

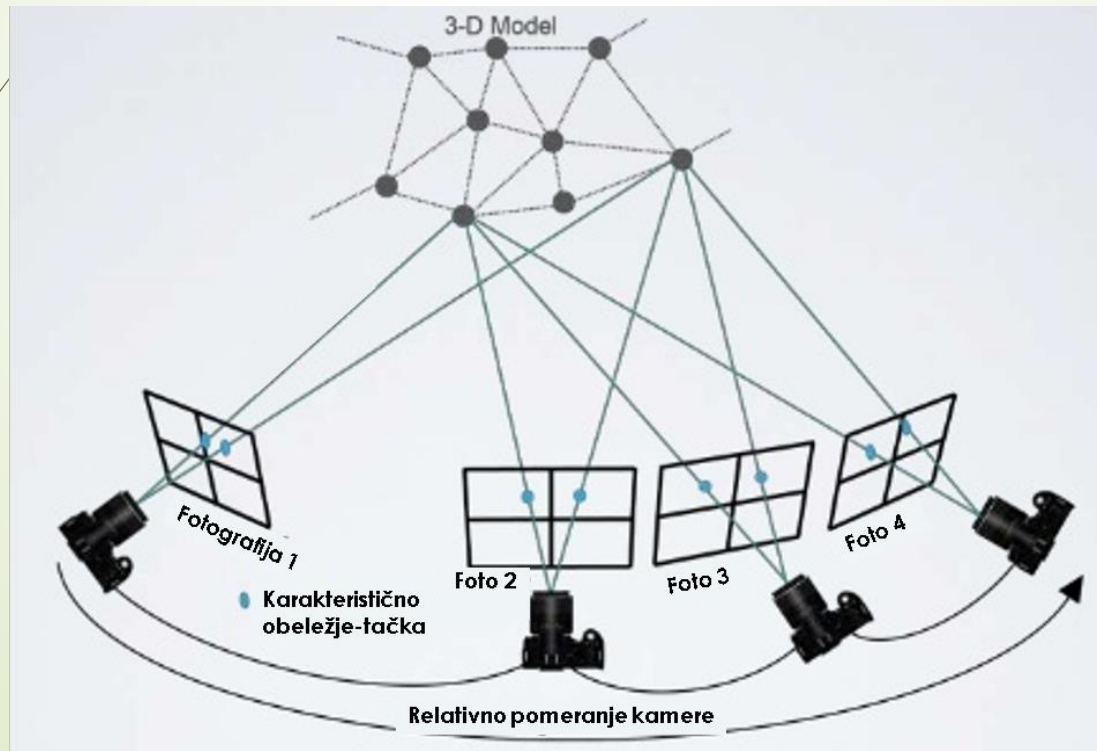
Fotogrametrija

-Vežbe- III



Osnovni princip fotogrametrijske rekonstrukcije

Za rekonstrukciju trodimenzionalnog objekta nije dovoljna samo jedna fotografija, već su potrebne najmanje dve fotografije snimljene sa dve različite pozicije, pod uslovom da se na fotografijama vidi karakteristično obeležje-tačka.

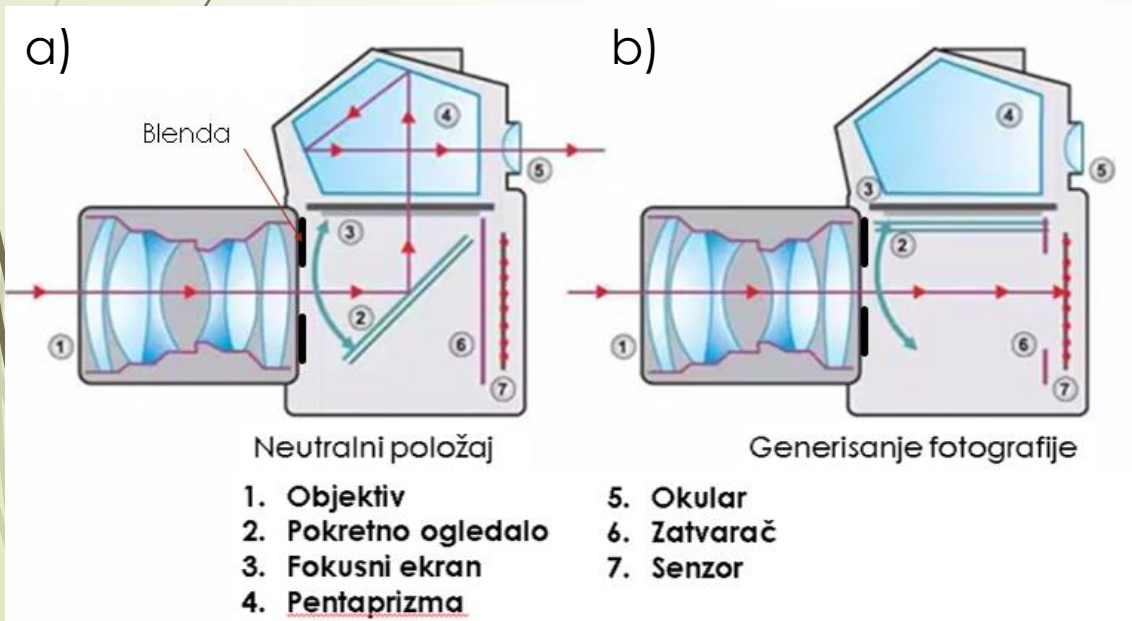


Osnovni delovi digitalne kamere

Digitalna kamera je složen uređaj za generisanje digitalnih fotografija.

Princip rada digitalne kamere je sledeći:

Kamera u položaju a) Svetlosni zrak prolazi kroz sistem sočiva (objektiv) 1, odbija se od pokretnog ogledala 2 i preko fokusnog ekrana 3 ulazi u pentaprizmu 4 i izlazi kroz okular 5. Na ovaj način operater vidi scenu koja će se fotografisati. U trenutku nastanka fotografije b) pokretno ogledalo 2 se podiže na gore, zatim dolazi do otvaranja zatvarača 6 i eksponiranja senzora 7 svetlosnim zracima.



U zavisnosti od intenziteta i talasne dužine svetlosti, senzor generiše napon na svakom elementarnom delu „pikselu“ stvarajući digitalni zapis koji se reprezentuje kao digitalna fotografija.

Podešavanje digitalne kamere

Kod podešavanja digitalne kamere potrebno je uskladiti tri međusobno povezana elementa kamere i udaljenosti kamere do objekta:

- ▶ Otvor blende (F broj)
- ▶ Brzinu zatvarača
- ▶ ISO osetljivost

Blenda je otvor koji može da menja svoj prečnik, ali kada se jednom podesi ostaje konstantan. Blenda definiše koliko će svetlosti koja prolazi kroz objektiv stići do senzora. Otvor blende obeležava se F brojem. Što je F broj veći otvor blende je manji i obrnuto, takođe otvor blende utiče na veličinu dubinske oštine. Sa većim F brojem (manjim otvorom) postiže se veća dubinska oština i obrnuto.

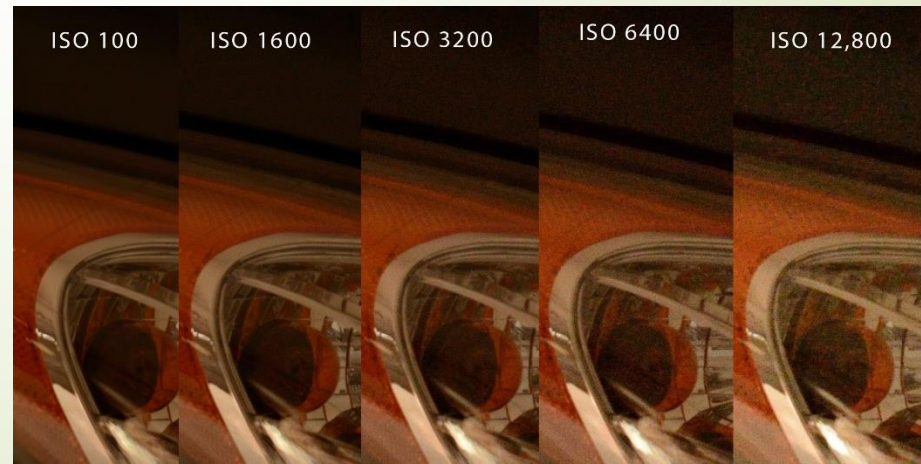


Podešavanje digitalne kamere

- **Brzina zatvarača** definiše koliko dugo će senzor biti izložen svetlosti koja je prošla kroz objektiv i blendu. Ako se podesi velika vrednost izlaganja senzora svetlosti „spori zatvarač“ (zatvarač ostaje dugo otvoren) i ukoliko dođe do relativnog pomeranja kamere u odnosu na scenu fotografija koja će se snimiti biće zamučena. Takođe sa veoma kratkom vremenom izlaganja senzora svetlosti „brzi zatvarač“ moguće je snimiti veoma kvalitetno pokretne objekte.
- **ISO osetljivost** je standardizovana vrednost čijim se podešavanjem određuje osvetljenost fotografija. ISO osetljivost predstavlja osetljivost senzora na svetlost. Uz istu brzinu zatvarača i otvor blende, ali s povećanom ISO osetljivošću, dobija se svetlija fotografija i obrnuto. Povećanjem ISO osetljivosti dolazi do jedne neželjene prapratne pojave, a to je nastanak elektronskog šuma koji narušava kvalitet fotografije.

1/300

1/15



Osnovne smernice za fotografisanje objekta

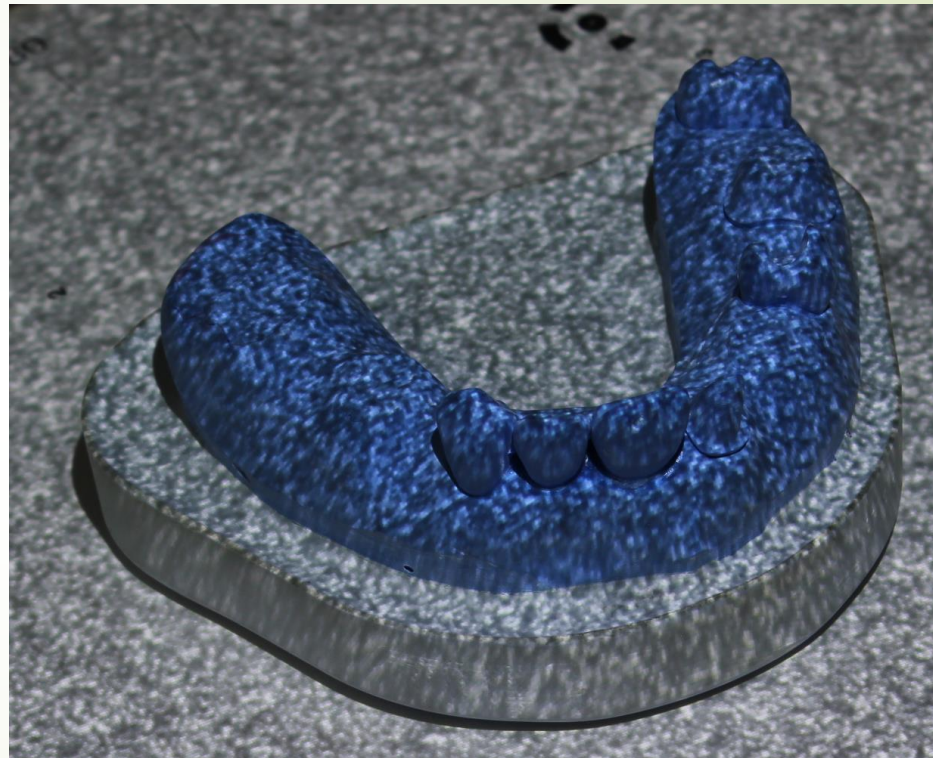
- Za akviziciju digitalnih fotografija treba koristiti digitalnu kameru (fotoaparat) sa optimalno visokom rezolucijom 5Mpix i više.
- Zbog značajnog uticaja refleksije na rezultate 3D digitalizacije treba izbegavati objekte glatke površine.
- Objekti koji nemaju izraženu vizuelnu teksturu (stohastička tekstura) nisu pogodni za 3D digitalizaciju blisko-predmetnom fotogrametrijom.



Primeri teksture



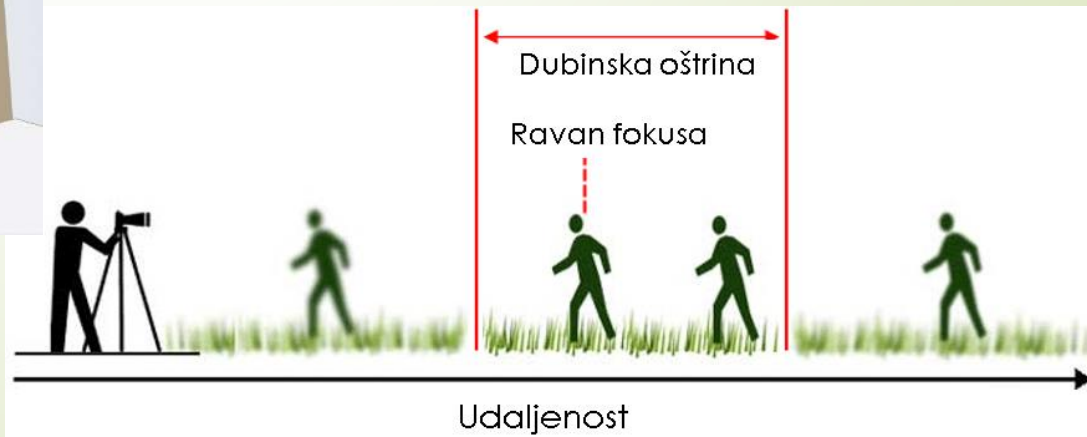
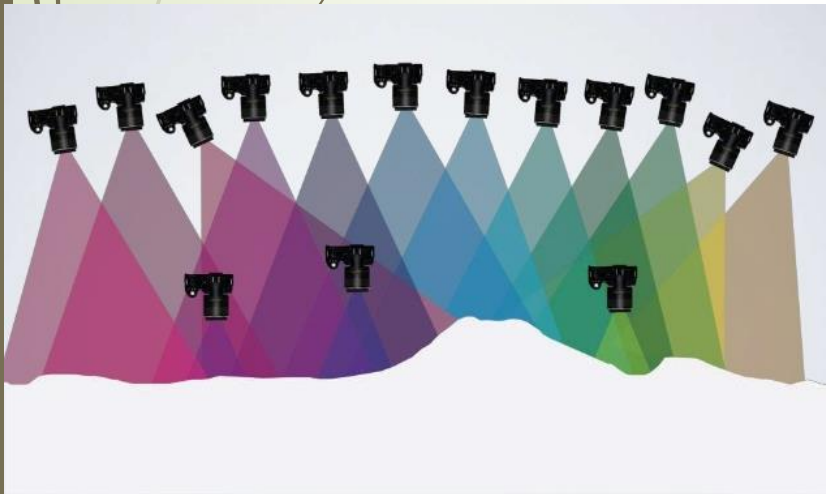
Nepoželjna tekstura
(nedostatak vizuelne
teksture)



Poželjna tekstura (smanjena
refleksija, stohastička vizuelna
tekstura)

Osnovne smernice za fotografisanje objekta

- Treba načiniti fotografije objekta sa što više preklapanja.
- Objekte složene geometrije fotografisati iz više različitih položaja kako bi se smanjio uticaj samozaklonjenosti uzrokovan složenom geometrijom.
- Kod snimanja „na otvorenom“ izbegavati trenutke kada je objekat direktno izložen sunčevim zracima.
- Objekat 3D digitalizacije mora da se nalazi u polju dubinske oštine.



Strategije akvizicije fotografija objekta 3D digitalizacije

- ▶ Od izuzetnog značaja kod 3D digitalizacije blisko-predmetnom fotogrametrijom je izabrati odgovarajuću strategiju akvizicije fotografija objekta 3D digitalizacije.
- ▶ Kod fotogrametrijskih strategija razlikuju se **pet strategija** za akviziciju fotografija:
 - ▶ **1. Foto kabine**

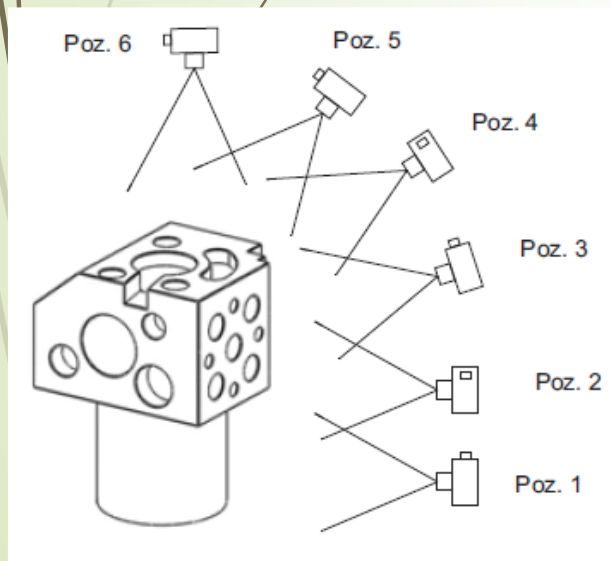
Služe za fotogrametrijsku 3D digitalizaciju pokretnih objekata. Veliki broj kamera je cilindrično ili sferično raspoređene oko objekta 3D digitalizacije. Kamere su nepomične i sinhronizovane tako da se u jednom istom trenutku vremena snimi ceo set fotografija. Najčešće imaju difuziono osvetljenje i predstavljaju odlično rešenje kod 3D digitalizacije ljudi.



Strategije akvizicije fotografija objekta 3D digitalizacije

► 2. Pokretna kamera

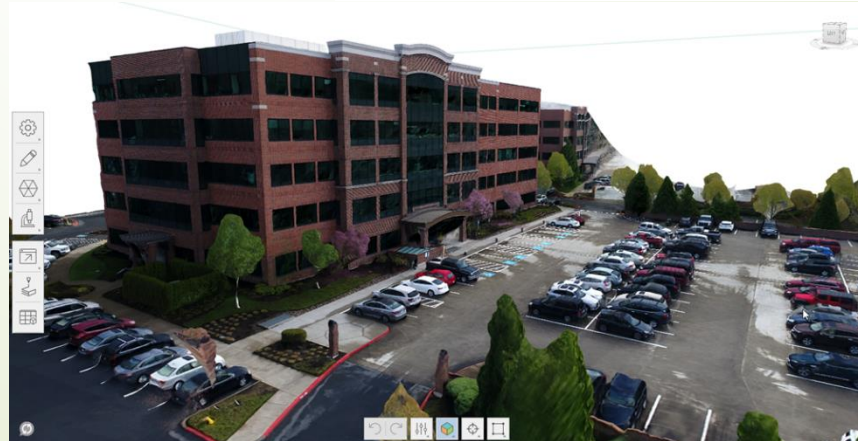
Ova strategija je najčešće u upotrebi kod akvizicije fotografija. Objekat je nepomičan dok se kamera kreće oko njega. Fotografije objekta mogu se snimiti sa potpuno nasumičnih pozicija, ali sa ciljem održavanja konstantne udaljenosti od objekta i ostvarivanjem neophodnog preklapanja fotografija. Ako je objekat složene geometrije sa mnogo detalja, potrebno je snimati fotografije u manjim inkrementima i pokriti sve dostupne površine.



Strategije akvizicije fotografija objekta 3D digitalizacije

► 3. Leteća kamera

Ova strategija je slična kao i strategija pokretne kamere. U ovom slučaju kameru nosi letelica, danas se najčešće koristi dron. Ova strategija se primenjuje kod 3D digitalizacije terena ili velikih objekta kao što su kuće, zgrade itd.



Strategije akvizicije fotografija objekta 3D digitalizacije

► 4. Nepomična kamera i obrtni sto

Za izvođenje ove strategije neophodno je imati automatizovani obrtni sto. Objekat postavljen na obrtni sto se inkrementalno pomera tokom snimanja fotografija. Kod ove strategije neophodno je koristiti potpuno monotonu pozadinu kako se ne bi detektovale nepokretne neželjene tačke u pozadini. Sa ovom strategijom moguće je postići veoma visoku tačnost 3D modela, zbog akvizicije fotografija u kontrolisanim uslovima.



Strategije akvizicije fotografija objekta 3D digitalizacije

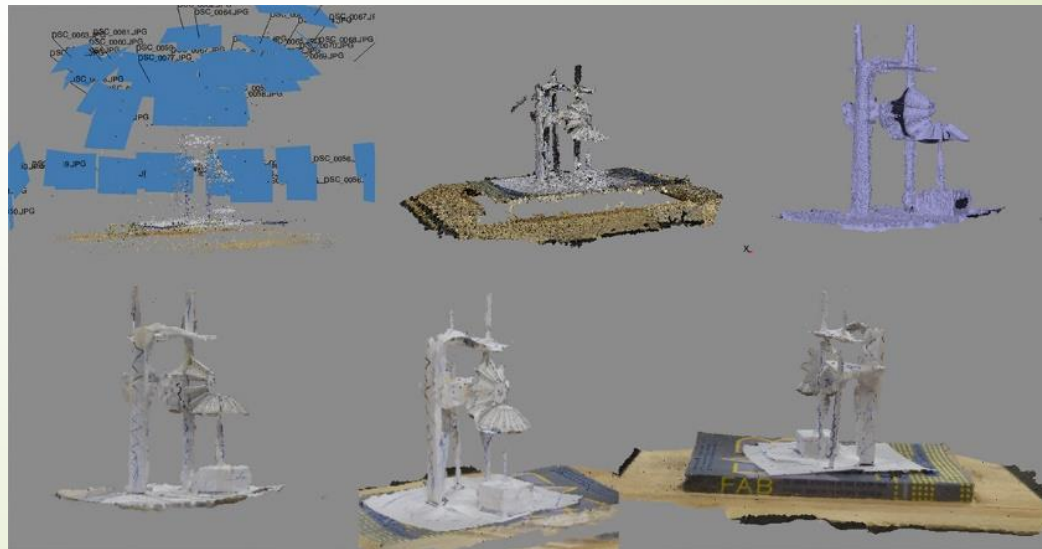
➤ 5. Nepomična kamera i ručno pomeran objekat

Kod ove strategije neophodno je koristiti potpuno monotonu pozadinu i difuziono osvetljenje kako se ne bi detektovale nepokretne neželjene tačke u pozadini. Obično se digitalizuju manji objekti koji su lako pokretljivi. Fotografije se snimaju nasumično tako da se postigne potreban nivo preklapanja.



Strategije akvizicije fotografija objekta 3D digitalizacije

- Strategija akvizicije fotografija objekta 3D digitalizacije zavisi od:
 - Gabaritnih dimenzija objekta
 - Pokretljivosti objekta
 - Stepena geometrijske složenosti
 - Tipa objekta: zapreminski – podjednako izražene sve tri dimenzije ili fasadni – dominantno izražene samo dve dimenzije npr. reljef, zid.



Fotogrametrija

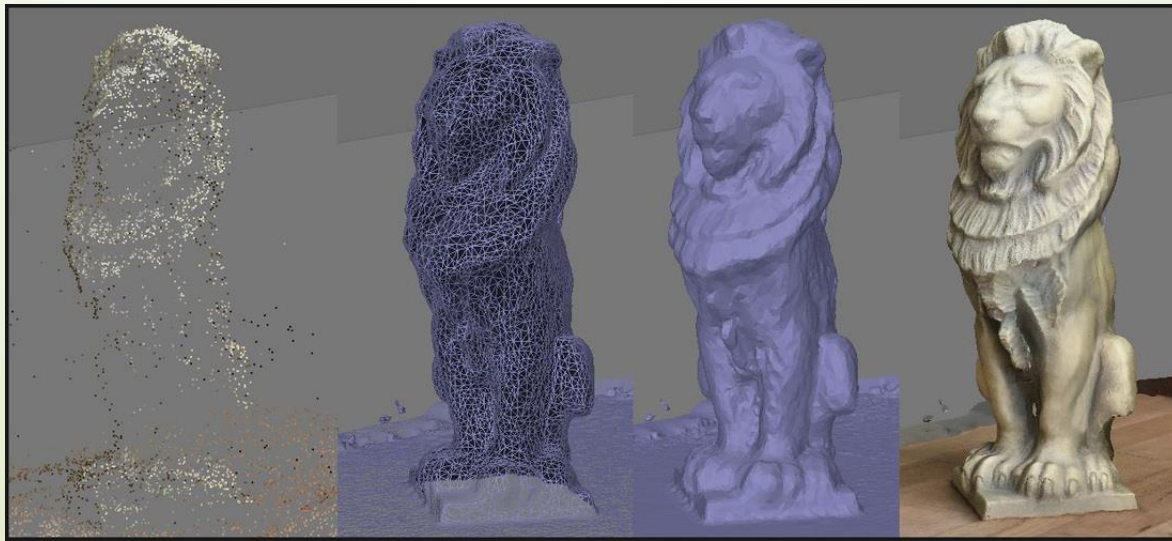
Softverska obrada



Obrada fotografija u Agisoft Metashape

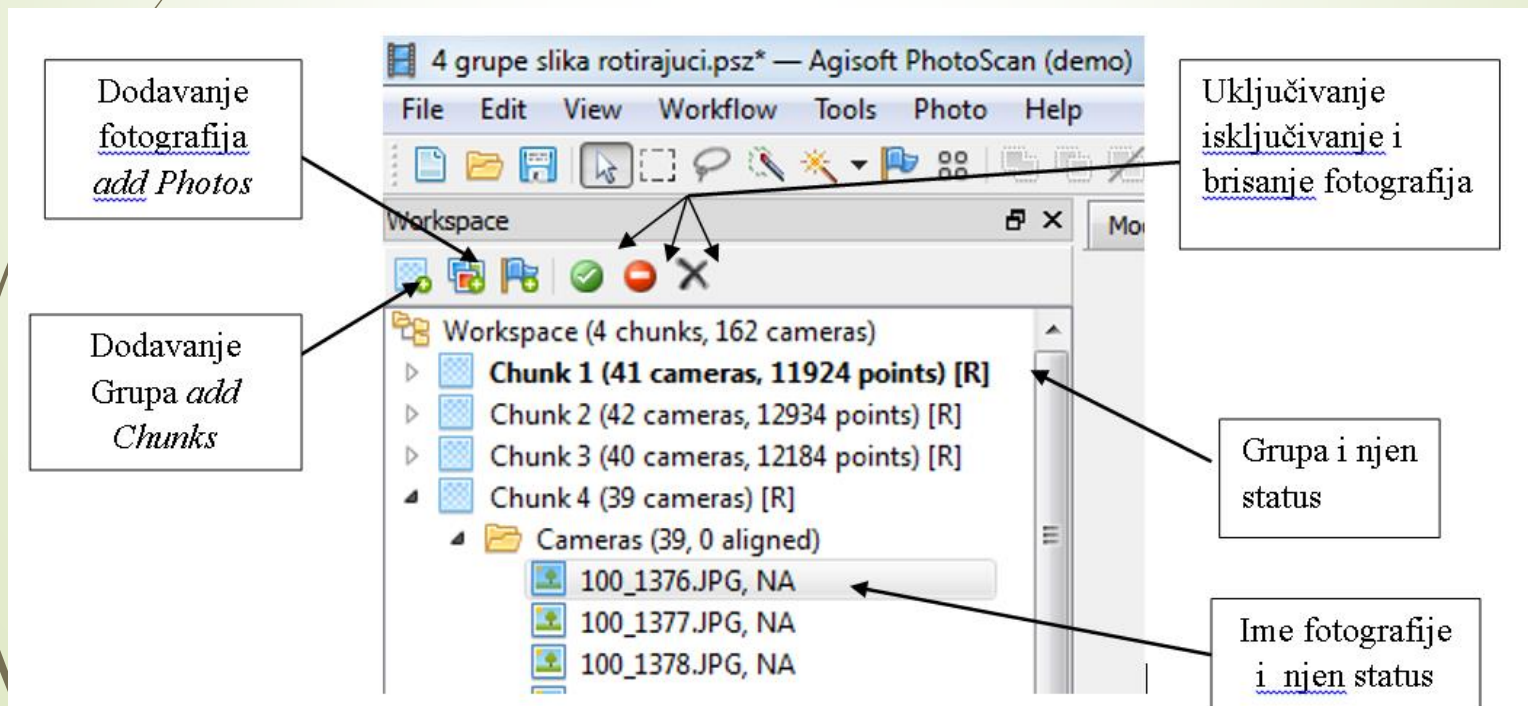
Obrada fotografija u Agisoft Metashape softveru se sastoji iz nekoliko koraka:

- Učitavanje fotografija
- Odstranjivanje pozadine – kreiranje maski
- Poravnavanje fotografija na osnovu pronađenih zajedničkih obeležja-tačaka
- Kreiranje oblaka tačaka visoke rezolucije
- Kreiranje površinskog 3D modela
- Uspostavljanje razmere
- Opciono - kreiranje teksture



Obrada fotografija u Agisoft Metashape

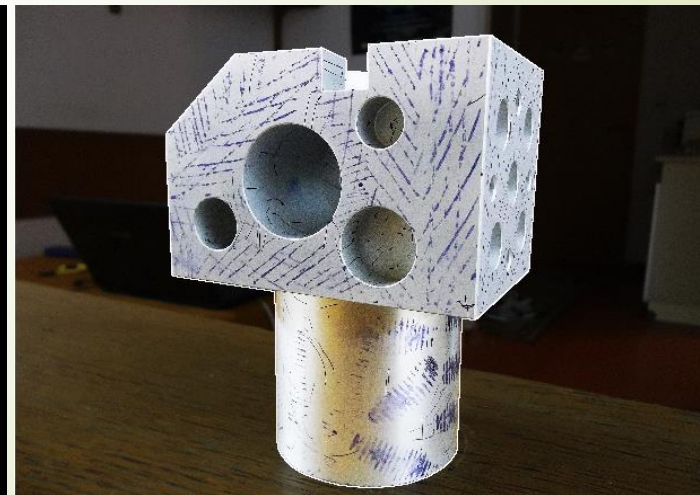
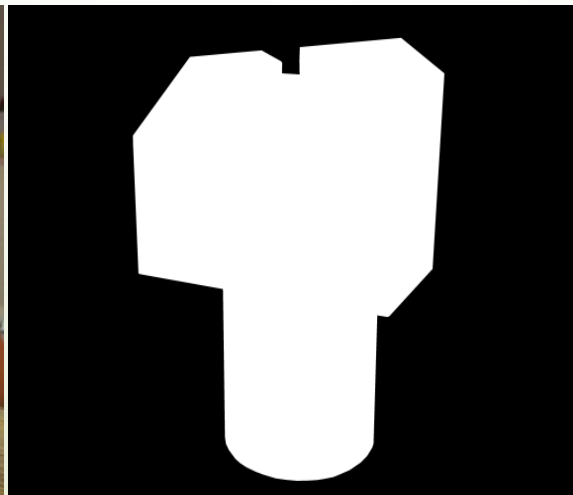
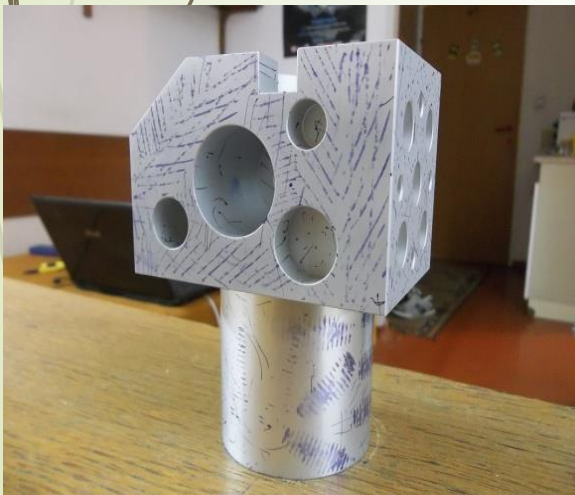
- **1. Učitavanje fotografija je prvi korak nakon pokretanja softvera.** Fotografije se mogu učitati u jednoj ili više grupa (**Chunk**)i tako obrađivati . Pored naziva fotografija je ekstenzija-format (jpg, tif, png, bmp, ppm) u kojoj se nalazi fotografija. U produžetku oznake formata mogu da stoje još dve oznake. Te oznake se odnose na kalibrisanje i poravnavanje fotografija. Ako fotografija nije kalibrisana, odnosno poravnata, stajaće pored nje oznake **NC – not calibrated; NA – not aligned**.



Obrada fotografija u Agisoft Metashape

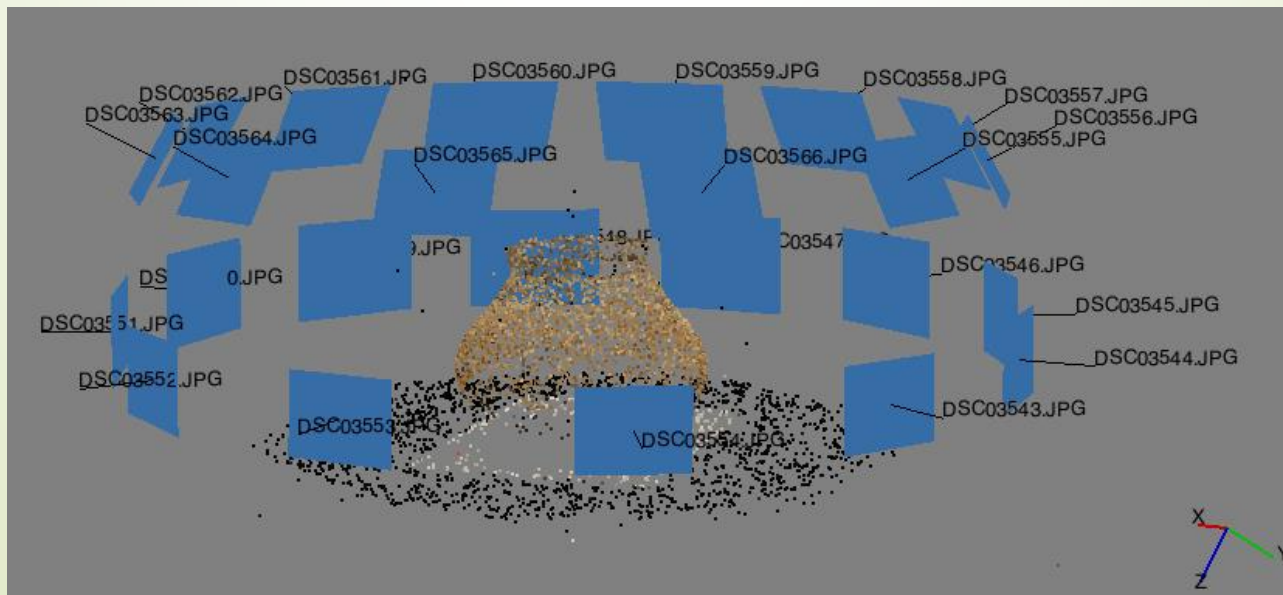
➤ 2. Kreiranje maski

- Maske služe za izolovanje objekta od pozadine kako ne bi došlo do pogrešne rekonstrukcije. Pomoću njih smanjuje oblast pretraživanja zajedničkih karakterističnih obeležja-tačaka i samim tim smanjuje se složenost i vreme procesiranja fotografija.
- Maske je neophodno kreirati kada se primenjuje strategija sa nepomičnom kamerom i obrtnim stolom i nepomičnom kamerom i ručno pomeranim objektom.
- Maske se mogu kreirati i drugim softverima za obradu slike i naknadno uvestu Agisoft Photoscan.



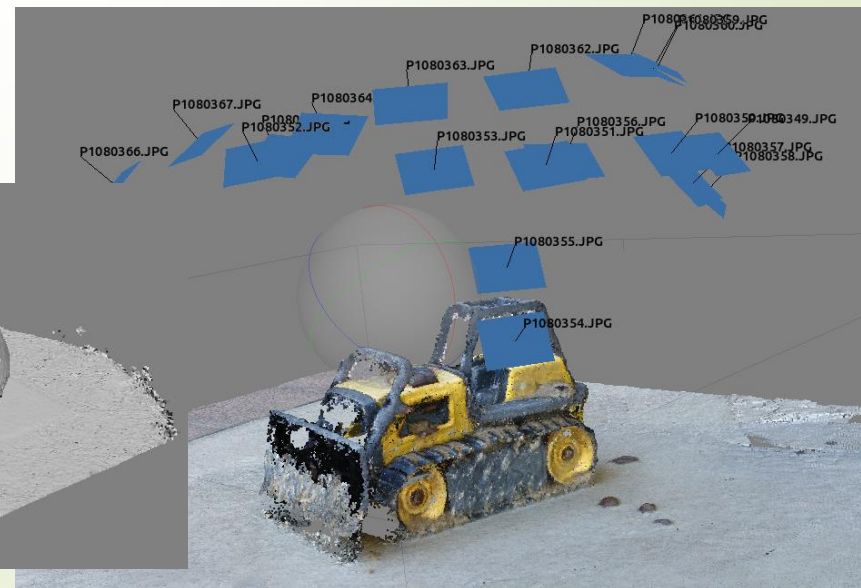
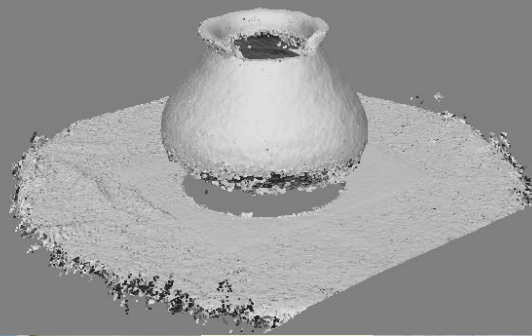
Obrada fotografija u Agisoft Metashape

- ▶ **3. Pravanavanje fotografija** je proces simultanog određivanja položaja detektovanih tačaka sa površine objekta kao i položaja sa kojih su fotografije snimljene. Poravnavanje fotografija je automatski proces koji uključuje :
 - ▶ Pretraživanje učitanih fotografija sa ciljem definisanja i određivanja položaja karakterističnih obeležja-tačka,
 - ▶ Na osnovu stereovizijskih ograničenja vrši se prepoznavanje i podudaranje karakterističnih obeležja-tačaka.
- ▶ **Kao rezultat poravnavanja fotografija** dobija se oblak tačaka niske rezolucije i prikaz pozicija sa kojih su fotografije snimljene.



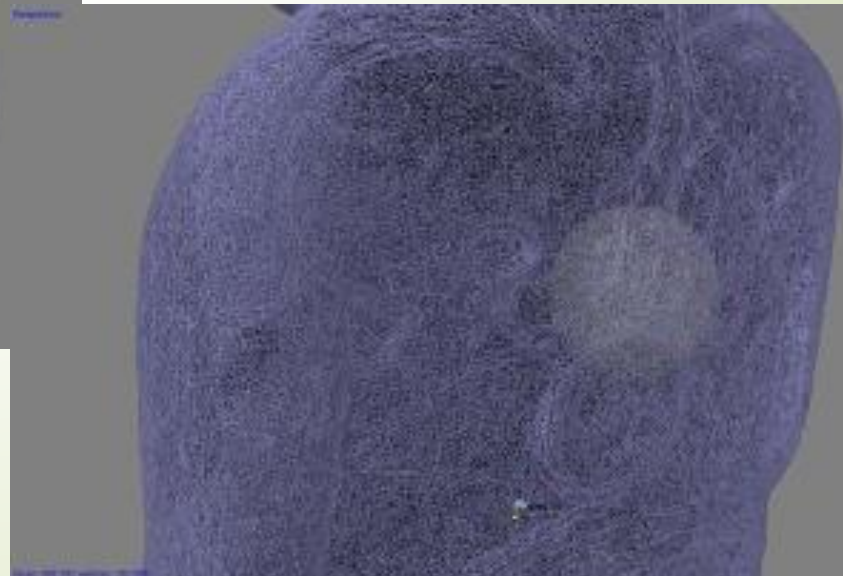
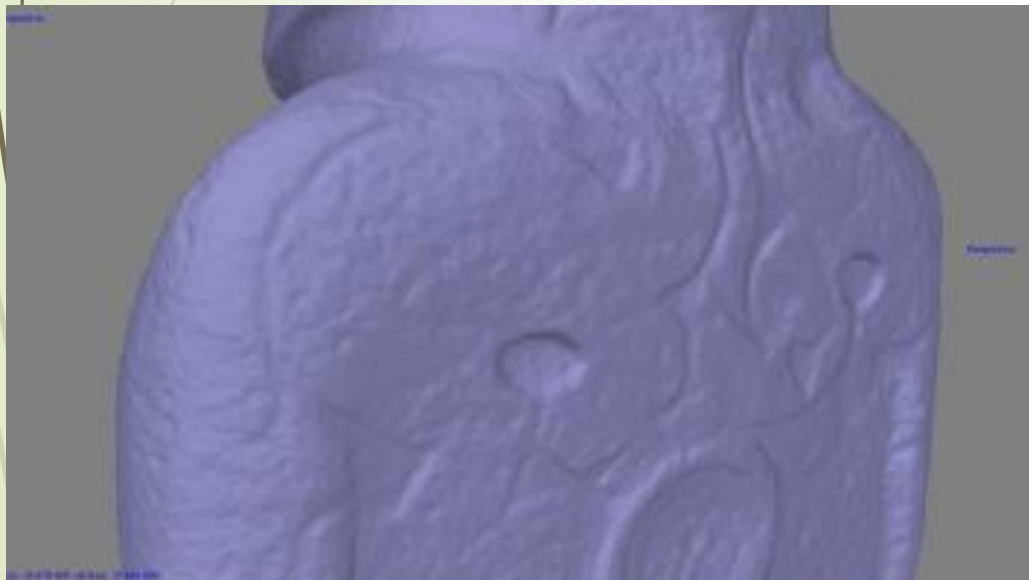
Obrada fotografija u Agisoft Metashape

- **4. Kreiranje oblaka tačaka visoke rezolucije** je jedino moguće ako je prethodno kreiran oblak tačaka niske rezolucije. U ovom koraku relativna orijentacija fotografija je poznata i pristupa se poklapanju svakog pojedinačnog piksela na fotografijama.
- Kreiranje oblaka tačaka visoke rezolucije zahteva posedovanje veoma visokih performansi hardverskih komponenti računara, pre svega procesora i RAM memorije zbog obrade velikog broja podataka. Oblak tačaka visoke rezolucije može da sadrži i nekoliko miliona tačaka.
- Oblak tačaka visoke rezolucije može i ne mora da sadrži informacije o boji objekta.



Obrada fotografija u Agisoft Metashape

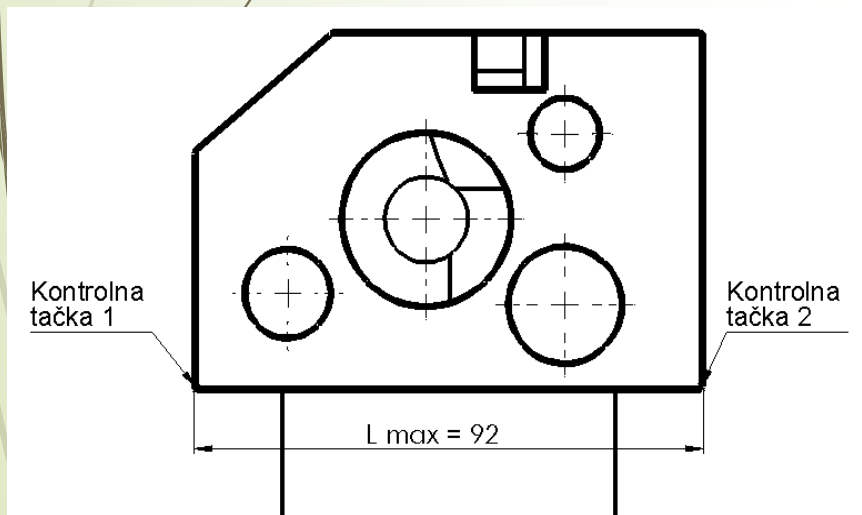
- **5. Kreiranje poligonalnog 3D modela** je moguće izvršiti odmah nakon poravnavanja fotografija kada se dobije oblak tačaka niske rezolucije, ali **preporučuje se** kreiranje poligonalnog 3D modela tek nakon kreiranja gustog oblaka tačaka.



Obrada fotografija u Agisoft Metashape

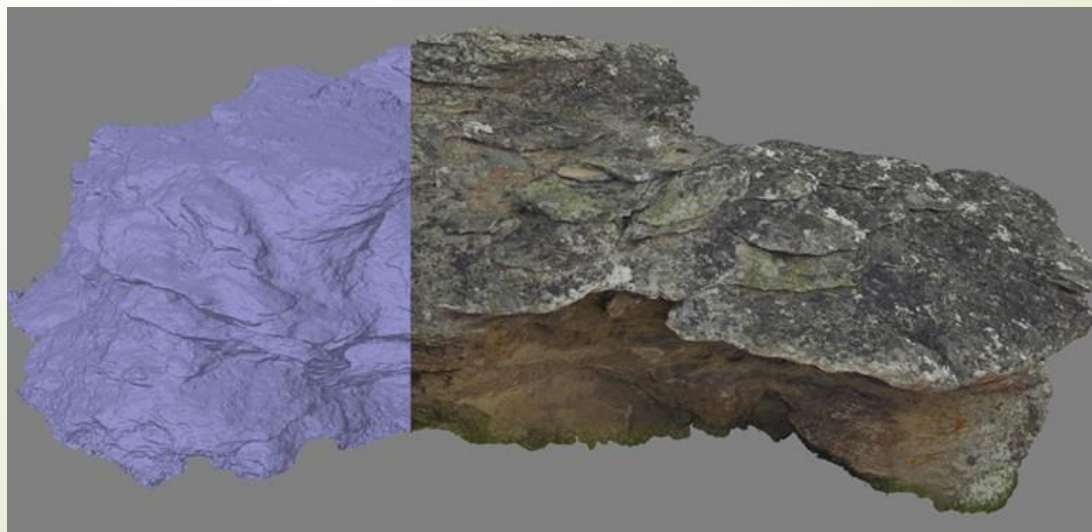
► 6. Uspostavljanje razmere

- Pri fotogrametrijskim merenjima u mernom volumenu potrebno je imati najmanje jednu poznatu mernu dužinu. Ukoliko su poznate stvarne vrednosti rastojanja nekih referentnih tačaka na objektu, njihova međusobna rastojanja mogu se iskoristiti za uspostavljanje razmere merenog objekta ili se razmera može odrediti na osnovu poznatih rastojanja kodiranih markera.

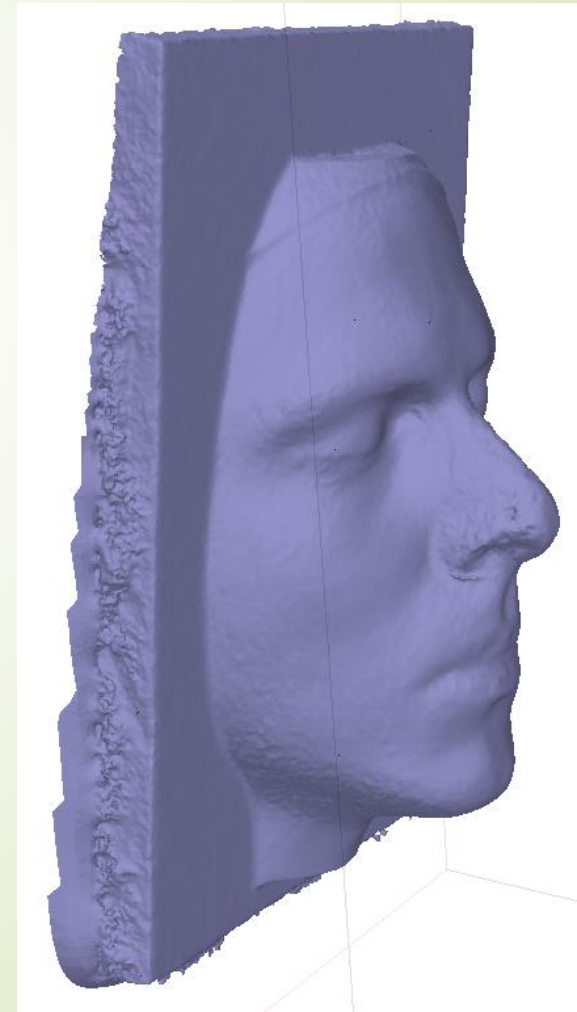


Obrada fotografija u Agisoft Metashape

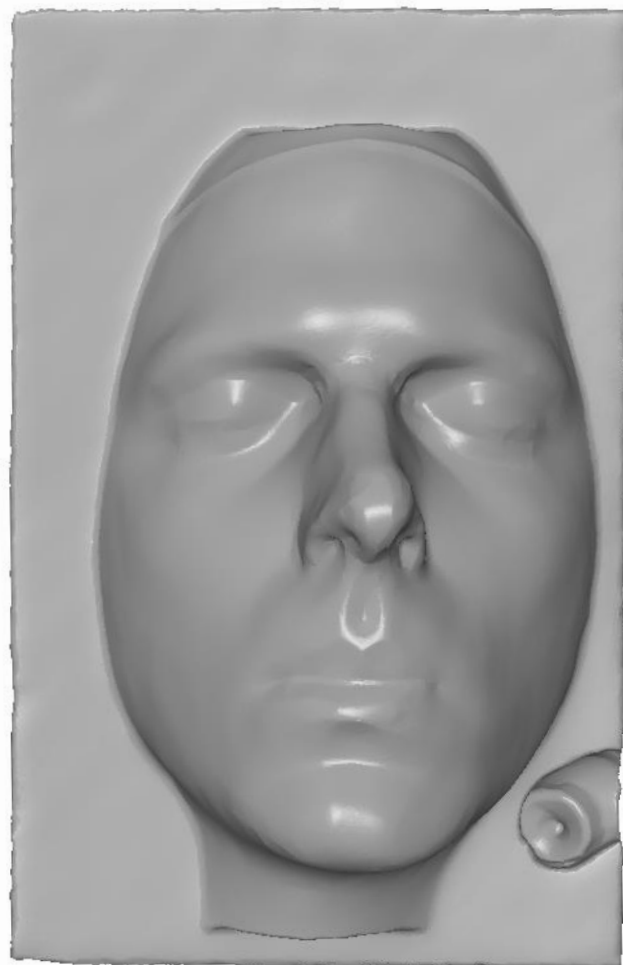
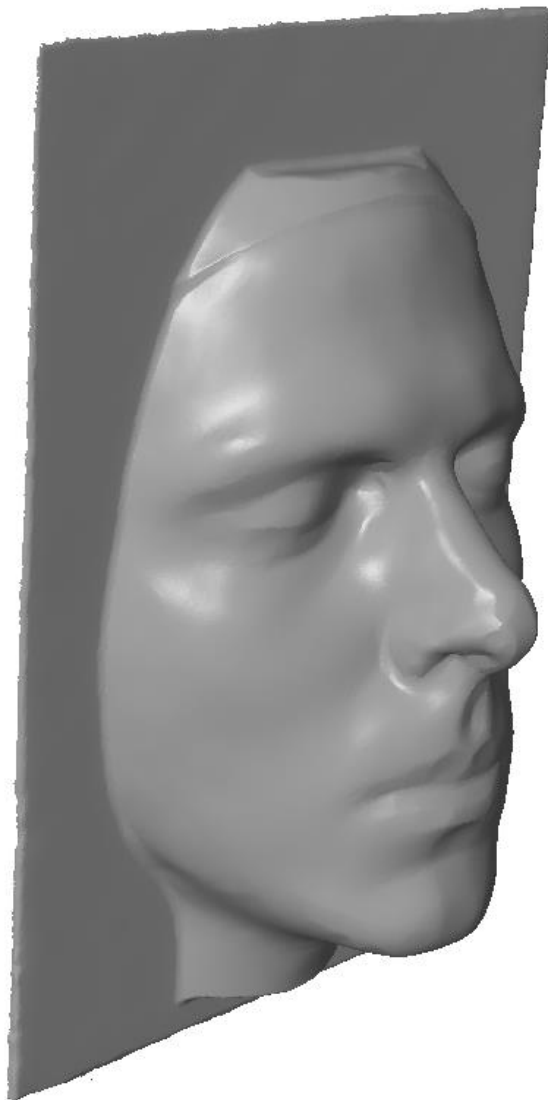
- **7. Kreiranje teksture (opciono)**
- Kreiranje teksture na modelu radi se pre svega da bi se na 3D modelu dočarao što realniji izgled fizičkog objekta.
- Tekstura na modelu služi kada je svrha kreiranja 3D modela vizuelizacija .
- Pravilnim izborom parametara za kreiranje teksture može se dobiti odgovarajuća tekstura, a samim tim i bolji vizuelni efekat samog modela.



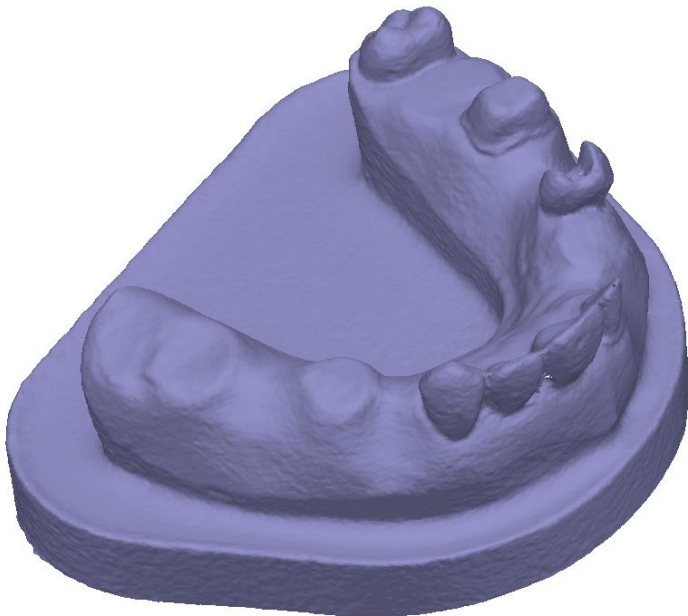
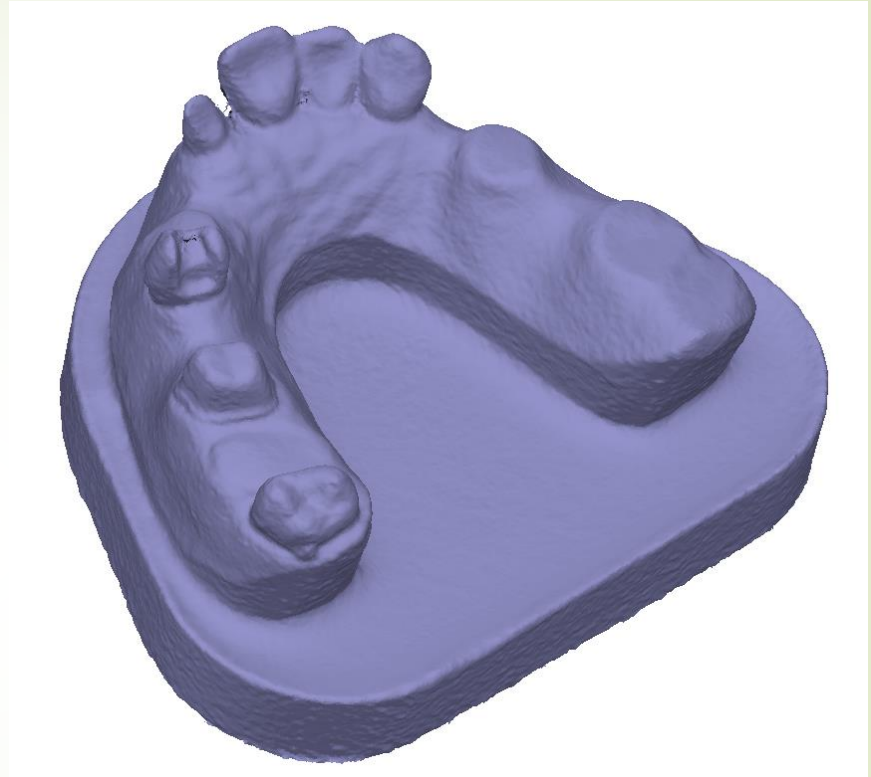
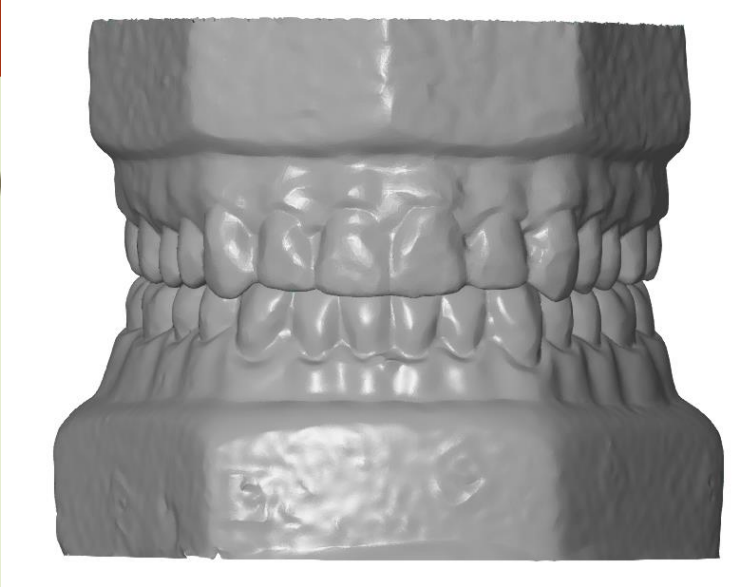
Primeri



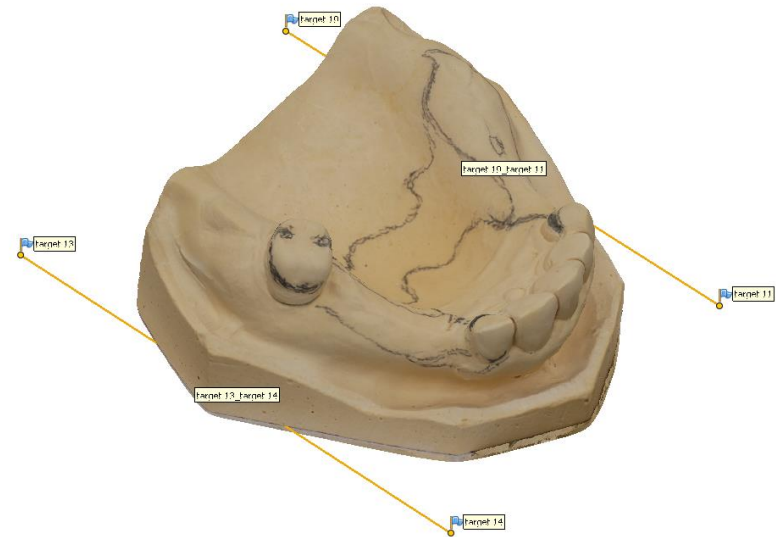
Primeri



Primeri



Primeri



Obrada fotografija u Agisoft Metashape

- **Izvoz 3D modela iz PhotoScan-a** je moguć u nekoliko standardnih formata:
- OBJ Wavefront
- STL
- WRML
- COLADA
- PLY Stanford
- DFX Autodesk
- U3D
- 3D PDF Adobe



Hvala na pažnji.