

KONCENTRACIJA RADONA V PROSTORIH ŠOLSKEGA
CENTRA LJUBLJANA

KEMIJA

RAZISKOVALNA NALOGA

SANDI NUŠINOVIĆ IN LUKA KOSIRNIK

1. LETNIK

ERIKA POTREBUJEŠ

2020

SREDNJA STROJNA IN KEMIJSKA ŠOLA LJUBLJANA

KAZALO

KAZALO.....	2
KAZALO SLIK.....	3
KAZALO GRAFOV.....	3
SEZNAM PRILOG.....	3
POVZETEK.....	4
UVOD.....	5
1. TEORETIČNI DEL.....	6
1.1 KAJ JE RADON?.....	6
1.1.1 FIZIKALNE LASTNOSTI RADONA.....	7
1.1.2 RAZPOREDITEV ELEKTRONOV V ATOMU RADONA.....	7
1.2 IZVOR RADONA.....	7
1.3 VPLIV RADONA NA ČLOVEKA.....	9
1.4 PRIPOROČENE KONCENTRACIJE RADONA V ZAPRTIH PROSTORIH.....	10
1.5 KAKO ZMANJŠATI KONCENTRACIJO RADONA V PROSTORU.....	11
1.6 KONCENTRACIJE RADONA PO SLOVENIJI.....	12
1.7 KRATEK OPIS STAVBE ŠOLSKEGA CENTRA LJUBLJANA.....	14
2. EKPERIMENTALNI DEL.....	15
3. REZULTATI.....	16
4. RAZPRAVA.....	17
5. ZAKLJUČEK.....	19
6. LITERATURA.....	21
6.1 VIRI SLIK.....	21
PRILOGE:.....	23

KAZALO SLIK

Slika 1: Lega radona v periodnem sistemu (Radon, b.d.).....	6
Slika 2: Razporeditev elektronov v ovojnice pri atomu radona (Pixels, 2018).	7
Slika 3: Potovanje radona iz tal v stavbe in zrak okoli njih (Radioaktivni radon - meritve po Sloveniji, ZVD, 2020).....	8
Slika 4: Shematski prikaz prehoda radona iz tal v stavbo (Radon v bivalnem okolju, 2017).. ..	12
Slika 5: Koncentracija radona po Sloveniji leta 2006 (Radon v bivalnem okolju, 2017).	13
Slika 6: Ocene tveganja pljučnih obolenj kot posledica koncentracije radona.....	13

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Primerjava koncentracije radona v kletnih prostorih z ostalimi prostori.	17
Graf 2: Primerjava koncentracij radona po nadstropjih	18
Graf 3: Sprememba koncentracije radona s prezračevanjem	18

SEZNAM PRILOG

Priloga 1: Koncentracija radona v prostorih Šolskega centra v Ljubljani.

POVZETEK

Stavba na Aškerčevi cesti 1, v kateri se izvaja naš šolski pouk, je zelo stara, saj je bila zgrajena leta 1911. Zaradi njene starosti nas je zanimalo, ali je v njenih prostorih povišana koncentracija elementa radona. Ta nastaja v Zemljini skorji zaradi radioaktivnega razpadanja elementa radija in potuje proti površju. Če na svoji poti naleti na stavbo, se sprošča v njene prostore. Radon s svojimi kratkoživimi razpadnimi produkti vpliva na nastanek pljučnega raka. Strokovnjaki ocenjujejo, da je približno 10 % vseh pljučnih rakov posledica povišanih koncentracij radona v zraku.

Koncentracije smo merili z merilnikom radona. Meritev v vsakem prostoru je trajala teden dni in tako smo dobili povprečne tedenske vrednosti. Ugotovili smo, da je koncentracija radona v prostorih Šolskega centra Ljubljana znotraj dovoljenih vrednosti, čeprav je v primerjavi z ostalimi v kletnih prostorih višja, nikjer pa ne presega mejne vrednosti 400 Bq/m^3 .

Z raziskovalno nalogo smo ugotovili, da je pouk na Šolskem centru Ljubljana glede na koncentracije radona varen, vendar bomo dijakom in profesorjem svetovali, da prostore zračijo, saj prav s prezračevanjem lahko vplivamo na koncentracije radona v posameznih prostorih, kar smo potrdili tudi z meritvami.

UVOD

Temo koncentracija elementa radona v prostorih naše šole smo izbrali zato, ker je stavba Šolskega centra Ljubljana zelo stara. Na območju, kjer se nahaja je veliko ostankov rimske Emone. Glede na starost in lego stavbe, bi lahko zaznali povečano koncentracijo radona. Zanimalo nas je, ali so vrednosti znotraj dovoljenih koncentracij, kako se spreminja koncentracija znotraj stavbe in kako se koncentracija poveča, če nekaj dni ne zračimo prostorov.

Na podlagi našega zanimanja smo postavili smo naslednje hipoteze:

1. Koncentracija radona v prostorih Šolskega centra v Ljubljani je nižja od priporočene vrednosti 400 Bq/m^3 .
2. Koncentracija radona je višja v kletnih prostorih v primerjavi z ostalimi nadstropji.
3. Koncentracija radona z nadstropji upada.
4. S prezračevanjem znižamo koncentracijo radona v prostoru.
5. Koncentracija radona je najvišja v skladišču s kemikalijami.

1. TEORETIČNI DEL

1.1 KAJ JE RADON?

Radon je kemijski element, ki leži v VIII. skupini in 6. periodi periodnega sistema. Njegovo vrstno število je 86. Spada v skupino žlahtnih plinov in je zelo radioaktiven (Radon, b. d.). Pri normalnih pogojih je plin brez barve, vonja in okusa. Je najtežji plin v naravi, saj ima specifično gostoto $9,73 \text{ kg/m}^3$. V naravi se pojavljajo trije radonovi izotopi ^{222}Rn , ^{220}Rn in ^{219}Rn . Najpogostejši je izotop ^{222}Rn , ki ga bomo obravnavali v tej raziskovalni nalogi (Leban, 2013). Radon je leta 1900 odkril Frederich Ernest Dorn, ki ga je opazil v radijevem bromidu. Ramsay in Dorn sta ga leta 1908 izolirala in poimenovala niton – bleščeč. Ko se ohladi z utekočinjenim zrakom, kaže močno rdeče oranžno fosforescenco. Od leta 1923 ga imenujemo radon po radiju iz katerega nastane (Haavisto, Hella, Hurmola in Tuomi, 1996). To sta odkrila Ernest Rutherford in Frederick Soddy (Lazarini in Brenčič, 2011). Koncentracijo radona v prostoru merimo v Bq/m^3 . Becquerel (Bq) predstavlja razpad enega jedra na sekundo (Problematika povišanih..., 2016).

The image shows a periodic table of elements. The element Radon (Rn) is highlighted in red. It is located in the 6th period and the 18th group (noble gases). The table includes elements from Hydrogen (H) to Oganesson (Og), with the lanthanide and actinide series shown below the main body.

1																			18
H	2													13	14	15	16	17	He
Li	Be													B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn			Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd			In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba													Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra													Uut	Ff	Uup	Lv	Uus	Uuq
		La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb																	
		Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No																	

Slika 1: Lega radona v periodnem sistemu (Radon, b.d.).

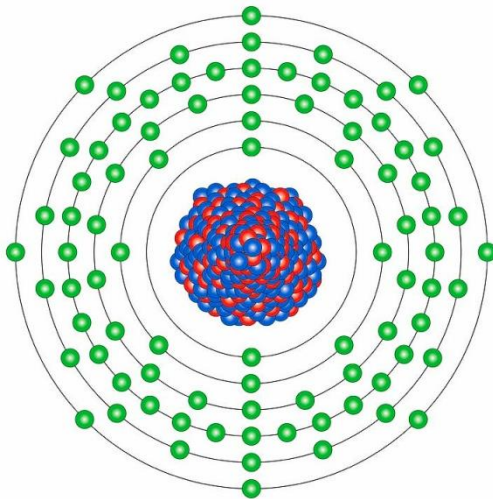
Iz slike 1 lahko odčitamo lego radona v periodnem sistemu elementov.

1.1.1 FIZIKALNE LASTNOSTI RADONA

- Agregatno stanje pri sobni temperaturi: plinasto (g).
- Temperatura vrelišča: 211,3 K (-61,7 °C).
- Temperatura tališča: 202 K (-71 °C).
- Molska masa: 222 g/mol.
- Gostota pri 293K: 9,73 kg/m³.
- Barva: brez barve (Radon, b.d.).

1.1.2 RAZPOREDITEV ELEKTRONOV V ATOMU RADONA

Elektroni so v atomu razporejeni v ovojnice po naslednji razporeditvi: Rn (2, 8, 18, 32, 18, 8).



Slika 2: Razporeditev elektronov v ovojnice pri atomu radona (Pixels, 2018).

Na sliki 2 imamo skico atoma radona. Modre in rdeče kroglice predstavljajo protone in nevtrone. Zelene pa elektrone, ki so med seboj povezani s krožnicami, kar predstavlja lupine atoma. Iz slike lahko vidimo, da ima atom radona šest lupin in osem zunanjih elektronov.

1.2 IZVOR RADONA

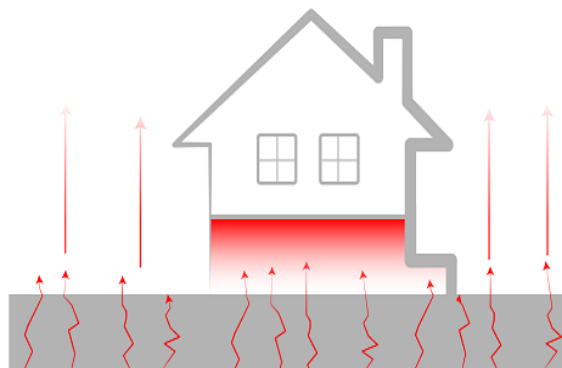
Element radon, ²²²Rn nastaja z razpadom α iz elementa radija, ²²⁶Ra. Razpolovni čas je 3,82 dni, kar omogoča, da po nastanku v Zemljini skorji pripotuje skozi podlago na površje in se kopiči v notranjih prostorih. Radij, ²²⁶Ra nastaja iz urana. Uran je zelo razširjen element v

Zemljini skorji in ga v različnih deležih najdemo v vseh kamninah. Del radona, ki nastane v kamninah le-te zapusti in preide v kamninske pore (Leban, 2013).

Radon lahko v bivalno okolje prehaja iz zemljišča na katerem stoji bivalni objekt, iz gradbenega materiala stavbe, iz vode ali plina, ki ju uporabljamo. Najpomembnejši izvor je zemljišče. Prehod radona iz tal v stavbe se spreminja s spremembo zračnega tlaka, ki jo lahko povzroči veter, ogrevanje, prezračevanje in sprememba temperature. Koncentracija radona se zviša tudi po dežju. Takrat se pore v tleh okoli stavbe napolnijo z vodo in se tam pot radonu zapre. Tako radon prehaja v stavbe (Leban, 2013).

Po nastanku pod površjem Zemlje radon začne potovati proti površju. Pri tem ima veliko vlogo vrsta kamnine, velikost zrn ter velikost in usmerjenost por. Pri slabše prepustnih kamninah radon večinoma prehaja skozi z difuzijo. Pri lažje prepustnih pa s konvekcijo (Leban, 2013). V Sloveniji radon prehaja v stavbe zaradi konvekcije, ki je posledica tlačnih razlik med podlago in prostori (Knez, Malovrh Rebec, Treppo Mikiš in Knez, 2017).

Radon prodira na površje, če na poti ni nobene ovire, se sprosti v ozračje. Če pa je na poti hiša ali kakšen drug objekt, se tam ustavi. S časom se koncentracija radona v prostoru povečuje (Radioaktivni radon - meritve po Sloveniji, ZVD, 2020). Radon se lahko poleg stavb ustavi tudi v zaprtih zračnih prostorih kot so jame, rudniki in kleti. (Problematika povišanih..., 2016).



Slika 3: Potovanje radona iz tal v stavbe in zrak okoli njih (Radioaktivni radon - meritve po Sloveniji, ZVD, 2020)

Na sliki 3 lahko vidimo, da radon nastaja v kamninah pod površjem in skozi prehaja na površje. Če je na poti hiša, vstopa vanjo.

Pomembni faktorji, ki vplivajo na koncentracijo radona v zaprtem prostoru so torej:

- značilnosti tal (količina urana, tektonski prelomi, poroznost), na katerih je stavba postavljena,
- vrsta, velikost, oblika, starost in kakovost izgradnje stavbe (Radioaktivni radon - meritve po Sloveniji, ZVD, 2020).

Poleg naštetih dejavnikov na koncentracijo radona v prostorih vplivajo še letni časi, nadstropje v stavbi in tesnjenje oken (Problematika povišanih..., 2016).

Povišane koncentracije tega radioaktivnega plina v zaprtih prostorih lahko pričakujemo predvsem na območjih s poroznimi tlemi, ki so dobro prepustna za radon. Taka tla so predvsem kraška tla in različne prodnate podlage (Radioaktivni radon - meritve po Sloveniji, ZVD, 2020).

Radon predstavlja v nekaterih državah, predvsem Skandinavskih, veliko težavo. Povečano koncentracijo namreč najdemo v starejših kamninah, kot je granit. Do povišanih vrednosti prihaja v starejših stavbah izdelanih iz žilindrne opeke. V premogu se nahaja nekaj urana, ki z izgorevanjem ostane v pepelu. V pepelu pa je koncentracija radona znatno višja, zato izdelava žilindrne opeke pri nas ni več dovoljena (Haavisto idr., 1996).

1.3 VPLIV RADONA NA ČLOVEKA

Kljub temu, da je radon radioaktiven element za človeka ne predstavlja velike nevarnosti. Res je, da se nahaja v zraku in da ga vdihnemo, vendar ga zmeraj tudi izdihamo. Nasprotno pa je z njegovimi kratkoživimi razpadnimi produkti, ki pa se vedno nahajajo v zraku skupaj z radonom. To so aerosoli, ki se nabirajo na stenah dihalnih poti. Tam se zadržujejo ter kasneje razpadajo v alfa delce, ki napadejo okoliško tkivo in ga kritično poškodujejo. Nastale poškodbe so lahko tako nevarne, da vodijo do nastanka raka. Strokovnjaki ocenjujejo, da je

približno 10 % vseh pljučnih rakov posledica povišane koncentracije radona v vdihanem zraku (Radioaktivni radon - meritve po Sloveniji, ZVD, 2020).

Tveganje za pljučnim rakom zaradi posledic radona so večje pri kadilcih kot pri nekadilcih (Problematika povišanih..., 2016).

Koncentracija radona v stavbi (Bq/m ³)	Tveganje za smrt pri 1000 nekadilcih (število umrlih nekadilcev)	Tveganje za smrt pri 1000 kadilcih (število umrlih kadilcev)
0	4, 1	101
100	4, 7	116
200	5, 4	131
400	6, 7	160
800	9, 3	216

Tabela 2: Tveganje za smrt pri določenih koncentracijah radona med kadilci in nekadilci (Problematika povišanih..., 2016).

Druga tabela nam podaja primerjalne podatke o smrtnosti med kadilci in nekadilci. Kadilci so zaradi radona bistveno bolj ogroženi v primerjavi z nekadilci. Večja smrtnost med kadilci je lahko posledica škodljivega vpliva kajenja na pljuča.

1.4 PRIPOROČENE KONCENTRACIJE RADONA V ZAPRTIH PROSTORIH

Koncentracijo radona v neki prostorski enoti merimo v becquerelih. Becquerel predstavlja število radonovih jeder, ki razpadejo v neki časovni enoti. V Sloveniji je največja dopustna koncentracija 400 Bq/m³. Za vsakih 100 Bq/m³ se poveča tveganje za pljučnega raka za 8 % (Problematika povišanih..., 2016).

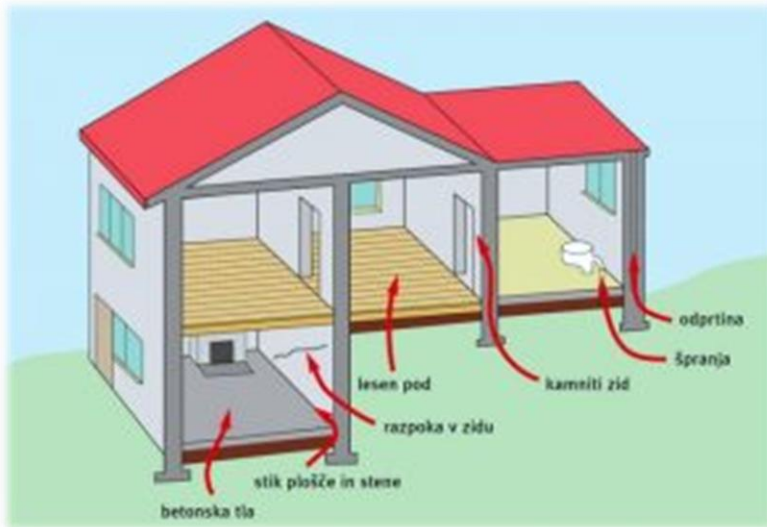
Organizacija		
Nacionalna zakonodaja	Vrsta vrednosti	Vrednost
Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (Ur. L. RS, št. 49/04)	Dopustna letna koncentracija	400 Bq/m ³
Mednarodne organizacije		
Svetovna zdravstvena organizacija	Priporočena letna koncentracija	100 Bq/m ³
Mednarodna komisija za radiološko zaščito		200-600 Bq/m ³

Tabela 1: : Dopustne in priporočene vrednosti radona (Problematika povišanih..., 2016)

Iz tabele 1 je moč razbrati dopustno letno koncentracijo radona, ki jo predpisuje državna uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih. Odčitamo lahko tudi priporočeno vrednost Svetovne zdravstvene organizacije in Mednarodne komisije za radiološko zaščito.

1.5 KAKO ZMANJŠATI KONCENTRACIJO RADONA V PROSTORU

Najenostavnejša ukrepa za zmanjšanje koncentracije radona v zraku sta pogostejše prezračevanje prostorov in zatesnitev vidnih lukenj v tleh in stenah stavb. Ta ukrepa sta le začasna in nimata bistvenega dolgoročnega vpliva. Bolj učinkovit ukrep je kakovosten gradbeni poseg na talni plošči, saj se tako koncentracije radona v prostoru bistveno zmanjšajo za daljše časovno obdobje. Veliko pomaga tudi prezračevanje jaškov in prsti pod talno ploščo.



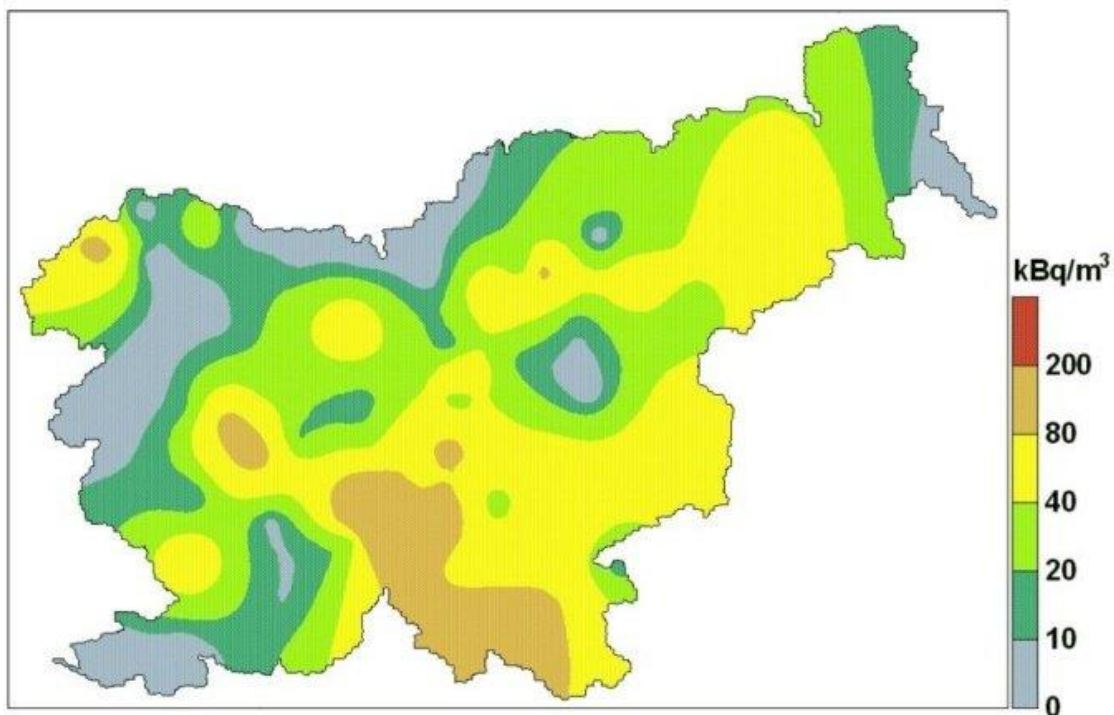
Slika 4: Shematski prikaz prehoda radona iz tal v stavbo (Radon v bivalnem okolju, 2017).

S pomočjo slike 4 si lažje predstavljamo, kako radon prehaja iz tal v hiše. Vidimo, da radon najprej vstopa v kleti in nižja nadstropja. Posledično zaznamo najvišje koncentracije radona v teh delih hiše. Če so temelji hiše pomanjkljivi, radon lažje vstopa vanjo.

Posebej pomembno je prezračevanje prostora, kajti ta poseg lahko izvedemo takoj in je zelo učinkovit. V šolah in vrtcih se koncentracija radona čez noč, med vikendi in počitnicami krepko poveča. Če prostore uporabljamo in redno zračimo pa se koncentracija zmanjša. (Problematika povišanih..., 2016).

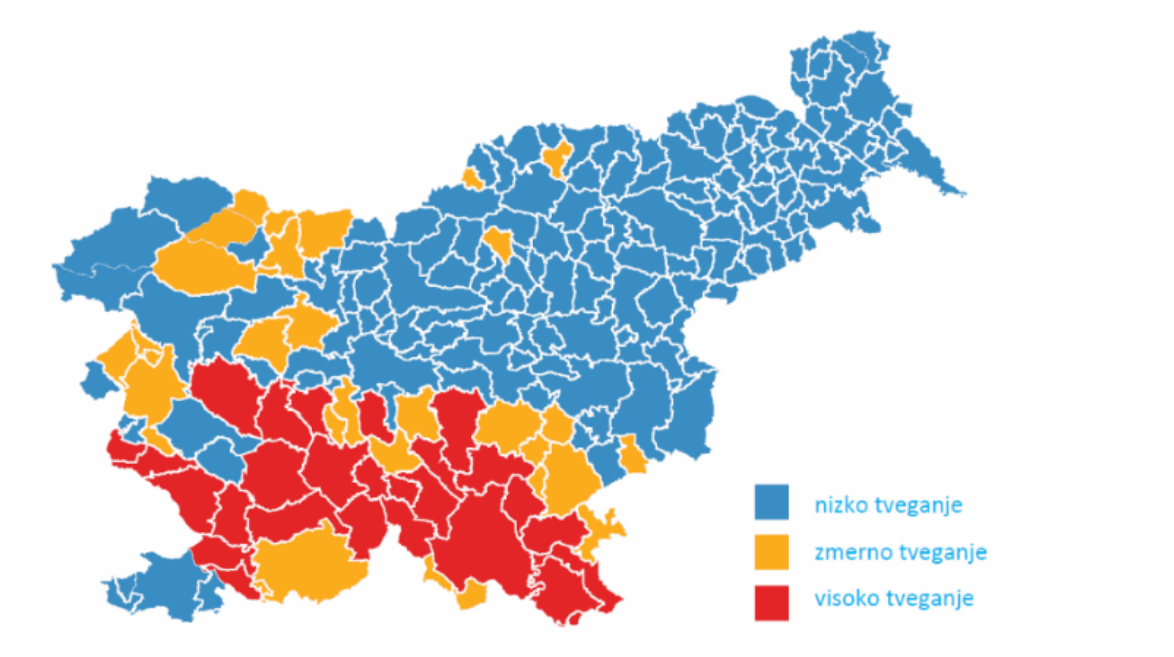
1.6 KONCENTRACIJE RADONA PO SLOVENIJI

Prve meritve radona v Sloveniji je izvedel inštitut Jožefa Štefana leta 1968 v rudniku urana v Žirovskem vrhu. Leta 1991 je inštitut pričel z izvajanjem vse slovenskega programa s katerim preverjajo koncentracijo radona v vrtcih in šolah ter drugih ustanovah po Sloveniji (Leban, 2013).



Slika 5: Koncentracija radona po Sloveniji leta 2006 (Radon v bivalnem okolju, 2017).

Slika 5 nam prikazuje koncentracijo radona po Sloveniji leta 2006. Vidimo, da so koncentracije najvišje na jugu Slovenije. Nižje koncentracije radona zaznamo na severnem in zahodnem delu Slovenije.



Slika 6: Ocene tveganja pljučnih obolenj kot posledica koncentracije radona (Radioaktivni radon, 2020).

Sliko 5 in 6 lahko primerjamo med seboj. Na območjih s povečano koncentracijo radona je posledično višje tveganje za pljučnega raka.

Vaupotič in sod. (2010) ugotavljajo, da so najvišje koncentracije radona v Sloveniji na južnem in zahodnem delu Slovenije. Kar 70 % šol in vrtcev, ki so jih testirali in so imeli previsoko koncentracijo radona, se nahajajo na kraških tleh, ki so zgrajene iz karbonatnih kamnin (Vaupotič in sod., 2010).

1.7 KRATEK OPIS STAVBE ŠOLSKEGA CENTRA LJUBLJANA

Stavba današnjega Šolskega centra Ljubljana je bila postavljena leta 1911, v času vladavine Franca Jožefa, zato ima tudi obliko JF. Med obema črkama je dvorišče. Šolska stavba nekdanje Državne obrtne šole na Aškerčevi cesti v Ljubljani je že od leta 1911 nudila prostor različnim izobraževalnim smerem. Z njo smo Slovenci s pomočjo takratnega ljubljanskega župana Ivana Hribarja in prvega ravnatelja Ivana Šubica dobili lastno srednješolsko ustanovo, kjer je bil učni jezik že od samega začetka slovenščina. Glavno poslopje ima dve ulični pročelji, tako da tvori prosto stoječo vogalno stavbo, ki se pravokotno seka na križišču današnje Aškerčeve in Barjanske ulice. Danes obsega pet organizacijskih enot, in sicer Srednjo strojno in kemijsko šolo, Srednjo lesarsko šolo, gimnazijo Antona Aškerca, Višjo strokovno šolo ter Evropsko šolo Ljubljana (Geršak, 2011). Pouk se izvaja v petih nadstropjih. V kleti je kuhinja, učilnica, skladišče za kemikalije in laboratorij. V pritličju so laboratoriji in učilnice. Ostale učilnice, kabineti in zbornice pa so razporejeni v ostala nadstropja.

2. EKPERIMENTALNI DEL

Postavljene hipoteze smo želeli preveriti s pomočjo merilnikom radona. Za meritve smo uporabili merilnik »AIRTHINGS«. Uporaba je zelo preprosta. Pred vsakim merjenjem pritisnemo tipko »RESET«. S tem naprava pozabi prejšnje merjenje in prične z novim. V vsakem prostoru je bila naprava od 5 do 7 dni, saj smo tako dobili povprečno koncentracijo. Po preteku od 6 do 24 ur lahko odčitamo prve vrednosti. Dnevni izid se spreminja vsako uro. Po enem tednu merjenja lahko preberemo tedenski izid. Na zgornjem delu zaslona ves čas piše »LONG TERM AVERAGE«, ki zajema časovno obdobje od zadnjega »resetiranja«.

Vse meritve smo izvajali v stavbi naše šole na Aškerčevi cesti 1. Merilnik radona smo enkrat tedensko »resetirali«, prestavili na vnaprej dogovorjeno lokacijo in po enem tednu odčitali rezultat ter ga zapisali v tabelo. Meritev smo izvedli v skladišču in učilnici v kleti, v kabinetu, ki se nahaja v pritličju, v zbornici v prvem nadstropju ter v učilnici v drugem nadstropju. V kabinetu smo imeli merilnik dva tedna. Prvi teden smo bili na šoli in smo prostor zračili, naslednji teden pa so bile počitnice.

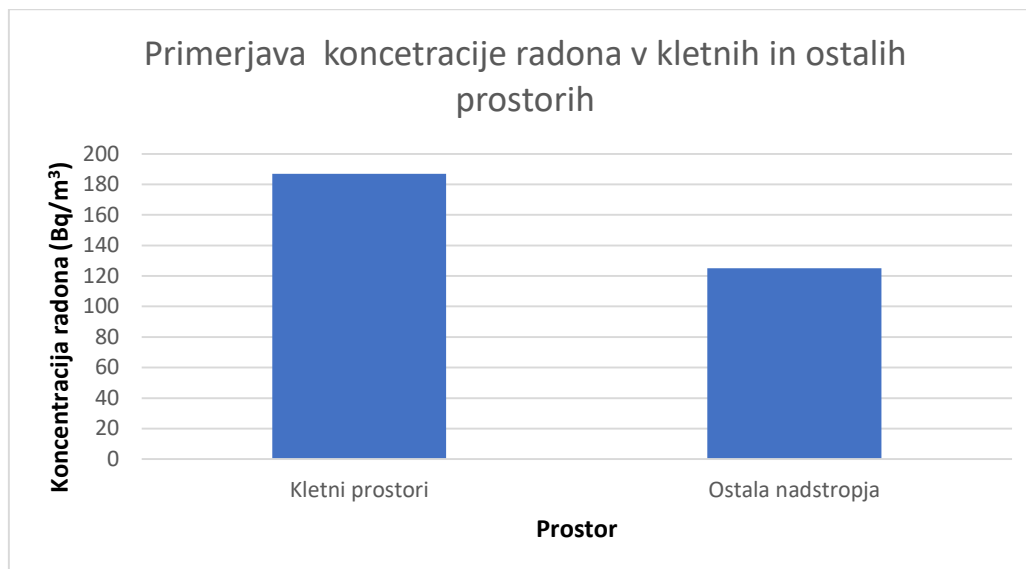
3. REZULTATI

Za lažjo analizo rezultatov smo te umestili v tabelo, ki je priloga 1.

Prvi teden smo merili v zbornici, ki se nahaja v prvem nadstropju. Merilnik smo imeli na mizi na sredini prostora. Po enem tednu je pokazal vsebnost radona 133 Bq/m^3 . Drugi teden smo merilnik namestili v učilnico v kleti, za katero smo menili, da bi lahko imela povišano koncentracijo radona. Merilnik smo namestili na omaro, ki se nahaja ob notranji steni stavbe. Po enem tednu smo odčitali vrednost 135 Bq/m^3 . Tretji teden smo imeli merilnik radona v skladišču in sicer v omari z nevarnimi, radioaktivnimi kemikalijami. V njej imamo shranjen cezij. Na tem mestu je bila, pričakovano, koncentracija radona najvišja in sicer 239 Bq/m^3 . Četrty teden smo merilnik imeli v kabinetu kemije v pritličju. Namestili smo ga na polico ob notranji steni. Po tednu dni je merilnik pokazal vrednost 100 Bq/m^3 . Naslednji teden smo merilnik pustili na enakem mestu. V tem tednu so bile počitnice in smo pričakovali višjo vrednost v primerjavi s preteklim tednom. To se je tudi zgodilo. Po tednu dni smo odčitali koncentracijo radona 137 Bq/m^3 . Zadnji teden pa smo merilnik namestili v drugo nadstropje, na omaro ob notranji steni. Po tednu dni smo odčitali vrednost, ki je znašala 130 Bq/m^3 .

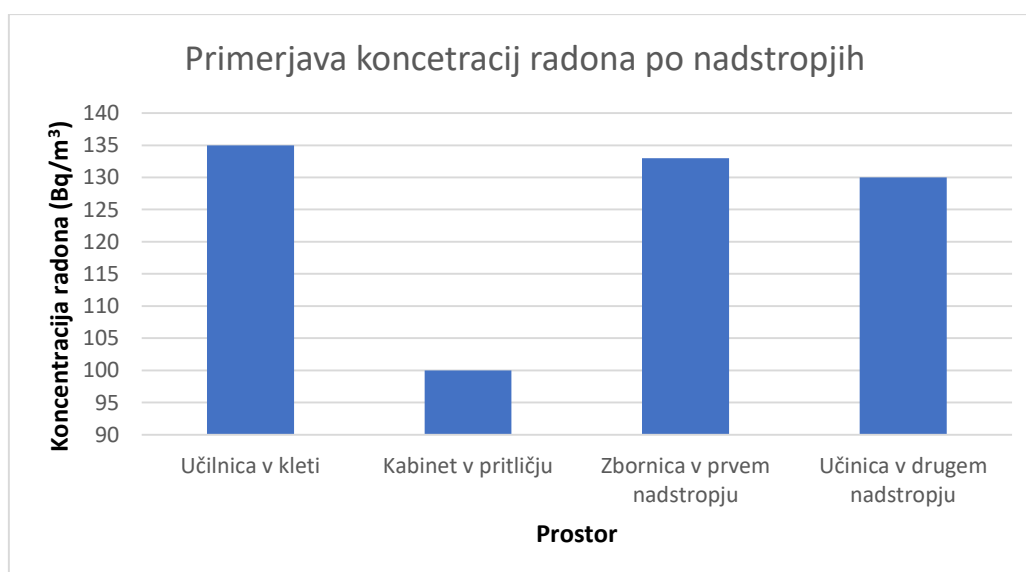
4. RAZPRAVA

Spreminjanje koncentracije radona lahko prikažemo z grafom.



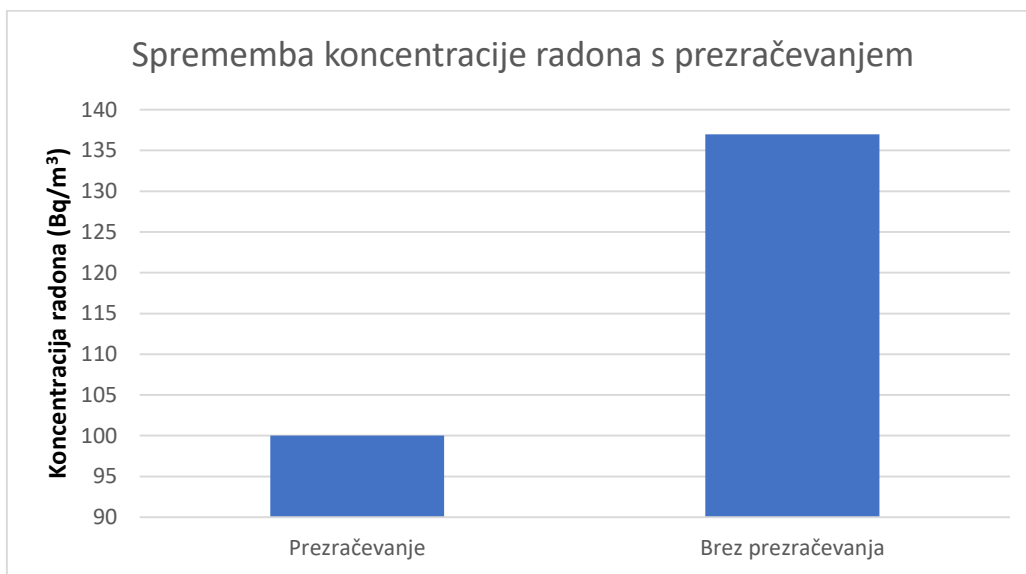
Graf 1: Primerjava koncentracije radona v kletnih prostorih z ostalimi prostori.

Prvi stolpec na grafu 1 prikazuje povprečno koncentracijo radona v kletnih prostorih, ki znaša 187 Bq/m^3 . Drugi pa je nekoliko nižji in prikazuje povprečno koncentracijo radona v ostalih nadstropjih in znaša 125 Bq/m^3 . Iz podatkov sklepamo, da so koncentracije radona v prostorih Šolskega centra v Ljubljani najvišje v kletnih prostorih v primerjavi z ostalimi nadstropji.



Graf 2: Primerjava koncentracij radona po nadstropjih

Za graf 2 smo izbrali prostore v katerih se dijaki in profesorji naše šole zadržujemo večino časa. Iz grafa 2 lahko razberemo, da so koncentracije radona v prostorih v katerih se zadržujemo večino časa zelo podobne. V učilnici v kleti je koncentracija pričakovano najvišja. Nato z nadstropji rahlo upada. Izjema je le kabinet v pritličju pri katerem je koncentracija nižja. Če bi meritve izvajali dlje časa in v več različnih prostorih, bi bili verjetno podatki drugačni.



Graf 3: Sprememba koncentracije radona s prezračevanjem

Iz grafa 3 lahko razberemo, da se koncentracija radona poveča za 37 %, če teden dni ne zračimo prostora. Iz dane meritve sklepamo, da je prezračevanje nujno potrebno za ohranjanje nižjih koncentracij radona v prostorih.

5. ZAKLJUČEK

Na podlagi zbranih rezultatov lahko sprejmemo ali ne sprejmemo zastavljenih hipotez.

Prvo hipotezo (Koncentracija radona v prostorih Šolskega centra v Ljubljani je nižja od priporočene vrednosti 400 Bq/m³) lahko sprejmemo. Koncentracija radona je v vseh prostorih, v katerih smo izvajali meritve, nižja od priporočene vrednosti 400 Bq/m³. Iz zbranih podatkov sklepamo, da je stavba primerna za izvajanje pouka, ker vrednosti ne presegajo dovoljenih vrednosti.

Drugo hipotezo (Koncentracija radona je višja v kletnih prostorih v primerjavi z ostalimi nadstropji) lahko prav tako sprejmemo, ker so meritve pokazale, da imajo kletni prostori v povprečju koncentracijo višjo, zaradi »bližine tal« in težjega zračenja. Sklep je, da so tudi kletni prostori varni za pouk, saj so vrednosti še vedno v dovoljenih mejah.

Tretjo hipotezo lahko delno sprejmemo (Koncentracija radona z nadstropji upada). Koncentracija je najvišja v kletnih prostorih, najnižja pa je bila v pritličju. Med ostalimi nadstropji pa vrednost le rahlo upada.

Četrto hipotezo lahko sprejmemo (S prezračevanjem znižamo koncentracijo radona v prostoru), ker je bila koncentracija radona manjša, ko so bili profesorji v šoli in so kabinet zračili. Med počitnicami, ko v kabinetu ni bilo nikogar, se je vrednost povišala za 37 %. Iz česar lahko sklepamo, da je potrebno prostore zračiti, ker se tako občutno zmanjša koncentracija radona.

Peto in hkrati zadnjo hipotezo lahko sprejmemo (Koncentracija radona je najvišja v skladišču s kemikalijami), kar smo dokazali z meritvami. Koncentracija radona v skladišču s kemikalijami je bila za 57 % višja kot v kabinetu med zračenjem. To nas ne preseneča, kajti v skladišču se shranjujejo tudi radioaktivne snovi. Sklep je, da moramo radioaktivne kemikalije pravilno shranjevati in meriti koncentracije povezane z njimi.

Z raziskovalno nalogo smo ugotovili, da je pouk v Šolskem centru Ljubljana, kar se tiče koncentracij radona varen. Učenci, profesorji in ostali zaposleni nismo v neposredni nevarnosti obolenj povezanih z povišanimi koncentracijami radona v zraku. Zaposlene bomo

le obvestili o rahlo povišanih vrednostih radona v kletnih prostorih. Omenili bomo, da je potrebno prostore redno zračiti.

6. LITERATURA

Geršak, M. (ur.) (2011). Sto let srednjega šolstva na Aškerčevi. Ljubljana: Šolski center.

Haavisto, A., Hella, A., Hurmola, O. in Tuomi, V. (1996). Čudežni svet elementov. Ljubljana: DZS.

Lazarini, F. in Brenčič, J. Splošna in anorganska kemija. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 2011.

Leban, M. (2013). Diplomsko delo. Vpliv okolja in bivalnih navad na raven radona v domovih.

O šoli. Šolski center Ljubljana. Srednja strojna in kemijska šola. (24.1.2020). Pridobljeno s <https://www.strojna.sclj.si/o-soli>

Problematika povišanih koncentracij radona v vrtcih in šolah. NIJZ. (6.1.2016). Pridobljeno s https://www.nijz.si/files/uploaded/radon-daljsa_verzija_koncna.pdf

Radioaktivni radon – meritve po Sloveniji. ZVD. (24.1.2020). Pridobljeno s <http://www.zvd.si/zvd/zdravo-okolje/radioaktivni-radon-meritve-po-sloveniji/>

Radon. (b.d.). Pridobljeno s http://www.knowledgedoor.com/2/elements_handbook/radon.html

Vaupotič J., Kobal I. in Križman M. (2010). Background outdoor radon levels in Slovenia. Nukleonika; 55(4): 579–82.

6.1 VIRI SLIK

Slika na naslovnici:

10 radon facts. (17.10.2018). Pridobljeno s <https://www.thoughtco.com/interesting-radon-element-facts-603364>

Slika 1:

Radon. (b.d.). Pridobljeno s

http://www.knowledgedoor.com/2/elements_handbook/radon.html

Slika 2:

Radon. (15.9.2018). Pridobljeno s <https://pixels.com/featured/radon-science-photo-library.html>

Slika 3:

Radioaktivni radon – meritve po Sloveniji. ZVD. (24.1.2020). Pridobljeno s

<http://www.zvd.si/zvd/zdravo-okolje/radioaktivni-radon-meritve-po-sloveniji/>

Slika 4:

Radon v bivalnem okolju. Lahko ga odstranimo in zdravo zadihamo. Lokalno.si. (29.3.2017).

Pridobljeno s

https://www.lokalno.si/2017/03/28/173040/aktualno/DL_Radon_v_bivalnem_okolju___Lahko_ga_odstranimo_in_zdravo_zadihamo/

Slika 5:

Radon v bivalnem okolju. Lahko ga odstranimo in zdravo zadihamo. Lokalno.si. (29.3.2017).

Pridobljeno s

https://www.lokalno.si/2017/03/28/173040/aktualno/DL_Radon_v_bivalnem_okolju___Lahko_ga_odstranimo_in_zdravo_zadihamo/

Slika 6:

Radioaktivni radon – meritve po Sloveniji. ZVD. (24.1.2020). Pridobljeno s

<http://www.zvd.si/zvd/zdravo-okolje/radioaktivni-radon-meritve-po-sloveniji/>

PRILOGE:

Priloga 1: Koncentracija radona v prostorih Šolskega centra v Ljubljani

Objekt	Prostor	Lokacija v prostoru	Datum začetka meritve	Datum konca meritve	Vsebnost radona (Bq/m³)
Aškerčeva1	zbornica, prvo nadstropje	na mizi	20. 1.	27. 1.	133
Aškerčeva1	učilnica, klet	na omari	27. 1.	3. 2.	135
Aškerčeva1	skladišče, klet	v omari	3. 2.	10. 2.	239
Aškerčeva1	kemijski kabinet, pritličje	na polici	10. 2.	15. 2.	100
Aškerčeva1	kemijski kabinet, pritličje	na polici	15. 2.	24. 2.	137
Aškerčeva1	učilnica, drugo nadstropje	na omari	24. 2.	2. 3.	130