

Analiza širenja urbane zone grada Varaždina na temelju podataka CORINE Land Cover baze podataka

Paleka, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:409434>

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

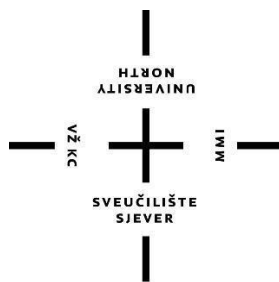
Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-28**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





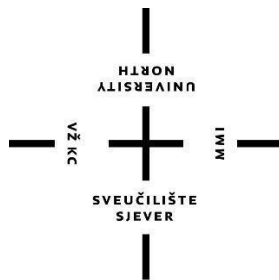
**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 002/GIG/2024

**Analiza širenja urbane zone grada Varaždina na temelju
podataka CORINE Land Cover baze podataka**

Lucija, 0336054441

Varaždin, srpanj 2024. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za Geodeziju i geomatiku

Završni rad br. 002/GIG/2024

Analiza širenja urbane zone grada Varaždina na temelju podataka CORINE Land Cover baze podataka

Student

Lucija Paleka, 0336054441

Mentor

Doc.dr.sc. Sanja Šamanović

Varaždin, srpanj 2024. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Geodezija i geomatika

STUDIJ Sveučilišni prijediplomski studij geodezije i geomatike

PRISTUPNIK Lucija Paleka

MATIČNI BROJ 0336054441

DATUM 1.7.2024.

KOLEGIJ Daljinska istraživanja

NASLOV RADA Analiza širenja urbane zone grada Varaždina na temelju podataka CORINE Land Cover baze podataka

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Analysis of the urban zone expansion of the city of Varaždin using CORINE Land Cover database data.

MENTOR Sanja Šamanović

ZVANJE Docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. Doc.dr.sc. Olga Bjelotomić Oršulić - predsjednica povjerenstva
2. Doc.dr.sc. Sanja Šamanović - mentorica
3. Doc.dr.sc. Nikola Kranjčić - član
4. Izv.prof.dr.sc. Danko Markovinović - zamjenski član
- 5.

Zadatak završnog rada

BROJ 002/GIG/2024

OPIS

U završnom radu analizirano je širenje urbane zone grada Varaždina na temelju podataka CORINE Land Cover baze podataka. Analizira se pokrov na izabranom području za tri godine (2006., 2012. i 2018.) korištenjem QGIS i Excel programa. Pomoću izabranih programa potrebno je napraviti analize, tablice i grafikone, te na temelju toga donijeti zaključke o širenju i smanjenju pojedinog tipa pokrova na području grada Varaždina.

ZADATAK URUČEN 15.04.2024.



POTPIS MENTORA



IZJAVA O AUTORSTVU

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

Ja, Lucija Paleka pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog rada pod naslovom

Analiza širenja urbane zone grada Varaždina na temelju podataka CORINE Land Cover baze podatka te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

L. Paleka

(vlastoručni potpis)

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

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

Predgovor

Ovim putem bih se htjela zahvaliti svojoj obitelji koja me je u svakom trenutku mog školovanja podupirala u mojim odlukama. Također bih se htjela zahvaliti i svojim prijateljicama i prijateljima koji su uvijek tu za mene bilo kao oslonac u osobnom ili akademskom životu. Na kraju bih se zahvalila i mentorici doc.dr.sc. Sanji Šamanović na velikoj pomoći i strpljenju koje mi je pružila u ovom završnom radu.

Sažetak

Tema ovog rada je obaviti analizu urbanog pokrova grada Varaždina. Uz podatke CORINE Land Cover baze podataka koji su dobiveni pomoću satelita bilo je potrebno analizirati podatke iz 1990., 2006. i 2018. godine. Te podatke bilo je potrebno obraditi u QGIS programu, a zatim ih staviti u Excel kako bi bili razumljiviji.

Podaci se nisu previše mijenjali, ali su u određenim razdobljima neke klase bile prisutne dok u drugima nisu.

Ključne riječi: CORINE Land Cover, Varaždin, urbanizacija, QGIS, Excel, vektorska analiza, daljinska istraživanja, orbite, sateliti, urbanizam, vektorski podaci, legenda, klase, urbani pokrov

Abstract

The topic of this paper is to analyze the urban cover of the city of Varaždin. In addition to data from the CORINE Land Cover database, which were obtained using satellites, it was necessary to analyze data from 1990, 2006 and 2018. These data had to be processed in QGIS program and then put in Excel so that it could be more understandable.

The data did not change too much, but in certain periods, some classes were present while in others they were not.

Keywords: CORINE Land Cover, Varaždin, urbanisation, QGIS, Excel, vector analysis, remote sensing, orbits, satellites, urbanism, vector data, legend, classes, urban cover

Popis korištenih kratica

| | |
|-----------------|--|
| CLC | CORINE Land Cover baza podataka |
| CORINE | Coordination of Information on the Environment (Koordinacija informacija o okolišu) |
| QGIS | Quantum Geography Information System (Kvantni geografski informacijski sustav) |
| LEO | Low Earth Orbit (Niska Zemljina orbita) |
| MEO | Medium Earth Orbit (Srednja Zemljina orbita) |
| HEO | High Earth Orbit (Visoka Zemljina orbita) |
| GSO | Geosynchronous orbit (Geosinkrona orbita) |
| GSAT | Geosynchronous satellite (Geosinkroni satelit) |
| GEO | Geostationary Earth Orbit (Geostacionarna Zemljina orbita) |
| INSAT | Indian National Satellite System (Indijski nacionalni satelitski sustav) |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration (Nacionalna aeronautička isvemirska administracija) |
| ISRO | Indian Space Research Organisation (Indijska svemirska istraživačka organizacija) |
| GPS | Globalni pozicijski sustav (Američki navigacijski sustav) |
| GLONASS | Globalni navigacijski satelitski sustav (Ruski navigacijski sustav) |
| PTO | Polar Transfer Orbit (Polarna prijenosna orbita) |
| GTO | Geostationary Transfer Orbit (Geostacionarna prijenosna orbita) |
| GSS | Geostationary Satellite (Geostacionarni satelit) |
| HE | Hidroelektrana |
| ESA | European Space Agency (Europska svemirska agencija) |
| EUMETSAT | European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (Europska organizacija za iskorištavanje meteoroloških satelita) |
| ECMWF | European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (Europski centar zasrednjoročne prognoze vremena) |
| EEA | European Environment Agency (Europska agencija za okoliš) |
| JRC | Joint Research Centre (Zajednički istraživački centar) |
| NUTS | Nomenclature of Territorial Units for Statistics (Nomenklatura prostornih jedinica za statistiku) |
| CSW | Catalogue Service for the Web |
| WCS | Web Coverage Service |
| WFS | Web Feature Service |
| WFS-T | Web Feature Service - Transaction |
| WMS | Web Map Service |
| OSGeo | Open Source Geospatial |

Sadržaj

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | Uvod..... | 10 |
| 2. | Daljinska istraživanja..... | 11 |
| 2.1. | Povijest daljinskih istraživanja..... | 12 |
| 2.2. | Orbite i sateliti..... | 13 |
| 2.2.1. | <i>Podjela orbita prema visini</i> | 14 |
| 2.2.2. | <i>Podjela orbita prema funkcionalnosti</i> | 15 |
| 3. | Urbanizam..... | 18 |
| 3.1. | Povijest urbanizma..... | 18 |
| 3.2. | Urbanizam u Varaždinu..... | 19 |
| 4. | Zadatak..... | 22 |
| 4.1. | Copernicus..... | 22 |
| 4.2. | Copernius sateliti..... | 23 |
| 4.3. | CORINE Land Cover..... | 25 |
| 4.3.1. | <i>Preuzimanje podataka</i> | 26 |
| 4.4. | QGIS..... | 27 |
| 4.4.1. | <i>Obrada podataka</i> | 28 |
| 5. | Analiza rezultata..... | 35 |
| 5.1. | Podaci za 1990. godinu..... | 36 |
| 5.2. | Podaci za 2006. godinu..... | 37 |
| 5.3. | Podaci za 2018. godinu..... | 38 |
| 6. | Zaključak..... | 40 |
| 7. | Literatura..... | 41 |
| | Popis slika..... | 43 |
| | Popis tablica..... | 43 |
| | Popis grafikona..... | 43 |

1. Uvod

Kako su se kroz povijest stvarale razne civilizacije, tako je uz stvaranje tih civilizacija išao i proces urbanizacije. Urbanizacija, iako prisutna od početka civilizacije je tek počela biti intenzivna nakon industrijske revolucije. Povećanjem broja poslova u gradovima pokreće se masovni proces naseljavanja ljudi u gradove što dovodi do razvoja urbanizacije. I danas možemo primijetiti kako proces urbanizacije još uvijek traje i vjerojatno će trajati zauvijek, osim ako značajni ekonomski, demografski ili ekološki faktori ne uspore ili zaustave ovaj trend.

Urbanizacija se kod nas u povijesti najviše isticala na hrvatskim otocima gdje su nastali i prvi grčki gradovi, a Rimljani su nakon njih urbanizaciju nastavili širiti prema unutrašnjosti Hrvatske. Iako urbanizacija u Hrvatskoj danas nije toliko izražena, ona se još uvijek događa [1].

Zadatak ovog završnog rada je kroz metodu vektorske analize u QGIS programu analizirati proces urbanizacije grada Varaždina kroz tri razdoblja. Osnovni izvor informacija bila je CORINE Land Cover baza podataka, iz koje su preuzeti podaci potrebni za vektorsku analizu, točnije, podaci za Varaždinsku županiju preuzeti su u Shapefile formatu. Uz QGIS, kroz proces izrade se također koristio i Excel koji je bio ključan za vektorsku analizu. Podatke koji su dobiveni vektorskom analizom bilo je potrebno skupiti i obraditi u Excelu pomoću tablica.

U procesu prikupljanja podataka za grad Varaždin izabrana su sljedeća razdoblja: 1990., 2006. i 2018. godina. Ova razdoblja su odabrana jer su podaci tih godina pokazivali najveću količinu promjena u usporedbi s ostalim godinama. Kako je za ovaj rad bilo potrebno napraviti analizu urbane zone Varaždina, bili su potrebni podaci iz kojih se može očitati najveća količina razlika za što su 1990., 2006. i 2018. godina najviše odgovarale poslu.

Hipoteza ovog rada je da će se površina poljoprivrednih klasa kao i šumskih smanjiti tijekom izabranih razdoblja.

2. Daljinska istraživanja

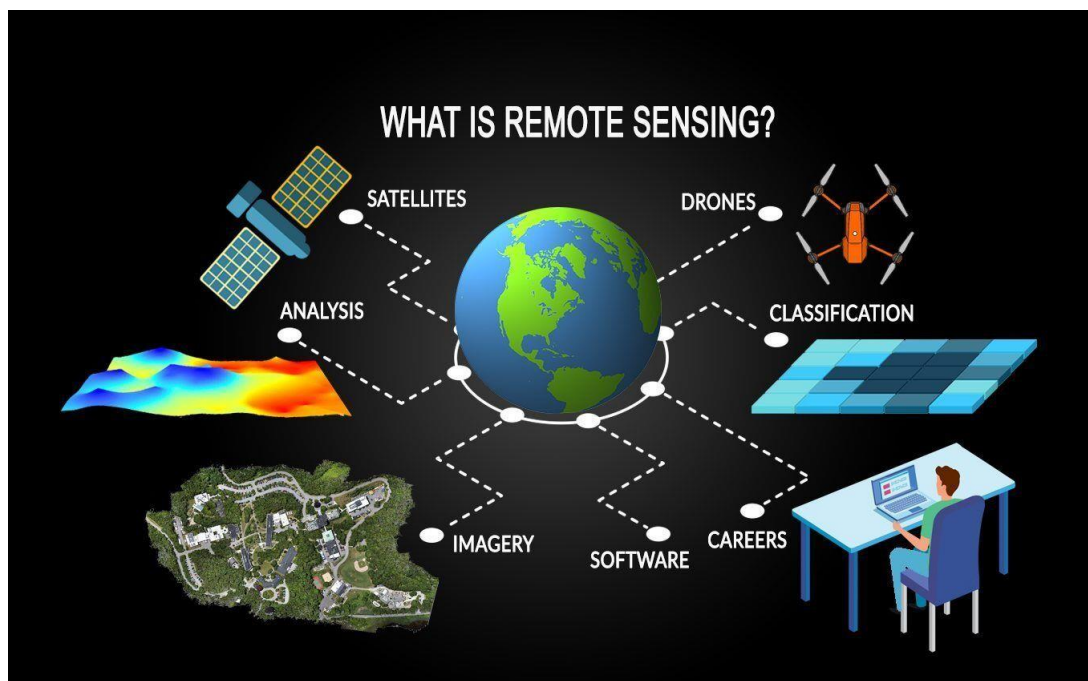
„Daljinska istraživanja (engleski remote sensing, njemački Fernerkundung, francuski télédétection) je metoda prikupljanja i interpretacije informacija o udaljenim objektima na površini Zemlje bez fizičkog dodira s objektom“ [2].

Glavni cilj daljinskih istraživanja je u što kraćem vremenskom roku prikupiti što više podataka.

Daljinska istraživanja koriste elektromagnetsku energiju kako bi otkrili i izmjerili značajke objekta. To se najčešće postiže korištenjem senzora postavljenih na zrakoplove, satelite i bespilotne letjelice (dronove). Tim tehnologijama omogućeno je prikupljanje podataka u različitim spektralnim područjima, uključujući multispektralne (vidljiva svjetlost, infracrveno zračenje) i hiperspektralne (širok spektar frekvencija) snimke, kao i radarske signale.

Ovi podaci, u obliku fotografskih, termalnih i radarskih snimaka, mogu poslužiti kao temelj za izradu meteoroloških, geoloških i hidroloških karata.

Daljinska istraživanja su interdisciplinarna znanost te je za nju potrebno razumijevanje područja kao što su elektromagnetska teorija, spektroskopija, primijenjena fizika, geologija, atmosfenske znanosti, agronomija, oceanografija, elektrotehnika i optičke tehnike. Daljinska istraživanja se konstantno razvijaju, što možemo vidjeti i na primjeru satelita. Kako se sateliti sve više i više razvijaju, ne samo da se daljinskim istraživanjima mogu prikupljati podatci sa Zemlje već je omogućeno i prikupljanje podataka sa drugih planeta. Na slici 1 [3] prikazane su tehnike prikupljanja podataka, analiza pa i slike koje nastaju istoimenom analizom i među ostalom, uloga ljudi u tom procesu.



Slika 1. Daljinska istraživanja i što sve ona uključuju

2.1. Povijest daljinskih istraživanja

Iako pojam „daljinska istraživanja“ nije korišten prije 1960-ih kada je prvi put korišten za opisivanje određenog područja istraživanja, tehnologija daljinskog prikupljanja podataka započela je mnogo ranije, još s razvojem prve uspješne fotografije početkom 1800-ih od strane francuskog izumitelja Nicéphore Niépce-a [4].

Nakon razvoja fotografije, ubrzo se razvilo i snimanje iz zraka, a najranija fotografija iz zraka bila je snimljena iz balona od strane Gaspard-Félix Tournachon-a koji je poznatiji pod pseudonimom Nadar. Koristeći balon na vrući zrak napravio je prvu uspješnu fotografiju francuskog sela iz zraka 1858. godine [4].

Početkom 20. stoljeća, slike daljinskih istraživanja bile su snimane korištenjem papirnatih zmajeva i goluba na koje su bile postavljene kamere. Vojska u Europi se također koristila golubovima pismonošama u vojnoj komunikaciji kao i u zračnom izviđanju. Kamere koje su bile pričvršćene na golubove bile su male i lagane, a fotografije su snimane uz pomoć mehanizma za mjerenje vremena. Iako je korištenje golubova za fotografiranje bilo dosta uspješno, njihova se primjena nije proširila radi razvoja zrakoplovne tehnologije [4].

Važno je spomenuti fotografiju „San Francisco u ruševinama“ koja je prikazana na slici 2 [5] kojom je 1906. godine George Lawrence snimio San Francisco nakon potresa pomoću niza zmajeva koji su mu služili kako bi podigao kameru tešku 22,23 kg u zrak na 91,44 m. Kamera pričvršćena na zmaju je radila tako da je čelično užo zmaja prenosilo električnu struju za daljinsko

aktiviranje kamere [4].



Slika 2. San Francisco u ruševinama

Wilbur Wright napravio je 1909. godine prve fotografije snimljene iz zraka pomoću zrakoplova. Do Prvog svjetskog rata, kamere postavljene na zrakoplove snimale su velika područja iz zraka što se pokazalo vrlo bitnim u vojnom izviđanju. Tijekom Drugog svjetskog rata zrakoplovi su bili opremljeni kamerama, a savezničke snage koristile bi stručnjake za pregledavanje milijune stereoskopskih slika iz zraka kako bi otkrili skrivene nacističke raketne baze [4]. Zrakoplovi U-2, koji su letjeli na vrlo velikim visinama (21,34 km) su povećali upotrebu zračnog izviđanja tijekom Hladnog rata [4].

Nakon rata, fotografija iz zraka brzo je postala popularna te se počela koristiti u razne svrhe, poput izrade karata. Korištenjem snimaka iz zraka proces izrade karata postao je jeftiniji i brži u odnosu na tradicionalne tehnike geodetske izmjere [4].

2.2. Orbite i sateliti

„Koliko će se brzo satelit kretati oko Zemlje ovisi o visini orbite. Kretanje satelita koji kruži oko Zemlje uglavnom je kontrolirano Zemljinom gravitacijom“ [6]. Što su sateliti bliže Zemlji, to je gravitacija jača te se samim time i satelit brže kreće. Sateliti se nalaze na različitim orbitama upravo zbog različitih karakteristika i svrha.

Orbita satelita je putanja kojom satelit kruži oko nekog nebeskog tijela, kao što su Zemlja, Mjesec ili neki drugi planet. Funkcionalni aspekti satelita postižu se kombinacijom čimbenika koji upravljaju kretanjem i djelovanjem satelita.

Ključni čimbenici su [7]:

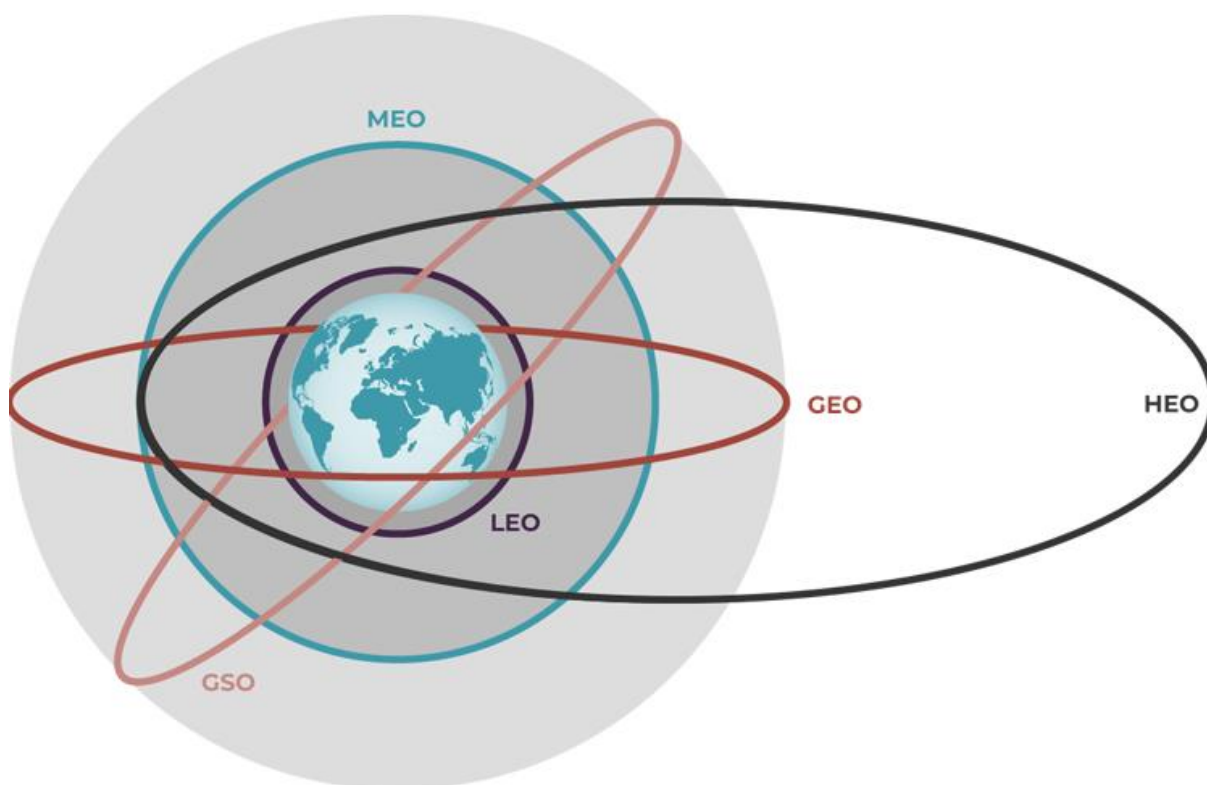
- visina orbite, koja utječe na brzinu satelita (brzina satelita obrnuto je proporcionalna njegovoj visini);

- ekscentricitet orbite koji upravlja oblikom orbite;
- orbitalna inklinacija, što je kut između ravnine orbite i ekvatora;
- orbitalni period, što je vrijeme potrebno satelitu da izvrši jednu revoluciju oko Zemlje.

Orbite se mogu podijeliti prema visini orbite i prema funkcionalnosti orbite [7].

2.2.1. Podjela orbite prema visini

Prema visini, orbite se dijele na: Low Earth Orbit, Niska Zemljina orbita (LEO), Medium Earth Orbit, Srednja Zemljina orbita (MEO) i High Earth Orbit, Visoka Zemljina orbita (HEO) kao što je prikazano na slici 3 [8].



Slika 3. Zemljine orbite

□ LEO

LEO se nalazi na visini do 2 000 km od Zemljine površine. [9] Kako je smještena blizu Zemlje, prikladna je za transport, komunikaciju, promatranje i opskrbu. Sateliti u ovoj orbiti nemaju uvijek istu putanju, ona je promjenjiva, a sateliti u njoj kreću se od pola do pola. Satelitima je potrebno 99 minuta kako bi završili put u ovoj orbiti [6].

□ **MEO**

MEO se nalazi na visini od 2 000 do 35 780 km od Zemljine površine. Ova orbita se koristi za navigacijske sustave kao što su GPS, GLONASS i Galileo. MEO se sastoji od dvije orbite: polusinkrona i Molniya orbita. Sateliti u ovoj orbiti imaju orbitalni period između 2 i 24 sata [7].

□ **HEO**

HEO se nalazi na i iznad visine od 35 786 km od Zemljine površine. U ovoj orbiti orbita satelita odgovara rotaciji Zemlje koja iznosi 23 sata, 56 minuta i 4,1 sekundu. HEO sateliti se koriste u svemirskim misijama za promatranje svemira ili drugih planeta. Zbog preklapanja orbite satelita i rotacije Zemlje, satelit može izgledati kao da stoji u mjestu, a takva se orbita zove geosinkrona orbita. Primjer satelita u ovoj orbiti je GSAT (geosinkroni sateliti) serija indijskih autohtono razvijenih komunikacijskih satelita koji se koriste za digitalno emitiranje zvuka, podataka i videa [7].

2.2.2. Podjela orbita prema funkcionalnosti

Prema funkcionalnosti, najčešće korištene orbite su: geosinkrona orbita, geostacionarna orbita, polarna orbita, sunčevo-sinkrona orbita, polusinkrona orbita, Molniya orbita, prijenosne orbite i halo orbita. [7].

□ **Geosinkrona orbita (GSO)**

GSO je napredna (u smjeru Zemljine rotacije) orbita niske inklinacije koja se nalazi u visokoj Zemljinoj orbiti. Period orbite je 23 sata, 56 minuta i 4 sekunde te se može činiti da sateliti u ovoj orbiti ostaju iznad Zemlje na konstantnoj geografskoj dužini [7]. Sateliti u ovoj orbiti se vraćaju na istu točku na nebu u isto vrijeme svakog dana [10].

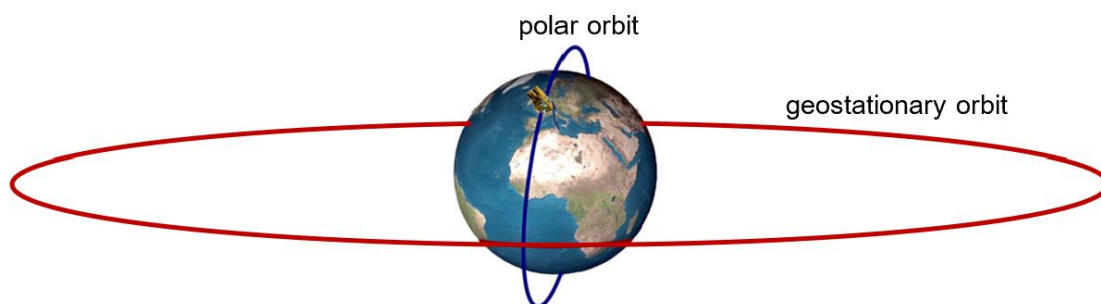
□ **Geostacionarna orbita (GEO)**

Geostacionarna orbita je poseban slučaj geosinkrone orbite sa nultim ekscentricitetom i gotovo nultom inklinacijom (širinom), tako da se sateliti u ovoj orbiti čine nepomičnim iznad neke točke na Zemlji. Sateliti za praćenje vremena moraju se postaviti u GEO jer trebaju promatrati određena područja na Zemljinoj površini. U ovoj orbiti mogu biti smješteni i neki komunikacijski i navigacijski sateliti, no ovu orbitu pretežno koriste meteorološki sateliti kao što su INSAT serija (INSAT), MeteoSAT (Europa), Geostationary Operational Environmental Satellite (NASA), Geostationary Satellite (JAXA) i mnogi drugi. Komunikacijski sateliti koji se nalaze u ovoj orbiti su INSAT (Indian National Satellite System) i GSAT serija Indijskih satelita[7].

□ **Polarna orbita**

Visina polarne orbite se kreće između 200 i 1000 km, što znači da je polarna orbita niska Zemljina orbita. Sateliti u ovoj orbiti putuju od sjevera prema jugu Zemlje, a u jednom danu naprave 15-16 orbita. Polarna orbita se koristi za promatranje Zemlje i znanstvena istraživanja. Također, koristi se i za daljinska istraživanja kako bi postigli globalnu pokrivenost, a isto tako koristi se i kod upravljanja resursima gdje prati usjeve i šume. Koristi se i kod globalne sigurnosti što čini Cartosat serija ISRO [7].

Na slici 4 [11] vidno se primjećuje razlika između polarne i geostacionarne orbite.



Slika 4. Prikaz razlika između geostacionarne i polarne orbite

□ **Sunčevo-sinkrona orbita**

Sunčevo-sinkrona orbita je posebna vrsta polarne orbite koja prolazi preko polarnih područja. Sateliti u ovoj orbiti izvrše 14 orbita dnevno i uvijek su u sinkroniziranom položaju u odnosu na Sunce. Sateliti u sunčevo-sinkronoj orbiti se nalaze na visini od 600 do 800 km i koriste se za istraživanje klimatskih promjena i vremenskih obrazaca kao i za pomoć u predviđanju atmosferskih poremećaja i ekstremnih događaja kao što su jake ciklonske oluje. Ova orbita se koristi i za praćenje hitnih situacija, za prikupljanje podataka o dugoročnim problematičnim događajima kao što je krčenje šuma ili pak porast razine mora [7].

□ **Polusinkrona orbita**

Polusinkrona orbita se nalazi u srednjoj Zemljinoj orbiti na visini od 20 200 km iznad Zemljine površine. Satelitu u ovoj orbiti treba otprilike 12 sati kako bi izvršio jedan ciklus. Ova orbita pogodna je za satelite koji se koriste u navigaciji kao što su GPS ili GLONASS [7].

□ **Molniya orbita**

Molniya orbita kombinira veliki nagib ($63,4^\circ$) s visokim ekscentričnostima (0,72) za bolje promatranje i pokrivanje većih pojaseva. Razvijena je kao komunikacijska alternativa za velike geografske širine kao što je primjer kod polarnih regija. Koristi se i za meteorološko promatranje

srednjih i visokih geografskih širina jer meteorološki instrumenti postavljeni na satelite u ovoj orbiti poboljšavaju vremensku učestalost promatranja fenomena visokih geografskih širina kao što su polarni minimumi. Ovu orbitu često koristi i Galileo navigacijski sustav kao i ostali navigacijski sustavi [7].

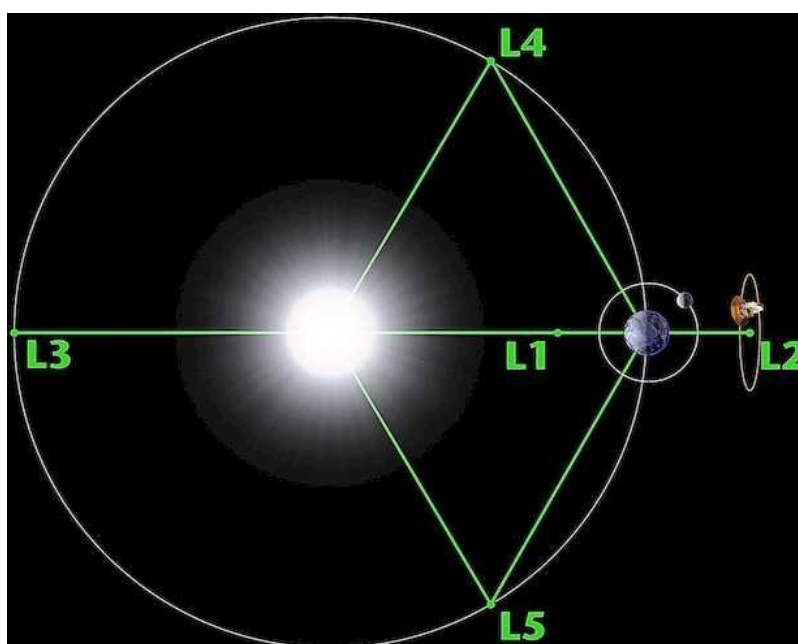
□ **Prijenosne orbite**

Prijenosne orbite su srednje Zemljine orbite koje se koriste kako bi satelit iz jedne orbite prešao u drugu. Razlikujemo dvije prijenosne orbite, polarnu prijenosnu orbitu (PTO) i geostacionarnu prijenosnu orbitu (GTO). PTO se nalazi na visini od oko 100 km ispod polarne ili niske Zemljine orbite. U tu orbitu se prvo lansiraju sateliti za daljinska istraživanja, a zatim se sami podižu u željenu orbitu. GTO se nalazi na visini od 200 km ispod geostacionarne orbite. GSS (geostacionarni satelit) se prvo lansira u ovu orbitu, a zatim se sam podiže do željene orbite [7].

□ **Lagrangeove točke (L-točke)/Halo orbita**

Lagrangeove točke su posebne točke koje imaju pojačana područja privlačenja i odbijanja između Sunca i Zemljinog sustava. Halo orbita je posebna vrsta orbite koja se približava Lagrangeovim točkama, ali je stabilna u odnosu na manje gravitacijske poremećaje.

Postoji pet Lagrangeovih točaka u sustavu Zemlja-Sunce: L1 točka je smještena između Zemlje i Sunca koja daje satelitima stalni pogled na Sunce. L2 točka se nalazi iza Zemlje koja je iza Sunca te zato ova točka ima idealno mjesto za promatranje svemira. L3 točka se nalazi s druge strane Sunca, nasuprot Zemlji, a L4 i L5 točke padaju na vrh dvaju jednakokraničnih trokuta sa Suncem i Zemljom [7]. Na slici 5 [12] možemo vidjeti položaj Lagrangeovih točaka u svemiru.



Slika 5. Langrangeove točke i njihov položaj

3. Urbanizam

Urbanizam se bavi planiranjem, projektiranjem, izgradnjom i uređenjem gradova i naselja, tj. proučavanjem njihovog razvoja, strukture i života [13]. Urbanizam oblikuje način na koji se živi, radi, ali i komunicira što se može vidjeti i u razlikama između većih i manjih gradova.

Danas se sve nalazi u gradovima, poslovi, kuće, trgovački centri što su samo neki od primjera što se sve može pronaći u gradovima pa su današnji gradovi mnogo stisnutiji po pitanju prostora. Zbog toga su današnji urbanisti primorani koristiti prostorne planove čija je zadaća odrediti način uporabe zemljišta i uskladiti interese korisnika zemljišta s javnim interesom.

3.1. Povijest urbanizma

Prva stalna naselja su se vjerojatno počela razvijati u neolitik kada čovjek nije više samo sakupljač hrane i lovac već i proizvođač hrane zahvaljujući biljkama i pripitomljavanju životinja. Prvi gradovi su nastali već prije pet tisuća godina upravo zbog pojave viška proizvodnje, podjele rada i razmjene dobara. Prvi gradovi se mogu pronaći u aridnim krajevima gdje doline velikih rijeka dijelom godine plave i muljem oplemenjuju tlo [1].

Kada se pogleda stari vijek, zaključuje se kako su prvi gradovi nastali u tadašnjim civilizacijama, u Mezopotamiji, u dolini rijeke Nila, u dolini Inda i dolini Žute rijeke. „U najstarije gradove na svijetu ubrajaju se Ur, Uruk, Nipur, Isin, Larsa itd., koji su nastali na jugu današnjeg Iraka u civilizacijama Sumera i Akada“ [1]. U starom vijeku gradovi su nastajali planski, s pravilnom mrežom ulica i velikim brojem upravnih i vjerskih građevina [1].

U antičkom dobu urbani razvoj premješta se na Sredozemlje gdje Grci osnivaju gradove. Njihovi gradovi su bili politički i gospodarski samostalni i zvali su se gradovi – države, tj. polis. Njihova prostorna struktura dijelila se na tri zone: za potrebe svetišta, za javne društvene i kulturne potrebe i za stambene zgrade. Uz Grčku, u antici je u urbanom razvoju veliku važnost imalo i Rimsko Carstvo koje se velikim dijelom baziralo na Grčku. Upravne, gospodarske i druge potrebe dale su poticaj razvoju Rimskog Carstva. Uz to, gradovi su se razvijali i zahvaljujući svojim prometnim i trgovačkim funkcijama. Gradovi su se osnivali za potrebe liječenja, rekreacije i sl. [1]. „Odlike rimskih gradova očituju se u njihovoj strukturi, izgledu i funkcijama. Mnogi su građeni planski s pravilnim shemama ulica, a u strukturi su se posebno isticali glavni trg poznatiji kao forum, kazališta i arene“ [1].

Europski su gradovi u srednjem vijeku bili okruženi zidinama i kulama kako bi se obranili od neprijatelja. Na glavnim trgovima, do kojih se dolazilo pomoću uskih, kamenitih ulica, održavali su se sajmovi i trgovačke aktivnosti. Gradovi u srednjem vijeku razvijali su se oko crkvi, a njihovi zvonici izdizali su se iznad urbanskog horizonta. Firenca, Siena i Brugge imali su važnu ulogu u razvoju renesanse radi njihove kulturne i ekonomske aktivnosti [14].

Gradovi poput Venecije, Pariza i Amsterdama su u razdoblju renesanse i baroka bili jako važni po pitanju umjetnosti i arhitekture. Tako je recimo Venecija bila proslavljena po svojim kanalima koji su i dan danas poznate atrakcije, Pariz je postao grad umjetnosti, a Amsterdam je proslavio svoje kanale i stambene kuće [14].

Industrijska revolucija izazvala je početkom 19. stoljeća dramatične promjene u društvu i gospodarstvu. Gradnja tvornica u gradovima privlačila je velike mase radnika iz ruralnih područja što je dovelo do naglog rasta gradova i proširenja njihovih granica. Sve to dovodi do prilagodbe urbanističkog planiranja. „London, Manchester, Pariz i New York postali su centri industrije i trgovine“ [14].

Hausman u Parizu i Olmsted u New Yorku imali su ključnu ulogu u preoblikovanju gradova u drugoj polovici 19. stoljeća. Revitalizacija gradskih jezgri označila je početak planskog urbanizma, gdje je glavni zadatak urbanista oblikovati gradove na način da se poboljša način života [14].

Razvoj automobila u 20. stoljeću promijenio je način življenja i rada u gradovima jer su ljudi imali mogućnost življenja dalje od gradova i rad u gradu.

U današnjem vremenu gradovi se susreću sa problemom brze urbanizacije, održivosti i društvene inkluzije, a uz sve to treba biti ukomponirana i ekološka osviještenost što iziskuje nove načine rješavanja problema [14].

3.2. Urbanizam u Varaždinu

Varaždinska županija, sa središtem u Varaždinu, je najstarija, među prvima organizirana kao upravno teritorijalna jedinica u Hrvatskoj. Varaždin se nalazi u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, u plodnoj nizini na desnoj obali Drave te ima odličnu prometnu lokaciju: od Zagreba je udaljen 80 km, od Graza (Austrija) 140 km, od Ljubljane (Slovenija) 180 km, od Rijeke je udaljen 250 km, od Budimpešte (Mađarska) je udaljen 280 km, od Trsta (Italija) 280 km, a od Beča (Austrija) 330 km [15].

Varaždin se po prvi put spominje pod nazivom Guarestin, kao i podaci o njegovim stanovnicima i imena varaždinskih župana Beleé i Motmira 1181. godine u ispravi kralja Bele III.

u kojoj se presuđuje o sukobu između Zagrebačkog kaptola i varaždinskog župana Beleé oko posjeda Varaždinskih Toplica [16].

Status slobodnog kraljevskog grada stekao je 1209. godine od strane ugarskog kralja Andrije II., a od 1767. do 1776. godine bio je i glavni grad Hrvatske.

Varaždin je tijekom svoje povijesti bio značajno regionalno središte i to kao prometni, trgovačko-obrtnički, crkveni i vojno-politički centar, a uz to je bio (i danas je) značajan centar za umjetnost, arhitekturu i urbanizam sjeverozapadne Hrvatske [17].

U radu će fokus biti na prostornim planovima iz 2005. godine i 2014. godine prema kojima će se vidjeti razlike između prostornog plana i CORINE Land Cover (CLC) baze podataka.

U 2005. godini rađen je Prostorni plan grada Varaždina u kojem je cilj bio sagledati cijelo područje Grada Varaždina te vrijednost njegovog prostora uz omogućavanje daljnjeg razvoja svih naselja i funkcija u prostoru. Područje Grada Varaždina može se podijeliti na tri dijela [18]:

1. Prostor uz obalu Drave i derivacijskog kanala HE Varaždin kao područja izraženih prirodnih vrijednosti krajobraza uz rijeke

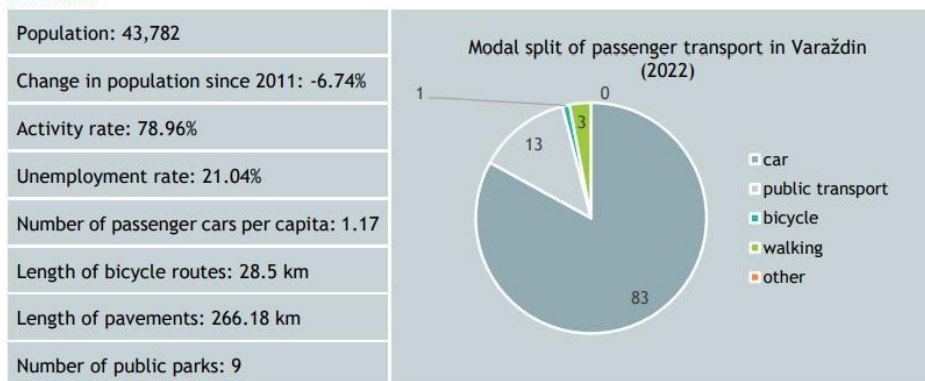
2. Visoko urbanizirani izgrađeni prostori Varaždina u središnjem dijelu gradskog područja s tendencijom širenja u svim smjerovima

3. Poljoprivredni krajobraz zapadnog, južnog i istočnog dijela Grada, s naseljima koja tendiraju spajanju međusobno, a neka se spajaju sa Varaždinom.

Prema Popisu stanovništva iz 2001. godine, u Varaždinu je živjelo 49 075 stanovnika. Prvo što se može primijetiti u prostornom planu iz 2005. godine, a zatim i u CLC bazi podataka iz 2006. godine je razlika u zračnoj luci koja je u prostornom planu zapisana kako postoji u istočnom dijelu grada, a u CLC bazi podataka ta luka ne postoji. Grad Varaždin ima jednu rijetkost s obzirom da se nalazi u pretežno poljoprivrednom krajobrazu – mala površina šuma. Kada se izuzmu šumske površine uz priobalje Drave, tada su šume jako rijetke i nalaze se pretežno u krajnjim istočnim i jugozapadnim dijelovima grada [18].

U Službenom vjesniku Grada Varaždina iz 2014. godine (gdje je objavljen prostorni plan) može se primijetiti kako su u prostornom planu zapisane mnoge izgradnje, rekonstrukcije, otvaranja ulica, izgradnja parkovnih površina, ali i njihovo održavanje. Prema CLC bazi podataka stvarno se može vidjeti rast zelenih gradskih područja, ali i rast izgradnje kako je bilo napisano u prostornom planu [19].

KEY DATA



Slika 6. Prikaz podataka o populaciji i njenoj promjeni u Varaždinu od 2011. godine

Na slici 6 [20] mogu se pročitati ključne informacije za grad Varaždin kao što je broj stanovnika i promjena u broju stanovnika od 2011. godine koja je pala za čak 6,74%.

4. Zadatak

Zadatak ovog završnog rada bio je uz pomoć QGIS i Excel programa obraditi podatke vezane uz Varaždin koji su preuzeti sa Copernicus Land Monitoring Service stranice (CORINE Land Cover).

4.1. Copernicus

Copernicus je dio programa Europske unije namijenjen za promatranje Zemlje i njenog okoliša kako bi pružio informacijske usluge svim građanima Europe. Pruža informacijske usluge temeljene na podacima prikupljenim satelitskim promatranjem Zemlje i podacima prikupljenim na terenu [21].

Programom upravlja Europska komisija i provodi se u suradnji s državama članicama, Europskom svemirskom agencijom (ESA), Europskom organizacijom za iskorištavanje meteoroloških satelita (EUMETSAT), Europskim centrom za srednjoročne prognoze vremena (ECMWF), agencijama EU-a i Mercator Océanom, Europskom agencijom za okoliš (EEA) te Zajedničkim istraživačkim centrom (JRC) [21].

Copernicus pruža velike količine podataka sa satelita i mjernih sustava na zemlji, u zraku i na moru koji pomažu pružateljima usluga, javnim tijelima i drugim međunarodnim organizacijama za poboljšanje kvalitete života europskih građana. Sve usluge na Copernicusu su besplatne i javno dostupne [21].



Slika 7. Tematska područja Copernicus programa

Usluge koje pruža Copernicus mogu se podijeliti na šest tematskih područja [22] koja su također prikazana na slici 7 [23]:

1. Atmosfera
2. Morski okoliš
3. Kopno
4. Klimatske promjene
5. Sigurnost
6. Krizne situacije

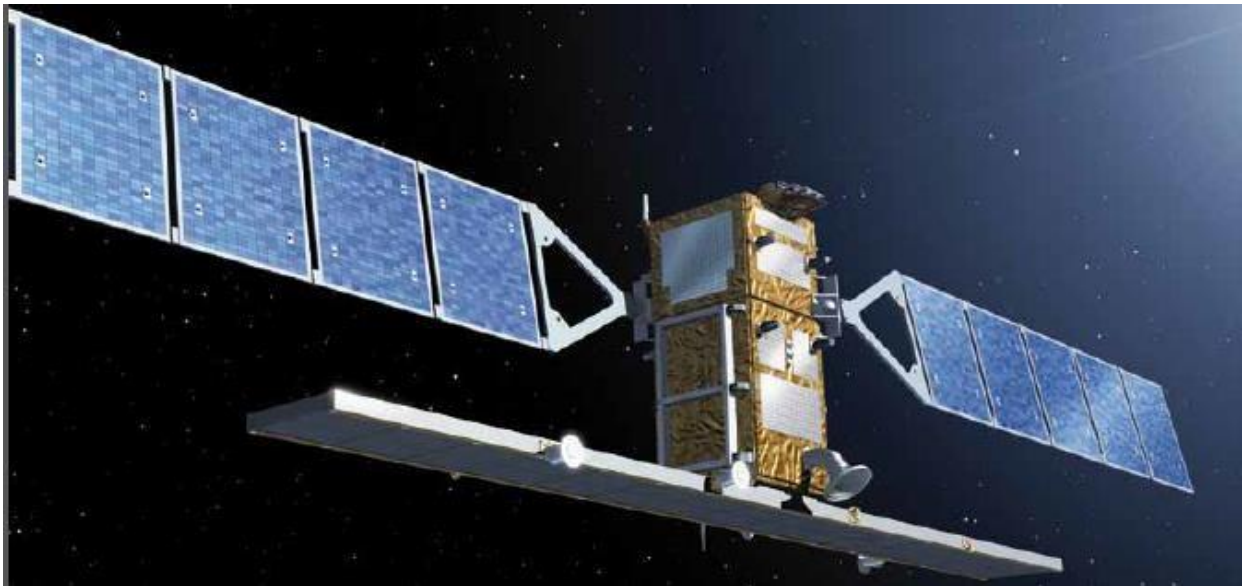
U ovom završnom radu korišten je Copernicus Land Monitoring Service (Kopno) tematsko područje.

4.2. Copernius sateliti

Sentinel sateliti, sa zadaćom prikupljanja podataka sa Zemljine površine, oceana i atmosfere, doprinose očuvanju Zemlje, ali i njeno bolje razumijevanje.

Sentinel-1 koji se može vidjeti na slici 8 [24] je prva od pet misija koje je ESA razvila za Copernicus inicijativu. Ova misija pruža radarske slike koje su dostupne bez obzira na vremenske prilike te omogućuje snimanje slika tijekom dana i noći. Osim toga, Sentinel-1 pruža usluge za praćenje kopnenih i oceanskih područja [25]. „Glavni ciljevi i primjena misije Sentinel-1 su: globalno praćenje kopnenih masa, praćenje morskog leda, praćenje kopnenog leda, praćenje oceana i mora, pomorski nadzor i odgovor na hitne slučajeve“ [25]. „Sentinel-1 se nalazi u gotovo polarnoj, Sunčevo-sinkronoj orbiti s ciklusom od 12 dana“ [25]. Jedan Sentinel-1 satelit može mapirati cijeli svijet u interferometrijskom širokom modu svakih 12 dana sa 175 orbita po ciklusu. Konstelacija od dva satelita nudi točan ciklus ponavljanja od 6 dana [25].

Sentinel-1A je lansiran 2014 godine, a Sentinel-1B je lansiran 2016. godine [25]. Lansiranje Sentinel-1C planirano je za 2024. godinu [25].



Slika 8. Sentinel-1 satelit

Sentinel-2 je misija za snimanje širokog pojasa sa visokom razlučivošću i više spektralnih slika. Misija se sastoji od dva identična satelita koji lete u istoj orbiti koji su fazno pomaknuti za 180° , što omogućuje visoku učestalost ponovnih preleta iznad Ekvatora svakih pet dana. Sateliti se nalaze na visini od 786 km u orbiti sinkronoj Suncu. Svrha Sentinel-2 misije je praćenje stanja kopna, tj. praćenje vegetacije, pokrova tla, vode, unutarnjih vodenih tokova i obalnih područja i njihovo snimanje u visokoj rezoluciji. Satelit Sentinel-2A je lansiran 23. lipnja 2015., a Sentinel-2B 7. ožujka 2017. godine [26].

Sentinel-3 je misija za promatranje Zemlje razvijena kako bi podržala Copernicus u aplikacijama za oceansko, kopneno, atmosfersko, kriosfersko i hitno praćenje. Glavni cilj Sentinel-3 misije je izmjeriti topografiju morske površine, površinsku temperaturu mora i kopna te boju površine oceana i kopna s visokom preciznošću i pouzdanošću kao podršku sustavima za praćenje oceana, okoliša i klime. Sentinel-3A je lansiran 2016., a Sentinel-3B 2018. godine [27].

Sentinel-4 je planirana misija za rujan 2024. koja će osigurati podatke za praćenje sustava atmosfere. Pratit će kvalitetu zraka, tragove plinova i aerosola iznad Europe u visokoj prostornoj rezoluciji svakih sat vremena tijekom dana. Nalazit će se u geostacionarnoj orbiti i radit će sa ugrađenim infracrvenim sensorima za praćenje ozona, dušikovog dioksida, ugljikovog monoksida, sumpornog dioksida i drugih plinova u tragovima. Pratit će kvalitetu zraka, onečišćenja i klime [28].

Sentinel-5 misija će pratiti kvalitetu zraka, tragove plinova i aerosola u visokoj prostornoj rezoluciji s dnevnom globalnom pokrivenošću. Bit će lansiran u polarnu orbitu. Misija će pratiti dušikov dioksid, ozon, sumporov dioksid, metan, ugljični monoksid kao i druge plinove u

tragovima. Uz nabrojane plinove, misija će pratiti globalnu kvalitetu zraka i onečišćenje pa i klimatske promjene [29].

Satelit **Sentinel-5P** preteča je misije Sentinel-5 i lansiran je 13. listopada 2017. godine, a njegov je cilj izvođenje atmosferskih mjerenja s visokom prostorno-vremenskom rezolucijom, a koristit će se za kvalitetu zraka, ozonsko i UV zračenje te praćenje i prognoziranje klime [30].

Sentinel-6 satelit pruža globalna promatranja visine morske površine za praćenje klime te oceanske i sezonske prognoze. Sentinel-6 Michael Freilich, prvi od dva satelita u misiji Sentinel-6, lansiran je 2020. godine i pruža podatke mjerenja srednjeg porasta razine mora još iz 1992. godine što se i dan danas nastavlja. Drugi satelit, Sentinel-6B planiran je za lansiranje 2025. godine [31].

4.3. CORINE Land Cover

Početakom 1980-ih, Europska komisija prepoznala je problem nedosljednih, neusporedivih i neujednačenih karata nacionalnog zemljišnog pokrova, što je onemogućavalo praćenje europskog okoliša na kontinentalnoj razini. Europska komisija tada je pokrenula program CORINE (Coordination of Information on the Environment) u nastojanju da razvije standardiziranu metodologiju za izradu karata kopnenog pokrova, biotopa i kvalitete zraka na razini kontinenta, tj. da sve podatke objedini. Prvi skup podataka CORINE Land Cover proizveden je 1990. godine i pruža informacije o europskom zemljišnom pokrovu i korištenju zemljišta već više od 30 godina [32].

Danas CORINE Land Cover nudi paneuropski popis zemljišnog pokrova i korištenja zemljišta s 44 klase zemljišnog pokrova. Podaci se ažuriraju svakih šest godina, tako da su ažuriranja provedena 2000., 2006., 2012. godine i najnovije ažuriranje koje je izvedeno 2018. godine [32].

CLC baza podataka je javno dostupna svim građanima i podaci se mogu dobiti putem WMS/WFS GIS web servisa [33].

Na slici 9 [34] može se vidjeti evolucija CLC podataka kroz godine, koji se satelit koristio za izradu podataka za pojedinu godinu, vrijeme izrade, geometrijska točnost, tematska točnost, broj zemalja uključenih u izradu i još puno drugih podataka. Prema podacima sa slike važno je spomenuti kako se Landsat-5 MSS/TM satelit, koji je korišten za CLC1990 najduže koristio što može biti radi tadašnjeg sporijeg razvoja tehnologije za razliku od danas kada se tehnologija stalno mijenja te su se zato i za CLC2018 koristili Sentinel-2 i Landsat-8 sateliti koji su se koristili samo jednu godinu. Za razliku od Landsat-5 MSS/TM satelita koji je imao geometrijsku točnost od ≤ 50 m na terenu od 25

ha/100 m, Sentinel-2 i Landsat-8 imaju geometrijsku točnost od ≤ 10 m na terenu od 25 ha/100 m.

Također se po podacima iz tablice može iščitati kako je broj zemalja uključenih u pristup satelitskim podacima porastao, tj. kako je broj zemalja 1990. godine bio 26, a u 2018. godini je taj broj porastao na 39 zemalja.

| | CLC1990 | CLC2000 | CLC2006 | CLC2012 | CLC2018 |
|---------------------------------------|--|---|---|---|---|
| Satellite data | Landsat-5 MSS/TM single date | Landsat-7 ETM single date | SPOT-4/5 and IRS P6 LISS III dual date | IRS P6 LISS III and RapidEye dual date | Sentinel-2 and Landsat-8 for gap filling |
| Time consistency | 1986–1998 | 2000+/-1 year | 2006+/-1 year | 2011–2012 | 2017–2018 |
| Geometric accuracy, satellite data | ≤ 50 m | ≤ 25 m | ≤ 25 m | ≤ 25 m | ≤ 10 m (Sentinel-2) |
| Min. mapping unit/width | 25 ha/100 m | 25 ha/100 m | 25 ha/100 m | 25 ha/100 m | 25 ha/100 m |
| Geometric accuracy, CLC | 100 m | better than 100 m | better than 100 m | better than 100 m | better than 100 m |
| Thematic accuracy, CLC | $\geq 85\%$ (probably not achieved) | $\geq 85\%$ (achieved) [13] | $\geq 85\%$ | $\geq 85\%$ (probably achieved) | $\geq 85\%$ |
| Change mapping (CHA) | not implemented | boundary displacement min. 100 m change area for existing polygons ≥ 5 ha; for isolated changes ≥ 25 ha | boundary displacement min. 100 m all changes ≥ 5 ha are to be mapped | boundary displacement min. 100 m all changes ≥ 5 ha are to be mapped | boundary displacement min. 100 m all changes ≥ 5 ha are to be mapped |
| Thematic accuracy, CHA | – | not checked | $\geq 85\%$ (achieved) | $\geq 85\%$ | $\geq 85\%$ |
| Production time | 10 years | 4 years | 3 years | 2 years | 1.5 years |
| Documentation | incomplete metadata | standard metadata | standard metadata | standard metadata | standard metadata |
| Access to the data (CLC, CHA) | unclear dissemination policy | dissemination policy agreed from the start | free access for all users | free access for all users | free access for all users |
| Number of countries involved | 26 (27 with late implementation) | 30 (35 with late implementation) | 38 | 39 | 39 |

Slika 9. Prikaz podataka o satelitima koji su se koristili kroz povijest CLC baze podataka

Standardni pristup izrade CLC baze temelji se na vizualnoj interpretaciji satelitskih snimki prema prihvaćenoj standardnoj CLC metodologiji, dajući vektorske podatke o pokrovu zemljišta u mjerilu 1:100 000, minimalne širine poligona 100 m i minimalnog područja kartiranja 25 ha, odnosno 5 ha za bazu promjena pokrova zemljišta. Definirana CLC nomenklatura uključuje 44 klase raspoređene u 3 razine od kojih svaka opisuje različit pokrov zemljišta [33].

4.3.1. Preuzimanje podataka

Podaci za širenje urbanizacije grada Varaždina preuzeti su sa CORINE Land Cover baze podataka koja se može pronaći na Copernicus Land Monitoring Service stranici [35]. Prvo što se može primijetiti ulaskom u CORINE Land Cover bazu podataka je odabir podataka za pojedinu godinu, a na vizualnom prikazu pokrova za pojedinu godinu, moguće je izabrati i područje koje se promatra, koje je u ovom slučaju Varaždin u razdoblju 1990., 2006. i 2018. godine.



Slika 10. Preuzimanje podataka preko CLC baze podataka

Kako u bazi nije bilo moguće izabrati sam Varaždin, bilo je potrebno izabrati NUTS3 razinu što je zapravo prikaz županija, u ovom slučaju Varaždinske, iz koje je naknadno u QGIS-u izdvojen Varaždin. Nakon odabira Varaždinske županije (HR062), koja je prikazana na slici 10 [36], bilo je moguće izabrati vektorske ili rasterske podatke. S obzirom na potrebu za analizom urbanog pokrova, broja klasa i njihovih površina, preuzeti su vektorski podaci.

4.4. QGIS

QGIS je profesionalna GIS aplikacija i razvojna platforma. [37] QGIS (prethodno poznat kao Quantum GIS) je besplatan softver otvorenog koda koji omogućuje stvaranje, uređivanje, vizualizaciju, analizu i objavljivanje geoprostornih informacija. Razvoj Quantum GIS-a započeo je sa Gary Sherman-om početkom 2002. godine kao program za pregled GIS podataka za operativni sustav Linux. Napisan je C++ programskim jezikom dok su pluginovi napisani u Pythonu. Danas je QGIS moguće preuzeti na Linux, Unix, Mac OS i Windows platforme. Podržava vektorske i rasterske formate, ako i formate baza podataka te širok spektar funkcionalnosti. QGIS podržava Catalogue Service for the Web (CSW), Web Coverage Service (WCS), Web Feature Service (WFS), Web Feature Service – Transaction (WFS-T) i Web Map Service (WMS) značajke.

QGIS je postao službeni paket za Open Source Geospatial (OSGeo) Foundation 2004. godine, a prva stabilna verzija 1.0 izašla je u siječnju 2009. godine. Sučelje je prilagođeno za preko 40 jezika. Trenutno se koristi verzija 3.38. [38]

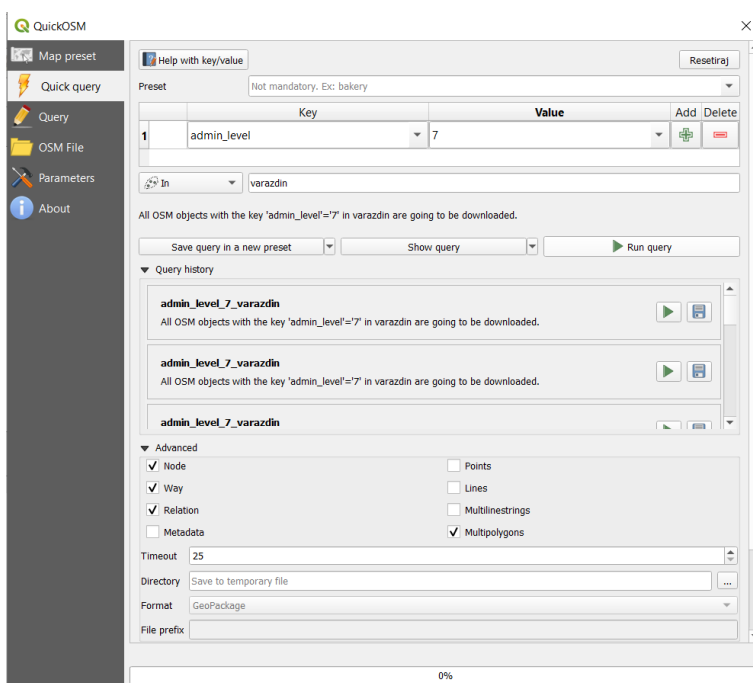
QGIS je radi svoje otvorene prirode i raznih mogućnosti koje nudi postao neizostavan alat u raznim strukama počevši od geodezije, geografije, prostornog planiranja, ekologije i mnogih drugih.

4.4.1. Obrada podataka

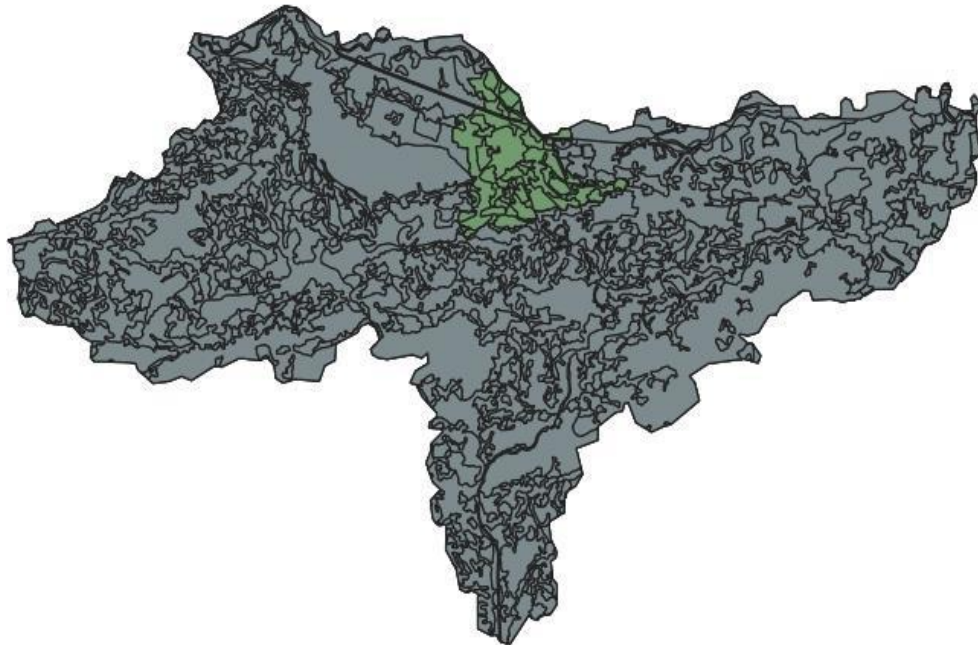
Vektorski podaci koji su preuzeti sa CLC baze podataka sastojali su se od dvije datoteke, „CLC datoteka“ i „Info“, koja se sastoji od tri poddatoteke „Documents“, „Legend“ i „Metadata“.

CLC datoteka sadrži vektorske podatke u obliku .shp formata koje treba učitati u QGIS program kako bi se dobio vizualni prikaz Varaždinske županije. Uz CLC datoteku, korištena je i Legend datoteka koja je bila potrebna za pravilno učitavanje i prikazivanje klasa zemljišnog pokrova. Legend datoteka omogućava aplikaciji QGIS da automatski primijeni odgovarajuće stilove i boje na različite klase zemljišnog pokrova.

Kako bi se preuzeti podaci prikazali u QGIS programu, potrebno je izabrati opciju „Layer“ nakon čega se prikazuje padajući izbornik gdje je potrebno izabrati „Add Layer“ i zatim „Add Vector Layer“ gdje se prikazuje prozor gdje se može izabrati potrebna datoteka. Nakon što se u programu prikazala karta Varaždinske županije, nju je pomoću „QuickOSM“ i kasnije „Clipp“ naredbe bilo potrebno izrezati na sam grad Varaždin što je prikazano na slikama 11 i 12.



Slika 11. QuickOSM - odabir podataka za Varaždin



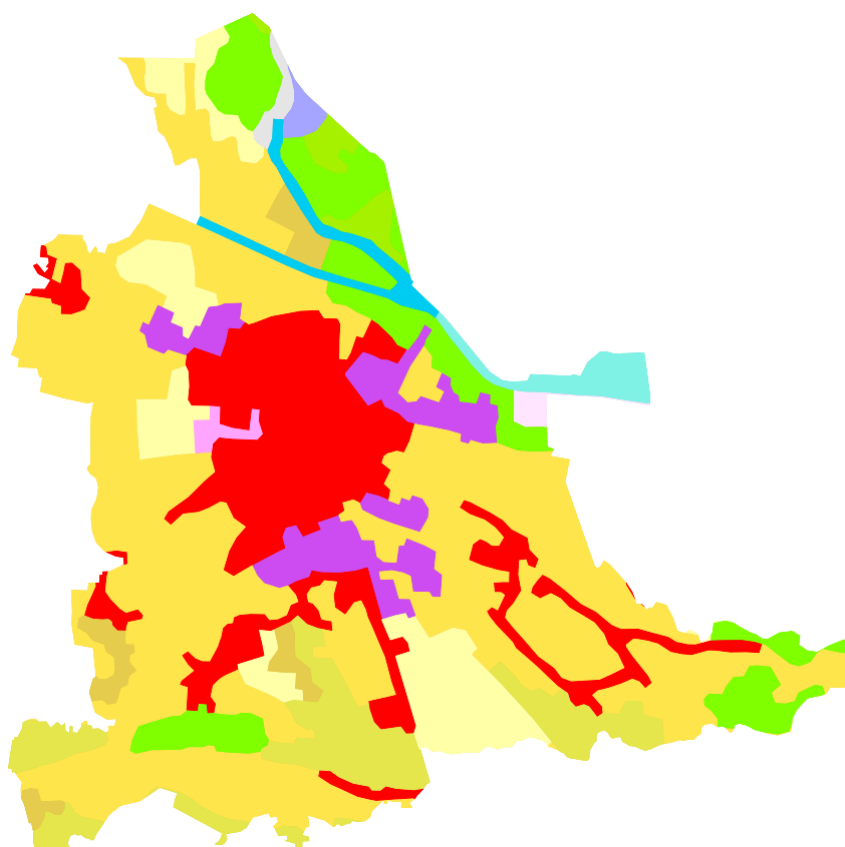
Slika 12. Grad Varaždin izdvojen od Varaždinske županije u QGIS programu

Uz vektorski prikaz dodana je i legenda sa klasama za pripadajuću godinu pomoću naredbe “Load style”. Isti postupak je proveden i za 1990., 2006. i 2018. godinu.

Klase su preuzete sa CORINE Land Cover baze podataka [39], a u ovom radu korišten je hrvatski prijevod koji je prikazan u tablici 1 [40].

Tablica 1. CLC tablica sa prijevodom klasa

| Corine Land Cover (HR, 2012. i 2018.god.) http://cdr.eionet.europa.eu/hr/eea/clc | | | | |
|---|------|--|----------------------|----------------------|
| Šifra | Boja | Naziv klase zemljišnog pokrova | 2012. (ha) | 2018. (ha) |
| 111 | | 111 Cjelovita gradska područja | 572,722 | 572,722 |
| 112 | | 112 Nepovezana gradska područja | 161.567,148 | 161.981,863 |
| 121 | | 121 Industrijski ili komercijalni objekti | 15.624,890 | 16.755,678 |
| 122 | | 122 Cestovna i željeznička mreža i pripadajuće zemljište | 12.685,520 | 14.087,753 |
| 123 | | 123 Lučke površine | 731,9480 | 739,859 |
| 124 | | 124 Zračne luke | 2.679,735 | 2.734,031 |
| 131 | | 131 Mjesta eksploatacije mineralnih sirovina | 4.794,590 | 5.090,865 |
| 132 | | 132 Odlagališta otpada | 467,014 | 552,919 |
| 133 | | 133 Gradilišta | 1.440,910 | 1.123,396 |
| 141 | | 141 Zelene gradske površine | 1.824,153 | 1.824,154 |
| 142 | | 142 Športsko rekreacijske površine | 6.850,416 | 6.934,718 |
| 211 | | 211 Nenavodnjavano obradivo zemljište | 612.078,879 | 610.861,048 |
| 212 | | 212 Trajno navodnjavano zemljište | 7.902,366 | 8.990,335 |
| 221 | | 221 Vinogradi | 24.530,534 | 24.887,774 |
| 222 | | 222 Voćnjaci | 12.782,181 | 13.280,832 |
| 223 | | 223 Maslinici | 28.679,551 | 29.249,481 |
| 231 | | 231 Pašnjaci | 280.640,926 | 279.977,230 |
| 242 | | 242 Mozaik poljoprivrednih površina | 774.996,354 | 774.590,821 |
| 243 | | 243 Pret. polj. zemljište sa značajnim udjelom prirodne vegetacije | 507.059,823 | 505.575,518 |
| 311 | | 311 Bjelogorična šuma | 1.664.638,893 | 1.640.370,279 |
| 312 | | 312 Crnogorična šuma | 102.910,950 | 100.927,317 |
| 313 | | 313 Mješovita šuma | 273.026,197 | 271.830,293 |
| 321 | | 321 Prirodni travnjaci | 256.957,376 | 255.908,439 |
| 322 | | 322 Tresetišta i vrištine | 2.809,474 | 2.809,474 |
| 323 | | 323 Mediteranska sklerofilna vegetacija | 108.423,637 | 106.159,731 |
| 324 | | 324 Sukcesija šume (zemljišta u zarastanju) | 646.683,021 | 663.082,017 |
| 331 | | 331 Plaže, dine i pijesci | 177,719 | 50,684 |
| 332 | | 332 Gole stijene | 4.182,924 | 4.288,489 |
| 333 | | 333 Područja s oskudnom vegetacijom | 53.147,679 | 52.806,791 |
| 334 | | 334 Opožarena područja | 2.339,194 | 14.617,096 |
| 411 | | 411 Kopnene močvare | 19.135,674 | 19.135,676 |
| 421 | | 421 Slane močvare | 512,215 | 512,215 |
| 422 | | 422 Solane | 344,989 | 344,989 |
| 423 | | 423 Međuplimni pojas | 29,296 | 29,296 |
| 511 | | 511 Vodotoci | 25.038,464 | 25.097,007 |
| 512 | | 512 Vodene površine | 29.373,864 | 29.749,974 |
| 521 | | 521 Obalne lagune | 25,799 | 25,799 |
| 523 | | 523 Mora i oceani | 35.136,596 | 35.119,990 |
| Stvarna površina HR zanemarivo je manja i iznosi 56.594 km² ili 5.659.400,00 ha | | | 5.647.667,025 | 5.682.676,553 |

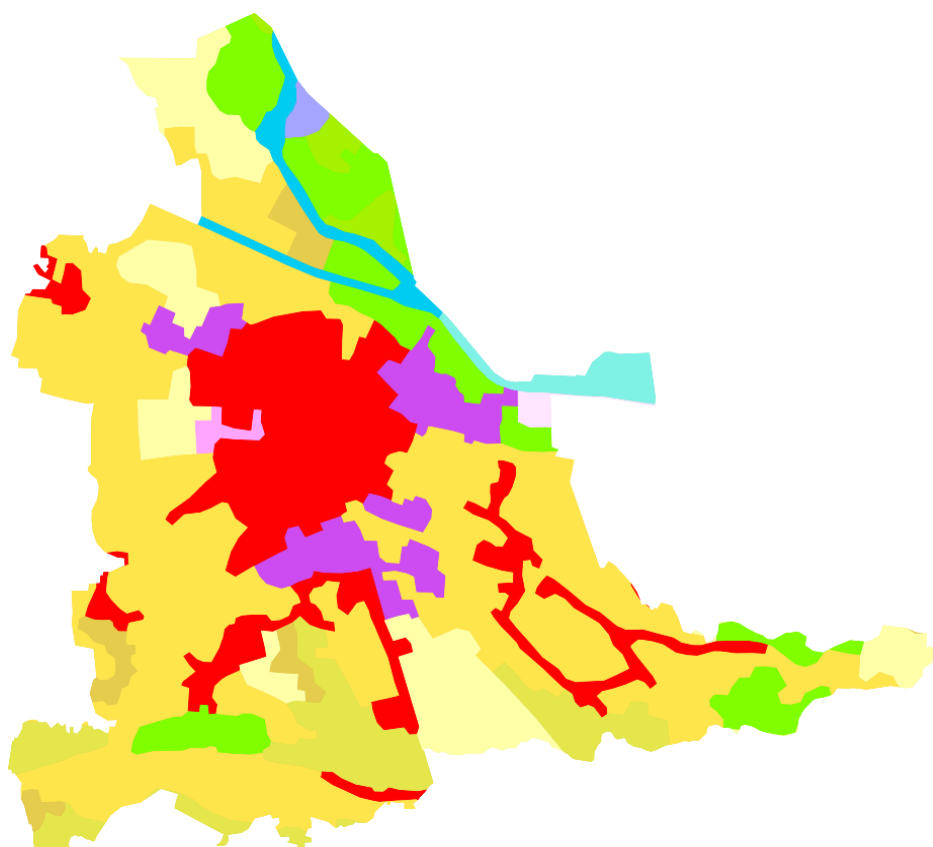


Slika 13. Urbani pokrov grada Varaždina (1990. godina)

Varazdin_1990

- Nepovezana gradska područja
- Industrijski ili komercijalni objekti
- Zelene gradske površine
- Športsko rekreacijske površine
- Nenavodnjavano obradivo zemljište
- Pašnjaci
- Mozaik poljoprivrednih površina
- Pretežno poljoprivredno zemljište sa značajnim udjelom prirodne vegetacije
- Bjelogorična šuma
- Sukcesija šume (zemljišta u zarastanju)
- Plaže, dine i pijesci
- Kopnene močvare
- Vodotoci
- Vodene površine

Slika 14. Legenda za urbani pokrov grada Varaždina (1990. godina)

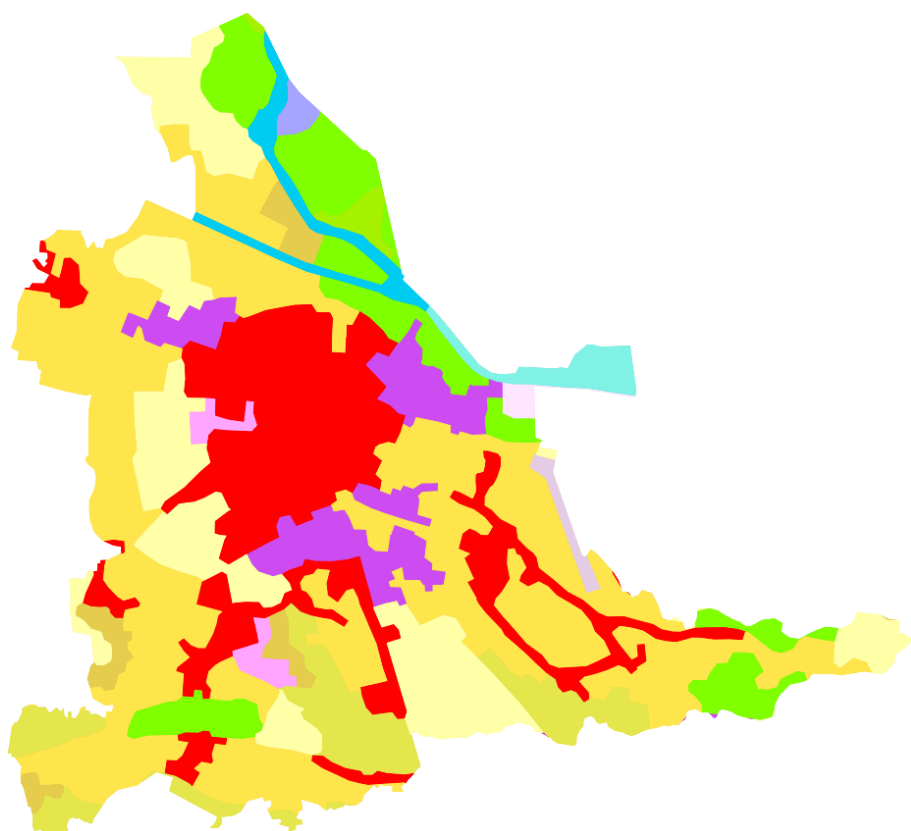


Slika 15. Urbani pokrov grada Varaždina (2006. godina)

Varazdin_2006

- Nepovezana gradska područja
- Industrijski ili komercijalni objekti
- Zelene gradske površine
- Športsko rekreacijske površine
- Nenavodnjavano obradivo zemljište
- Pašnjaci
- Mozaik poljoprivrednih površina
- Pretežno poljoprivredno zemljište sa značajnim udjelom prirodne vegetacije
- Bjelogorična šuma
- Sukcesija šume (zemljišta u zarastanju)
- Kopnene močvare
- Vodotoci
- Vodene površine

Slika 16. Legenda za urbani pokrov grada Varaždina (2006. godina)



Slika 17. Urbani pokrov grada Varaždina (2018. godina)

Varazdin_2018

- 112 - Nepovezana gradska područja
- 121 - Industrijski ili komercijalni objekti
- 124 - Zračne luke
- 141 - Zelene gradske površine
- 142 - Športsko rekreacijske površine
- 211 - Nenavodnjavano obradivo zemljište
- 231 - Pašnjaci
- 242 - Mozaik poljoprivrednih površina
- 243 - Pretežno poljoprivredno zemljište sa značajnim udjelom prirodne vegetacije
- 311 - Bjelogorična šuma
- 324 - Sukcesija šume (zemljišta u zarastanju)
- 411 - Kopnene močvare
- 511 - Vodotoci

Slika 18. Legenda za urbani pokrov grada Varaždina (2018. godina)

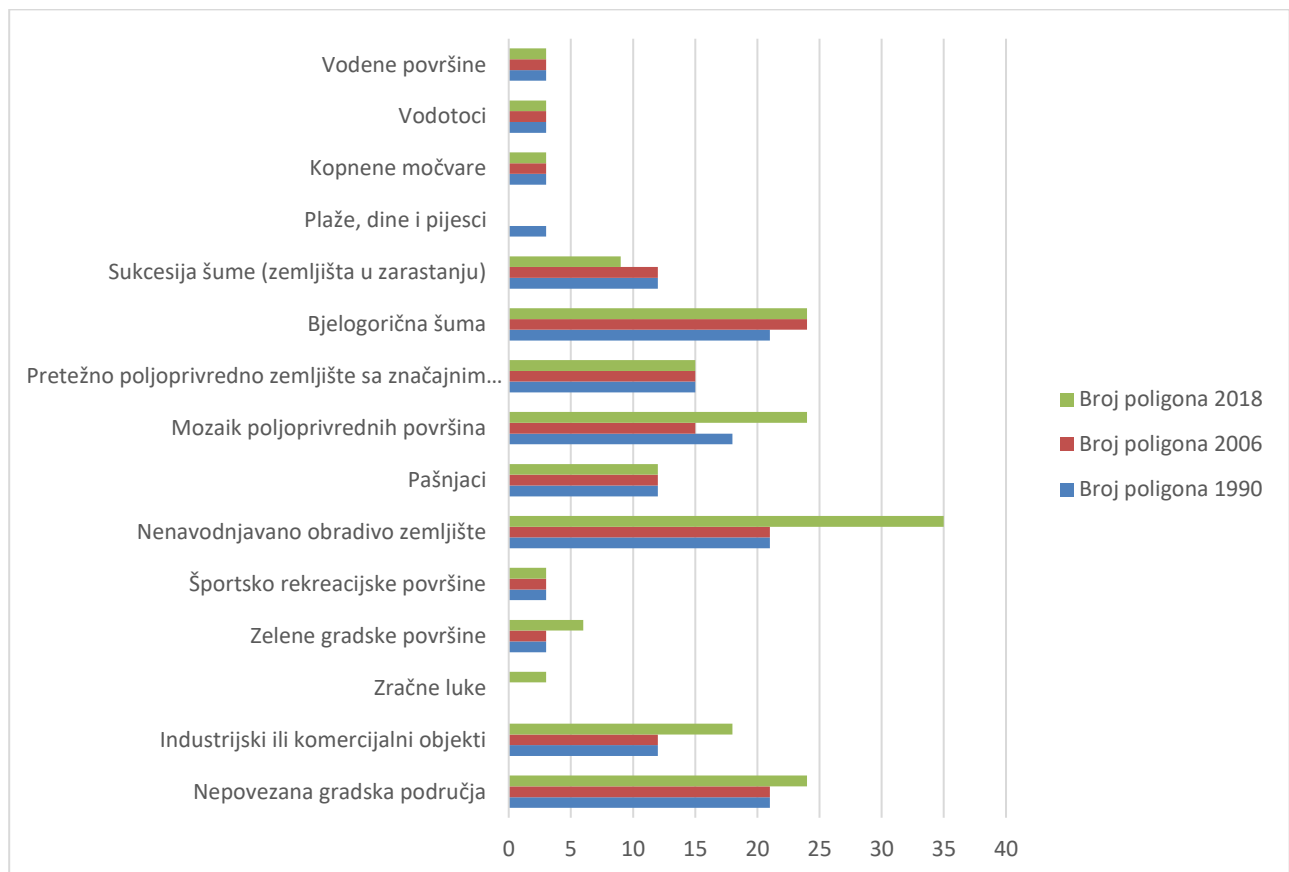
Na prvi pogled, slike 13, 15 i 17 se mogu činiti sličnima. Također može se činiti da ne pružaju puno informacija, ali to zapravo nije slučaj.

Recimo, za razliku od 1990. i 2006. godine, 2018. godina ima veći broj poligona za nepovezana gradska područja koji se nalazi na južnoj strani. Kako je i očekivano, mozaik poljoprivrednih površina zauzima veću površinu u 1990. godini nego što je to riječ u 2006. i 2018. godini kada djelić tog područja zauzima nenavodnjavano obradivo zemljište. Isto tako, u 2006. i 2018. godini veličina poligona na kojima se nalaze industrijski ili komercijalni objekti veća je nego u 1990. godini. Uz prikaze urbanog pokrova, mogu se primijetiti i legende na slikama 14, 16 i 18 koje nam prikazuju boje klasa za karte grada Varaždina.

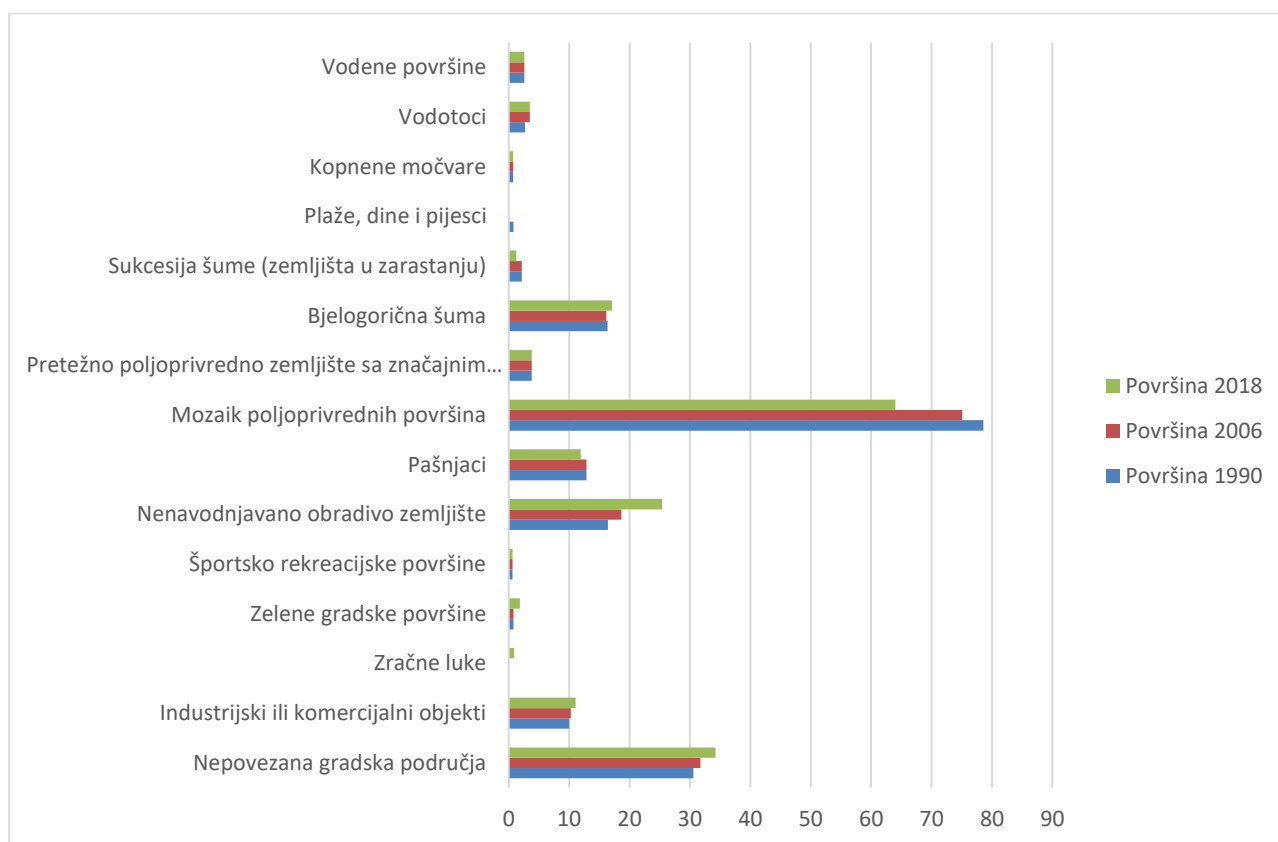
Kako se iz slika ne vidi prevelika razlika, napravljene su i tablice i grafikoni za izabrane godine iz kojih se sve jasnije može pročitati u daljnjem tekstu.

5. Analiza rezultata

Na grafikonu 1 i grafikonu 2 prikazana je usporedba klasa prema broju poligona i prema površinama iz 1990., 2006. i 2018. godine. Površinu (i broj poligona) klase zračna luka moguće je vidjeti samo u podacima iz 2018. godine što upućuje na to da 1990. i 2006. godine zračna luka nije bila izgrađena u gradu Varaždinu, što kako se vidi po Prostornom planu Grada Varaždina iz 2005. godine nije istina. Isto tako, klasa za plaže, dine i pijesak ne postoji nakon 1990. godine. Prema prikazanim podacima moguće je vidjeti kako mozaik poljoprivrednih klasa ima najveću površinu kod svih godina što je kako se može primijeti prema Varaždinu, istinito.



Graf 1. Usporedba broja poligona klasa za izabrana razdoblja



Graf 2. Usporedba površina klasa za izabrana razdoblja

Podaci za svaku godinu biti će posebno objašnjeni u daljnjem tekstu pomoću tablica gdje su prikazane klase, broj poligona i površina istih u kilometrima kvadratnim što znači da klase nisu površinski male same od sebe već u usporedbi s drugim klasama.

5.1. Podaci za 1990. godinu

U 1990. godini, najveći broj poligona imaju nepovezana gradska područja, nenavodnjavano obradivo zemljište i bjelogorične šume od kojih se samo površina za nepovezana gradska područja znatno razlikuje od broja poligona za razliku od druge dvije klase koje obje imaju površinu od cca. 16 km². Iz tablice 2 se može primijetiti kako je broj športsko rekreacijskih površina dosta malen (3 poligona), a i površina im je 0,654 km². Također se može primijetiti kako za razliku od tablica gdje su prikazane klase za 2006. i 2018. godinu, u klasama za 1990. godinu postoji dodatna klasa za plaže, dine i pijesak koja nema veliki broj poligona (3), a ni površinu koja iznosi 0,789 km².

Tablica 2. Tablica klasa za 1990. godinu

| 1990. godina | | | |
|--------------|--|---------------|-----------------------------|
| Broj klase | Klasa | Broj poligona | Površina [km ²] |
| 112 | Nepovezana gradska područja | 21 | 30,546 |
| 121 | Industrijski ili komercijalni objekti | 12 | 9,999 |
| 141 | Zelene gradske površine | 3 | 0,789 |
| 142 | Športsko rekreacijske površine | 3 | 0,654 |
| 211 | Nenavodnjavano obradivo zemljište | 21 | 16,404 |
| 231 | Pašnjaci | 12 | 12,855 |
| 242 | Mozaik poljoprivrednih površina | 18 | 78,576 |
| 243 | Pretežno poljoprivredno zemljište sa značajnim udjelom prirodne vegetacije | 15 | 3,828 |
| 311 | Bjelogorična šuma | 21 | 16,347 |
| 324 | Sukcesija šume (zemljišta u zarastanju) | 12 | 2,187 |
| 331 | Plaže, dine i pijesci | 3 | 0,789 |
| 411 | Kopnene močvare | 3 | 0,756 |
| 511 | Vodotoci | 3 | 2,67 |
| 512 | Vodene površine | 3 | 2,583 |
| UKUPNO: | | 150 | 178,983 |

5.2. Podaci za 2006. godinu

Tablica 3 ne prikazuje znatan pomak u ukupnom broju poligona, a nema ni toliku razliku u klasama. Jedinu veću razliku koju valja spomenuti je to što se broj poligona za mozaik poljoprivrednih područja smanjio na 15, kad je u 1990. godini iznosio 18, a kako se promijenio broj poligona, promijenila se i površina koja sada iznosi 75,081 km², a prije je iznosila 78,576 km².

Tablica 3. Tablica klasa za 2006. godinu

| 2006. godina | | | |
|--------------|--|---------------|-----------------------------|
| Broj klase | Klasa | Broj poligona | Površina [km ²] |
| 112 | Nepovezana gradska područja | 21 | 31,743 |
| 121 | Industrijski ili komercijalni objekti | 12 | 10,254 |
| 141 | Zelene gradske površine | 3 | 0,789 |
| 142 | Športsko rekreacijske površine | 3 | 0,654 |
| 211 | Nenavodnjavano obradivo zemljište | 21 | 18,645 |
| 231 | Pašnjaci | 12 | 12,855 |
| 242 | Mozaik poljoprivrednih površina | 15 | 75,081 |
| 243 | Pretežno poljoprivredno zemljište sa značajnim udjelom prirodne vegetacije | 15 | 3,828 |
| 311 | Bjelogorična šuma | 24 | 16,146 |
| 324 | Sukcesija šume (zemljišta u zarastanju) | 12 | 2,187 |
| 411 | Kopnene močvare | 3 | 0,738 |
| 511 | Vodotoci | 3 | 3,48 |
| 512 | Vodene površine | 3 | 2,583 |
| UKUPNO: | | 147 | 178,983 |

5.3. Podaci za 2018. godinu

Iz tablice 4 može se primijetiti znatan rast ukupnog broja poligona koji sada iznosi 182. Također je dodana nova klasa koja prikazuje zračne luke u Varaždinu. Površina koju zauzimaju zračne luke podijeljena je na tri poligona sveukupne površine od 0,9 km². Također se iz tablice može iščitati rast u broju, ali i površini poligona nepovezanih gradskih područja kao i industrijskih ili komercijalnih objekata. Veliki rast u broju poligona i površine ima nenavodnjavano obradivo zemljište, a s druge strane, iako je mozaik poljoprivrednih površina dobio znatan broj novih poligona, njegova se površina smanjila što upućuje na to da se jedan dio površine vjerojatno dodijelio nenavodnjavanim obradivim zemljištima.

Tablica 4. Tablica klasa za 2018. godinu

| 2018. godina | | | |
|--------------|--|---------------|-----------------------------|
| Broj klase | Klasa | Broj poligona | Površina [km ²] |
| 112 | Nepovezana gradska područja | 24 | 34,206 |
| 121 | Industrijski ili komercijalni objekti | 18 | 11,088 |
| 124 | Zračne luke | 3 | 0,900 |
| 141 | Zelene gradske površine | 6 | 1,851 |
| 142 | Športsko rekreacijske površine | 3 | 0,654 |
| 211 | Nenavodnjavano obradivo zemljište | 35 | 25,383 |
| 231 | Pašnjaci | 12 | 11,928 |
| 242 | Mozaik poljoprivrednih površina | 24 | 64,011 |
| 243 | Pretežno poljoprivredno zemljište sa značajnim udjelom prirodne vegetacije | 15 | 3,828 |
| 311 | Bjelogorična šuma | 24 | 17,091 |
| 324 | Sukcesija šume (zemljišta u zarastanju) | 9 | 1,245 |
| 411 | Kopnene močvare | 3 | 0,738 |
| 511 | Vodotoci | 3 | 3,480 |
| 512 | Vodene površine | 3 | 2,583 |
| UKUPNO: | | 182 | 178,986 |

6. Zaključak

U ovom završnom radu zadatak je bio pomoću podataka dobivenih daljinskim istraživanjima i skupljenih od strane Europske unije u Copernicus program (u CORINE Land Cover bazu podataka) obraditi pomoću QGIS programa. Kod satelita je važno odrediti u kojoj se oni orbiti nalaze jer upravo ta orbita određuje čemu će taj satelit služiti, tj. za što će se koristiti. Recimo, u ovom radu je korišten Landsat-8 i Sentinel-2 koji skuplja spektralne slike velike rezolucije i velikog pokrova koji služi za praćenje kopna, tj. vegetacije, pokrova tla, vode i mnogih drugih prirodnih raznolikosti što je za analizu pokrova grada Varaždina bilo jako bitno.

Copernicus je kao što se može zaključiti odličan program sa velikom količinom podataka kojeg koriste razne struke. Copernicus pruža svoje podatke u 6 tematskih područja, a u ovom slučaju koristilo se Kopno. CORINE Land Cover baza podataka je za grad Varaždin nudila podatke od 1990. do 2018. godine, a koristili su se podaci za tri razdoblja: 1990., 2006. i 2018. godine. Razlog tome je to što su se u tim razdobljima događale najveće promjene. U tim godinama nalazile su se i nove vrste klasa koje se u ostalim godinama nisu nalazile. Te nove klase doprinijele su smanjenju površina određenih klasa, a može se primijetiti kako su se najveće promijene događale na južnoj strani Varaždina.

Ukupan broj poligona, kako se moglo vidjeti, se konstantno mijenjao, a sveukupna površina se nije mijenjala sve do 2018. godine kada je malo narasla (za 0,003 km²).

Na početku rada zadana je hipoteza koja je glasila kako će se površina poljoprivrednih klasa kao i šumskih, smanjiti tijekom izabраниh razdoblja. Ta hipoteza se obistinila, s time da se kod poljoprivrednih klasa u promjeni u broju poligona dogodio pad, a onda i nagli rast. Za razliku od broja poligona, površina poligona je postepeno padala. Kod šumskih klasa u broju poligona nije se dogodio neki prevelik rast ili pad, ali je važno napomenuti kako je u 2006. godini broj poligona porastao, ali se nažalost do 2018. godine ponovno smanjio i to na isti broj kao i u 1990. godini. Promjene u površini kod šumskih klasa bile su male. Iako se na slikama pokrova ne vidi ogromna razlika u klasama, ona je još uvijek prisutna te kada se поблиže pogledaju tablice izabраниh razdoblja stvarno se može primijetiti kako se namjena površina mijenjala.

7. Literatura

- [1] M. Starić: Veća urbana područja u Republici Hrvatskoj, Diplomski rad, Sveučilište Jurja Dobrile, Pula, 2020.
- [2] N. Frančula, M. Lapaine: Kartografija i daljinska istraživanja, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb, 2001.
- [3] <https://gisgeography.com/wp-content/uploads/2015/11/What-Is-Remote-Sensing-1.jpg>, dostupno: 30.6.2024.
- [4] https://gsp.humboldt.edu/olm/Courses/GSP_216/online/lesson1/history.html, dostupno 17.6.2024.
- [5] https://gsp.humboldt.edu/olm/Courses/GSP_216/images/SF-1906.jpg, dostupno: 30.6.2024.
- [6] <https://earthobservatory.nasa.gov/features/OrbitsCatalog>, dostupno 17.6.2024.
- [7] <https://vajiramandravi.com/quest-upsc-notes/types-of-orbits/>, dostupno: 23.6.2024.
- [8] https://cdn.sparkfun.com/assets/home_page_posts/4/2/7/8/leo-geo-meo-orbits.png, dostupno: 30.6.2024.
- [9] [https://www.nasa.gov/humans-in-space/leo-economy-frequently-asked-questions/#:~:text=Low%20Earth%20orbit%20\(LEO\)%20encompasses,\(2%2C000%20km\)%20or%20less](https://www.nasa.gov/humans-in-space/leo-economy-frequently-asked-questions/#:~:text=Low%20Earth%20orbit%20(LEO)%20encompasses,(2%2C000%20km)%20or%20less), dostupno: 20.6.2024.
- [10] <https://science.nasa.gov/learn/basics-of-space-flight/chapter5-1/>, dostupno: 23.6.2024.
- [11] <https://xmphysics.com/wp-content/uploads/2023/01/image-139.png>, 30.6.2024.
- [12] https://gsusigmanu.org/img/astr-2022/7887/image_y2Auc5LvXxBd.jpg, dostupno: 30.6.2024.
- [13] <https://www.enciklopedija.hr/clanak/urbanizam>, dostupno: 9.6.2024.
- [14] J. Šuman, Širenje urbane zone grada Mostara na temelju podataka Corine Land Cover baze podataka, Završni rad, Sveučilišni prediplomski studij geodezije i geoinformatike, Mostar, 2023.
- [15] <https://varazdin.hr/zemljopisni-polozaj-varazdina/>, dostupno: 29.6.2024.
- [16] <https://pametni-gradovi.eu/baza-pametnih-gradova-i-opcina/hrvatska-pametni-gradovi-i-opcine/varazdin/grad-varazdin-nekad-i-sad>, dostupno: 28.6.2024.
- [17] [arhitektura i urbanizam varazdina u 15. i 16. stoljecu - digitalno.pdf](#), dostupno: 28.6.2024.
- [18] https://varazdin.hr/upload/2016/03/ppu_grada_varazdina_56e7cd57c761a.pdf, dostupno: 28.6.2024.

- [19] N.N: Službeni vjesnik grada Varaždina, br. 13, prosinac 2014, str. 753-759
- [20] https://www.interreg-central.eu/wp-content/uploads/2023/10/PopUpUrbanSpaces_BaselineStudy_final.pdf, dostupno:30.6.2024.
- [21] <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus>, dostupno: 25.6.2024.
- [22] <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus/copernicus-detail>, dostupno: 25.6.2024.
- [23] https://www.copernicus.eu/sites/default/files/inline-images/Climate_Change_0.png,dostupno: 30.6.2024.
- [24] <https://sentiwiki.copernicus.eu/attachments/1672913/image-20230531-100659.png?inst-v=4033fa93-99b3-46ef-b2c0-d18c7d69f650>, dostupno: 30.6.2024.
- [25] <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-mission>, dostupno: 25.6.2024.
- [26] <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s2-mission>, dostupno: 25.6.2024.
- [27] <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s3-mission>, dostupno: 25.6.2024.
- [28] <https://www.eumetsat.int/sentinel-4>, dostupno: 25.6.2024.
- [29] <https://www.eumetsat.int/sentinel-5>, dostupno: 25.6.2024.
- [30] <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s5p-mission>, dostupno: 25.6.2024.
- [31] <https://www.eumetsat.int/sentinel-6>, dostupno: 25.6.2024.
- [32] <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>, dostupno: 26.6.2024.
- [33] <https://www.haop.hr/hr/baze-i-portali/pokrov-i-namjena-koristenja-zemljista-corine-land-cover>, dostupno: 26.6.2024.
- [34] https://www.researchgate.net/figure/Evolution-of-CORINE-Land-Cover-Source-27_tbl1_351637847, dostupno: 26.6.2024.
- [35] <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>; dostupno: 14.6.2024.
- [36] <https://land.copernicus.eu/en/map-viewer?product=130299ac96e54c30a12edd575eff80f7>, dostupno: 9.6.2024.
- [37] <https://www.osgeo.org/projects/qgis/>, dostupno: 26.6.2024.
- [38] https://www.rcc.int/romaintegration2020/files/user/docs/qgis/sr/QGIS_osnove.pdf,dostupno: 26.6.2024.
- [39] <http://cdr.eionet.europa.eu/hr/eea/clc>, dostupno: 30.6.2024.
- [40] https://pedologija.com.hr/iBaza/CLC_2018_HR/Legenda_2018.pdf, dostupno:30.6.2024.

Popis slika

| | |
|--|----|
| Slika 1. Daljinska istraživanja i što sve ona uključuju | 12 |
| Slika 2. San Francisco u ruševinama | 13 |
| Slika 3. Zemljine orbite | 14 |
| Slika 4. Prikaz razlika između geostacionarne i polarne orbite..... | 16 |
| Slika 5. Langrangeove točke i njihov položaj | 17 |
| Slika 6. Prikaz podataka o populaciji i njoj promjeni u Varaždinu od 2011. godine | 21 |
| Slika 7. Tematska područja Copernicus programa | 22 |
| Slika 8. Sentinel-1 satelit | 24 |
| Slika 9. Prikaz podataka o satelitima koji su se koristili kroz povijest CLC baze podataka | 26 |
| Slika 10. Preuzimanje podataka preko CLC baze podataka | 27 |
| Slika 11. QuickOSM - odabir podataka za Varaždin | 28 |
| Slika 12. Grad Varaždin izdvojen od Varaždinske županije u QGIS programu | 29 |
| Slika 13. Urbani pokrov grada Varaždina (1990. godina)..... | 31 |
| Slika 14. Legenda za urbani pokrov grada Varaždina (1990. godina) | 31 |
| Slika 15. Urbani pokrov grada Varaždina (2006. godina)..... | 32 |
| Slika 16. Legenda za urbani pokrov grada Varaždina (2006. godina) | 32 |
| Slika 17. Urbani pokrov grada Varaždina (2018. godina)..... | 33 |
| Slika 18. Legenda za urbani pokrov grada Varaždina (2018. godina) | 33 |

Popis tablica

| | |
|---|----|
| Tablica 1. CLC tablica sa prijevodom klasa..... | 30 |
| Tablica 2. Tablica klasa za 1990. godinu | 37 |
| Tablica 3. Tablica klasa za 2006. godinu | 38 |
| Tablica 4. Tablica klasa za 2018. godinu | 39 |

Popis grafikona

| | |
|--|----|
| Graf 1. Usporedba broja poligona klasa za izabrana razdoblja | 35 |
| Graf 2. Usporedba površina klasa za izabrana razdoblja..... | 36 |