

# Analiza promjena prihranjivanja i onečišćenja Medulinske lokve

---

**Bandalo, Lidija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:085975>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Lidija Bandalo**

**Analiza prihranjivanja i onečišćenja Medulinske lokve**

**Diplomski rad**

**Rijeka, 2024.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo  
Urbano inženjerstvo  
Inženjerska hidrologija**

**Lidija Bandalo  
JMBAG: 0114030890**

**Analiza prihranjivanja i onečišćenja Medulinske lokve**

**Diplomski rad**

**Rijeka, rujan 2024.**

Zavod: **Zavod za hidrotehniku i geotehniku**  
Predmet: **Inženjerska hidrologija**  
Grana: **2.05.03 hidrotehnika**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 8

Pristupnik: **Lidija Bandaló (0114030890)**  
Studij: **Građevinarstvo**  
Modul: **Urbano inženjerstvo**

Zadatak: **Analiza promjena prihranjivanja i onečišćenja Medulinske lokve**

### Opis zadatka:

Analizirati pomjene pokrova slivnog područja Medulinske lokve kroz godine. Procijeniti utjecaj urbanizacije na prihranjivanje lokve. Analizirati kvalitetu vode u lokvi. Analizirati onečišćenje vode mikroplastikom korištenjem Attenuated Total Reflectance-Fourier Transform Infrared (ATR-FTIR) spektroskopije na Cary 630 FTIR spektrometru (Agilent).

Zadatak uručen pristupniku: 1. veljače 2024.

Rok za predaju rada: 1. rujna 2024.

Mentor: Doc. dr. sc. Ivana Sušanj Čule

Komentor: Doc. dr. sc. Daniela Kalafatović

Rijeka, 15 September 2024

## MASTER THESIS ASSIGNMENT No. 8

Student: **Lidija Bandalo (0114030890)**  
Study: Civil Engineering  
Module: Urban Engineering

Title: **Analysis of changes in replenishment and pollution of Medulin's pond**

Description:

Changes in the land cover of the catchment area of the Medulin pond over the years has to be analysed. To assess the impact of urbanization on pond recharge. Analyze the quality of the water in the pond. To analyze water pollution by microplastics using Attenuated Total Reflectance-Fourier Transform Infrared (ATR-FTIR) spectroscopy on a Cary 630 FTIR spectrometer (Agilent).

Issue date: 1 February 2024  
Submission date: 1 September 2024

Mentor:

mentor:

---

Assistant Professor Ivana Sušanj Čule,  
PhD

---

Assistant Professor Daniela Kalafatović,  
PhD (co-mentor)

---

## IZJAVA

Završni/Diplomski rad izradio/izradila sam samostalno, u suradnji s mentorom/mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature is written in a cursive style and reads "L. Bandalo". The background of the box has a light blue wavy pattern.

---

Lidija Bandalo

U Rijeci, 2024.

## IZJAVA

Završni/Diplomski rad izrađen je u sklopu znanstvenog projekta  
**Developmet of the methodology for the condition evaluation, protection and  
revitalization on small urban water resources**

Voditelj projekta	<i>doc. dr. sc. Ivana Sušanj Čule, mag. ing. aedif.</i>
Šifra projekta	ZIP-UNIRI-1500-2-22
Financijer projekta	<u>Sveučilište u Rijeci – ZIP UNIRI</u>
Pravna nadležnost	<u>Republika Hrvatska</u>

U Rijeci, 02.07.2024.

Mentor:  
*doc. dr. sc. Ivana Sušanj Čule, mag. ing. aedif.*



**Naslov rada:** Analiza prihranjivanja i onečišćenja Medulinske lokve

**Student:** Lidija Bandalo

**Mentor:** doc. dr. sc. Ivana Sušanj Čule

**Komentor:** doc. dr. sc. Daniela Kalafatović

**Studiji:** Građevinarstvo

**Kolegiji:** Inženjerska hidrologija

### **Sažetak**

U ovome istraživanju analizirano je slivno područje Medulinske Lokve zajedno sa karakteristikama vode iz iste. U uvodnom dijelu definirana je bitnost teme i zašto je obrađena. U daljnjem nastavku su kroz poglavlja opisani ključni pojmovi, njihova relevantnost u kontekstu zaštite malih prirodnih vodnih resursa unutar gradova i utjecaja koji imaju na njih. Ovim radom obuhvaćena je analiza Medulinske lokve odnosno fizičkih osobina slivnog područja Medulinske lokve, kvaliteta vode, ispitivanje prisustva sintetičkih materijala u vodi i analiza urbaniziranosti toga područja. Koristilo se nekoliko metoda prilikom analize kao što su razne terenske metode i analitičke tehnike, uključujući uzorkovanje vode, obilazak lokacije za promatranje stanja, dokumentiranje i slikanje. Uz to odrađene su analize u laboratoriju te su ,u završnom dijelu rada, prikazani obrađeni rezultati tih ispitivanja.

**Ključne riječi:** mali vodni resursi, lokva, analiza, mikroplastika, okoliš, zaštita



**Thesis title:** Analiza prihranjivanja i onečišćenja Medulinske lokve

**Student:** Lidija Bandalo

**Mentor:** doc. dr. sc. Ivana Sušanj Čule

**Co-mentor:** doc. dr. sc. Daniela Kalafatović

**Study:** Građevinarstvo

**Course:** Engineering Hydrology

## **Abstract**

In this research, the catchment area of Medulin Pond was analyzed, along with the characteristics of its water. The introductory section defines the importance of the topic and explains why it was addressed. The following chapters describe key concepts and their relevance in the context of protecting small natural water resources within cities and their importance. This work encompasses an analysis of Medulin Pond, including the physical characteristics of its catchment area, water quality, investigation of the presence of synthetic materials in the water, and an analysis of the present of urbanization. Several methods were used during the analysis, such as various field methods and analytical techniques, including water sampling, site visits for condition observation, documentation, and photography. In addition, laboratory analyses were conducted, and the processed results of these tests are presented in the final section of the paper.

**Key words:** small water resources, pond, analysis, microplastics, environment, protection

## SADRŽAJ

Popis slika.....	5
Popis tablica.....	6
1. UVOD .....	1
2. Mali vodni resursi u urbanim sredinama.....	2
2.1.Općenito o malim vodnim resursima .....	2
2.1.1. Lokve, močvare i mala jezera (stalni mali vodni resursi) .....	2
2.2.Zaštita i upravljanje malim vodnim resursima .....	3
2.3.Projekti u funkciji zaštite malih vodnih resursa (lokve).....	4
3. Urbanizacija i utjecaj na male vodne resurse .....	5
3.1.Definiranje urbanizacije i općenitih utjecaja na otjecanje na slivu.....	6
3.2.Onečišćenje i urbanizacija.....	7
3.3.Definiranje mikroplastike i njenog utjecaja na male vodne resurse .....	9
4. Analiza Medulinske lokve .....	12
4.1.Uvodno o izabranom slivu Medulinske lokve.....	12
4.1.1. Fizičke osobine sliva.....	13
4.1.2. Urbanizacija sliva kroz godine.....	17
4.1.3. Izračun racionalnog koeficijenta .....	19
4.2.Opis i rezultati provedenog istraživanja .....	21
4.2.1. Prikupljanje uzoraka vode .....	21
4.2.2. Analiza uzoraka vode – kvaliteta vode .....	21
4.2.3. Analiza uzoraka vode putem FTIR-a .....	23
4.2.4. Općenito o FTIR-u (Fourier-transform infrared spectroscopy) .....	24
4.2.5. Priprema uzoraka za FTIR.....	25
5. Diskusija rezultata.....	28
5.1.Utjecaj promjene pokrova na racionalni koeficijent.....	28

5.2.Kvaliteta vode .....	28
5.3.Analiza prisutnosti sintetičkih materijala u uzorku vode .....	29
6. Zaključak .....	30
7. Literatura .....	31
8. Prilozi .....	34

## POPIS SLIKA

Slika 1. Primjeri malih vodnih resursa a) Lokva [2] b) Močvara [3] c) Malo jezero [4]	3
Slika 2. Otjecanje oborinskih voda sa asfaltirane prometnice [15]	6
Slika 3. Crtani prikaz mogućih izvora onečišćenja vode kroz urbani prostor [16]	7
Slika 4. Kategorizacija plastike prema veličini [20]	9
Slika 5. Makrolokacija Medulinske lokve [25]	12
Slika 6. Medulinska lokva na dan 24.06.2024. a) pogled prema jugoistoku b) pogled prema sjeverozapadu (autorske fotografije)	13
Slika 7. Područje Medulinske lokve sa iscrtanom topografskom vododjelnicom [28]	14
Slika 8. Prikaz slivnog područja sa slojnicama i pripadajućim površinama [28]	15
Slika 9. Geološka struktura slivnog područja Medulinske lokve [29]	17
Slika 10. Grafički prikaz pojedinih udjela pokrova površina kroz godine	19
Slika 11. Točke uzimanja uzoraka (Izradio autor po uzoru na [27] Podloga: [28])	21
Slika 12. Spektrofotometar HACH DR 3900 [33]	22
Slika 13. Grafički prikaz Absorbance uzorka a) uzorak sintetičke lateks rukavice b) uzorak Latex1a iz baze podataka koji ima najviše poklapanja	24
Slika 14. The Cary 630 FTIR Spectrometer [37]	25
Slika 15. Uzorci na liofilizatoru (autorska fotografija)	26
Slika 16. Opća shema postupka pripreme uzorka za FTIR analizu	26
Slika 17. Detaljniji prikaz pripreme uzorka iz Medulinske lokve (Izradio autor)	27

## POPIS TABLICA

Tablica 1 Projekti u funkciji zaštite malih vodnih resursa [9,10,11,12].....	5
Tablica 2 Analiza utjecaja mikroplastike na vodne resurse [21,22] .....	11
Tablica 3 Proračun srednje nadmorske visine sliva Medulinske lokve.....	15
Tablica 4 Proračun srednjeg pada sliva Medulinske lokve.....	16
Tablica 5 Površine različitih pokrova slivnog područja Medulinske lokve.....	18
Tablica 6 Urbanizacija slivnog područja Medulinske lokve kroz godine .....	19
Tablica 7 Proračun srednjeg racionalnog koeficijenta za 1968. i 2022. godinu.....	20
Tablica 8 Prikaz rezultata ispitivanja kvalitete vode Medulinske loke (Izradio autor na temelju [27,32]).....	23

## 1. UVOD

Održavanje malih vodnih resursa unutar urbanih sredina iznimno je bitno radi održavanja ekološke ravnoteže. Mali vodni resursi unutar gradova, poput ribnjaka, vodenih tokova, lokvi i potoka pružaju stanište za razne biljke i životinje, tako održavajući biološku raznolikost tog područja. Prisustvo malih vodnih resursa pozitivno djeluje na opstanak ekosustava koji regulira lokalnu klimu i doprinosi kvaliteti zraka. Osim toga vodni resursi unutar gradova upijaju višak oborina i tako smanjuju rizik od poplava. Uz to mali vodni resursi sa razvijenom biocenozom mogu djelovati kao filtracijski sustavi za pročišćavanje zagađene vode doprinoseći tako njenoj kvaliteti. Uz ekološku korist, mali vodni resursi doprinose estetskoj vrijednosti gradskih prostora, stvarajući ugodna mjesta za odmor, rekreaciju i socijalizaciju. Prisutnost vode u urbanom okruženju smanjuje stres i poboljšava mentalno zdravlje stanovnika. Tokom ljetnih mjeseci, vodni resursi i zeleni prostori oko njih doprinose smanjenju temperature tako smanjujuću utjecaj toplinskih otoka koji se dešavaju porastom urbanizacije naseljenih područja. Uz sve to, mali vodni resursi poput Medulinske lokve, imaju i veliko kulturno povijesno značenje i dio su identiteta grada. Zbog čega je očuvanje takvih mjesta bitno radi očuvanja lokalne baštine i održavanja povezanosti ljudi sa njihovim prostorom. Zbog svega navedenoga ovim radom obuhvaćena je analiza medulinske lokve odnosno stanje slivnog područja kao i kvaliteta vode, ispitivanje prisustva sintetičkih materijala u vodi te analiza urbaniziranosti toga područja. Metodologija prilikom analize obuhvaćala je razne terenske metode i analitičke tehnike. Uz to odrađene su analize u biotehničkom laboratoriju kao i u laboratoriju na građevinskom fakultetu te su obrađeni rezultati svih ispitivanja.

U nastavku biti će analizirana Medulinska lokva kako bi se utvrdilo njeno trenutno stanje i utjecaj koji je imala urbanizacija tog područja u svrhu daljnjeg očuvanja ovog prirodno formiranog vodnog resursa. Istraživanje će inkorporirati već dosad odrađene analize te će pružiti još detaljniji opis cijelog područja koje se kasnije može koristiti za daljnje studije.

## 2. MALI VODNI RESURSI U URBANIM SREDINAMA

Unutar ovoga rada istraživanje je usmjereno na male prirodne vodne resurse koji se nalaze u ili u blizini urbanih sredina. Upravo zato u uvodnom dijelu rada opisane su takve vrste vodnih resursa te definirani problemi uz iste.

### 2.1. Općenito o malim vodnim resursima

Prirodno formirani mali vodni resursi u urbanim sredinama imaju veliki značaj za lokalno stanovništvo i biocenozu na tom području. Nastaju kao posljedica kombinacije površinskih i podpovršinskih voda. Zbog antropogenog utjecaja i prirodnih karakteristika sliva tog područja ti se vodni resursi mijenjaju kroz godine. Unutar urbaniziranog područja bitno je održati prirodne elemente kako bi ekosustav mogao u što većoj mjeri nastaviti funkcionirati kako je i prije utjecaja čovjeka. Na spomenuto treba posebno obratiti pažnju u urbanim sredinama zbog mogućeg štetnog utjecaja infrastrukture na okoliš. Utjecaj malih vodnih resursa na ekosustav očituje se na nekoliko razina kao što je primjerice doprinos flori i fauni tog područja. To su područja koja pružaju utočište vodozemcima, gmazovima, ribama, pticama, raznim insektima i kukcima. Osim toga služe kao pojilišta za životinje u migracijskim razdobljima. Prirodni vodni resursi mjesta su specifičnog biotopa s raznolikom biocenozom te sami po sebi čine svoj ekosustav. Kako bi spomenuti ekosustav u cjelini ostao funkcionalan potrebno je da i vanjski utjecaji na ekosustav budu svedeni na minimum. Na isto je ponekad teško utjecati i ograničiti a posebice kada se vodni resurs nalazi u urbanoj sredini gdje je skloniji onečišćenju i štetnom utjecaju čovjeka. [1]

#### 2.1.1. Lokve, močvare i mala jezera (stalni mali vodni resursi)

Stalni mali vodni resursi su plitke vode stajačice koje se razlikuju po svojim geometrijskim karakteristikama (dubini, površini vodnog lica i volumenu) i porijeklu. Razlikujemo lokve, močvare i mala jezera. (Slika 1)



Slika 1. Primjeri malih vodnih resursa a) Lokva [2] b) Močvara [3] c) Malo jezero [4]

Lokva je plitka udubina u terenu u koju se skuplja voda, najčešće od oborina, te može presušiti za vrijeme sušnih razdoblja. Voda se skuplja na vodonepropusnoj podlozi udubine te je najčešće slatkovodna. Močvare su također plitke vode stajaćice ali imaju puno veću razinu vegetacije od lokvi, a često se mogu naći u riječnim nizinama ili uz jezera. Prirodna mala jezera su depresije na kopnu ispunjene vodom, najčešće slatkom, te također obiluju vegetacijom i raznim organizmima. Prihranjivanje vode može biti površinsko ili podzemno. [5]

## 2.2. Zaštita i upravljanje malim vodnim resursima

U Republici Hrvatskoj jurisdikciju nad vodnim tijelima, na kojima nisu definirane zone sanitarne zaštite, imaju Hrvatske vode (u nastavku HV) dok je upravljanje slivnim područjem u nadležnosti lokalne samouprave. Pravna osoba za upravljanje vodama jesu HV koje su u nadležnosti Ministarstva regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva. Pravni okvir unutar kojeg djeluju HV čine Zakon o vodama [6], Planski dokumenti upravljanja vodama, Uredbe, Pravilnici te Direktive Europske Unije kao što su Okvirna direktiva o vodama. Trenutno je na snazi Plan upravljanja vodnim područjima do 2027 [7].



Natura 2000 je ekološka mreža koja je sačinjena od područja važnih za očuvanje ugroženih vrsta i stanišnih tipova na području Europske unije. Zadaća Nature 2000 je očuvati ili revitalizirati više od tisuću ugroženih i rijetkih vrsta te oko 230 prirodnih i poluprirodnih stanišnih tipova. Za sada mreža obuhvaća oko 27.500 područja na gotovo 20% teritorija EU. Natura 2000 proizlazi iz EU direktivama, a područja koja dobivaju status zaštite birana su znanstvenim postupcima. Prilikom upravljanja spomenutim područjima u obzir se uzima i interes i dobrobit ljudi koji u njima žive [8]. Natura 2000 jedan je od najvažnijih mehanizama EU koji je pokrenut kao inicijativa 2013. godine u svrhu očuvanja ugroženih vrsta i stanišnih tipova. Unutar ekološke mreže RH mediteranske povremene lokve opisane su kao jedna od prioritarnih staništa za zaštitu i očuvanje.

### **2.3. Projekti u funkciji zaštite malih vodnih resursa (lokve)**

Zaštita i očuvanje malih vodnih resursa u Hrvatskoj, posebice lokvi, postala je važna tema posljednjih godina zbog toga što se prepoznao doprinos koji imaju ekološkoj, kulturnoj i gospodarskoj vrijednost nekog područja. Lokve, koje su tradicionalno korištene u poljoprivredi i kao izvor pitke vode za stoku, sada su prepoznate i kao važna staništa za razne biljne i životinjske vrste, uključujući mnoge ugrožene vrste. U nastavku rada je u Tablici 1 prikazano nekoliko primjera projekata koji se bave zaštitom, kategorizacijom i analizom malih vodnih resursa:

Tablica 1 Projekti u funkciji zaštite malih vodnih resursa [9,10,11,12]

PROJEKT	OPIS	RELEVANTNE AKTIVNOSTI
<i>Skriveni habitati</i>	Projekt usmjeren je na zaštitu i očuvanje bioraznolikosti kroz prepoznavanje i zaštitu malih, ali ekološki važnih staništa, kao što su lokve, močvare i manja vodena tijela. Povezanost s lokvama proizlazi iz činjenice da ove male vodene površine često predstavljaju ključna staništa za mnoge vrste biljaka i životinja, naročito u ruralnim područjima gdje služe kao izvori pitke vode ili staništa za ugrožene vrste.	lokve se kategoriziraju, mapiraju i obnavljaju kako bi se spriječilo njihovo nestajanje te omogućilo održavanje bioraznolikosti i ekološke ravnoteže u tim područjima. Također, lokalne zajednice educiraju se o važnosti ovih resursa za okoliš i kako ih održavati.
<i>PONDERFUL</i>	Riječ je o paneuropskoj inicijativi koju financira program Horizon 2020, a fokusira se na obnovu i upravljanje lokvama s ciljem povećanja biološke raznolikosti, ublažavanja klimatskih promjena i poboljšanja ekosustavnih usluga. Projekt uključuje 18 partnera iz devet europskih zemalja, uključujući istraživače i donositelje politika. PONDERFUL promovira korištenje lokvi kao prirodnih rješenja za ekološke izazove.	Iako Hrvatska nije izravno navedena među glavnim partnerima, druge zemlje i organizacije mogu surađivati s PONDERFUL-om i primjenjivati slične metode za zaštitu i obnovu ekosustava lokvi.
<i>Revitalizacija lokvi u Istri</i>	Projekt Revitalizacija lokvi u Istri je niz inicijativa usmjeren na očuvanje i obnovu tradicionalnih istarskih lokvi kao vrijednih ekosustava. Cilj projekta je obnoviti degradirane lokve, poboljšati njihovu hidrološku funkciju te vratiti biološku raznolikost. Time se doprinosi očuvanju prirodne baštine Istre, poboljšanju kvalitete vode i stvaranju povoljnih uvjeta za život brojnih biljnih i životinjskih vrsta.	Obnova vodnih tijela (čišćenje lokvi, obnova obala), sadnja autohtonih biljnih vrsta, te organizacija kulturnih događanja i izložbi koje ističu povijesnu važnost lokvi. Edukacija javnosti i kartiranje lokvi u Istri.
<i>Kategorizacija i baza podataka malih vodnih tijela</i>	Kategorizaciju malih vodnih tijela provode: Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Hrvatske vode, Agencija za zaštitu okoliša, Županijske uprave za zaštitu okoliša, znanstvene institucije i nevladine organizacije.	Kategorizacija podrazumijeva identifikaciju, tipologiju, procjenu ekološkog statusa i određivanje prioriteta područja za zaštitu.
<i>Zelena mreža</i>	Ovaj projekt povezuje lokalne inicijative i nevladine organizacije koje rade na zaštiti i obnovi malih vodnih resursa diljem Hrvatske. Cilj je razmjena znanja i iskustava, te zajedničko lobiranje za bolju zaštitu ovih resursa na nacionalnoj razini.	Organizacija konferencija, radionica i studijskih putovanja, te izrada smjernica za zaštitu lokvi na lokalnoj razini.

### 3. URBANIZACIJA I UTJECAJ NA MALE VODNE RESURSE

Problematika urbanizacije i njezinog direktnog i indirektnog utjecaja na vodnu bilancu vodnih resursa kao i na cjelokupni ekosustav na mikro i makro skali je opće poznata. Također utjecaj urbanih područja kroz uvođenje raznoraznih onečišćivača u ekosustav izaziva interes znanstvenih krugova za istraživanje, definiranje te umanjeње negativnih utjecaja urbanizacije kroz raznorazne strukturalne i ne strukturalne mjere. Unutar ovog dijela rada će stoga detaljnije biti definirana urbanizacija, njezin utjecaj na ekosustav.

### 3.1. Definiranje urbanizacije i općenitih utjecaja na otjecanje na slivu

Urbanizacija obuhvaća širenje i izgradnju nove infrastrukture urbanih središta kao što su gradovi, sela, energetske i ostale građevine. Svaki građevinski zahvati u prirodi mogu se smatrati urbanizacijom zbog svog utjecaja na prirodne karakteristike tog područja. Utjecaj urbanizacije je značajan za cijeli ekološki ciklus. Porastom urbaniziranih područja dolazi do većeg onečišćenja zraka zbog povećane industrijske aktivnosti, emisije iz kućanstava i utjecaja prometa. Uz onečišćenje zraka dolazi i do kontaminacije vodnih resursa te smanjenja prirodnih ekosustava, što dovodi do gubitka bio raznolikosti.

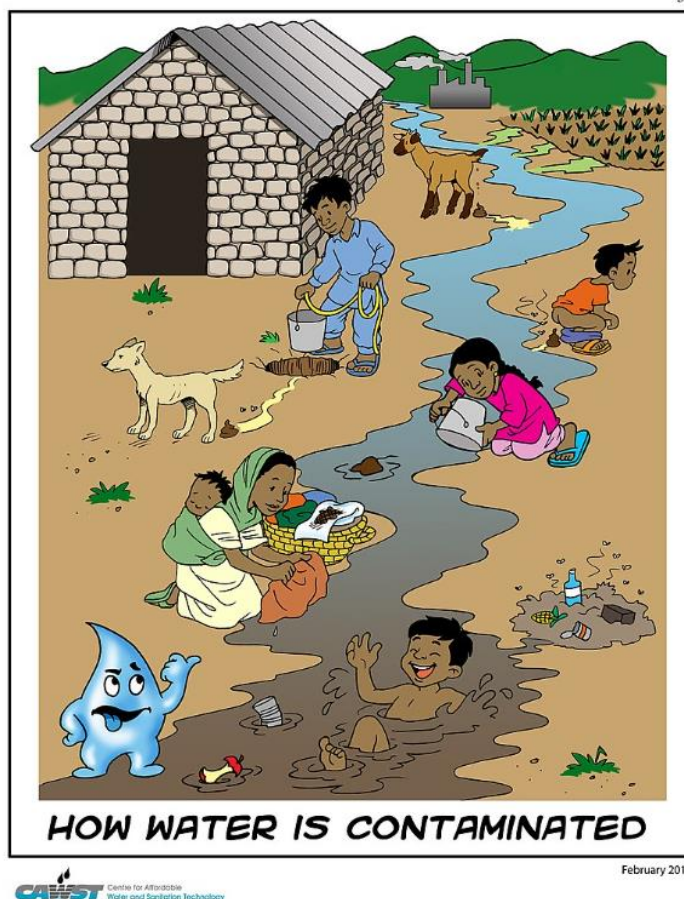
Porastom urbanizacije na prostoru sliva vodnih resursa, općenito dolazi do promjene hidrološkog ciklusa iz prirodnog u urbani. Prirodni hidrološki ciklus definiran je prirodnim fizičkim osobinama sliva i meteorološkim značajkama područja, dok se kod urbanog hidrološkog ciklusa u pravilu javlja veća koncentracija površinskog otjecanja. U urbanim sredinama površinski sloj terena često je nepropustan (umjetni materijali kao što su betonske i asfaltne mješavine) zbog čega dolazi do manje infiltracije oborina u teren te se posljedično povećava količina, brzina i protok površinskog otjecanja oborinskih voda. [13,14] (Slika 2)



Slika 2. Otjecanje oborinskih voda sa asfaltirane prometnice [15]

### 3.2. Onečišćenje i urbanizacija

Svako urbanizirano područje izloženo je onečišćenju okoliša zbog svog antropogenog utjecaja. Urbanizacija dovodi do gubitka, degradacije i fragmentacije prirodnih staništa, povećanja nepropusnih površina, te do ekoloških učinaka povezanih s toplinskim otocima, onečišćenjem vode, zraka, bukom i svjetlosnim zagađenjem, kao i uvođenjem neautohtonih vrsta. U konačnici, urbanizacija stvara nove ekosustave s novim abiotičkim i biotičkim karakteristikama, što predstavlja izazov za mnoge organizme, uključujući insekte. Posebno možemo razlikovati mikrobiološko onečišćenje i onečišćenje sintetičkim polimerima te njihov potencijalan utjecaj na ljudsko zdravlje i okoliš koji će biti opisani u nastavku. [13,14] (Slika 3)



Slika 3. Crtani prikaz mogućih izvora onečišćenja vode kroz urbani prostor [16]

Jedan od izvora mikrobiološkog onečišćenja su otpadne vode koje sadržavaju razne patogene organizme poput parazita, virusa i bakterija. Otpadne vode koje su

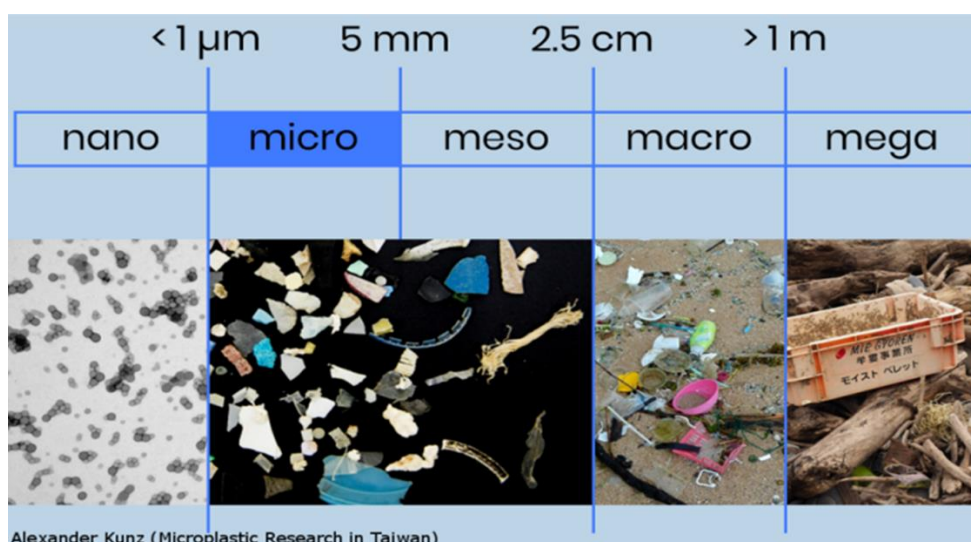
neadekvatno tretirane i zbrinute mogu kontaminirati rijeke, jezera i podzemne vode. Osim otpadnih voda, prijetnju onečišćenjem pružaju i oborinske vode koje prilikom tečenja kroz urbani prostor sa sobom skupljaju svo onečišćenje prouzrokovano antropogenim utjecajem što se dalje prenosi u ostatak ekološkog ciklusa. Kišnica sa urbanih površina može prenijeti razne mikroorganizme iz smeća, kanalizacije, poljoprivrednih površina te površina kontaminiranih životinjskim fekalijama. Također u ruralno-urbanim prijelaznim zonama razne poljoprivredne aktivnosti i stočarstvo imaju veliki utjecaj na sastav vode koja otječe sa tih površina kroz onečišćenje raznim umjetnim gnojivima. Utjecaji mikrobiološkog onečišćenja vodnih resursa mogu imati velike posljedice na ekosustav smanjujući kvalitetu vode te zdravlje flore i faune vodnog područja. Što se kasnije može odraziti na ljudsko zdravlje u obliku raznih infekcija i bolesti te može predstavljati ozbiljan javnozdravstveni problem.

Onečišćenje sintetičkim polimerima (kasnije u tekstu opisano kao mikroplastika) u urbaniziranim područjima dolazi iz brojnih izvora, poput otpadnih voda iz domaćinstava, otpada, prometnica (trošenje guma) i raznih industrijskih aktivnosti. U domaćinstvima se koriste razni proizvodi za osobnu njegu i čišćenje koji u sebi sadrže čestice plastike poput sapuna i pilinga koji onda završavaju u otpadnim vodama. Osim toga nepravilno odloženi plastični otpad (plastične boce, ambalaža, opušci..) zbog izloženosti atmosferilijama, UV zračenju i mehaničkim procesima prolaze kroz proces degradacije od makro, mikro do nanometarske razine plastike koju onda skoro nije moguće detektirati i pravilno zbrinuti. Fragmenti plastike općenito predstavljaju prijetnju za sve organizme koji je mogu unijeti u svoj sustav i zbog toga trpe fizičke ozljede, probleme sa probavnim sustavom i trovanje organizma. Zdravlje općenito svih organizama utječe na cijeli prehrambeni lanac i bio raznolikost određenog područja. Prisutnost plastike, odnosno njenih fragmenata u vodnim resursima direktno i indirektno utječe i na kvalitetu vode odnosno na kemijski sastav i mikrobiološke osobine vode. [17]

### 3.3. Definiranje mikroplastike i njenog utjecaja na male vodne resurse

Plastika je sintetski organski polimer dobiven polimerizacijom monomera ekstrahiranih iz plina ili nafte. Nakupljanje plastike u našem okolišu događa se izravnim odbacivanjem ili odlaganjem otpada na kopnu ili u moru, transporta vjetrom s odlagališta otpada ili gubitcima tijekom transporta i nesreća. Glavni problem akumulacije plastike je njena ne-biorazgradivost, što joj omogućava da ostane u okolišu dugi niz godina. [18]

Akumulacija plastike u prirodi je posljedica niske stope recikliranja i njene teške razgradivosti. Veliki komadi plastike postupno degradiraju u sve manje fragmente. Plastični otpad se prema veličini klasificira kao sljedeće (Slika 4): megaplastika (ceća od 100cm u promjeru), makroplastika (u promjeru od 2.5cm do 100cm), mezoplastika (veliĉine između 5mm i 2.5 cm), mikroplastika (veliĉine od 1 $\mu$ m do 5mm) i nanoplastika (veliĉine manje od 1 $\mu$ m). Mikroplastika i nanoplastika se odnose na sitne plastiĉne fragmente, granule i vlakna te se smatra ,zbog svoje male veliĉine, najvećom prijetnjom za ekosustave. Iako postoji znanstveno nesuglasje u definiranju veliĉine fragmenata mikroplastike, većina studija klasificira ih kao čestice manje od 5 mm, dok novije klasifikacije definiraju i fragmente nanoplastike (čestice manje od 1  $\mu$ m). [19]



Slika 4. Kategorizacija plastike prema veličini [20]

Mikroplastika se dalje klasificira na primarnu, sekundarnu i nanoplastiku, ovisno o njenom porijeklu. Primarna mikroplastika nastaje izravno iz proizvoda poput kozmetike ili industrijskih emisija, te iz otpadnih voda koje sadrže tekstilna vlakna. Njeni glavni izvori uključuju fragmente većih predmeta i termoplastične sirovine, a Kina je najveći proizvođač ovakvih mikroplastika. Sekundarna mikroplastika nastaje od većih plastičnih krhotina zbog kemijskih, fizičkih, bioloških, toplinskih i fotokemijskih procesa. Ovi degradirani plastični fragmenti, nepravilnih oblika i veličina, nastaju raspadom velikih komada plastike pod utjecajem visokih temperatura, UV zračenja i mehaničkih sila, te potiču stvaranje biofilma na njihovoj površini. Fragmenti nanoplastika su vrlo sitne čestice plastike veličine manje od 1  $\mu\text{m}$ , nastale fragmentacijom mikroplastike ili iz inženjerskih materijala [19]. Zbog svoje male veličine, teško ih je otkriti i ukloniti konvencionalnim metodama, a njihov utjecaj na ljudsko zdravlje i hranu još uvijek nije dovoljno istražen. U nastavku je u Tablici 2 prikazana analiza do sada utvrđenih utjecaja mikroplastike na vodne resurse.

Tablica 2 Analiza utjecaja mikroplastike na vodne resurse [21,22]

Utjecaj mikroplastike na male vodne resurse		
Opća podjela	Opis utjecaja	
<b>Utjecaj na vodene organizme</b>	<b>Gutanje i toksičnost:</b> Vodeni organizmi često zamjenjuju mikroplastiku za hranu. Gutanje mikroplastike može uzrokovati fizičke ozljede, blokadu probavnog sustava i osjećaj lažne sitosti, što može smanjiti unos prave hrane. Mikroplastika također može sadržavati toksične kemikalije koje se mogu apsorbirati u tkiva organizama.	<b>Bioakumulacija:</b> Mikroplastika i pridruženi toksini mogu se akumulirati u hranidbenom lancu, što može imati štetne učinke na veće predatore, uključujući ribe, ptice i eventualno ljude.
<b>Utjecaj na fizičke i kemijske karakteristike vode</b>	<b>Promjena kvalitete vode:</b> Mikroplastika može utjecati na prozirnost vode, temperaturu i druge fizičke karakteristike. Također može utjecati na kemijski sastav vode, na primjer, uvodeći kontaminante koji su se apsorbirali na površinu plastičnih čestica.	<b>Interakcija s prirodnim sedimentima:</b> Mikroplastika može promijeniti dinamiku sedimentacije i interakcije između sedimenta i vode, što može utjecati na staništa organizama koji žive na dnu.
<b>Utjecaj na ekosustave</b>	<b>Promjene u ekološkim zajednicama:</b> Prisutnost mikroplastike može utjecati na sastav i strukturu ekoloških zajednica. Neki organizmi mogu biti osjetljiviji na mikroplastiku i opasti u brojnosti, dok drugi mogu postati dominantniji.	<b>Utjecaj na mikrobiome:</b> Mikroplastika može pružiti površinu za kolonizaciju mikroorganizama, što može promijeniti sastav i funkciju mikrobnih zajednica u vodi. To može utjecati na procese poput razgradnje organskih tvari i ciklusa hranjivih tvari
<b>Utjecaj na ljudsko zdravlje i gospodarske aktivnosti</b>	<b>Opskrba pitkom vodom:</b> Ako se mikroplastika unese u izvore pitke vode, može predstavljati zdravstveni rizik za ljudsku populaciju. Filtracija i tretmani za uklanjanje mikroplastike iz pitke vode mogu biti skupi i složeni.	<b>Ribarstvo i rekreacija:</b> Zagađenje mikroplastikom može utjecati na gospodarske aktivnosti poput ribarstva i turizma. Kvaliteta vode i zdravlje riba i drugih organizama mogu biti ugroženi, što može smanjiti prihode od ovih aktivnosti.

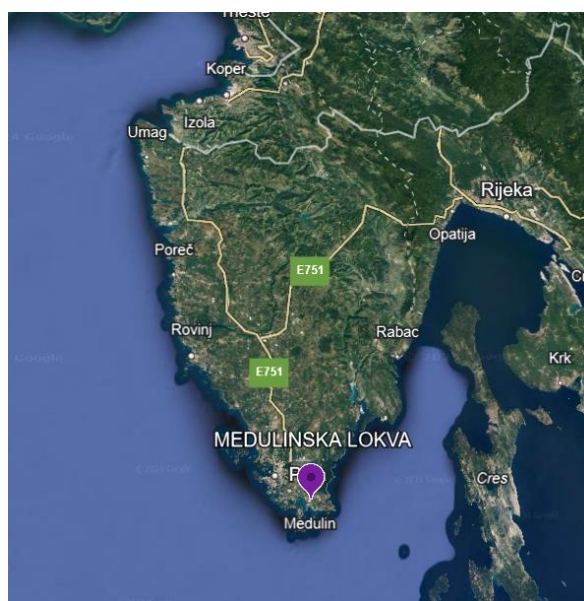


## 4. ANALIZA MEDULINSKE LOKVE

U ovom poglavlju biti će prikazana analiza fizičkih osobina slivnog područja [23] Medulinske lokve koja predstavlja primjer male prirodno formirane lokve u urbanom okruženju, postotak urbaniziranosti kroz godine, prikaz rezultata kvalitete vode i istraživanja prisutnosti sintetičkih polimera u uzorku vode. Analiza kvalitete vode provedena je u sklopu znanstveno – istraživačkog projekta „Development of the methodology for the condition evaluation, protection and revitalization on small urban water resources“ financiranog sa strane Sveučilišta u Rijeci (ZIP-UNIRI-1500-2-22) te su ovdje prikazani rezultati tog istraživanja kao i rezultati analize prisutnosti fragmenata plastike izrađeni u sklopu ovoga rada zajedno sa analizom slivnog područja lokve[24].

### 4.1. Uvodno o izabranom slivu Medulinske lokve

Analizirani lokalitet nalazi se na južnom dijelu Istarskog poluotoka (Slika 5) u Općini Medulin iako se slivno područje proteže sve do susjedne Općine Ližnjan.



Slika 5. Makrolokacija Medulinske lokve [25]

Medulinska lokva situirana je u urbanom djelu grada te je od davnina od velikog značaja za lokalno stanovništvo. U prošlosti je bila od poljoprivrenog značaja kao izvor za navodnjavanje oranica dok je danas dom za razne endemske vrste

životinjskog i biljnog svijeta. Broji prisutnost čak 5 vrsta riba, 11 vrsta kukaca, 2 vrste vodozemaca, 4 vrste gmazova, 2 vrste sisavaca i čak 56 vrsta ptica. [26]

Lokalno stanovništvo kontinuirano ulaže napore u održavanje ovog prirodnog područja te je Meduliska lokva (Slika 6) primjer održavanja stabilnog ekosustava kopnenih vodnih tijela u urbanim sredinama s značajnim antropološkim utjecajem. [27] U prilog ranije spomenutom pomaže i činjenica da lokva nije nikada zabilježila presušivanje. Područje sliva Medulinske lokve, sa kojeg se ista prihranjuje površinskim i podpovršinskim putem, proteže se do susjedne Općine Ližnjan stoga i urbanizacija tog dijela sliva zasigurno utječe na vodnu bilancu i ekosustav lokve.

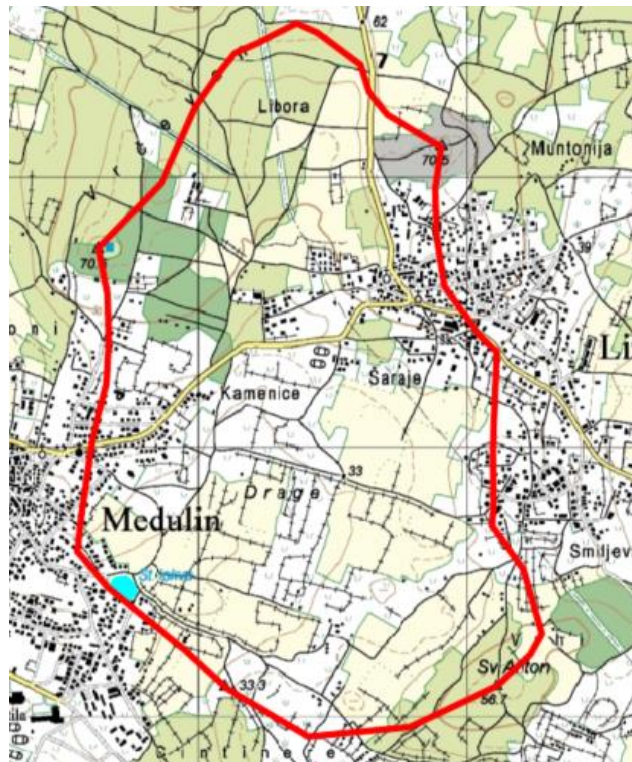


Slika 6. Medulinska lokva na dan 24.06.2024. a) pogled prema jugoistoku b) pogled prema sjeverozapadu (autorske fotografije)

#### **4.1.1. Fizičke osobine sliva**

Fizičke osobine sliva utječu na način na koji se odvija otjecanje sa sliva te samo prihranjivanje određenog vodnog resursa te će zbog toga u nastavku biti opisane osnovne fizičke osobine sliva Medulinske lokve.

Analizirano slivno područje definirano je topografskom vododjelnicom koja zatvara granicu površine sliva spajajući točke s najvećim nadmorskim visinama (Slika 7) Na sjeverozapadnom i sjeveroistočnom dijelu sliva najviši vrhovi iznose 70.5 metara nad morem dok su na južnom dijelu sliva najviši vrhovi, po kojemu se spajala topografska vododjelnica, 58.7 i 33.3 metara nad morem. Veličina definiranog sliva iznosi 3,12km<sup>2</sup>.



Slika 7. Područje Medulinske lokve sa iscrtanom topografskom vododjelnicom [28]

Oblik sliva nalikuje na opći pravokutni sa elementima lepezastog slivnog područja.

Srednja nadmorska visina sliva  $H_{sr}$  za slivno područje računa se prema izrazu:

$$H_{sr} = \sum \frac{h_i * A_i}{A_{uk}}$$

Gdje je:

$H_{sr}$  srednja nadmorska visina sliva

$h_i$  srednja visina između dvije slojnice (mn.m.)

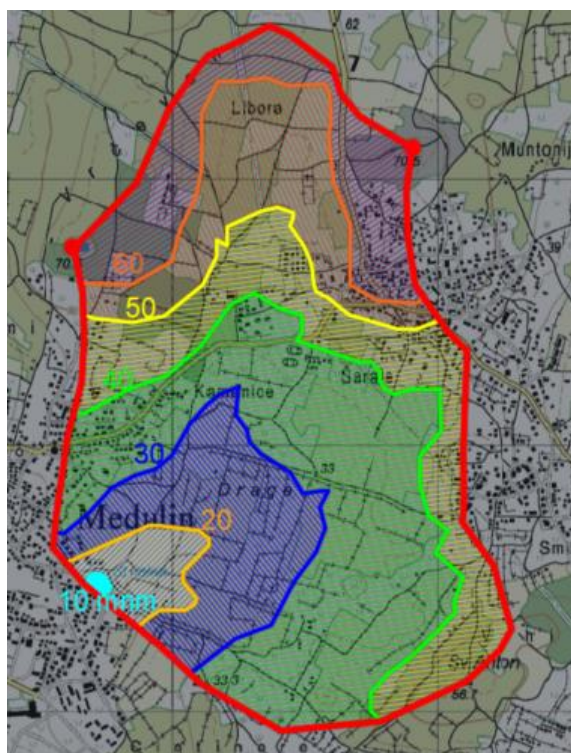
$A_i$  površina pojasa između dvije slojnice (ha)

$A_{uk}$  ukupna površina sliva (mn.m.)

Tablica 3 Proračun srednje nadmorske visine sliva Medulinske lokve

Proračun srednje nadmorske visine					
pojas	visina (m n.m.)		srednja visina (m n.m.)	površina (ha) $A_i$	s.n.v.s. (m n.m.) $H_i$
	od	do			
1	10	20	15	11.59	0.56
2	20	30	25	46.02	3.69
3	30	40	35	108.91	12.24
4	40	50	45	58.85	8.50
5	50	60	55	43.02	7.59
6	60	70.5	65.25	43.16	9.04
SREDNJA NADMORSKA VISINA SLIVA:					<b>41.62</b>

Srednja nadmorska visina sliva prema proračunu iznosi 41.62 metara nad morem.



Slika 8. Prikaz slivnog područja sa slojnicama i pripadajućim površinama [28]

Srednji pad sliva  $S$  za slivno područje računa se prema izrazu:

$$S = \frac{D * L}{A}$$

Gdje je:

$S$  srednji pad sliva

$L$  ukupna duljina svih slojnica (m)

$D$  razmak između slojnica (m)

$A$  ukupna površina razmatranog sliva (m<sup>2</sup>)

Tablica 4 Proračun srednjeg pada sliva Medulinske lokve

Proračun srednjeg pada sliva					
pojas i	duljina slojnica Li		razmak slojnica Di		
i	Li		slojnice m n.m.	razmak	
1	1134.91	m	20	-	-
2	2454.9	m	30	10	m
3	3312.83	m	40	10	m
4	1892.13	m	50	10	m
5	2567.35	m	60	10	m
6	-	-	70.5	10.5	m
L = Σli	11362.12	m	D = Di	10.1	m
površina sliva (ha)	312		srednji pad sliva S	<b>0.037</b>	

Srednji pad sliva prema proračunu iznosi 3.7 %

Geološka struktura slivnog područja Medulinske lokve sačinjena je od uslojenog rudisnog vapnenca sa završnim slojem pločastog vapnenca sa rožnjakom. Sami vrh sliva kategoriziran je kao boksitno područje odnosno malo ležište nastalo popunjavanjem vrtače. U neposrednoj blizini lokve detektirana je specifična mikrofauna i marinska makrofauna još na karti iz 1967 godine što ukazuje na specifičnu biocenuzu oko lokve još u to doba. (Slika 9)



Slika 9. Geološka struktura slivnog područja Medulinske lokve [29]

#### 4.1.2. Urbanizacija sliva kroz godine

Na temelju ortofotografija slivnog područja Medulinske lokve određeni su pokrovi zemljišta svrstane u 4 karakteristične skupine: urbanizirano područje, šuma zajedno sa niskom vegetacijom, livade i poljoprivredna zemljišta.

Površine svake namjene zemljišta očitane su u računalnom programu AutoCad sa podloga preuzetih sa Geoportala. Iscrtane površine nalaze se u nacrtnoj dokumentaciji na kraju rada. Iznos površina u km<sup>2</sup> dat je u Tablici 5.

Tablica 5 Površine različitih pokrova slivnog područja Medulinske lokve

Godina	Urbanizirano područje	Koeficijent korekcije	Korigirana površina	vrtovi, okućnice	Poljoprivredne površine	Šuma i niska vegetacija	Livade	Ukupna površina sliva
i	$A_{urb.}$ [km <sup>2</sup> ]	$k_k$ -	$A_{urb.} * k_k$ [km <sup>2</sup> ]	$A_{vrt.}$ [km <sup>2</sup> ]	$A_{polj.}$ [km <sup>2</sup> ]	$A_{\xi.}$ [km <sup>2</sup> ]	$A_{liv.}$ [km <sup>2</sup> ]	$A_{uk.}$ [km <sup>2</sup> ]
1968	0.17	0.5	0.085	0.085	1.84	0.24	0.86	3.12
2011	0.64	0.5	0.32	0.32	1.1	1.04	0.33	3.12
2014	0.66	0.5	0.33	0.33	0.94	1.02	0.49	3.12
2018	0.71	0.5	0.355	0.355	0.94	0.95	0.51	3.12
2020	0.76	0.5	0.38	0.38	0.97	0.97	0.41	3.12
2022	0.8	0.5	0.4	0.4	0.87	1.04	0.4	3.12

Postotak urbaniziranog područja  $P_i$  za sliv određen je prema izrazu:

$$P_i = \frac{A_{urb.} * k_k}{A_{uk.}} * 100$$

Gdje je:

$P_i$  postotak urbaniziranosti sliva kroz godine (%)

$A_{urb.}$  Površina urbaniziranog područja sliva (km<sup>2</sup>)

$A_{uk.}$  Ukupna površina slivnog područja (km<sup>2</sup>)

$k_k = 0,5$  koeficijent korekcije urbaniziranog područja određenog na temelju kig-a Općine Medulin

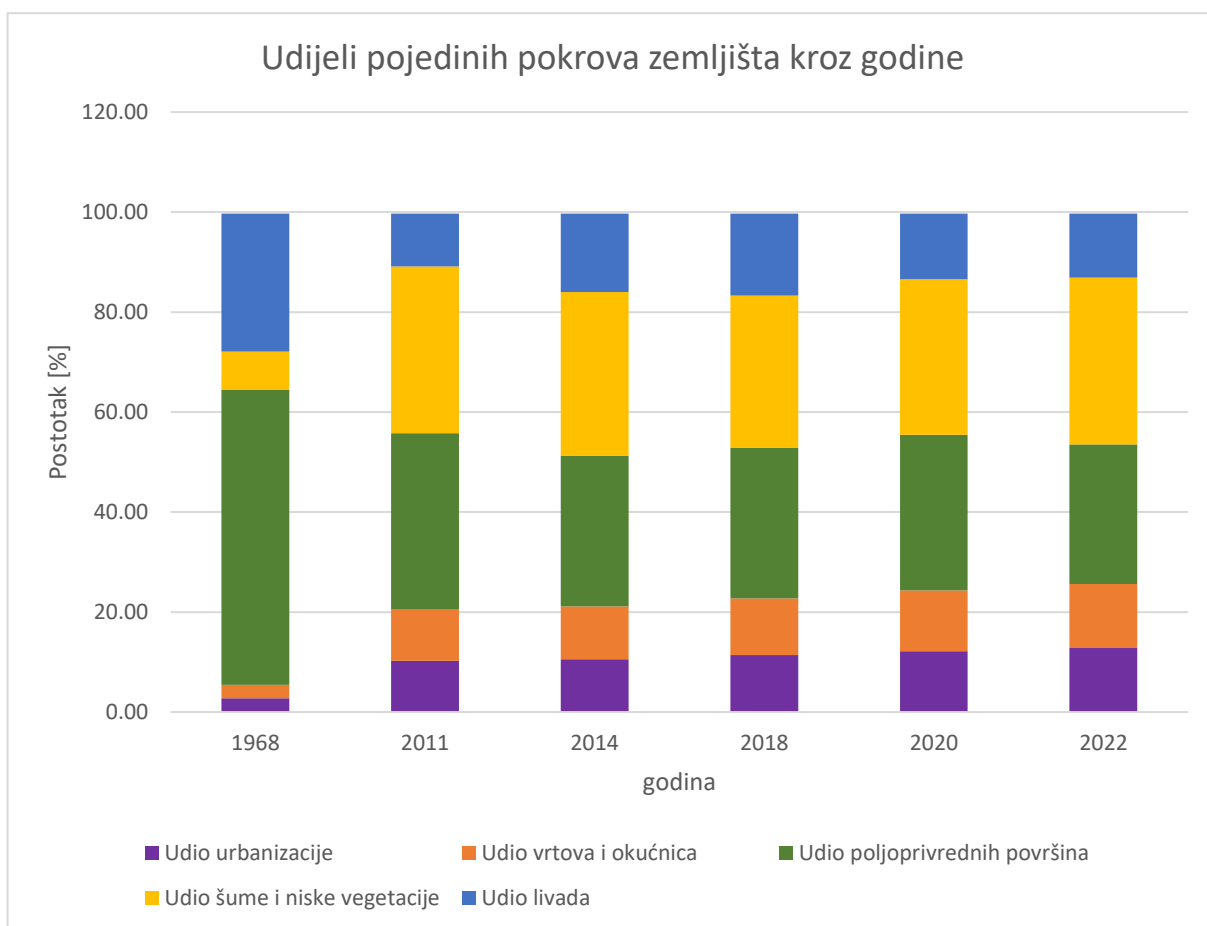
U proračun je uvršten koeficijent korekcije određen na temelju maksimalnog koeficijenta izgrađenosti građevinske čestice (*kig*) iz urbanističkog plana Općine Medulin [30]. Kig je uzet u proračun s obzirom na to da se analiza površina radila na tlocrtnoj projekciji sliva te oko svake kuće postoji područje okućnice odnosno vrta koji nemaju iste karakteristike pokrova poput infrastrukture na toj čestici.

Postotci i površine urbaniziranog područja sliva Medulinske lokve kroz godine prikazani su u Tablici 6.

Tablica 6 Urbanizacija slivnog područja Medulinske lokve kroz godine

Godina	Korigirana površina	Ukupna površina sliva	Postotak urbanizacije sliva	koef. povećanja u usporedbi na prethodnu godinu
i	$A_{urb} * k_k$ [km <sup>2</sup> ]	$A_{uk.}$ [km <sup>2</sup> ]	$P_i$ %	
1968	0.085	3.12	<b>2.72</b>	-
2011	0.32	3.12	<b>10.26</b>	3.76
2014	0.33	3.12	<b>10.58</b>	1.03
2018	0.355	3.12	<b>11.38</b>	1.08
2020	0.38	3.12	<b>12.18</b>	1.07
2022	0.4	3.12	<b>12.82</b>	1.05

Udjeli svih kategorija pokrova kroz godine su prikazani na Slici 10



Slika 10. Grafički prikaz pojedinih udjela pokrova površina kroz godine

#### 4.1.3. Izračun racionalnog koeficijenta

Racionalni koeficijent se može koristiti pri izračunu maksimalnih protoka s malih slivova u urbanim sredinama prema sljedećoj formuli [14]:



$$Q = C * i * A$$

Gdje je:

$Q$  maksimalni (vršni) protok

$C$  racionalni koeficijent

$i$  kritični intezitet oborine

$A$  slivna površina

U ovom poglavlju izračunat je, pošto imamo više različitih površina, srednji racionalni koeficijent za sliv Medulinske lokve prema izrazu:

$$C_{sr} = \frac{\sum C_n * A_n}{\sum A_n}$$

Gdje je:

$C_n$  koeficijenti otjecanja različitih tipova ili vrsta površina. Koristila se približna vrijednost koeficijenta za određeni pokrov ne uzimajući u obzir povratni period.

$A_n$  pripadajući dijelovi određenog tipa/vrste površine

Srednji racionalni koeficijent računao se za 1968. i 2022. godinu kako bi se mogla napraviti usporedba u odnosu na promjenjeni postotak različitih pokrova. Rezultati su prikazani u sljedećoj tablici.

Tablica 7 Proračun srednjeg racionalnog koeficijenta za 1968. i 2022. godinu

n	Opis pokrova	1968			2022		
		$A_n$	$C_n$	$A_n * C_n$	$A_n$	$C_n$	$A_n * C_n$
1	urbane površine	0.085	0.85	0.072	0.4	0.85	0.34
2	vrtovi i okućnice	0.085	0.3	0.026	0.4	0.3	0.12
3	poljoprivredne površine	1.84	0.4	0.736	0.87	0.4	0.348
4	šuma i niska vegetacija	0.24	0.2	0.048	1.04	0.2	0.208
5	livade	0.86	0.35	0.301	0.4	0.35	0.14
			$C_{sr}$	0.38		$C_{sr}$	0.37

Intezitet oborine nije podatak koji se obrađivao u ovome radu stoga konačni maksimalni protok nije izračunat i podložan je daljnim studijama na ovu temu.

## 4.2. Opis i rezultati provedenog istraživanja

### 4.2.1. Prikupljanje uzoraka vode

Istraživanje stanja Medulinske lokve započelo je 2022. godine u sklopu znanstveno – istraživačkog projekta „Development of the methodology for the condition evaluation, protection and revitalization on small urban water resources“ financiranog sa strane Sveučilišta u Rijeci (ZIP-UNIRI-1500-2-22). Od tada se redovno prikupljaju uzorci za analizu kvalitete vode. Uzorkovanje se vršilo po Pravilniku o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti uzimanja uzoraka i ispitivanja voda [31]. Uzorci su se uzimali otprilike 20cm ispod površine vodnog lica u čiste staklene spremnike na nekoliko lokacija prikazanih na Slici 11.



Slika 11. Točke uzimanja uzoraka (Izradio autor po uzoru na [27] Podloga: [28])

Za analizu kvalitete vode uzeti su uzorci sa svih 5 točaka te je kao relevantna uzeta prosječna vrijednost svih uzoraka dok su za analizu vode putem FTIR-a uzeti uzorci samo sa točke 1 i 3.

### 4.2.2. Analiza uzoraka vode – kvaliteta vode

Mjerenja kakvoće vode provode se uzimanjem uzoraka vode i analizom vode u Hidrotehničkom laboratoriju na Građevinskom fakultetu u Rijeci. Parametri kakvoće vode mjere se pomoću spektrofotometra – Hach DR 3900. (Slika 12)

Oprema korištena za mjerenje kakvoće vode, spektrofotometar Hach DR3900, laboratorijski je uređaj dizajniran za preciznu i brzu analizu vode. Koristi vidljivi spektar svjetlosti (320–1100 nm) za izvođenje više od 220 unaprijed programiranih testova kako bi se procijenila kakvoća vode. Ovaj uređaj je izuzetno jednostavan za korištenje, s velikim zaslonom u boji osjetljivim na dodir i RFID tehnologijom koja automatski prepoznaje reagense i obavlja kalibraciju. Ovaj spektrofotometar obično se koristi za analizu ključnih parametara kakvoće vode poput kemijske potrošnje kisika (COD), fosfata i nitrata. Poznat je po točnosti i brzini, što ga čini prikladnim za laboratorije kojima su potrebne precizne procjene kakvoće vode [27,32]



Slika 12. Spektrofotometar HACH DR 3900 [33]

U ovom radu navedena su fizikalna i kemijska svojstva kako slijedi: pH, ukupno otopljene tvari [ppm], vodljivost [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], nitrati [ $\text{mg}/\text{L}$ ;  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ], amonij [ $\text{mg}/\text{L}$ ;  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ], kloridi [ $\text{mg}/\text{L}$ ;  $\text{Cl}^-$ ], nitriti [ $\text{mg}/\text{L}$ ;  $\text{NO}_2^- - \text{N}$ ], ukupni dušik [ $\text{mg}/\text{L}$ ; TNb], ortofosfat [ $\text{mg}/\text{L}$ ;  $\text{PO}_4^{3-} \text{P}$ ], ukupni fosfor TP [ $\text{mg}/\text{L}$ ;  $\text{PO}_4^{3-} \text{P}$ ] i kemijska potrošnja kisika COD [ $\text{mg}/\text{L}$ ;  $\text{O}_2$ ], s ciljem procjene ukupne kakvoće i ekološkog potencijala vode. Svi ovi parametri kakvoće vode imaju raspon vrijednosti i skale prema kojima se mogu ocjenjivati prirodni vodni resursi. Evaluacija će biti provedena prema

Pravilniku o standardu kakvoće voda [34] koji je izdala Vlada Republike Hrvatske. Objedinjeni rezultati ispitivanja prikazani su u Tablici 8

Tablica 8 Prikaz rezultata ispitivanja kvalitete vode Medulinske loke (Izradio autor na temelju [27,32])

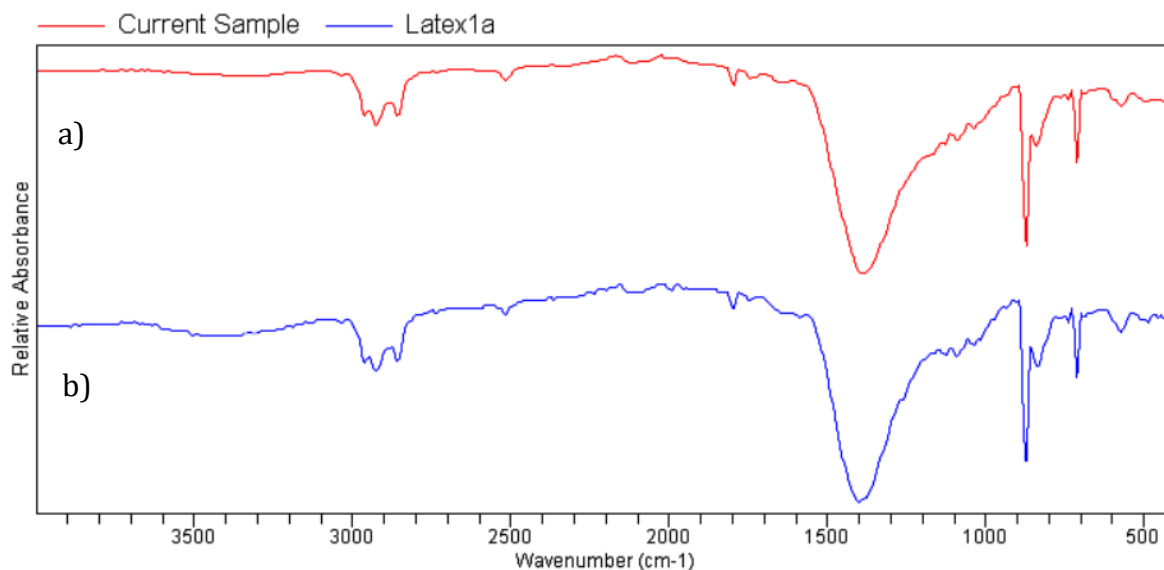
Datum testiranja uzorka:		24.06.2022.	11.11.2022.	20.06.2023.	13.10.2023.	20.12.2023.	5.7.2024	6.24.2024
Parametar kvalitete vode	Element/mjerna jedinica	Prosječna vrijednost						
pH	[ ]	7.24	7.42	7.15	7.15	7.3	7.5	7.29
Total dissolved solids (TDS)	[ppm]	263	299	195	205.5	163.5	174	189
Conductivity (C)	[ $\mu$ S/cm]	460.6	558.8	357	382.5	369.5	327	360
Nitrates	$NO_3^- - N$ / [mg/L]	0.334	0.9628	0.2515	0.294	0.276	0.1375	4.01
Ammonium	$NH_4^+ - N$ / [mg/L]	0.2004	0.7648	0.0545	0.3695	0.0825	0.037	0.151
Chloride	$Cl^-$ / [mg/L]	0	55.72	17.75	19.85	20.05	19.6	6.54
Nitrites	$NO_2^- - N$ / [mg/L]	0.024	0.2782	0	0.008	0.007	0	0
Total nitrogen	$TNb$ / [mg/L]	1.97	3.644	1.455	5.245	1.3325	0.7595	1.0215
Orthophosphate	$PO_4^{3-} - P$ / [mg/L]	0.0182	0.0472	0.258	0.232	0.021	0.1375	0.1615
Total phosphorus (TP)	$PO_4^{3-} - P$ / [mg/L]	0.0814	0.147	0.0805	0.614	0.1585	0.044	0.0815
Chemical oxygen demand (COD)	$O_2$ / [mg/L]	43.52	69.74	43.3	54.8	35.05	110.5	102

#### 4.2.3. Analiza uzoraka vode putem FTIR-a

Analiza vode pomoću FTIR spektroskopije nije direktna zbog prirode vode koja apsorbira infracrveno zračenje koje se emitira iz aparata te je potrebno uzorak vode prije analize pripremiti na adekvatan način. U sklopu ovoga rada radila se analiza prisutnosti sintetičkih materijala u uzorku vode u pokušaju identifikacije i kvantifikacije iste. Potrebno je napraviti ekstrakciju mikroplastike iz vodenog uzorka kako bi bila moguća identifikacija polimernog materijala u uzorku.

Detaljna priprema uzoraka opisana je u poglavlju 4.2.5. Nakon što se na kraju pripremljeni uzorak u obliku suhe i tekuće tvari stavljala na FTIR analizu, rezultati su se uspoređivali sa bazom podataka te je najviše pokapanja bilo sa materijalom lateks.

Rezultati FTIR analize uspoređivali su se bazom podataka izrađenom od strane studenata biotehnološkog fakulteta u Rijeci. Najviše poklapanja je sa uzorkom Latex1a iz baze podataka Plastika u bazi podataka. Kako bi se potvrdila vjerodostojnost uzorka iz baze podataka Latex1a nekoliko vrsta zaštitnih rukavica stavljeno je na usporedbu te je jedna imala poklapanje. (Slika 13)



Slika 13. Grafički prikaz Absorbance uzorka a) uzorak sintetičke lateks rukavice b) uzorak Latex1a iz baze podataka koji ima najviše poklapanja

Osim sintetičkih rukavica na analizu se, za usporedbu sa Latex1a, stavljao uzorak maslačka, fragment automobilske gume i automobilsko ulje te ništa od navedenog nije imalo poklapanja sa uzorkom iz Medulinske lokve.

#### 4.2.4. *Općenito o FTIR-u (Fourier-transform infrared spectroscopy)*

FTIR je metoda koja se koristi za određivanje kemijskog sastava uzorka. Radi na principu identificiranja organskih i anorganskih tvari u uzorku putem emitiranja infracrvenog spektra kroz uzorak. Kao rezultat ispitivanja dobivamo dijagram sa postotkom apsorbance ili transmittance molekula kroz uzorak. Vrhovi odnosno inteziteti na dijagramu daju nam informacije o sastavu odnosno o molekularnoj strukturi promatranog uzorka. Prilikom prolaska infracrvenog svjetla kroz uzorak, energija se apsorbira na frekvencijama koje odgovaraju kemijskoj vezi te molekulske strukture. Na temelju tih vibracija generira se spektralni uzorak (dijagram) karakterističan za promatranu tvar. Uzorci mogu biti čvrste tvari, tekućine ili tanki filmovi te se prilikom ispitivanja ne uništavaju zbog čega se isti uzorak može analizirati nekoliko puta. [35,36,37]

Primjena FTIR-a danas je široka, kako je već spomenuto mogu se raditi razne kemijske analize poput identifikacije molekula ili kvantitativne analize koja određuje koncentraciju određenih komponenti u uzorku. Pomoću ovakve analize

možu se ispitivati razni farmaceutski lijekovi kako bi se detektirali aktivni sastojci ili čak nečistoće u molekularnoj strukturi lijeka. Osim toga mogu se analizirati i biološki uzorci poput raznih proteina, peptida i drugih biomolekula. Uz razne biološke analize, FTIR se može koristiti za karakterizaciju različitih polimera i aditiva u plastičnim materijalima te kao alat za detekciju raznih zagađivača u vodi (npr. mikroplastika). Ovaj alat također je koristan u proučavanju procesa degradacije materijala, pošto je metoda ispitivanja neinvazivna za uzorak on se može analizirati više puta kroz odmak vremena. Primjena FTIR spektroskopije stvarno je fleksibilna i široko primjenjiva analiza koja se koristi u raznim granama gospodarstva, industrije, medicinskih istraživanja, prehrambenoj industriji, forenzici i općenitoj kontroli kvalitete i zaštite prirodnih resursa. [35,36,37]

FTIR aparata danas na tržištu ima puno različitih modela, a u ovom istraživanju koristio se aparat dostupan na Sveučilišnom odjelu biotehnološkog fakultetu u Rijeci. (Slika 14)



Slika 14. The Cary 630 FTIR Spectrometer [37]

#### **4.2.5. Priprema uzoraka za FTIR**

Uzorci su se pripremali u laboratoriju odjela biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci. Analizirano je 2 uzorka uzeta 20.12.2023. i 07.05.2024. Nakon uzimanja uzorka Medulinske lokve oni su se separirali u manje spremnike

(falkonice) radi lakše obrade te su se stavili na zaleđivanje. Zaleđeni uzorci stavljaju se na liofilizator gdje se dešava proces uklanjanja vode iz zamrznutog materijala putem sublimacije. Zamrznuti materijal se stavlja u vakuumsku komoru, gdje je stanje niskog tlaka, te led prelazi izravno iz krutog u plinovito stanje tako preskačući tekuću fazu. (Slika 15)



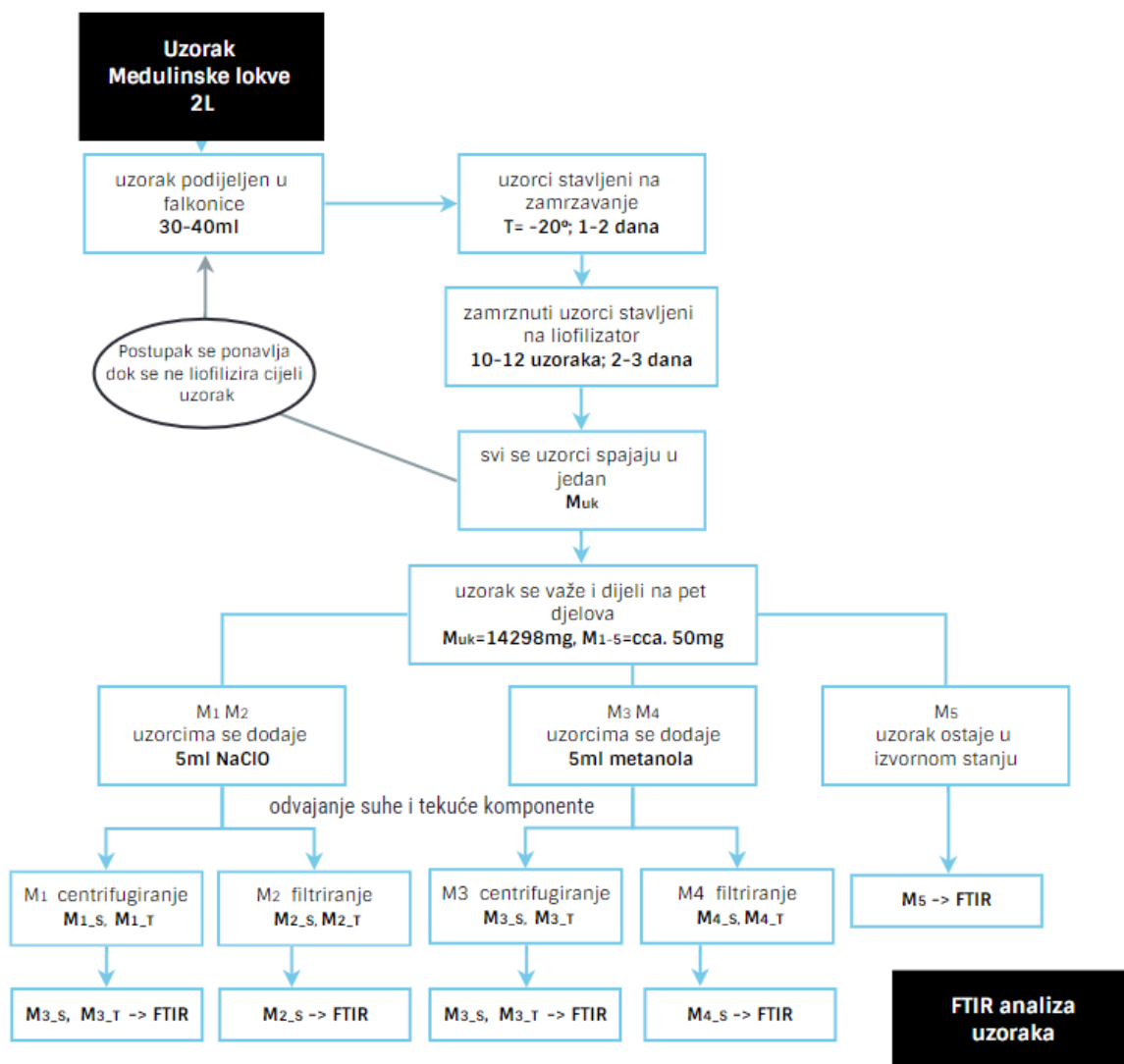
Slika 15. Uzorci na liofilizatoru (autorska fotografija)

Ovaj proces je dobar zbog toga što omogućava zadržavanje strukture materijala koji se analizira kako bi se dobili što točniji rezultati. Nakon procesa liofilizacije, za ovu analizu, potrebno je odvojiti organsku i anorgansku komponentu uzorka. Kako bi se to postiglo dodaju se tekući kemijski spojevi u uzorak nakon čega se odvaja suha i tekuća komponenta uzorka i on se može poslati na FTIR analizu. Opći prikaz procesa ispitivanja prikazan je na Slici 16.



Slika 16. Opća shema postupka pripreme uzorka za FTIR analizu

Za analizu su se pripremala dva uzorka, jedan uzet 20.12.2023. u količini od 2L, a drugi uzet 07.05.2024. u količini od 1L. Prikaz detaljnog postupka pripreme prvog uzorka dat je na Slici 17 . Drugi uzorak od 1L uzet 07.05.2023. pripremljen je na isti način kao i prvi uzorak.



Slika 17. Detaljniji prikaz pripreme uzorka iz Medulinske lokve (Izradio autor)



## **5. DISKUSIJA REZULTATA**

U ovom dijelu rada komentiraju se dobiveni rezultati istraživanja. Analizira se utjecaj porasta urbanizacije sliva, kvalitete vode te analize prisutnosti sintetičkih materijala u Medulinskoj lokvi.

### **5.1. Utjecaj promjene pokrova na racionalni koeficijent**

Prilikom analize pokrova zemljišta sliva Medulinske lokve gledale su se 4 kategorije pokrova zemljišta kao što su: urbanizirano područje, poljoprivredna zemljišta, livade, šume i nisko raslinje. Nadalje se urbanizirano područje podijelilo još na vrtove i okućnice zbog utjecaja koeficijenta izgrađenosti građevinske čestice. Moralo se uzeti u obzir da cijela čestica nema karakteristike urbanog područja.

Rezultati analize urbanizacije sliva pokazuju da se najveći porast urbaniziranosti dogodio između 1968 i 2011 za 376%, a onda se narednih godina porast, u odnosu na prethodnu godinu, kretao između 3-8% svake godine.

Poljoprivrednih površina i livada bilo je najviše 1968. godine a onda se s godinama postotak smanjivao. Udio šume i vegetacije je u usporedbi na 1968 godinu rastao dok je udio vrtova i okućnica rastao paralelno sa urbaniziranim područjem.

Rezultati proračuna racionalnog koeficijenta pokazuju da se on, unatoč porastu urbanizacije, nije mnogo promjenio od 1968. do 2022. godine. To se može pripisati znatnom smanjenju postotka poljoprivrednih površina na slivu. Trenutno na slivnom području Medulinske lokve ima mnogo više vegetacije odnosno livade i šuma koja onda posljedično upiju puno više pale oborine od poljoprivrednog zemljišta.

### **5.2. Kvaliteta vode**

Rezultati analize uspoređeni su s graničnim vrijednostima kako bi se procijenio ekološki potencijal naveden u Pravilniku o standardu kakvoće voda (NN 96/2019). Prema spomenutom pravilniku, Medulinsko jezero dio je Dinarske ekoregije

(obalna subregija) i pripada skupini vrlo plitkih akumulacija te skupini nizinskih, srednje dubokih, malih jezera (kriptodepresije na karbonatnoj podlozi)

Rezultati parametara kakvoće vode su prilično iznenađujući. Prema rezultatima, Medulinsko jezero je ocijenjeno s dobrim ekološkim potencijalom. Jedini parametar koji je ocijenjen kao granično prihvatljiv je ukupna otopljena tvar (TDS), što je bilo očekivano jer je u trenutku uzimanja uzoraka vode uočena primjetna zamućenost. Također, temperatura vode značajno je visoka zbog plitkoće jezera, što može utjecati na vodeni ekosustav. Za prirodni vodni resurs s visokim antropološkim utjecajem, pozitivno je vidjeti dobar ekološki utjecaj. Nije poznato je li cilj lokalnog stanovništva bio očuvanje ili poboljšanje ekološkog sustava, ali kao što je prethodno spomenuto, jezero ima dobru kakvoću vode i potencijal za obogaćivanje bioraznolikosti te se čini da je u ekološkoj ravnoteži.

### **5.3. Analiza prisutnosti sintetičkih materijala u uzorku vode**

Prilikom obrade podataka dobivenih FTIR analizom možemo vidjeti da je u svim uzorcima, neovisno o načinu pripreme, pronađena prisutnost lateksa u uzorku. Najviše poklapanja sa bazom podataka, sa kojom su se uspoređivali uzorci, imaju uzorci sa Latex1a koji je kasnije dodatno uspoređivan sa mogućim izvorom lateksa. Pošto je baza podataka rađena prije nekoliko godina trebalo je utvrditi od kuda bi mogao biti potencijalan izvor. Zbog tog razloga su se na dodatnu FTIR analizu stavljali uzorci automobilske gume, automobilskog ulja i maslačka te kako je već spomenuto nije bilo poklapanja. Za daljnju usporedbu uzelo se nekoliko vrsta sintetičkih latekst rukavica te je jedna imala pokapanje sa uzorkom iz baze podataka Latex1a.

## 6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja na Medulinskoj lokvi, kroz ovo istraživanje u sklopu diplomskog rada pokušava se utvrditi postoji li razlog za zabrinutost vezano za stanje vode i ekološko stanje slivnog područja. Rezultati pokazuju dokaze o onečišćenju, uključujući sintetičke materijale, što upućuje na negativne učinke urbanizacije na ovaj prirodni resurs. Iako je provedenom analizom utvrđeno da porast urbaniziranosti područja Medulinske lokve nije znatno utjecao na racionalni koeficijent slivnog područja zbog promjene ostalih postotaka pokrova zemljišta, posebice poljoprivrednih. Nadalje se pokušalo utvrditi podrijetlo prisustva sintetičkog materijala u uzorku i usporediti ga sa potencijalnim izvorima onečišćenja od kojih je najveće poklapanje pokazao industrijski obrađeni lateks. Iako se za točni izvor onečišćenja ne može još uvijek točno utvrditi, da se naslutiti da je zbog porasta urbaniziranosti sliva kroz godine lokva izložena većim količinama smeća i raznoraznih zagađivača.

Mikroplastika predstavlja značajan rizik za ekosustave malih vodnih resursa. Rješavanje ovog problema zahtijeva sveobuhvatan pristup koji uključuje smanjenje upotrebe plastike, poboljšanje upravljanja otpadom, razvoj tehnologija za uklanjanje mikroplastike iz okoliša i edukaciju javnosti o negativnim posljedicama zagađenja plastikom. Unatoč ovim izazovima, analiza sugerira da je uz odgovarajuće upravljanje i strategije očuvanja moguće revitalizirati i zaštititi lokvu. Kontinuirano praćenje, stroži propisi o urbanom otjecanju i uključivanje zajednice ključni su za očuvanje ovog važnog urbanog vodnog resursa. Održavanje malih urbanih vodnih resursa ključ je za stvaranje održivih, zdravih i otpornih gradova.

## 7. LITERATURA

- [1] J. Biggs and others, The importance of small waterbodies for biodiversity and ecosystem services: implications for policy makers, Springer International Publishing, Švicarska 2016.  
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0243344>
- [2] <https://tz-marina.hr/hr/prirodne-atrakcije/lokva-bliznica-blizna-gornja> (20.07.2024.)
- [3] <https://regionalni.com/svjetski-dan-mocvara-pred-izumiranjem-25-posto-mocvarnih-vrsta/> (20.07.2024.)
- [4] <https://portal.privatnismjestaj.hr/clanak/otok-mljet-caroban-otok-zelenih-suma-i-jezera> (20.07.2024.)
- [5] <https://www.nps.gov/piro/learn/nature/wetlands.htm> (22.07.2024.)
- [6] Zakon o vodama (NN 66/19, 84/21, 47/23 ), Vlada RH, 2023. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_07\\_66\\_1285.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_07_66_1285.html)
- [7] Plan upravljanja vodnim područjima do 2027 (NN 84/2023), Vlada RH, 2023. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023\\_07\\_84\\_1335.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_07_84_1335.html)
- [8] <https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza/natura-2000> (06.08.2024.)
- [9] <https://moreikrs.hr/zavrsna-konferencija-eu-projekta-skriveni-habitati-i-primopredaja-centra-za-posjetitelje-u-dugopolju-krajem-listopada/> (06.08.2024.)
- [10] <https://ponderful.eu> (05.08.2024.)
- [11] <https://www.natura-histrica.hr/hr/> <https://www.zelena-istra.hr/hr/> (06.08.2024.)
- [12] <https://zeleni-forum.org> (06.08.2024.)
- [13] Krvavica N., Urbani vodni sustavi, Otjecanje oborina u urbanim sredinama, predavanja, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 2023.
- [14] Krvavica N., Urbani vodni sustavi, Otjecanje oborina u urbanim sredinama, vježbe , Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 2023.
- [15] <https://friendsofgeorgicapond.org/2022/01/paving-paradise/> (15.06.2024.)
- [16] <https://washresources.cawst.org/en/resources/30229181/how-water-is-contaminated> (20.06.2024.)

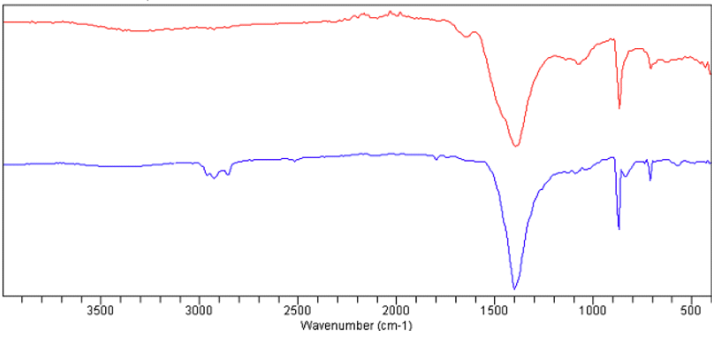
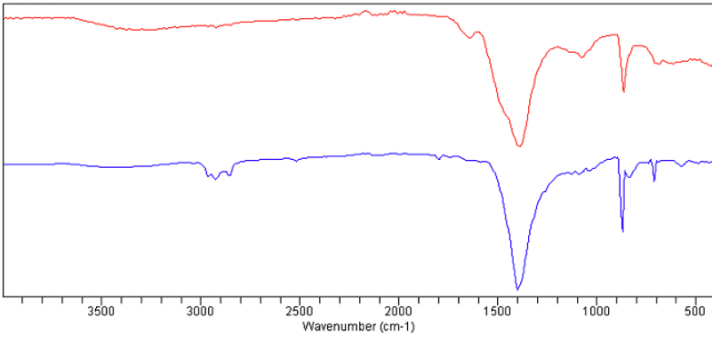
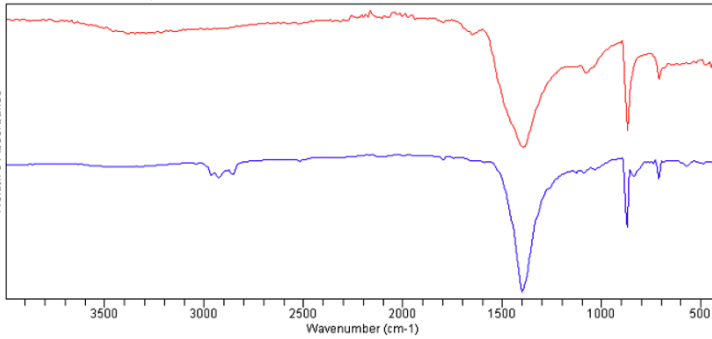
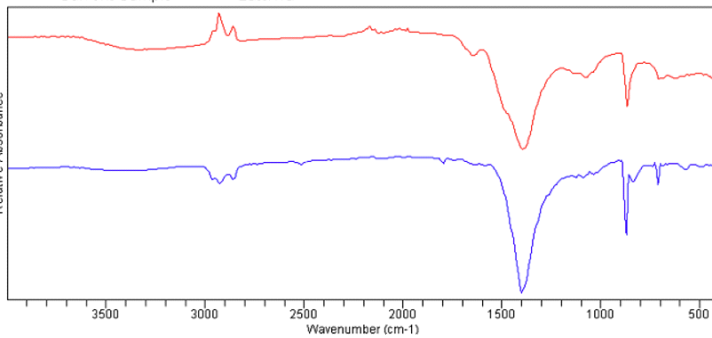
- [17] Rosati L. And others, Microplastics' Impact on the Environment and the Challenging Selection of Reliable Key Biomonitoring, Department of Biology, univertiti Federico II, Italija 2024. <https://www.mdpi.com/2073-4441/16/18/2637>
- [18] <https://www.aiche.org/resources/publications/cep/2015/september/making-plastics-monomer-polymer> (25.08.2024.)
- [19] [https://www.researchgate.net/publication/359629106\\_A\\_Review\\_on\\_Microplastics\\_-\\_An\\_Indelible\\_Ubiquitous\\_Pollutant/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/359629106_A_Review_on_Microplastics_-_An_Indelible_Ubiquitous_Pollutant/figures?lo=1)
- [20] Sušanĳ Čule, prezentacija Synthetic polymers in environment, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 2024.
- [21] <https://defenders.org/blog/2022/12/pollution-one-of-five-drivers-of-biodiversity-loss> (13.08.2024.)
- [22] <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fe5df8d6-6b19-4def-bdc6-62886d824574/content/src/html/chapter-04-2.html> (10.09.2024.)
- [23] Ožanić N., Inženjerska hidrologija, Fizičke osobine sliva, predavanja, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 2023.
- [24] „Development of the methodology for the condition evaluation, protection and revitalization on small urban water resources“ financiranog sa strane Sveučilišta u Rijeci (ZIP-UNIRI-1500-2-22)
- [25] <https://earth.google.com/web/@44.81862938,13.94211116,9.53412294a,260.38322374d,34.99999614y,-1.34671252h,1.91992432t,0r/data=CgRCAggBOgMKATA>
- [26] Kinkela B., Analiza ekološkog stanja Medulinske lokve, Završni rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Pula 2022.
- [27] Sušanĳ Čule i ostali, Hydrometric and Water Quality Properties of the Medulin Pond (Republic of Croatia), Rad u zborniku, Rijeka 2022.
- [28] <https://geoportal.dgu.hr>
- [29] (Podloga: Polšak, A. (1967): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Pula L33–112. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb, (1963); Savezni geološki institut, Beograd.)
- [30] Izmjene i dopune Urbanističkog plana uređenja Medulin – građevinsko područje naselja za period 2020.-2024., Odluka „Službene novine Općine Medulin“, br. 07/2019, 03/2022.
- [31] Pravilniku o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti uzimanja uzoraka i ispitivanja voda. ( NN 3/2020 ), Vlada RH, 2020. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020\\_01\\_3\\_43.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_01_3_43.html)

- [32] Sušanjanj Čule i ostali, Rezultati hidroloških mjerenja i stanje kvalitete voda malih vodnih resursa, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka 2022.
- [33] <https://m.indiamart.com/items/hach-dr-3900-laboratory-vis-spectrophotometer-with-rfid-technology-s257319.html> (27.06.2024.)
- [34] Pravilniku o standardu kakvoće voda (NN 96/2019), Vlada RH, 2019.  
[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_10\\_96\\_1879.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_10_96_1879.html)
- [35] <https://www.thermofisher.com/hr/en/home.html> (27.06.2024.)
- [36] <https://content.perkinelmer.com> (27.06.2024.)
- [37] <https://www.agilent.com/en/product/molecular-spectroscopy/ftir-spectroscopy/ftir-benchttop-systems/cary-630-ftir-spectrometer> (27.06.2024.)

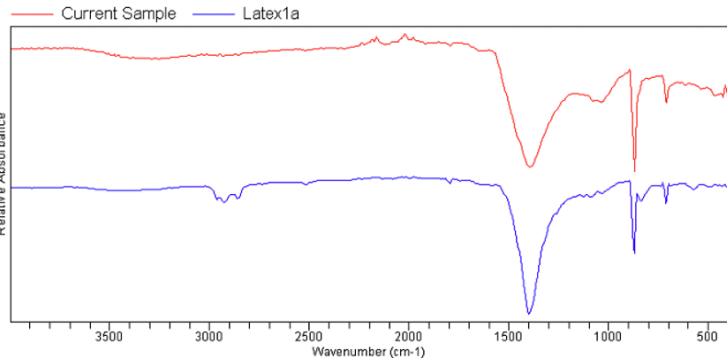
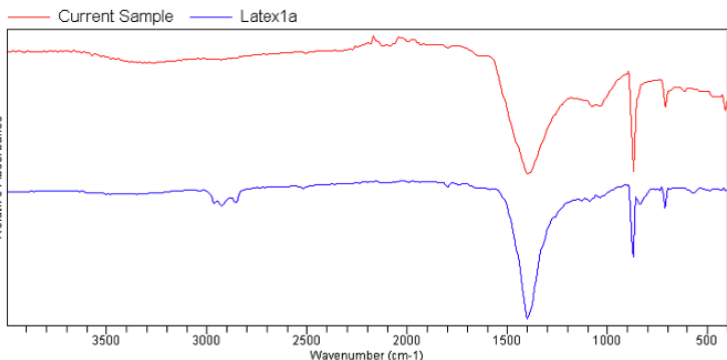
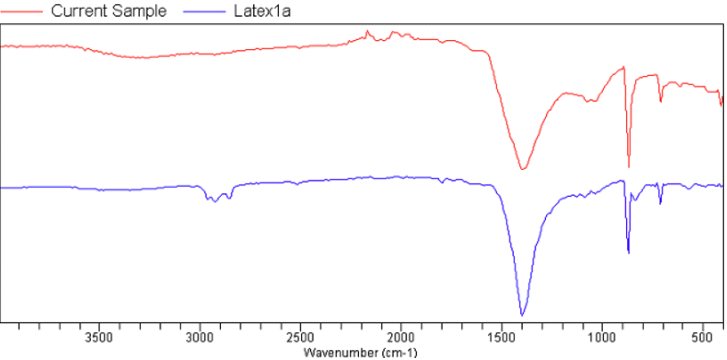
## **8. PRILOZI**

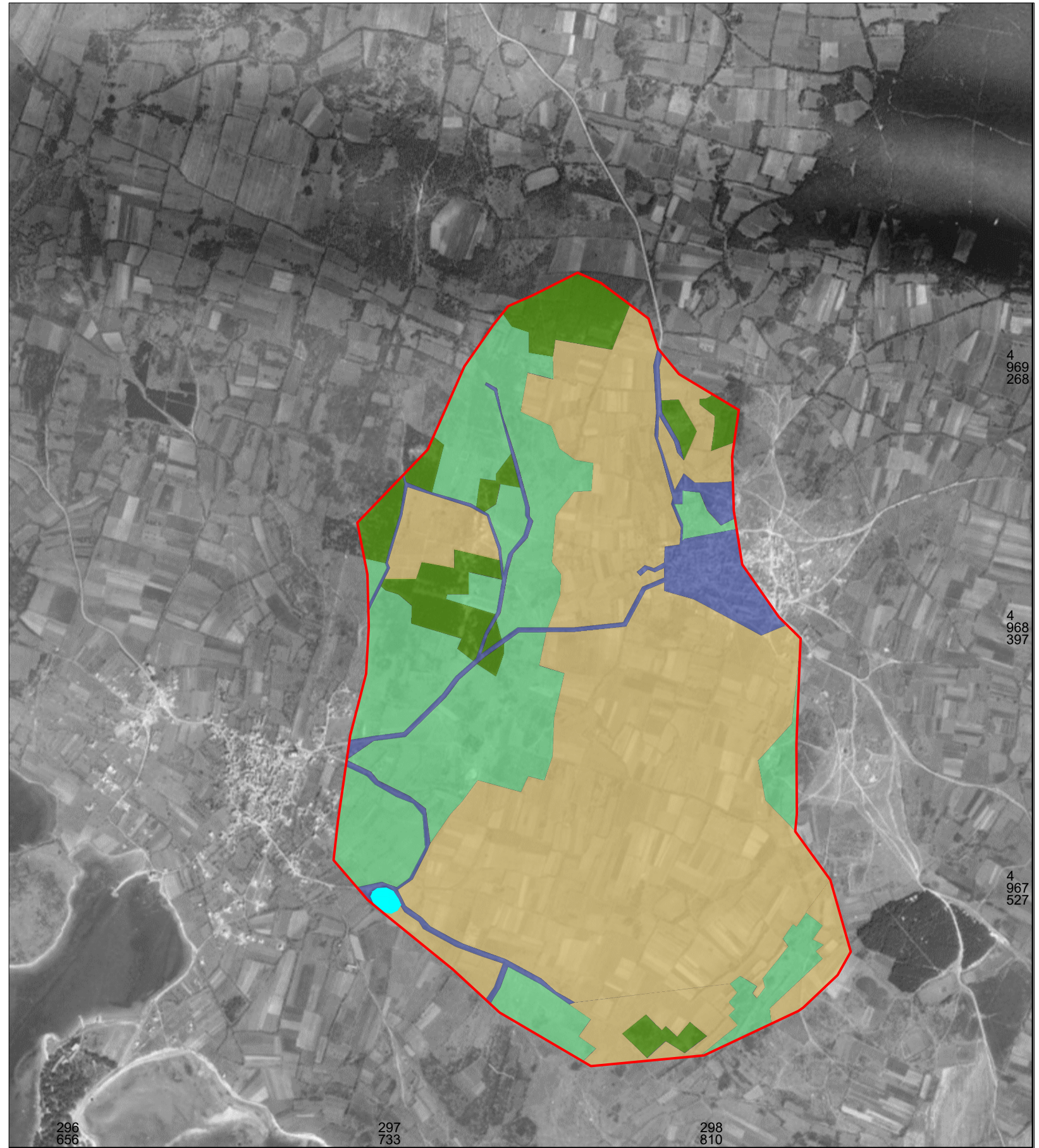
Uzorak Medulinske lokve uzet 20.12.2023. (2L)			
Uzorak	Naziv	Dijagram sa FTIR-a uspoređen s bazom podataka	Opis
1	M1_S		Uzorak pripremljen dodavanjem 5ml 13% NaClO; stavljen na centrifugiranje; odvojena suha komponenta uzorka
2	M1_T		Uzorak pripremljen dodavanjem 5ml 13% NaClO; stavljen na centrifugiranje; odvojena tekuća komponenta uzorka
3	M2_S		Uzorak pripremljen dodavanjem 5ml 100% metanola; uzorak stavljen na filtriranje; suha komponenta uzorka sastrugana sa filtera



4	M3_s	<p>File Location: D:\Program Files\Agilent\MicroLab PCI\Results\ML_uk_5_1_0000.a2r</p> 	<p>Uzorak pripremljen dodavanjem 5ml 13% NaClO; stavljen na centrifugiranje; odvojena suha komponenta uzorka</p>
5	M3_T		<p>Uzorak pripremljen dodavanjem 5ml 13% NaClO; stavljen na centrifugiranje; odvojena tekuća komponenta uzorka</p>
6	M4_s		<p>Uzorak pripremljen dodavanjem 5ml 100% metanola; uzorak stavljen na filtriranje; suha komponenta uzorka sastrugana sa filtera</p>
7	M5		<p>Uzorak stavljen pod FTIR direktno nakon liofiliziranja</p>

Uzorak Medulinske lokve uzet 07.05.2024. (1L)			
Uzorak	Naziv	Dijagram sa FTIR-a uspoređen s bazom podataka	Opis
1	ML_uk_2		Uzorak stavljen pod FTIR direktno nakon liofiliziranja
2	ML_uk_2.1.b		Uzorak pripremljen dodavanjem 5ml NaClO; stavljen na centrifugiranje; odvojena tekuća komponenta uzorka filtriranjem
3	ML_uk_2.1.b		Uzorak pripremljen dodavanjem 5ml NaClO; stavljen na centrifugiranje; odvojena suha komponenta uzorka filtriranjem

4	ML_uk_2.2.		<p>Uzorak pripremljen dodavanjem 100% 5ml metanola; stavljen na centrifugiranje; odvojena suha komponenta uzorka</p>
5	ML_uk_2.3.b		<p>Uzorak pripremljen dodavanjem 100% 5ml metanola; uzorak stavljen na filtriranje; suha komponenta uzorka sastrugana sa filtera</p>
6	ML_uk_2.3.b		<p>Uzorak pripremljen dodavanjem 100% 5ml metanola; uzorak stavljen na centrifugiranje; prirodno osušen uzorak</p>



geoportal.dgu.hr

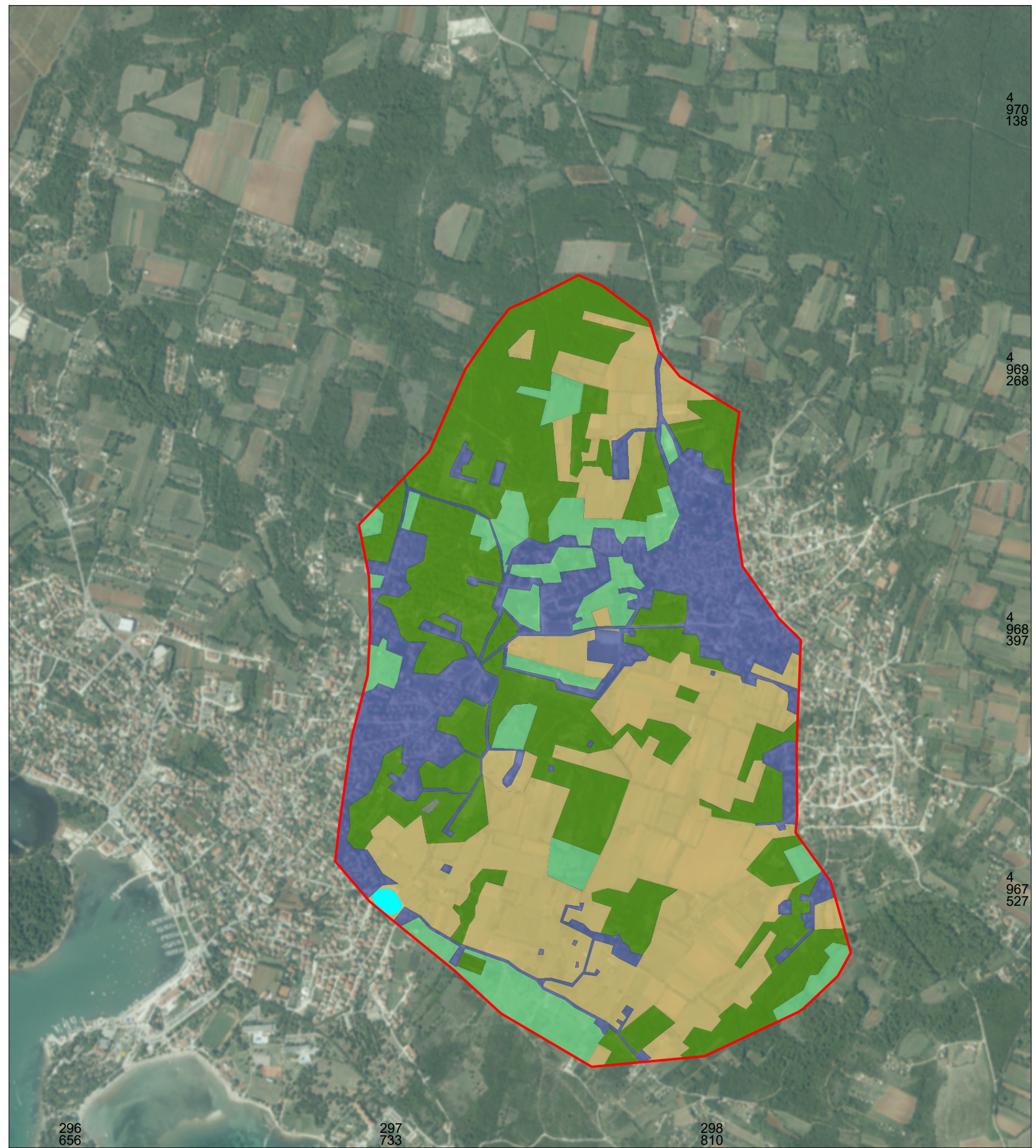
Ispisano 26.04.2024.



**LEGENDA**

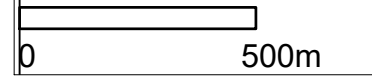
- urbanizirano područje (naselja, prometnice...)
- šuma, niska vegetacija
- poljoprivredno područje (polja, oranice...)
- livada

<b>G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI</b>			
Diplomski rad  <b>ANALIZA PRIHRANJIVANJA I ONEČIŠĆENJA MEDULINSKE LOKVE</b>		Sadržaj nacрта:  <b>ANALIZA POKROVA SLIVA MEDULINSKE LOKVE ZA 1968. GODINU</b>	
Student: <b>Lidija Bandalo</b>		Kolegiji: <b>INŽENJERSKA HIDROLOGIJA</b>	
Mentor:  <b>prof. dr. sc. Ivana Sušanj Čule</b>	Datum: <b>09.2024.</b>	Mjerilo: <b>1:16000</b>	List: <b>1</b>



geoportal.dgu.hr

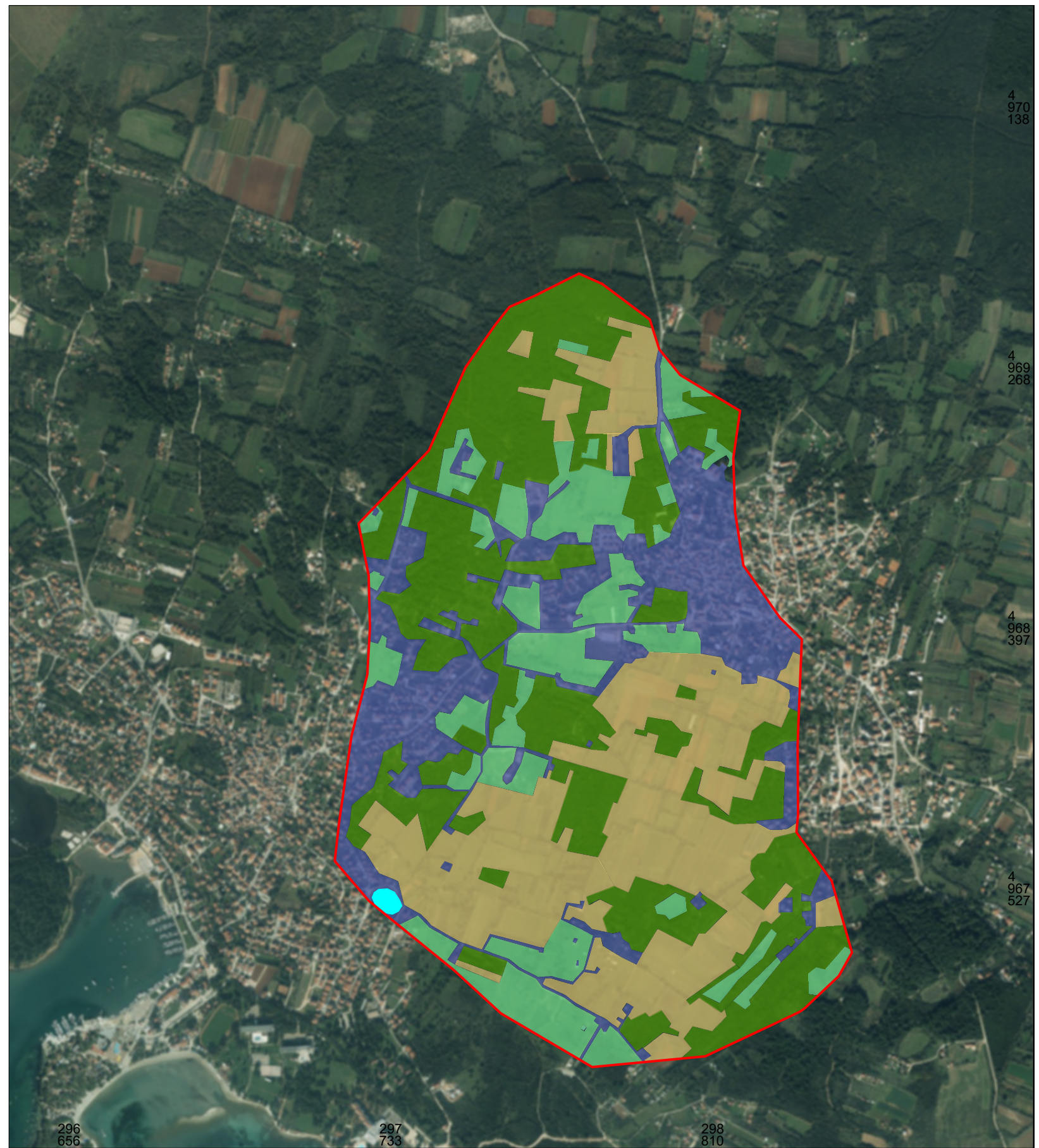
Ispisano 26.04.2024.



**LEGENDA**

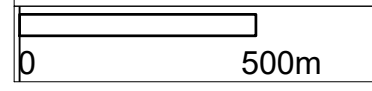
- urbanizirano područje (naselja, prometnice...)
- šuma, niska vegetacija
- poljoprivredno područje (polja, oranice...)
- livada

<b>G F</b> GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad  <b>ANALIZA PRIHRANJIVANJA I ONEČIŠĆENJA MEDULINSKE LOKVE</b>		Sadržaj nacрта:  <b>ANALIZA POKROVA SLIVA MEDULINSKE LOKVE ZA 2011. GODINU</b>	
Student: <b>Lidija Bandaló</b>		Kolegiji: <b>INŽENJERSKA HIDROLOGIJA</b>	
Mentor:  <b>prof. dr. sc. Ivana Sušanj Čule</b>	Datum: <b>09.2024.</b>	Mjerilo: <b>1:16000</b>	List: <b>2</b>



geoportal.dgu.hr

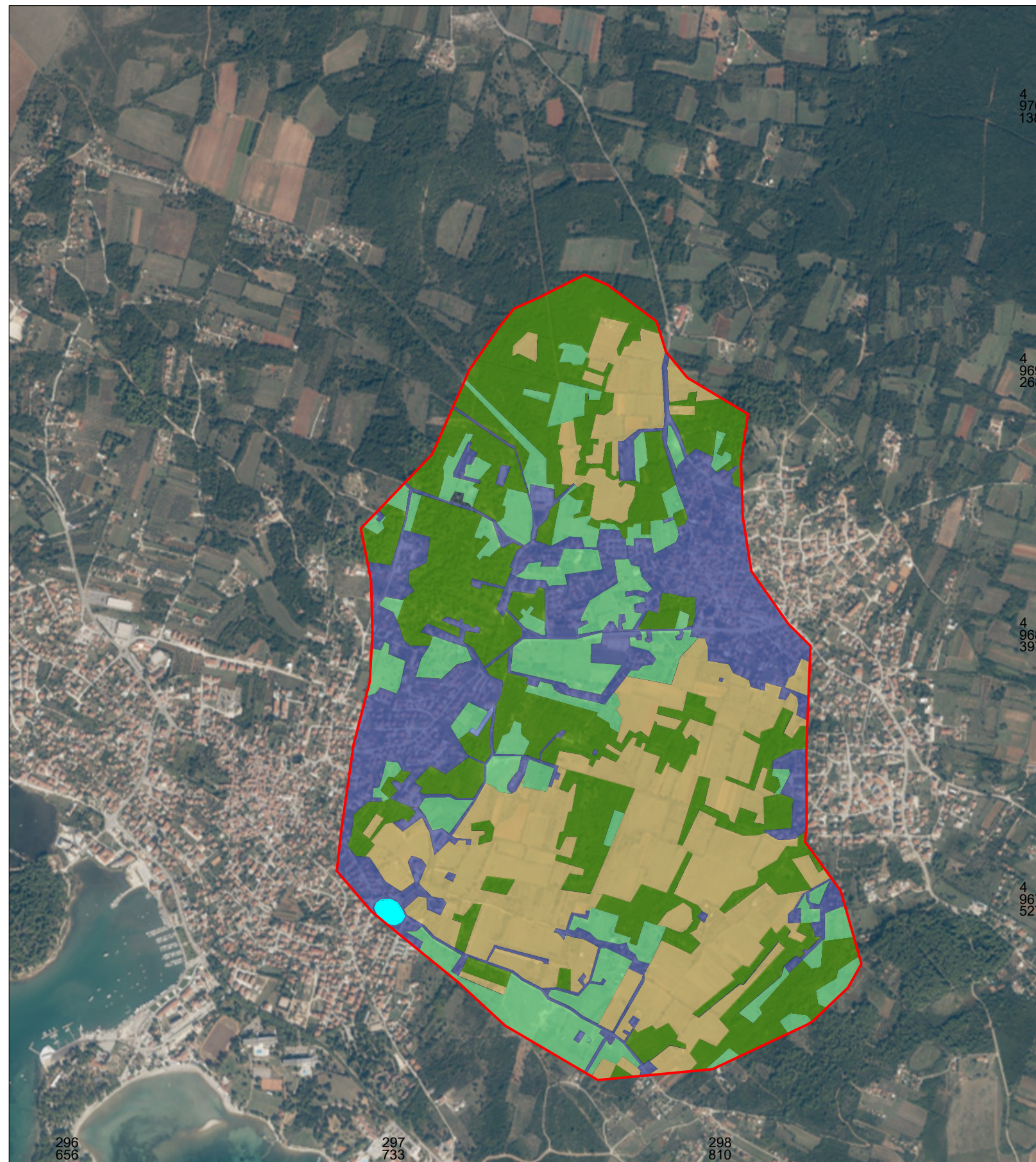
Ispisano 26.04.2024.



**LEGENDA**

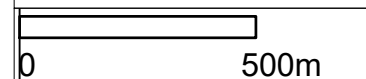
- urbanizirano područje (naselja, prometnice...)
- šuma, niska vegetacija
- poljoprivredno područje (polja, oranice...)
- livada

<b>G F</b> GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Diplomski rad  <b>ANALIZA PRIHRANJIVANJA I ONEČIŠĆENJA MEDULINSKE LOKVE</b>		Sadržaj nacрта:  <b>ANALIZA POKROVA SLIVA MEDULINSKE LOKVE ZA 2014. GODINU</b>	
Student: <b>Lidija Bandaló</b>		Kolegiji: <b>INŽENJERSKA HIDROLOGIJA</b>	
Mentor:  <b>prof. dr. sc. Ivana Sušanj Čule</b>	Datum: <b>09.2024.</b>	Mjerilo: <b>1:16000</b>	List: <b>3</b>



geoportal.dgu.hr

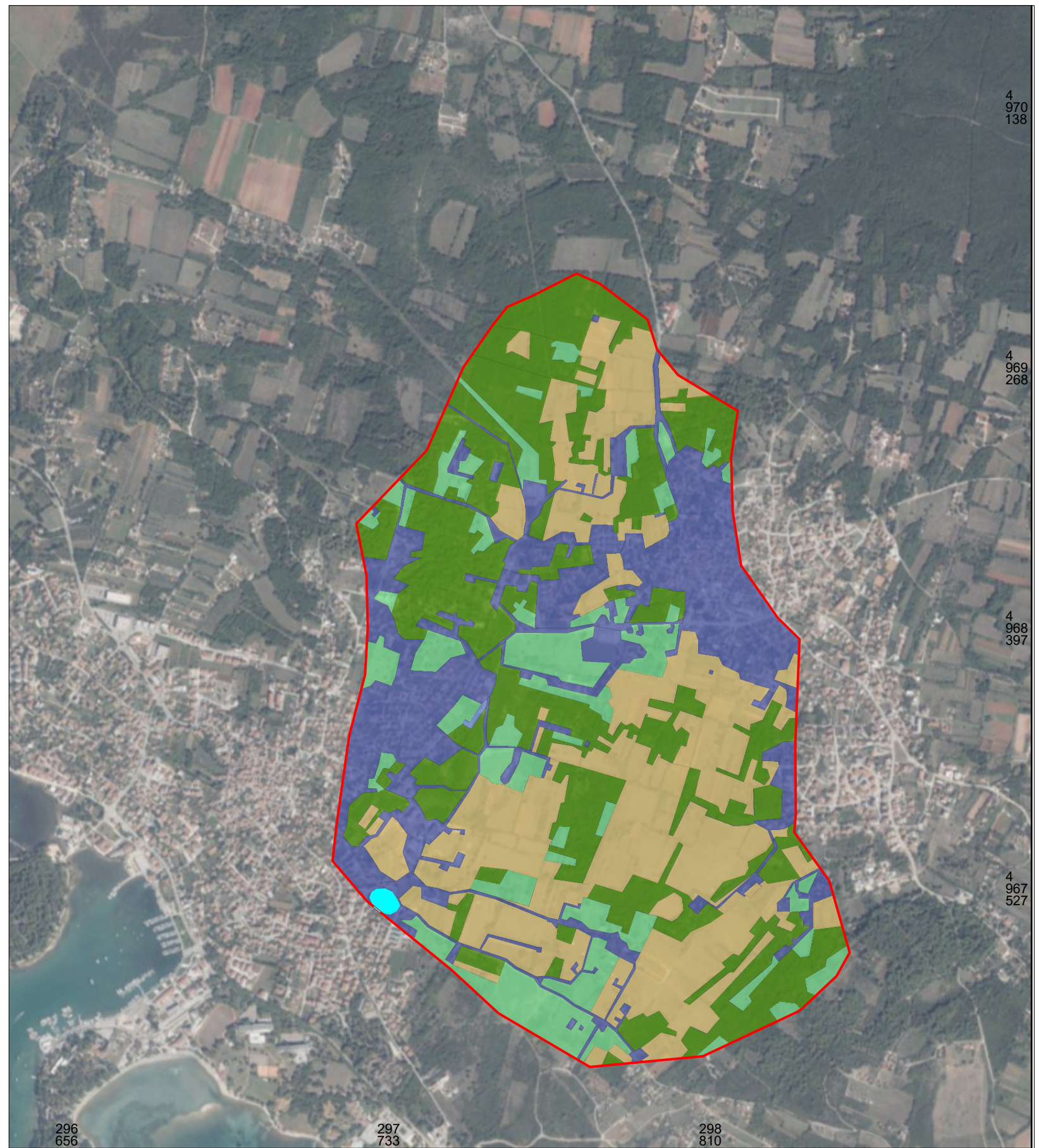
Ispisano 26.04.2024.



### LEGENDA

- urbanizirano područje (naselja, prometnice...)
- šuma, niska vegetacija
- poljoprivredno područje (polja, oranice...)
- livada

<b>G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI</b>			
Diplomski rad		Sadržaj nacrta:	
<b>ANALIZA PRIHRANJIVANJA I ONEČIŠĆENJA MEDULINSKE LOKVE</b>		<b>ANALIZA POKROVA SLIVA MEDULINSKE LOKVE ZA 2018. GODINU</b>	
Student:		Kolegiji:	
<b>Lidija Bandalo</b>		<b>INŽENJERSKA HIDROLOGIJA</b>	
Mentor:	Datum:	Mjerilo:	List:
prof. dr. sc. Ivana Sušanj Čule	09.2024.	1:16000	4



geoportal.dgu.hr

Ispisano 26.04.2024.

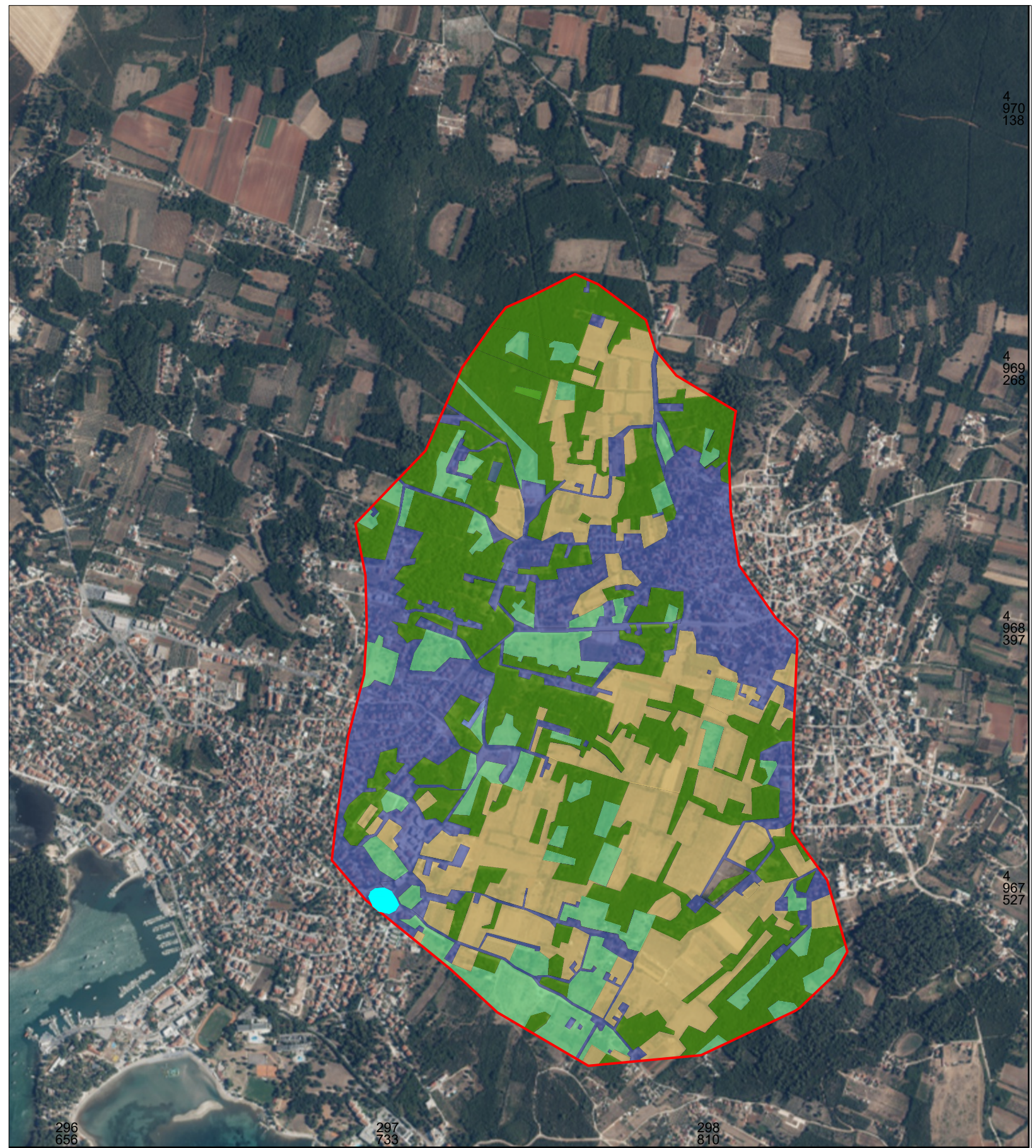


### LEGENDA

- urbanizirano područje (naselja, prometnice...)
- šuma, niska vegetacija
- poljoprivredno područje (polja, oranice...)
- livada

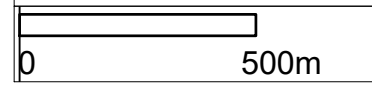
<b>G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI</b>			
Diplomski rad  <b>ANALIZA PRIHRANJIVANJA I ONEČIŠĆENJA MEDULINSKE LOKVE</b>		Sadržaj nacрта:  <b>ANALIZA POKROVA SLIVA MEDULINSKE LOKVE ZA 2020. GODINU</b>	
Student: <b>Lidija Bandaló</b>		Kolegiji: <b>INŽENJERSKA HIDROLOGIJA</b>	
Mentor:  <b>prof. dr. sc. Ivana Sušanj Čule</b>	Datum: <b>09.2024.</b>	Mjerilo: <b>1:16000</b>	List: <b>5</b>





geoportal.dgu.hr

Ispisano 26.04.2024.



**LEGENDA**

- urbanizirano područje (naselja, prometnice...)
- šuma, niska vegetacija
- poljoprivredno područje (polja, oranice...)
- livada

<b>G F GRAĐEVINSKI FAKULTET, SVEUČILIŠTE U RIJECI</b>			
Diplomski rad		Sadržaj nacрта:	
<b>ANALIZA PRIHRANJIVANJA I ONEČIŠĆENJA MEDULINSKE LOKVE</b>		<b>ANALIZA POKROVA SLIVA MEDULINSKE LOKVE ZA 2022. GODINU</b>	
Student:		Kolegiji:	
<b>Lidija Bandalo</b>		<b>INŽENJERSKA HIDROLOGIJA</b>	
Mentor:	Datum:	Mjerilo:	List:
prof. dr. sc. Ivana Sušanj Čule	09.2024.	1:16000	6