

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet informatike u Puli



**Matija Hamer**

**UPORABA LIDAR TEHNOLOGIJE ZA SKENIRANJE OBALE I  
ANALIZU PROMJENA STANIŠTA ZAŠTIĆENE VRSTE KAMOTOČCA  
(*Pholas dactylus*) UZ KORIŠTENJE PROGRAMA CLOUDCOMPARE**

Projektni rad

**JMBAG: 0246075353, redoviti student**  
**Studijski smjer: Informatika**  
**Kolegij: Razvoj IT Rješenja**  
**Mentor: doc. dr. sc. Nikola Tanković**  
**Komentor: prof. dr. sc. Bojan Hamer**

Rovinj, srpanj 2024.

## Sadržaj:

1. UVOD.....	1
1.1. Zaštićena vrsta školjkaša - kamotočac <i>Pholas dactylus</i> .....	1
1.2. Tehnologija LiDAR na iPhoneu .....	4
1.3. Metodologija skeniranja obale .....	4
2. Kamotočac ( <i>Pholas dactylus</i> ) .....	4
3. 3d Scanner App.....	6
4. Program CloudCompare.....	8
5. Računalo.....	8
6. Rezultati .....	9
6.1. Početno stanje (11.11.2023.).....	9
6.2. Završno stanje (30.5.2024.) .....	10
6.3. Provjera mjernih jedinica iPhone i Cloud Compare programa .....	11
6.4. Određivanje nanesenog materijala .....	12
7. Zaključak.....	15
8. Literatura .....	16

## 1. UVOD

Suvremene tehnologije omogućuju precizno mapiranje i modeliranje površina, a s novijim verzijama iPhone uređajima, takve mogućnosti postale su dostupne i široj javnosti. U ovom projektu smo istražili mogućnost Lidar funkcije mobilnog uređaja iPhone (ver. Pro 12 – 15) za 3D skeniranje obale te analizu promjena staništa zaštićene vrste kamotočca (*Pholas dactylus*) kroz vrijeme koristeći program CloudCompare.

### 1.1. Zaštićena vrsta školjkaša - kamotočac *Pholas dactylus*

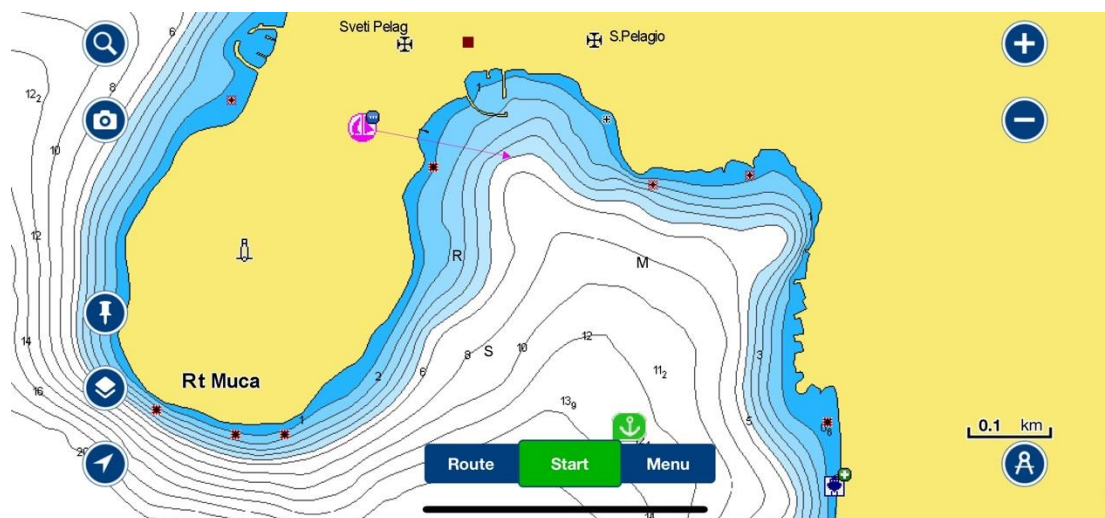
U sklopu aktivnosti sufinancirane od strane INA Zeleni pojas 2022. godine postavljen je informativni pano u maloj luci Specijalne bolnice za ortopediju i rehabilitaciju "Martin Horvat" u svrhu informiranje javnosti i posjetitelja o lokaciji zaštićene i ugrožene vrste školjkaša kamotočca (*Pholas dactylus*) (**Slika 1-3**). Projekt obilježavanja i zaštite lokalnog staništa je pokrenula Talijanska srednja škola Rovinj-Rovigno u suradnji sa Strukovnom školom Eugen Kumičić Rovinj, Javnom ustanovom Natura Histrica Istarske županije, gradom Rovinom i Centrom za istraživanje mora Instituta Ruđer Bošković (Zeleni pojas INA 2023)



**Slika 1.** Javno predstavljanje informativnog panoa u maloj luci Specijalne bolnice za ortopediju i rehabilitaciju "Martin Horvat" u svrhu informiranje javnosti i posjetitelja o lokaciji zaštićene i ugrožene vrste školjkaša kamotočca (*Pholas dactylus*) dana 26.06.2023.



**Slika 2.** Vanjski izgled ljušture i žive jedinke kamotočca.



**Slika 3.** Karta rovinjskog priobalja s označenom lokacijom staništa zaštićene vrste kamotočca *Pholas dactylus* u zoni plime i oseka u maloj lučici specijalne ortopedske bolnice Martin Horvat, Rovinj.

Zbog neposredne blizine marine i turističkih plaža koje se nadohranjuju riječnim šljunkom, ova jedinstvena lokacija s staništem zaštićene vrste školjkaša biva svake godine tijekom jakih valova za vrijeme oluja zatrpana materijalom s susjednih plaža. Tijekom jedne organizirane akcija uklanjanja nanesenog materijala, pojavila se ideja da pokušamo 3D mapirati stanište i kvantificirati volumen nanesenog materijala u svrhu utvrđivanja ugroženosti i predlaganja mjera daljnje zaštite kamotočca na ovoj lokaciji. (**Slika 3**).





**Slika 4.** Uklanjanje nanesenog materijala na lokaciju staništa zaštićene vrste kamotočca tijekom 2022. godine.

## 1.2. Tehnologija LiDAR na iPhoneu

LiDAR (engl. *Light Detection and Ranging*) senzor na iPhoneu koristi laserske impulse za mjerenje udaljenosti do objekata i stvaranje trodimenzionalnih (3D) modela (**Slika 5**). Ovaj senzor, ugrađen u modele kao što su iPhone 12 Pro i noviji, omogućuje visoku preciznost u mapiranju okoliša. LiDAR na ovom Apple mobilnom uređaju radi u kombinaciji s ugrađenom kamerom i naprednim algoritmima za obradu podataka, pružajući detaljne i približno točne modele objekte i površina.



**Slika 5.** Prikaz LiDAR senzora na iPhoneu i vizualizacija snimanja senzora.

## 1.3. Metodologija skeniranja obale

1. Priprema: Odabir lokacije i granica područja na obali koja će se skenirati i definiranje točnih koordinata za ponovljena mjerenja. Posebna pažnja se posvećuje području staništa kamotočca u zoni plime i oseke.
2. Skeniranje: Korištenje aplikacije koja podržava LiDAR skeniranje na iPhoneu (npr. 3D Scanner App, Polycam) za stvaranje 3D modela obale.
3. Prijenos podataka: Eksportiranje skeniranih podataka u kompatibilan format za daljnju obradu (npr. .ply, .obj, .xyz).

## 2. Kamotočac (*Pholas dactylus*)

Kamotočac *Pholas dactylus* Linnaeus, 1758 (red Myoida, porodica Pholadidae), školjkaš je koji se ubušuje u podlogu. Ljušture su tanke i krhke, približno eliptičnog oblika, s kljunovitim prednjim krajem. Izvana su tamno bijele ili sive boje, a periostracum žućkast i često bezbojan (**Slika 6**). Naraste do 10-12 cm. Izdužene ljušture su otvorene u trbušnom dijelu, prekrivene strijama rasta i zubima; ova hrapavost zadržava sitne čestice supstrata koje im daju boju morskog dna. Tijelo životinje izvana pokazuje samo dva sifona kojima filtrira morsku vodu. Sifoni su spojeni i najmanje jedan do dva puta duži od školjke,



bijele do svijetle boje bjelokosti. Kamotočac ima fosforescentna svojstva, izlučuje svjetleću sluz (luciferin) te obrisi životinje svijetle zeleno-plavim svjetlom u mraku. Vrsta je rasprostranjena u Sredozemlju i istočnom Atlantiku. Naseljava mediolitoral i plitki sublitoral, a može se naći na i dubinama do 35 m. Obitava u širokom rasponu supstrata, uključujući razne meke stijene poput pješčenjaka, gline, treseta i vrlo rijetko u potopljenom drvu. Živi u kanalima dubokim od 40 do 50 cm (**Slika 6**).



**Slika 6.** Crtež mehaničkog bušenja kamotočca u glinenoj podlozi (lijevo) i fotografija sifona kamotočca koji vire iz podloge prekrivene sitnim šljunkom (desno).

Kamotočac *P. dactylus* je nekada bio rasprostranjen duž istočne i zapadne jadranske obale. Recentno se populacija ove vrste neprestano smanjuje uslijed antropogenog pritiska: izlov radi upotrebe za ljudsku prehranu, korištenja u svrhu ribarskih mamca, intervencija u priobalju i zagađenja okoliša. Pritisak je toliki da ga IUCN uvrstio na popis ranjivih vrsta. Kamotočac je također zaštićen Bernskom Konvencijom (1979) i Barcelonskom Konvencijom za Sredozemno more (1995). Kamotočac kao i daleko poznatiji prstac *Lythophaga lithophaga* (Lynnaeus, 1758) su visoko cijenjene delicije i jedini način da se izvade iz bušotina je potpuno uništavanje stijene, podloge, odnosno obale u koje su ubušeni. Kamotočac kao i prstac su zakonom zaštićene vrste školjkaša u RH. Zakonom o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19) vrste su zaštićene u kategoriji strogo zaštićenih divljih vrsta.

Uz obale grada Rovinja Kamotočac je pronađen samo u maloj luci Specijalne bolnice za ortopediju i rehabilitaciju "Martin Horvat" u zoni plime i oseke (intertidal) s kompaktnom crvenom glinovitom podlogom (**Slika 3**). Zadnjih je nekoliko godina zabilježeno konstantno smanjenje staništa s glinovitom površinom zbog suspendiranih čestica te nanosa pijeska i šljunka s lokalne plaže, koji su se taložili u cul de sac lučice, iznad postojeće populacije kamotočca. S obzirom na ugroženost, ograničenu lokalnu rasprostranjenost i stalno smanjenje staništa jedine preostale kolonije kamotočca (**Slika 7**).



**Slika 7.** Obale male luke s staništem zaštićene vrste kamotočca

„Prisutnost kamotočca *Pholas dactylus* u obalnom području Rovinja“ bio je uz edukaciju učenika, informirati i senzibilizirati lokalnu zajednicu, očuvati i proširiti stanište mehaničkim uklanjanjem materijala (šljunka), kako bi se povećala raspoloživa glinena podloga za prihvatač ličinki kamotočca novih generacija.

### **3. 3d Scanner App**

Pretragom dostupnih alata za 3D skeniranje malih objekata-predmeta, uvidio sam da moj mobitel iPhone 15 pro (Apple corp., USA) zadovoljava uvjete postavljenog zadatka. U Appstore trgovini dostupno je više programa koji koriste LiDAR senzor za više-manje uspješno 3D skeniranje predmeta, objekata i površina srednje do velike veličine.

Proučavanjem recenzija i dostupne literature, izabrao sam aplikaciju 3d Scanner App. (<https://apps.apple.com/hr/app/3d-scanner-app/id1419913995>) (**Slika 8**).



Open the Mac App Store to buy and download apps.



### 3d Scanner App™ <sup>4+</sup>

LIDAR Scan in 3d

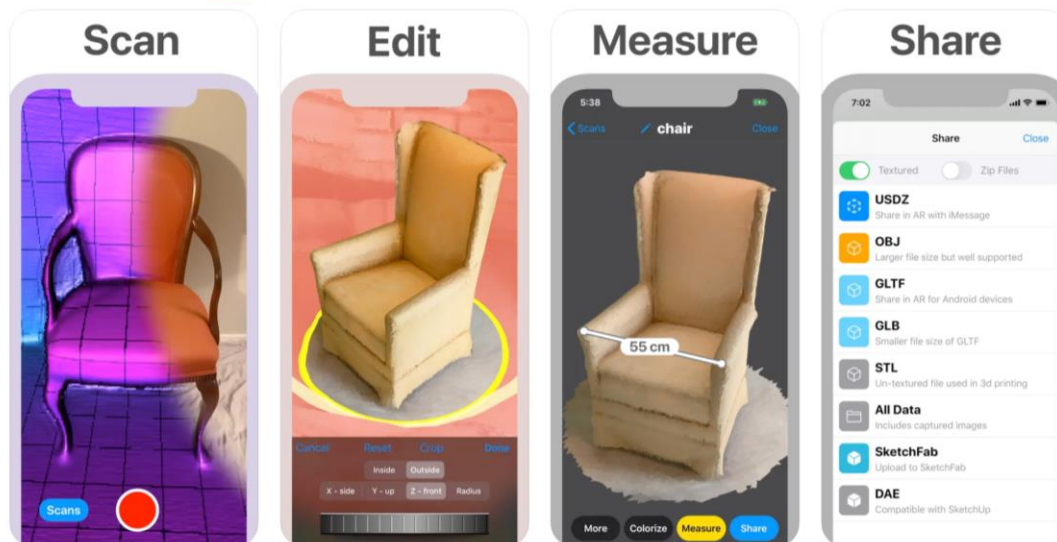
Laan Labs

★★★★★ 4.8 • 26 Ratings

Free

[View in Mac App Store ↗](#)

Screenshots [Mac](#) [iPhone](#) [iPad](#)



**Slika 8.** 3d Scanner App™ aplikacija.

3D Scanner App™ je aplikacija razvijena za iOS uređaje koja može koristiti LiDAR tehnologiju za stvaranje trodimenzionalnih (3D) modela objekata i prostora, omogućujući korisnicima skeniranje i mapiranje okoline s visokom preciznošću.

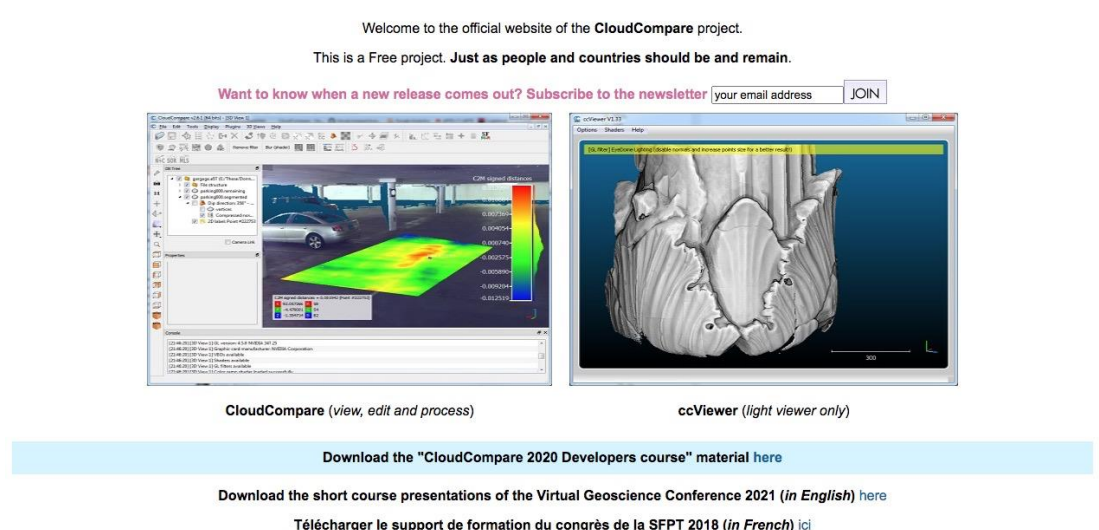
Aplikacija uključuje dizajn s jednostavnim i intuitivnim korisničkim sučeljem, što olakšava korištenje čak i korisnicima koji nisu stručnjaci za tehnologiju. Korisnici mogu lako upravljati procesom skeniranja, pregledavati, uređivati i izvoziti modele.

Izvoziti 3D modele je moguće u različitim formatima kao što su .ply, .obj, .stl, .xyz, i drugi. Što je korisno za daljnju obradu i analizu podataka u specijaliziranim softverima poput CloudCompare.

U svoje svrhe sam izvezio skenirane scene u point cloud obliku, srednje gustoće i formata XYZ sa bojom. Zbog dobrog omjera kvalitete, preciznosti i performansa.

## 4. Program CloudCompare

Za analizu i 3D usporedbu obale i staništa kamotočca, kao i procjenu ugroženosti zbog nanosa i utvrđivanje razlika, odnosno prikazivanje predjela i količine nanosa koristio sam besplatan (GNU/GPL licenca) program CloudCompare za Windows operativni sustav (**Slika 9**).



**Slika 9.** Službena web stranica Projekta CloudCompare koji omogućava usporedbu različitih 3D objekata (<https://www.cloudcompare.org/>).

Nakon učitavanja .xyz datoteka u aplikaciju, skenirane lokacije staništa kamotočca (11.11.2023 i 30.5.2024) su pripremljene za usporedbu:

- Izrezivanjem viška plohe-područja izvan lučice i potopljenog djela obale,
- Postavljanjem broja točaka,
- Uključivanjem parametara,
- Sama usporedba i
- Završni prikaz razlike nanosa materijala,
- Izračun nanesenog materijala obzirom na početno stanje.

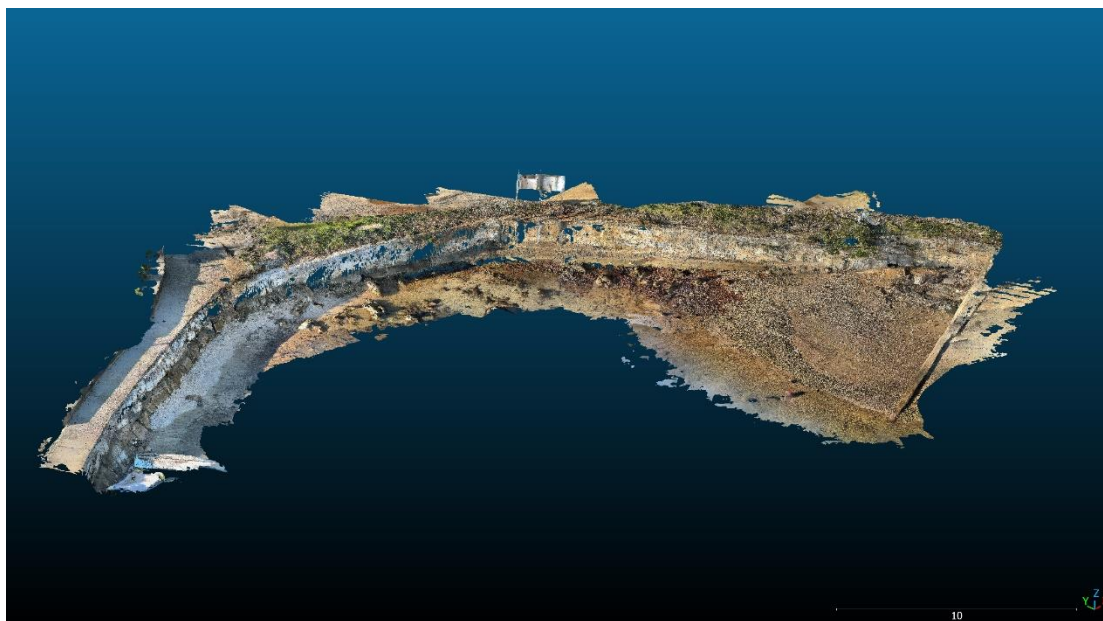
## 5. Računalo

Za obradu je korišteno poslovno računalo sa i7 procesorom (Intel), 32 gigabajta ram memorije, GTX 760 (Nvidia) grafičkom karticom i Windows 11 (Microsoft) operacijskim sustavom.

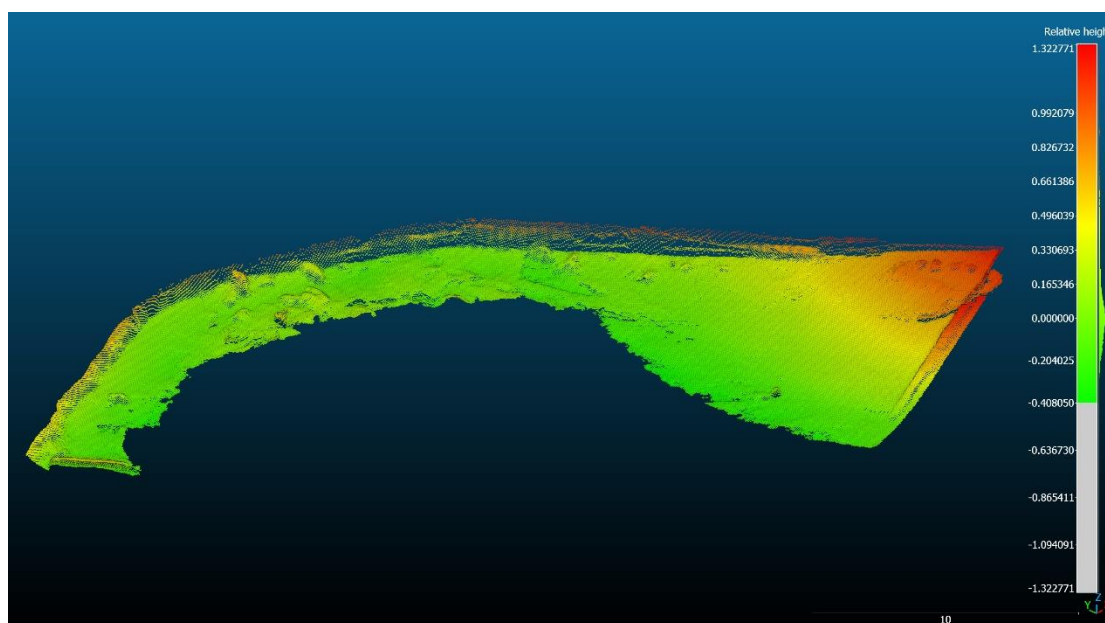
## 6. Rezultati

U svrhu određivanja nanosa materijala s susjedne plaže na istraživano područje staništa zaštićene vrste kamotočca, odrađeno je 3D skeniranje obale početnog (11.11.2023.) (**Slika 10 i 11**) i završnog stanja obale (30.5.2024.) (**Slika 12 i 13**) tijekom oseke i povoljnih uvjeta (sunčano vrijeme, bez valova i vjetra).

### 6.1. Početno stanje (11.11.2023.)



**Slika 10.** 3D skenirana (iPhone) obala tijekom oseke i povoljnih vremenskih uvjeta dana 11.11.2023. (početno stanje).



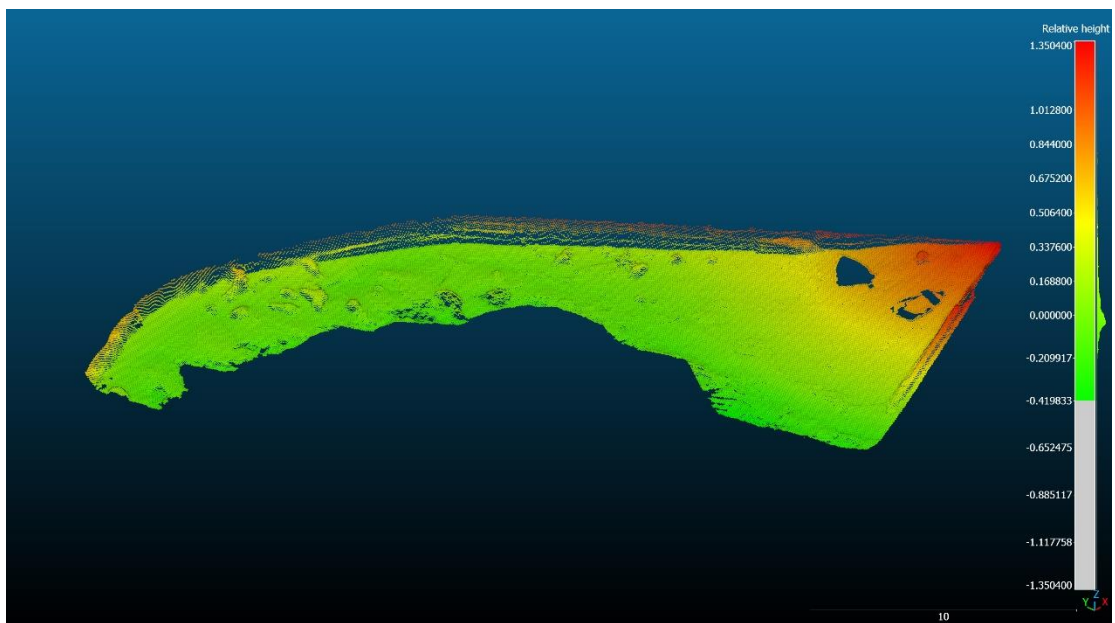
**Slika 11.** Prikaz 3D skenirane obale (Cloud compare) u odnosu pa zamišljenu horizontalnu plohu 11.11.2023. (početno stanje).



## 6.2. Završno stanje (30.5.2024.)



**Slika 12.** 3D skenirana obala tijekom oseke i povoljnih vremenskih uvjeta dana 30.5.2024. (završno stanje).



**Slika 13.** Prikaz 3D skenirane obala u odnosu pa zamišljenu horizontalnu plohu 30.5.2024. (početno stanje).

### 6.3. Provjera mjernih jedinica iPhone i Cloud Compare programa

Provjera i usporedba jedinica mjerenja 3d Scan App (Lidar iPhone) i Cloud Compare programa napravljena je označavanjem iste površine pomoću tri točke u aplikaciji za iPhone (npr. 20,5 x 12,3 x 20,7 m = 120,9 m<sup>2</sup>) i PC-u (20,40 x 20,72 x 12,37 m = 121,33 m<sup>2</sup>) (**Slika 14**).

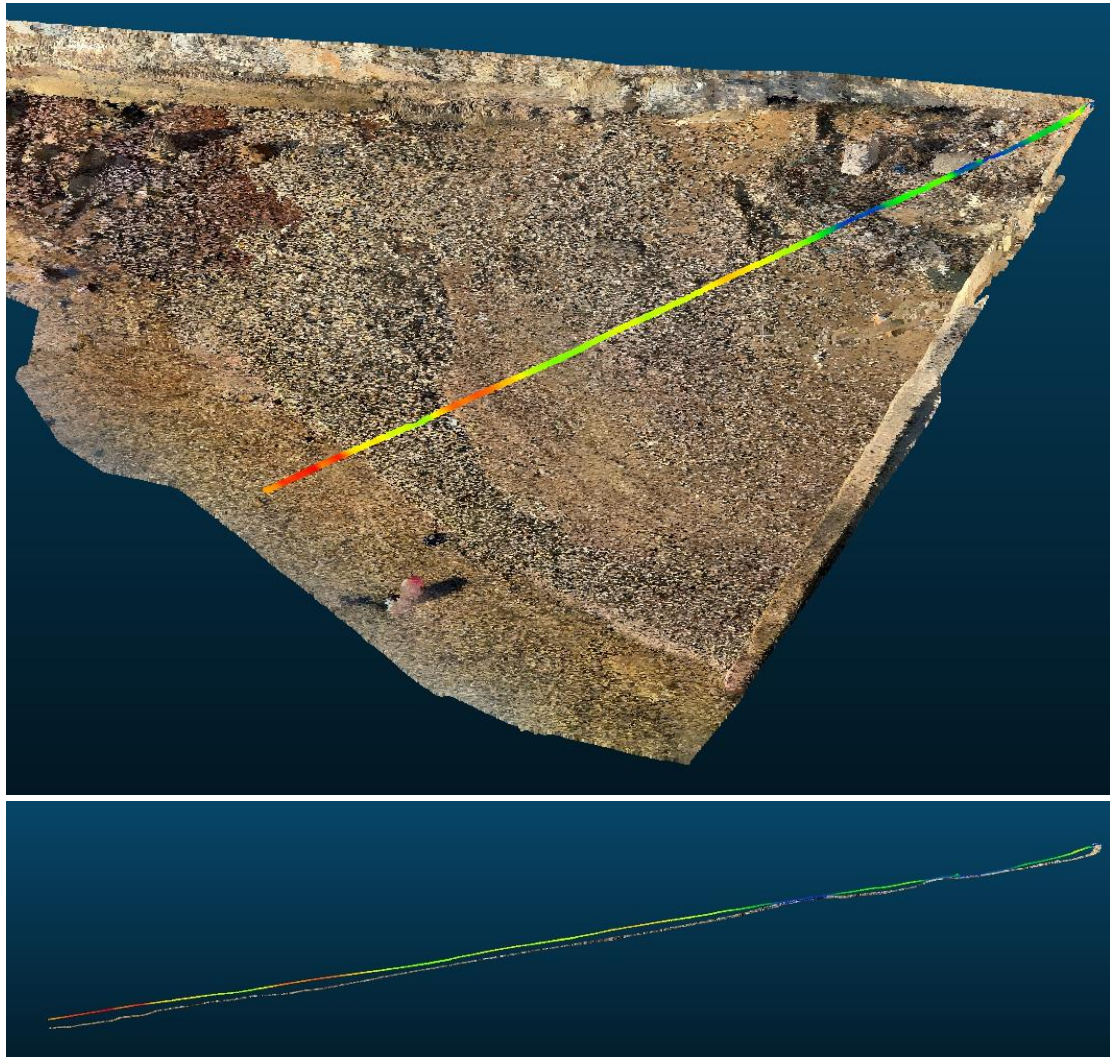


**Slika 14.** Usporedba jedinica (udaljenosti i površine) prikaza aplikacije 3d Scan App i Cloud compare programa.

Utvrđeno je da jedinice dobivene nakon Cloud compare (PC) analize razlike visne nanosa i volumena šljunka odgovaraju stvarnim jedinicama izmjerenim *in situ* 1:1 (cm, m, cm<sup>2</sup>, m<sup>2</sup>, odnosno cm<sup>3</sup>, m<sup>3</sup>). Mala razlika u površini 120,9 m<sup>2</sup> vs 121,33 m<sup>2</sup> je rezultat ručnog-vizualnog označavanja mjernih točki.

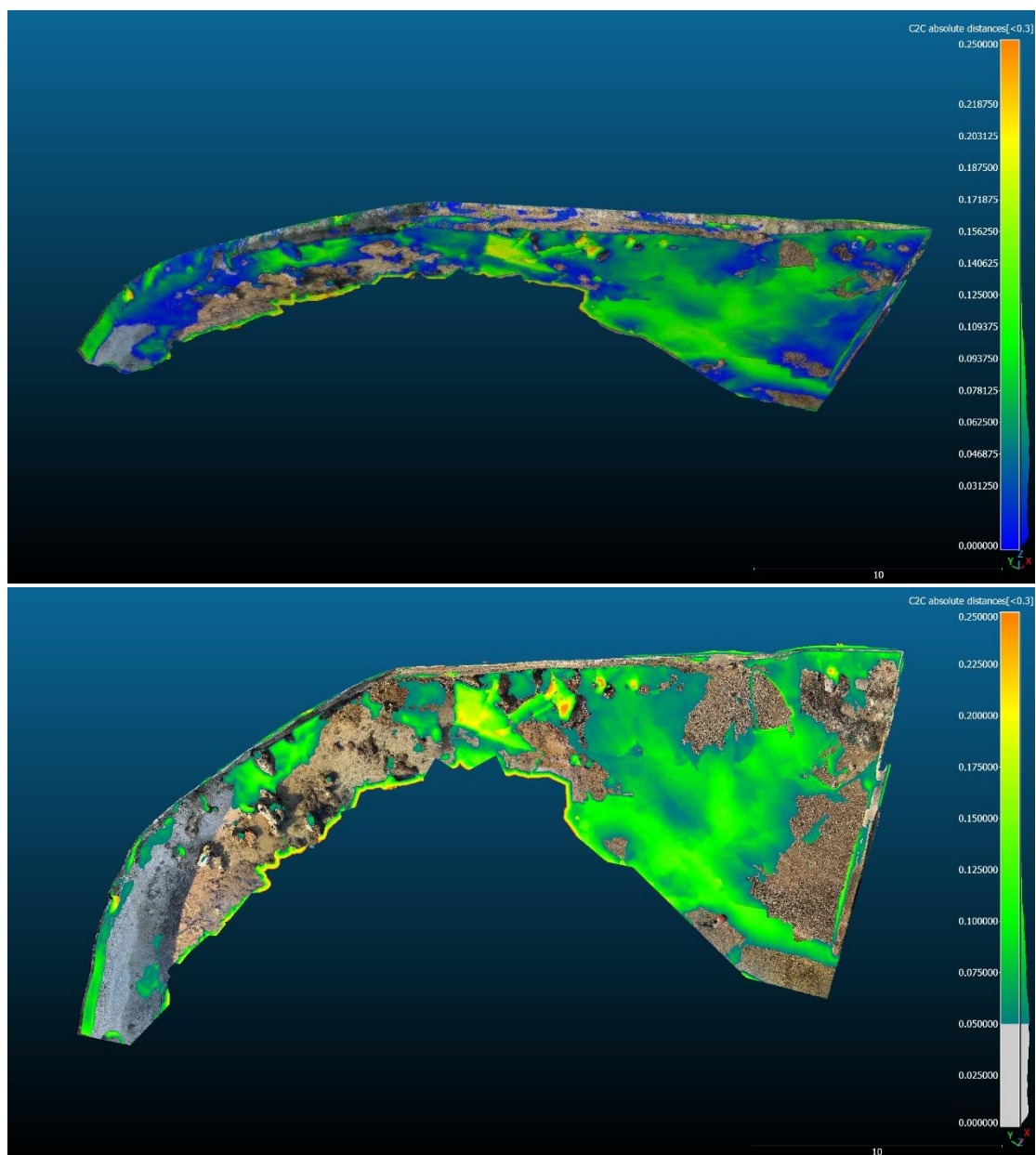
#### 6.4. Određivanje nanesenog materijala

Usporedbom početnog stanja (3D oblika) istraživanog područja i završnog stanja (11.11.2023. vs 30.5.2024.) utvrđena je razlika u volumenu na odabranom transektu – profilu (**Slika 15**) i ukupnoj površini obalnog djela male lučice (**Slika 16**).



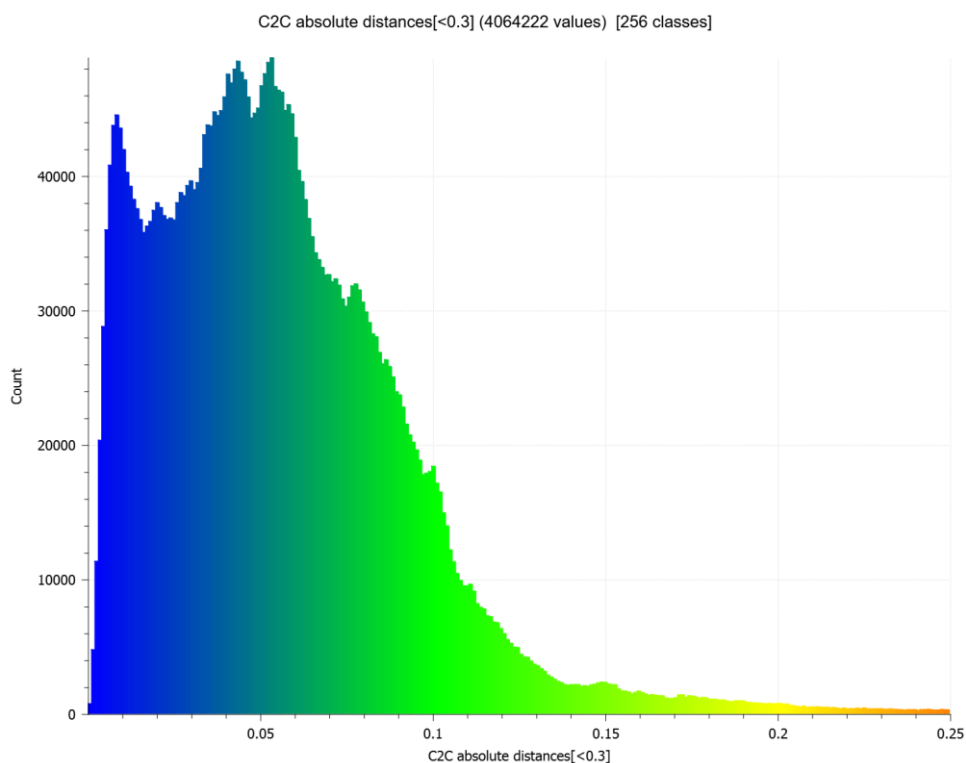
**Slika 15.** Utvrđene promjene na području staništa kamotočca (11.11.2023. vs 30.5.2024.) odabranog profila duljine 13,0 m.





**Slika 16.** Utvrđene promjene na istraživanom području staništa kamotočca (11.11.2023. vs 30.5.2024.) s prikazom razlika: slika gore 0 – 25 cm; slika dolje 5 - 25 cm.

3D analiza obale je omogućila identifikaciju područja (**Slika 16**) na kojima se nanosen materijal značajnije nakuplja (zeleno – narančasto obojeno područje).



**Slika 17.** Histogram razlike volumena uspoređenih površina početnog i završnog stanja obale s utvrđenom maksimalnom razlikom visine od <0,3 m.

Cloud compare analizom uspoređenih površina i volumena početnog i završnog stanja obale (**Slika 16 i 17**) utvrđena je razlika, pozitivni nanos materijala s područjima maksimalne visine od <0,3 m i ukupnim volumenom 4063 222 cm<sup>3</sup> odnosno ca 4,06 m<sup>3</sup>.

## 7. Zaključak

Upotreba LIDAR tehnologije pomoću iPhone uređaja (iPhone >12) i odabrane aplikacije (3d scanner App) za *in situ* mjerenja i skeniranje 3d oblika obale predstavlja zadovoljavajuću metodologiju za praćenje promjena u okolišu.

Cloud compare analiza uspoređenog početnog (11.11.2023.) i završnog (30.05.2024.) stanja obale staništa kamotočca u maloj lučici pokazala je razliku, tj. pozitivni nanos materijala s susjedne plaže, maksimalne visine od <0,3 m i ukupnim volumenom ca 4,06 m<sup>3</sup>.

Korištenjem programa CloudCompare za analizu 3d podataka moguće je dobiti detaljan uvid u dinamiku obalnog područja i identificirati ključne promjene koje mogu utjecati na stanište zaštićene vrste kamotočca (*Pholas dactylus*).



## 8. Literatura

Apple Inc. - iPhone Technical Specifications. (<https://www.apple.com/iphone-15-pro/specs/>) (pristupljeno dana 20.07.2024.)

CloudCompare - 3D point cloud and mesh processing software. (<https://www.danielgm.net/cc/>) (pristupljeno dana 20.07.2024.)

Rutkowski, W.; Lipecki, T. 2023. Use of the iPhone 13 Pro LiDAR Scanner for Inspection and Measurement in the Mineshaft Sinking Process. Remote Sens. 15,5089. <https://doi.org/10.3390/rs15215089>

Wikipedia <https://en.wikipedia.org/wiki/Pholas> (pristupljeno dana 20.07.2024.)

World Register of Marine Species (WORMS) <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=138343> (pristupljeno dana 20.07.2024.)

<https://zelenipojas.ina.hr/prisutnost-kamotocca-pholas-dactylus-u-obalnom-podrucju-rovinja/> (pristupljeno dana 20.07.2024.)

<https://www.istra.hr/hr/dozivljaji/zelena-istra/zivotinjski-svijet/zasticeni-skoljkasi-istarskog-podmorja?chapter=4> (pristupljeno dana 20.07.2024.)

