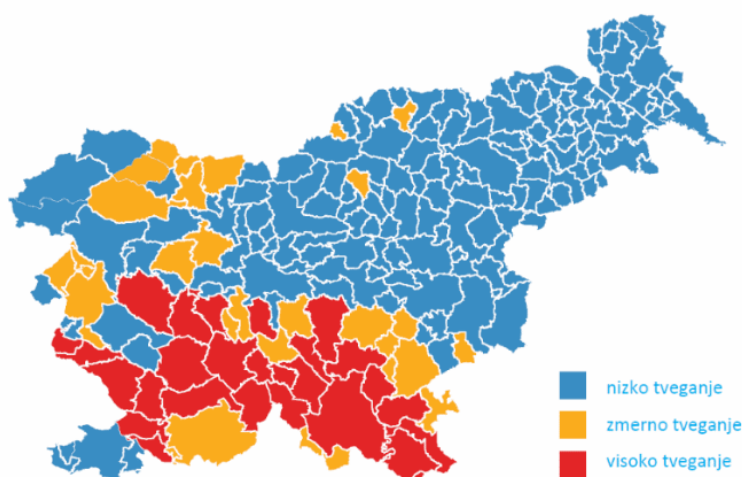


# Kakovost zraka v zaprtih prostorih in učinkovita raba energije

Simon Muhič

## 1 UVOD

Radon predstavlja največji vir ionizirajočih sevanj, ki ga ni mogoče preprečiti. Svetovna zdravstvena organizacija je ugotovila, da se ob povišani koncentraciji radona za sto bequerelov na kubični meter tveganje za pljučnega raka poveča za osem odstotkov [1]. Pri tem večino sevanja dobimo, ko dihamo z radonom onesnažen zrak v stavbah. Občine Ivančna Gorica, Žužemberk in Dolenjske Toplice sodijo med občine z višjo stopnjo tveganja izpostavljenosti radonu, občina Trebnje pa med občine z zmernim tveganjem izpostavljenosti radonu [2].



Slika 1.1: Tveganje za izpostavljenost radonu v Republiki Sloveniji [3]

## 2 O KAKOVOSTI ZRAKA V PROSTORU

Problematiki kakovosti zraka v prostoru se v zadnjih desetletjih posveča vedno večja pozornost. Raziskave kažejo, da velik del človeške populacije preživi v zaprtih prostorih večino svojega časa, kar poudarja pomen problematike. Zrak je zmes plinov. Čist, suh zrak blizu nivoja morja je sestavljen iz približno 21 % kisika, 78 % dušika, 1 % argona in 0,03 % ogljikovega dioksida (volumski odstotki). Zrak vsebuje tudi delce vodika, neona, helija, ozona, kriptonu in ksenona v odvisnosti od variabilne količine vodne pare in submikronskih majhnih delcev. Različne raziskave so pokazale, da je zrak v stavbah lahko do 20 krat bolj onesnažen, kot je zunanji zrak. Na kakovost zraka v prostoru vplivajo številne snovi. V zraku v stavbah je mogoče najti preko 900 različnih škodljivih snovi. Nekatere najpomembnejše snovi, s katerimi se srečujemo pri reševanju problemov kakovosti zraka v prostoru, so [4]:

- Ogljikov dioksid – CO<sub>2</sub>: Izpostavljenost večjim koncentracijam CO<sub>2</sub> povzroča glavobol, zaspanost in vrtoglavico. Koncentracijo CO<sub>2</sub> v prostoru lahko zmanjšamo samo z ustreznim prezračevanjem prostora. Količina CO<sub>2</sub>, ki ga človek izloči pri dihanju, je povezana z intenzivnostjo metabolizma. Povprečna sedeča oseba ( $M = 70 \text{ W/m}^2$ ,  $A = 1,8 \text{ m}^2$ ) izloči pri dihanju 0,005 l/s oziroma 18 l/h CO<sub>2</sub>. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb [5] predpisuje dopustno absolutno koncentracijo CO<sub>2</sub> v prostoru 3000 mg/m<sup>3</sup> (1667 ppm).
- Ogljikov monoksid CO: V krvi se veže na hemoglobin in s tem zmanjšuje zmožnost krvi za prenos kisika po človeškem organizmu.
- Dušikovi oksidi NO<sub>x</sub>: Izpostavljenost dušikovim oksidom povzroči zmanjšano prehodnost dihalnih poti in infekcije respiratornih organov.
- Formaldehid – HCHO: Je kemijska spojina, ki se je veliko uporabljala kot vezivo pri izdelavi vezanih plošč, v industriji izolacijskih materialov ter v tekstilni in papirni industriji. Formaldehid prodre v človekovo telo prek dihalnih organov, s hrano in z adsorpcijo v koži. Draži očno in nosno sluznico, povzroča glavobol in vnetje zgornjih dihalnih organov. Raziskave kažejo na možnost karcinogenega delovanja, predvsem ob izpostavljenosti večjim koncentracijam, ki bi povzročile močno iritacijo nosne sluznice.
- Lebdeči trdni delci: V obliki prahu, dima in aerosolov kemično in mehansko dražijo sluznice nosu, oči in žrela in slabšajo funkcije zgornjih dihalnih poti.
- Cigaretetni dim: Produkti zgorevanja tobaka vsebujejo zmes trdnih delcev, plinov in hlapnih organskih spojin, ki škodujejo zdravju. Katran in nikotin v cigarettnem dimu sta karcinogeni snovi.
- Hlapne organske spojine: Pri analizah zraka v poslopih so odkrili več kot 500 hlapnih organskih spojin, ki so posledica uporabe čistil, lepil, barv, opreme in delovanja nekaterih strojev.
- Radon (Rn): Je radioaktiven plin, ki se v naravi pojavlja pri razpadu radija, ta pa nastane z razpadom urana. Ker sta uran in radij v majhnih količinah sestavni del strukture tal, radon v večjih ali manjših količinah najdemo povsod. Radon v objektu razpada in oddaja delce alfa, ki se usedajo na lebdeče respirabilne prašne delce v zraku, ki nato lahko poškodujejo pljučno tkivo. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb [5] predpisuje dopustno absolutno koncentracijo Rn 400 Bq/m<sup>3</sup>. Referenčna raven povprečne letne koncentracije radona v zaprtih bivalnih in delovnih prostorih je skladno z Uredbo o nacionalnem radonskem programu [2] 300 Bq/m<sup>3</sup>.

### 3 SINDROM BOLNE STAVBE

Energetska kriza v začetku sedemdesetih let je botrovala k miselnosti, da je potrebno z energijo varčevati za vsako ceno. Posledično so se zmanjšale količine dovedenega svežega zraka, kar je zmanjšalo kakovost zraka v stavbah. V nasprotju z zmanjševanjem količin svežega zraka v stavbah, se je pojavilo čedalje več izvorov onesnaženja zraka, obstoječi izvori onesnaženja pa so imeli večji vpliv zaradi zmanjšane količine svežega zraka. Novi gradbeni materiali, pohištvo, laserski tiskalniki, fotokopirni stroji, čistila in pa ljudje sami (vonjave, dihanje, parfumi ...) predstavljajo številni izvor onesnaževalcev, ki pomenijo potencialno nevarnost za človekovo ugodje in zdravje. Posledica je nastanek bolnih stavb. Pojem "sindrom bolne stavbe" (*sick building syndrome*) je sinonim za bivanjske pogoje pri katerih vsaj 20 % ljudi, ki živijo ali delajo v takšni stavbi, poroča o bolezenskih znakih, ki so povezani z bivanjem v stavbi. Poročilo svetovne zdravstvene organizacije (*WHO*) iz leta 1984 je pokazalo, da je po svetu najmanj 30 % novih in prenovljenih stavb, ki lahko povzročijo težave povezane s kakovostjo zraka v stavbah. V raziskavi v ZDA, ki je obravnavala naključno izbrane pisarniške delavce, je kar 24 % odstotkov delavcev odgovorilo, da so zasledili težave s kakovostjo zraka v stavbah, 20 % pa jih je menilo, da je njihova delovna storilnost zaradi težav s kakovostjo zraka nižja. Raziskava med zaposlenimi v pisarniških prostorih, izvedena leta 1994 v Kanadi, je pokazala, da 30 % ljudi muči glavobol, 44 % utrujenost in zaspanost, 37 % očesna utrujenost, 69 % slabša delovna učinkovitost, kar 25 % obiskov pri zdravniku pa je povezano s slabo kakovostjo zraka v stavbah. Zelo podobni rezultati izhajajo iz analize popolnoma klimatiziranega objekta v Švici leta 1994 ter tudi iz številnih kasnejših raziskav [6].

Poleg zaskrbljenosti zaradi zdravstvenih težav ljudi v bolni stavbi je pomembno problem predstaviti tudi z ekonomskega vidika. Bolne stavbe so namreč drage, saj se v taki stavbi zmanjša produktivnost ljudi in poveča odsotnost z dela, s tem povezani pa so tudi stroški za zdravstveno nego. Po podatkih Ameriške agencije za varovanje okolja (*United States Environmental Protection Agency, EPA*) za ZDA znaša letni primanjkljaj zaradi zmanjšane storilnosti, povezane z neustrezno kakovostjo zraka v stavbah 60 milijard USD. Realna vrednost primanjkljaja pa je še višja, saj veliko ljudi svojih težav ne zna povezati s slabimi pogoji v stavbi. Ocenjeni letni dobitki in prihranki, ki bi jih lahko dobili z izboljšanjem notranjega okolja v ZDA, znašajo med 30 in 170 milijard USD. Pri tej oceni so upoštevani prihranki zaradi zmanjšanih respiratornih obolenj, zmanjšanih alergijskih težav in astme, zmanjšanih simptomov bolne stavbe in povečane produktivnosti delavcev [7].

## 4 KAKOVOST ZRAKA IN PD [4]

Človek zaznava kakovost zraka z dvema čutiloma, in sicer z vohalnim organom v nosni votlini, ki zaznava več sto tisoč različnih vonjav in z drugim čutilom, ki je občutljivo na podobno število kemičnih dražljajev in se nahaja v membrani sluznice nosu in oči. Občutek kakovosti zraka je kombinacija zaznav obeh organov. Občuteno kakovost zraka lahko izrazimo kot odstotek nezadovoljnih oseb, ki neposredno po vstopu v prostor začutijo zrak kot neprijeten. Na žalost nam sama kemična sestava zraka ne daje zanesljive informacije o kakovosti zraka v prostoru. Evropsko tehnično poročilo za načrtovanje prezračevanja notranjega okolja iz leta 1998 [8] tudi za kakovost zraka v stavbah določa tri kategorije kakovosti zraka (Tabela 4.1).

Tabela 4.1: Kategorije kakovosti zraka v stavbah po CR 1752 [8]

Kategorija	Občutena kakovost zraka		Priporočena količina svežega zraka [l/s-olf]
	Odstotek nezadovoljnih oseb	decipol	
<b>A</b>	15	1,0	10
<b>B</b>	20	1,4	7
<b>C</b>	30	2,5	4

Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb iz leta 2002 [5] določa, da je potrebno s prezračevanjem zagotavljati, da koncentracije notranjih onesnaževalcev zraka v prostorih stavbe ne presegajo vrednosti, podanih v tabeli 7 pod točko 4, kjer je kot dopustna koncentracija določena meja 3000 mg/m<sup>3</sup> (1667 ppm). To približno ustreza kriteriju kategorije C po CR 1752.

## 5 RADON

Koncentracija radona v zraku predstavlja koncentracijo aktivnosti v eni prostorski enoti in jo merimo v Bq/m<sup>3</sup> [9]. Efektivna doza je merilo za učinke na zdravje in predstavlja vsoto uteženih ekvivalentnih doz notranjega in zunanjega obsevanja po vseh tkivih in organih telesa ter jo merimo v Sv (Sievert). Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih [10] določa mejne vrednosti, ki so podlaga za načrtovanje in izvajanje vseh organizacijskih, tehničnih, zdravstvenih in drugih ukrepov, potrebnih za varstvo pred ionizirajočimi sevanji. Referenčna raven povprečne letne koncentracije radona v zaprtih bivalnih in delovnih prostorih je 300 Bq/m<sup>3</sup> [2]. Pri povprečni specifični aktivnosti radona 300 Bq/m<sup>3</sup> in ravnovesnem faktorju med radonom in njegovimi kratkoživimi potomci 0,4 je:

- pri 2000 urah izpostavljenosti na delovnem mestu efektivna doza delavca, ki ne opravlja težkih fizičnih del, ocenjena na 4,0 mSv;
- pri 2000 urah izpostavljenosti na delovnem mestu efektivna doza delavca v turističnih jamah ali delavca, ki opravlja težka fizična dela v zaprtih prostorih, ocenjena na 8 mSv in

- pri 7000 urah izpostavljenosti v bivalnih prostorih efektivna doza prebivalca ocenjena na 14 mSv.

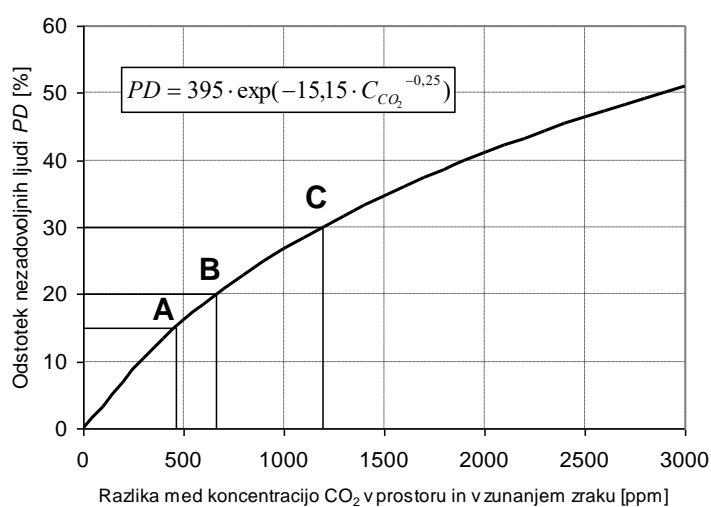
Če ocena izpostavljenosti pokaže, da lahko ljudje v javnih stavbah ali delavci na delovnih mestih zaradi izpostavljenosti radonu prejmejo letno efektivno dozo, večjo kot 6 mSv, je treba izvesti ukrepe za zmanjšanje izpostavljenosti, kot so prezračevanje prostorov, premestitev ljudi v druge prostore, prenehanje uporabe prostorov in gradbeni posegi, če se oceni, da bodo gradbeni posegi zadostno prispevali k zmanjšanju izpostavljenosti, primerljivih rezultatov pa ni mogoče doseči z drugimi preprostejšimi ukrepi. Ukrep za zmanjšanje izpostavljenosti delavcev je lahko tudi reorganizacija delovnih nalog in delovnega časa.

Zaradi zavedanja o aktualnosti problematike je Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport izdalo Navodila v primeru zaznanih povečanih koncentracij radona v stavbah javnih vzgojno izobraževalnih zavodov (VIZ) [11]. V navodilih so predstavljene osnove reševanja problematike radona v stavbah na splošno. Predstavljeni ukrepi so lahko zelo uspešni, pri čemer se priporočajo za enostavne primere, kjer je koncentracija radona povišana, ni pa kritična ( $< 1000 \text{ Bq/m}^3$ ).

## 6 OGLJIKOV DIOKSID

Človek pri izdihu odda ogljikov dioksid. Koncentracija  $\text{CO}_2$  v prostoru je sorazmerno dober pokazatelj kakovosti zraka, vendar je nezanesljiva kot edino merilo za količino dovedenega svežega zraka v prostor, saj ne upošteva drugih možnih vzrokov onesnaženja. Slika 6.1 prikazuje odstotek nezadovoljnih ljudi v odvisnosti od razlike med koncentracijo  $\text{CO}_2$  v prostoru in zunanjem zraku, ki je določen z enačbo:

$$PD = 395 \cdot \exp(-15,15 \cdot C_{\text{CO}_2}^{-0,25}) \quad (6.1)$$



Slika 6.1: Odstotek nezadovoljnih oseb zaradi slabe kakovosti zraka v prostoru, v odvisnosti od razlike med koncentracijo  $\text{CO}_2$  v prostoru in zunanjem zraku [6]

$C_{CO_2}$  je razlika med koncentracijo ogljikovega dioksida v prostoru in zunanjim zrakom. Koncentracija  $CO_2$  v zunanjem zraku je povprečno okoli 400 ppm. Če je v prostoru koncentracija okoli 1667 ppm (cca. 1267 ppm nad okolico), je v prostoru 30 % ljudi nezadovoljnih s kakovostjo zraka.

## 7 ZAKLJUČEK

Uspešno izvedena operacija Kakovost zraka v zaprtih prostorih in URE bo signifikantno pripomogla k ozaveščanju o pomenu prezračevanja ob hkratni energetski učinkovitosti. Pandemija COVID-19 je med drugim izpostavila tudi pomembnost predmetne problematike, ki se je v preteklih letih pogosto zanemarjala. Varčevanje z energijo je pomemben vidik sonaravnega razvoja. Stavbe z energetskimi sanacijami vedno tesnimo, a hkrati se pogosto ne posveča dovolj pozornosti s tem povezano kakovostjo zraka v notranjih prostorih.

Z izvedbo operacije Kakovost zraka v zaprtih prostorih in URE smo identificirali 46 prostorov (od 302 izmerjenih), kjer je povprečna dnevna koncentracija (definirana po naših merilih) presegala 300 Bq/m<sup>3</sup>. V veliki večini zasedenih naravno prezračevanih prostorih pa so bili uporabniki prostorov izpostavljeni povprečnim koncentracijam ogljikovega dioksida, ki presegajo priporočila Pravilnika o prezračevanju in klimatizaciji stavb. S tem smo dokazali, da so uporabniki naravno prezračevanih stavb praviloma izpostavljeni slabi kakovosti zraka v zaprtih prostorih. Izmerjene visoke temperature v prostorih v ogrevalnem obdobju pa kažejo, da je možno dosegati prihranke energije oziroma zagotoviti bistveno višjo kakovost zraka v prostoru z rednim zračenjem ob enaki energetski učinkovitosti.

Pretekle raziskave v letih 2017 [12–14], 2018 [15–20], 2019 [21–29] in 2020 [30, 31] so se fokusirale na kakovost zraka, ki je bila pri izvedbi predmetne operacije nadgrajena še z meritvami radona.

V nadaljevanju bodo rezultati operacije bistveno pripomogli k zavedanju akutnosti predmetne problematike, saj tako temeljite raziskave še ni bilo možno zaslediti v našem prostoru.

## LITERATURA

- [1] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *WHO HANDBOOK ON INDOOR RADON. A PUBLIC HEALTH PERSPECTIVE*. 2009. ISBN 9789241547673.
- [2] URADNI LIST RS. *Uredba o nacionalnem radonskem programu*. 2018
- [3] ZAVOD ZA VARSTVO PRI DELU. *Radioaktivni radon - meritve po Sloveniji* [na spletu]. 2021 [dostopano 16. 06. 2021]. Dostopno: <https://www.zvd.si/zvd/zdravo-okolje/radioaktivni-radon-meritve-po-sloveniji/>
- [4] MUHIČ, Simon. *Prenos toplote in snovi v stavbah*. Novo mesto: Fakulteta za tehnologije in sisteme, 2017. ISBN 978-961-6770-38-5.
- [5] URADNI LIST RS. *Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb*. 2002
- [6] MUHIČ, Simon. *Kakovost in distribucija zraka na delovnih mestih v zaprtih prostorih*. 2001. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo.
- [7] MUHIČ, Simon. *Porazdelitev in kakovost zraka pri lokalni klimatizaciji*. 2004. Doktorsko delo. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo.
- [8] CEN/TC 156. *CR 1752: Ventilation for buildings. Design criteria for the indoor environment*. Brussels: European Committee for Standardization. 1998
- [9] NACIONALNI INŠTITUT ZA JAVNO ZDRAVJE. *Problematika povišanih koncentracij radona v vrtcih in šolah* [na spletu]. 2016. Dostopno: [https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/radon-daljsa\\_verzija\\_koncna.pdf](https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/radon-daljsa_verzija_koncna.pdf)
- [10] URADNI LIST RS. *Uredba o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji* [na spletu]. 2018 [dostopano 16. 06. 2021]. Dostopno: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2018-01-0798?sop=2018-01-0798>
- [11] KNEZ, F idr. *Navodila v primeru zaznanih povečanih koncentracij radona v stavbah javnih vzgojno izobraževalnih zavodov (VIZ)* [na spletu]. 2017 [dostopano 16. 06. 2021]. Dostopno: <https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/URSVS/Smernice-Radon/Radon-Smernice-za-sanacijo.pdf>
- [12] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v treh objektih Občine Hrastnik : poročilo št. P010-17-SM*. 2017.
- [13] MUHIČ, Simon, Matej ŠTEFANIČ in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v 49 objektih MO Ljubljana : poročilo št. P001-17-SM*. 2017.
- [14] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v petih objektih Mestne občine Novo mesto : poročilo št. P011-17-SM*. 2017.
- [15] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v petih objektih konzorcija občin : poročilo št. P004-18-SM*. 2018.
- [16] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v osmih objektih občine Postojna : poročilo št. P001-18-SM*. 2018.
- [17] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v desetih objektih občine Kranj : poročilo št. P006-18-SM*. 2018.
- [18] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v desetih objektih občine Slovenska Bistrica : poročilo št. P003-18-SM*. 2018.
- [19] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v štirih objektih občine Metlika : poročilo št. P005-18-SM*. 2018.
- [20] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v treh objektih občine Medvode : poročilo št. P002-18-SM*. 2018.
- [21] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v desetih objektih MO Maribor : sklop B : poročilo št. P010-19-INO*. 2019.

- [22] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v štirih objektih občine Ljutomer : poročilo št. P006-19-INO. 2019.*
- [23] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v enajstih objektih MO Ljubljana : poročilo št. P005-19-INO. 2019.*
- [24] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v štirinajstih objektih MO Maribor : sklop A : poročilo št. P010-19-INO. 2019.*
- [25] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v stavbi z več upravljalci (Šmarje pri Jelšah) : poročilo št. P007-19-INO. 2019.*
- [26] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v dveh objektih občine Idrija : poročilo št. P004-19-INO. 2019.*
- [27] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v devetih objektih občine Šmarje pri Jelšah : poročilo št. P003-19-INO. 2019.*
- [28] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v dveh objektih občine Kostanjevica na Krki : poročilo št. P001-19-INO. 2019.*
- [29] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v Domu Lizike Jančar : poročilo št. P008-19-INO. 2019.*
- [30] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v petih objektih občine Brežice : poročilo št. P001-20-INO. 2020.*
- [31] MUHIČ, Simon in Tatjana MUHIČ. *Monitoring koncentracije ogljikovega dioksida v Tehniškem šolskem centru Maribor : poročilo št. P002-20-INO. 2020.*



## O OPERACIJI

Na 2. Javnem pozivu LAS STIK 2017-ESRR je bila odobrena operacija **Kakovost zraka v zaprtih prostorih in URE** (akronim **IAQinURE**).

**Prijavitelj: SIMUTEH, raziskave in razvoj, Dr. Simon Muhič s.p.**

### Partnerji:

- **Občina Ivančna Gorica**
- **Občina Trebnje**
- **Občina Žužemberk**

### Opis vsebine operacije:

Varčevanje z energijo je pomemben vidik trajnostnega oziroma sonaravnega razvoja. Stavbe z energetskimi sanacijami tesnimo, a hkrati se pogosto ne posveča dovolj pozornosti s tem povezano kakovostjo zraka v notranjih prostorih.

Radon predstavlja največji vir ionizirajočih sevanj, ki jih ni mogoče preprečiti. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) je ugotovila, da se ob povišani koncentraciji radona za sto bequerelov na kubični meter tveganje za pljučnega raka poveča za osem odstotkov. Pri tem večino sevanja lahko dobimo, ko dihamo z radonom onesnažen zrak v stavbah. Občine Ivančna Gorica, Žužemberk in Dolenjske Toplice sodijo med občine z višjo stopnjo tveganja izpostavljenosti radonu.

Namen operacije je, da se na podlagi natančne analize meritev kakovosti zraka v zaprtih prostorih, ki jih uporablja najbolj ranljiva skupina (otroci), natančno analizira kakovost zraka in učinkovita raba energije v prostorih. Tekom operacije bo izmerjena kakovost zraka v igralnicah vrtcev in učilnicah šol partnerskih Občin in tudi vsaj enega prostora v občini Dolenjske Toplice. Izvedene bodo hkratne meritve koncentracije CO<sub>2</sub> in radona ter tudi temperature in relativne vlažnosti zraka. Na osnovi analize meritev bodo organizirane tri delavnice, kjer bomo predstavili izsledke, se bo pozornost posvetila predvsem energetski učinkovitosti ob hkratni kakovosti notranjega okolja z namenom omogočiti našim najmlajšim kakovosten zrak v notranjem okolju.