

Radon v stavbah in kakovost bivanja

Radon in buildings and quality of life

Matjaž Valenčič

Zveza ekoloških gibanj Slovenije-ZEG

Krško, Slovenija

matjaz.valencic@gmail.com

Povzetek:

V stavbah, ki niso ustrezno zgrajene ali sanirane, se nabira radon, zdravju nevaren žlahtni plin brez barve, vonja in okusa.

Področje radona v stavbah pokrivajo ministrstva, ki so pristojna za zdravje, energijo, prostor, graditev ... Čeprav so vsa ministrstva aktivna na področju preprečevanja radona v stavbah, niso medresorsko usklajena. Prepogosto se zgodi, da občani prejmejo nasprotujoče si informacije, zato se celo dogaja, da se po energetske sanaciji stavb pojavi radon v bivalnih prostorih.

V Sloveniji merijo radon v javnih stavbah od leta 1990, v stanovanjskih stavbah pa od 2018. Žal so stanovalci premalo informirani o nevarnosti radona, zato je potrebna pozitivna komunikacija za osveščanje prebivalstva.

Prebivalstvo in stroko je treba seznaniti o nevarnostih radona v stavbah in predlagati izvedbo ukrepov, ki preprečujejo vdor radona v stavbah.

Ključne besede: radon v stavbah, energetska sanacija, protiradonska sanacija, radonvednost

Summary

In buildings that are not properly constructed or rehabilitated, radon accumulates, a noble gas that is dangerous to health without colour, smell or taste.

The field of radon in buildings is covered by the ministries responsible for health, energy, space, construction... Although all ministries are active in the field of radon prevention in buildings, they are not interdepartmental coordinated. It happens too often that citizens receive conflicting information, which is why it even happens that radon appears in living spaces after energy renovation of a building.

In Slovenia, radon has been measured in public buildings since 1990, and in residential buildings since 2018. Unfortunately, residents are insufficiently informed about the danger of radon, so positive communication is needed to raise awareness among the population.

It is necessary to inform the population and the profession about the dangers of radon in buildings and propose the implementation of measures to prevent the ingress of radon in buildings.

Keywords: radon in buildings, energy rehabilitation, anti-radon rehabilitation, radon knowledge

Radon

Radon je žlahten plin, brez barve, vonja in okusa.

Beseda »žlahten« naj ne zavede. Čeprav ta beseda pomeni nekaj imenitnega, sodeč po slovarju: žlahtna kapljica, žlahtni kamen, žlahtna plesen, žlahtna gospoda ... je radon zdravju nevaren plin.



Slika 1 Beseda "žlahten" ima raznolik pomen.

V kemiji pomeni beseda »žlahten« nekaj drugega. Žlahtni plini, včasih imenovani **inertni plini**, imajo svojevrstno mesto v periodnem sistemu. Vsi žlahtni plini, tudi radon (Rn), so znani po tem, da nimajo barve, vonja in okusa. So nevnetljivi, v standardnih pogojih izjemno stabilni.

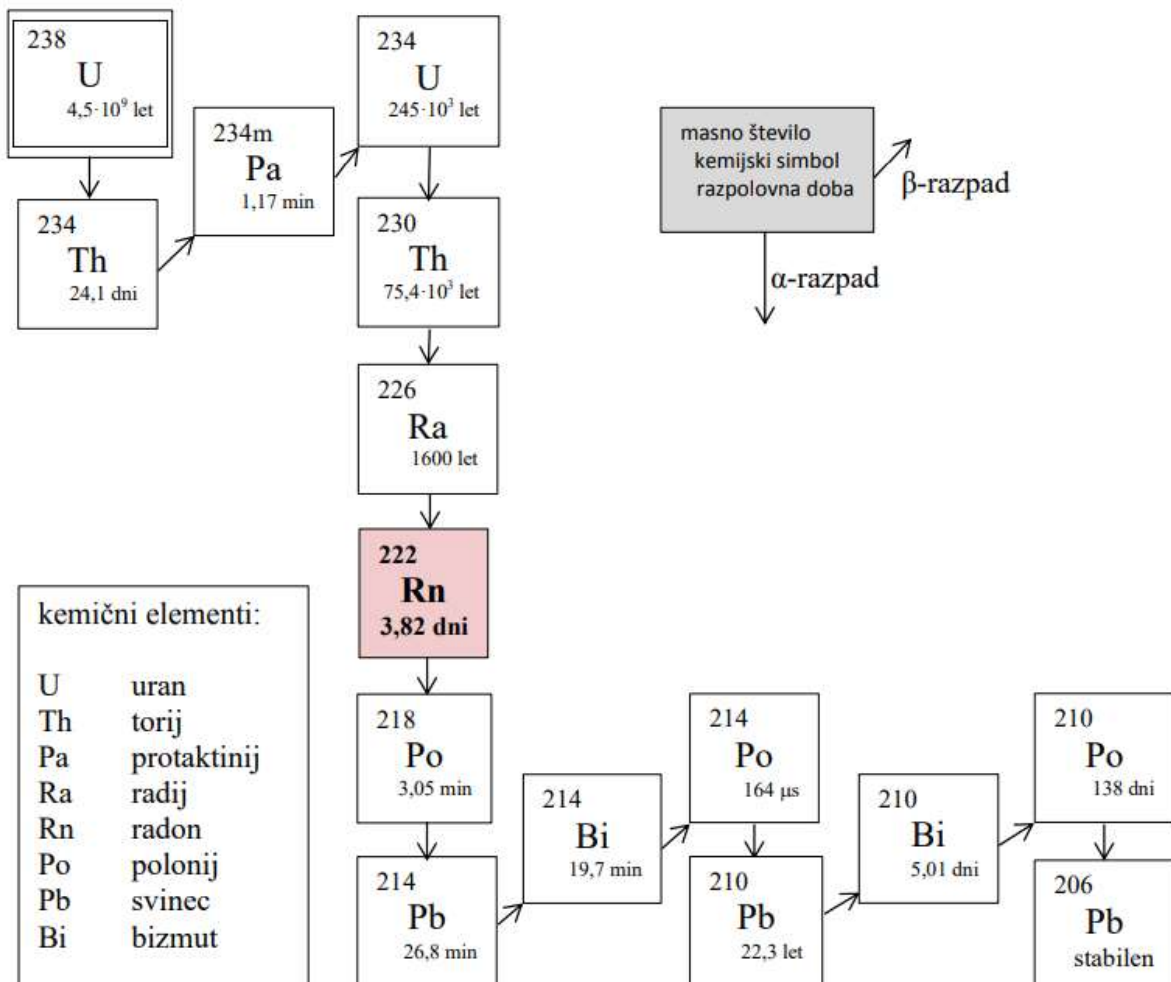
Radon je kemijski element z vrstnim številom 86 in atomskim masnim številom 222, pri čemer je treba omeniti, da obstaja mnogo različnih izotopov radona. Najbolj dolgoživ izotop radona je ^{222}Rn z razpolovno dobo 3,82 dni. Ostali izotopi imajo razpolovno dobo nekaj minut ali manj; zaradi kratke razpolovne dobe in ker večinoma ti izotopi ne razpadajo z α razpadom, ostalih izotopov ne obravnavamo v kontekstu nevarnosti za zdravje.

Radon je element VIII. valentne skupine. Spada med žlahtne pline in tvori enoatomne molekule. Zaznamo ga predvsem zaradi radioaktivnega razpada, z merilnimi napravami.

Radon sta odkrila Ernest Rutherford in Friderick Soddy leta 1900. Je najtežji element skupine žlahtnih plinov, je radioaktiven in nastaja pri radioaktivnem razpadu radija.

Še zanimivost. Plin radon nastane iz trdne snovi (radija) v zemljini, kot plin vstopa v stavbe in tam razpade v trdne snovi, ki so radioaktivne.

Razpadna veriga urana



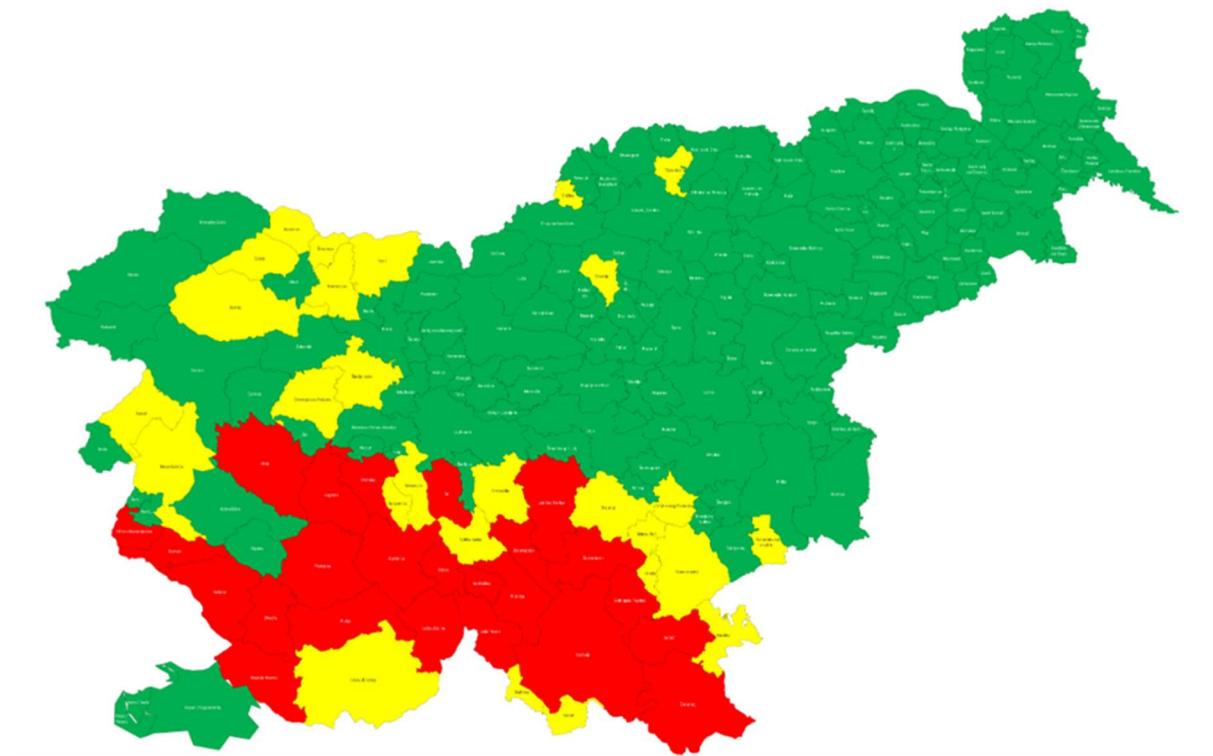
Za zdravje so nevarni radonovi kratkoživi razpadni produkti. To so kovine, ki v zraku tvorijo radioaktivne aerosole, nanodelce. Med dihanjem se radioaktivni aerosoli nalagajo na stenah dihalnih poti. Od tam sevajo in povzročajo poškodbe tkiva. Mednarodna agencija za raziskovanje raka (IARC) radon in njegove razpadne produkte uvršča med snovi, ki so rakotvorne za človeka (skupina 1). Radon in njegovi razpadni produkti povzročajo pljučnega raka. Svetovna zdravstvena organizacija je ugotovila, da se ob povišani koncentraciji radona za 100 Bq/m^3 tveganje za pljučnega raka poveča za 8 %. Tveganje za bolezen in

smrt zaradi pljučnega raka pri povišanih koncentracijah radona je večje pri kadilcih kot nekadilcih. Ocenjujejo, da je vsak deseti rak na pljučih posledica radona oziroma njegovih razpadnih produktov. (7)

Vir in vstop radona v stavbo ter dejavniki, ki vplivajo na raven radona v stavbi

Največji izvor radona v bivalnem okolju predstavlja zemljina pod stavbo, manj pa gradbeni material, voda in plin za ogrevanje. Radon je v zaprtih prostorih, v katere prodira skozi slabo izolirana tla in vodovodna ter druga omrežja v stavbi, ki so v stiku z zemljino. Vzrok povišanih koncentracij radona so kamninska podlaga, letni čas, nadstropje v stavbi in tesnjenje oken. Največji vpliv na koncentracijo radona v stavbi ima kamninska podlaga.

Radonski zemljevid Slovenije



Slika 2: Radonski zemljevid Slovenije (8)

Na podlagi do zdaj izvedenih meritev koncentracij radona v Sloveniji in podatkov o geološki sestavi tal so določena območja, kjer je več radona (na zemljevidu obarvano rdeče).

Dodatne meritve se izvajajo tudi na območjih občin, kjer je radon pričakovan (na zemljevidu obarvano rumeno).

Vendar se radon lahko pojavi tudi v stavbah na zelenem področju. V nekaterih ljubljanskih vrtcih in šolah so izmerili povišane koncentracije radona in jih sanirali (9), pa so te stavbe na zelenem področju.

Za preprečevanje pojava radona v stavbah so preventivni protiradonski ukrepi potrebni tudi na zelenem radonskem področju.

A: obstoječe stavbe: Ukrepi za znižanje radona v obstoječih stavbah

V vsaki stavbi predlagamo zaščitno detekcijo koncentracije radona.

Trenutno veljavna zakonodaja določa, da je dopustna koncentracija radona v zraku bivalnega okolja pod 300 Bq/m^3 . Če je mejna vrednost prekoračena, je treba začeti sanacijo radona v stavbi. Raziskave kažejo, da 1/3 slovenskih domov presega zgoraj navedeno mejno vrednost.

Zakonsko določena mejna vrednost koncentracije radona v zraku bivalnega okolja pomeni, da če meritve pokažejo vrednosti pod 300 Bq/m^3 , zakonodaja ne predpisuje nujnih ukrepov. Vendar pa je pomembno poudariti:

- 300 Bq/m^3 ni varnostna meja, temveč meja, pri kateri se priporoča začetek sanacije. Študije so pokazale, da že pri nižjih koncentracijah radona obstaja povečano tveganje za nastanek raka na pljučih.
- Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) priporoča, da se prizadevanja za zmanjšanje koncentracije radona začnejo že pri vrednostih pod 100 Bq/m^3 . To je še posebej pomembno v prostorih, kjer se zadržujejo otroci in občutljive skupine prebivalstva.

Izbira ukrepov naj temelji na velikosti preseženih vrednosti radona in njeni oceni vpliva na zdravje stanovalcev. Najučinkovitejši ukrep je kakovosten gradbeni poseg na talni plošči, saj z njim omejimo vir povišanih koncentracij radona v stavbi. Prezračevanje prostorov in zatesnitev vidnih razpok ter špranj v tleh in stenah, ki mejijo na zemljino, ter instalacijskih vodov sta primerna pri majhnih preseganjih dovoljenih vrednosti, sicer sta le začasna ukrepa.

Pred izvedbo vseh gradbenih ukrepov, ki bi lahko povečali koncentracijo radona v stavbi, svetujemo radonske meritve in izbor tistih ukrepov, ki znižajo prisotnost radona. Zlasti skrb vzbujajoči so nestrokovni ukrepi ob energetskih sanacijah, tesnitvi stavbe, menjavi oken, vgradnji prezračevalnih naprav z izmenjujočim delovanjem, izolaciji fasade, izdelavi prizidkov, tlakovanju dvorišč ... Ti ukrepi praviloma povečajo prisotnost radona v prostorih in so, iz tega vidika, škodljivi. Izvedba protiradonske sanacije obstoječih stavb je določena v Pravilniku (4).

- Kot gradbeni poseg za zmanjšanje izpostavljenosti radonu iz uredbe, ki ureja nacionalni radonski program, se šteje vgradnja aktivnega sistema za prezračevanje zemljine pod talno konstrukcijo.
- Ne glede na prejšnji odstavek je dopustna izvedba pasivnega sistema, če se z njim lahko zagotovi referenčna raven.

- Kot dodaten ukrep k aktivnemu sistemu prezračevanja zemljine se lahko izvede tudi tesnjenje oboda talne konstrukcije in prebojev skozi talno ploščo ter tesnjenje tlorisne površine z radonsko zaporno folijo.

B: nove stavbe: Ukrepi za preprečevanje radona pri projektiranju in izvedbi novogradenj

Zakonodaja določa, da morajo biti stavbe projektirane, grajene in vzdrževane tako, da je koncentracija radona v delovnih in bivalnih prostorih čim nižja in da ni presežena referenčna raven. Območje Republike Slovenije je razdeljeno na dve območji, in sicer na radonsko območje in zeleno območje.

- Na radonskem področju: Projektiranje in gradnja novih stavb na radonskem območju se zagotovi s prezračevanjem zemljine pod talno konstrukcijo stavbe ali s popolnim tesnjenjem med zemljino in notranjim zrakom z radonsko zaporno folijo. Kot prezračevanje zemljine se štejejo tudi arhitekturne rešitve, ki zagotavljajo zadostno prezračevanje prostorov, ki so v stiku z zemljino tako, da ni presežena referenčna raven. Če pasivno prezračevanje zemljine ne zadošča, se vgradi aktivno prezračevanje.
- Na zelenem področju: Projektiranje in gradnja novih stavb na zelenem območju je določeno enako kot na radonskem področju.

Prezračevanje prostorov, popularen, a dvomljiv ukrep

Ukrepi za znižanje koncentracije radona v stavbah so zelo različni (6). Ob pripravi projekta sanacije stavbe je treba upoštevati značilnosti objekta, temeljenje in podkletenost zgradbe, propustnost tal pod osnovno ploščo, in poiskati mesta, kjer radon vstopa v zgradbo. Vstopna mesta določimo s posebnimi instrumenti, ki merijo trenutne koncentracije radona.

Čeprav velja splošno prepričanje, da koncentracijo radona v prostorih znižamo s prezračevanjem prostorov, je ta ukrep dvomljiv. Vendar pa tudi ureditev prezračevalnega sistema prostorov le malo zniža koncentracije (običajno 20-30 %). Prezračevalni sistemi, ki v zgradbah ustvarjajo dodaten podtlak, lahko privedejo tudi do nasprotnega učinka in se koncentracija radona v prostorih zviša.

Povečano prezračevanje prostorov ali vzdrževanje stalnega nadtlaka v stavbi proti zemljini sta ukrepa, ki sta lahko primerna, če je prezračevanje intenzivno, z

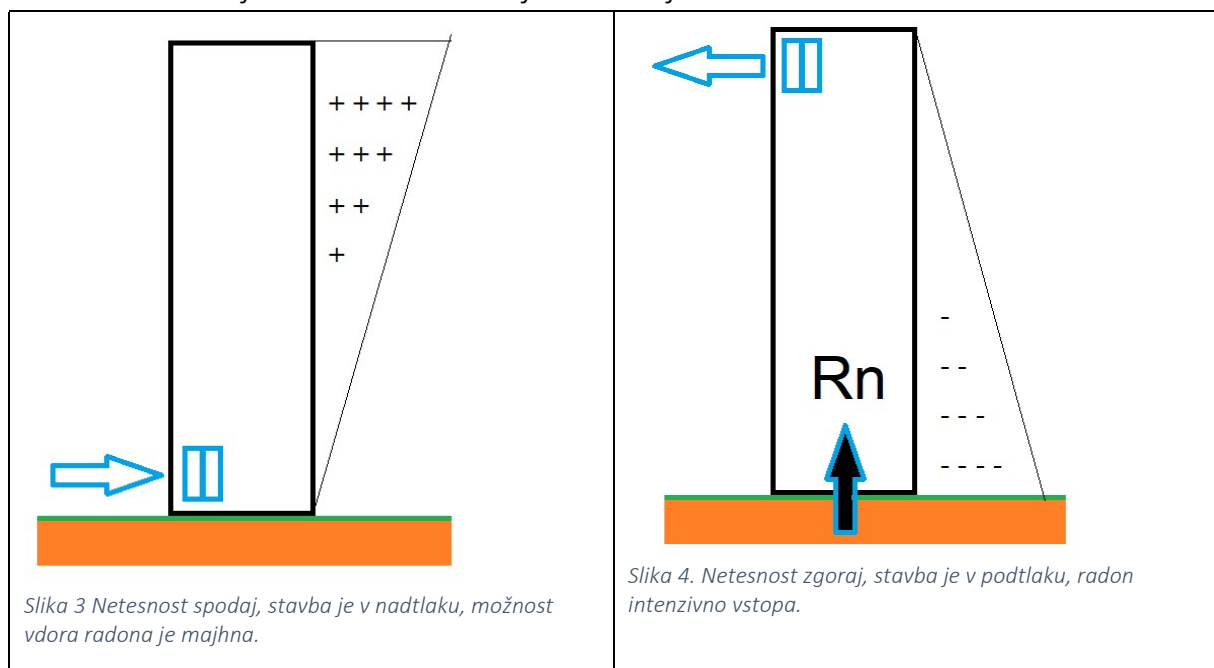
nadtlakom. Vendar sta energetsko potratna in ju stroka ne priporoča pri splošnem reševanju težave povišanega radona,

Napačno protiradonsko prezračevanje

Prezračevanje pomeni izmenjavo zraka. Čist zunanji zrak vstopa v prostor, notranji pa izstopa in odnese vsa onesnažila. Izmenjava je lahko samodejna, zaradi fizikalnih lastnosti zraka ali mehanska, s prezračevalno napravo. Ne glede na način izmenjave lahko nastane v prostoru nadtlak ali podtlak. Iz vidika izmenjave zraka je vseeno, če je prezračevanje nadtlačno ali podtlačno, glede ogroženosti z radonom pač ni.

Premikanje radona skozi zemljino v stavbo je predvsem konvektivno, posledica tlačnih razlik med plinom v zemljini in tlakom v prostorih, ki ležijo nad zemljino. Neprimerno prezračevanje celo poveča koncentracijo radona v stavbah!

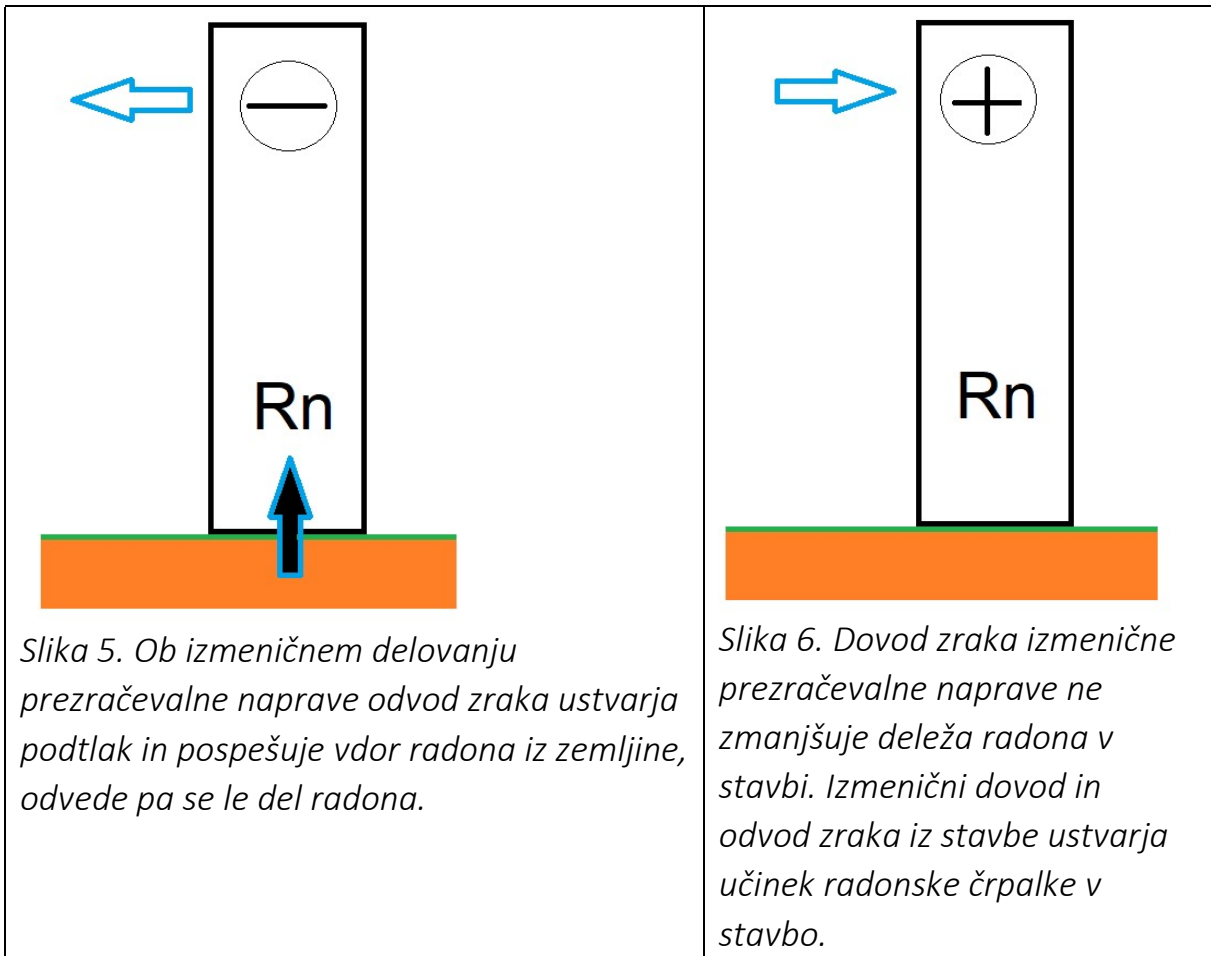
V stavbah je večji del leta topleje kot zunaj, zato so tlačne razmere v stavbah odvisne tudi od mesta oziroma višine netesnosti stavbe. Stare stavbe so bile praviloma netesne povsod, zlasti pri vseh okenskih odprtinah, zato je bil zračni tlak v celotni stavbi izenačen s tlakom zunanjega zraka oziroma tlaka v zemljini, možnost vdiranja radona v stavbe je bila majhna.



V kurilni sezoni je sodobna, tesna stavba takrat, ko je netesna na zgornjem delu ovoja, v podtlaku in vzgonsko črpa radon iz zemljine pod stavbo (slika 4). Izven kurilne sezone, ko je praviloma odprtih več oken, je vzgonski učinek črpanja radona manjši.

Še intenzivnejši je vdor radona v stavbo, v kateri je izmenjujoči zračni tlak zaradi dvosmerne prezračevalne naprave (sliki 5 in 6). Kljub dobrim namenom se

stavba z izmenjujočim delovanjem prezračevalnih naprav spremeni v radonsko črpalko, ki ob podtlaku črpa radon v stavbo, ob nadtlaku pa ga ne zmore izriniti iz stavbe.



Prezračevanje ni magična rešitev za zmanjšanje koncentracije radona v stavbi, zlasti ne, če je napačno, s podtlakom ali z izmenjujočimi tlačnimi razmerami. Izmenjujoče prezračevanje lahko celo ustvari učinek radonske črpalke in pospeši uhajanje radona v stavbo.

[Vpliv Jomkipurske vojne na radon v stavbah](#)

Med Jomkipursko vojno in povečanjem radona v stavbah ni nobene neposredne povezave. Odgovor na prvo svetovno naftno krizo je bilo povečanje energijske učinkovitosti stavb, tudi z zatesnitvijo stavb. Kmalu po tem se je pokazalo, da tesne stavbe niso zdrave (SBS), predpisano je bilo kontrolirano prezračevanje z vračanjem toplote za zadovoljevanje sanitarnih potreb in energijsko učinkovitost. Radon, zdravju škodljiv plin brez barve, vonja in okusa, je bil prezrt. Morda so pozabili nanj zato, ker je že od nekdaj vstopal v netesne stavbe in iz

njih neovirano izstopal. V tesnih stavbah pa je ostal ujet. Tako so sodobne, tesne stavbe postale radonske kletke.

Posredno, zaradi neprimerne komunikacije o stanovanjski kulturi, je Jomkipurska vojna vplivala na povečanje koncentracije radona v stavbah.

Zdaj, ko poznamo nevarnosti radona in se znamo zaščititi pred radonom, bi bilo neprimerno, da bi to nevarnost prezrli.

Radonvednost

Radonvednost je akcija ozaveščanja prebivalstva in strokovnjakov o radonu v zaprtih prostorih. Vključuje vse udeležence, ki se ukvarjajo z radonom v stavbah, lahko vplivajo na pojav radona v stavbah ali živijo z radonom, od načrtovalcev, projektantov, izvajalcev do stanovalcev.

Radonvednost želi podati celovite informacije o pojavu radona v stavbah in o njegovem preprečevanju, ob rabi stavb ter sočasni celoviti oziroma delni prenovi stavb in ob novogradnjah.

Vsi, ki vas zanima radon v bivalnih prostorih, ste povabljeni, da se pridružite akciji radonvednost.

Literatura/References::

1. [Navodila v primeru zaznanih povečanih koncentracij radona v stavbah javnih vzgojno izobraževalnih zavodov \(viz\)](#)
2. <https://nijz.si/moje-okolje/uv-sevanje-in-radon/problematika-povisanih-koncentracij-radona-v-vrtcih-in-solah/>
3. <https://www.gov.si teme/zmanjsevanje-izpostavljenosti-radonu/>
4. [Pravilnik o zahtevah za novogradnje, posege v obstoječe stavbe in sanacijo obstoječih stavb zaradi varovanja zdravja ljudi pred škodljivimi učinki radona](#)
5. Dobri nameni in radonske kletke; Valenčič, M.; 11. 04. 2024; strokovno posvetovanje »S komunikacijo v slovensko okoljsko modernizacijo«
6. <https://www.radon-resitve.si/radon/resitve/>
7. [Problematika povišanih koncentracij radona v vrtcih in šolah](#)
8. [Zmanjševanje izpostavljenosti radonu](#)
9. [Proračun MOL 2021](#)
10. [radonvednost](#)
11. [Tehnična smernica 1-007:2023; Zaščita pred radonom v stavbah](#)