



Datum: 3. 5. 2023, posodobljeno 21. 9. 2023

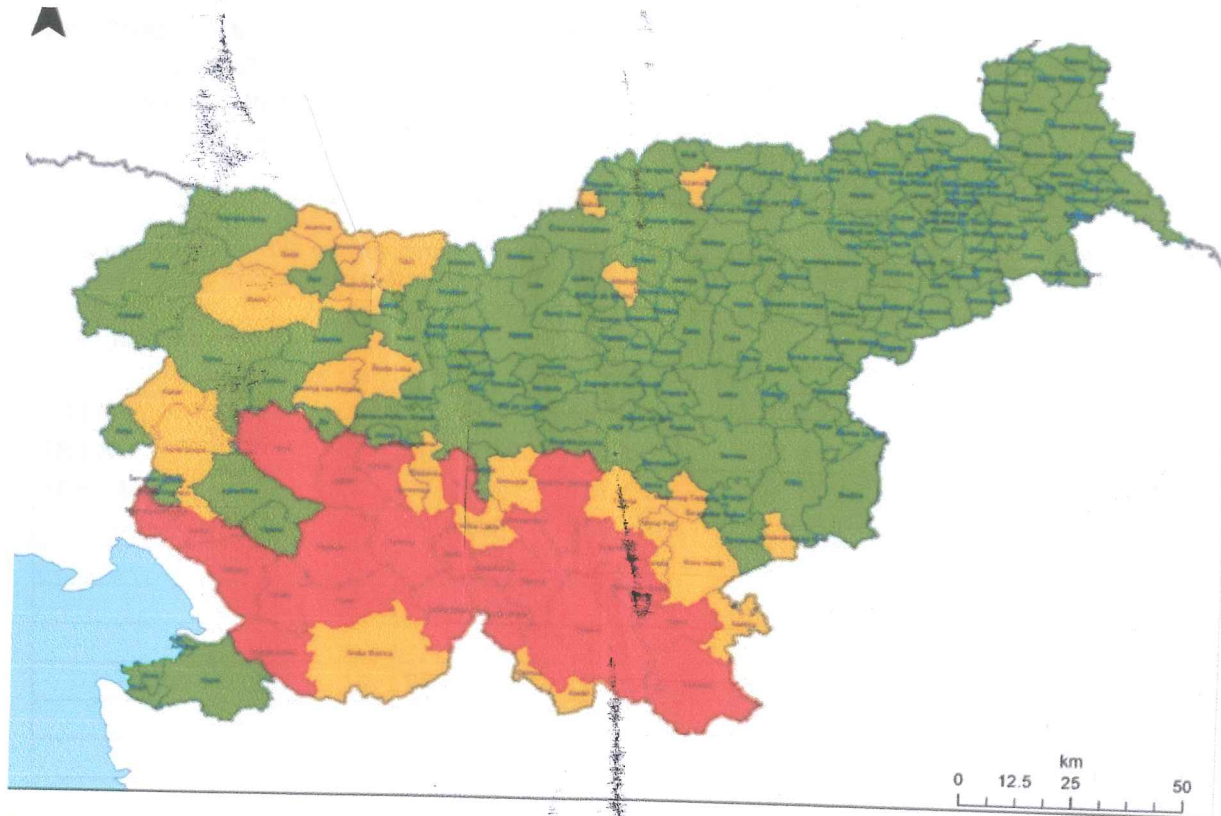
Številka: 186-1/2020-14

Radon - interno poročilo o stanju v Vrtcu Kurirček Logatec

Poročilo pripravila organizatorica ZHR, Tina Grča, mag. san. inž.

1 Uvod

Radon je radioaktiven plin naravnega izvora, nima vonja in ne barve. Nastaja pri razpadu radija v zemeljski skorji in prodira na površje čez razpoke, v zaprtih prostorih se nabira in je lahko rakotvoren (Zavod za varstvo pri delu (ZVDA; ZVDb). Po večini predstavlja glavni vir naravnega sevanja v bivalnem in delovnem okolju in povprečno prispeva več kot polovico učinkovite doze, ki jo prejmemo od vseh virov ionizirajočih sevanj (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022). Referenčna vrednost radona je tista vrednost pod katero ukrepi za njegovo zmanjševanje načeloma niso potrebni (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022) in znaša 300 Bq/m^3 (Uredba o radonskem programu Ur. l. RS, št. 18/18, 86/18 in 152/20). Območja z več radona so v Sloveniji določena z Uredbo o radonskem programu (Ur. l. RS, št. 18/18, 86/18 in 152/20).



Slika 1: Območja z več radona v Sloveniji (Vir: Uprava za varstvo pred sevanji, 2022).



V kolikor se ugotovi, da v obstoječi stavbi delavci ali prebivalci letno prejmejo več kot 6 mSv zaradi izpostavljenosti radonu in njegovim potomcem, je treba izvesti ukrepe za zmanjšanje izpostavljenosti, ti ukrepi so lahko prezračevanje prostorov, premestitev ljudi v druge prostore, prenehanje uporabe prostorov ter gradbeni posegi, ko se oceni, da bodo gradbeni posegi zadostno prispevali k zmanjšanju izpostavljenosti, primerljivih rezultatov pa ni mogoče doseči z drugimi, preprostejšimi ukrepi kot je prezračevanje. Izvajanje ukrepov v vrtcih, šolah, bolnišnicah in drugih objektih za izvajanje vzgojno-varstvenega, kulturnega, zdravstvenega ali izobraževalnega programa v prej navedenem primeru zagotovi država. (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022).

2 Pregled stanja v vrtcu - meritve

Uradne meritve radona so se izvajale v Vrtcu Kurirček Logatec v sklopu nacionalnega programa. Poročila meritev nacionalnega programa za slovenijo so po letih dostopna na portalu GOV.SI <https://www.gov.si/drzavni-organi/organi-v-sestavi/uprava-za-varstvo-pred-sevanji/o-upravi/letna-porocila-o-sistematicnem-pregledovanju-in-izvajanju-meritev-radona/>

2.1 Meritve radona z detektorji jedrskih sledi

Prve uradne meritve radona z detektorji jedrskih sledi s strani ZVD v sklopu nacionalnega programa so se v Vrtcu Kurirček Logatec izvajale od februarja do aprila 2021 v vseh enotah vrtca, kjer so bile vrednosti višje od referenčne vrednosti (v petih enotah) so se v letnem času (maj do julij) meritve ponovile (Uprava RS za varstvo pred sevanji, 2022b). Ravno tako so se meritve radona v enotah, kjer je bila referenčna vrednost presežena ponovile v letu 2022 (Uprava RS za varstvo pred sevanji, 2022 c) in letu 2023 (Uprava za varstvo pred sevanji 2023). V letu 2022 so bile s strani ZVD izvedene tudi dodatne meritve radona z merilnimi instrumenti z namenom preverjanja učinkovitosti prezračevanja (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022d), ravno tako so se meritve z merilnimi instrumenti izvedle letu 2023 .

Rezultati meritev radona z detektorji jedrskih sledi so prikazani v tabeli 1 in 2.

Tabela 1: Rezultati meritev radona z detektorjih jedrskih sledi opravljenih s strani ZVD (Uprava RS za varstvo pred sevanji, 2022b; Uprava za varstvo pred sevanji, 2022d; Uprava za varstvo pred sevanji 2023)

Igralnica in enota	feb.-apr. 2021	maj-jul. 2021	feb-apr.22	mar-april22	feb.-maj 2023
Miške CV	793 ± 119	344 ± 52	445 ± 67		577 ± 87
Mucki CV	858 ± 129	338 ± 51	706 ± 106		578 ± 87
Čebelnice CV	994 ± 149	269 ± 40	370 ± 56		646 ± 97
Račke CV	511 ± 77	253 ± 38	567 ± 85		
Gosenice PK	61 ± 9				
Kuhinja PK	15 ± 2				
Žabice TA	237 ± 35				
Polžki TA	623 ± 93	364 ± 55	311 ± 47		
Pisarna TA	460 ± 69	148 ± 22	155 ± 23		
Metulji TI	750 ± 113	633 ± 95	461 ± 69		
Mucki TI	715 ± 107	295 ± 44	1010 ± 152		
Kuhinja TI	428 ± 64	300 ± 45			



Tabela 2: Nadaljevanje tabele 1.

Igralnica in enota	feb.-apr. 2021	maj-jul. 2021	feb-apr.22	mar-april22	feb.-maj 2023
Rdeča RO	78 ± 12				
Oranžna RO	84 ± 13				
Žabice HO	242 ± 36		226 ± 34		
Škratki HO	636 ± 95	275 ± 41	596 ± 89		
					356 ± 53 328 ± 49 202 ± 30
Zvezdice LAZE	910 ± 137	159 ± 24	654 ± 98	532 ± 80	
Telovadnica Laze		264 ± 40	1121 ± 168	906 ± 136	
Učilnica pritličje			608 ± 91		

2. 2 Meritve radona z merilnimi instrumenti

Meritve radona z merilnimi instrumenti so bile izvedene s strani ZVD v letu 2022 z namenom preverjanja učinkovitosti prezračevanja v centralnem vrtcu (Čebelice, Miške, Mucki), v enoti Hotedršica (igralnica Škratki), enoti Tabor (igralnica Polžki), v enoti Tičnica (igralnica Metulji) in v enoti Laze (igralnica Zvezdice), zaključki poročila so bili, da so bile igralnice v delovnih dneh dobro prezračevane, a so bili ponekod viri radona premočni in so posledično povprečja narasla nad referenčno vrednost, dve igralnici sta bili nekoliko slabše prezračevani, ravno je v zaključkih navedeno, da je treba optimizirati učinkovitost prezračevalnih sistemov in ob morebitni prenovi zagotoviti, da bodo vrednosti nižje od 300 Bq/m³ (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022d).

V letu 2023 so bile ponovno izvedene meritve koncentracije radona z merilnimi instrumenti in sicer v centralnem vrtcu (Miške, Mucki). Ravno tako so v letu 2023 v centralnem vrtcu (Miške) in enoti Laze (telovadnica) izvajali meritve iskanja virov radona (Uprava za varstvo pred sevanji, 2023).

Meritve radona z merilnimi instrumenti od 10. 2. 2022 do 17. 2. 2022 so v enoti centralni vrtec pokazale, da je bila v igralnici Čebelice povprečna koncentracija radona v času izvajanja meritev 332 ± 27 Bq/m³, povprečna koncentracija radona v delovnem času (7-15) je bila 140 ± 11 Bq/m³, ravno tako rezultati (faktor ravnovesja med delovnim časom) nakazujejo, da v prostor prihaja svež zrak in je izmenjava zraka velika. V igralnici Miške je bila povprečna koncentracija radona v času izvajanja meritev 408 ± 37 Bq/m³, povprečna koncentracija radona v delovnem času (7-15) je bila 367 ± 33 Bq/m³, rezultati (faktor ravnovesja med delovnim časom) pa nakazujejo, da je bila izmenjava zraka manjša ali manjša moč ventilacije kot v igralnici Čebelice, saj je tudi med delovnim časom koncentracija radona višja kot v igralnici Čebelice. V igralnici Mucki je bila povprečna koncentracija radona v času izvajanja meritev 747 ± 52 Bq/m³, povprečna koncentracija radona v delovnem času (7-15) je bila 378 ± 26 Bq/m³, rezultati meritev nakazujejo tudi na to, da ventilator ni bil vključen oziroma je bila moč ventilatorja premajhna, saj so bile vrednosti v nočnem času visoke (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022d). Meritve radona z merilnimi instrumenti so se v igralnici Miške in Mucki ponovile v obdobju 14. 2. 2023 - 23. 2. 2023. V igralnici Miške pokazale, da je bila povprečna izmerjena vrednost radona 615 ± 92



Bq/m³, v delovnem času pa od 406 ± 61 Bq/m³, v igralnici Mucki pa 408 ± 61 Bq/m³, med delovnim časom pa 319 ± 48 Bq/m³ (Uprava za varstvo pred sevanji, 2023).

Meritve radona z merilnimi instrumenti od 10. 2. 2022 do 17. 2. 2022 so v enoti Hotedršica pokazale, da je bila v igralnici Škratki povprečna koncentracija radona v času izvajanja meritev 494 ± 30 Bq/m³, povprečna koncentracija radona v delovnem času (7-15) je bila 260 ± 13 Bq/m³, ravno tako rezultati (faktor ravnovesja med delovnim časom) nakazujejo, da se igralnica občasno zrači le za kratek čas (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022d).

Meritve radona z merilnimi instrumenti od 10. 2. 2022 do 17. 2. 2022 so v enoti Tabor pokazale, da je bila v igralnici Polžki povprečna koncentracija radona v času izvajanja meritev 228 ± 17 Bq/m³, povprečna koncentracija radona v delovnem času (7-15) je bila 177 ± 16 Bq/m³, ravno tako rezultati (faktor ravnovesja med delovnim časom) nakazujejo, da v igralnico med delovnim časom prihaja svež zrak (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022d).

Meritve radona z merilnimi instrumenti od 10. 2. 2022 do 17. 2. 2022 so v enoti Tičnica pokazale, da je bila v igralnici Metulji povprečna koncentracija radona v času izvajanja meritev 377 ± 34 Bq/m³, povprečna koncentracija radona v delovnem času (7-15) je bila 160 ± 14 Bq/m³, ravno tako rezultati (faktor ravnovesja med delovnim časom) nakazujejo, da v igralnico med delovnim časom prihaja svež zrak (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022d).

Meritve radona z merilnimi instrumenti od 10. 2. 2022 do 17. 2. 2022 so v enoti Laze pokazale, da je bila v igralnici Zvezdice povprečna koncentracija radona v času izvajanja meritev 608 ± 49 Bq/m³, povprečna koncentracija radona v delovnem času (7-15) je bila 137 ± 12 Bq/m³, ravno tako rezultati (faktor ravnovesja med delovnim časom) nakazujejo, da v igralnico med delovnim časom prihaja staran zrak bogat z radonom zaradi delovanja ventilacije, ki je vlekla radon iz telovadnice v igralnico nad njo. Povprečna koncentracija radona v času izvajanja meritev je bila v telovadnici 1310 ± 131 Bq/m³ (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022d).

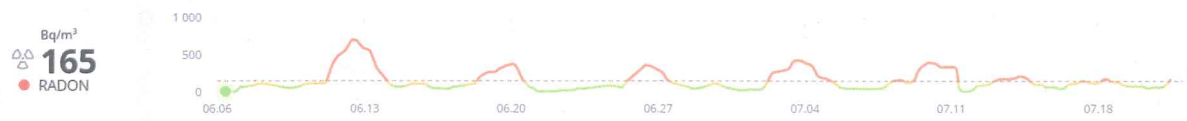
Rezultati meritev iskanja virov radona tako v centralnem vrtcu, kot v enoti Laze kažejo na to, da so tla pod objektom močan vir radona (Uprava za varstvo pred sevanji, 2023), zato lahko ob neustrezni ventilaciji (ustvarjanje podtlaka) pride do naraščanja radona v igralnici.

2. 3 Interne meritve radona z merilniki Airthing Wave plus

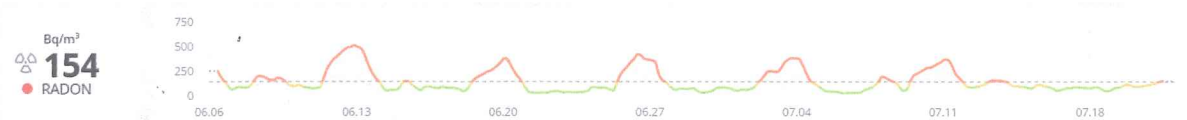
Z internimi meritvami z merilniki Airthing Wave plus smo pričeli z namenom ugotavljanja učinkovitosti lokalnih rekuperatorjev ob namestitvi le-teh. Interne meritve so zgolj orientacijske narave, niso standardizirane in niso validirane.

Lokalne rekuperatorje smo konec leta 2021 namestili v 6 prostorov (Tabor - pisarna in Polžki; Tičnica - Metulji; centralni vrtec - Čebele, Miške in Mucki).

Interne meritve v centralnem vrtcu (Slika 2, 3 in 4) v poletnem času kažejo nizke povprečne vrednosti radona v obdobju od 6. 6. 2022 do 21. 7. 2022. In sicer v navedenem obdobju je bila povprečna vrednost radona v Igralnici Mucki 165 Bq/m³, v igralnici Miške 154 Bq/m³ in v igralnici Čebele 124 Bq/m³. Kljub nizkim povprečnim vrednostim, je s slik (2, 3 in 4) mogoče razbrati vrhe oz. višje vrednosti radona, ki so se pojavile ob vikendu, ko je delovalo le lokalno prezračevanje (ni bilo odpiranja oken kot med tednom).



Slika 2: Interne meritve radona z merilniki Airthing wave plus v igralnici Mucki v obdobju od 6. 6. 2022 do 21. 7. 2022

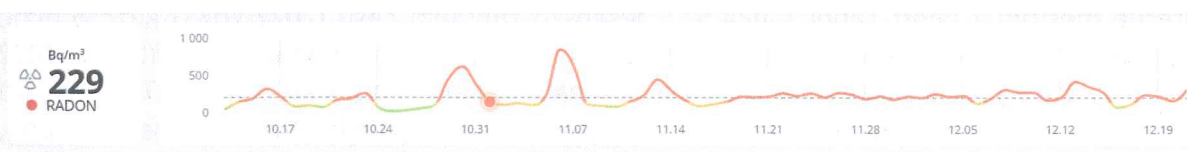


Slika 3: Interne meritve radona z merilniki Airthing wave plus v igralnici Miške v obdobju od 6. 6. 2022 do 21. 7. 2022



Slika 4: Interne meritve radona z merilniki Airthing wave plus v igralnici Čebele v obdobju od 6. 6. 2022 do 21. 7. 2022

En merilnik Airthing Wave plus smo konec septembra 2022 prenesli v enoto Laze, saj nas je zanimalo, ali bo sprememba nastavitve klimata vplivala na vrednosti radona v igralnici Zvezdice, Uprava za varstvo pred sevanji (2022d) je namreč ugotovila, da v igralnico med delovnim časom prihaja staran zrak bogat z radonom zaradi delovanja ventilacije, ki je vlekla radon iz telovadnice v igralnico nad telovadnico. Pred spremembami nastavitve klimata, je bil klimat za vikend in v času od 2:30 in 7:00 zjutraj nedelujoč, najprej so se nastavitve spremenile na način, da je klimat bil ugasnjen le v soboto, nato pa tako, da je klimat delujoč celoten čas. Povprečna vrednost radona v igralnici se je po spremembah nastavitve klimata spremenila in je v obdobju od 13. 10. 2022 do 20. 12. 2022 znašala 229 Bq/m³ (Slika 5).



Slika 5: Interne meritve radona z merilniki Airthing wave plus v igralnici Zvezdice v obdobju od 13. 10. 2022 do 20. 12. 2022.

Interne meritve v centralnem vrtcu (Slika 6, 7 in 8) v jesensko-zimskem času (2022-2023) kažejo višje povprečne vrednosti radona kot je referenčna vrednost. In sicer v obdobju od 18. 10. 2022 do 24. 3. 2023 je bila povprečna vrednost radona v igralnici Čebele 421 Bq/m³, v obdobju od 18. 10. 2022 do 17. 4. 2023 v igralnici Miške 614 Bq/m³ in v obdobju od 18. 10. 2022 do 17. 4. 2023 v igralnici Mucki 554 Bq/m³. Tako kot pri meritvah v poletnem času je s slik 6, 7 in 8 mogoče razbrati vrhe oz. višje vrednosti radona, ki so se pojavile ob vikendu, ko je delovalo le lokalno prezračevanje (ni bilo odpiranja oken kot med tednom). Ravno tako je s Slike 6 in Slike 7 razvidno dežurstvo v času novoletnih praznikov, skupina Čebele je bila odprta, posledično se je izvajalo tudi zračenje z odpiranjem oken, igralnica Miške pa je bila



zaprta, zato so posledično kljub lokalni rekuparaciji vrednosti visoke (ni bilo odpiranja oken).



Slika 6: Interne meritve radona z merilniki Airthing wave plus v igralnici Čebelice v obdobju od 18. 10. 2022 do 24. 3. 2023.

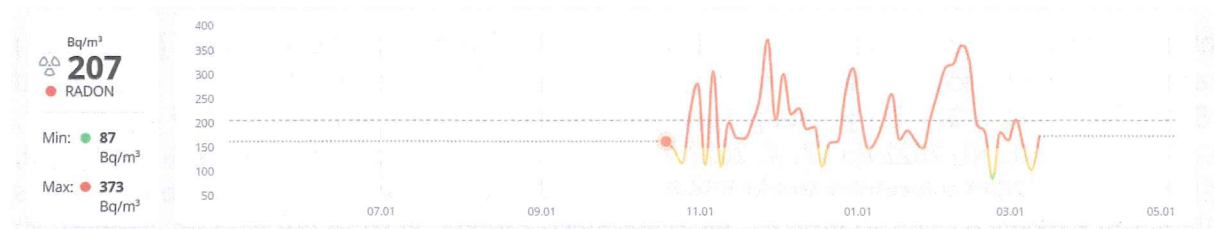


Slika 7: Interne meritve radona z merilniki Airthing wave plus v igralnici Miške v obdobju od 18. 10. 2022 do 17. 4. 2023.



Slika 8: Interne meritve radona z merilniki Airthing wave plus v igralnici Mucki v obdobju od 18. 10. 2022 do 17. 4. 2023.

Interne meritve v enoti Tabor (Slika 9) v jesensko-zimskem času (2022-2023) kažejo nižjo povprečno vrednost radona kot je referenčna vrednost. In sicer v obdobju od 18. 10. 2022 do 15. 3. 2023 je bila povprečna vrednost radona v igralnici Polžki 207 Bq/m³. Tako kot pri meritvah v enoti centralni vrtec je s slike 9 mogoče razbrati vrhe oz. višje vrednosti radona, ki so se pojavile ob vikendu, ko je delovalo le lokalno prezračevanje (ni bilo odpiranja oken kot med tednom), vendar tudi takrat ne presegajo 400 Bq/m³.



Slika 9: Interne meritve radona z merilniki Airthing wave plus v igralnici Polžki v obdobju od 18. 10. 2022 do 15. 3. 2023.



Interne meritve v enoti Tičnica (Slika 10) v jesensko-zimskem času (2022-2023) kažejo višjo povprečno vrednost radona kot je referenčna vrednost. In sicer v obdobju od 18. 12. 2022 do 23. 4. 2023 je bila povprečna vrednost radona v igralnici Metulji 424 Bq/m³. Tako kot pri meritvah v enoti centralni vrtec in Tabor je s slike 10 mogoče razbrati vrhe oz. višje vrednosti radona, ki so se pojavile ob vikendu, ko je delovalo le lokalno prezračevanje (ni bilo odpiranja oken kot med tednom).



Slika 10: : Interne meritve radona z merilniki Airthing wave plus v igralnici Metulji v obdobju od 18. 12. 2022 do 23. 4. 2023.

3 Pregled izvedenih ukrepov v vrtcu in zaključek

S poostrenim zračenjem smo v vrtcu začeli zaradi poostrenih epidemioloških razmer v letu 2020. Zaposleni so bili v maju 2021 z obvestilom seznanjeni o preseženih vrednostih radona in z navodili za zračenje. Zračenje naj poteka z na stežaj odprtimi okni za 5 minut vsakih 45 minut (Knez in sodelavci, 2017). Dopis z rezultati prvih meritev in navodilom za redno ter učinkovito prezračevanje smo prejeli avgusta 2021 (Uprava RS za varstvo pred sevanji, 2021).

Jeseni 2021 je bil poskusno vgrajeni v pisarni enote Tabor lokalni rekuperator Orca Pico 50+. Lokalne rekuperatorje smo v letu 2021 poskusno vgradili še v enoti Tabor v igralnico Polžki, v enoti Tičnica v igralnico Metulji in v enoti centralni vrtec v igralnice Miške, Mucki in Čebelice. Z nastavitvami lokalnih rekuperatorjev so bile na začetku težave (programske narave), ki so bile odpravljene marca 2022. Poleg lokalnih rekuperatorjev se v navedenih igralnicah nahajajo še naprave za merjenje kakovosti zraka v prostoru Airthing Wave plus, ki merijo tudi vrednosti radona v prostoru. Z merilniki smo želeli spremljati učinkovitost prezračevanja z lokalnimi rekuperatorji v zvezi z zmanjševanjem vrednosti radona v prostorih. V letu 2022 smo vzpostavili spremljanje meritev z enim uporabniškim računom za 5 igralnic - zaradi beleženja statistike (povprečja).

Konec januarja 2022 smo prejeli rezultate zimskih in letnih meritev radona iz leta 2021. V dopisu (Uprava RS za varstvo pred sevanji, 2022 b) je navedeno, da se je sicer stanje v zvezi z radonom v poletnem času izboljšalo, vendar večinoma ne dovolj, saj so povprečja na d 300 Bq/m³. Za zniževanje vrednosti radona se prostore zrači redno in učinkovito, že zjutraj 5 - 15 minut pred prihodom otrok in nato z rednimi ponovitvami. V primeru prenove je treba zagotoviti vrednosti pod 300 Bq/m³ (Uprava RS za varstvo pred sevanji, 2022 b).

V enotah Tičnica in Laze smo junija 2022 imeli inšpekcijski pregled s področja varstva pred ionizirnimi sevanji (Uprava RS za varstvo pred sevanji). Inšpektor je opozoril na izboljšanje prezračevanja - rednejše, temeljitejše prezračevanje zjutraj pred prihodom otrok s ponovitvami na vsakih nekaj ur. Sevalne obremenitve niso presegle 6 milisievertov (letna mejna vrednost), zato se ni odredilo skrajšanja časa (Uprava za varstvo pred sevanji, 2022 e)



Septembra 2022 smo prejeli rezultate meritev, ki so pokazali učinkovitost prezračevanja in so se izvajale iz rezultatov je razvidno, da so v delovnih dneh po večini igralnice dobro zračene, vendar so viri radona premočni, nekoliko slabše sta bili prezračevani igralnici Miške in Mucki v centralnem vrtcu. Ravno tako so meritve pokazale, da je treba v enoti Laze optimizirati nastavitve prezračevalnega sistema. Nastavitve klimata se je optimiziralo in preverilo povprečno vrednost radona z internim merilnikom Airthing Wave plus, v obdobju od 13. 10. 2022 do 20. 12. 2022 znašala 229 Bq/m^3 .

Junija 2023 so bili rezultati meritev radona predstavljeni tudi na vzgojiteljskem zboru, kjer so bili strokovni delavci ponovno seznanjeni s pomenom ustreznega prezračevanja igralnic v vseh letnih časih.

V kolikor primerjamo rezultate uradnih meritev radona zimskega obdobja iz leta 2021 in interne meritve iz jesensko zimskega obdobja 2022-2023 lahko rečemo, da so se lokalni rekuperatorji v nekaterih primerih izkazali za učinkovite - npr. igralnica Polžki v enoti Tabor. V ostalih štirih igralnicah, pa lokalni rekuperatorji niso bili zadosten ukrep za doseganje vrednosti radona pod referenčno vrednostjo (300 Bq/m^3) in zato je potrebno dodatno zračenje z odpiranjem oken.

4 Literatura

Knez. F., Malovrh Rebec K., Treppo Mekiš, B., Knez N. (2017). Navodila v primeru zaznanih povečanih koncentracij radona v stavbah javnih vzgojno izobraževalnih zavodov (VIZ). Uprava za varstvo pred sevanji, str. 8 in 9.

Uprava RS za varstvo pred sevanji (2. 8. 2021). Radon. Številka dopisa: 18630-3/2021-17-B02

Uprava RS za varstvo pred sevanji (7. 4. 2022a). Zmanjševanje izpostavljenosti radonu.
<https://www.gov.si teme/zmanjsjevanje-izpostavljenosti-radonu/>

Uprava RS za varstvo pred sevanji (28. 1. 2022b) . Radon. Št. dopisa: 18630-3/2021-48-B02

Uprava RS za varstvo pred sevanji. (9. 6. 2022c). Radon Št. dopisa: 18630-3/2022-8-B02

Uprava RS za varstvo pred sevanji (27. 9. 2022d). Radon. Številka dopisa 18630-3/2022-37-B02

Uprava RS za varstvo pred sevanji (30. 6. 2022e). Zapisnik z dne 30. 6. 2022.

Uprava RS za varstvo pred sevanji (7. 7. 2023). Radon. Številka dopisa 18630-2/2023-2

Uredba o radonskem programu Ur. l. RS, št. 18/18, 86/18 in 152/20
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED7606>

Zavod za varstvo pri delu d.o.o. (ZVD) a Radon. <https://www.zvd.si/sevanje-in-dozimetrija/radon/>

Zavod za varstvo pri delu d.o.o. (ZVD) b V mojem domu je presežena vrednost radona. Kaj zdaj? Informacije za lastnike hiš. <https://www.zvd.si/wp-content/uploads/2021/12/Radon-zlozenka.pdf>