

# Određivanje koncentracija pesticida u vodi za piće na području Primorsko-goranske županije

---

Kristić, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:956217>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-02**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ SANITARNOG INŽENJERSTVA

Iva Kristić

Određivanje koncentracija pesticida u vodi za piće na području Primorsko-goranske županije

Diplomski rad

Mentor rada: izv.prof.dr.sc Aleksandar Bulog, mag.sanit.ing

Diplomski rad obranjen je dana u/na \_\_\_\_\_ u/na \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, pred povjerenstvom u sastavu:

1. izv.prof.dr.sc Sandra Pavičić Žeželj, dipl sanit.ing
2. doc.dr.sc. Željko Linšak, dipl sanit ing
3. izv.prof.dr.sc. Aleksandar Bulog, dipl.sanit.ing

Rad sadrži 52 stranice, 9 slika, 21 tablicu, 33 literaturna navoda.

## Zahvala

Posebne zahvale za veliku pomoć u pisanju ovog rada idu mr. sc. Vandi Piškur, dipl. sanit. ing i doc. dr. sc. Igoru Dubroviću, dipl. ing. Hvala mentoru izv. prof. dr. sc. Aleksandru Bulogu, mag. sanit. ing na potpori u odabiru teme i pisanju rada. Velika zahvala mojoj obitelji, osobito mami, tati i sestri na potpori tijekom ovih pet godina studiranja. Hvala Luki i Barbari na tehničkoj i moralnoj podršci te Petri i Mariji na pomoći i podršci tijekom cijelog studija. Mojim kolegama Orei i Deniu veliko hvala na svemu.

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Materijali i postupci .....	12
3. Cilj istraživanja .....	9
4. Rezultati.....	10
6. Rasprava .....	34
7. Zaključak .....	36
9. Životopis.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
10. Popis skraćenica i akronima .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Sažetak

Pesticidi su široka skupina raznovrsnih sredstava koja se koriste za suzbijanje štetnika, korova ili bolesti bilja. Zbog rastuće potražnje za hranom u svijetu raste i upotreba pesticida, time se povećava i rizik od kontaminacije vode, tla i hrane. Ostaci pesticida u vodi za piće predstavljaju velik javno zdravstveni rizik s obzirom na toksična svojstva koja mnogi od njih posjeduju. Cilj ovog rada bio je napraviti pregled prisutnosti pesticida u uzorcima vode uzetih na izvorištima unutar naše županije.

## Summary

Pesticides make a broad group of diverse agents that are used to control pests, weeds or plant diseases. Due to the demand for food growing everyday in the world, the use of pesticides is also growing, thus increasing the risk of contamination of water, soil and food. Their residues in drinking water pose a major public health risk given the toxic properties that many of them possess. This study is a review of pesticide concentrations in drinking water samples taken at springs within the Primorje-Gorski Kotar County.



# 1. Uvod

## 1.1 Podjela pesticida

Prema definiciji, pesticidima se smatraju tvari koje su namjenjene suzbijanju i uništavanju štetnika.

U užem smislu to su sva sredstva koja se koriste za zaštitu biljaka od štetnika. (1)

Postoji više različitih podjela pesticida. Prema namjeni možemo ih podijeliti na:

1. Algicide
2. Avicide
3. Akaricide
4. Arboricide
5. Baktericide
6. Fungicide
7. Herbicide
8. Insekticide
9. Moluskicide
10. Nematocide
11. Rodenticide
12. Virucide (2)

Osim prema namjeni, pesticide možemo podijeliti i u skupine prema kemijskom sastavu.

Najčešće zastupljene skupine su:

1. Organoklorni pesticidi
2. Organofosforni pesticidi
3. Karbamati
4. Piretroidi
5. Fenil amidi
6. Fenoksi herbicidi
7. Triazini i metaboliti
8. Benzojeva kiselina
9. Ftalimidi
10. Dipiridili
11. Ostali



Organoklorni pesticidi su sintetski pesticidi čija je upotreba široko rasprostranjena u cijelom svijetu. Spadaju u skupinu kloriranih derivata ugljikovodika te imaju veliku primjenu u kemijskoj industriji i poljoprivredi. Visoko su toksični, sporo se razgrađuju i imaju veliku sklonost ka bioakumulaciji. Također spadaju u perzistentne organske onečišćivače. (2)

Mnogi spojevi iz ove skupine spadaju u danas zabranjena, za ljude i životinje toksična sredstva. Jedan od njih je i diklor-difenil-trikloretan, poznatiji pod nazivom DDT (insekticid). Nakon otkrivanja njegove toksičnosti te zabrane upotrebe, započeo je ubrzani razvoj drugih pesticida. Iako je službeno izbačen iz upotrebe, još se uvijek proizvodi i koristi u Indiji i Sjevernoj Koreji, najviše zbog niske cijene i visoke učinkovitosti. U prošlosti su se organoklorni pesticidi upotrebljavali za suzbijanje malarije i tifusa. (3) Iz ove skupine pesticida koji se još uvijek upotrebljavaju ističe se izodrin, klorirani ciklodien koji se koristi kao insekticid. (4)

Organofosforni pesticidi čine najrasprostranjeniju skupinu insekticida danas. U početku su korišteni kao bojni otrovi, prilikom čega se otkrilo i njihovo insekticidno djelovanje. Toksični su za ljude jer djeluju kao ireverzibilni inhibitori acetilkolinesteraze. Ona u živčanom sustavu čovjeka ima ulogu razgradnje acetilkolina u sinapsnim pukotinama, njegovim nakupljanjem nastupa kolinergična kriza. Prema učinku na receptore, simptomi trovanja podijeljeni su u 3 skupine: muskarinske, nikotinske i simptome na razini CNS-a (središnjeg živčanog sustava). Kronična izloženost spojevima iz ove skupine može dovesti do demijelinizacije aksona, a visoke doze kod akutne izloženosti ili duga kronična izloženost mogu dovesti i do smrti. Liječenje trovanja zasniva se na primjeni reaktivatora acetilkolinesteraze, oksima i oksooksima. (5)

Prednost koju imaju u odnosu na organoklornu skupinu leži u njihovoj relativno niskoj stabilnosti. Stabilni su po nekoliko mjeseci, za razliku od organoklornih pesticida koji su stabilni po nekoliko godina. Uz prisutnost zraka ili sunčeve svjetlosti brzo se razgrađuju, a moguća je i razgradnja hidrolizom. Neki od najčešće upotrebljivanih iz ove skupine su: dimetoat, klorpirifos, malation, ometoat i fosetil. (6)

Karbamati su derivati karbaminske kiseline. Prvi spoj iz ove skupine bio je fizostigmin koji se koristio za liječenje glaukoma. Poznati su inhibitori acetilkolinesteraze: upravo je inhibicija ovog enzima osnova toksičnosti karbamata. U upotrebu kao insekticidi došli su 70-ih godina prošloga stoljeća. Postoji nekoliko manjih skupina prema kemijskom sastavu. Fenil-karbamati inhibiraju fotosintezu u zelenih biljaka. Odobreno je i korištenje tiokarbamata, oni zaustavljaju sintezu lipida potrebnih za izgradnju stanične membrane. Metoksi-karbamati i ditiokarbamati koriste se kao fungicidi. Upotrebljava se i pirimikarb koji služi za suzbijanje lisnih ušiju. (7)

Piretroidi su insekticidi čija je primjena vrlo raširena, može ih se naći u sastavu brojnih sredstava za zaštitu od komaraca, u šamponima za kućne ljubimce i šamponima protiv ušljivosti za ljudsku potrošnju. Također su u upotrebi kao pripravci protiv nametnika na sobnom bilju. Piretroidi su zapravo sintetski analozi piretrina (prirodni insekticidi). Piretroidi su na uvjete u okolišu otporniji od piretrina pa je njihovo vrijeme razgradnje duže. Smatra se da su niske toksičnosti za ljude i sisavce. Ipak moguće su reakcije pri akutnoj ili kroničnoj izloženosti. Najčešće se radi o alergijskim reakcijama. (8)

Fenilamidi spadaju u skupinu fungicida koji djeluju na oomicete gljiva. Koriste se u suzbijanju vrsta iz roda *Phytophthora*, *Pythium*, *Pseudoperonospora* te mnogih drugih patogenih gljiva. Karakteristično je da se koriste u preventivne svrhe jer kada je obolijevanje na usjevu već prisutno, njihova učinkovitost opada. (9)

Fenoksi herbicidi su sredstva na osnovi fenoksi-fitohormona. Najčešće se primjenju u obliku kvaternih amonijevih soli. To su selektivni herbicidi koji induciraju fiziološke odgovore slične onima endogenih biljnih hormona (npr. citokini, etilen). Koriste se za zaštitu usjeva pšenice. Jedan od najčešće korištenih fenoksi herbicida je 2,4-diklorofenoksiacetilna kiselina. Umjereno su toksični te mijenjaju kemijski sastav korova što ga čini ukusnijim za stoku. Zato se nakon tretmana ne preporuča ispaša na tretiranom mjestu barem 2 tjedna kako ne bi došlo do trovanja. (10)

Triazini se koriste kao herbicidi, a skupinu čini 15 spojeva. Slabo su topljivi u vodi, prema kemijskom sastavu to su supstituirani cijanurkloridi. Sprječavaju fotosintezu, u biljku ulaze putem korijena. Neki od najvažnijih su simazin, atrazin, prometon, desmetrin i prometrin. Najčešće se koriste na usjevima kukuruza za suzbijanje korova. Slabo su toksični, ali u tijelu prelaze u N-nitrozoatrazin, dokazani humani kancerogen i mutagen. Iz organizma se izlučuju putem mokraće. (11)

Benzojeva kiselina može se koristiti kao insekticid i fungicid. Lako je topljiva u vodi, nema dugu perzistenciju u tlu. Nisko je toksična za sisavce, ali djeluje kao iritans i alergen. S obzirom na antimikrobno djelovanje koristi se i kao konzervans.

Ftalimidi su fungicidi koji djeluju na širok spektar fitopatogenih gljiva. Niske su rezistencije i nije zabilježena pojava unakrsne rezistencije s drugim fungicidima. Predstavnik skupine je N-fenilftalidmid koji izaziva inhibiciju protoporfirinogenoksidaze. Protoporfirinogenoksidaza je enzim koji ima važnu ulogu u biosintezi klorofila. Njegovom inhibicijom nastaju oštećenja na staničnoj membrani biljke i ona ugiba. (12)

Dipiridili spadaju u kontaktne neselektivne herbicide. Oni inhibiraju proces fotosinteze na razini fotosistema 1. Inhibicijom nastaju oštećenja stanične membrane i citoplazme. Rabe se kao desikanti jer uništavaju sve zelene dijelove biljke. Vrlo brzo se apsorbiraju, tako da je smanjen rizik od ispiranja preparata. Brzo se inaktiviraju u dodiru s tlom. Njihova upotreba vrlo je raširena, koriste se i kao selektivni herbicidi u vinogradima. Mana im je visoka toksičnost. Najpoznatiji su parakvat i dikvat. Kod ljudi uzrokuje methemoglobulinemiju i lezije na plućima. Razgrađuje se najvećim dijelom pomoću ultraljubičastog zračenja. Vrlo se snažno veže na čestice glinasto ilovastog tla. (7)

## 1.2 Vodoopskrba u Primorsko-goranskoj županiji

Javna vodoopskrba u Primorsko-goranskoj županiji organizirana je putem 9 vodoopskrbnih sustava kojima upravljaju različita komunalna društva. Priključenost stanovništva na javni vodoopskrbni sustav je iznad prosjeka za područje Republike Hrvatske i iznosi visokih 96% (prosjeak na razini Republike Hrvatske iznosi 80%).

### 1.2.1 Vodoopskrba na području grada Rijeke i okolice

Grad Rijeka i okolica se pitkom vodom uglavnom napajaju iz izvora Rječine. Izvor se prihranjuje iz planinskog zaleđa Rijeke, koje po ukupnim količinama oborina pripada najvodnijim područjima Hrvatske. U okolini izvora nema većih urbanih naselja niti obavljanja gospodarskih djelatnosti, stoga je kakvoća vode uglavnom izvrsna.

Područje sliva Rječine nije točno definirano, uglavnom se govori o 53,8 km<sup>2</sup>, što uključuje sliv Sušice (najvećeg pritoka Rječine) i same Rječine. Granice sliva važne su za određivanje zona sanitarne zaštite. U krškom ih je području vrlo teško točno definirati zbog interakcije površinskih i podzemnih voda pa tako za ovo područje još uvijek ne postoje točno određene granice sliva. Za vrijeme obilnih kiša, osobito nakon suše, zamijećena je nešto učestalija pojava pogoršane bakteriološke slike na izvorištu. Voda izvora Rječine na površinu izbija iz špilje u kršu prelijevanjem preko umjetne betonske pregrade čija visina iznosi oko 5 m. Maksimalna izdašnost izvora iznosi 2 000 l/s, a bez prelijeva je najčešće 2 do 3 mjeseca. Prosječna vrijednost temperature na izvorištu iznosi 7,8 °C. Kada god razina vode na izvoru to dozvoljava, vodoopskrba grada i okolice odvija se gravitacijskim vodoopskrbnim sustavom.

Uz izvor Rječine, grad se Rijeka vodom opskrbljuje i iz izvora Zvir 1. Taj je izvor putem podzemnih voda povezan s izvorom Rječine. Ujedno je i najveći stalni krški izvor Kvarnerskog zaljeva. Maksimalna izdašnost je jednaka kao kod izvora Rječine i iznosi 2 000 l/s. U upotrebi je kada količina vode iz izvora Rječine nije dostatna za potrebe grada ili kada izvor u potpunosti presuši. Voda u izvor dolazi s područja Grobničkog polja i Gomanca. Voda u ovom izvoru je uvijek bakteriološki opterećena te se mora pumpati na više kote jer nije moguća primjena gravitacijskog vodoopskrbnog sustava. (13)

### 1.2.2 Vodoopskrba i izvorišta na području Gorskog kotara

Najvažniji vodni resursi Gorskoga kotara su jezera: Lokvarsko jezero, Bajer i Lepenica. Uz njih važni su i vodotoci rijeka Kupe, Dobre i Čabranke. Ovaj kraj spada u manje razvijena područja u Hrvatskoj i u Primorsko-goranskoj županiji. Izvorišta koja spadaju u područje Gorskoga kotara, a koja se koriste za javnu vodoopskrbu su: “Čabranka, Kupica, Ribnjak i Ličanka. Potencijalna izvorišta su Kupa, Mala Belica, Velika Belica, buduća akumulacija Križ, odnosno privremeni zahvat u akumulaciji Lokvarka, Zeleni vir, Mlako vrelo, Studeno vrelo i Kamačnik.“ (14) (15)

### 1.2.3 Vodoopskrba i izvorišta na području ostatka PGŽ

Na području grada Crikvenice, općine Novi Vinodolski i Vinodola koriste se izvorišta u Novljanskoj Žrnovnici i bunar u Triblju, postoji i potencijalno izvorište Sušik također u Triblju.

Vodoopskrba otoka Krka za : „Grad Krk, općine Omišalj, Malinsku, Punat, Vrbnik, Dobrinj i Bašku proizlazi iz riječkih izvora za Omišalj,izvor Vela Fontana, bunari u Bašćanskoj kotlini i izvor Paprati.“

Za područje Opatije i Liburnije voda se doprema iz izvora:“ na Učki i u tunelu Učka te sustavom Rijeka i Ilirska Bistrica.“

Na području otoka Cresa i Lošinja jedini izvor vode za piće: „jezero Vrana na otoku Cresu.“

Za otok Rab vodoopskrba ide dotokom s kopna (Hrmatine) i iz izvora i bunara na Rabu. (16)

### 1.3 Zone sanitarne zaštite

Zone sanitarne zaštite definiramo kada želimo zaštititi vodu koja se koristi za piće ili se može potencijalno koristiti za piće. Određivanje zona sanitarne zaštite spada u osnovne mjere kojima se želi osigurati zdravstvena ispravnost vode. Ova vrsta zaštite ima prednost nad svim drugim. Zoniranje se temelji na podjeli slivnog područja u različite zone zaštite ovisno o stupnju opasnosti od zagađenja.

Svako zagađenje na području sliva predstavlja opasnost od onečišćenja izvora vode za piće, a ta opasnost ovisno o točnoj lokaciji u odnosu na izvorište može biti veća ili manja. Upravo se iz tog razloga provodi zoniranje. Za svaku zonu sanitarne zaštite moraju se definirati režim ponašanja i zaštitne mjere. To se odnosi na plan izgradnje, regulaciju industrije, regulaciju poljoprivrede, na kontrolu ispusta otpadnih voda te na gradnju deponija.

Zoniranje se može provesti na dva načina, empirijskim ili teorijskim pristupom.

Empirijski pristup kao glavni kriterij određivanja zona koristi minimalno vrijeme zadržavanja vode u vodonosniku. Što je dulje vremena voda na nekom mjestu, to je opasnost od zagađenja veća. Tada se područje ovisno o stupnju ugroženosti i vremenu zadržavanja vode dijeli u 3 zone. Ovaj pristup koristi se i u Hrvatskoj.

Teorijski pristup uzima u obzir transport zagađivala kroz vodonosnik. Na temelju dobivenih rezultata izračunava se obavezna udaljenost određenog izvora zagađenja od izvora vode. Kod teorijskog pristupa postavljaju se zone ugroženosti umjesto zona sanitarne zaštite. Pri izračunima se koriste različiti matematički modeli. Što je više okolišnih faktora uzeto u obzir, to je model točniji. Moguća je i kombinacija empirijskog i teorijskog pristupa određivanju.

Trenutno je kod nas na snazi „Pravilnik o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta iz 2011. godine u kojem se definiraju precizni kriteriji za određivanje zona.“ (17)

Prema općim kriterijima zoniranje najčešće dijeli područje zaštite na 3 zone. Prva zona odnosi se na područje do 50 m oko zahvata i funkcija joj je fizička zaštita zahvatnih objekata. Druga zona kreće od granice prve i pokriva područje na kojemu se voda zadržava do 50 dana. Uloga druge zone je zaštita od potencijanih mikrobioloških onečišćenja. Treća zona se proteže od druge zone pa sve do granice sliva. Kada njena veličina prelazi više od 2 km može se podijeliti u podzону a i b.

U krškom području velik problem pri zoniranju predstavljaju specifičnosti svake pojedine lokacije. Zbog reljefa na ovom području i postojanja velikog broja podzemnih voda iznimno je teško točno primijeniti kriterije za određivanje zona.

Prema važećem pravilniku za krški vodonosnik moguće je odrediti do četiri zone zaštite. U prvu zonu ulazi neposredno naplavno područje, a ukoliko se ona proteže preko velikog ili nepristupačnog područja može se podijeliti u podzону IA i IB. U drugoj zoni voda se zadržava do 24 sata, teče brzinom od najmanje 3,0 cm/s. Također se u drugu zonu uključuju ponori i ponorne zone. U trećoj se zoni voda zadržava od jednog do deset dana, a brzina protjecanja može varirati između 1,0 do 3,0 cm/s. U četvrtoj zoni voda se može zadržavati od 10 do 50 dana i protjecati brzinama do 1 cm/s. (17)

#### 1.4 Zakonska regulativa

U Hrvatskoj je na snazi nekoliko zakona i pravilnika koji se tiču vode. Krovni zakon je Zakon o vodama. Njime se određuje: „pravni status voda, vodnoga dobra i vodnih građevina, upravljanje kakvoćom i količinom voda“. Još neka od poglavlja koje ovaj zakon pokriva su: „zaštita od štetnog djelovanja voda, detaljna melioracijska odvodnja i navodnjavanje, djelatnosti javne vodoopskrbe i javne odvodnje, posebne djelatnosti za potrebe upravljanja vodama itd.“

Uz ranije navedeni zakon, od 2013.godine u primjeni je i „Zakon o vodi za ljudsku potrošnju.“ Zakon je donesen u svrhu provedbe stare Direktive 98/83 EZ koja je donesena 3.11.1998. Također kvalitetu vode regulira i EU Direktiva 2020/2184 od 16. prosinca 2020. To je glavni dokument EU za kvalitetu pitke vode.

Prema zakonu, voda namijenjena za ljudsku potrošnju je:

- a) „sva voda koja je u svojem izvornom stanju ili nakon obrade namijenjena za piće, kuhanje, pripremu hrane ili druge potrebe kućanstava, neovisno o njezinom porijeklu te neovisno o tome potječe li iz sustava javne vodoopskrbe, iz cisterni ili iz boca, odnosno posuda za vodu“
- b) „sva voda koja se rabi u industrijama za proizvodnju hrane u svrhu proizvodnje, obrade, očuvanja ili stavljanja na tržište proizvoda ili tvari „

Zakon prenosi opće odredbe navedene Direktive, dok Pravilnik (podzakonski akt) uređuje prijenos priloga iz Direktive.

Zakonom je također definirano da pravne osobe koje isporučuju vodu za ljudsku potrošnju moraju izraditi plan sigurnosti vode. Plan se mora temeljiti na: „ smjernicama za kvalitetu vode za piće Svjetske zdravstvene organizacije i normi HRN EN 15975-2 ili drugim međunarodno priznatim normama“. (18)



Pravilnik je podzakonski akt kojim je definiran način i učestalost uzorkovanja voda za ljudsku potrošnju. U njemu se također nalazi popis i vrijednost parametara koji se ispituju, vrste i opseg analiza koje se provode te svi ostali podaci koji su relevantni za monitoring.

Analiza vode za ljudsku potrošnju pokriva 4 skupine parametara:

1. „Mikrobiološki parametri zdravstvene ispravnosti“
2. „Mikrobiološki parametri zdravstvene ispravnosti u trenutku punjenja u boce ili drugu ambalažu“
3. „Kemijski parametri zdravstvene ispravnosti“
4. „Indikatorski parametri“

Određivanje koncentracija pesticida spada u kemijske parametre. U napomeni 6 pravilnika definirano je značenje pesticida. Prema pravilniku pojam pesticidi označava: „organske insekticide, organske herbicide, organske fungicide, organske nematocide, organske akaricide, organske algicide, organske rodenticide, organski pripravci koji sprečavaju nastajanje sluzi (slimicidi), srodne proizvode (između ostalog i regulatore rasta) te njihove relevantne metabolite, razgradne i reakcijske produkte.“ Također se navodi da se ispituju samo oni pesticidi za koje postoji osnovana sumnja da će biti prisutni u nekom vodoopskrbnom sustavu. Članak 11. Zakona o vodi za ljudsku potrošnju kaže da: „listu pesticida zbog velikog broja pesticida različite toksičnosti u vodi za ljudsku potrošnju određuje stručno povjerenstvo.“ (19)

Najnoviji zakon vezan za pesticide i njihovu primjenu je Zakon o održivoj uporabi pesticida čija je zadnja verzija na snazi od 23.4.2022. Svrha mu je postizanje održive uporabe pesticida, podizanje svijesti o pesticidima, izobrazba za profesionalne korisnike pesticida i drugo. Ovim Zakonom preuzete su odredbe EU Direktive 2009/128/EZ. (20)

Uz navdano na snazi je i pravilnik o uvjetima koje moraju ispunjavati vodoopskrbni objekti.

## 1.5 Pesticidi u vodi

Pesticidi u vodu mogu doći na različite načine. Direktna onečišćenja vode najčešće se događaju u proizvodnji ili tijekom pripreme sredstava za apliciranje. Također aplikacija u blizini vodotoka te jezera ili mora predstavlja još jedan oblik moguće direktne kontaminacije. Uz navedeno postoji i mogućnost direktnog onečišćenja iz nepravilno odložene ambalaže.

Indirektno onečišćenje vode ima veći utjecaj na moguću kontaminaciju te, posljedično, neispravnu vodu za piće. Do njega dolazi kada voda koja se koristi za vodoopskrbu teče kroz tlo koje je kontaminirano pesticidima ili njihovim metabolitima i reziduama. Procesima poput filtracije, adsorpcije, desorpcije i difuzije pesticidi iz tla dopijevaju u vodu. (21) (22)

## 12. Materijali i postupci

Određivanje koncentracija pesticida provedeno je NZZJZ PGŽ tijekom 2021. godine. Analizirani uzorci prikupljeni su tijekom redovnog monitoringa izvedenog prema planu monitoringa vode za ljudsku potrošnju u PGŽ za 2021. godinu.

Prema popisu za 2021. godinu u vodi za piće određuju se:

1. Organoklorni pesticidi – izodrin\*
2. Organofosforni pesticidi – ukupni\*, dimetoat\*, klorpirifos\*, klorpirifos-metil\*, malaokson, malation, ometoat\*, pirmifos-metil\*, klorfenvinfos\*, fosetil
3. Triazini i metaboliti – atrazin\*, desetil atrazin, deizopropil atrazin, desetil deizopropil atrazin, 2-hidroksi-atrazin, desetil-2-hidroksi-atrazin, simazin\*, hidroksi simazin, tertbutilazin\*, desetil tertbutilazin, hidroksi-tertbutilazin, metribuzin
4. Herbicidi i metaboliti – glifosat, bentazon, 2,6-diklorbenzamid, 2,4 D, diuron, MCPA, bromacil, mecoprop, izoproturon, desmetil izoproturon, pendimetalin\*, linuron, klorotoluron, dimetenamid-p, dikamba, prosulfokarb.

U NZZJZ PGŽ za određivanje pesticida u vodi koriste se plinska (GC) i tekućinska kromatografija (LC). Plinska i tekućinska kromatografija koriste se za razdvajanje komponenti uzoraka. Ove se tehnike vežu s masenom spektrometrijom koja služi za samu detekciju prisutnih analita (GC-MS, GC-MS/MS, LC-MS/MS). S plinskom se kromatografijom može vezati i detektor na bazi uhvata elektrona (GC-ECD). Ta se metoda također koristi u NZZJZ PGŽ. NZZJZ PGŽ je akreditiran za određivanje organoklornih i organofosfornih pesticida te triazina. (23)

---

\* označava pesticide koji se analiziraju akreditiranim metodama

## 2.1 Uzorkovanje vode

Uzorkovanje za potrebe monitoringa se prema Zakonu provodi na „mjestima za provjeru sukladnosti i unutar vodoopskrbne mreže u određenim dijelovima vodoopskrbnog sustava ili u postrojenju za obradu vode, gdje se može dokazati da se vrijednosti pokazatelja izmjenjenog u takvim uzorcima neće promijeniti.“ (19) Uzorkovanje u vodoopskrbnoj mreži provodi se u sukladnosti prema normi HRN ISO 5667-5. Norma se odnosi na kvalitetu vode, a njezin 5. dio specifično daje: „upute za uzorkovanje vode za piće iz uređaja za pročišćavanje i cjevovodnih opskrbnih sustava.“

Proces uzorkovanja izvodi se ručno uz pomoć boca, kanti različitog volumena, boce za dubinsko uzorkovanje ili teleskopskog štapa s čašom pričvršćenom na vrhu štapa, bilo da se uzorkuju slučajni (trenutni) ili kompozitni uzorci. Uzorci se uzimaju u za to predviđene spremnike, ovisno o pokazateljima koje je potrebno određivati.

Prilikom uzorkovanja potrebno je obratiti pozornost na to da relativne proporcije koncentracija svih prisutnih komponenti budu iste u uzorku kao i u materijalu iz kojeg je uzet. Kako ne bi bilo značajnih promjena u sastavu uzorka, s uzorkom se rukuje oprezno. Tu se prvenstveno misli na mogućnost kontaminacije samog uzorka, što bi moglo utjecati na analize. Prilikom svakog uzorkovanja posude za uzorkovanje i uzorkivač se isperu uzorkom.

Spremnici za uzorkovanje jasno se označavaju vodootpornim flomasterom da ne bi došlo do miješanja uzoraka. Za transport uzoraka osiguran je hladni lanac od mjesta uzorkovanja do laboratorija. Uzorci se transportiraju do laboratorija u spremnicima za uzorkovanje, u transportnim hladnjacima (temperaturu je moguće snižavati i uz pomoć smrznutih umetaka) u što je moguće kraćem vremenskom periodu.

Spremnici s uzorcima moraju biti dobro zaštićeni i začepljeni da tijekom transporta spriječimo gubitke uzoraka, promjene njihova sastava ili razbijanje spremnika. Tijekom cijeloga transporta uzorci su zaštićeni od svjetla te je osiguran hladni lanac do prijema u laboratorij. (24)

Tijekom 2020. i 2021. godine na području PGŽ uzeta su sveukupno 102 uzorka za analizu na pesticide (51 u 2020. i 51 u 2021). Uzorci su prikupljeni iz 5 vodoopskrbnih područja:

1. DP OPATIJA-RIJEKA-KRK
2. DP CRES-LOŠINJ
3. DP GORSKI KOTAR
4. DP HRVATSKO PRIMORJE
5. DP ŽRNOVNICA

Uzorkovanje se provodilo na 51 izvoru:

- |                                   |                         |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1. Izvor Zvir 2 - bunar B2        | 17. bunar EB2           | 36. izvor u tunelu Učka |
| 2. izvor Zvir 1                   | 18. bunar EB3           | 37. izvor Vela Učka     |
| 3. bunar B3                       | 19. izvor Vela Fontana  | 38. izvor Rečina        |
| 4. bunar B4                       | 20. bunar Paprati       | 39. izvor Sredić        |
| 5. bunar B2                       | 21. Hrib Skednari       | 40. izvor Mala Učka     |
| 6. izvor Dobra                    | 22. izvor Podstene      | 41. bunar Perići        |
| 7. izvor Dobrica                  | 23. izvor Novo vrelo    | 42. bunar Gvačići 1     |
| 8. izvor Perilo                   | 24. izvor Staro vrelo   | 43. izvor Mlinica       |
| 9. izvor Rječine                  | 25. izvor Čardak        | 44. izvor Kupica        |
| 10. izvor Vela Fontana            | 26. bunar Tribalj 1     | 45. izvor Ličanke       |
| 11. jezero Vrana<br>crpljena voda | 27. izvor Javorova kosa | 46. izvor Čabranka      |
| 12. Gerovski Kraj                 | 28. izvor Ribnjak       | 47. Stari Lazi          |
| 13. izvor Gločevac                | 29. izvor Draškovac     | 48. izvor Korito        |
| 14. bunar EB1                     | 30. TOPLI POTOK         | 49. izvor Vodica        |
| 15. jezero Vrana<br>crpljena voda | 31. izvor Mrzlica       | 50. izvor Frankopan 1   |
| 16. bunar Stara Baška             | 32. Kuželj              | 51. izvor Maljenica     |
|                                   | 33. izvor Jazbina       |                         |
|                                   | 34. Šubetov Most        |                         |
|                                   | 35. izvor Vela Fontana  |                         |

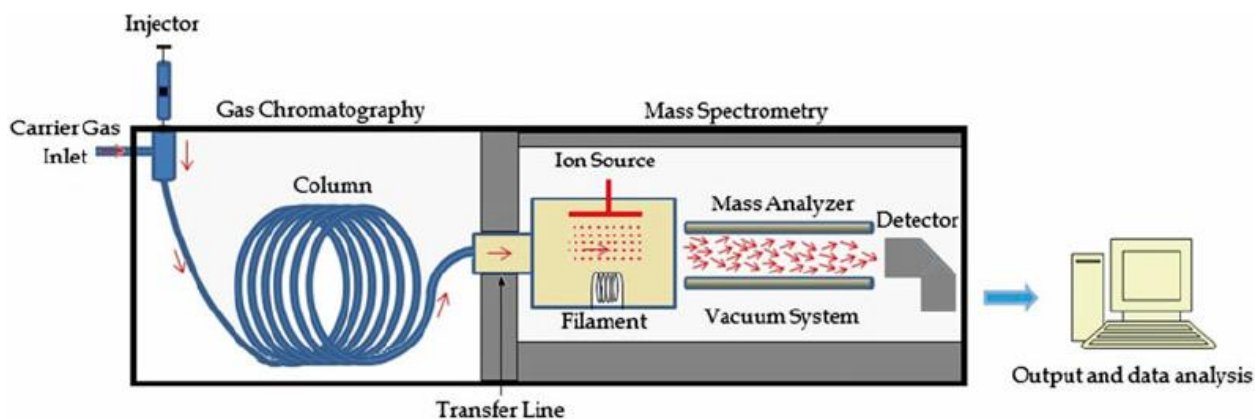


## 2.2 Plinska kromatografija vezana s masenom spektrometrijom (GC-MS)

U plinskom kromatografu analiziraju se termostabilni spojevi. Princip rada je takav da se analizirana smjesa plinova (u inernom plinu nosaču, pokretna faza) propušta kroz kolonu s nepokretnom fazom. Zbog različitih adsorpcijskih i razdjelnih koeficijenta komponente se raspodjeljuju nejednako između faza i pod utjecajem pokretne faze kreću se kroz nepokretnu fazu različitim brzinama.

Plinska kromatografija vezana s masenom spektrometrijom spada u spregnute tehnike GC-a. Razdvajanje se komponenti provodi na plinskom kromatografu koji je preko transfer line-a spojen s masenim spektrometrom koji služi kao detektor.

Iz kromatografa izlaze analiti odvojeni od matriksa koji se putem transfer line-a dovode do masenog spektrometra, a maseni spektrometar detektira podatke o strukturi analita. Ionizacija se može vršiti udarom elektrona (tvrda ionizacija, najčešća) ili kemijskom reakcijom analita (meka ionizacija). Rezultat (omjer  $m/z$  iona) se obrađuje usporedbom dobivenih spektara s podacima iz baze podataka. (25)



Slika 1. Shema GC-MS

Izvor: „[https://www.researchgate.net/figure/Schematic-plot-of-the-main-components-of-GC-MS-instruments\\_fig1\\_273955959](https://www.researchgate.net/figure/Schematic-plot-of-the-main-components-of-GC-MS-instruments_fig1_273955959)“

### 2.3 Određivanje organoklornih pesticida

Ostaci organoklornih pesticida ekstrahiraju se iz uzoraka vode i sedimenta organskim otapalima (petroleter i diklormetan). Ekstrakt čistih voda uparava se do suhog, nakon čega se ostaci pesticida otapaju u n-heksanu i analiziraju na plinskom kromatografu koji koristi ECD detektor.

Ukoliko koncentracija nekog od analiziranih pesticida prelazi maksimalno dopuštene granice, potvrda prisutnosti te komponente provodi se analizom istog uzorka na GC-MS-u ili GC-MS/MS-u. Ovaj je postupak izveden iz norme HRN EN ISO 6468:2002 uz nekoliko prilagodbi.

Za pripremu uzoraka u NZZJZ PGŽ koriste se tekućinski kromatograf, VARIAN Pro Star, (AutoSampler Model 410, Solvent Delivery Module, UV-VIS Detector ProStar 325, Fraction Collector Model 704).

Za završno određivanje u upotrebi je plinski kromatograf, Scion 436-GC (ECD detektor i CP 8410 Autoinjector).

Za potvrdu prisutnosti komponenti čija je koncentracija veća od MDK koristi se vezani sustav: plinski kromatograf – spektrometar masa, GCMS – QP2010 Plus (AOC 5000 Autoinjector, Combi Pal, CTC). U upotrebi je i vezani sustav: plinski kromatograf Nexis GC 2030 – spektrometar masa, GCMS – QP2020 NX (AOC 20i Autoinjector, Shimadzu), te vezani sustav: plinski kromatograf, AGILENT 7890B – spektrometar masa AGILENT 7000 GC/MS Triple Quad (PAL RTC Autoinjector).

Validacijom metode i izračunom mjerne nesigurnosti dokazano je da je ovako izmijenjeni postupak pripreme uzoraka prikladan za određivanje ostataka organoklornih pesticida. Koncentracija određene komponente može se izračunati putem jednadžbe kalibracijskog pravca za tu komponentu. Na ovaj se način, akreditiranom metodom, određuje izodrin. (26)





Slika 2. „GC-MS/MS Agilent 7000, GC/MS triple quad, GC 7890b“

Izvor: iz osobne arhive



Slika 3. „GC-MS Shimadzu, GCMS-qp 2020 nx, GC GC-2030 nexis“; Izvor: iz osobne arhive



Slika 4. „GC-ECD Scion-436-GC“

Izvor: iz osobne arhive

## 2.4 Određivanje organofosforinih pesticida i triazina

Ostaci organofosforinih pesticida ili triazina ekstrahiraju se iz uzoraka vode organskim otapalom (diklormetan). Ekstrakt čistih voda uparava se do suhog te se ostaci pesticida otapaju u n-heksanu i direktno analiziraju na plinskom kromatografu s MS detektorom.

Fracija koja sadrži pesticide se skuplja, uparava do suhog te se ostaci pesticida otapaju u n-heksanu. Tako pripremljeni uzorak ubacuje se u plinski kromatograf s MS detektorom radi završnog određivanja.

Za pripremu uzorka koristi se tekućinski kromatograf, VARIAN Pro Star (AutoSampler Model 410, Solvent Delivery Module, UV-VIS Detector ProStar 325, Fraction Collector Model 704). Za završno određivanje u upotrebi su:

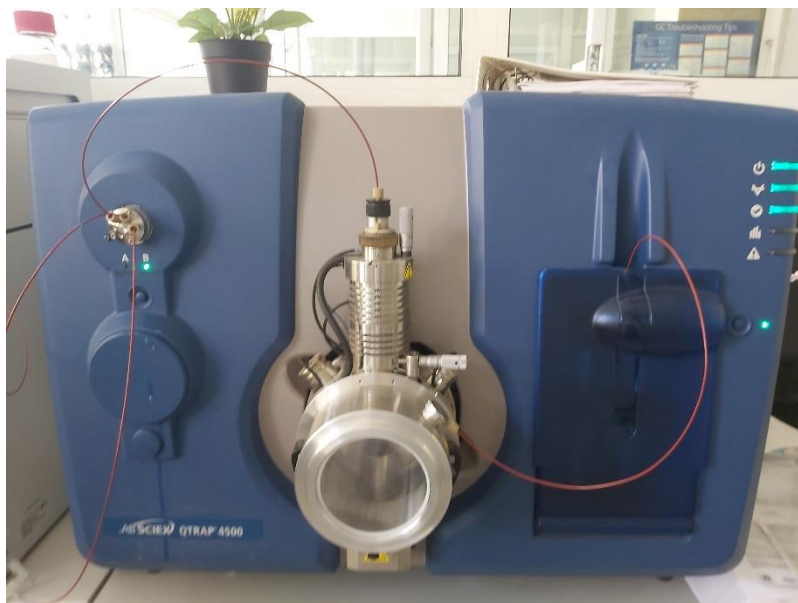
1. Vezani sustav: plinski kromatograf – spektrometar masa, GCMS – QP2010 Plus (AOC 5000 Autoinjector, Combi Pal, CTC)
2. Vezani sustav: plinski kromatograf Nexis GC 2030 – spektrometar masa, GCMS – QP2020 NX (AOC 20i Autoinjector, Shimadzu)
3. Vezani sustav: plinski kromatograf, AGILENT 7890B – spektrometar masa AGILENT 7000 GC/MS Triple Quad (PAL RTC Autoinjector)

Navedeni postupak izveden je iz norme HRN EN 12918:2002, validiran je i dokazano prikladan za određivanje ostataka organofosforinih pesticida te triazina. (27)

Na ovaj se način, prema akreditiranoj metodi, određuju dimetoat, klorpirifos, klorpirifos-metil, ometoat, pirimifos-metil i klorfenvinfos. Malation i malaokson se također određuju plinskom kromatografijom no za njih NZZJZ PGŽ nije akreditiran. Glifosat se određuje posebno, tekućinskom kromatografijom. Za tu metodu NZZJZ PGŽ nije akreditiran.

Od triazina akreditiranom se metodom određuju atrazin, simazin i tertbutilazin. Desetilatrazin, deizopropil atrazin, desetil deizopropil atrazin, desetil tertbutilazin i metribuzin se također određuju pomoću plinske kromatografije, ali za njih također nema akreditacije.

Iz skupine herbicida i metabolita akreditiranom se metodom određuje pendimetalin. Bentazon, 2,6 diklorbenzamid, MCPA, bromacil, mecoprop, izoproturon, dimetenamid-p i prosulfokarb također se određuju pomoću plinske kromatografije, ali za njih NZZJZ PGŽ nije akreditiran.



Slika 5. „LC-MS/MS Ab sciex qtrap 4500, HPLC Sciex exion LC“

Izvor: iz osobne arhive

## 2.5 Obrada podataka

Za statističku analizu korištena je programska podrška SPSS verzija 23. Korištena metoda je paired samples t test pomoću kojeg se određuje je li srednja razlika između dva ista promatrana skupa nula. Svi podaci korišteni u izradi tablica i grafikona uređeni su pomoću programske podrške Excel 2016.

### 3. Cilj istraživanja

Svrha ovog rada bila je napraviti pregled koncentracija pesticida na izvorštima vode za piće u Primorsko-goranskoj županiji za 2020. i 2021. godinu. Također i odrediti kako se njihove vrijednosti kreću u tom periodu.

## 4. Rezultati

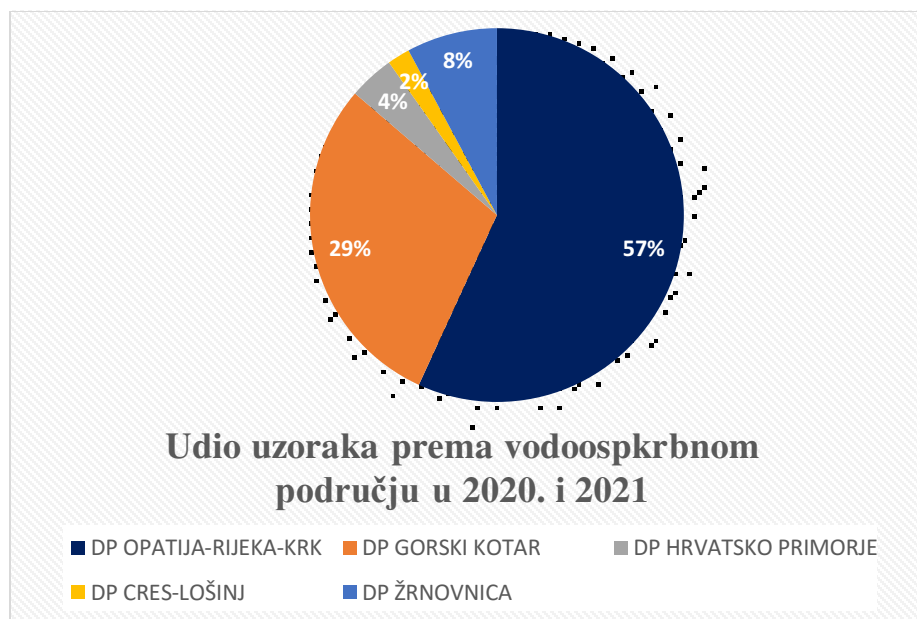
### 4.1 Pesticidi određivani akreditiranim metodama

Tijekom 2020. i 2021. godine na području PGŽ uzeta su sveukupno 102 uzorka za analizu na pesticide (51 u 2020. i 51 u 2021). Uzorci su prikupljeni iz 5 vodoopskrbnih područja:

6. DP OPATIJA-RIJEKA-KRK
7. DP CRES-LOŠINJ
8. DP GORSKI KOTAR
9. DP HRVATSKO PRIMORJE

Tablica 1. Pregled broja uzoraka prema vodoopskrbnom području za 2020. i 2021. godinu

Vodoopskrbno područje	Broj uzoraka-	
	Broj uzoraka-2020	2021
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	29	29
DP GORSKI KOTAR	15	15
DP HRVATSKO PRIMORJE	2	2
DP CRES-LOŠINJ	1	1
DP ŽRNOVNICA	4	4
Ukupno	51	51
Ukupno za 2020. i 2021.	102	



Slika 6. Udio uzoraka prema vodoopskrbnom području u 2020. i 2021.

U Primorsko-goranskoj županiji najveći dio vodozahvata odnosi se na podzemne vodozahvate s prirodnim prihranjivanjem. Iznimke su jezero Vrana na otoku Cresu koje spada u površinske vode stajačice, izvor Čabranka koji spada u površinske vode tekućice te izvor Vela Fontana koji spada u podzemne vodozahvate s umjetnim prihranjivanjem.

Tablica 2. Udio uzoraka prema vrsti vodozahvata za 2020. i 2021. godinu

Vrsta vodozahvata	Broj uzoraka
Površinske-tekućice-zahvat filtracijom	2
Podzemne-prirodno prihranjivanje	96
Podzemne-umjetno prihranjivanje	2
Površinske-stajačice-direktni zahvat	2





Slika 7. Udio uzoraka prema vrsti vodozahvata za 2020. i 2021. godinu

#### 4.1.1 DP OPATIJA-RIJEKA-KRK

Na vodoopskrbnom području Opatija-Rijeka-Krk u 2020. godini uzeto je najviše uzoraka s područja PGŽ-29.

Tablica 3. Koncentracije organoklornih i organofosfornih pesticida na izvorištima vodoopskrbnog područja Opatija-Rijeka-Krk u 2020.godini

Vodoopskrbno područje	Datum uzorkovanja	Naziv izvora/zdenca	Izodrin (µg/l)	Dimetoat (µg/l)	Klorpirifos (-etil) (µg/l)	Klorpirifos (-metil) (µg/l)	Ometoat (µg/l)	Pirimifos (-metil) (µg/l)	Klorfenvinfos (µg/l)
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.10.2020.	bunar EB1	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	31.8.2020.	izvor Dobra	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	31.8.2020.	izvor Dobrica	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	31.8.2020.	bunar B4	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	31.8.2020.	bunar B3	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	31.8.2020.	bunar B2	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	27.8.2020.	Izvor Zvir 2 - bunar B2	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	27.8.2020.	izvor Zvir 1	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	27.8.2020.	izvor Perilo	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	27.8.2020.	izvor Rječine	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	17.8.2020.	bunar EB2	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	17.8.2020.	bunar EB3	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	17.8.2020.	bunar Paprati	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	17.8.2020.	bunar Stara Baška	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	17.8.2020.	izvor Vela Fontana	<0,001	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	1.6.2020.	izvor Sredić	<0,001	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	1.6.2020.	izvor u tunelu Učka	<0,001	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	1.6.2020.	izvor Mala Učka	<0,001	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	1.6.2020.	izvor Vela Učka	<0,001	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	1.6.2020.	izvor Rečina	<0,001	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	25.3.2020.	bunar B4	0	0	0	0	0	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	25.3.2020.	bunar B3	0	0	0	0	0	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	25.3.2020.	bunar B2	0	0	0	0	0	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	25.3.2020.	izvor Dobra	0	0	0	0	0	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	25.3.2020.	izvor Dobrica	0	0	0	0	0	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.3.2020.	izvor Zvir 1	0	0	0	0	0	0	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.3.2020.	Izvor Zvir 2 - bunar B2	0	0	0	0	0	0	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.3.2020.	izvor Rječine	0	0	0	0	0	0	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.3.2020.	izvor Perilo	0	0	0	0	0	0	<0,02

Koncentracija ni jednog od 11 pesticida navedenih u akreditaciji nije prelazila preko maksimalne dozvoljene koncentracije (0,1 µg/l). Svih 11 pesticida s liste je u uzorku bilo prisutno ispod granice kvantifikacije koja iznosi 0,001 µg/l za izodrin, odnosno 0,02 za ostale pesticide.

Tablica 4. Koncentracije triazina i herbicida i njihovih metabolita na izvorištima vodoopskrbnog područja Opatija-Rijeka-Krk u 2020. godini

Vodoopskrbno područje	Datum uzorkovanja	Naziv izvora/zdenca	Atrazin (µg/l)	Simazin (µg/l)	Terbutilazin (µg/l)	Pendimetalin (µg/l)
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.10.2020.	bunar EB1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	31.8.2020.	izvor Dobra	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	31.8.2020.	izvor Dobrica	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	31.8.2020.	bunar B4	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	31.8.2020.	bunar B3	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	31.8.2020.	bunar B2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	27.8.2020.	Izvor Zvir 2 - bunar E	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	27.8.2020.	izvor Zvir 1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	27.8.2020.	izvor Perilo	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	27.8.2020.	izvor Rječine	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	17.8.2020.	bunar EB2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	17.8.2020.	bunar EB3	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	17.8.2020.	bunar Paprati	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	17.8.2020.	bunar Stara Baška	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	17.8.2020.	izvor Vela Fontana	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	1.6.2020.	izvor Sredić	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	1.6.2020.	izvor u tunelu Učka	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	1.6.2020.	izvor Mala Učka	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	1.6.2020.	izvor Vela Učka	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	1.6.2020.	izvor Rečina	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	25.3.2020.	bunar B4	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	25.3.2020.	bunar B3	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	25.3.2020.	bunar B2	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	25.3.2020.	izvor Dobra	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	25.3.2020.	izvor Dobrica	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.3.2020.	izvor Zvir 1	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.3.2020.	Izvor Zvir 2 - bunar E	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.3.2020.	izvor Rječine	<0,02	<0,02	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.3.2020.	izvor Perilo	<0,02	<0,02	0	0
Maksimalna dozvoljena koncentracija			0.10	0.10	0.10	0.10

Tablica 5. Koncentracije organoklornih i organofosfornih pesticida na izvorištima vodoopskrbnog područja Opatija-Rijeka-Krk u 2021. godini

Vodoopskrbno područje	Datum uzorkovanja	Naziv izvora/zdenca	*Izodrin (µg/l)	*Dimetoat (µg/l)	*Klorpirifos (-etil) (µg/l)	*Klorpirifos (-metil) (µg/l)	*Ometoat (µg/l)	*Pirimifos (-metil) (µg/l)	*Klorfenvinfos (µg/l)
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	Izvor Zvir 2 - bunar B2	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	izvor Zvir 1	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	bunar B3	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	bunar B4	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	bunar B2	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	izvor Dobra	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	izvor Dobrica	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	izvor Perilo	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	izvor Rječine	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	16.9.2021.	bunar EB1	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.8.2021.	bunar Stara Baška	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.8.2021.	bunar EB2	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.8.2021.	bunar EB3	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.8.2021.	izvor Vela Fontana	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.8.2021.	bunar Paprati	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	Izvor Zvir 2 - bunar B2	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	izvor Zvir 1	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	izvor Rječine	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	izvor Perilo	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	izvor Dobrica	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	izvor Dobra	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	bunar B3	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	bunar B4	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	bunar B2	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	14.6.2021.	izvor u tunelu Učka	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	14.6.2021.	izvor Vela Učka	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	14.6.2021.	izvor Rečina	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0	0
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	14.6.2021.	izvor Sredić	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	14.6.2021.	izvor Mala Učka	<0,001	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Maksimalna dozvoljena koncentracija			0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

Jednako kao i u 2020. godini, u 2021. godini je također najveći broj uzoraka uzet s vodoopskrbnog područja Opatija-Rijeka-Krk. Niti jedan od 11 pesticida nije bio prisutan u uzorcima preko maksimalne dozvoljene koncentracije (0,1 µg/l). Svi su pesticidi u uzorcima bili ispod granice kvantifikacije.

Tablica 6. Koncentracije triazina i herbicida i njihovih metabolita na izvorištima vodoopskrbnog područja Opatija-Rijeka-Krk u 2021. godini

Vodoopskrbno područje	Datum uzorkovanja	Naziv izvora/zdenca	*Atrazin (µg/l)	*Simazin (µg/l)	*Terbutilazin (µg/l)	*Pendimetalin (µg/l)
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	Izvor Zvir 2 - bunar B2	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	izvor Zvir 1	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	bunar B3	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	bunar B4	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	bunar B2	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	izvor Dobra	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	izvor Dobrica	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	izvor Perilo	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	24.11.2021.	izvor Rječine	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	16.9.2021.	bunar EB1	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.8.2021.	bunar Stara Baška	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.8.2021.	bunar EB2	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.8.2021.	bunar EB3	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.8.2021.	izvor Vela Fontana	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	23.8.2021.	bunar Paprati	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	Izvor Zvir 2 - bunar B2	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	izvor Zvir 1	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	izvor Rječine	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	izvor Perilo	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	izvor Dobrica	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	izvor Dobra	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	bunar B3	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	bunar B4	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	15.7.2021.	bunar B2	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	14.6.2021.	izvor u tunelu Učka	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	14.6.2021.	izvor Vela Učka	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	14.6.2021.	izvor Rečina	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	14.6.2021.	izvor Sredić	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
DP OPATIJA-RIJEKA-KRK	14.6.2021.	izvor Mala Učka	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Maksimalna dozvoljena koncentracija			0.10	0.10	0.10	0.10

#### 4.1.2 DP GORSKI KOTAR

Na području Gorskog kotara u 2020. godini uzeto je 15 uzoraka a rezultati su prikazani u tablici 7.

Tablica 7. Koncentracije pesticida na izvorima vodoopskrbnog područja Gorski kotar u 2020. godini

Datum uzorkovanja	21.9.2020.	21.9.2020.	21.9.2020.	17.9.2020.	15.7.2020.	15.7.2020.	15.7.2020.
Naziv izvora/zdenca	izvor Podstene	Hrib Skednari	Gerovski Kraj	izvor Čabranka	izvor Ličanke	izvor Kupica	izvor Draškovac
*Izodrin (µg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
*Dimetoat (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Klorpirifos (-etil) (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Klorpirifos (-metil) (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Ometoat (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Pirimifos (-metil) (µg/l)	0	0	<0,020	<0,020	<0,02	<0,02	<0,02
*Klorfenvinfos (µg/l)	0	0	<0,020	<0,020	<0,02	<0,02	<0,02
*Atrazin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Simazin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Terbutilazin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Pendimetalin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Koncentracija ni jednog od 11 pesticida navedenih u akreditaciji nije prelazila preko maksimalne dozvoljene koncentracije (0,1 µg/l). Svi analizirani pesticidi bili su prisutni u uzorku ispod granice kvantifikacije. Također i 2021. je uzeto 15 uzoraka za analizu, prisutnost pesticida bila je jednaka kao 2020.

Tablica 8. Koncentracije pesticida na izvorima vodoopskrbnog područja Gorski kotar u 2020. godini

Datum uzorkovanja	15.7.2020.	15.7.2020.	15.7.2020.	13.7.2020.	13.7.2020.	13.7.2020.	13.7.2020.	13.7.2020.
Naziv izvora/zdenca	TOPLI POTOK	izvor Ribnjak	izvor Javorova kosa	Stari Lazi	izvor Korito	izvor Vodica	izvor Frankopan 1	izvor Maljenica
*Izodrin (µg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
*Dimetoat (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Klorpirifos (-etil) (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Klorpirifos (-metil) (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Ometoat (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Pirimifos (-metil) (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Klorfenvinfos (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Atrazin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Simazin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Terbutilazin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Pendimetalin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Tablica 9. Koncentracije pesticida na izvorištima vodoopskrbnog područja Gorski kotar u 2021. godini

Datum uzorkovanja	25.10.2021.	11.10.2021	29.7.2021.	29.7.2021.	7.7.2021.	7.7.2021.	7.7.2021.	7.7.2021.
Naziv izvora/zdenca	Gerovski Kraj	izvor Gločevac	Hrib Skednari	izvor Podstene	izvor Javorova kosa	izvor Ribnjak	izvor Draškovac	TOPLI POTOK
<b>*Izodrin (µg/l)</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>*Dimetoat (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>*Klorpirifos (-etil) (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>*Klorpirifos (-metil) (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>*Ometoat (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>*Pirimifos (-metil) (µg/l)</b>	0	0	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>*Klorfenvinfos (µg/l)</b>	0	0	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>*Atrazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>*Simazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>*Terbutilazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>*Pendimetalin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020



Tablica 10. Koncentracije pesticida na izvorištima vodoopskrbnog područja Gorski kotar u 2021. godini

Datum uzorkovanja	7.7.2021.	7.7.2021.	7.7.2021.	7.7.2021.	24.3.2021.	24.3.2021.	22.3.2021.
Naziv izvora/zdenca	Mrzlica	Kuželj	Jazbina	Šubetov Most	Kupica	Ličanke	Čabranka
*Izodrin (µg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
*Dimetoat (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Klorpirifos (-etil) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Klorpirifos (-metil) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Ometoat (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Pirimifos (-metil) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Klorfeninfos (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Simazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Pendimetalin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

#### 4.1.3 DP ŽRNOVNICA, DP HRVATSKO PRIMORJE i DP CRES-LOŠINJ

S područja DP ŽRNOVNICA analizirana su 4 uzorka u 2020. i 4 uzorka u 2021. godini.

Na području DP HRVATSKO PRIMORJE uzeta su 2 uzorka za analizu u 2020. i 2 uzorka u 2021. godini.

S područja DP CRES-LOŠINJ uzet je jedan uzorak u 2020. i jedan uzorak u 2021.

Tablica 11. Koncentracije pesticida u 2020. godini na vodoopskrbnim područjima

#### DP ŽRNOVNICA, DP HRVATSKO PRIMORJE i DP CRES-LOŠINJ

Vodoopskrbno područje	DP CRES-LOŠINJ	DP HRVATSKO PRIMORJE	DP HRVATSKO PRIMORJE	DP ŽRNOVNICA	DP ŽRNOVNICA	DP ŽRNOVNICA	DP ŽRNOVNICA
Datum uzorkovanja	23.6.2020.	16.6.2020.	16.6.2020.	24.3.2020.	24.3.2020.	24.3.2020.	23.3.2020.
Naziv izvora/zdenca	jezero Vrana crpljena voda	bunar Perići	bunar Gvačići 1	izvor Staro vrelo	izvor Čardak	bunar Tribalj 1	izvor Novo vrelo
*Izodrin (µg/l)	0	0	0	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
*Dimetoat (µg/l)	0	0	0	0	0	0	0
*Klorpirifos (-etil) (µg/l)	0	0	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Klorpirifos (-metil) (µg/l)	0	0	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Ometoat (µg/l)	0	0	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Pirimifos (-metil) (µg/l)	0	0	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Klorfenvinfos (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Atrazin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Simazin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Terbutilazin (µg/l)	0	0	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
*Pendimetalin (µg/l)	0	0	0	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Koncentracija pesticida niti u jednom uzorku nije prelazila MDK te su uz to sve koncentracije bile niže od vrijednosti granice kvantifikacije.

Tablica 12. Koncentracije pesticida u 2021. godini na vodoopskrbnim područjima

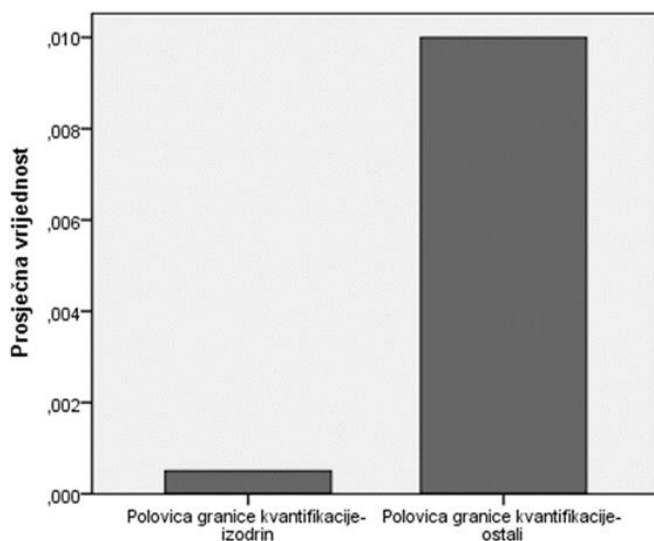
DP ŽRNOVNICA, DP HRVATSKO PRIMORJE i DP CRES-LOŠINJ

Vodoopskrbno područje	DP CRES-LOŠINJ	DP ŽRNOVNICA	DP ŽRNOVNICA	DP ŽRNOVNICA	DP ŽRNOVNICA	DP HRVATSKO PRIMORJE	DP HRVATSKO PRIMORJE
Datum uzorkovanja	30.8.2021.	28.7.2021.	28.7.2021.	28.7.2021.	28.7.2021.	9.6.2021.	9.6.2021.
Naziv izvora/zdenca	jezero Vrana crpljena voda	izvor Novo vrelo	izvor Staro vrelo	izvor Čardak	bunar Tribalj 1	bunar Perići	bunar Gvačići 1
*Izodrin (µg/l)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
*Dimetoat (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Klorpirifos (-etil) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Klorpirifos (-metil) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Ometoat (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Pirimifos (-metil) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Klorfenvinfos (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Simazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
*Pendimetalin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

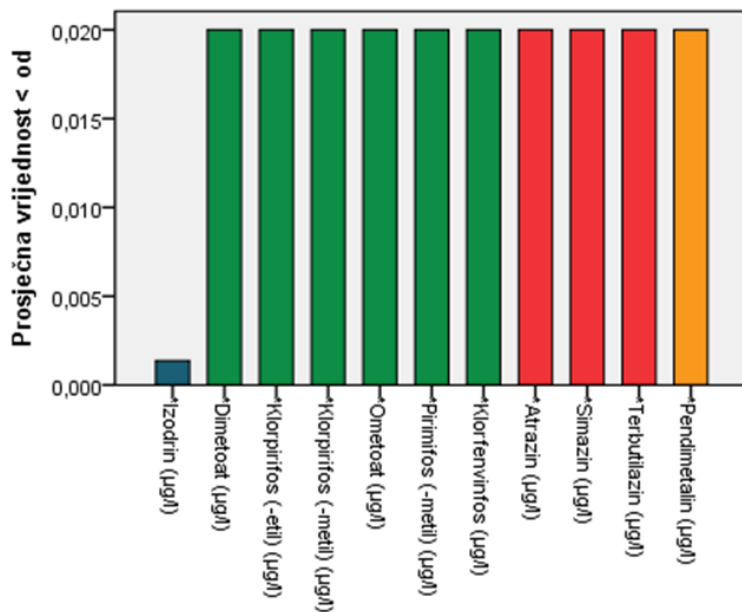
Kao i kod prethodno obrađenih područja niti u jednom uzorku nisu pronađene koncentracije veće od MDK, također su sve vrijednosti bile ispod granice kvantifikacije

#### 4.1.4 Prosječne vrijednosti za PGŽ

Koncentracije pesticida u svim uzorcima uzetima na području PGŽ bile su ispod maksimalne dozvoljene koncentracije i ispod granica kvantifikacije. Podaci u nastavku prikazni su koristeći polovicu granice kvantifikacije koja iznosi 0,005 ( $\mu\text{g/l}$ ) za izodrin, odnosno 0,01 ( $\mu\text{g/l}$ ) za sve ostale pesticide.



Slika 8. Vrijednosti polovice granice kvantifikacije za izodrin i ostale pesticide



Slika 9. Prosječna vrijednost koncentracije pesticida za 2020. i 2021. godinu u odnosu na polovicu granice kvantifikacije

Podaci za 2020. i 2021. godinu uspoređeni su paired samples t testom u SPSS verzija 23.

Vrijednosti testa nije bilo moguće izračunati zbog premale razlike u srednjim vrijednostima (razlike nije bilo).

Tablica 13. Rezultati paired samples t testa

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	*20 Izodrin (µg/l)	,000765	51	,0004284	,0000600
	*21 Izodrin (µg/l)	,001000	51	0,0000000	0,0000000
Pair 2	*20 Dimetoat (µg/l)	,0118	51	,00994	,00139
	*21 Dimetoat (µg/l)	,0200	51	0,00000	0,00000
Pair 3	*20 Klorpirifos (-etil) (µg/l)	,0153	51	,00857	,00120
	*21 Klorpirifos (-etil) (µg/l)	,0200	51	0,00000	0,00000
Pair 4	*20 Klorpirifos (-metil) (µg/l)	,0153	51	,00857	,00120
	*21 Klorpirifos (-metil) (µg/l)	,0200	51	0,00000	0,00000
Pair 5	*20 Ometoat (µg/l)	,0153	51	,00857	,00120
	*21 Ometoat (µg/l)	,0200	51	0,00000	0,00000
Pair 6	*20 Pirimifos (-metil) (µg/l)	,0129	48	,00967	,00140
	*21 Pirimifos (-metil) (µg/l)	,0200	48	0,00000	0,00000
Pair 7	*20 Klorfeninfos (µg/l)	,0158	48	,00821	,00118
	*21 Klorfeninfos (µg/l)	,0200	48	0,00000	0,00000
Pair 8	*20 Atrazin (µg/l)	,0200 <sup>a</sup>	51	0,00000	0,00000
	*21 Atrazin (µg/l)	,0200 <sup>a</sup>	51	0,00000	0,00000
Pair 9	*20 Simazin (µg/l)	,0200 <sup>a</sup>	51	0,00000	0,00000
	*21 Simazin (µg/l)	,0200 <sup>a</sup>	51	0,00000	0,00000
Pair 10	*20 Terbutilazin (µg/l)	,0153	51	,00857	,00120
	*21 Terbutilazin (µg/l)	,0200	51	0,00000	0,00000
Pair 11	*20 Pendimetalin (µg/l)	,0153	51	,00857	,00120
	*21 Pendimetalin (µg/l)	,0200	51	0,00000	0,00000

a. The correlation and t cannot be computed because the standard error of the difference is 0.

#### 4.2 Pesticidi određivani validiranim metodama

Pesticidi koji se određuju u uzorcima vode u PGŽ za koje su metode određivanja validirane, ali ne i akreditirane u 2021. godini su:

1. 2,4 D
2. 2,6-diklorbenzamid
3. Bentazon
4. desmetil izoproturon
5. dikamba, dimetenamid-p
6. diuron
7. glifosat
8. izoproturon
9. klorotoluron
10. linuron
11. MCPA
12. Mekoprop
13. Prosulfokarb
14. Bromacil
15. Fosetil
16. Malaokson
17. Malation
18. deisopropil atrazin
19. desetil 2-hidroksi atrazin
20. desetil atrazin
21. desetil deisopropil atrazin (DEDIA)
22. desetil terbutilazin
23. hidroksi atrazin metribuzin
24. hidroksi simazin.

#### 4.2.1 DP OPATIJA-RIJEKA-KRK

S vodoopskrbnog područja DP OPATIJA-RIJEKA-KRK u 2021. godini uzeto je 29 uzoraka.

Tablica 14. Koncentracije pesticida u 2021. godini na vodoopskrbnom području DP OPATIJA-RIJEKA-KRK – lipanj

Naziv izvora/zdenca	izvor tunel Učka	izvor Vela Učka	izvor Rečina	izvor Sredić	izvor Mala Učka
Datum uzorkovanja	14.6.2021.	14.6.2021.	14.6.2021.	14.6.2021.	14.6.2021.
<b>2,4-D (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>2,6-diklorbenzamid (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Bentazon (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Desmetil izoproturon (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Dikamba (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Dimetenamid-p (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Diuron (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Glifosat (µg/l)</b>	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
<b>Izoproturon (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Klortoluron (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Linuron (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>MCPA (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Mekoprop (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Prosulfokarb (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Bromacil (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Fosetil (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Malaokson (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Malation (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Deisopropil atrazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Desetil 2-hidroksi atrazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Desetil atrazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Desetil deisopropil atrazin (DEDIA) (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Desetil terbutilazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Hidroksi atrazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Metribuzin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Hidroksi simazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Hidroksi terbutilazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

Svi analizirani pesticidi u uzorcima su bili prisutni ispod MDK i ispod granica detekcije.

Tablica 15. Koncentracije pesticida u 2021. godini na vodoopskrbnom području DP OPATIJA-RIJEKA-KRK – srpanj

Naziv izvora/zdenca	izvor Zvir 1	izvor Rječine	izvor Perilo	izvor Dobriča	izvor Dobra	bunar B3	bunar B4
Datum uzorkovanja	15.7.2021.	15.7.2021.	15.7.2021.	15.7.2021.	15.7.2021.	15.7.2021.	15.7.2021.
2,4-D (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,6-diklorbenzamid (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Bentazon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desmetil izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dikamba (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetenamid-p (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Diuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Glifosat (µg/l)	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Klortoluron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Linuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
MCPA (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Mekoprop (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Prosulfokarb (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Bromacil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fosetil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Malaokson (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Malation (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Deisopropil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil 2-hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil deisopropil atrazin (DEDIA) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metribuzin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi simazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020



Tablica 16. Koncentracije pesticida u 2021. godini na vodoopskrbnom području DP OPATIJA-RIJEKA-KRK – kolovoz – rujan

Naziv izvora/zdenca	bunar B2	Izvor Zvir 2-bunar B2	bunar Stara Baška	bunar EB2	bunar EB3	izvor Vela	bunar Paprati	bunar EB1
Datum uzorkovanja	15.7.2021.	15.7.2021.	23.8.2021.	23.8.2021.	23.8.2021.	23.8.2021.	23.8.2021.	16.9.2021.
<b>2,4-D (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>2,6-diklorbenzamid (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Bentazon (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Desmetil izoproturon (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Dikamba (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Dimetenamid-p (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Diuron (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Glifosat (µg/l)</b>	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
<b>Izoproturon (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Klortoluron (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Linuron (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>MCPA (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Mekoprop (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Prosulfokarb (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Bromacil (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Fosetil (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Malaokson (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Malation (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Deisopropil atrazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Desetil 2-hidroksi atrazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Desetil atrazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Desetil deisopropil atrazin (DEDIA) (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Desetil terbutilazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Hidroksi atrazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Metribuzin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Hidroksi simazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
<b>Hidroksi terbutilazin (µg/l)</b>	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

Tablica 17. Koncentracije pesticida u 2021. godini na vodoopskrbnom području DP OPATIJA-RIJEKA-KRK – studeni

Naziv izvora/zdenca	Izvor Zvir 2-bunar B2	izvor Zvir 1	bunar B3	bunar B4	bunar B2	izvor Dobra	izvor Perilo
Datum uzorkovanja	24.11.2021.	24.11.2021.	24.11.2021.	24.11.2021.	24.11.2021.	24.11.2021.	24.11.2021.
2,4-D (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,6-diklorbenzamid (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Bentazon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desmetil izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dikamba (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetenamid-p (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Diuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Glifosat (µg/l)	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Klortoluron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Linuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
MCPA (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Mekoprop (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Prosulfokarb (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Bromacil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fosetil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Malaokson (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Malation (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Deisopropil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil 2-hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil deisopropil atrazin (DEDIA) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metribuzin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi simazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi terbutilazin (µg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Svi analizirani pesticidi u uzorcima bili su prisutni ispod MDK i ispod granica detekcije

#### 4.2.2 DP GORSKI KOTAR

S vodoopskrbnog područja DP GORSKI KOTAR u 2021. godini uzeto je 15 uzoraka.

Tablica 18. Koncentracije pesticida u 2021. godini na vodoopskrbnom području DP GORSKI KOTAR – ožujak – srpanj

Naziv izvora/zdenca	izvor Kupica	izvor Ličanke	izvor Čabranka	TOPLJ POTOK	izvor Mrzlica	Kuželj	izvor Jazbina	Šubetov Most
Datum uzorkovanja	24.3.2021.	24.3.2021.	22.3.2021.	7.7.2021.	7.7.2021.	7.7.2021.	7.7.2021.	7.7.2021.
2,4-D (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,6-diklorbenzamid (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Bentazon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desmetil izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dikamba (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetenamid-p (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Diuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Glifosat (µg/l)	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Klortoluron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Linuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
MCPA (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Mekoprop (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Prosulfokarb (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Bromacil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fosetil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Malaokson (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Malation (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Deisopropil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil 2-hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil deisopropil atrazin (DEDIA) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metribuzin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi simazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

Tablica 19. Koncentracije pesticida u 2021. godini na vodoopskrbnom području DP GORSKI KOTAR – srpanj – listopad

Naziv izvora/zdenca	izvor Javorova kosa	izvor Ribnjak	izvor Draškovac	izvor Podstene	Hrib Skednari	izvor Gločeva	Gerovski Kraj
Datum uzorkovanja	7.7.2021.	7.7.2021.	7.7.2021.	29.7.2021.	29.7.2021.	11.10.2021.	25.10.2021.
2,4-D (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,6-diklorbenzamid (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Bentazon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desmetil izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dikamba (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetenamid-p (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Diuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Glifosat (µg/l)	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Klortoluron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Linuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
MCPA (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Mekoprop (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Prosulfokarb (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Bromacil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fosetil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Malaokson (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Malation (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Deisopropil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil 2-hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil deisopropil atrazin (DEDIA) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metribuzin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi simazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

Svi analizirani pesticidi u uzorcima su bili prisutni ispod MDK i ispod granica detekcije.

#### 4.2.3 DP ŽRNOVNICA, DP HRVATSKO PRIMORJE i DP CRES-LOŠINJ

Na vodoopskrbnom području DP ŽRNOVNICA tijekom 2021. godine uzeta su 4 uzorka za analizu na pesticide. Na području DP CRES-LOŠINJ u 2021. godini uzet je jedan uzorak za analizu. S područja DP HRVATSKO PRIMORJE uzeta su 2 uzorka u 2021.

Tablica 20. Koncentracije pesticida u 2021. godini na vodoopskrbnom području DP ŽRNOVNICA

Vodoopskrbno područje	DP ŽRNOVNICA	DP ŽRNOVNICA	DP ŽRNOVNICA	DP ŽRNOVNICA
Naziv izvora/zdenca	izvor Novo vrelo	izvor Staro vrelo	izvor Čardak	bunar Tribalj 1
Datum uzorkovanja	28.7.2021.	28.7.2021.	28.7.2021.	28.7.2021.
2,4-D (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,6-diklorbenzamid (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Bentazon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desmetil izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dikamba (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetenamid-p (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Diuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Glifosat (µg/l)	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Klortoluron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Linuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
MCPA (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Mekoprop (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Prosulfokarb (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Bromacil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Fosetil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Malaokson (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Malation (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Deisopropil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil 2-hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil deisopropil atrazin (DEDIA) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Metribuzin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi simazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020

Koncentracija niti u jednom uzorku nije prelazila maksimalno dozvoljene i bila je ispod granice kvantifikacije.

Tablica 21. Koncentracije pesticida u 2021. godini na vodoopskrbnom području DP CRES-LOŠINJ I DP HRVATSKO PRIMORJE

Vodoopskrbno područje	DP HRVATSKO PRIMORJE	DP HRVATSKO PRIMORJE	DP CRES-LOŠINJ
Naziv izvora/zdenca	bunar Perići	bunar Gvačići 1	jezero Vrana
Datum uzorkovanja	9.6.2021.	9.6.2021.	30.8.2021.
2,4-D (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
2,6-diklorbenzamid (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Bentazon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Desmetil izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Dikamba (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Dimetenamid-p (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Diuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Glifosat (µg/l)	<0,030	<0,030	<0,030
Izoproturon (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Klortoluron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Linuron (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
MCPA (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Mekoprop (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Prosulfokarb (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Bromacil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Fosetil (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Malaokson (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Malation (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Deisopropil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil 2-hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil deisopropil atrazin (DEDIA) (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Desetil terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi atrazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Metribuzin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi simazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020
Hidroksi terbutilazin (µg/l)	<0,020	<0,020	<0,020

Koncentracije svih pesticida bile su unutar dozvoljenih i ispod granice kvantifikacije.

## 6. Rasprava

Primjena pesticida u poljoprivrednom i javnozdravstvenom sektoru rezultirala je znatno onečišćenim vodnim resursima s ostacima u mnogim zemljama. Istraživanja su pokazala da barem 31 zemlja ima problem s vodom za piće koja je onečišćena reziduama pesticida. Ovakva kontaminacija predstavlja značajan javno zdravstveni problem s obzirom na visok rizik od toksičnosti. (28)

Pesticidi u vodu mogu dospjeti difuzijom ili putem točkastih izvora. Difuzija podrazumijeva način kontaminacije prilikom opće upotrebe pesticida na poljoprivrednim površinama i nisu u potpunosti u našoj kontroli. Obilna kiša i bujice također mogu doprinjeti dospijevanju pesticida u vodu jer se uslijed velike količine vode tlo zasiti i voda tada krene otjecati u vodene ekosustave. Također pri obilnim padalinama povećava se vjerojatnost za eroziju tla čije čestice zajedno s reziduama pesticida također mogu dosegnuti izvorišta pitke vode. Oborinske vode sadrže visok udio suspendirane tvari kao i otopljenih detergenata i drugih molekula koje također mogu kontaminirati vodu. Primjerice dokazano je da su razine diurona, klorpirifosa i simazina značajno porasle u podzemnim vodama nakon obilnih oborina. (29)

U difuznu kontaminaciju ubrajamo i nošenje pesticida prilikom aplikacije zbog vjetra ili nepravilne primjene i opreme. (29)

Točkasti izvori kontaminacije većinom su rezultat ljudske pogreške. Najčešće se povezuju s nepravilnim rukovanjem opremom za prskanje, nepravilnim odlaganjem ambalaže nakon korištenja i pranjem spremnika za aplikaciju na neadekvatan način. (30)

U siromašnim zemljama postoji veći rizik od kontaminacije s obzirom na slabu kontrolu aplikacije sredstava i nedostatak pravilno educiranih osoba. Rastuća svjetska potražnja za hranom doprinjela je široj upotrebi pesticida svih vrsta. Sredstva koja se koriste vrlo su uspješna u svojoj namjeni suzbijanja korova, gljivičnih bolesti, nametnika i slično. S druge strane posljedica njihove primjene često je kontaminirana hrana ili voda. (31)

Osim u poljoprivredi pesticidi se koriste i u javnom zdravstvu za suzbijanje insekata poput komaraca i stjenica. U ovom slučaju često se primjenjuje zamagljivanje ili prskanje, što pesticide raspršuje u vrlo sitne kapljice i time omogućava djelovanje na širem području. Međutim ovakva

primjena može rezultirati time da pesticidi dospiju puno dalje od mjesta primjene, čime se povećava rizik od kontaminacije. (32)

Pesticidi se ponašaju na različite načine kada jednom dospiju u vodu. Neki degradiraju pod utjecajem UV zračenja, drugi se talože i dospijevaju u sediment. Pesticidi čije rezidue zaostaju često dolaze u doticaj s drugim pesticidima ili tvarima čiju međusobnu interakciju još ne poznajemo. (33)

Osim što su štetni za čovjeka, pesticidi direktno i indirektno utječu na vodene ekosustave. Direktno na način da fiziološki štete određenoj jedinki ili indirektno tako da štete izvoru hrane za druge jedinke (npr. fitoplankton). (30)

Spriječiti dospijevanje pesticida u vodu znači pobrinuti se i za difuzne i točkaste izvore kontaminacije. Točkasti se mogu svesti na minimum edukacijom osoba koje apliciraju sredstva, dok je za difuzne potrebno provesti zahvate u okolišu.

Ovim istraživanjem prikazani su svi pesticidi koji se analiziraju u uzorcima voda s fokusom na one za čiju je analizu NZZJZ PGŽ akreditirana ustanova i potvrditi da je voda za piće u Primorsko-goranskoj županiji izvrsne kvalitete. Dokazano je da koncentracija pesticida nije prelazila maksimalno dozvoljenu u niti jednom uzorku uzetom na 4 vodoopskrbna područja unutar županije (tablice 3 do 20). Također svi analizirani pesticidi bili su prisutni ispod granice kvantifikacije.

Razlog ovakvim rezultatima su učestali monitorinzi voda za piće, poštivanje određenih zona sanitarne zaštite, ali vrlo vjerojatno i mali broj poljoprivrednih površina u ovoj županiji. Također prema vrsti vodozahvata u PGŽ pretežno imamo podzemne vode kod kojih postoji manji rizik od kontaminacije pesticidima.



## 7. Zaključak

Pesticidi kao kontaminanti vode predstavljaju značajan javnozdravstveni i ekološki rizik. U Republici Hrvatskoj njihova je primjena i ispitivanje u vodama strogo regulirana zakonom, što doprinosi sprječavanju kontaminacije. Cilj rada bio je odrediti ostatke pesticida u vodama na području županije. Svi su prikupljeni uzorci bili zdravstveno ispravni i da su koncentracije svih pesticida bile ispod MDK propisanih Pravilnikom. Veliki značaj u sprječavanju kontaminacije imaju redovni monitorinzi koji se kod nas provode. Uz sve navedeno važno je napomenuti da u našoj županiji poljoprivreda nije toliko razvijena kao u nekim drugim, što također doprinosi ovakvom stanju. Uz to PGŽ ima velik broj ekoloških poljoprivrednika.

Upravo je ekološka poljoprivreda budućnost uzgoja hrane, korištenje pesticida uvijek sa sobom nosi određene rizike. S jedne strane zbog rastuće je potražnje za hranom u porastu i korištenje pesticida u konvencionalnoj poljoprivredi. S druge strane danas, osobito u razvijenim zemljama jača struja koja zagovara prelazak na ekološku poljoprivredu gdje se koriste samo prirodni pesticidi (npr. buhač) ili druge prirodne metode suzbijanja štetnika (npr. korištenjem prirodnog neprijatelja nekog nametnika).

Voda za piće u ovoj je županiji i po svim drugim karakteristikama izvrsne kvalitete. S obzirom da bez vode nema života i da je pitka voda vrlo dragocjen resurs, potrebno je učiniti sve kako bi ju se zaštitilo.

## 8. Literatura

1. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. enciklopedija.hr. [Online].; 2021 [cited 2022 Svibanj 2. Available from: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=47818>.
2. Želježić , Perković. Uporaba pesticida i postojeće pravne odredbe za njezinu regulaciju. Sigurnost : časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini. 2011: p. 141-150.
3. Ravindran J, Pankajshan M, Puthur S. Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment. Interdiscip Toxicol. 2017 Svibanj: p. 90-100.
4. Murati , Šimić , Kniewald , Pleadin , Kmetič. Organoklorovi insekticidi – mehanizmi toksičnog djelovanja. Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology. 2014: p. 97-109.
5. Allister V. Organophosphorus insecticide poisoning. BMJ Clin Evid. 2015 Studeni.
6. Jurak G. Med i pčele kao bioindikator zagađenja okoliša pesticidima u varaždinskoj županiji. Osijek: Poslijediplomski sveučilišni interdisciplinarni i studij Zaštita prirode i okoliša ; 2014.
7. Lipovski A. Sredstva za zaštitu bilja 2021. Glasnik Zaštite Bilja. 2021 Svibanj: p. 1-334.
8. Jelena M, Veda Marija V, Rajka T. ZDRAVSTVENI UČINCI PIRETRINA I PIRETROIDA. Arh Hig Rada Toksiko. 2006 Svibanj: p. 237-243.
9. Hermann DC, McKenzie D, Cohen Y, Gisi. CHAPTER 6: Phenylamides: Market Trends and Resistance Evolution for Important Oomycete Pathogens More Than 35 Years After the First Product Introduction (FRAC Code 4). In Stevenson KL, McGrath MT, Wyenandt CA. Fungicide Resistance in North America, Second Edition.: APS publications; 2020. p. 69-84.
10. Kennepohl , Bus , Munro. Phenoxy Herbicides (2,4-D). In Krieger R, editor. Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology, Third Edition.: Elsevier; 2010.

11. Dronjak D. Pesticidi - utjecaj i posljedice. 2016;: 14-15.
12. Lipovski , Marić-Ivandija. Sredstva za zaštitu bilja. Glasnik zaštite bilja. 2017 Siječanj;: 1-304.
13. Bonacci , Oštrić , Roje-Bonacci. Prilog hidrologiji krškog izvora Rječine. Rijeka: Hrvatske vode; 2017.
14. Vukić Lušić D, Đandara A, Piškur V, Linšak Ž, Bilajac L, Lušić D. Zdravstvena ispravnost vode za piće u Gorskom kotaru u petogodišnjem razdoblju od 2011. do 2015. Medicina. 2017; 53(2): 216-224.
15. Skupština PGŽ. sn.pgz.hr. [Online].; 2014 [cited 2022 Lipanj 20. Available from: <http://www.sn.pgz.hr/>.
16. Izvještaj o zdravstvenoj ispravnost vode za ljudsku potrošnju na području primorsko-goranske županije u 2021. Rijeka: NZZJZ PGŽ, Zdravstveno-ekološki odjel; 2021.
17. Mlinarić M, Loborec M, Biondić R. Zaštita podzemnih voda – primjer procjene ranjivosti sliva izvora Gradole (Hrvatska) metodom SINTACS. Environmental Engineering - Inženjerstvo okoliša. 2016; 3(1): 21-31.
18. Sabor RH. zakon.hr. [Online].; 2021 [cited 2022 Svibanj 15. Available from: <https://www.zakon.hr/z/124/Zakon-o-vodama>.
19. Sabor RH. narodne-novine.nn.hr. [Online].; 2017 [cited 2022 Svibanj 15. Available from: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017\\_12\\_125\\_2848.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_12_125_2848.html).
20. Sabor RH. zakon.hr. [Online].; 2022 [cited 2022 Svibanj 15. Available from: <https://www.zakon.hr/z/703/Zakon-o-odr%C5%BEivoj-uporabi-pesticida>.
21. Bokšić D. Onečišćenje i zaštita podzemnih voda na području republike hrvatske. Veleučilište u Karlovcu; 2021.

22. Syafrudin , Ayu K, Adhi Y, Tony H, Jongtae R, Wedad AAo, et al. Pesticides in Drinking Water—A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Siječanj.
23. Nastavni zavod za javno zdravstvo PGŽ. Lista pesticida. 2021..
24. Nastavni zavod za javno zdravstvo PGŽ. Uzorkovanje vode. 2021..
25. Žvorc , Purić-Hranjec , Varga , Pintarić. Instrumentizacija u analitici održivoga razvoja - Plinska kromatografija - masena spektrometrija GC-MS. Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu. 2021; 12(1): 193-204.
26. Nastavni zavod za javno zdravstvo PGŽ. Određivanje organoklornih pesticida..
27. Nastavni zavod za javno zdravstvo PGŽ. Određivanje organofosfornih pesticida..
28. El-Nahaal I, El-Nahaal Y. Pesticide residues in drinking water, their potential risk to human health and removal options. *Journal of environmental managment*. 2021 prosinac; 299.
29. Pinasseau L, Wiest L, VL, Mermillod-Blondin F, Vulliet E. Emerging polar pollutants in groundwater: potential impact of urban stormwater infiltration practices. *Environmental Pollution*. 2020 Studeni; 266(2).
30. Špelić , Bažok , Piria. Pesticidi u vodama. Zagreb: Agronomski fakultet; 2022.
31. Ecobichon. Pesticide use in developing countries. *Toxicology*. 2001 Ožujak.
32. US environmental protection agency. Overview of Risk Assessment in the Pesticide Program. [Online]. [cited 2022 Srpanj 25. Available from: <https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/overview-risk-assessment-pesticide-program>.
33. Schäfer R, van den Brink PJ, Liess M. Impacts of Pesticides on Freshwater Ecosystems. *Ecological Impacts of Toxic Chemical*. 2011;; 111-137.

## 9. Životopis

Zovem se Iva Kristić, rođena sam 15.2.1999. u Rijeci. Prva četiri razreda osnovne škole završila sam u OŠ-SE San Nicolo – hrvatski smjer. Svoje osnovnoškolsko obrazovanje nastavila sam u OŠ Podmurvice. Završila sam Salezijansku klasičnu gimnaziju s pravom javnosti u Rijeci, a fakultetsko obrazovanje sam nastavila na Medicinskom fakultetu u Rijeci, smjer sanitarno inženjerstvo, gdje sam završila i preddiplomski studij.

## 10. Popis skraćenica i akronima

PGŽ – Primorsko-goranska županija

NZZJZ – Nastavni zavod za javno zdravstvo

