

# Kvaliteta zraka na području Varaždinske županije

---

**Barukčić, Ivana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:517371>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

DIPLOMSKI RAD br. 74

## Kvaliteta zraka na području Varaždinske županije

Ivana Barukčić, 0336038598

Koprivnica, rujan 2024.



# Sveučilište Sjever

**AMBALAŽA, RECIKLIRANJE I ZAŠTITA OKOLIŠA**

**DIPLOMSKI RAD : 74**

## **Kvaliteta zraka na području Varaždinske županije**

**Student**

Ivana, 0336038598

**Mentor**

Izv.prof. dr. sc. Vladislav Brkić

Koprivnica, rujan 2024.

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za ambalažu, recikliranje i zaštitu okoliša

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Ambalaža, recikliranje i zaštita okoliša

PRISTUPNIK Ivana Barukčić

MATIČNI BROJ 0336038598

DATUM 2.9.2024.

KOLEGIJ Upravljanje okolišem

NASLOV RADA Kvaliteta zraka na području Varaždinske županije

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Air quality in the area of Varaždin County

MENTOR Vladislav Brkić

ZVANJE Izvanredni profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. izv.prof. dr.sc. Krunoslav Hajdek-predsjednik

2. izv. prof. dr. sc. Bojan Šarkanj-član

3. izv. prof. dr. sc. Vladislav Brkić-mentor

4. prof. dr. sc. Božo Smoljan - zamjenski član

5.

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 74/ARZO/2024

OPIS

Atmosfera čini smjesa različitih plinova. Svaki sloj atmosfere ima svoju funkciju u kojoj se događaju različiti procesi važni za život. Plinovi prisutni u zraku utječu na kvalitetu zraka, ljudsko zdravlje, biljni i životinjski svijet. Postoje kategorije kvalitete zraka kojima se određuje razina štetnih učinka na zdravlje. One se određuju raznim mjernim uređajima te pravilnicima. U ovom radu treba obraditi kvalitetu zraka na području Varaždinske županije i grada Varaždina, te odrediti kako ona utječe na svakodnevni život građana.

ZADATAK URUČEN

17.9.24

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER



## **Predgovor**

Ovim putem najprije se zahvaljujem mentoru Izv. prof. dr. sc. Vladislavu Brkiću na svakoj pomoći, idejama, uloženom trudu i vremenu prilikom izrade diplomskog rada.

Također, zahvaljujem se cijeloj svojoj obitelji, dečku, prijateljima i kolegama koji su bili uz mene na ovom akademskom putu.

## **Sažetak**

Atmosferu čini smjesa različitih plinova. Svaki sloj atmosfere ima svoju funkciju u kojoj se događaju različiti procesi važni za život. Plinovi prisutni u zraku utječu na kvalitetu zraka, ljudsko zdravlje, biljni i životinjski svijet. Postoje kategorije kvalitete zraka kojima se određuje razina štetnih učinaka na zdravlje. One se određuju raznim mjernim uređajima te pravilnicima. U ovom radu bavit ćemo se kvalitetom zraka na području Varaždinske županije i grada Varaždina, te kako ona utječe na svakodnevni život građana.

Ključne riječi: atmosfera, plinovi, zrak, zdravlje, Varaždin

## **Summary**

The atmosphere is made up with a mixture of different gases. Each layer of the atmosphere has its own function , in which different processes are important for life occur. The gases present in the air affect air quality, human health, plant and animal life. There are air quality categories that determine the level of adverse health effects. They are determined by various measuring devices and ordinances. In this paper, we will deal with air quality in the area of Varaždin County and the city of Varaždin, and how it affects the everyday life of citizens.

Keywords: atmosphere, gases, air, health, Varaždin

## Popis korištenih kratica

°C- stupanj Celzijev

Km- kilometar

N<sub>2</sub>O - didušikov oksid

NO- dušikov oksid

N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>- didušikov dioksid

N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- didušikov trioksid

NO<sub>2</sub>- dušikov dioksid

N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>- didušikov tetraoksid

N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- didušikov pentaoksid



## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Atmosfera .....	3
2.1. Podjela atmosfere .....	4
2.2. Plinovi i čestice u atmosferi.....	7
2.3. Dušikovi oksidi i dioksidi.....	10
2.4. Dušikov dioksid .....	11
2.5. Kategorije kvalitete zraka .....	12
2.6. Mjerenje indeksa NO <sub>2</sub> u zraku .....	13
2.7. Mjerenje indeksa NO <sub>2</sub> u zraku na mjernoj postaji Varaždin-1 .....	15
2.8. Pravilnici kojima se regulira kvaliteta zraka u Hrvatskoj.....	22
2.9. Kvaliteta zraka.....	23
2.10. Zagađenje zraka .....	25
2.11. Utjecaj zraka na ljude, životinje i njihovu okolinu .....	27
2.12. Održivi razvoj i kontroliranje emisija .....	32
3. Prikaz rezultata istraživanja .....	34
3.1. Cilj i svrha istraživanja .....	34
3.2. Opće informacije ankete .....	35
3.3. Rasprava.....	51
4. Zaključak .....	53
5. Literatura .....	55
6. Popis slika .....	57
6.1. Popis tablica.....	58
6.2. Popis grafikona.....	58

## 1. Uvod

Atmosfera je smjesa različitih plinova, čine ju plinovi koji obavijaju nebeska tijela, dok su najosnovniji plinovi dušik, kisik, argon, vodena para i ugljikov dioksid. U atmosferi se događaju različiti važni procesi koji su bitni za život. [1] Atmosfera se dijeli na nekoliko sfera, a to su troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera i egzosfera. [2]

Čovjek na atmosferu može djelovati svjesno ali i nesvjesno, zbog toga može doći do raznih atmosferskih promjena. [1] Plinovi i čestice, ukoliko nisu dio prirodne atmosfere, u velikim koncentracijama predstavljaju opasnost za kvalitetu života na zemlji.

Jedan od glavnih sastojaka u atmosferi Zemlje je dušik, nalazi se u 78% zraka kojeg udišemo. Prirodan izvori emisije N<sub>2</sub>O su oceani i vlažne šume, dok su antropogeni industrije, izgaranje biomase, obradiva zemljišta. NO<sub>2</sub> je otrovan plin, crvenosmeđe boje i karakterističnog mirisa, lako otpušta kisik i tvori eksplozivnu smjesu s vodikom i amonijakom. [7]

Dušikov dioksid je jedan od najvećih zagađivača zraka, ima veliki utjecaj na zdravlje ljudi, i životinja. S toga je vrlo važno pratiti indeks kakvoće zraka, odrediti graničnu i tolerantnu vrijednost i kontrolirati onečišćenja da bi smanjili njihov negativan utjecaj.

Granična vrijednost je razina koja označava da ispod nje nema rizika od bilo kakvih štetnih učinka na zdravlje ili okoliš, također jednom kad je postignuta, ne smije se premašiti. Dok je tolerantna vrijednost zapravo granična vrijednost uvećana za granicu tolerancije. [12]

Na mjernoj postaji Varaždin-1, mjerio se kontinuirano indeks ugljikovog dioksida u zraku kroz 3 mjeseca pomoću uređaja Horiba model APNA 370 NO<sub>x</sub> analyser. Rezultati mjerenja prikazani su u radu te je prikazana opisna statistika. [16] Način i provedba mjerenja regulirana je zakonskim propisima i pravilnicima, provjerava se ispravnost mjernih instrumenata, troškovi rada laboratorija, način rada povjerenstva za praćenje rada laboratorija, te se dostavljaju podaci za potrebe sustava o zaštiti zraka, sadržaja godišnjih podataka i načina redovnog informiranja građana. [21]

Zagađenje zraka, ujedno i okoliša jedan je od većih ekoloških nepogoda u današnjem svijetu. Onečišćenje predstavljaju klice koje su zarazne, otrovi, radioaktivne tvari, teški metali, koji uzrokuju pogubni i otežani život biljnih i životinjskih organizma te narušuju ljudsko zdravlje. Prema definiciji Međunarodne organizacije za standardizaciju zrak je onečišćen ako sadrži

tvori koje potječu od ljudskih aktivnosti ili prirodnih procesa u koncentraciji, trajanju i uvjetima da narušuje kakvoću življenja, zdravlje i dobrobit ljudi i okoliša. [19]

Osim ljudskom zdravlju, zagađeni zrak šteti i okolišu, vodi, tlu, biljkama i životinjama. Primjerice ugljikov dioksid nema direktne učinke na zdravlje ali pridonosi globalnom zagrijavanju, koje opet šteti planeti i živim bićima.

Posljedice štetnog djelovanja onečišćenog zraka mogu biti toksične, antigene i kancerogene [25]

Tvari koje su onečišćene a štete ljudima, isto tako štete i životinjama. Osim zdravstvene strane koja na njih utječe i prouzrokuje bolesti i smrt, u prirodi su onečišćenja narušila kvalitetu življenja. [25]

Zbog svih tih nepovoljni utjecaja, u današnje vrijeme bitno je posvetiti pažnju održivom razvoju. Cilj je povećati dobrobit a mjeri se poboljšanjem kvalitete života sveukupnog stanovništva ali i svakog pojedinca zasebno. [26]

## 2. Atmosfera

Prvi plinoviti omotač koji je bio na Zemlji, po sastavu se razlikovao od plinovitog omotača kojeg imamo danas i nazivamo ga praatmosfera.

Nije moguće s potpunim tvrdnjama utvrditi koji je bio točan sastav praatmosfere.

Pretpostavlja se da se sastojala od plinova koji su nastali tijekom čestih vulkanskih erupcija i vodene pare. Također se smatra da je sadržavala puno veću količinu ugljikovog oksida, ali isto tako vrlo malu količinu kisika. Današnju atmosferu čine plinovi koji obavijaju nebeska tijela, pa tako i planetu Zemlju. Spljoštena je na polovima a na ekvatoru ispupčena.

Atmosfera je smjesa različitih plinova, dok su najosnovniji plinovi dušik, kisik, argon, vodena para i ugljikov dioksid. [1]

U atmosferi se događaju različiti procesi koji su važni za život na Zemlji, poput kiše, snijega i vjetar. Ona štiti Zemlju od pretjeranog zagrijavanja ili hlađenja, ali i čini zaštitu od ultraljubičastih zraka i meteora koji u njoj izgore i na taj način nikada ne stignu do zemljine površine. Kad atmosfera ne bi postojala, prosječna temperatura na Zemlji bila bi do  $-18^{\circ}\text{C}$ , što bi značilo da bi za većinu biljka i životinja život bio nemoguć. [1]

Atmosfera na visini višoj od 120 km predstavlja granicu rasipanja svjetlosti te na taj način rezultira bojom neba. Iznad te visine nebo izgleda u potpunosti crno. [2]

Atmosferu čine različiti slojevi, svaka ima svoj sastav, gustoću i funkciju. Atmosfera koju poznajemo nastala je kemijskim i biokemijskim reakcijama Zemlje.

Razlikujemo pet slojeva atmosfere: Troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera, egzosfera. Između njih nalaze se tropopauza, stratopauza, mezopauza i termopauza. [2]

U najnižim slojevima atmosfere, odnosno u troposferi postoje organske i anorganske čestice poput soli, prašine, pepela, čađe, olova, ugljikovog dioksida koji su prisutni kao posljedica prometa, proizvodnje i industrije te načina života ljudi. [1]

Ugljikov dioksid ima veliku važnost u zagrijavanju atmosfere, što dovodi do efekta staklenika [3] Živa bića uvelike utječu na sastav zraka svojom aktivnošću i prisutnošću, ali to čine i određeni prirodni procesi koji se događaju, poput vulkanskih erupcija ili velikih požara. Na sastav zraka utječe i drugačije godišnje doba. Primjerice, zimi se troši veća količina fosilnih goriva, nafte, ugljena i zemnoga pilna jer na taj način grijemo prostorije, u zimskim mjesecima povećana je i upotreba prijevoznih sredstava koji se kreću pomoću fosilnih goriva te se u zrak ispušta puno čestica koje nisu sagorijele i samim time mijenja se sastav zraka. [3]

## 2.1. Podjela atmosfere

TROPOSFERA- prvi sloj koji se nalazi najbliže površini zemlje, to je sloj u kojem žive ljudi i životinje, razvijaju se biljke, i takoreći razvija se život. Isto tako zrakoplovi lete u ovom sloju. Visina se mjeri od razine mora pa do 10-15 km u visinu. U ovom djelu sloja pojavljuju se i meteorološke promjene (slika 2.1.1.) poput oblaka i oluja. Iznad troposfere nema takvih meteoroloških promjena. [2] U najdaljem području troposfere dolazimo do graničnog sloja koji se naziva tropopauza. U ovom sloju temperature dosežu vrlo stabilnu minimalnu vrijednost, a vodena para ostaje zarobljena kad se iz pare pretvara u led. Da nema tropopauze, planet bi mogao izgubiti vodu koju ima dok isparava i odlazi u svemir. Ona nam zapravo omogućuje da nam voda bude uvijek prisutna. [2]



*Slika 2.1.1. Fotografija munja*

izvor: <https://www.021.rs/story/BBC/218674/Oluje-zemljotresi-poplave-i-pozari-Sve-sto-treba-da-znate.html>

STRATOSFERA- Nalazi se iza tropopauze, na visini od 10-15 km do 45-50 km.

Ponašanje temperature na tim visinama suprotno je onome u troposferi. Odnosno, prvo kreću niže temperature, zatim kako se visina povećava tako se povećava i temperatura. U ovom sloju nalazi se ozonski sloj, to je područje na visini od 30-40 km, gdje je koncentracija puno veća nego u ostalim dijelovima atmosfere. Ozon ima zadaću spriječiti prolazak štetnih sunčevih zraka. Plinovi koji sadrže fluor i klor uništavaju omotač ozona i širi se po cijelom planetu zbog izrazito jakog vjetrova koji doseže čak 200 km/h. Na kraju stratosfere (slika 2.1.2.)

nalazi se stratopauza, gdje prestane visoka koncentracija ozona te temperature postaju stabilne. [2]



*Slika 2.1.2. Fotografija stratosfere*

*Izvor: <https://www.focus.it/temi/stratosfera>*

MEZOSFERA- nalazi se na visini od od 50-80 km, ovaj sloj je poprilično hladan, zbog svoje hladnoće, u stanju je zaustaviti meteorite u trenutku padanja u atmosferu dok izgaraju (slika 2.1.3.) zbog toga možemo vidjeti pojavu vatre, na nebu u toku noći.

Ovo je zapravo najtanji sloj jer sadrži samo 0,1% ukupne zračne mase, gdje temperature idu do  $-80^{\circ}\text{C}$ , isto tako događaju se razne kemijske reakcije koje su vrlo važne.

Na završetku mezofere, dolazi mezopauza koja se nalazi na visini od 85-90km, u kojoj se događaju reakcije kemiluminescencije i aeroluminescencije. Također, temperatura je vrlo niska ali stabilna. [2]



*Slika 2.1.3. Izgaranje meteorita*

*Izvor: <https://www.meteorologiaenred.com/hr/slojevi-atmosfera.html>*

TERMOSFERA- najveći sloj atmosfere, prostire se od 80 pa čak do 640 km, u ovoj sferi, ima minimalno zraka i čestice zraka koje su prisutne, ioniziraju se ultraljubičastim zrakama. Ovaj sloj nazivamo i ionosfera, radi sudaranja iona koji se u njemu nalaze. Isto tako termosfera ima izrazito velik utjecaj na širenje radiovalova. Dio energije apsorbira ionizirani zrak, dok se drugi lomi i odbija prema površini zemlje. U ovoj sferi, imamo jako visoke temperature, koje dosežu i do 1000° C. Čestice su izrazito nabijene zbog energije sunčevog zračenja. Područje atmosfere, pomoću kojeg nas gravitacija Zemlje štiti od sunčevog vjetra naziva se magnetosfera (slika 2.1.4.) [2]



*Slika 2.1.4. Magnetosfera*

Izvor: <https://www.minutoneuquen.com/mundo/2021/11/23/magnetosfera-artificial-un-grupo-de-cientificos-propuso-un-allocado-plan-para-poder-colonizar-marte-301480.html>

EGZOSFERA- zadnji sloj atmosfere, ujedno i najdalji od zemljine površine, procjenjuje se da se nalazi na visini između 600-800km pa do 10.000 km. Sastoji se najvećim djelom vodika te u ovom sloju ima velikih količina zvjezdane prašine. (slika 2.1.5.)

Egzosfera je sloj koji odvaja Zemlju od svemira. [2]



### *Slika 2.1.5. Zvezdana prašina*

*Izvor: <https://www.meteorologiaenred.com/hr/slojevi-atmosfera.html>*

## **2.2. Plinovi i čestice u atmosferi**

Plinovi i čestice, ukoliko nisu dio prirodne atmosfere, u velikim koncentracijama predstavljaju opasnost za kvalitetu života na zemlji. Utječu na kvalitetu zraka, ljudsko zdravlje, biljni i životinjski svijet na globalnoj razini, zato što od jednog mjesta vrlo lako putem atmosfere može doći do bilo kojeg drugog djela Zemlje. [4]

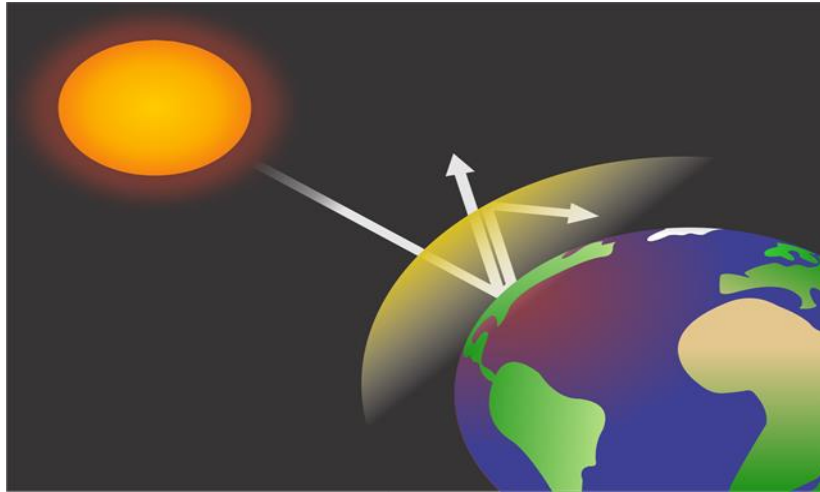
Plinovi i čestice dijele se na dvije skupine: primarna i sekundarna skupina. Primarni dolaze direktno od izvora a sekundarni nastaju uz pomoć reakcija u atmosferi iz primarnih. Primarni su hlapljivi spojevi, CO, CO<sub>2</sub>, oksidi sumpora i dušika, lebdeće čestice. Dok su sekundarni sumporna, dušična kiselina i ozon.[4]

Emitiranje u atmosferu može biti iz antropogenog, geogenog i biogenog izvora. Antropogeno nastaje zbog ljudskih aktivnosti i njegov izvor onečišćivača smatra se glavnim u onečišćenju Zemljine atmosfere. Biogene nastaju pretvaranjem organskih materijala u mikroorganizme. Geogene nastaju od vulkanskih erupcija i pustinjske prašine. Osim njih na zagađenje utječu tlak, temperatura, vlažnost i vjetar.[4]

Ekologija u današnje vrijeme ima velik broj problema kada je u pitanju ozon. To je plin koji je vrlo važan u Zemljinoj atmosferi, isto tako dijelimo ga u dvije skupine: dobar i loš. Stratosferski nazivamo dobrim, dok troposferski nazivamo lošim. Radi se o sekundarnom plinu koji nastaje djelovanjem električnog pražnjenja i djelovanjem ultraljubičastih zraka. Za nastanak „lošeg“ ozona zaslužna je ljudska djelatnost i aktivnosti iz svakodnevnog života. Zbog toga se oslobađaju štetne tvari i štete ozonskom omotaču. [4]

Stratosferski ozon omogućuje nam opstanak života na planeti zbog svoje zadaće apsorpiranja ultraljubičastog zračenja. Ultraljubičasto zračenje u većim količinama prouzrokuje opekline na koži pa i potencijalnu pojavu raka kože. Isto tako veća izloženost tim zrakama može naštetiti biljnom i vodenom svijetu te ekosustavu. Također ozon održava temperaturu Zemlje optimalnom, dio topline apsorbira a dio se vraća u svemir. (slika 2.2.1.) [4]





*Slika 2.2.1. Fotografija prikazuje djelovanje ozonskog omotača*

*Izvor:*

[https://th.bing.com/th/id/R.d30248152c5278657efbe43b6ac7840e?rik=bHgpbRM6jypO5Q&ri=http%3a%2f%2fgt-mre.ufsc.br%2fmoodle%2fpluginfile.php%2f1351%2fmod\\_label%2fintro%2f17.png&ehk=XsX4b4XyzmjyxaUeoM14dkfn9xalaECkZa3sf%2b2kaao%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0](https://th.bing.com/th/id/R.d30248152c5278657efbe43b6ac7840e?rik=bHgpbRM6jypO5Q&ri=http%3a%2f%2fgt-mre.ufsc.br%2fmoodle%2fpluginfile.php%2f1351%2fmod_label%2fintro%2f17.png&ehk=XsX4b4XyzmjyxaUeoM14dkfn9xalaECkZa3sf%2b2kaao%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0)

Lebdeće čestice pokazatelj su onečišćenja zraka (slika 2.2.2.), također nazivamo ih aerosolima, definiraju se kao mješavina sitnih čestica i kapljica tekućine. Napravljene su od nitrata, hlapljivih organskih spojeva, sulfata, prašine, i čestica metala. Njihov sastav ovisi o parametrima poput godišnjeg doba i veličine čestica. One nastaju tijekom raznih procesa kao što je izgaranje, isparavanje i kondenzacija, dok za njihovu koncentraciju utječu brzina i smjer vjetrova.



*Slika 2.2.2. slika onečišćenog zraka*

*Izvor:* <https://www.tportal.hr/media/thumbnail/w1000/1947495.jpeg>

Spojevi ugljika su ugljikov monoksid, dioksid i hlapljivi ugljikovodici. Najveći udio nastaje reakcijom oksidacije metana uz hidroksilni radikal, a izravnim putem nastane zbog tehnološkog procesa, gorenjem biomase i oksidacijom ne metanskih ugljikovodika.

CO se u troposferi zadržava između 30 i 90 dana i sudjeluje u stvaranju ozona. Hlapljivi ugljikovodici se ubrajaju u skupinu ugljikovodika ali mogu sadržavati i neke druge atome koji su emitirani u plinovitom stanju. Ukoliko se emitiraju u troposferu uz dušikove okside a pritom su izloženi ultraljubičastim zrakama, stvorit će se fotokemijski smog. Jačina intenziteta mijenjat će se ovisno o intenzitetu Sunčevog zračenja. [6]

### 2.3. Dušikovi oksidi i dioksidi

Jedan od glavnih sastojaka u atmosferi Zemlje je molekularni dušik, nalazi se u 78% zraka kojeg udišemo. Dušik formira razne okside i ima više oksidacijskih stanja. Pa tako možemo nabrojati dušikove okside u stanju od +1 do +5, to su didušikov oksid, dušikov oksid, didušikov dioksid, didušikov trioksid, dušikov dioksid, didušikov tetraoksid i dušikov pentoksid. Didušikov oksid skraćenog naziva NO<sub>2</sub> je plin bez boje, topiv u vodi. Dušikov oksid NO, i didušikov dioksid N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> je bezbojan plin, slabo topljiv u vodi. Didušikov trioksid N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> je modra, čvrsta tvar, topljiva u vodi. Dušikovi dioksidi NO<sub>2</sub> i didušikovi tetraoksidi N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> su jako topivi plinovi u vodi, crvenosmeđe boje koji se lako razgrađuju u vodi. Didušikov pentaoksid N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> je čvrsta tvar bijele boje koja se topi u vodi i lako razgrađuje.

N<sub>2</sub>O ima stupanj oksidacije +1, na sobnoj temperaturi plin je nereaktivan te vrlo stabilan, nema boju ni miris, ali je slatkog okusa i upotrebljava se u medicini u svrhu opće anestezije.

Prirodni izvori emisije N<sub>2</sub>O su oceani i vlažne šume, dok su antropogeni industrije, izgaranje biomase, obradiva zemljišta. N<sub>2</sub>O ima dugo vrijeme zadržavanja od 100 do 150 godina. NO većinski nastaje ljudskim djelovanjem, ali možemo ga dobiti iz tla, prilikom požara koji su prirodno nastali i vremenskih nepogoda poput munja. Slabo je topiv u vodi i ne predstavlja veliku opasnost. N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> postoji samo kao čvrsta tvar u modro plavoj boji s niskim talištem od -102°C.

NO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> imaju isti stupanj oksidacije, NO<sub>2</sub> je otrovan plin, crvenosmeđe boje i karakterističnog mirisa, lako otpušta kisik i tvori eksplozivnu smjesu s vodikom i amonijakom. Dobiva se industrijski oksidacijom NO sa kisikom iz zraka.

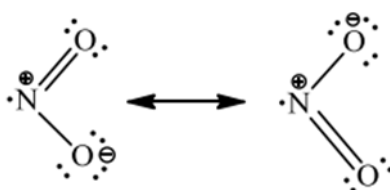
N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> služi kao sredstvo za oksidaciju te je vrlo opasno jer izaziva bolesti pluća i smrt. N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> može se dobiti ukoliko se oduzme voda nitratnoj kiselini uz dehidrationsko sredstvo. Na sobnoj temperaturi bezbojna je čvrsta tvar. [7]

## 2.4. Dušikov dioksid

Dušikov dioksid je štetan plin, njegov znanstveni naziv je NO<sub>2</sub>.

Pri normalnom tlaku i temperaturi višoj od 21°C boja plina je crvenosmeđa sa karakterističnim mirisom.

Kao i molekula dušikovog oksida, u molekuli NO<sub>2</sub> broj vanjskih elektrona nije paran, te se molekula prikazuje strukturom:

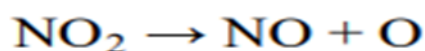


(1)

Molekula ima paramagnetično svojstvo zbog nesparenih elektrona kod atoma dušika.

Ukoliko se dušikov dioksid ohladi, boja se smanjuje kao i paramagnetičnost . [7]

NO<sub>2</sub> ima sposobnost otpustiti kisikov atoma prema reakciji:



(2)

Jaka veza između N ≡ N molekulu dušika napravi da je inertna i kemijski izrazito stabilna, to znači da nije prisutna u kemijskoj reakciji troposfere i stratosfere. Mjerenje tijekom godina pokazuje da ruralna mjesta posjeduju puno manju koncentraciju dušikovih spojeva od gradskih sredina, što pokazuje da je većinski zastupljeno antropogeno podrijetlo tih spojeva u atmosferi, obzirom da je jedan od najvećih zagađivača zraka, ima veliki utjecaj na zdravlje ljudi, i životinja. [8,10]

Njegova koncentracija se može smanjiti ukoliko se ljudi osvijeste da su ovi plinovi prisutni u ispušnim plinovima automobila, koji nastaju tijekom sagorijevanja goriva.

Sve više ljudi koristi automobil, i izbjegava javni prijevoz, bicikl ili pješaćenje. Europska agencija za okoliš objavila je podatke da prilikom pandemije covid-19 virusa, kvaliteta zraka se poboljšala, odnosno količina dušikovog dioksida se smanjila jer se uvelike smanjilo kretanje automobilima. [9]

## 2.5. Kategorije kvalitete zraka

Granična vrijednost je razina koja označava da ispod nje ne postoji opasnost bilo kakvih štetnih posljedica na zdravstveno stanje ili prirodu, također jednom kad je postignuta, ne smije se prekoračiti. Dok je tolerantna vrijednost granična vrijednost uvećana za granicu tolerancije.

Kategorije za kvalitetu zraka određuju se za svako onečišćenje posebno, te se određuju obzirom na propisane granične vrijednosti.

Postoje 3 kategorije. Prva označava čisti ili ne znatno onečišćeni zrak, što znači da nije prekoračena granična vrijednost za niti jednu onečišćujuću tvar. Druga kategorija označava umjereno onečišćen zrak što znači da su prekoračene granične vrijednosti za jednu ili više onečišćujućih tvari, međutim nije prekoračena tolerantna vrijednost. Treća kategorija je prekomjerno onečišćen zrak i to označava da su prekoračene tolerantne vrijednosti. [12]

## 2.6. Mjerenje indeksa NO<sub>2</sub> u zraku

Mjerenje indeksa kakvoće zraka u Republici Hrvatskoj odvija se na postajama državne mreže i lokalnim mrežama koje služe za dugoročno praćenje na ukupno 139 postaja. Svi obrađeni podaci objavljuju se u godišnjim izvješćima koje isporučuje Agencija za zaštitu okoliša. Da bi se pratila kvaliteta zraka na području Hrvatske podijeljeno je 7 zona i 6 naseljenih područja. Zona sadrži površinu jedne ili nekoliko županija, a naseljena područja veće gradove. Zona označava razgranati dio RH, od drugih dijelova koji predstavljaju funkcionalnu cjelinu s obzirom na praćenje, zaštitu i poboljšanje kvalitete zraka te upravljanje kvalitetom zraka. [11,14]

Naseljeno područje ima 250 000 stanovnika ili je područje s manje od 250 000 stanovnika, a gustoća je stanovništva veća od prosjeka u Hrvatskoj ili je kvaliteta zraka znatno narušena te je nužna ocjena i upravljanje kvalitetom zraka [11]

Koncentracija dušikovih oksida prisutnih u zraku određuje se fotometrijski odnosno mjeri se intenzitet svjetla, na valnoj duljini većoj od 600 nm što rezultira kemiluminiscencija u toku kada se događa reakcija dušikovitog oksida (NO) i ozona. Dušikov (IV) oksid (NO<sub>2</sub>) se smanjiva na NO u konverteru. NO najčešće se nalazi u asocijaciji s NO<sub>2</sub> i ide u pretvarač nepromijenjen što dovodi do ukupne koncentracije dušikovih oksida (NO i NO<sub>2</sub>). Dio zraka reagira s ozonom bez da prođe u konverteru, pri tomu se koncentracija NO izmjeri dok se vrijednost oduzima od NO<sub>x</sub> koncentracije koju daje koncentracija NO<sub>2</sub>. Također mjerenje se može obavljati i istovremeno u sustavu s dvostrukim kanalom ili s jednim sustavom kanala.

Postoje više različitih uređaja za mjerenje dušikovih dioksida u zraku. EAS 200 (slika 2.6.1.) je mjerni uređaj koji radi na postupku kemiluminiscencije. To je kemijski proces prilikom kojega dolazi do emitiranja svjetlosti, a u nekim situacijama se stvara toplina. [14]

U reakciji dušični oksid i ozon međusobno odreagiraju i tako stvaraju dušični dioksid u višem energetske stanju i molekulu kisika. Molekula dušikovitog dioksida kada je povišeno energetske stanje emitira elektromagnetsko zračenje. Određivanje koncentracije počinje sa pretvorbom dušikovih dioksida u dušikove okside. Do toga dolazi tako da se pretvarač grije na temperaturi od otprilike 315°C. Nakon pretvaranja, provodi se prethodno spomenuta procedura koja određuje koncentraciju dušikovitog oksida. [14]



*Slika 2.6.1. EAS 200 uređaj*

*Izvor: Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet*

Elektrokemijski senzor mjeri koncentraciju dušikovog dioksida u PPM-u. Također za mjerenje koncentracije NO<sub>2</sub> prisutnog u zraku koristi se senzor SGX - 4NO<sub>2</sub>, oni detektiraju plin tako što stvaraju reakciju među plinom i kisikom koji je prisutan u senzoru. Senzor za mjerenje NO<sub>2</sub> plina ima sposobnost mjerenja koncentracija od 0 do 30 ppm-a i izlasku daje 600 nanoampera po ppm-u. [15]

## 2.7. Mjerenje indeksa NO<sub>2</sub> u zraku na mjernoj postaji Varaždin-1

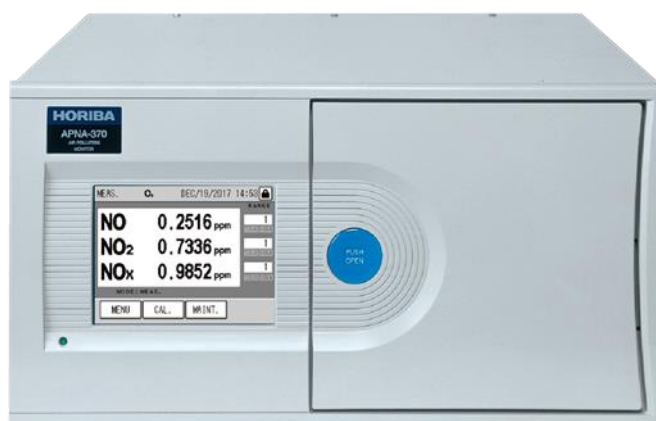
Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja provodi mjerenje i na svojim službenim stranicama redovito ažurira podatke o kvaliteti zraka na području Hrvatske, odnosno na 50 mjernih postaja. Hrvatski propisi određuju standard kvalitete zraka za kratkoročne, odnosno satne/dnevne i dugoročne, odnosno godišnje razine kvalitete zraka.

Indeks se bazira na vrijednosti koncentracija pet glavnih onečišćivača, a to su lebdeće čestice, ozon, dušikov dioksid, sumpor dioksid.

Mjerna postaja Varaždin-1 (slika 2.7.2.) nalazi se u kontinentalnoj Hrvatskoj, Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, Grad Zagreb je stručna institucija koja je odgovorna za postaju. Kod postaje je RH0123, a nacionalna oznaka je VAR001. Tip područja je prigradski dok je tip postaje u odnosu na izvor emisija pozadinski.

Naziv mjerne metode je VARAŽDIN-1, NO<sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ], Chemiluminescence. A mjerna oprema je Horiba model APNA 370 NO<sub>x</sub> analyser.

APNA-370 (slika 2.7.1.) kontinuirano prati atmosferski NO, NO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> koncentracije pomoću modularne poludekompresione hemiluminiscentne metode s poprečnim protokom. Koriste se neovisni, unutarnji uređaj za uzorkovanje suhe metode kako bi se postigla najviša razina osjetljivosti i točnosti. Suha metoda, zbog svojih malih zahtjeva za održavanjem i sposobnosti kontinuiranog praćenja i trenutne analize plina u nepromijenjenom stanju, poželjna je metoda za praćenje atmosferskog onečišćenja. Mjerenje se odvija pomoću dvokrilnog jedno kemiluminiscentnog detektora i referentnog izračuna. Silikonski fotodiodni senzor brzo reagiraju na koncentraciju plina, te također sadrži unutarnju sušilicu za automatsko vraćanje zraka za stvaranje ozonskog plina. [16]





*Slika 2.7.1. APNA-370 uređaj*

Izvor: <https://www.horiba.com/int/process-and-environmental/products/detail/action/show/Product/apna-370-451/>

Meteorološki parametri koji utječu na mjerenje su:

temperatura (°C)

brzina vjetra (m/s)

smjer vjetra (°)

relativna vlažnost (%)



*Slika 2.7.2. Fotografija mjerne postaje Varaždin-1*

Izvor: <https://iszz.azo.hr/iskzl/postajad.html?pid=277#>

U periodu od 01.02.2024. do 01.05.2024. zabilježeni su slijedeći podaci o koncentraciji dušikovog dioksida na potaji Varaždin-1.

Tablica 2.7.1. mjerenje NO<sub>2</sub>

izvor: <https://iszz.azo.hr/iskzl/postajad.html?pid=277#>

Datum mjerenja NO <sub>2</sub>	Vrijednost	Mjerna jedinica
01.02.2024	41,913	µg/m <sup>3</sup>
02.02.2024	19,974	µg/m <sup>3</sup>
03.02.2024	24,232	µg/m <sup>3</sup>
04.02.2024	22,304	µg/m <sup>3</sup>
05.02.2024	21,278	µg/m <sup>3</sup>
06.02.2024	17,786	µg/m <sup>3</sup>
07.02.2024	6,974	µg/m <sup>3</sup>
08.02.2024	5,825	µg/m <sup>3</sup>
09.02.2024	3,745	µg/m <sup>3</sup>
10.02.2024	4,73	µg/m <sup>3</sup>
11.02.2024	4,917	µg/m <sup>3</sup>
12.02.2024	16,241	µg/m <sup>3</sup>
13.02.2024	17,548	µg/m <sup>3</sup>
14.02.2024	19,048	µg/m <sup>3</sup>
15.02.2024	23,974	µg/m <sup>3</sup>
16.02.2024	16,363	µg/m <sup>3</sup>
17.02.2024	18,861	µg/m <sup>3</sup>
18.02.2024	14,745	µg/m <sup>3</sup>
19.02.2024	22,574	µg/m <sup>3</sup>
20.02.2024	20,883	µg/m <sup>3</sup>
21.02.2024	13,439	µg/m <sup>3</sup>
22.02.2024	4,73	µg/m <sup>3</sup>
23.02.2024	4,017	µg/m <sup>3</sup>
24.02.2024	6,782	µg/m <sup>3</sup>
25.02.2024	7,935	µg/m <sup>3</sup>
26.02.2024	18,991	µg/m <sup>3</sup>
27.02.2024	23,895	µg/m <sup>3</sup>
28.02.2024	20,27	µg/m <sup>3</sup>
29.02.2024	18,943	µg/m <sup>3</sup>
01.03.2024	20,414	µg/m <sup>3</sup>
02.03.2024	10,539	µg/m <sup>3</sup>
03.03.2024	8,509	µg/m <sup>3</sup>
04.03.2024	25,955	µg/m <sup>3</sup>
05.03.2024	19,152	µg/m <sup>3</sup>
06.03.2024	12,561	µg/m <sup>3</sup>
07.03.2024	7,5	µg/m <sup>3</sup>
08.03.2024	14,9	µg/m <sup>3</sup>
09.03.2024	12,196	µg/m <sup>3</sup>
10.03.2024	8,83	µg/m <sup>3</sup>
11.03.2024	9,225	µg/m <sup>3</sup>
12.03.2024	14,07	µg/m <sup>3</sup>

13.03.2024	16,03	µg/m <sup>3</sup>
14.03.2024	14,091	µg/m <sup>3</sup>
15.03.2024	16,096	µg/m <sup>3</sup>
16.03.2024	15,083	µg/m <sup>3</sup>
17.03.2024	5,65	µg/m <sup>3</sup>
18.03.2024	11,183	µg/m <sup>3</sup>
19.03.2024	12,226	µg/m <sup>3</sup>
20.03.2024	13,286	µg/m <sup>3</sup>
21.03.2024	21,026	µg/m <sup>3</sup>
22.03.2024	12,97	µg/m <sup>3</sup>
23.03.2024	4,514	µg/m <sup>3</sup>
24.03.2024	4,013	µg/m <sup>3</sup>
25.03.2024	11,404	µg/m <sup>3</sup>
26.03.2024	13,495	µg/m <sup>3</sup>
27.03.2024	9,117	µg/m <sup>3</sup>
28.03.2024	4,004	µg/m <sup>3</sup>
29.03.2024	4,882	µg/m <sup>3</sup>
30.03.2024	12,067	µg/m <sup>3</sup>
31.03.2024	5,296	µg/m <sup>3</sup>
01.04.2024	3,565	µg/m <sup>3</sup>
02.04.2024	6,422	µg/m <sup>3</sup>
03.04.2024	9,487	µg/m <sup>3</sup>
04.04.2024	10,832	µg/m <sup>3</sup>
05.04.2024	9,909	µg/m <sup>3</sup>
06.04.2024	10,657	µg/m <sup>3</sup>
07.04.2024	11,455	µg/m <sup>3</sup>
08.04.2024	13,117	µg/m <sup>3</sup>
09.04.2024	5,326	µg/m <sup>3</sup>
10.04.2024	4,045	µg/m <sup>3</sup>
11.04.2024	10,061	µg/m <sup>3</sup>
12.04.2024	15,343	µg/m <sup>3</sup>
13.04.2024	11,632	µg/m <sup>3</sup>
14.04.2024	9,443	µg/m <sup>3</sup>
15.04.2024	4,474	µg/m <sup>3</sup>
16.04.2024	5,995	µg/m <sup>3</sup>
17.04.2024	4,935	µg/m <sup>3</sup>
18.04.2024	8,678	µg/m <sup>3</sup>
19.04.2024	10,641	µg/m <sup>3</sup>
20.04.2024	6,752	µg/m <sup>3</sup>
21.04.2024	3,587	µg/m <sup>3</sup>
22.04.2024	9,464	µg/m <sup>3</sup>
23.04.2024	7,717	µg/m <sup>3</sup>
24.04.2024	8,161	µg/m <sup>3</sup>
25.04.2024	11,173	µg/m <sup>3</sup>
26.04.2024	9,326	µg/m <sup>3</sup>
27.04.2024	7,522	µg/m <sup>3</sup>
28.04.2024	8,573	µg/m <sup>3</sup>
29.04.2024	18,174	µg/m <sup>3</sup>

30.04.2024	12,552	µg/m <sup>3</sup>
01.05.2024	6,909	µg/m <sup>3</sup>

U tablici 2.7.1. prikazan je period od 3 mjeseca kontinuiranog mjerenja dušikovog dioksida na području grada Varaždina.

Razina indeksa na osnovi koncentracije u µg/m<sup>3</sup> može nam prikazati u kojoj razini se nalazi dušikov dioksid. Razine možemo podijeliti na :

Dobro: 0-40 µg/m<sup>3</sup>

Prihvatljivo: 40-90 µg/m<sup>3</sup>

Umjereno: 90-120 µg/m<sup>3</sup>

Loše: 120-230 µg/m<sup>3</sup>

Vrlo loše: 230-340 µg/m<sup>3</sup>

Izuzetno loše: 340-10000 µg/m<sup>3</sup>

Ove razine mogu biti popunjene su informacijama (Slika 2.7.3) vezanim za zdravlje koje prikazuju preporuku za opću populaciju, osjetljivu skupinu građana i osobe slabog zdravlja što obuhvaća odrasle sa srčanim problemima i djecu s respiratornim problemima [17]

Razina indeksa	Opća populacija	Osjetljive skupine građana
Dobro	Kvaliteta zraka je dobra. Uživajte u svojim svakodnevnim aktivnostima na otvorenom.	Kvaliteta zraka je dobra. Uživajte u svojim svakodnevnim aktivnostima na otvorenom.
Prihvatljivo	Uživajte u svojim svakodnevnim aktivnostima na otvorenom.	Uživajte u svojim svakodnevnim aktivnostima na otvorenom.
Umjereno	Uživajte u svojim svakodnevnim aktivnostima na otvorenom.	Razmislite o smanjenju intenzivnih aktivnosti na otvorenom, ukoliko osjetite simptome.
Loše	Razmislite o smanjenju intenzivnih aktivnosti na otvorenom ukoliko osjetite simptome poput nadražaja očiju, kašlja ili grlobolje.	Razmislite o smanjenju tjelesnih aktivnosti, osobito na otvorenom, posebno ukoliko osjetite simptome.
Vrlo loše	Razmislite o smanjenju intenzivnih aktivnosti na otvorenom ako osjetite simptome poput nadražaja očiju, kašlja ili grlobolje.	Smanjite fizičke aktivnosti, osobito na otvorenom, posebno ukoliko osjetite simptome.
Izuzetno loše	Smanjite fizičke aktivnosti na otvorenom.	Izbjegavajte fizičke aktivnosti na otvorenom.

Slika 2.7.3. preporuke za opću populaciju i za osjetljive skupine građana

Izvor: <https://iszz.azo.hr/iskzl/help.htm>

Prema izmjerenim podacima, uz pomoć opisne statistike prikazani su rezultati mjerenja u tablici 2.7.2.

Tablica 2.7.2. opisna statistika

izvor: autor

<b><i>Aritmetička sredina</i></b>	<b><i>12,188</i></b>
<b><i>Medijan</i></b>	<b><i>11,173</i></b>
<b><i>Minimum</i></b>	<b><i>3,565</i></b>
<b><i>Maksimum</i></b>	<b><i>41,913</i></b>
<b><i>Standardna devijacija</i></b>	<b><i>6,654</i></b>
<b><i>Varijanca</i></b>	<b><i>44,278</i></b>

U tablici 2.7.2. prikazana je opisna statistika izmjerenih podataka, za obradu koristili su se podaci od tri mjeseca mjerenja, uračunati su radni i neradni dani. Tablica prikazuje izračunatu aritmetičku sredinu, medijan, minimum, maksimum, standardnu devijaciju te varijancu.

Aritmetička sredina označava prosječnu vrijednost niza brojeva, prema izmjerenim podacima o indeksu dušikovog dioksida prisutnog u zraku na području Varaždina kroz tri mjeseca iznosi 12,188. Medijan označava srednju vrijednost u statističkom skupu, poredanih vrijednosti od najmanjeg do najvećeg koja dijeli skup na dva jednaka dijela, tako da prvih 50% elemenata skupa ima veličinu manju ili jednaku medijanu, a preostalih 50% ima vrijednost veću ili jednaku medijanu. On iznosi 11,173.

Minimum najmanji je element toga skupa, odnosno najniže izmjerena vrijednost dušikovog dioksida a iznosi 3,565. Dok je maksimum najveći element tog skupa a iznosi 41,913.

Standardna devijacija ili odstupanje koristi se kao standard za mjerenja varijabilnosti. Dok je standardna devijacija manja, aritmetička sredina dobro prikazuje rezultat. U ovom slučaju ona iznosi 6,654.

Varijanca je mjera disperzije mjerenih ili slučajnih varijabli, a mjeri raspršenost podataka oko aritmetičke sredine te time omogućuje uvid u to koliko su podaci raspršeni ili koncentrirani oko sredine niza a iznosi 44,278. [18]

Kao što je ranije spomenuto razina indeksa koncentracije u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  može nam prikazati u kojoj razini se nalazi dušikov dioksid. Prema izmjerenim podacima razina ugljikovog dioksida varirala je u dvije skupine, dobra i prihvatljiva. Dobra je u razmaku 0-40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dok je prihvatljiva u razmaku između 40-90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . [17]

Najviša vrijednost izmjenjenog ugljikovog dioksida iznosila je 41,913  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  na dan 01.02.2024. Ova vrijednost nije opasna za zdravlje, nalazi se u prihvatljivoj razini i nema štetnih utjecaja na zdravlje ljudi i životinja.

Prema podacima vidljivo je da se koncentracije mijenjaju svakodnevno, ovisno o aktivnošću stanovništva i vremenskim uvjetima.

Koncentracija onečišćenja većinom dolazi od ispušnih plinova automobilskih motora i najčešće varira obzirom na gustoću prometa. Također koncentracija  $\text{NO}_2$  u poslovnim dijelovima grada smanjena je na neradne dane.

Koncentracija onečišćenja zraka tijekom niza godina podložna je promjenama ukoliko ima tendenciju povećanja zbog novih ili pojačanih aktivnosti ili može imati tendenciju smanjenja zbog aktivnosti koje su poduzete za smanjenje onečišćavanja zraka, poput prestanka nekih aktivnosti iz drugih razloga. Primjerice u Hrvatskoj u periodu od 1990. do 2018. emisija  $\text{NO}_2$  smanjivana je kontinuirano, ukupno 93,8. [20]

Temeljem ovih podataka može se zaključiti da u gradu Varaždinu kvaliteta zraka nije narušena zbog velike količine dušikovog dioksida.

Da bi se ovaj pozitivan trend nastavio, potrebno je poticati javni gradski prijevoz, osigurati izgradnju biciklističkih staza, reagirati kada postoji sumnja da je zrak onečišćen. Kontrolirati i smanjivati štetne plinove iz raznih proizvodnja.

## **2.8. Pravilnici kojima se regulira kvaliteta zraka u Hrvatskoj**

Zakonom i pravilnicima propisuju se načini praćenja kvalitete zraka i prikupljanja podataka, za lokaciju mjernog mjesta, mjerilo za određivanje minimalnog broja mjernih mjesta, referentna metoda mjerenja, način dokazivanja ekvivalentnosti za druge metode mjerenja, način provjere kvalitete mjerenja i podataka, način obrade i prikaz rezultata i podudarnosti s hrvatskim normama, provjera ispravnosti i umjeravanje mjernih instrumenata, troškovi rada laboratorija, način rada povjerenstva za praćenje rada laboratorija, dostavljanje podataka za potrebe informacijskog sustava zaštite zraka, sadržaj godišnjeg izvješća i način redovitog informiranja javnosti. [21]

Direktive koje sadrže odredbe koje su u skladu sa aktima Europske unije:

-Direktiva Komisije (EU) 2015/1480 od 28.8.2015. o izmjeni određenih priloga direktivama 2004/107/EZ i 2008/50/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju pravila za referentne metode, validaciju podataka i lokaciju mjernih točaka uzorkovanja za ocjenjivanje kvalitete zraka (SL L 224, 29.8.2015.)

-Direktiva 2008/50/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o kvaliteti zraka i čistijem zraku za Europu (SL L 152, 11.6.2008.)

-Direktiva 2004/107/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća koja se odnosi na arsen, kadmij, živu, nikal i policikličke aromatske ugljikovodike u zraku (SL L 23, 26.1.2005.) [21]

Mjerna mjesta trebaju biti opremljena sa odgovarajućim mjernim instrumentom za sakupljanje, pohranu te prijenos podataka u informacijske sustave za kvalitetu zraka. Isto tako potrebno je osigurati zamjenske mjerne instrumente na svakom mjernom mjestu.

Razina onečišćenosti ocjenjuje se na osnovi rezultata mjerenja iz članka 5. pravilnika kvalitete zraka u RH te drugih raspoloživih podataka. [21]

Ministar zaštite okoliša i energetike osniva povjerenstvo za praćenje rada laboratorija, a povjerenstvo čine predstavnik referentnog laboratorija, Ministarstvo, Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost i Državni hidrometeorološki zavod. [21]

## 2.9. Kvaliteta zraka

1991. godine Hrvatska je postala stranka Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka i Protokola Konvencije o zajedničkom praćenju i procjeni dalekosežnog prekograničnog prijenosa onečišćujućih tvari u Europi.

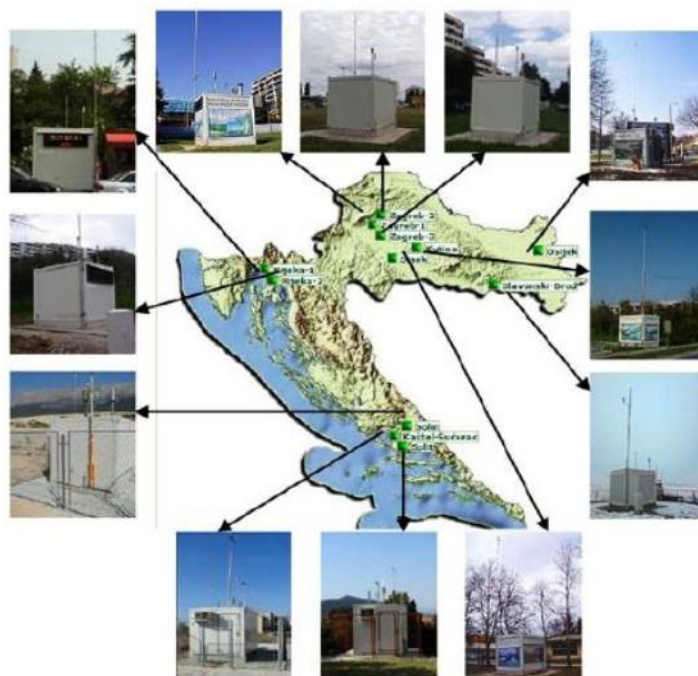
Stoga je Hrvatska postala dužna raditi godišnja izvješća o emisiji onečišćenih tvari u zraku na cijelom području Hrvatske, a proračun se radi na principu EU metodologije EMEP/CORINAIR. [13,14]

Izvješće se radi u aktivnoj godini za prethodnu kalendarsku godinu, sadržava ocjene kvalitete zraka u zonama i naseljenim područjima s mjernih mjesta definiranih člankom 4. Uredbe o utvrđivanju popisa mjernih mjesta za praćenje koncentracija pojedinih onečišćujućih tvari u zraku i lokacija mjernih postaja u državnoj mreži za trajno praćenje kvalitete zraka (NN 22/14), te obuhvaća podatke o koncentracijama onečišćujućih tvari u zraku: sumporovog dioksida (SO<sub>2</sub>), dušikovog dioksida (NO<sub>2</sub>), lebdećih čestica (PM<sub>10</sub> PM<sub>2,5</sub>), olova, benzena, ugljikovog monoksida (CO), prizemnog ozona (O<sub>3</sub>) i prekursora prizemnog ozona (hlapivi organski spojevi – HOS-evi), arsena, kadmija, žive, nikla, benzo(a)pirena (BaP) i drugih policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU), pokazatelja prosječne izloženosti za PM<sub>2,5</sub>(PPI), te kemijskog sastava PM<sub>2,5</sub>.

Cilj je smanjenje emisija onečišćujućih tvari u zrak, kako na globalnom planu, tako i u Hrvatskoj, u skladu s nacionalnom Strategijom zaštite okoliša i Nacionalnim planom djelovanja za okoliš (N.N.46/02).

U Republici Hrvatskoj se temeljem Zakona o zaštiti zraka, te Pravilnika o praćenju kvalitete zraka mjerenje onečišćujućih tvari u zraku obavlja u državnoj mreži za trajno praćenje kvalitete, te u lokalnim mrežama (slika 2.9.1.) Propis je donesen na temeljem Zakona o zaštiti zraka. [13,14]





Slika 2.9.1. Državna mreža za praćenje kvalitete zraka

Izvor:

<https://www.bing.com/search?q=abrami%C4%87+mira+pregledni+rad&qs=n&form=QBR&sp=-1&ghc=1&lq=0&pq=abrami%C4%87+mira+pregledni+rad&sc=10-26&sk=&cvid=DB80509C1AD74BADBAD384C20E240F34&ghsh=0&ghacc=0&ghpl=>

## 2.10. Zagađenje zraka

Zagađenje zraka, ujedno i okoliša jedan je od većih problema u današnje vrijeme.

Onečišćenjem se smatraju sve zarazne klice, otrovi, svaka radioaktivna tvar, teški metali, koji uzrokuju pogubni i otežani život ljudi i životinja. Svaki kontinent, svaka država, gradovi i sela pogođeni su nekom vrstom katastrofe koju su izazvali ljudi, te još uvijek svojim ponašanjem izazivaju. [19]

Međunarodna organizacija za standardizaciju definira onečišćenje zraka ako zrak sadrži tvari koje potiču od ljudskih aktivnosti ili prirodnih procesa u koncentraciji, trajanju i uvjetima da narušuje kakvoću življenja, zdravlje i dobrobit ljudi i okoliša. Uzročnici onečišćavanja atmosfere su različiti, a najviše je pogođen donji sloj zraka u velikim gradovima te su ljudi izloženi prekoračenim standardima kvalitete zraka koje zatim izazivaju ozbiljne prijetnje zdravlju. [19]

Ovo je globalan problem zato što onečišćivači zraka koji su ispušteni u jednoj zemlji mogu putem atmosfere doći i u druga mjesta, gdje mogu prouzročiti lošiju kvalitetu zraka. Upravo loša kvaliteta skraćuje trajanje ljudskih života otprilike 8 mjeseci čitavoj Europi te više od 2 godine u najviše zagađenim područjima.

Osim ljudskom zdravlju, zagađeni zrak šteti i okolišu pa tako imamo eutrofikaciju, ona predstavlja veliki problem za okoliš, a uzrokovan je unosom viška hranjivih tvari u ekosustav. Isto tako visoke koncentracije ozona uzrokuju štetu na usjevima. Približno 90% emisije amonijaka i 80% emisije metana dolazi iz poljoprivrede, dok otprilike 60% sumpornih oksida nastane uz proizvodnju energije. Izvor metana uključuje otpadne tvari, postupak iskapanja ugljena i transporta plina na veću udaljenost. Dok 40% emisije dušičnih oksida pripada cestovnom prijevozu. Izgaranje fosilnih goriva predstojeći je čimbenik koji doprinosi onečišćenju zraka. [19] Prirodni izvor onečišćenja može biti prirodna pojava na koju čovjek nema utjecaj poput aeroalergena, čestice morske soli, dima, letećeg pepela, vulkanskog pepela, meteorska prašina, bakterije i virusi, pustinjska prašina. [19]

Umjetni izvor onečišćenja zraka predstavljaju ljudske aktivnosti, ili aktivnosti kojima upravlja čovjek, poput upravljanja elektranom i toplanom, razna industrijska postrojenja poput metalurgije i kemijske industrije te poljoprivredom, odnosno kopanjem, zaprašivanjem, spaljivanjem i slično. Onečišćenje može biti i uzrokovano transportnim sredstvom, također spaljivanje raznih vrsta otpada utječe na onečišćenost. Postoje i ostale podjele izvora onečišćenja koje možemo podijeliti na pojedinačne ili točkaste, linijske te

površinske izvore, njih svrstavamo prema rasporedu, dok prema vrsti onečišćenja izvor možemo podijeliti u veliki broj grupa, no najčešće ih dijelimo prema agregatnim svojstvima. Izvore onečišćenja možemo još dijeliti na stacionarna i mobilna. Dok se vremenski dijele se na trajni te povremeni izvor. [19]

Onečišćenje zraka može biti prisutno u obliku plina, para i krutih čestica sa raznolikim kemijskim sastavom.

U tablici 2.10.1. prikazano je onečišćenje zraka uzrokovano glavnim izvorima u naseljenim mjestima.

Tablica 2.10.1. onečišćenje zraka uzrokovano glavnim izvorima u naseljenim mjestima.

Izvor: Tehnički leksikon, Leksikografski zavod Miroslava Krleža, Zagreb, 2007. , ISBN 978-953-268-004-1

Izvor	Pokazatelj onečišćenja zraka
Grijanje i kuhanje u kućanstvima	Lebdeće čestice (dim), sumor-dioksid, ugljik-monoksid, dušikovi oksidi
Prijevoz	Ugjik-monoksid, dušikovi oksidi, ugljikovodici s olovom, oksidansi, lebdeće čestice (dim), sumpor-dioksid (diesel), neugodni mirisi
Proizvodnja energije: Termoelektrane, toplane, rafinerije, koksare, plinifikacija, likvefakcija ugljena	Sumpor-dioksid, dušikovi oksidi, ugljik-monoksid, ugljikovodici, lebdeće čestice, amonijak, aldehidi, merkaptani, sumporovodik, ugljik-dusilfidi, fenoli, čađa, policiklički aromatski ugljikovodici, neugodni mirisi
Proizvodnja i obrada kovina: teške kovine, aluminij	Lebdeće čestice (kovine), sumpor-dioksid, fluoride, ugljik-monoksid
Mineralni proizvodi: cement, azbest, staklo i staklena vuna, keramika	Prašina, azbestna vlakna, sumporov-dioksid, dušikovi oksidi, fluoridi
Kemijska industrija: organska i anorganska	Otapala, posebno onečišćenje i kiseline
Prehrambena industrija	Neugodni mirisi, dim
Ostalo: celuloza, papir, teksil	Sumporovodik, merkaptani, sumpor-dioksid, hipokloriti, dušikovi oksidi, lebdeće čestice
Uklanjanje smeća: obrada i spaljivanje gradskog i opasnog otpada	Lebdeće čestice, sumporni oksidi, dušikovi oksidi, ugljik-monoksid, kloridi, fluoridi, ugljikovodici, lebdeće čestice, dioksidi

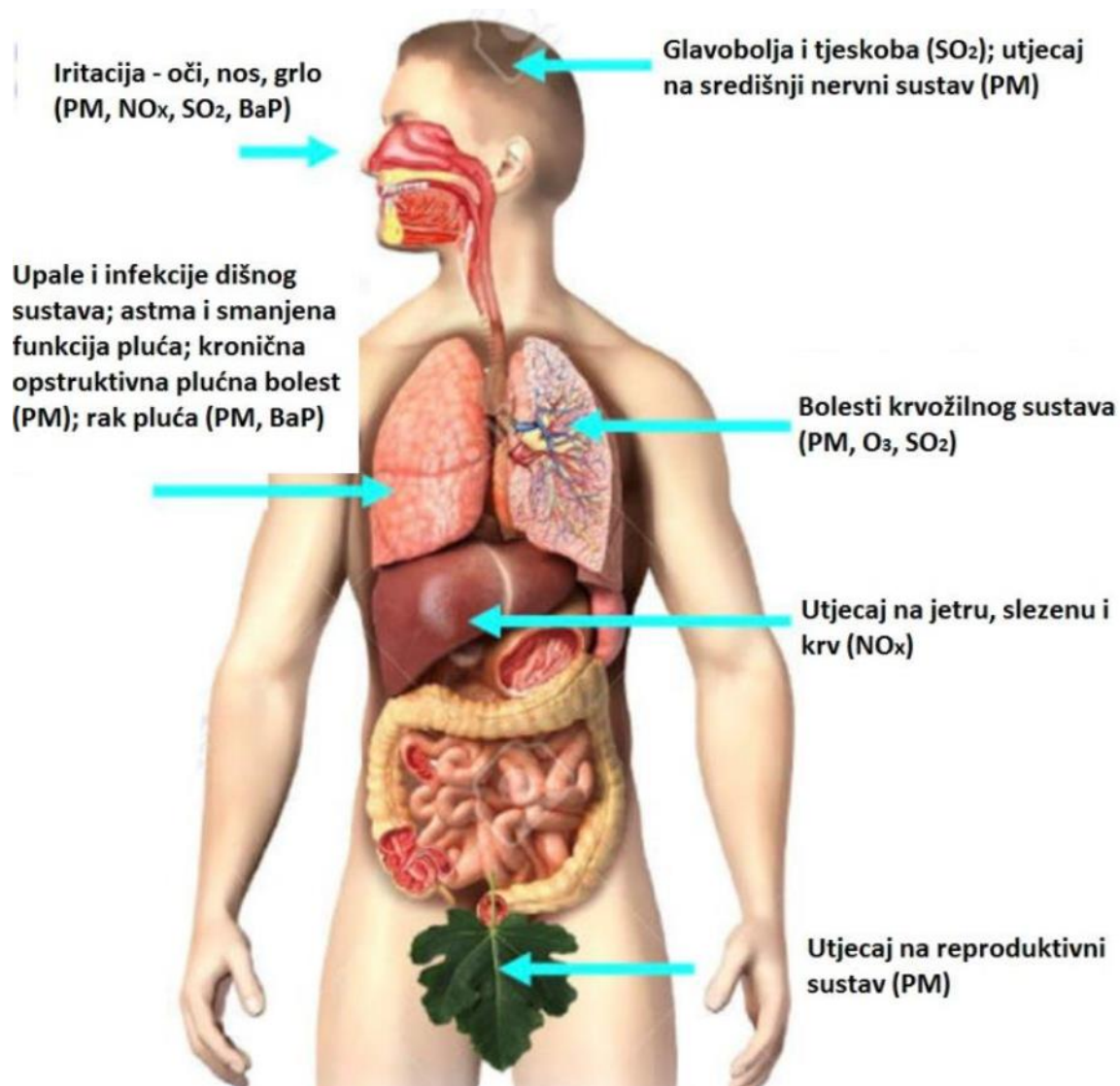
## 2.11. Utjecaj zraka na ljude, životinje i njihovu okolinu

Za život, svim živim bićima potreban je kisik, u prosjeku dnevno se unese u organizam 15-16 kg zraka. Meteorološki uvjeti mogu utjecati na kvalitetu zraka kojeg udišemo pa tako kada nema difuzije može doći do nagomilavanja onečišćenja u nižem sloju zraka te su na taj način živa bića i biljke izložene opasnosti. [22]

Onečišćenje koje dolazi iz zraka negativno djeluje na materijal koji čovjek može koristiti. Oštećuje papir i kožu, može reagirati sa određenim zaštitnim premazom, punilom ili aditivima koji pospješuju kvalitetu materijala. [23]

Ozon primjerice radi štetu tekstilu, vuni, automobilskim gumama. Dušikov dioksid snižava čvrstoću celuloznih vlakana. Također izbljeđuje tekstilnu boju, dok bijelu tkaninu čini tamnijom, odnosno žućkastom. Sumporovodik urokuje tamnjenje srebra i uništava boju dobivenu na bazi olova. [24]

Kiselo taloženje iz atmosfere šteti građevinskim objektima, nadgrobnim spomenicima i vodovodnim cijevima. [24] Osim oštećenja materijala, rizične skupine građana trpe veće posljedice koje mogu izazvati smrt. [22] Kvaliteta zraka u velikim gradovima i područjem s najviše industrije ovisi o skupini onečišćenih tvari koje su nastale zbog ljudskih aktivnosti. Ugljikov dioksid nema direktne učinke na zdravlje ali pridonosi globalnom zagrijavanju, koje opet šteti planeti i živim bićima. Isto tako sudjeluje u nastajanju fotokemijskog smoga. On nastaje kada je suho i sunčano vrijeme reakcijom dušikovog oksida i ugljikovodika iz ispušnih plinova u automobilskom motoru. Jedna od glavnih tvari koja izravno onečišćuju zrak u zatvorenom prostoru je formaldehid, ugljikov monoksid, dušični oksid, virusi, razne vrste bakterija, dim. Duhanski dim je smjesa u kojoj je identificirano preko nekoliko tisuća kemijskih supstanci, a većina poput katrana i nikotina je štetna za zdravlje. Kako dim cigareta tako i ostale supstance koje se nalaze u zraku dolaze u organizam kroz dišne i probavne sustave. Čovjekov organizam drugačije reagira na štetnu tvar. Sluznica dišnog sustava ima površinu pluća veličine 15m<sup>2</sup>. Ona je najizloženija ali i najosjetljivija, tako da onečišćenje zraka djeluje izravno preko dišnog sustava. Štetne tvari iz zraka mogu izazvati kronične bolesti, mogu ometati rast i razvoj, pa čak i skratiti život, mogu izazvati smetnju važnih fizioloških funkcija. Mogu izazvati kronične i akutne bolesti za različite organe u tijelu (slika 2.11. ) [25]



Slika 2.11.1. prikaz kako onečišćen zrak djeluje na određene organe u tijelu

Izvor: <https://www.airq.hr/ucinci-i-posljedice-oneciscenja-zraka/>

Posljedice štetnog djelovanja onečišćenog zraka mogu biti toksične, antigene i kancerogene.

Toksičan učinak povećava osjetljivost na zaraze i upale, izaziva poremećaj uklanjanja stanica i toksina, te poremećaj aktivnosti sekreta i trepeteljka sluznice.

Antigeni učinak izaziva alergijske reakcije i osjetljivost, odnosno potiče stanice i oslobađa tvari koje sudjeluju u alergijama.

Kancerogeno djelovanje izaziva rak. Može biti toksičan za stanice i toksičan za gene.

Najčešće bolesti su rak, kardiovaskularne bolesti i bolest dišnog sustava. [25]

Postoje studije iz 60-tih godina gdje je stopa smrti od karcinoma pluća za osobe koje ne puše u gradu dvostruko veća nago u manjim mjestima, a za pušače 20 puta veća. Kada je došlo do promjena u načinu grijanja i kontroli dima posljednjih je godina smanjena koncentracija PAU u zraku u gradovima.

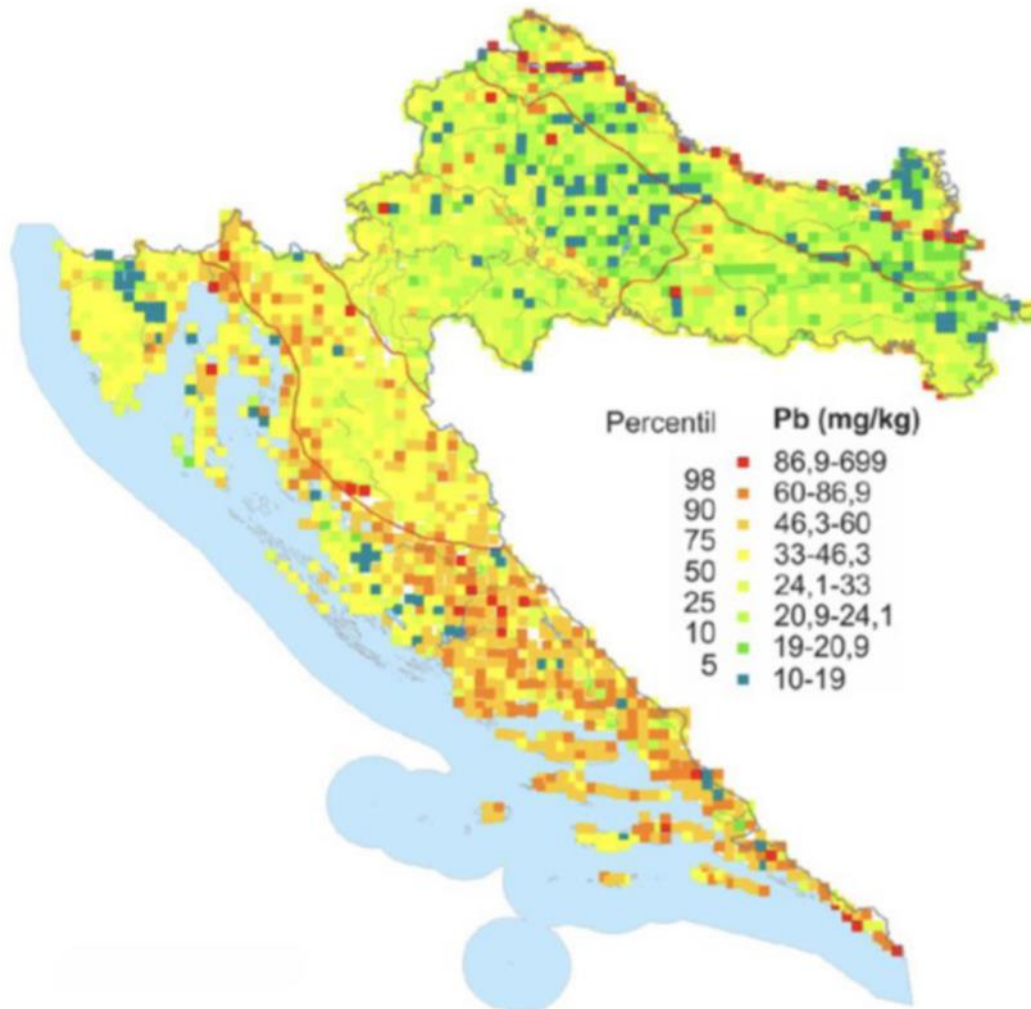
Postoji epidemiološko istraživanje djelovanja dušikovih dioksida na otvorenom prostoru te istraživanje prikazuje da količina od 50 ppb ne izaziva značajne promjene kod zdravih ljudi ali zato ljudi koji boluju od astme primjetan je porast otporosti dišnih putova sa manjim udiom od 100 ppb. [25]

Potrebno je istaknut otrove kojima su ljudi izloženi u vanjskom zraku poput olova i ugljikov monoksida. Olovo je otrovna tvar koja se taloži u koštanom tkivu, uzrokuje promjenu na koštanoj srži i prouzrokuje smetnju na probavnom i živčanom sustavu.

Tvari koje su onečišćene a štete ljudima, isto tako štete i životinjama. Osim zdravstvene strane koja na njih utječe i prouzrokuje bolesti i smrt, u prirodi su onečišćenja narušila kvalitetu življenja, primjerice, u Europi i Sjevernoj Americi više nema riba u nekim jezerima, isto tako ne postoji način na koji se mogu opet uzgojiti. Mnoge slatkovodne ribe nestaju isključivo zbog kiselosti i visok koncentracije aluminijske. Osim samih riba osjetljiva su i njihov jaja, to vrijedi i za žabe i vodozemce, jer oni svoja jaja odliježu na proljeće, a u tom periodu zbog otapanja snijega vode su izrazito kisele i više od pola ne uspije ih preživjeti. Osim vodenog svijeta, primijećeno je da ptice koje su izložene onečišćenju nesu manju količinu jaja, te je kvaliteta ljuske jaja izrazito lošija. Također može se primijetiti da krave na pašnjacima gdje je onečišćenje veće imaju povećano taloženje teških kovina u organizmu, te na taj način putem mlijeka mogu dio izlučiti van, što narušava kvalitetu mlijeka.

Pesticidi se skupljaju u masnom tkivu životinje, zatim se putem hrane unose u ljudski organizam, što dovodi do posljedica pa se pojavljuje oštećenje organa. Određeni pesticidi djeluju toksično na mladunčad jer proizlaze kroz placentu i na taj način dolaze u mlijeko. [23] Zbog onečišćenja zraka događaju se i promijene u tlu i vodi. U blizini velikih prometnica primjećuje se taloženje veće količine olova, kadmija i cinka koji vrlo lako ulaze u biljke. U tlu se događaju promijene poput kiselog taloženja, zakiseljavanje tla uzrokuje dvije pojave, a to su ispiranje hranjivih i otapanje štetnih sastojaka poput magnezija, kalcija i kalija. Dolazi do gubljenja humusa, i šume su oslabljene.

Diljem Hrvatske (slika 2.11.2 ) tlo je zagađeno olovom a najveća koncentracija izmjerena je u dolini Drave i Mure, to se povezuje sa djelatnostima poput rudarenja. [23]



Slika 2.11.2. prikaz koncentracije olova na području Hrvatske u tlu

Izvor: [www.haop.hr](http://www.haop.hr)

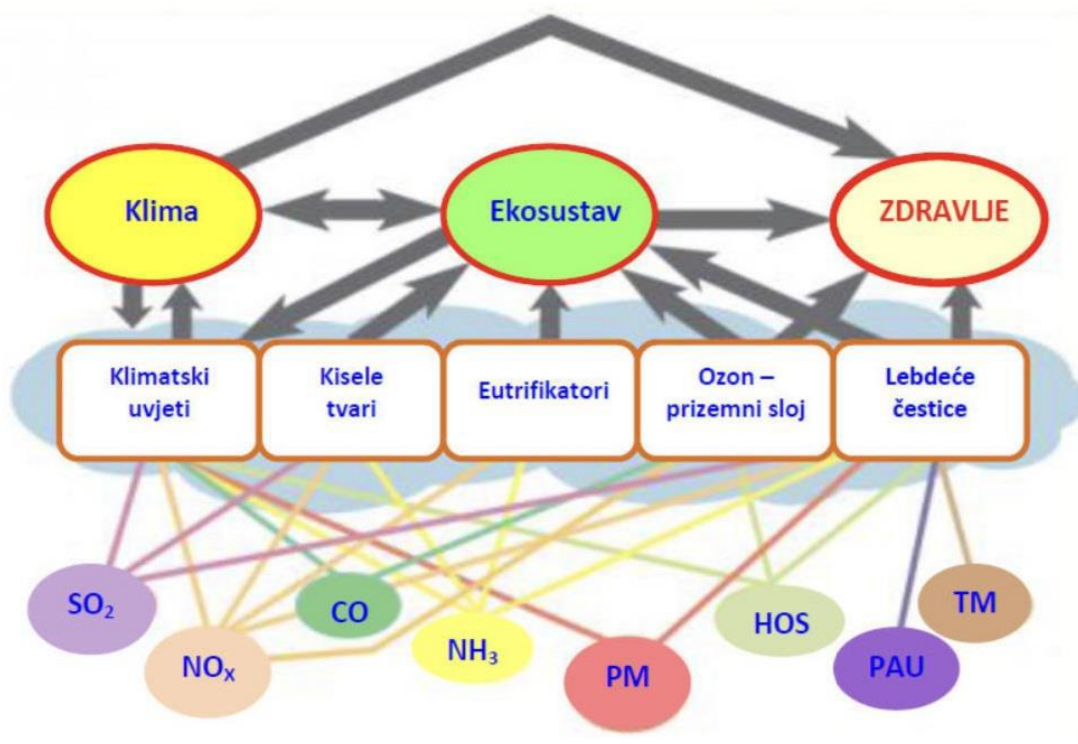
Voda ima veliku važnost pa su propisani propisi o njezinoj zaštiti, pod stalnim je sanitarnim nadzorom.

Biljke također osjećaju negativnu stranu zagađenog zraka. Na lišću se talože čestice koje onda usporavaju fotosintezu i izmjenu plinova.

SO<sub>2</sub> ulazi unutar lista većinom kroz pući. Kada su manje koncentracije pospješuje trovanje, a kod velikih zatvara pući. Kroz otvorene pući izlazi voda, a kada su zatvorene, smanjiva se proizvodnja ugljikohidrata.

Dušikov dioksid nepovoljno djeluje na organe, izaziva velika oštećenja jer sprečava redukciju nitrata. [23]

Biljke su pri visokim temperaturama osjetljivije na onečišćenja, problem je što u prirodi onečišćenja djeluju istodobno (slika 2.11.3) , pa se samim time pojačava negativan utjecaj na ekosustav. [23]



Slika 2.11.3. onečišćenje u atmosferi i njihov učinak

Izvor: [www.haop.hr](http://www.haop.hr)



## 2.12. Održivi razvoj i kontroliranje emisija

Održivi razvoj (slika 2.12.1) bavi se djelovanjem kako ekonomska aktivnost djeluje na okoliš te se osniva na obnovljivom izvoru dobara. Glavni cilj je povećanje dobrobiti koja se mjeri poboljšanjem kvalitete života cjelokupnog stanovništva ali i pojedinca, a ne mjeri se povećanjem količine proizvedenih ili utrošenih materijalnih dobara ili energije. [26]



Slika 2.12.1. Održiv razvoj

Izvor: <https://lora.bioteka.hr/sto-je-odrzivi-razvoj/>

Aktivnosti koje se koriste da bi se smanjila emisija:

- smanjivanje potrošnje goriva,
- razvitak biljaka koje su otpornije na onečišćenje,
- gradnja viših dimnjaka,
- bolje i kvalitetnije izgaranje fosilnog goriva,
- ugrađivanje filtera na izvor onečišćenja,
- kemijska zaštita materijala
- meteorološko kontroliranje [26]

Meteorologija je znanost koja se bavi atmosferom i njezinim pojavama, uključujući vremenske prilike i klimu, a meteorolozi su ljudi koji prognoziraju vrijeme, odnosno oni su promatrači i istraživači. Također rade usporedbe vremena iz lokalnih, regionalnih i globalnih izvora, proučavaju područje meteoroloških istraživanja te klimatske promjene i učinaka koje one mogu izazvati. [27]

Njihova uloga je:

- Odrediti izvor onečišćenja na nekom području
- Pomoći kod određivanja visine dimnjaka
- Pomoći u urbanističkom planiranju
- Definicija epizoda nepovoljnih vremenskih uvjeta u kojima je potrebno smanjiti emisije
- Definirati područje postaje gdje se mjeri kvaliteta zraka
- Osigurati meteorološku i klimatološku bazu informacija
- Izraditi meteorološku analizu podataka kvalitete zraka [26]

### 3. Prikaz rezultata istraživanja

Varaždinska županija (slika 3.1.) i grad Varaždin nalaze se u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i zauzimaju ukupno 1259,7 km<sup>2</sup> površine.

Gospodarsko i kulturno središte je na području zagorja i međimurja. Samim time, smještene su brojne industrije, poduzeća, promet je razvijen, poljoprivreda također, a to su sve faktori koji utječu na kvalitetu zraka.



Slika 3.1. Varaždinska županija

Izvor: <https://zeljko-heimer-fame.from.hr/hrvat/hr-vz.html>

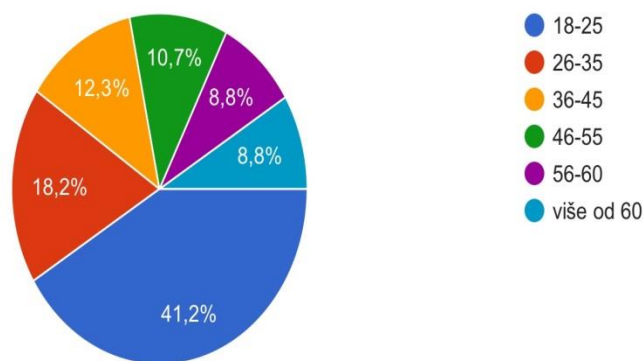
#### 3.1. Cilj i svrha istraživanja

Primaran cilj bio je odrediti informiranost građana Varaždina i okolnih mjesta u županiji, kako i koliko su upoznati s problematikom zagađenosti zraka, jesu li zadovoljni kvalitetom zraka, ukoliko nisu, koji su razlozi za to. Također jesu li upoznati s pojmom „dušikov dioksid“, respiratornim bolestima i slično. Svi ispitanici bili su punoljetne osobe u različitim dobnim skupinama i drugačijim mjestom stanovanja u Varaždinskoj županiji.

## 3.2. Opće informacije ankete

Ispitanici su podijeljeni u nekoliko dobni skupina kao što je prikazano u grafikonu 3.2.1.

1. Godine  
308 odgovora



*Grafikon 3.2.1. godine*

*Izvor: autor*

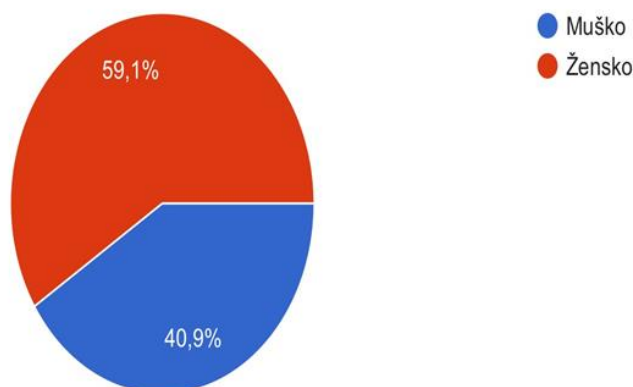
U istraživanju ukupno je sudjelovalo 308 ispitanika u dobnoj skupini između 18 godina do više od 60 godina. Najviše ispitanika pripada skupini 18-25 godina, ukupno njih 127, odnosno 41,2%. Zatim slijedi skupina 26-35 godina sa ukupno 56 ispitanika, odnosno 18,2%. U dobnoj skupini od 36-45 godina, pripada 38 ispitanika, što iznosi 12,3%. Dobnoj skupini 46-55 godina pripada 33 ispitanika, odnosno 10,7%. Ukupno ispitanika u dobnoj skupini 56-60 bilo je njih 27, odnosno 8,8%. Isto tako skupini više od 60 pripada 27 ispitanika, što znači da je ispitanika bilo isto 27.

U ovom istraživanju sudjelovali su i žene i muškarci, u grafikonu 3.2.2. prikazana je spolna struktura ispitanika.

Većinski su pristupile žene, čak 59,1%, što u brojkama iznosi 182. Dok je 40,9% ispitanika muškog roda, odnosno njih 126.

## 2. Spol

308 odgovora



*Grafikon 3.2.2. Spol*

*Izvor: Autor*

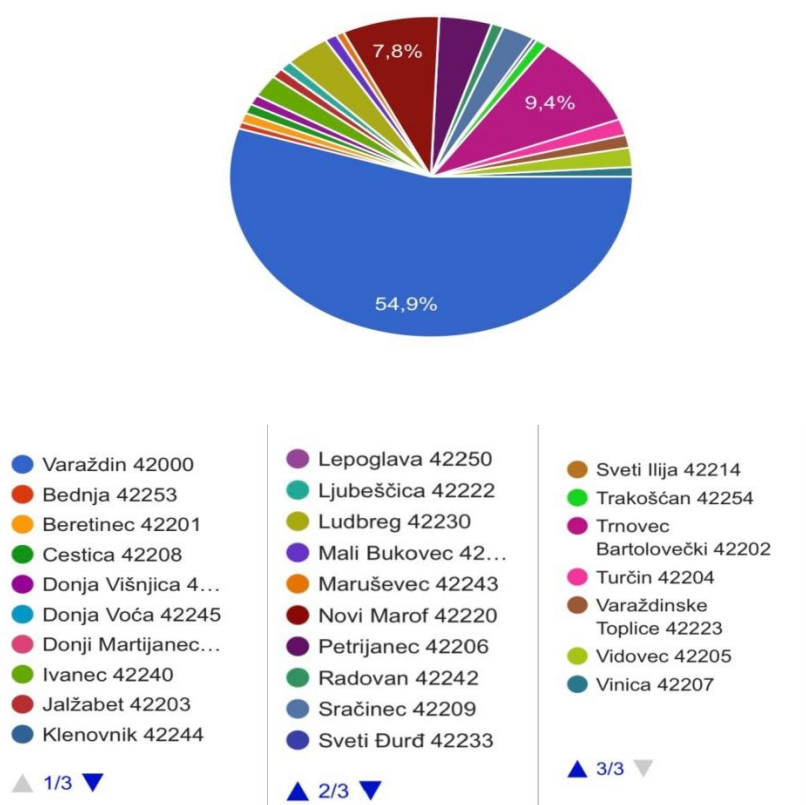
Anketu su ispunili ispitanici sa različitim mjestom stanovanja kao što je prikazano u grafikonu 3.2.3. , najviše njih dolazi iz grada Varaždina, 54,9 % (169 ispitanika). Zatim slijedi općina Trnovec Bartolovečki sa 9,4% (29 ispitanika) i grad Novi Marof sa 7,8% (24 ispitanika).

Općina Petrijanec čini 4,2% (13 ispitanika) . Grad Ludbreg 3,6% (11 ispitanika). Sračinec 2,6% (8 ispitanika).

U anketi također sudjelovali su i ispitanici iz drugih mjesta gdje ukupan broj iz svakog mjesta zasebno nije prelazio 2%. Tako da 17,5% ispitanika dolazi iz Beretinca, Bednje, Cestice, Donje Višnjice, Ivanca, Jalžabeta, Ljubeščice, Malog Bukovca, Maruševca, Radovana, Svetog Đurđa, Trakošćana, Turčina, Varaždinskih Toplica, Vidovca i Vinice.

### 3. Mjesto stanovanja

308 odgovora



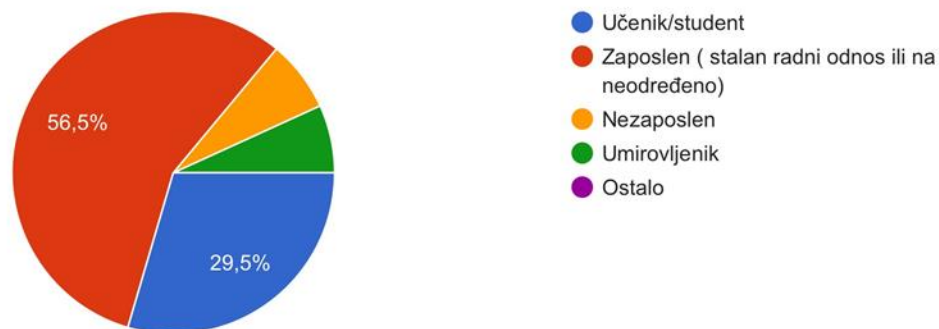
Grafikon 3.2.3. Mjesto stanovanja

Izvor: autor

Zanimanje ispitanika je različito kao što prikazuje grafikon 3.2.4. , najviše njih je zaposleno u stalnom radnom odnosu ili na neodređeno, odnosno njih 56,5% (174 ispitanika). Zatim slijede učenici/studenti sa 29,5% (91 ispitanik). Nezaposleno je 7,1% ispitanika (22) i umirovljeno je 6,8% odnosno 21 ispitanik.

#### 4. Zanimanje

308 odgovora



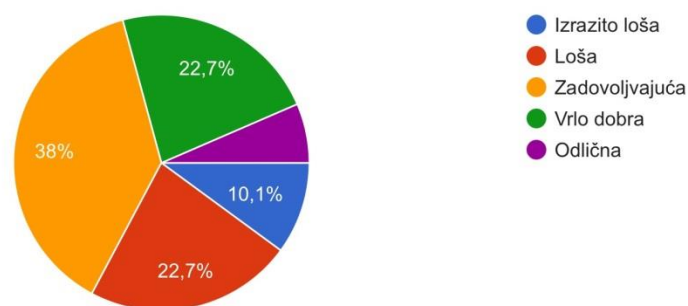
*Grafikon 3.2.4. Zanimanje*

*Izvor: Autor*

U današnje vrijeme često se spominje kvaliteta zraka, prema službenim stranicama koje vodi Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, mjerenja u gradu Varaždinu su vrlo dobra, ona su podložna promjenama pa tako nekada može doći i do malo odstupanja pa je nekim danima kvaliteta zraka malo narušena. Zanimljivo je vidjeti prema grafikonu 3.2.5. kako ispitanici ocjenjuju kvalitetu zraka u području gdje žive.

#### 5. U području gdje živim, smatram da je kvaliteta zraka:

308 odgovora



*Grafikon 3.2.5. U području gdje živim smatram da je kvaliteta zraka:*

*Izvor: autor*

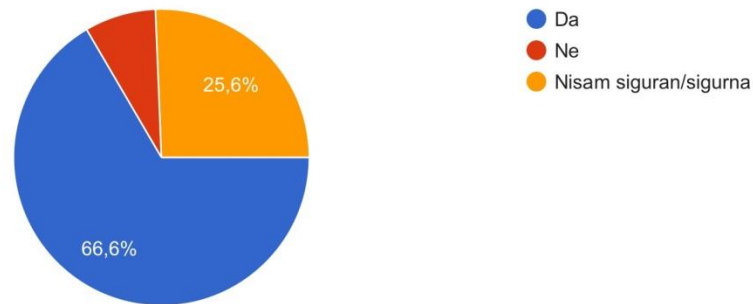
Prema anketnom upitniku, najviše ispitanika, čak 38% , odnosno 117 ispitanika od ukupno 308 smatra da je kvaliteta zraka zadovoljavajuća, zatim slijede skupine „Loša“ i „Vrlo dobra“, u kojoj je jednak broj ispitanika izrazio mišljenje, odnosno svaku skupinu je

označilo 22,7% (70) ispitanika. 31 osoba odnosno 10,1% njih smatra da je kvaliteta zraka izrazito loša, dok 6,5% (20 ispitanika) smatra da je kvaliteta odlična.

U grafikonu 3.2.6. prikazano je mišljenje ispitanika o tome da li je u današnje vrijeme kvaliteta zraka narušena.

6. Smatrate li da je u današnje vrijeme kvaliteta zraka narušena?

308 odgovora



*Grafikon 3.2.6. Smatrate li da je u današnje vrijeme kvaliteta zraka narušena?*

*Izvor: autor*

Najveći broj ispitanika, 66,6% odnosno njih 205, smatra da je kvaliteta narušena, 25,6% odnosno 79 ispitanika nije sigurno da li je kvaliteta narušena, dok 7,8%, odnosno 24 ispitanika smatra da kvaliteta zraka u današnje vrijeme nije narušena.

170 ispitanika koji su prethodno potvrdno odgovorili na pitanje, obrazložili su zašto smatraju da je kvaliteta narušena, a neki od odgovora prikazani su na slici 3.2.1. i slici 3.2.2.



Previse automobila	Zbog pre velike količine smeća
Ne znam	Zbog povećanog broja respiratornih bolesnika
/	Zbog ispušnih plinova automobila
Zbog zdravstvenih tegoba	Industrija, poljoprivreda, cestovni promet, elektrane..
Pojava respiratornih bolesti	Zbog industrijskih zona i prijevoznih sredstava
Blizina velikih industrija ima puno ispušnih plinova	Zbog ispušnih plinova iz automobila, pročišćivača koji nisu u funkciji, nepravilnog zbrinjavanja otpada.....
Povećanje zdravstvenih tegoba	
Zbog puno tvornica, automobila	Radi tvornica, uspuštanjem Co2..
Vindija, Biodar i ostali	Zbog različitih štetnih plinova koji se ispuštaju iz tvornica, automobila...
Ispušni plinovi	Promet, tvornice, veća potreba za raznim sredstvima u poljoprivredi, smeće.
Prevec tvornica	
Zbog velikog broja automobila i tvornica	Više zdravstvenih problema, pojavština koja se taloži na staklima
Zbog ispušnih plinova iz automobila, tvornica..	Previše s meća loje se neadekvatno zbrinjava
Zbog velikog zagađenja automobilima i tvornicama	Zbog prometa i industrije
	Zbog puno prometa i tvornica
Previše pesticida	
Previse ispusnih plinova	Puno mehanizacije, strojeva, auti, krčenje šuma,...
Zbog tvornica koje najviše zagađuju	Puno prometnica i automobila
Zagađenje, automobili, tvornice, svjetlosno zagađenje.	Zbog masovnog paljenja otpada, velikog broja tvornica,...
Zbog puno smoga	Zbog ispušnih plinova
Zbog previse ispusnih plinova	Ispušni plinovi, zračenje, velika količina otpada
Zbog puno ispušnih plinova	Loše brige o okolišu
Ispusni plinovi, neprikladno zbrinjavanje otpada, kise pracene pijeskom	Zbog sve više zagađivača( automobila, tvornica, radnih strojeva, pogona...)
	Zbog sve više pogona i tvornica
Narušena je zbog puno zagađenja koje proizvode ljudi	Zbog vremenskih nepogoda, bolesti

*Slika 3.2.1. odgovori ispitanika*

*Izvor: autor*

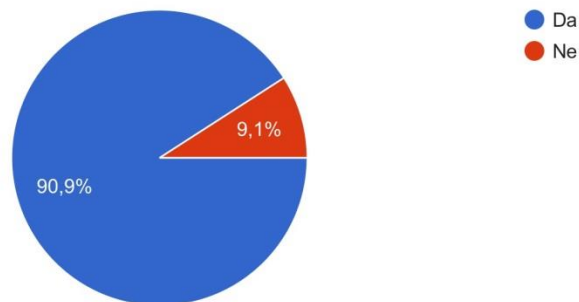
zdravlje ljudi, životinja i uzgoj poljoprivrednih dobara	Zbog bala smeća
Zbog neodgovornih ljudi.	Zbog sve ceskih bolesti
Zbog industrija i elektrana	Previše tvornica, neadekvatno zbrinjavanje komunalnog otpada, povećana stopa korištenja automobila
Neugodan miris sa aquacitya	Zbog sve više vidljivih negativnih posljedica na zdravlje ljudi, životinja i uzgoj poljoprivrednih dobara
Tvornice, automobili itd...	Zbog neodgovornih ljudi.
Zbog previše automobila na prometnicama	Zbog industrija i elektrana
Zbog teškog zraka i bolesti pluća	Neugodan miris sa aquacitya
Uništeni usjevi, suše, poplave, plućne bolesti	
Kombinacija ispuštanja štetnih plinova iz tvornica i smrad kanalizacije.	Radi auta,kamiona, ispušnih plinova
Jer se baca sve više smeća, ispuštaju štetni plinovi	Zbog globalnog zagrijavanja
Zbog smoga i kiselih kiša	Zbog plućnih bolesti
Puno otrovnih plinova se ispusta u atmosferu	Zbog pročistača kod aquacity-a
Zbog pročistača u blizini tvornica i bala smeća na ulazu u grad	Zbog puno negativnih posljedica za planetu
Zbog pročistača u tvornici Bartoloveckom	Najviše zbog bala..a onda i sve ostalo..
Zbog ne zbrinjavanja bala u gradu Varazdinu	Zbog jedne industrije u samom mjestu
	Zbog smeća koje je na samom ulasku u grad
Jer je tvornica sve više i sve se više koristi otrova na otvorenom	Zbog tvornica i auta
Zbog raznih tvornica koje ispuštaju loše plinove.	Bale smeća, puno automobila
Previše onečišćujućih tvari u zraku	Previše smoga, ozonske rupe, klimatske promjene, kisele kiše
Zbog težine disanja i respiratornih problema	Previše tvornica i ispušnih plinova
Zbog sve većeg broja osobnih automobila, zbog smanjenja zelenih površina i krcanja suma, elektrana, odlagališta otpada, tvornica bez adekvatnih pročistača i filtera	Zbog globalnog zagrijavanja i nastajanja kiselih kiša
Plućne bolesti	Previše bolesti i klimatske promjene
	Previše emisija štetnih plinova
	Puno zagađenja

*Slika 3.2.2. odgovori ispitanika*

*Izvor: autor*

Kao što je prikazano na slikama. Najviše ispitanika smatra da na kvalitetu zraka utječu tvornice i automobili te da je zbog toga kvaliteta narušena, konkretno u gradu Varaždinu jedan od najvećih problema smatraju bale smeća, većina ispitanika iz Trnovca Bartolovečkog požalili su se na neugodne mirise koji dolaze iz pročistača koji se nalazi u blizini, te tijekom cijele godine a pogotovo u ljeti izaziva neugodne mirise u zraku i na taj način narušuje kvalitetu zraka i samog boravka na otvorenom. Slijedeći grafikon 3.2.7. prikazuje mišljenje ispitanika o tome da li kvaliteta zraka utječe na kvalitetu života i na zdravlje.

8. Smatrate li da kvaliteta zraka utječe na kvalitetu života i na zdravlje?  
308 odgovora



*Grafikon 3.2.7. Smatrate li da kvaliteta zraka utječe na kvalitetu života i na zdravlje?*

*Izvor: autor*

U grafikonu je vidljivo da većina ispitanika smatra da kvaliteta zraka utječe na kvalitetu života i na zdravlje, čak 90,9% , odnosno 280 ispitanika od ukupno 308, dok ostali ispitanici smatraju da kvaliteta zraka nema veze sa kvalitetom života i zdravstvenim stanjem. Na slikama 3.2.3 i 3.2.4. prikazano je mišljenje ispitanika o posljedicama onečišćenja zraka sa kojima su upoznati.

Respiratorne bolesti	Fotokemijski smog
Ne znam	Kisele kiše
Alergije	Nastajanje smoga
Neugodan miris	Klimatske promjene
Bolesti pluća	Rak pluća
Respiratorni problemi	Ispušni plinovi
Bolesti	Rak pluća
Astma	Pomor riba
Ozonske rupe	Bolesti dišnog sustava
Bolesti dišnog sustava	Problemi s respiratornim bolestima
Zagadjen zrak	Oneciscenje vode I zdravlja
Kisele kiše,	Industrijska proizvodnja, rat, promet
Bolest dišnog sustava	Respiratorne bolesti, onkološke bolesti
Staklenički plinovi	Klimatske promjene, stvaranje "oblaka"
Globalno zagrijavanje planete	Smrđi pa nemozemo luftat stanove, alergije, otezano disanje
Bolesti srca i pluća	Plinovi
Staklenički plinovi, kisele kiše, zakiseljavanje tla	Iritacija pluća, manjak sna i nekvalitetan san
Respiratorne bolesti, rak	Respiratorne bolesti
Plućne bolesti	Bolesti, klimatske promjene, staklenički plinovi
Povećan broj oboljelih od astme i alergija	Zagađenje voda, tla
Klimatske promjene	Ozonske rupe, kisele kiše
Promet, tvornice, krave	Ozonske rupe, kisele kiše
Pojava različitih bolesti dišnih puteva	Alergija
Astma, alergije, neurološki problemi	Loše disanje, bolest dišnih puteva
Alergije, bolesti dišnog sustava	Lošije zdravlje ljudi i životinja, respiratorni problemi a posljedično i drugi zdravstveni problemi.
Respiratorne bolesti, bolesti općenito, globalno zagrijavanje, oštećenje vegetacije	Veći postotak kroničnih respiratornih bolesti
Ozonski omotač	

*Slika 3.2.3. odgovori ispitanika*

*Izvor: autor*

Smog, bolesti pluća	Astme, alergije
Šteti okolišu, ljudskom zdravlju, ozonske rupe	Glavobolja, otežano disanje, slabost, nesvjestica
Rak, kopb	Bolesti respiratornog sustava
Zagorčavanje života osobama sa respiratornim problemima	Bolesti srca i pluća
Karcinomi, oštećenja disnog sustava, astma	plućna oboljenja
Pojava bolesti, visoke temperature, teški zrak	Teško disanje
Bolesti pluća, srca, zagađenje voda, tla, zagrijavanje planete, kisela kiša	Bolesti
Štete na biljkama	Automobili
	Alergije, respiratorne bolesti
Zakiseljavanje tla, voda i jezera, bolesti srca i pluća	Klimatske promjene, alergije, zagrijavanje planete, ugrozene životinje, nestasica vode, suša, poplave
Na ljudsko zdravlje: respiratorne bolesti, kardiovaskularne bolesti, rak.. Na okoliš: kisele kiše, globalno zatopljenje, smog, zakiseljenje vode i tla	Ozonska oštećenja
Teško disanje	Razni karcinomi, plućne bolesti u vidu astme, KOPB-a, alergije
Zdravstvene poteškoće, lošija kvaliteta biljaka, manja životinjska i biljna raznolikost itd.	Poteškoće sa disanjem
Kisele kiše i smog	Bolesti srca
Ozonske rupe i globalno zagrijavanje	Astmna, alergije
Bolesti i alergije	Problemi s disanjem, negativan učinak na vegetaciju.

*Slika 3.2.4. odgovori ispitanika*

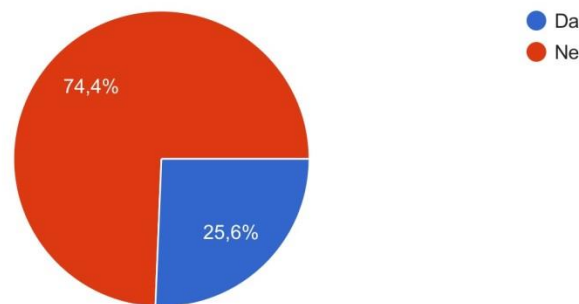
*Izvor: autor*

Najveći broj ispitanika smatra da su neke od posljedica onečišćenja zraka, fotokemijski smog, respiratorne bolesti, kardiovaskularne bolesti, klimatske promjene, razne iritacije, poteškoće s disanjem, ozonska oštećenja i slično.

Grafikon 3.2.8. prikazuje koliko ispitanika boluje od neke respiratorne bolesti.

10. Bolujete li od nekih respiratornih bolesti?

308 odgovora



Grafikon 3.2.8. Bolujete li od nekih respiratornih bolesti?

Izvor: autor

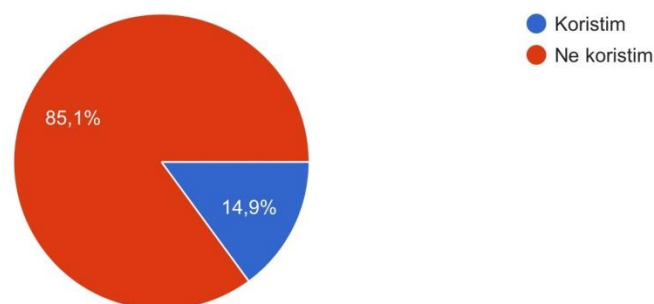
Prema podacima iz grafikona, vidljivo je da od ukupno 308 ispitanika čak 25,6% odnosno 79 ispitanika boluje od neke respiratorne bolesti, što je zapravo jako velik broj.

Također osobe koje boluju od respiratornih bolesti navele su o kojim bolestima je riječ, pa je tako od ukupno 79 ispitanika, 45 ispitanika odgovorilo da je riječ o astmi, 32 ispitanika navelo je da imaju alergije izazvane raznim onečišćenjima i peludom koji je prisutan u zraku. Dva ispitanika navela su da boluju od kroničnog bronhitisa.

Grafikonom 3.2.9. prikazano je da većina ispitanika, njih 262, odnosno 85,1% ne koristi pročišćivače zraka, dok 46 ispitanika, odnosno 14,9% koristi.

12. Koristite li pročišćivače zraka?

308 odgovora



Grafikon 3.2.9. Koristite li pročišćivače zraka?

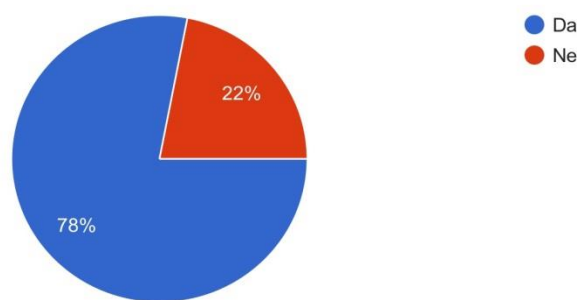
Izvor: autor

Pročišćivači zraka služe za uklanjanje štetnih čestica koje se mogu nalaziti u zraku, uključujući alergene, bakterije i viruse, pelud, prašinu.. Vrlo su laki za korištenje a respiratornim bolesnicima omogućuje zdravije i kvalitetnije okruženje za disanje i samo funkcioniranje u svakodnevnom životu. Obzirom da je kvaliteta zraka u Varaždinu vrlo dobra, pročišćivači nisu nužni za život i normalno funkcioniranje ali se ljudima koji imaju poteškoće sa respiratornim sustavom itekako preporučuju.

U grafikonu 3.2.10. prikazano je koliko su ispitanici upoznati s pojmom „dušikov dioksid“, dok je u grafikonu 3.2.11. prikazano njihovo mišljenje koliko se u prosjeku dušikov dioksid koji je nastao djelovanjem ljudskih aktivnosti, zadržava u nižim slojevima atmosfere.

13. Jeste li upoznati s pojmom "dušikov dioksid"?

305 odgovora

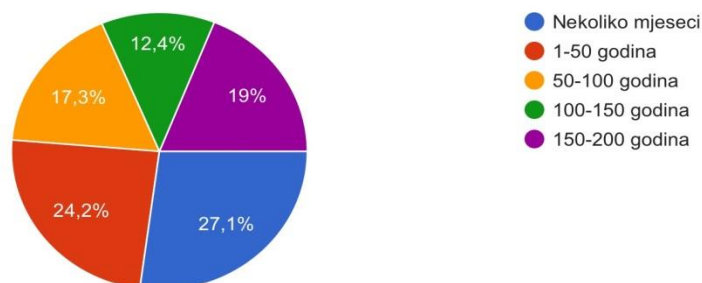


Grafikon 3.2.10. Jeste li upoznati s pojmom „dušikov dioksid“?

Izvor: autor

14. Što mislite, koliko se u prosjeku dušikov dioksid koji je nastao ljudskim djelovanjem zadržava u nižim slojevima atmosfere?

306 odgovora

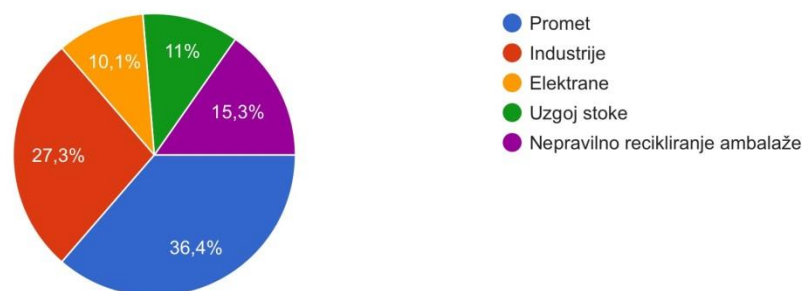


Grafikon 3.2.11. Što mislite, koliko se u prosjeku dušikov dioksid koji je nastao ljudskim djelovanjem zadržava u nižim slojevima atmosfere?

Izvor: autor

Prema podacima iz grafikona vidljivo je da su ispitanici većinski upoznati s pojmom dušikov dioksid, odnosno njih 78%, dok 22% nije upoznato. Također najveći broj ispitanika njih 27,1% smatra da se ugljikov dioksid koji je nastao antropogenim putem, zadržava u nižim slojevima tek nekoliko mjeseci, zatim slijedi 24,2% ispitanika koji smatraju da se zadržava od 1 do 5 godina, 19% ispitanika smatra da je period zadržavanja 150-200 godina, 17,3% njih smatra da je period zadržavanja između 50-100 godina. Dok zapravo najmanji broj ispitanika smatra da je to period od 100-150 godina, što je ujedno i točan odgovor. Ugljikov dioksid prirodno je prisutan u atmosferi, ali zbog ljudskog djelovanja, udio ugljikovog dioksida se znatno povećava što zapravo dovodi i do negativnih posljedica na planeti. Neki od primjera koji utječu na povećanje ugljikovog dioksida su Elektrane, promet, industrije, uzgoj stoke i nepravilno recikliranje ambalaže. Najveći proizvođač ugljikovog dioksida su elektrane. U grafikonu 3.2.12. prikazano je mišljenje ispitanika o tome što misle koji je glavni uzročnik prekomjerne proizvodnje ugljikovog dioksida.

15. Odaberite glavnog uzročnika kojeg smatrate da u najvećoj mjeri povećava proizvodnju dušikovog dioksida:  
308 odgovora



*Grafikon 3.2.12. Odaberite glavnog uzročnika kojeg smatrate da u najvećoj mjeri povećava proizvodnju dušikovog dioksida:*

*Izvor: autor*

Najveći proizvođač dušikovog dioksida su elektrane, zanimljivo je da od ukupnog broja ispitanika najmanji broj ispitanika njih tek 10,1% odnosno samo 31 ispitanik smatra da su elektrane zaslužne za povećanu proizvodnju. Dok njih 36,4% smatra da je najveća problematika promet, zatim 27,3% smatra da su industrije. Nepravilno recikliranje ambalaže smatra 15,3% ispitanika, dok uzgoj stoke odabralo je 11% ispitanika. Na slici 3.2.5. i 3.2.6. prikazani su odgovori ispitanika kako bi oni kao pojedinac doprinijeli smanjenju onečišćenja zraka.



Više kretanje biciklima ,manje vozilima Zasaditi mnogo drveća, čuvati blagodati prirode, šume, livade, jezera.. Smeće? To je bitna stvarka..treba naći pametno rješenje za budućnost Na koji način rješavati smeće i koristiti ujedno u neke druge svrhe.	Biciklom na posao, recikliranje otpada  Smanjila korištenje automobila te pravilno reciklirala ambalazu  Voznja biciklom a ne autom
Ponasati se odgovorno	Vožnja bicikla, smanjenje korištenja proizvoda koji sadrže štetne plinove, recikliranje ambalaže.
Ni na koji način. Problem je u manjku nuklearnih elektrana.	Korištenjem javnog prijevoza
Pravilnim odlaganjem otpada	Uvođenjem novih mjera o tretiranju smeća, postrožene zakonske regulative
Ja kao pojedinac smatram da ne mogu doprinjeti	
Manje uproba automobila	Manje uproba automobila
Recikliranjem, voznjom bicikla/hodanjem, biljnom prehranom	Recikliranjem, voznjom bicikla/hodanjem, biljnom prehranom
Smanjila bi upotrebu automobila koji se pokrecu na fosilna goriva	Smanjila bi upotrebu automobila koji se pokrecu na fosilna goriva
Manje vozit, vise biciklirat. Manje trosit, vise reciklirat	Manje vozit, vise biciklirat. Manje trosit, vise reciklirat
Bolje recikliranje, elektricni auto	Bolje recikliranje, elektricni auto
Povecala bi recikliranje	Povecala bi recikliranje
Vise bi isla pjeske nego autom	Vise bi isla pjeske nego autom
Sadnjom drveća	Recikliranjem
Korištenje javnog prijevoza, investiranje u električni automobil	Bolje recikliranje
Razvrstavanje otpada,tvornice van grada i sela	Neznam
Više recikliranje otpada	Manje korištenje auta
Nemam pojma	Javni prijevoz
Smanjena vožnja automobilom	Sadnja šuma
Automobili na struju	Vožnja biciklom
Vise korištenje javnog prijevoza	Manje korištenje automobila

*Slika 3.2.5. odgovori ispitanika*

*Izvor: autor*

Manje korištenje automobila	Razvrstavanje otpada, skupljanje otpada na zelenim površinama, vožnja biciklom
Boljim recikliranjem	Vise kretanja hodom
Nznm	Što više reciklirati, više voziti bicikl, ići pješke, a ne autom..
Korištenje gradskog prijevoza	
Smanjila bih korištenje automobila	Koristim bicikl umjesto auta te međugradski prijevoz ako je nužno
Manje bi koristila auto	Vožnja biciklom, a ne autom.
Povećala bi korištenje gradskog prijevoza	Električna vozila, recikliranje
Regulativom novih zakona o uporabi fosilnih goriva	Vozila bicikl
Vožnja autom na posao zajedno ili javnim prijevozom a ne svaki svojim autom	Razvrstavanjem otpada, recikliranjem, korištenjem vozila na električnu energiju.
Manje bacanje smeća bilo kuda nego za to predviđeno mjesto!	Odgovornošću , recikliranjem
Više vožnje biciklom, a manje automobilom	Koristila bi se više javnim prijevozom, biciklom kupovala od manjih privatnika hranu
Pravilno recikliranje ambalaže	Smanjila upotrebu vozila
Manje vozila auto, pokušala prijeći na električni	Reciklirala bi smeće
Korištenje javnog prijevoza	Recikliranje i smanjenje vožnje autom
Tako da bi smanjila korištenje proizvoda koji sadrže tvari štetne za zrak	Smanjenjem vožnje automobilom
Električna vozila, obnovljivi izvori energije	Recikliranjem
Razvrstavanje otpada	Bolje recikliranje
Pravilno recikliranje te smanjena upotreba fosilnih goriva	Neznam
	Manje korištenje auta
Smanjiti upotrebu vlastitih automobila	Javni prijevoz
Vožnja javnim prijevozom, pravilno odvajanje otpada, recikliranje	Sadnja šuma
	Vožnja biciklom
Presao bi na električni auto	Manje korištenje automobila
Sadnja šuma i drveća	

*Slika 3.2.6. odgovori ispitanika*

*Izvor: autor*

Kao pojedinac većina ispitanika smatra da bi osobni otisak ugljikovog dioksida na planeti smanjili ukoliko manje koriste automobil ili bi pokušali više koristiti gradski prijevoz, bicikl.. Neke od opcija su prelazak na električne automobile, sadnja drveća, pametnije recikliranje otpada.

Sve češće se govori o problematici zagađenja zraka, zanimljivo je vidjeti u grafikonu 3.2.13. da čak 41,9% ispitanika smatra da ljudi u njihovoj blizini nedovoljno informirani o posljedicama zagađenog zraka, 35,1% ispitanika nije sigurno da li su ljudi informirani, 14,6% smatra da su vjerojatno informirani dok 8,4% ispitanika smatra da su ljudi u njihovoj blizini dovoljno informirani o posljedicama.

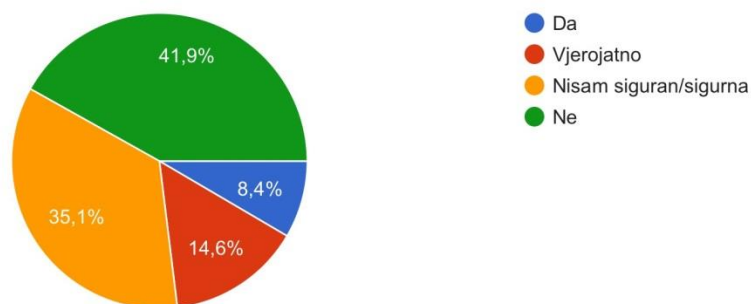
Velik broj ispitanika smatra kako su najbolji način za edukaciju i informiranje građana o problematici zagađenja zraka upravo društvene mreže kao što je prikazano u grafikonu 3.2.14.

Zatim slijede škole i fakulteti sa 22,7% ispitanika, kao najbolji izbor informacija 19,2% ispitanika smatra da je to radio i Tv.

7,8% ispitanika plakate, brošure i letke smatra kao najbolji izbor, dok je najmanji broj ispitanika, 7,5% navelo službene stranice Državnog hidrometeorološkog zavoda.

17. Smatrate li da su ljudi u vašoj blizini dovoljno informirani o negativnim posljedicama zagađenog zraka?

308 odgovora

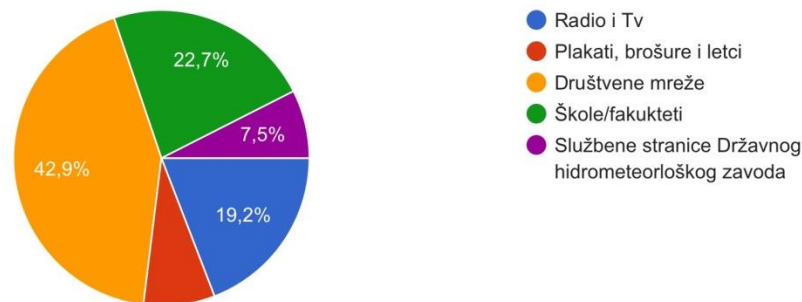


*Grafikon 3.2.13. Smatrate li da su ljudi u vašoj blizini dovoljno informirani o negativnim posljedicama zagađenog zraka?*

*Izvor: autor*

18. Koji je po Vama najbolji način za edukaciju i informiranje građana o problematici zagađenja zraka?

308 odgovora



*Grafikon 3.2.14. Koji je po vama najbolji način za edukaciju i informiranje građana o problematici zagađenja zraka?*

*Izvor: autor*

### **3.3. Rasprava**

U istraživačkom dijelu rada sudjelovalo je 308 ispitanika različite životne dobi i spola. U istraživanju ukupno je sudjelovalo 182 žene i 126 muškaraca u dobi od 18 godina pa do više od 60. Najviše ispitanika bilo je između 18 i 25 godina.

Istraživački dio provodio se na području grada Varaždina i Varaždinske županije. Najveći broj ispitanika dolazi iz grada Varaždina, čak 169 ispitanika od ukupno 308, što iznosi 54,9%. Također među ispitanicima, najveći broj ispitanika bile su osobe uključene u sustav obrazovanja, odnosno pohađaju školu ili fakultet njih čak 56,5%. Osim njih uključeni su bile zaposlene osobe, nezaposlene i umirovljene osobe.

U gradu Varaždinu i okolnim mjestima prevladava vrlo dobra i zadovoljavajuća kvaliteta zraka, naravno ona se svaki dan mijenja ovisno o nizu faktora, primjerice godišnjem dobu, tako je kvaliteta zraka zimi lošija nego u ljetne dane. Ispitanici su se većinski složili da je kvaliteta zraka zadovoljavajuća, odnosno njih 38%. Mali broj ispitanika, odnosno njih 10,1% smatra da je kvaliteta izrazito loša, a svega 6,5% ispitanika smatra da je kvaliteta odlična. 66,6% ispitanika složilo se da je u današnje vrijeme kvaliteta zraka narušena te većinski za to okrivljuju tvornice, promet, nepravilno recikliranje otpada, nedostatak znanja i manjak

edukacije o samoj problematici. Najveći broj ispitanika iz grada Varaždina smatra da su najveći problem bale smeća koje već godinama rade probleme i nisu adekvatno zbrinute, ispitanici iz Trnovca Bartolovečkog najviše su se požalili na pročistač koji se nalazi u blizini te često izaziva neugodne mirise i na taj način onemogućuje ugodan boravak izvan kuće. Čak 90,9% ispitanika složilo se da kvaliteta zraka utječe na kvalitetu života i na zdravlje. Posljedice onečišćenja koje su najčešće naveli su fotokemijski smog, kisele kiše, ozonske rupe, staklenički plinovi, globalno zagrijavanje planete, odnosno klimatske promijene, pojava sve češćih respiratornih bolesti poput astme. 25,6% ispitanika navelo je da boluje od neke respiratorne bolesti, a najčešći odgovor bio je astma, zatim alergije. 14,9% ispitanika koristi pročišćivače zraka u svojim kućama/stanovima.

Kada govorimo o dušikovom dioksidu on je prirodno prisutan u atmosferi, ali također nastaje i ljudskom djelatnošću što onda zapravo radi negativne posljedice, 78% ispitanika je upoznato sa dušikvim dioksidom, dok svega njih 12,4% zna koliko se on dugo zapravo zadržava u nižim slojevima atmosfere. Isto tako 36,4% ispitanika smatra da je najveći antropogeni proizvođač ugljikovog dioksida promet, a tek mali broj 10,1% ispitanika smatra da su najveći proizvođači elektrane. Obzirom da većina ispitanika smatra da su najveći problem automobili, rješenje kako bi kao pojedinci doprinijeli smanjenju onečišćenja vide upravo u manjem korištenju osobnih automobila koji koriste fosilna goriva, alternativa je korištenje javnog prijevoza češće nego osobnog, također neki rješenje vide u prelasku na električne automobile, neki od ispitanika smatraju da bi trebali kvalitetnije reciklirati, koristiti razne filtere u kućanstvu. Isto tako 41,9% ispitanika smatra da ljudi u njihovoj blizini nisu dovoljno informirani o negativnim posljedicama zagađenog zraka. Kako bi se to poboljšalo, 42,9% ispitanika smatra kako bi se na društvenim mrežama trebalo više razgovarati o ovom problemu, dok njih 22,7% smatra da se u školama i fakultetima treba više pričati o ovoj temi. 19,2% smatra da je bolja opcija da ova problematika češće bude spomenuta putem radija i tv-a, nešto manji broj smatra da su dovoljni letci i razne brošure, i najmanji broj ispitanika smatra kako su službene stranice Državnog hidrometeorološkog zavoda dovoljne za edukaciju i promicanje informacija o problematici zagađenja zraka.

## 4. Zaključak

Živimo u vremenu gdje je sve razvijeno, dostupno, svaka grana napreduje. Može se reći da nam ništa ne nedostaje, međutim svako napredovanje sa sobom vuče i neke negativne posljedice.

Jedna od posljedica je zagađenje zraka i općenito atmosfere, što za sobom opet vuče niz drugih posljedica poput raznih oboljenja, pogotovo kada su u pitanju respiratorne bolesti. Osim ljudi, pate i životinje, te biljni svijet. Negativne posljedice sve češće su vidljive a smatram da se premalo priča o njima. Ljudi kao pojedinci nisu previše utjecajni da bi sami napravili promjenu, ali kad bi svako krenuo od sebe, pomaka bi bilo. Naravno tu se treba naći i bolja rješenja za tvornice, elektrane, promet. Treba napomenut da kroz atmosferu štetne stvari „putuju“ tako da jedna država može napraviti veliko zagađenje a negativnih posljedica neće biti na njihovom području, već će onečišćenje primijetiti neka udaljenija država koja možda ima bolje riješenu situaciju sa proizvodnjom onečišćivača. Zato bi trebalo potaknuti čim više edukacija, razgovora o samoj problematici, potaknut velike industrije da nađu bolja rješenja za ovaj velik problem. Također trebali bi uvesti postrožene regulative i kontrolirati velike zagađivače da bi došlo do boljih promjena.

U cilju izrade diplomskog rada, provedeno je istraživanje na području Varaždinske županije, prema rezultatima anketnog upitnika, može se reći da stanovnici vrlo zadovoljni kvalitetom zraka u svojem području, postoje neki nedostaci ali oni nisu ne rješivi. Također, vrlo su svjesni koliko je kvaliteta zraka bitna za kvalitetu života, ali svi se zajedno slažu da bez obzira na to, treba još puno pričati i educirati o ovoj problematici.

## Sveučilište Sjever



### IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, IVANA BARTUČIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom KVALITETA KONKA NA DOSTUPNIM VELEUČILIŠNIM IZJAVAMA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Ivana Bartučić  
(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

## 5. Literatura

- [1] <https://www.enciklopedija.hr/clanak/atmosfera>. (Datum pristupa 07.05.2024.)
- [2] <https://www.meteorologiaenred.com/hr/slojevi-atmosfera.html> (Datum pristupa 08.05.2024.)
- [3] [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1) (Datum pristupa 08.05.2024)
- [4] Žeravica I: Analiza fotokemijskog zagađenja Južnog Jadrana. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Prehrambeno biotehnološki fakultet Osijek, 2019.
- [5] Varaždinac M. Analiza podataka o atmosferskim polutantima mjerenim u Slavanskom Brodu u ljetnom periodu 2013. Godine. Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Prehrambeno biotehnološki fakultet Osijek, 2015.
- [6] Martinčić M. Kemijski sastav atmosfere. Završni rad. Sveučilište u Rijeci. Rijeka 2023.
- [7] Babić V. Izvori i svojstva NO<sub>x</sub> spojeva. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb 2015.
- [8] <https://www.enciklopedija.hr> (Datum pristupa 10.05.2024.)
- [9] <https://www.eea.europa.eu> (Datum pristupa 10.05.2024.)
- [10] Topalović I. Analiza podataka o atmosferskim polutantima u graničnom sloju Atmosfere. Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Odjel za kemiju, Osijek 2014.
- [11] <http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/dodatni/427984.pdf>  
(Datum pristupa 24.05.2024.)
- [12] <https://zastitaokolisa.dashofer.hr> (Datum pristupa 28.05.2024.)
- [13] <http://www.azo.hr/EmisijaOneciscujucihTvari> (28.05.2024.)
- [14] Abramić M. Ozon i dušikovi oksidi u atmosferi - pregledni rad. Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet, Split 2016.



- [15] Fadiga I. Uređaj male potrošnje za nadzor kvalitete zraka. Diplomski rad, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Osijek 2021.
- [16] <https://www.horiba.com/int/process-and-environmental/products/detail/action/show/Product/apna-370-451/> (Datum pristupa 02.06.2024.)
- [17] <https://iszz.azo.hr/iskzl/postaja.html?id=277> (Datum pristupa 08.06.2024.)
- [18] <https://www.enciklopedija.hr/clanak/varijanca> (Datum pristupa 08.06.2024)
- [19] Tehnički leksikon, Leksikografski zavod Miroslava Krleže, Zagreb, 2007. , ISBN 978-953-268-004-1
- [20] <http://www.haop.hr>, (Datum pristupa 09.06.2024.)
- [21] <http://www.zakon.hr/z/269/Zakon-o-za%C5%A1titi-zraka> (Datum pristupa 09.06.2024.)
- [22] <http://dnevnik.hr/vijesti/zdravlje/oneciscenje-zraka-ubija-dva-milijuna-ljudi-godisnje.html> (Datum pristupa 09.06.2024.)
- [23] <https://www.eea.europa.eu> (datum pristupa 14.06.2024.)
- [24] <http://www.odraz.hr/hr/nase-teme/odrzivi-razvoj> (Datum pristupa 16.06.2024.)
- [25] Penzar Branka i Ivan: Agrometeorologija, Školska knjiga, Zagreb, 2000. , ISBN 953-0-30678-4,
- [26] održivi razvoj. Hrvatska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024.
- [27] <https://education.nationalgeographic.org/resource/meteorology/> (Datum pristupa 14.06.2024.)

## 6. Popis slika

Slika 2.1.1. fotografija munja

Slika 2.1.2. Fotografija stratosfere

Slika 2.1.3. Izgaranje meteorita

Slika 2.1.4. Magnetosfera

Slika 2.1.5. Zvezdana prašina

Slika 2.2.1. Fotografija prikazuje djelovanje ozonskog omotača

Slika 2.2.2. Slika onečišćenog zraka

Slika 2.6.1. EAS 200 uređaj

Slika 2.7.1. APNA-370 uređaj

Slika 2.7.2. Fotografija mjerne postaje Varždin-1

Slika 2.7.3. Preporuke za opću populaciju i za osjetljive skupine građana

Slika 2.9.1. Država mreža za praćenje kvalitete zraka

Slika 2.11.1. Prikaz kako onečišćen zrak djeluje na određene organe u tijelu

Slika 2.11.2. Prikaz koncentracije olova na području Hrvatske u tlu

Slika 2.11.3. Onečišćenje u atmosferi i njihov učinak

Slika 2.12.1. Održivi razvoj

Slika 3.1. Varaždinska županija

Slika 3.2.1. Odgovori ispitanika, Izvor: autor

Slika 3.2.2. Odgovori ispitanika, Izvor: autor

Slika 3.2.3. Odgovori ispitanika, Izvor: autor

Slika 3.2.4. Odgovori ispitanika, Izvor: autor

Slika 3.2.5. Odgovori ispitanika, Izvor: autor

Slika 3.2.6. Odgovori ispitanika, Izvor: autor

## 6.1. Popis tablica

Tablica 2.7.1. Mjerenje NO<sub>2</sub>

Tablica 2.7.2. Opisna statistika

Tablica 2.10.1. Onečišćenje zraka uzrokovano glavnim izvorima u naseljenim mjestima

## 6.2. Popis grafikona

Grafikon 3.2.1. godine

Grafikon 3.2.2. spol

Grafikon 3.2.3. mjesto stanovanja

Grafikon 3.2.4. zanimanje

Grafikon 3.2.5. u području gdje živim smatram da je kvaliteta zraka:

Grafikon 3.2.6. Smatrate li da je u današnje vrijeme kvaliteta zraka narušena?

Grafikon 3.2.7. Smatrate li da kvaliteta zraka utječe na kvalitetu života i na zdravlje?

Grafikon 3.2.8. Bolujete li od nekih respiratornih bolesti?

Grafikon 3.2.9. Koristite li pročišćivače zraka?

Grafikon 3.2.10. Jeste li upoznati s pojmom Dušikov dioksid?

Grafikon 3.2.11. Što mislite, koliko se u prosjeku dušikov dioksid koji je nastao ljudskim djelovanjem zadržava u nižim slojevima atmosfere?

Grafikon 3.2.12. Odaberite glavnog uzročnika kojeg smatrate da u najvećoj mjeri povećava proizvodnju dušikovog dioksida

Grafikon 3.2.13. Smatrate li da su ljudi u vašoj blizini dovoljno informirani o negativnim posljedicama zagađenog zraka?

Grafikon 3.2.14. Koji je po Vama najbolji način za edukaciju i informiranje građana o problematici zagađenja zraka?



## Match Overview



# 11%



1	repozitorij.svkst.unist.hr Internet Source	3%	>
2	zir.nsk.hr Internet Source	2%	>
3	urn.nsk.hr Internet Source	1%	>
4	repozitorij.unios.hr Internet Source	<1%	>
5	www.energetika-net.com Internet Source	<1%	>
6	mpz.ks.gov.ba Internet Source	<1%	>
7	Submitted to Sveučilišt... Student Paper	<1%	>
8	www.enciklopedija.hr Internet Source	<1%	>
9	Submitted to University... Student Paper	<1%	>



High Resolution

On

