Usporedba digitalnog modela terena iz HOK-a i SRTM modela na području NP Paklenice

Subotić, Josipa

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:199766

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij geološkog inženjerstva

USPOREDBA DIGITALNOG MODELA TERENA IZ HOK-A I SRTM MODELA NA PODRUČJU NP PAKLENICA

Završni rad

Josipa Subotić

G2181

Zagreb, 2022

KLASA: 602-01/22-01/73
URBROJ: 251-70-15-22-2
U Zagrebu, 7.9.2022.

Josipa Subotić, studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/22-01/73, URBROJ: 251-70-15-22-1 od 28.04.2022. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

USPOREDBA DIGITALNOG MODELA TERENA IZ HOK-a I SRTM SATELITSKE MISIJE NA PODRUČJU PAKLENICE

Za mentora ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Doc.dr.sc. Ivan Medved nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentor:

(potpis)

Doc.dr.sc. Ivan Medved

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za završne i diplomske ispite:

(potpis)

Doc. dr. sc. Zoran Kovač

(titula, ime i prezime)

0:

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Borivoje Pašić

(titula, ime i prezime)

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Završni rad

USPOREDBA DIGITALNOG MODELA TERENA IZ HOK-A I SRTM MODELA NA PODRUČJU NP PAKLENICA

Josipa Subotić

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geofizička istraživanja i rudarska mjerenja
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

U ovom završnom radu opisan je postupak usporedbe SRTM modela i digitalnog modela reljefa na području NP Paklenice. Opisan je softver GIS, njegovi koordinatni sustavi, prostorna analiza i QGIS, a zatim opis postupaka mijenjanja koordinatnih sustava modela te njihovo uređivanje u granicama NP Paklenice. Nakon stiliziranja, dobiveni model uspoređen je s digitalnim modelom reljefa gdje se dobije razlika u visinama.

Ključne riječi: GIS, QGIS, SRTM, DMR, mijenjanje koordinatnog sustava, razlika u visinama

Završni rad sadrži: 18 stranica, 16 slika i 17 referenci.

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentori: Dr.sc. Ivan Medved, docent RGNF
Dr. sc. Ime Prezime, izvanredni profesor RGNF

Pomagao pri izradi/komentor: Dr. sc. Ime Prezime, docent RGNF
Ime Prezime, asistent RGNF

Ocjenjivači: Dr.sc. Ivan Medved, docent RGNF
Dr.sc. Jasna Orešković, izvanredna profesorica RGNF
Dr.sc. Tomislav Korman, izvanredni profesor RGNF

Datum obrane: 15.9.2022, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. OPIS METODOLOGIJE 2
2.1. GIS 2
2.2. GIS KOORDINATNI SUSTAV 3
2.3. PROSORNA ANALIZA 5
2.4. QGIS 6
3. OBRADA PODATAKA 7
3.1. Učitavanje podataka 7
3.2. Uređivanje rastera i promjena koordinatnog sustava 9
3.3. Izračun razlika visina između SRTM i DMR 12
3.4. Definiranje granica 12
3.5. Stiliziranje 14
4. ZAKLJUČAK 16
5. Popis literature 17

POPIS SLIKA

Slika 2-1 Prikaz vektorskih, rasterskih podataka i podataka u stvarnom prostoru (Medium,2020) 2
Slika 2-2 Prikaz lokalnog (crvena boja) i globalnog elipsoida (zelena boja) s obzirom na geoid (plava boja). (OSNOVE GIS-a,2015) 3
Slika 2-3 Prikaz HTRS96 i njezina podjela na detaljne listove (DGU, 2011) 4
Slika 2-4 Skupine koje predstavljaju površinu u digitalnom sustavu (ŠILJAR, 2013) 6
Slika 3-1 SRTM snimka 8
Slika 3-2 DMR snimke u WGS84 (lijevo) i HTRS96 (desno) koordinatnom sustavu 8
Slika 3-3. OSM karta 9
Slika 3-4 Biranje rastera *dmr_paklenica_wgs84* pod *Clipping extent*. 10
Slika 3-5 Raster *srtm_wgs84* 10
Slika 3-6 Prikaz porzora gdje se sprema *srtm_wgs84* u HTRS96 koordinatnoi sustav 11
Slika 3-7 Raster *srtm_htrs96* 11
Slika 3-8 Raster kalkulator 12
Slika 3-9 Prikaz granica NP Paklenice (ljubičasto desno) ispod kojeg je raster *razlika* (sivo desno) te odabir prozora *Clip raster by mask layer…* 13
Slika 3-10 Rezanje rastera u veličinu područja granice NP Paklenica 13
Slika 3-11 Stiliziranje rastera 14
Slika 3-12 Obojani raster *granica_razlike* 15

1. UVOD

U ovom završnom radu cilj je usporediti visine DMR i SRTM snimki na području NP Paklenice. Nakon uvoda bit će opis metodologije gdje se opisuje GIS softver i njegove komponente: hardver, softver, podaci i ljudski resursi. Uz to se opisuju prostorni vektorski i rasterski podaci. Potom su definirani tipovi koordinatnih sustava WGS84 i HTRS96 koji se koriste u radu, prostorna analiza s objašnjenom prostornom interpolacijom DMR snimki.

U obradi podataka redom su navedeni koraci koji se koriste za usporedbu snimki. Prvo se postavljaju i definiraju DMR i SRTM snimke i učitava se OSM karta u QGIS. Zatim će se rasteri uređivati uključujući i mijenjanje njihovih koordinatnih sustava. Izračunom razlika SRTM i DMR snimki će se još preciznije urediti rasteri i to u granicama NP Paklenice koji su stilizirani u različite boje za jednostavnije uočavanje razlika u visinama.

Na samom kraju obrade podataka dobivena snimka razlike će se prokomentirati u zaključku uz detaljniji opis obrade podataka.

2. OPIS METODOLOGIJE

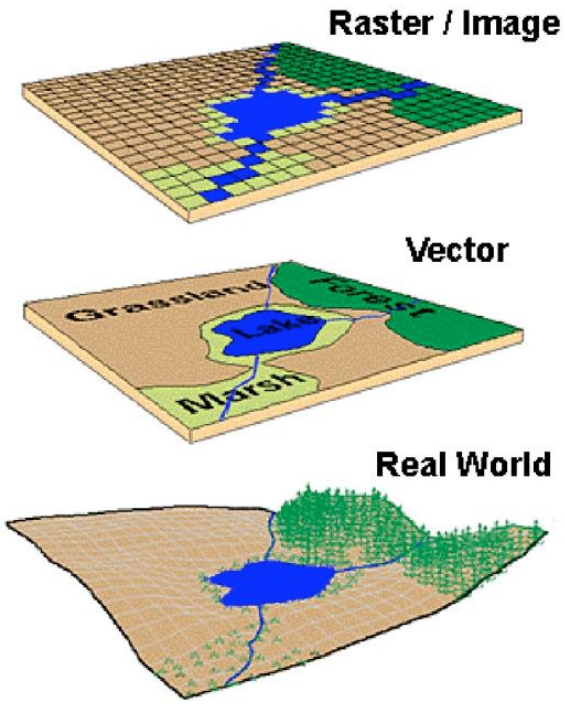
2.1. GIS (*Geografski Informacijski Sustav*) je sustav koji koristi geoprostorne podatke (prostorne podatke) za njihovo stvaranje, upravljanje, analiziranje i mapiranje. Rad GIS-a sastoji se od nekoliko komponenti: hardver, softver, podaci i ljudski resursi.

Hardver je komponenta koja koristi sustav GIS za prikupljanje i analiziranje podataka koji pokreće GIS softver.

Softver stvara, uređuje i analizira prostorne podatke. Postoje različite vrste softvera koje se mogu proširiti za širu uporabu programskog paketa te mogu biti komercijalni softveri i softveri otvorenog koda (u našem slučaju QGIS).

Prostorni podaci su baza svakog GIS-a. Postoje dvije vrste prostornih podataka: vektorski i rasterski podaci.

Vektorski podaci sastoje se od objekta definiranim koordinatama (x,y) gdje se koriste kao točke, linije i poligoni, a rasterski podaci su podaci kojima je osnovni element piksel jer se koristi mreža polja podijeljena u retke i stupce (Slika2-1). Prikazuju se kao satelitske snimke, digitalni modeli visina, digitalni ortofoto, digitalni rasterski formati i grafičke datoteke (zemljovid, fotografije, slike).



Slika 2-1. Prikaz vektorskih i prostornih podataka te podataka u stvarnom prostoru (Medium, 2020.)

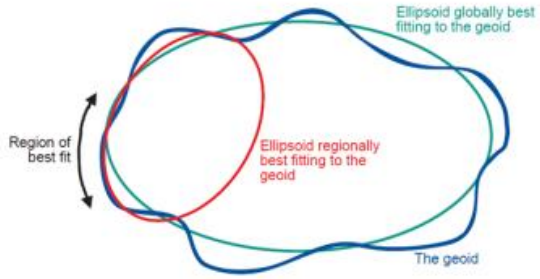
Uz prostorne podatke postoje i atributni podaci. Oni nisu geometrijski, kao vektorski i rasterski podaci, nego su objekti opisani informacijama. Svaki atribut može imati određeni tip podataka:

tekstualna vrijednost, numerička vrijednost ili datum i vrijeme. Povezanost atributnih i prostornih podataka je kroz jednake vrijednosti pronađene u skupu prostornih podataka i atributnih podataka. Svaki podatak u GIS-u sadrži geografsku lokaciju i atribute koji ga opisuju. Kod ljudskih resursa važno je obrazovanje i umrežavanje ljudi za razvoj GIS stručnjaka u različitim poljima rada: geodezija, geologija, hidrogeologija, promet, poljoprivreda itd. (Osnove GIS-,2015; Dempsey,2021)

2.2. GIS KOORDINATNI SUSTAV

Koordinatnim sustavom u GIS-u saznaje se gdje se što nalazi i mora biti definiran geodetskim datumom i kartografskom projekcijom. Geodetski datum definira položaj zemljinog tijela u prostoru, tj. veličinu i oblik Zemljinog elipsoida, koordinatni sustav i orijentaciju u odnosu na Zemlju (geoid). Geoid je model Zemljine površine.

Kod geodetskog datuma, elipsoid se dijeli s obzirom na veličinu opisane površine na lokalni i globalni elipsoid. Površina neke regije ili države je lokalni elipsoid, dok je Zemljina površina u cjelini regionalni elipsoid (Slika 2-2).



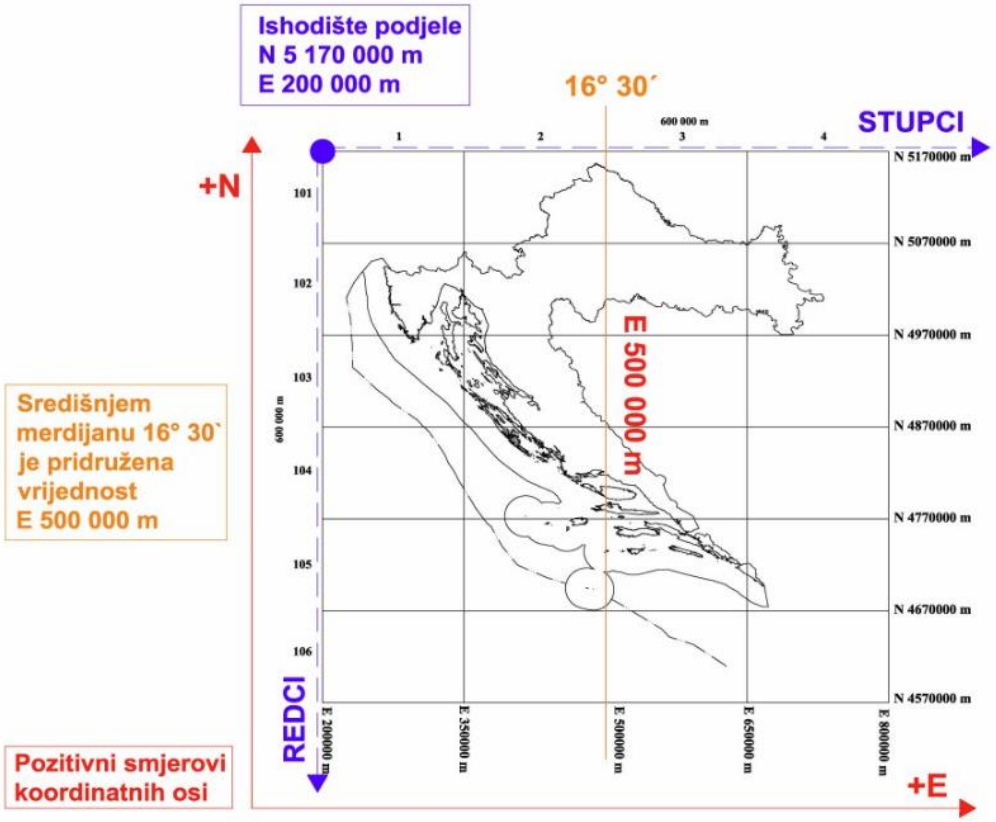
Slika 2-2. Prikaz lokalnog (crvena boja) i globalnog elipsoida (zelena boja) s obzirom na geoid (plava boja). (Osnove GIS-a, 2015)

Transformacijom koordinata elipsoida (zakrivljene Zemljine površine) na ravninske koordinate (ravna ploha) dobije se projekcijom. Transformacija je vizualno pojednostavljena pretvorbom iz 3D sustava u 2D sustav. Primjer lokalnog elipsoida je Besselov elipsoid, a primjer najčešće korištenog globalnog elipsoida je WGS84.

WGS84 koristi se kao referentni koordinatni sustav za GPS na globalnoj razini. Razvijen je 1980-ih u SAD-u. Do 2004. godine u Hrvatskoj je bio zastupljen lokalni BESSEL 1841 elipsoid no od 2010. godine je uveden GRS80 referentni elipsoid. U Hrvatskoj se koriste projekcije Gauss-Krügerova projekcija i HTRS96/TM.

Gauss-Krügerova projekcija je cilindrična projekcija koja sadržava dva koordinatna sustava (5 i 6) s obzirom na početni Greenwichov meridijan. Svaki koordinatni sustav, tj. zona ima drugi dodirni meridijan jer je u svakoj zoni projekcija meridijana pomoću x-osi i projekcija ekvatora pomoću y-osi. Širina svake zone je 3°. 5. zona ima središnji 15° meridijan , a 6. zona ima 18° meridijan. A na oba meridijana preslikava se teritorij sa elipsoida.

HTRS96 (*Hrvatski terestrički referentni sustav za epohu 1995.55*) projekcija koristi se od 2004. godine sa središnjim meridijanom 16°30' (Slika 2-3). U odnosu na Gauss-Krügerovu projekciju koristi GRS80 elipsoid. Osi projekcije su E (istočno) i N (sjeverno). E je projekcija ekvatora, a N srednjeg meridijana. Svim se ordinatama dodaje E=500 000 metara, tj. projekciji središnjeg meridijana da ne bi došlo do negativnih koordinata. (Šurina, 2022.)



Slika 2-3.Prikaz HTRS96 i njezina podjela na detaljne listove (DGU, 2011)

2.3. PROSTORNA ANALIZA

Prostorna analiza je slaganje slojeva koji imaju različite podatke te se stoga usporedno slažu i stvaraju novi slojevi gdje dolazi do promjene atributnih i geometrijskih podataka.

(Osnove GIS-a, 2015.) Prostorna interpolacija je postupak gdje se točke s nepoznatim vrijednostima procjenjuju pomoću točaka s poznatim vrijednostima, a rezultat interpolacije je rasterski sloj. (QGIS-c, 2022.)

U radu se koristi sloj DMR-a (Digitalni model reljefa) sastavljen od horizontalnih (površinskih) i vertikalnih (visinskih) sustava sa mnogim pogreškama. Nastajanje pogrešaka pojavljuje se u prikupljanju podataka, metodologiji obradi podataka, razmaka između rešetaka, nepoznatim kombinacijama pogrešaka i dr. Često se DMR-ovi koriste bez procjene njihove točnosti pa se zato koriste referentni podaci.

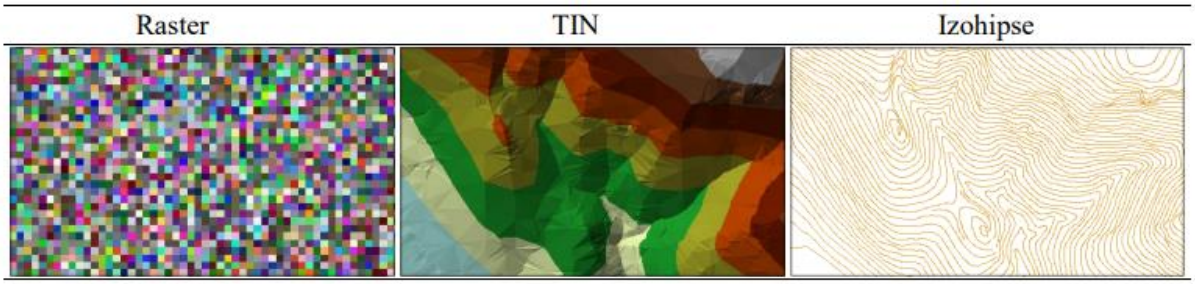
Četiri metode interpolacije su :

- Najbliži susjed koji bira i preuzima vrijednost najbližeg piksela, a ne susjedne piksele.
- Prirodni susjed izračunava prirodne susjede točke interesa. Prirodni susjedi su točke povezane sa susjednim poligonima koji se dobivaju na temelju različitih podskupova ravnine.
- Bilinearna interpolacija (interpolacija prvog reda) produkt je dviju linearnih funkcija i određuje vrijednost nepoznate točke na temelju težinskog prosjeka.
- Bikubična interpolacija za razliku od bilinearne interpolacije proizvodi glađe rubove i sofisticiranija je. Najčešće je korištena u uređivanju slika, upravljačkim programima pisača i digitalnim fotoaparatima. (Pokupić, 2018)

Visinski sustavi dijele se u tri osnovne skupine predstavljanja površina u digitalnom sustavu (Slika 2-4):

1. Pravilna mreža (rešetka ili matrica) pikselima pojednostavljuje prikaz reljefa, a određena je prostornom rezolucijom i veličinom rastera (broj redaka i stupaca). Zbog svoje jednostavnosti najviše se primjenjuje.
2. TIN (triangulacijska nepravilna mreža) točkama, linijama i poligonima pojednostavljuje prikaz reljefa. Definiran je čvorovima, bridovima, trokutima i topologijom. Susjedne točke spajaju se u trokutaste ravnine koje čine mrežu korištenjem Delaunayeve triangulacije. To je metoda kojom se koristi Delaunayev trokut kroz kojeg, na svakom vrhu, prolaze kružnice, a da pritom ne uključuje niti jednu drugu točku.

3. Izohipse pojednostavljuju izradu modela određenog kompleksnog hidrološkog procesa te se zato primjenjuju u hidrologiji. Izohipse kao visinski podaci ne predstavljaju DMR jer on podrazumijeva kontinuirane podatke na svakoj x,y lokaciji. (Šiljar, 2013)



Slika 2-4. Skupine koje predstavljaju površinu u digitalnom sustavu (Šiljar, 2013)

2.4. QGIS

QGIS je Geografski informacijski sustav otvorenog koda koji ima besplatnu upotrebu na Linux, Unix, Mac OSX, Windows i Android platformama i podržava vektorske i rasterske podatke te baze podataka. QGIS obuhvaća mnogo GIS funkcija sa osnovnim značajkama i mogućom nadogradnjom. (QGIS-a, 2022)

Postoji šest općih kategorija značajki i dodataka:

1. Pregled podataka je mogućnost pregleda rasterskih i vektorskih podataka (2D ili 3D) u različitim projekcijama i formama. Pri tome ne dolazi do pretvorbe u interni ili zajednički format.
2. Pretraga podataka i sastavljanje karte je moguće pomoću GUI-a. GUI (Graphical User Interface) je grafičko sučelje koje ima pet komponenti: Traka izbornika, alatne trake, paneli, prikaz karte i statusna traka. U komponentama nalaze se korisni alati GUI-a, a neki od njih su: QGIS preglednik, pregledna ploča, 2D i 3D prikaz karte, upravitelj baze podataka, izgled ispisa, izvješće, alati za označavanje, uređivanje pregled, pretraživanje atributa itd.
3. Stvaranje, uređivanje, upravljanje i izvoz podataka u obliku rasterskih i vektorskih slojeva u nekoliko formata. QGIS nudi: upotrebu alata za vektorsku digitalizaciju, mogućnost stvaranja i uređivanja više formata datoteka, *georeferencer* dodatak za geokodiranje slika, podrška za vizualizaciju i uređivanje OpenStreetMap podataka itd.
4. Analiziranje podataka : Analiza prostornih podataka izvršava se u bazama podataka o prostoru i drugim formatima. Ponuđuje se vektorska analiza, analiza rastera,

uzorkovanje (eng. Sampling), geoprocesiranje, geometrija i alati za upravljanje bazom podataka.

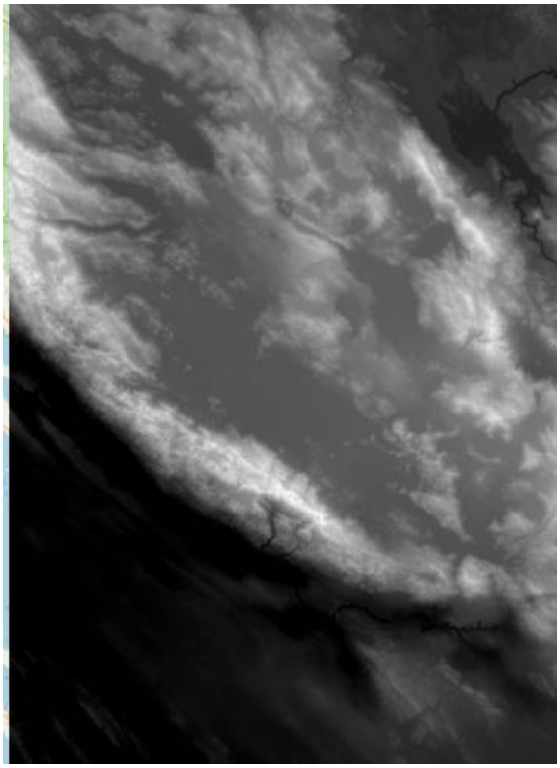
5. Objava karti na internetu**:** QGIS se može koristiti kao WMS, WMTS, WMS-C, WFS, OAPIF I WFS-T klijent. Instalacijom UMN MapServer-a ili GeoServer-a s webserverom je moguće objaviti podatke na internetu.
6. Proširivanje QGIS funkcionalnosti kroz dodatke, tj. moguća je prilagodba QGIS-a za željenim dodacima i bibliotekama za izradu dodataka. Moguće je stvaranje novih aplikacija s C++ ili Python programima. (QGIS-b, 2022)

3. OBRADA PODATAKA

U obradi podataka su opisani koraci usporedbe digitalnog modela terena i SRTM satelitske snimke na području NP Paklenica.

3.1. Učitavanje podataka

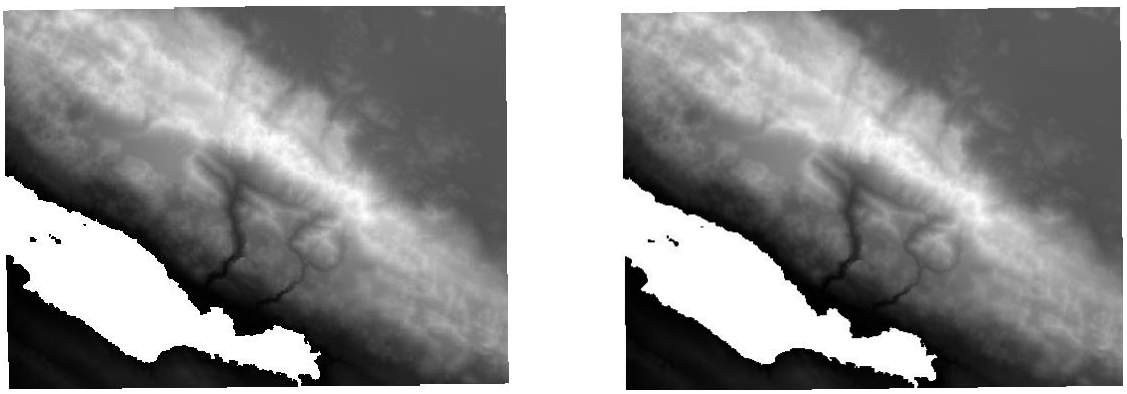
Na stranici USGS.gov može se besplatno preuzeti SRTM snimka 30 metarske rezolucije (Slika 3-1). Snimka SRTM-a mjeri visinu Zemlje radarskom antenom gdje je dio antene smješten na području za teret, a drugi dio na kraju jarbola od 60 metara gdje se pomoću interferometrijskog radara sa sintetičkom aperturom (inSAR) generira digitalni model visine. Radarski sustav sastoji se od C-pojasnih i X-pojasnih radara sa sintetičkom aperturom (SIR-C i SIR-X). C-pojasni radar ne može „vidjeti“ gustu vegetaciju na površini Zemlje, jer se teško probija kroz krošnju. Zato se u područjima s velikom šumom SRTM bilježi samo vrh krošnje. (SRTM Wikipedia, 2021; GISGeography,2022)



Slika 3-1 SRTM snimka

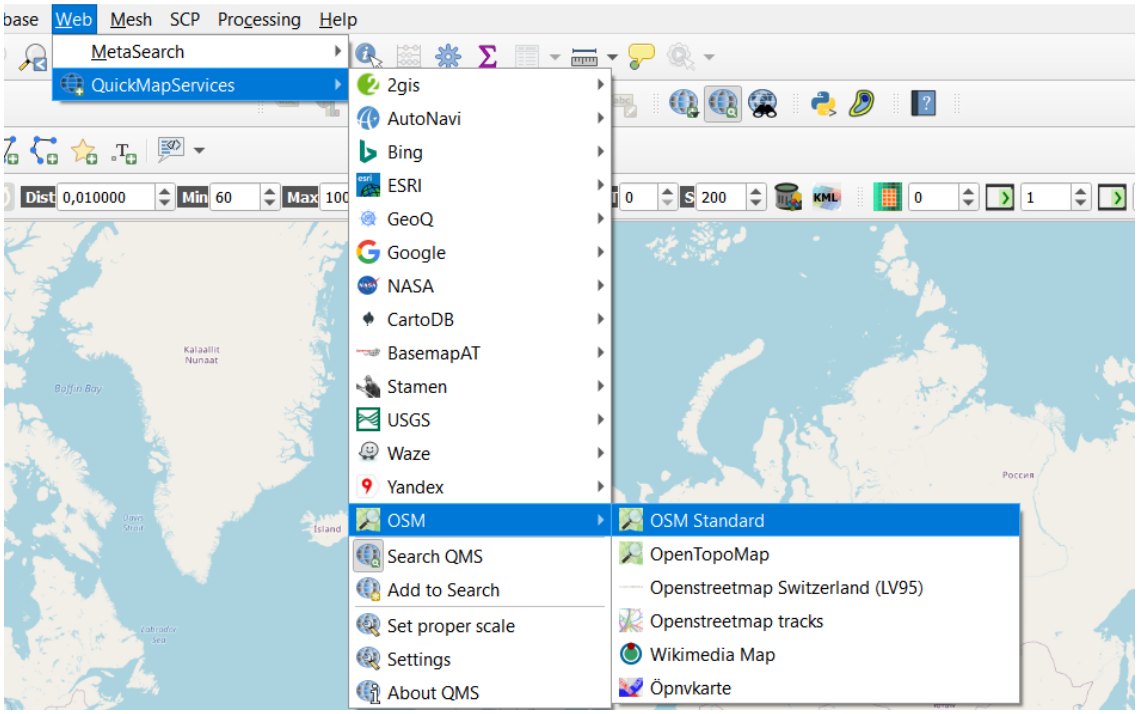
DMR snimka dobivena je iz HOK slojnica(Slika 3-2). Ona je 3D model zemljine površine s određenim točkama i geometrijskim elementima (prijelomnica, linija oblika i površina isključenja). Izrađena je fotogravimetrijskim kartiranjem iz aerofotogrametrijskog snimanja pomoću digitalnih fotogrametrijskih stanica.

Koristi se u interpretaciji oblika zemljine površine s raznolikom primjenom: projektiranje objekata i prometnica, utvrđivanje dosega optičke vidljivosti i radio valova, projektiranje hidrotehničkih zahvata, izrada karata i različitih visinskih i perspektivnih prikaza ta u izradi digitalnog ortofota. (DGU,2022; ZZF, 2022)



Slika 3-2 DMR snimke u WGS84 (lijevo) i HTRS96 (desno) koordinatnom sustavu

SRTM snimke su u izvornom WGS84 koordinatnom sustavu pod nazivom *SRTM_USGS*, a DMR snimke u WGS84 i HTRS96 koordinatnom sustavu pod nazivom *dmr_paklenica_wgs84* i *dmr_paklenica_htrs96*. Učitavanje snimki u QGIS je na izborniku *Layer* > *Add Layer* > *Add Raster Layer*, a za lakšu orijentaciju učitava se besplatna OSM Karta (Open Street Map) na izborniku *Web* >*QuickMapServices* > *OSM* > *OSM Standard* (Slika 3-3).

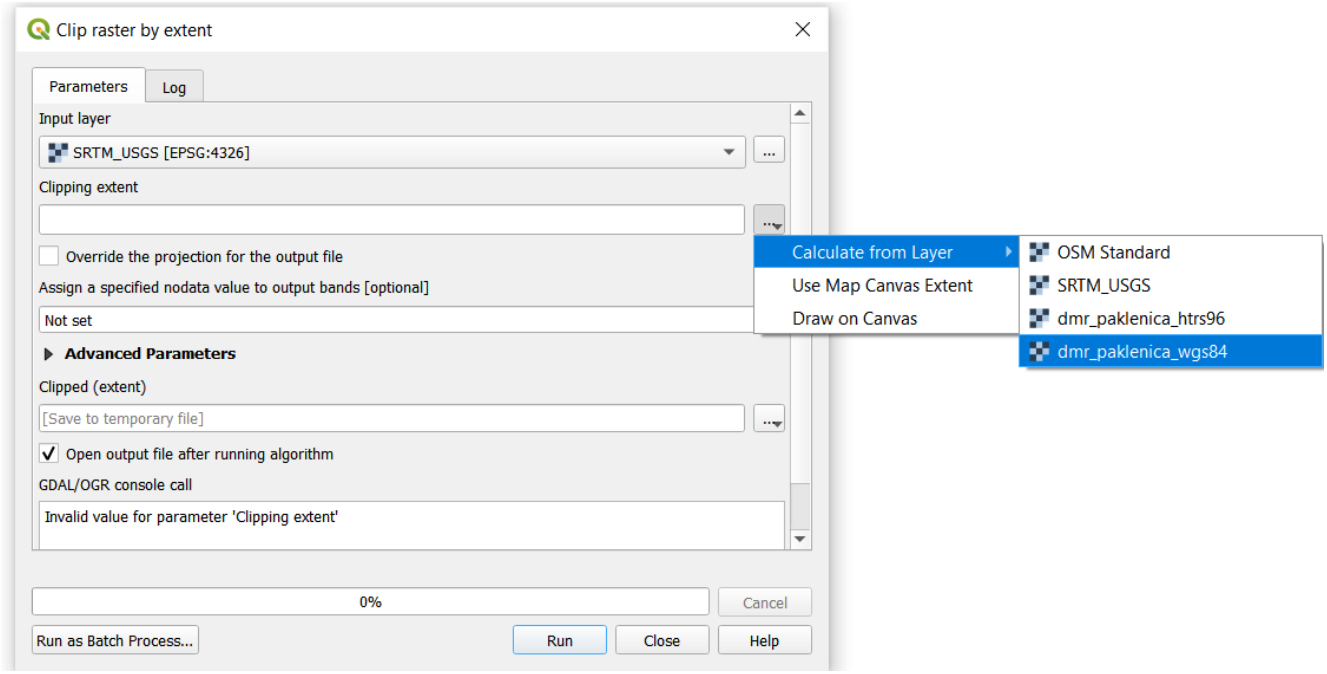


Slika 3-3 OSM karta

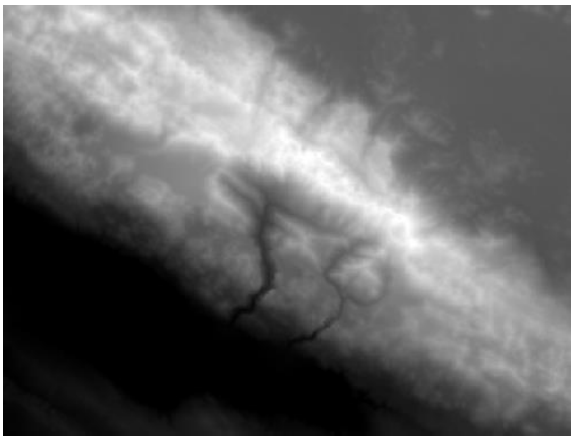
OSM karta je sačinjena od oznaka koje pridružuju njegove osnovne strukture podataka (čvorovi, putevi i odnosi) i fizičke značajke na terenu (npr. ceste ili zgrade). Ona omogućuje da svaka oznaka opisuje geografski atribut značajke (prikaz čvora, puta ili odnosa). (OSM Wiki, 2022)

3.2 Uređivanje rastera i promjena koordinatnog sustava

Preuzeta SRTM snimka sadrži veliki obujam područja koji nije potreban u istraživanju pa se uklanja na izborniku *Raster* > *Extraction* > *Clip raster by extent* gdje se otvaranjem prozora pod *Input layer* bira raster *SRTM_USGS*, a u *Clipping extent* raster *dmr_paklenica_wgs84* (Slika 3-4). Pošto su oba rastera u WGS84 koordinatnom sustavu kao rezultat će ishoditi pravokutni raster *srtm_wgs84* (Slika 3-5) u istom koordinatnom sustavu te manjeg obujma površine.

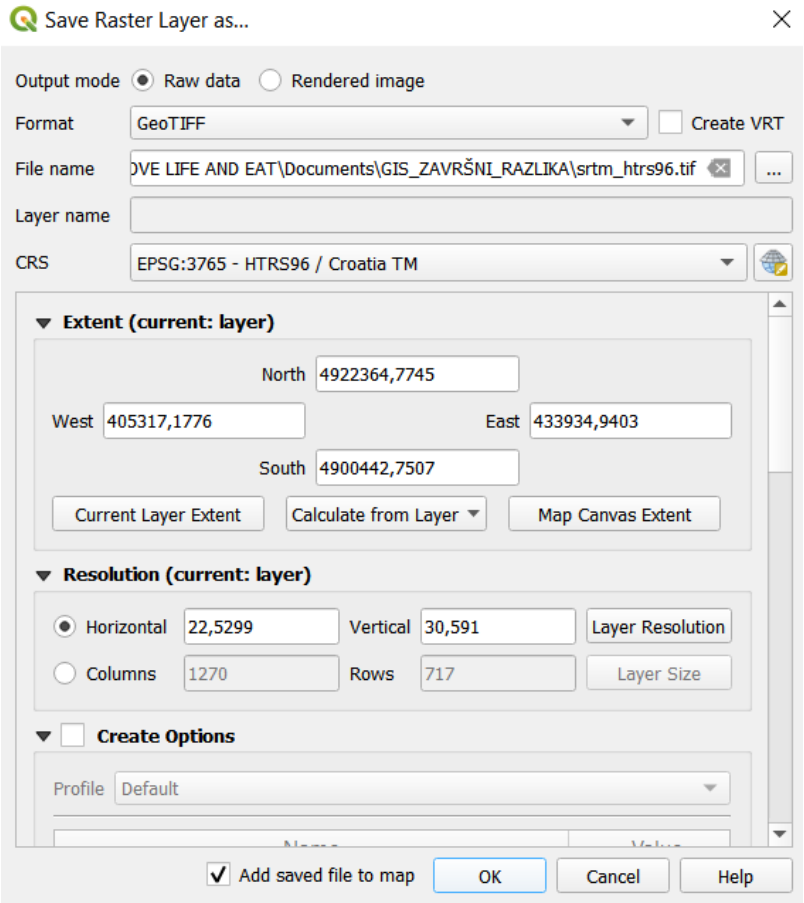


Slika 3-4 Biranje rastera *dmr_paklenica_wgs84* pod *Clipping extent*.

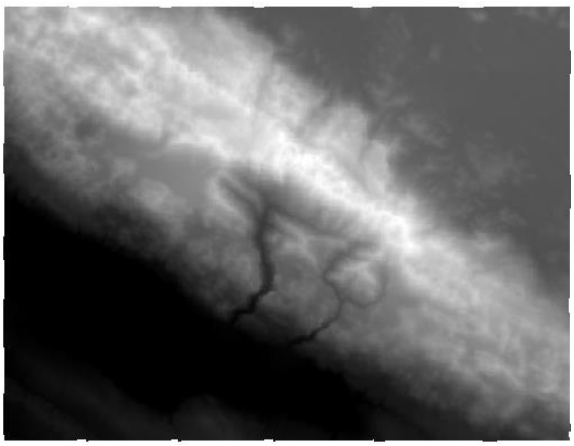


Slika 3-5 Raster *srtm_wgs84*

Premda je potreban raster u HTRS96 koordinatnom sustavu na raster *srtm_wgs84*, koji je u WGS84 koordinatnom, na izborniku se odabere *Export* > *Save As* gdje se otvori prozor *Save Raster Layer As...* Nužno je odabrati datoteku gdje će se raster spremiti i imenovati (*srtm_htrs96*) pod *File name*. Zadnje se odabere koordinatni sustav kod *CRS* u EPSG:3765-HTRS96/ Croatia TM (Slika 3-6). Kao rezultat dobit će se *srtm_wgS84* i *srtm_htrS96* rasteri u GeoTIFF formatu (Slika 3-7).



Slika 3-6 Prikaz prozora gdje se sprema *srtm_wgs84* u HRTS96 koordinatni sustav

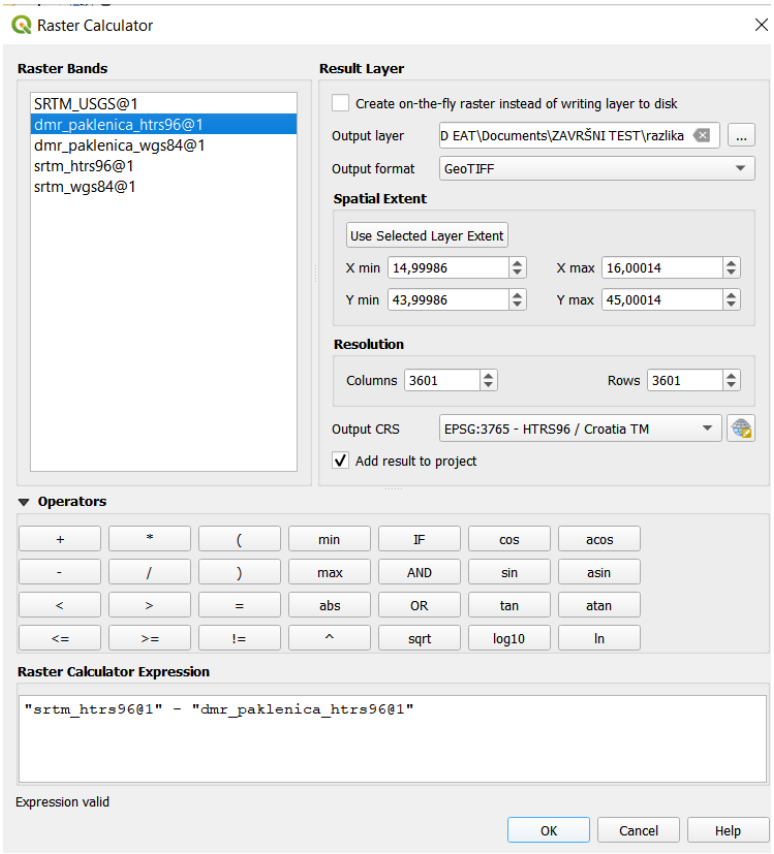


Slika 3-7 Raster *srtm_htrs95*

TIFF (*Tag File Format*) je format slikovne datoteke koji se koristi za pohranu rasterskih grafičkih slika. Popularan je u primjeni zbog svoje fleksibilnosti, visoke kvalitete i univerzalne kompatibilnosti. (TIFF Wikipedia, 2022.; Adobe, 2022)

3.3 Izračun razlika visina između SRTM i DMR

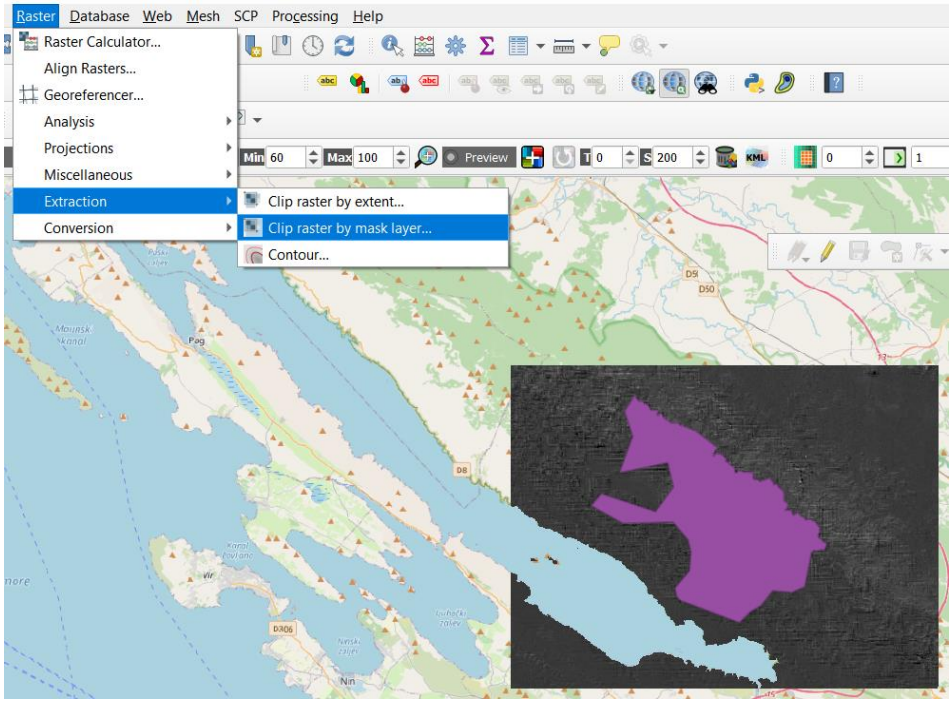
Razlike se dobivaju usporedbom, tj. oduzimanjem *srtm_hrts95* i *dmr_paklenica_htrs96* snimka na izborniku *Raster* > *Raster Calculator* gdje se otvori prozor u kojem se bira koordinatni sustav i datoteka spremanja novo nastalog rastera *razlika* (Slika 3-8).



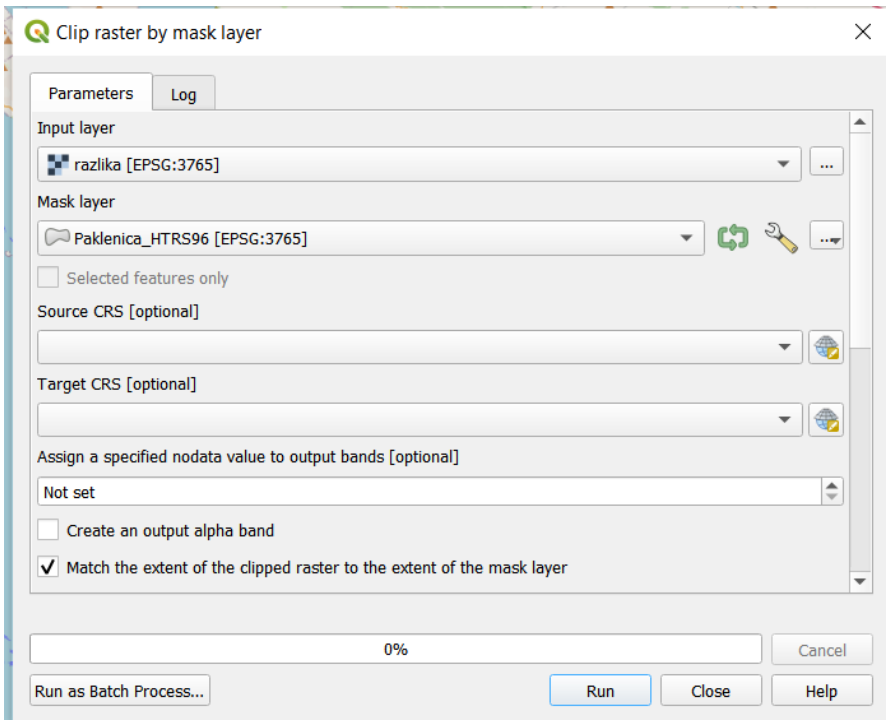
Slika 3-8 Raster kalkulator

3.4 Definiranje granica

Novonastalom rasteru *razlika* potrebno je točnije definirati granice istraživanja što je u ovom slučaju granica NP Paklenice. Granice se preuzimaju online u HTRS96 koordinatnom sustavu u vektorskom obliku poligona. Definiranje granica je na izborniku *Raster* > *Extraction* > *Clip raster by mask layer* gdje se otvara prozor gdje odabirom pod *Parameters* biramo *Input layer* i *Mask layer*(Slika 3-9). Pod *Input layer* se bira raster *razlika*, a pod *Mask layer* poligon granice NP Paklenica(Slika 3-10).



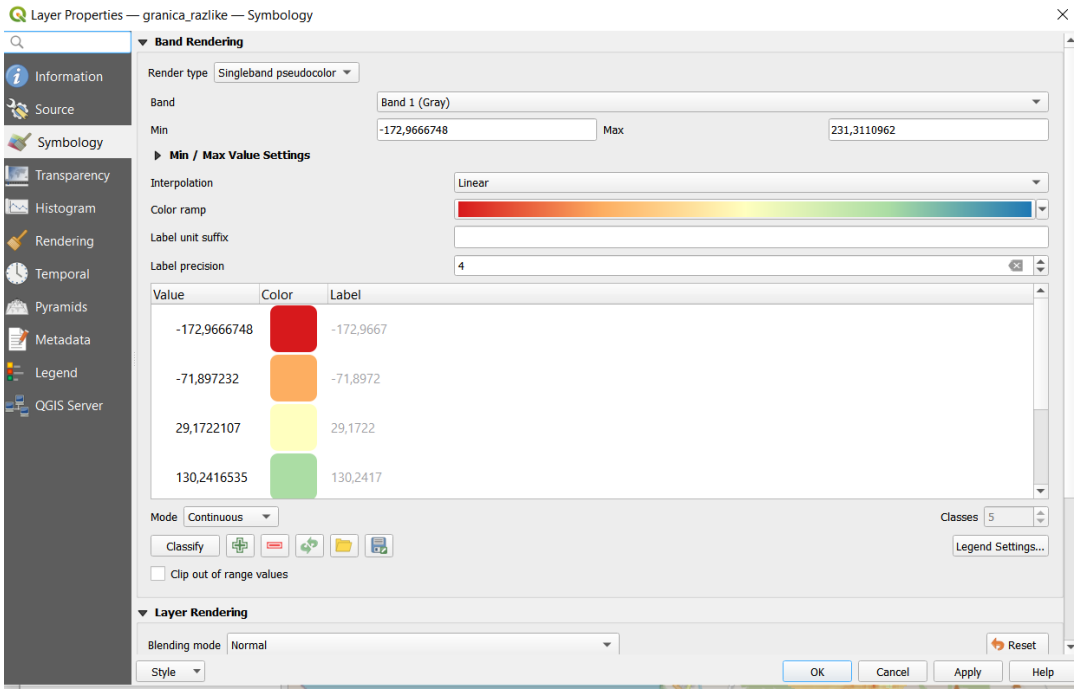
Slika 3-9 Prikaz granica NP Paklenice (ljubičasto desno) ispod kojeg je raster *razlika* (sivo desno) te odabir prozora *Clip raster by mask layer…*



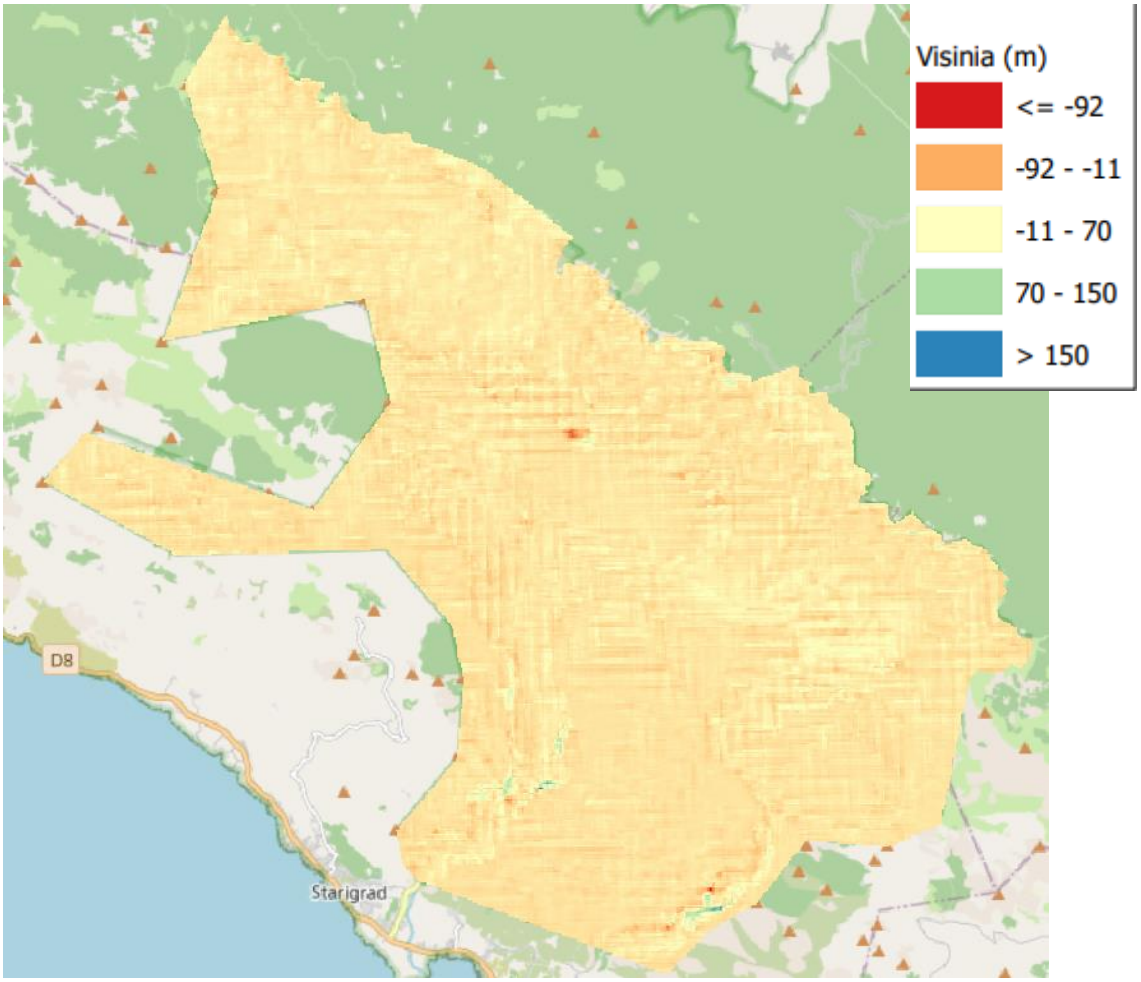
Slika 3-10 Rezanje rastera u veličinu područja granice NP Paklenica

3.5 Stiliziranje

Novo dobiveni raster *granica_razlike* uređuje se desnim klikom miša na njega te odabirom *Properties* > *Symbology*(Slika 3-11). Tu mu se pridodaje boja sa definiranim visinskim razlikama kod svake boje. Visinski maksimum je tamno plave boje od 231 metra, a minimum je crvene boje od -172 metra. Većina područja obojano je narančastom i svjetlo narančastom bojom (Slika 3-12).



Slika 3-11 Stiliziranje rastera



Slika 3-12 Obojani raster *granica_razlike*

4. Zaključak

U ovom završnom radu koristio se QGIS softver zajedno sa SRTM i DMR snimkama i OSM kartom. Učitana SRTM snimka se smanjivala za lakše istraživanje, a potom joj se mijenjao koordinatni sustav iz WGS84 u HTRS96. Nakon mijenjanja koordinatnog sustava radila se usporedba između SRTM i DMR snimki, tj. razlika između SRTM snimke od DMR snimke odakle se dobila snimka razlike. Za lakšu orijentaciju i usporedbu karte i snimke u softver je učitana OSM karta.

Zatim je snimka razlike oblikovana u granicame NP Paklenice i dobivena je u crno-sivoj boji sa vidljivim odstupanjima. Zadnje se snimka bojala u *Spectral* boje za lakše uočavanje najvećih i najmanjih razlika visinskih slojeva. Time se ustanovljuje da se na snimci najviše javljaju boje sa narančastom i svijetlo narančastom bojom dok su plavom i zelenom bojom označena najviša odstupanja do 231 metra, a crvenom bojom najniža odstupanja od -172 metra. Drugim riječima, veća visina razlike slojeva prikazuje postojanost velike udaljenosti koju je SRTM snimak snimio i DMR snimke koja mjeri površinu zemlje. Odstupanja nastaju u područjima sa gustom vegetacijom i urbanizacijom jer SRTM-ov signal nije u mogućnosti proći kroz šume, grmlje ili planinarske kuće do površine nego mu je visina mjerenja jednaka visini krošnji i krovova.

Travnate površine imaju manja odstupanja dok područja s ogoljenim kamenjem najmanja.

Tijekom izrade završnog rada QGIS je bio idealan odabir u primjećivanju nedostataka SRTM snimki.

LITERATURA:

Adobe, 2022. *TIFF files*. URL: https://www.adobe.com/creativecloud/file-types/image/raster/tiff-file.html (28.7.2022)

Dempsey, C., 2021. *What is GIS?* URL: https://www.gislounge.com/what-is-gis/ (24.7.2022)

DGU, 2022. *Digitalni model reljefa*. URL: https://dgu.gov.hr/proizvodi-i-usluge/podaci-topografske-izmjere/digitalni-model-reljefa/180 (28.2.2022)

GISGeography, 2022. *SRTM Shuttle Radar Topography Mission*. URL: https://gisgeography.com/srtm-shuttle-radar-topography-mission/ (25.7.2022)

Medium, 2020. *Raster Vs Vector- Spatial data types*. URL: https://medium.com/analytics-vidhya/raster-vs-vector-spatial-data-types-11325b83852d (25.7.2022)

OSNOVE GIS-a, 2015. URL: https://www.up4c.eu/wp-up4c/wp-content/uploads/2015/02/gis_osnove.pdf (25.7.2022)

OSM Wiki, 2022. *Map features*. URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_features (29.7.2022)

POKUPIĆ, M., 2018. *Analiza točnosti globalnih digitalnih modela reljefa i geomorfometrijski modeli planinskih područja Republike Hrvatske*. Rektorova nagrada. Zagreb:Geodetski fakultet u Zagrebu.

QGIS-a. *About QGIS*. URL: https://www.qgis.org/en/site/about/index.html (27.7.2022.)

QGIS-b, 2022. *Feathures*. URL: https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/user_manual/ preamble/features.html (25.7.2022)

QGIS-c, 2022. *Spatial Analysis*. URL: https://docs.qgis.org/3.22/en/docs/gentle_gis_introduction/spatial_analysis_interpolation.html (1.9.2022)

SRTM Wikipedia, 2021. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Shuttle_Radar_Topography_Mission (23.7.2022)

ŠILJAR, A., 2013. *DIGITALNI MODEL RELJEFA U ANALIZI GEOMORFOMETRIJSKIH PARAMETARA – PRIMJER PP VRANSKO JEZERO*. Doktorski rad. Zagreb: PMF-Geografski odsjek.

ŠURINA, G. *Geodetske mreže i koord. sustav*. URL: https://www.geoskola.hr/~gsurina/Geodetske%20mre%C5%BEe%20i%20koord.%20sustavi.pdf (26.7.2022)

TIFF Wikipedia, 2021. URL:
https://en.wikipedia.org/wiki/TIFF (24.7.2022)
ZZF, 2022. *Digitalni modeli reljefa*. URL:
https://zzf.hr/digitalne-usluge/digitalni-modeli-reljefa/ (24.7.2022)