

I. OŠ. Celje



IMISIJA PRAŠNIH DELCEV V OKOLICI ŠOLE

Avtorja:

Maj Lorgar, 8.a

Tim Škrinjar, 8.a

Mentorica:

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

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2023

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	1
1.1	Opredelitev raziskovalnega problema	1
1.2	Namen in cilji	1
1.3	Hipoteze	1
2	TEORETIČNI DEL	2
2.1	Sestava zraka.....	2
2.2	Onesnaženost zraka.....	2
2.2.1	Smog	3
2.3	Prašni delci v zraku	4
2.4	Kroženje onesnaževanja	4
2.5	»Izvozniki« onesnaževanja.....	5
2.6	Ozon.....	5
2.6.1	Kaj je CFC.....	6
2.6.2	Kako preprečiti širjenje ozonske luknje	6
2.7	Dejavniki, ki vplivajo na kvaliteto zraka.....	6
2.8	Izpostavljenost slabemu zraku	7
2.8.1	Notranje okolje	7
2.8.2	Zunanje okolje.....	8
3	METODE DELA	9
3.1	Pregled literature	9
3.2	Pregled podatkov iz portala ARSO	9
3.3	Meritve prašnih delcev v okolici šole	9
3.3.1	Opis merilne opreme.....	9
3.4	Anketiranje	10
3.4.1	Opis anketnega vprašalnika.....	10
3.4.2	Anketni vprašalnik.....	11
4	REZULTATI	13
4.1	Kakovost zraka v Celju	13
4.2	Rezultati terenskih meritev	15
4.2.1	Prve meritve.....	15
4.2.2	Druge meritve	22
4.2.3	Povzetek rezultatov.....	27

4.3	Rezultati anketiranja	29
5	ODGOVORI NA HIPOTEZE	39
6	ZAKLJUČEK	40
7	VIRI IN LITERATURA	41
8	PRILOGA – IZJAVA.....	43

KAZALO SLIK

Slika 1: Sestava zraka (i-Učbeniki, 2023)	2
Slika 2: Ozonska luknja (Wikipedija, 2023).....	5
Slika 3: Merilnik kakovosti zraka (Inštitut za sanitarno inženirstvo, 2022).....	10
Slika 4: Glavni vhod (Lorger in Škrinjar, 2023)	16
Slika 5: Glavni vhod (Lorger in Škrinjar, 2023)	17
Slika 6: Stranski vhod (Lorger in Škrinjar, 2023).....	18
Slika 7: Stranski vhod (Lorger in Škrinjar, 2023).....	19
Slika 8: Igrišče (Lorger in Škrinjar, 2023).....	20
Slika 9: Igrišče (Lorger in Škrinjar, 2023).....	21
Slika 10: Glavni vhod (Lorger in Škrinjar, 2023)	23
Slika 11: Zadnji vhod (Lorger in Škrinjar, 2023).....	25
Slika 12: Zadnji vhod (Lorger in Škrinjar, 2023).....	25

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Prikaz spola anketirancev	29
Graf 2: Grafični prikaz razreda anketirancev	29
Graf 3: Grafični prikaz odgovorov na 1. anketno vprašanje: Kaj so delci PM?	30
Graf 4: Grafični prikaz odgovorov na 2. anketno vprašanje: Kateri so najpomembnejši viri onesnaževanja zraka v okolju?	31
Graf 5: Grafični prikaz odgovorov na 3. anketno vprašanje: Ali onesnaženost z delci PM vpliva na zdravje in počutje ljudi?	32
Graf 6: Grafični prikaz odgovorov na 4. anketno vprašanje: Po katerih poteh lahko onesnaževala iz zunanjega zraka vstopajo v prostor?	32
Graf 7: Grafični prikaz odgovorov na 5. anketno vprašanje: Kaj lahko storimo sami, da se zaščitimo pred onesnažnim zunanjim zrakom?	33
Graf 8: Grafični prikaz odgovorov na 6. anketno vprašanje: Na kateri spletni strani je mogoče spremljati obvestila in napovedi o kakovosti zraka v različnih mestih v Sloveniji?	34
Graf 9: Grafični prikaz odgovorov na 7. anketno vprašanje: Kako lahko doprinesemo k zmanjšanju izpustov v domačem okolju?	35
Graf 10: Grafični prikaz odgovorov na 8. anketno vprašanje: Naštete 3 vire onesnaževanja v Celju.....	36
Graf 11: Grafični prikaz odgovorov na 9. anketno vprašanje: V katerem delu leta je onesnaženost zraka največja?	37
Graf 12: Grafični prikaz odgovorov na 9.1. anketno vprašanje: Zakaj je v delu leta, ki si ga izbral/a, onesnaženost največja?	38

KAZALO TABEL

Tabela 1: Rezultati meritev kakovosti zraka državnega monitoringa (ARSO, 2023).	13
Tabela 2: Rezultati 1. meritev-glavni vhod.....	15
Tabela 3: Rezultati 1. meritev-zadnji vhod.....	17
Tabela 4: Rezultati 1. meritev-športno igrišče.....	19
Tabela 5: Rezultati 1. meritev-učilnica (MAT1)	21
Tabela 6: Rezultati 2. meritev-glavni vhod.....	22
Tabela 7: Rezultati 2. meritev-zadnji vhod.....	24
Tabela 8: Rezultati 2. meritev-športno igrišče.....	26
Tabela 9: Rezultati 2. meritev-učilnica (MAT1)	26

POVZETEK

Dandanes se soočamo s slabim ozračjem, še posebej v večjih mestih. Slab zrak ima lahko negativen vpliv na počutje in zdravje posameznika, tako na kratek, kot na dolgi rok. Cilj je izvedeti, kolikšna količina prašnih delcev je prisotna zraku v okolici naše osnovne šole ter kakšna je koncentracija prašnih delcev na drugih merilnih mestih v Celju. Prav tako želiva preveriti ozaveščenost najinih vrstnikov o kakovosti zraka in njegovem vplivu na zdravje. Najin namen je, da o rezultatih raziskovalne naloge seznaniva najine vrstnike, učitelje in starše. Iz rezultatov meritev prašnih delcev v okolici naše osnovne šole je razvidno, da je koncentracija prašnih delcev za 50 % višja na dvorišču pri glavnem vhodu v šolo, kot ob igrišču na drugi strani šole. Ugotovila sva da se večina vprašanih učencev zaveda nevarnosti onesnaževanja in njegovih posledic, še vedno pa je nekaj učencev, ki o tem ne ve veliko. Meniva, da bi v šoli morali več govoriti o tej problematiki.

Ključne besede: onesnaženost zraka, vpliv na zdravje, dejavniki tveganja, dobrinos posameznikov

ZAHVALA

Zahvaljujemo se najini mentorici in učiteljici prof. Bredi Krajnc, ki nama je pomagala in svetovala pri izdelavi raziskovalne naloge. Zahvaljujemo se tudi Inštitutu za sanitarno inženirstvo, kjer so naju seznanili z uporabo merilne naprave za merjenje praših delcev v zraku in preostalih parametrov kakovosti zraka. Prav tako se zahvaljujemo učencem I. OŠ Celje, ki so izpolnili anketni vprašalnik in nama pomagali do rezultatov raziskovalne naloge.

1 UVOD

1.1 Opredelitev raziskovalnega problema

Poznavanje sestave zraka in vpliva kakovosti zraka na zdravje je zelo pomembno, da lahko ustrezno ukrepamo in zmanjšamo onesnaženje ozračja. Vsled tega sva se odločila, da bova raziskala kakšna je kakovost zraka v okolici naše osnovne šole, kjer se učenci zadržujemo pred začetkom pouka in po pouku. Prav tako bova raziskala v kolikšni meri so učenci seznanjeni s področjem kakovosti zraka. Na podlagi pregleda raziskovalnih nalog, ki so bile izdelane v okviru projekta Mladi za Celje, sva ugotovila, da so kakovost notranjega zraka že raziskovali. Z najino raziskovalno nalogo bova obstoječe ugotovitve nadgradila, saj se bova osredotočila na zunanji zrak v Celju in vplivu le-tega na zdravje občanov Celja in obiskovalcev našega mesta.

1.2 Namen in cilji

Za to raziskovalno nalogo sva se odločila, ker želiva raziskati v kakšnem okolju živimo in se šolamo. Cilj je izmeriti koncentracijo prašnih delcev v zraku, v okolici naše osnovne šole ter pregledati rezultate meritev koncentracije prašnih delcev, ki jih izvaja ARSO na dveh merilnih mestih v Celju. Prav tako želiva preveriti ozaveščenost najinih vrstnikov o kakovosti zraka in njegovem vplivu na zdravje. Najin namen je, da o rezultatih raziskovalne naloge seznaniva najine vrstnike, učitelje in starše.

1.3 Hipoteze

Hipoteza 1: Pri 1. osnovni šoli Celje je na dvorišču ob cesti 10 % večja koncentracija prašnih delcev kot na dvorišču na drugi strani šole.

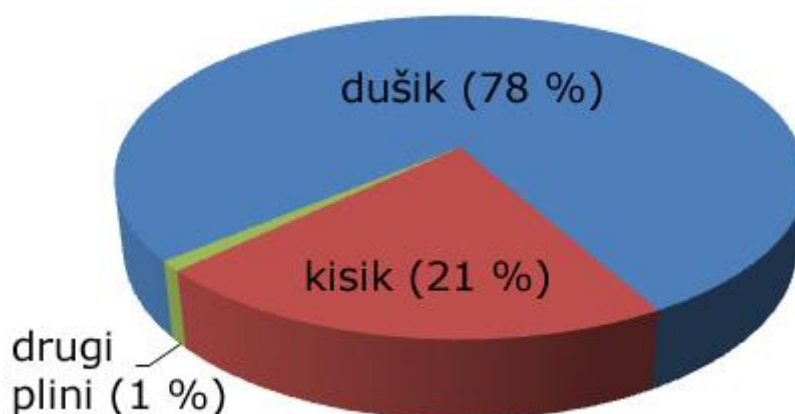
Hipoteza 2: Več kot polovica anketiranih učencev zadnje triade 1. osnovne šole Celje nima zadostnega znanja o kakovosti zraka.

Hipoteza 3: Koncentracija prašnih delcev PM₁₀ v Celju ni stalno pod mejno vrednostjo.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Sestava zraka

Za življenje potrebujemo zrak, vodo in hrano. Brez kisika lahko človek zdrži brez posledic za zdravje le pet minut, zato je zelo pomembno, kakšen zrak dihamo. Zrak je zmes plinov, sestavljen iz približno 78 % N_2 (dušika), 21 % O_2 (kisika) ter 1 % ostalih plinov, kot so argon, ogljikov dioksid in vodna para. V manjših koncentracijah se v zraku pojavljajo še druge snovi, ki lahko škodljivo vplivajo na živi in neživi svet. Njihova prisotnost je posledica človekove dejavnosti in naravnih virov (ARSO, 2023).



Slika 1: Sestava zraka (i-Učbeniki, 2023)

2.2 Onesnaženost zraka

Snov, ki na kateri koli način škoduje naravi, močno vpliva na onesnaženje oziroma povzroča onesnaženje in tako škodljivo vpliva na zrak, tla ali vodo. Poznamo več oblik onesnaževanja. Slednji so npr. izpušni plini iz tovarniških dimnikov, razlitje nafte v morje, sežiganje odpadkov in podobno (Green, 2006).

Onesnaženost zraka je onesnaženje notranjega ali zunanjega okolja s kakršnim koli kemičnim, fizikalnim ali biološkim dejavnikom, ki spreminja naravne lastnosti ozračja (WHO, 2022).

Onesnaževala, ki povzročajo veliko skrb za javno zdravje, vključujejo trdne delce, ogljikov monoksid, ozon, dušikov dioksid in žveplov dioksid. Onesnažen zunanji in notranji zrak povzročata bolezni dihal in druge bolezni ter sta pomembna vira obolevnosti in umrljivosti (WHO, 2022).

Podatki Svetovne zdravstvene organizacije (SZO) kažejo, da večina svetovnega prebivalstva (99 %) diha zrak, ki presega mejne vrednosti smernic SZO in vsebuje visoke ravni onesnaževal, pri čemer so države z nizkimi in srednjimi dohodki najbolj izpostavljene (WHO, 2022).

Kakovost zraka je tesno povezana s podnebjem in globalnimi ekosistemi. Številni dejavniki onesnaževanja zraka (tj. izgorevanje fosilnih goriv) so tudi viri emisij toplogrednih plinov. Politike za zmanjševanje onesnaženosti zraka ponujajo strategijo, ki koristi vsem za podnebje in zdravje, zmanjšuje breme bolezni, ki jih je mogoče pripisati onesnaženosti zraka, ter prispeva k kratkoročni in dolgoročni ublažitvi podnebnih sprememb (WHO, 2022).

2.2.1 Smog

Smog je onesnažen zrak, ki zmanjšuje vidljivost. Izraz "smog" je bil prvič uporabljen v začetku 20. stoletja za opis mešanice dima in megle. Dim je običajno izviral iz gorečega premoga. Smog je bil pogost v industrijskih območjih in je še danes znan prizor v nekaterih mestih. Danes je večina smoga, ki ga vidimo, fotokemični smog. Le-ta nastane, ko sončna svetloba reagira z dušikovimi oksidi in vsaj eno hlapno organsko spojino (HOS) v ozračju. Dušikovi oksidi prihajajo iz izpušnih plinov avtomobilov, elektrarn na premog in tovarniških emisij. HOS se sproščajo iz bencina, barv in številnih čistilnih topil. Ko sončna svetloba zadene te kemikalije, tvorijo delce v zraku in prizemni ozon – ali smog (National geographic, 2022).

Smog je nezdrav za ljudi in živali ter lahko ubije rastline, nebo naredi rjavo ali sivo. Smog je pogost v velikih mestih z veliko industrije in prometa. Mesta v kotlinah, obkroženih z gorami, imajo lahko težave s smogom, ker je smog ujet v dolini in ga veter ne more odnesti. ZDA in Mehika, imata visoko raven smoga, delno zaradi te vrste pokrajine (National geographic, 2022).

Številne države, vključno z ZDA, so sprejele zakone za zmanjšanje smoga. Nekateri zakoni vključujejo omejitve glede kemikalij, ki jih lahko tovarna sprost v ozračje, ali kdaj jih lahko tovarna sprost. Nekatere skupnosti imajo "dneve sežiganja", ko lahko prebivalci na svojem dvorišču sežigajo odpadke, kot je listje. Te omejitve kemikalij, ki se sproščajo v zrak, zmanjšujejo količino smoga (National geographic, 2022).

2.3 Prašni delci v zraku

Prašni delci v zraku so skupek mikroskopskih delcev materiala. Sestavljeni so lahko iz cvetnega prahu, bakterij, dima, pepela, kristalov soli iz oceana in majhnih koščkov umazanije ali kamenja, vključno s peskom. Vsebuje lahko tudi drobne delce človeških in živalskih kožnih celic (National geographic, 2022).

Trdni delci (PM) vključujejo mikroskopske snovi, suspendirane v zraku ali vodi. Delce v zraku imenujemo aerosoli. PM10 vključuje delce s premerom, manjšim od 10 μm , PM2,5 delci, pa imajo premer manj kot 2,5 μm . Strupenost suspendiranih delcev je predvsem posledica delcev s premerom, manjšim od 10 μm . Lahko se sproščajo neposredno v zrak zaradi antropogenih dejavnosti (industrija, stanovanja, kmetijstvo, promet) in naravnih virov (gozdni požari, vulkanski izbruhi itd.). Delci lahko nastanejo tudi neposredno v ozračju s fizikalno-kemijskimi reakcijami med onesnaževali, ki so že prisotna v ozračju (INSEE, 2021).

2.4 Kroženje onesnaževanja

Kemične snovi nenehno prehajajo od organizma k organizmu in od organizma v bližnje okolje. Te oblike gibanja snovi imenujemo kroženje. Kroženje je potemtakem nenehni krožni tok prvin (ogljik, kisik, fosfor, dušik ipd.). V atmosferskem zraku potekajo obenem spremembe, pri katerih nastajajo nove spojine: ozon se pretvarja v kisik, iz dušika nastaja dušikov oksid in pozneje dušikova kislina, itd. Po drugi strani sončna energija povzroča fizikalne spremembe v atmosferi; takšna je na primer sprememba stanja vode: od hlapov do dežja (Costa-Pau, 1993).

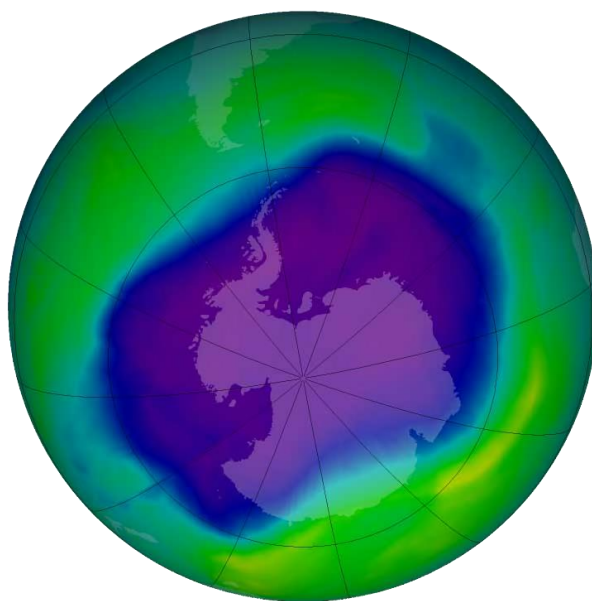
»Vse to navaja na misel, da sta Zemlja in atmosfera zaprt sistem, v katerem poteka različno kroženje trdnih, tekočin in plinastih snovi« (Costa-Pau, 1993).

2.5 »Izvozniki« onesnaževanja

Oblaki lahko preidejo dolge razdalje v raznih smereh, preden izlijejo dež na zemljo. Vendar tisto področje, kamor utegnejo izliti kisli dež, v splošnem ni kraj, kjer žveplo nastaja. Kljub temu pa ekosistemi ravno v takih predelih utrpijo hude posledice onesnaževanj, ki so nastala na nemara precej oddaljenem območju. Atmosferska in meteorološka pojava, kakršna sta dež in veter omogočata, da danes obstajajo mesta ali države, ki »izvažajo« onesnaževanje (Costa-Pau, 1993).

2.6 Ozon

Ozon je brezbarven plin, ki predstavlja obliko kisika (O_3) in se ga v zraku nahaja eno petino. Ozonska plast v atmosferi se nahaja okrog 25 km nad zemeljskim površjem in nas ščiti pred škodljivimi ultravijoličnimi (UV) sončnimi žarki. UV – žarki lahko poškodujejo rastline in živali ter povzročijo kožnega raka in poškodbe oči pri ljudeh. V osemdesetih letih 20. stoletja so znanstveniki odkrili, da se nad polarnimi območji pojavljajo ozonske luknje (Green, 2005).



Slika 2: Ozonska luknja (Wikipedija, 2023)

Zemeljsko ozračje delimo na 4 različne plasti: troposfera, stratosfera, mezosfera in termosfera. V stratosferi je ozonska plast, ki preprečuje, da bi nas na zemlji dosegel del nevidnega, ampak škodljivega sončevega sevanja. Nevarni del sončevega sevanja

se imenuje ultravijolično sevanje. Skozi statosfero preide le nekaj odstotkov sončevih UV (ultravijoličnih) žarkov. Če smo poleti 1 uro neprekinjeno, brez zaščite izpostavljeni soncu, nas le-to tudi opeče. Le predstavljamo si lahko kako bi bilo, če statosfere ne bi bilo – žarki bi v trenutku vse požgali do tal (predvidevamo lahko, da življenja več ne bi bilo). Zaradi velikega globalnega segrevanja, kjer nastaja velika količina ogljikovega dioksida, ki izhaja v ozračje, se ozonska luknja tanjša (Books, 1993).

2.6.1 Kaj je CFC

CFC so plini, ki povzročajo razgradnjo ozona, krivi so za tanjšanje plasti ozona v stratosferi, posledično povečanje ozonske luknje in s tem večje ultravijolično sevanje (WIKIPEDIJA, 2022).

2.6.2 Kako preprečiti širjenje ozonske luknje

Najpomembnejša naloga v boju za zaščito ozonske plasti je nadzor sproščanja CFC. Leta 1987 so v Montrealskem protokolu o snoveh, ki povzročajo tanjšanje ozonske plasti, zahtevali, da se poraba petih glavnih CFC do leta 1999 razpolovi.

Stalna zaskrbljenost zaradi zmanjševanja količine ozona je privedla do konference o reševanju ozonske plasti leta 1990 v Londonu; na njej so se dogovorili. Da bodo v razvitih deželah do leta 2000 popolnoma opustili izdelavo in uporabo CFC in halonov. Novembra 1992 so ta datum prestavili na leto 1995. deželah v razvoju so dovolili, da naslednjih 10 let počasi opuščajo uporabo škodljivih snovi. Leta 1990 so ustanovili poseben fond z 240 milijoni dolarjev, da bi deželah v razvoju pomagali razvijati kemikalije, ki bi nadomestile CFC in s tem povezano tehnologijo (Walker, 1993).

2.7 Dejavniki, ki vplivajo na kvaliteto zraka

Dejavniki, s katerimi lahko izboljšamo stanje kakovosti zraka so:

- več sončnih, vetrnih ter hidroelektrarn,
- več uporabe električnih avtomobilov ter mestnega prevoza (avtobus, vlak, mestna kolesa ipd.) (Green, 2006).

Dejavniki, ki slabo vplivajo na kakovost zraka so:

- termoelektrarne (TEŠ),
- tovarne,
- izpušni plini v prometu,
- temperaturna inverzija (to je meteorološki pojav, ko temperatura zraka v najnižjem delu Zemljinega ozračja z višino narašča),
- intenzivno kmetijstvo,
- hišna ogrevanja (Green, 2006).

Posebej moramo omeniti kmetijstvo, ki pomembno prispeva k koncentracijam delcev PM₁₀ (PM₁₀ so prašni delci, imamo tudi PM_{2.5}), tako preko neposrednih emisij delcev kot tudi zaradi emisij amonijaka. Emisije metana iz kmetijstva pa prispevajo k nastanku prizemnega ozona (je visoko reaktiven plin, ki ga sestavljajo trije atomi kisika. Lahko je »koristen« ali »škodljiv«, odvisno od višine nahajanja v ozračju) (Vidmar, 2022).

2.8 Izpostavljenost slabemu zraku

V razvitih državah je v javnem zdravstvu najpomembnejši problem na področju okolja in zdravja, vpliv onesnaženega zraka na zdravje. V praksi je nemogoče doseči takšno kakovost zraka, ki bi stalno ustrezala predpisanim vrednostim (NIJZ, 2022).

Če vdihujemo slab zrak, nam lahko le-ta poslabša delovanje dihal. Prav tako se to tudi kaže na počutju – če vdihavamo čist zrak, imamo več energije, dela opravljamo z večjim veseljem ter smo mentalno bolj umirjeni. Dolgoročna izpostavljenost onesnaženemu zraku lahko pripelje do škodljivih vplivov na zdravje, ki segajo od manjših vplivov na dihalni sistem do prezgodnje umrljivosti (GOV, 2021).

2.8.1 Notranje okolje

V zaprtih prostorih je lahko zrak še bolj onesnažen kot zunaj. Ker večino časa preživimo v zaprtih prostorih, doma, na delovnem mestu in v različnih javnih stavbah, je kakovost notranjega zraka zelo pomembna. Če je v prostoru slab zrak, lahko postanete utrujeni, zaspani in brez koncentracije. Človek v eni sami uri vdihne več kot pol kubičnega metra zraka, polnega bakterij, virusov, pršic, vlage ipd. Vplivajo na naše

zdravje, počutje ter delovno učinkovitost. Zato je v notranjem okolju potrebno zagotoviti ustrezno kakovost zraka. Da bi bil ta zrak čistejši, je potrebno zračiti, kar pa na vseh lokacijah ni najbolje, zaradi izpušnih plinov v prometu, izločanja prašnih delcev iz tovarn... Poznamo več vrst zračenja, pri katerih si lahko pomagamo z določenimi napravami (npr. klimatske naprave, ventilatorji...), lahko pa tudi preprosteje – z dodajanjem svežega zraka v prostor skozi okno, kar je učinkovitejše izven mesta oz. na podeželju (Čujež in drugi, 2021)

To, da je prezračevanje učinkovito, so dokazali tudi z raziskavo na Cipru, kjer so ukrepi naravnega prezračevanja, kot so odprta okna in vrata med razrednimi urami, pomagali vzdrževati ustrezno prezračevanje (Konstantinou in drugi, 2022).

2.8.2 Zunanje okolje

Ker se večina ljudi ne zaveda onesnaženosti zraka v Sloveniji, na žalost pa je stanje veliko slabše, kot bi si človek mislil za zeleno Slovenijo. Lahko smo seveda še srečni, ker morajo v nekaterih deželah ves čas nositi zaščitno masko (npr. Kitajska, Japonska). Do tega v Sloveniji še v nekaj desetletji ne bo prišlo, ne moremo pa trditi, da do tega nikoli ne bo prišlo, zaradi večjih tovarna (Cinkarna) in raznih termoelektrarn. Seveda se veliko prebivalcev zaveda, da živimo v slabem ozračju, še posebej v večjih mestih (GOV, 2022).

Slab vpliv prašnih delcev na zdravje so tudi dokazali z meritvami v bližini evropskih šol. Za leto 2018 o kakovosti zraka v Evropi je pokazalo, da čeprav so močne politike in lokalni ukrepi pomagali zmanjšati raven onesnaženosti v evropskih mestih, večina Evropejcev, ki živijo v mestnih območjih, še vedno trpi zaradi ravni onesnaževal, ki so višje od priporočil Svetovne zdravstvene organizacije za varovanje zdravja ljudi. Po ocenah EEA je dolgotrajna izpostavljenost onesnaženosti zraka z drobnimi delci tudi odgovorna za več kot 400.000 prezgodnjih smrti v Evropi vsako leto (EEA, 2019).

3 METODE DELA

3.1 Pregled literature

Pregleda literature sva se lotila na dva načina. Najprej sva v spletni brskalnik Google vpisala izbrane ključne besede. Nato sva poiskala najbolj verodostojno spletno stran za področje, ki ga raziskujeva in še tam raziskala obstoječe objave, in sicer National Geographics, WHO, ARSO. Vsebina, ki se nama je zdela primerna, sva jo povzela oz. prevedla, če je bila napisana v angleščini ter vsebino uporabila pri najini raziskovalni nalogi.

Drugi način je bilo iskanje člankov preko spletnega portala Google učenjak, kjer so objavljeni različni članki. Tam sva našla veliko uporabnih podatkov, ki so pripomogli pri najinem raziskovalnem delu.

3.2 Pregled podatkov iz portala ARSO

Podatke, ki so navedeni v tabeli št. 1 sva v vnaprej določenem odboju redno izpisovala s spletne strani ARSO. Podatke sva spremljala v obdobju od 21. 11. 2022. do 4. 12. 2022 ter 6. 2. 2023 in 12. 2. 2023. Izpisovala sva izmerjene koncentracije delcev PM₁₀, PM_{2.5}, temperaturo zraka (°C), hitrost vetra (km/h) ter vlažnost zraka (%) na merilnih mestih v Celju.

3.3 Meritve prašnih delcev v okolici šole

Opravljala sva meritve prašnih delcev PM_{2.5}, relativno vlažnost zraka (%), temperaturo zraka (°C), količino ogljikovega dioksida (CO₂) in zračni tlak. Meritve sva opravljala 6. 2. 2023 in 13. 2. 2023. Izvedla sva jih pred glavnim vhodom v našo osnovno šolo, pred zadnjim vhodom v našo osnovno šolo, na športnem igrišču pri naši osnovni šoli ter v učilnici – MAT1.

3.3.1 Opis merilne opreme

Uporabila sva merilnik kakovosti zraka PCE-AQD 20 PARTICLE COUNTER (Slika 3). Merilnik kakovosti zraka je merilna naprava za spremljanje kakovosti zraka, ki beleži različne parametre, in sicer temperaturo zraka, vlažnost zraka, koncentracijo ogljikovega dioksida, prašnih delcev in zračni tlak. Izmerjene vrednosti je mogoče

odčitati neposredno iz digitalnega zaslona merilne opreme. Uporaba je enostavna. Merilnik se vklopi z daljšim pritiskom na tipko POWER in takoj začne meriti vse zgoraj našteje parametre. Merilnik ima tudi druge napredne funkcije, vendar jih tokrat nisva uporabljala.



Slika 3: Merilnik kakovosti zraka (Inštitut za sanitarno inženirstvo, 2022)

3.4 Anketiranje

3.4.1 Opis anketnega vprašalnika

Anketni vprašalnik sva oblikovala z namenom, da preveriva znanje učencev zadnje triade I. OŠ Celje o kakovosti zraka in prašnih delcih v zraku. V anketnem vprašalniku je sodelovalo 133 učencev I. OŠ Celje, ki obiskujejo zadnjo triado (7., 8., 9. razred). Od tega je bilo 80 (60 %) punc in 35 (40 %) fantov.

Anketni vprašalnik je obsegal 9 vprašanj, kjer je bilo potrebno obkrožiti enega ali več pravih odgovorov. Edini izjemi sta bili 8 ter 9.1 vprašanje, pri katerih je bilo potrebno odgovoriti opisno, torej s svojimi besedami.

3.4.2 Anketni vprašalnik

SPOL (obkroži): Moški Ženska

RAZRED (obkroži): 7. razred 8. razred 9. razred

1. Kaj so delci (PM)? (obkroži pravilen odgovor)

- A Mikroskopsko majhni delci, ki se nahajajo v zraku
- B Prah na cvetovih, ki ga nabirajo čebele
- C Nič od naštetega.

2. Kateri so najpomembnejši viri onesnaženja zraka v okolju? (obkroži pravilen odgovor)

- A Izgorevanje fosilnih goriv pri proizvodnji elektrike, v prometu, v industriji, pri ogrevanju v gospodinjstvu
- B Samo izgorevanje fosilnih goriv v prometu
- C Samo izgorevanje fosilnih goriv
- Č Nič od naštetega

3. Ali onesnaženost zraka z delci PM vpliva na zdravje in počutje ljudi? (obkroži pravilen odgovor)

- A Da
- B Ne
- C Ne vem

4. Po katerih poteh lahko onesnaževala iz zunanjega zraka vstopijo v prostor? (obkroži pravilne odgovore, možnih je več odgovorov)

- A Z naravnim prezračevanjem, ko zračimo prostore z odpiranjem oken in vrat.
- B Z mehanskim prezračevanjem prostorov prek prezračevalnega sistema.
- C Z infiltracijo zraka skozi razpoke v stenah, tleh, stropu in skozi vrata ter okna.
- D Nič od naštetega.

5. Kaj lahko storimo sami, da se zaščitimo pred onesnaženim zunanjim zrakom? (obkroži pravilen odgovor)

A Izogibajmo se bližini prometnih cest, izberemo park ali gozd.

B Izogibamo se zadrževanju v parku ali gozdu, izberemo bližino prometnih cest.

C Bivanje na prostem omejimo na čas, ko je onesnaženost zraka v dnevi najvišja.

Č Nič od zgoraj naštetega.

6. Na kateri spletni strani je mogoče spremljati obvestila in napovedi o kakovosti zraka v različnih mestih v Sloveniji?

A ARSO (www.arso.si)

B NLZOH (www.nlzoh.si)

C SANITARC.SI (www.sanitarc.si)

Č Nič od zgoraj naštetega

7. Kako lahko doprinesemo k zmanjšanju izpustov v domačem okolju?

A Za transport izberemo kolo ali se odpravimo peš, kadar je to mogoče.

B Za transport vedno izberemo vožnjo z avtomobilom.

C Sami ne moremo prispevati k zmanjšanju izpustov v domačem okolju.

8. Naštej vsaj 3 vire onesnaženja zraka v Celju:

1. _____

2. _____

3. _____

9. V katerem delu leta je običajno onesnaženost zraka največja?

B v toplejši polovici leta

A v hladnejši polovici leta

9.1 Zakaj?

4 REZULTATI

4.1 Kakovost zraka v Celju

Tabela 1: Rezultati meritev kakovosti zraka državnega monitoringa (ARSO, 2023)

MERILNO MESTO	DATUM	DELCI PM ₁₀ (µg/m ³)	DELCI PM _{2,5} (µg/m ³)	TEMPERAURA ZRAKA (°C)	HITROST VETRA (km/h)	RELATIVNA VLAŽNOST (%)
CE Ljubljanska	21.11.22	18	14	3.2	4	92
CE Bolnica	21.11.22	20	16	3.2	4	92
CE Ljubljanska	22.11.22	18	16	3.7	12	96
CE Bolnica	22.11.22	16	14	3.7	12	96
CE Ljubljanska	23.11.22	11	9	4.3	2	96
CE Bolnica	23.11.22	20	13	4.3	2	96
CE Ljubljanska	24.11.22	52	39	4.2	4	96
CE Bolnica	24.11.22	50	36	4.2	4	96
CE Ljubljanska	25.11.22	20	10	6.2	9	85
CE Bolnica	25.11.22	25	15	6.2	9	85
CE Ljubljanska	26.11.22	21	14	4.6	3	88
CE Bolnica	26.11.22	24	15	4.6	3	88
CE Ljubljanska	27.11.22	25	18	2.4	5	89
CE Bolnica	27.11.22	26	16	2.4	5	89
CE Ljubljanska	28.11.22	18	14	5.3	12	71
CE Bolnica	28.11.22	20	16	5.3	12	71

CE Ljubljanska	29.11.22	43	37	3.3	9	83
CE Bolnica	29.11.22	39	32	3.3	9	83
CE Ljubljanska	30.11.22	22	21	2.6	3	96
CE Bolnica	30.11.22	16	15	2.6	3	96
CE Ljubljanska	01.12.22	19	18	2.7	1	97
CE Bolnica	01.12.22	28	26	2.7	1	97
CE Ljubljanska	02.12.22	42	39	2.8	3	94
CE Bolnica	02.12.22	40	37	2.8	3	94
CE Ljubljanska	03.12.22	26	28	3.3	3	94
CE Bolnica	03.12.22	31	30	3.3	3	94
CE Ljubljanska	04.12.22	15	14	4.1	5	96
CE Bolnica	04.12.22	15	14	4.1	5	96
CE Ljubljanska	06.02.23	26	20	-1.5	7	58
CE Bolnica	06.02.23	25	19	-1.5	7	58
CE Ljubljanska	13.02.23	37	14	9.2	5	62
CE Bolnica	13.02.23	24	14	9.2	5	62

Meritve ARSO so bile opravljene med 16. in 17. uro (ARSO, 2023)

Razprava vezana na tabelo 1: Ugotovila sva, da je prisotnost delcev PM₁₀ vedno večja od prisotnosti delcev PM_{2.5}. Prav tako sva ugotovila, da je bila dnevna dovoljena vrednost delcev PM₁₀, ki znaša 50 µg/m³, med 16. in 17. uro presežena 2-krat v mesecu novembru 2022, ampak, ker je bilo dnevno povprečje manjše od 50 µg/m³, se šteje kot ustrezno v skladu z zakonodajo. Ista velja za delce PM_{2.5}, kjer je bila raven

delcev, ki znaša $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, med 16. in 17. uro večkrat presežena, kar pa ne pomeni, da je bilo dnevno povprečje večje od dovoljenega glede na zakonodajo.

4.2 Rezultati terenskih meritev

4.2.1 Prve meritve

V ponedeljek, 6. 2. 2023, sva opravila prve meritve prašnih delcev v okolici naše osnovne šole. V tabeli 2 so prikazani rezultati meritev iz merilnega mesta št. 1: Pred glavnim vhodom v I. OŠ Celje. V tabeli 3 so prikazani rezultati meritev iz merilnega mesta št. 2: Pred zadnjim vhodom v I. OŠ Celje. V tabeli 4 so prikazani rezultati meritev iz merilnega mesta št. 3: Igrišče pri I. OŠ Celje. V tabeli 5 so prikazani rezultati meritev iz merilnega mesta št. 4: Učilnica (MAT1).

Tabela 2: Rezultati 1. meritev – glavni vhod

MERILNO MESTO ŠT. 1: PRED GLAVNIM VHODOV V I. OŠ CELJE					
Datum in čas merjenja: 6. 2. 2023 s pričetkom ob 13:13 uri					
ČAS MERITEV PO...	PM_{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RELATIVNA VLAŽNOST (%)	TEMPERATURA (°C)	CO₂	ZRAČNI TLAK (hPa)
1 min	11	34,1	5,1	498	1006,5
2 min	9	36,9	4,9	462	1006,4
3 min	8	32,2	4,8	501	1006,5
4 min	6	34,6	4,7	531	1006,5
5 min	5	36,3	3,7	541	1006,5

Razprava vezana na tabelo 2: Koncentracija prašnih delcev PM_{2,5} se je na merilnem mestu št. 1, t.j. pred glavnim vhodom v I. OŠ Celje, v času meritev gibala med 5 in $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na isti dan so se koncentracije prašnih delcev na merilnem mestu Ce Ljubljanska in Ce Bolnica gibale med 19 in $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iz tega sledi, da je koncentracija prašnih delcev pred glavnim vhodom v našo šolo nižja kot pa na merilnih mestih, ki sta locirani v centru mesta Celje. Izmerjene koncentracije CO₂ so se v času meritev na

merilnem mestu gibale med 462 in 541. Povečane koncentracije CO₂ v zraku so pokazatelj povečanega prometa, s katerim onesnažujemo okolje.



Slika 4: Glavni vhod (Lorger in Škrinjar, 2023)



Slika 5: Glavni vhod (Lorger in Škrinjar, 2023)

Tabela 3: Rezultati 1. meritev – zadnji vhod

MERILNO MESTO ŠT. 2: PRED ZADNJIM VHODOM V I. OŠ CELJE					
Datum in čas merjenja: 6. 2. 2023 s pričetkom ob 13:23 uri					
ČAS MERITEV PO...	PM_{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RELATIVNA VLAŽNOST (%)	TEMPERATURA (°C)	CO₂	ZRAČNI TLAK (hPa)
1 min	5	34,7	3,9	507	1006,7
2 min	8	41,6	3,5	467	1006,5
3 min	6	36,9	3,6	578	1006,7
4 min	9	34,8	3,9	516	1006,7
5 min	11	35,4	4	591	1006,7

Razprava vezana na tabelo 3: Koncentracija prašnih delcev PM_{2,5} se je na merilnem mestu št. 2, t.j. pred zadnjim vhodom v I. OŠ Celje, v času meritev gibala med 5 in 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na isti dan so se koncentracije prašnih delcev na merilnem mestu Ce

Ljubljanska in Ce Bolnica gibale med 19 in 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Iz tega sledi, da je koncentracija prašnih delcev pred glavnim vhodom v našo šolo nižja kot pa na merilnih mestih, ki sta locirani v centru mesta Celje. Izmerjene koncentracije CO₂ so se v času meritev na merilnem mestu gibale med 467 in 591. Povečane koncentracije CO₂ v zraku so pokazatelj povečanega prometa, s katerim onesnažujemo okolje.



Slika 6: Stranski vhod (Lorger in Škrinjar, 2023)



Slika 7: Stranski vhod (Lorger in Škrinjar, 2023)

Tabela 4: Rezultati 1. meritev – športno igrišče

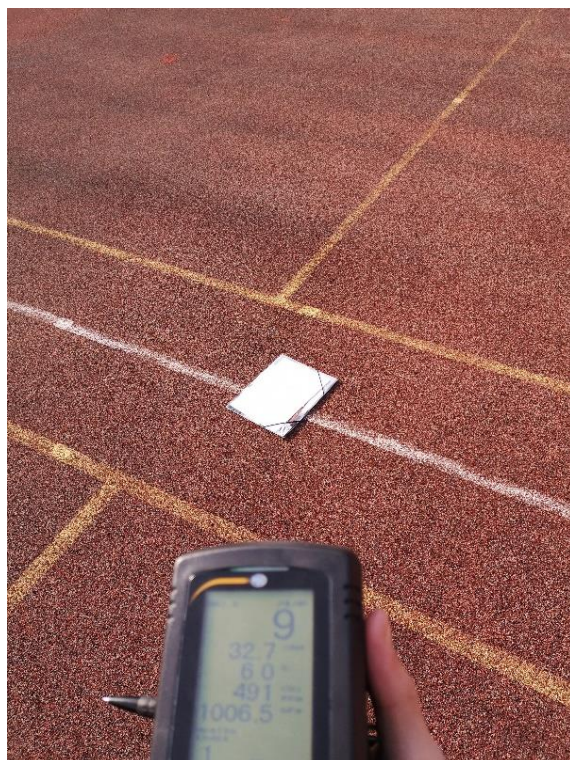
MERILNO MESTO ŠT. 3: ŠPORTNO IGRIŠČE I. OŠ CELJE					
Datum in čas merjenja: 6. 2. 2023 s pričetkom ob 13:30 uri					
ČAS MERITEV PO...	PM_{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RELATIVNA VLAŽNOST (%)	TEMPERATURA (°C)	CO₂	ZRAČNI TLAK (hPa)
1 min	9	36,4	4	444	1006,7
2 min	12	32,4	5,3	423	1006,7
3 min	10	34	4,8	421	1006,7
4 min	12	31,2	6,8	488	1006,7
5 min	11	29,4	7,2	408	1006,6

Razprava vezana na tabelo 4: Koncentracija prašnih delcev PM_{2,5} se je na merilnem mestu št. 3, t.j. športno igrišče pri OŠ Celje, v času meritev gibala med 9 in 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na isti dan so se koncentracije prašnih delcev na merilnem mestu Ce Ljubljanska in Ce Bolnica gibale med 19 in 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Iz tega sledi, da je koncentracija prašnih delcev pred glavnim vhodom v našo šolo nižja kot pa na merilnih mestih, ki sta locirani v centru mesta Celje. Izmerjene koncentracije CO₂ so se v času meritev na merilnem mestu gibale med 408 in 488. Povečane koncentracije CO₂ v zraku so pokazatelj povečanega prometa, s katerim onesnažujemo okolje.



Slika 8: Igrišče (Lorger in Škrinjar, 2023)



Slika 9: Igrišče (Lorger in Škrinjar, 2023)

Tabela 5: Rezultati 1. meritev – učilnica (MAT1)

MERILNO MESTO ŠT. 4: učilnica (MAT1)					
Datum in čas merjenja: 6. 2. 2023 s pričetkom ob 13:42 uri					
ČAS MERITEV PO...	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RELATIVNA VLAŽNOST (%)	TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$)	CO₂	ZRAČNI TLAK (hPa)
1 min	16	36,8	20,4	2384	1004,5
2 min	13	36,5	20,5	2297	1004,6
3 min	12	36,4	20,8	2314	1004,5
4 min	12	36,1	20,8	2340	1004,4
5 min	13	35,9	20,9	2334	1004,4

Razprava vezana na tabelo 5: Koncentracija prašnih delcev PM_{2,5} se je na merilnem mestu št. 4, t.j. učilnica MAT1, v času meritev gibala med 12 in 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na isti dan je najvišja koncentracija prašnih delcev na merilnem mestu 1, 2 in 3 bila 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Iz

tega sledi, da je najvišja izmerjena koncentracija prašnih delcev v učilnici višja kot na zunanjih merilnih mestih, v času izvajanja meritev. Izmerjene koncentracije CO₂ so se v času meritev na merilnem mestu gibale med 2297 in 2384. Povečane koncentracije CO₂ v zraku so pokazatelj prisotnosti velikega števila oseb v prostoru in premalo zračenja.

4.2.2 Druge meritve

V ponedeljek, 13. 2. 2023, sva opravila druge meritve prašnih delcev v okolici naše osnovne šole. V tabeli 6 so prikazani rezultati meritev iz merilnega mesta št. 1: Pred glavnim vhodom v I. OŠ Celje. V tabeli 7 so prikazani rezultati meritev iz merilnega mesta št. 2: Pred zadnjim vhodom v I. OŠ Celje. V tabeli 8 so prikazani rezultati meritev iz merilnega mesta št. 3: igrišče pri I. OŠ Celje. V tabeli 9 so prikazani rezultati meritev iz merilnega mesta št. 4: učilnica (MAT1).

Tabela 6: Rezultati 2. meritev – glavni vhod

MERILNO MESTO ŠT. 3: GLAVNI VHOD I. OŠ CELJE					
Datum in čas merjenja: 13. 2. 2023 s pričetkom ob 13:09 uri					
ČAS MERITEV PO...	PM_{2,5} (µg/m³)	RELATIVNA VLAŽNOST (%)	TEMPERATURA (°C)	CO₂	ZRAČNI TLAK (hPa)
1 min	13	35,1	15,6	487	1007,5
2 min	11	39,6	13	481	1007,6
3 min	19	44	14,3	466	1007,5
4 min	8	40,5	12	496	1007,6
5 min	9	41,9	13,2	459	1007,5

Razprava vezana na tabelo 6: Koncentracija prašnih delcev PM_{2,5} se je na merilnem mestu št. 1, t.j. glavni vhod I. OŠ Celje, v času meritev gibala med 8 in 19 µg/m³, kar je več kot v času prvih meritev, ko je bila koncentracija prašnih delcev PM_{2,5} med 5 in 11 µg/m³. Na isti dan 13. 2. 2023 je koncentracija prašnih delcev na merilnem mestu Ce Ljubljanska in Ce Bolnica bile 14 µg/m³. Iz tega sledi, da je najvišja koncentracija prašnih delcev pri zadnjem vhodu v I. OŠ Celje višja kot pa na merilnih mestih, ki sta

locirani v centru mesta Celje. Izmerjene koncentracije CO₂ so se v času meritev na merilnem mestu gibale med 466 in 496. Povečane koncentracije CO₂ v zraku so pokazatelj povečanega prometa, s katerim onesnažujemo okolje.



Slika 10: Glavni vhod (Lorger in Škrinjar, 2023)

Tabela 7: Rezultati 2. meritev – zadnji vhod

MERILNO MESTO ŠT. 3: ZADNJI VHOD I. OŠ CELJE					
Datum in čas merjenja: 13. 2. 2023 s pričetkom ob 13:16 uri					
ČAS MERITEV PO...	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RELATIVNA VLAŽNOST (%)	TEMPERATURA (°C)	CO₂	ZRAČNI TLAK (hPa)
1 min	6	38,3	16,6	607	1007,4
2 min	7	38,1	14,4	514	1007,5
3 min	12	40,5	13,5	570	1007,5
4 min	4	41,4	13,4	507	1007,4
5 min	6	50	13,2	495	1007,4

Razprava vezana na tabelo 7: Koncentracija prašnih delcev PM2,5 se je na merilnem mestu št. 2, t.j. zadnji vhod I. OŠ Celje, v času meritev gibala med 4 in 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, kar je več kot v času prvih meritev, ko je bila koncentracija prašnih delcev PM2,5 med 5 in 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na isti dan je koncentracija prašnih delcev na merilnem mestu Ce Ljubljanska in Ce Bolnica bila 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Iz tega sledi, da je koncentracija prašnih delcev pri zadnjem vhodu v I. OŠ Celje nižja kot pa na merilnih mestih, ki sta locirani v centru mesta Celje. Izmerjene koncentracije CO₂ so se v času meritev na merilnem mestu gibale med 495 in 607. Povečane koncentracije CO₂ v zraku so pokazatelj povečanega prometa, s katerim onesnažujemo okolje.



Slika 11: Zadnji vhod (Lorger in Škrinjar, 2023)



Slika 12: Zadnji vhod (Lorger in Škrinjar, 2023)

Tabela 8: Rezultati 2. meritev – športno igrišče

MERILNO MESTO ŠT. 3: IGRISČE PRI I. OŠ CELJE					
Datum in čas merjenja: 13. 2. 2023 s pričetkom ob 13:23 uri					
ČAS MERITEV PO...	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RELATIVNA VLAŽNOST (%)	TEMPERATURA (°C)	CO₂	ZRAČNI TLAK (hPa)
1 min	3	39,6	14,8	536	1007,4
2 min	4	38,9	14,3	472	1007,3
3 min	4	38,9	14,6	492	1007,4
4 min	4	39,3	14,4	468	1007,3
5 min	3	57,5	14,3	448	1007,1

Razprava vezana na tabelo 8: Koncentracija prašnih delcev PM_{2,5} se je na merilnem mestu št. 3, t.j. športno igrišče pri I. OŠ Celje, v času meritev gibala med 3 in 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, kar je manj kot v času prvih meritev, ko je bila koncentracija prašnih delcev PM_{2,5} med 9 in 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na isti dan je koncentracija prašnih delcev na merilnem mestu Ce Ljubljanska in Ce Bolnica bila 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Iz tega sledi, da je koncentracija prašnih delcev na športnem igrišču pri I. OŠ Celje nižja kot pa na merilnih mestih, ki sta locirani v centru mesta Celje. Izmerjene koncentracije CO₂ so se v času meritev na merilnem mestu gibale med 448 in 536. Povečane koncentracije CO₂ v zraku so pokazatelj povečanega prometa, s katerim onesnažujemo okolje.

Tabela 9: Rezultati 2. meritev-učilnica (MAT1)

MERILNO MESTO ŠT. 3: UČILNICA (MAT1) I. OŠ CELJE					
Datum in čas merjenja: 13. 2. 2023 s pričetkom ob 13:31 uri					
ČAS MERITEV PO...	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	RELATIVNA VLAŽNOST (%)	TEMPERATURA (°C)	CO₂	ZRAČNI TLAK (hPa)
ČAS MERITEV PO...	PM2,5	%RU	TEMPERATURA (°C)	CO₂	Zračni tlak (hPa)
1 min	13	44,9	21,6	1731	1005,8

2 min	11	34,5	21,2	1664	1006
3 min	13	58,4	21,6	1550	1005,8
4 min	15	35,4	20,8	1646	1005,9
5 min	13	34,9	21,2	1745	1005,7

Razprava vezana na tabelo 9: Koncentracija prašnih delcev PM_{2,5} se je na merilnem mestu št. 4, t.j. učilnica MAT1, v času meritev gibala med 11 in 15 µg/m³. Na isti dan je najvišja koncentracija prašnih delcev na merilnem mestu 1, 2 in 3 bila 19 µg/m³. Iz tega sledi, da je koncentracija prašnih delcev v učilnici nižja, kot na zunanjih merilnih mestih, v času izvajanja meritev. Izmerjene koncentracije CO₂ so se v času meritev na merilnem mestu gibale med 1550 in 1745. Povečane koncentracije CO₂ v zraku so pokazatelj prisotnosti velikega števila oseb v prostoru in premalo zračenja.

4.2.3 Povzetek rezultatov

Empirični del raziskave je vključeval meritve prašnih delcev PM_{2,5}, relativno vlažnost in temperaturo zraka, ogljikov dioksid in zračni tlak. Merilna mesta so bila locirana v okolici I. OŠ Celje – glavni in zadnji vhod, športno igrišče ter učilnica na šoli (MAT1). Na nobenem merilnem mestu mejna raven PM_{2,5} ni bila presežena v času izvajanja meritev.

Rezultati parametrov relativne vlažnosti, temperature in zračnega tlaka so spremljajoči parametri kakovosti zraka in prikazujejo t.i. mikroklimo v prostoru, v času izvajanja meritev.

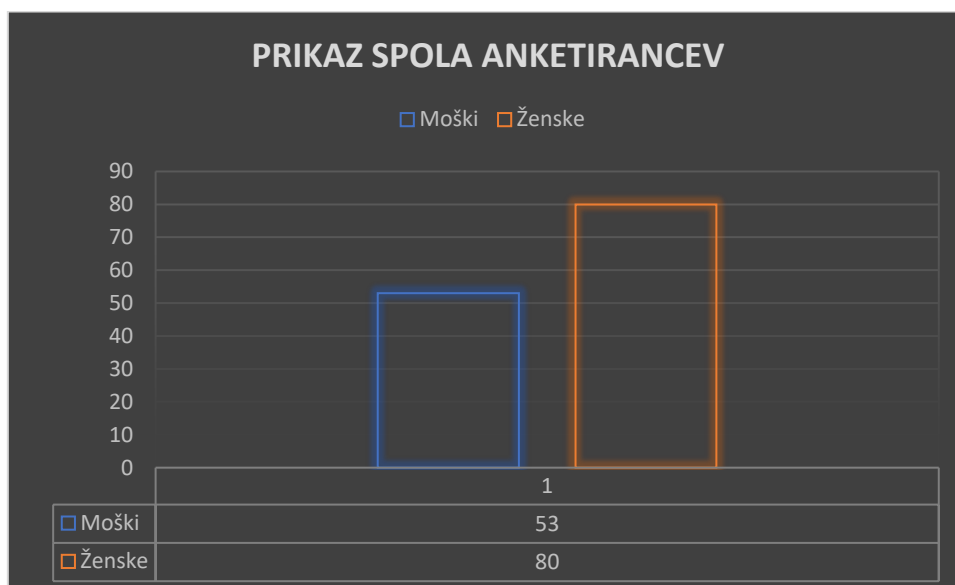
Iz rezultatov meritev dne 6. 2. 2023 je razvidno, da je bila najvišja izmerjena koncentracija prašnih delcev na merilnem mestu 3, t. j. športno igrišče pri I. OŠ Celje, ki je locirano za šolo in ni v neposredni bližini prometne ceste. Najvišja koncentracija CO₂ pa je dne 6. 2. 2023 bila izmerjena na merilnem mestu 2, t.j. pred zadnjim vhodom v šolo. Večjih odstopanj med rezultati meritev vseh merjenih parametrov na zunanjih merilnih mestih ni bilo. Izrazito odstopanje pa je bilo v primerjavi z rezultati meritev v učilnici, kjer je bila koncentracija CO₂ zelo visoka, kar je posledica nezadostnega prezračevanja učilnice.

Ugotovila sva, da je dne 13. 2. 2023 bila najvišja izmerjena koncentracija prašnih delcev na merilnem mestu 1, t.j. pred glavnim vhodom v našo šolo, ki je lociran ob neposredni bližini prometne ceste in velikega parkirišča. Najvišja koncentracija CO₂ pa je dne 13. 2. 2023 bila izmerjena na merilnem mestu 2, tj. pred zadnjim vhodom v osnovno šolo, ki je nekoliko oddaljen od glavne prometne ceste. Tako kot v času izvajanja prvih meritev, tudi tokrat ni bilo večjih odstopanj na zunanjih merilnih mestih. Medtem ko je v notranjem prostoru, v učilnici MAT 1 bila izmerjena koncentracija CO₂ zelo visoka, kar je posledica nezadostnega prezračevanja učilnice. Vsled tega je potrebno izvajati ukrepe, kot so redno oz. bolj pogosto prezračevanje učilnic, in sicer med vsakim odmorom.

Iz rezultatov je razvidno, da koncentracija prašnih delcev ne predstavlja problem, temveč koncentracija CO₂ v učilnici. V objavljeni raziskovalni nalogi z naslovom Razumevanje epidemije Covid-19 med mladostniki (Laznik, 2021) so oblikovali ukrepe za izboljšanje kakovosti zraka v domači sobi, kjer učenec izvaja šolanje na daljavo. Meniva, da jih lahko smiselno uporabimo tudi v šolskih učilnicah. Slednji so npr. redno prezračevanje prostora z odpiranjem oken in vrat na stežaj – najmanj 5 minut v kosu in večkrat na dan, prostor naj se redno čisti, pri čiščenju naj se uporabljajo naravna čistila, prostor naj se opremi z rastlinami, po uporabi sredstev za likovni pouk je treba vedno temeljito prezračiti prostor, lahko se uporablja CO₂ merilnik za spremljanje kakovosti zraka z alarmom. Na podlagi preglednih raziskav (Salleh in drugi, 2011) je bilo ugotovljeno, da je veliko otrok v učilnici izpostavljenih slabemu zraku. Pri tem poudarjajo, da je prezračevanje bistveno za zmanjšanje koncentracije CO₂ v učilnicah, saj to vpliva na zdravje in uspešnost učencev.

4.3 Rezultati anketiranja

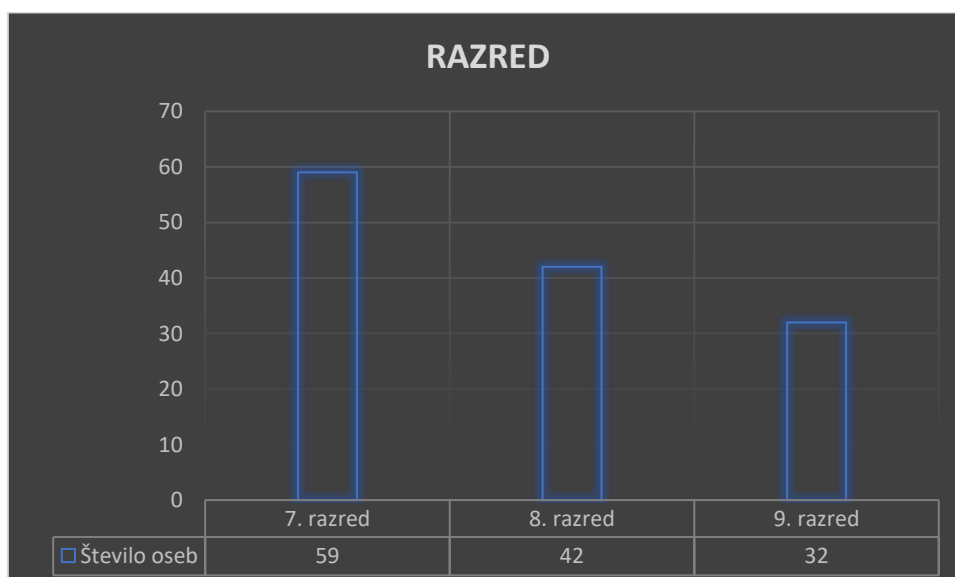
1. SPOL



Graf 1: Prikaz spola anketirancev

Anketni vprašalnik o prašnih delcih v okolici šole je izpolnilo 80 žensk ter 53 moških.

2. RAZRED:



Graf 2: Grafični prikaz razreda anketirancev

V anketnem vprašalniku o prašnih delcih v okolici šole so sodelovali učenci 7., 8. in 9. razreda I. OŠ Celje. Sedmošolcev je sodelovalo 59, osmošolcev 42 in devetošolcev 32.

1. Kaj so delci PM?



Graf 3: Grafični prikaz odgovorov na 1. anketno vprašanje: Kaj so delci PM?

Na anketno vprašanje »Kaj so delci (PM)?« je 116 učencev odgovorilo pravilno, kar je 87 % vseh udeležencev. 9 učencev (7 %), je menilo, da je to prah, ki ga na cvetovih nabirajo čebele, še manj, 8 učencev (6 %) je odgovorilo, da to ni nič od naštetega.

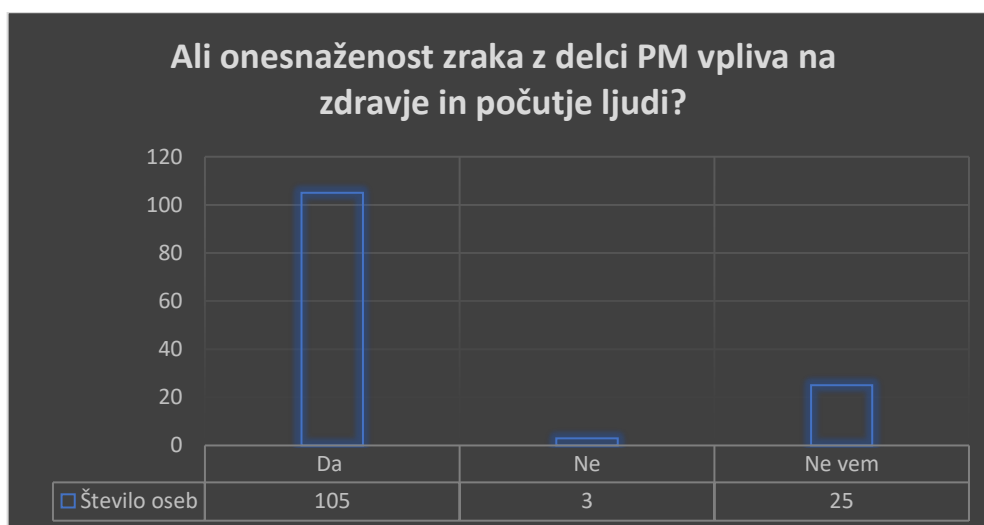
2. Kateri so najpomembnejši viri onesnaževanja zraka v okolju?



Graf 4: Grafični prikaz odgovorov na 2. anketno vprašanje: Kateri so najpomembnejši viri onesnaževanja zraka v okolju?

Na anketno vprašanje »Kateri so najpomembnejši viri onesnaževanja v okolju?« je kar 111 učencev odgovorilo pravilno, to je 83 % vseh anketirancev. 11 učencev (8 %), je menilo, da je najpomembnejši vir onesnaževanja v okolju samo izgorevanje fosilnih goriv v prometu, 6 (5 %) jih je menilo, da je odgovor samo izgorevanje fosilnih goriv, 5 učencev (4 %) pa, da pravičen odgovor ni naveden.

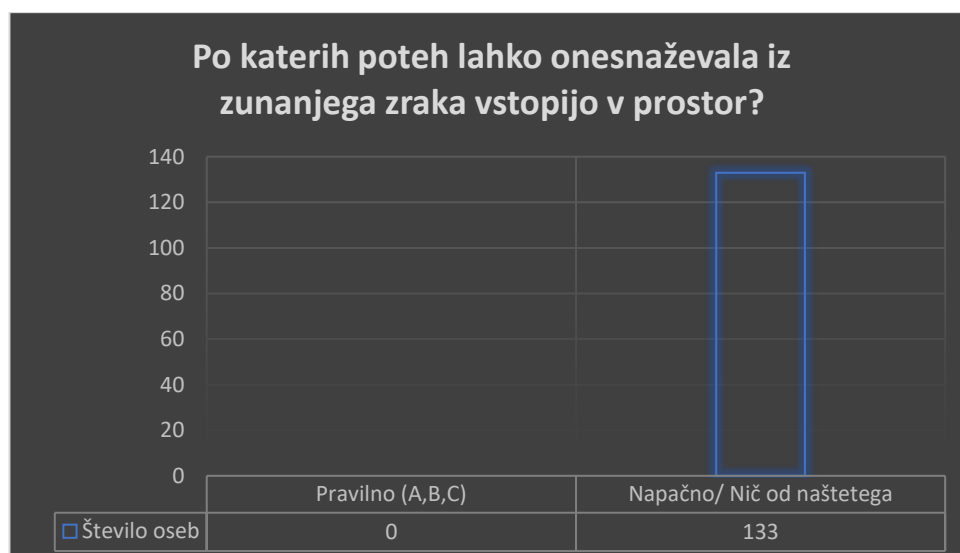
3. Ali onesnaženost z delci PM vpliva na zdravje in počutje ljudi?



Graf 5: Grafični prikaz odgovorov na 3. anketno vprašanje: Ali onesnaženost z delci PM vpliva na zdravje in počutje ljudi?

Na anketno vprašanje »Ali onesnaženost zraka z delci PM vpliva na zdravje in počutje ljudi?« je 105 (79 %) učencev odgovorilo pravilno, 3 (2 %) so odgovorili napačno, 25 (19%) jih pa odgovora ni vedelo.

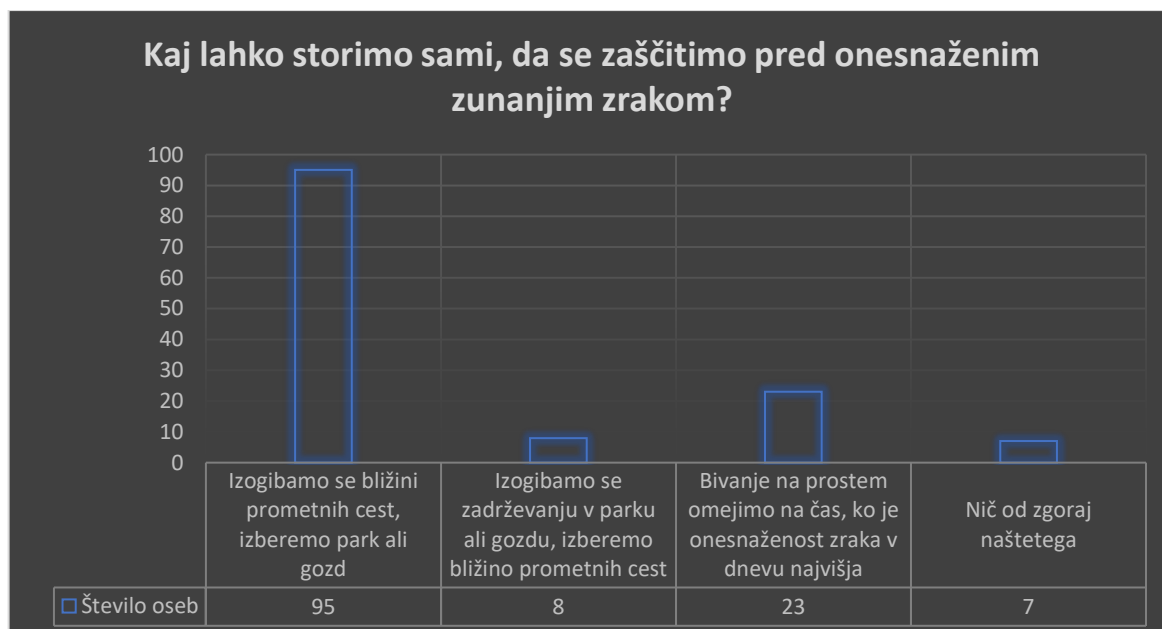
4. Po katerih poteh lahko onesnaževala iz zunanjega zraka vstopajo v prostor?



Graf 6: Grafični prikaz odgovorov na 4. anketno vprašanje: Po katerih poteh lahko onesnaževala iz zunanjega zraka vstopajo v prostor?

Na vprašanje »Po katerih poteh lahko onesnaževala iz zunanjega zraka vstopijo v prostor?« je so bili pravilni odgovori vsi-A, B in C, ampak nihče ni obkrožil vseh treh odgovorov, jih je pa vseh 133 obkrožilo vse ostale možne kombinacije oz. niso vedeli.

5. Kaj lahko storimo sami, da se zaščitimo pred onesnažnim zunanjim zrakom?



Graf 7: Grafični prikaz odgovorov na 5. anketno vprašanje: Kaj lahko storimo sami, da se zaščitimo pred onesnažnim zunanjim zrakom?

Na vprašanje »Kaj lahko storimo sami, da se zaščitimo pred onesnaženim zunanjim zrakom?« 95 učencev (71,4 %) odgovorilo pravilno, medtem ko jih je 8 (6 %) menilo da je pravilen odgovor, da se izogibamo zadrževanju v parku ali gozdu, izberemo bližino prometnih cest. 23 (17,3 %) jih je menilo, da ja prav, če bivanje na prostor omejimo na čas, ko je onesnaženost zraka v dnevu najvišja, 7 (5,3 %) jih pa meni, da ni nič od zgoraj naštetega.

6. Na kateri spletni strani je mogoče spremljati obvestila in napovedi o kakovosti zraka v različnih mestih v Sloveniji?



Graf 8: Grafični prikaz odgovorov na 6. anketno vprašanje: Na kateri spletni strani je mogoče spremljati obvestila in napovedi o kakovosti zraka v različnih mestih v Sloveniji?

Na anketno vprašanje »Na kateri spletni strani je mogoče spremljati obvestila in napovedi o kakovosti zraka v različnih mestih v Sloveniji?« je 52 učencev (39 %) odgovorilo pravilno, 33 (25 %) jih je menilo, da najdemo obvestila in napovedi o kakovosti zraka na spletni strani NLZOH, 30 (23 %) jih je menilo, da te podatke najdemo na spletni strani SANITARC.SI, 18 (13 %) pa je odgovorilo, da ni nič od zgoraj naštetega

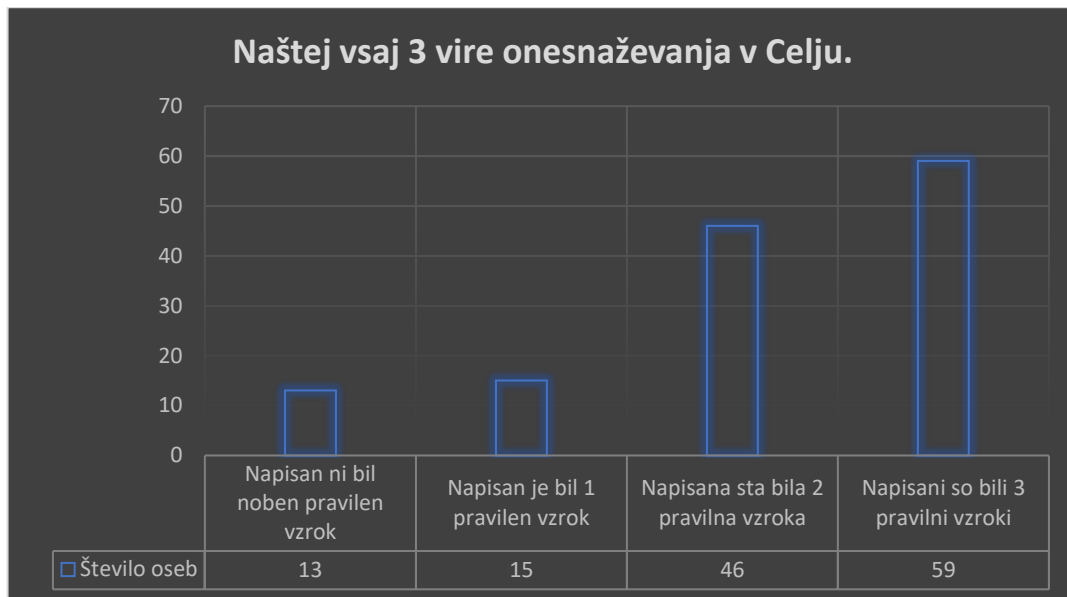
7. Kako lahko doprinesemo k zmanjšanju izpustov v domačem okolju?



Graf 9: Grafični prikaz odgovorov na 7. anketno vprašanje: Kako lahko doprinesemo k zmanjšanju izpustov v domačem okolju?

Na vprašanje »Kako lahko doprinesemo k zmanjšanju izpustov v domačem okolju?« je 117 učencev, to je 88 %, odgovorilo pravilno, 9 (7 %) jih je dogovorilo, da z izbiro vožnje z avtomobilom doprinesemo k zmanjšanju izpustov v domačem okolju, 7 (5 %) pa jih je menilo, da izpustov v domačem okolju ne moremo zmanjšati.

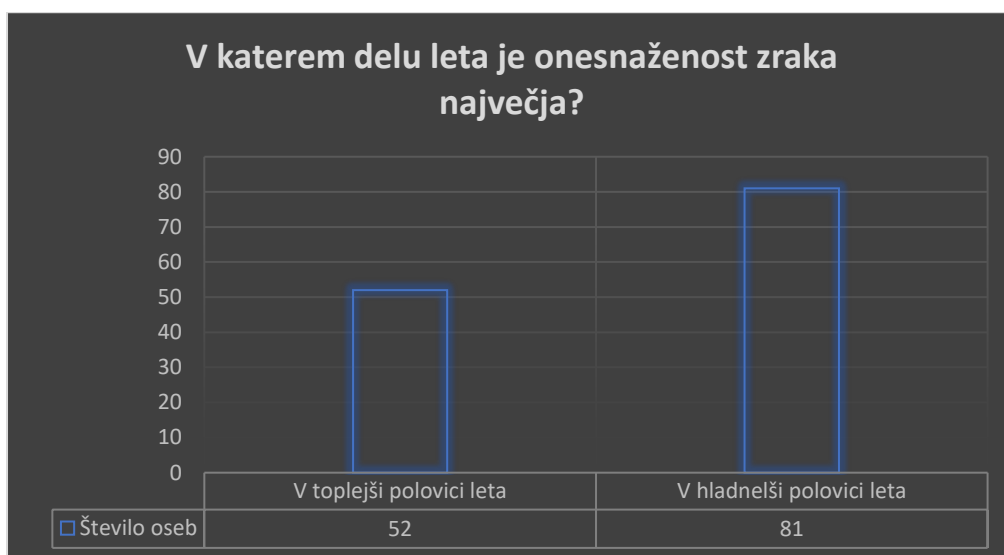
8. Naštejte 3 vire onesnaževanja v Celju.



Graf 10: Grafični prikaz odgovorov na 8. anketno vprašanje: Naštejte 3 vire onesnaževanja v Celju.

Pri 8. vprašanju oz. trditvi »*Naštej vsaj 3 vire onesnaževanja v Celju*« kar 13 učencev (10 %) ni napisalo niti enega pravega vzroka oz. niso napisali nič, 15 (11 %) jih je napisalo 1 pravi vzrok, 46 (35 %) jih je napisalo 2 pravilna vzroka, 3 pravilne vzroke pa je napisalo 59 učencev (44 %). Pravilni vzroki so lahko bili: kurjava, promet, onesnaževanje s tovarnami, metanje odpadkov ipd.

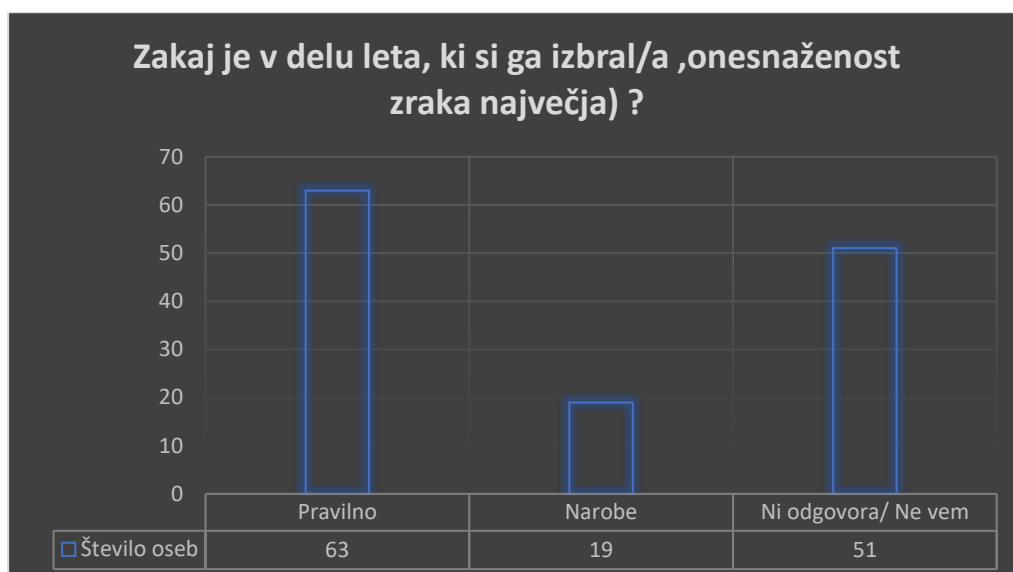
9. V katerem delu leta je onesnaženost zraka največja?



Graf 11: Grafični prikaz odgovorov na 9. anketno vprašanje: V katerem delu leta je onesnaženost zraka največja?

Na vprašanje »V katerem delu leta je onesnaženost zraka največja?« je 52 učencev (39 %) I. OŠ Celje odgovorilo napačno in menilo, da je v toplejšem delu leta večje onesnaženje zraka, 81 (61 %) pa je menilo drugače, pravilno in sicer, da je večja onesnaženost zraka pozimi.

9.1. Zakaj je v delu leta, ki si ga izbral/a, onesnaženost največja?



Graf 12: Grafični prikaz odgovorov na 9.1. anketno vprašanje: Zakaj je v delu leta, ki si ga izbral/a, onesnaženost največja?

Na podvprašanje 9. vprašanja »Zakaj (je v delu leta, ki si ga izbral onesnaženost zraka največja) ?« je 63 (47,4 %) učencev znalo povedati, zakaj je v hladnejši polovici leta večje onesnaževanje, kot v toplejši polovici. 19 (14,2 %) jih je odgovorilo napačno, 51 (38,3 %) jih pa odgovora ni zapisalo oz. niso vedeli.

5 ODGOVORI NA HIPOTEZE

1. hipotezo »*Pri 1. osnovni šoli Celje je ob cesti 10 % večja koncentracija prašnih delcev kot ob igrišču na drugi strani šole.*« **zavračava**, saj je bila pri vходу ob cesti tudi do 50 % večja koncentracija prašnih delcev $PM_{2.5}$. Na to, da bo ob cesti več prašnih delcev sva sklepala zato, ker je tam veliko več prometa, saj je tam blizu tudi glavna cesta. Posledično sva verjela, da bo tu večje onesnaževanje in s tem tudi več prašnih delcev.

2. hipotezo »*Več kot polovica anketiranih učencev zadnje triade 1. osnovne šole Celje nima zadostnega znanja o kakovosti zraka.*« **zavračava**, saj so učenci v povprečju odgovarjali z več kot 50 % pravilnostjo. Kljub temu, da so anketiranci odgovarjali v večini pravilno, pa rezultat še vedno kaže na to, da se o tej tematiki pogovarjamo premalo, kot bi se morali. Tako sva tudi predvidevala.

3. hipotezo »*Koncentracija prašnih delcev PM_{10} v Celju ni vedno pod mejno vrednostjo.*« **potrjujeva**, saj sva na podlagi pregleda podatkov državnega monitoringa prašnih delcev v zraku v Celju ugotovila, da je koncentracija prašnih delcev prestopila mejno vrednost, ki je zapisana v zakonodaji. Slednje sva predvidela zato, ker je Celje eno najbolj onesnaženih mest v Sloveniji. Posledično sva verjela, da je skoraj nemogoče, da bi bila koncentracija prašnih delcev PM_{10} pod mejno vrednostjo zaradi industrije, izpušnih plinov v prometu in ostalih virov onesnaženja.

6 ZAKLJUČEK

Raziskovalno nalogo sva začela delati z željo po raziskovanju in odkrivanju novih stvari. Najprej sva se lotila teoretičnega dela raziskovalne naloge, in sicer v začetku meseca oktobra 2022. Podatke sva zbirala skupaj v knjižnici, pri urah raziskovalne naloge ali pa doma. Sprva nisva našla veliko uporabnih podatkov. Zato sva morala v raziskovanje teorije vložiti veliko časa. Uporabljala sva Google ter Google Učenjak. Na Googlu sva našla več surovih oz. minimalnih podatkov ter definicij, na Google Učenjaku pa vse ostalo (večino virov z Google Učenjaka je bilo v angleščini). V veliki meri sva uporabila vsebine iz uradnih spletnih strani ARSO, NIJZ, WHO, National Geographic ipd. Veliko literature sva uporabila tudi iz knjig.

Meritve prašnih delcev in ostalih parametrov kakovosti zraka sva izvajala dva ponedeljka zapored. Vse ugotovitve sva zapisala v tabele in izračunala povprečne vrednosti ter odčitala najnižje in najvišje izmerjene vrednosti. Da bi pa preverila znanje naše šole (7., 8., in 9. razred) sva sestavila anketni vprašalnik splošne razgledanosti o prašnih delcih v zraku in onesnaževanju na splošno. Ugotovila sva da se večina vprašanih učencev zaveda nevarnosti onesnaževanja in njegovih posledic, še vedno pa je nekaj učencev, ki o tem ne ve veliko. Meniva, da bi v šoli morali več govoriti o tej problematiki.

Najbolj zanimiv je bilo seveda praktičen del. Tukaj morava posebej omeniti merjenje prašnih delcev z merilno napravo in zapisovanje podatkov. Zelo zabavno je bilo tudi sestavljanje tabel ter zapisovanju podatkov v grafe. Pri naslednji raziskovalni nalogi bi predvsem izboljšala začetni pristop – z začetkom bi delala z več volje, predvsem pa bi izboljšala začetno zapisovanje podatkov (zdaj ko veva, kako je raziskovalna naloga sestavljena, veva veliko bolje, kako začeti in končati).

Za konec lahko poveva, da sva se veliko naučila o onesnaževanju in slabem zraku na splošno. Veliko sva poizvedela o številnih dejavnikih, ki okolje onesnažujejo ter predvsem posledice le-teh. Prav tako sva se naučila meriti z merilno napravo in zbirati ter zapisovati podatke na strokoven način. Oba meniva, da je to dobra izkušnja in vredna vloženega truda in dela.

7 VIRI IN LITERATURA

- ARSO. (2023). Zrak. <https://www.arso.gov.si/zrak/>. Dostop 27. januar 2023.
- ARSO. (2022). ARSO vreme: Vremenski podatki samodejnih postaj za zadnjih 48 ur https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/observ/surface/text/sl/observationAms_CELJE_MEDLOG_history.html. Dostop 4. december 2022.
- ARSO. (2022). Kakovost zraka. <https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/>. Dostop 18. oktober 2022.
- COSTA – PAU, R. (1995). Šolska enciklopedija: Ekologija. Ljubljana: Tehnična založba Slovenije. (slovenska izdaja)
- ČUJEŽ, V., ROJC, N., GALEŠA Č., T. (2021). Vpliv kakovosti zraka na osnovnošolce v času šolanja na daljavo. <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4202104612.pdf>. Dostop 11. oktober 2022.
- EEA Nova pobuda za merjenje kakovosti zunanjega zraka v šolah po Evropi. <https://www.eea.europa.eu/highlights/new-initiative-to-measure-outdoor>. Dostop 19. december 2022.
- Gov.si. (2022). Kaj lahko sami storite za čistejši zrak? <https://www.gov.si teme/mojzrak-si/#e47553>. Dostop 11. oktober 2022.
- Green, J. (2005). Izboljšajmo svoje okolje: Onesnaževanje zraka. Ljubljana: Vlado Grlica. (slovenska izdaja).
- <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsens.2021.657920/full>. Dostop 19. december 2022.
- i-Učbeniki. (2023). Sestava zraka. <https://eucbeniki.sio.si/fizika9/201/index1.html> -
- INSEE. (2022). PM10 in PM2,5 Particles. <https://www.insee.fr/en/metadonnees/definition/c2196>. Dostop 28. november 2022.
- Inštitut za sanitarno inženirstvo (2022). Navodila za uporabo merilnika kakovosti zraka PCE-AQD 20 PARTICLE COUNTER. Identifikacijska številka ISI 2022 – 1.
- Konstantinou, C., Constantinou, ., A., Kleovoulou, E.G., Kyriacou, A., Kakoulli, C., Milis, G., Michaelides, M., Makris, K. C. (2022). Assessment of indoor and

outdoor air quality in primary schools of Cyprus during the COVID–19 pandemic measures in May–July 2021.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022006429>.

- Laznik, B. (2021). Vpliv kakovosti zraka na osnovnošolce v času šolanja na daljavo. Raziskovalna naloga. Mestna občina Celje. Mladi za Velje 2021. <https://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne/4202104613.pdf> . Dostop 28. 2. 2023
- NATIONAL GEOGRAPHIC. (2022). Prah: Prah je skupek mikroskopskih delcev materiala. <https://education.nationalgeographic.org/resource/dust>. Dostop 17. december 2022.
- NATIONAL GEOGRAPHIC. (2022). Smog: Smog je onesnažen zrak, ki zmanjšuje vidljivost. <https://education.nationalgeographic.org/resource/smog>. Dostop 16. december 2022.
- NIJZ. (2020). Vpliv delcev na zdravje. <https://www.nijz.si/sl/vpliv-delcev-na-zdravje>. Dostop 19. december 2022.
- Salleh, Naziah, Kamaruzzaman, Syahrul Nizam, Sulaiman, Raha, Mahbob, Naziatul. (2011). Indoor Air Quality at School: Ventilation Rates and It Impacts Towards Children- A review. Proceedings of the 2nd International Conference on Environmental Science and Technology. 6.
- Dostop 19. december 2022.
- WALKER, J. (1993). Posegi v naravo: Onesnaževanje ozračja. Ljubljana: DZS. (slovenska izdaja).
- WALKER, J. (1993). Posegi v naravo: Ozonska luknja. Ljubljana: DZS. (slovenska izdaja).
- WHO (2022). Onesnaževanje zraka.. https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1. Dostop 16. december 2022.
- WIKIPEDIJA. (2022). CFC.. <https://sl.wikipedia.org/wiki/CFC>. Dostop 19. november 2022.
- WIKIPEDIJA. (2022). Prašni delci. https://sl.wikipedia.org/wiki/Pra%C5%A1ni_delci. Dostop 18. oktober 2022.
- Wikipedija. (2023). Ozonska luknja.https://sl.wikipedia.org/wiki/Ozonska_luknja#/media/Slika:NASA_and_NOAA_Announce_Ozone_Hole_is_a_Double_Record_Breaker.png –

8 PRILOGA – IZJAVA

Mentor/-ica _____ v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom _____, katere avtor/-ica je _____:

- 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

*

POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.