

Analiza sastava i prostorne raspodjele ilegalnih odlagališta otpada u cilju prioritizacije sanacije (Vinodolska općina)

Fornažar, Doris

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:157:331722>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-20**



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**

Doris Fornažar

**ANALIZA SASTAVA I RASPODJELE ILEGALNIH ODLAGALIŠTA
OTPADA U CILJU PRIORITIZACIJE SANACIJE
(VINODOLSKA DOLINA)**

Diplomski rad

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Sveučilišni diplomski studij
Geotehnika
Gospodarenje otpadom**

**Doris Fornažar
JMBAG: 0114031695**

**ANALIZA SASTAVA I RASPODJELE ILEGALNIH ODLAGALIŠTA
OTPADA U CILJU PRIORITIZACIJE SANACIJE
(VINODOLSKA DOLINA)**

Diplomski rad

Rijeka, rujan 2023.

Zavod: **Zavod za hidrotehniku i geotehniku**
Predmet: **Gospodarenje otpadom**
Grana: **2.05.03 hidrotehnika**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 4

Pristupnik: **Doris Fornažar (0114031695)**
Studij: **Građevinarstvo**
Modul: **Geotehnika**

Zadatak: **ANALIZA SASTAVA I PROSTORNE RASPODJELE ILEGALNIH
ODLAGALIŠTA OTPADA U CILJU PRIORITIZACIJE SANACIJE
(VINODOLSKA OPĆINA)**

Opis zadatka:

Unutar rada izraditi analizu sastava, količina i prostorne raspodjele ilegalnih odlagališta otpada na području Vinodolske općine. Primjeniti višekriterijsku analizu u sklopu računalnog programa QGIS u cilju prioretizacije sanacije ilegalnih odlagališta otpada.

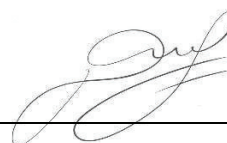
Zadatak uručen pristupniku: 4. svibnja 2023.
Rok za predaju rada: 12. rujna 2023.

Mentor: Doc. dr. sc. Ivana Sušanj Čule

Komentor: Doc. dr. sc. Bojana Horvat

IZJAVA

Završni/Diplomski rad izradila sam samostalno, u suradnji s 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.



Doris Fornažar

U Rijeci, 22.08.2023.

IZJAVA

Završni/Diplomski rad izrađen je u sklopu znanstvenog projekta
**Hidrologija vodnih resursa i identifikacija rizika od poplava i blatnih tokova na
krškim područjima financiranog sa strane Sveučilišta u Rijeci**

Voditelj projekta	Nevenka Ožanić
Šifra projekta	UNIRI-TEHNIC-18-54
Financijer projekta	<u>Sveučilište u Rijeci</u>
Pravna nadležnost	<u>Republika Hrvatska</u>

U Rijeci, 28.08.2023.

Mentor:



Prof. dr. sc. Nevenka Ožanić

ZAHVALA

Ovim putem htjela bih izraziti iskrenu zahvalnost svojoj mentorici doc. dr. sc. Ivani Sušanji Čule prvenstveno na pristanku mentorstva, a potom na temeljitom vodstvu, podršci, posvećenosti i sveobuhvatnoj potpori tijekom izrade ovog diplomskog rada. Želim se zahvaliti i komentorici doc. dr. sc. Bojani Horvat na svom prenesenom znanju i pomoći pri izradi diplomskog rada. Hvala Vam na pozitivnom zaokruživanju mog obrazovanja.

Posebice želim zahvaliti svojim roditeljima, bratu, noni i prijateljima na bodrenju i podršci tijekom cijelog studiranja.

Također se zahvaljujem svim profesorima na prenesenom znanju i kolegama uz koje su godine studiranja rezultirale jednim od najljepših razdoblja u mom životu dosad.

Naslov rada: Analiza sastava i raspodjele ilegalnih odlagališta otpada u cilju prioritizacije sanacije (Vinodolska općina)

Studentica: Doris Fornažar

Mentorica: doc. dr. sc. Ivana Sušanĳ Čule, mag. ing. aedif.

Komentorica: doc. dr. sc. Bojana Horvat, dipl. ing. građ.

Studij: Sveučilišni diplomski studij Građevinarstva

Smjer: Geotehnika

Kolegij: Gospodarenje otpadom

SAŽETAK

Ovim diplomskim radom obuhvaćena je tema prioritizacije sanacije ilegalno nastalih odlagališta otpada s naglaskom na područje Vinodolske općine. Uz podizanje razine svijesti o problematici stvaranja prekomjernih količina otpada i mogućim legalnim i ilegalnim načinima odlaganja otpada, glavni cilj ovog diplomskog rada je dati jasniji uvid u načine sanacije postojećih ilegalno nastalih odlagališta otpada i važnost reda prvenstva sanacije istih. Diplomski rad je podijeljen u nekoliko cjelina, a te cjeline objedinjene su u dvjema glavnim cjelinama, teorijskoj i praktičnoj. Teorijski dio podijeljen je u tri cjeline koje se redom odnose na; princip gospodarenja otpadom i pripadajuću terminologiju, uvid u višekriterijsku analizu i QGIS softver te podatke o području Vinodolske općine i ilegalnim odlagalištima koje se nalaze unutar njenih granica. Praktični dio je podijeljen u dvije cjeline, od kojih se jedna odnosi na terenski uviđaj i implementaciju podataka, a druga se odnosi na provedbu prikupljenih podataka s terena u QGIS softver i dobivanje rezultata. Završni dio rada sadrži zaključak i svu potrebnu literaturu korištenu pri izradi diplomskog rada.

Ključne riječi: Gospodarenje otpadom, ilegalno odlaganje otpada, višekriterijska analiza, sanacija, QGIS, Vinodolska općina

Title of Thesis: The composition and spatial distribution of illegal waste landfills analysis in order to prioritize sanitation (Vinodol municipality)

Student: Doris Fornažar

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

Comentor: doc dr. sc. Bojana Horvat, B. sc. C. E.

Study programme: Graduate Study Programme in Civil Engineering

Course: Geotechnics

Subject: Waste management

ABSTRACT

This thesis covers the topic of prioritization of remediation of illegally created landfills with an emphasis on the area of Vinodol Municipality. In addition to raising awareness of the problem of creating excessive amounts of waste and possible legal and illegal ways of waste disposal, the main goal of this graduate thesis is to give a clearer insight into the ways of remediation of existing illegally created landfills and the importance of priority order of remediation. The thesis is divided into several units, and these units are united in two main units, theoretical and practical. The theoretical part is divided into three sections relating to; the principle of waste management and the associated terminology, insight into multicriteria analysis and QGIS software, as well as data on the area of the Vinodol Municipality and illegal landfills located within its borders. The practical part is divided into two units, one of which refers to field inspection and implementation of data, and the other refers to the implementation of collected data from the field in QGIS software and obtaining results. The final part of the paper contains the conclusion and all the necessary literature used in the preparation of the thesis.

Keywords: Waste management, illegal waste disposal, multicriteria analysis, sanitation, QGIS, Vinodol municipality

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.	GOSPODARENJE OTPADOM I PROBLEM ILEGALNIH ODLAGALIŠTA	2
1.1.	Terminologija u procesu gospodarenja otpadom	7
1.2.	Općenito o gospodarenju otpadom u Republici Hrvatskoj i Primorsko-Goranskoj županiji	13
1.3.	Problem ilegalnih odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj i Primorsko-Goranskoj županiji	16
1.4.	Sanacija ilegalnih odlagališta i Zakonski okviri	18
2.	VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA U OKVIRU QGIS-a KAO ALAT ZA POMOĆ PRI PRIORITIZIRANJU PROCESA SANACIJE ILEGALNIH ODLAGALIŠTA	20
2.1.	GIS kao alat za kartiranje i pomoć pri prioritizaciji sanacijskih procesa	21
2.2.	Općenito o QGIS-u i provođenju višekriterijske analize unutar programskog paketa	22
2.2.1.	Matematička pozadina AHP analize	24
3.	ILEGALNA ODLAGALIŠTA NA PODRUČJU VINODOLSKE OPĆINE	26
3.1.	Općenito o Vinodolskoj općini	26
3.2.	Razvoj gospodarenja otpadom u Vinodolskoj općini	28
3.3.	Problem ilegalnih odlagališta otpada na području Vinodolske općine	30
3.3.1.	Sustav ELOO	31
4.	PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA ZATEČENOG STANJA	34
4.1.	Prikupljanje podataka te analiza postojećih ilegalnih odlagališta	34
3.4.1.	Uvodno o načinu provođenja evidencije i mjerenja	35
4.2.	Ulazni podaci u program	36
4.3.	Određivanje elemenata višekriterijske analize	36
4.3.1.	Određivanje elemenata ilegalnog odlagališta otpada na temelju terenskog uviđaja	36
4.3.2.	Klasifikacija otpada primjenom kataloškog obrasca o otpadu	50
5.	PROVEDENA ANALIZA TE REZULTATI	53
5.1.	Podaci i podloge implementirani u programski paket QGIS	53
5.2.	Metodologija provedbe višekriterijske analize	59
5.3.	Rezultati	62
5.4.	Odabir prioriteta sanacije lokacija po fazama	65
6.	ZAKLJUČAK	73
7.	LITERATURA	74

POPIS SLIKA:

Slika 1; Ekološki prihvatljiva ambalaža	4
Slika 2; Korištenje višekratne vrećice pri kupovini	5
Slika 3; Proces recikliranja otpadaka	6
Slika 4; Selekcija otpada u svrhe oporabe istog	6
Slika 5; Primjer pravilnog razvrstavanja i pohranjivanja otpada	7
Slika 6; Područje Vinodolske općine prikazano na karti (foto autor)	28
Slika 7; Označena područja ilegalno odbačenog otpada na karti (https://eloo.haop.hr/public/o-projektu)	32
Slika 8; Ilegalna odlagališta otpada na području Vinodolske općine prikazana na karti u ELOO sustavu (https://eloo.haop.hr/public/o-projektu)	33
Slika 9; Lokacije ilegalnih odlagališta otpada s pripadajućom numeracijom (foto autor).....	37
Slika 10; Hrpa 1.2 (foto autor)	38
Slika 11; Hrpa 1.3 (foto autor)	39
Slika 12; Hrpa 2.1 (foto autor)	40
Slika 13; Područje 2.3 (foto autor)	41
Slika 14; Područje pokosa s otpadom (foto autor)	42
Slika 15; Otpad na pokosu zatečen na lokaciji (foto autor)	42
Slika 16; Otpad zatečen na lokaciji (foto autor).....	43
Slika 17; 5.4. Otpad niz pokos (foto autor)	44
Slika 18; Hrpa 5.1. (foto autor)	45
Slika 19; 5.3 Otpad niz pokos (foto autor)	45
Slika 20; Područje pokosa s otpadom 5.3 i 5.4 (foto autor)	45
Slika 21; Hrpa 6.4 (foto autor)	46
Slika 22; Hrpa 6.3 (foto autor)	47
Slika 23; Hrpa 6.1 (foto autor)	47
Slika 24; Hrpa 7.1 (foto autor)	48
Slika 25; Hrpa 7.2 (foto autor)	49
Slika 26; Hrpa 7.3 (foto autor)	49
Slika 27; Područje Vinodolske općine na DOF podlozi (foto autor)	54
Slika 28; CORINE prikaz pokrova i namjene zemljišta područja Vinodolske općine (foto autor)	55
Slika 29; Prikaz naselja unutar promatranog područja Vinodolske općine (foto autor)	56
Slika 30; Prikaz vodenih površina unutar promatranog područja Vinodolske općine (foto autor)	57
Slika 31; Prikaz naselja unutar promatranog područja Vinodolske općine (foto autor)	57
Slika 32; Prikaz nagiba unutar promatranog područja Vinodolske općine (foto autor)	58
Slika 33; Prikaz cestovnih područja unutar promatranog područja Vinodolske općine (foto autor)	59
Slika 34; Prikaz poligona u prvoj fazi s dodijeljenim vrijednostima relativne važnosti	62
Slika 35; Ulazni podaci s ciljem izračuna težinskih koeficijenata	64
Slika 36; Težinski koeficijenti prema AHP kalkulatoru	64
Slika 37; Matrica usporedbe	65

Slika 38; Reklasificirani rasterski prikaz nagiba promatranog područja (foto autor)	66
Slika 39; Područje prometnica omeđeno pojasevima pripadajućih vrijednosti (foto autor)	67
Slika 40; Područje naselja omeđeno pojasevima pripadajućih vrijednosti (foto autor)	67
Slika 41; Reklasificirani rasterski prikaz pokrova promatranog područja (foto autor).....	68
Slika 42; Područje vodenih površina omeđeno pojasevima pripadajućih vrijednosti (foto autor)	68
.....	68
Slika 43; Područje ZSZ omeđeno pojasevima pripadajućih vrijednosti (foto autor)	69
Slika 44; Prikaz rasterskih podataka dobivenih na temelju podloga u drugoj fazi (foto autor)	70
Slika 45; Prikaz rasterskih podataka dobivenih na temelju podloga u drugoj fazi (foto autor)	70

POPIS GRAFOVA:

Graf 1: Vizualni hijerarhijski prikaz reda prvenstva gospodarenja otpadom (https://axilis.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/)	3
Graf 2; Integrirani pristup VKA i GIS alata (https://ju-priroda.hr/zasticena-podrucja-pgz/)...	23
Graf 3; Hijerarhija problema odlučivanja AHP metode (Siobhan i sur., 2019)	24
Graf 4; Podjela kriterija AHP analize	61
Graf 5; Redosljed sanacije ilegalnih odlagališta otpada po lokacijama	72

POPIS TABLICA:

Tablica 1; Ocjenjivanje putem Saaty-eve fundamentalne skale (Saaty, 1980).....	24
Tablica 2; Slučajni indeks konzistencije (Saaty, 1980)	25
Tablica 3; Prikaz elemenata promatranog područja odlagališta	38
Tablica 4; Prikaz elemenata promatranog područja odlagališta	40
Tablica 5; Prikaz elemenata promatranog područja odlagališta	44
Tablica 6; Prikaz elemenata promatranog područja odlagališta	46
Tablica 7; Prikaz elemenata promatranog područja odlagališta	48
Tablica 8; Opis popisa djelatnosti i ključnih brojeva otpada.....	51
Tablica 9; Popis šifri zastupljenog otpada po lokacijama	52
Tablica 10; Prikaz dodijeljenih vrijednosti relativne važnosti prema važnosti	59
Tablica 11; Prikaz dodijeljenih vrijednosti relativne važnosti prema važnosti	60
Tablica 12; Prioritizacija sanacije po lokacijama u prvoj fazi.....	65
Tablica 13; Prioritizacija sanacije po lokacijama u drugoj fazi.....	69
Tablica 14; Prioritizacija sanacije po lokacijama u kombinaciji prve i druge faze	71
Tablica 15; Prikaz dodijeljenih vrijednosti relativne važnosti prema zadanim kriterijima	71
Tablica 16; Dodijeljene vrijednosti relativne važnosti u trećoj fazi	71
Tablica 17; Prioritizacija sanacije po lokacijama treće faze.....	72

1. UVOD

Stvaranje otpada je neizbježan proces koji nastaje od strane ljudskog djelovanja te jednako tako predstavlja jedan od vodećih globalnih problema s kojima se susreće današnjica. Gospodarenje otpadom je kompleksan skup aktivnosti koji uređuje proces nastajanja i tranzicije otpada na kojemu se u suvremeno doba sve više daje na važnosti. S obzirom da ispravno odlaganje otpada iziskuje od pojedinca odgovarajuću razinu informiranosti, pismenosti i ekonomskog troška pojavljuje se problem ilegalnog odlaganja i odbacivanja otpada, zaključno može se reći kako je pravilno gospodarenje otpadom zastupljenije u teoriji nego u praksi.

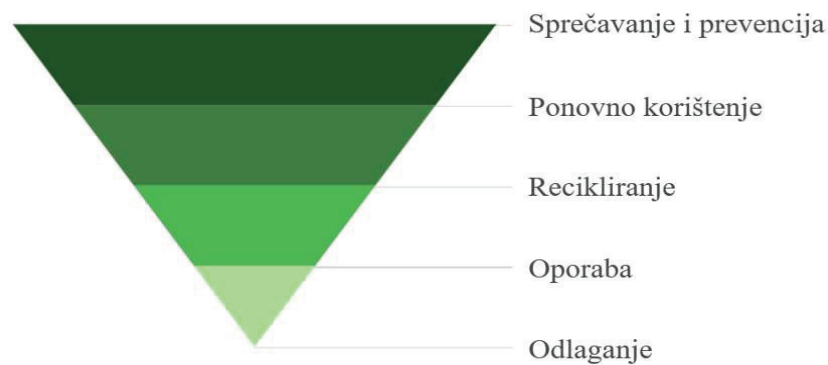
Fokus ovog diplomskog rada temelji se na prioritizaciji sanacije postojećih ilegalnih odlagališta otpada koristeći odgovarajuće alate. Važno je upoznati i razumjeti teorijsku pozadinu same teme, ilegalnih odlagališta otpada, a to je najjasnije prikazati uvodom u proces gospodarenja otpada, razumijevanja Zakonskih okvira i analizom područja koje je obuhvaćeno izradom ovog diplomskog rada, a to je Vinodolska općina u Primorsko-Goranskoj županiji. Nakon što je obrađen uvod u tematiku važno je spomenuti i objasniti korištenje alata kojim se planira provesti analiza prioritizacije sanacije ilegalnih odlagališta otpada. Analiza koja služi za postizanje cilja naziva se višekriterijska analiza, a njena provedba nije moguća bez korištenja određenih alata, u ovom slučaju QGIS programskog paketa i analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP analiza). Kao što je već spomenuto predmet ovog rada su već postojeća odlagališta otpada, a terenskim uviđajem su prikupljeni svi podaci koji daju korisne informacije za provedbu analize. Nakon prikupljenih i obrađenih podataka dobiveni su rezultati po kojima je zaključen raspored sanacije odnosno proces prioritizacije sanacije ilegalno nastalih odlagališta otpada.

1. GOSPODARENJE OTPADOM I PROBLEM ILEGALNIH ODLAGALIŠTA

Od nastanka života na Zemlji prisutna je i otpadna tvar, koja je kroz duže vremensko razdoblje kao biološki razgradiva kružila u Geo kemijskom ciklusu u procesima razmjene tvari i energije, točnije: u procesima metabolizma koji predstavljaju osnovne životne procese. Povećanje broja stanovnika, uz opći razvoj industrije, turizma i tehnološki napredak, rezultira pretjeranim iskorištavanjem prirodnih izvora sirovina i energenata, što dovodi do sve većih količina otpada štetnog porijekla i sastava. Štetne emisije plinova se ispuštaju u okoliš i ozbiljno narušavaju i ugrožavaju ljudsko zdravlje (Tušar, 1992). Kako bi život svim živim bićima i okoliš bili što manje ugroženi potrebno je upravljati otpadom na što prikladniji način. Upravo problematika nastanka otpada i važnost očuvanja zdravlja ljudi, životinja i okoliša dovela je do postupnog razvoja gospodarenja otpadom.

Prema mrežnim stranicama Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost otpad je definiran kao skup tvari kemijskog, biološkog ili nuklearnog porijekla i nastaje isključivo ljudskom djelatnošću. Gospodarenje otpadom je skup aktivnosti, odluka i mjera usmjerenih na: sprječavanje nastanka otpada, smanjivanje količine otpada i/ili njegovoga štetnog utjecaja na okoliš. Termin gospodarenja otpadom obuhvaća nekolicinu aktivnosti kao što su skupljanje, prijevoz, uporaba i zbrinjavanje otpada uključujući nadzor nad tim postupcima i naknadno održavanje lokacija zbrinjavanja, a obuhvaća i radnje koje poduzimaju trgovac ili posrednik (<https://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje-otpadom/1345>). Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13) definirao je red prvenstva gospodarenja otpadom prikazan hijerarhijski na Grafu 1.

HIJERARHIJA GOSPODARENJA OTPADOM



Graf 1: Vizualni hijerarhijski prikaz reda prvenstva gospodarenja otpadom (<https://axil-is.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/>)

Izvor: Izradio autor rada koristeći programski paket infogram.com

Hijerarhija gospodarenja otpadom je ključni alat koji se koristi u donošenju odluka. Koristi se kako bi se rangirale opcije gospodarenja otpadom s ciljem najboljeg ishoda za okoliš. Ista je osmišljena kao konceptualni okvir za usmjeravanje i rangiranje odluka o gospodarenju otpadom na individualnoj i organizacijskoj razini. Hijerarhija gospodarenja otpadom prikazana Grafom 1. predstavlja skalu dodijeljenih brojeva od 1 do 5, te prikazuje najefikasnije načine upravljanja otpadom koji su za okoliš i zdravlje ljudi poredane od najpovoljnijeg (broj 1) koji je najmanje štetan za okoliš, do najmanje povoljnog načina (broj 5) koji ima najveći utjecaj na okoliš.

Razvoj hijerarhije gospodarenja otpadom nastao je uz pojavu razmišljanja o životnom ciklusu u politici gospodarenja otpadom, koja se bavi ukupnošću utjecaja proizvoda ili usluge na okoliš, od dobave, prerade i proizvodnje sirovina do distribucije, uporabe, oporabe i zbrinjavanja (<https://axil-is.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/>).

1. Sprječavanje i prevencija nastanka otpada

Od svih koraka u hijerarhiji gospodarenja otpadom, ovaj inicijalni korak se ne odnosi na aktivno djelovanje. Prevencija se dobrim djelom odnosi na plansko djelovanje koje prethodi mjerama gospodarenja otpadom. Prvenstveni zadatak je spriječiti nekontrolirano i nepotrebno stvaranje otpada. Smanjenjem otpada izbjegavamo nepotrebnu upotrebu resursa kao što su materijali, energija i voda. Za prevenciju i smanjenje otpada postoji nekoliko naputaka kojih bi se trebali pridržavati, a neki od njih su: korištenje manje materijala u dizajnu i proizvodnji, pohranjivanje i višestruko korištenje proizvoda, korištenje manje opasnog materijala, izbjegavanje kupovine nepotrebnih stvari, zagovaranje kupovine proizvoda s minimalnom količinom otpada i ekološki

prihvatljivijih ambalaža. Također je preporučljiva zamjena proizvoda i odgađanje kupovine novih proizvoda uz pomoć popravaka, održavanja, čišćenja i obnove. Smanjenje stvaranja otpada je financijski pristupačno i najvažnije od svega koristi okolišu (<https://axil-is.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/>).



Slika 1; Ekološki prihvatljiva ambalaža

Izvor: Internetska stranica (<https://pinecreekpack.com/wp-content/uploads/2020/04/>)

2. Ponovno korištenje proizvoda

Prije koraka ponovnog korištenja potrebno je provesti pripremu koja obuhvaća provjeru, čišćenje, popravak i obnovu. Uz pomoć postupka pripreme proizvoda pokušava se postići ponovno korištenje proizvoda ili djela proizvoda bez da isti postaju otpad. Zaključno, proizvodi i predmeti za ponovno korištenje nisu otpad, te se određene komponente upotrebljavaju isključivo u svrhu za koju su zamišljeni. Primjenom ovog koraka ponovnog korištenja pomaže se pri uštedi novca, energije i resursa koji bi bili korišteni u proizvodnji novog proizvoda. Većina suvremenih stvari je dizajnirana na način da budu kratkog vijeka te im je potrebna brža zamjena i odbacivanje, ali prije konačnog odbacivanja predmeti se mogu popraviti i na taj način im se može još malo produžiti vijek trajanja. Još jedan korak koji može odgoditi popravak odnosi se na kvalitetno korištenje i održavanje određenih proizvoda. Osim navedenog, bilo bi poželjno pratiti još nekoliko smjernica vezanih za ponovno korištenje kao što su korištenje predmeta za višekratnu upotrebu umjesto onih za jednokratnu upotrebu i pronalazak alternativnih rješenja naizgled neizbježnim jednokratnim predmetima, poput maramica, papirnatih ručnika i sl. (<https://axil-is.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/>).

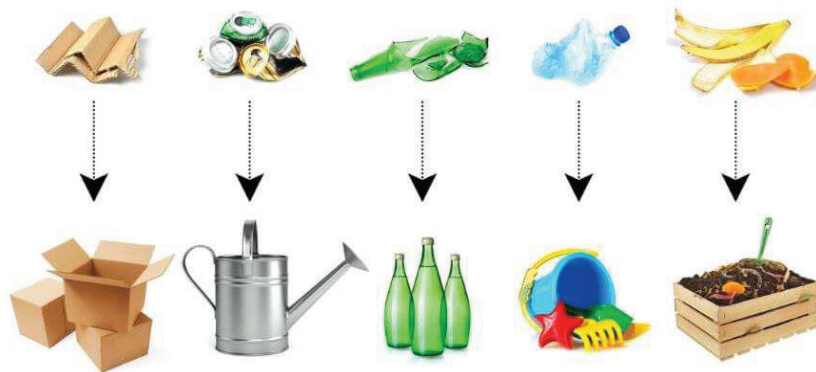


Slika 2; Korištenje višekratne vrećice pri kupovini

Izvor: Internetska stranica (<https://cdn4.vectorstock.com/bag-instead-plastic-bag-vector-21584208.jpg>)

3. Recikliranje proizvoda

Recikliranje je najpopularnija faza od svih navedenih, te se ona najviše promovira i zagovara. Uključuje prikupljanje, izdvajanje, preradu i izradu novih proizvoda iz iskorištenih stvari ili materijala. Prije same obrade otpad se razdvaja prema vrsti otpada u postrojenjima za razvrstavanje. Recikliranje je proces kojim se otpad dovodi u prvobitno, čisto stanje i na taj se način ono može ponovno koristiti za nešto drugo. U slučaju kada se neka sirovina može reciklirati dolazi do štednje i odgode korištenja pojedinih resursa. Recikliranje ima mnoštvo prednosti za ljude i okoliš. Recikliranjem se u pravilu umanjuju utrošak energije, svježih sirovina, smanjuje se onečišćenje zraka i vode (od odlaganja) smanjenjem potrebe za „konvencionalnim“ odlaganjem otpada i također umanjuju emisije stakleničkih plinova. Jedan od najstarijih oblika recikliranja je kompostiranje, a ono treba biti obrađeno prema uvjetima protokola kvalitete. Termin kompostiranje se odnosi na proizvodnju komposta od organskih ostataka, prilikom čega ostaci od hrane, kao što su primjerice voće i povrće, dobivaju novu svrhu. Recikliranjem organske tvari nastaje vrijedan kompost koji služi kao prirodno gnojivo biljkama. Proizvodi koji se koriste u svakodnevnom životu te čije je korištenje neizbježno, poput papira, kartona, stakla, aluminijskih limenki i plastičnih proizvoda, također se mogu reciklirati i to je vrlo važno provoditi u cilju smanjenja nastanka otpada (<https://axilis.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/>).



Slika 3; Proces recikliranja otpadaka

Izvor: Internetska stranica (<https://media.istockphoto.com/photos/isolated-picture-id676011398>)

4. Oporaba

Prema Fondu za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost Oporaba otpada se definira kao svaki postupak čiji je glavni rezultat uporaba otpada u korisne svrhe kada otpad zamjenjuje druge materijale koje bi inače trebalo uporabiti za tu svrhu ili otpad koji se priprema kako bi ispunio tu svrhu, u tvornici ili širem gospodarskom smislu (<https://axil-is.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/>). To uključuje proizvodnju energije kao što su plinifikacija i piroliza. Oporaba otpadnih ulja označava postupke regeneracije i materijalne uporabe kojima se dobivaju novi proizvodi ili omogućuje ponovna uporaba otpadnih ulja ili postupak termičke obrade odnosno uporaba otpadnih ulja u energetske svrhe. U proces oporabe je uključeno korištenje zapaljivog otpada za proizvodnju energije. Ovim postupkom se uništavaju resursi, ali ipak je povoljniji u odnosu na odlaganje na deponijima ili sagorijevanje (<https://axil-is.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/>).



Slika 4; Selekcija otpada u svrhe oporabe istog

Izvor: Internetska stranica (<https://th.bing.com/th/id/OIP.sn0BJWZ1CnEF24OFN1jUvwHaDA?pid=ImgDet&rs=>)

5. Odlaganje

Završna faza na putu zbrinjavanja i gospodarenja otpadom je upravo skladištenje, odlaganje i pohranjivanje otpada. U velikoj mjeri taj zadnji korak bi se trebao odnositi na onu vrstu otpada koja se ne može vratiti ili na bilo koji drugi način gospodariti njome, osim pohraniti je. To uključuje spaljivanje (bez povrata energije) i odlagalište. Spaljivanjem otpada se smanjuje volumen i masa otpada te se uništavaju potencijalno opasne tvari iz otpada dok se pri odlaganju otpada javlja problem gomilanja volumena otpada. Kod procesa spaljivanja postoje posebne smjernice kojih bi se trebalo pridržavati jer se spaljivanjem stvara podloga od pepela koja šteti okolišu i zdravlju ljudi. Cilj je da do posljednje faze odlaganja otpada dođe što manji broj količine otpada, jer je većina predmeta trebala pronaći odgovarajući put kroz ranije navedene četiri faze (<https://axil-is.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/>).



Slika 5; Primjer pravilnog razvrstavanja i pohranjivanja otpada

Izvor: Internetska stranica (<https://www.coolatlanta.com/wp-content/uploads/2019/10/images504-5d9d578832e70.jpg>)

1.1. Terminologija u procesu gospodarenja otpadom

Proces gospodarenja otpada obuhvaća široki spektar terminologije koju je potrebno upoznati i razumjeti kako bi se na što jasniji način pristupilo praćenju tijekom gospodarenja otpadom i kako bi se razumjele zakonske smjernice. Neki od najčešćih termina su slijedeći (<https://www.cistoca.hr/gospodarenje-otpodom-8/edukacija-1513/pojmovnik-1534/1534>);

Otpad- svaka tvar ili predmet određen kategorijama otpada koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti

Proizvođač otpada- svaka osoba čijom aktivnošću nastaje otpad i/ili koja prethodnom obradom, miješanjem ili drugim postupkom mijenja sastav i svojstva otpada.

Zbrinjavanje otpada- svaki postupak koji nije uporaba otpada, uključujući slučaj kad postupak kao sekundarnu posljedicu ima obnovu tvari ili energije

Odlaganje- predstavlja organiziranu djelatnost trajnoga odlaganja otpada na odlagališta koja se u što većoj mjeri pokušava izbjeći

Odlagalište- građevina namijenjena odlaganju otpada na površinu ili pod zemlju

Reciklažno dvorište- nadzirani ograđeni prostor namijenjen odvojenom prikupljanju i privremenom skladištenju manjih količina posebnih vrsta otpada

Zeleni reciklažni otoci- skupine raznovrsnih posuda u kojima se odvojeno skupljaju reciklirajući materijali

Svi navedeni termini imaju zajednički i glavni pojam, a to je otpad. Otpad se može klasificirati u nekoliko različitih kategorija, a najviše se spominje, te je radi toga i najvažnija podjela prema mjestu nastanka, prema svojstvima i posebna kategorija otpada.

Prema mjestu nastanka, otpad je moguće klasificirati kao:

Komunalni otpad- primarno i većinski nastaje u stambenim naseljima te ga proizvode ljude u svojim kućanstvima i oko njih.

Tehnološki otpad- nastaje u proizvodnim procesima u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima, a od komunalnog otpada se razlikuje po količinama, sastavu i svojstvima.

Građevni otpad- nastaje pri gradnji građevina, rekonstrukcija, uklanjanja i održavanja postojećih građevina, proizvodnji građevinskih proizvoda, te otpad nastao od iskopanog materijala koji se ne može bez prethodne uporabe koristiti za građenje građevine zbog kojeg građenja je nastao (Bilogorević, 2022).

Električni i elektronički otpad- nastaje na raznim mjestima koja omogućuju djelovanje električne energije, proizvodi su ovisni o elektromagnetskim poljima, sudjeluju u proizvodnji, prijenosu i mjerenju struje.

Otpadna vozila i gume- nastaje u trenu kada posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti proizvod radi oštećenja, dotrajalosti i drugih uzroka. Zbog mogućnosti nekontroliranog ispusta tekućina, ovakva vrsta otpada zahtijeva posebnu brigu prilikom gospodarenja otpadom.

Prema svojstvima, otpad se dijeli na:

Opasni- otpad koji sadrži tvari koje ugrožavaju ljudsko zdravlje i okoliš u slučaju nepravilnog rukovanja. U nastavku će biti navedena svojstva otpada, te ukoliko sadrži barem jedno od navedenih svojstava, otpad se smatra opasnim. Eksplozivnost, reaktivnost, nadražljivost, toksičnost, kancerogenost, infektivnost, zapaljivost, korozivnost, mutagenost, ukoliko sadrži tvari koje ispuštaju toksične plinove u kontaktu s vodom, zrakom i kiselinom i ukoliko sadrži eto toksične tvari.

Neopasni- nema niti jedno od svojstava opasnog otpada, po sastavu i svojstvima se definira kao neopasni otpad koji nije štetan za ljudsko zdravlje i ne ugrožava okoliš.

Inertni- otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim i/ili biološkim promjenama.

Nakon definiranja termina u gospodarenju otpadom i upoznavanje s vrstama otpada potrebno je definirati i postupke obrada otpada.

Obrada otpada je postupak kojim se u biološkom, fizikalnom, mehaničkom, kemijskom i termičkom procesu mijenjaju svojstva otpada u svrhu smanjivanja količine otpada, uklanjanje opasnih svojstava te poboljšava iskoristivost otpada. Dvije su glavne podjele obrade otpada, mehaničko-biološka obrada te termička obrada, pod koju spadaju spaljivanje i piroliza.

Mehaničko-biološka obrada otpada, skraćeno MBO, je jedan od najsuvremenijih i najefikasnijih načina zbrinjavanja otpada nastao kao posljedica težnje prema reduciranju količine biorazgradivog otpada koji je u prošlosti odlagan na odlagalištima, te kako bi se sustavom automatske separacije omogućio povrat korisnih sirovina iz otpada u korištenje (Zorica, 2018).

Mehanička obrada otpada odnosi se na procese koji koriste određenu mehanizaciju kako bi se otpad obradio. Primjenjuju se rotacijska sita, razne mehanizacije za usitnjavanje, drobljenje, mljevenje, magnetno razdvajanje, prešanje i sortiranje otpada. Kod ove vrste obrade svaki uređaj se prioritetizira prema tri osnovna zahtijeva mehaničke obrade: osiguranje maksimalnog povrata materijala, priprema materijala za fazu biološke obrade i pročišćivanje otpadnog materijala na izlazu iz procesa (Bilogorević, 2022).

Biološka obrada otpada se vrši na lako razgradivim dijelovima otpada, najčešće su to organski dijelovi. Podjela biološke obrade otpada se vrši na aerobnu i anaerobnu. Biološkim postupcima obrade otpada značajno se može smanjiti količina otpada na deponijima, deponijskih plinova te

procjednih voda koje ugrožavaju okoliš. Odabir načina biološke obrade zavisi o nekoliko faktora: zahtjevni tip izlaznog materijala, količina otpada za biološku obradu, regulative vezane za parametre procesa i sastav izlaznog materijala i ostali ekonomski i tehnički faktori koji uvjetuju izvodljivost postrojenja (Bilogorević, 2022).

Aerobni postupak gdje se biološki razgrađuje otpad uz pomoć zraka naziva se kompostiranje. Postupak kompostiranja primjenjuje se na hrpama organskog otpada koji se prevrće, pretresa i vlaži kako bi se ubrzao proces bio razgradnje. Parametri koji utječu na proces aerobne razgradnje su: temperatura, vlaga, kisik, pH vrijednost i dr. Za završetak cjelokupnog procesa bio razgradnje potrebno je vrijeme od nekoliko tjedana do nekoliko mjeseci ovisno o količini otpada, sastavu i ostalim čimbenicima.

Osim aerobnog postupka postoji i anaerobni postupak koji se odnosi na proces obrade otpada bez korištenja zraka, a takav postupak se naziva fermentacija. Proces fermentacije se prvenstveno koristi u obradi mulja koji dolazi iz uređaja za pročišćivanje otpadnih voda ili nekih vrsta industrijskog otpada. Kao produkt fermentacije dolazi do stvaranja bioplina koji sadrži veliku ogrjevnu moć što se može koristiti u svrhu energentske opskrbe. (Bilogorević, 2022)

Termička obrada otpada se odnosi na obradu otpadnih materijala primjenom toplinskih procesa. Cilj termičke obrade otpada je smanjiti volumen otpada, pretvoriti otpad u bezopasne i ne štetne materijale i ukoliko je moguće iskoristiti energiju koja se nalazi u otpadu, poput topline, para, električne energije i dr. (Bilogorević, 2022)

Spaljivanje je jedan od najzastupljenijih tretmana obrađivanja otpada i uključuje izgaranje otpadnog materijala uz prisutnost kisika. Spaljivanje otpada je pretvorba otpadnih materijala u sirovine kao što su pepeo, dimni plin i toplina. U procesu spaljivanja najčešće korištena tehnika je tehnika masovnog spaljivanja koja prati proces obrade od pripreme otpada, preko izgaranja, obnavljanja energije, kontrole okoliša do ispuštanja u okoliš. Spalionice kao postrojenja u kojima se vrši obrada otpada moraju zadovoljavati sve higijensko-sanitarne uvjete radi emisije dimnih plinova. Prije upuštanja u atmosferu obavezno prolaze postupak pročišćavanja koji uvelike smanjuje negativne učinke (Bilogorević, 2022, Zorica, 2018).

Osim spaljivanja, vrsta termičke obrade otpada je piroliza. Piroliza je kemijska razgradnja organskih materijala primjenom topline. Piroliza je inicijalni korak pri rasplinjavanju i izgaranju, a događa se u neposrednoj blizini odsutnosti kisika i na taj način se razlikuje od izgaranja koje se događa uz prisutnost kisika. Budući da nema kisika, materijal ne izgara, ali se

kemijski spojevi poput celuloze i lignita toplinski razgrađuju u zapaljive plinove i drveni ugljen. Proces pirolize je dosta zastupljen u kemijskoj industriji za proizvodnju resursa, kemikalija iz nafte i dr.

Svi gore navedeni pojmovi i sve podjele, od termina, svojstava otpada i načina obrađivanja istog tog otpada objedinjuju se u terminu gospodarenja otpadom. Postoje dva načina gospodarenja otpadom, linearno i kružno gospodarenje.

Linearno je zastarjelo i nastoji se izbjegavati, a kružno gospodarenje otpadom predstavlja princip gospodarenja kojemu se teži. Linearni model je tradicionalan u kojem se resursi izrabljuju na način da se proizvodi nakon korištenja odbacuju. Upravo taj korak kontinuiranog iscrpljivanja resursa ne može se održavati neograničeno i zato treba poticati važnost primjenjivanja politike sprječavanja nastanka otpada i vršiti prelazak s klasičnih linearnih sustava gospodarenja otpadom koji su usmjereni isključivo na obradu komunalnog otpada na kružne sustave koji kombiniraju gospodarenje otpadom i materijalima, potičući cirkuliranje resursa. Treba biti svjestan činjenice da rastom potrošnje sirovina paralelno dolazi i do rasta stvaranja količina otpada stoga, resursi i gospodarenje otpadom ključni su za održivo zadovoljavanje budućih potreba i kompletne dobrobiti društva. Pozitivan korak za dobrobit čovječanstva je upravo kružni gospodarski sustav koji oponaša samoodržive sustave zatvorenih petlji u prirodi, poput vodnih ciklusa (Cobo, 2018). U kružnom gospodarstvu smanjenje utjecaja na okoliš, kao što je globalno zatopljenje, posljedica je poboljšanja učinkovitosti resursa i energije. Kružno gospodarenje otpadom ima naizgled jednostavan cilj, smanjiti količinu otpada, međutim takav potez čini puno više za dobrobit kvalitetnog življenja na planeti. Jedna od prednosti kružnog gospodarstva je smanjenje emisija stakleničkih plinova, a upravo izvori i odlivi stakleničkih plinova su bili podijeljeni u šest glavnih sektora od kojih je jedan i gospodarenje otpadom. Ponovna upotreba i recikliranje proizvoda usporavaju upotrebljavanje prirodnih resursa, što rezultira smanjenjem narušavanja staništa i ograničavanjem gubitka bioraznolikosti

(<https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/economy/20151201STO05603/kruzno-gospodarstvo-definicija-i-koristi-koje-donosi>).

Kružni način gospodarenja otpadom za razliku od linearnog nastoji upotrijebljene resurse, proizvode vratiti u ponovnu upotrebu i crpi iz njih maksimalnu vrijednost. Kružno gospodarenje otpadom uključuje ponovno korištenje, popravljanje, obnavljanje i reciklažu postojećih proizvoda i materijala što je duže moguće kako bi se stvorila dodatna vrijednost i trajanje

proizvoda. Na taj način se smanjuje količina otpada na odlagalištima i stvaraju se prilike za gospodarski i zeleni rast. Primjerice, plastika i drugi otpad koji sadržava ugljik imaju veliki potencijal i priliku za povećanjem učinkovitosti resursa usmjeravanjem takve vrste otpada natrag u vrijednosni lanac za višestruke cikluse iskoristivosti. U linearnom principu gospodarenja, primjerice kod spaljivanja ugljik se u potpunosti oslobađa kao emisije CO₂, dok bi se u kružnom gospodarenju vrijedni resursi ugljika usmjeravaju natrag u vrijednosni lanac na ponovno iskorištavanje unutar ciklusa. Korištenje otpada kao alternativnih sirovina za kemijsku proizvodnju smanjuje potražnju industrije za primarnim sirovinama ugljika kao što su sirova nafta i prirodni plin. To ne doprinosi samo očuvanju resursa, već doprinosi i smanjenja istjecanja ugljika povezanog s međunarodnom opskrbom sirovinama (Roh, 2017).

Princip kružnog gospodarenja otpadom je u teoriji vrlo praktičan i pozitivan, međutim problem provedbe se nazire pri zakonodavnim odredbama. Propisi su vrlo zahtjevni i složeni za domaće poduzetništvo, primjerice administrativni troškovi recikliranja i vraćanja recikliranih proizvoda na tržište sekundarnih sirovina su vrlo visoki, što najčešće bude kontraproduktivno za cijelu djelatnost.

Između ostalog, troškovi su ti koji predstavljaju najveću prepreku pri mnogočemu, pa jednako tako utječu i na ljudsku svijest o okolišu i brigu o zdravlju ili štetnosti za ljude i prirodu. Troškovi prijevoza otpada na određene lokacije koje zbrinjavaju otpad, uz neinformiranost građana najčešće dovode do slijedećeg problema koji je nastanak ilegalnih odlagališta otpada.

Ilegalna odlagališta otpada poznata su pod pojmom smetlišta, predstavljaju manje neuređene prostore koji nisu predviđeni za odlaganje otpada, a nastali su djelovanjem građana na ilegalan način. Ilegalno odlaganje otpada podrazumijevanje odlaganje navedenog otpada na javni, privatni ili bilo koji drugi teritorij koji ima drugu namjenu. Takva odlagališta otpada su formirana sa strane građana bez prethodnog znanja tijela lokalne samouprave. S obzirom da se radi o ilegalnim odlagalištima otpada, ona ne raspolažu nikakvim dokumentima relevantnim za njihovo djelovanje, a otpad u manjim ili većim količinama uglavnom dovoze građani individualno. Takva odlagališta otpada osim vizualnog i prirodnog onečišćenja odraz su kulturne, društvene i ekološke osviještenosti stanovništva (Felja, 2018).

Ilegalna odlagališta otpada zastupljena su u cijelom svijetu, pa tako i u Republici Hrvatskoj. Količina ilegalnih odlagališta otpada ovisi o raznim čimbenicima, od ukupnog broja stanovništva, osviještenosti građana, načinu prikupljanja otpada po kućanstvima i dr. Točan broj ilegalnih odlagališta otpada je nemoguće odrediti zato što postoji veliki količinski raspon

otpadnog materijala. Manje ilegalno odlagalište otpada može predstavljati nekoliko vrećica komunalnog otpada, a s druge strane veće i problematičnije odlagalište otpada može biti puno veće površine i s puno većom količinom otpada, raznih vrsta, štetnih i ne štetnih, razgradivih i ne razgradivih. Ovisno o veličini i štetnosti otpada, ilegalna odlagališta povremeno obilaze i saniraju nadležne službe ili volonteri na organiziranim dobrovoljnim akcijama. Takve akcije u pravilu uvijek budu samo privremena rješenja jer neodgovorno ponašanje i nedovoljno izgrađena ekološka svijest je stalno prisutna kod građana i tako odlagališta nastaju na istom ili obližnjem mjestu. Prema dostupnim podacima najčešći tip otpada koji se nalazi na ilegalnim odlagalištima otpada je glomazni i građevinski otpad. Veliku većinu čine i sporo razgradivi predmeti koji imaju snažan i dugotrajan učinak na okoliš, poput automobilskih guma, olupina automobila, boje, lakovi, ulja i dr. Ilegalna odlagališta nastaju zbog rješavanja suvišnih stvari okarakteriziranih kao otpadni materijal, a njihovo pravilno zbrinjavanje iziskuje trud zbog odlaska na potencijalno daljnju lokaciju legalnog zbrinjavanja ili novčanu prepreku (<https://rcco.hr/divlja-odlagalista-otpada/>).

Važnost uklanjanja i sanacije odlagališta otpada ovisi o području gdje se nalazi i kakvo je njegovo djelovanje na okoliš. Ukoliko se takvo odlagalište otpada nalazi u blizini jezera, rijeka, nacionalnih parkova, parkova prirode ili ima štetni utjecaj na okoliš zbog širenja neugodnih mirisa, zaraza i bolesti posebice kroz onečišćenje tla i podzemnih voda onda ima pravo prednosti i veća je vjerojatnost da će se takvo odlagalište prvo sanirati. Kao što je već navedeno, građani su ti koji su zaslužni za narušavanje ekosustava zagađivanjem okoliša i ilegalnim odlaganjem otpada, jednako tako građani su ti koji mogu djelovati pri saniranju takvih odlagališta, a pri tome važnu ulogu ima ekološka svijest.

1.2. Općenito o gospodarenju otpadom u Republici Hrvatskoj i Primorsko-Goranskoj županiji

U RH je gospodarenje otpadom organizirano na slijedeći način: gospodarenje opasnim otpadom je u nadležnosti MZOPUG-a (Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva); neopasni otpad je u nadležnosti županija; a komunalni otpad je u nadležnosti gradova i općina. Princip i hijerarhija važnosti i načina zbrinjavanja otpada ima jednaku podlogu za svako područje RH, razlike su primjetjive jedino po količinama nastalog otpada (http://dokumenti.azo.hr/Dokumenti/PGO_za_opcinu_VOJNIC.pdf).

Zbrinjavanje otpada je na području RH zastupljeno duži niz godina, s počecima u kasnom 13.stoljeću gdje se na temelju tadašnjih statuta nazirao sustav određenog odlaganja otpada i

pisanih odredbi. Tokom godina principi i odredbe gospodarenja otpada su se unaprjeđivali i razvijali, najviše promjena se odnosilo na metode zbrinjavanja otpada i pisane odredbe i Zakone. Najznačajnije promjene bile su u razdoblju od 1970.-1995., pojava spaljivanja kao načina uklanjanja otpada, izgradnja legalnih odlagališta otpada i sanacije postojećih odlagališta otpada. Mane su se odnosile na zakonodavstvo koje nije postojalo da bude zaduženo za reguliranje područja zbrinjavanja otpada te su također skupljanje i odvoz smeća bili slabo razvijeni. U periodu nakon 1990. počelo se aktivno razmišljati i raditi na uvođenju reciklaže i odvajanju otpada. Najznačajnije promjene vide se nakon 1995. kada je u Ministarstvu prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja formirana Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, kojoj je povjerena opća politika zaštite okoliša i koja je postala dio Ministarstva. Prvi dostupni podaci o otpadu i odlagalištima nastaju 1995. godine kada je izgrađena studija „Pregled postojećeg stanja u postupanju s komunalnim otpadom u Republici Hrvatskoj“. U istom tom periodu veliki razvoj može se primijetiti i u pogledu zakonodavstva koji je strukturiran sukladno s direktivama Europske unije. Razdoblje nakon 2005. godine se smatra kao period suvremenog načina gospodarenja otpada jer otprilike tada počinje briga za cjelokupno gospodarenje otpadom i daje mu se na važnosti. Početkom pregovaranja između RH i EU o ulasku RH u Europsku Uniju, u razdoblju od 2006. do 2008. godine svi zakonski i podzakonski akti koji se odnose na gospodarenje otpadom usklađeni su s Direktivama EU. Donesena je Strategija gospodarenja otpadom RH (NN 178/04), Plan gospodarenja otpadom za razdoblje 2007. do 2015. godine, Zakon o održivom gospodarenju otpada (NN 94/2013), a zatim i Plan gospodarenja otpadom za razdoblje 2017. do 2022. godine (Rosan, 2017).

Najveći korak pri razvoju gospodarenja otpada zauzeo je svoje mjesto 2018. godine kada je EU postavila nove ciljeve pri provedbi recikliranja, zbrinjavanja i odlagališta kako bi se potaknuo prelazak na kružno gospodarenje otpadom. Razvijaju se novi akcijski planovi za kružno gospodarenje i zastupljena su stroža pravila o recikliranju i ambalaži na razini Europske unije.

Prema podacima Europskog parlamenta iz 2018., izmjereno je kako se 24% otpada odnosi na reciklirani i kompostirani otpad, a 76% je zbrinuto pod zemljom. Ciljevi na području EU-a su do 2025. godine reciklirani i kompostirani otpad svesti na >55%, a odlaganje otpada pod zemljom smanjiti na <10% do 2035. Jedine dvije države koje su već ispunile te ciljeve su Austrija i Njemačka s odlaganjem otpada pod zemljom manjim od 2% (<https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20180328STO00751/gospodarenje-otpacom-u-eu-u-infografika>).

Osim podataka na području RH potrebno je izdvojiti i podatke za područje Primorsko-goranska županije. PGŽ se nalazi na zapadu Hrvatske, prostire se na 3582 km² kopnene površine i broji ukupan broj stanovnika od 266 503 prema popisu stanovništva iz 2021. godine. Obuhvaća područje grada Rijeke, sjeveroistočni dio Istarskog poluotoka, Kvarnerske otoke, Hrvatsko primorje i Gorski kotar. Sastoji se od 14 gradova, 22 općine i 536 naselja u sastavu gradova i općina.

Hrvatska Gospodarska komora izradila je sveobuhvatni indeks gospodarske snage županija koji detaljnije mjeri stupanj gospodarske snage i gospodarskog potencijala županija i njihova odstupanja u RH. HGK indeks kroz osnovne gospodarske pokazatelje u trogodišnjim prosjecima pokazuje koliko pojedina županija zaostaje ili je u prednosti u odnosu na druge županije (<https://www.hgk.hr/hgk-indeks-gospodarske-snage>).

Prema podacima iz 2019. dobivena je realnija i skupna slika regionalne razvijenosti PGŽ koja se svrstava među one s indeksom iznad hrvatskog prosjeka (Hina, 2019).

Neki od značajnijih pothvata koji su nastali na području PGŽ po pitanju gospodarskog razvoja gospodarenja otpadom su izgradnja prvog centra za gospodarenje otpadom, CGO (Centar za gospodarenje otpadom) Marišćina 2015. i izgradnja 6 pretovarnih stanica. Centar je izgrađen u skladu s nacionalnom regulativom i svim važećim europskim direktivama. Izgradnja centra sufinancirana je većinskim dijelom sredstvima iz EU fondova, dok je ostatak osiguran iz Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, proračuna Grada Rijeke i PGŽ i tvrtke Ekoplus koja upravlja Centrom kao krajnji korisnik od 2017. godine. Otvaranjem centra Marišćina stvoreni su preduvjeti za sanaciju i zatvaranje svih odlagališta na području županije, a upravo to je i cilj kružnog gospodarenja otpadom. Centar Marišćina središnji je dio integralnog sustava gospodarenja otpadom u Primorsko-goranskoj županiji i pokriva potrebe 300 000 stanovnika PGŽ. U sklopu centra nalazi se MBO postrojenje, bio reaktorsko odlagalište, uređaj za pročišćivanje otpadnih voda te infrastruktura koja između ostalog uključuje administrativnu zgradu, dvije mosne vage, unutarnje prometnice itd. Postrojenje za obradu komunalnog otpada (MBO) se sastoji od mehaničko i biološkog procesa kroz koje se komunalni otpad obrađuje prije krajnjeg odlaganja. Takvo postrojenje kao krajnji rezultat nastoji izdvojiti što više korisnih sirovina iz otpada te smanjiti količinu otpada koji se odlaze na odlagalište. Otvaranjem takvih centara sustav gospodarenja otpadom postaje kompletan, a odlaganje otpada na odlagališta odlazi u povijest (<https://www.fzoeu.hr/hr/cgo-mariscina/7765>).

Gospodarenje otpadom je složen proces koji se može promatrati na globalnom području, ali jednako tako i na području županije i gradova. Neovisno o veličini promatranog područja mora zadovoljavati razne smjernice, pravila i propise kako bi njegovo kontrolirano održavanje, napredak i sveobuhvatni razvoj bili učinkoviti i zadovoljavajući. Propisi koji obuhvaćaju gospodarenje otpadom dokumentirani su kroz razne segmente te se radi o nizu dokumenata koji uređuju kompletno područje gospodarenja otpadom. Strateško-planski dokumenti, međunarodni ugovori i akti Europske unije, nacionalni propisi za područja gospodarenja otpadom od kojih su najvažniji Zakon o gospodarenju otpadom i Pravilnik o gospodarenju otpadom, ostali propisi koji su važni poput Zakona o zaštiti okoliša, Pravilnik o registru onečišćavanja okoliša, potom i propisi EU- direktive, uredbe i odluke, svi ti i mnogi drugi propisi i dokumenti su od izuzetne važnosti za kvalitetan razvoj gospodarenja otpadom i treba ih se striktno pridržavati kako bi cijeli proces gospodarenja funkcionirao na što kvalitetniji način.

Također jedan od važnijih dokumentiranih elemenata u procesu gospodarenja otpadom je Plan gospodarenja otpadom RH koji se usvaja na sjednicama Vlade RH, a usvaja se na petogodišnjoj razini. Donošenje Plana propisano je Zakonom o gospodarenju otpadom, priprema ga Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, a donosi Vlada. Plan je sukladan direktivama o otpadu i njime se daje pregled postojećeg stanja i uređuje dostizanje ciljeva u pogledu razvoja gospodarenja otpada.

Ukoliko se svako područje, neovisno o razini gledišta pridržava pravnih smjernica i odredbi, te teži usavršavanju istih, proces gospodarenja otpadom mora rezultirati povoljnim razvojem strategije gospodarenja otpadom, što rezultira podizanjem razine kvalitete življenja.

1.3. Problem ilegalnih odlagališta otpada u Republici Hrvatskoj i Primorsko-Goranskoj županiji

Gotovo je nemoguće izvući točan i konkretan podatak o broju ilegalnih odlagališta na području RH (Republike Hrvatske) s obzirom da se ne smatra svaka površina i hrpa ilegalno odbačenog otpada ilegalnim odlagalištem. U Hrvatskoj postoji sustav kojeg je izradilo i vodi Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, a bavi se evidencijom lokacija odbačenog otpada. Takav sustav pruža približnu sliku stvarnog stanja ilegalno nastalih odlagališta otpada, a o njemu detaljnije u poglavlju 3.3.1. Najčešći razlog nastajanja ilegalnog odlaganja otpadnog materijala jest ograničen pristup legalnom odlaganju otpada, pretežito zbog troškova ili udaljenosti do istoga te izbjegavanje plaćanja komunalnih usluga ili naknada za odvoz otpada. Sve odredbe i

uvjeti vezani za zbrinjavanje otpada, komunalno gospodarstvo i zadaće pojedinca objedinjeni su u Zakonu o komunalnom gospodarstvu, a jedinice lokalne samouprave su zadužene za obavljanje komunalne djelatnosti u provedbi istog tog Zakona. Jedan od glavnih razloga nastajanja ilegalnih odlagališta otpada uz neinformiranost i edukaciju je upravo cijena usluga zbrinjavanja otpada. Zakonom o gospodarenju otpadom propisano je kako cijene usluga obavljanja komunalnih djelatnosti trebaju biti socijalno prihvatljive za stanovništvo te poštujući zaštitu prava potrošača u skladu s posebnim propisima, a zakonski je propisano kako je korisnik komunalne usluge dužan plaćati cijenu za pružene komunalne usluge i javna davanja koja se plaćaju uz komunalnu uslugu ili u vezi s komunalnom uslugom. Cijenama komunalnih usluga financiraju se sredstva za obavljanje uslužnih komunalnih djelatnosti (<https://zakon.hr/z/319/Zakon-o-komunalnom-gospodarstvu>).

Na temelju podataka dobivenih praćenjem godišnjeg trenda nastajanja ilegalnih odlagališta može se zaključiti kako se u RH trenutno nalazi otprilike 1000 ilegalnih odlagališta otpada. Takav nemar osim ekoloških, zdravstvenih i estetskih problema rezultira i financijskim problemom s obzirom na to da je ista ta odlagališta otpada potrebno sanirati, a to narušava proračun nadležnog tijela. Prvi korak ka smanjenju ilegalnih odlagališta otpada je educiranje, informiranje i svijest građana. Brojni građani radi informatičke nepismenosti nemaju pristup brojnim korisnim informacijama, teško razumiju principe djelovanja komunalnih djelatnosti i upravo radi neznanja nalaze alternative zbrinjavanju otpada koje se često pokazu kao ne dopuštene. Mnogim građanima, pogotovo starije dobi, nije poznata činjenica da su odlaganje otpada na reciklažnim dvorištima, odvoženje glomaznog otpada na osobni zahtjev i prikup EE (Električnog i elektroničkog) otpada potpuno besplatni i da rok podnošenja zahtjeva nije kompliciran, a da ispunjenje zahtjeva nije dugo te ovisi o količini zahtjeva. Dobrim dijelom ilegalna odlagališta otpada nastaju ponajviše zbog neznanja o gore navedenim tvrdnjama.

Ilegalna odlagališta otpada imaju negativan utjecaj neovisno o području na kojem se nalaze, dok su neka područja radi prirodnih aspekata više ili manje ugrožena od ostalih. U RH postoje ilegalna odlagališta otpada koja ugrožavaju stanovništvo, prirodne ljepote, kulturna dobra, zaštićena područja i dr. Kod kopnenih područja i županija razlikuje se jedino to što nemaju doticaj s Jadranskim morem, s kojim je PGŽ (Primorsko Goranska županija) u kontaktu cijelom svojom zapadnom obalnom stranom. Osim neposrednog doticaja s morem PGŽ je obogaćena i brojnim prirodnim vrijednostima. Na području Županije nacionalnim zakonodavstvom je zaštićeno 31 područje i pojedinačna prirodna vrijednost, koji se štite putem osam različitih kategorija. Ukupna površina zaštićenih dijelova prirode u PGŽ iznosi 263,3 km² što čini 3,35

% kopnene i morske površine Županije. Od zaštićenih područja postoje posebni rezervati, ornitološki, botaničko-zoološki i posebni rezervati šumske vegetacije, spomenici prirode i parkovne arhitekture, značajni krajobrazi, park-šume i najznačajniji Nacionalni park Risnjak i Park prirode Učka (<https://ju-priroda.hr/zasticena-podrucja-pgz/>). Osim navedenih zaštićenih područja postoje i područja prirodnog značaja poput jezera, rijeka i izvora. Štetnost ilegalnih odlagališta otpada od velikog je značaja za javnu vodoopskrbu koja je u PGŽ organizirana preko devet vodoopskrbnih sustava. Neki od sustava vodoopskrbe su izvor Rječine, Zvir, Lokvarsko jezero, Bajer, Lepenica, a također su važni i vodotoci rijeka Kupe, Dobre i Čabranke. Što se tiče Vinodolske općine koriste se izvorišta u Novaljskoj Žrnovnici i bunar u Triblju uz potencijalno izvorište Sušik.

1.4. Sanacija ilegalnih odlagališta i Zakonski okviri

Gospodarenje otpadom uređeno je brojnim pravnim propisima i regulativama, jednako tako problematika ilegalnih odlagališta otpada, njihova sanacija i općenito djelovanje obuhvaćeni su raznim zakonskim okvirima. Ne postoji konkretan pravilnik ili zakonska regulativa po kojoj se provodi sanacija ilegalnih odlagališta otpada, ali postoje pravne smjernice uređene dokumentima po kojima se mora postupati pri odlaganju otpada. Značajnu važnost imaju Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada NN 114/15, 103/18, 56/19 i Pravilnik o odlagalištima otpada NN 4/2023 nastali na temelju Zakona o održivom gospodarenju otpadom NN94/2013, Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom NN129/97, 112/01 nastao na temelju Zakona o otpadu NN 178/2004, a što se tiče same sanacije odlagališta otpada njezina problematika je većinski obuhvaćena Fondom za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Svaka stavka procesa sanacije ilegalnih odlagališta otpada mora biti pomno popraćena i zadovoljena sa pravne strane i sa strane zaštite okoliša. Dvije najvažnije zakonske odredbe koje cjelovito pokrivaju proces gospodarenja otpadom su upravo navedeni Zakon o gospodarenju otpadom i Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

Zakonom o gospodarenju otpadom propisuju se mjere u svrhu zaštite okoliša i ljudskoga zdravlja sprječavanjem ili smanjenjem nastanka otpada, smanjenjem negativnih učinaka nastanka otpada te gospodarenja otpadom, smanjenjem ukupnih učinaka uporabe sirovina i poboljšanjem učinkovitosti uporabe sirovina te povećanjem recikliranja i ponovnog korištenja recikliranih proizvoda, što je nužno za prelazak na kružno gospodarstvo i osiguranje dugoročne konkurentnosti RH i EU (<https://www.zakon.hr/z/2848/Zakon-o-gospodarenju-otpadom>). Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost središnje je mjesto prikupljanja i ulaganja

izvanproračunskih sredstava u programe i projekte zaštite okoliša i prirode, energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije.

Sanacija ilegalnih odlagališta otpada nije definirana konkretnim zakonima ili propisima, već se temeljem stanja na pojedinim lokacijama vrednuju podaci koji se nakon većeg broja odrađenih lokacija međusobno uspoređuju te se vrši selekcija i radi se red prvenstva sanacije, počevši od najkritičnijeg područja prema najmanje kritičnom.

2. VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA U OKVIRU QGIS-a KAO ALAT ZA POMOĆ PRI PRIORETIZIRANJU PROCESA SANACIJE ILEGALNIH ODLAGALIŠTA

Osnovni zadatak praktičnog djela ovog rada je definirati redoslijed sanacije ilegalnih odlagališta otpada, a to će se provesti koristeći višekriterijsku analizu u okviru QGIS-a, korištenjem alata za efikasniju prioritizaciju. Kako bi mogli na što kvalitetniji način pristupiti praktičnom djelu i rješavanju zadataka, potrebno je biti upoznat s teorijom predmetnog zadatka.

Višekriterijska analiza se definira kao alat pri donošenju odluka za razmatranje strateških prosudbi i odgovaranje na poteškoće i prepreke. Takav alat je sačinjen od skupa sustavnih postupaka za osmišljavanje, evaluaciju i odabir alternativa odlučivanju na temelju proturječnih kriterija. Diskutabilni kriteriji tipični su za svaku procjenu opcija zasebno te neki najznačajniji od njih mogu biti trošak, sigurnost, efikasnost i dr. Ovakav tip analiziranja pojedine situacije se koristi onda kada su predmetni ulozi visoki i kada intuicijsko donošenje odluka nije zadovoljavajuće. Upravo radi toga pojedine kriterije je potrebno eksplicitno procijeniti i provesti detaljno i pravilno strukturiranje problema. Dobro strukturiranje složenih problema i razmatranje više kriterija izričito dovodi do informiranijih i boljih odluka. Ovakav tip analize koristi različite pristupe i metode, od kojih su mnogi implementirani specijaliziranim programski paketima za donošenje odluka, razvijeni su za njihovu primjenu u nizu disciplina, od politike i poslovanja do okoliša i energije, što nas i zanima. Kod provođenja višekriterijske analize obično ne postoji jedinstveno optimalno rješenje, nego se analizama dobiven rezultat u danom trenu pokazao kao optimalan u odnosu na druge rezultate. Često se tada dobiveno rješenje definira kao „najpoželjnija alternativa“ (https://en.wikipedia.org/wiki/Multiple_criteria_decision_analysis).

Višekriterijska analiza koristi se u raznim područjima i sektorima, od kojih je jedan i gospodarenje otpadom. Može se primijeniti u provedbi gospodarenja otpadom, pri njegovom zbrinjavanju, ali jednako tako može se koristiti i u procesu sanacije ilegalnih odlagališta otpada. Geografski informacijski sustavi koji se upotrebljavaju zajedno s metodama višekriterijskih analiza pokazali su se kao vrlo dobro rješenje kod problematike gospodarenja otpadom. Višekriterijskom analizom važno je odgonetnuti važnost različitih društvenih i okolišnih čimbenika u sektoru sanacije ilegalnih odlagališta otpada. GIS-VKA (Višekriterijska analiza) alternativa je tipičnoj binarnoj analizi koja pruža grublju metodologiju temeljenu na kriterijima i omogućuje detaljnije i pronicljivije donošenje odluka.

2.1. GIS kao alat za kartiranje i pomoć pri prioritizaciji sanacijskih procesa

Geografski informacijski sustav, skraćeno GIS je sustav koji stvara, upravlja, analizira i mapira sve vrste podataka. GIS povezuje podatke s kartografskim prikazom, integrirajući podatke o prostornoj lokaciji sa svim vrstama opisnih informacija. Većina podataka ima geografsku komponentu. GIS podaci uključuju slike, značajke i osnovne karte povezane s proračunskim tablicama. Najvažniji aspekt GIS-a je analiza unesenih i dobivenih podataka. Prostornom analizom dobivamo uvid u procjenu prikladnosti i sposobnosti čime dobivamo nove perspektive u uvid podataka i pri donošenju odluka. GIS sadrži brojne tehnike od kojih su najznačajnije za obradu ove teme upravo preklapanje i prostorna statistika. Kombinacijom dva odvojena skupa prostornih podataka nastoji se stvoriti rješenje u obliku izlaznog skupa vektorskih podataka. Stvaranjem ispravne strategije koristeći GIS nastojimo doći do rješenja zahtjeva. Prije razvijanja strategije treba biti upoznat s faktorima koji sudjeluju u razvitku. Važnost tih faktora potrebno je prioritarno odrediti i koristiti kompozit čimbenika pri razvoju kriterija rizika i vrijednosti (Lewin, 2017). GIS ima brojne inačice, od kojih je jedna i QGIS, programski paket koji je ujedno i besplatna aplikacija GIS-a otvorenog koda koji omogućuje korisnicima analizu i uređivanje prostornih informacija, uz sastavljanje i izvoz grafičkih karata. QGIS omogućuje svojim korisnicima vizualizaciju svojih podataka pomoću karata, grafikona i dijagrama. QGIS olakšava dijeljenje i objavljivanje geoprostornih podataka kao karata, mrežnih usluga ili ispis karata u različitim formatima datoteka kao što su shapefiles, Geo TIFFs i KML datoteke.

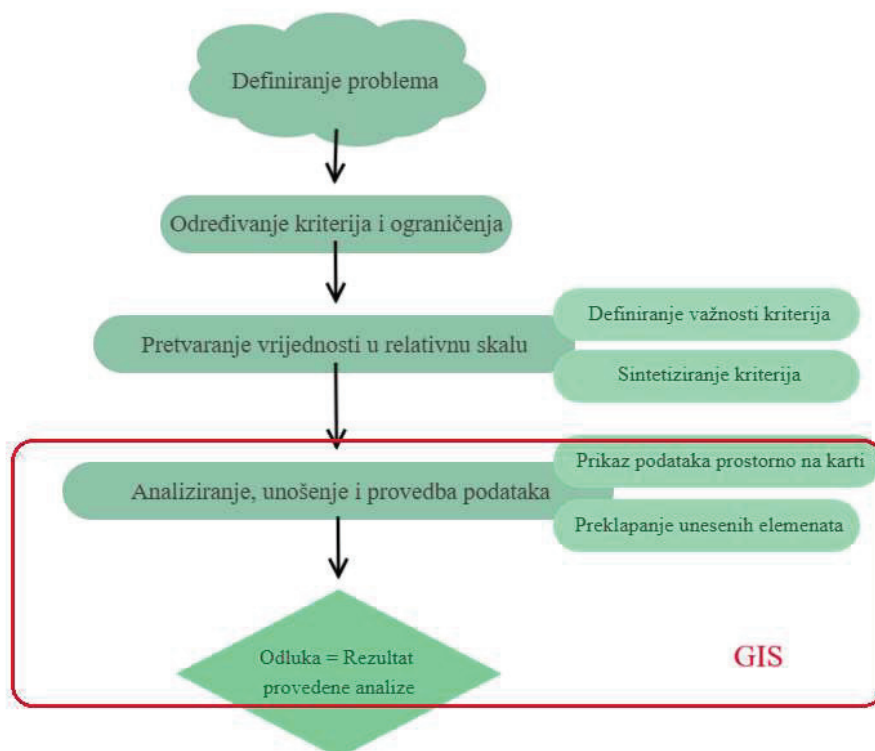
Koristeći navedeni programski paket nastojat će se na temelju prioritete činjenica donijeti odluka reda prvenstva sanacije ilegalnih odlagališta otpada. Prioriteti sanacije izvode se ovisno o štetnosti za zdravlje ljudi ili okoliša. Ilegalna odlagališta otpada mogu neposredno ili posredno djelovati na zdravlje ljudi, mogu zagađivati zrak, vodu, tlo, a najvažniji aspekt je blizina zagađenog područja i stanovništva. Kako bi došli do cilja reda prvenstva sanacije ilegalnog odlagališta otpada koristiti će se višekriterijska analiza radi optimizacije pri odlučivanju. Cilj višekriterijske analize je pronaći najpogodnije područje u skladu s postavljenim kriterijima. Višekriterijska analiza koristi se kod prevencije razine štetnosti uslijed procesa zagađenja uzrokovanih ilegalnim odlaganjem otpada, određivanjem najrizičnijih područja ovisno o tipu nepravilnosti koje djeluju na tlo, zrak ili vodu. U ovom slučaju cilj je pronaći područje najpogodnije za ilegalno odlagalište otpada i staviti ga na vrh ljestvice sanacije. Višekriterijskom analizom bi se na temelju poznavanja kriterija koji opisuju štetnost obuhvaćenih područja ilegalnih odlagališta otpada moglo uvelike pomoći pri odlučivanju oko određivanja područja koje će se prvo sanirati.

Kako bi se provela analiza potrebno je definirati kriterije koji se potom klasificiraju. Metodom klasifikacije provodi se standardizacija vrijednosti faktora. Klasifikacija se provodi kroz određeni broj klasa u rasponu od vrlo niske do vrlo visoke važnosti faktora na sanaciju ilegalnog odlagališta otpada. Osim navedenih faktora potrebno je istim tim faktorima dodijeliti pripadajuću težinu. Cijeli taj proces biti će računski i analitički prikazan koristeći QGIS.

2.2. Općenito o QGIS-u i provođenju višekriterijske analize unutar programskog paketa

Traženje optimalnog redoslijeda sanacije ilegalnih odlagališta otpada iziskuje prostornu ili geografsku optimizaciju i prikaz, a GIS je adekvatan alat za to. Geografski informacijski sustav nalazi na primjenu u različitim područjima, od računanja vremena potrebnog za obavljanje neke radnje do izdvajanja određenih dijelova geografskih podataka, preklapanja karti ili provedbu složenijih radnji poput višekriterijske analize. Problematika predmetnog zadatka je geografske prirode i upravo radi toga je povezivanje GIS-a s VKA utjecajno. Prostorni problemi obično uključuju skup izvedivih alternativa s višestrukim i nerazmjernim kriterijima ocjenjivanja. Kombinacija navedenih sustava prikazuje korištenje procesa koji transformira i kombinira geografske podatke i vrijednosne odluke pri rješavanju prostornih problema. U tu svrhu sustav radi na principu razmatranja geografskih modela podataka, prostorne dimenzije kriterija ocjenjivanja i alternativni odlučivanja pri ocjenjivanju kriterija. Kombinacija provođenja višekriterijske analize u okviru GIS-a provodi se kroz nekoliko glavnih koraka (Siobhan i sur., 2019):

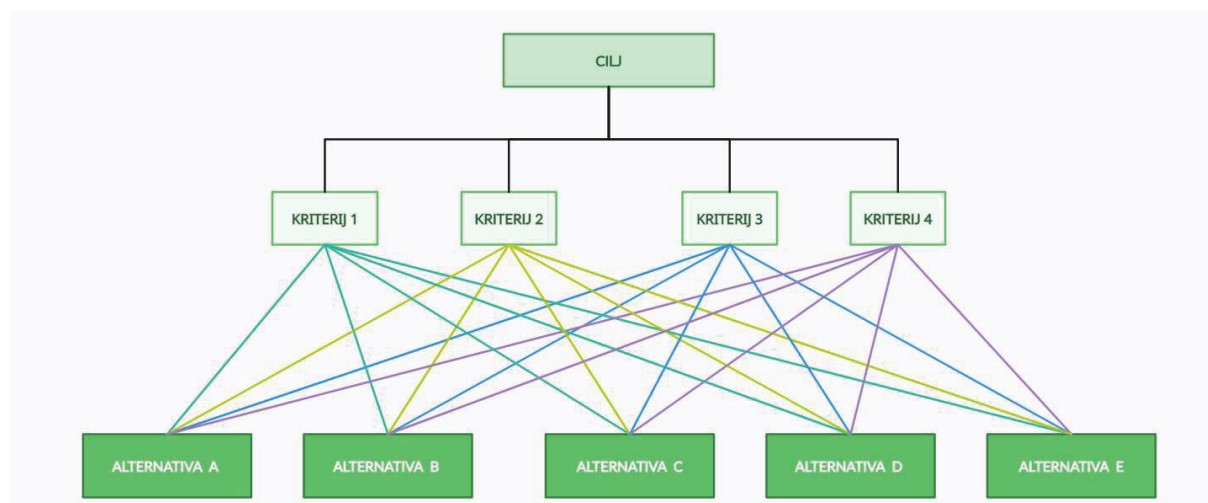
1. *Definiranje problema*; postavljanje cilja, razumijevanje i definiranje problema na što sveobuhvatniji način
2. *Određivanje kriterija i ograničenja*; korištenje kombinacije mišljenja i informacija iz različitih izvora, istraživanje literature i analize povijesnih podataka
3. *Pretvaranje vrijednosti u relativnu skalu*; dopuštanje komparacije između kriterija što omogućuje usporedbu svakog od kriterija i predstavlja prosudbe u obliku značajnih vrijednosti i brojeva
4. *Definiranje važnosti kriterija*; objektivnost, tolerancija i uvažavanje različitosti
5. *Povezivanje, kombinacija i sintetiziranje kriterija*
6. *Analiziranje i potvrda rezultata*



Graf 2; Integrirani pristup VKA i GIS alata (<https://ju-priroda.hr/zasticena-podrucja-pgz/>)

Izvor: Izradio autor rada koristeći programski paket Infogram.com

Osim bazičnog sustava i kombinacije GIS-VKA mogu se primijeniti i dodatni statistički modeli poput AHP koji obično povećava pouzdanost i čini sveukupni značaj analize kvalitetnijim. AHP je skraćenica engleskog naziva Analytical Hierarchy Process u prijevodu analitičko hijerarhijski proces višekriterijskog odlučivanja koji predstavlja metodu usporedbe u paru koja se koristi po kriterijima u pogledu cilja i predstavlja više strukturiran pristup mjerenju prikladnosti raščlanjivanjem problema na hijerarhijske kriterije. AHP metoda nudi relativno jednostavan pristup određivanju važnosti pojedinih kriterija te njihovog utjecaja na konačnu odluku. Hijerarhijska struktura metode sastavljena je od cilja na vrhu, potom se isti taj cilj grana na kriterije koji se potom raščlanjuju na alternative (Graf 3).



Graf 3; Hijerarhija problema odlučivanja AHP metode (Siobhan i sur., 2019)

Izvor: Izradio autor rada koristeći programski paket Creately.com

Nakon strukturiranja metode i grananja na kriterije i alternative slijedi usporedba u parovima elemenata na nižim razinama s elementima na višim razinama nakon čega slijedi donošenje odluke koji element para ima veću važnost za element na višoj razini. Nakon usporedbe alternativni slijedi usporedba kriterija, također u parovima u odnosu na konačni cilj. Uspoređivanjem se svakom elementu dodjeljuje vrijednost intenziteta važnosti, u cjelobrojnim vrijednostima u rasponu od 1 do 9 prema Saaty-ovoj skali vrednovanja.

Tablica 1; Ocjenjivanje putem Saaty-eve fundamentalne skale (Saaty, 1980)

Intenzitet značenja	Definicija	Objašnjenje
1	Jednakog značenja	Dva kriterija su jednakog značenja
3	Umjeren prednost	Određeni se kriterij blago favorizira u odnosu na drugi
5	Puno važnija prednost	Određeni se kriterij snažno favorizira u odnosu na drugi
7	Vrlo snažna, dokazana prednost	Kriterij se favorizira vrlo snažno, u praksi prevladava njegova dominacija
9	Potpuno važnija prednost	Favoriziranje određenog kriterija u odnosu na ostale, koje je najvećeg mogućeg stupnja afirmacije
2,4,6,8 - pomoćne ocjene		

2.2.1. Matematička pozadina AHP analize

Promatra se skup od n alternativa i svaka od njih ima važnost w_i koju treba odrediti na temelju procjene vrijednosti omjera težina alternativa $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$. Omjeri težina su rezultat subjektivne procjene. Ukoliko je rezultat omjera važnosti jednak 1, znači da su alternative jednako važne, ukoliko je veći od jedan znači da vodeća alternativa u brojniku ima veću važnost u odnosu na alternativu u brojniku, te ukoliko je vrijednost manja od 1 znači da je alternativa u nazivniku

veće važnosti u odnosu na onu u brojniku. Tako dodijeljeni omjeri čine matricu A relativnih važnosti:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

Određivanje težinskih koeficijenata w_i se svodi na rješavanje jednadžbe; $Aw = \lambda w$, $\lambda \neq 0$

gdje je λ svojstvena vrijednost, a w svojstveni vektor matrice A. Najveća vlastita vrijednost recipročne matrice n-tog reda je $\lambda_{max} \geq n$. Kad bi matrica u cijelosti bila konzistentna, vrijedilo bi $\lambda_{max} = n$.

Težine w_i mogu se odrediti rješavanjem sustava jednadžbi:

$$(A - \lambda_{max}I)w = 0, \sum_i w_i = 1$$

Da bi postupak bio konzistentan izračunava se omjer konzistencije CR (eng. Consistency Ratio)

$$\text{koji mora iznositi } \leq 0,1: CR = \frac{CI}{RI}$$

Gdje CI označava indeks konzistencije (eng. Consistency Index), a RI označava slučajni indeks konzistencije (eng. Random Consistency Index).

$$CI \text{ indeks se dobiva izrazom: } CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

RI indeks zadan je tablično;

Tablica 2; Slučajni indeks konzistencije (Saaty, 1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4	1,45	1,49

3. ILEGALNA ODLAGALIŠTA NA PODRUČJU VINODOLSKE OPĆINE

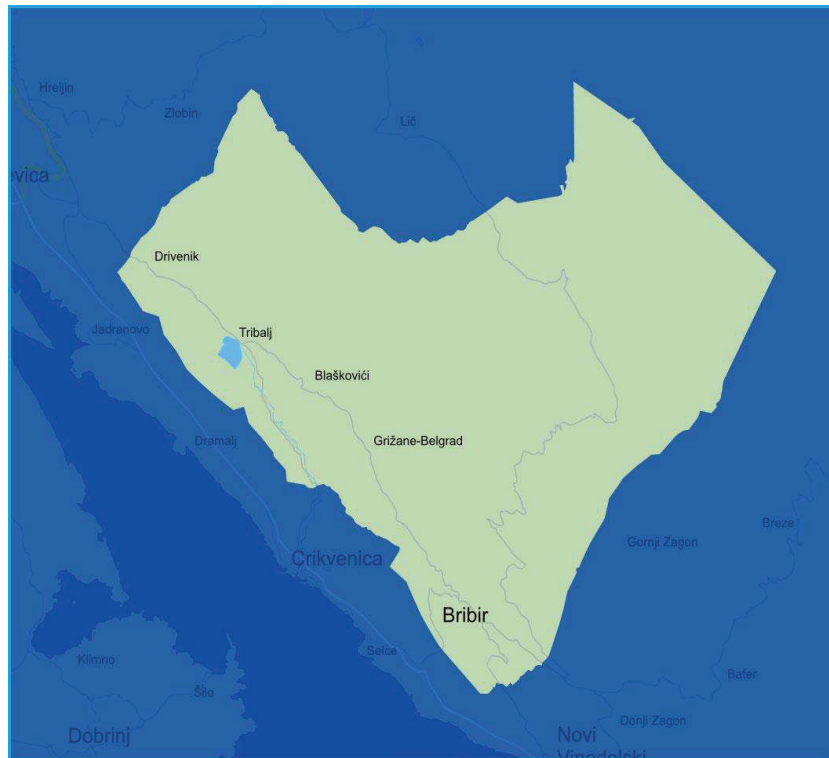
Nastajanje ilegalnih odlagališta otpada proizlazi od različitih čimbenika, kao što je već navedeno, a veliki faktor imaju osviještenost, informiranje i edukacija građana. Prosječna starosna dob u Vinodolskoj općini prema Državnom zavodu za statistiku iznosi 47,8 godina, s tim da od ukupnog broja od 3226 stanovnika, čak njih 1167 čini populaciju stariju od 60 godina, što iznosi više od trećine stanovništva. (<https://dzs.gov.hr/vijesti/objavljeni-konacni-rezultati-popisa-2021/1270>) Problematika kod građanstva starije dobi nastaje u ustaljenim navikama gospodarenja otpadom, a jednako s time raste i problem prilagodbe na nove režime odvajanja i gospodarenja otpadom. Vinodolska općina je općenito osjetljiva radi svoje posebne geologije, pokrova i brojnih vodotoka tako da joj stvaranje ilegalnih odlagališta više šteti u usporedbi s nekim manje osjetljivim područjima. Osim stalnog stanovništva koje stvara otpad, turistička sezona i mnoštvo noćenja uvelike pripomažu pri stvaranju otpada. Tako nastaje mogući problem i kod nekolicine sezonskih iznajmljivača koji radi dodatnih troškova zbog veličine ili količine spremnika za otpad nalaze alternativu u ilegalnom odlaganju otpada na mjestima koja za to nisu namijenjena. Lokalna samouprava osigurava odgovarajuće društvo koje je zaduženo za gospodarenje otpadom te se svakim potezom nastoji izvršiti napredak u komunalnom standardu.

3.1. Općenito o Vinodolskoj općini

Vinodolska općina je općina koja je zemljopisno smještena u području Kvarnera, središnjem dijelu sjevernog Hrvatskog primorja te pripada Primorsko-goranskoj županiji. Vinodolska općina je jedinica lokalne samouprave koja obuhvaća četiri naselja: Drivenik, Tribalj, Grižane-Belgrad i Bribir u Vinodolskoj dolini. Bribir je najveće naselje Vinodolske općine smješteno u unutrašnjosti Vinodolske doline, na udaljenosti 6 kilometara od mora, te je ujedno i administrativno, kulturno i gospodarsko središte Vinodolske doline s brojem od 1480 stanovnika (preuzeto iz popisa stanovništva na temelju 2021.godine). Prema popisu stanovništva iz 2021. godine, 1480 stanovnika naselja Bribira čini gotovo polovicu ukupnog broja stanovništva Vinodolske općine koja broji sveukupno 3226 stanovnika na sveukupnom području od 152 km², prikaz slika 6. Vinodolska dolina je radi svoje geografske smještenosti i geološke građe važna za prikupljanje podataka o Vinodolskoj općini. Vinodolska dolina, smještena u zaleđu Crikvenice, prostire se od Bakarskog zaljeva na sjeverozapadu do Novog Vinodolskog na jugoistoku. Nepravilnog eliptičnog oblika dužine 23 km i širine od 4 km

Vinodolska dolina ukupno tvori područje površine približnog iznosa od 92 km². Pokrov zemljišta na području Vinodolske doline i općenito Vinodolske općine sačinjen je od pretežito zelenih površina. Prevladavajuća vegetacija su livade uz gustu i nisku bjelogoričnu šumu. Porastom nagiba terena postupno se mijenja i vegetacija pa se potom mjestimično pojavljuje i crnogorična šuma. Osim navedenog sa porastom strmine vegetacije vegetacija oskudijeva, pa prevladavaju područja niskom raslinja i padina s vrlo oskudnom ili ne postojećom vegetacijom. Geološka građa područja Vinodolske doline je relativno kompleksna s obzirom da je svojim dijelom sastavni dio veće morfološke cjeline koju osim te doline, tvore dolina Rječine, dolina Sušačke drage i depresija Bakarskog zaljeva. Središnjim dijelom Vinodolske doline protječe rijeka Dubračina s brojim pritocima. Dubračina je glavni vodotok kojim otječu vode središnjeg dijela Vinodolske doline te je ujedno najveći i najznačajniji, a u more se ulijeva u Crikvenici. Značajan utjecaj na sam vodotok sa hidrološkog stajališta ima hidrogenski sustav Vinodol s maksimalnim kapacitetom od 16,7 m³/s. Taj sustav obuhvaća gorskokotarske vodotoke Ličanku, Lokvarku, Križ potok, Potkoš, Benakovac i Potok pod grobljem. Ukupna površina sliva ovog sustava iznosi oko 80,8 km², a cijela se površina nalazi na nadmorskoj visini od 700 do 1100 m. Izmjerene količine srednjih godišnjih oborina na tom području se kreću između 1400-4000 mm s prosječnim godišnjim protokom iznosa 4,21 m³/s (Rubinić i Ožanić, 2010). Sa zapadne strane doline nalazi se obalno područje tako da u tom smjeru nadmorska visina opada, a sa sjeveroistočne strane dolina je oštro odvojena strmim padinama, čiji vrhovi mjestimice premašuju nadmorsku visinu od 700 m. Nadmorska visina promatrana na području cjelokupne Vinodolske općine kreće se od otprilike 200 m.n.m sa zapadne strane prema obalnom pravcu, a rasprostranjenost prema kopnenoj unutrašnjosti doseže vrhove i oko 1400 m.n.m. te graniči s planinskim lancem Velika Kapela (Grimani i sur., 1973). Nadmorska visina odražava se i na razliku klimatskih uvjeta s obzirom na blizinu s obalom na jugozapadnoj strani i na blizinu planinskog predjela sa sjeveroistočne strane. Na temelju podataka provedenih analiza dobivenih sa strane od Državnog hidrometeorološkog zavoda mogu se optimalno izvući podaci o značajkama i količinama oborinama i temperaturama zraka promatranog područja. Referentno područje predstavlja grad Crikvenica u kojem se nalazi klimatološka i oborinska postaja s izmjerenom ukupnom godišnjom količinom oborina u iznosu od 1.266,00 mm za 2022.godinu, a prosječna temperatura zraka za prethodnu godinu iznosila je 16°C (https://meteo.hr/klima.php?section=klima_podaci¶m=k2_1&Godina=2013). Osim navedenih činjenica važna informacija o Vinodolskoj općini odnosi se i na njene prirodne vrijednosti. Na području Vinodolske općine nema područja zaštićenih temeljem Zakona o zaštiti

prirode niti evidentiranih područja odnosno područja predviđenih za zaštitu temeljem Zakona o zaštiti prirode. Postoje mjesta u kategoriji posebnih rezervata i u kategoriji zaštićenog krajobraza, između kojih je i Vinodolska dolina, međutim to se trenutno, prema izvorima prostornog plana uređenja Vinodolske općine, vodi kao prijedlog procesa (<https://vinodol.hr/wp-content/uploads/2022/03/ODREDBE.pdf>).



Slika 6: Područje Vinodolske općine prikazano na karti (foto autor)

Izvor: Mrežne stranice Prigoda.hr

3.2. Razvoj gospodarenja otpadom u Vinodolskoj općini

Gospodarenje otpadom na području općine uvelike ovisi o površini općine, prethodno navedenog iznosa od 152 km², a na tom području po aktualnom popisu stanovništva iz 2021.godine prebiva 3226 stanovnika. Prosječna gustoća naseljenosti Vinodolske općine iznosi 21,22 stanovnika po km² što je značajno manje od prosječne gustoće naseljenosti Republike Hrvatske koja iznosi 71,5 stanovnika/km². Navedeni iznosi su ključni za problematiku gospodarenja otpadom zbog opsega količina otpada i razvojnih procesa gospodarenjem otpadom. Prema podacima dobivenih od strane Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja, ukupne količine otpada koje se u Hrvatskoj kontinuirano povećavaju, u 2020.godini iznosile su 1,5 tona po stanovniku i time računica godišnje količine otpada na području Vinodolske općine iznosi nešto manje od 5000 tona. Porast broja stanovnika uzrokuje povećanje količina otpada

te sukladno tome mora biti praćen i razvoj gospodarenja otpadom. Pravilan tijek razvoja gospodarenja otpadom zadatak je jedinice lokalne samouprave koja se obvezuje na ispravan način zbrinjavati otpad.

Jedinica lokalne samouprave mora na svom području osigurati javnu uslugu prikupljanja miješanog komunalnog otpada i biorazgradivog komunalnog otpada, odvojeno prikupljanje otpadnog metala, plastike, papira, tekstila te glomaznog komunalnog otpada, sprječavanje odbacivanja otpada na način suprotan propisanim Zakonikom te uklanjanje tako odbačenog otpada, provedbu plana, donošenje i provedbu plana gospodarenja otpadom jedinice lokalne samouprave, provođenje izobrazbo-informativne aktivnosti na svom području i mogućnost provedbe akcija prikupljanja otpada. Promatrana jedinica lokalne samouprave je Vinodolska općina koja svakih 5 godina donosi odluku o namjeri davanja koncesije za obavljanje javne usluge prikupljanja, odvoza i zbrinjavanja mješovitog komunalnog i reciklabilnog otpada i usluge povezane s tom uslugom na području Vinodolske općine. Od 2022.godine EKO-MURVICA d.o.o. je davatelj javne usluge i davatelj usluga povezanih s javnom uslugom za područje Vinodolske općine, a u razdoblju 2018.-2022.godine za sustav gospodarenja otpadom bilo je zaduženo Komunalno društvo IVANJ d.o.o.. Na području Vinodolske općine EKO MURVICA d.o.o. prikuplja miješani komunalni otpad, te putem reciklažnog dvorišta ostale vrste otpada (<http://www.sn.pgz.hr/default.asp?Link=odluke&id=37371>).

Prema podacima iz 2018.godine doznaje se kako se na području Vinodolske općine nalazilo u tom periodu 11 lokacija zelenih otoka i svaka je lokacija sadržavala četiri spremnika korisnih kategorija otpada (papir i karton, staklo, plastika i metal). U istoj toj godini Općina je planirala i izgradnju reciklažnog dvorišta za građevni otpad te sortirnicu i to najkasnije do 2020.godine. U listopadu 2019.godine započelo se s izgradnjom reciklažnog dvorišta na lokaciji Podbadanj, na cesti Crikvenica-Grižane, a reciklažno dvorište pušteno je u rad u rujnu 2020. Reciklažno dvorište se nalazi unutar ograđenog platoa površine velike oko 600 m², te uz kontejnere gdje se otpad sortira i prikuplja sadrži prostor za manipulaciju vozila za transport kontejnera te montažni objekt. Osim navedenih vrsta zbrinjavanja otpada, od 01.01.2023.godine, odvoz miješanog komunalnog otpada je organiziran na način da su korisnici usluge dužni odlagati otpad u dodijeljene posude za otpad. Pražnjenje posuda vrši se prema kalendaru odvoza za pojedino područje (<http://www.sn.pgz.hr/default.asp?Link=odluke&id=37371>).

3.3. Problem ilegalnih odlagališta otpada na području Vinodolske općine

Kao što je već navedeno problematika ilegalnih odlagališta otpada zastupljena je na cjelokupnom području RH, na nekim mjestima predstavlja veću ugrozu na okoliš i zdravlje ljudi, a na nekima manju. Područje Vinodolske općine spada u kategoriju većih ugroza koja nastaju pod djelovanjem ilegalnih odlagališta otpada, a važno je ustanoviti zašto je to tako.

U poglavlju 3.1. detaljno je opisano područje Vinodolske općine, a pod tim opisom posebnu pozornost treba obratiti na dio koji se tiče geomorfologije terena i vodnih područja. Cjelokupno se obuhvaća područje Vinodolske općine, međutim fokus je na Vinodolskoj dolini. Vinodolska dolina je krajnji jugoistočni dio veće morfološke cjeline koju osim same doline, tvore još i dolina Rječine, dolina Sušačke drage i depresija Bakarskog zaljeva. Područje Vinodolske općine prekriveno je naslagama fliša, a fliš je okarakteriziran kao vodonepropusni materijal tla te samim time dovodi do povećanja mogućnosti pojave erozije tla i nastanka klizišta. U svim područjima takav litološki proces je manje ili više izložen djelovanju erozivnih procesa, međutim, u slivu Slanog potoka erozija fliša je prekomjerna te dovodi do potpune degradacije okoliša dok su isti procesi zabilježeni i diljem cijelog promatranog područja. Zbog spomenute kompleksne geološke građe, na području Vinodolske doline formirao se glavni vodotok Dubračina sa svojim brojnim pritokama. Sliv Dubračine je svojom neposrednom površinom i vodnom bilancom najveći i najznačajniji vodotok. Neophodno je napomenuti kako se u slivu Slanog potoka, bujičnog vodotoka, koji je lijeva pritoka rijeke Dubračine nalazi i najveća aktivna erozijska baza u Hrvatskoj s površinom većom od 2 km² (Ružić i sur., 2011).

Osim konkretne serije sedimenata, fliša, važno je napomenuti kako se u takvom tlu u kombinaciji s vodom stvaraju i močvarna područja, konkretno u području sliva profila izvora Dubračine. U takvom zamočvarenom području nailazi se na problematiku otjecanja radi velikih retencijskih kapaciteta (Ružić i sur., 2011). Uza sve navedeno, može se zaključiti kako je područje Vinodolske doline radi svojih prirodnih karakteristika veoma ugroženo, te kada se na takvom području dodatno stvaraju odlagališta otpada dolazi do dodatnih rizika koji utječu na sigurnost i zdravlje naseljenih područja i ljudi. Zbog neodgovorno i ilegalno odbačenog otpada dolazi do onečišćenja tla i voda, a tako onečišćeno tlo i voda direktno i indirektno oštećuju zdravlje djelovanjem na različite organe. Tlo i voda mogu biti zagađeni raznim metalima koji uzrokuju rak, poremećaje u mozgu, oboljenja želuca i smrt, osim metala tlo i voda mogu biti zagađeni raznim kemijskim spojevima koji su opasni po zdravlje, a povrh svega nezanemarivo je i postojanje i razvijanje raznih bakterija i parazita.

Nalaženje i rješavanje problematike ilegalnih odlagališta otpada temelji se na dobrom istraživanju i prikupljanju svih potrebnih i korisnih informacija vezanih za promatrano područje. Osim prethodno navedenih podataka o području potrebno je sabrati i informacije o konkretnim ilegalnim odlagalištima predmetnog područja. Informacije dostupne na internetskim izvorima često ne prikazuju točno stanje na terenu stoga je radi prikupljanja kvalitetnijih podataka bolje obići kritična mjesta, a to je u sklopu pisanja ovog rada i učinjeno. Internetski izvori koji daju informacije o ilegalnim odlagalištima otpada nailaze na jednu manu, a to je ažurnost koja utječe na pouzdanost podataka. Ilegalna odlagališta otpada nastaju na dnevnoj bazi i ponekad ih je teško pratiti i evidentirati radi eksponencijalne brzine nastajanja. Na području Hrvatske postoji sustav koji prati i evidentira lokacije na kojima je nastalo nezakonito odlaganje otpadnog materijala. Radi se o sustavu ELOO, koji znači evidencija lokacija odbačenog otpada, a izradilo ga je i vodi Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja.

3.3.1. Sustav ELOO

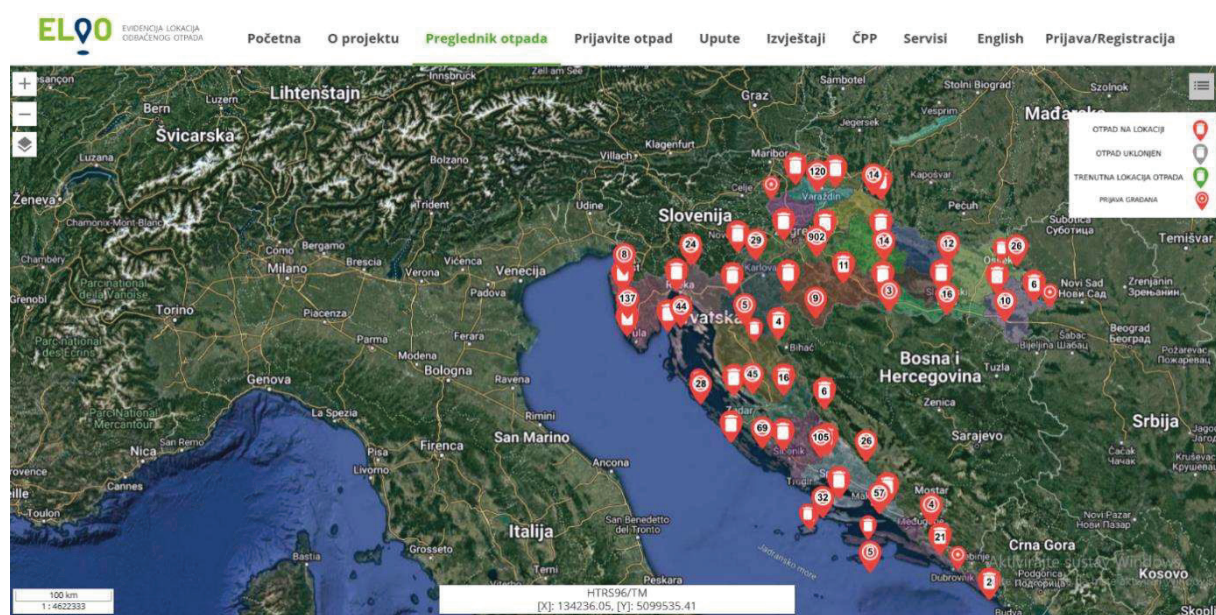
Sustav ELOO je dostupan široj javnosti, a osnovni ciljevi su: lokalnim samoupravama i njihovim komunalnim redarima omogućiti ispunjavanje propisanih obveza vođenja evidencije o lokacijama odbačenog otpada, građanima omogućiti prijavu odbačenog otpada, zadovoljiti potrebu informiranja javnosti, a ponajviše čišći i zdraviji okoliš. Unutar sustava postoji pet modula. Modul za javnost i građane, za komunalnog redara, za djelatnike nadležnih upravnih tijela Županija, modul za državni inspektorat i modul za administratora. Osim grupacije po modulima, postoji i grupacija pregleda prijave koje mogu biti od strane javnosti, ostale prijave, stornirane prijave i otpad u podzemlju. Pregled detalja prijave sastoji se od karte, osnovnih podataka, proširenih podataka, fotografija i rješenja (<https://eloo.haop.hr/public/o-projektu>).

Sustav ELOO radi na principu prijava građana o lokacijama odbačenog otpada te nakon detaljnih provjera komunalni redari unose podatke koji su vidljivi u sustavu. Sukladno članku 137. stavku 3. Zakona o održivom gospodarenju otpada (NN 94/13, 73/17, 14/19) kojim je definiran sadržaj i način vođenja informacijskog sustava gospodarenja otpadom, sastavna komponenta informacijskog sustava je aplikacija za evidenciju podataka o lokacijama odbačenog otpada. Provedba obveza vezano za uklanjanje odbačenog otpada propisana je člankom 36. Zakona o održivom gospodarenju otpada (NN 94/13, 73/17, 14/19), a nalaže se provedba mjera za sprječavanje nepropisnog odbacivanja otpada te mjera za uklanjanje otpada odbačenog u okoliš što uključuje i uklanjanje naplavljenog morskog otpada. Navedene mjere uključuju uspostavu sustava zaprimanja obavijesti o nepropisno odbačenom otpadu i sustava

evidentiranja lokacija odbačenog otpada, evidentiranja godišnjih nadzora te drugih mjera vezanih za navedene lokacije. Podatke o lokaciji odbačenog otpada komunalni redar određuje u rješenju iz stavka 3. članka 36. Prema stavku 8. članka 36. jedinica lokalne samouprave dužna je podatke utvrđene rješenjem iz stavka 3. ovoga članka mjesečno unositi u mrežnu aplikaciju sustava evidentiranja lokacija odbačenog otpada. Informacijski sustav ELOO omogućuje izvršenje obaveza propisanih člankom 36. Zakona o održivom gospodarenju otpadom (<https://eloo.haop.hr/public/o-projektu>).

Ovakvim sustavom se postižu važne zadaće od kojih su omogućavanje izvršenja propisanih obaveza i prostorna i alfanumerička analiza podataka i izrada izvještaja jedni od važnijih.

Pregled podataka dobivenih iz sustava Evidencija lokacija odbačenog otpada izrađuje se na godišnjoj razini te sadrži osnovne informacije o zakonskoj osnovi, radu aplikacije i statističkim podacima. Podaci su prikazani na konkretnoj karti i opisani u godišnjem izvješću. Karta je sačinjena od digitalnog orto snimka prikaza RH te sadrži legendu sa svim objašnjenjima i oznakama koje se nalaze na karti, prikaz na slici 7.



Slika 7; Označena područja ilegalno odbačenog otpada na karti (<https://eloo.haop.hr/public/o-projektu>)

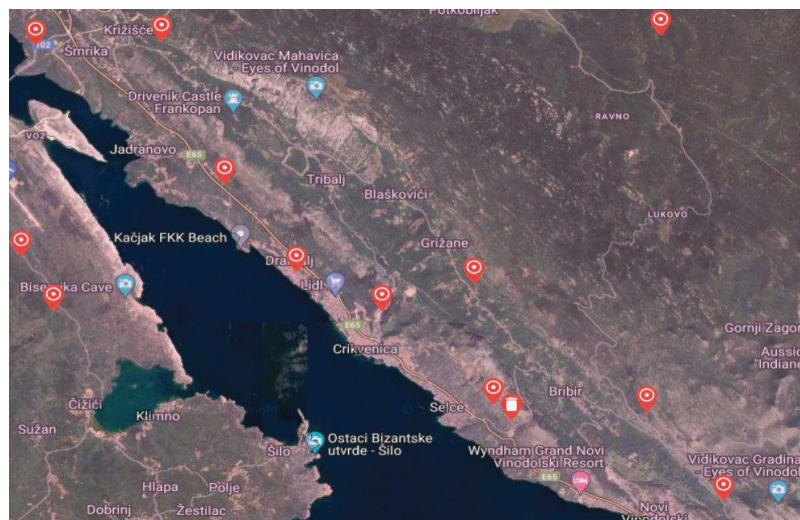
Izvor: Mrežne stranice sustava ELOO

Područja prikazana na slici pokazuju trenutno stanje ilegalnih odlagališta otpada, koje je sastavljeno na temelju dojava građana tako da to nije prikaz stvarne situacije, već približnog stanja. Svi podaci za 2022.godinu zabilježeni su u izvještaju koji je objavljen 12.05.2022. godine. U izvještaju se podaci obrađuju za područje županija, te je prošle godine ukupan broj prijava za Primorsko-goransku županiju iznosio 132 što je iznosilo 1,5% od ukupnog broja

prijava na području Hrvatske, primjera radi, iste te godine Grad Zagreb imao je 6570 prijava što iznosi 77% ukupnog broja prijava.

Komunalni redari nakon obilaska prijavljenih lokacija i nakon verifikacije da se na istima nalazi otpad procijenili su kako se području RH s 2022.godinom nalazilo 14.300 tona otpada. Najzastupljenija vrsta otpada na koje se odnose prijave su miješani komunalni, glomazni i građevni otpad, koji otprilike čini 6.110,9 t od ukupno 14.300 tona otpada. Od ostalih vrsta navedene su male količine otpadnih vozila, zemlje i kamenja, biorazgradivog otpada i ostalog. Površinski gledano procijenjeno je kako otprilike 334.215 m² teritorija RH zauzimaju lokacije odbačenog otpada što iznosi 0,6% ukupne površine RH (Kušević, 2022).

Konkretno područje Vinodolske općine i doline trenutno u sustavu ima zabilježeno manje od 10 lokacija ilegalno odbačenog otpada te se može zaključiti kako ta informacija nije u potpunosti mjerodavna, a to se potvrdilo odlaskom na teren. Razlike su vidljive usporedbom slike 8. i slike 9.



Slika 8; Ilegalna odlagališta otpada na području Vinodolske općine prikazana na karti u ELOO sustavu (<https://eloo.haop.hr/public/o-projektu>)

Izvor: Mrežne stranice sustava ELOO

2022. godine za područje Primorsko-goranske županije komunalni redari su preuzeli u obradu 50,8% svih prijavljenih lokacija odbačenog otpada te je na njih 65 zatečen otpad na lokaciji, a dvije su se pokazale kao neaktivne lokacije (Kušević, 2022).

Odlaskom na teren i uvidom u trenutno i stvarno stanje zatečene su dodatne lokacije ilegalnog odlaganja otpada, a te informacije su detaljno obrađene u slijedećoj cjelini.

4. PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA ZATEČENOG STANJA

Ovim radom nastoje se dobiti optimalni rezultati provedbe sanacije ilegalnih odlagališta otpada. Kako bi rezultati bili što točniji i idealniji potrebno je kvalitetno prikupljanje i unošenje podataka potrebnih za provedbu analiza. Elementi ilegalnih odlagališta otpada koji su neizbježni pri provedbi analiza u sklopu rada prikupljeni su odlaskom na teren, a klasifikacija otpada provedena je korištenjem kataloškog obrasca o otpadu.

4.1. Prikupljanje podataka te analiza postojećih ilegalnih odlagališta

Kao što je već napomenuto obrađivanje podataka o ilegalnim odlagalištima otpada provodi se na način da se prikupe potrebne informacije i izvori koje je naknadno potrebno provjeriti i evidentirati. Kako bi uopće mogli procijeniti kolika je štetnost ili ugroza pojedinog ilegalnog odlagališta otpada trebamo biti kvalitetno upućeni u područje koje se proučava. Pod time se misli na kompletno područje Vinodolske općine. U prethodnoj cjelini navedene su i objašnjene činjenice radi kojih se Vinodolska općina smatra ranjivim područjem te su spomenuti Slani potok i rijeka Dubračina sa svim svojim mnogobrojnim pritokama. Navedena područja predstavljaju kritični teren te svaki prirodni ili umjetni utjecaj na njih predstavlja određeni rizik.

Sliv Slanog potoka je površine oko 2 km², te se rasprostire od 50 do 700 m.n.m. Pojave u tom području predstavljaju brojna lokalna klizišta koja su nastala kao posljedica trošenja matičnih stijena flišnoga kompleksa i pretvaranja stijene u inženjersko tlo. Retencije su gotovo u potpunosti ispunjene nanosom i uglavnom muljem. Flišni kompleks u slivu Slanog potoka sastavljen je od siltita i siltnih lapora s rijetkim proslojcima pješčenjaka (Ružić i sur., 2011).

Osim Slanog potoka kritično područje pod utjecajem nezbrinutog otpada ima i Dubračina, zbog svojih brojnih pritoka i naposljetku ulijevanja u Jadransko more. Dubračina je rijeka u Vinodolu i duga je 12 km, izvire kraj sela Maloga Dola, na 190 m visine, a u Jadransko more se ulijeva u blizini Crikvenice. Svojim tokom prolazi kroz akumulacijsko Tribaljsko jezero koje je izgrađeno za potrebe HE Vinodol. Korito Dubračine je uz Suhu Ričinu Novaljsku najniža kota Vinodolske doline. Površina Sliva istraživanog profila na izvoru Dubračine je 0,9 km², od čega je 0,43 km² na flišnoj podlozi. U zoni kontakta fliša i krša nalaze se izvor Dubračine i izvor Sitnik koji čine glavninu vodne bilance. Na izvoru Dubračine determinirano je zamočvareno područje (Ružić i sur., 2011).

3.4.1. Uvodno o načinu provođenja evidencije i mjerenja

Inicijalni korak pri procesu analize ilegalnih odlagališta otpada bio je utvrditi lokacije istih. Osim uvida u internetske izvore, koji nisu pretjerano mjerodavni, informacije o ilegalnim odlagalištima otpada dobivene su od strane nadležnih tijela Vinodolske općine. Nakon prikupljenih podataka i informacija iste je trebalo provjeriti, a to se izvršilo s odlaskom na teren. Na području Vinodolske općine u svibnju 2023.godine izdvojeno je sedam značajnijih aktualnih lokacija odlagališta otpada koje se rasprostiru od Drivenika na sjeveru prema Bribiru na jugu.

Svi prikupljeni podaci s točnim koordinatama lokacija zbirno su pohranjeni u jednom dokumentu, koji je ujedno bio i jedini potrebiti materijal za odlazak na svaku pojedinu lokaciju. Općenito se većina odlagališta otpada nalazi na teže dostupnim mjestima, uključujući uske puteve, stjenovite površine tako da je i obuća i odjeća morala biti prikladna takvim uvjetima. Osim materijala koji služe za pronalaženje lokacija na teren se nosila i mjerna oprema koja je obuhvaćala metar za mjerenje dimenzija pojedinih odlagališnih hrpa i fotoaparat kojim se evidentiralo zatečeno stanje na terenu. Dokument s rasporedom lokacija odlagališta otpada bio je koncipiran na način da su se lokacije obilazile od sjevera prema jugu Vinodolske općine. Proces obilaska lokacija bio je za svako odlagalište isti, a počinjao je s vizualnim utvrđivanjem i pregledom područja. Nakon utvrđivanja cjelokupnog odlagališta otpada i njegove veličine isto je bilo potrebno definirati. Kako bi se jednostavnije vodile bilješke tokom obilaska terena prvo se napravila skica područja i podjela odlagališnih hrpa, ukoliko se radilo o većem odlagalištu otpada. Svakoj hrpi dodijeljena je oznaka s obzirom na to da nije bio slučaj da je svaka hrpa imala jednaku vrstu otpadnog materijala te je na taj način bilo jednostavnije voditi evidenciju. Svako odlagališno mjesto i svaka hrpa bili su detaljno opisani s vrstom materijala koja ih čini. Nakon što je ustanovljen broj otpadnih hrpi iste je trebalo izmjeriti kako bi se dobilo približno stanje o njihovoj veličini, odnosno volumenu otpadnog materijala. S obzirom na to da su otpadne hrpe nepravilnog oblika nastojalo se izmjeriti dvije najveće poprečne duljine, koje ujedno predstavljaju širinu i duljinu te samu visinu hrpe. Kod definiranja proračuna volumena odlagališta otpada hrpe su bile promatrane u obliku stošca jer je takav oblik davao najmjerodavnije rezultate. Nakon izmjerenih veličina iste su bile zabilježene, a kompletni izgled hrpi bio je evidentiran i pomoću fotoaparata. Osim konkretnih područja odlagališta otpada evidentirani su i pristupni putevi te detaljna objašnjenja svake lokacije.

4.2. Ulazni podaci u program

Određivanje važnosti i prioriteta sanacije ilegalno nastalog odlagališta otpada potrebno je prikazati u QGIS programski paketu na način da se prije implementacije ulaznih podataka i obrade istih, svi ti podaci formiraju prema službenim zakonima i pravilnicima. Prvenstveno treba izdvojiti i naglasiti informacije koje su korisne za provedbu analize te ih onda na adekvatan način uz pomoć ispravnih alata ubaciti u program i ispravno prikazati. Već je napomenuto u samom nazivu kako se za provedbu višekriterijske analize moraju definirati kriteriji kako bi analiza bila korisna, a isti ti kriteriji moraju se moć i prikazati u datom programu. Neke od podataka nije moguće prostorno prikazati, ali većinu kriterija je vrlo jednostavno obraditi i prikazati koristeći razne alate. Lokacijske podatke moguće je prikazati koristeći Open Street Map (OSM) koji je koristan za prikazivanje podataka o prometnicama, digitalna orto snimka (DOF) koristi se za prikazivanje naseljenih područja i vodotoka, Corine Land Cover (Copernicus Land Monitoring Service) pogodan je za namjenu zemljišta i određivanje pokrova. Osim lokacijskih informacija koji se odnose na namjenu zemljišta, reljefne karakteristike, blizinu naselja, vodotoka i prometnica, od jednake su važnosti i specifikacije otpada, poput vrste otpada, stupnja opasnosti i zahvaćenog volumena ilegalno odloženog otpada. Takve informacije nije moguće implementirati i prostorno prikazati u programu QGIS-a te će ti podaci biti tablično prikazani koristeći neke druge alate.

4.3. Određivanje elemenata višekriterijske analize

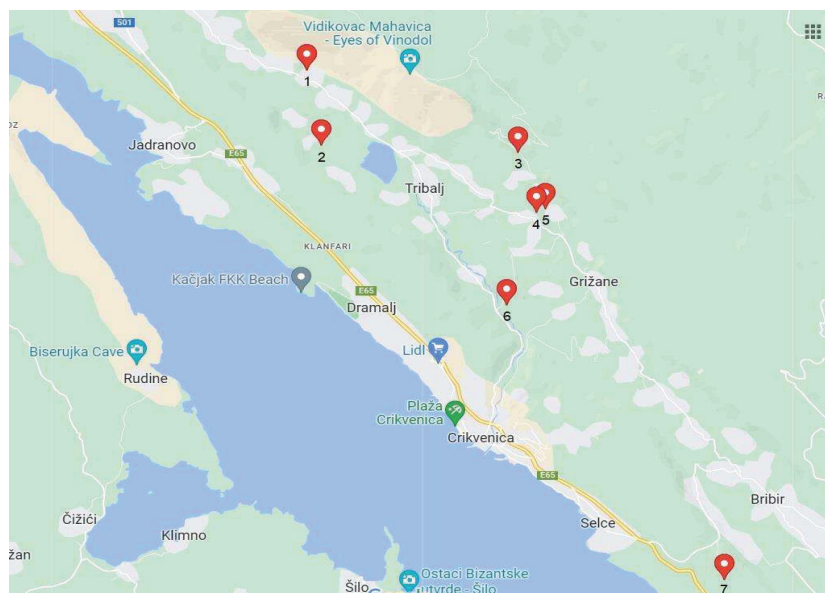
Kartiranje ilegalnih odlagališta otpada provedeno je na području Vinodolske općine, te je ukupno izdvojeno sedam značajnijih lokacija ilegalno odloženog otpada. Elemente potrebne za provedbu višekriterijske analize moguće je prikupiti i opisati koristeći dva pristupa, terenskim uviđajem i internetskim izvorima. Terenskim uviđajem prikupljeni su podaci koji se odnose na vrstu otpada i volumensku zapremninu otpada, također je prikupljena foto-dokumentacija popraćena opservacijama zatečenim na licu mjesta. Terenski uviđaj je subjektivniji u odnosu na specifikacije otpada koje su zabilježene prateći katalog otpada koji je propisan Pravilnikom od strane Ministarstva zaštite okoliša i prirode. Koristeći oba pristupa nastoji se dati što jasniju sliku o zatečenom stanju svakog odlagališta otpada sa što točnijim podacima za implementaciju u program i daljnju analizu.

4.3.1. Određivanje elemenata ilegalnog odlagališta otpada na temelju terenskog uviđaja

Dolaskom na svaku od lokacija prikupljeni su podaci koji se odnose na lokacijsku smještenost, volumnu zapremninu odbačenog otpada i vrstu otpada, sve je popraćeno foto dokumentacijom,

izrdom skice promatranog područja i zapisom napomena ukoliko ih je bilo. Ukoliko je na promatranj lokaciji zatečeno više hrpi ilegalno odloženog otpada koristio se tablični prikaz za jednostavniji prikaz i selekciju podataka, te je svakoj hrpi dodijeljen redni broj i pripadajući podaci. Ukoliko je na lokaciji zatečeno jedno veliko odlagalište otpada, koje čini jedinstvenu hrpu, sve potrebne informacije date su u opisu lokacije, bez tabličnog prikaza. Svaka lokacija numerirana je s obzirom na lokacijsku smještenost, odnosno na redosljed obilaženja. Lokacijska smještenost ilegalnih odlagališta otpada s pripadajućom numeracijom prikazana je na slici 1.

Detaljan opis provedbe evidencije i mjerenja ilegalno nastalih odlagališta sažet je u cjelini pod brojem 3.4.1. Ovakav tip provedbe i analize podataka nije u potpunosti točan s obzirom da se radi o subjektivnoj procjeni nastaloj na temelju fotografija. Svaka vrijednost zatečena na lokaciji može varirati i odstupanja se trebaju uzeti u obzir.



Slika 9; Lokacije ilegalnih odlagališta otpada s pripadajućom numeracijom (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći Google maps

LOKACIJA 1

Ilegalno odlagalište otpada nalazi se s gornje strane centra Drivenika i zabilježeno je koordinatama 45.242433° N, 14.650267° E. Do područja ilegalnog odlagališta otpada vodi nesvrstani puteljak okružen zelenilom, djelomično asfaltiran širine osobnog vozila, koji se veže na glavnu prometnicu s donje strane. Put također ima i pristupnu rampu, koja bi trebala biti zaključana, međutim to nije slučaj, već je dignuta i na taj način omogućuje nesmetani prolazak vozila. Na promatranom području zatečene su hrpe postojećeg ilegalno odloženog otpada, ali i područja saniranog odlagališta, jednako tako su i podijeljene hrpe otpada. Dvije hrpe su klasificirane kao postojeće ilegalno odlagalište (1.2 i 1.3), a dvije su klasificirane kao sanirano ilegalno odlagalište (1.1 i 1.4).

Vrsta otpada zatečena na području je pretežito građevinski materijal detaljno opisan u tablici u nastavku. Osim navedenog građevinskog materijala zatečena je i pozamašna količina zemljanog materijala iz iskopa, ali nije relevantna u provedbi analize.

Tablica 3; Prikaz elemenata promatranog područja odlagališta

	Vrsta otpada	Dimenzije	Sanirano	Ne sanirano	Volumen (m3)
1.1.	cigla, drvo, najlon, azbest, armatura, beton, staklo, tekstil, crijep, paropropusna membrana	4,5x11x2	x		33
1.2.	žbuka, staklo, cigla, beton, pločice, inox, plastika	3,3x2,7x0,8		x	2,376
1.3.	žbuka, staklo, cigla, beton, pločice, inox, plastika	3x2,5x0,8		x	2
1.4.	cigla, drvo, najlon, azbest, armatura, beton, staklo, tekstil, crijep, paropropusna membrana	8,3x7x1,5	x		29,05



Slika 10; Hrpa 1.2 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada



Slika 11; Hrpa 1.3 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada

LOKACIJA 2

Ilegalno odlagalište otpada nalazi se s južne strane Drivenika i zabilježeno je koordinatama 45.228368 ° N, 14.653599 ° E. Lokacija je uvučena dublje u šumu i od glavne prometnice udaljena je više od kilometra asfaltiranog puta. Količine ilegalno odbačenog otpada nisu velikog volumena, ali su problematične jer se nalaze tik uz asfaltirani put i također je otpad odbačen na pašnjaku.

Najviše je zastupljen otpad građevinskog materijala, ali na pašnjaku su se također pronašli i komadi namještaja.

Tablica 4; Prikaz elemenata promatranog područja odlagališta

	Vrsta otpada	Sanirano	Ne sanirano	Volumen (m3)
2.1.	azbest, salonit, beton, rastresiti miješani otpad, plastika, cigla		x	2
2.2.	građevinski materijal		x	1
2.3.	namještaj i iverica		x	1,5



Slika 12; Hrpa 2.1 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada



Slika 13; Područje 2.3 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada

LOKACIJA 3

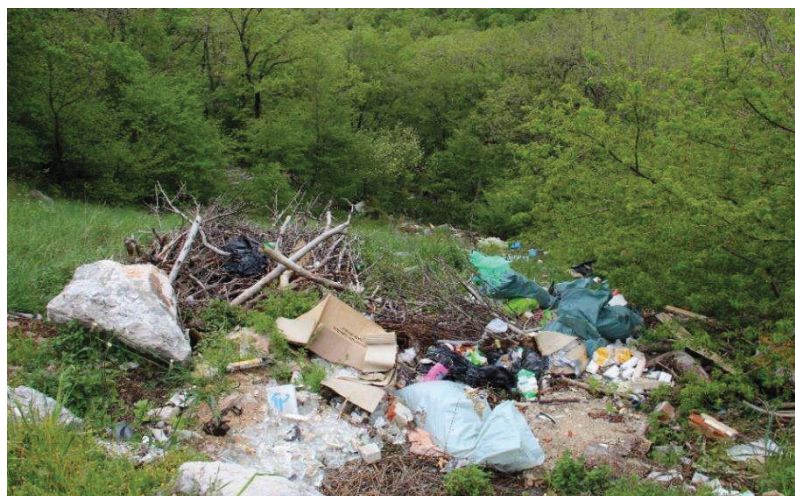
Ilegalno odlagalište nalazi se u podnožju planinskog lanca, ispod vidikovca Pridva- Eyes of Vinodol. Lokacija odlagališta je iznimno nepristupačna, cesta je veoma uska i strma i s lijeve strane kroz cijelu dužinu ceste popraćena provalijom i liticom. Koordinate su 45.227105 ° N, 14.700343 ° E.

S obzirom na nepristupačnost i nemogućnost mjerenja na licu mjesta, korišten je geoportal pomoću kojeg je izračunata približna površina od 390 m² na kojoj se nalazi otpad, a za potrebe izračuna volumena je uzeta mjerodavna dubina otpadnog materijala u iznosu od 1 m. Približni volumen odlagališta time iznosi 130 m³. Sastav ilegalnog otpada je pretežito građevinski materijal i komadni otpad. Od materijala pretežito prevladavaju tekstil, plastika, drvo, karton i rastresiti miješani otpad. Ilegalno odlagalište nije u procesu sanacije.



Slika 14; Područje pokosa s otpadom (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći Geoportal.dgu.hr



Slika 15; Otpad na pokosu zatečen na lokaciji (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada

LOKACIJA 4

Ilegalno odlagalište nalazi se na udaljenosti od nekoliko stotina metara južno u odnosu na lokaciju broj 6, a koordinate su 45.215780° N, 14.704732 ° E. Odlagalište je smješteno uz prometnicu i pretežito je sačinjeno od prirodnog materijala kamena i jednog komada namještaja. Ovo ne sanirano odlagalište otpada je malog volumena od otprilike 8 m³, te ga čini 90% kameni materijal.



Slika 16; Otpad zatečen na lokaciji (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada

LOKACIJA 5

Ilegalno odlagalište nalazi se ispod planinskog vrha Kuk Baba, zapadno od mjesta Baretići i sjeverno od mjesta Blaškovići s koordinatama 45.216496 ° N, 14.706790 ° E. Lokacija je uz glavnu pristupnu cestu koja povezuje okolna mjesta, a formirana je kao podest s kojeg se pruža pogled na dolinu. Na lokaciji se nalaze dvije manje hrpe odbačenog otpada i velika količina otpada koju nije bilo moguće izmjeriti pošto se radi o otpadu odbačenom niz pokos, ali pomoću geoportala izmjerena je površina na kojoj se nalazi odbačeni otpad i iznosi približno 700 m², volumen je teško izračunati s obzirom da se radi o otpadu na pokosu, ali prosječna dubina otpada je uzeta 1 m, tako da se približno radi o količini od 230 m³.

Najviše zastupljena vrsta otpada je građevinski materijal, ali i miješani otpad te komadni namještaj.

Tablica 5; Prikaz elemenata promatranog područja odlagališta

	Vrsta otpada	Dimenzije (m)	Sanirano	Ne sanirano	Volumen (m ³)
5.1.	crijep, pvc cijevi, pur pjena, pločice, piljevina	4,8x1,5x0,8		x	1,92
5.2.	cigla, žbuka, cijevi električnih instalacija, parket, armatura, staklo, beton	4x2x1,2		x	3,2
5.3. i 5.4.	miješani otpad, komadni namještaj, građevinski materijal	A=700m ² , d=1 m		x	233



Slika 17; 5.4. Otpad niz pokos (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada



Slika 18; Hrpa 5.1. (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada



Slika 19; 5.3 Otpad niz pokos (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada



Slika 20; Područje pokosa s otpadom 5.3 i 5.4 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći Geoportal.dgu.hr

LOKACIJA 6

Ilegalno odlagalište nalazi se jugozapadno od mjesta Grižane, lokacija je smještena dublje u unutrašnjost šume i okružena je zelenilom, nije uz glavnu prometnicu, ali do područja odlaganja vodi asfaltirana cesta uz slani potok. Koordinate su 45.198514° N, 14.697643 ° E, a područje ujedno služi i kao privremena lokacija za drobljenje kamena i proizvodnju pijeska.

Područje odlaganja je podijeljeno u 4 otpadne hrpe, a svaka od njih je sačinjena od otpadnog građevinskog materijala.

Tablica 6; Prikaz elemenata promatranog područja odlagališta

	Vrsta otpada	Dimenzije	Sanirano	Ne sanirano	Volumen (m3)	Komad
6.1.	keramika, opeka, armatura, gips ploče, plastika, metal	4x3,6x0,7		x	3,36	
6.2.	plastika, kamen, keramika, metal, asfalt, beton	6,7x5x1,6		x	17,87	
6.3.	tlakavac, beton, keramika, kameni zid, kamena vuna, metalne posude			x	10	
6.4.	cigla	8,3x7x1,5		x		25



Slika 21; Hrpa 6.4 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada



Slika 22; Hrpa 6.3 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada



Slika 23; Hrpa 6.1 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada

LOKACIJA 7

Ilegalno odlagalište smješteno je najjužnije u odnosu na ostala odlagališta, najbliže je obali te se nalazi jugoistočno u odnosu na Selce i jugozapadno u odnosu na Bribir. Koordinate lokacije su 45.147312° N, 14.749310 ° E. Odlagalištu se može prići s vozilom, te je u blizini glavna prometnica, također je odlagalište udaljeno od mora otprilike 1,5 kilometar zračne udaljenosti.

Najviše zastupljeni otpadni materijal je upravo građevinski otpadni materijal.

Tablica 7; Prikaz elemenata promatranog područja odlagališta

	Vrsta otpada	Dimenzije (m)	Sanirano	Ne sanirano	Volumen (m3)
7.1.	staklo, lim, željezo	2,5x1,5x0,4		x	0,5
7.2.	pločice, beton, crijep	1x2x0,3		x	0,2
7.3. i 7.4.	miješani otpad,asfalt, građevinski materijal, plastika	5x9x2		x	30



Slika 24; Hrpa 7.1 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada



Slika 25; Hrpa 7.2 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada



Slika 26; Hrpa 7.3 (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada

4.3.2. Klasifikacija otpada primjenom kataloškog obrasca o otpadu

Kategorizacija i klasifikacija otpada treba biti u skladu sa formalnim smjernicama i odredbama, a za donošenje tih uredbi i pravilnika zadužena zakonodavna tijela koja su zadužena za obavljanje izvršne vlasti u RH u skladu s Ustavom i zakonima. Karakterizacija i klasifikacija otpada zatečenog obilaskom terena na području Vinodolske općine provedena je prateći smjernice jednog glavnog dokumenta oglasenog putem Službenog lista RH, Narodnih Novina.

Glavni usvojeni dokument je Pravilnik o katalogu otpada nastao na temelju članka 12. stavka 6. Zakona o održivom gospodarenju otpadom donesen od strane Ministarstva zaštite okoliša i prirode. Tim Pravilnikom propisuje se Katalog otpada, kategorizacija za prekogranični promet otpadom i količina određenog otpada koji se smatra neznatnom. Drugi usvojeni dokument nosi naziv Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada te je dovedena na temelju članka 2. stavka 3. i članka 103. podstavka 2. Zakona o otpadu donesenog od strane Vlade RH. Navedena Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada prestaje važiti stupanjem na snagu Pravilnika o katalogu otpada (https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_08_90_1757.html).

U postupku identificiranja otpada u katalogu otpada potrebno je selektirati otpad prema popisu djelatnosti koje generiraju otpad, a one generiraju otpad u grupama 01 do 12 ili 17 do 20. Nakon što je odabrana djelatnost kojoj otpad pripada potrebno je identificirati odgovarajući šesteroznamenasti ključni broj otpada. Grupe 13 do 15 su sekundarne te se koriste ukoliko otpad nije smješten u niti jednu od prethodno navedenih grupa. Ukoliko nijedan od ključnih brojeva ne odgovara vrsti otpada, potrebno ga je identificirati u grupi 16, koji je onda generiran kao otpad koji nije drugdje specificiran u katalogu (<https://3kf.com.hr/wp-content/uploads/2021/09/KATALOG-OTPADA.pdf>).

Klasifikacija otpada prikazana je tablično, sa šiframa popisa djelatnosti i ključnim brojem. Značenje i opis šifri koje se pojavljuju u tabličnom prikazu otpada po lokacijama prikazane su u tablici 8.

Tablica 8: Opis popisa djelatnosti i ključnih brojeva otpada

Popis djelatnosti
03 00 00 - Otpad od prerade drveta i proizvodnje ploča i namještaja, celuloze, papira i kartona
17 00 00 - Građevinski otpad i otpad od rušenja objekata (uključujući i otpad od iskapanja onečišćenog tla)
20 00 00 - Komunalni otpad (Otpad iz domaćinstva, trgovine, zanatstva i slični otpad iz proizvodnih pogona i institucija), uključujući odvojeno prikupljene frakcije
Ključni brojevi
03 01 – Otpad od prerade drveta i proizvodnje ploča i namještaja
17 01 – Beton, opeka, crijep/pločice i keramika
17 02 – Drvo, staklo i plastika
17 04 – Metali (uključujući njihove legure)
17 05 – Zemlja, kamenje i iskop od rada bagera
17 06 – Izolacijski materijali i građevinski materijali koji sadrže azbest
17 09 – Ostali građevinski otpad i otpad od rušenja
20 01 – Odvojeno skupljeni sastojci
20 02 – Otpad iz vrtova i parkova (uključujući otpad s groblja)
20 03 – Ostali komunalni otpad

Tablica 9; Popis šifri zastupljenog otpada po lokacijama

LOKACIJE	POPIS DJELATNOSTI	KLJUČNI BROJ
LOKACIJA 1	17 00 00	17 01
		17 02
		17 04
		17 05
		17 06
	03 00 00	03 01
LOKACIJA 2	17 00 00	17 01
	03 00 00	03 01
LOKACIJA 3	17 00 00	17 01
		17 02
		17 09
	20 00 00	20 01
		20 02
		20 03
	03 00 00	03 01
LOKACIJA 4	17 00 00	17 05
		17 09
	03 00 00	03 01
LOKACIJA 5	17 00 00	17 01
		17 02
		17 04
		17 05
		17 09
	20 00 00	20 01
		20 02
		20 03
LOKACIJA 6	17 00 00	17 01
		17 02
		17 04
		17 05
		17 09
LOKACIJA 7	17 00 00	17 01
		17 02
	20 00 00	20 01
		20 02
		20 03

5. PROVEDENA ANALIZA TE REZULTATI

Za dobivanje krajnjih rezultata potrebni su ulazni podaci čije su podloge pripremljene i implementirane koristeći QGIS programski paket. Podaci koji su korišteni u analizi obuhvaćaju reljefne karakteristike, pokrov zemljišta, vodotoke i naselja. Pristup prostornim podacima omogućen je putem Geo portala Državne geodetske uprave i Copernicus programa Europske unije (Corine Land Cover). Analiza se provodi na način da se na temelju svih prostornih i opisnih podataka definiraju elementi višekriterijske analize s pripadajućim vrijednostima i koeficijentima koji naposljetku vode do dobivanja krajnjih rezultata.

5.1. Podaci i podloge implementirani u programski paket QGIS

Prostorne podloge, preuzete su iz otvorenih baza podataka poput Copernicus programa, OpenStreetMap (OSM) te WFS (eng. Web Feature Service) servisa, a obuhvaćaju pokrov i namjenu zemljišta, vodotoke, stajaćice, naselja i prometnice. Osim toga korištene su i podloge dostupne putem WMS-a, a to su digitalni orto snimak i topografske karte različitih mjerila. Da bi svi podaci bili prostorno dosljedni projicirani su u referentni koordinatni sustav za Hrvatsku, HTRS96/TM. DOF u mjerilu 1: 5000 i topografske karte u mjerilima 1:25000 i 1:5000 prvenstveno su korištene za geometrijsku korekciju preuzetih podataka te za vektorizaciju podataka koji nedostaju (povremeni vodotoci i obuhvat analiziranog područja).

Vizualna analiza DOF-a u granicama Vinodolske općine (Slika 27) pokazuje da analizirano područje pretežno prekriveno prirodnom vegetacijom, a isto će biti potvrđeno u daljnjoj analizi, detaljnim prikazom i opisom pokrova promatranog područja.



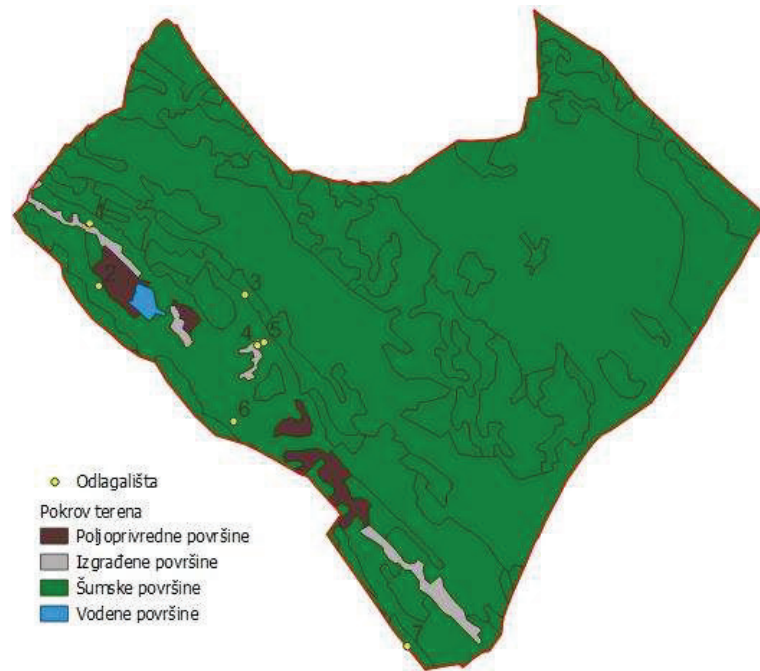
Slika 27; Područje Vinodolske općine na DOF podlozi (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket

Osim prikaza područja koristeći digitalne orto snimke koristan je i prikaz namjene zemljišta promatranog područja koji obuhvaća vegetaciju, izgrađenost i sveobuhvatne reljefne karakteristike. Namjena zemljišta i pripadajuće reljefne karakteristike daju korisne informacije pri određivanju elemenata štetnosti pod utjecajem ilegalnih odlagališta otpada. Vektorska podloga pokrova i namjene zemljišta je preuzeta iz CORINE Land Cover baze podataka u sklopu Copernicus Programa (<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>).

Karakteristike svih prostornih elemenata CORINE pokrova i namjene zemljišta detaljno su opisane u pripadajućoj atributnoj tablici. Svakom poligonu je pridružena klasa pokrova i namjene zemljišta, kao i njihova veličina i opseg. Preuzeti podaci su učitani u QGIS u obliku poligona, obrezani granicom Vinodolske općine (Slika 28).

Također se uz pomoć slike 28. potvrđuje teza iz odlomka vezanog za digitalni orto snimak koja se odnosi na prevladavanje šumske zone u odnosu na preostale.



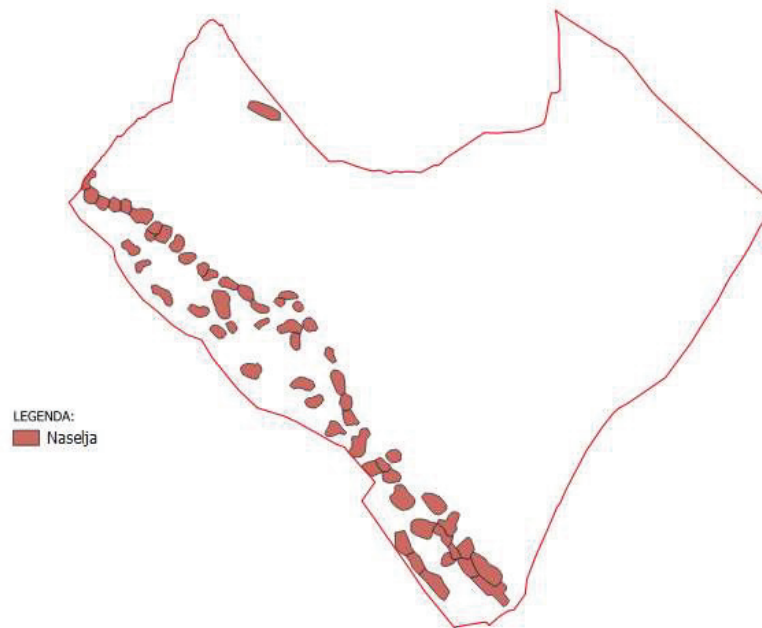
Slika 28; CORINE prikaz pokrova i namjene zemljišta područja Vinodolske općine (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket

Topografske karte preuzete putem WMS-a korisne su i za prikaz naselja i vodotoka, a jedan od načina prikaza je uz pomoć Open Street Map skupa podataka u sklopu QGIS programskog paketa ali se u ovom slučaju pokazao korisnijim i prikladnijim za prikaz prometnica. Naselja i vodotoci su kreirani na temelju dostupnih topografskih karata i korigirani na temelju DOF-a. Izvori podataka jednaki su kao i kod prikazivanja digitalnih orto snimki terena.

Naselja su prikazana u „shp“ formatu i u obliku poligona. Jednako kao i sve podatke potrebno je bilo tražene aspekte prikazati unutar granica Vinodolske općine koristeći naredbu „clip“ koja izrezuje datoteke uz generirane granice isječka.

Ubacivanjem podataka u QGIS programski paket i analizom istih na području Vinodolske općine prepoznato je ukupno 58 naselja, smještenih pretežito u priobalnom području. Ukupna površina naselja iznosi 8,63 km² s najvećim naseljem Ugrini površine 0,39 km² i najmanjim naseljem Bašunje Male površine 0,05 km². Prikaz naselja na karti unutar granica Vinodolske općine na slici 29.



Slika 29; Prikaz naselja unutar promatranog područja Vinodolske općine (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket

Od vodenih površina razlikujemo stajaćice, stalne i povremene vodotoke odnosno bujične vodotoke koji su dobiveni u mjerilu 1: 25 000 i prilikom preklapanja s DOF podlogom koja je u mjerilu 1:5000, ustanovljeno je kako postoje određena položajna odstupanja. Položajna odstupanja potrebno je korigirati, odnosno poboljšati položajnu točnost, radi očuvanja osiguranja položajne kvalitete podataka.

Unutar područja Vinodolske općine prepoznato je nekoliko stalnih vodotoka, preciznije pet, od kojih je jedan vodotok ostao neimenovan, a nalazi se u sjevernom predjelu općine. Najduži vodotok je Suha ričina koji je duljine od 5158 m, a najkraći je Kričina duljine svega 901 m. Osim vodotoka važno je spomenuti i stajaću vodnu površinu, a to je Tribaljsko jezero površine 0,41 km².

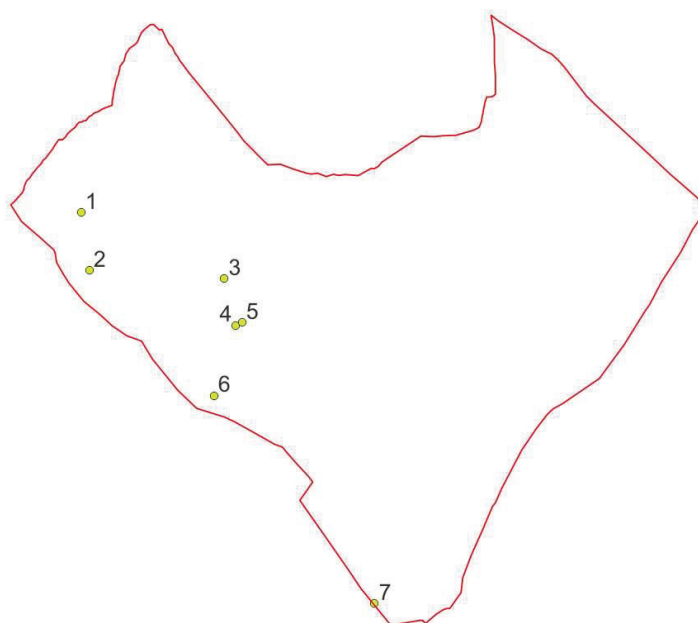


Slika 30; Prikaz vodenih površina unutar promatranog područja Vinodolske općine (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket

Osim podataka dobivenih korištenjem WMS-a, DOF-a i OSM-a od iznimne važnosti je i položaj lokacija ilegalnih odlagališta otpada. Koordinate lokacija su preuzete pomoću usluge Google maps, pohranjene i učitane u QGIS.

Iz prikaza na slici 31., se vidi da se sva odlagališta nalaze na zapadnoj strani Vinodolske općine.

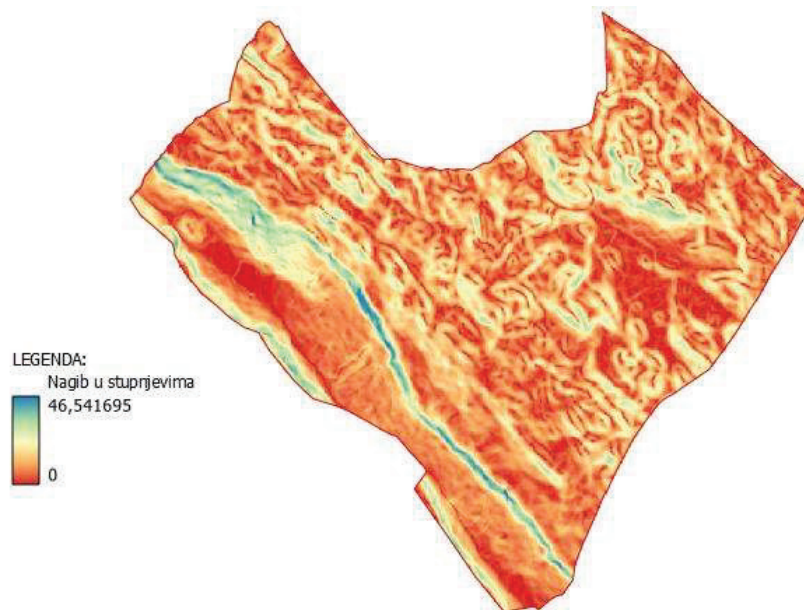


Slika 31; Prikaz naselja unutar promatranog područja Vinodolske općine (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket

Digitalnim elevacijskim modelom (DEM) izvedeni su nagibi terena koji se koriste pri analizi za razliku od nadmorskih visina. DEM je preuzet iz Digitalnog elevacijskog modela Europe (EU-DEM v1.1.) također dostupnog u sklopu Copernicus Programa, a prostorna rezolucija mu je 25 m.

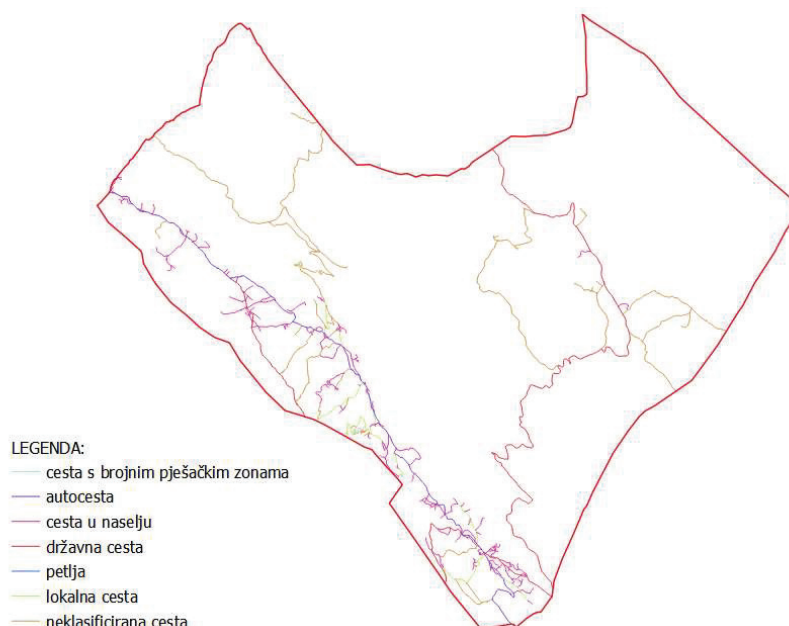
Nagibi terena se unutar analiziranog područja Vinodolske općine kreću u rasponu od 0° do 47° (Slika 32). Kao što je i vidljivo na slici 32., nagibi terena su najveći upravo uz istočne rubove Vinodolske doline, te je reljefni prikaz nagiba terena najmanje razvijen uz obalno područje promatranog područja.



Slika 32; Prikaz nagiba unutar promatranog područja Vinodolske općine (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket

Da bismo izjednačili klasifikaciju iz OSM-a prema Zakonu o cestama (NN 144/21) bilo je potrebno iz OSM-a izvući samo određenu vrstu prometnica koje atributno odgovaraju klasifikaciji po smjernicama Zakona o cestama. Bilo ih je potrebno reklasificirati, a jedna od metoda bila je brisanje suvišnih linija unutar atributne tablice. Navedene linije su predstavljale prometnice nevažne za provedenu klasifikaciju. Na slici 34. prikazane su pročišćene i reklasificirane ceste korisne u ovoj analizi.



Slika 33; Prikaz cestovnih područja unutar promatranog područja Vinodolske općine (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket

5.2. Metodologija provedbe višekriterijske analize

Cilj analize je dobivanje liste prioriteta pri sanaciji ilegalnih odlagališta otpada na temelju elemenata koji se odnose na opasnost otpada i mogućnost utjecaja na stanovništvo i okoliš. Analiza se provodi u tri faze, u prvoj su izdvojena sva područja unutar najkritičnijih zona, a druga faza obuhvaća analizu podataka koji imaju veći ili manji prioritet za sanaciju ilegalnih odlagališta primjenom AHP metode. Za svaki ulazni sloj se definira razina prioriteta za sanaciju odlagališta na skali od 1 (najniži prioritet) do 5 (najviši prioritet). Posljednja, treća faza obuhvaća preklapanje dobivenih područja prioriteta s postojećim ilegalnim odlagalištima i klasifikacija prioriteta sanacije u ovisnosti o karakteristikama samog odlagališta (vrsta i volumen otpada).

PRVA FAZA

Na temelju dostupnih ulaznih podataka izdvojene su površine (poligoni) najvišeg prioriteta sanacije. Tim je površinama dodijeljena najviša razina prioriteta (Ocjena 5). Ovdje ulaze površine unutar naselja, jezera i zone sanitarne zaštite (Tablica 10).

Tablica 10; Prikaz dodijeljenih vrijednosti relativne važnosti prema važnosti

Podloga	Kriterij	Relativna važnost
Naselja	Unutar poligona naselja	5
Vodene površine	Jezero	5
Zaštićena područja	ZSZ (I, II, III zona)	5

DRUGA FAZA

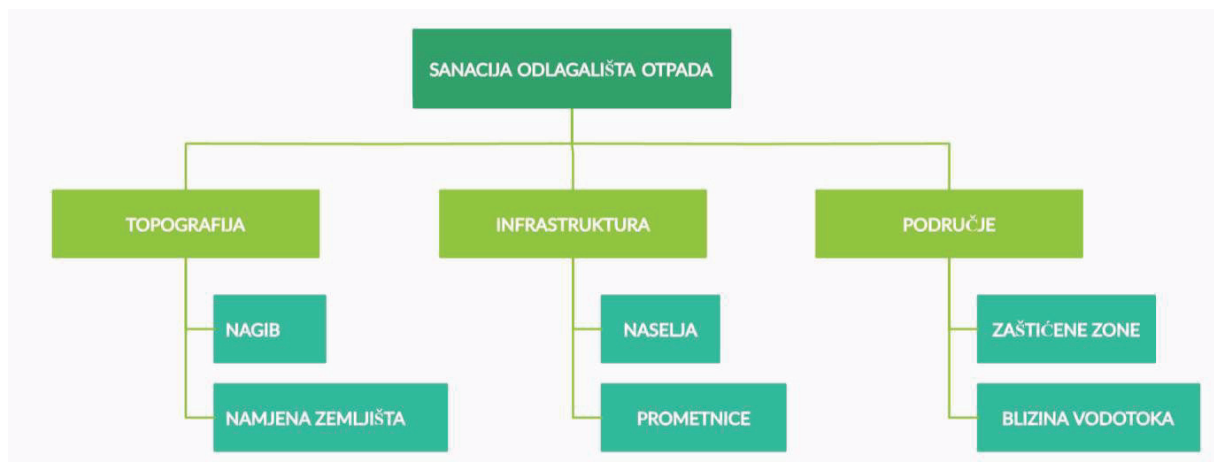
Analiza se s obzirom na ulazne podatke provodi na principu AHP hijerarhijskog pristupa prikazanog na Grafu 3. Prije svega potrebno je jasno definirati cilj analize, u ovom slučaju to je odabir prioriteta sanacije ilegalno nastalog odlagališta otpada. Nakon što je cilj definiran potrebno je definirati kriterije. Prilikom odabira kriterija, važno je razlučiti koje informacije i elementi su korisni pri dobivanju krajnjeg rezultata. Kriteriji su podijeljeni u nekoliko glavnih cjelina: otpadni materijal, topografija, infrastruktura, namjena zemljišta i lokacija. Detaljnijim raščlanjivanjem kriterija uzimaju se u obzir; zaštićena područja, nagib terena, udaljenost od prometnica, naselja, vodenih površina i namjena zemljišta. Da bi bili međusobno usporedivi, svaki od njih je reklasificiran prema relativnoj važnosti za sanaciju odlagališta (Tablica 11).

Tablica 11; Prikaz dodijeljenih vrijednosti relativne važnosti prema važnosti

Podloga	Kriterij	Relativna važnost
Nagib terena	< 2 °	1
	2 ° – 10 °	3
	>10 °	5
Blizina naselja	< 200 m	4
	200 – 400 m	3
	>400 m	1
Namjena zemljišta	Vodne površine	5
	Poljoprivredne površine	5
	Izgrađene površine	5
	Šumske površine	2
Blizina prometnica	< 150 m	1
	150 – 300 m	3
	> 300 m	5
Blizina vodenih površina	< 100 m	5
	100 – 200 m	3
	>200 m	1
Blizina zaštićenog područja	< 200 m	4
	200 – 400 m	3
	>400 m	1

Odabrani slojevi nemaju jednaku važnost za određivanje razine prioriteta za sanaciju odlagališta otpada pa im je potrebno dodijeliti težinske koeficijente kojima će svaka podloga dobiti odgovarajuću važnost u odnosu na postavljeni cilj. Prateći hijerarhijsku AHP proceduru (Graf 4), nakon definiranja kriterija iste je potrebno usporediti u parovima i izračunati im pripadajuće prioritete koji predstavljaju tražene težinske koeficijente. Određuju se pomoću

AHP kalkulatora, na temelju usporedbe parova, uz uvjet da je indeks konzistencije manji ili jednak 10 %.



Graf 4; Podjela kriterija AHP analize

Izvor: Izradio autor rada koristeći programski paket Creately.com

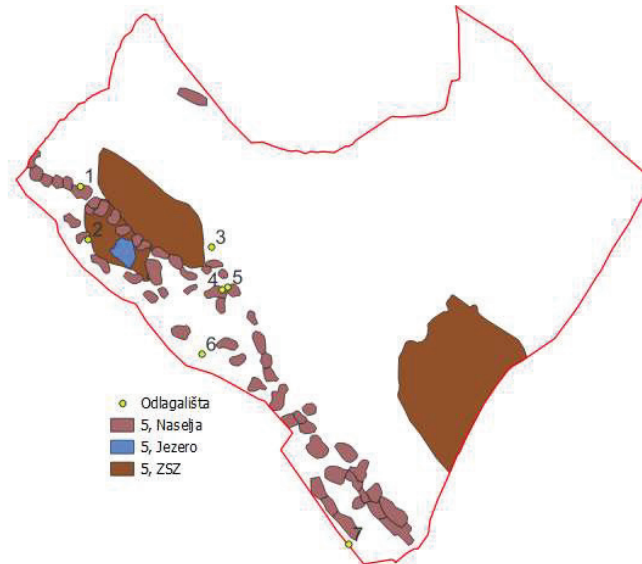
Reklasificirane ulazne slojeve potrebno je pomnožiti s tako dobivenim težinskim koeficijentima i u konačnici zbrojiti kako bi se dobile zone prioriteta za sanaciju odlagališta.

TREĆA FAZA

U posljednjoj fazi analize promatraju se dva segmenta, veličina odlagališta odnosno volumen otpadnog materijala i štetnost odnosno opasnost otpadnog materijala. Analize lokacija postojećih odlagališta otpada moraju se preklopiti s dobivenim zonama prioriteta sanacije kako bi se, na temelju karakteristika odlagališta i zona prioriteta za sanaciju, odredili konačni prioriteti sanacije ilegalnih odlagališta otpada.

5.3. Rezultati

Prema Tablici 10, u prvoj fazi su odabranim područjima dodijeljene najviše relativne važnosti (Slika 34).



Slika 34; Prikaz poligona u prvoj fazi s dodijeljenim vrijednostima relativne važnosti

Nakon definiranih kriterija u procesu određivanja prioriteta sanacije lokacije ilegalno nastalog odlagališta otpada iste je potrebno poredati po važnosti kako bi provedba analize bila moguća koristeći AHP kalkulator. Kriteriji su u daljnjem tekstu obrazloženi po važnosti.

Zone zaštićenih područja postavljene su kao primarni i najvažniji kriterij upravo radi riječi „zaštićeno“ koja se nalazi u samom nazivu kriterija. Takva područja smatraju se ranjivim, a najčešće je to zato jer se radi o područjima rijetkih biljnih ili životinjskih vrsti kojima prijete odumiranje ili o područjima unutar kojih su smještena prirodna dobra koja utječu na ljudsko zdravlje primjerice izvorišta pitke vode.

Najvažniji kriterij se odnosi na prijenos onečišćene i štetne vode u tlo koje može potencijalno ugroziti usjeve poljoprivrednih površina. Može se pojaviti nemogućnost uzgoja hrane, a jednako tako može doći i do trovanja hranom. Ovaj kriterij je veoma važan jer se u pravilu radi o distribuciji otpadnog materijala. Blizina vodenih površina također je jedan od važnijih faktora s obzirom da se primjerice iz jezera može crpiti voda koja služi za potrebe kućanstva te ujedno može se raditi i o pitkoj vodi, vodotoci su ti koji mogu služiti kao distribucija otpadnog materijala te se na taj način radi o prijenosu mogućih štetnih i ugrožavajućih tvari.

Nagib terena još je jedan od kriterija koji je važan kod promatranja djelovanja odlagališta otpada. Najveću prijetnju stvara veliki nagib terena, zato što jednako kao i kod vodotoka dolazi do distribucije otpadnog materijala, odnosno gotovo je nemoguće da će se otpadni materijal zadržati na istom mjestu na koje je odbačeno.

Blizina naselja je logički također važan kriterij. Budući da su odlagališta otpada područja koja šire neugodne mirise, štetne tvari i stvaraju bolesti, u cilju je da ilegalno nastalo odlagalište otpada u blizini ili u naselju ima određenu dozu prednosti pri procesu saniranja. Odlagalište može širiti razne vrste plinova te postoje velike mogućnosti od zagađenja zraka.

Kada se spominje pokrov, odnosno namjena zemljišta mora se uzeti u obzir razina štetnosti koju ilegalno nastalo odlagalište otpada može imati na okolinu. Ukoliko se nalazi u blizini vodenih površina dolazi do problema distribucije otpadnog materijala, kod poljoprivrednog područja utječe se direktno na tlo ili hranu koju čovjek konzumira, unutar izgrađenih područja otpadni materijal se nalazi u neposrednoj blizini ljudi i na taj način može negativno utjecati na njihovo zdravlje i šumsko područje također može biti ugroženo sa strane nastalog odlagališta otpada.

Kada se radi o procesu sanacije ilegalno nastalog odlagališta otpada onda je bolje što je prometnica bliže kako bi se lokaciji odlagališta otpada moglo pristupiti na što jednostavniji način.

Nakon što su objašnjeni svi kriteriji i njihova gradacija potrebno je definirati listu prioriteta koristeći AHP kalkulator. Odabranim kriterijima su u usporedbi parova dodijeljeni intenziteti važnosti prema Saatyj-evoj skali (Tablica 1) (Slika 35).

	A - wrt AHP priorities - or B?	Equal	How much more?
1	<input checked="" type="radio"/> Blizina vodotoka <input type="radio"/> Namjena zemljišta	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Blizina vodotoka <input type="radio"/> Nagib terena	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input type="radio"/> Blizina vodotoka <input checked="" type="radio"/> Blizina zaštićenog područja	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
4	<input checked="" type="radio"/> Blizina vodotoka <input type="radio"/> Blizina naselja	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
5	<input checked="" type="radio"/> Blizina vodotoka <input type="radio"/> Blizina prometnica	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input checked="" type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
6	<input type="radio"/> Namjena zemljišta <input checked="" type="radio"/> Nagib terena	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
7	<input type="radio"/> Namjena zemljišta <input checked="" type="radio"/> Blizina zaštićenog područja	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input checked="" type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
8	<input type="radio"/> Namjena zemljišta <input checked="" type="radio"/> Blizina naselja	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
9	<input checked="" type="radio"/> Namjena zemljišta <input type="radio"/> Blizina prometnica	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
10	<input type="radio"/> Nagib terena <input checked="" type="radio"/> Blizina zaštićenog područja	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
11	<input checked="" type="radio"/> Nagib terena <input type="radio"/> Blizina naselja	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
12	<input checked="" type="radio"/> Nagib terena <input type="radio"/> Blizina prometnica	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
13	<input checked="" type="radio"/> Blizina zaštićenog područja <input type="radio"/> Blizina naselja	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
14	<input checked="" type="radio"/> Blizina zaštićenog područja <input type="radio"/> Blizina prometnica	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input checked="" type="radio"/> 9
15	<input checked="" type="radio"/> Blizina naselja <input type="radio"/> Blizina prometnica	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
CR = 2.4% OK			

Slika 35; Ulazni podaci s ciljem izračuna težinskih koeficijenata

Izvor: Izradio autor rada koristeći AHP.calculator.com

Usporedbom parova izračunati su težinski koeficijenti koji pokazuju prioritet pri sanaciji odlagališta otpada.

Cat	Priority	Rank	(+)	(-)
1 Blizina vodotoka	25.1%	2	5.8%	5.8%
2 Namjena zemljišta	5.2%	5	1.0%	1.0%
3 Nagib terena	15.4%	3	3.7%	3.7%
4 Blizina zaštićenog područja	42.5%	1	11.5%	11.5%
5 Blizina naselja	8.7%	4	2.0%	2.0%
6 Blizina prometnica	3.0%	6	0.9%	0.9%

Slika 36; Težinski koeficijenti prema AHP kalkulatoru

Izvor: Izradio autor rada koristeći AHP.calculator.com

Lista prioriteta potvrđuje kako je najvažniji kriterij Štetnost otpada s 42.5 %, a najmanje važan kriterij je upravo blizina prometnice sa svega 3.0 %.

Dodijeljeni intenziteti važnosti prikazani su u obliku matrice usporedbe gdje svaki uspoređeni par, ona vrijednost koja predstavlja dominantniji intenzitet važnosti, prenosi se u ćeliju jačeg kriterija promatranog para, a njegova recipročna vrijednost u ćeliju slabijeg kriterija u paru. Izgled matrice prikazan je na slici 37.

	1	2	3	4	5	6
1	1	4.00	2.00	0.50	4.00	7.00
2	0.25	1	0.25	0.14	0.50	2.00
3	0.50	4.00	1	0.25	2.00	6.00
4	2.00	7.00	4.00	1	5.00	9.00
5	0.25	2.00	0.50	0.20	1	4.00
6	0.14	0.50	0.17	0.11	0.25	1

Slika 37; Matrica usporedbe

Izvor: Izradio autor rada koristeći AHP.calculator.com

5.4. Odabir prioriteta sanacije lokacija po fazama

Prva faza

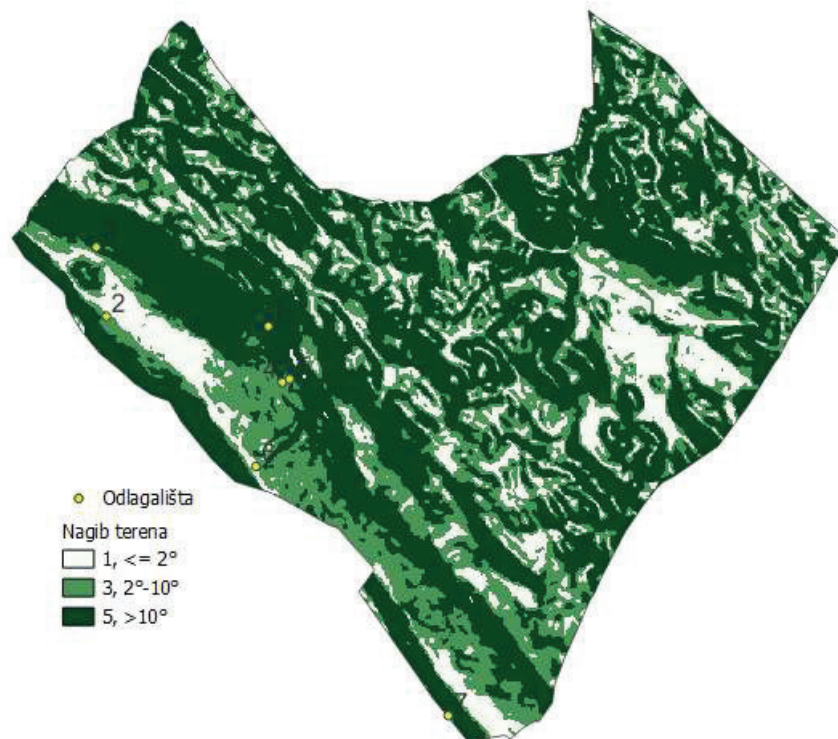
Promatrajući podlogu u QGIS-u može se primijetiti kako su lokacije 1 i 4 izdvojene u prvoj fazi, zato što se direktno nalaze unutar naselja te samim time predstavljaju najkritičnije promatrano područje. Navedenim lokacijama dodijeljena je relativna važnost vrijednosti broja 5 i samim time imaju prednost pri sanaciji u odnosu na preostala odlagališta otpada.

Tablica 12; Prioritizacija sanacije po lokacijama u prvoj fazi

Lokacija	Relativna važnost
1, 4 i 5	5
2, 3, 6 i 7	1

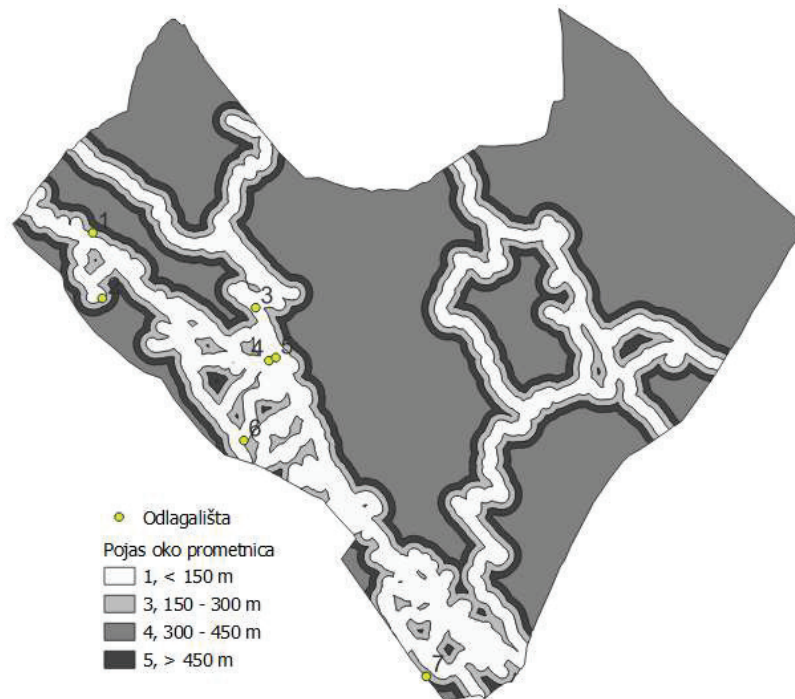
Druga faza

Na temelju podataka dobivenih AHP kalkulatorom i podataka definiranim Tablicom 10, potrebno je iste te podatke prostorno prikazati u sklopu QGIS programskog paketa i naći rješenje optimalne liste prioriteta sanacije lokacija ilegalno nastalih odlagališta otpada. Na temelju raspona kriterija zadanim unutar tablice 10, na podlogama koje obuhvaćaju prometnice, naselja, vodene površine i zaštićena područja, kreirani su pojasevi određenih širina koristeći naredbu za stvaranje pojaseva (eng. buffer). Podloge koje obuhvaćaju nagib i pokrov terena reklasificirane su sukladno površinskim značajkama.



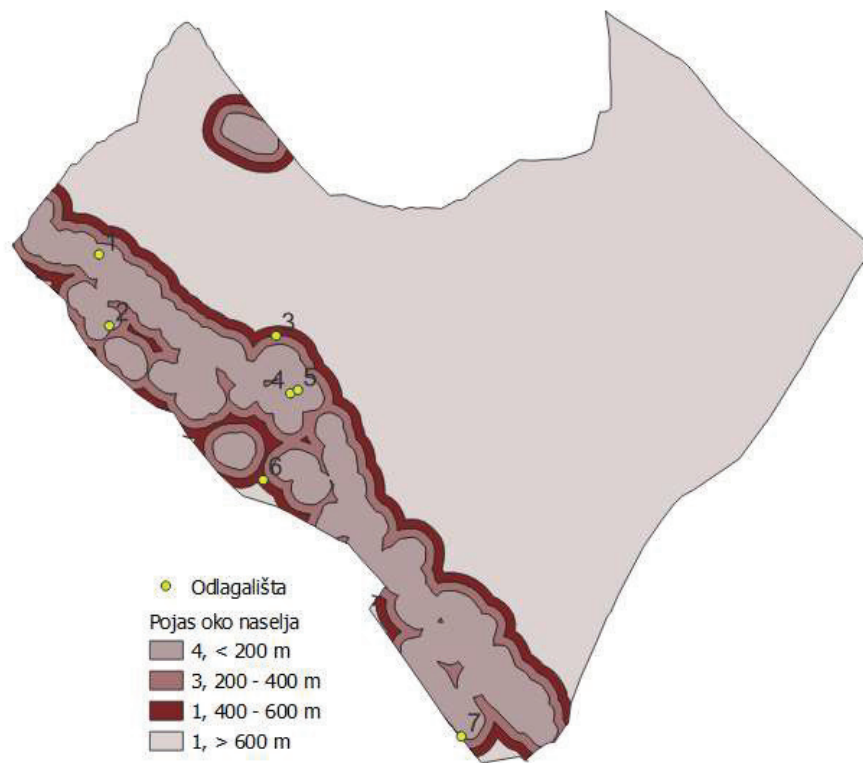
Slika 38; Reklasificirani rasteri prikaz nagiba promatranog područja (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket



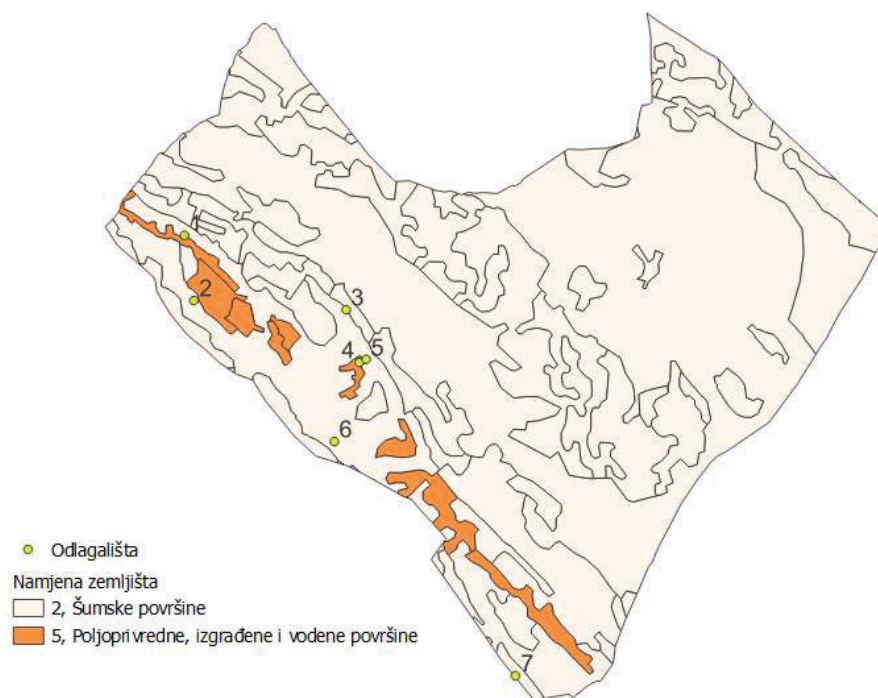
Slika 39; Područje prometnica omeđeno pojasevima pripadajućih vrijednosti (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket



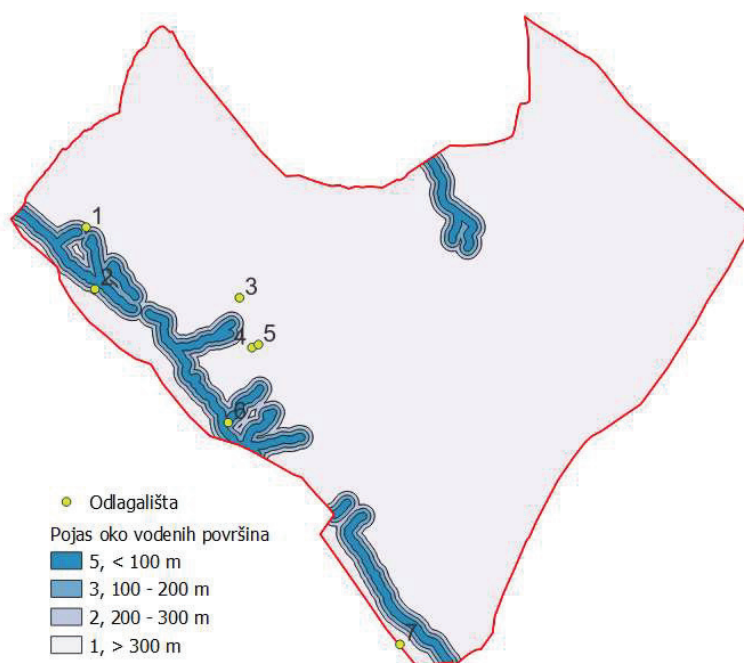
Slika 40; Područje naselja omeđeno pojasevima pripadajućih vrijednosti (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket



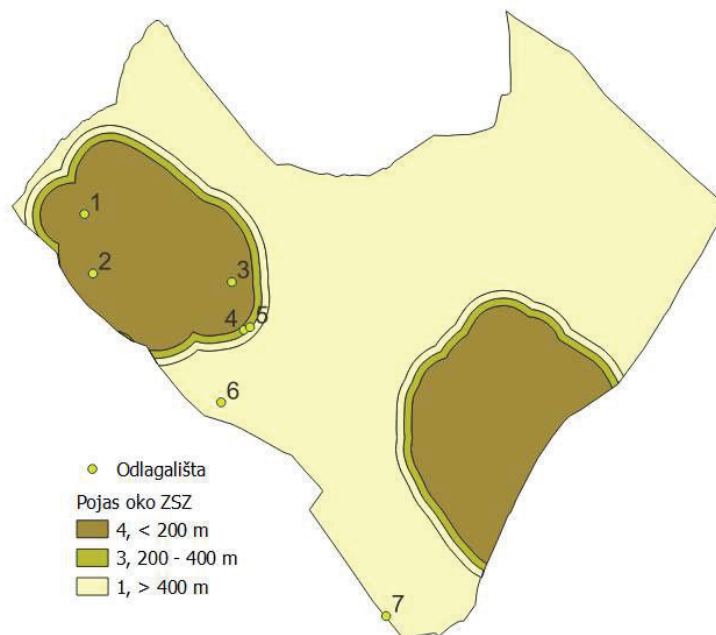
Slika 41; Reklasificirani rasterski prikaz pokrova promatranog područja (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket



Slika 42; Područje vodenih površina omeđeno pojasevima pripadajućih vrijednosti (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket



Slika 43; Područje ZSZ omeđeno pojasevima pripadajućih vrijednosti (foto autor)

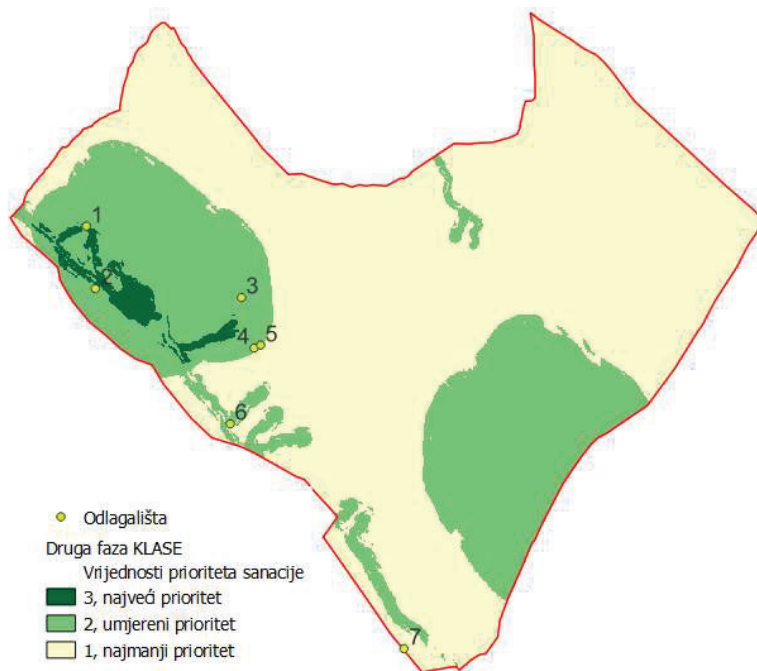
Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket

Podaci trebaju biti rasterizirani kako bi se svaka podloga mogla pomnožiti s težinskim koeficijentima izračunatim na Slici 36. Množenjem rastera s težinskim koeficijentima nastaju novi rasteri koji imaju dodijeljenu težinu odnosno prioritet za postizanje zadanog cilja.

Promatrajući klasifikaciju dobivenu u drugoj fazi može se primijetiti kako se sve lokacije osim lokacije pod brojem 7 nalaze unutar klase umjerenog prioriteta te im je samim time dodijeljena vrijednost prioriteta sanacije iznosi 2. Lokacija 7 nalazi se unutar klase s najmanjim prioritetom te joj je dodijeljena vrijednost 1 (Slika 44).

Tablica 13; Prioritizacija sanacije po lokacijama u drugoj fazi

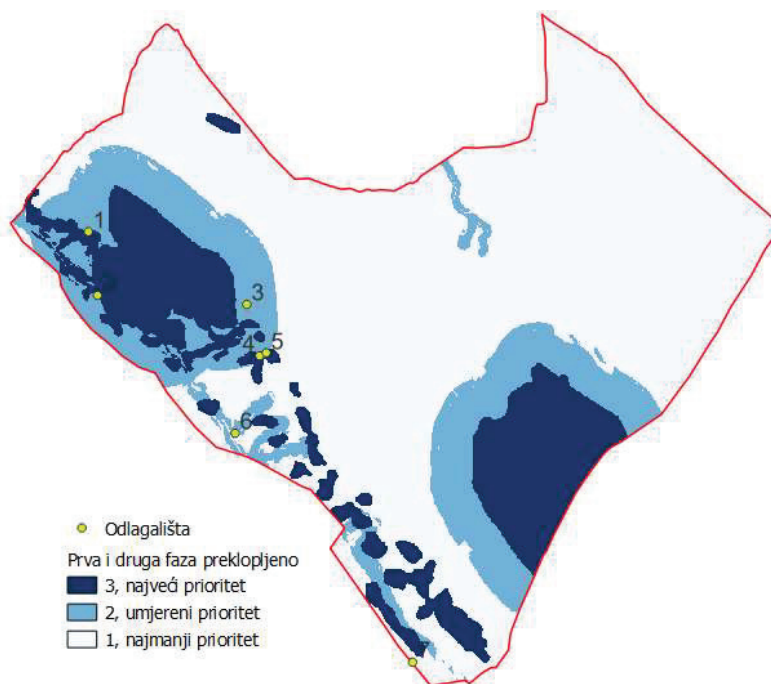
Lokacija	Relativna važnost
1, 2, 3, 4, 5 i 6	2
7	1



Slika 44; Prikaz rasterskih podataka dobivenih na temelju podloga u drugoj fazi (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket

Lokacije 1, 4 i 5 su prilikom preklapanja prve i druge faze izdvojene kao prioritetne pri metodi sanacije te im je dodijeljena vrijednost najvećeg prioriteta u iznosu 3 (Slika 45). Lokacijama 2, 3 i 6 dodijeljena je vrijednost 2, koja označava umjereni prioritet i preostala lokacija pod brojem 7 se nalazi unutar područja najmanjeg prioriteta s vrijednosti iznosa 1.



Slika 45; Prikaz rasterskih podataka dobivenih na temelju podloga u drugoj fazi (foto autor)

Izvor: Izradio autor rada koristeći QGIS programski paket

Tablica 14; Prioritizacija sanacije po lokacijama u kombinaciji prve i druge faze

Lokacija	Relativna važnost
1, 4 i 5	3
2, 3 i 6	2
7	1

Treća faza

U trećoj fazi lokacije se izdvajaju s obzirom na dva elementa, prvi je volumen otpadnog materijala, drugi je štetnost otpadnog materijala. Relativna važnost svakog elementa definirana je na slijedeći način (Tablica 15);

Tablica 15; Prikaz dodijeljenih vrijednosti relativne važnosti prema zadanim kriterijima

Podloga	Kriterij	Relativna važnost
Volumen otpadnog materijala	<50 m ³	1
	50 – 150 m ³	2
	>150 m ³	3
Štetnost otpadnog materijala	OPASAN	3
	NEOPASAN	1

Nakon definiranja raspona vrijednosti relativne važnosti potrebno je vrijednosti dodijeliti svakoj lokaciji (Tablica 16).

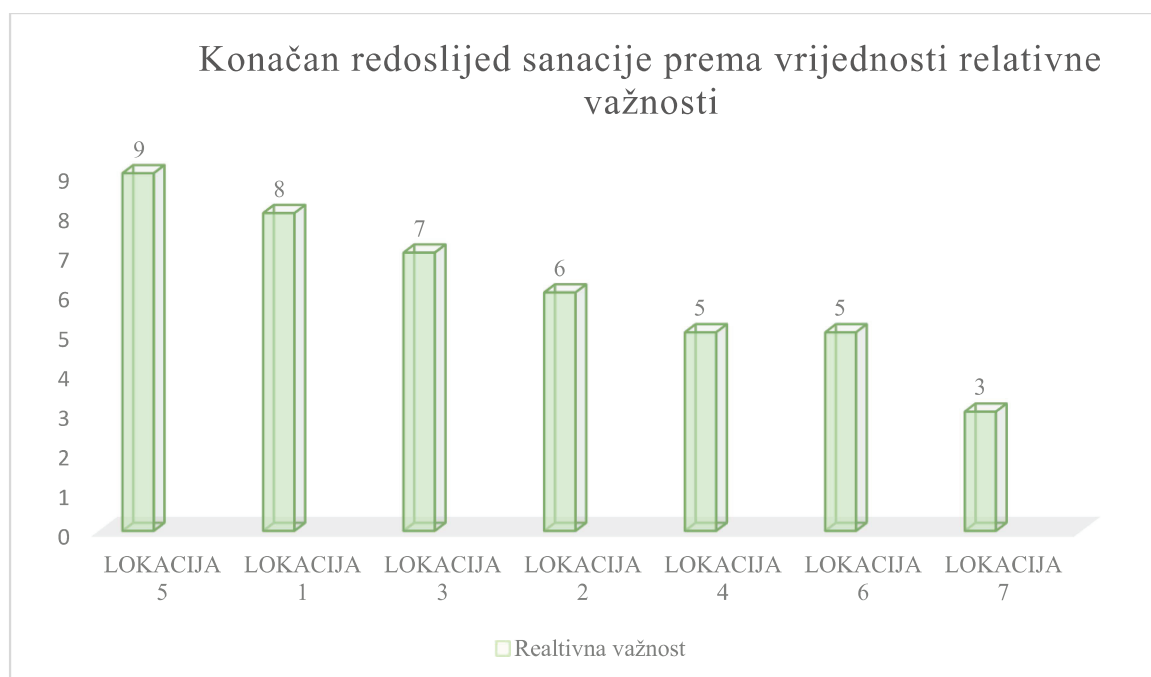
Tablica 16; Dodijeljene vrijednosti relativne važnosti u trećoj fazi

ID LOKACIJE	PODLOGA	KRITERIJ	RELATIVNA VAŽNOST
1	Volumen	66,4 m ³	2
	Štetnost	OPASAN	3
2	Volumen	4,5 m ³	1
	Štetnost	OPASAN	3
3	Volumen	130 m ³	2
	Štetnost	OPASAN	3
4	Volumen	8 m ³	1
	Štetnost	NEOPASAN	1
5	Volumen	230 m ³	3
	Štetnost	OPASAN	3
6	Volumen	118,4 m ³	2
	Štetnost	NEOPASAN	1
7	Volumen	30,7 m ³	1
	Štetnost	NEOPASAN	1

Tablica 17; Prioritizacija sanacije po lokacijama treće faze

Lokacija	Relativna važnost
5	6
1 i 3	5
2	4
6	3
4 i 7	2

Kod konačne usporedbe važnosti faza i dobivanja rezultata prva i treća faza su jednako važne, dok u odnosu na navedene faze druga faza ima smanjenu važnost. Uzevši u obzir sve faze i vrijednosti relativnih važnosti po lokacijama izračunom je dobiven konačni redoslijed prioritizacije sanacije ilegalno nastalih odlagališta otpada (Graf 5). Podaci prikazani na Grafu 5 konačni su rezultat kompletne analize prioritizacije sanacije ilegalnih odlagališta



Graf 5; Redoslijed sanacije ilegalnih odlagališta otpada po lokacijama

Izvor: Izradio autor rada koristeći programski paket Excel

Na Grafu 5. je jasno vidljivo kako je lokacija 5 najkritičnija, a promatrajući i ostale tablične podatke po fazama može se primijetiti kako se u svakoj tablici nalazi na samom vrhu tablične podjele s najvećim vrijednostima relativne važnosti.

6. ZAKLJUČAK

U novije vrijeme sve se više daje na važnosti gospodarenju otpada i podizanju svijesti koliko je zapravo stvaranje otpada jedan od vodećih problema promatrajući na globalnoj razini. Količine otpada su sve veće razmjerno porastu populacije, ali jednako tako postoje i razne inovacije glede mehanizacije i tehnologije koja sudjeluje u procesu gospodarenja otpadom. Paralelno s rastom i razvojem tehnologije i alata trebali bi rasti informiranost i svijest kod ljudi, međutim očito ne rastu jednakom brzinom. Unatoč raznim legalnim mjestima za prikupljanje otpadnog materijala i dalje nastaju ilegalna odlagališta otpada. Kako bi se započeo proces sanacije postojećih ilegalnih odlagališta otpada potrebno je koristiti određene alate koji će poslužiti u procesu prioritizacije. Kako bi analiza prioritizacije bila kvalitetno provedena potrebno je imati kvalitetne podatke, a oni su prikupljeni terenskim uviđajem. Terenskim uviđajem prikupljene su lokacijske informacije i podaci o količini i sastavu otpadnog materijala. Osim konkretnih podataka dobivenih terenskim uviđajem, znatna količina podataka dobivena je i ubacivanjem podloga u QGIS programski paket. Razrada tih podataka napravljena je korištenjem višekriterijske analize s naglaskom na AHP metodu. Geoprostorna analiza je provedena u QGIS-u gdje se preklapanjem podataka prikazanih na karti u kombinaciji s AHP višekriterijskom analizom dobilo mjerodavno rješenje predmetnog zadatka, lista prioriteta sanacije ilegalnih odlagališta otpada po lokacijama. Kompletna metodologija provedbe analize obuhvaćena je granicama Vinodolske općine unutar koje se nalazi svih sedam lokacija ilegalnih odlagališta otpada. Od svih navedenih lokacija, lokacija pod brojem 5 se pokazala kao najkritičnijom, pretežito zbog veličine i sastava otpadnog materijala, ali i zbog lokacijske smještenosti i štetnosti na okoliš. Na temelju terenskog uviđaja i usporedbe odlagališta moglo se pretpostaviti kako će lokacije 5 i 3 biti na vrhu liste prioriteta sanacije s obzirom na štetnost i volumen otpada. Primjenom višekriterijske analize i geoprostorne analize u QGIS-u se potvrdilo navedeno. Kombinacija terenskog uviđaja, višekriterijske analize i QGIS-programskog paketa pokazala se izuzetno učinkovitim pristupom pri rješavanju problematike prioritizacije sanacije ilegalnih odlagališta otpada.

7. LITERATURA

Axil integrated services, *What is a waste management hierarchy?*, <https://axil-is.com/blogs-articles/waste-management-hierarchy/>, pristup 17.03.2023.

Bilogorević, K., *Otpad i tehnološki procesi gospodarenja otpadom*, diplomski rad, Veleučilište u Karlovcu, 2022., [kristian_bilogrevic.pdf](#), pristup 17.03.2023.

Cobo S., *From linear to circular integrated waste management systems: A review of methodological approaches*, Sveučilište Cantabria, 2018., [From linear to circular integrated waste management systems: A review of methodological approaches - ScienceDirect](#) pristup 25.03.2023.

Copernicus Programme, *Corine Lnad Cover*, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>, pristup 01.09.2023.

DHMZ - Državni hidrometeorološki zavod, Ukupna mjesečna i godišnja količina oborine, Srednjaci temperature za 2022. godinu, [DHMZ - Državni hidrometeorološki zavod](#), pristup 16.03.2023.

ELOO, *O projektu*, [Evidencija lokacija odbačenog otpada \(haop.hr\)](#), pristup 13.05.2023.

Felja I., Predavanja iz kolegija Geologija zaštite okoliša, *Otpad i odlagališta otpada*, 2018. [Geologija zaštite okoliša \(unizg.hr\)](#), pristup 20.04.2023.

Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, *CGO Marišćina*, [CGO Marišćina | Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost \(fzoeu.hr\)](#) pristup 13.06. 2023.

Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, *GOSPODARENJE OTPADOM*, <https://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje-otpadom/1345>, pristup 17.03.2023.

Grimani, I., Šušnjar, M., Bukovac, J., Milan, A., Nikler, J., Crnolatac, J., Šikić, I., Blašković, I. (1973.): [OGK100 \(geo-zs.si\)](#), pristup 20.04.2023.

Hrvatska gospodarska komora, *HGK Indeks gospodarske snage*, <https://www.hgk.hr/hgk-indeks-gospodarske-snage>, pristup 13.06. 2023.

<https://cdn4.vectorstock.com/i/1000x1000/42/08/reusable-cloth-bag-instead-plastic-bag-vector-21584208.jpg>

<https://media.istockphoto.com/photos/collection-of-recyclable-garbage-objects-isolated-picture-id676011398>

https://pinecreekpack.com/wp-content/uploads/2020/04/shutterstock_1450654886-1024x683.jpg

<https://th.bing.com/th/id/OIP.sn0BJWZ1CnEF24OFN1jUvwHaDA?pid=ImgDet&rs=1>

<https://www.coolatlanta.com/wp-content/uploads/2019/10/images504-5d9d578832e70.jpg>

I. Ružić, I. Sušan, N. Ožanić, E. Žic, *Otjecanja sa sliva slanog potoka i izvora rijeke Dubračine na području Vinodolske doline*, Hrvatske vode pred izazovom klimatskih promjena, Hrvatske vode, Opatija, 2011., [513930.14.pdf](#) 14.05.2023.

Katalog otpada, KATALOG-1 (3kf.com.hr), pristup 20.07.2023.

Kušević-Vukšić M., *Pregled podataka iz sustava Evidencija lokacija odbačenog otpada*, Zagreb, 2022., Microsoft Word - 2022_Pregled_ELOO_FV (haop.hr), pristup 13.05.2023.

Lewin M., *Finding, Evaluating, and Prioritizing GIS Opportunities*, 2017., Finding, Evaluating, and Prioritizing GIS Opportunities (esri.com), pristup 20.04.2023.

Plan gospodarenja otpadom za općinu Vojnić, PGO_za_opcinu_VOJNIC.pdf (azo.hr), pristup 20.04.2023.

Pravilnik o katalogu otpada NN 90/2015, Pravilnik o katalogu otpada (nn.hr), pristup 20.07.2023.

Priroda, *Zaštićena područja Primorsko-goranske županije*, Zaštićena područja PGŽ – Javna ustanova "Priroda" (ju-priroda.hr) pristup 13.05.2023.

Prostorni Plan uređenja Vinodolske općine, *Postupanje s otpadom*, članak 141.-149., Microsoft Word - odredbe.doc (vinodol.hr), pristup 20.04.2023.

Regionalni centar čistog okoliša, *Divlja odlagališta otpada*, Divlja odlagališta otpada - Regionalni centar čistog okoliša (rcco.hr), pristup 20.04.2023.

RH Državni zavod za statistiku, Popis '21, Državni zavod za statistiku - Objavljeni konačni rezultati Popisa 2021. (gov.hr)

Roh Pin Lee, *A concept to support the transformation from a linear to circular carbon economy: net zero emissions, resource efficiency and conservation through a coupling of the energy, chemical and waste management sectors*, CleanEnergy, 2017., concept to support the transformation from a linear to circular carbon economy: net zero emissions, resource efficiency and conservation through a coupling of the energy, chemical and waste management sectors | Clean Energy | Oxford Academic pristup 20.04.2023.

Rosan A., Povijesni pregled razvoja gospodarenja otpadom, završni rad, Sveučilište u Zgarebu, 2017., Microsoft Word - Ana_Rosan_Završni_Rad_FINAL za cd.docx (unizg.hr) pristup 13.06.2023.

Rubinić A., Ožanić N., *Hidrologija sliva Dubračine*, knjiga XIII, Rijeka, 2010., 610775.gf-zbornik-2010 (1).pdf, pristup 20.04.2023.

Saaty, T. L., *The analytic hierarchy process*, McGraw-Hill, New York, 1980.

Siobhan R., Nimick E., *Multi-Criteria Decision Analysis and GIS*, 2019., Multi-Criteria Decision Analysis and GIS (arctgis.com), pristup 17.05.

Službeno glasilo Primorsko-goranske županije, *Odluka o donošenju Plana gospodarenja otpadom Vinodolske općine za razdoblje od 2018.-2023.godine*, Općina Vinodolska, Bribir 2018., SLUŽBENE NOVINE PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE (pgz.hr), 17.03.2023.

T. Ba Hina, *Koliko su razvijene hrvatske županije? Samo četiri su iznad prosjeka države*, 2019., Koliko su razvijene hrvatske županije? Samo četiri su iznad prosjeka države - tportal, pristup 13.06. 2023.

Tušar B., *Gospodarenje otpadom*, stručni rad, Građevinski fakultet u Zagrebu, 1992., [204749 \(srce.hr\)](#), pristup 17.03.2023.

Vijesti Europski parlament, *Kružno gospodarstvo; definicija i koristi koje donosi*, [Kružno gospodarstvo: definicija i koristi koje donosi | Vijesti | Europski parlament \(europa.eu\)](#), pristup 20.04.2023.

Vijesti Europski parlament, *Više od 60 posto komunalnog otpada u Hrvatskoj odlaže se pod zemljom*, [Gospodarenje otpadom u EU-u: infografika | Vijesti | Europski parlament \(europa.eu\)](#), pristup 13.06. 2023.

Wikipedia, *Multiple-criteria decision analysis*, [Multiple-criteria decision analysis - Wikipedia](#) pristup 17.05. 2023.

Zagrebački holding d.o.o. Podružnica Čistoća, *Pojmovnik*, <https://www.cistoca.hr/gospodarenje-otpadom-8/edukacija-1513/pojmovnik-1534/1534>, pristup 17.03.2023.

Zakon o gospodarenju otpadom NN 84/21, [Zakon o gospodarenju otpadom - Zakon.hr](#) pristup 20.04.2023.

Zakon o komunalnom gospodarstvu NN68/18, 110/18, 32/20, [Zakon o komunalnom gospodarstvu - Zakon.hr](#) 20.04.2023.

Zorica M., *Gospodarenje otpadom*, završni rad, Veleučilište u Šibeniku, 2018., [zorica_matea_vus_2018_zavrs_struc.pdf](#), pristup 25.03.2023.