

I. osnovna šola Celje  
Vrunčeva ulica 13, 3000 Celje



# **VPLIV KAKOVOSTI ZRAKA NA OSNOVNOŠOLCE V ČASU ŠOLANJA NA DALJAVO**

Raziskovalna naloga

Področje: zdravstvo

Avtorji:  
Vid Čujež, 7. a  
Nuša Rojc, 7. a  
Tibor Galeša Čoklc, 7. a

Mentorica:  
Breda Krajnc, učit. mat., fiz. in nar.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje  
Celje, 2021

I. osnovna šola Celje  
Vrunčeva ulica 13, 3000 Celje

# **VPLIV KAKOVOSTI ZRAKA NA OSNOVNOŠOLCE V ČASU ŠOLANJA NA DALJAVO**

Področje: zdravstvo

Avtorji:  
Vid Čujež, 7. a  
Nuša Rojc, 7. a  
Tibor Galeša Čoklc, 7. a

Mentorica:  
Breda Krajnc, učit. mat., fiz. in nar.

Mestna občina Celje,  
Mladi za Celje, 2021

## POVZETEK

Učenci preživimo veliko časa v učilnici. V času epidemije COVID-19 pa tudi v domačih sobah, kjer se učimo in opravljamo druge šolske in prostoročne aktivnosti. Pri tem se pojavi vprašanje, ali je v domačih sobah zrak dovolj kakovosten ves čas naše prisotnosti? Kakovost zraka je namreč dejavnik, ki lahko vpliva na počutje in zdravje ljudi. Cilj raziskovalne naloge je prikazati vpliv prezračevanja na kakovost zraka v učilnicah in domačih sobah in določiti najbolj optimalne ukrepe za zagotavljanje kakovostnega zraka ves čas trajanja pouka ter ozavestiti učence o tem kako pomembno je redno prezračevati notranje prostore, ne le v šoli, ampak tudi doma ter kakšne so lahko posledice, če se veliko časa zadržujemo v prostorih, kjer je slab zrak. Raziskali smo, kakšno je dejansko znanje učencev naše osnovne šole o kakovosti zraka v notranjih prostorih in kako učenci obvladujejo kakovost notranjega zraka v svojih sobah, v času šolanja na daljavo. Oblikovali smo preventivne ukrepe za zagotavljanje kakovostnega zraka v domačih sobah učencev. Uporabili smo metodi dela pregled literature in anketiranje.

**Ključne besede:** kakovost zraka, notranji onesnaževalci zraka, ogljikov dioksid, prezračevanje, mladi v Celju

## **ZAHVALA**

Zahvaljujemo se vsem učencem 7., 8. in 9. razreda osnovne šole, ki jo obiskujemo, ker so odgovorili na anketni vprašalnik in nam s tem pomagali do rezultatov raziskovalne naloge. Hvala tudi mentorici, ki nas je ves čas usmerjala in nam pomagala pri izdelavi raziskovalne naloge.

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD .....	1
1.1	Opredelitev raziskovalnega problema .....	1
1.2	Namen in cilji .....	2
1.3	Hipoteze .....	2
2	TEORETIČNI DEL.....	3
2.1	Splošno o zraku in njegovi kakovosti.....	3
2.2	Prezračevanje .....	3
2.3	Sindrom bolnih stavb .....	4
2.4	Onesnaževalci zraka v notranjih prostorih.....	4
2.5	Ogljikov dioksid .....	5
2.6	Kako zaznamo slab zrak?.....	6
2.7	Ukrepi za izboljšanje kakovosti zraka v šolskih prostorih .....	7
2.8	Vpliv onesnaženega zraka na zdravje ljudi.....	7
4	METODE DELA .....	9
6	PRAKTIČNI DEL.....	10
6.1	Anketiranje .....	10
7	REZULTATI .....	12
7.1	Rezultati anketnega vprašalnika .....	12
7.2	Rezultati pregleda tujih člankov o kakovosti zraka v šolskih prostorih in vplivu na zdravje otrok in mladostnikov.....	21
7.3	Oblikovani ukrepi za izboljšanje kakovosti zraka v domači sobi, kjer učenec izvaja šolanje na daljavo.....	24
8	ZAKLJUČEK .....	25
9	LITERATURA.....	26
10	PRILOGA.....	29

## KAZALO SLIK

Slika 1: Onesnaževalci zraka v zaprtih prostorih (Evropska agencija za okolje, 2019).....	5
Slika 2: Običajne koncentracije CO <sub>2</sub> in vpliv na človeka (Prek, 2013). .....	6

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Seznam ukrepov za izboljšanje kakovosti zraka v šolskih prostorih (Jutraž in drugi, 2019) .....	7
--	---

Preglednica 2: Učinki onesnaževal na zdravje otrok (Jutraž in drugi, 2019).....	8
Preglednica 3: Anketni vprašalnik .....	10
Preglednica 4: Tabelarični prikaz porazdelitve anketirancev glede na razred, ki ga obiskujejo .....	12
Preglednica 5: Tabelarični prikaz porazdelitve anketirancev glede na spol .....	13
Preglednica 6: Tabelarični prikaz odgovorov na vprašanje »Koliko časa preživite na prostem?«.....	13
Preglednica 7: Tabelarični prikaz odgovorov na vprašanje »Po čem prepoznate slab zrak v prostoru?« .....	14
Preglednica 8: Tabelarični prikaz odgovorov na vprašanje »Ali menite, da onesnažen zrak v notranjih prostorih vpliva na zdravje otrok in mladostnikov?« .....	15
Preglednica 9: Tabelarični prikaz odgovorov na vprašanje »Kakšnemu tveganju so izpostavljeni otroci, kadar so izpostavljeni tobačnemu dimu?« .....	16
Preglednica 10: Tabelarični prikaz odgovorov na vprašanje »Kateri viri vplivajo na slabšo kakovost zraka v zaprtih prostorih?« .....	17
Preglednica 11: Tabelarični prikaz odgovorov na vprašanje »Kateri ukrep je najbolj enostaven in učinkovit za izboljšanje kakovostnega zraka v šolskih prostorih ali domači sobi?«.....	18
Preglednica 12: Tabelarični prikaz odgovorov na vprašanje »Ali se vam kdaj zgodi, da vas začne boleti glava in se slabo počutite, če so predolgo v istem prostoru?« .....	19
Preglednica 13: Tabelarični prikaz odgovorov na vprašanje »Kako pogosto prezračite sobo, v kateri izvajate šolanje na daljavo?« .....	20
Preglednica 5: Rezultati pregleda tujih člankov .....	21
Preglednica 6: Oblikovani ukrepi za izboljšanje kakovosti zraka v domači sobi, kjer učenec izvaja šolanje na daljavo .....	24

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Grafični prikaz porazdelitve anketirancev glede na razred, ki ga obiskujejo.....	12
Graf 2: Grafični prikaz porazdelitve anketirancev glede na spol .....	13
Graf 3: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Koliko časa preživite na prostem?«.....	14
Graf 4: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Po čem prepoznate slab zrak v prostoru?«	15
Graf 5: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Ali menite, da onesnažen zrak v notranjih prostorih vpliva na zdravje otrok in mladostnikov?« .....	16
Graf 6: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Kakšnemu tveganju so izpostavljeni otroci, kadar so izpostavljeni tobačnemu dimu?« .....	17
Graf 7: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Kateri viri vplivajo na slabšo kakovost zraka v zaprtih prostorih?«.....	18

Graf 8: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Kateri ukrep je najbolj enostaven in učinkovit za izboljšanje kakovostnega zraka v šolskih prostorih ali domači sobi?« .....	19
Graf 9: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Ali se vam kdaj zgodi, da vas začne boleti glava in se slabo počutite, če so predolgo v istem prostoru?« .....	20
Graf 10: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Kako pogosto prezračite sobo, v kateri izvajate šolanje na daljavo?« .....	21

# 1 UVOD

## 1.1 Opredelitev raziskovalnega problema

Zdrav odrasel človek v mirovanju vdihne zrak 16-krat na minuto, otroci vdihnejo še večkrat. V eni uri vdihnemo 0,3 kubičnega metra zraka in ga približno toliko tudi izdihnemo. Izdihan zrak vsebuje približno 79 % dušika, 16 % kisika in 4 % ogljikovega dioksida (CO<sub>2</sub>). V izdihanem zraku je koncentracija CO<sub>2</sub> približno 100-krat večja kot v zraku, ki ga vdihnemo. Običajna koncentracija CO<sub>2</sub> v zraku je 0,04 %, to je 1000 ppm. Koncentracije višje od 100 000 ppm so za zdravje zelo nevarne, nad 200 000 ppm pa smrtne že po kratkem vdihavanju. Do tako velikih koncentracij lahko pride le v prostorih brez dotoka svežega zraka, na primer v potopljenih podmornicah, jamah in zasutih rovih rudnikov. Več oseb je v prostoru, bolj je zrak v notranjem prostoru obremenjen z CO<sub>2</sub> in biološkimi onesnaževali, kot so virusi in bakterije. Vse to pa vpliva tako na samo kakovost zraka kot tudi na počutje prisotnih posameznikov (RTV4, 2018).

Raziskave kažejo, da je zrak kar 5-krat bolj onesnažen v notranjih prostorih kot pa zunaj, na prostem. Notranjemu zraku se ne moremo izogniti, saj v zaprtih prostorih preživimo tudi do 90 % časa na dan. Lahko pa preprečimo vire onesnaževanja oz. zmanjšamo koncentracijo onesnaževal na minimum. Najboljši ukrep je prezračevanje. Prezračevati moramo tudi zato, ker se v prostoru razmnožujejo mikroorganizmi, ki so zelo nevarni za ljudi. Notranji zrak onesnažujemo tudi ljudje sami. Problem predstavljajo tudi osvežilci zraka in dišeče sveče, ki so v resnici škodljive. Onesnaževalci zraka lahko vplivajo na naše zdravje, na primer na pojav bolezni srca in ožilja (RTV4, 2018).

Notranji zrak ima približno enako sestavo kot zunanji. Poleg plinov, ki sestavljajo ozračje, so zraven še onesnaževalci. Slednji so naravnega ali umetnega izvora. Naravnega izvora so na primer prašni delci in dim iz izbruhov vulkanov. Umetnega izvora pa so predvsem človeška vsakodnevna dejanja, kot so promet, industrija, kurjenje in kmetijstvo. Zrak lahko onesnažujejo tudi plesni. Plesni so vrsta gliv. Obstaja več kot 100 000 vrst gliv, okoli 120 vrst pa nastaja kot posledica slabega zraka v zaprtih prostorih. Plesni najdemo skoraj povsod v našem domu. Rastejo lahko na naravnih in sintetičnih materialih. Nastajajo predvsem v prostorih kjer je prisotna vlaga nad 70 %. Na primer prostore je treba po tuširanju ali kuhanju tudi prezračiti. Posebno previdni moramo biti pri stiku med steno in stropom, saj se tam lahko pojavi kondenz (ki nastane zaradi previsoke relativne zračne vlage). Plesni vplivajo na naše zdravje negativno. Velikokrat ne prepoznamo da so težave povezane s plesnijo, ker so težave ki se pojavljajo zelo nespecifične npr. siljenje na kašelj, draženje dihalnih poti, pri nekaterih osebah pa se pojavijo tudi alergične reakcije za katere vzrok ne prepoznamo takoj. V večji nevarnosti so ponavadi ljudje z različnimi boleznimi (RTV4, 2018).



Učenci v učilnicah preživimo približno 6 ur na dan. Predpostavljamo, da smo izpostavljeni preveliki koncentraciji CO<sub>2</sub>, saj večino časa preživimo v učilnicah, še posebej v času epidemije, ko je gibanje učencev omejeno na eno učilnico oz. na svojo sobo v času šolanja na daljavo. Z anketnim vprašalnikom pa bomo preverili znanje sedmošolcev o kakovosti zraka v notranjih prostorih in navade učencev 7. razreda, ki bi lahko vplivale na njihovo zdravje zaradi izpostavljenosti onesnaženemu zraku v prostorih, kjer se zadržujejo večino časa. Zaradi aktualnega šolanja na daljavo smo se osredotočili predvsem na problematiko slabega zraka v domačih prostorih, kjer učenci opravljajo šolske aktivnosti.

## **1.2 Namen in cilji**

Cilj raziskovalne naloge je prikazati vpliv prezračevanja na kakovost zraka v učilnicah in določiti najbolj optimalne ukrepe za zagotavljanje kakovostnega zraka ves čas trajanja pouka ter ozavestiti učence o tem kako pomembno je redno prezračevati notranje prostore, ne le v šoli, ampak tudi doma. Poleg tega pa predstaviti možne posledice, če se veliko časa zadržujemo v prostorih, kjer je slab zrak.

V okviru projekta Mladi za Celje je že bila izdelana raziskovalna naloga o kakovosti zraka, s poudarkom na delcih PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub>. Rezultati raziskave so pokazali, da je kakovost zraka slabša v zimskih mesecih, saj takrat zrak onesnažujemo ne-le s cestnim prometom, ampak tudi s kurjenjem oz. ogrevanjem prostorov s trdimi gorivi. Na slabšo kakovost zraka naj bi vplivali tudi neugodni klimatski pogoji v zimskem času (Firer, 2017).

## **1.3 Hipoteze**

Hipoteza 1: Vsi anketirani učenci in učenke ne poznajo ukrepov za zagotavljanje kakovosti zraka v zaprtih prostorih.

Hipoteza 2: Vsi anketirani učenci in učenke ne znajo naštetih vsaj tri vire, ki vplivajo na slabšo kakovost zraka v prostoru.

Hipoteza 3: Anketirani učenci preživijo v zaprtih prostorih več časa kot učenke.

Hipoteza 4: Več kot polovica anketiranih učencev in učenk, v času šolanja na daljavo, ne prezračita vsaj enkrat dnevno prostora, kjer opravlja šolske aktivnosti.

## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 Splošno o zraku in njegovi kakovosti

Zrak sestavlja dušik – 78 %, kisik – 21 % in argon – 1 %. V zraku je tudi vodna para – od 0,1 % do 4 %. Poleg tega zrak vsebuje še druge pline v manjših količinah, med njimi sta na primer ogljikov dioksid – CO<sub>2</sub> in metan. Človek lahko zdrži brez kisika, brez posledic za zdravje, le 5 minut (Evropska agencija za okolje, 2016; MOP, 2020).

Ustrezna kakovost zraka je pomembna ne-le z vidika ugodja v prostoru, ampak tudi kot dejavnik, ki vpliva na zdravje ljudi. Kakovost zraka zagotavljamo s prezračevanjem. Nezadostno prezračevanje lahko povzroči slabo počutje in povečano obolenje ljudi. Vpliv kakovosti zraka na ljudi in njegovo manifestacijo (izražanje oz. kazanje) delimo na:

- sindrom bolnih stavb – SBS in
- bolezni, povezane z bivanjem v stavbi – BRI (Prek, 2013).

Kakovost zraka ocenimo z meritvami koncentracij onesnaževal v zraku (MOP, 2020). Lahko pa kakovost notranjega zraka ocenimo tudi z deležem izpolnjenih zahtev posameznikov. In sicer je kakovost zraka visoka, če je malo posameznikov, ki so nezadovoljni in je tveganje za zdravje zanemarljivo. Pomembno je vedeti, da kakovost zraka v prostoru ni stalna, saj nanjo vplivajo različni dejavniki. To so na primer delovanje sistemov v objektu, aktivnosti prisotnih oseb in kakovost zraka v okolici objekta. V objektih moramo upoštevati določene mejne vrednosti posameznih onesnaževal, ki so predpisane v pravnih virih Republike Slovenije. Na kakovost zraka vplivajo parametri temperature zraka, vlažnost zraka, hitrost gibanja zraka, koncentracija CO<sub>2</sub> in drugi (Prek, 2013).

### 2.2 Prezračevanje

Prezračevanje je lahko izvedeno z dodatnimi napravami ali brez njih in pomeni stalno dovajanje svežega zraka. Poznamo več vrst prezračevanja. Prvo je naravno prezračevanje (izkoriščajo se naravne fizikalne lastnosti zraka in običajno poteka, kadar imamo v stanovanjih odprto okno ali vrata). Naslednje je mehansko prezračevanje, ki poteka s pomočjo mehanske naprave, ki zagotavlja ustrezen pretok zraka in je neodvisno od zunanjih pogojev. Nato je hibridno prezračevanje (hkrati se uporabljata naravno in mehansko prezračevanje). Ter zadnje je klimatizacija, ki je tudi mehansko prezračevanje, ampak so temperatura, vlažnost, pretok in čistoča zraka kontrolirani. Klimatska naprava zagotavlja ustrezno kakovost zraka celo leto.

Poznamo tri osnovne načine prezračevanja:

- Mešalno prezračevanje, kjer se zrak dovaja z veliko hitrostjo, ki je namenjena učinkovitemu mešanju svežega zraka z zrakom v sobi.
- Batno prezračevanje. Zrak se dovaja z majhno hitrostjo. običajno preko stropa. Ta način prezračevanja je kar se tiče odstranjevanja onesnaževala najučinkovitejši, ampak so stroški tudi večji zaradi velikih pretokov dovedenega zraka.
- Izpodrivno prezračevanje, poimenovanje je malo zavajajoče, ker opis bolj ustreza batnemu prezračevanju. Način izpodravnega prezračevanja je dovajanje hladnega zraka (1-3 stopinje Celzija) v spodnji del prostora. Nad tlemi se naredi območje čistega zraka in opazna je meja med čistim in onesnaženim zrakom (Prek, 2014).

### 2.3 Sindrom bolnih stavb

Na začetku sedemdesetih let prejšnjega stoletja se je začela energetska kriza in ljudje so ugotovili, da bo potrebno z energijo zelo varčevati. Stavbe so bile zrakotesne in zmanjšala se je količina dovedenega svežega zraka v stavbo. To je pomenilo slabšo kakovost zraka v notranjih prostorih. Pojavilo se je več izvorov onesnaženega zraka. Sindrom bolne stavbe je sinonim za bivanjske pogoje, pri katerih 20 % ljudi, ki živijo ali delajo v takšni stavbi, poroča o bolezenskih znakih, ki so povezani z bivanjem v stavbi. Poleg zdravstvenih težav ljudi v stavbi, imajo problem tudi z ekonomskega vidika. Bolne stavbe so drage, ker se v taki stavbi število ljudi in poveča odsotnost z dela in s tem so povezani tudi stroški za zdravstveno nego (INOVEKS, 2020). Ta sindrom predstavlja pojav neudobja in nespecifičnih zdravstvenih problemov. Po odhodu iz stavbe po določenem času simptomi izginejo. Točnega vzroka za te pojave ne moremo ugotoviti, so pa povezani z bivanjem v določeni stavbi. Daljša izpostavljenost onesnažilom v taki stavbi lahko povzroči nekatera obolenja: infekcijo dihalnih poti, virusna in bakterijska obolenja (Prek, 2013).

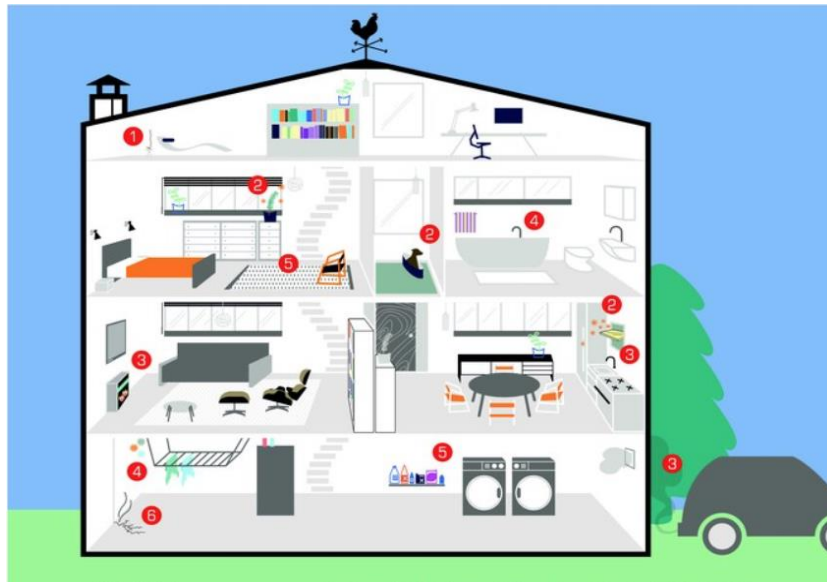
### 2.4 Onesnaževalci zraka v notranjih prostorih

Poznamo več različnih onesnaževal zraka v notranjih prostorih. In sicer:

- Tobačni dim, ki povzroča dihalne težave, glavobol, kašelj, draženje oči, pljučni rak, vnetje žrela.
- Alergene, ki povzročajo dihalne težave, kašljanje, tiščanje v prsnem košu, razdražene oči in kožni izpuščaji.
- Ogljikov oksid in dušikov dioksid, ki povzročata glavobol, vrtoglavica in slabost, lahko tudi smrt (v večjih odmerkih).
- Vlaga, ki povzroča nastanek bakteriji, gliv in plesni, dihalne težave, alergije in astmo.

- Kemikalije, ki so lahko škodljiva za jetra, ledvice in živčevje, povzročitelj raka, glavobol, slabost, dražljivo za oči, nos in žrelo.
- Radon, ki lahko povzroči poškodbe pljuč in nastanek pljučnega raka.

Našteta onesnaževala so shematsko prikazana na Sliki 1 (Evropska agencija za okolje, 2019).



Slika 1: Onesnaževalci zraka v zaprtih prostorih (Evropska agencija za okolje, 2019).

## 2.5 Ogljikov dioksid

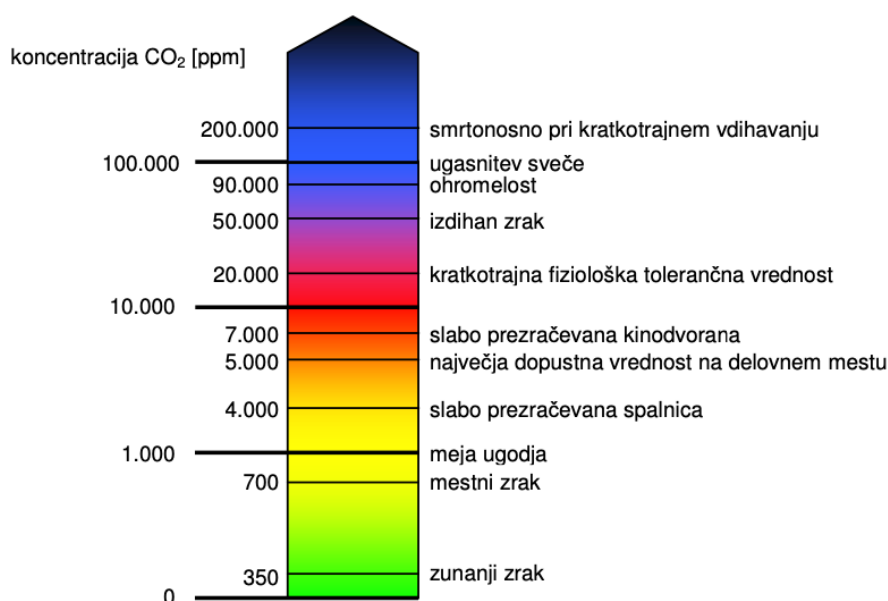
Formula za ogljikov dioksid je  $\text{CO}_2$ . Je plin brez barve, ki je kiselkastega okusa. Je 1,5 – krat težji od zraka, zato se nabira na tleh.  $\text{CO}_2$  lahko uporabljamo za gašenje, lahko ga uživamo s pijačami. V teh primerih ni nevaren. Nevaren je, če izpodrine kisik v zraku, kar lahko pripelje do posledic, na primer 3 %  $\text{CO}_2$  povzroči občutek zadušljivosti, pri 8 % je ozračje že nevarno, pri 25 % pa lahko nastopi smrt (DOLENC, 1985).

V Zemljinem ozračju je  $\text{CO}_2$  v zelo majhni količini, to je 0,03 %, vendar se ta količina večja. V ozračju deluje kot toplogredni plin.  $\text{CO}_2$  nastaja pri celičnem dihanju, pri popolnem gorenju in prihaja iz izpušne cevi pri avtomobilih. Je pa tudi pomemben, saj rastline potrebujejo  $\text{CO}_2$  pri procesu fotosinteze, pri kateri nastane kisik (Wikipedia, 2020).

$\text{CO}_2$  nastaja predvsem z izdihanim zrakom ljudi v stavbi. Dihanje je proces, ki je udeležen pri izmenjavi respiracijskih plinov med okoljem in organizmom.  $\text{CO}_2$  nastaja tudi pri cigaretne dimu, domačih živalih, štedilnikih (Šelekar, 2020).

Količina vdihanega zraka je odvisna od aktivnosti, ki jo izvajamo. Mirujoč človek povprečno vdihne 0,3 m<sup>3</sup>/h, pri napornem delu pa se ta količina poveča. Pri dihanju se v pljučih koncentracija kisika v zraku zniža iz 21 % na 16 %. Koncentracija CO<sub>2</sub> v izdihanem zraku je 4 %. To je 100-krat več kot pri vdihanem zraku. Vpliv CO<sub>2</sub> na počutje človeka je znano že od leta 1858, ko je nemec Max von Pettenkoffer ugotovil, da se človek pri koncentraciji pod 0,1 % počuti udobno, pri koncentraciji nad 0,2 % pa neudobno. V prostorih, kjer se nahajajo večje skupine ljudi, z oddajanjem vonjav onesnažujejo zrak. Zadošča le ugotovitev, da se pri večjem številu ljudi v enem prostoru, poveča koncentracija vonjav, ki rastejo v enakem razmerju kot koncentracija CO<sub>2</sub>. Povprečna koncentracija CO<sub>2</sub> je 0,04 %, kadar pa je ta številka presežena, temu lahko rečemo slab zrak. Najvišja mejna vrednost CO<sub>2</sub> v prostoru je 0,14 % (Prek, 2013).

Na Sliki 2 so prikazane tipične koncentracije CO<sub>2</sub> izražene v enoti ppm in vplivi na zdravje ljudi.



Slika 2: Običajne koncentracije CO<sub>2</sub> in vpliv na človeka (Prek, 2013).

## 2.6 Kako zaznamo slab zrak?

Kakovost zraka zaznavamo z dvema vrstama čutil. Nahajata se v nosni votlini in zazna več sto tisoč različnih vonjav. Čutili sta v sluznici nosu in oči in sta razdražljivi. Skupni odzivi čutil nam določijo občutek kakovosti zraka. Zaznavanje zraka je subjektivno, zato je težko določiti prave meje sprejemljivosti. Kakovost zraka, ki jo zaznavamo, lahko prikažemo kot odstotek nezadovoljnih oseb oz. odstotek oseb, ki ocenijo kakovost zraka v notranjem prostoru kot

nesprejemljivo. Večina organskih primesi v zraku zaznavamo z vonjanjem. Ne moremo pa preko čutil zaznati na primer prisotnost radona in ogljikovega monoksida. (Prek, 2013).

Učenci preživimo velik del dneva v šolskih prostorih. V eni izmed raziskav so proučevali kako zaznamo slab zrak v šoli. Rezultati so pokazali, da slabo kakovost zraka zaznamo, ko vstopimo v prostor. In sicer ne samo vonj, ampak tudi suh zrak (Šorli, 2017).

## 2.7 Ukrepi za izboljšanje kakovosti zraka v šolskih prostorih

V preglednici 1 so prikazani ukrepi za izboljšanje kakovosti zraka v šolskih prostorih, in sicer od tistih bolj izvedljivih do tistih, za katere je možnost izvedljivosti manjša.

Preglednica 1: Seznam ukrepov za izboljšanje kakovosti zraka v šolskih prostorih  
(Jutraž in drugi, 2019)

Zap. št.	Ukrep
1.	Ozaveščanje o pomembnosti kakovosti notranjega zraka in izobraževanja.
2.	Protokol za odpiranje oken (Odpiranje oken po čiščenju prostora; Ne odpirajte oken (prezračujte prostorov) v urah, ko je povečan zunanji promet).
3.	Odstranitev okraskov/ dekorativnih elementov v učilnicah (npr. risbic, plakatov, likovnih izdelkov itd.).
4.	Zmanjšanje uporabe barv, lakov, lepil, umetnih miznih/ talnih oblog za likovni pouk.
5.	Uporaba naravnih čistilnih sredstev. Novi protokoli čiščenja.
6.	Redno spremljanje kakovosti notranjega zraka.
7.	Redni nadzor/ pregledi vzdrževanja.
8.	Umestitev dodatnega mehanskega prezračevanja.
9.	Prestavitev parkirišča stran od šole. Umestitev več zelenih površin zraven šole (drevesa so primerna tudi za senčenje).
10.	Fizična pregrada med kuhinjo in učilnico. Druge fizične pregrade med posameznimi deli šole.
11.	Celovita prenova notranje opreme: talne obloge, pohištvo itd.
12.	Sprememba zakonodaje.

## 2.8 Vpliv onesnaženega zraka na zdravje ljudi

Otroci so na vplive onesnaženega zraka bolj občutljivi kot odrasle osebe, saj je njihov imunski sistem še nezrel in pogosteje dihajo skozi usta in ne skozi nos, kar zmanjša čiščenje zraka v

nosni votlini. Dejstvo je tudi, da otroci dihajo hitreje in njihov dihalni volumen je glede na površino telesa večji kot pa pri odraslih (Praprotnik, 2017). V Preglednici 2 so prikazani učinki onesnaževal na zdravje otrok.

Preglednica 2: Učinki onesnaževal na zdravje otrok (Jutraž in drugi, 2019)

<b>Vplivi na bolezni dihal – akutni učinki</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• draženje sluznice (oči, dihala)</li> <li>• kašelj (simptomi bronhitisa)</li> <li>• težko dihanje (astmatični napadi)</li> </ul>
<b>Vplivi na bolezni dihal – kronični učinki</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zmanjšana pljučna funkcija</li> <li>• razvoj kroničnih boleznih dihal v odrasli dobi (KOPB)</li> </ul>
<b>Vplivi na imunski sistem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• povečano tveganje za okužbe (pljučnica)</li> <li>• odsotnost iz šole zaradi vnetega grla, kašlja in prehlada</li> <li>• povečana raven biomarkerjev oksidativnega stresa in vnetja</li> </ul>
<b>Vplivi na centralni živčni sistem – akutni učinki</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• glavobol</li> <li>• utrujenost</li> <li>• omotica</li> <li>• slabost</li> </ul>
<b>Vplivi na centralni živčni sistem – kronični učinki</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motnje v različnih rezultatih nevropsihološkega razvoja razumevanje branja</li> <li>• spominske funkcije</li> <li>• ocene branja in matematike</li> <li>• hitrost reakcije</li> <li>• pozornost</li> <li>• koordinacija</li> </ul>
<b>Motilci endokrinega sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oslavitve reproduktivnega sistema</li> <li>• prispevek k razvoju sladkorne bolezni tipa 2 in debelosti</li> <li>• prispevek k razvoju hiper- ali hipotiroidizma v odrasli dobi</li> </ul>

## 4 METODE DELA

V prvem delu raziskovalne naloge smo se lotili pregleda literature o kakovosti zraka v notranjih prostorih. Uporabili smo baze podatkov Google Učenjak, kjer so zbrani slovenski in tuji članki. Uporabili smo prav tako druge relevantne spletne vire Nacionalnega inštituta za javno zdravje, Svetovne zdravstvene organizacije, Ministrstva za okolje in prostor Republike Slovenije, Univerze v Ljubljani ter Evropske Agencije za okolje. Za vir smo uporabili tudi tujo dokumentarno video vsebino iz spletne strani RTV Slovenija o kakovosti zraka v notranjih prostorih. Osnovne informacije o kakovosti zraka smo poiskali tudi v knjigah, ki smo si jih izposodili v Osrednji knjižnici Celje. Ker v knjigah niso zapisana najnovejša spoznanja o posameznih področjih, smo se posluževali predvsem spletnih virov in objavljenih relevantnih člankov.

V drugem delu smo pripravili anketni vprašalnik. Vprašanja smo vstavili v spletno orodje 1Ka, ki je brezplačno in dostopno na spletni strani <https://www.1ka.si>. Anketni vprašalnik smo objavili in ga preko e-pošte posredovali učencem 7., 8. in 9. razreda naše osnovne šole. Odgovori učencev so se avtomatsko shranjevali v spletno orodje 1ka. Rezultate smo nato obdelali in oblikovali v grafe v orodju Microsoft Excel. Slednje smo nato vstavili v Wordov dokument raziskovalne naloge.

Na podlagi pregledane literature smo oblikovali ukrepe za izboljšanje kakovosti zraka v domačih okoljih osnovnošolcev, natančneje v domačih sobah, kjer poteka njihovo šolanje na daljavo.

Pri izdelavi raziskovalne naloge smo potrebovali programsko orodje Microsoft Word, Microsoft Excel, Powerpoint in spletno orodje za anketiranje 1KA ter podloge Infografia. Za komunikacijo smo uporabljali aplikacijo ZOOM.



## 6 PRAKTIČNI DEL

### 6.1 Anketiranje

Spremni tekst anketnega vprašalnika:

*Pozdravljeni,*

*smo učenci 7. a razreda I. osnovne šole Celje in smo za vas pripravili anonimno anketo v okviru raziskovalne naloge z naslovom Kakšen zrak dihamo učenci med poukom? Prosimo vas, da jo izpolnite in tako sodelujete pri naši raziskovalni nalogi. Rezultate anketnega vprašalnika vam bomo tudi predstavili, in sicer predvidoma aprila 2021, ko je predviden zagovor raziskovalne naloge v okviru projekta Mladi za Celje.*

*Za sodelovanje se vam vnaprej zahvaljujemo.*

*Nuša, Vid in Tibor*

Preglednica 3: Anketni vprašalnik

Zaporedna številka	Vprašanje	Možni odgovori
1.	Razred (ustrezno označi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• razred</li> <li>• razred</li> <li>• 9. razred</li> </ul>
2.	Spol (ustrezno označi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moški</li> <li>• Ženski</li> </ul>
3.	Koliko časa na dan povprečno preživiš zunaj (označi odgovor)?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manj kot 1 uro na dan</li> <li>• 1 do 2 uri na dan</li> <li>• do 4 ure na dan</li> <li>• Več kot 4 ure na dan</li> </ul>
4.	Kako veš, da je zrak v zaprtem prostoru slab? (označi pravilna odgovora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slab vonj</li> <li>• Suh zrak</li> <li>• Ne moremo vedeti kdaj je zrak slab, če ga ne izmerimo.</li> </ul>

---

5.	Ali meniš, da lahko onesnažen zrak v notranjih prostorih vpliva na zdravje otrok in mladostnikov? (označi pravilen odgovor)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Da</li><li>• Ne</li></ul>
6.	Kakšnemu tveganju smo izpostavljeni, kadar smo izpostavljeni tobačnemu dimu? (označi pravilen odgovor)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nobenemu tveganju nismo izpostavljeni, če sami ne kadimo.</li><li>• Izpostavljenost tobačnemu dimu lahko poslabša dihalne težave (npr. astmo), draži oči ter povzroči pljučnega raka, glavobol, kašelj in vnetje žrela.</li></ul>
7.	Kateri ukrep je najbolj enostaven in učinkovit za izboljšanje kakovosti zraka v šolskih prostorih ali v domači sobi, kjer opravljaš šolanje na daljavo? (zapiši pravilen odgovor)	_____
8.	Naštej vsaj tri ukrepe s katerimi meniš, da lahko preprečimo oz. izboljšamo kakovost zraka v šolskih prostorih. (zapiši pravilne odgovore)	_____
9.	Se ti kdaj zgodi, da te začne boleti glava in se slabo počutiš, če si predolgo v istem prostoru? (ustrezno označi)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nikoli</li><li>• Redko</li><li>• Včasih</li><li>• Pogosto</li></ul>
10.	Kako pogosto prezračiš svojo sobo v kateri si izvajal oz. še izvajaš šolanje na daljavo? (ustrezno označi)	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3-4x tedensko</li><li>• 1x dnevno</li><li>• 1x-2x dnevno</li><li>• Več kot 2x dnevno</li><li>• 1x-2x tedensko</li></ul>

---

## 7 REZULTATI

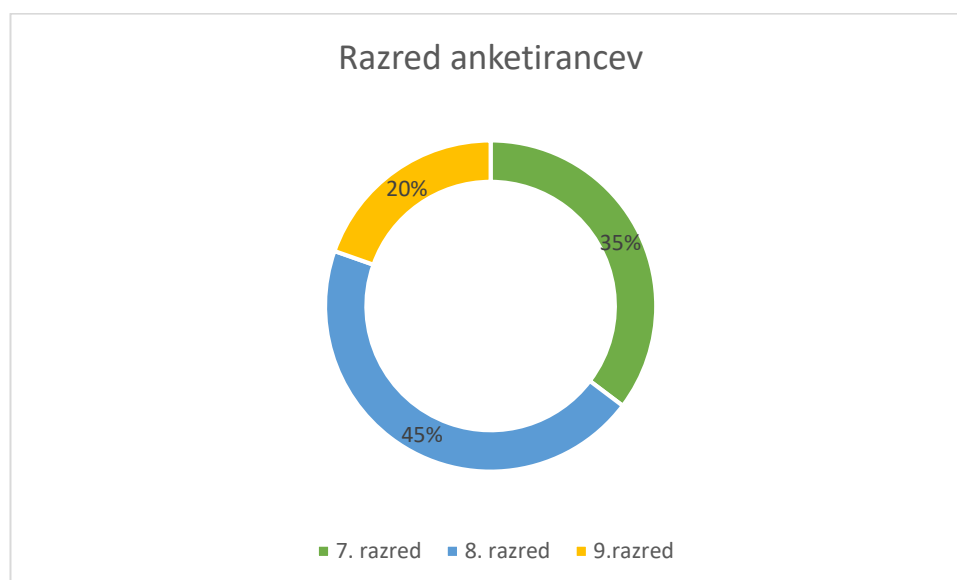
### 7.1 Rezultati anketnega vprašalnika

V nadaljevanju so prikazani tabelarični in grafični prikazi rezultatov anketiranja. Vsi rezultati so opisani in kritično ovrednoteni.

Anketni vprašalnik je izpolnilo skupaj 51 učencev osnovne šole, ki jo obiskujejo. Od tega 35 % sedmošolcev, 45 % osmošolcev in 20 % devetošolcev. Največji odziv na anketni vprašalnik je bil s strani mlajših učencev (Preglednica 4, Graf 1). Menimo, da bi bil odziv večji, če bi učenci prejeli vprašalnike v fizični obliki, npr. pri razredni uri. Zaradi šolanja na daljavo te možnosti nismo mogli izkoristiti.

Preglednica 4: Tabelarični prikaz porazdelitve anketirancev glede na razred, ki ga obiskujejo

RAZRED	ŠTEVILO UČENCEV
7. razred	18
8. razred	23
9. razred	10

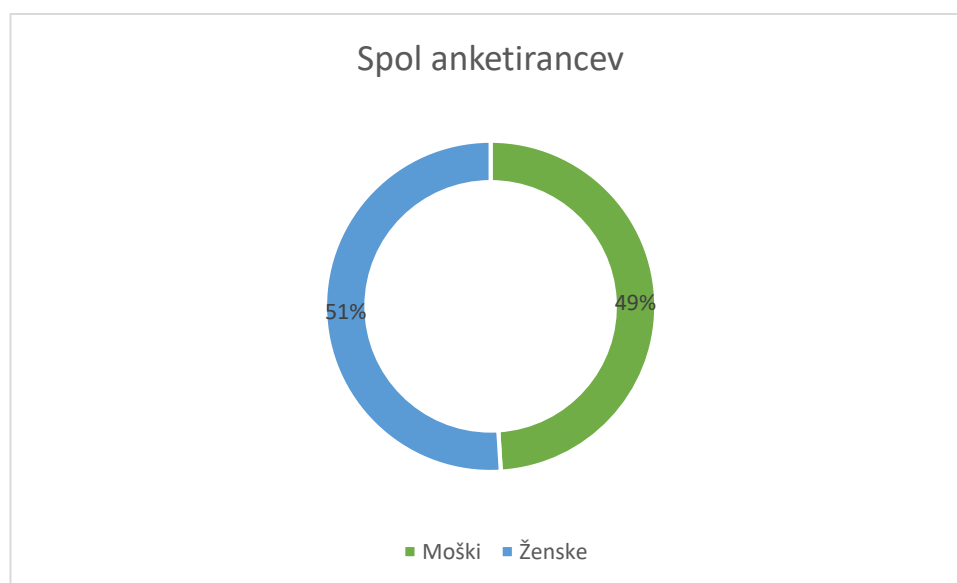


Graf 1: Grafični prikaz porazdelitve anketirancev glede na razred, ki ga obiskujejo

Porazdelitev anketirancev glede na spol je približno enaka, in sicer je vprašaln izpolnilo 49 % fantov in 51 % deklet (Preglednica 5, Graf 2).

Preglednica 5: Tabelarični prikaz porazdelitve anketirancev glede na spol

SPOLO	ŠTEVILO UČENCEV
Moški	25
Ženske	26



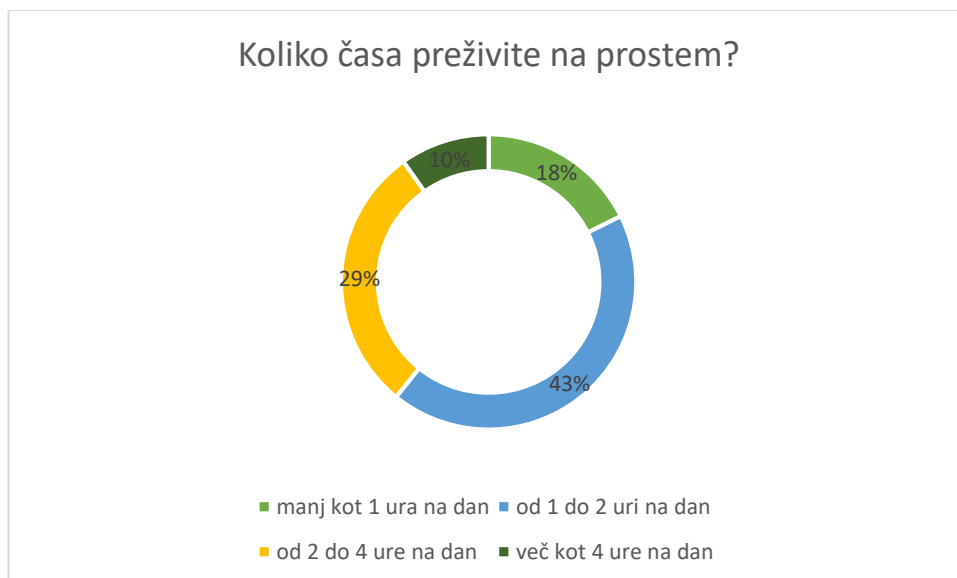
Graf 2: Grafični prikaz porazdelitve anketirancev glede na spol

Večina anketiranih učencev – 45 % preživi na prostem od 1 do 2 uri na dan, 29 % jih preživi zunan od 2 do 4 ure na dan, 18 % pa je takšnih, ki so zunaj tudi več kot 4 ure dan. Preostalih – 10 % vprašanih učencev pa preživi svoj čas na prostem manj kot 1 uro na dan, kar je zaskrbljujoče. Iz tega sledi, da se nekateri učenci ne gibajo dovolj časa na svežem zraku (Preglednica 6, Graf 3).

Preglednica 6: Tabelarični prikaz odgovorov na vprašanje »Koliko časa preživite na prostem?«

ČAS	ŠTEVILO UČENCEV
manj kot 1 ura na dan	9
od 1 do 2 uri na dan	22

od 2 do 4 ure na dan	15
več kot 4 ure na dan	5



Graf 3: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Koliko časa preživite na prostem?«

12 % anketirnih učencev meni, da slabega zraka v prostoru ne moremo prepoznati, če ga ne izmerimo, kar ne drži. Preostali vedo, da se slab zrak lahko prepozna preko vonjav in občutka suhega zraka (Preglednica 7, Graf 4).

Preglednica 7: Tabelarni prikaz odgovorov na vprašanje »Po čem lahko prepoznate slab zrak v prostoru?«

DEJAVNIK	ŠTEVILO UČENCEV
slab vonj	19
suh zrak	26
ne morejo vedeti, če ne izmerijo	6

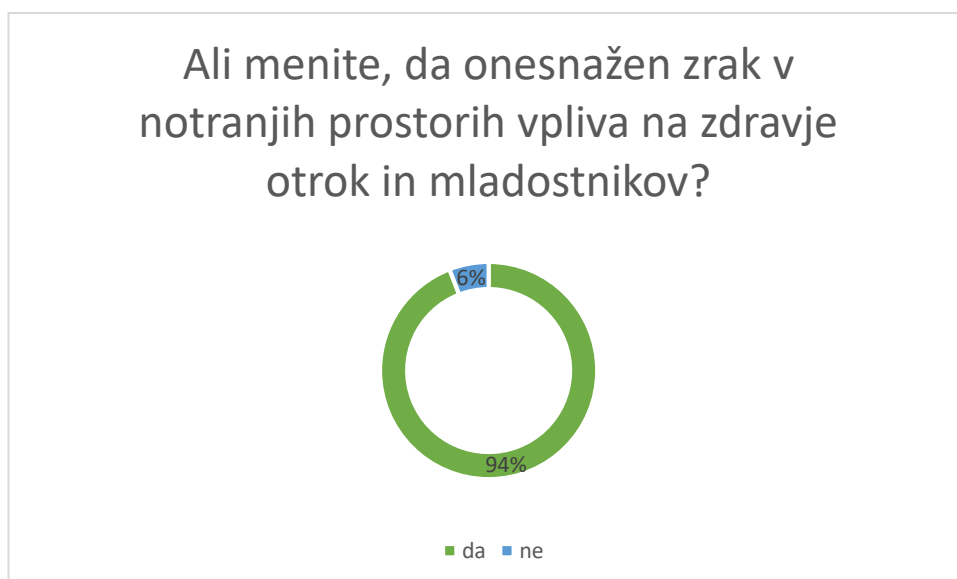


Graf 4: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Po čem lahko prepoznate slab zrak v prostoru?«

Večina anketiranih učencev – 94 % se strinja, da onesnažen zrak v notranjih prostorih lahko vpliva na zdravje otrok in mladostnikov. Preostali – 3 % anketiranih učencev pa meni, da ne vpliva, kar ne drži. Iz tega sledi, da niso vsi učenci dovolj ozaveščeni o pomenu kakovosti zraka v notranjih prostorih (Preglednica 8, Graf 5).

Preglednica 8: Tabelarni prikaz odgovorov na vprašanje »Ali menite, da onesnažen zrak v notranjih prostorih vpliva na zdravje otrok in mladostnikov?«

ODGOVOR	ŠTEVILO UČENCEV
da	48
ne	3

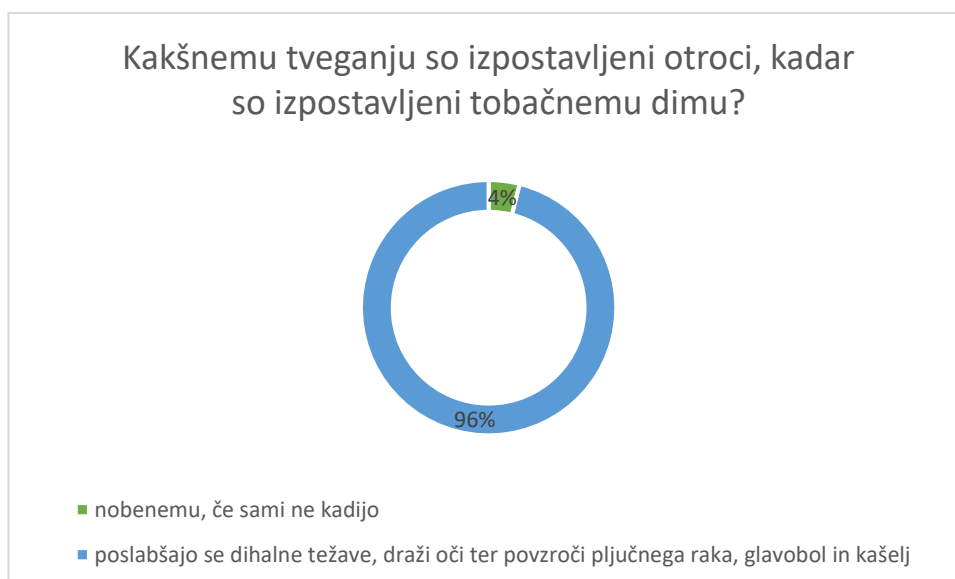


Graf 5: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Ali menite, da onesnažen zrak v notranjih prostorih vpliva na zdravje otrok in mladostnikov?«

Večina anketiranih učencev – 96 % pozna posledice pasivnega kajenja, medtem ko 4 % vprašanih učencev meni, da otroci niso izpostavljeni nobenemu tveganju, če sami ne kadijo. Iz tega sledi slaba ozaveščenost osnovnošolcev o škodljivosti pasivnega kajenja (Preglednica 9, Graf 6).

Preglednica 9: Tabelarni prikaz odgovorov na vprašanje »Kakšnemu tveganju so izpostavljeni otroci, kadar so izpostavljeni tobačnemu dimu?«

ODGOVOR	ŠTEVILO UČENCEV
nobenemu, če sami ne kadijo	2
poslabšajo se dihalne težave, draži oči ter povzročijo pljučnega raka, glavobol in kašelj	49



Graf 6: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Kakšnemu tveganju so izpostavljeni otroci, kadar so izpostavljeni tobačnemu dimu?«

Na vprašanje o tem, kateri viri vplivajo na slabšo kakovost zraka v zaprtih prostorih, je bilo možnih več odgovorov in vsi so pravilni. Pa vendar niso vsi označili vseh. Večina anketirancev je odgovorilo, da vpliva na slabšo kakovost zraka v zaprtih prostorih kajenje in neprezračevanje, kar drži. Manjši delež pa se strinja, da na kakovost zraka v zaprtih prostorih vplivajo tudi dim (npr. iz okolice, če imamo odprata okna), izpuhi iz avtomobilov (npr., če živimo ob prometni cesti), gostota uporabnikov prostorov in dihanje prisotnih oseb (izdihan CO<sub>2</sub>) (Preglednica 10, Graf 7).

Preglednica 10: Tabelarni prikaz odgovorov na vprašanje »Kateri viri vplivajo na slabšo kakovost zraka v zaprtih prostorih?«

DEJAVNIK	ŠTEVILO UČENCEV
kajenje	12
neprezračevanje	13
dim	7
izpuhi avtomobilov	3
več ljudi hkrati v prostoru	3
dihanje	5



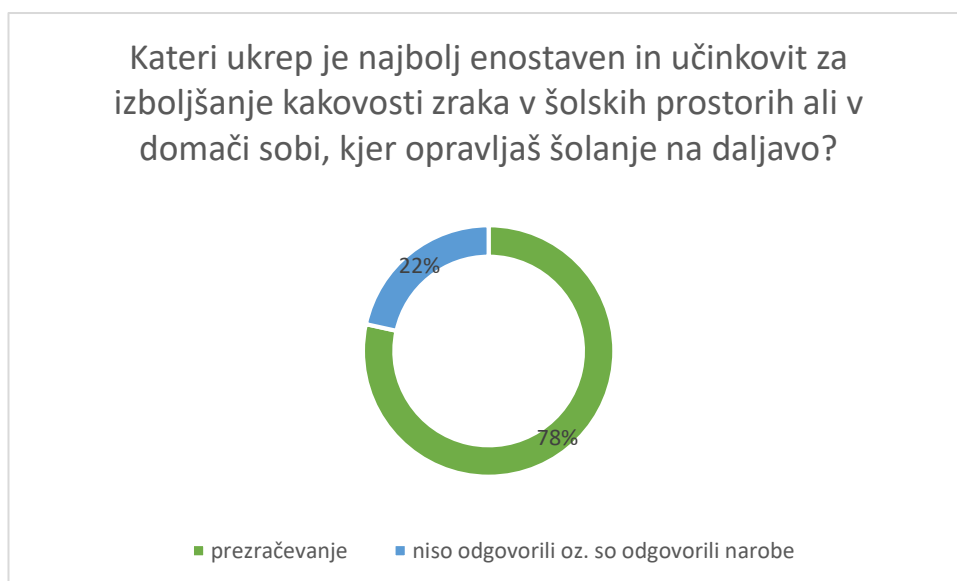


Graf 7: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Kateri viri vplivajo na slabšo kakovost zraka v zaprtih prostorih?«

Večina anketiranih učencev, t.j. 78 % ve, da s prezračevanjem najbolj enostavno in učinkovito izboljšamo kakovost zraka v zaprtih prostorih. Prezračevanje je seveda lahko mehansko, naravno alo kombinirano. Oba načina sta ustrezna (Preglednica 11, Graf 8).

Preglednica 11: Tabelarni prikaz odgovorov na vprašanje »Kateri ukrep je najbolj enostaven in učinkovit za izboljšanje kakovosti zraka v šolskih prostorih ali v domači sobi, kjer opravljaš šolanje na daljavo?«

ODGOVOR	ŠTEVILO UČENCEV
prezračevanje	40
niso odgovorili oz. so odgovorili narobe	11

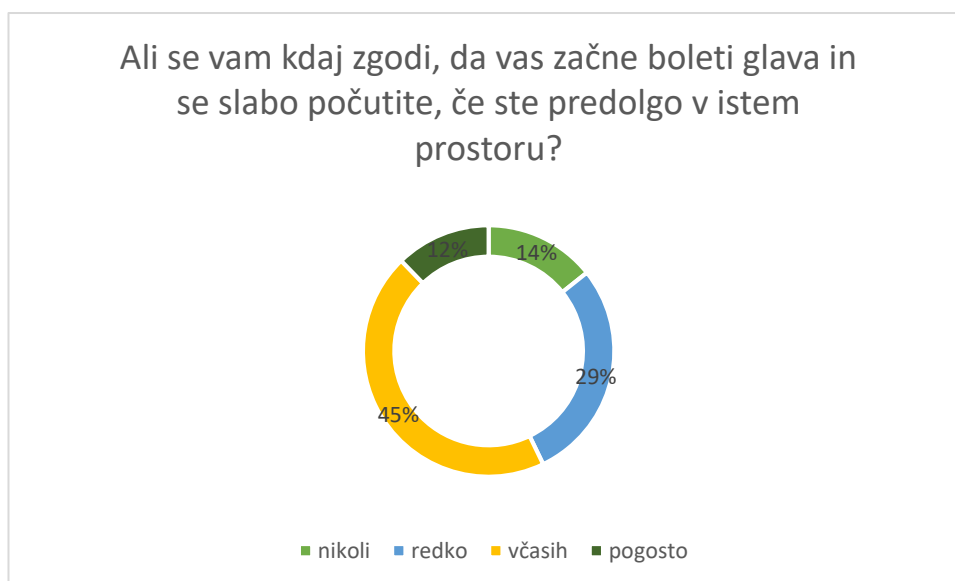


Graf 8: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Kateri ukrep je najbolj enostaven in učinkovit za izboljšanje kakovostnega zraka v šolskih prostorih ali domači sobi?«

29 % anketiranih učencev je odgovorilo, da jih začne boleti glava in se začnejo počutiti slabo, če so predolgo v istem prostoru, pogosto. 45 % je takšnih, ki se jim to zgodi včasih, 14 % redko in 12 % nikoli.

Preglednica 12: Tabelarni prikaz odgovorov na vprašanje »Ali se vam kdaj zgodi, da vas začne boleti glava in se slabo počutite, če so predolgo v istem prostoru?«

ODGOVOR	ŠTEVILO UČENCEV
nikoli	7
redko	14
včasih	22
pogosto	6



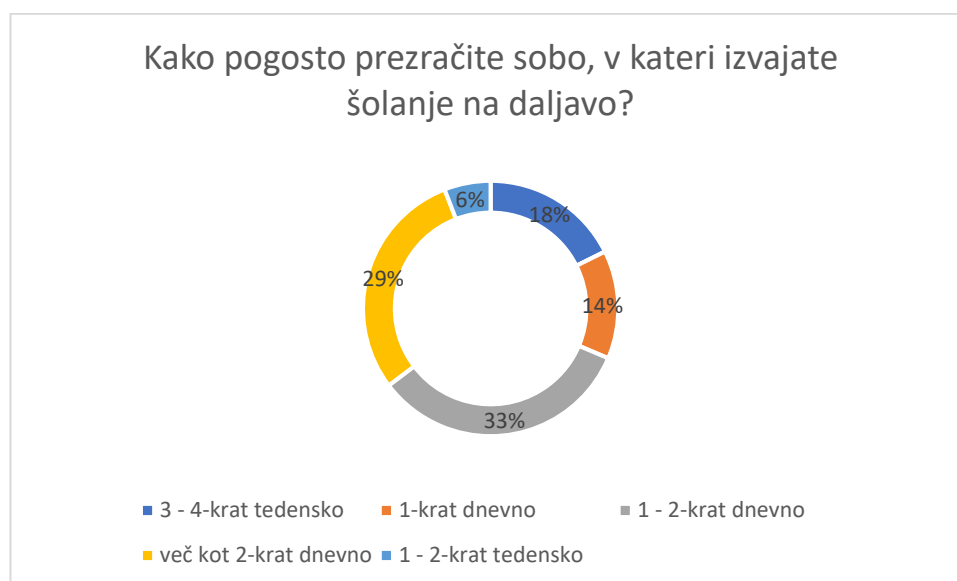
Graf 9: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Ali se vam kdaj zgodi, da vas začne boleti glava in se slabo počutite, če so predolgo v istem prostoru?«

Samo 29 % anketiranih učencev prezrači sobo, v kateri opravlja šolske aktivnosti, več kot 2x dnevno. 14 % jih sobo prezrači 1x dnevno in 33 % jih sobo prezrači 1 – 2x dnevno. Preostali sobo, v kateri se v času šolanja zadržujejo veliko časa, prezračijo 1 – 2x tedensko oz. 3 – 4x tedensko, kar je občutno premalo. Prezračevanje predstavlja pomemben prispevek k preprečevanju širjenja virusa SARS-CoV-2 in drugih mikroorganizmov ter pomembno zmanjšuje koncentracije CO<sub>2</sub> in ostalih onesnaževal v prostoru. V Nemčiji npr. priporočajo v šolskih prostorih zračenje skozi na stežaj odprta okna vsakih 20 min, pozimi 3-5 minut, poleti 10-20 minut; po vsaki šolski uri pa odprta okna ves čas v odmoru (NIJZ, 2021). Temu bi se bilo smiselno približati tudi v domačem okolju, predvsem v času šolanja na daljavo, ko učenci veliko časa preživijo v zaprtem prostoru (Preglednica, 13, Graf 10).

Preglednica 13: Tabelarni prikaz odgovorov na vprašanje »Kako pogosto prezračite sobo, v kateri izvajate šolanje na daljavo?«

ODGOVOR	ŠTEVILO UČENCEV
3 - 4-krat tedensko	9
1-krat dnevno	7
1 - 2-krat dnevno	17
več kot 2-krat dnevno	15

1 - 2-krat tedensko	3
---------------------	---



Graf 10: Grafični prikaz odgovorov na vprašanje »Kako pogosto prezračite sobo, v kateri izvajate šolanje na daljavo?«

## 7.2 Rezultati pregleda tujih člankov o kakovosti zraka v šolskih prostorih in vplivu na zdravje otrok in mladostnikov

Preglednica 14: Rezultati pregleda tujih člankov

Avtorji, država, leto objave članka	Naslov članka	Pomembne ugotovitve
Madureira J, Paciência I, Ramos E, Barros H, Pereira C, Teixeira JP, Fernandes Ede O., Portugalska, 2015	Children's Health and Indoor Air Quality in Primary Schools and Homes in Portugal- Study Design	Otroci so v glavnem izpostavljeni potencialnim onesnaževalcem zraka v zaprtih prostorih v šolah in v domovih. Onesnaževalci zraka v teh prostorih lahko prispevajo k astmi, alergiji in pojavu drugih dihalnih simptomov pri otrocih. Iz tega sledi, da je potrebno v teh prostorih izboljšati pogoje oz. omejiti izpostavljenost otrok onesnaževalcem zraka.
Cartieauc E., Rzepka M.-A, Cuny D, Francija, 2011	Indoor air quality in schools	Rezultati študije kažejo, da slaba kakovost zraka vpliva na zdravje otrok. Vzrok za onesnaženje zraka v zaprtih prostorih so

kombinacija fizikalnih, kemijskih in bioloških dejavnikov in učinkovitost prezračevanja. V učilnicah obstaja več onesnaževal, kot so bakterije, plesni, hlapne organske spojine, obstojna organska onesnaževala in mikro delci. V šolskih prostorih ima velik prispevek k onesnaženosti zraka t.i. specifično onesnaževanje povezano s šolskimi aktivnostmi: uporaba barv, markerjev, lepil in pisal s črnilom. Obstaja povezava med koncentracijami onesnaževal in pojavom zdravstvenih težav pri šolarjih – bolezni dihal, kot sta astma in alergije. Prezračevanje v šolskih prostorih ima pomembno vlogo pri zagotavljanju kakovosti zraka.

Chithra V.S in Shiva Nagendra S.M, 2018, Indija	A review of scientific evidence on indoor Air of school building: pollutants, health effects and management	Delci v zraku imajo pomemben vpliv na kakovost zraka v šolskih prostorih. Ugotovljeno je bilo, da da so se ravni onesnaževal v zaprtih prostorih v različnih delih svetla zelo spremnjale, odvisno od. Značilnosti lokacije, podebnih razmer, stopnje onesnaženosti na prostem, dejavnosti uporabnikov, vrste prezračevanja in nalinov gradnje objektov. Če so koncentracije PM delcev v okolju že v osnovi visoke, to dodatno poslabša kakovost zraka v zaprtih prostorih. To še posebej velja za države, kot st npr. Indija in Kitajska, kjer so poročali o najvišjih ravneh PM delcev na svetu.
Bennett J, Davy P, Trompetter B, Wang Y, Piers N, Boulic M, Phipps R, Howden-Chapman P, 2019, Nova Zelandija	Sources of indoor air pollution at a New Zealand urban primary school; a case study	V tej študiji so merili koncentracije in vire onesnaževalcev zraka v osnovni šoli. Ugotovili so, da so viri PM <sub>2,5</sub> delcev v glavnem posledica zunanjih onesnaževal zraka zaradi prometa, ki se prenesejo v notranje prostore šolske zgradbe. Ugotovili so, da je v obravnavani učilnici prezračevanje

neustrezno, saj je bilo število izmenjav zraka, več kot polovico šoskega, nižje, kot je določeno v smernicah ASHRAE. Ugotovili so tudi, da so bile ravni delcev PM10 bistveno višje v zaprtih prostorih kot pa na prostem, kar naj bi bila posledica vnosa delcev v šolske prostore preko obutve šolarjev, ki so te delce prenesli iz zunanjih tal – zemlje. Navajajo, da so potrebne strategije za ublažitev izpostavljenosti onesnaževalom, in sicer z izboljšanimi načini čiščenja, zmanjšanju uporabe preporog v šolskih prostorih in izboljšanje prezračevanja šolskih prostorov.

Conceição Ferreira A. M., Cardoso M, 2014, Portugalska	Indoor air quality and health in schools	V notranjem zraku obravnavanih šol so ugotovili povprečne koncentracije CO <sub>2</sub> nad najvišjo referenčno vrednostjo, zlasti v jesenskem in zimskem času. Koncentracija CO <sub>2</sub> je bila včasih tudi 1.942 ppm, kar pomeni precejšnje zdravstveno tveganje za otroke. Najpogostejši simptomi in bolezni dihal pri otrocih so bili kihanje, hrepenenje, sopenje, rinitis in astma. Ugotovljeni so bili tudi drugi znaki in simptomi, kot so slaba koncentracija, kašelj, glavobol in draženje sluznice. Pomanjkanje koncentracije je bilo povezano s koncentracijami CO <sub>2</sub> nad najvišjo priporočeno ravno v zraku v zaprtih prostorih.
Muhamad Salleh, N. and Kamaruzzaman, S.N. and Sulaiman, R. and Mahbob, N.S., 2011, Singapur	Indoor air quality at school: ventilation rates and it impacts towards children: a review	Na podlagi preglednih podatkov obstoječih študij so ugotovili, da je večin otrok v učilnicah izpostavljenih neustreznemu okolju – takšnemu, ki ni v skladu z veljavnimi standardi. Poleg tega poudarjajo vpliv prezračevanja in koncentracije CO <sub>2</sub> na zdravje in uspešnost otrok v šoli.

Munir Baloch R, Nichole Maesano C, Christoffersen J, Banerjee S, Marta Gabriel, Csobod É, Fernandes E. O., Annesi-Maesano I, 2020, Nemčija, Francija, Danska, Portugalska	Indoor air pollution, physical and comfort parameters related to schoolchildren's health: Data from the European SINPHONIE study	Podatki na splošno kažejo, da so v Evropi i) otroci v šoli izpostavljeni različnim onesnaževalcem zraka, katerih ravni presegajo priporočene standarde; ii) izpostavljenost povišanim koncentracijam več onesnaževal zraka v zaprtih prostorih in parametri udobja v učilnici so škodljivo povezani z različnimi škodljivimi zdravstvenimi izidi šolarjev in iii) obstaja pomemben potencialni zaščitni učinek nekaterih fizičnih parametrov in parametrov udobja (temperatura in prezračevanje) na dihalne in alergijske simptome.
---	--	---

### 7.3 Oblikovani ukrepi za izboljšanje kakovosti zraka v domači sobi, kjer učenec izvaja šolanje na daljavo

Preglednica 15: Oblikovani ukrepi za izboljšanje kakovosti zraka v domači sobi, kjer učenec izvaja šolanje na daljavo

Zap. št.	Ukrep
1.	Redno prezračujte prostor z odpiranjem oken in vrat na stežaj – najmanj 5 minut v kosu in večkrat na dan;
2.	Ne uporabljajte dišečih svečk in drugih dišav;
3.	Sobo redno čistite;
4.	Za čiščenje površin in opreme uporabljajte naravna čistila;
5.	Po uporabi sredstev za likovni pouk vedno temeljito prezračite sobo;
6.	Sobo opremite z rastlinami;
7.	Lahko uporabljate CO <sub>2</sub> merilnik za spremljanje kakovosti zraka.

## 8 ZAKLJUČEK

Na podlagi rezultatov raziskovalne naloge smo ugotovili, da je zelo pomembno, da svoj prosti čas preživljamo na prostem. V času, ko se zadržujemo v notranjih prostorih, npr. v učilnicah ali v domačih domovih, pa moremo prostor večkrat in učinkovito prezračiti. Pomembno je, da se otroke in mladostnike stalno izobražuje in ozavešča o negativnih posledicah izpostavljenosti onesnaženemu notranjemu zraku. Predvsem pa o preventivnih ukrepih, s katerimi lahko preprečimo marsikatero zdravstveno težavo, ki je posledica onesnaženega notranjega zraka.

Pri izdelavi raziskovalne naloge smo se veliko naučili z vidika tehničnega oblikovanja naloge v programskem orodju Microsoft Word in kako grafično prikazati rezultate anketnega vprašalnika s pomočjo uporabe programskega orodja Microsoft Excel. Izboljšali smo tudi spretnosti izdelave predstavitve s programskim orodjem Power Point.

Menimo, da bi vzorec anketiranih lahko bil večji, če bi uporabili klasično metodo anketiranja, to je z razdeljevanjem fizičnih anketnih vprašalnikov pri šolskih urah. Zaradi šolanja na daljavo to ni bilo mogoče. Menimo, da je bil odziv učencev na spletno anketiranje slabši zaradi šolanja na daljavo. Učenci niso bili zainteresirani za dodatno reševanje anket preko spletnega orodja, saj so imeli veliko drugih (virtualnih) šolskih obveznosti.

Zaradi epidemije COVID-19 in šolanja na daljavo nismo izvedli meritev CO<sub>2</sub> in drugih parametrov kakovosti zraka v učilnici osnovne šole, kot smo najprej načrtovali. Smiselno bi bilo nadaljevati raziskovalno nalogo naslednje leto, uporabiti dosedanje zbrane podatke in opraviti še konkretne meritve parametrov kakovosti zraka. Vključili bi lahko tudi meritve zunanje zraka. Menimo, da je naša raziskovalna naloga dobra osnova za nadaljnje raziskovalno delo.



## 9 LITERATURA

1. 1KA. ENKLIK ANKETA. Orodje za anketiranje. Dostopno na: <https://www.1ka.si> (9. 11. 2020)
2. Analiza 50 let: V Sloveniji so se povprečne temperature dvignile skoraj za dve stopinji Celzija. 2018. Dostopno na: <https://www.24ur.com/novice/slovenija/analiza-50-let-arso-vreme-podnebje.html> (11. 11. 2020)
1. Baloch RM, Maesano CN, Christoffersen J, Banerjee S, Gabriel M, Csobod É, de Oliveira Fernandes E, Annesi-Maesano I, SINPHONIE Study group. Indoor air pollution, physical and comfort parameters related to schoolchildren's health: Data from the European SINPHONIE study. *Sci Total Environ.* 2020 Oct;739 139870. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.139870.
3. Bennett J, Davy P, Trompetter B, Wang Y, Pierse N, Boulic M, Phipps R, Howden-Chapman P. Sources of indoor air pollution at a New Zealand urban primary school; a case study. *Atmospheric Pollution Research.* 2019;10(2). Doi: 10.1016/j.apr.2018.09.006
4. Cartieauc E., Rzepka M.-A, Cuny D. Indoor air quality in schools. *Archives de Pédiatrie.* 2011;18(7):789-96. doi: 10.1016/j.arcped.2011.04.020.
5. Chithra V.S in Shiva Nagendra S.M. A review of scientific evidence on indoor Air of school building: pollutants, sources, health effects and management. *Asian Journal of Atmospheric Environment.* 2018; 1 (2):87-108. doi: <https://doi.org/10.5572/ajae.2018.12.2.87>
6. Do sobote še velika toplotna obremenitev, nato sledi kratek premor. 2019. Dostopno na: <https://www.24ur.com/novice/slovenija/do-sobote-se-velika-toplotna-obremenitev-nato-sledi-kratek-premor.html> (11. 11.2 020)
7. Ferreira AM, Cardoso M. Indoor air quality and health in schools. *J Bras Pneumol.* 2014;40(3):259-68. doi: 10.1590/s1806-37132014000300009
8. Firer H., Jazbec E., Zupanc I. Raziskovalna naloga Onesnaženost zraka z delci PM10 in PM2,5 v Celju. 2017. Osnovna šola Hudinja. Dostopno na: <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4201703083.pdf> (15. 12. 2020).
9. Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe. EEA Report 21/2019. 2020. European Environment Agency.
10. Infograpia. 2020. Dostopno na: [https://infograpia.com/?gclid=CjwKCAiA\\_9r\\_BRBZEiwAHZ\\_v19gd8vTCSchU3Blr8x-GqQ1VJ-FtFowt\\_xnsAx60Ot01akKS454TBoC95lQAvD\\_BwE](https://infograpia.com/?gclid=CjwKCAiA_9r_BRBZEiwAHZ_v19gd8vTCSchU3Blr8x-GqQ1VJ-FtFowt_xnsAx60Ot01akKS454TBoC95lQAvD_BwE) (7. 1. 2021).
11. Jutraž A., Kukec A., Uršič S. Priročnik projekta INAIRQ. Zdrav zrak, zdravi otroci. Kakovost notranjega zeraja v osnovnih šolah. 2019. Dostopno na:

- [https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/prirocnik-e-izdaja\\_2.pdf](https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/prirocnik-e-izdaja_2.pdf) (7. 1. 2021).
12. Kakovost zraka v prostoru. Inštitut za obnovljive vire energije in učinkovito rabo energije (INOVEKS). Dostopno na: [https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/09\\_Kakovost\\_zraka\\_v\\_prostoru.pdf](https://www.inoveks.si/images/inOVEinURE/strokovniprispevki/09_Kakovost_zraka_v_prostoru.pdf) (15. 12. 2020)
13. Kakovost zraka v zaprtih prostorih. 2019. Evropska agencija za okolje. Dostopno na: <https://www.eea.europa.eu/sl/eea-signali/signali-2013/clanki/kakovost-zraka-v-zaprtih-prostorih> (9. 11. 2020)
14. Madureira J, Paciência I, Ramos E, Barros H, Pereira C, Teixeira JP, Fernandes Ede O. Children's Health and Indoor Air Quality in Primary Schools and Homes in Portugal- Study Design. J Toxicol Environ Health A. 2015;78(13-14):915-30. doi: 10.1080/15287394.2015.1048926.
15. Muhamad Salleh, N. and Kamaruzzaman, S.N. and Sulaiman, R. and Mahbob, N.S.. Indoor air quality at school: ventilation rates and its impacts towards children: a review. 2nd International Conference on Environmental Science and Technology IPCBEE. 2011; 6.
16. Nacionalni inštitut za javno zdravje (2021). Prezračevanje zaprtih prostorov za preprečevanje širjenja okužb z virusom SARS-CoV-2. Dostopno na: [https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/priporocila\\_za\\_prezracevanje.pdf](https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/priporocila_za_prezracevanje.pdf) (22. 1. 2021).
17. Ogljikov dioksid. Wikipedia. Dostopno na: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Ogljikov\\_dioksid](https://sl.wikipedia.org/wiki/Ogljikov_dioksid) (11. 11. 2020)
18. Praprotnik M. Vpliv onesnaženosti zraka na boleznih dihal pri otrocih. 2017. Dostopno na: [https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/inairq\\_zbornik\\_2017\\_kakovost\\_zraka\\_v\\_notranjih\\_prostorih\\_koncna.pdf](https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/inairq_zbornik_2017_kakovost_zraka_v_notranjih_prostorih_koncna.pdf) (4. 1. 2021)
19. Prek M. Kakovost zraka. 2013. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za strojništvo. Dostop na: <http://lab.fs.uni-lj.si/los1/images/vaje/kakovost%20zraka.pdf> (25. 11. 2020)
20. Prek M. Učinkovitost prezračevanja. 2014. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za strojništvo. Dostop na: <http://lab.fs.uni-lj.si/los1/images/vaje/uinkovitost%20prezraevanja.pdf> (24. 11. 2020)
21. Šelekar N. Vpliv stopnje prezračevanja na kakovost notranjega zraka v izobraževalnih ustanovah in pisarnah. 2020. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Dostopno na: <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=126402&lang=slv> (15. 12. 2020)
22. Šorli S. Kakovost zraka v notranjih prostorih. Kako naj v šoli zaznamo slab zrak? 2017. Nacionalni inštitut za javno zdravje. Dostopno na: <https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije->

[datoteke/inairg\\_zbornik\\_2017\\_kakovost\\_zraka\\_v\\_notranjih\\_prostorih\\_koncna.pdf](#)

(15. 12. 2020)

23. Ugriznimo v znanost: Zrak v notranjih prostorih. 2018. MMC RTV Slovenija. Dostopno na: <https://4d.rtvlo.si/arhiv/ugriznimo-znanost/174563219> (9. 11. 2020).
24. Zrak, ki ga dihamo. 2016. Evropska agencija za okolje. Dostopno na: <https://www.eea.europa.eu/sl/eea-signali/signali-2013/clanki/zrak-ki-ga-dihamo> (9. 11. 2020).
25. Zrak. 2020. Ministrstvo za zdravje, okolje in prostor. Dostopno na: <https://www.gov.si/podrocja/okolje-in-prostor/okolje/zrak/> (4. 1. 2021)

## 10 PRILOGA

### IZJAVA

Mentorica Breda Krajnc v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom

VPLIV KAKOVOSTI ZRAKA NA OSNOVNOŠOLCE  
V ČASU ŠOLANJA NA DALJAVO

katere avtorji so Nuša Rojc, Vid Čujež in Tibor Galeša Čoklc:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, \_\_\_\_\_

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe