

**Srednja škola Matije Antuna Reljkovića
Ivana Cankara 76
35 000 Slavonski Brod**

**Završni rad iz predmeta:
GEODETSKA IZMJERA**

**Tema:
Korištenje bespilotnih letjelica u geodeziji**

Mentor:
Alen Junašević, mag. ing.geod. et geoinf.

Učenik:
Luka Colić , 4.i

Slavonski Brod, ljetni rok
šk. god. 2022./2023.

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Fotogrametrija.....	2
2.1.	Digitalna ortofoto karta (DOF)	4
2.2.	Digitalni model reljefa	6
2.3.	Izrada 3D modela.....	7
3.	Oprema.....	8
3.1.	Phantom 4 Pro drone	8
3.2.	Program za obradu snimaka 3D Survey.....	10
4.	Praktični dio – Izrada 3D modela školskog vrta.....	12
4.1.	Učitavanje fotografija	12
4.2.	Telemetrija	12
4.3.	Bundle Adjustment- Izjednačavanje zrakovnog snopa	13
4.4.	Georeferenciranje pomoću GCN markera.....	15
4.5.	Lociranje svih GCP na slikama	15
4.6.	Registracija snimka pomoću GCP- drugo Georeferenciranje	16
4.7.	Rekonstrukcija	16
4.8.	Klasifikacija	17
4.9.	Mesh.....	18
4.10.	Digitalni Ortofoto.....	18
4.11.	Izračun volumena	20
5.	Zaključak.....	21
6.	Literatura	22
7.	Popis slika	23
8.	Prilozi	25

1. Uvod

Tema ovog završnog rada je korištenje bespilotnih letjelica u geodeziji. U radu se govori o modernoj fotogrametriji i 3D modeliranju i općenito, te neke osnovne informacije o DOF-u i digitalnom modelu reljefa. Geodezija je znanost koja uključuje mjerenje i mapiranje Zemljine površine, promatranje njenog gravitacijskog polja i geodinamičke pojave. Osnovni zadatak geodezije je mjerenje zemljišta za izradu karata i planova, a danas također mjeri i prikuplja podatke za izradu digitalnih modela reljefa (trodimenzionalni prikaz terena). U ovom završnjem radu ćemo napraviti 3D model pomoću drona PHANTOM 4 PRO koji će odraditi snimanje određenog područja. Njega ćemo kombinirati sa 3D survey-em, i za kraj dobivene podatke ćemo izvesti u AutoCad. Dobiven je 3D model koji se može prikazati kao 2D slika ili koristiti kao resurs u grafičkoj simulaciji.

2. Fotogrametrija

Fotogrametrija je tehnika koja se koristi za izradu topografskih karata. Fotogrametrija je danas jedna od najpreciznijih, najpouzdanijih, ali i najjeftinijih metoda prikupljanja podataka o nekom području. To je vrlo koristan način za ispitivanje promjena u regiji. Ova metoda korištena je u mnogim područjima, od arhitekture do inženjerstva, od geologije do arheologije i od policijskih operacija do kinematografije. Najnoviji napredak bila je zamjena skupih helikoptera i zrakoplova, dronovima, koji omogućuju nadziranje i pregled teritorija odozgo, a potom dobivene podatke pretvaraju u 3D karte i modele s centimetarskom točnošću. Osim što nude cjenovno pristupačnije rješenje, bespilotne letjelice omogućuju dobivanje slika visoke rezolucije tijekom fotogrametrijskog snimanja. Bespilotne letjelice koje se koristi u topografskim istraživanjima imaju vrlo velike industrijske kamere sa senzorima do 1,75 inča 100 MPX. Ove profesionalne kamere mogu snimati slike vrlo visoke razlučivosti i omogućiti softveru za fotogrametrijsku obradu detaljnih 2D i 3D karata mjesta, zgrada, modela nadmorske visine i još mnogo toga. Nadalje, dronovi mogu snimati slike iz bilo koje perspektive. Ove značajke čine inspekciju i mapiranje bespilotnim letjelicama doista korisnima, posebno u slučajevima kada su potrebne vrlo detaljne informacije.



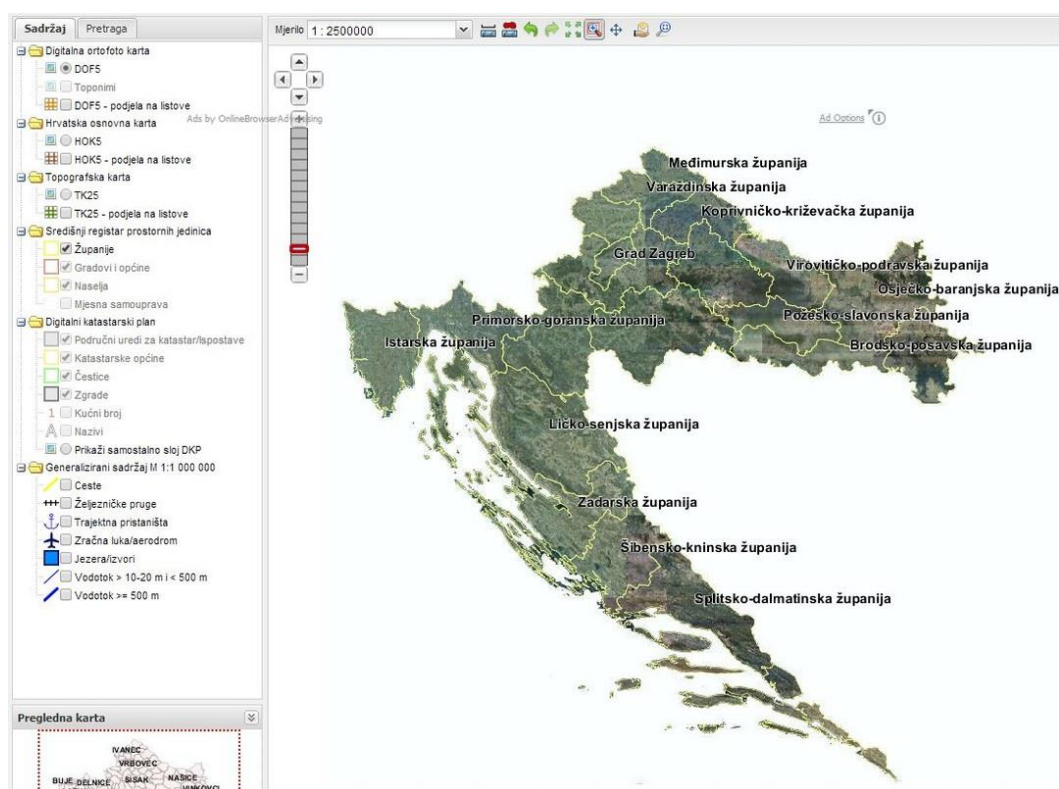
Slika 1 Fotogrametrija (<https://tinyurl.com/mjapd7t>)

Jedna od glavnih prednosti fotogrametrije dronovima je mogućnost pristupa na iznimno siguran način područjima koja su nedostupna, opasna za čovjeka i inače ih je nemoguće otkriti. Ova prednost smanjuje rizike za osoblje zaduženo za provođenje istraživanja, omogućuje otkrivanje mjesta koja nikada nisu bila pregledana i značajno smanjuje vrijeme rada i troškove. Profesionalni piloti moraju izostaviti istraživanje opasnih područja za ljude ili ne moraju izmišljati metode kako bi ipak obavili posao. Korištenje bespilotnih letjelica drastično smanjuje te probleme i štedi radnu snagu. Osim što štedi radnu snagu, smanjuje i troškove. Smanjenje troškova u usporedbi s tradicionalnim postupcima možda je najznačajnija prednost fotogrametrije bespilotnom letjelicom. Bespilotne letjelice hvataju velike količine podataka na iznimno detaljan način, puno brže i pokrivajući puno veća područja od tradicionalnih metoda. Ušteda vremena ide ruku pod ruku s uštedom u broju osoblja potrebnog za operacije, budući da dron treba samo jednog pilota koji će upravljati radom.

2.1. Digitalna ortofoto karta (DOF)

Ortofoto karta je planimetrijski ispravna fotografija iz zraka, koja po metričkim svojstvima, u potpunosti odgovara karti istog mjerila. Postupak izradbe ortofoto karte je brži pa time i ekonomičniji u odnosu na izradbu klasične karte. Korisnik u ovom slučaju preuzima ulogu dešifranta ili tumača, te sam iz svog iskustva, interpretira prikazanu sliku. Izradba ortofoto karte osniva se na orijentiranom digitalnom fotogrametrijskom snimku i digitalnom modelu reljefa. Jednom izrađen digitalni model reljefa nije potrebno ponovno raditi, tako da je izradba karte s novim snimcima vrlo brza, što omogućuje kontinuirano praćenje prostornih pojava i događanja. True ortofoto karta definira ortofoto kartu na kojem su i objekti koji nisu definirani digitalnim modelom reljefa prevedeni u ortogonalnu projekciju. Točnost ortofota leži u kvalitetno i točno prikupljenim podacima digitalnog modela reljefa (kod ove tvrdnje podrazumijeva se korektno izvršeno snimanje i aerotriangulacija). Na položajnu točnost navedenih objekata utječu zakoni geometrije centralne projekcije pa se oni zavisno od svoje horizontalne udaljenosti od centra samog snimka i vertikalne udaljenosti od digitalnog modela reljefa preslikavaju na ortofotu sa većom ili manjom položajnom pogreškom što dolazi do izražaja prilikom preklapanja s drugim prostornim podacima. Potrebno je prikupiti podatke izgrađenih objekata i izraditi digitalni model objekata (DBM – digital building model). Podaci se prikupljaju kartiranjem rubnih linija vrhova objekata. Kod zgrada i kuća, koje čine najveći dio digitalnog modela objekata, to su rubne linije krovova. Prikupljeni podaci se zatim vertikalno projiciraju na digitalni model reljefa i nastaje digitalni model objekata (DBM). Zajedno, oni čine digitalni model površine (DSM – digital surface model) koji je i jedini ispravan model s kojim možemo prevesti sve objekte na snimku iz centralne u ortogonalnu projekciju, odnosno izraditi true ortofoto. (DOF5) je službena državna karta i izrađuje se u mjerilu 1:5 000 za cjelokupno područje Republike Hrvatske.

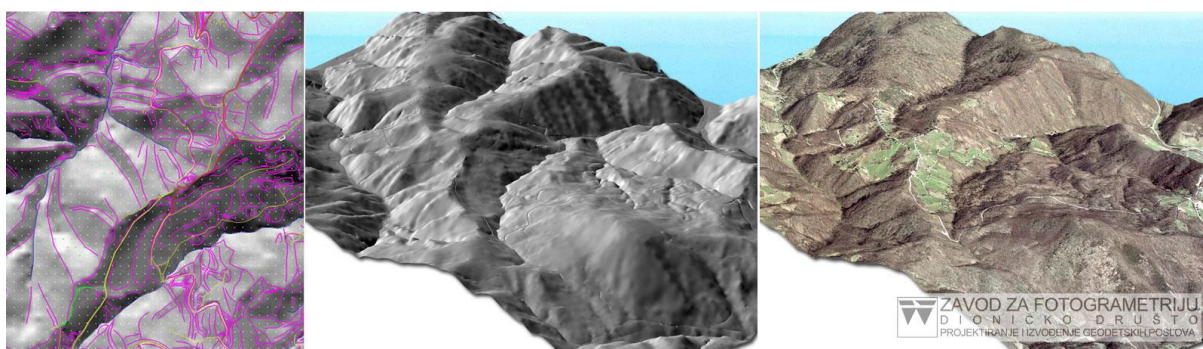
Ortofoto karta je list karte sastavljen od jedne ili više Ortofoto snimki jedinstvenog mjerila s nanesenom pravokutnom koordinatnom mrežom, odgovarajućim kartografskim znacima i nadopunjen izvan okvirnim podacima. DOF5 se na području Republike Hrvatske sustavno izrađuje od 2000. godine. Cijeli teritorij Republike Hrvatske prekriven je s 10945 listova DOF5. Površina jednog lista obuhvaća područje od 600 ha. Osnovni proizvod na kojem se temelji izrada DOF5 su aerofotogrametrijske snimke snimljene prema odgovarajućim Tehničkim specifikacijama proizvoda. DOF5 se koristi za administrativne svrhe, a posebice za urbano i ruralno planiranje.



Slika 2 Ortofoto karta(<https://tinyurl.com/yckrc89t>)

2.2. Digitalni model reljefa

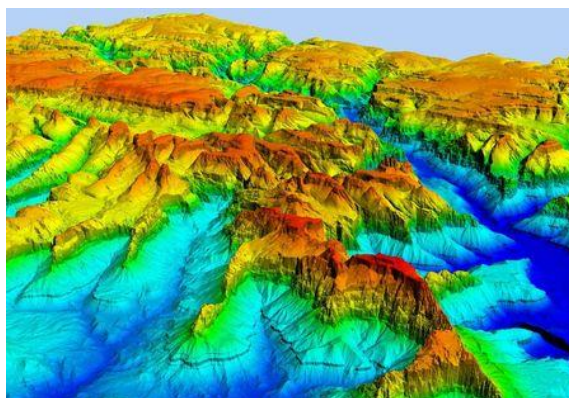
Digitalni model reljefa je matematički model površine Zemlje predočen konkretnim prostorno i visinski definiranim geometrijskim entitetima i može se uz odgovarajuću računarsko-programsku podršku koristiti za različite potrebe koje zahtijevaju interpretaciju oblika zemljine površine. Podaci za izradu i ažuriranje DMR-a prikupljaju se fotogrametrijskim kartiranjem (stereoizmjerom) uz pomoć digitalnih fotogrametrijskih stanica iz aerofotogrametrijskog snimanja gdje rezolucija snimaka mora biti najmanje 30 cm ($GSD \leq 30$). DMR je izrađen u novoj kartografskoj projekciji HTRS96/TM na elipsoidu GRS80. DMR se koristi pri proizvodnji izohipsa na TK25, kao osnova za rektifikaciju DOF5, za izradu kalkulacija vezanih za idejni dio projekta te može biti korišten i u svrhe analiza reljefa, sjenčanje nagiba, izračun ekspozicije itd. DMR treba biti korišten s posebnom pažnjom kod projekata s iznimno visokim zahtjevima u pogledu točnosti, vodeći računa o mjerilu snimanja iz zraka. Izvedenica iz DMR-a je Digitalni model visina što predstavlja pravilnu mrežu (grid) visinskih točaka, interpoliranih na osnovi odgovarajućeg Digitalnog modela reljefa. Točke u DMV-u su u pravilu raspoređene na svakih 25 m, ali ovisno o točnosti aerofotogrametrijskog snimanja razmak interpoliranih točaka može biti i gušći. Digitalni modeli reljefa imaju raznoliku uporabu kao što su: projektiranje objekata i prometnica, utvrđivanje zaklanjanja, odnosno dosega optičke vidljivosti i radio valova, projektiranje hidrotehničkih zahvata, izrada karata i različitih visinskih i perspektivnih prikaza i izrada digitalnog ortofota.



Slika 3 Prikaz 3D modela reljefa(<https://tinyurl.com/ycyxrz4>)

2.3. Izrada 3D modela

3D model nastaje vizualizacijom i prikupljanjem podataka terena. Nakon što smo prikupili podatke obrađujemo ih i kombiniramo u alatima za 3D modeliranje. To je proces kreiranja matematičke reprezentacije bilo kojeg trodimenzionalnog objekta bilo to živog ili neživog, pomoću specijaliziranog softvera. Rezultat je 3D model koji se renderiranjem može prikazati kao 2D slika ili se može koristiti kao resurs u grafičkoj simulaciji. Zadnjih godina sve češće je korištenje 3D modela za 3D printanje, kojim se dobiva fizički proizvod u relativno kratkom vremenu. Ta grana je još uvijek prilično mlada i proći će još neko vrijeme prije nego što uđe u svakidašnju upotrebu. Postoje brojni alati za 3D modeliranje, a neki od najpoznatijih su Autodesk 3Ds Max, Autodesk Maya, Autodesk 123D, CATIA, Sketchup, Zbrush, AutoCAD i mnogi drugi. Sve češće se koriste 3D alati koji u stvarnom vremenu renderiraju 3D modele. Takav prikaz modela, u stvarnom vremenu, omogućavaju sve snažnija računala koja u vrlo kratkom vremenu mogu obaviti složene kalkulacije kako bi prikazala 3D modele. Nove tehnike 3D modeliranja nastale su kao potreba za što vjernijom reprodukcijom svijeta oko nas. Iznimno je teško rekreirati nešto iz stvarnog svijeta do te mjere precizno da se može koristiti za potrebe forenzike i rekonstrukcije. Stoga su se počele istraživati druge metode, koje bi svijet koji nas okružuje uspješno implementirale u 3D virtualno okruženje. Za navedene potrebe, klasične tehnike modeliranja nisu dolazile u obzir, jer one nisu savršena preslika stvarnosti, nego samo njena interpretacija, više ili manje točna, ali nikako ne u potpunosti precizna te kao takva nije pogodna o ovim primjenama. Tako je razvijeno 3D skeniranje, a kasnije i fotogrametrija, a te metode postale su toliko popularne da su s vremenom preuzete i u ostale industrije, pa tako i u zabavnu industriju. Danas je potpuno normalno da se za potrebe visoko budžetnih produkcija veliki broj elemenata scene „modelira“ ovim tehnikama, čime se dobiva potpuna preslika stvarnosti, zajedno sa teksturom koja je oplemenjuje, čime je nekoliko faza izrade 3D modela sjedinjeno u jednu (modeliranje, UV mapiranje i teksturiranje, što uvelike ubrzava vrijeme produkcije, a kvalitetu diže na višu razinu). 3D prikaz je raširen u svim dijelovima ljudskog života, već samim tim, što naš mozak stvara 3D prikaz same okoline. Najveći razvoj 3D modeliranja dogodio se pojavom računalske tehnologije, od kada se mnogo stvari u struci promijenilo, unaprijedilo i pojednostavilo. Zbog velike mogućnosti softvera, njene složenosti i potražnje, 3D softveri razvijaju visoke cijene na tržištu.



*Slika 4 Digitalni model
reljefa(<https://tinyurl.com/yc44nwrz>)*

3. Oprema

3.1. Phantom 4 Pro drone

Phantom 4 Pro je profesionalni dron dizajniran za korištenje u raznim aplikacijama kao što su fotografije i video snimke iz zraka, geodetsko istraživanje i kartiranje. Ima kameru od 20 megapiksela koja je sposobna snimiti 4K video pri 60fps i ima mehanički zatvarač koji smanjuje izobličenje okidača. Opremljen je senzorima za gledanje naprijed, natrag i dolje koji mu omogućuju otkrivanje i izbjegavanje prepreka tijekom leta. Ima maksimalno vrijeme leta od 28 minuta, ugrađeni GPS i GLONASS sustav koji omogućuje stabilan let, automatski povratak kući i precizno lebdjenje. Može se kontrolirati pomoću mobilne aplikacije DJI Go ili dodatnog daljinskog upravljača. Nudi nekoliko inteligentnih načina letenja kao što su ActiveTrack, TapFly i Draw i ima maksimalni kontrolni domet od 4 milje (7 km). Ima 3-osni gimbal za stabilnost i barometar za zadržavanje visine. Phantom 4 Pro je prikladan za profesionalne fotografe, snimatelje i geodete, nudi visoku razinu kvalitete slike i stabilnost leta. Također je popularan među rekreativcima, hobistima i ljubiteljima dronova. **DJI** je poznata i nagrađivana kineska tehnološka tvrtka. Posvećena je dizajniranju i proizvodnji dronova za snimanje iz zraka. Ne samo da su vodeći u prodaji, već su i najviše korišteni za televizijski rad, glazbu, filmsku industriju za snimanje itd. Trenutno predstavlja oko 70% tržišnog udjela dronova, a bio bi nešto veći ako filtrirate samo profesionalno tržište. Zapravo, DJI je osvojio 2017. godinu Nagrada Emmy za tehnologiju i inženjerstvo zbog svoje tehnologije za kamere postavljene dronovima.



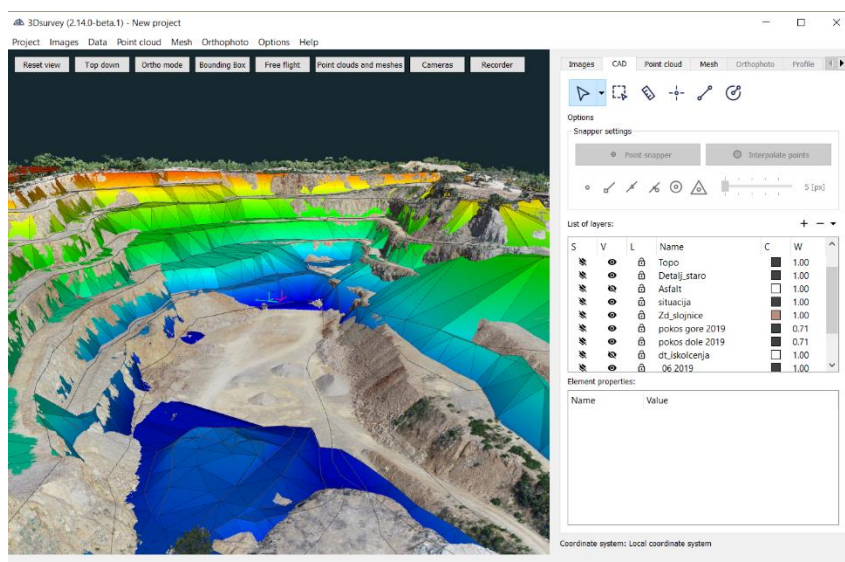
Slika 5 Phantom 4 Pro Dron(<https://tinyurl.com/3dkukbev>)



*Slika 6 Phantom 4 Pro
Dron(<https://tinyurl.com/m6yb586u>)*

3.2. Program za obradu snimaka 3D Survey

3D Survey je softver za obradu fotogrametrijskih snimaka iz zraka. Softver se može koristiti za izradu detaljnih 3D modela istraživanog područja i može se koristiti za razne svrhe kao što su arhitektonsko projektiranje, niskogradnja i upravljanje zemljištem. Jednostavan i praktičan, ovaj je softver posebno prilagođen geodetima. Uz standardne fotogrametrijske funkcije kao što su aerotriangulacija, izjednačenje korištenjem kontrolnih točaka te rekonstrukcija 3D modela i ortofoto snimka, softver omogućuje jednostavno iscrtavanje CAD elemenata, računanje volumena te kreiranje uzdužnih i poprečnih profila. Sve proizvode moguće je izvesti u standardnim formatima. 3Dsury Pilot pretvara dron u precizan alat za snimanje i mapiranje. Besplatni dodatak softveru za fotogrametriju 3Dsury, 3Dsury Pilot savršen je alat za planiranje misija i automatsko snimanje slika zajedno s GPS podacima. Obrada snimljenih slika nakon leta vrši se lako s 3Dsury softverom za fotogrametriju, generirajući vrlo precizne, metričke i georeferencirane rezultate, poput oblaka točaka, 3D mreže, mape topografije, elevacijskog modela, DSM, ortofoto.

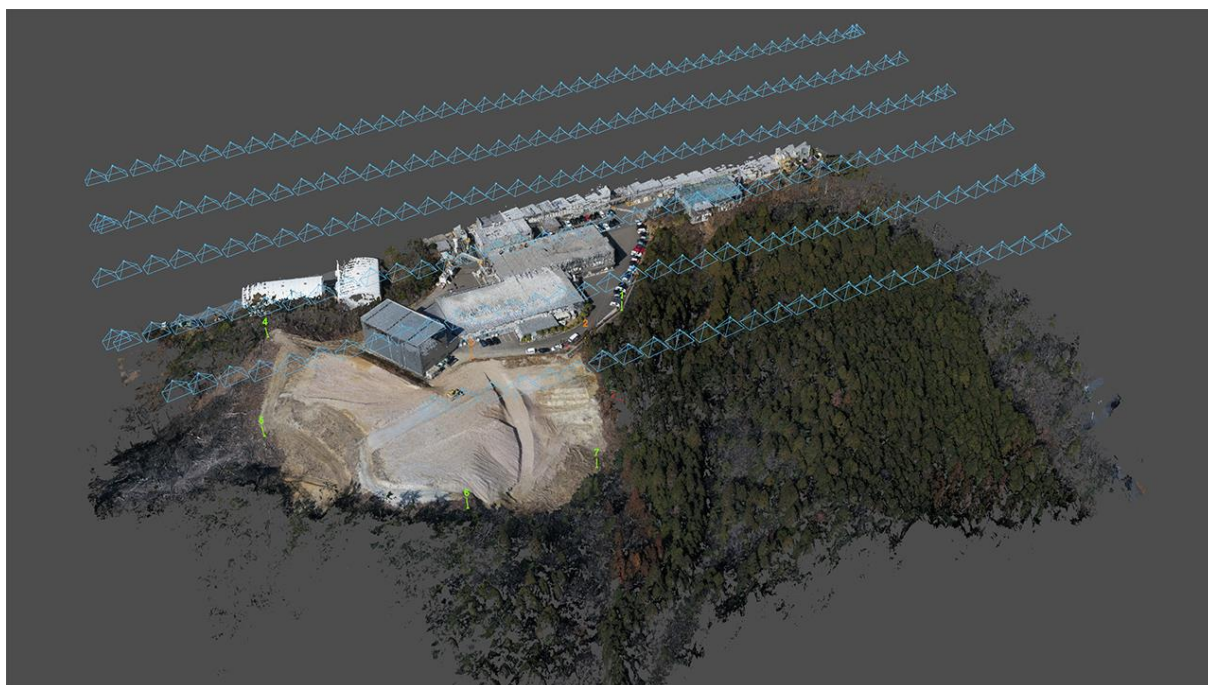


Slika 8 3D Survey sučelje(<https://3dsurvey.si/>)



Slika 7 Logo 3D Survey(<https://3dsurvey.si/>)

Karakteristike: Automatizirano letenje drona i prikupljanje slika - Kamere uživo tijekom misije - Parametri leta za svaku misiju - preklapanje prednje i bočne slike, kut kamere, visina leta (AGL), brzina leta - mogu se prilagoditi na temelju zahtjeva područja i projekta. Napredne postavke i opcije za zahtjevne misije : obrada oblaka točaka: sposobnost obrade i uređivanja velikih skupova 3D podataka o točkama prikupljenih metodama poput laserskog skeniranja ili fotogrametrije, površinsko modeliranje: mogućnost izrade detaljnih 3D modela istraživnog područja, uključujući digitalne modele terena i 3D karte, CAD i GIS integracija: mogućnost izvoza podataka u softvere za korištenje u arhitektonskom dizajnu ili upravljanju zemljišta, foto realistično iscrtavanje: mogućnost stvaranja foto realističnih slika promatranog područja i alati za mjerenje i analizu: mogućnost mjerenja udaljenosti, površina i volumena unutar 3D modela. Također je vrijedno napomenuti da se softver za 3D istraživanje može koristiti u kombinaciji s drugim softverom, kao što je GIS softver, za integraciju podataka prikupljenih tijekom 3D istraživanja s drugim izvorima podataka, kao što su satelitske slike, za sveobuhvatniju analizu i donošenje odluka.

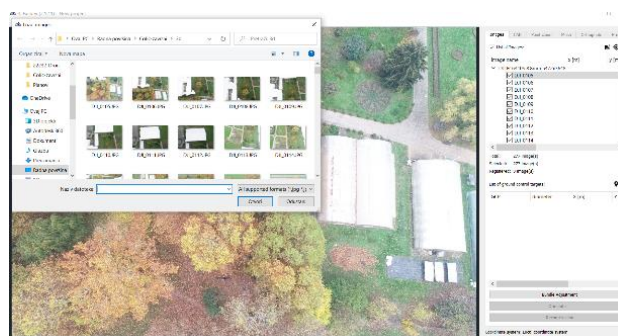


Slika 9 Telemetrija u 3D Survey-u(<https://tinyurl.com/mw2ezpvk>)

4. Praktični dio – Izrada 3D modela školskog vrta

4.1. Učitavanje fotografija

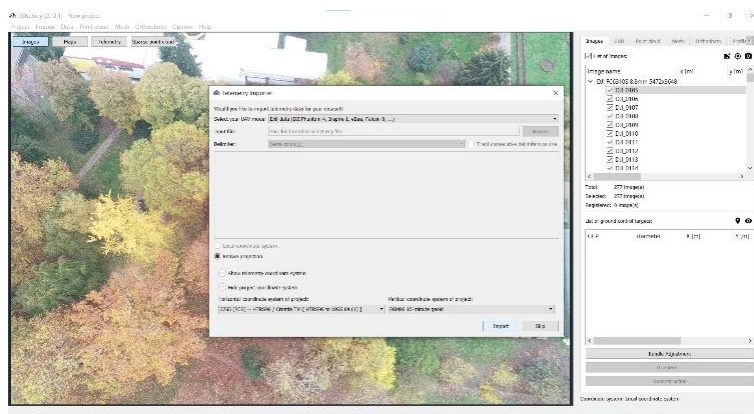
Radio sam 3D prikaz školskog vrta pomoću 3D Survey-ia i Phantom4 pro-a kojeg sam koristio pri snimanju. Pokrenuo sam 3Dsurvey, odabrao opciju Novi projekt i odabrao slike projekta u svojoj mapi. Kada su se slike učitale, iskočio mi je prozor uvoznika telemetrije.



Slika 10 Učitavanja slika

4.2. Telemetrija

Telemetrijski podaci su atributni podaci vaših slika. Ovi podaci uključuju informacije o dronu (ili kamere) u trenutku snimanja slika. Dodavanje telemetrijskih podataka u ovoj fazi znatno ubrzava proces podešavanja paketa/poravnavanja slike. Za DJI dron potrebno je koristiti .csv Exif datu za ubacivanje telemetrije. Također postoji i drugi format .csv .Poslije učitavanja telemetrije potrebno je odabrati koordinatni sustav koji ćemo koristiti. Za horizontalni koordinatni sustav potrebno je odabrati sustav u kojem želimo da nam se nalaze koordinate u našem slučaju koristili smo službeni državni koordinatni sustav HTRS96/TM. Za vertikalni koordinatni sustav odabrali smo EGM96 globalni 15-minutni geoid jer smo koristili dron bez RTK. Pojavio se prozor telemetrije, prikazujući uvezene podatke i njihovu transformaciju u koordinate projekta s njihovom točnošću.



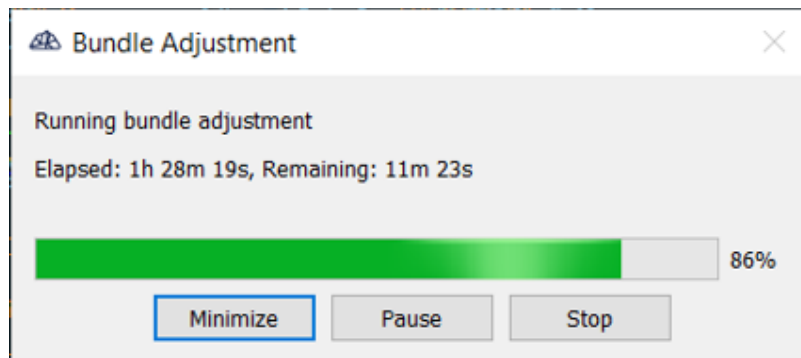
Slika 11 Učitavanje Telemetrije



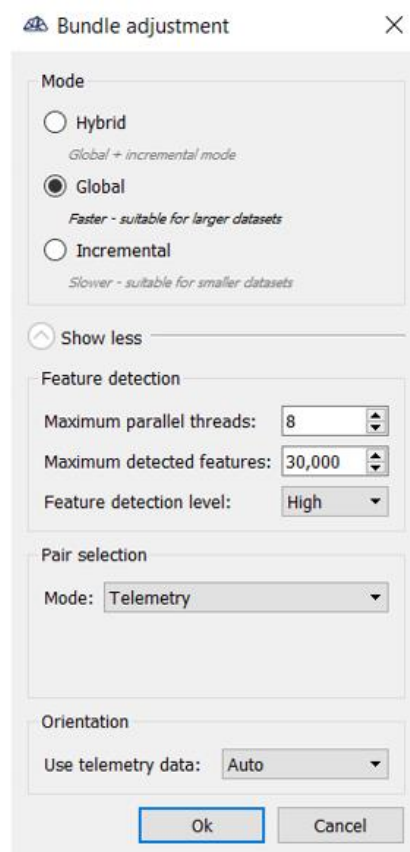
Slika 12 Telemetrija

4.3. Bundle Adjustment- Izjednačavanje zrakovnog snopa

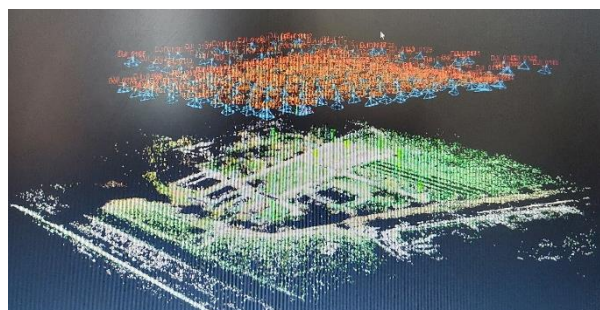
Prvo georeferenciranje položaja slika direktno iz telemetrije DJI Phantoma i izrada prvog, rijetkog oblaka točaka obavlja se tako da nakon učitane telemetrije kliknemo na Bundle Adjustment za procesuiranje podataka. Odabere se Bundle Adjustment za početak obrade podataka. Odabrao sam Globalni način prilagodbe i kliknuo OK za početak prilagodbe paketa. Vrijeme obrade je trajalo otprilike nekoliko sati što ovisi o broju slika, kvaliteti i specifikacijama procesora (broju jezgra).



Slika 13 Bundle Adjustment



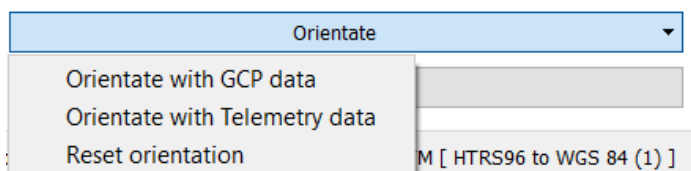
Slika 15 Postavke Bundle Adjustment-a



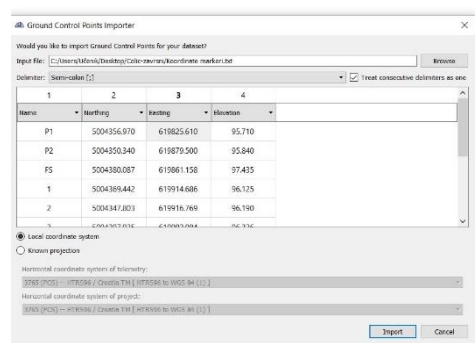
Slika 14 Finalni prikaz Point Cloud-a

4.4. Georeferenciranje pomoću GCN markera

Za geo-referenciranje projekta, nastavili smo s orijentacijom. U nastavku sam „kliknuo“ Orijentiraj s GCP-om i dodao moje točke (kontrolne točke) (*.txt) i kliknuo dalje. Zatim sam odabrao koordinatni sustav GCP-a i projektirao koordinatni sustav u kojem se izračunavaju rezultati i podaci su se transformirali.



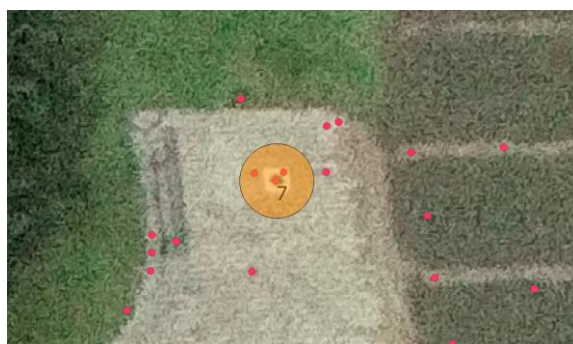
Slika 16 Orijentacija



Slika 17 Kontrolne točke

4.5. Lociranje svih GCP na slikama

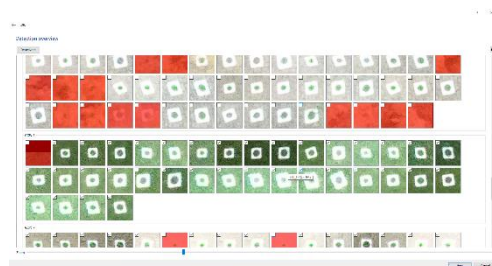
S lijeve strane „iskočit“ će nam prozor u kojem moramo kliknuti na Select image with GCP. Odabiranjem fotografije moguće je uvećati ili smanjiti fotografiju ovisno o potrebi. Za automatsku orijentaciju potrebno je ručno odabrati minimalno tri GCP markera.. Desnim klikom miša sam označavao točke(narančasta boja) i nakon označavanja sam definirao naziv svake točke. Nakon 3 kontrolne točke automatski se pronalaze ostale točke što mi je ubrzalo proces (zelena boja).



Slika 18 Kontrolna točka 7

4.6.Registracija snimka pomoću GCP- drugo Georeferenciranje

Nakon toga smo prešli na idući korak i nastavili centrirati snimke svake pojedinačne točke kojoj križ nije bio na centru. Za kraj orijentacije označene su ispravljene snimke točaka te je odabrano završi i spremio projekt.



Slika 19 Drugo Georeferenciranje

4.7.Rekonstrukcija

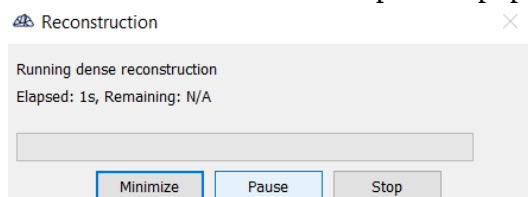
Kad smo završili s orijentacijom , sljedeći korak je rekonstrukcija gustog oblaka točaka

Pritisnuo sam OK za početak rekonstrukcije.

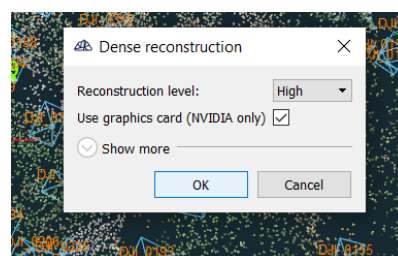
Za više informacija opisan je nastavak svakog parametra rekonstrukcije. Razina rekonstrukcije - postoje 4 razine rekonstrukcije:

-Nisko, Srednji, Visoko, Ekstremno.

Prema zadanim postavkama koristio sam Srednje, kada će glavni rezultat biti orto karta, i Visoko kada nas zanima 3D podatci poput volumena ili 3D karte.



Slika 21 Tijek Rekonstrukcije



Slika 20 Rekonstrukcija

4.8. Klasifikacija

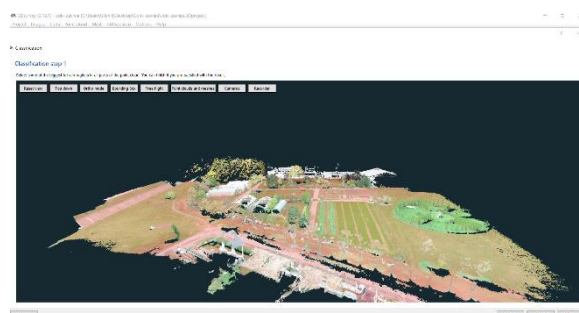
Nakon završetka rekonstrukcije, važno je prvo klasificirati točke na tlu. Kliknuo sam gumb Klasifikacija da bi klasificirao točke terena. U skočnom prozoru se može prilagoditi:

- nadmorska visina terena – najveća nagla promjena visine terena
- nagib terena – najveći kut između horizonta i nagiba u stupnjevima,
- minimalna visina – minimalna visina objekata koji se brišu,
- veličina DSM ćelije - veličina ćelije prethodno izračunatog DSM-a,
- faktor zaglađivanja – proporcionalan zaglađenosti klasiranog terena
- maksimalna veličina izravnavanja
- maksimalna veličina utjecajnog područja.

Koristišten je miš za pomicanje i povlačenje kako bi zumirao na željeno područje. Kliknuo sam lijevom tipkom miša na željeno područje kako bi ga odabrao. Odabrana područja pojavljuju se u boji. Ne moraju biti odabrana sva područja terena. Kliknuo sam dalje. Ako su odabrana sva željena područja, kliknite Završi. U suprotnom odaberite područje koje nedostaje i kliknite Dalje. Kliknuo sam Završi za dovršetak klasifikacije. A zatim sam stisnuo Delete other, da bi izbrisao oblak točaka koje nisu na terenu(drveće).



Slika 22 Kraj klasifikacije



Slika 23 Klasifikacija

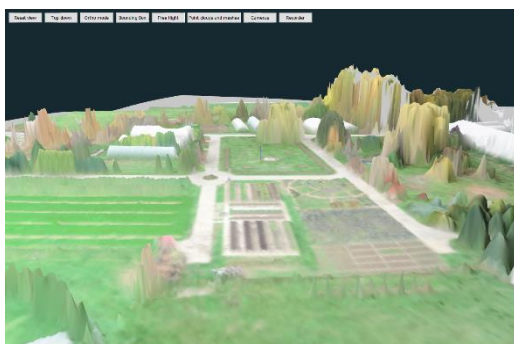
4.9. Mesh

3D mreža je strukturna konstrukcija 3D modela koja se sastoji od poligona. 3D mreže koriste referentne točke u X, Y i Z osi za definiranje oblika s visinom, širinom i dubinom. Odabrao sam s padajućeg popisa Mesh -> Izračunaj novo i postavite parametre.

Za izradu mesha zadani parametri su:

- Veličina ćelije mreže: 0,5 m
- Način punjenja rupa: Sve
- Veličina izgladivanja: 0 ćelija

Najniža ćelija rešetke koju treba postaviti iznosi 20 cm i daje najviše detalja.



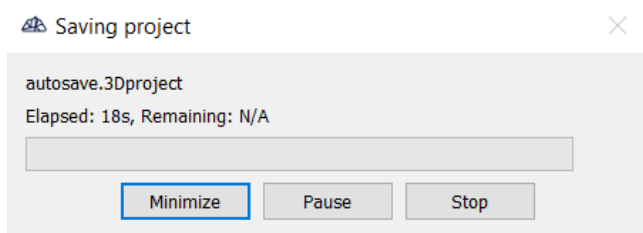
Slika 24 Prvi pokušaj mesha



Slika 25 Skočni izbornik mesha

4.10. Digitalni Ortofoto

Odabrao sam s padajućeg popisa Ortofoto -> Calculate new. Zatim sam postavio parametre u skočnom prozoru za izračun digitalnog ortofotoa. Prvo sam postavio željenu rezoluciju. Zadana najveća veličina pločice postavljena je na 20.000, što znači da će DOF biti podijeljen prelazi 20.000 piksela. Kad sam je postavio, kliknuo sam izračunaj. Nakon toga mi se projekt automatski spremio.



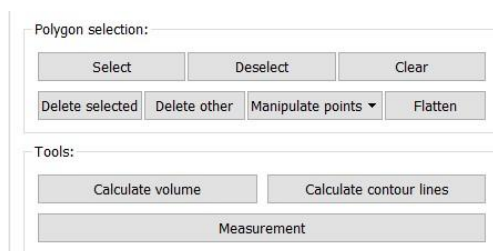
Slika 26 Automatsko spremanje



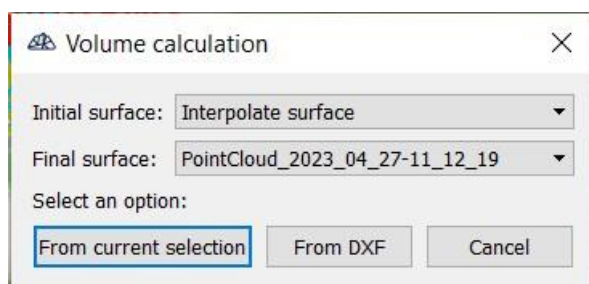
Slika 27 Ortofoto

4.11. Izračun volumena

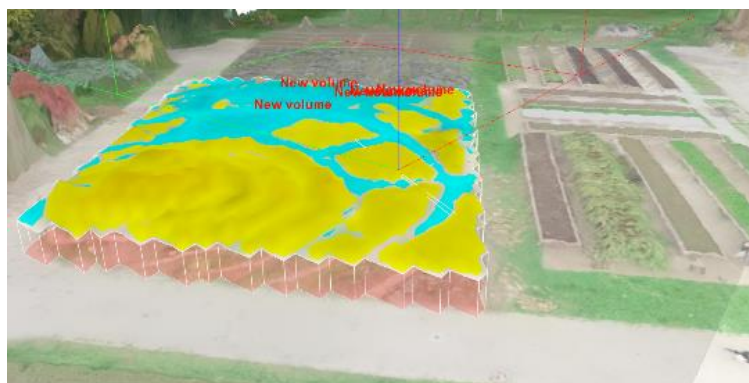
Izračunao sam volumen za jedno područje. Za izračun volumena na površini nacrtanoj Mesh funkcijom. kliknuo sam Izračunaj volumen. Nakon toga pojavljuje se prozor Volume Calculation. Kliknuo sam From current selection. I na kraju dobivam izračun.



Slika 28 Izračun volumena



Slika 29 Skočni izbornik volumena



Slika 30 Volumen spiralnog vrta

5. Zaključak

Fotogrametrijsko snimanje školskog vrta Srednje škole Matije Antuna Reljkovića dalo je izvanredne rezultate. Svaka točka na fotografiji snimljena je u tri dimenzije i dala nam je detaljne podatke o geografskoj širini, dužini i nadmorskoj visini. Ovi rezultati nude širok raspon mogućnosti za različite primjene. Fotogrametrija nam omogućuje da svemir doživimo realističnije i točnije, pružajući nam precizan prikaz Zemljine površine koji se može koristiti u istraživanju i svakodnevnom životu. Proučavanje fotogrametrije može biti i zabavno i poučno, pružajući nam priliku da svladamo brojne programe, kao što je i softver 3D Survey koji je jednostavan za korištenje, usto daje i izvrsne izlazne podatke visoke rezolucije. Oprema visoke kvalitete ključna je za točnu izvedbu fotogrametrijskih snimanja. Neadekvatna oprema rezultira lošom kvalitetom podataka i onemogućuje njihovu obradu ili korištenje u geodetske svrhe. Iako je tehnologija ključna za prikupljanje podataka, ljudsko znanje i iskustvo ostaju ključni za uspjeh fotogrametrije.

6. Literatura

1. <https://hrcak.srce.hr/file/196250> (4.5.2023. 8:27)
2. <https://hrcak.srce.hr/file/106569> (16.4.2023. 13:45)
3. <https://3dsurvey.si/> (3.4.2023.16:17)
4. <https://www.overfly.me/hr/rilievo-fotogrammetrico-drone/> (2.5.2023. 16:37)
5. https://www.researchgate.net/profile/MirkoBorisov/publication/328289455_Vizuelizacija_3D_modela_geopodataka_i_njihova_primena/links/5bc4a2fd92851c88fd6a7bfb/Vizuelizacija-3D-modela-geopodataka-i-njihova-primena.pdf (22.4.2023. 18:19)
6. <https://dgu.gov.hr/> (25.4.2023. 15:23)
7. <https://zzf.hr/karte/ortofoto-karte/> (21.4.2023. 19:41)
8. <https://www.dji.com/hr/phantom-4-pro> (7.5.2023. 16:18)

7. Popis slika

Slika 1 - Fotogrametrija

Slika 2 - Ortofoto karta

Slika 3 - Prikaz 3D modela reljefa

Slika 4 - Digitalni model reljefa

Slika 5 - Phantom 4 Pro Dron

Slika 6 - Phantom 4 Pro Dron

Slika 7 - Logo 3D Survey

Slika 8 - 3D Survey sučelje

Slika 9 - Telemetrija u 3D Survey-u

Slika 10 - Učitavanja slika

Slika 11 - Učitavanje Telemetrije

Slika 12 - Telemetrija

Slika 13 - Bundle Adjustment

Slika 14 - Finalni prikaz Point Cloud-a

Slika 15 - Postavke Bundle Adjustment-a

Slika 16 - Orijentacija

Slika 17 - Kontrolne točke

Slika 18 - Kontrolna točka 7

Slika 19 - Drugo Georeferenciranje

Slika 20 - Tijek Rekonstrukcije

Slika 21 - Rekonstrukcija

Slika 22 - Kraj klasifikacije

Slika 23 - Klasifikacija

Slika 24 - Prvi pokušaj mesha

Slika 25 - Skočni izbornik mesha

Slika 26 - Automatsko spremanje

Slika 27 - Ortofoto

Slika 28 - Izračun volumena

Slika 29 - Skočni izbornik volumena

Slika 30 - Volumen spiralnog vrta

8. Prilozi

Ortofoto školskog vrta



M 1:1000

Izradio: Luka Colić

EVIDENCIJSKI (KONZULTACIJSKI) LIST IZRADE ZAVRŠNOG RADA

Ime i prezime učenice: Luka Colić

Razred: 4.i

Školska godina: 2022./2023.

Program – zanimanje: Tehničar geodezije i geoinformatike

Mentor: Alen Junašević, mag. ing. geod.

Naziv završnog rada : Korištenje bespilotnih letjelica u geodeziji

Datum konzultacija	Sadržaj konzultacija (Bilješke o napredovanju)	Potpis mentora
3.10.	Objašnjena tema	Junašević Alen
10.10.	Obavljena terenska izmjera	Junašević Alen
10.4.	Izrada DMR-a završena	Junašević Alen
10.4.	Pregledan teorijski dio rada	Junašević Alen
17.5.	Odobrena radnja	Junašević Alen

PRIJEDLOG OCJENE ZAVRŠNOG RADA: Odličan (5)

Datum predaje rada: 17.5. 2023.
(mentor je prihvatio rad)

Potpis mentora: 

Ocjena pisanog rada: Odličan (5)

Datum obrane rada: _____

Ocjena obrane rada: _____

Konačna ocjena: _____

Povjerenstvo:

1. mentor: _____

2. profesor struke : _____

3. profesor struke: _____

Prostor za izdvojeno mišljenje ili komentar