijedić u Mostaru, Nastavnički fakultet  
Mostar**

**Ključne riječi:** koncentracija aktivnosti radona, efektivna doza, kancinom pluća

**REZIME**

*Posljednjih godina u svijetu se posvećuje posebna pažnja ispitivanju koncentracije aktivnosti radona u vazduhu stambenih i radnih prostora. Radon je označen kao kancerogen i zato je ozbiljan zdravstveni problem. U ovom radu prikazani su rezultati istraživanja koncentracije aktivnosti radona i jačine doze gama zračenja u vazduhu zatvorenog prostora u predškolskim i školskim ustanovama grada Tuzle i bliže okoline. Cilj rada je bio da se detektuju nivoi radona, u cilju zaštite najmlađe populacije u slučaju visokih koncentracija radona u ovim zatvorenim prostorijama. Ova istraživanja direktno su u funkciji baze podataka za izradu mape koncentracije aktivnosti radona u Bosni i Hercegovini.*

**Keywords:** radon activity concentration, effective dose, lung cancer

**ABSTRACT**

*A particular interest for the measurement of radon activity concentration in air of the enclosed spaces in preschool and school institutions of Tuzla City has been unfolded over the past several years. Radon is marked as a carcinogenic and that is why it is a serious health problem. In this work we showed the results of measuring radon activity concentration and measuring of gamma dose rate in air of the enclosed spaces in preschool and school institutions of Tuzla City and its closer surroundings. The goal of this work has been the detection of the radon levels and the improvement of the protection of the preschool population from radon, in cases of very high radon concentrations in these enclosed rooms. These examinations are directly in a function of the base data for the map of radon activity concentration in Bosnia and Herzegovina.*

## 1. UVOD

Prema izveštaju UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic radiation) iz 2000. godine [1], udisanje kratkoživećih produkata raspada radioaktivnog gasa radona čini oko 50% efektivne ekvivalentne doze koju čovjek prima od svih prirodnih izvora zračenja. Te doze pod određenim uslovima mogu biti drastično prevaziđene i onda su opasne po zdravlje ljudi [2]. Izlaganje stanovništva visokim koncentracijama usljed udisanja gasa radona, kao i unošenje velikih koncentracija aerosola kratkoživećih produkata raspada radona, dovodi do ozračivanja prvenstveno organa za disanje, koje može prouzrokovati rak pluća (radon je svrstan u kancerogene supstancije klase I). Smatra se da je radon, poslije pušenja, drugi najveći uzročnik raka pluća. U mnogim razvijenim zemljama svijeta pokrenuti su veliki nacionalni projekti koji obuhvataju mjerenja prirodne radijacije i tehnološki modifikovane prirodne radioaktivnosti, posebno naglašavajući značaj nivoa koncentracije aktivnosti radona i njegovih produkata raspada u svim ambijentalnim sredinama, naročito u stambenim i radnim prostorima, gdje čovjek prosječno provodi oko 80% svoga vremena.

Radon je radioaktivan, plemenit gas, hemijski inertan i zato pokretan na normalnoj temperaturi. To je bezbojan gas, bez mirisa, ali mu svojstvo radioaktivnosti omogućava da se detektuje i mjeri. Izotopi plemenitog gasa radona:  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$  i  $^{219}\text{Rn}$  za poluvremenom raspada 3.825 dana, 55.6 s i 3.96 s respektivno, su jedan od srednjih članova svakog prirodnog radioaktivnog niza. Izotop  $^{219}\text{Rn}$  je beznačajan zbog male količine  $^{235}\text{U}$  u prirodi, dok je izotop  $^{220}\text{Rn}$  od manje važnosti zbog svog kratkog vremena poluraspada. Zbog najdužeg vremena života, najveću važnost od prirodnih izotopa radona ima  $^{222}\text{Rn}$  i pojam radon u ovom radu odnosiće se na ovaj izotop.

U svom lancu raspada, gasoviti radon se preko kratkoživećih potomaka raspada transformiše u stabilno olovo  $^{206}\text{Pb}$ , emitujući 5 alfa čestica energije do 7,7 MeV, beta zračenja energije do 2,8 MeV i fotona gama zračenja energije do 2,4 MeV. Produkti raspada radona su u većini slučajeva pozitivno naelektrisani i hemijski su aktivni [3]. U otvoreni prostor radon dolazi iz zemlje sa gustinom fluksa koji zavisi od njenog geološkog sastava, nadmorske visine zemlje, disperzije u atmosferi što je sve povezano sa meteorološkim uslovima. Na nivoe koncentracije radona u zgradama utiče niz faktora, kao što je sadržaj radijuma u zemlji ispod zgrade, propustljivost zemlje, konstrukcioni građevinski materijali. U suterenu zgrade radon obilato ulazi sa zemljinim vazduhom kroz pukotine i otvore u strukturi objekata, posebno podova. Difuzioni koeficijent radona u vazduhu iznosi  $D = 0,1 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$  [4]. Radon takođe emanira sa konstrukcionih materijala zgrade. Između zgrada postoji razlika u tim faktorima koji uslovljavaju različite koncentracije radona u njima.

Ekshalirajući sa zemljine površine u slobodnu atmosferu, radon se rasijava u njoj pod uticajem vertikalne konvekcije i turbulentnog miješanja, radi čega mu se koncentracija smanjuje. Međutim, kada radon dospije u zatvoreni prostor, mogu da se ostvare njegove velike koncentracije. Mnoga istraživanja u svijetu su pokazala da su osnovni izvori radona u zgradama tlo ispod zgrada i građevinski materijali. Zbog specifičnosti stambene gradnje i geološke podloge, u SAD se tlo ispod zgrade smatra osnovnim uzrokom povećanih koncentracija radona u zgradama, a u Evropi se znatna pažnja poklanja i građevinskom materijalu.

Ako je zemlja propustljiva, poput peščara, gas radon stvoren u stijenama koje leže ispod, lako se transportuje naviše kroz zemlju. Prisustvo podzemne vode, vlažna glina ili druga nepropustljiva zemlja su sredine koje manje, ili više sprečavaju transport radona naviše.

Poseban doprinos izvoru radona daju zone pukotina i fraktura slojeva, preko kojih se gas radon efektivno transportuje naviše. Može da se desi da preko zona fraktura problem sa radonom ima samo po neka kuća, koja leži direktno na frakturi. Uslovi, koji pored ostalih moraju biti ispunjeni, da bi kuća imala povišeni nivo koncentracije radona su da nema efikasnu zaštitu od prodora gasa radona iz zemlje kroz različite otvore i mikropukotine.

## 2. MATERIJAL I METODE

U ovom radu koristile su se savremene istraživačke metode i savremeniji mjerni sistemi za detekciju koncentracije aktivnosti radona i prospekciju polja gama zračenja. Za mjerenje koncentracije aktivnosti radona, koristio se Alpha GUARD PQ 2000/ MC50 Multiparameter Radon Monitor, uređaj čiji se rad zasniva na principu jonizacije [5]. Jonizacione komore su detektori koji su u širokoj upotrebi u dozimetriji jonizujućeg zračenja. Koriste se za mjerenje jačine ekspozicione doze i doze X zračenja i nezamjenljive su kao etaloni u metrološkim laboratorijama. Imaju dobre energetske karakteristike. Pokrivaju područja mjerenja od nivoa prirodnog fona do doza koje se javljaju pri nuklearnom udaru. Za obezbjeđivanje visokog nivoa osjetljivosti pri mjerenjima doza na nivou fona koje su reda [pC/kg s] koriste se komore velikih zapremina ili pod visokim pritiskom.

Korišteni mjerni sistem ima impulsnu jonizujuću komoru, aktivne zapremine  $0,56 \text{ dm}^3$ , koja je namijenjena za alfa spektrometriju sa digitalnim procesiranjem signala. Veliki filter od staklenih vlakana dozvoljava da u komoru difuzijom uđe gas radon, dok produkti raspada bivaju zadržani na filteru. Mjerni ospjeg za koncentraciju aktivnosti radon ovog sistema je od  $2 - 2 \cdot 10^6 \text{ Bq/m}^3$ , dok je temperatni opseg od  $-10$  do  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ . Kalibraciona greška sistema za Rn-222 je 3 %. Sistem pored radona silmutano mjeri temperaturu vazduha, atmosferski pritisak i relativnu vlažnost vazduha, dakle one meteorološke parametere koji su u dubokoj korelaciji sa distribucijom radona. Ovaj sistem je podržan profesionalnim Alpha EXPERT softverskim paketom za multiparametarsku analizu kao i grafičku vizuelizaciju dobijenih podataka i njihovo arhiviranje.

Mjerni sistem Alpha GUARD PQ 2000/ MC50, postavljen je na 1-1,5 m od tla i 1m od svih drugih materijala. Kako je generisanje radona, njegov transport i prodiranje, veoma kompleksni procesi, sistem je permanentno radio na 10 minutnom mjernom ciklusu u toku cjelokupnog istraživanja na svim mjernim lokacijama. Na taj način dobile su se izlazne 10 minutne vrijednosti koncentracije aktivnosti radona, što je od veoma bitnog značaja za prospekciju radona.

Za mjerenje jačine doze gama zračenja u vazduhu, koristio se ADL Gamma Tracer System [6], koji sa visokom preciznošću detektuje nivoe radijacije i daleko prevazilazi uređaje slične namjene do sada proizvedene u svijetu. Koristi se za: dokumentaciju radijacija prirodnog fona, permanentno praćenje emisije od nuklearnih postrojenja, radionuklidnih laboratorija, akceleratora, kao emisije iz istrošenog radioaktivnog nuklearnog otpada, monitoring životne sredine velikih površina kao i infrastrukture. Zbog velike osjetljivosti veoma brzo i precizno mjeri nivoe prirodne radijacije u radnim i životnim ambijentima. Takođe sa velikom preciznošću mjere se i nivoi radijacija u domaćinstvu ( zračenja od televizijskih i radio prijemnika, mikrotalasnih pećnica i termo-peći , i dr.). Autonomni mjerni instrument Gamma Tracer  $\gamma$  - radijacione doze kontinualno registruje u izabranim vremenskim intervalima. Preko interaktivnog infracrvenog porta, registrovane vrijednosti se mogu dispozicionirati u svakom trenutku. Gama profesionalni softverski program za upotrebnu komunikaciju, kao i softver za

analiziranje, garantuju jednostavan, brz i siguran pristup akumuliranim podacima kao i njihovoj vizuelizaciji.

Istraživanja su vršena u zatvorenim prostorima (podrumi, učionice, kabineti, spavaće sobe i sobe za dnevni boravak u obdaništima) predškolskih i školskih ustanovama grada Tuzle. Da bi se u prostorijama u kojima se mjerila koncentracija aktivnosti radona uspostavila ravnoteža između radona i njegovih produkata raspada, svaka prostorija se držala zatvorena najmanje 12 sati prije početka mjerenja kao i u toku samog procesa mjerenja. U svim ispitivanim prostorima prvo su izvršena probna mjerenja u kraćim vremenskim intervalima. Ova mjerenja su dala smjernice za primjenu metodologije mjerenja, prvenstveno za određivanje vremenskog ciklusa mjerenja. Da bi se što efikasnije i preciznije izvršila akumulacija podataka, na svakoj mjernoj lokaciji za cijelo vrijeme istraživanja vršen je 10 minutni mjerni ciklus u toku 24 sata, a na nekim lokacijama mjerenja izvođena u toku 48 sati. Prva mjerenja na svakoj lokaciji vršena su u podrumskim prostorima objekata, da bi se detektovao doprinos koncentraciji aktivnosti radona iz zemlje, a onda su mjerenja nastavljena na spratovima objekata. Izborom prostorija za mjerenje nastojalo se razlučiti doprinos koncentraciji aktivnosti radona koji dolazi iz tla od doprinosa iz građevinskog materijala.

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Rezultati istraživanja koja su dobijeni u ovom radu., prva su mjerenja koncentracije aktivnosti radona u zatvorenom prostoru (tzv. unutrašnjeg radona) u BiH. Istraživanja će se izvršiti na cijelom prostoru BiH u cilju dobijanja mape radona, na čijoj realizaciji insistira i Direkcija zajedničkog istraživačkog centra (*Joint Research Centre Directorate, JRC*) Evropske Komisije (EC), koja koordinira rad na prikupljanju podataka o državnim istraživanjima radona koja se obavljaju u Evropi.

U tumačenju rezultata mjerenja radona važnu ulogu ima poznavanje geologije prostora kroz koji se transportuje radon. Mjesta sa povećanom koncentracijom radona na površini Zemlje su potencijalna nalazišta urana. Stoga se jedna od metoda za prospekciju urana zasniva na detektovanju lokacija sa povećanom koncentracijom radona. Međutim, to uvijek ne mora da bude slučaj. Faktori koji utiču na prolaženje radona uključuju karakteristiku tla, njegovu kompaktnost, poroznost, itd. Veoma kompaktne kristalne stijene predstavljaju sredinu sa malom penetracijom za gas radon, što nije slučaj sa pješčarom i stijenama sa pukotinama i frakturama. Debeli sloj glinaca ne samo što loše propušta gas radon, već može da mu promijeni pravac kretanja. Zbog toga što i sam radijum – roditelj radona migrira, i što se radon prenosi, naslage urana ne moraju uvijek da leže vertikalno ispod lokacije detektovane anomalije radona.

#### 3.1 Rezultati mjerenja koncentracije aktivnosti radona u vazduhu

Rezultati mjerenja koncentracije aktivnosti radona u vazduhu prostorija predškolskih ustanova prikazani su u tabeli br.1. Većina predškolskih ustanova u Tuzli su prizemne zgrade, smještene u različitim djelovima grada. Neki od ovih objekata nemaju podrumске prostore, pa zato imaju neposredniji dodir sa tlom. Sa mjerenjem se prvo počelo na objektu br.1-Pčelica, gdje su izvršena dva mjerenja. Prvo mjerenje vršeno je u prostorijama gdje djeca provode najveći dio vremena i koje su smještene u prizemlju. Izmjerena maksimalna koncentracija radona bila je  $110 \text{ Bq/m}^3$ , dok je srednja vrijednost iznosila  $46 \text{ Bq/m}^3$ . Nakon nekoliko dana mjerenje je ponovljeno u istom objektu ali u prostoru za zaposlene ove

predškolske ustanove. Rezultati drugog mjerenja su: maksimalna vrijednost koncentracije aktivnosti radona  $103 \text{ Bq/m}^3$  a srednja vrijednost  $41 \text{ Bq/m}^3$ .

Predškolski objekat Poletarac bio je od posebnog interesa jer se nalazi u užem jezgru grada, gdje je prisutno slijeganje tla. Mjerenja u ovom objektu su vršena u podrumskom prostoru i u sobi za spavanje. U ovom objektu maksimalna koncentracija radona iznosila  $65 \text{ Bq/m}^3$ , dok je srednja vrijednost iznosila  $21 \text{ Bq/m}^3$  i  $16 \text{ Bq/m}^3$ . Mjerenja u objektu br. 10 i br. 11 Sunčica, vršeno je također dva puta. Prvi put mjerni instrument je postavljen u prostoriju za rad sa djecom. Tu je izmjerena maksimalna vrijednost koncentracije radona  $81 \text{ Bq/m}^3$  a srednja vrijednost  $26 \text{ Bq/m}^3$ . U ovoj prostoriji mjerenje je vršeno u toku 48 sati. U ovom objektu izvršeno je i drugo mjerenje u centralnom holu objekta, za koje su rezultati bili: maksimalna vrijednost  $65 \text{ Bq/m}^3$  i srednja  $21 \text{ Bq/m}^3$ .

Tabela 1. Vrijednosti koncentracije aktivnosti radonau u vazduhu predškolskih ustanova grada Tuzle.

Br.lokacije	Lokacija	Koncentracija aktivnosti radona u vazduhu [ $\text{Bq/m}^3$ ]		
		Srednja vrijednost	min	max
1	Pčelica I	46	7	110
2	Pčelica II	41	11	103
3	Zeko	23	0	71
4	Snjeguljica	26	7	50
5	Kolibri	13	2	27
6	Poletarac I	21	0	65
7	Poletarac II	16	0	50
8	Aladin	20	2	110
9	Lastavica	18	11	38
10	Sunčica I	26	0	81
11	Sunčica II	21	0	65

Kako se vidi iz tabele 1, srednje vrijednosti koncentracije aktivnosti radona ostalih objekata nalazile su se u intervalu od  $13 \text{ Bq/m}^3$  do  $26 \text{ Bq/m}^3$ . U tabeli broj 2, prikazani su rezultati mjerenja koncentracije aktivnosti radona u vazduhu prostorija srednjoškolskih ustanova. Srednje koncentracije aktivnosti radona u vazduhu u svim školskim objektima, izuzev Mašinske škole, nalazile su se u intervalu od  $9 \text{ Bq/m}^3$  do  $96 \text{ Bq/m}^3$ , dok su se maksimalne vrijednosti koncentracije radona nalazile u opsegu od  $25 \text{ Bq/m}^3$  do  $204 \text{ Bq/m}^3$ .

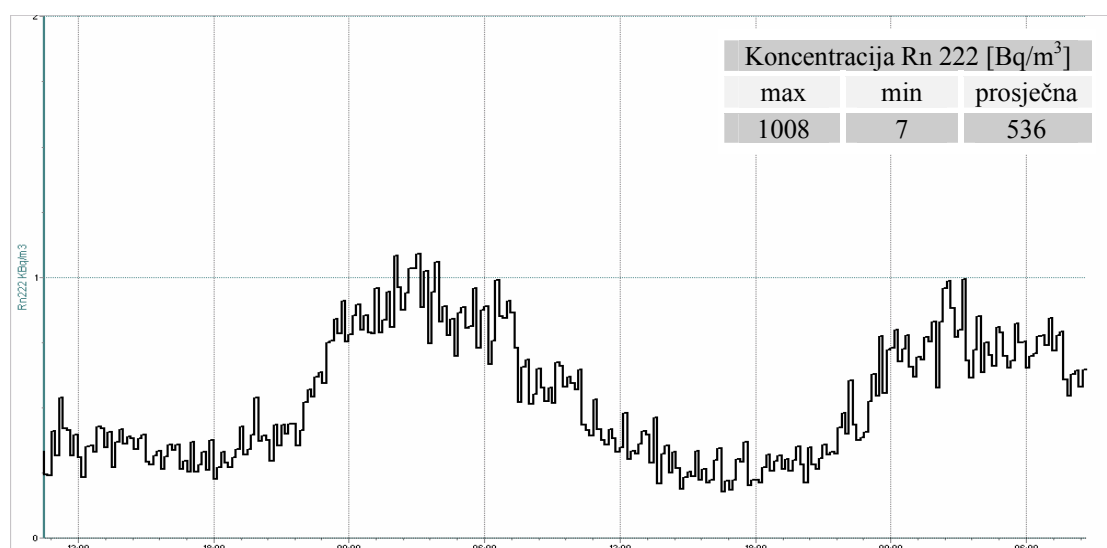
Iz tabele 2 se vidi da je u cjelokupnom istraživanju u školskom objektu br.5 – Mašinska i saobraćajna škola, registrovana najveća koncentracija radona,  $1008 \text{ Bq/m}^3$ . Ovo mjerenje izvršeno je u podrumskoj radionici, gdje su smještene mašine za obradu metala na kojima učenici izvide praktičnu obuku. Srednja koncentracija aktivnosti radona u ovoj prostoriji iznosila je  $536 \text{ Bq/m}^3$ . Ovolike vrijednosti koncentracije aktivnosti radona, bile su razlog da se u ovom školskom objektu izvrše temeljnija istraživanja. Mjerenje je u istoj prostoriji ponovljeno i vršeno kontinuirano u toku 48 sati. Rezultat je bio skoro indentičan kao u prvom mjerenju. Mjerenje je zatim izvršeno u prostoriji do ove radionice (lokacija br. 6), gdje je izmjerena srednja vrijednost koncentracije aktivnosti radona od  $230 \text{ Bq/m}^3$ . U suterenu ovog

objekta kao i u prostorijama na spratovima ovog objekta, detektovane su srednje koncentracije aktivnosti radona u opsegu od 62 Bq/m<sup>3</sup> do 69 Bq/m<sup>3</sup>.

Tabela 2. Vrijednosti koncentracije aktivnosti radona u vazduhu škola Tuzle.

Br.lokacije	Lokacija	Koncentracija aktivnosti radona u vazduhu [Bq/m <sup>3</sup> ]		
		Srednja vrijednost	min	max
1	Srednja ekonomska škola I	33	9	73
2	Srednja ekonomska škola II	11	2	36
3	Mješovita srednja hemijska škola	25	4	57
4	Mješovita srednja škola	83	27	161
5	Mašinska i saobraćajna škola I	532	178	1008
6	Mašinska i saobraćajna škola II	230	48	464
7	Mašinska i saobraćajna škola III	69	17	154
8	Mašinska i saobraćajna škola IV	62	5	208
9	Gimnazija I. Mujezinović	13	2	33
10	Turističko-ugostiteljska škola	24	2	78
11	Trgovačka škola	9	0	25
12	Rudarska škola	19	0	68
13	Građevinska škola	9	1	34
14	Medicinska škola	96	30	204
15	Gimnazija M. Selimović	55	4	102

Na slici br.1 prikazane su 10 minutne vrijednosti koncentracije aktivnosti radona na mjernom mjestu br.5 - Mašinska škola. Na ovoj slici se vidi periodično pojavljivanje špičeva radona, što sugerise na dotok radona iz tla.



Slika 1. Koncentracija radona u vazduhu na mjernom mjestu br.5

### 3.2 Rezultati mjerenja jačine doza gama zračenja u vazduhu

Uporedo sa mjerenjem koncentracije aktivnosti radona, u vazduhu ispitivanih lokacija vršeno je mjerenje jačine doza gama zračenja. Rezultati mjerenja prikazani su u tabelama br.3 i br.4.

Tabela 3. Vrijednosti jačine doze gama zračenja u vazduhu predškolskih ustanova.

Br.lokacije	Lokacija	Jačina doze gama zračenja [nSv/h]		
		Srednja vrijednost	min	max
1	Pčelica	90	64	117
2	Pčelica	102	69	131
3	Zeko	111	84	147
4	Snjeguljica	110	92	146
5	Kolibri	107	87	139
6	Poletarac	110	76	152
7	Poletarac	111	73	155
8	Aladin	110	69	146
9	Lastavica	109	88	134
10	Sunčica	109	74	149
11	Sunčica	110	77	151

Tabela 4. Vrijednosti jačine doze gama zračenja u vazduhu škola na području grada Tuzle

Br.lokacije	Lokacija	Jačina doze gama zračenja [nSv/h]		
		Srednja vrijednost	min	max
1	Srednja ekonomska škola I	99	74	127
2	Srednja ekonomska škola II	113	84	140
3	Mješovita srednja hemijska škola	77	53	108
4	Mješovita srednja škola	91	64	113
5	Mašinska i saobraćajna škola I	148	87	214
6	Mašinska i saobraćajna škola II	90	58	122
7	Mašinska i saobraćajna škola III	113	82	142
8	Mašinska i saobraćajna škola IV	102	78	132
9	Gimnazija I. Mujezinović	103	73	139
10	Turističko-ugostiteljska škola	95	70	125
11	Trgovačka škola	117	79	155
12	Rudarska škola	87	60	124
13	Građevinska škola	101	69	130
14	Medicinska škola	81	49	123
15	Gimnazija M. Selimović	92	32	111

Kako se vidi iz prikazanih tabela srednja vrijednost jačine ekvivalentne doze gama zračenja u vazduhu na većini lokacija nalazi se u intervalu od 83 nSv/h - 148 nSv/h. Kako se da primijetiti, prosječne vrijednosti nalaze se u relativno uskom intervalu. Maksimalne vrijednosti na svim lokacijama nalaze se u intervalu od 108 nSv/h - 214 nSv/h.

Dobijeni rezultati pokazuju da su varijacije gama polja neznatne na ispitivanim lokacijama ali da ipak postoje. Izmjerene vrijednosti jačine doza gama zračenja na skoro svim lokacijama nalaze se u dobroj korelaciji sa izmjerenim nivoima radona. Ovo je ne od malog značaja,

kada se uzme u obzir da rezultati kratkoročnog mjerenja jačine doze gama zračenja veoma mnogo zavise od vremenskih prilika i dinamičkih varijacija radona, jer su gama zraci Bi-214 i Pb-214, koji su produkti raspada radona, daleko najveća komponenta i najveći energetik u uranovom nizu.

#### 4. ZAKLJUČAK

Osnovni cilj istraživanja u ovom radu je bio detekcija koncentracije aktivnosti radona u vazduhu i mjerenje inteziteta polja gama zračenja u školskim i predškolskim ustanovama. Ovakva istraživanja treba uvijek raditi i prije konstrukcije novih objekata, da bi se spriječila njihova gradnja na mjestima sa kojih bi radon iz zemlje mogao da proдре u anomalno velikim koncentracijama. Isto tako, u cilju zaštite životne i radne sredine čovjeka, kontrola radioaktivnosti treba da obuhvati primarne i intermedijerne proizvode koji se nalaze u širokoj upotrebi (kamen, šljunak, pijesak), vezivne agense (ciment, kreč), finalne proizvode (blok, cigla, beton, staklo), a potrebna je i kontrola industrijskog materijala koji se koristi kao dodatak konvenconalnim materijalima.

Na svim ispitivanim lokacijama registrovane su dosta niske vrijednosti koncentracije unutrašnjeg radona u vazduhu, izuzev lokacije br.5, na kojoj će se izvršiti i dodatna gamaspektrometrijska analiza. Isto tako, izmjerene vrijednosti jačine doza gama zračenja u vazduhu na svim mjernim lokacijama nalaze se u granicama varijacije prirodnog fona.

Treba naglasiti da praćenje radiološkog kvaliteta ekosistema kao funkcionalnog jedinstva životne zajednice i njenog staništa, odnosno žive i nežive prirode u određenom prostoru, treba vršiti u okviru jedinstvenog informacionog sistema životne sredine BiH. Migracija radioaktivnosti ne priznaje nikakve granice.

#### 5. REFERENCE

- [1] UNSCEAR: Sources, effects and risks of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic radiation, New York, 2000.,
- [2] NRC (National Research Council), Committee on Health Effects of Exposure to Radon (BEIR VI) and Commission on Live Sciences, Health Effects of Exposure to Radon in Mines and Homes, Washington, D.C. National Academy Press, 1994.,
- [3] Protection against Rn-222 at home and at work, International Commission on Radiological Protection (ICRP), Publication 65, Pergamon Press, New York, (1994).,
- [4] Durani S., Ilić R.: Radon Measurements by Etched Track Detectors: Application in Radiation Protection, Earth Sciences and the Environment, Word Scientific, 1997.,
- [5] Adrović F., Fazlić R., Trešnjo Z.: Measuring of Radon Activity Concentration in Air of Tuzla City, 4th European Conference on protection against radon at home and at work, Prague, 2004.,
- [6] Genrich V.: Long-term observation of the natural gamma beckground radiation, IRPA1996, International Congress on Radiation Protection, Vien, 1996.