

KVALITETA ZRAKA, VODE I TLA ZA PODRUČJE GRADA KOPRIVNICE

Jakupec, Martina

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:040906>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-10**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Martina Jakupec

**KVALITETA ZRAKA, VODE I TLA ZA
PODRUČJE GRADA KOPRIVNICE**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2021.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department
Professional graduate study of Safety and Protection

Martina Jakupec

Air, water and soil quality for the area of the city of Koprivnica

Final paper

Karlovac, 2021.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
SIGURNOST I ZAŠTITA
Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Martina Jakupec

KVALITETA ZRAKA, VODE I TLA ZA PODRUČJE GRADA KOPRIVNICE

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Lidija Jakšić, mag.ing.cheming., pred.

Karlovac, 2021.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 – 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: Sigurnost i zaštita
(označiti)

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, srpanj 2021.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Martina Jakupec

Matični broj: 0422418005

Naslov: Kvaliteta zraka, vode i tla za područje grada Koprivnice

Opis zadatka:

Cilj ovog završnog rada je objasniti pojmove vode zraka i tla, dok će u eksperimentalnom dijelu biti prikazani podaci o kvaliteti vode, zraka i tla na području Republike Hrvatske. Također, u radu će biti prezentirani kvaliteta zraka, vode i tla za područje grada Koprivnice uz pojašnjenje općih pojmova, parametara, te korištenih metoda analize.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Ožujak 2020.

Srpanj 2021.

Srpanj 2021.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Lidija Jakšić, mag.ing.cheming., pred.

Dr. sc. Snježana Kirin, v. pred.

PREDGOVOR

Završni rad pisala sam samostalno, kod kuće. Teorijski dio znanja savladala sam za vrijeme pohađanja Specijalističkog diplomskog stručnog studija, a praktični dio za vrijeme obavljanja stručne prakse. Zahvaljujem KC Vodama, Grdu Koprivnici, te Koprivničko-križevačkoj županiji na korištenju podataka o kvaliteti zraka i vode na području grada Koprivnice.

Zahvaljujem se mentorici Lidiji Jakšić, mag.ing.cheming., pred.

SAŽETAK

Ovaj rad obuhvaća teorijski dio u kojem je pojašnjenje pojmova vode zraka, tla, kvalitete. Objasnjeni su pravilnici koji vrijede za kvalitetu zraka i vode u Republici Hrvatskoj. Rad sadrži također i eksperimentalni dio u kojem su podaci o kvaliteti vode, zraka i tla na području Republike Hrvatske, te na području grada Koprivnice. U radu su prikazani podaci sastava vode, zraka i tla koji su dobiveni analizama za područje grada Koprivnice.

KLJUČNE RIJEČI: *kvaliteta, zrak, voda, tlo, kontrola kvalitete*

SUMMARY

This paper includes a theoretical part in which the explanation of the concepts of water, air, soil, quality. The ordinances that apply to air and water quality in the Republic of Croatia are explained. The paper also contains an experimental part in which data on water, air and soil quality in the Republic of Croatia, and in the city of Koprivnica. The paper presents data on the composition of water, air and soil obtained by analysis for the area of the city of Koprivnica.

KEY WORDS: *quality, air, water, soil, quality control*

SADRŽAJ

ZAVRŠNI ZADATAK	I
PREDGOVOR	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ	IV
1. UVOD.....	1
2. KVALITETA.....	2
2.1. Kontrola kvalitete	2
2.2. Upravlja je kvalitetom.....	3
3. ZAKON O KVALITETI ZRAKA I VODE	4
3.1 Zakon o zaštiti zraka	4
3.2. Zakon o vodama.....	5
3.3. Zakon o tlu	7
4. ZRAK.....	8
4.1. Kvaliteta zraka.....	9
4.2. Onečišćenje zraka.....	10
5. VODA.....	12
5.1. Kvaliteta vode.....	15
5.2. Analiza vode za piće.....	16
5.3. Pokazatelji kakvoće vode.....	16
5.3.1. Fizikalno-kemijski pokazatelji kakvoće vode.....	17
5.3.2. Kemijski pokazatelji kakvoće vode.....	20
5.4. Zagađenje vode.....	21
5.4.1. Kloriranje vode.....	21
5.4.2. Teški metali.....	22
6. TLO.....	23

	<i>IV</i>
6.1. Centar za tlo.....	24
6.1.1. Odjel za zaštitu poljoprivrednog zemljišta.....	25
6.1.2. Odjel laboratorija.....	27
7. KLIMATSKE PROMJENE.....	31
8. ZRAK, VODA I TLO NA PODRUČJU GRADA KOPRIVNICE.....	33
8.1. Opće informacije za grad Koprivnicu.....	33
8.2. Kvaliteta zraka.....	33
8.2.1. Praćenje kvalitete zraka.....	33
8.2.2. Kategorije kvalitete zraka.....	34
8.2.3. Ciljevi zaštite zraka, ozonskog sloja i ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskih promjena.....	36
8.3. Kvaliteta vode.....	37
8.3.1. Zdravstvena ispravnost vode u Hrvatskoj.....	37
8.3.2. Kontrola zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju.....	37
8.3.3. Kvaliteta vode za 2019. godinu za područje grada Koprivnice.....	39
8.4. Kvaliteta tla.....	44
9. ZAKLJUČAK.....	48
10. LITERATURA.....	49
11. PRILOZI.....	51
11.1. Popis slika.....	51
11.2. Popis tablica.....	51

1. UVOD

Voda bi po definiciji trebala biti tekućina bez boje, okusa i mirisa. Ona je sastavni dio života na Zemlji. Nema ni jednog živog bića, biljke ili životinje u tijelu kojeg nema vode. Higijenski ispravna voda za piće jedan je od osnovnih preduvjeta života i dobrog zdravlja. Pitka voda je voda visoke kakvoće prikladna za ljudske potrebe. Pitka voda je prikladna za piće te za pripravu hrane. Raspoložive količine pitke vode vrlo su male u odnosu na ukupne količine vode na Zemlji i nejednoliko raspoređene. Rijeke i jezera najvećim dijelom nisu upotrebljive kao pitka voda jer su onečišćene ogromnim količinama otpadnih voda iz industrije i gradova.[1]

Zrak je naziv za mješavinu plinova koji tvore Zemljinu atmosferu, te jedan od osnovnih životnih uvjeta. Zrak nema boju ni miris, a neophodan nam je za disanje i procese gorenja. Sastav zraka: Zrak se sastoji od oko 78% dušika, 21% kisika, 0,03% ugljičnog dioksida i 0,94% ostalih plemenitih plinova.[2]

Tlo je nositelj brojnih funkcija neophodnih za život na Zemlji; osigurava hranu, biomasu, sirovine, staništa i rezerve gena te skladišti, filtrira i izmjenjuje hranjive tvari, vodu i ugljik. Esencijalni je medij o kojem ovisi biološka raznolikost (stanište mnoštvu organizama je u samom tlu) i općenito održivost ekosustava. Tlo je izuzetno važno u ublažavanju klimatskih promjena, jer uz oceane i karbonatne stijene, tlo sadrži najveće globalne zalihe ugljika (dva puta više nego atmosfera i tri puta više nego ukupna vegetacija na Zemlji).[3]

Riječ kvaliteta (kakvoća) potječe od latinske riječi "qualitas", a predstavlja svojstvo, odliku, značajku, sposobnost, vrijednost. Definicija kvalitete prema normi ISO 9000 je "*Kvaliteta je stupanj do kojeg skup svojstvenih karakteristika ispunjava zahtjeve*".[4]

2. KVALITETA

Riječ kvaliteta (kakvoća) potječe od latinske riječi “qualitas”, a predstavlja svojstvo, odliku, značajku, sposobnost, vrijednost. Definicija kvalitete prema normi ISO 9000 je *"Kvaliteta je stupanj do kojeg skup svojstvenih karakteristika ispunjava zahtjeve"*. Kvalitetu nekog proizvoda ili usluge određuje odnos želja i potreba korisnika i njihove realizacije od proizvođača.

2.1. Kontrola kvalitete

Kontrola kvalitete se odnosi na nadzor nad proizvodnim procesom tijekom njegova odvijanja. Nadzor kvalitete se provodi u dva dijela. Prvo se provodi unutrašnja kontrola kvalitete od samih proizvođača. Zatim se provodi vanjska kontrola kvalitete koju obavljaju tijela za ocjenjivanje sukladnosti, kupci, konkurenti i samo tržište. Kontrola kvalitete sastoji se od promatranja stvarnog ispunjavanja funkcije, usporedbe ispunjavanja te funkcije te djelovanje ako se ta funkcija razlikuje od norme. Kroz norme niza ISO 9000ff i ISO/IEC 17000ff došlo je do ujedinjavanja unutarne i vanjske kontrole kvalitete. Počeo se stvarati jedinstveni sustav osiguranja kvalitete koji stavlja u prvi plan zahtjeve kupaca. Važnu ulogu u postizanju kvalitete ima osiguranje kvalitete. Osiguranje kvalitete je dio sustava upravljanja kvalitetom fokusiran na stvaranje povjerenja u ispunjavanje osnovnih zahtjeva vezanih za kvalitetu. Osiguranje kvalitete znači planirane i sistematične aktivnosti ugrađene u sustav, dok kontrola kvalitete označava tehnike i aktivnosti opažanja koje se koriste da bi se zadovoljili zahtjevi za kontrolom.

Karakteristike kvalitete dijele se u 2 skupine:

1. Proizvodne: mehanička svojstva, električna svojstva, dužne mjere, geometrijski oblik, površinska prerada, mehaničke karakteristike sastava, električne karakteristike sastava
2. Uporabne: funkcionalnost, pouzdanost, izgled

Mjerila za ocjenjivanje kvalitete su:

- sukladnost s normama – proizvod mora odgovarati tehničkim normama
- sukladnost sa svojstvima navedenim u specifikacijama proizvoda

- pouzdanost –značajno mjerilo za proizvode koje za vrijeme upotrebe treba redovito održavati
- ekološka prihvatljivost –proizvodi ne smiju narušavati prirodni okoliš
- suvremen i estetski izgled proizvoda
- servisiranje i opskrba rezervnim dijelovima
- prodajna i transportna ambalaža –izgled odnosno zaštita pri transportu

2.2. Upravljanje kvalitetom

Upravljanje kvalitetom je skup radnji opće funkcije upravljanja koji određuje politiku kvalitete, ciljeve, i odgovornosti te ih u okviru sustava kvalitete ostvaruje pomoću planiranja, praćenja, osiguravanja i poboljšavanja kvalitete. Upravljanje kvalitetom je vrh piramide kad se govori o kvaliteti. Upravljanje kvalitetom je nadogradnja na osiguranje i kontrolu kvalitete i zauzima važno mjesto u strateškom planiranju svake organizacije. Jedan od osnovnih zahtjeva izgradnje sustava za upravljanje kvalitetom je da osnovni procesi vezani uz kvalitetu budu ugrađeni u svaki poslovni proces.[4]

3. ZAKONI O KVALITETI ZRAKA I VODE

3.1. Zakon o zaštiti zraka

Zakon o zaštiti zraka NN 127/19 na snazi od 01.01.2020. Ovim se Zakonom određuju nadležnost i odgovornost za zaštitu zraka, planski dokumenti, praćenje i procjenjivanje kvalitete zraka, mjere za sprječavanje i smanjivanje onečišćavanja zraka, izvještavanje o kvaliteti zraka i razmjeni podataka, djelatnost praćenja kvalitete zraka i emisija u zrak, informacijski sustav zaštite zraka, financiranje zaštite zraka, upravni i inspekcijski nadzor. Zaštita i poboljšanje kvalitete zraka, u svrhu održivog razvoja, temelji se na načelima zaštite okoliša određenim sukladno zakonu kojim se uređuje zaštita okoliša i zahtjevima međunarodnog prava i pravne stečevine Europske unije. U zaštiti i poboljšanju kvalitete zraka primjenjuju se i odredbe zakona kojim se uređuje zaštita okoliša i drugih propisa, osim ako je ovim Zakonom propisano drukčije.

Mjere zaštite i poboljšanja kvalitete zraka određuju se radi:

- izbjegavanja, sprječavanja ili smanjenja štetnih posljedica na ljudsko zdravlje, kvalitetu življenja i okoliš u cjelini
- sprječavanja i smanjivanja onečišćivanja koja utječu na kvalitetu zraka
- očuvanja kvalitete zraka ako je zrak čist ili neznatno onečišćen te poboljšavanja kvalitete zraka u slučajevima onečišćenosti
- korištenja učinkovitijih tehnologija s obzirom na potrošnju energije te poticanja uporabe obnovljivih izvora energije u svrhu smanjenja doprinosa onečišćenju zraka
- uspostave, održavanja i unapređivanja cjelovitog sustava upravljanja kvalitetom zraka na teritoriju Republike Hrvatske
- procjene kvalitete zraka i pribavljanja odgovarajućih podataka o kvaliteti zraka na temelju standardiziranih metoda i mjerila koje se primjenjuju na području Europske unije
- osiguravanja dostupnosti javnosti informacija o kvaliteti zraka i

– izvršenja obveza preuzetih međunarodnim ugovorima i sporazumima kojih je Republika Hrvatska stranka te sudjelovanja u međunarodnoj suradnji u području zaštite zraka.

Procjenu kvalitete zraka, modeliranje za potrebe procjene i za potrebe izvješćivanja iz te modeliranje za potrebe stručnih analiza podataka o emisijama onečišćujućih tvari i određivanje doprinosa pojedinog izvora emisija razinama onečišćujućih tvari u zraku za potrebe akcijskih planova osigurava Ministarstvo, a provodi Državni hidrometeorološki zavod. Praćenje kvalitete zraka, praćenje emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora, provjeru ispravnosti mjernog sustava za kontinuirano mjerenje emisija iz nepokretnih izvora obavljaju pravne osobe – ispitni laboratoriji. Praćenje kvalitete proizvoda obavljaju pravne osobe – ispitni laboratoriji i/ili neovisna inspekcijska tijela.

Kvaliteta zraka prati se na osnovi:

- mjerenja na stalnim mjernim mjestima i/ili ocjene razina onečišćenosti zraka u zonama i aglomeracijama
- mjerenja na stalnim mjernim mjestima i/ili ocjene razina onečišćenosti zraka zbog daljinskoga i prekograničnoga prijenosa onečišćujućih tvari u zraku i oborini na teritoriju Republike Hrvatske
- mjerenja i analize meteoroloških uvjeta i kvalitete zraka
- mjerenja i opažanja promjena koje ukazuju na učinak onečišćenosti zraka (posredni pokazatelji kvalitete zraka): na tlu, biljkama, građevinama, u biološkim nalazima i slično
- modeliranja prijenosa i disperzije onečišćujućih tvari odgovarajućim atmosferskim modelima i
- drugih metoda procjene i mjerila koji se primjenjuju na području Europske unije.[5]

3.2. Zakon o vodama

Ovim se Zakonom uređuju pravni status voda, vodnoga dobra i vodnih građevina, upravljanje kakvoćom i količinom voda, zaštita od štetnog djelovanja voda, detaljna melioracijska odvodnja i navodnjavanje, posebne djelatnosti za potrebe upravljanja vodama, institucionalni

ustroj obavljanja tih djelatnosti i druga pitanja vezana za vode i vodno dobro. Ovim se Zakonom ne uređuju radiološka onečišćenja voda i vodnoga dobra. Odredbe ovoga Zakona odnose se na podzemne vode i površinske vode, uključujući priobalne vode, osim kada je ovim Zakonom ili posebnim zakonom drukčije uređeno.

Odredbe ovoga Zakona odnose se i na: vode teritorijalnog mora u pogledu njihova kemijskog stanja, mineralne vode, osim kada je ovim Zakonom ili posebnim zakonom iz upravnog područja rudarstva drukčije uređeno i geotermalne vode, osim kada je ovim Zakonom ili posebnim zakonom kojim se uređuju geotermalne vode drukčije uređeno.

Upravljanje vodama čine svi poslovi, mjere i radnje koje na temelju ovoga Zakona i zakona kojim se uređuje financiranje vodnoga gospodarstva poduzimaju Republika Hrvatska, Hrvatske vode, jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave radi postizanja ciljeva, osim poslova, mjera i radnji u djelatnostima detaljne melioracijske odvodnje, javnoga navodnjavanja i vodnih usluga.

Ciljevi upravljanja vodama su: osiguranje dovoljnih količina zdravstveno ispravne vode za ljudsku potrošnju radi zaštite zdravlja ljudi, osiguranje potrebnih količina vode odgovarajuće kakvoće za različite gospodarske i osobne potrebe, zaštita ljudi i njihove imovine od poplava i drugih oblika štetnog djelovanja voda i postizanje i očuvanje dobrog stanja voda radi zaštite života i zdravlja ljudi, zaštite njihove imovine, zaštite vodnih i o vodi ovisnih ekosustava.

Zaštita voda ima za cilj:

- spriječiti daljnje pogoršanje, zaštititi i poboljšati stanje vodnih ekosustava te, s obzirom na potrebe za vodom, kopnenih ekosustava i močvarnih područja izravno ovisnih o vodnim ekosustavima
- promicati održivo korištenje voda na osnovi dugoročne zaštite raspoloživih vodnih resursa
- bolje zaštititi i poboljšati stanje vodnog okoliša, među ostalim i putem specifičnih mjera za postupno smanjenje ispuštanja, emisija i rasipanja opasnih tvari s prioritetne liste te prekid ili postupno ukidanje ispuštanja, emisija ili rasipanja opasnih tvari s prioritetne liste

– osigurati postupno smanjenje onečišćenja podzemnih voda i sprječavati njihovo daljnje onečišćenje te

– pridonijeti ublažavanju posljedica poplava i suša.[6]

3.3 Zakon o tlu

Zaštita zemljišta od onečišćenja provodi se zabranom, sprječavanjem i ograničavanjem unošenja onečišćujućih tvari u zemljište kao i poduzimanjem drugih mjera za njegovo očuvanje. Onečišćujuće tvari su teški metali (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb i Zn) i potencijalno toksični esencijalni elementi (Zn i Cu), organske onečišćujuće tvari (pesticidi, industrijske kemikalije, nusproizvodi izgaranja i industrijskih procesa), radionuklidi i patogeni organizmi. Onečišćujućim tvarima smatraju se i tvari koje se uobičajeno unose u zemljište, ali neadekvatnom primjenom (količine, vrijeme primjene, uvjeti u zemljištu i drugo) mogu prouzročiti štete po okoliš i/ili zdravlje ljudi. Izvori onečišćenja su: industrijska proizvodnja i usluge, industrijski otpad, gradski otpad, naftna industrija, rudarstvo, elektrane, skladišta, vojna aktivnost, promet, transportni izljevi, poljoprivredna djelatnost, incidentne situacije i ostalo. Organsko gnojivo, poboljšivači tla i ostala sredstva koja se unose u tlo ili se koriste u staklenicima i plastenicima kao supstrat ili komponenta u pripremi supstrata, mogu se koristiti ako su na deklaraciji proizvoda navedeni podaci o sadržaju teških metala i drugih onečišćujućih tvari. Sadržaj onečišćujućih tvari u organskim gnojivima i poboljšivačima tla koji se koriste uz miješanje sa tлом ne smije prelaziti peterostruku količinu. Ako se poboljšivači tla koriste kao supstrat za proizvodnju bez miješanja s tлом, sadržaj onečišćujućih tvari ne smije prelaziti najviše dopuštene količine. Stavljanje na tržište sredstava za zaštitu bilja, njihova distribucija, prodaja, primjena, redoviti pregledi strojeva za primjenu pesticida, izobrazba profesionalnih korisnika pesticida, distributera i savjetnika, mjere za smanjenje rizika za okoliš, zdravlje ljudi i životinja, postupanje s ostacima sredstava za zaštitu bilja i praznom ambalažom uređeni su posebnim propisima kojima se uređuju sredstva za zaštitu bilja i održiva uporaba pesticida. U cilju zaštite poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja provodi se ispitivanje i trajno praćenje stanja onečišćenosti poljoprivrednog zemljišta. Ispitivanje onečišćenosti poljoprivrednog zemljišta obavlja Agencija za poljoprivredno zemljište, te drugi laboratoriji ovlašteni od Ministarstva poljoprivrede. Trajno praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta u cilju zaštite od onečišćenja obavlja Agencija za poljoprivredno zemljište.[7]

4. ZRAK

Zrak, smjesa plinova što je kao omotač vezana uz Zemlju pretežno gravitacijskim silama, sudjeluje u njezinoj vrtnji, tvori Zemljinu atmosferu i nužna je za život na Zemlji (→ ATMOSFERA). Ukupna masa suhoga zraka iznosi $5,1 \cdot 10^{18}$ kg (približno milijunti dio Zemljine mase). Današnji volumni udjel kisika, najvažnijega sastojka zraka za postojeće oblike života na Zemlji, postignut je prije približno 400 do 500 milijuna godina kao posljedica fotosinteze zelenih biljaka u oceanima. Istodobno je fotolizom kisika u višim slojevima atmosfere nastajao ozon, koji štiti žive organizme od štetnoga djelovanja Sunčeva ultraljubičastoga zračenja. Čisti, suhi zrak plin je bez boje, okusa i mirisa. Njegova prosječna fizikalna svojstva ovise o temperaturi, tlaku i nadmorskoj visini. Prosječna je molarna masa suhoga zraka 28,97 g/mol, a gustoća na morskoj razini, pri tlaku od 101 325 Pa i temperaturi 0 °C, iznosi 1,295 kg/m³, odn. 1,2250 kg/m³ pri prosječnoj temperaturi na Zemlji (15 °C). Miješanjem zračnih masa različite gustoće, temperature i tlaka nastaje vjetar. Iako se s porastom visine gustoća i tlak zraka smanjuju eksponencijalno, zbog vertikalnih i horizontalnih strujanja kemijski je sastav zraka do visine od 80 do 90 km (homosfera) uglavnom stalan. Zrak sadrži i vodenu paru, kojoj je volumni udjel u rasponu od 0 do 4% (prosječno oko 1%), a ovisi o nadmorskoj visini, klimatskom području i meteorološkim prilikama. Iako im je volumni udjel malen, ugljikov dioksid i vodena para vrlo su važni sastojci zraka, jer apsorbiraju toplinsko zračenje Zemlje i djelomično ga vraćaju na Zemlju, pri čem se zagrijavaju tlo i oceani. Zrak sadrži i vrlo promjenljive količine krutih i tekućih čestica prirodnog ili antropogenoga podrijetla.

Najreaktivniji je sastojak zraka kisik, koji se troši u prirodnim procesima (disanje ljudi, životinja i biljaka, oksidacija stijena), pri izgaranju fosilnih goriva i u mnogim tehnološkim procesima. Asimilacijom biljaka kisik se vraća u zrak i tako kruži prirodom. Kako u mnogim od tih procesa nastaju ugljikov dioksid i voda, koji se npr. asimilacijom biljaka opet troše, kružni tok kisika i ugljika u prirodi usko su povezani. Dušik je kemijski inertan sastojak zraka, no kao esencijalni element jedan je od najvažnijih sudionika u biološkim procesima. Nitrificirajući mikroorganizmi koji žive na korijenju leguminoza vežu dušik iz zraka i otpuštaju ga u tlo u obliku spojeva potrebnih za život drugih biljaka. Denitrificirajući mikroorganizmi, pak, reduciraju nitratne ione u molekularni dušik, pa tako i dušik kruži prirodom.

Zrak se najviše rabi u različitim industrijskim procesima, gdje kisik služi kao oksidans. Osim toga, zrak se primjenjuje kao sredstvo za grijanje ili hlađenje, u pneumatskim sustavima koji rade sa stlačenim zrakom i dr. Ukapljeni zrak, plavkasta tekućina koja vrije na $-194\text{ }^{\circ}\text{C}$, služi za dobivanje kisika i dušika frakcijskom destilacijom (\rightarrow UKAPLJIVANJE PLINOVA) i za postizanje vrlo niskih temperatura.

4.1. Kvaliteta zraka

Kvaliteta zraka prati se na državnoj i lokalnoj razini kroz mrežu mjernih postaja: državna mreža za trajno praćenje kvalitete zraka, mjerne postaje jedinica lokalne i regionalne samouprave te mjerne postaje onečišćivača. Dobiveni mjerni podaci koriste se za praćenje i procjenjivanje kvalitete zraka i potom za predlaganje i provođenje mjera za sprječavanje i smanjivanje onečišćenja zraka.

Državna mreža za trajno praćenje kvalitete zraka trenutno obuhvaća 22 uspostavljene mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka, a u planu je uspostava i dodatnih pet mjernih postaja u Zagrebu, Splitu, Osijeku i Omišlju (otok Krk). Jedanaest postaja smješteno je u naseljima i industrijskim područjima - tri u Zagrebu, dvije u Slavonskom Brodu te po jedna u Rijeci, Kutini, Osijeku, Sisku, Varaždinu i Karlovcu, a 11 postaja smješteno je u ruralnim i zaštićenim područjima: Kopački rit, Desinić, Bilogora, Plitvička jezera, Parg, Višnjan, Polača-Ravni kotari, Vela straža-Dugi otok, Hum-otok Vis, Opuzen-delta Neretve i Žarkovica-Dubrovnik.

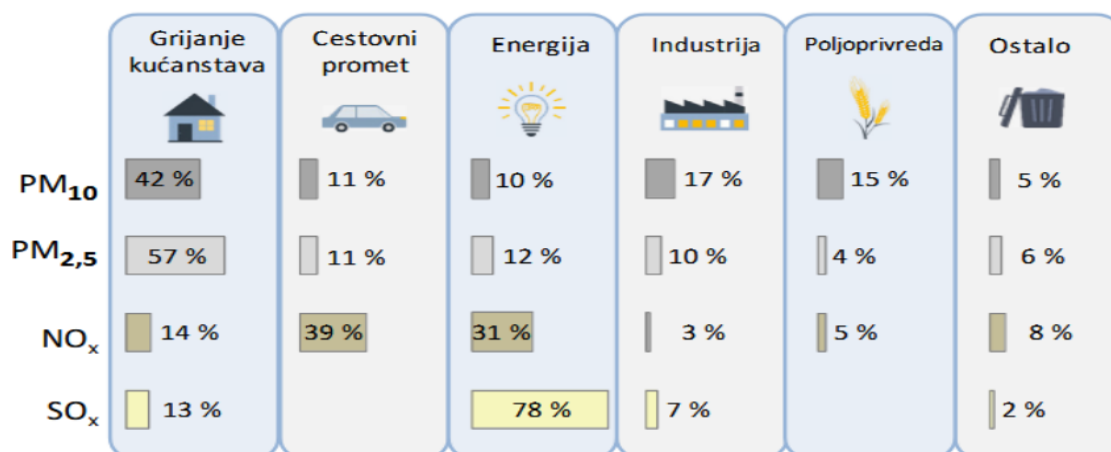
Rezultati mjerenja kvalitete zraka sa svih mjernih postaja uspostavljenih na području Republike Hrvatske kontinuirano se dostavljaju u bazu „Kvaliteta zraka u Republici Hrvatskoj“ i objavljuju svakog sata na internetskim stranicama Hrvatske agencije za okoliš i prirodu

Kvaliteta zraka se utvrđuje za svaku onečišćujuću tvar na godišnjoj razini, jednom godišnje za proteklu kalendarsku godinu. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike izrađuje godišnja Izvješća o kvaliteti zraka koja sadrže ocjenu kvalitete zraka na području Republike Hrvatske.[8]

4.2. Onečišćenje zraka

Onečišćenje zraka odstupanje je od njegova normalnoga sastava zbog prisutnosti stranih tvari (onečišćivala) u koncentraciji u kojoj one u kraćem vremenu ne uzrokuju izravnu štetu za zdravlje ljudi ili drugih živih organizama, dok je zagađivanje, kao posljedica ljudskoga djelovanja, unošenje stranih tvari u zrak u koncentraciji u kojoj one u kraćem ili duljem vremenu uzrokuju izravnu štetu po okoliš i živa bića te ugrožavaju ljudsko zdravlje. Glavna su onečišćivala i zagađivala aerosoli, lebdeće čestice raspršene u zraku (dim, čađa, prašina, čestice teških metala i njihovih spojeva, ulje, soli), zatim oksidi ugljika, sumpora i dušika, ugljikovodici (npr. metan, butan, benzen), fotokemijski produkti (npr. ozon u nižim dijelovima atmosfere), drugi anorganski (sumporna i dušična kiselina, sumporovodik, amonijak) i organski spojevi (organske kiseline, alkoholi), radioaktivne tvari. Mnogi onečišćivači prirodnoga su podrijetla, npr. proizvodi vulkanskih erupcija te metabolizma i raspadanja organizama. Glavni izvori zagađivanja zraka različiti su industrijski procesi, promet, postrojenja za dobivanje energije te spaljivanje šuma, raslinja na poljoprivrednim površinama i raznovrsnog otpada. Glavne su posljedice onečišćenja i zagađenja zraka efekt staklenika, ozonske rupe, fotokemijski i industrijski smog te kisele kiše, što ugrožava ljudsko zdravlje, cjelokupni život na Zemlji i mnoge proizvode ljudske djelatnosti. Zagađivanje zraka može se smanjiti ili spriječiti uporabom katalitičkih konvertora i bezolovnoga benzina u automobilima, hvatanjem zagađivala u industrijskim postrojenjima (filtri, cikloni, ispiralice, precipitatori), uporabom alternativnih izvora energije i smanjenjem njezine potrošnje, uporabom čistijih goriva, recikliranjem otpada i dr.[9]

Oko 90% emisija amonijaka i 80% emisija metana dolazi iz poljoprivrede. Oko 60% sumpornih oksida dolazi iz poljoprivredne energije i njezine raspodjele. Mnogi prirodni fenomeni uključuju vulkanske erupcije, šumske požare i pješčane oluje otpuštaju onečišćujuće tvari zraka u atmosferu. Izvori metana uključuju otpad (deponiji), iskapanje ugljena i prijevoz plina na velike udaljenosti. Više od 40% emisija dušičnih oksida otpada na cestovni prijevoz. Izgaranja goriva ključan je čimbenik koji doprinosi onečišćenju zraka. Izvori onečišćenja zraka kao i glavne onečišćujuće tvari prikazani su na slici 1.

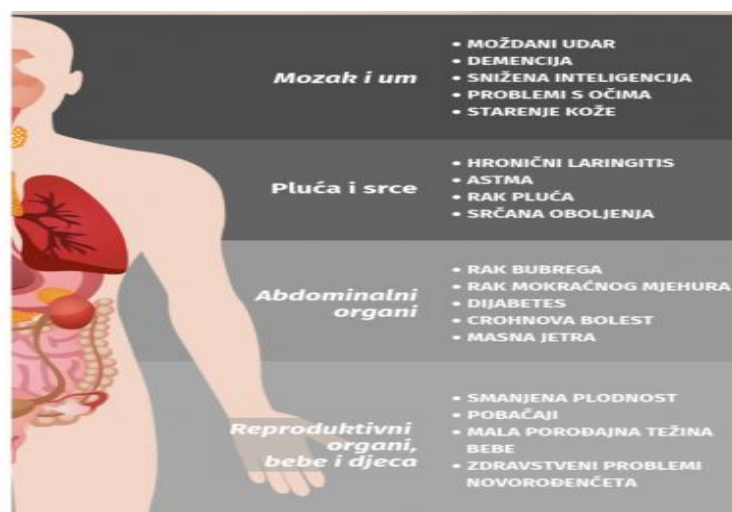


Slika 1. Izvori onečišćenja zraka i onečišćujuće tvari [10]

Prema prikazanom na slici 1. glavne onečišćujuće tvari koje nastaju kao posljedica grijanja kućanstva su PM₁₀ (frakcija lebdećih čestica aerodinamičkog promjera 10 μm) i PM_{2,5} (frakcija lebdećih čestica aerodinamičkog promjera 2.5 μm). [5,10]

Glavni izvor NO_x (dušičnih oksida) predstavljaju cestovni promet i dobivanje energije, dok je glavni izvor SO_x (sumporovih oksida) proizvodnja energije.

Prema podacima WHO-a bolesti srca i moždani udar izazvani onečišćenjem zraka odgovorni su za 80 % slučajeva preuranjene smrti. Slijede ih bolesti pluća, uključujući rak, i druge bolesti. Na slici 2. ukratko su prikazani glavni učinci na zdravlje četiriju prethodno navedenih onečišćujućih tvari u zraku.



Slika 2. Utjecaj onečišćenja zraka na zdravlje[11]

5. VODA

Voda, H_2O , najvažniji kemijski spoj na Zemlji bez kojega život u postojećem obliku nije moguć. Voda je bitan sastojak živih organizama, zauzima više od dvije trećine Zemljine površine. Pod utjecajem Sunčeva zračenja površinska voda neprekidno se isparuje u atmosferu, gdje se kondenzira i u obliku oborina (kiša, snijeg, tuča, rosa, inje, magla) vraća na Zemlju. (→ HIDROLOŠKI CIKLUS)

Pri atmosferskom tlaku i temperaturi između $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (kada se ledi) i $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (kada vrije) čista (destilirana) voda bezbojna je tekućina (kapljevin) bez mirisa i okusa. Gustoća vode najveća je na $3,98\text{ }^{\circ}\text{C}$, pa je led manje gustoće od tekuće vode i na njoj pliva, a njegov volumen veći je za 9% od volumena jednake mase tekuće vode. Jedinstvena fizikalna i kemijska svojstva vode posljedica su kemijske i prostorne građe njezinih molekula. Zbog značajne razlike u elektronegativnosti vodikova i kisikova atoma, zbog dvaju slobodnih, nepodijeljenih elektronskih parova na kisikovu atomu, te činjenice da dvije kovalentne veze između kisikova i vodikovih atoma zatvaraju kut od $104,5^{\circ}$, molekula vode razmjerno je jaki dipol. Zbog toga molekule vode i u tekućem i u čvrstom stanju grade nakupine molekula, međusobno povezane vodikovim vezama (→ VODIK). U tekućoj su vodi te nakupine nestabilne i nasumične, a u ledu one tvore pravilnu tetraedarsku strukturu, pri čem tetraedri grade heksagonske kanale. Taljenjem leda njegova se tetraedarska struktura urušava, pa se broj molekula vode po jedinici volumena povećava. Istodobno se s porastom temperature molekule vode međusobno udaljuju i njihov se broj po jedinici volumena smanjuje. Od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $3,98\text{ }^{\circ}\text{C}$ prevladava proces urušavanja tetraedarske strukture i gustoća vode raste (anomalija vode), iznad $3,98\text{ }^{\circ}\text{C}$ prevladava proces udaljavanja molekula, tj. gustoća se vode daljnjim porastom temperature smanjuje, kao što je to i u većini ostalih tvari. Prirodne se vode smrzavaju od površine prema unutrašnjosti, a led na površini toplinski je izolator koji usporava daljnje smrzavanje i štiti žive organizme u vodi. Zbog vodikovih veza između molekula, ledište i vrelište vode znatno su viši od ledišta i vrelišta nekih sličnih vodikovih spojeva koji nemaju vodikove veze, kao što su amonijak (NH_3) i sumporovodik (H_2S). Bez vodikovih veza vrelište vode pri atmosferskom tlaku bilo bi $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zahvaljujući vodikovim vezama, specifični toplinski kapacitet vode ($4185\text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$) i specifična toplina isparivanja vode ($3,33 \cdot 10^5\text{ Jkg}^{-1}$) i taljenja leda ($2,26 \cdot 10^6\text{ Jkg}^{-1}$) veliki su, a to znači da se prijelazom vodene pare u tekuću vodu, odnosno tekuće vode u led, oslobađa znatna energija, što npr. omogućuje toplokrvnim

organizmima održavanje temperature u potrebnim, uskim granicama (→ TERMOREGULACIJA; ZNOJENJE). Kako je masa površinske vode na Zemlji golema, uz male promjene temperature, jezera i mora mogu iz atmosfere primiti i ponovno u atmosferu otpustiti velike količine topline, što je uzrokom da na površini Zemlje nema naglih i velikih promjena temperature kao na Mjesecu ili Merkur. Također, vodena para u atmosferi djelomično apsorbira mikrovalno i infracrveno zračenje tla i tako ublažava kolebanje temperature. Polagano zagrijavanje i hlađenje mora razlogom su blaže klime u primorskim krajevima.

Voda se može dobiti izravnom sintezom iz vodika i kisika, a nastaje i kao produkt u mnogim drugim kemijskim reakcijama. Može se rastaviti na vodik i kisik elektrolizom, uz dodatak jakoga elektrolita radi povećanja vodljivosti otopine (čista voda vrlo je slab elektrolit), ili termičkom razgradnjom na više od 1000 °C (prevođenjem vodene pare preko užarene platinske žice). U čistoj vodi postoji ravnoteža autoionizacije vode, tj. autoprotoliza, u kojoj jedna molekula vode djeluje kao kiselina, a druga kao baza: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$, pa je voda amfoterna. Stoga ona kemijski reagira s oksidima metala i daje baze, a s oksidima nemetala kiseline. Važna je reakcija vode i hidroliza. Voda se ugrađuje u kristalnu rešetku mnogih soli, dajući hidratizirane soli. Čista voda slabo je ionizirana, pa je množinska koncentracija nastalih iona vrlo mala ($[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$, pri 25 °C). Čista voda je neutralna, tj. $\text{pH} = 7$ (→ PH). Zbog polarnoga karaktera svoje molekule voda je odlično otapalo za mnoge ionske i polarne spojeve, tako da *prirodna voda* (voda u prirodi) nikada nije kemijski čista, jer otapa mineralne tvari iz tla i najčešće sadrži kalcijeve, magnezijeve i natrijeve katione te hidrogenkarbonatne, kloridne i sulfatne anione. Takva se voda naziva *tvrdom vodom*, jer se prilikom njezina vrenja stvaraju netopljivi produkti (najčešće kalcijev karbonat, CaCO_3) koji slabo prenose toplinu, pa se materijal zagrijane posude pregrijava i slabe mu mehanička svojstva. To je posebno štetno za kućanske aparate (perilice i bojlere) i visokotlačne parne kotlove u industriji. Zbog toga se prirodna voda (osim kišnice) za tehničku primjenu mora omekšati. Karbonatna (prolazna) tvrdoća vode, uzrokovana kalcijevim i magnezijevim hidrogenkarbonatima, može se ukloniti iskuhavanjem vode ili dodatkom sode ili sode i vapna, što uzrokuje taloženje netopljivih karbonata. Kako se nekarbonatna (stalna) tvrdoća vode, uzrokovana svim ostalim u vodi otopljenim solima, ne može tako ukloniti, za uklanjanje ukupne tvrdoće vode (karbonatne i nekarbonatne) provodi se deionizacija vode s pomoću izmjenjivača iona. U Međunarodnom sustavu jedinica (SI) ukupna tvrdoća vode izražava se kao množinska koncentracija zemnoalkalijskih iona u vodi (mjerna jedinica

mol/L). Iako ne postoji jednoznačna tablica tvrdoće vode, uglavnom se smatra kako je voda koja sadrži manje od 1,6 mmol/L kalcijevih iona meka, od 1,6 do 3,2 mmol/L umjereno tvrda, od 3,2 do 4,6 mmol/L tvrda, a uz koncentraciju kalcijevih iona veću od 4,6 mmol/L vrlo tvrda.

Mineralnom vodom naziva se prirodna voda koja u jednoj litri sadrži više od 1 g svih otopljenih soli.

Destilirana voda dobiva se jednokratnom ili višekratnom destilacijom, tj. isparivanjem vode i ukapljivanjem vodene pare, čime se uklanjaju otopljene ili suspendirane čvrste tvari i otopljeni plinovi. *Teška voda* u kemijskom je smislu deuterijev oksid, D₂O, a u praktičnom smislu naziv za vodu koja je tehničkim postupkom obogaćena deuterijem.

Pitka voda, podzemna, bunarska i površinska, bistra je voda, bez mirisa i boje, a radi dobra okusa treba sadržavati otopljeni kisik, ugljikov dioksid i topljive soli (NaCl, NaHCO₃). Sadrži li patogene bakterije, organske tvari, nitrate, nitrite i amonijak, željezne soli (koje omogućuju razvoj algi), manganove soli (daju vodi loš okus) ili druge štetnih tvari, mora se prije uporabe pročistiti oksidacijom kisikom iz zraka i dezinficirati klorom ili ozonom. Voda kao dobro otapalo opskrbljuje biljke mineralnim tvarima i nužna je za fotosintezu, a u ljudskom organizmu kao glavni sastojak tjelesnih tekućina opskrbljuje sve organe hranjivim sastojcima i uklanja otpadne tvari iz organizma.

Oborinska voda sadrži prašinu i nešto otopljenih plinova iz atmosfere, a nema otopljenih soli, pa je bljutava okusa, no ipak se ponegdje rabi za piće. Kao pitka voda sve se više rabi i voda dobivena desalinizacijom slane jezerske ili morske vode.

Otpadna voda je voda uporabljena u kućanstvu, obrtu ili industriji i obično je toliko onečišćena da se ne smije ispuštati u vodene tokove bez pročišćivanja (→ OTPADNE VODE). Zagađivanje vode industrijskim otpacima stvara u novije doba veliku opasnost za održavanje biološke ravnoteže u rijekama, jezerima i morima.[12]

5.1. Kvaliteta vode

Kakvoća vode ili kvaliteta vode se ispituje prema preporukama, smjernicama i pravilnicima mjerodavnih ustanova i zavoda na međudržavnoj i državnoj razini. U Hrvatskoj kakvoća vode za piće propisana je *Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće* (NN. RH, br. 46/94) koji je u suglasju s istovrsnim pravilnicima Europske Unije. Ovim se pravilnikom propisuje:

- zdravstvena ispravnost vode koja služi za javnu vodoopskrbu stanovništva kao voda za piće ili za proizvodnju namirnica i pripremu hrane;
- vrste, obim i standardni postupci analize uzoraka vode za piće;
- učestalost i način uzimanja (uzorkovanje) vode za piće.

Pravilnikom su dodatno za vrijeme izvanrednog stanja, ratnog stanja ili neposredne ratne opasnosti propisane maksimalno dopuštena koncentracija bojnih otrova u vodi za piće i radiološka svojstva vode za piće. Kakvoću vode za piće treba ispitivati na izvoru, nakon postupka pročišćavanja i dezinfekcije, u vodospremi i vodu u razdjelnoj mreži (na određenim mjestima vodovoda). Voda se ispituje terenskim uviđajem i analizom pojedinih uzoraka u laboratoriju.

U prirodi nema idealno čiste vode. Voda već pri nastanku iz vodene pare otapa plinove i krute čestice koje se nalaze u atmosferi. Sastav tla, i onečišćenje tla ima veliki utjecaj na sastav i kakvoću vode. Već u toku padanja, kiša upija atmosfersko onečišćenje zbog povećane količine ugljikovog dioksida CO₂ u atmosferi, te pH pada do vrijednosti od 5,6 pa čak i do 4, te nastaju kisele kiše. Samo u krškim područjima karbonatne stijene neutraliziraju tu kiselost, te voda ima pH oko 7, što je čini neutralnom. Onečišćenje podzemne vode uvijek je nepovoljno, jer ako se voda onečisti otrovnom tvari ona je izvan upotrebe ne samo desetljećima, već i stoljećima ili zauvijek. Zato mjere obvezne zaštite vode kod planiranja, gradnje i održavanja objekata moraju biti učinkovite, zakonski provedive, i određene *Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće*, te *Uredbom o maksimalno dopuštenim koncentracijama opasnih tvari u vodama*. Oni propisuju granične vrijednosti pojedinih kemijskih elemenata i spojeva, što vodu čine opasnom za ljudsko zdravlje ako se nalaze u koncentracijama većih od dopuštenih.

5.2. Analiza vode za piće

Analiza vode za piće obuhvaća sljedeća određivanja:

- Organoleptičke i fizikalno-kemijske osobine vode : temperatura, boja, zamućenje (mutnoća), miris i okus, pH i elektrovodljivost;
- Kemijske osobine vode: tvrdoća, kalcij, magnezij, kalij, litij, natrij, amonijak, fluorid, klorit, bromat, klorid, nitrit, klorat, bromat, nitrat, fosfat, sulfat, oksidativnost, otopljeni plinovi u vodi, masti i ulja, mineralna ulja, slobodni zaostali (rezidualni) klor, detergentski;
- Bakteriološke osobine vode: koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije, fekalni streptokoki, sulfitoreducirajuće klostridije, aerobne mezofilne bakterije, virusi u vodi.
- Otrovnost (toksične) tvari: aluminij, arsen, berilij, cijanidi, kadmij, krom, nikal, olovo, pesticidi, selenij, vanadij, živa, sumporovodik, bakar, cink i drugo.

Učestalost uzorkovanja prema *Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće* je:

- doza klora i zaostalog (rezidualnog) klora u vodi provjerava se prije raspodjele potrošačima dva puta dnevno;
- zamućenje, boja, miris, vodljivost i pH vrijednost za sirovu i za pročišćenu vodu ispituje se jedanput na dan;
- kemijska analiza sirove vode za sva izvorišta koja su prikladni opskrbljivači najmanje dva puta godišnje (redovito poslije dugih razdoblja suše ili oborina);
- bakteriološka analiza provodi se za pročišćenu vodu jednom tjedno, a za sirovu vodu i vodu iz opskrbnog sustava jednom mjesečno.

5.3. Pokazatelji kakvoće vode

U određivanju kakvoće vode istraživači se vrlo često koriste svojim osjetilima da bi odredili neka fizička svojstva vode: miris, okus, boju, zamućenost, temperaturu i drugo, koristeći se pritom stečenim iskustvima i spoznajama o vrstama i jačini (intenzitetima) različitih osjeta. Jačina doživljenog mirisa, okusa, boje, zamućenosti ili temperature određuje se uspoređivanjem jačine organoleptičkih svojstava uzorka sa skalom poznatih standarda. [3]

5.3.1. Fizikalno-kemijski pokazatelji kakvoće vode

Električna vodljivost vode je sposobnost vode da provodi električnu energiju. Ta sposobnost ovisi o prisutnosti iona, o njihovoj ukupnoj koncentraciji, o pokretljivosti i valenciji iona i o temperaturi mjerenja. Otopine većine anorganskih spojeva relativno su dobri vodiči. Nasuprot tome molekule organskih spojeva, koje se ne razlažu u vodenoj otopini, električnu struju provode vrlo slabo (ako je uopće provode).

Jedinica mjere elektrovodljivosti je mikrosimens po centimetru ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Izmjerenom vrijednošću električne vodljivosti možemo procijeniti stupanj mineralizacije vode i tako ocijeniti o kojoj je vrsti vode riječ kao što je prikazano u tablici 1. [13]

Tablica 1. Vrste vode i električna vodljivost vode [13]

Vrsta vode	Električna vodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Jako čista voda (demineralizirana voda)	< 0,05
Pitka voda	< 1 000
Mineralna voda	1 000 – 3 000
Bočata voda	> 1 000
Morska voda	> 50 000

Ukupne otopljene tvari ili TDS (engl. *Total Dissolved Solids*) su u vodi otopljene anorganske soli. Mjerna jedinica je miligram na litru (mg/l). Glavninu soli čine kationi kalcija, magnezija, natrija i kalija, te anioni karbonata, hidrogenkarbonata, klorida, sulfata i nitrata. Otopljene tvari uvodi mogu utjecati na njen okus. Na temelju izmjerenih vrijednosti ocjenjuje se ukusnost vode za piće, prikazano u tablici 2.

Tablica 2. Ukusnost vode i ukupne otopljene tvari [13]

Ukusnost vode	Ukupne otopljene tvari ili TDS (mg/l)
Odlična	< 300
Dobra	300 - 600
Dovoljna	600 - 900
Loša	900 - 1200
Neprihvatljiva	>1200

Ukupne otopljene tvari u vodi potječu kako od prirodnih izvora tako i od onečišćenja. Na vrijednost ukupno otopljenih tvari mogu utjecati i miješanje morske vode sa slatkom, a i soli upotrebljene za odleđivanje cesta. Neki sastojci ukupno otopljenih tvari, kao što su kloridi, sulfati, magnezij, kalcij i karbonati utječu na koroziju ili na stvaranje nakupina na vododistribucijskim sustavima (kamenac).

Slanost ili salinitet je važno svojstvo vode, a iskazuje se u promilima težine, tj. salinitet od 1 promila kazuje da je u kilogramu vode otopljen 1 gram soli (natrijev klorid). Slanost se najčešće povezuje s morskom vodom i s njenim utjecajem na slatke vode. Što je veći utjecaj morske vode slanost se povećava. Obično se smatra da se vode koje imaju slanost manju od 0,5‰ mogu koristiti za piće. Povišena slanost može negativno utjecati na razvodne sustave, crpke, ventile, gdje se na metalnim površinama stvaraju naslage ili nastaje korozija.

Tvrdoća vode (tablica 3.) je mjerilo učinka vode za njeno reagiranje sa sapunom. Tvrdoj vodi potrebno je prilično više sapuna za stvaranje pjene. Uzrok tome nije jedna tvar, nego raznoliki otopljeni polivalentni metali ioni, uglavnom kationi kalcija i magnezija, iako znatno manje tome doprinose i drugi kationi, npr. barija, željeza, mangana, stroncija i cinka. Tvrdoća vode se najčešće izražava u mg/l kalcijevog karbonata CaCO_3 , ali i preko njemačkih, francuskih i engleskih stupnjeva tvrdoće:

1 njemački stupanj tvrdoće $^{\circ}\text{dH} = 10 \text{ mg CaO}$ u 1 litri vode;

1 francuski stupanj tvrdoće $^{\circ}\text{f} = 10 \text{ mg CaCO}_3$ u 1 litri vode;

1 engleski stupanj tvrdoće $^{\circ}\text{e} = 10 \text{ mg CaCO}_3$ u 0,7 litara vode.

Tablica 3. Vrste vode prema tvrdoći vode [13]

Tvrdoća vode $^{\circ}\text{dH}$	mg/l CaCO_3	Vrsta vode
manje od 4	< 71,4	Meka voda
4 - 8	71,4-142,8	Lagano tvrda voda
8 - 18	142,8 – 321,4	Umjereno tvrda voda
18 - 30	321,4 – 535,7	Tvrda voda
preko 30	> 535,7	Jako tvrda voda

Boju vode možemo odmjeriti od oka ili spektrometrijski (odnosno kolorimetrijski). Spektrometrijska analiza se temelji na tome da određeni kemijski spojevi svojstveno upijaju (apsorbiraju) svjetlosno zračenje. Boja može biti prava; potječe od otopljene tvari, i prividna; može se ukloniti filtriranjem (suspencija). Boja vode je vrlo često fizikalno svojstvo koje se određuje u laboratorijskim pretragama. Promatranjem (vizualno) se boja uspoređuje prema standardnim skalama, a opisno se određuje jačina (intenzitet) obojenja. Boja vode, bez vezanih željeznih i magnezijevih spojeva, je žućkasta, a može biti: slabo žućkasta, žućkasta, žuta, žućkastosmeđa, smeđa, žućkastozielena ili zelena. Boja vode se određuje u čistoj staklenoj boci tako da se promatra uzorak držeći ga ispred sebe okrenut leđima izvoru svjetla.

Kiselost ili pH pitke vode treba biti u granicama od 6,5 do 8. Kiselost vode je najbolje mjeriti pH metrom; elektroda se uranja u vodu i brzo se dobe jako točni rezultati. Kiselost je dobro mjeriti odmah nakon uzimanja vode. Prirodne vode rijetko imaju neutralnu reakciju zbog prisutnosti elektrolita kiselog i bazičnog (alkaličnog) karaktera koji narušavaju ravnotežu izmenu (H^+) i (OH^-) iona. U kiselim sredinama koncentracija vodikovih iona je veća ($pH < 7$), a u bazičnim je manja ($pH > 7$). Visina pH u prirodnim vodama ovisi o fizikalno-kemijskim i biološkim čimbenicima. Od kemijskih čimbenika najvažniji su ugljikov dioksid CO_2 i soli ugljične kiseline. Oni određuju aktivnu reakciju sredine (pH). Otapanjem slobodnog CO_2 u vodi nastaje ugljična kiselina, koja se razlaže stvarajući ione (H^+) i (HCO_3^-). Vodikovi ioni zakiseljuju vodu. I soli ugljične kiseline, karbonati i bikarbonati, u rastvoru se razlažu i stvaraju hidroksilne (OH^-) ione, a rezultat je povećanje alkalične vrijednosti vode.

Sve kopnene vode možemo, prema pH, podijeliti na dva osnovna tipa: vode s neutralno-alkaličnom reakcijom i vode s kiselom reakcijom. U prvu skupinu spadaju vode a kojima pH rijetko pada na manje od 6, a u nizu slučajeva povisi se i do 10. Drugoj skupini pripadaju vode s pH manjim od 5,0, a takve su vode uglavnom sfagnumskog porijekla. Vrijednost pH nije postojana veličina, nego se tijekom godine znatno mijenja. Naročito su važna sezonska variranja. Također, i dnevna kolebanja pH mogu biti dosta velika, naročito u uvjetima masovno razvijenog vodenog bilja.

Miris vode je vrlo važno obilježje vode, posebno u vodoopskrbi. On potječe od različitih hlapljivih tvari otopljenih ili suspendiranih u vodi. U prirodnim vodama najčešći su mirisi po sumporovodiku i zemlji, a u otpadnim vodama po fekalijama, i različitim hlapljivim kemijskim tvarima. Miris vode može biti zemljani, pljesnivi, truležasti, riblji ili kemijski.

Kemijski mirisi vode mogu biti po sumpornim tvarima, kloru, mineralnim uljima, amonijaku, fenolu, klorofenolu (miris apoteke), katranu i drugo.

Zamućenje vode uzrokovana je suspendiranim tvarima, kao što su mulj, pijesak, fina otopljena organska i anorganska tvar, topljive obojene organske tvari, plankton i drugi mikroskopski organizmi. Zamućenje je mjera optičkog svojstva vode koje uzrokuje da se svjetlo rasprši i absorbira više nego što se prenosi (transmitira) u oštrim linijama duž uzorka. Bistrina vode važna je za izradu proizvoda namijenjenih za upotrebu od strane čovjeka kao i u mnogim proizvodnim djelatnostima. Zamućenje vode glavna je značajka za stanje i produktivnost vodenog sustava. Stupanj zamućenja izražavamo kao: prozirno, jasno, gotovo jasno, slabo opalescentno, opalescentno, slabo zamućeno i jako zamućeno.

Turbidimeter je mjerni instrument koji mjeri zamućenje (engl. *turbidity*) otopine mjereći gubitak intenziteta svjetlosnog snopa koji prolazi kroz otopinu. Nefelometar (gr. *nephele* – magla) je mjerni instrument koji mjeri zamućenje otopine mjereći količinu svjetlosti koja se pod određenim kutom odvojila od svjetlosnog snopa koji prolazi kroz otopinu (obično 90°). NTU (engl. *Nephelometric Turbidity Unit*) je jednaka furmazinskoj jedinici. Voda za piće može imati najviše 4 NTU.

5.3.2. Kemijski pokazatelji kakvoće vode

Kemijskim analizama vode se dobivaju čimbenici koji ukazuju na prisustvo organske tvari u vodi. Kod početnog onečišćenja organska tvar potječe od biljnih i životinjskih vrsta. Naknadno onečišćenje podrazumijeva prisustvo organske tvari koja je ljudski, životinjski ili industrijski otpad. Organsko onečišćenje je značajno ukoliko dovodi zarazne (patogene) mikroorganizme, otrovne (toksične) ili kancerogene tvari.

Nitrati (NO_3^-) su kancerogeni. Amonijak (NH_3 , NH_4^+) je izrazito otrovan za ribe. Nitriti (NO_2^-) uzrokuju methemoglobinemiju i posljedičnu methemoglobinuriju. Maksimalna dopuštena koncentracija NH_4^+ iznosi 0,1 mg/l, a za NO_2^- je 0,03 mg/l.

Potrošak kalijeveg permanganata je koristan kako bi se mogla odrediti količina organske tvari u vodi. Razgradnjom kalijeveg permanganata (KMnO_4) u vodi oslobađa se kisik. Oslobodeni kisik oksidira prisutnu organsku tvar. Na osnovi količine potrošenog

kalijevog permanganata, odnosno količine kisika utrošenog (potrebnog) za oksidaciju organske tvari, izračuna se količina organske tvari.

Kloridi se normalno nalaze u tlu u količini ovisnoj o slanoći (salinitetu) tla. Stoga kloridi nisu pokazatelji zagađenja. Najveća dopuštena koncentracija klorida je 25 mg/l.

5.4. Zagađenje vode

Danas voda sadrži razne otrovne (toksične) proizvode ljudske civilizacije. Voda je zagađena putem benzina, fluorida, farmaceutskih lijekova, pesticida, olova, azbesta, nitrata, pa čak i radioaktivnog otpada, a sve to djeluje na našu vodu. Dosada je utvrđeno više od 800 nečistoća u vodi, a broj još uvijek raste.

5.4.1. Kloriranje vode

Klor je jedna od tih nečistoća, a moguće ga je prepoznati po njegovom poznatom, neugodnom mirisu. Kloriranje vode široko je prihvaćeno i primjenjuje se zbog svojih baktericidnih svojstava. Ironično je da je taj postupak nekad oslobađao vodu od zaraznih organizama, a sada je odgovoran za stvaranje nove vrste opasnih zagađivača. Trihalometani su nusprodukti dezinfekcije vode, koji se stvaraju kada klor u vodi reagira s otopljenim organskim kemikalijama. Zbog njihove otrovne prirode u vodi za piće, svaka pronađena prisutnost trihalometana je neprihvatljiva. Nažalost, oni su postali vrlo uobičajeni sastojci pitke vode. Ove kemikalije kao i širu obitelj kloriranih ugljikovodika, kao što su DDT, PCB, TCE, povezuje se sa srčanim bolestima, senilnošću i rakom. Vrijedno je spomena da su bolesti izazvane otrovnim tvarima iz vode dugotrajne (kronične) naravi, a obično se otkrivaju nakon dugog vremena izloženosti.

5.4.2. Teški metali

Jedan od najčešće pronađenih teških metala u pitkoj vodi je olovo. U vodovodima mnogih starijih kuća i gradova, voda još uvijek teče kroz olovne cijevi. Što je duže voda u dodiru s olovnom cijevi, to više tog otrovnog metala ona upija. Olovo može oštetiti reproduktivni i centralni živčani sustav, povisuje krvni tlak i oštećuje sluh; teži slučajevi izloženosti mogu izazvati anemiju i oštećenje bubrega. Olovo se također povezuje s problemima u ponašanju,

nesposobnošću za učenje i zakržljanim rastom. Djeca su zbog svoje manje tjelesne mase još osjetljivija. Bebe koje se hrane na bočicu mogu upiti čak 85% olova otopljenog u vodi.

Živa je još jedan teški metal koji se nalazi u vodi. Iako gradski vodovod normalno uklanja živu, ljudi koji vodu povlače iz privatnih bunara, potpuno su nezaštićeni, posebno u područjima razvijene poljoprivrede. Otrovanje živom izaziva kožne probleme, unutarnja krvarenja, gubitak zubi, oštećenje jetre i bubrega. Olovo i živa su samo dvije od više od 800 štetnih i, možda, otrovnih kemikalija, koje se nalaze u pitkoj vodi. Mnoge druge zagađivače voda pokupi na svom putu kroz često staru mrežu gradskog cjevovoda.

Voda koja protječe polako rastvara materijal cijevi s kojim dolazi u dodir npr. olovo ili azbest. Isto se događa i zbog brojnih oštećenih, propuštajućih cjevovoda ili, jednostavno, zbog korozije na zastarjeloj hidrauličkoj opremi. [13]

6. TLO

Tlo je gornji sloj Zemljine kore, smješten između kamene podloge i površine. Sastoji se od čestica minerala, organske tvari, vode, zraka i živih organizama. Tlo je neobnovljivo dobro i mora se koristiti održivo uz očuvanje njegovih funkcija. Nepovoljni učinci na tlo moraju se izbjegavati u najvećoj mogućoj mjeri. Tlo je, uz zrak, vode, more, tlo, krajobraz, biljni i životinjski svijet te zemljinu kamenu koru, sastavni dio okoliša. Zaštita tla obuhvaća očuvanje zdravlja i funkcija tla, sprječavanje oštećenja tla, praćenje stanja i promjenu kakvoća tla te saniranje i obnavljanje oštećenih tala i lokacija. Onečišćenje, odnosno oštećenje tla smatra se štetnim utjecajem na okoliš, a utvrđivanje prihvatljivih graničnih vrijednosti kakvoće tla provodi se na temelju posebnih propisa.

Od 1995. godine se svakog 17. lipnja obilježava Svjetski dan suzbijanja dezertifikacije s ciljem poticanja svijesti javnosti o potrebi suzbijanja i zaustavljanja globalnoga procesa degradacije staništa i dezertifikacije, kao i provedbe Konvencije Ujedinjenih naroda za suzbijanje dezertifikacije u zemljama pogođenim jakim sušama i/ili dezertifikacijom (UNCCD – United Nations Convention to Combat Desertification).[14]

U povijesti čovječanstva je tlo često zanemarivano, premda je usko povezano s proizvodnjom hrane i klimom te ima ključnu ulogu u opskrbi vodom, energijom i bioraznolikostima. Također, jedna od značajnih uloga tla je da je ono najveći spremnik ugljika koji može direktno utjecati na klimatske promjene ili mitigacije (ublažavanje prirodnih katastrofa).

Urbanizacija područja se stalno širi, pa su stoga površine plodnih tala na Zemlji ograničene i ugrožene degradacijskim procesima ili lošim gospodarenjem. U glavnom sjedištu UN-ove organizacije za hranu i poljoprivredu u Rimu je 2013. godine 5. prosinca jednoglasnom odlukom proglašen Svjetskim danom tla. Obilježavanjem Svjetskog dana tla se želi pojačati svijest o životno važnoj ulozi tla da se zaustavi negativni trend lošeg gospodarenja i osigurala veća produktivnost u skladu s potrebama stanovništva. Na žalost, tlo se nerijetko smatra samo podlogom koja omogućuje život biljaka, premda ono ima vrlo veliku ulogu u održavanju sveukupnog života na zemlji. Procjenjuje se da će na Zemlji živjeti sve veći broj ljudi koji će uveliko ovisiti o kvaliteti hrane i kvaliteti tla, no, nažalost, prema njemu se često loše odnosimo.

Najveće prijetnje tlu su:

- prenamjena zemljišta (izgradnja industrijskih i urbanih objekata, aerodroma, prometnica...)
- erozija (voda, vjetar, požar...)
- smanjenje organskih tvari u tlu
- degradacija strukture
- onečišćenje (odlaganje otpada, ispuštanje kemikalija...)
- salinizacija ili zaslanjivanje tla
- dezertifikacija tla (klimatske promjene, ljudski faktor)
- poplave
- klizišta
- smanjenje bioraznolikosti
- suvremena industrijska proizvodnja itd.

Kao vrlo složen medij, tlo svojom bioraznolikošću ima temeljni značaj za održavanje plodnosti planeta Zemlje, a izrazito je podložno procesima i prijetnjama koje u kratkom razdoblju mogu ozbiljno ugroziti i onеспособiti njegove funkcije.

Radi ljudskog zdravlja je vrlo važno napomenuti da se većina nutritivnih vrijednosti hrane koju konzumiramo direktno odnosi na zdravlje tla u kojem se namirnica uzgaja. Povodom Svjetskog dana tla pozivamo sve građane da razmisle o važnosti zdravlja tla, njegovoj dobrobiti i mjerama koje se mogu poduzeti za njegovo očuvanje. Jedna od važnijih, a jeftinih mjera koje svaki pojedinac može poduzeti je sadnja različitih vrsta trava, grmova i drveća.

Zaštita i čuvanje tla je od jednako velikog značaja kao i zaštita vode i kisika, jer izravno utječe na kvalitetu naših života.[15]

6.1. Centar za tlo

U Centru za tlo se provode aktivnosti s ciljem zaštite poljoprivrednog zemljišta, tj. zaštite tala Republike Hrvatske kao strateškog resursa i značajne sastavnice okoliša, a sukladno Zakonu o poljoprivrednom zemljištu („Narodne novine“, br. 20/18), Zakonu o poljoprivredi (Narodne novine 30/15), Deklaraciji o zaštiti okoliša u Republici Hrvatskoj (Narodne novine 34/92), Nacionalnoj strategiji zaštite okoliša (Narodne novine 46/02), Zakonu o zaštiti okoliša

(Narodne novine 110/07, 80/13, 153/13, 78/15), Strategiji održivog razvoja Republike Hrvatske (Narodne novine 30/09), Odluci o prihvaćanju Nacionalnog plana za provedbu Stockholmske konvencije o postojećim organskim onečišćujućim tvarima (Narodne novine 145/08), i dr.

Centar obavlja slijedeće poslove:

- utvrđivanje stanja oštećenja poljoprivrednog zemljišta,
- trajno praćenje stanja – monitoring – poljoprivrednog zemljišta kojim se trajno prati stanje svih promjena u poljoprivrednom zemljištu (fizičkih, kemijskih i bioloških),
- vodi se informacijski sustav za zaštitu poljoprivrednog zemljišta,
- praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta kroz ispitivanje plodnosti tla i kontrolu provedbe praćenja stanja (na terenu i u laboratoriju) kao referentni laboratorij,
- vođenje evidencije godišnjih izvješća o primjeni propisanih agrotehničkih mjera,
- utvrđivanje osobito vrijednog obradivog (P1) i vrijednog obradivog (P2) poljoprivrednog zemljišta u slučaju bitnih promjena postojećeg stanja prostornih planova,
- istraživanja u području pedologije, zaštite tla i podzemne vode na poljoprivrednom zemljištu, analize tla, biljnog materijala, organskih gnojiva i poboljšivača tla, kemijska analiza vode za navodnjavanje.

Centar je organiziran u dva odjela:

- Odjel za zaštitu poljoprivrednog zemljišta
- Odjel laboratorija

6.1.1. Odjel za zaštitu poljoprivrednog zemljišta

U sklopu poljoprivredne politike i povećanja učinkovitosti potpora poljoprivrednoj proizvodnji na putu stvaranja produktivnog poljoprivrednog sektora i postupnom prilagodbom sustava potpora sustavu Europske unije razvijaju se i mjere zemljišne politike. To je skup mjera kojima se utječe na racionalno gospodarenje poljoprivrednim zemljištem kao dobrom od interesa za Republiku Hrvatsku sukladno važećim propisima, uz sustavnu i učinkovitu zaštitu okoliša. Danas se pitanje zaštite okoliša veže za sve sektore gospodarstva, pa tako i za poljoprivredu kao djelatnost s najizravnijem djelovanju na okoliš.

Odjel za zaštitu poljoprivrednog zemljišta u sklopu poljoprivredne politike organizira i provodi poslove zemljišne politike radi zaštite poljoprivrednog zemljišta od oštećenja i ublažavanja prijetnji prema tlu sukladno Zakonu o poljoprivrednom zemljištu i propisima donesenim na temelju Zakona.

- Trajno praćenje stanja, monitoring poljoprivrednog zemljišta predstavlja trajno praćenje stanje svih promjena u poljoprivrednom zemljištu (fizikalnih, kemijskih i bioloških), a posebno sadržaja štetnih tvari u poljoprivrednom zemljištu, svih onečišćenja i oštećenja poljoprivrednog zemljišta. Program omogućava osmišljavanje mjera za sprečavanje, ublažavanje ili popravljavanje narušenog stanja poljoprivrednog zemljišta, kao i mjera zaštite poljoprivrednog zemljišta.
- Praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta provodi se kroz ispitivanje plodnosti tla kojim se utvrđuje i prati stanje plodnosti tla i oštećenja tla sukladno načelima dobre poljoprivredne prakse u zaštiti tla i voda. Svrha praćenja stanja poljoprivrednog zemljišta je zaštita poljoprivrednog zemljišta od degradacije uslijed nepridržavanja načela dobre poljoprivredne prakse, smanjenje pritiska na okoliš i očuvanje poljoprivrednog zemljišta. Naime plodnost tla predstavlja sposobnost tla da osigura potrebe biljaka za hranjivim tvarima, vodom, zrakom i toplinom, odnosno da osigura pogodne uvjete za razvoj podzemnoga i nadzemnog dijela biljke.
- Uspostava i vođenje informacijskog sustava zaštite poljoprivrednog zemljišta propisana je Zakonom o poljoprivrednom zemljištu. Informacijski sustav omogućit će objedinjavanje i razmjenu podataka o stanju tala i poljoprivrednog zemljišta, povezivanje sustava i internetskih servisa za razmjenu podataka javnopravnih tijela u čijoj su nadležnosti prostorni podaci. Omogućit će pristup podacima i informacijama vezanim uz stanje tala i poljoprivrednog zemljišta. Omogućit će povezivanje s ARKOD sustavom, Geoportalom, podacima šumske i vodne gospodarske osnove te drugim prostornim podlogama.
- Djelatnici Odjela pružali su stručnu potporu nadležnoj upravi Ministarstva poljoprivrede kao članovi povjerenstva za izradu propisa i drugih dokumenata u nadležnosti MP.

6.1.2. Odjel laboratorija

U planiranju i primjeni tzv. „precizne poljoprivredne proizvodnje“ osnovu čini analiza tla o kojoj će ovisiti i cijena i karakter ulaznih troškova tog proizvodnji. Upravo analiza tla će nam pomoći u tome kako optimalno i racionalno koristiti zemljište u uvjetima za optimalnom proizvodnjom hrane.

Unutar Centra za tlo nalazi se Odjel laboratorija u kojem se obavljaju kemijske analize tla, biljnog materijala, organskih gnojiva, supstrata i poboljšivača tla, fizikalne analize tla te drugih medija sukladno važećim zakonskim aktima i provedbenim propisima iz područja rada sukladno zahtjevima međunarodnih normi. Odjel laboratorija ima:

- Odsjek za kemiju i mikrobiologiju,
- Odsjek za fizikalne analize.

Odjel laboratorija provodi praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta u smislu ispitivanja plodnosti tla te kontrolu provedbe po službenoj dužnosti (na terenu i u laboratoriju) kao referentni laboratorij.

Sukladno važećoj regulativi Laboratorij provodi provjeru zadovoljenja uvjeta za upis laboratorija u Upisnik ovlaštenih laboratorija za tlo.

Laboratorij je nastao na temeljima laboratorija Poljoprivredno-znanstvenog centra iz Osijeka preuzimanjem prostora, postojeće opreme i dijela djelatnika. 2008. godine započinju poslovi adaptacije i proširenja neprimjerenih prostora postojećeg laboratorija i već sredinom 2009. godine započinje se s radom u novom prostoru laboratorija, opremljenim novim laboratorijskim namještajem i dopunjenim novom skupocjenom sofisticiranom opremom. U cijelom razdoblju laboratorij je, sukladno okolnostima, proširivao područja rada, uvodio nove metode, razvijao sustave upravljanja i tehnički se opremao.

Laboratorij se prostire na oko 500 m² površine, s odvojenim područjima ispitivanja. Prostorije su opremljene funkcionalno, poštujući zahtjeve propisane za ispitivanja koja se provode, dobre laboratorijske praksi i norme HRN EN ISO/IEC 17025 (Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija).

U 2011. godini dobivena je potvrda od strane Hrvatske akreditacijske agencije o osposobljenosti prema zahtjevima norme HRN ISO/ IEC 17025 u području ispitivanja tla za 7 metoda:

1. Određivanje pH vrijednosti – HRN ISO 10390:2005
2. Određivanje hidrolitičke kiselosti titracijom – modificirana metoda po Kappen-u – vlastita metoda
3. Određivanje sadržaja karbonata –volumetrijska metoda – vlastita metoda
4. Određivanje sadržaja ukupnog dušika-modificirana metoda po Kjeldahl-u – vlastita metoda
5. Određivanje sadržaja lakopristupačnog kalija nakon ekstrakcije AL otopinom u obliku K_2O – plamenfotometrijsko određivanje – vlastita metoda
6. Određivanje sadržaja lakopristupačnog fosfora nakon ekstrakcije AL otopinom u obliku P_2O_5 – spektrofotometrijsko određivanje – vlastita metoda
7. Određivanje sadržaja humusa sulfokromnom oksidacijom – spektrofotometrijsko određivanje – vlastita metoda

Na ovim akreditiranim metodama bazira se kontrola plodnosti tla na obiteljskim gospodarstvima. Nadzor plodnosti tala je preduvjet održive poljoprivrede, posebice razvoja integrirane proizvodnje, respektirajući povećanje biljne produktivnosti uz racionalno korištenje gnojiva. Rezultati tih analiza su temelj gnojidbenih preporuka.

Osoblje laboratorija odgovorno je i za unutarnje i vanjsko osiguranje kvalitete rezultata ispitivanja koje ovise o vrsti, složenosti i učestalosti određenog ispitivanja.

Unutarnja kontrola kvalitete predstavlja dnevno praćenje izvođenja ispitivanja, a obuhvaća:

- uporabu potvrđenih referencijskih tvari (standarda),
- periodičnu uporabu kontrolnih uzoraka,
- ponavljanje mjerenja istog uzorka – ponovljivost ispitivanja,
- ponavljanje mjerenja zamjenom analitičara ili tehničara – obnovljivost mjerenja,
- uporabu kontrolnih karata.

Vanjska kontrola kvalitete rezultata ispitivanja predstavlja međulaboratorijska poredbena ispitivanja koja pružaju objektivne dokaze o osposobljenosti laboratorija za izvođenje određenog ispitivanja, te su obvezni dio sustava osiguranja kvalitete rezultata ispitivanja.

Navedena ispitivanja omogućavaju laboratoriju da:

- dokaže osposobljenost u skladu sa zahtjevima norme HR EN ISO/IEC 17025,
- prati ispitivanja tijekom dužeg vremena i otkrije trendove i odstupanja,
- održi i poboljša kvalitetu ispitivanja,
- dokaže osposobljenost prilikom unutarnje i vanjske neovisne ocjene

Od 2011. godine laboratorij je uključen i u međunarodnu međulaboratorijsku usporedbu u organizaciji neprofitne udruge BIPEA – Bureau InterProfessionnel d’Etude Analytique, Francuska (koja već više od 40 godina organizira poredbena ispitivanja iz različitih područja)

Hrvatska akreditacijska agencija (HAA) provela je 07. prosinca 2018. godine drugi redoviti nadzor laboratorija koji do 05. 03. 2022. godine ima status akreditiranog ispitnog laboratorija za sedam metoda ispitivanja u području analize tla.

Na temelju rezultata provedenog ocjenjivanja, laboratorij je ponovo potvrdio osposobljenost za obavljanje poslova ispitivanja u gore navedenom području i opsegu ispitivanja.[16]

6.2. Analiza tla

Analiza tla je skup više različitih kemijskih i fizikalnih laboratorijskih postupaka kojima se utvrđuju kemijska svojstva (pH, karbonati, EC...), fizikalna svojstva (mehanički sastav...), razina hranjivih elemenata (N,P,K...) i ostala kemijsko-fizikalno-biološka svojstva značajna za ishranu bilja. Rezultati analize tla daju odgovore o potrebi obavljanja gnojidbe određene kulture te odgovore na pitanja s kojom količinom i vrstom gnojiva treba obaviti gnojidbu.

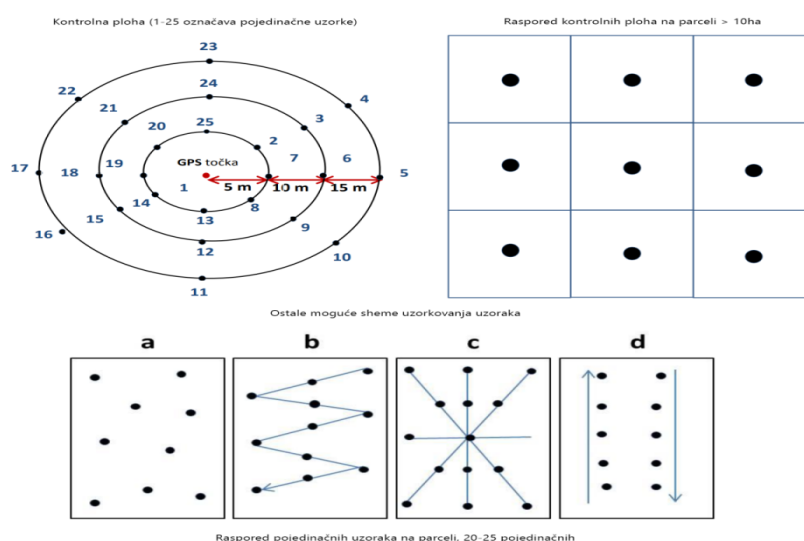
Analiza tla je obavezna u sustavima integrirane i ekološke proizvodnje. Zakonska je obveza, kod zakupa poljoprivrednog zemljišta u vlasništvu RH, uzimanje prosječnog uzorka tla. Broj uzoraka ovisi o veličini parcele, variranju osobina unutar iste parcele (pjeskovito ili glinasto, razlike u boji, različito dosadašnje korištenje i gnojidba i sl.). Sama analiza tla je skup više različitih kemijskih postupaka kojima se utvrđuje, kako razina hranjivih elemenata u uzorku tla, tako i njegova kemijsko-fizikalno-biološka svojstva značajna za ishranu bilja. Rezultati

analize tla daju odgovor na pitanje da li obaviti gnojidbu određene kulture, s kojim gnojivom i u kojoj količini. Nadalje, analiza tla može ukazati na probleme koji se javljaju pri uzgoju uslijed nepovoljne reakcije tla, nakupljanja vodotopivih soli ili određenih hraniva.

U procesu analize tla, najkritičniji korak je pravilno uzimanje reprezentativnog uzorka, jer upravo loše uzorkovanje može rezultirati davanjem pogrešnih preporuka.

Kod određivanja proizvodne površine koju će predstavljati jedan uzorak treba uzeti u obzir njenu homogenost koja se može zamijetiti po samom izgledu površine: nagib, prisutnost udolina, zadržavanje vode, rahlost, svjetlija ili tamnija boja. Za potrebe podizanja višegodišnjih nasada (voćnjaci, vinogradi) uzimaju se dva uzorka s dvije različite dubine: Prva dubina je od 0 do 30 centimetara, a druga od 30 do 60 centimetara. Za potrebe povrtnih i ratarskih kultura, kao i za postojeće višegodišnje nasade uzima se uzorak s jedne dubine, od 0 - 30 cm. Prosječan uzorak tla uzima se na ujednačenoj parceli te se sastoji od dobro izmiješanih 12 ili više pojedinačnih poduzoraka. Poduzorke koje ste uzeli sa svake dubine, treba dobro izmiješati te iz mase izdvojiti 1- 1,5 kg prosječnog uzorka za svaku dubinu. Uzorke treba propisno označiti te dostaviti u laboratorij na analizu. Važno je znati da pri uzimanju uzorka treba izbjegavati rubove i nereprezentativne dijelove parcele.[17]

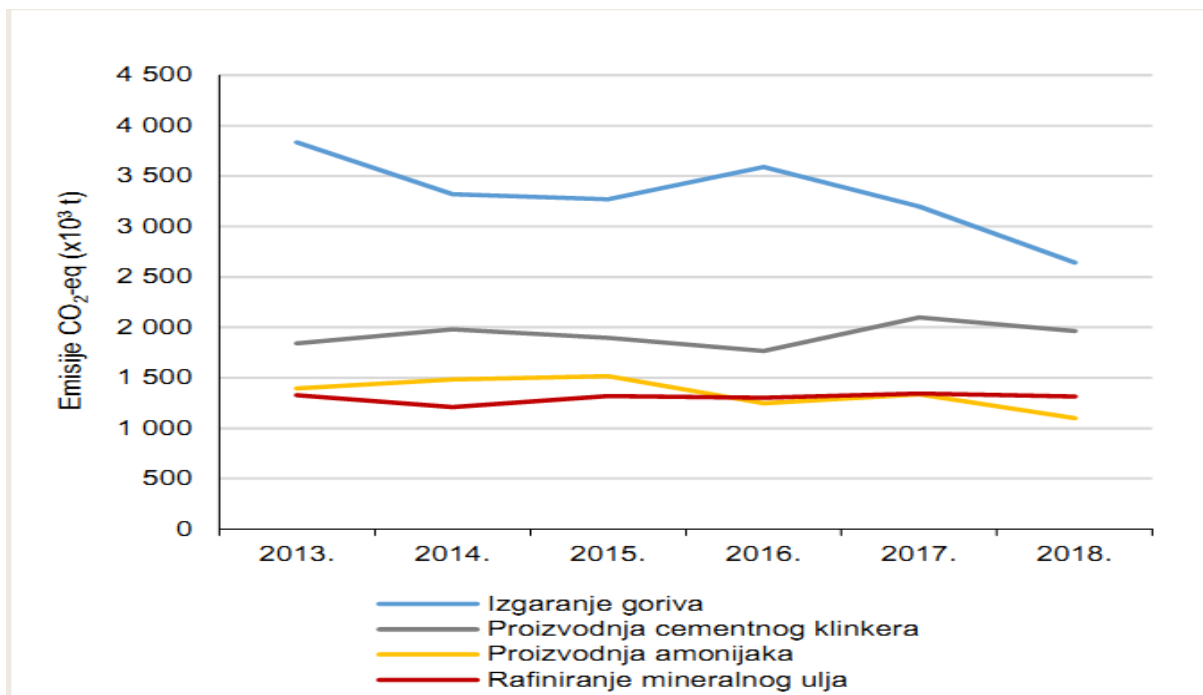
Raspored uzimanja poduzoraka na određenoj površini, može se obaviti po različitim modelima, kao što je prikazano na slici 3.



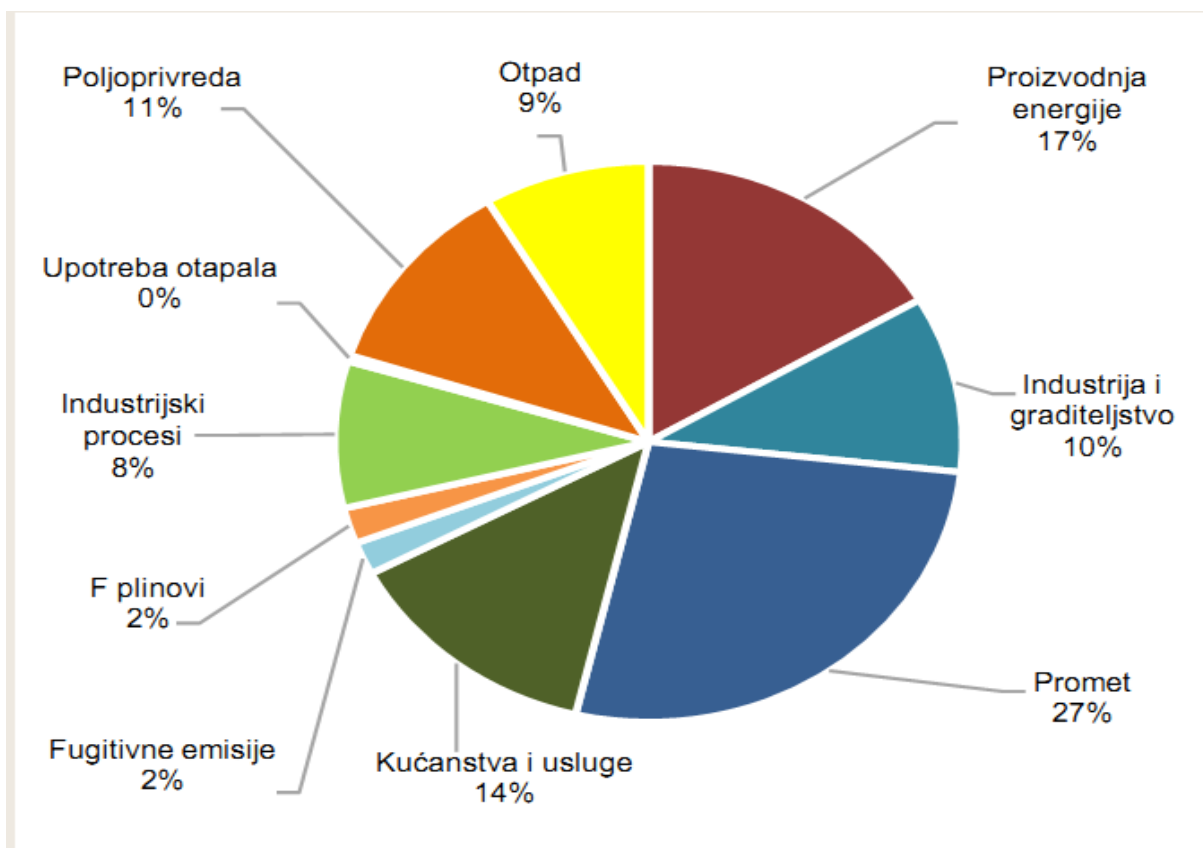
Slika 3. Načini uzorkovanja[17]

7. KLIMATSKE PROMJENE

Od ukupno 23 793 kt stakleničkih plinova (CO₂-eq), najveći doprinos ukupnoj emisiji stakleničkih plinova Hrvatskoj 2018. godine imao je sektor Energetika sa 69,11%. Slijede Poljoprivreda (11,43%), Industrijski procesi i upotreba proizvoda (10,89%) te sektor Otpad (8,57%). Jedini sektor koji pridonosi odlivima stakleničkih plinova je sektor LULUCF (Sektor „Korištenje zemljišta, promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo“). Najveći udio u ukupnim emisijama CO₂-eq ima sektor Energetika s pod-sektorima Promet (s čak 27% od ukupnih emisija) i Proizvodnja energije (17%), a slijede Kućanstva i usluge (14%), Poljoprivreda (11,4%) te Industrija i graditeljstvo (10%). Fugitivne emisije, koje nastaju uslijed istjecanja ili ishlapljivanja fosilnih goriva, sudjeluju s 1,9% udjela. U ukupnim emisijama CO₂-eq, industrijski procesi sudjeluju s oko 8%, a njihov izvor su tzv. procesne emisije nastale pri proizvodnji nemetalnih mineralnih proizvoda (cement, vapno, keramički proizvodi), proizvodnji kemikalija, metala, stakla te uslijed ne-energetske uporabe goriva i proizvodnji elektroničkih komponenti. Emisije nastale radi potrošnje tzv. F-plinova koji se u sustavima za hlađenje i klimatiziranje koriste kao zamjenske tvari tvarima koje oštećuju ozonski omotač, zastupljene su u ukupnim emisijama s 2%, a sektor Upotreba otapala sa svega 0,3%. Hrvatska je od 1. siječnja 2013. dio europskog sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova (EU ETS5) koji obuhvaća operatore zrakoplova te stacionarna postrojenja koja obavljaju djelatnosti navedene u Direktivi 2003/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća. U razdoblju od 2013. do 2018. ukupne godišnje emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj smanjene su za 14,5%. Najveće smanjenje emisija zabilježeno je u djelatnostima koje za posljedicu imaju izgaranje goriva te u proizvodnji amonijaka kao što je prikazano na slici 4. Djelatnosti proizvodnje cementnog klinkera i rafiniranja mineralnog ulja, iako zajedno čine 37% ukupnih emisija, pokazuju malo povećanje koje ne doprinosi značajnije ukupnim emisijama. Najveći porast emisija u promatranom razdoblju bilježe djelatnosti avijacija (za 40%) te proizvodnja izolacijskih materijala od mineralne vune (za 31%) i proizvodnja keramičkih proizvoda (za 27%), koje zajedno sa proizvodnjom sirovog željeza ili čelika, proizvodnjom vapna ili kalcinacijom dolomita ili magnezita i proizvodnjom stakla čine samo 7% ukupnih emisija te imaju vrlo mali utjecaj na njihovo ukupno smanjenje. Preostalih 93% emisija čine djelatnosti prikazane na slici 5.[18]



Slika 4. Emisije stakleničkih plinova po djelatnostima[18]



Slika 5. Udjeli emisija stakleničkih plinova po sektorima[18]

8. ZRAK, VODA I TLO NA PODRUČJU GRADA KOPRIVNICE

8.1. Opće informacije za grad Koprivnicu

Ustrojstvo Grada Koprivnice utvrđeno je Zakonom o područjima županija, gradova i općina u Republici Hrvatskoj (Narodne novine, br. 86/06, 125/06, 16/07, 95/08, 46/10, 145/10, 37/13, 44/13, 45/13, 110/15). Jedinica lokalne samouprave (JLS) Grad Koprivnica obuhvaća 9 naselja: Koprivnica, Bakovčica, Draganovec, Herešin, Jagnjedovec, Kunovec Breg, Reka, Starigrad i Štaglinec (Slika 1-1). Grad Koprivnica je središte Koprivničko – križevačke županije sa 30.854 stanovnika (26,69% od ukupnog broj stanovništva županije) i smješten je 50 km jugoistočno od Varaždina, a 85 km sjeveroistočno od Zagreba. Nalazi se na 149 metara nadmorske, 46° 09' 40" sjeverne zemljopisne širine i na 16° 50' 14" istočne zemljopisne dužine, a obuhvaća površinu od 90,94 km².

Sukladno Uredbi o određivanju zona i aglomeracija prema razinama onečišćenosti zraka na teritoriju Republike Hrvatske (Narodne novine, br. 1/14), Grad Koprivnica klasificiran je u zonu HR 1. Grad Koprivnica pripada umjereno semihumidnoj klimatskoj zoni koju karakterizira umjereno kontinentalna klima s izraženim ekstremnim vrijednostima pojedinih klimatskih elemenata. Srednja godišnja temperatura iznosi oko 10°C, dok se apsolutna minimalna temperatura zraka, 6 mjeseci u godini, nalazi ispod 0°C zbog čega su karakteristična duga razdoblja s mrazom. Prosječna temperatura u siječnju je oko -1°C, a srpnju 20°C. Padaline se kontinuirano pojavljuju tijekom cijele godine s malim količinama snijega i snježnog pokrivača.[19]

8.2. Kvaliteta zraka

8.2.1. Praćenje kvalitete zraka

Na području Grada Koprivnice, nije uspostavljena državna ni lokalna mreža za praćenje kvalitete zraka, niti je izvedena kategorizacija područja prema stupnju onečišćenosti zraka. Mjerenja se provode na lokacijama mjernih postaja zone HR 1 u državnoj mreži za trajno praćenje kvalitete zraka na tri lokacije: Desinić, Kopački rit i Varaždin. Mjerna postaja u Varaždinu je nova mjerna postaja državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka, započela s radom u veljači 2016. godine. Postaja je klasificirana kao pozadinska u zoni HR 1 za praćenje

koncentracija ozona (O₃) i dušikovog dioksida (NO₂). Mjerne postaje na području zone HR 1, kojoj Grad Koprivnica pripada, prikazane su u tablici 4.[19]

Tablica 4. Mjerne postaje na području zone HR 1[19]

ZONA	Mjerna postaja	Tip područja	Tip postaje	Opseg mjerenja	Godina mjerenja
HR 1	Kopački rit	Ruralno-regionalna	Pozadinska	O ₃ ;PM ₁₀ ; PM _{2,5}	2013.-2016.
	Desinić	Ruralna u blizini grada	Pozadinska	O ₃ ; NO ₂ ; PM ₁₀	2013.-2016.
	Varaždin	Gradska	Pozadinska	O ₃ ; NO ₂	2016.

8.2.2. Kategorije kvalitete zraka

Kategorizacija kvalitete zraka definirana je člankom 24. Zakona o zaštiti zraka. Prema razinama onečišćenosti, s obzirom na propisane granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i dugoročne ciljeve utvrđuju se sljedeće kategorije zraka:

- prva kategorija kvalitete zraka – čist ili neznatno onečišćen zrak: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon,
- druga kategorija kvalitete zraka – onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon.

Kategorija kvalitete zraka utvrđuje se za svaku onečišćujuću tvar posebno i odnosi se na zaštitu zdravlja ljudi, kvalitetu življenja, zaštitu vegetacije i ekosustava. Kategorije kvalitete zraka utvrđuju se jedanput godišnje za proteklu kalendarsku godinu.

Na području Koprivnice i Koprivničko – križevačke županije od 2002. godine nisu provedena sveobuhvatna i dugotrajna mjerenja kvalitete zraka. Iz tog razloga su za

utvrđivanje kvalitete zraka na području Grada Koprivnice korišteni dostupni podaci za zonu HR 1. Podaci su preuzeti iz Godišnjih izvješća o praćenju kvalitete zraka na području Republike Hrvatske, koja izrađuje Hrvatska agencija za okoliš i prirodu (HAOP). Zona HR 1 obuhvaća područje kontinentalne Hrvatske: Osječko – baranjsku županiju (izuzimajući aglomeraciju Osijek), Zagrebačku županiju (izuzimajući aglomeraciju Zagreb) te Požeško – slavonsku, Virovitičko – podravsku, Vukovarsko – srijemsku, Bjelovarsko – bilogorsku, Koprivničko – križevačku, Krapinsko – zagorsku, Međimursku i Varaždinsku županiju. U zoni HR 1 nalaze se tri mjerne postaje: Desinić u Krapinsko – zagorskoj županiji, Kopački rit u Osječko – baranjskoj županiji i Varaždin u Varaždinskoj županiji. Mjerne postaje nalaze se na velikim udaljenostima od područja Grada Koprivnice (mjerna postaja Desinić nalazi se na oko 85 km zračne linije, mjerna postaja Varaždin na oko 40 km, a mjerna postaja Kopački Rit na oko 160 km zračne linije od Grada Koprivnice), pa podaci s postaja državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka nisu reprezentativni za ocjenu kvalitete zraka na području Grada Koprivnice. Usporedbom rezultata mjerenja koja su provedena tijekom 2013., 2014. i 2015. godine s Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku (Narodne novine, br. 117/12) i Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka (Narodne novine, br. 3/13), područje zone HR 1 prema stupnju onečišćenosti zraka može se svrstati u dvije kategorije kvalitete zraka.

Na mjernoj postaji Desinić, 2013. godine, zrak je bio uvjetno (zbog smanjenog obuhvata podataka) II. kategorije s obzirom na O_3 . Na mjernim postajama Desinić i Kopački rit, 2014. godine, zrak je bio I. kategorije s obzirom na O_3 . Na mjernoj postaji Kopački rit zrak je bio I. kategorije s obzirom na PM_{10} . Na mjernoj postaji Desinić, 2015. godine, zrak je bio uvjetno (zbog smanjenog obuhvata podataka) I. kategorije s obzirom na PM_{10} i $PM_{2,5}$. Za navedene tvari napravljene su korekcije korekcijskim faktorima sukladno studijama ekvivalencije. Mjerenja NO_2 korištena su kao indikativna i zrak je bio uvjetno I. kategorije. Na istoj postaji zrak je bio II. kategorije s obzirom na O_3 .

Na mjernoj postaji Kopački rit, 2015. godine, zrak je bio I. kategorije s obzirom na O_3 , PM_{10} i $PM_{2,5}$. Za onečišćujuće tvari PM_{10} i $PM_{2,5}$ napravljene su korekcije korekcijskim faktorima sukladno studijama ekvivalencije. Iako je, osobito u gradovima, kao posljedica emisija onečišćujućih tvari iz malih kućnih ložišta i cestovnog prometa, moguće lokalno prekomjerno onečišćenje lebdećim česticama (PM_{10} i $PM_{2,5}$) i dušikovim oksidima (NO_2),

kvaliteta zraka cijele zone HR 1 je zadovoljavajuća. Odnosno, u zoni HR 1 nisu prekoračene zadane granične vrijednosti onečišćujućih tvari, te se kvaliteta zraka prema tome može ocijeniti kao kvaliteta I. kategorije s obzirom na sve onečišćujuće tvari osim prizemnog ozona.

8.2.3. Ciljevi zaštite zraka, ozonskog sloja i ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama

Ciljevi zaštite zraka, ozonskog sloja i ublažavanja klimatskih promjena i prilagodbe klimatskim promjenama koji se postavljaju u Programu zaštite zraka proizlaze iz postojećeg zakonodavnog okvira u području zaštite okoliša i zaštite zraka, obveza prema međunarodnim sporazumima i u skladu su s ciljevima koji su postavljeni za Republiku Hrvatsku u Planu zaštite zraka, ozonskog sloja i ublažavanja klimatskih promjena u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2013. do 2017. godine.

Ciljevi za Grad Koprivnicu su:

C1 Sprječavanje ili postupno smanjivanje onečišćenja zraka u cilju zaštite zdravlja ljudi, kvalitete življenja i okoliša u cjelini

C2 Unaprjeđivanje cjelovitog sustava upravljanja kvalitetom zraka i praćenja kvalitete zraka na području Grada Koprivnice

C3 Smanjivanje i ograničavanje emisija onečišćujućih tvari koje nepovoljno utječu na zakiseljavanje, eutrofikaciju i fotokemijsko onečišćenje

C4 Smanjivanje i ograničavanje emisija stakleničkih plinova i tvari koje oštećuju ozonski sloj, održavanje razine odliva stakleničkih plinova te prilagođavanje klimatskim promjenama

C5 Podizanje javne svijesti i informiranje javnosti o stanju kvalitete zraka, emisiji onečišćujućih tvari, stakleničkih plinova i potrošnji tvari koje oštećuju ozonski sloj, učincima klimatskih promjena i prilagođavanju klimatskim promjenama, pozitivnim učincima planiranih mjera i rezultatima provedbe Programa zaštite zraka

C6 Osiguranje financiranja pripreme i provedbe mjera definiranih Programom zaštite zraka [19]

Neki od navedenih ciljeva se provode kontinuirano, a neki ovisno o njihovoj potrebi. Zbog toga su brojčano rangirani, ovisno o prioritetima. Veliki dio ciljeva C1 i C2 su ispunjeni u prvih godinu dana od određivanja ciljeva.

8.3. Kvaliteta vode

8.3.1. Zdravstvena ispravnost vode u hrvatskoj

U Hrvatskoj više od 87 % stanovništva koristi sustav javne vodoopskrbe i pije vodu iz slavine, koja se redovito kontrolira i zdravstveno je ispravna. Ponekad se zbog osobnih razloga nekome okus vode više sviđa u jednom mjestu Hrvatske nego u drugom; primjerice, poznato je da je voda u Zagrebu tvrđa od vode u Splitu, pa osobe koje je piju mogu tu razliku i osjetiti i jednoj od njih dati prednost. Međutim, važno je da svi potrošači, uključujući i turiste, znaju da je voda iz sustava javne vodoopskrbe zdravstveno ispravna.

Na našim je otocima, koji su ljeti vrlo posjećeni, vodoopskrba riješena spojem na obližnje vodoopskrbne sustave s kopna (npr. otok Brač), dio otoka osigurava potrebne količine vode iz vodozahvata na samim otocima (npr. otok Krk), dok se neki otoci kao, primjerice, otok Korčula djelomice opskrbljuju iz vlastitih izvorišta, a dijelom su spojeni na kopno. Što se kvalitete vode tiče, pak, vrijede jednaka pravila kao i u ostatku Republike Hrvatske i svi su javni vodoopskrbni objekti pod redovitim sustavom nadzora.

8.3.2. Kontrola zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju

Praćenje zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju se provodi na nacionalnoj razini prema Planu monitoringa koji ministar zdravstva donosi na prijedlog Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo (HZJZ) kao njegovog koordinatora. Plan monitoringa provode zavodi za javno zdravstvo hrvatskih županija odnosno Grada Zagreba prema svojoj mjesnoj nadležnosti i financijskim sredstvima koja za tu svrhu osiguravaju njihove županije odnosno grad, i to učestalošću definiranom Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe i ovisnom o količini isporučene vode.

Tako je, primjerice, 2017. godine na razini Hrvatske u javnoj vodoopskrbi analizirano 7081, a u lokalnoj 617 uzoraka. Osim „državnog“ monitoringa, provodi se i interna kontrola zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju, za što su pravne osobe koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe dužne odrediti prikladna mjesta i učestalost uzorkovanja. Na taj se način 2017. godine u Hrvatskoj, u okviru internih kontrola koje provode sami vodovodi u svojim ili vanjskim laboratorijima, analiziralo 69 700 uzoraka.

Kontrola kvalitete vode u RH se regulira Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju odredbama Direktive Vijeća 1998/83/EZ od 3. studenoga 1998. g. o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju i Direktive Komisije (EU) 2015/1787 od 6. listopada 2015. g. o izmjeni priloga II. i III. Direktivi Vijeća 98/83/EZ o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju. Uz to, voda za ljudsku potrošnju mora ispunjavati parametre za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju propisane Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe.

Voda iz slavine se pije i iz tzv. lokalnih vodovoda, koji nisu u sustavu javne vodoopskrbe i o kojima skrbe grupe građana ili lokalne zajednice. Većina ih se nalazi na području Zagrebačke, Krapinsko-zagorske, Sisačko-moslavačke, Karlovačke i Varaždinske županije. I u takvim se vodovodima voda redovito kontrolira, ali je često zdravstveno neispravna, pa je 2017. godine 56,4 % uzoraka iz lokalnih vodovoda bilo neispravno, dok je u sustavu javne vodoopskrbe neispravnih uzoraka bilo tek 3,1 %. Privatni pak zdenci, cisterne (čatrnje ili gustijerne) i ostali individualni vodoopskrbni objekti nisu u sustavu nadzora, već se nad njima nadzor provodi na osobni zahtjev vlasnika.[20]

8.3.3. Kvaliteta vode za 2019. godinu za područje grada Koprivnice

Tablica 5. Sukladnost uzoraka vode po mjesecima i kontrolnim točkama u 2019. godini[21]

UZORCI	KATEGORIJA VODE (broj kontrolnih točaka)	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	UKUPNO	UDIO
UKUPNO	Priljevna(21)	7	10	11	4	17	0	19	4	5	10	17	0	104	15,8%
	Sirova (7)	5	5	7	7	8	6	7	7	7	6	6	6	77	11,7%
	Nakon prerade(2)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	96	14,6%
	U mreži (26)	30	30	30	30	30	29	30	31	31	31	32	31	365	55,6%
	Ostalo	1	0	0	1	1	2	1	1	0	5	1	2	15	2,3%
	*Ostalo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
	Ukupno (57)	51	53	56	50	64	45	65	51	51	60	64	47	657	100%
NESUKLADNI	Nakon prerade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	U mreži	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ostalo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ukupno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*kategorija ne podliježe odredbama Pravilnika jer je izvan sustava aktivne vodoopskrbe (sirova voda, vodovi u pripremi, dijelovi sustava izvan uporabe)

Kontrola isporučene vode se provodi u internom laboratoriju u okviru HACCP sustava kontrole. Sukladnost vode znači da je ona u skladu sa zakonskim propisom koji određuje granične vrijednosti pojedinih pokazatelja kakvoće (Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe NN125/17).

Tablica 6. Srednja vrijednost pokazatelja sukladnosti vode za piće u 2019. godini[21]

POKAZATELJ	JEDINICA	*MDK	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	Prosječno
Mutnoća	NTU	4	0,30	0,33	0,35	0,28	0,34	0,36	0,37	0,37	0,38	0,31	0,42	0,29	0,34
Boja	Hz	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Miris	-	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez
Okus	-	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez
Temperatura	°C	25,0	8,1	7,5	8,5	10,3	12,1	15,0	17,9	19,1	18,9	16,4	13,6	11,1	13,2
Vodljivost	µS/cm 20	2500	437	430	458	492	488	546	556	552	523	502	474	473	494

Koncentracija H ⁺ iona	pH	6,5-9,5	6,80	6,81	6,82	6,84	6,85	6,91	6,87	6,81	6,83	6,85	6,82	6,86	6,84
Slobodni klor	Mg/l	0,5	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09	0,07	0,08	0,10	0,09
Utrošak KMnO ₄	O ₂ mg/l	5	0,39	0,41	0,43	0,38	0,27	0,34	0,42	0,42	0,35	0,44	0,35	0,39	0,38
Otopljeni kisik	O ₂ mg/l	-	6,87	6,50	6,65	6,48	6,72	6,07	6,12	6,17	5,87	6,65	6,60	6,14	6,41
Amonij	NH ₃ mg/l	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nitriti	NO ₂ - mg/l	0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nitrati	NO ₃ - mg/l	50	33,2	32,6	33,1	32,4	32,2	33,0	32,3	32,6	32,1	32,2	32,1	31,9	32,5

Kloridi	Cl- mg/l	250	21,5	21,6	22,9	21,4	22,6	21,0	21,9	22,0	21,4	21,8	21,0	21,5	21,7
Željezo	Fe µg/l	200	9,6	10,1	15,1	13,1	12,4	13,0	12,3	11,9	31,0	16,9	13,7	16,5	14,6
Mangan	Mn µg/l	50	14,3	6,1	10,7	12,1	7,7	7,8	13,9	12,0	10,6	11,3	6,4	11,7	10,4
Sulfati	SO ₄ ²⁻ mg/l	250	28,5	30,3	30,5	28,1	29,8	29,7	30,0	30,1	26,9	29,6	30,4	31,1	29,6
Kalcij	Ca ²⁺ mg/l	-	54,2	56,5	56,1	55,9	55,1	55,6	54,6	56,8	58,8	54,8	54,9	55,1	55,7
Magnezij	Mg ²⁺ mg/l	-	31,0	30,0	30,6	30,6	31,5	30,2	31,4	30,3	27,1	31,1	30,6	48,0	31,9
Ukupna tvrdoća	CaCO ₃ mg/l	-	261,5	262,5	263,8	263,6	263,7	261,5	263,8	265,0	267,0	263,0	261,0	264,3	236,4

Tvrdoća	°d H		14,6	14,7	14,8	14,8	14,8	14,6	14,8	14,8	15,0	14,7	14,6	14,8	14,7
Ukupni koliformi	n/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterokoki	n/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aerobne bakterije 36°C	n/1 ml	100	12	11	11	9	14	10	18	19	20	22	19	16	15
Aerobne bakterije 22°C	n/1 ml	100	27	21	23	20	29	19	35	26	22	37	29	26	26
E. coli	n/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudomonas aeruginosa	n/100 ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*MDK- maksimalno dopuštena koncentracija

Ispitivanje ukupnih pokazatelja kakvoće propisanih pravilnikom se provodi u okviru monitoringa nekoliko puta godišnje po ovlaštenom laboratoriju Zavoda za javno zdravstvo Koprivničko-križevačke županije i Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo. Sva dosadašnja ispitivanja pokazuju da je voda sukladna propisima (zdravstveno ispravna). [21]

8.4. Kvaliteta tla

Tablica 7. Analiza tla na području Koprivničko-križevačke županije [22]

ANALIZA TLA NA PODRUČJU KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKE ŽUPANIJE												
Ime točke	Udio cestica veličine gline	Udio cestica veličine praha	Udio cestica veličine pijeska	pH tla	Datum uzorkovanja	Odnos C/N u tlu	Kadmij (mg/kg)	Krom (mg/kg)	Bakar (mg/kg)	Nikal (mg/kg)	Olovo (mg/kg)	Cink (mg/kg)
992655	0	26,834763	60,453186	6,433333	srp 2015	11,092124	0,3	69,5	22,1	32,1	32,95	89,5
2206	0	60,245307	6,182095	5,96	svi 2015	8,213708	0,2	115	40	57,2	26	102
2220	0	59,625385	6,79	7,9	srp 2016	7,614021	0,2	82	294	44,4	25,7	93
2551	0	68,965136	4,317441	6,28	stu 2015	9,336913	0,2	78,5	29,9	38,55	25,85	92
2557	0	64,451754	7,484505	4,863333	svi 2015	10,408267	0,125	69,5	18,5	27,65	25,5	72
2567	0	76,427786	5,669267	6,43	lip 2015	8,015043	0,1	75	28,2	30	24,2	102
2571	0	71,743563	10,017636	4,876667	lip 2015	8,650034	0,15	63,5	24,2	31	20,8	70,5
2578	0	80,223333	3,66	8	srp 2016	8,426192	0,35	73	24	35,85	29,15	84,5
2587	0	28,682255	52,735809	6,32	ruj 2015	8,311042	0,25	40	9,5	16,75	19,5	44
2591	0	72,733547	6,704226	5,84	stu 2015	8,52046	0,2	65,5	23,4	27,3	26,3	69
2594	0	71,092729	4,72957	5,39	svi 2015	7,790801	0,1	72	25,8	34,7	25	76
2597	0	60,523417	21,306613	4,715	ruj 2015	8,450724	0,125	67,5	24,9	31,55	21,75	72
2600	0	48,760855	8,350767	6,123333	lis 2015	7,774182	0,45	109,5	52,7	67,9	57,1	158
2606	0	70,4366	5,409512	4,5	lis 2015	10,592812	0,15	69,5	16,85	28,2	27,1	75,5
2607	0	69,074943	13,926777	5,09	ruj 2015	7,54057	0,25	70	18,2	25,3	24,75	77
2608	0	62,110012	20,835563	6,705	ruj 2015	8,156809	0,25	61	17,3	24,2	21,6	68
2609	0	64,101019	17,829507	6,7	ruj 2015	9,036646	0,2	55,5	13	20,05	18,8	51
2616	0	70,871946	5,749789	5,85	svi 2015	8,433726	0,3	79	26,7	37,8	25,6	89
2617	0	74,646403	4,769355	4,61	lis 2015	11,6985	0	0	0	0	0	0
2618	0	64,872175	14,289717	6,01	ruj 2015	8,853768	0,25	70,5	34	35,4	22,75	84
2620	0	54,096318	4,363295	4,623333	lip 2015	8,742822	0,15	108	36	52,2	38,95	124
2629	0	63,534	11,199178	5,96	svi 2015	7,684231	0,2	73	22,6	34,1	27,2	90
2632	0	53,174618	31,532189	7,88	ruj 2015	8,147274	0,3	65,5	21,85	32,1	40,15	109,5
2640	0	30,257941	52,366211	7,91	lip 2015	7,886376	0,3	73	23,3	36	23,9	81
				MDK mg/kg	Pjeskovito tlo		0,0-0,5	0-40	0-60	0-30	0-50	0-60
					Praškasto-ilovasto tlo		0,5-1,0	40-80	60-90	30-50	50-100	60-150
					Glinasto tlo		1,0-2,0	80-120	90-120	50-75	100-150	150-200

Vrijednosti parametara analiziranih teških metala prelazile su maksimalne dopuštene količine na idućim lokacijama: 992655 (nikal i cink), 2206 (krom, nikal i cink), 2220 (krom), 2557 (krom i cink), 2571 (krom, nikal i cink), 2591 (cink), 2594 (nikal i cink), 2597 (krom, nikal i cink), 2600 (krom, nikal i cink), 2606 (krom i cink), 2607 (cink), 2616 (nikal i cink), 2620 (krom, nikal i cink), 2629 (nikal i cink) i 2640 (krom, nikal i cink).

Na 15 lokacija, od 24 analiziranih, vrijednosti teških metala u tlu prelazile su MDK vrijednosti i to: krom na 9 lokacija, nikal na 10 lokacija i cink na 14 lokacija.

Vrijednosti bakra i olova u tlu bile su manje od propisanih MDK vrijednosti na sve 24 lokacije.

Jedina provedena poznata i javnosti prezentirana praćenja kvalitete tla na onečišćenja na području Koprivničko-križevačke županije su na lokaciji CPS Molve, a koja provodi gotovo 28 godina Agronomski fakultet.

CPS Molve – analiza tla 2018. godina

Što se tiče sadržaja metala i metaloida u tlu treba reći da su u RH određene maksimalno dopuštene količine (MDK) teških metala (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb i Zn) važećim Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (N.N. br. 09 iz 2014). Da, arsen, kobalt i molibden nisu obuhvaćeni Pravilnikom, niti su propisane ikakve MDK vrijednosti, što je vrlo čudno, no mi smo navedene elemente nastavili interpretirati prema vrijednostima za MPS teških metala (As, Co i Mo) u tlu određene «starim» nevažećim Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima (N.N. br. 15 iz 1992). Vrijednosti za Barij i Vanadij nisu bile niti su sada propisane ikakvim Pravilnikom u RH, pa smo dobivene vrijednosti od 1996. do 2012. interpretirali prema vrijednostima koji vrijede u Republici Slovačkoj (Čurlík i Šefčík, 1999) a koje su redom iznosile 500 mg/kg i 120 mg/kg. RH u površinskom sloju tla (0-25 cm) iznosi 362 mg/kg, a vanadija 119 mg/kg. Navedene SV poslužile su nam kod interpretacije rezultata tih metala. Također treba naglasiti kako je interpretacija prema važećem Pravilniku (NN 09/14) različita i drugačija od one prema starim Pravilnicima (NN 32/10; NN 15/92; NN 10/07), te da su MDK vrijednosti prema starom pravilniku ovisile samo o teksturi tla tj. imali smo vrijednosti MDK za teška (glinasta) i laka (pjskovita) tla, dok sada dodatno imamo i praškasto-ilovasta tla, te se prema važećem Pravilniku (NN 09/14) vrijednosti nekih elemenata interpretiraju i prema sadržaju humusa (Hg i Cu) i pH vrijednosti (Cd, Zn, Ni, Pb i Cr). Hg, Ni, Pb, Zn, As, Co, Mo, Ba i V) na

ispitivanim lokacijama (CPS, M9, M9 uzvisina, M10, M11, M12 i M14), a u ovisnosti o fizikalnim i kemijskim svojstvima tla te propisanoj legislativi i dostupnoj literaturi. Na nekim lokacijama i tipovima tala vrijednosti MDK prema kojima se interpretiralo do 2010. g. (NN 15/92) bitno se razlikuju od onih prema kojima se sada interpretira (NN 09/14) (tablica 5a). Propisi su značajno pooštreni. Kao primjer navodimo MDK vrijednost za Zn, Ni i Cr za Glejno, hipoglejno, mineralno, nekarbonatno tlo u okolici M 11. Prema starom Pravilniku (NN 15/92) MPS je iznosila 300 mg/kg za Zn, 60 mg/kg za Ni i 100 mg/kg za Cr, dok po sada važećem Pravilniku (NN 09/14) iznosi redom 60 mg/kg za Zn, 30 mg/kg za Ni i 40 mg/kg za Cr. Stoga, tako velike promjene u stupnju onečišćenja (So , %) tj. razredima onečišćenja (I-V) nisu vezane uz porast koncentracije elementa (onečišćivača) već je razlog u smanjenju MDK vrijednosti. Kako se iz navedenoga može vidjeti MDK vrijednosti su postrožene za 50 % za nikal, 60 % za krom do čak 80 % za cink. Dodatno prema Geokemijskom Atlasu Republike Hrvatske (Halamić J. i Miko S., 2009) srednje prirodne vrijednosti (SV) i medijani (M) masenog udjela cinka, nikla i kroma za RH u površinskom sloju tla (0-25 cm) iznose: $SV(Zn) = 99$ mg/kg i $M(Zn)=88$ mg/kg; $SV(Ni) = 55$ mg/kg i $M(Ni)=48$ mg/kg i $SV(Cr) = 97$ mg/kg i $M(Cr)=88$ mg/kg; Srednje prirodne vrijednost svih dosadašnjih mjerenja u okolišu M 11 na obje promatrane dubine (od 1991. - 2018. g.; $n=33 \times 2=66$) za cink iznose 110 mg/kg, za nikal 43 mg/kg i za krom 54 mg/kg), pa i prema tomu vidimo da su vrijednosti iz Pravilnika (NN 09/14) za ovaj tip tla i za navedene elemente nerealno preniske. Utvrdili smo neke vrijednosti u tlu veće od MDK vrijednost ($So > 200$ %, razred V) za elemente Hg (CPS) i Zn (CPS), te vrijednost ($100 \% < So < 200$ %, razred IV) za elemente Hg (CPS), Ni (CPS, M 11 i M12), Zn (CPS, M11 i M 14) i Cr (M11) propisane važećim Pravilnikom (NN 09/14). Utvrdili smo i neke vrijednosti u tlima veće od MPS vrijednost za arsen (CPS, M 9 i M 12) i većih od prirodnih (SV) za barij (CPS i M 10). Ove je godine ponovno utvrđen visok sadržaj žive (4 izmjerene vrijednosti bile su veće od MDK vrijednosti ($> 1,0$ mg/kg = MDK) za ovaj tip tla) na tehnogenom tlu unutar CPS-a. Vrijednosti su se kretale u rasponu od 1,9 mg/kg (CPS, 3-8 cm, jesen 2018.) do 3,60 mg/kg (CPS, 0-3 cm proljeće 2018.) što pripada IV i V razredu tj. onečišćenom i zagađenom tlu. No, naglašavamo da se te MDK vrijednosti odnose na poljoprivredno tlo.

Temeljem svega navedenog nameće se zaključak da nije došlo do značajne promjene parametara u tlu i biljnom materijalu u istraživanoj godini u odnosu na prethodne, iako treba reći da su neke izmjerene vrijednosti Hg, Ni, Cr i Zn; te As i Ba veće od MDK/MPS/SV za

neke tipove tala. Na području Koprivničko-križevačke županije nalazi se 109 onečišćenih ili potencijalno onečišćenih lokaliteta. Čak 92 (84%) ih se nalazi u nizinskom području županije (od toga broja 42% na području Grada Koprivnice). Generatori za njih 85% sadržani su u industriji nemetala (površinsko rudarenje), na mjestima skladištenja nafte i naftnih derivata te na područjima odlagališta otpada.[22]

9. ZAKLJUČAK

Na kraju ovog rada mogu zaključiti da je kvaliteta zraka, vode i tla vrlo bitna za život ljudi. Kvaliteta zraka prati se na državnoj i lokalnoj razini kroz mrežu mjernih postaja: državna mreža za trajno praćenje kvalitete zraka, mjerne postaje jedinica lokalne i regionalne samouprave te mjerne postaje onečišćivača. Dobiveni mjerni podaci koriste se za praćenje i procjenjivanje kvalitete zraka i potom za predlaganje i provođenje mjera za sprječavanje i smanjivanje onečišćenja zraka.

Rezultati mjerenja kvalitete zraka sa svih mjernih postaja uspostavljenih na području Republike Hrvatske kontinuirano se dostavljaju u bazu „Kvaliteta zraka u Republici Hrvatskoj“ i objavljuju svakog sata na internetskim stranicama Hrvatske agencije za okoliš i prirodu. [23]

Na mjernoj postaji Desinić, 2015. godine, zrak je bio uvjetno (zbog smanjenog obuhvata podataka) I. kategorije s obzirom na PM_{10} i $PM_{2,5}$. Za navedene tvari napravljene su korekcije korekcijskim faktorima sukladno studijama ekvivalencije. Mjerenja NO_2 korištena su kao indikativna i zrak je bio uvjetno I. kategorije. Na istoj postaji zrak je bio II. kategorije s obzirom na O_3 . Na mjernoj postaji Kopački rit, 2015. godine, zrak je bio I. kategorije s obzirom na O_3 , PM_{10} i $PM_{2,5}$. Za onečišćujuće tvari PM_{10} i $PM_{2,5}$ napravljene su korekcije korekcijskim faktorima sukladno studijama ekvivalencije. Može se zaključiti da u zoni HR 1 nisu prekoračene zadane granične vrijednosti onečišćujućih tvari, te se kvaliteta zraka prema tome može ocijeniti kao kvaliteta I. kategorije s obzirom na sve onečišćujuće tvari osim prizemnog ozona.

Iz prikazanih podataka u radu za kvalitetu vode na području grada Koprivnice na kraju rada možemo zaključiti kako su svi parametri bili u zadovoljavajućim, te isto tako da je kvaliteta vode zadovoljavajuća, odnosno zdravstveno ispravna.

Što se tiče kvalitete tla na 15 lokacija, od 24 analiziranih, vrijednosti teških metala u tlu prelazile su MDK vrijednosti i to: krom na 9 lokacija, nikal na 10 lokacija i cink na 14 lokacija. Vrijednosti bakra i olova u tlu su manje od propisanih MDK vrijednosti na sve 24 lokacije.

10. LITERATURA

- [1] Škole.hr, Voda, http://skole.hr/dobro-je-znati/osnovnoskolci?news_id=7566 , pristupljeno 01.10.2020.
- [2] Istra zrak, Što je zrak, <https://istrazrak.hr/sto-je-zrak> , pristupljeno 01.10.2020.
- [3] Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Zavod za zaštitu okoliša i prirode, Tlo i zemljište, <http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/zrak-klima-tlo/tlo-i-zemljiste>, pristupljeno 01.10.2020.
- [4] Svijet kvalitete, Kvaliteta, <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/kvaliteta>, pristupljeno 17.08.2020.
- [5] Zakon HR, Zakon o zaštiti zraka, <https://www.zakon.hr/z/269/Zakon-o-za%C5%A1titi-zraka> , pristupljeno, 01.10.2020.
- [6] Narodne novine, Zakon o vodama, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_07_66_1285.html , pristupljeno, 01.10.2020.
- [7] Narodne novine, Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_01_9_167.html , pristupljeno 16.02.2021.
- [8] Središnji državni portal, Kvaliteta zraka, <https://gov.hr/moja-uprava/stanovanje-i-okolis/briga-o-okolisu/kvaliteta-zraka/488> , pristupljeno 17.08.2020.
- [9] Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zrak, <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67451> , pristupljeno 17.08.2020.
- [10] EEA „[Air quality in Europe — 2017 report](#)” (Kvaliteta zraka u Europi – izvješće za 2017.), 2017., str. 22.
- [11] Državni hidrometeorološki zavod, Kvaliteta zraka, <https://www.airq.hr/kvaliteta-zraka/> , pristupljeno 28.01.2021.
- [12] Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Voda, <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=65109> , pristupljeno 18.08.2020.
- [13] Dadić, Ž.: Pregled kvalitete pitke vode u hrvatskoj, Priručnik o temeljnoj kakvoći vode u Hrvatskoj, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zagreb, (2001.), 1. - 3.
- [14] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Tlo, <https://mzoe.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/okolis/tlo/1323> , pristupljeno 18.08.2020.
- [15] Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Sačuvajmo zdravlje tla, <https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/sacuvajmo-zdravlje-tla/> , pristupljeno 18.08.2020.

- [16] Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za tlo, <https://www.hapih.hr/ct/> , pristupljeno 18.08.2020.
- [17] Agroklub, Zašto je važna analiza tla? Koji laboratoriji i po kojoj cijeni rade taj posao?, <https://www.agroklub.com/poljoprivredne-vijesti/zasto-je-vazna-analiza-tla-koji-laboratoriji-i-po-kojoj-cijeni-rade-taj-posao/49499/> , pristupljeno 18.08.2020.
- [18] Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Okoliš na dlanu I-2020, http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/publications/2020-06/2020%20Okolis%20na%20dlanu_Final_Draft%20f.pdf , pristupljeno, 01.10.2020.
- [19] Grad Koprivnica, PROGRAM ZAŠTITE ZRAKA, OZONSKOG SLOJA, UBLAŽAVANJA KLIMATSKIH PROMJENA I PRILAGODBE KLIMATSKIM PROMJENAMA ZA PODRUČJE GRADA KOPRIVNICE ZA RAZDOBLJE 2017. – 2020., http://koprivnica.hr/wp-content/uploads/2017/09/Program-za%20zaštite-zraka_Grad-Koprivnica_final.pdf , pristupljeno 21.08.2020.
- [20] Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Zdravstvena ispravnost vode u Hrvatskoj, <https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/zdravstvena-ispravnost-vode-u-hrvatskoj/>, pristupljeno 21.08.2020.
- [21] KC VODE, Kvaliteta vode za 2019. Godinu, <http://www.kcvode.hr/wp-content/uploads/2015/12/Kvaliteta-vode-za-12-2019.-godinu.pdf> , pristupljeno 24.08.2020.
- [22] Koprivničko-križevačka županije, Izvješće o stanju okoliša Koprivničko-križevačke županije, <https://kckzz.hr/wp-content/uploads/2019/11/Izvje%C5%A1%C4%87e-o-stanju-okoli%C5%A1a-Koprivni%C4%8Dko-kri%C5%BEeva%C4%8Dke-%C5%BEupanije.pdf> , pristupljeno, 28.01.2021.
- [23] Središnji državni portal, Kvaliteta zraka, <https://gov.hr/moja-uprava/stanovanje-i-okolis/briga-o-okolisu/kvaliteta-zraka/488> , pristupljeno 24.08.2020.

11. PRILOZI

11.1. POPIS SLIKA

	Stranica
Slika 1. Izvori onečišćenja zraka	11
Slika 2. Utjecaj onečišćenja zraka na zdravlje.....	11
Slika 3. Način uzorkovanja.....	30
Slika 4. Emisije stakleničkih plinova po djelatnostima.....	32
Slika 5. Udjeli emisija stakleničkih plinova po sektorima.....	32

11.2. POPIS TABLICA

	Stranica
Tablica 1. Vrste vode i električna vodljivost vode.....	17
Tablica 2. Ukupnost vode i ukupne otopljene tvari.....	17
Tablica 3. Vrste vode prema tvrdoći vode.....	18
Tablica 4. Mjerne postaje na području zone HR1.....	34
Tablica 5. Sukladnost uzoraka vode po mjesecima i kontrolnim točkama u 2019.Godini.....	39
Tablica 6. Srednja vrijednost pokazatelja sukladnosti vode za piće u 2019. Godini.....	40
Tablica 7. Analiza tla na području Koprivničko-križevačke županije.....	44