

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GEODETSKI FAKULTET**

Josipa Birčić

**ANALIZA PROGRAMA ZA 3D KARTOGRAFSKU  
VIZUALIZACIJU**

Diplomski rad



Zagreb, 2021.

Josipa Birčić ♦ DIPLOMSKI RAD ♦ 2021.



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GEODETSKI FAKULTET**

Josipa Birčić

**ANALIZA PROGRAMA ZA 3D  
KARTOGRAFSKU VIZUALIZACIJU**

Diplomski rad

Zagreb, 2021.

# SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

## GEODETSKI FAKULTET



Na temelju članka 19. Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu i Odluke br. 1\_349\_11 Fakultetskog vijeća Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, od 26.10.2017. godine (klasa: 643-03/16-07/03), uređena je obaveza davanja „Izjave o izvornosti“ diplomskog rada koji se vrednuju na diplomskom studiju geodezije i geoinformatike, a u svrhu potvrđivanja da je rad izvorni rezultat rada studenata te da taj rad ne sadržava druge izvore osim onih koji su u njima navedeni.

### IZJAVLJUJEM

Ja, **Josipa Birčić**, (JMBAG: 0007180211), rođen/a 11.01.1998. u Makarskoj, izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi tog rada nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta / studentice*

<b>I. AUTOR</b>	
<b>Ime i prezime:</b>	Josipa Birčić
<b>Datum i mjesto rođenja:</b>	11. siječnja 1998., Makarska, Republika Hrvatska
<b>II. DIPLOMSKI RAD</b>	
<b>Naslov:</b>	Analiza programa za 3D kartografsku vizualizaciju
<b>Broj stranica:</b>	60
<b>Broj tablica:</b>	1
<b>Broj slika:</b>	38
<b>Broj bibliografskih podataka:</b>	17 + 36 URL
<b>Ustanova i mjesto gdje je rad izrađen:</b>	Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<b>Mentor:</b>	doc. dr. sc. Vesna Poslončec-Petrić
<b>Voditelj:</b>	Iva Cibilić, mag. ing. geod. et geoinf.
<b>III. OCJENA I OBRANA</b>	
<b>Datum zadavanja teme:</b>	12.1.2021.
<b>Datum obrane rada:</b>	19.11.2021.
<b>Sastav povjerenstva pred kojim je branjen diplomski rad:</b>	doc. dr. sc. Vesna Poslončec-Petrić
	prof. dr. sc. Stanislav Frangeš
	izv. prof. dr. sc. Robert Župan

### ***Posveta***

Ovaj rad posvećujem svom nedavno preminulom ocu, ocu koji mi je sve omogućio te uvijek bio uz mene kad mi je bilo najteže. Čaća, hvala ti na svemu!

„ I još si tu

I bit ćeš tu

I nije ovo ništa

Nemoj se hvaliti gore svojim prijateljima

Tek ćeš vidjeti

Tek ćeš biti ponosan

Tvoja najmlađa. “

### ***Zahvala***

Zahvaljujem svim djelatnicima Geodetskog fakulteta koji su mi omogućili da privedem ovaj studij kraju, a osobito uvaženoj mentorici doc. dr. sc. Vesni Poslončec-Petrić i voditeljici Ivi Cibilić, mag. ing. geod. et geoinf. koje su mi uvelike pomogli u izradi ovoga diplomskoga rada.

Velike zahvale mojoj majci, sestrama i dobrim prijateljima bez kojih ne bi mogla do ovdje dogurati. Hvala Vam na svakoj dobroj riječi, šali i savjetima.

### ***Analiza programa za 3D kartografsku vizualizaciju***

**Sažetak:** Karte su među najstarijim i najpopularnijim grafičkim oblicima za komunikaciju, te su oduvijek bile visoko cijenjene za učinkoviti prijenos podataka. Bez obzira koliko su dvodimenzionalne karte pristupačne, trodimenzionalne interaktivne karte nude značajna poboljšanja i prednosti u odnosu na tradicionalne karte. U ovom radu detaljno se razmatraju trodimenzionalne interaktivne karte iz teorijske i praktične perspektive, te razni prikazi prednosti i nedostataka za brojne aplikacije. Također se identificiraju neki od čimbenika koji koče njihovu popularizaciju. Definiiraju se 3D karte i pobjiže se približava njen odnos sa širim disciplinama geovizualizacije. Kao rezultat, dobiveni su razni 3D prikazi u različitim software-ima kao što su QGIS ili Blender. Nadalje, mogu se koristiti u raznim situacijama bilo to turistički, za potrebe biciklizma ili za nešto sasvim drugo.

**Ključne riječi:** Blender, geovizualizacija, karte, modeliranje, QGIS, 3D

### ***Analysis of 3D cartographic visualization programs***

**Abstract:** Maps are among the oldest and the most popular forms of graphical communication, which have always been highly regarded for high efficiency of information transfer. Regardless of how efficient two-dimensional maps are, three-dimensional interactive maps offer significant improvements and benefits over their traditional counterparts. In this work are discussed three-dimensional interactive maps from theoretical and practical perspective, as the benefits for a number of applications are displayed and together with some of the factors that inhibit their popularization. 3D maps and three-dimensional cartography are defined, and its relations with the broader discipline of geovisualization are discussed. As the result, lot of 3D visualisations in different softwares like QGIS and Blender are displayed. Further, they can be used in lot of different situations ad touristic map, like cycling map or something else

**Keywords:** Blender, geovisualisation, maps, modeling, QGIS, 3D

**Sadržaj :**

1. UVOD.....	4
2. POJMOVI I DEFINICIJE .....	5
2.1 Karte i kartografija.....	5
2.2 Vrste karata.....	6
2.3 Geovizualizacija, 3D karte te 3D kartografija .....	7
3. MAKARSKA .....	10
3.1 Smještaj, položaj i klima .....	10
3.2 Povijesni razvoj grada Makarske.....	11
3.3 Pregled grafičkih prikaza Makarske kroz povijest .....	12
4. PLANINA BOKOVO .....	17
4.1 Smještaj, naziv, reljef i klima .....	17
4.2 Karte Biokova i grafički prikazi .....	18
5. PODACI KORIŠTENI PRILIKOM IZRADE.....	21
5.1 Digitalni model visine .....	21
5.2 Open Street Map.....	25
6. SOFTVERI ZA IZRADU KARATA .....	27
6.1 QuantumGIS.....	27
6.2 Houdini .....	28
6.3 Blender .....	29
6.4 WRLD i Maps3D .....	29
7. IZRADA 3D PRIKAZA.....	31
7.1 QGIS.....	31
7.1.1 QGIS2threejs .....	33
7.2 Houdini .....	34



7.3 Blender .....	36
7.3.1 GIS dodatak .....	36
7.3.2 Open Street Map dodatak .....	37
8. ANALIZA SOFTVERA.....	40
9. ZAKLJUČAK.....	45
11. LITERATURA .....	46
11.1 Popis korištenih internetskih izvora .....	47
12. POPIS SLIKA .....	51
13. POPIS TABLICA.....	53
14. ŽIVOTOPIS .....	54

## 1. UVOD

Popularizacija upotrebe osobnih računala, počevši od kasnih 1960-ih i 1970-ih, smanjila je ulogu obučenih kartografa, a karte, koje su iz papira prešle u digitalni oblik, postale su popularnije nego ikad, a pri tome je pojava interneta samo ubrzala proces. U današnje vrijeme su gotovo sve karte iz bilo kojeg područja svijeta postale dostupne putem interneta, gdje se mogu dalje dijeliti i razvijati te tako postaju oblikom multimedije. Evolucija se nastavlja te nas u budućnosti čekaju nove tehnologije prikaza koje će jako utjecati na mapiranje. Razvoj multimedije omogućio je integraciju različitih vrsta podataka unutar karata. Digitalne karte se tako mogu prikazati različitim tehnologijama prikaza. Mogućnosti se kreću od najjednostavnijih, poput tradicionalnih računalnih ekrana i projektora, do naprednijih tehnologija koje mogu proizvesti stereoskopsku iluziju 3D-a. 3D grafika prikazana na ravnim ekranima temelji se na upotrebi perspektive za stvaranje ograničenog učinka 3D prikaza (Goralski, 2009).

Modificirani tehnologija izrade 3D karata omogućila je samo postojanje ovog rada. Prvotno, došlo je do analize dostupne stručne literature i raznih radova iz različitih grana kartografije. Pronađena je većina definicija o kartama, njihovim podjelama, budućnosti kartografije i sve što je uvelike pomoglo za detaljan opis rada. Istražena je i originalna literatura korištenih programa koja je pomogla za prezentaciju softvera i prikaz dobivenih podataka. Prikupljeni su i preuzeti, te čak i popunjeni podaci sa OpenStreetMap-a te je došlo do izrade karata u softverima QGis, Blender, Houdini te na internet servisima WRLD i 3D Maps. Podaci dobiveni modeliranjem u navedenim programima su temeljito objašnjeni u nastavku rada.

Budući da je samo mjesto mog rođenja upravo Makarska, motivacija teče iz njene ljepote i osebnosti. Podno biokovske ljepotice s najvišim vrhom Sv. Jure, uljepšava i upotpunjuje cijelu Makarsku rivijeru. Motivirajuće je pisati o mjestu koje je obilježilo tvoj život i sve ono što te veže za to podneblje, a isto tako i nimalo jednostavno jer je i osobna karta tebe samoga.

## 2. POJMOVI I DEFINICIJE

### 2.1 Karte i kartografija

Prema *Međunarodnom kartografskom društvu (ICA)* iz 1995. godine: „Karta je kodirana slika geografske stvarnosti koja prikazuje odabrane objekte ili svojstva, nastaje stvaralačkim autorskim izborom, a upotrebljava se onda kada su prostorni odnosi od prvorazredne važnosti“. Kako god da definicija glasi, jedno se zna, a to je da su karte među najstarijim oblicima grafičke komunikacije te su najučinkovitije sredstvo za prijenos prostornih i zemljopisnih podataka, a glavni joj je cilj zapisivanje i spremanje informacija te da korisnicima stvori mentalnu sliku prostora i veze među objektima (Frangeš, 2016/17).

Prema Goralski (2009), različite vrste karata su se razvile u različitim kulturama i vremenima. Koriste se tisućama godina u mnogim aspektima života ljudi: u plovidbi, obrazovanju, trgovini i vojsci. Evolucija karata je bila spora te je trajala stoljećima. Najstarije karte su nacrtane na zidovima špilja, zatim na kamenju, glinenim pločama, tkanini, drvu, papirusu, koži i na kraju na papiru. Tehnike crtanja te materijali koji su se koristili, skloni su promjenama tijekom desetaka ili stotina godina. Tijek razvoja podrazumijeva upoznavanje raznih simbola, tehnike crtanja (korištenje boje), zemljopisne koordinate, projekcije i sam ispis, a s evolucijom karata se razvila i disciplina izrade karata tzv. kartografija.

Kartografija je disciplina posvećena proučavanju i prakticiranju izrade karata. Pojam je izveden iz starogrčkog jezika, gdje *chartis* znači karta, a *graphein* znači pisati. Postoje brojne definicije pojma kartografija. Jedna od najpopularnijih definicija jest upravo ona koju je osmislio njemački kartograf Günter Hake, a ona glasi: „Kartografija je djelatnost koja se bavi prikupljanjem, preradom, pohranjivanjem i upotrebom prostornih informacija te posebno njihovom vizualizacijom, tj. kartografskim prikazom. Pri tome se prostornom informacijom smatra svaki navod, kojemu uz iskaz o značenju objekta pripada i položajna određenost u datom sustavu“.

Drugu definiciju kartografije polučilo je *Međunarodno kartografsko društvo (ICA)* 1995. godine, a navodi ga (Frangeš, 2016/17) : „Kartografija je disciplina koja se bavi zasnivanjem, izradom, promicanjem i proučavanjem karata “ .

## 2.2 Vrste karata

Tijekom svih stoljeća karte su se koristile za grafičko predstavljanje prostora, od planova zgrada, sela ili parcela pa do poznatog svijeta i zvijezda na nebu. Koristile su se u svrhu putovanja, trgovine, vojske, obrazovanja, plovidbe i planiranja. Njihova upotreba neprestano je rasla i tehnologije su se razvijale paralelno u većini poznatih kultura. S vremenom i s napretkom tehnologije, karte su postale prijenosne i preciznije. Tako je nastalo mnogo vrsta karata koje se razlikuju ovisno o obuhvaćenim informacijama i grafičkim sredstvima koji se koriste za njihovo prenošenje. Temeljna podjela geografskih karata je na topografske i tematske (Goralski, 2009).

Mrežni izvor Zavoda za fotogrametriju d.d. navodi kako topografske karte prikazuju prirodne i umjetne značajke na odabranom području te se najčešće koriste za relativno mala područja (naselja, vegetacija, prometnice, vode i oblici reljefa Zemlje). Detaljno prezentiraju informacije koristeći izvorne snimke i snimke iz zraka, te se svi navedeni objekti na njoj prikazuju s jednakom važnošću (URL 1).

Nadalje, isti izvor Zavoda za fotogrametriju d.d. nudi definiciju tematskih karata koje su, prema istoj, kartografski prikazi različitih tema iz prirodnog i društvenog (socijalnog, gospodarskog i kulturnog) područja, koje su vezane za prostor. One služe za pružanje informacija o jednoj temi, na primjer o oborinama, vrsti tla ili gustoći naseljenosti. Prikazano područje na karti je obično pojednostavljeno, a informacije se prenose različitim grafičkim sredstvima, poput boja, nagiba ili oblika. Na njima se nalazi jedan ili više topografskih objekata (reljef, vode, naselja, prometnice, vegetacija ili područja) ili neki drugi objekti koji su istaknuti posebnom kartografikom te prikazani s posebnom važnošću (URL2).

Primjenom digitalne tehnologije, pojavili su se razni kartografski proizvodi koji se razlikuju od standardnog i trajnog produkta na papiru, kao npr. slike na zaslonima monitora. Tako su nastale realne i virtualne karte. Razlike između njih su vidljivost i opipljivost. Konvencionalni kartografski proizvodi (npr. listovi karata, atlasi, globusi) koji imaju čvrstu, opipljivu realnost i izravno su vidljivi kao kartografske slike, nazivaju se realnim kartama. Ostali kartografski proizvodi kojima nedostaje jedna ili obje karakteristike nazivaju se virtualnim kartama.

Postoje tri tipa virtualnih kartografskih prikaza :

- Virtualni kartografski prikazi I. tipa : nisu opipljivi, ali posjeduju izravno vidljivu kartografsku sliku (slika na zaslonu monitora, tableta ili mobitela)
- Virtualni kartografski prikazi II. tipa : imaju čvrstu, stalno opipljivu realnost, ali nisu izravno vidljivi (tradicionalni podaci s terena, zapisnik i dr.)
- Virtualni kartografski prikazi III. tipa : nemaju niti jednu od odlučujućih karakteristika, odnosno nisu niti vidljivi niti opipljivi (podaci digitalne memorije, magnetskog diska ili trake, digitalnog modela terena i dr.) (Frangeš,2016/17).

### 2.3 Geovizualizacija, 3D karte te 3D kartografija

Kroz stoljeća se kartografija kao disciplina razvijala kroz širok raspon tehnologija, postupaka i pravila koja omogućuju učinkovito predstavljanje i prijenos informacija pomoću karata. Popularizacija računala i primjena digitalnih karata zahtijevala je proširenje postojećeg kartografskog znanja i uvođenje brojnih novih pravila i tehnika prezentacije (*MacEachren i Kraak, 2001*). Promjene su utjecale na cijeli proces izrade karata, od prikupljanja podataka, njihove obrade, dizajna te na prikaz sadržaja i njegovu distribuciju. Razvoj digitalne kartografije pratio je sve veću primjenu interneta kao medija za distribuciju podataka te je jedna od važnijih promjena bio početak prikazivanja raznih animacija na kartama koje više nisu bile samo statične. Kako je tehnologija napredovala, nužnim se pokazalo izmijeniti i proširiti koncepte klasičnih kartografskih pravila koji su naposljetku svojim uspješnim uvođenjem i pokazali kako kartografija kao disciplina može prihvatiti zahtjeve modernoga doba.

Iako službena definicija 3D kartografije ne postoji, Goralski (2009) predlaže sljedeću definiciju: „3D kartografija je ukupnost znanstvenih, tehničkih i umjetničkih znanja i aktivnosti, koje se odnose na cijeli životni ciklus 3D karata, uključujući prikupljanje podataka, proces proizvodnje i distribucije, temeljne tehnologije i algoritme, kao i korištenje aplikacija”.

Izraz 3D karta nekoliko su puta definirali različiti znanstvenici. Pa tako Bandrova (2001) kaže da je 3D karta izrađena kao digitalni, matematički definiran, trodimenzionalni virtualni prikaz Zemlje, površine, predmeta i pojava u prirodi i društvu. Zastupljeni predmeti i pojave su klasificirani, osmišljeni i vizualizirani prema određenoj namjeni.

Prema Petrović (2003), 3D karta je perspektivni prikaz (za razliku od ortogonalnog prikaza), odnosno jedan proizvod koji se može stvoriti pomoću različitih platformi za 3D modeliranje i softvera za upravljanje i transformaciju prostornih podataka, te za prikaz standardnih informacija o lokaciji i dodavanje dodatnih dimenzija visine.

Sljedeća prihvaćena definicija glasi: „3D karta - suvremeni računalno-generirani perspektivni prikaz s kartografskim sadržajem“ (Haeberling 2005).

3D karte koriste se u svrhu prikazivanja svakodnevnog okruženja, ali mogu predstavljati i razne interaktivne informacije, stoga takve karte mogu imati razne oblike i svojstva, koristiti se u različitim aplikacijama te se temeljiti na različitim tehničkim rješenjima. Također takve karte mogu imati i različita sučelja i nuditi različite alate za interakciju, kontrolu i navigaciju, mogu biti statične ili prikazivati vremenske animacije. U mnoštvu opcija i mogućnosti odabira, na autoru karte je svakako odluka o tome što je najbitnije prikazati (Bandrova i Yonov, 2018.).

Geografska vizualizacija ili geovizualizacija je disciplina koja pruža teoriju, metode i alate za vizualno istraživanje, analizu, sintezu i prezentaciju geoprostornih podataka. Multidisciplinarna je znanost koja se temelji na integraciji vizualizacije u računarstvo, kartografiju, analizu slike i analizu podataka (MacEachren i Kraak, 2001.). Geovizualizacija proširuje tradicionalne koncepte preslikavanja i kartografije, kako bi se prihvatile nove mogućnosti i aplikacije koje omogućuju tehnološki napredak. Kada se izraz koristi u kontekstu mapiranja, odnosi se isključivo na digitalne, interaktivne i dinamičke karte. No, obzori geovizualizacije širi su od onih koji se tiču korištenja karata jer nudi sučelja za vizualizaciju bilo koje vrste informacija koje sadrže zemljopisne aspekte. Budući da se bavi prikazivanjem georeferenciranih podataka, te uključuje opsežnu uporabu karata, geovizualizacija se može shvatiti kao produžetak i prirodni put evolucije kartografije. Neki je nazivaju i kartografijom 21. stoljeća iako su geovizualizacija i 3D kartografija dvije zasebne discipline. Obje su međusobno povezane, ali su im naglasci i interesi drugačiji. 3D kartografija je više fokusirana i ograničena na učinkovitost prezentacije informacija, dok je

geovizualizacija ipak širi pojam koji se odnosi na prostorno razmišljanje i zaključivanje, istraživačku analizu podataka, strukture i algoritme te naposljetku i korištenje karata. (MacEachren i Kraak, 2001).

### 3. MAKARSKA

#### 3.1 Smještaj, položaj i klima

Grad Makarska leži na obali pod biokovskog Primorja. To je drugi grad po veličini u Splitsko-dalmatinskoj županiji, ali i drugi najvažniji što se tiče gospodarstva i demografije, odmah nakon Splita, koji je centar županije. Prema zadnjem popisu stanovništva iz 2011. godine, Makarska broji 13.426 stanovnika (URL 3). Geografski, Makarska rivijera (Slika 1.) je mikroregija unutar Splitsko-dalmatinske županije, duga je 53 kilometra te se proteže od općine Brela do općine Gradac. Široka je svega 3 kilometra, a sastoji se od Grada Makarske (Slika 2.) te općina Brela, Baška Voda, Tučepi, Podgora i Gradac (URL 4).



Slika 1. Smještaj Makarske rivijere i grada Makarske (URL 5)





Slika 2. Zračna snimka grada Makarske (URL 6)

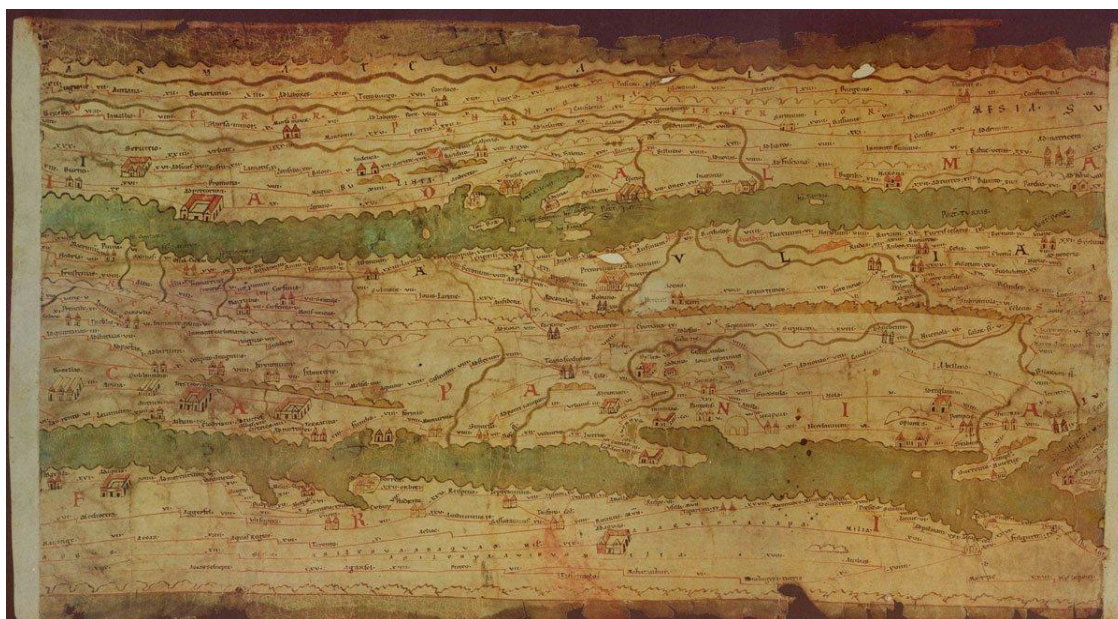
### 3.2 Povijesni razvoj grada Makarske

Povijest Makarske poprilično je različita u odnosu na povijest ostalih dalmatinskih naselja. Kad su hrvati naselili obalu Jadrana od ušća Raše do Cetine, naišli su na slavenska plemena koje povijesni izvori nazivaju Paganima, Marinarima ili pak Marianima. Prema bizantskom caru i piscu, Konstantinu Porfirogenetu, u Paganiji u 10.stoljeću egzistirala su 4 grada, među kojima je bio i grad Makar. Stanovnici Makra, ili „Mucru“ isprva su bili pirati, koji svoje brodove skrivaju u makarskoj luci i po potrebi ih izvlače za plovidbu. Prilikom osmansko-turske ekspanzije, Makarska je napadnuta i osvojena. 1498.godine. Kasnije, 1537. godine Mlečani tjeraju Turke iz Makarske, dok je 1540. sklopljen mir Porte i Mletaka te Makarska ponovno pada u turske ruke. Utjecaj turske moći u makarskom primorju doprinio je i izgledu obalnog dijela koje je bilo nalik istočnjačkoj kasabi s nekoliko stambenih kuća, džamijom i nastambama za vojsku. Takav scenarij Mlečanima nije bio prihvatljiv pa su ustanci bili učestali, a i neizbježni. Makarska je konačno pripojena Dalmaciji 1683. godine. Opustošenost i jad je ono što je ostalo za tursko-osmanskim vladanjem, a u kasnijoj povijesti grad demografski i kulturološki doživljava blagi porast. Nadalje, 1684.godine Venecija opet

zauzima Makarsku. Grad dobiva svoj prepoznatljiv oblik stare gradske jezgre koji je ostao očuvan i do danas. Spajaju se ulice, grade se česme, podižu barokne palače. Dolazi do procvata umjetnosti, glazbene, likove, književne. Padom Mletačke Republike, francuska vojska zauzima Makarsku 1806.godine (Marković, 2005.). Epidemija kuge pogađa makarsko primorje 1815. godine te se navodi kako je od 1575 ondašnjih stanovnika trećina njih izgubila borbu s bolešću. Demografski oporavak tek je uslijedio sredinom 19.stoljeća. Politički epilog Makarske slijedi pobjedom stranke Narodnjaka 1865. godine te ondašnja vlast proglašava hrvatski jezik službenim i 24. listopada danom grada Makarske. Drugi svjetski rat unio je velike nemire s talijanskim tendencijama prema dalmatinskom području. Makarska u sastav NDH ulazi 1941. godine, a 45.-te godine u sastavu Republike Hrvatske postaje dijelom Federativne Narodne Republike Jugoslavije. Sabor RH 25.lipnja donosi odluku o suverenosti RH te se uspostavlja neovisna hrvatska država, a 8. listopada raskidaju se sve državnopravne veze s bivšom državom. Svoj veliki obol i žrtvu dalo je makarsko primorje u pobjedi protiv velikosrpskog agresora u ratu koji je okončan 1995. u kolovozu. (URL 7).

### 3.3 Pregled grafičkih prikaza Makarske kroz povijest

Prvi grafički prikaz koji je dostupan i sačuvan, a prikazuje Makarsku, je srednjovjekovna kopija karte rimskih putova. Iscrtana je na 12 pergamentnih listova, od kojih je očuvano 11. Naziv joj je „Tabula Peutingeriana“ te se nalazi na slici br. 3 (URL 8).



Slika 3.Tabula Peutingeriana - prikaz Rimskog carstva, Makarska na njoj prikazana kao Inaronia (URL 9)

Slika 4. prikazuje Camozzijev bakropis. Na njemu se vidi Makarska s tri kule i dvoje zidine. Kada se spominje koji je najvažniji grafički prikaz, odnosno koja je najpoznatija slika Makarske, većina se opredjeljuje baš za nju jer je najpotpunija.



Slika 4. Camozzijev bakropis iz 1571. godine (URL 10)

U grafičkoj zbirci Hrvatskog državnog arhiva u Zagrebu čuva se mala drvorezna veduta Makarske koju neki autori stavljaju u 17. stoljeće, iako moguće je da bi ona mogla potjecati i iz 16. stoljeća (Slika 5.). Na njoj se vidi grad sa zapadne strane, s poluotoka na kojem je stajala crkva sv. Petra.



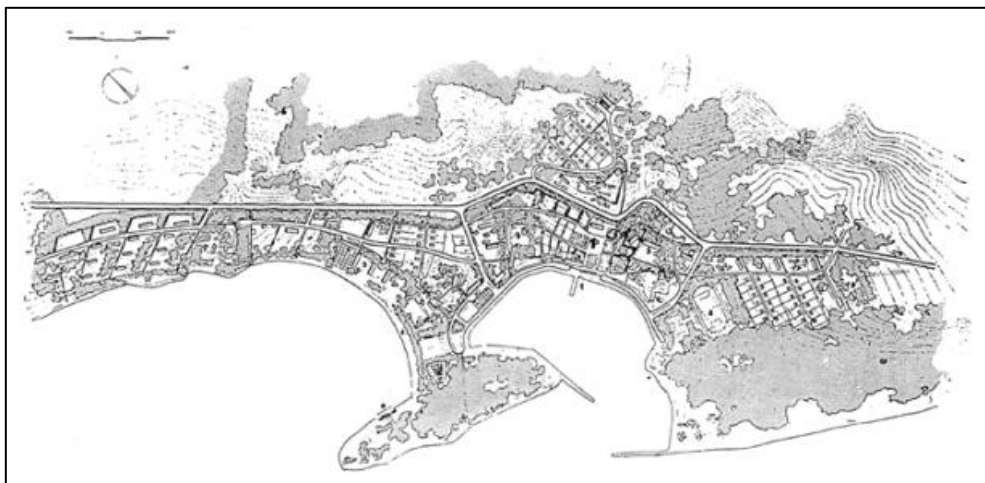
Slika 5. Makarska veduta iz 1530. godine (URL 11)

Kasnije vedute nisu crtane prema suvremenom stanju grada. Tako se vidi Makarska i u Heuschevoj Topografiji Dalmacije, tiskanoj 1718. godine, ali onakva kakva je izgledala u 16. stoljeću. Bolja grafička djela o Makarskoj nastala su tek u drugoj polovici 18. stoljeća. Njih su izradili mletački vojni topografi. Ti radovi se danas čuvaju u Državnom arhivu u Veneciji. Kada je u Makarskoj nakon propasti Mletačke Republike uspostavljena austrijska vlast, bečki vojni topografi su izradili nekoliko nacрта koji su naposljetku završili u Ratnom arhivu u Beču. Među njima se najviše ističe plan satnika Gersdorfa iz 1804. godine u mjerilu 1:2880. On je neko vrijeme služio kao katastarska mapa grada. Konačno je 1835. godine izgrađena još točnija katastarska karta Makarske (Slika 6.) sa svim posjedovnim česticama i knjigom njihovih vlasnika. Na tom planu se primjećuje da se stara Makarska počela širiti (Marković, 2005).



Slika 6. Katastarski plan Makarske iz 1835. godine (URL 12)

Pri završetku Drugog svjetskog rata, 1945. Makarska, kao i Republika Hrvatska, postaje dijelom države Federativne Narodne Republike Jugoslavije. U tom razdoblju Makarska dobiva novi oblik, jer dolazi do masovne betonizacije te izgradnje luke (Slika 7.).



Slika 7. Urbanistički plan Makarske iz 1948. godine (V. Lasić, 2018.)

Makarska je bila i obuhvaćena aerofotogrametrijskom izmjerom iz 1968. godine (Slika 8.). Taj DOF68 je izrađen razdoblju 1950-1968 u PAN produkciji iz različitih mjerila snimanja te prekriva 98,4% teritorija Republike Hrvatske. Obuhvaća 10770 listova izrađenih u podjeli 1:5000. Njihova točnost iznosi od 5 do 10 m, a na pojedinim područjima (gorja, šume, stjenovita područja) odstupanja mogu biti i veća (URL 13).



Slika 8. Digitalna ortofoto karta Makarske (URL 14)

Daljnijim razvojem grada, prvenstveno u turističke svrhe, nastaju i turističke karte. Takvu jednu objavljuje i turistička zajednica grada Makarske (Slika 9.).



Slika 9. Plan grada Makarske (URL 15)

## 4. PLANINA BOKOVO

### 4.1 Smještaj, naziv, reljef i klima

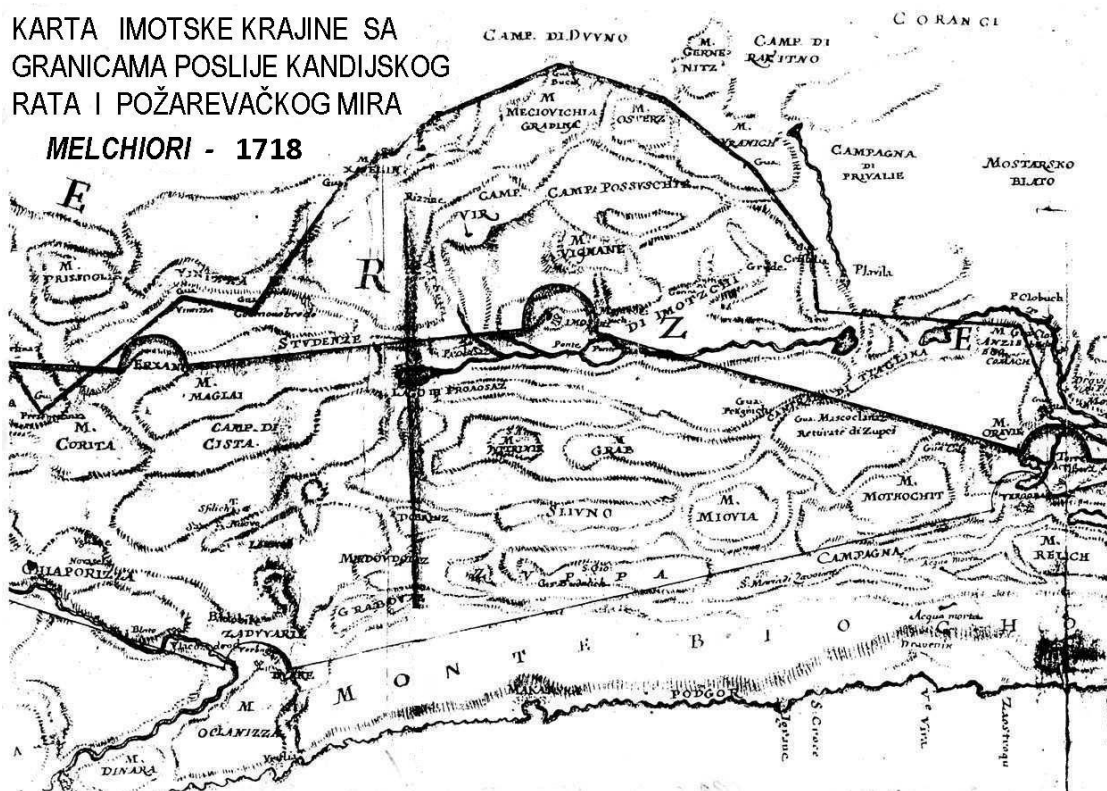
Biokovo je planina smještena na jugoistoku Europe na mediteranskom području neposredno uz obalu Jadranskog mora. Dio je planinskog lanca Dinarida u nizu Velebit-Kozjak-Mosor-Biokovo-Orjen. Najviši vrh je Sv. Jure (1762 m). Biokovo se prvi puta službeno spominje pod nazivom Adrion (Jadransko brdo), a zabilježio ga je grčki geograf Strabon u svome djelu „*Geografika*“. Neslužbeno se Biokovo kao takvo spominje spominje još otkako su se prvi ljudi naselili oko biokovskog područja pa je moguće pretpostaviti da je riječ od tisućljetnoj uporabi ovog naziva. Biokovo je dugačko 36 km, uz najveću širinu 9,5 km te uz prosječnu od 7 km, dok je ukupna površina oko 200 km<sup>2</sup>. Planina Biokovo je 1981. godine proglašeno i parkom prirode. Biokovski planinski lanac obuhvaća niz od rijeke Cetine na sjeverozapadu te rijeke Neretve na jugoistoku i uključuje masive kao što su Omiška Dinara (863 m), Biokovo i Rilić (920 m) u dužini od gotovo 80km. U reljefu Biokova (Slika 10.) ističu se dva osnovna niza grebena. Od uskog grebena s vrhom Sv. Ilija (1640 m), prema kontinentu se u smjeru jugoistoka preko vrha Lipa glavica ističe visoki unutrašnji greben koji kulminira najvišim vrhom Sv. Jure, dok se bliže moru uzdiže primorski greben. Biokovo je jako nagnuto i vrlo strmo s 12° do 15° nagiba padina, a primorske padine se izrazito strmo spuštaju prema moru, s više od 55° nagiba. Biokovo je samo po sebi osebujno i mami pogled svih posjetitelja koji ga po prvi puta vide (R. Ozimec, 2008).



Slika 10. Reljef Biokova (URL 16)

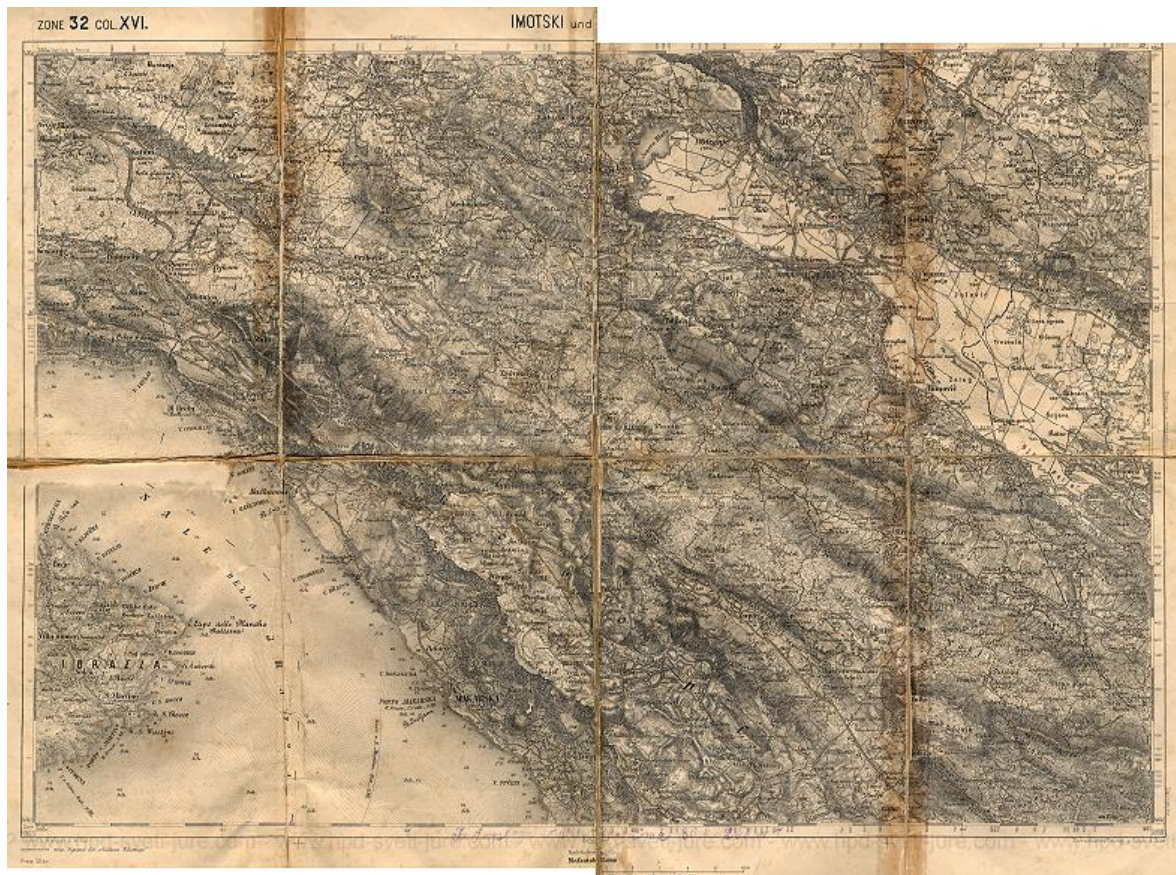
## 4.2 Karte Biokova i grafički prikazi

Biokovo je 1718. godine prvi put ucrtano na zemljopisnu kartu (Slika 11.) pod imenom „Monte Biochovo“. Planina je ucrtana i na karti Imotske krajine sa granicama poslije Požarevačkog mira, a izradio ju je mletački kartograf Melchiori. U razdoblju od 1725. do 1730., na području planine je obavljena prva katastarska izmjera nakon oslobođenja od osmanlija. Početkom 19. stoljeća Biokovo prvi trigonometrijski premjerava austrijski kapetan Bosio. Na Biokovu je 1835. godine izvršena katastarska izmjera od strane Austro Ugarske monarhije. Ona je i dan danas važeća. Major Hartl 1870. godine trigonometrijski premjerava Biokovo, nakon čega Austrija izrađuje generalnu kartu u mjerilu 1:75000. Po prvi puta se planina Biokovo prikazuje na preciznoj karti 1883. godine, prikazana na slici 12. Izrađena je na sekcijskom listu „Imotski und Makarska“ (URL 17).



Slika 11. Prva karta Biokova (URL 17)





Slika 12. Generalna karta "Imotski und Makarska" (URL 17)

Danas karte Biokova možemo najčešće naći u digitalnom obliku. Te karte su iznimno popularne među planinskom populacijom. Tako se na službenoj stranici Hrvatskog planinarskog društva Sveti Jure, Zagvozd (URL 18) mogu pronaći razne karte za razne GPS uređaje.

Ipak najzanimljivija karta Biokova, je ona koja prikazuje park prirode. Ručno je crtana sa iznimnim vizualnim panoramskim pogledom. To nije klasična topografska karta koja se koristi za orijentaciju na terenu, već je to prvenstveno vizualno atraktivan prikaz prelijepih dijelova jadranske obale. Ova ilustracija (Slika 13.) se koristi kao pomoć turistima i planinarima, a rađena je ručno sa mnogo detalja flore i faune te raznih atraktivnih lokacija (URL 19).



Slika 13. Panoramska karta parka prirode Biokovo (URL 19)

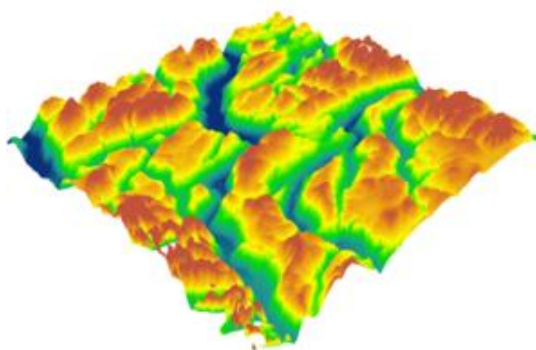
## 5. PODACI KORIŠTENI PRILIKOM IZRADE

Razvoj tehnologije kroz mnoge sfere društva, pa tako i kartografije, postao je vrlo popularan i koristan jer se pomoću raznih softvera efikasno mogu stvarati 3D modeli dijelova Zemljine površine. Cilj ovog rada je pronaći nova rješenja i mogućnosti prikaza za kartografsku vizualizaciju 3D modela reljefa. Trebalo je prikazati izraženost reljefa i veliku razliku u visini koja dolazi do izražaja. Iz tog razloga, kao interesno područje odabrani su planina Biokovo i sam grad Makarska. Ta vizualizacija obuhvaća i prikaz urbanog i ruralnog područja, te se kao krajnji produkt dobije jasni prikaz. Kada govorimo o visini, postoje razni izvori podataka koji omogućuju samu vizualizaciju. Jedan od njih je i digitalni model visine, koji je ovdje korišten. Uz njega, za potpuni prikaz reljefa i urbanog dijela, korišteni su još podaci Google Maps-a i Street View-a te Open Street Map.

### 5.1 Digitalni model visine

Postoje brojne vrste prikaza površine terena, a jedna od najčešće korištenih tehnika u današnje vrijeme je upotreba digitalnih modela visine. Inače, namjera bilo kojeg modela koji se koristi je što vjernije prikazivanje trenutnog ili budućeg stanja terena kako bi daljnji rad sa raznim podacima bio što uspješniji, bilo to mjerenje, predviđanje ili nešto sasvim drugo. (Krtalić, A. i dr, 2019).

DEM (eng.– *Digital elevation model*) (Slika 14.), kao matematički i grafički prikaz stvarnosti, sastoji od rasterskih mreža koje se odnose na vertikalni datum i predstavljaju „goli“ svijet. On nastaje prikupljanjem nadmorske visine od jednako ili nejednako razmaknutih točaka (S.H. Haron, 2015).



Slika 14. Digitalni model visine (URL 20 )

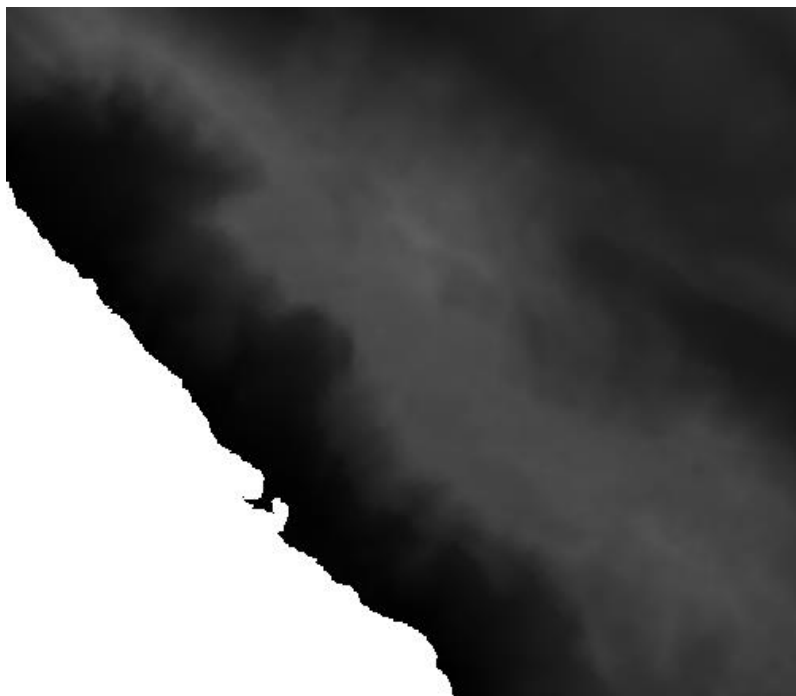
Postoje razne definicije što je digitalni model visine. Prema (Li i dr., 2005), DEM je podskup DTM-a i njegova najosnovnija komponenta, a obično predstavlja visinske podatke organizirane u obliku matrice. Druga definicija po (El-Sheimy i dr., 2005) glasi da je DEM model koji uključuje sve maksimalne visine, uključujući krovove zgrada i krošnje drveća, a prema (Förstner i Wrobel, 2016.), DEM je model koji se odnosi na takozvanu topografsku površinu odnosno голу površinu Zemlje bez zgrada i vegetacije.

U svrhu boljeg razumijevanja navedenog pojma potrebno je prikazati ulazne podatke te načine njihova prikupljanja i izrade jer oni izravno utječu na kvalitetu konačnog digitalnog modela. Tako se metode i mjerne tehnike za prikupljanje ulaznih podataka o Zemljinoj površini, čija je svrha izrada digitalnog modela, mogu podijeliti na (Krtalić, A. i dr, 2019):

- vektorizaciju topografskih karata (izohipse, kote),
- terenska mjerenja za prikupljanje položajnih i visinskih podataka (tahimetrija, GNSS),
- fotogrametrijsku metodu izmjere (terestrička, zračna, satelitska),
- radarske metode prikupljanja podataka (zračne, satelitske),
- prikupljanje i obradu LiDAR podataka.

Precizno mjerenje Zemljinog terena još uvijek u velikoj većini svijeta ovisi o tradicionalnoj tehnici izmjere zemljišta, jer je i dalje najisplativija dostupna opcija. Međutim, zemljomjerstvo je vezano za nekoliko ograničavajućih čimbenika, a to su veličina područja, njegova pokrivenost i potrošnja vremena za obavljanje takvog posla. Pomoću najnovije tehnologije satelitskog snimanja pojedinac može dobiti topografske podatke u DEM obliku. Satelitski snimci za generiranje DEM-a (Slika 15.) imaju ogromnu prednost jer mogu pokriti vrlo veliko područje, dati podatke u gotovo stvarnom vremenu, jako su kvalitetni, imaju visoku rezoluciju a mogu se i besplatno preuzeti sa internet stranica otvorenog koda.

Prema Krtalić, A. i dr, (2019), svi DEM-ovi imaju svoje prednosti i mane, ali može se zaključiti kako je visoka točnost metode prikupljanja podataka proporcionalna sa visokim troškom, odnosno niska točnost prikupljanja je proporcionalna s malim troškom.



Slika 15. Digitalni model visine odabranog područja (URL 21)

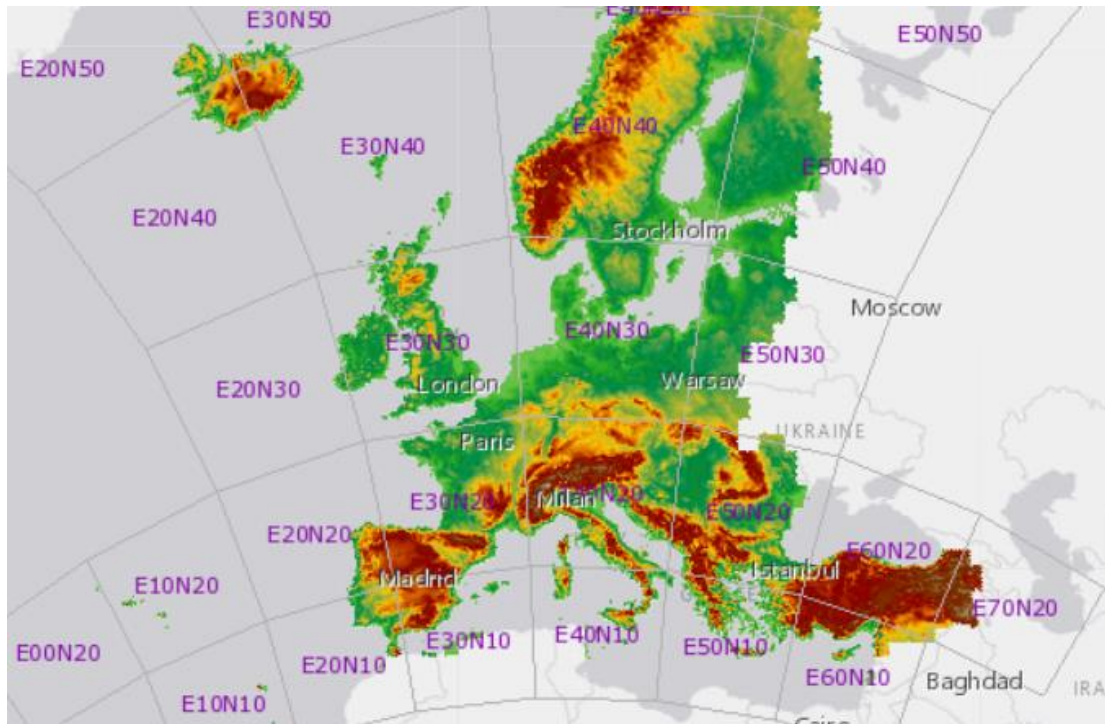
Ovisno o tome kako su informacije o visini strukturirane i pohranjene, DEM možemo klasificirati u dvije vrste:

- nepravilna mreža trokuta (eng. TIN – *Triangulated Irregular Network*),
- pravilna mreža točaka ili pravilna rešetka (eng. GRID).

TIN struktura je vektorska te ona podrazumijeva definiranje topologije pomoću upotrebe bridova i čvorova. Tako se utvrđuju prostorni odnosi između pojedinih trokuta u mreži. GRID struktura je rasterska te se modeliranje plohe svodi na interpolaciju vrijednosti između poznatih točaka koji su prikupljenih na pravilnim razmacima te se tako ujedno i definira prostorna rezolucija budućeg modela reljefa, odnosno minimalna površina za koju izrađeni model može prikazati rezultat (Krtalić, A. i dr, 2019).

U ovom radu su korišteni skupovi podataka EU-DEM sa Copernicus stranice. EU-DEM je realizacija programa Copernicus kojim upravlja Europska komisija. Budući da niti jedan izvor podataka nije pružao dosljednu i potpunu europsku pokrivenost, EU-DEM je razvijen kao odgovor na potrebu za pravim modelom visina na cijelom kontinentu. Nastao je iz tehnika fuzije raznih visinskih modela kombinirajući podatke iz različitih izvora u jedinstveni, dosljedni i homogeni skup podataka o visinama. Proces fuzije uglavnom se oslanjao na podatke ASTER-GDEM i SRTM.

EU-DEM pruža podatke o visini sa točnošću jedne lučne sekunde ( +/- 30 metara). Referentni sustav je zemljopisni, koristi geografsku širinu i dužinu s datumom ETRS89, elipsoid GRS80 i vertikalni datum EVRS2000 s geoidom EGG08. Obuhvat snimanja (Slika 16.) područja je svakih 10 stupnjeva geografske širine i dužine, te se tako željeno područje prikaza nalazi na E40N20 (URL 22).



Slika 16. Copernicus EU-DEM snimke i podjela na područja (URL 23)

## 5.2 Open Street Map

Open Street Map (OSM) karta je karta svijeta nastala iz mnoštva izvora, većinom dobrovoljnih geografskih podataka nadodanih od korisnika (M. F. Goodchild, 2007.). Cilj joj je jednostavan, stvoriti skup podataka na karti koji se mogu besplatno koristiti, uređivati i preuzeti. Rizično može biti kada je javnost zadužena za uređivanje svjetske površine i nema kartografska znanja budući da su kartografi stručnjaci koji imaju razne vještine razvijane stoljećima. OSM kao takav stvara kolosalnu promjenu u metodi prikupljanja podataka. Svaka osoba koja krije određeni interes može popuniti kartu i tako pridonijeti OSM zajednici.

OSM je potpuno besplatan i otvoren skup podataka. Te podatke je moguće preuzeti te dalje njima rukovati. Prednosti Open Street Map-a su brza ažuriranja novih projekata, veći raspon atributa (npr. nazivi trgovina) te mogućnost dijeljenja podataka s bilo kime bez kršenja licence (Lovelace, 2014.).

Prilikom izrade 3D prikaza uvidjelo se na slabu pokrivenost zgrada/kuća u samom centru grada. U QGIS-u to nije bio toliki problem, jer se svakako prikaz morao generalizirati. Prekrivenost zgradama tj. vektorizacija užeg i šireg centra grad se trebala popraviti kako sama karta ne bi izgledala pusta i prazna, a samim time se i pridonijelo OSM zajednici. Za početak se je bilo potrebno registrirati odnosno otvoriti račun. Nakon registracije i prijave, može se odmah krenuti s radom, bilo to nadopunjavanje cesta, građevina, šuma ili nečega trećeg. Isto tako mogu se dodavati ili mijenjati samo atributi već postojećim i ucrtanim dijelovima na karti. U ovom dijelu se prvenstveno držalo nadopunjavanja užeg i šireg centra grada radi bolje vizualizacije. Nadopunjeno je 185 građevina (Slika 17.).

Rijetko ili skoro nikako vektorizirane su bile ulice : Ul. Slikara Gojaka, Ul. Velika Vrata, Biokovska ulica, Ul. Kažimira Ljubića, Ul. Mihovila Glavinića, Ul. Petorice Alačevića i Put Makra (Slika 18.).



Slika 17. Područje prije vektorizacije



Slika 18. Područje nakon vektorizacije



## 6. SOFTVERI ZA IZRADU KARATA

Nakon odabira teme, bilo je potrebno proučiti i odlučiti koji softveri će se koristiti prilikom izrade 3D prikaza. Softveri su morali zadovoljavati neke uvjete. Trebaju biti besplatni, takozvani „open source“ programi koji su pritom i jednostavni za upotrebu. Kako bi rukovanje programima bilo lakše, bilo bi poželjno da posjeduju dosta dodatne literature i razna poučna YouTube videa. Tražeći razne softvere, odlučeno je da će se koristiti QuantumGis (QGIS), Blender, Houdini te online servisi MapBox i WRLD. Svi koji su željni novog znanja u bilo kojem području mogu to lako besplatno ili za malo novaca i ostvariti budući da je tehnologija toliko uznapredovala. Tako ovi softveri imaju razne besplatne dodatke i one koji se plaćaju i s njima ćemo se upoznati u daljnjem nastavku.

### 6.1 QuantumGIS

QGIS (Slika 19.) je besplatna i svima dostupna aplikacija koja je izabrana prvenstveno zbog ranijeg bogatog znanja i već mnogo urađenih projekata. Koristi se za kreiranje, editiranje, vizualizaciju, analizu te na posljetku i objavu raznih geoprostornih podataka. QGIS je dostupan za Windows, MacOS, Linux i Android sustave. Jako je jednostavan za upotrebu i omogućuje lako učenje. Podržava i vektorske (Shapefile, MapInfo i MicroStation, AutoCAD DXF, PostGIS, SpatiaLite, Oracle Spatial, MSSQL Spatial,..) i rasterske (GeoTiff, Erdas Img., ArcInfo Ascii Grid, JPEG, PNG,..) formate te mrežne prostorne podatke (WMS i WFS) koji se međusobno mogu kombinirati (preklapati, rezati,..). Aplikacija omogućava izradu karata u različitim projekcijama i formatima. Mogu se vršiti i razne geometrijske analize te kreirati geoprostorne baze podataka (PostgreSQL i PostGIS). Jedna od mogućnosti unutar aplikacije je razvoj dodataka koji omogućuju izvršavanje određenih zadataka, poput 3D prikaza. Te je dodatke razvila zajednica i oni su fleksibilni alati koji omogućuju povećanje ionako visokih QGIS mogućnosti. U aplikaciji se može kreirati, urediti te upravljati podacima koji se mogu naposljetku i objaviti na internetu pomoću MapServera, kao u ovom slučaju (URL 24).



Slika 19. QGIS logo (URL 25)

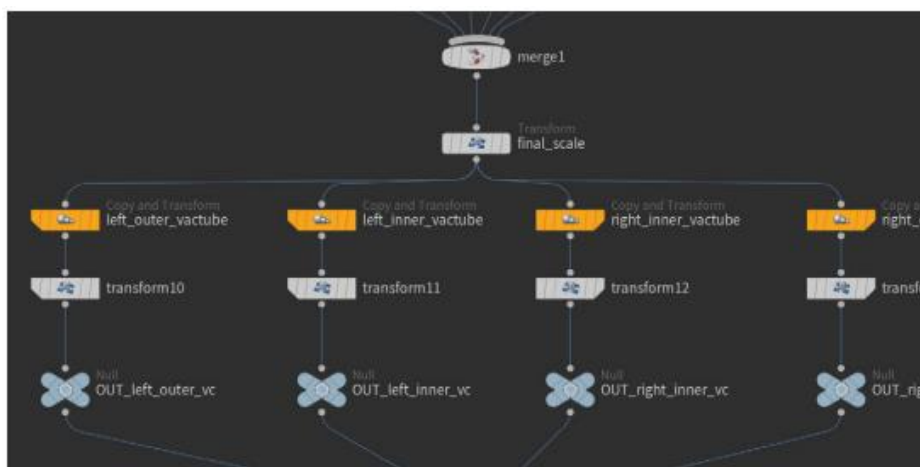
## 6.2 Houdini

Houdini (Slika 20.) je aplikacija za 3D animaciju i specijalne efekte koju je razvila Side Effects Software, dvadeset petogodišnja tvrtka sa sjedištem iz Toronta. Dizajniran je za umjetnike koji rade u 3D animaciji i VFX-u za film, TV, video igre i virtualnu stvarnost. On okuplja sve ove svjetove u jedinstvenu moćnu platformu. Houdini je grafička aplikacija koja se može koristiti za modeliranje, animiranje, prikaz i simulaciju. Za razliku od drugih softvera za 3D animaciju, Houdini koristi proceduralni tijek rada zasnovan na čvorovima koji olakšava istraživanje iteracija prilikom korištenja aplikacije. Programi poput Maye ili Blendera pohranjuju promjene u korisničkoj povijesti što otežava povratak na prethodnu verziju vašeg rada.



Slika 20. Houdini logo (URL 26)

U ovom softveru je svaka radnja pohranjena u čvor. Ti čvorovi su zatim spojeni u mreže koje definiraju krajnji produkt. Taj jedinstveni pristup omogućuje višestruke iteracije tako da je lako napraviti promjene i razviti nove animacije i efekte (Slika 21).



Slika 21. Primjer mreže čvorova i naredbi u Houdini softveru (URL 27)

Kako Houdini nije tipičan program jer pruža više kontrola nad kreativnim procesom, njegovim učestalim korištenjem i primjenom moguće je pronaći nove načine pristupa radu i time postići veću produktivnost. Podržava slikovne (.pic, .rat, .png, .gif, .jpg, .tiff), geometrijske (.geo, .poly, .dxf, .json) i scenske (.usd, .ifb i .rib) formate (URL 27).

### 6.3 Blender

Blender (Slika 22.) je besplatni program otvorenog koda za 3D računalnu grafiku. Alati koje Blender nudi se koriste za izradu animiranih filmova, vizualnih efekata, 3D printanih modela, grafike pokreta, itd. Moguće ga je koristiti na više operativnih sustava kao što su Linux, MacOS i Windows. Dostupan je za širok raspon korisnika, od početnika do profesionalnog animatora.



Slika 22. Blender logo (URL 28)

Blender je razvijen od Blender Foundation, neprofitne organizacije osnovane 2002. godine koja ima za cilj da se Blender nastavi razvijati kao projekt otvorenog koda. Softver podržava razne formate 3D datoteka za uvoz i izvoz, među kojima su 3D Studio (3DS), Filmbox (FBX), Autodesk (DXF), SVG, STL (za 3D ispis), UDIM, USD, VRML, WebM, X3D i drugi (URL 29).

### 6.4 WRLD i Maps3D

WrlD (Slika 23.) je online platforma sa kojom se mogu dizajnirati dinamične, prilagođene 3D karte za svoj proizvod ili uslugu. Jednostavan je za upotrebu te omogućava integraciju vlastite prilagođene karte u mobilne ili web aplikacije te naposljetku i dijeljenje na mreži.



Slika 23. Logo WRLD-a (URL 29)

WRLD se sastoji od 3 dijela. Prvi je „Map Designer“ koji se koristi za stvaranje i upravljanje vlastitim 3D mapama. Potom postoje još „Places designer“ za stvaranje jedinstvene karte mjesta popunjavanjem vlastitim sadržajem temeljenim na lokaciji te „3D

Indoor Map Uploader“ koji se koristi za pretvorbu tlocrta ili 2D unutarnje karte u 3D vizualizacije prostora. Svaka od ovih karata može se objaviti na iOS-u ili Androidu, pregledati u AR/VR-u ili biti podijeljena na mreži (URL 30).

Maps3D (Slika 24.) je internetska platforma koja omogućuje 3D prikaz reljefa odabranog područja. Pomoću Maps3D se mogu jednostavno prikazati određeni dijelovi karte bez da su potrebni vanjski podaci i razni mehanizmi za prikazivanje visina, za razliku od npr. Google Earth-a ili MapBox-a.



*Slika 24. Maps3D logo (URL 31)*

Za prikaz terena koristi satelitske snimke :

- USA National Agriculture Imagery Program – Javna domena,
- Sentinel-2 cloudless layer for 2016 by EOX ,
- Podaci o nadmorskoj visini (elevaciji) se preuzimaju sa Amazon Terrain Tiles (Mapzen dataset)

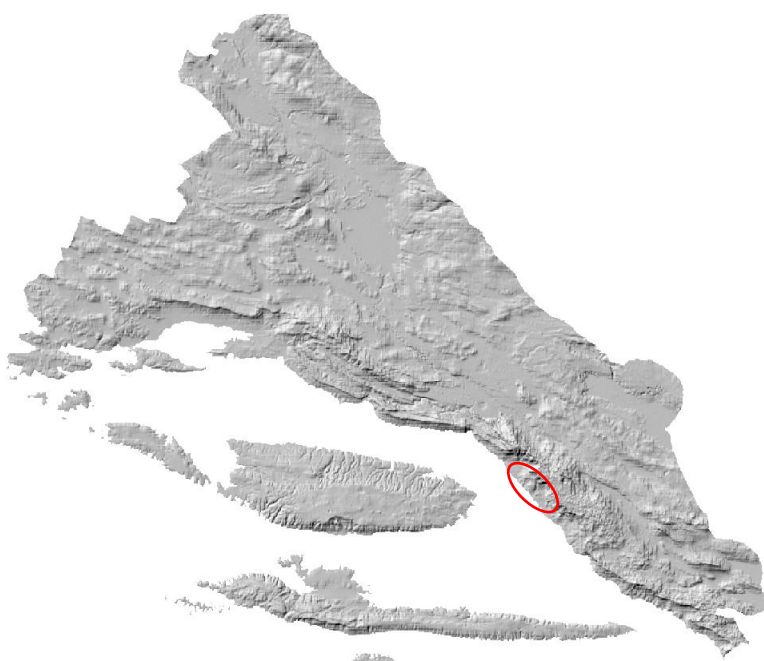
Prednost ove aplikacije je što se model može eksportirati u glTF format te tako trodimenzionalno isprintati. Ekstenzija datoteke je .gltf ili .glb. (URL 31).

## 7. IZRADA 3D PRIKAZA

### 7.1 QGIS

Za potrebe ovog rada je korištena verzija 3.4.13. Cilj je bio što vjernije prikazati područje grada Makarske. Podaci potrebni za izradu ovog prikaza su preuzeti iz Registra prostornih jedinica. Skup podataka obuhvaća sloj županija RH, od kojih je izolirana Splitsko-dalmatinska kao područje od interesa. Granice grada Makarske iscrtane su naknadno korištenjem podloge OSM-a.

Kako bi što vjernije prikazali reljef grada Makarske i njene okolice, sa naglaskom na planinu Biokovo, korišten je digitalni elevacijski model. DEM je preuzet sa stranica Copernicus Land Monitoring Service. Radi se o području E40N20 koje obuhvaća dio Italije, BIH, Mađarske, Slovenije, Austrije i Hrvatske, koje je naposljetku izrezano samo na područje interesa. Kako bi se što vjernije prikazalo željeno područje i razlike u visini, koristi se tehnika sjenčanja odnosno Hillshading. Ona omogućuje izradu jasnijih reljefnih karata koje prikazuju planinski oblik pomoću razine sive boje i tako naglašava nagibe ali ne i apsolutnu visinu. Takav prikaz (Slika 25.) međutim nije vjerodostojan jer ima prevelike piksele (rezolucija DEM-a je 30 m) i pola obale grada Makarske nije reprezentativno prikazano.



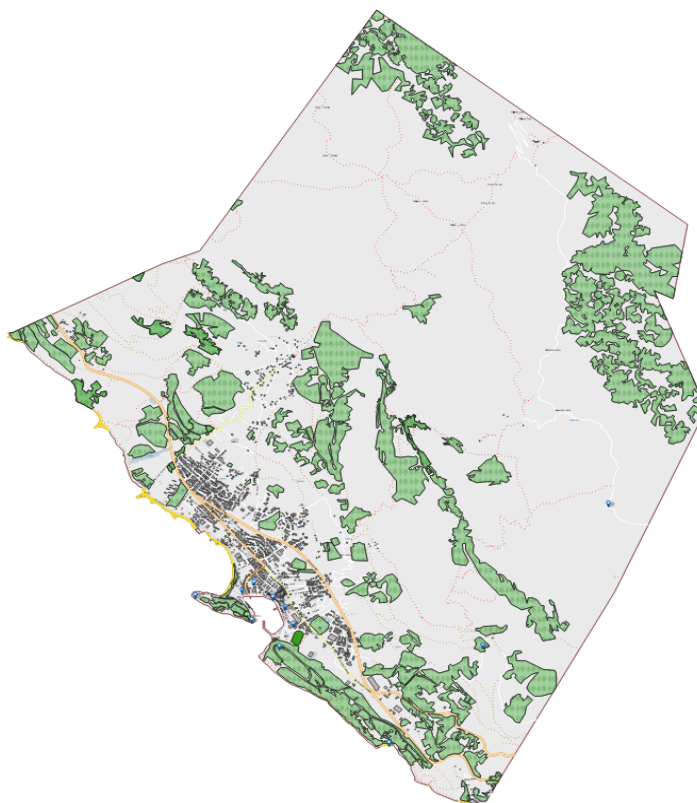
Slika 25. Hillshade prikaz Splitsko-dalmatinske županije i Makarske

Za izradu karte grada su potrebni podaci koji su preuzeti sa Geofabrik-a (Slika 26.), stranice koja uzima podatke sa Open Street Mapa. To je inače njemačka stranica koja osigurava i obrađuje besplatne geopodatke koji se dalje modeliraju.



Slika 26. Geofabrik logo (URL 32)

Prilikom izrade su korišteni .shp podaci koji su izolirani za određeno područje. Dobiveni su sirovi podaci koje je trebalo urediti kao npr. rangiranje cesta. Razna imena ulica su se morala promijeniti zbog krivog naziva ili smještaja, pa čak i zbog dijakritičkih znakova. Bilo je potrebno i generalizirati razne građevine radi boljeg ukupnog izgleda u mjerilu 1:60 000. U interesu je bilo dobivenu kartu i objaviti na web da postane svima dostupna. To je moguće ostvariti pomoću dodatka „QGis2web“, ali budući da ne podržava prikazivanje sadržaja u .svg formatu, nije bio primjeren za korištenje. Iz tog razloga korišten je dodatak „QGISCloud“. Konačna karta (Slika 27.) dostupna je na linku (URL 33).

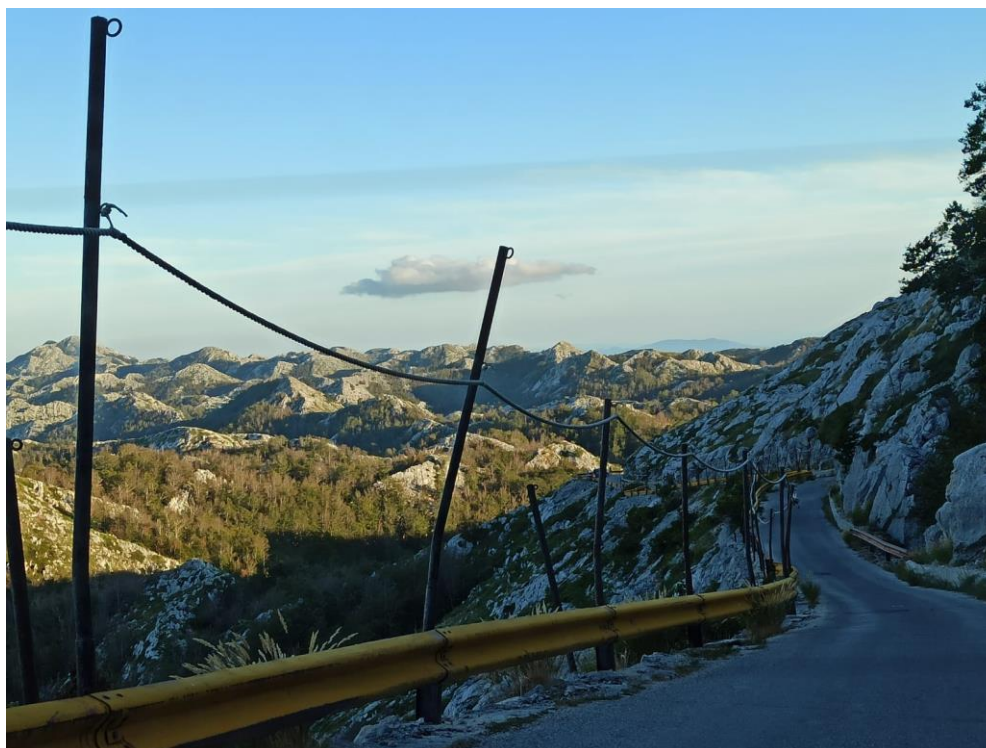


Slika 27. Karta Makarske u mjerilu 1:60 000 izrađena u QGIS-u

### 7.1.1 QGIS2threejs

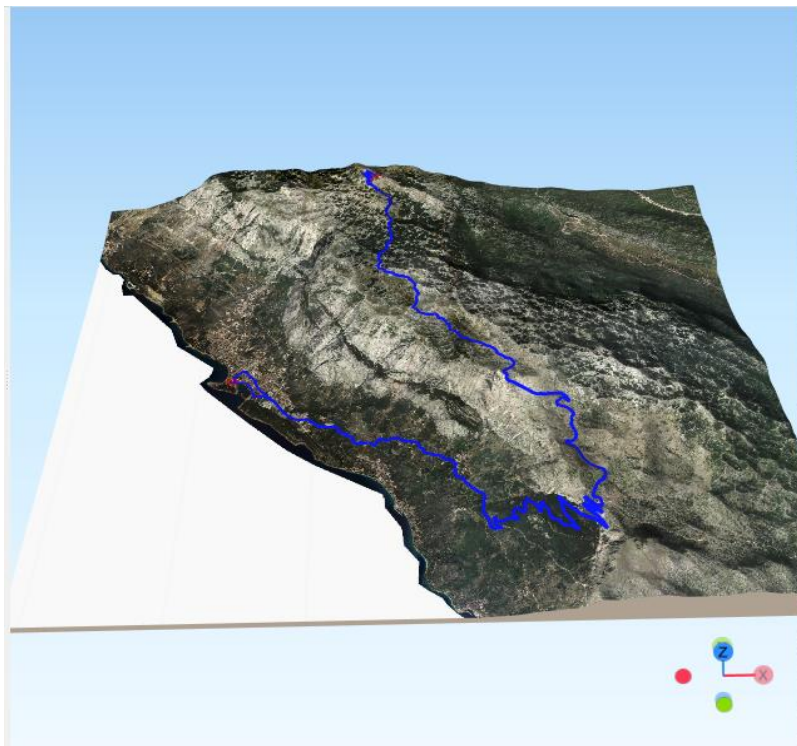
Iako QGIS uključuje izravnu podršku za 3D vizualizaciju, jedan od najopsežnijih dodataka za 3D vizualizaciju je Qgis2threejs koji je razvio Minoru Akagi. Dodatak je to koji omogućuje izvoz prikaza terena i kota, slika te vektorskih podataka u web preglednik. QGIS2threejs je dodatak u QGIS-u koji vizualizira DEM i vektorske podatke u 3D prikaz. Uz to, 3D model se može spremirati u glTF formatu (URL 34).

Za prikaz biciklističke ture, prikazan je uspon do najvišeg vrha planine Biokovo Sv. Jure. Staza je kategorije zahtjevne do čak vrlo teške, a prosjek vremena potrebnog za stizanje do vrha je otprilike tri sata. Duljina staze je otprilike 30 km (u jednom smjeru) te prolazi duž cijele Biokovske ceste koja je duga 23 km te je ujedno i najviša asfaltirana cesta u Republici Hrvatskoj (Slika 28.). Kreće se od Makarske, vozi se do Tučepa i sve do ulaska u Park prirode Biokovo po cesti D-512 (Makarska – Vrgorac). Pri ulazu u PP Biokovo, asfaltna cesta se sužava i vrlo brzo diže za gotovo 600 metara (vožnja nekih 5 km), što je poprilično velik uspon. Zatim Od prijevoja Staza pa do Ravne Vlačke ima oko 4 km i tu je uspon 250 metara. Dalje preko Lađane (1300 m) pa do Vošca (1422 m) je ugodnija vožnja, te nakon malo više od 4 km slijedi Sveti Jure, drugi najviši vrh u Republici Hrvatskoj.



Slika 28. Cesta prema vrhu Sv. Jure

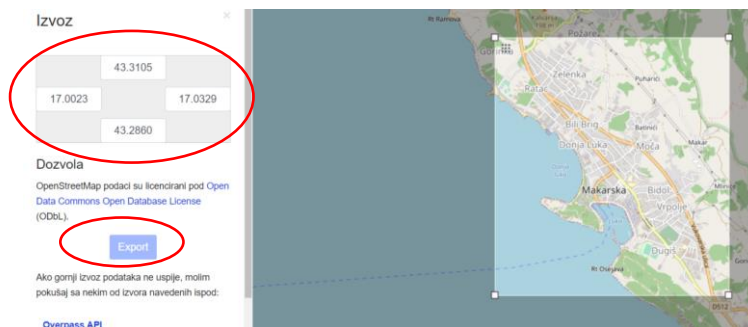
Kako bi se izradio 3D prikaz, preuzima se digitalni model visine i .gpx datoteka biciklističke staze koje se ubacuju u dodatak (URL 35). Konačan prikaz (Slika 29.) je dostupan na linku (URL 36).



Slika 29. Prikaz biciklističke staze Biokova u Qgis2treejs dodatku (URL 36)

## 7.2 Houdini

Jedan od odabranih softvera za izradu interaktivne 3D karte Makarske je Houdini (URL 37). Prvi korak je posjetiti Open Street Map stranicu gdje se odabire željeno područje prikaza (Slika 30.) koje se potom izveze (export). Željeno područje se nalazi između  $17^{\circ} 00' 23''$  i  $17^{\circ} 03' 29''$  geografske dužine te između  $43^{\circ} 28' 60''$  i  $43^{\circ} 31' 05''$  geografske širine. Podaci se spremaju u \*.osm formatu.

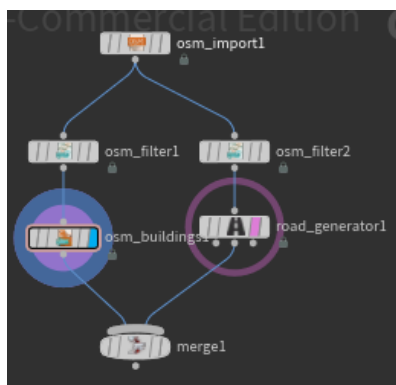


Slika 30. Odabrano područje u OSM-u



Potom se kreira takozvana mreža odnosno „geometry“, jer kako je već navedeno, program nije tipičan i sve se odvija pomoću mreže naredbi. Unutar mreže se odabire „Labs OSM Import“ u kojega se lijepu Open Street Map (OSM) podaci. Prije toga se obvezno mora instalirati plugin „SideFX Labs“ da bi uopće postojale ove OSM opcije. Kako su predmet ovog rada samo određeni slojevi, sa Labs OSM Import-om se povezuje „Labs OSM Filter“ unutar kojega se mogu uključivati i isključivati slojevi koji nam trebaju, a u ovom slučaju su to samo zgrade. Toj mreži se pridružuje još i „Labs OSM Buildings“ dodatak koji sam generira visinu zgrada/kuća. Prilikom rada je bitno staviti kvačicu na „Generate Buildings on Missing Data“ . Time su sve građevine dobile neku visinu odnosno 3D prikaz.

Nakon toga se doda još jedan „Labs OSM Filter“ kojega se povezuje sa početnim „Labs OSM Import“. Potom se odabere opcija „Merge“ (Slika 31.) odnosno sve naredbe se spoje te kao produkt dobijemo prikaz Makarske. (Slika 32.)



Slika 31. Krajnja mreža sa čvorovima

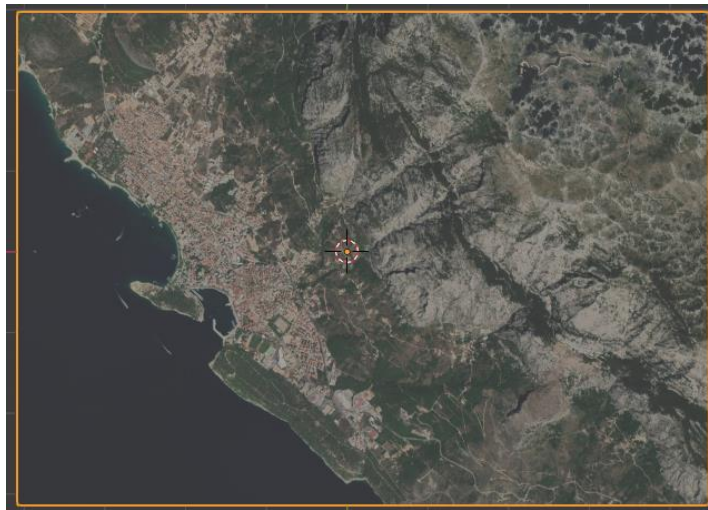


Slika 32. Krajnji produkt u Houdini softveru

## 7.3 Blender

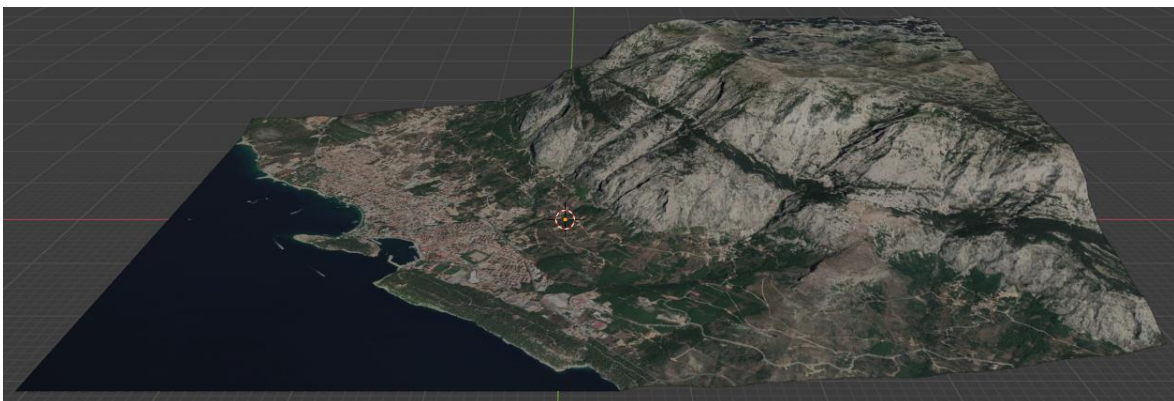
### 7.3.1 GIS dodatak

Treći program koji je korišten u izradi ovog rada je Blender. Unutar programa postoje razni dodaci, pa tako i besplatni GIS dodatak (URL 38). On omogućuje preuzimanje DEM snimki (za visine) i OSM podataka (za vizualizaciju urbanog područja). Koristi Google Maps podloge za vizualizaciju željenog područja (Slika 33.). Potrebno je zumirati na područje interesa, koje se na posljetku i eksportira te se tako dobije 2D izrezak odabranog područja.



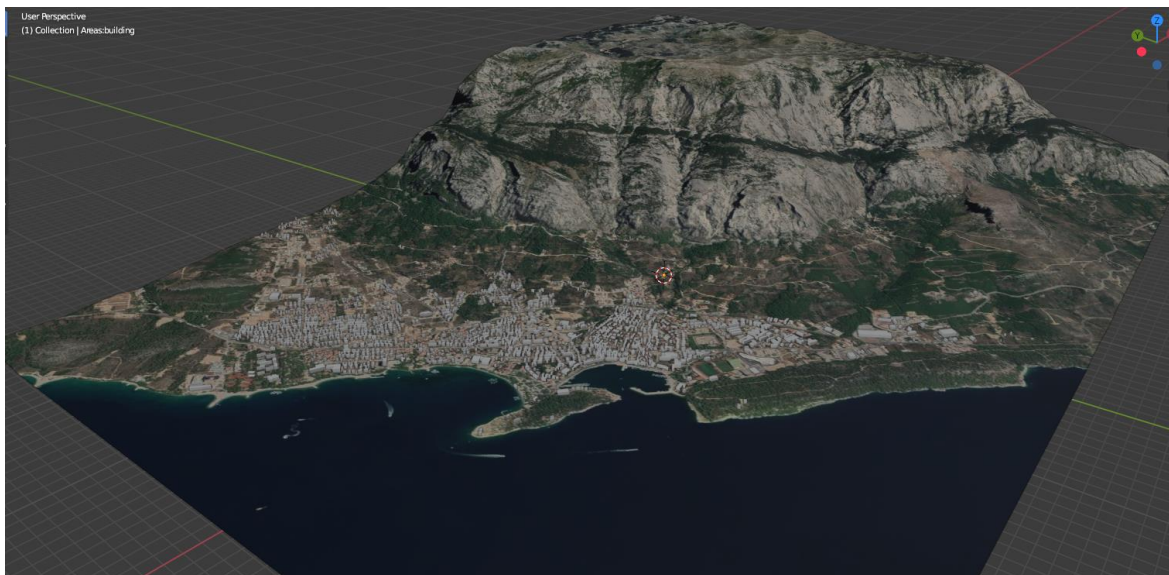
Slika 33. 2D snimka Makarske visoke rezolucije

Potom je potrebno prikazati visinu terena pomoću naredbe „Get elevation“, koji preuzima podatke iz „OpenTopography SRTM 30m“. Kao produkt se dobije jako realan prikaz (Slika 34.).



Slika 34. 3D prikaz Makarske u Blenderu

Sljedeće, da bi se dobio realan prikaz grada, treba dodati zgrade i kuće preko OpenStreet Map-a. Otvara se prozor u kojemu se odabiru zgrade (eng. *Buildings*) pri čemu je važno staviti kvačicu na „*Elevation from model*“ tako da sve zgrade imaju visinu, a time i 3D prikaz (Slika 35.).



Slika 35. Konačni prikaz sa Blender GIS dodatkom

### 7.3.2 Open Street Map dodatak

Uz GIS dodatak, zanimljiv dodatak za prikaz terena je bio i OSM dodatak. Postoje dvije verzije, besplatna i premium čija je cijena US\$ 22,25 (URL 39.). Besplatna verzija uvozi zgrade iz OpenStreetMap-a bez primijenjene teksture. Preuzima i uvozi podatke o terenu iz stvarnog svijeta rezolucije od oko 30 metara. Može uvesti GPX staze i projicirati ih na teren. Rijeka, jezera, šume, vegetacija uvoze se kao poligoni, a ceste, staze i željeznice imaju širinu te su prikazane Blender krivuljama.

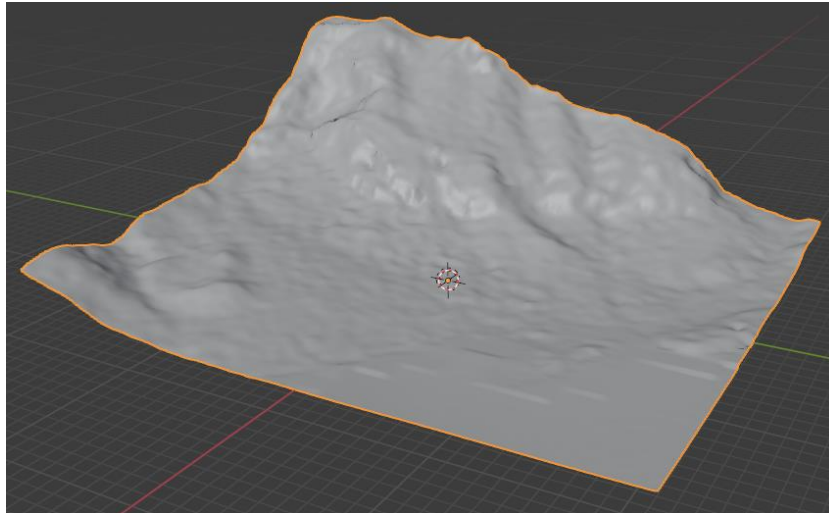
Zbog nedostataka besplatne verzije pristupilo se korištenju naprednije verzije.

Uz značajke osnovne verzije, premium nudi:

- Uvoz zgrada iz OpenStreetMap-a sa zadanim materijalima, primijenjenim teksturama građevinskih pločica i UV-preslikavanjem,
- Zadani materijali i teksture koji oponašaju osvijetljene prozore za kasne večernje postavke,
- Uvoz šuma i pojedinačnih stabala kao 3D objekata,

- Mogućnosti korištenja prilagođenih tekstura zgrada s pločicama (npr. [extures.com](http://extures.com)),
- Satelitske slike i web karte projicirane na teren (što je u ovom slučaju najpotrebnije).

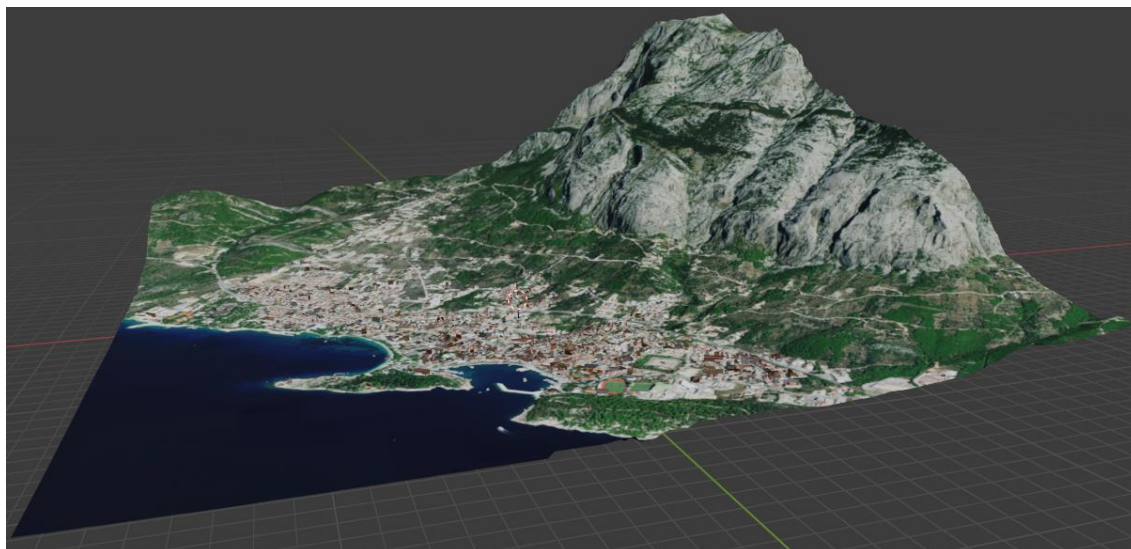
Potrebno je odrediti područje prikaza, te se odabire isto područje između  $17^{\circ} 00' 23''$  i  $17^{\circ} 03' 29''$  geografske dužine te između  $43^{\circ} 28' 60''$  i  $43^{\circ} 31' 05''$  geografske širine. Da bi se odabrano područje prikazalo trodimenzionalno, odabire se naredba „terrain“ (Slika 36.).



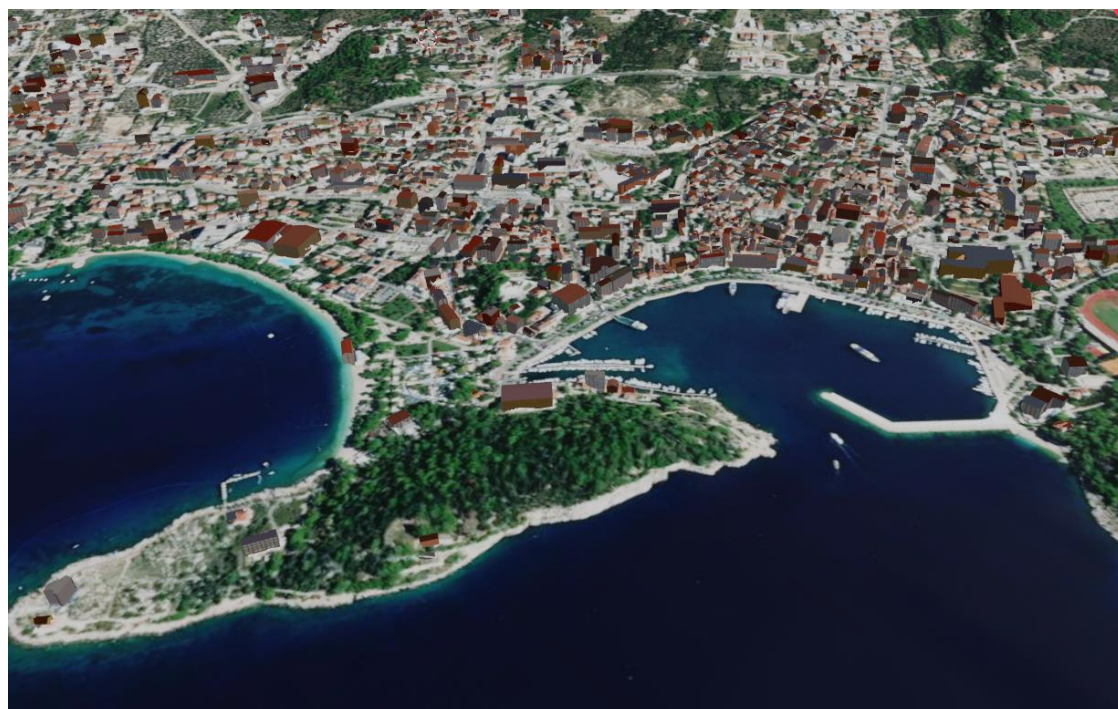
Slika 36. Goli 3D prikaz terena

Inače, postoje 3 moguće podloge koje se lijepe na goli prikaz terena, tzv. Image overlay. To su ArcGIS Satellite, OSM Maplink i MapBox Satellite. U ovom slučaju je odabran MapBox Satellite jer daje najbolji prikaz.

Nakon završenog procesa dodavanja MapBox podloge, treba dodati građevine za potpuni 3D doživljaj. Kao završni produkt se isto dobije 3D prikaz Makarske i okoline sa zgradama (Slike 37. i 38.).



Slika 37. Krajnji prikaz – karta s OSM dodatkom u Blenderu



Slika 38. Prikaz užeg centra Makarske

## 8. ANALIZA SOFTVERA

Glavni cilj ovog diplomskog rada, osim izrade raznih kartografskih vizualizacija, bio je dati usporedbu između programa i internet platformi u kojima su izrađeni prikazi. Provela se analiza preuzetih i obrađenih podataka. Programi i platforme se ne mogu međusobno uspoređivati, jer se u programe ubacuju te kasnije modeliraju razni podaci, a platforme manipuliraju sa već gotovim podacima unutar njih. Kao kriteriji za usporedbu programa su uzeti jednostavnost i popularnost programa, može li se karta objaviti na web, postoji li mogućnost za 3D ispis, koji operativni sustavi podržavaju programe, koja je cijena, koji programski jezik te podržani formati (Tablica 1.).

Tablica 1. Usporedba softvera

	QGIS	BLENDER	HOUDINI
JEDNOSTAVNOST UPOTREBE	Lako korištenje	Lako korištenje	Teže korištenje
POPULARNOST PROGRAMA	Popularan program	Jako popularan program	Manje popularan program
WEB OBJAVLJIVANJE	DA	DA	NE
3D PRINTANJE	DA	DA	DA
OPERATIVNI SUSTAVI	-Windows -MacOS -Linux -Android	-Windows -MacOS -Linux	-Windows -MacOS -Linux
CIJENA	Besplatno	Besplatno	Besplatna/plaćena verzija
PROGRAMSKI JEZIK	Python	Python	VEX, XML, OpenCL

PODRŽANI FORMATI			- .pic
			- .rat
		- Alembic,	- .png
		- 3DS	- .gif
		- .fbx	- .ies
	- PostgreSQL,	- .dxf	- .jpg/.jpeg
	- .shp,	- .svg	- .pix
	- .dxf,	- .stl	- .tiff
	- GeoTiff,	- .udim	- .geo
	- .jpeg,	- .usd	- .bgeo
	- .png,	- .vrlm	- .poly
	- GRASS	- WebM,	- .dxf
	- WMS,WFS	- .X3D	- .pdb/.vdb
		- .obj	- .json/.bson
			- .usd
			- .ifd
			- .rib

Prva karta je napravljena u QGis-u, programu koji je prvenstveno namijenjen za izradu karata i web kartiranje. QGis je popularan geo-prostorni set alata za znanstvenike i istraživače za mapiranje, organiziranje i analizu podataka. To je profesionalna GIS aplikacija otvorenog koda dostupna na Windows, MacOS, Linux i Unix operativnim sustavima. Ovaj softver je namijenjen za manipulaciju prostornim informacijama za vizualizaciju, upravljanje, uređivanje, analizu, crtanje i sastavljanje u obliku karte. Jednostavan je za upotrebu. Podržava formate : -prostorne tablice PostgreSQL koje koriste PostGIS, vektorske formate podržane od instaliranih OGR Library, uključujući ESRI datoteke (Shapefile), MapInfo i MicroStation, AutoCAD DXF, PostGIS, Spatialite, Oracle Spatial i MSSQL

Spatial baze podataka, zatim rasterske i slikovne formate podržanih od instaliranog GDAL-a (geoprostorni podaci tj. Library), kao što su GeoTiff, Erdas Img., ArcInfo Ascii Grid, JPEG, PNG. Podržava GRASS rasterske i vektorske podatke iz GRASS baza podataka te mrežne prostorne podatke, usluge web-mapa (WMS) ili usluge web-značajki (WFS). Moguće je web objavljivanje pomoću dodatka „QGis2web“ ili „QGISCLOUD“. Besplatan je te ima mogućnost 3D ispisa.

Druga verzija karte je napravljena u aplikaciji Blender. To je profesionalni paket za 3D kreiranje, koji je također otvorenog koda i dostupan na Windows, MacOS i Linux sustavima. Ovaj besplatni softver podržava gotovo sve 3D manipulacije; modeliranje, montiranje, animaciju, simulaciju, renderiranje, komponiranje i praćenje pokreta. Njega uvelike podržavaju kreativni stručnjaci u tom području, koji neprestano eksperimentiraju, improviziraju i poboljšavaju Blender kroz redovite dodatke i razvoj. Kao i QGIS, lak je za korištenje te je jako popularan za rad. Softver podržava razne formate 3D datoteka za uvoz i izvoz, među kojima su Alembic, 3D Studio (3DS), Filmbox (FBX), Autodesk (DXF), SVG, STL (za 3D ispis), UDIM, USD, VRML, WebM, X3D i Obj.

Objavljivanje putem weba je omogućeno pomoću dodatka „Blend4Web“ koji nažalost nije dostupan još za ovu verziju u kojoj je izrađena karta. Također je moguće i 3D ispis.

Za razliku od trećeg korištenog programa, QGIS i Blender su programi temeljeni na Pythonu. Python je višenamjenski programski jezik visoke razine koji je jednostavan za čitanje, kodiranje i pokretanje. To je programski jezik koji se najviše koristi za web aplikacije.

Treći program u kojem je izrađen kartografski prikaz je Houdini. Trebalo je pronaći program koji može pružiti isto što i Blender, 3D modeliranje na inovativniji način. Houdini je program koji pomaže korisnicima s modeliranjem, animacijom, renderiranjem, razvojem izgleda, montiranjem i još mnogo toga. Najbolje je dizajniran za snimanje filmova, razvoj igara i industriju grafike pokreta, te je alat za vektorsku grafiku koji korisnicima omogućuje stvaranje simulacija, animacija i 3D modela. Houdini radi na sustavu čvorova koji složene i jedinstvene zadatke 3D modeliranja čini učinkovitima. Teži je za korištenje pa je sukladno tome i malo manje popularan program.



Dostupne formate dijelimo u 3 grupe :

1) Formati slike :

- .pic - Houdini format slike, sadrži podatke o boji i mapama boja kao i veličini slike.
- .rat - Random Access Texture, format podešen za mapiranje tekstura. On omogućuje pristup dijelovima teksture bez potrebe za učitavanjem cijele slike u memoriju odjednom.
- .png – standardni format slike
- .gif
- .ies
- .jpg/.jpeg
- .pix
- .tiff

2) Geometrijski formati :

- .geo – Houdini ASCII geometrijski format
- .bgeo – Houdini binarni geometrijski format
- .poly – ASCII format samo za poligone
- .dxf
- .pdb/.vdb
- .json/.bjson

3) Scenski formati

- .usd
- .ifd
- .rib

Nema mogućnost objavljivanja rada na web. 3D ispis je omogućen, a programski jezici koje koristi su VEX, OpenCL te XML. Operativni sustavi na kojima je moguće preuzeti program su Windows, MacOS i Linux. U ovom radu je korištena besplatna verzija sa raznim ograničenjima, no postoji i plaćena verzija.

Sva tri korištena programa su uspješno prikazala odabrano područje. QGIS i Houdini su više temeljeni na prikazu Makarske, dok je dodatak „QGIS2threejs“ temeljen samo na

prikazu Biokova tj. biciklističke staze. Blender i njegovi dodaci OSM i GIS zajedno prikazuju i Biokovo i grad Makarsku. Smatram da su to zapravo najbolje kartografske vizualizacije u ovom radu.

Korištene internet platforme su WRLD i Maps3D. O njima nema potrebne literature te se ne mogu analizirati kao instalirani programi. Prikaz u WRLD-u je zanimljiv i ima razne animacije, ali je površan te ne zadovoljava uvjete. Više se bazira na prikazu Makarske, no međutim nema reprezentativan prikaz urbanog dijela. Što se tiče Maps3D, više se bazira na prikazu Biokova. On zadovoljava uvjete te realno prikazuje područje planine.

## **9. ZAKLJUČAK**

Tema ovog diplomskog rada je kartografija; znanstvena disciplina pomoću koje je prikazano područje Makarske i Biokova. Kroz rad su navedene i prikazane povijesne grafičke promjene odabranog područja. Napredak tehnologije oblikuje kartografiju kakvu danas poznajemo. Veliki doprinos ovom radu je poznavanje QGIS-a i Blendera, pa su ostali dodaci bili samo još unaprjeđenje znanja i mogućnosti. Daljnjim upoznavanjem programa i radom u njima, uvidjelo se na razne korisne značajke, ali i na pogreške kao npr. objavljivanje na web. No sve su to sitnice koje se mogu popraviti i ne kvare ukupni doživljaj i prikaz. Korištene su i internet platforme koje djelomično zadovoljavaju osnovni uvjet, a to su cjelovitost i reprezentativan prikaz.

Blender je sa svoja dva dodatka, OSM i GIS, jako realno prikazao odabrano područje. QGIS daje 2D prikaz grada, a njegov dodatak QGis2threejs 3D prikaz Biokova i njegove biciklističke staze do vrha sv. Jure. Oba prikaza su odlična i mogu poslužiti ne samo za osobnu upotrebu, nego i za orijentaciju. Houdini daje kartu sličnu onoj u računalnim igricama. Ovaj kartografski prikaz slični na mapu grada, jer se samo i prikazuje Makarska, bez Biokova. WRLD internet platforma ne zadovoljava uvjete, dok Maps3D zadovoljava, jer daje realan prikaz planine. Rad u gore navedenim aplikacijama je bio nadasve zanimljiv i poučan te ga mogu preporučiti svima koje zanima ovo područje kartografije.

## **11. LITERATURA**

- Bandrova T. (2001) : Symbol System for 3D city maps PhD Theses, 20th International Cartographic Conference, Vol. 2, pp. 1002-1010, ICA, Beijing, China 2001
- El-Sheimy, N., Valeo, C., Habib, A. (2005): Digital Terrain Modeling: Acquisition, Manipulation and Applications, Artech House Publishers, USA.
- Frangeš, S. (2016/2017): Kartografija, sažetak predavanja u ak. godini 2016/2017, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Förstner, W., Wrobel, B. (2016): Photogrammetric Computer Vision – Statistics, Geometry, Orientation and Reconstruction, Springer, Cham, Switzerland.
- Góralski R., (2009): Three-dimensional interactive maps - Theory and practice, University of Glamorgan, Doctoral thesis
- Goodchild, M. (2007): Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography, GeoJournal 69, 211-221, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111y>
- Haeberling, Ch. (2005): ‘Cartographic Design Principles for 3D Maps– A Contribution to Cartographic Theory’, Proceedings of ICA , Congress Mapping Approaches into a Changing World, A Coruna, Spain
- Haron S. H., (2015): Assessment of ASTER and SRTM Derived Digital Elevation Model for Highland Areas of Peninsular Malaysia Region, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Faculty of Engineering, Universiti Putra Malaysia, Malaysia
- Krtalić A., Gajski D., Maltarski M. (2019.): Digitalni trodimenzionalni prikazi scene i satelitska stereofotogrametrija, Geodetski list Vol. 73 (96) No. 2, Hrvatsko geodetsko društvo
- Lasić V., (2018): Luke na Makarskom primorju 1918. – 2000. g., Disertacija, Sveučilište u Zadru
- Li, Z., Zhu, Q., Gold C. (2005): Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology, CRC PRESS, Boca Raton, USA
- Lovelace R., (2014): Harnessing Open Street Map Data with R and QGIS, EloGeo

MacEachren A., Alan & Kraak, J.A. (2001): Research challenges in geovisualization, Cartography Geographic Information Science, Vol. 28, No 1, 3-12.

Marković M. (2005): Dalmacija - Stanovništvo i naselja, Naknada Jesenki i Turk, Zagreb

Ozimec R. (2008): BIOKOVO, Nakladnik : Graphis d.o.o, Sunakladnik : Javna ustanova „Park prirode Biokovo“

### **11.1 Popis korištenih internetskih izvora**

URL 1. Topografske karte

<https://zzf.hr/karte/topografske-karte/>, (27.10.2021.)

URL 2. Tematske karte

<https://zzf.hr/karte/topografske-karte/>, (27.10.2021.)

URL 3. Stanovništvo prema starosti i spolu po naseljima

[https://www.dzs.hr/hrv/censuses/census2011/results/htm/h01\\_01\\_01/h01\\_01\\_01\\_zup17\\_2496.html](https://www.dzs.hr/hrv/censuses/census2011/results/htm/h01_01_01/h01_01_01_zup17_2496.html), (28.10.2021.)

URL 4. Geografski položaj Makarske

<https://sites.google.com/site/makarska69/geografski-polozej-makarske>, (8.9.2021.)

URL 5. Smještaj Makarske rivijere i grada Makarske

<https://www.makarskainfo.com/map-of-makarska-riviera/>, (18.10.2021.)

URL 6. Makarska rivijera

<https://www.medorahotels.com/hr/destinacija/makarska-rivijera/1616>,  
(18.10.2021.)

URL 7. Povijest grada Makarske,

<https://makarska.hr/povijest-grada>, (10.9.2021.)

URL 8. Tabula Peutingeriana

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=60133>, (18.10.2021.)

- URL 9. Tabula Peutingeriana - prikaz Rimskog carstva, Makarska na njoj prikazana kao Inaronia  
<https://en.wikipedia.org/wiki/File:TabulaPeutingeriana.jpg?fbclid=IwAR1CtUhsmNeNWQrOQS3Vmr7GBFAps8C1kmVK-fIf28agAM8FkmAPMmY8TOQ>  
(10.9.2021.)
- URL 10. Camozzijev bakropis iz 1571. godine  
<https://makarska-info.hr/hr/povijest> , (10.9.2021.)
- URL 11. Makarska veduta iz 1530. godine  
<https://blagamisterije.com/stoljecima-prije-satelita-lutali-su-zemljom-crtali-gradove-i-zbog-njih-danas-znamo-kako-je-izgledalo-drugo-vrijeme/15877/>  
(18.10.2021.)
- URL 12. Katastarski plan Makarske iz 1835. godine  
<https://makarska-danas.com/kamarin-marina-srzica-potestati-stare-makarske/>  
(18.10.2021.)
- URL 13. Digitalni ortofoto 1968  
<https://registri.nipp.hr/izvori/view.php?id=453>, (19.10.2021.)
- URL 14. Digitalna ortofoto karta Makarske  
<https://ispu.mgipu.hr/>, (19.10.2021.)
- URL 15. Plan grada Makarske  
<https://makarska-info.hr/hr/makarska-city-plan>, (19.10.2021.)
- URL 16. Biokovo reljef  
<https://sites.google.com/site/prirodneljepotehrvatskejs/primorska-hrvatska/park-prirode-biokovo>, (12.9.2021.)
- URL 17. Prva karta Biokova i Generalna karta „Imotski und Makarska“  
<http://www.hpd-sveti-jure.com/index.php/hpd/galerija.html>, (12.9.2021.)
- URL 18. Hrvatsko planinarsko društvo sv. Jure  
<https://hpd-sveti-jure.com/>, (12.9.2021.)

URL 19. Panoramska karta parka prirode Biokovo

<http://www.hpd-sveti-jure.com/index.php/hpd/dobro-je-znati/87-zanimljiva-rucno-crtana-panoramska-karta-biokova.html>, (19.10.2021.)

URL 20. Digitalni model visine

<https://gisgeography.com/free-global-dem-data-sources/>, (6.9.2021.)

URL 21. EU-DEM download

<https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1?tab=download&selected:list=dem-v1-1-e40n20>, (19.10.2021.)

URL 22. EU-DEM Report

<https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/eu-dem-2013-report-on-the-results-of-the-statistical-validation>, (19.10.2021.)

URL 23. Copernicus područja

<https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1>, (6.9.2021.)

URL 24 : QGIS Manual;

<https://docs.huihoo.com/qgis/qgis-1.0.0-user-guide-en.pdf> , (17.05.2021.)

URL 25 : QGIS logo

<https://blog.qgis.org/2016/12/13/new-qgis-3-0-logo-candidate/> , (17.05.2021.)

URL 26 : Houdini logo

<https://www.sidefx.com/company/press/>, (19.05.2021.)

URL 27 : Houdini tutorial;

[https://www.sidefx.com/media/uploads/tutorial/foundations\\_gdc2018/houdini\\_foundations.pdf](https://www.sidefx.com/media/uploads/tutorial/foundations_gdc2018/houdini_foundations.pdf), (19.05.2021.)

URL 28 : Blender logo

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logo\\_Blender.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logo_Blender.svg), (19.05.2021.)

URL 29 : Blender, Beginning of 3D Modeling;

[https://www.academia.edu/7984869/Beginning\\_Blender\\_Open\\_Source\\_3D\\_Modeling\\_Animation\\_and\\_Game\\_Design\\_Companion\\_eBook\\_Available\\_Full\\_Color\\_Inside\\_BOOKS\\_FOR\\_PROFESSIONALS\\_BY\\_PROFESSIONALS\\_Beginning\\_Blender\\_Open\\_Source\\_3D\\_Modeling\\_Animation\\_and\\_Game\\_Design](https://www.academia.edu/7984869/Beginning_Blender_Open_Source_3D_Modeling_Animation_and_Game_Design_Companion_eBook_Available_Full_Color_Inside_BOOKS_FOR_PROFESSIONALS_BY_PROFESSIONALS_Beginning_Blender_Open_Source_3D_Modeling_Animation_and_Game_Design) , (21.05.2021.)

URL 30 : WRLD logo i podaci : <https://www.wrld3d.com/> , (21.05.2021.)

URL 31 : Maps3D i logo: <https://maps3d.io/> , (21.05.2021.)

URL 32 Geofabrik : <https://www.geofabrik.de/>, (21.05.2021.)

URL 33: QGIS Cloud; [https://qgiscloud.com/Josipa/Makarska\\_Karta/](https://qgiscloud.com/Josipa/Makarska_Karta/), (18.05.2021.)

URL 34: Qgis2threejs Plugin Document, Release 2.4, Minoru Akagi;

<https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/qgis2threejs/docs/qgis2threejs.pdf>

URL 35 : Biokovo tour; <https://www.dalmatia-bike.com/staze/biokovo-tour/>, (02.06.2021.)

URL 36 : Biciklistička staza :

[file:///C:/Users/Josipa/Desktop/DIPLOMSKI%20RAD/QGIS\\_biciklisticka\\_staza/in](file:///C:/Users/Josipa/Desktop/DIPLOMSKI%20RAD/QGIS_biciklisticka_staza/in)  
(02.06.2021.)

URL 37 : Side FX Houdini download; <https://www.sidefx.com/download/>, (20.05.2021.)

URL 38 : Blender GIS download; <https://github.com/domlysz/BlenderGIS>, (21.05.2021.)

URL 39 : Blender OSM download; <https://gumroad.com/l/blender-osm>, (21.05.2021.)



## 12. POPIS SLIKA

Slika 1. Smještaj Makarske rivijere i grada Makarske (URL 5).....	10
Slika 2. Zračna snimka grada Makarske (URL 6) .....	11
Slika 3.Tabula Peutingeriana - prikaz Rimskog carstva, Makarska na njoj prikazana kao Inaronia (URL 9) .....	12
Slika 4. Camozzijev bakropis iz 1571. godine (URL 10).....	13
Slika 5. Makarska veduta iz 1530. godine (URL 11) .....	13
Slika 6. Katastarski plan Makarske iz 1835. godine (URL 12) .....	14
Slika 7. Urbanistički plan Makarske iz 1948. godine (V. Lasić, 2018.).....	15
Slika 8. Digitalna ortofoto karta Makarske (URL 14) .....	15
Slika 9. Plan grada Makarske (URL 15).....	16
Slika 10. Reljef Biokova (URL 16).....	17
Slika 11. Prva karta Biokova (URL 17) .....	18
Slika 12. Generalna karta "Imotski und Makarska" (URL 17).....	19
Slika 13. Panoramska karta parka prirode Biokovo (URL 19).....	20
Slika 14. Digitalni model visine (URL 20 ) .....	21
Slika 15. Digitalni model visine odabranog područja (URL 21).....	23
Slika 16. Copernicus EU-DEM snimke i podjela na područja (URL 23).....	24
Slika 17. Područje prije vektorizacije .....	26
Slika 18. Područje nakon vektorizacije.....	26
Slika 19. QGIS logo (URL 25) .....	27
Slika 20. Houdini logo (URL 26).....	28
Slika 21. Primjer mreže čvorova i naredbi u Houdini softveru (URL 27).....	28

Slika 22. Blender logo (URL 28) .....	29
Slika 23. Logo WRLD-a (URL 29).....	29
Slika 24. Maps3D logo (URL 31).....	30
Slika 25. Hillshade prikaz Splitsko-dalmatinske županije i Makarske.....	31
Slika 26. Geofabrik logo (URL 32).....	32
Slika 27. Karta Makarske u mjerilu 1:60 000 izrađena u QGIS-u.....	32
Slika 28. Cesta prema vrhu Sv. Jure .....	33
Slika 29. Prikaz biciklističke staze Biokova u Qgis2treejs dodatku (URL 36) .....	34
Slika 30. Odabrano područje u OSM-u.....	34
Slika 31. Krajnja mreža sa čvorovima .....	35
Slika 32. Krajnji produkt u Houdini softveru .....	35
Slika 33. 2D snimka Makarske visoke rezolucije .....	36
Slika 34. 3D prikaz Makarske u Blenderu .....	36
Slika 35. Konačni prikaz sa Blender GIS dodatkom .....	37
Slika 36. Goli 3D prikaz terena.....	38
Slika 37. Krajnji prikaz – karta s OSM dodatkom u Blenderu .....	39
Slika 38. Prikaz užeg centra Makarske .....	39

### **13. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Usporedba softvera..... 40

## 14. ŽIVOTOPIS



### Josipa Birčić

Državljanstvo: hrvatsko 📞

(+385) 919134649

Datum rođenja: 11. siječnja 1998.

Spol: Žensko

✉ E-adresa: [jbircic1@gmail.com](mailto:jbircic1@gmail.com)

📍 Adresa: Jure Kaštelana 6, 21320 Baška Voda (Hrvatska)

📍 Adresa: Malešnica 3a, 10000 Zagreb (Hrvatska)

### OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

---

#### Opća gimnazija

*Srednja škola fra Andrije Kačića Miošića* [ 2012 – 2016 ]

Adresa: Breljanska ul. 3, 21300 Makarska (Hrvatska)

#### Preddiplomski studij, univ. bacc. ing. geod. et geoinf.

*Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu* [ 2016 – 2019 ]

Adresa: Kačićeva 26, 10000 Zagreb

#### Diplomski studij - smjer Geoinformatika, mag. ing. geod. et geoinf.

*Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu* [ 2019 – Trenutačno ]

Adresa: Kačićeva 26, 10000 Zagreb

#### AutoCAD specijalist

*Algebra, Visoko učilište* [ 31. kolovoza 2021. – 08. studenoga 2021. ]

Adresa: Ilica 242, 10000 Zagreb (Hrvatska)

### RADNO ISKUSTVO

---

#### Studentska praksa

*Ispostava za katastar nekretnina* [ 16. srpnja 2018. – 27. srpnja 2018. ]

Mjesto: Makarska

Zemlja: Hrvatska

Upoznavanje sa radom katastra : uvid u tehnički dio kat. operata, uvid u digitalne katastarske planove, izvod izkatastarskog plana i posjedovnog lista, upoznavanje sa registrom prostornih jedinica te vođenjem pravnog postupka, rad u pisarnici, identifikacija čestica, arhiviranje predmeta.

#### Demonstratorica na Katedri za matematiku i fiziku

*Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu* [ 01. listopada 2020. – 01. lipnja 2021. ]

Mjesto: Zagreb

Demonstratorica za predmet „Matematička analiza“ u zimskom semestru te za predmet „Vektorska analiza“ u ljetnom semestru.

**Rad na terenu**

Harpedonapta d.o.o. [ 01. listopada 2020. – 01. veljače 2021. ]

Mjesto: Nehajska 6, Zagreb

Terenski rad na širem području Zagreba u svrhu izrade elaborata katastarske izmjere.

**Volontiranje pri izradi platforme za potres2020**

Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu [ 01. siječnja 2021. – 31. siječnja 2021. ]

Mjesto: Zagreb

Zemlja: Hrvatska

Procjena štete na satelitskim snimkama pomoću aplikacije OTON

**Studentski posao**

Elektro Imber d.o.o. [ 01. veljače 2021. – 01. svibnja 2021. ]

Mjesto: Nova Cesta 184 d.o.o., Zagreb

Vektorizacija te iscrtavanje puteva električne mreže; Google Maps ucrtavanje te GIS poslovi

**Demonstratorica na Katedri za matematiku i fiziku**

Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu [ 01. listopada 2021. – 01. veljače 2022. ]

Mjesto: Zagreb

Demonstratorica za predmet „Matematička analiza“ u zimskom semestru 2021. godine.

**JEZIČNE VJEŠTINE**

---

Materinski jezik/jezici: **hrvatski**

Drugi jezici:

**engleski**

SLUŠANJE B2 ČITANJE B2 PISANJE B2

GOVORNA PRODUKCIJA B2

GOVORNA INTERAKCIJA B2

**njemački**

SLUŠANJE B1 ČITANJE B1 PISANJE B1

GOVORNA PRODUKCIJA B1

GOVORNA INTERAKCIJA B1

**DIGITALNE VJEŠTINE**

---

Odlično poznavanje rada u AutoCAD-u / QGIS (program za vizualizaciju, upravljanje, uređivanje i analizu geopodataka) / Blender - Osnovno znanje / MS Office (Word, Excel, PowerPoint) / Komunikacijski programi (Skype, Zoom, TeamViewer) / Rad na računalu

**VOZAČKA DOZVOLA**

---

Vozačka dozvola: AM, B