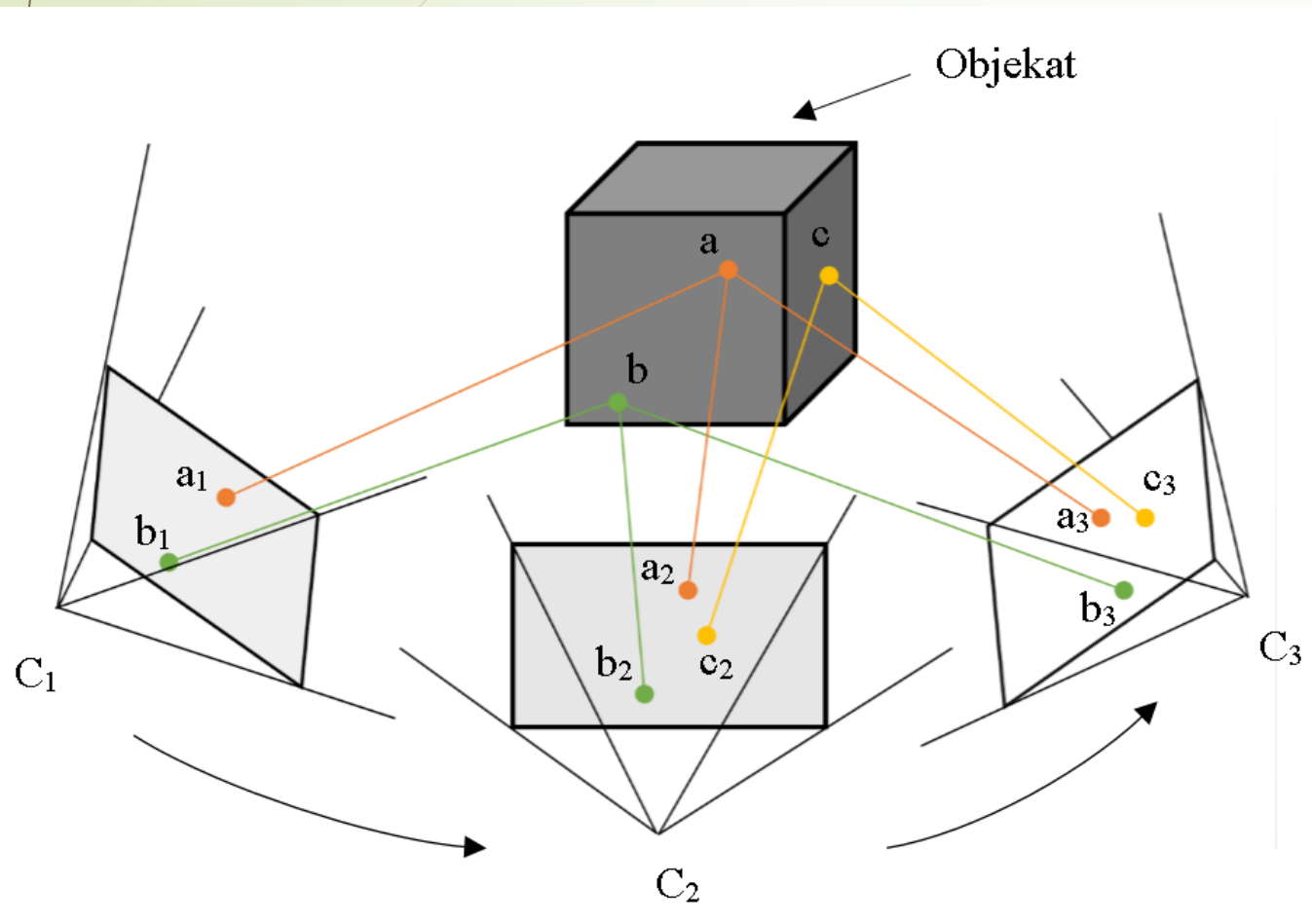


# Fotogrametrija

-Vežbe- I deo

Metode 3D digitalizacije

# OSNOVNI PRINCIP FOTOGRAMETRIJSKE 3D REKONSTRUKCIJE



Za rekonstrukciju karakterističnih tačaka koje pripadaju površini nekog trodimenzionalnog objekta (tačke a, b i c) nije dovoljna samo jedna fotografija, već su potrebne najmanje dve snimljene fotografije sa dve različite pozicije, pod uslovom da se na fotografijama vide ista karakteristična obeležja-tačke koja se nalaze na objektu.

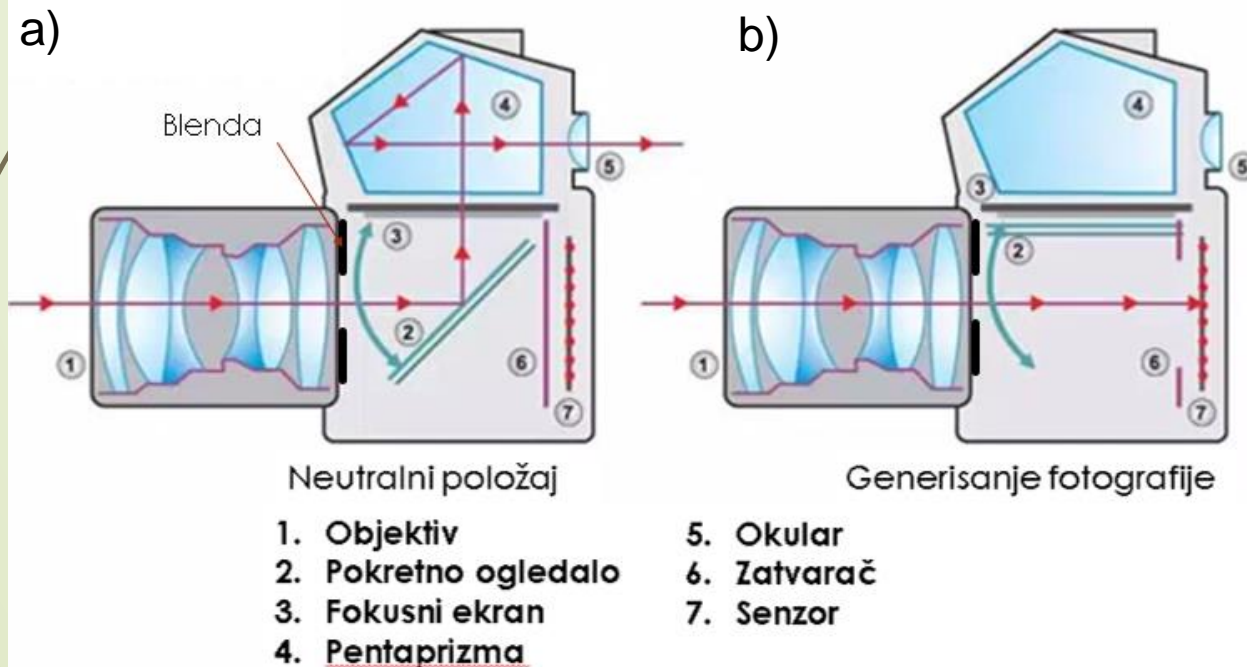
Primer: Tačka a će se rekonstruisati preko fotografije C1, C2 i C3, dok će se tačka c rekonstruisati samo pomoću fotografija C2 i C3.

# 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. Po završetku ekspozicije zatvarač prekida dotok svetla ka senzoru, a pokretno ogledalo se vraća u početni položaj.



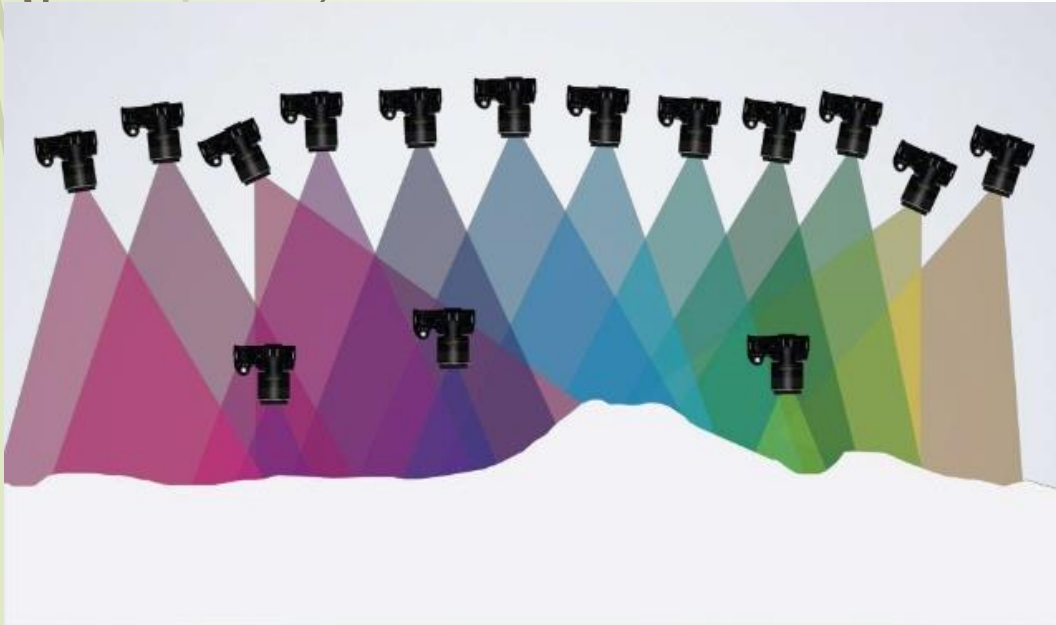
U zavisnosti od intenziteta i talasne dužine svetlosti, senzor generiše napon na svakom svom elementarnom delu „pikselu“ stvarajući digitalni zapis koji se reprezentuje kao digitalna fotografija.

Digitalna fotografija predstavlja 2D matricu intenziteta.

# OSNOVNE SMERNICE ZA FOTOGRAFISANJE



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

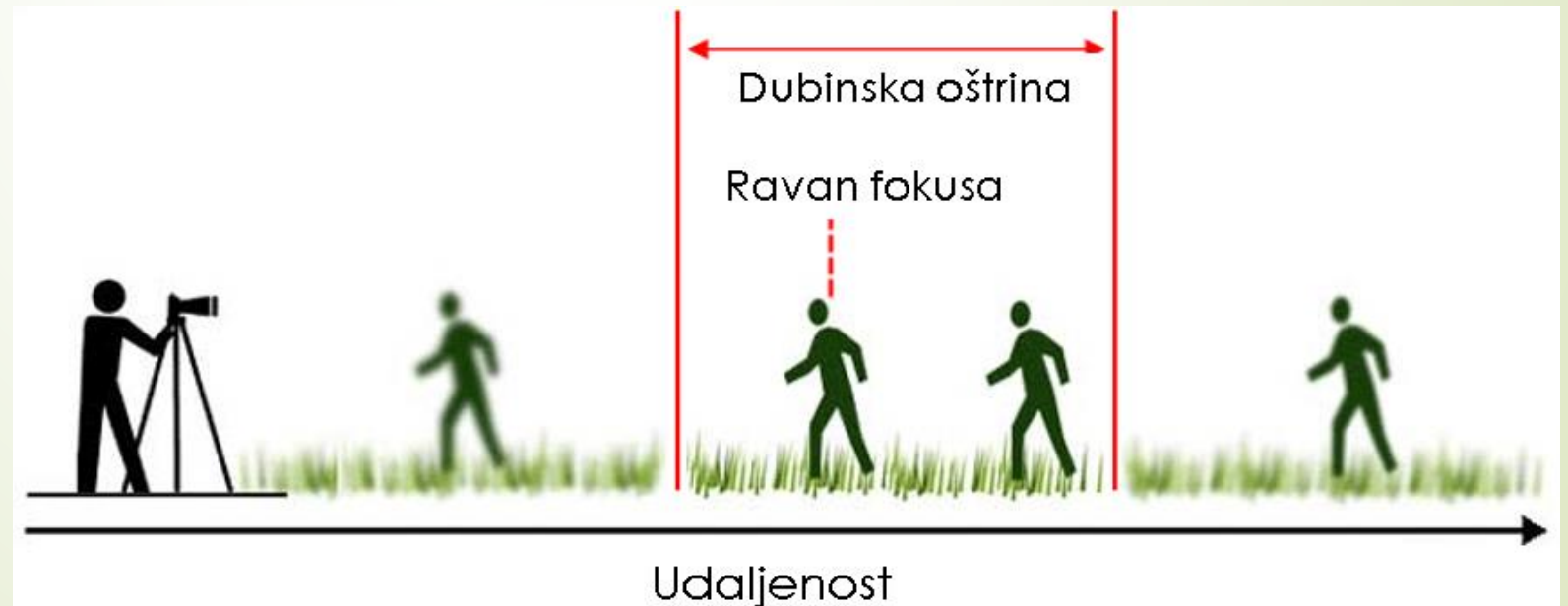


# POLJE DUBINSKE OŠTRINE

**Polje dubinske oštine je** prostor ispred i iza ravni fokusa u kom se objekat sa prihvatljivom oštrinom. Za manje udaljenosti kamere i ravni fokusa polje se prostire jednako ispred i iza ravni fokusa, dok se kod većih udaljenosti polje prostire u odnosu 1/3 ispred i 2/3 iza ravni fokusa.

## Veličina polja dubinske oštine zavisi od:

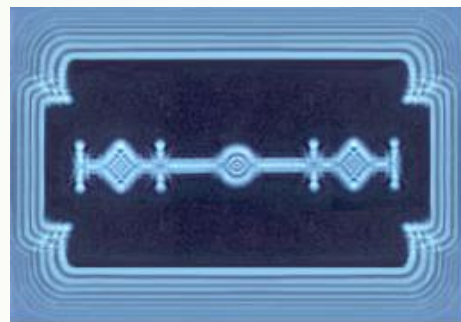
1. žižne daljine objektiva,
2. udaljenosti kamere do ravni fokusa,
3. otvora blende.



# PODEŠAVANJE DIGITALNE KAMERE

Kod podešavanja digitalne kamere potrebno je uskladiti tri međusobno povezana elementa kamere i udaljenosti kamere do objekta (žična daljina objektiva ako se radi sa objektivom sa promenljivom žičnom daljinom):

- 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.

Sa manjim otvorom blende prilikom fotografisanja oštih ivica na predmetu može da se javi efekat difrakcije.

# PODEŠAVANJE DIGITALNE KAMERE

1/300

1/15



1/500



1/250



1/125



1/60



1/30



1/15



1/8



1/4



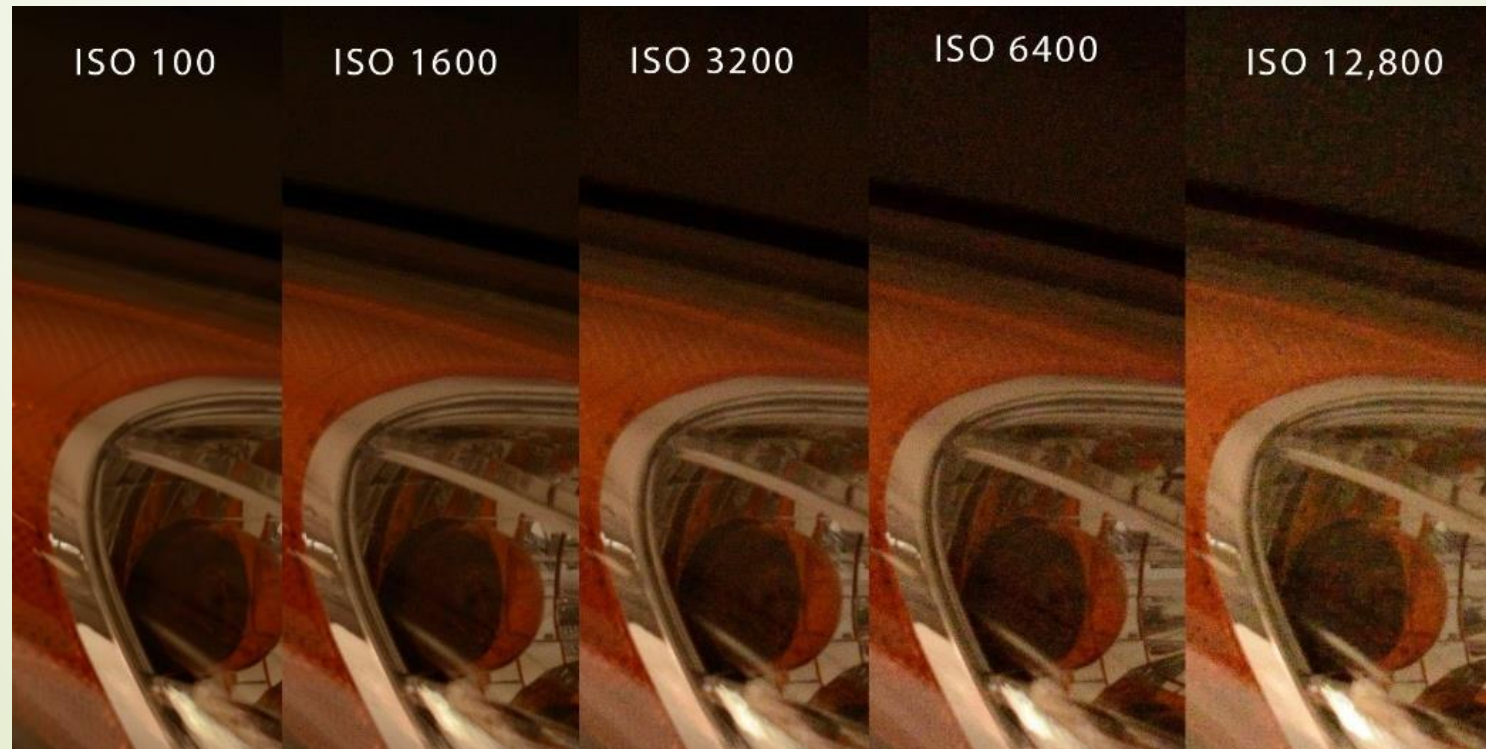
1/2

**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 zamućena.

Takođe sa veoma kratkom vremenom izlaganja senzora svetlosti „brzi zatvarač“ moguće je snimiti veoma kvalitetno pokretne objekte.

# PODEŠAVANJE DIGITALNE KAMERE

- **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.





# 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 mogu da se razlikuju pet strategija za akviziciju fotografija:

## 1. Foto kabine

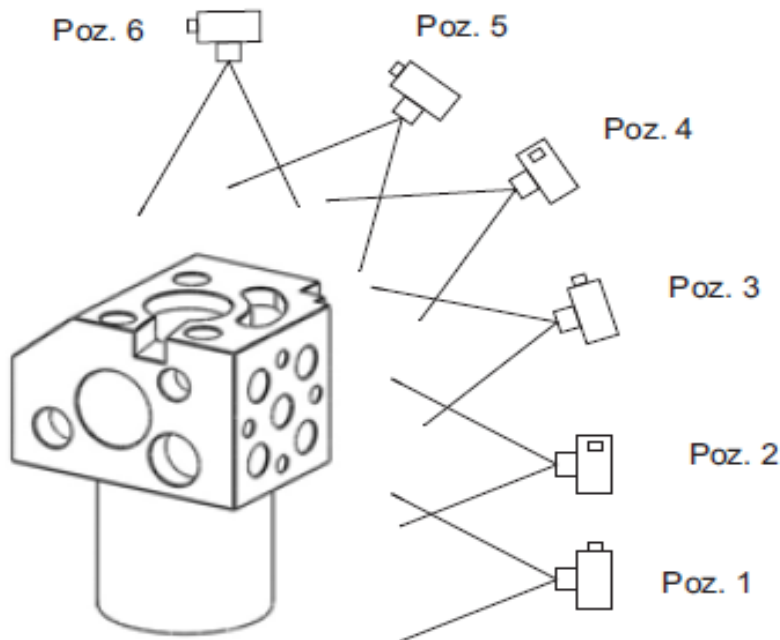
Služe za fotogrametrijsku 3D digitalizaciju pokretnih objekata. Veliki broj kamera je cilindrično ili sferično raspoređene oko objekta 3D digitalizacije. Kamere su nepomične i sinhronizovane tako da se u jednom istom trenutku vremena snimi ceo set fotografija. Najčešće imaju difuziono osvetljenje i predstavljaju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



# STRATEGIJE AKVIIZICIJE FOTOGRAFIJA OBJEKTA 3D DIGITALIZACIJE

## 2. Pokretna kamera

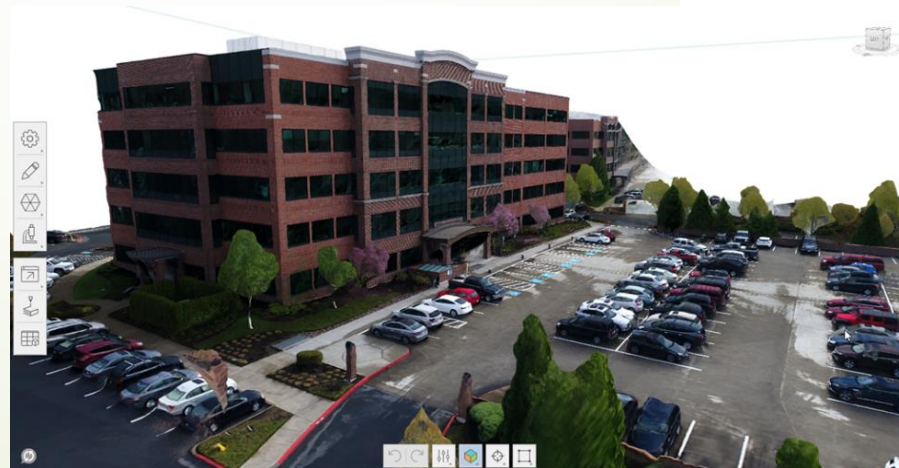
Ova strategija je najčešće u upotrebi kod akvizicije fotografija. Objekat je nepomičan dok se kamera kreće oko njega. Fotografije objekta mogu se snimiti sa potpuno nasumičnih pozicija, ali sa ciljem održavanja konstantne udaljenosti od objekta i ostvarivanjem neophodnog preklapanja fotografija. Ako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



# STRATEGIJE AKVIIZICIJE 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 AKVIIZICIJE 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 AKVIIZICIJE FOTOGRAFIJA OBJEKTA 3D DIGITALIZACIJE

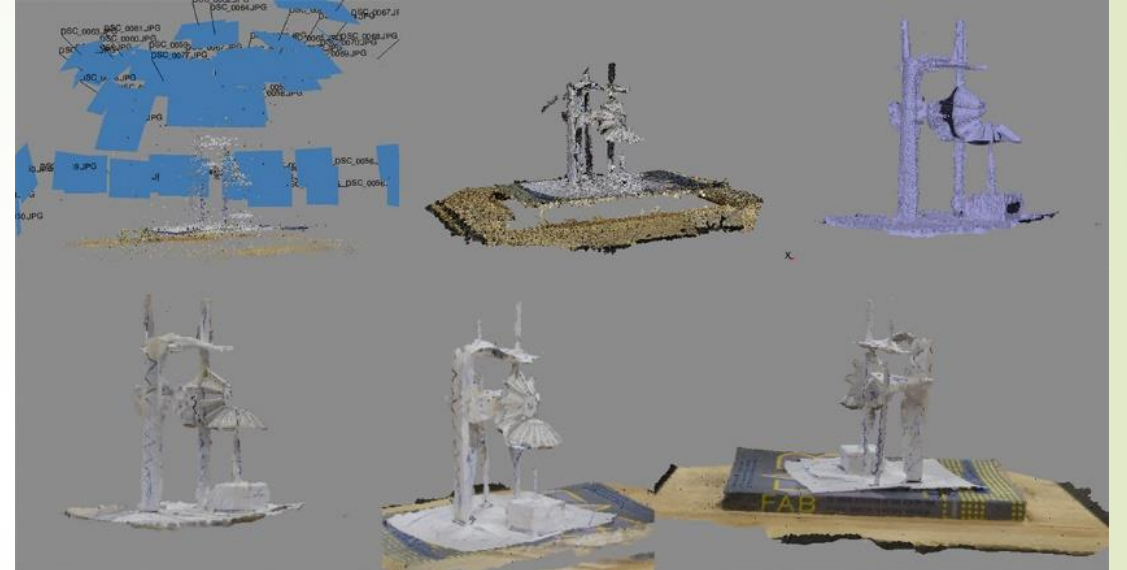
## 5. Nepomična kamera i ručno pomeran objekat

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 AKVIIZICIJE 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

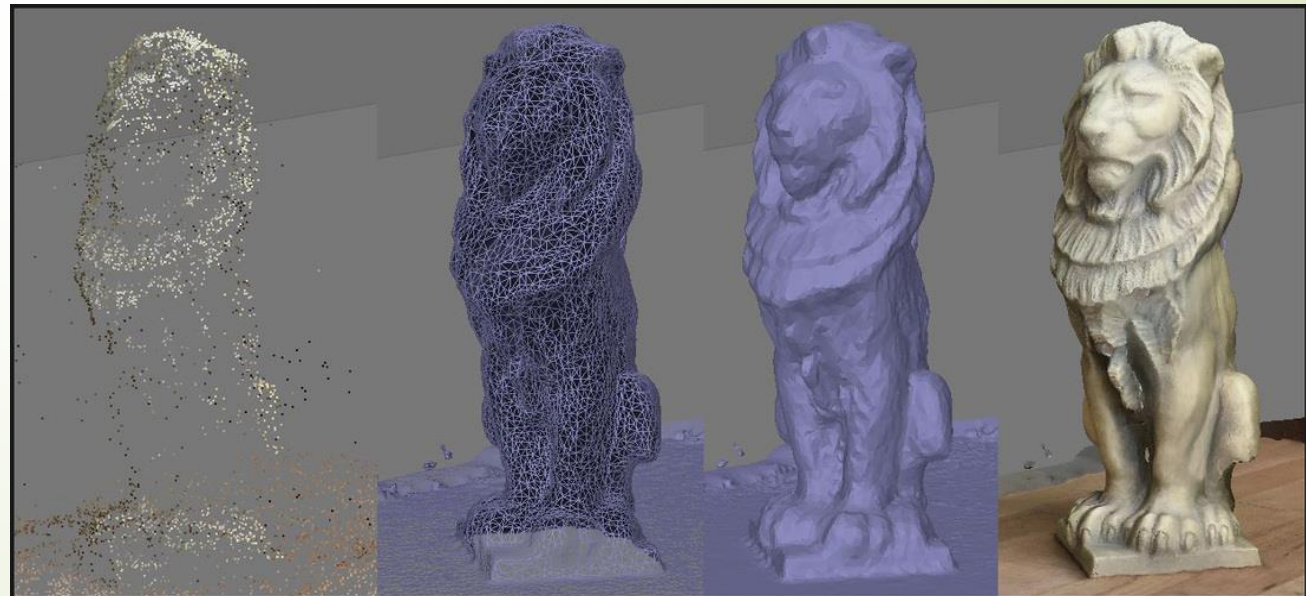
-Vežbe- II deo



# Obrada fotografija u Agisoft Metashape

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

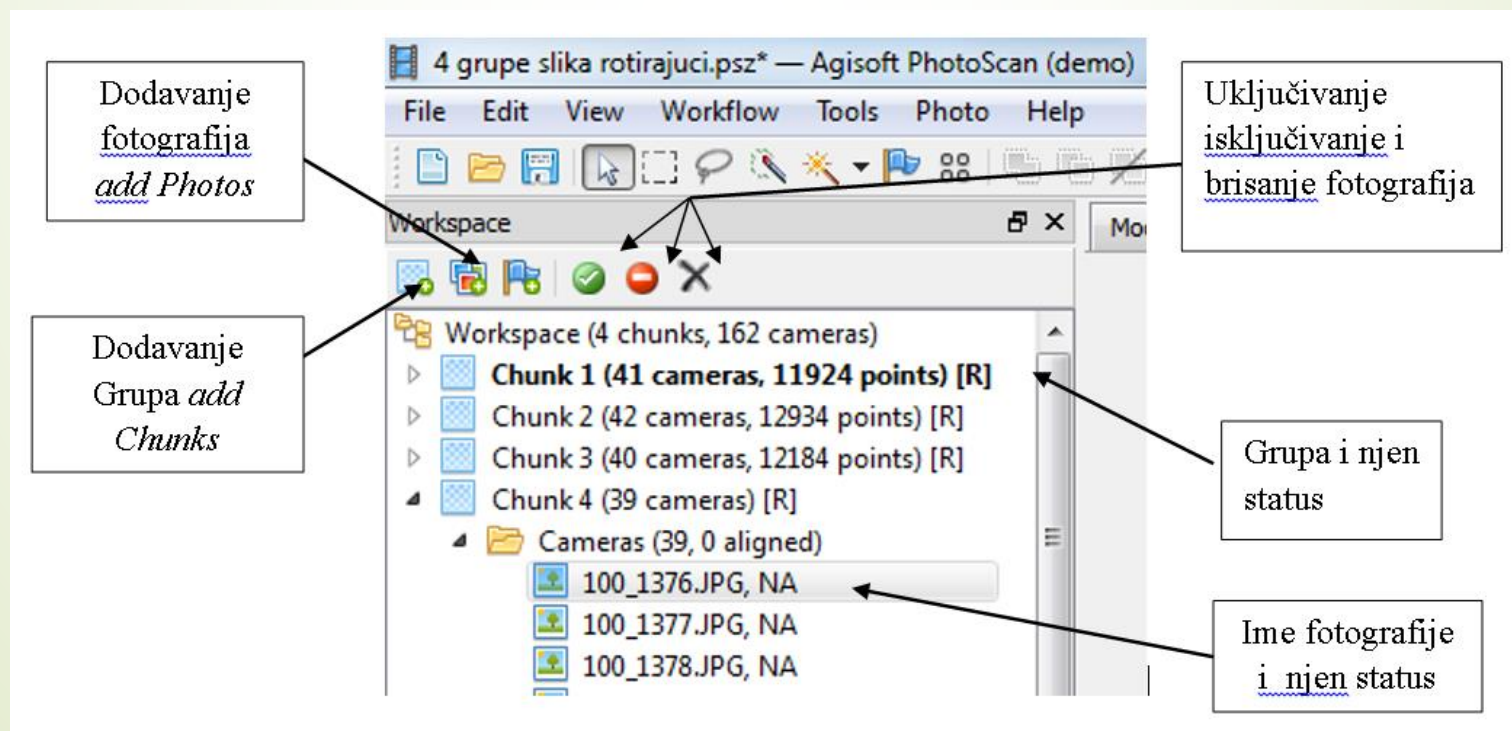
- Učitavanje fotografija
- Odstranjivanje pozadine – kreiranje maski
- Poravnavanje fotografija na osnovu pronađenih zajedničkih obeležja-tačaka
- Kreiranje oblaka tačaka visoke rezolucije
- Kreiranje površinskog 3D modela
- Uspostavljanje razmere
- Kreiranje teksture





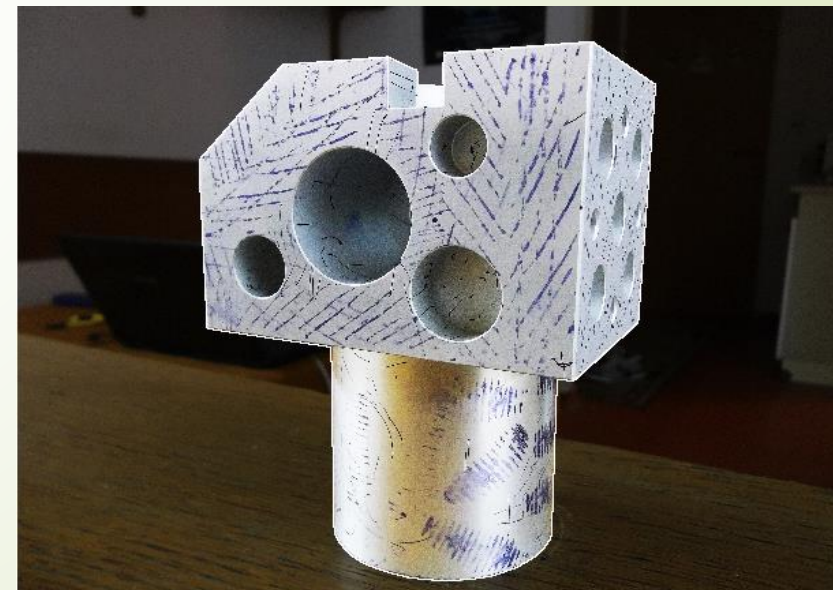
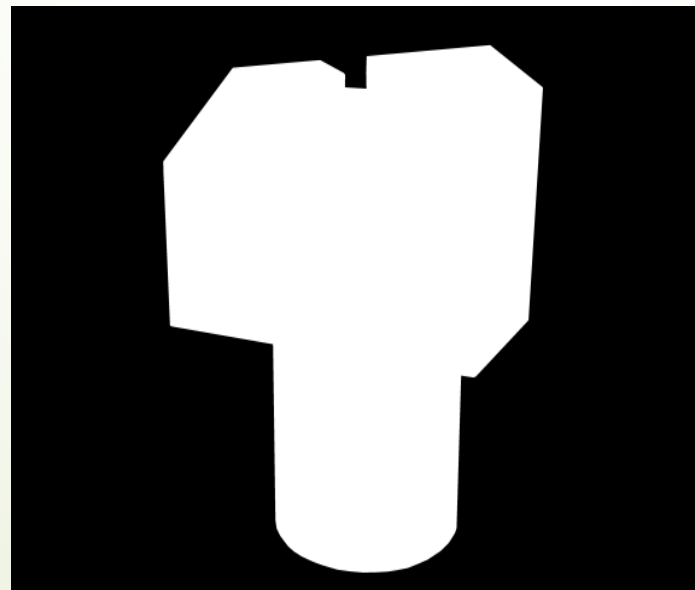
# UČITAVANJE FOTOGRAFIJA

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, stajće pored nje oznake **NC – not calibrated; NA – not aligned**.



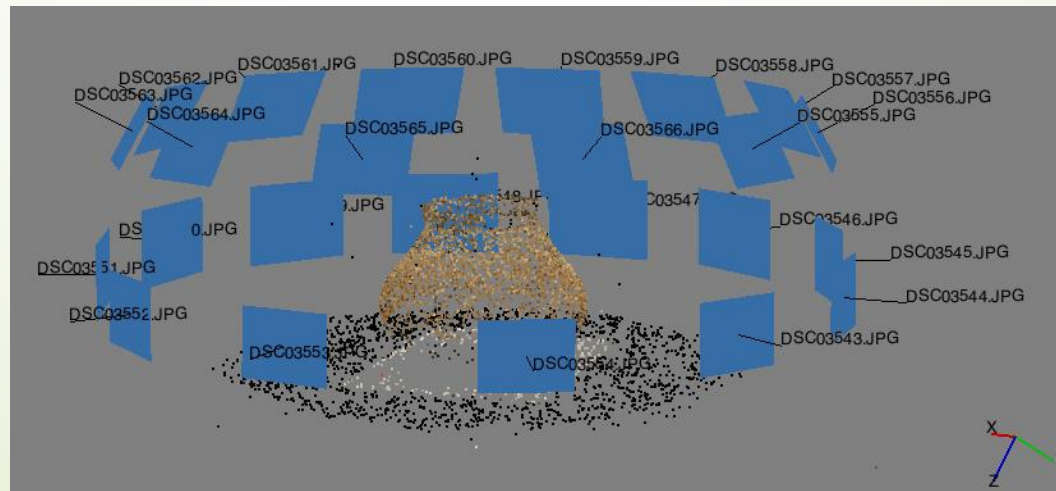
# KREIRANJE MASKI

- Maske služe za izolovanje objekta od pozadine kako ne bi došlo do pogrešne rekonstrukcije. Pomoću njih smanjuje se 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 Metashape.



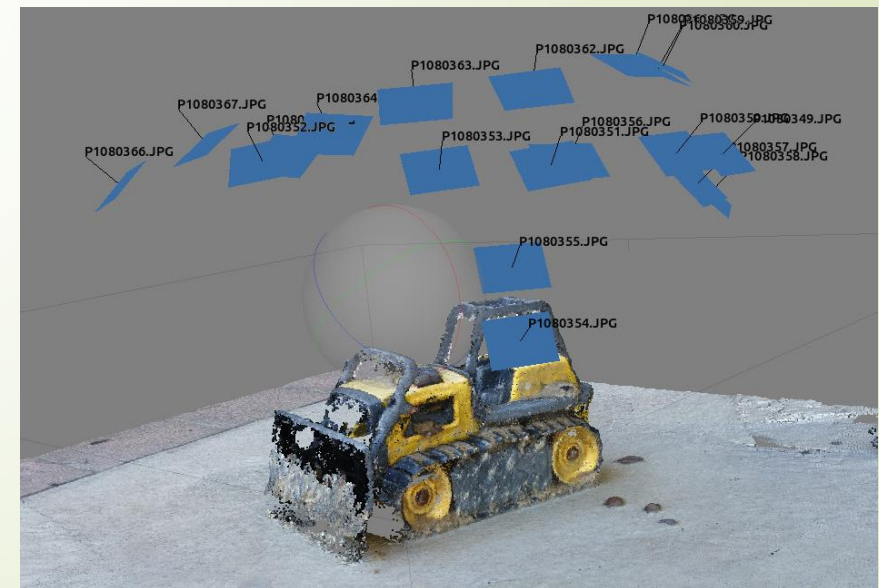
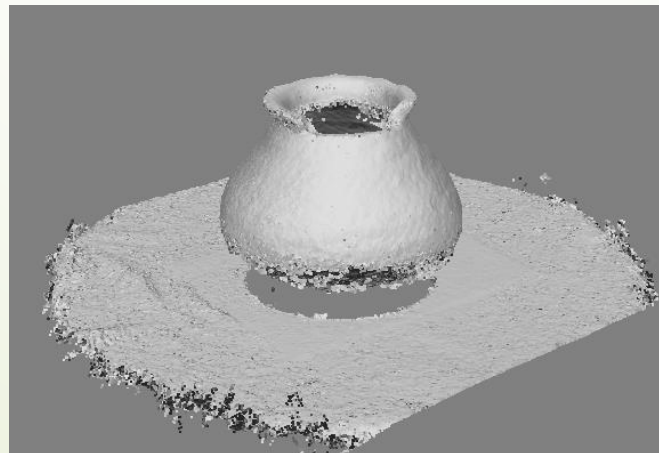
# PORAVNAVANJE FOTOGRAFIJA

- **Poravnavanje 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.



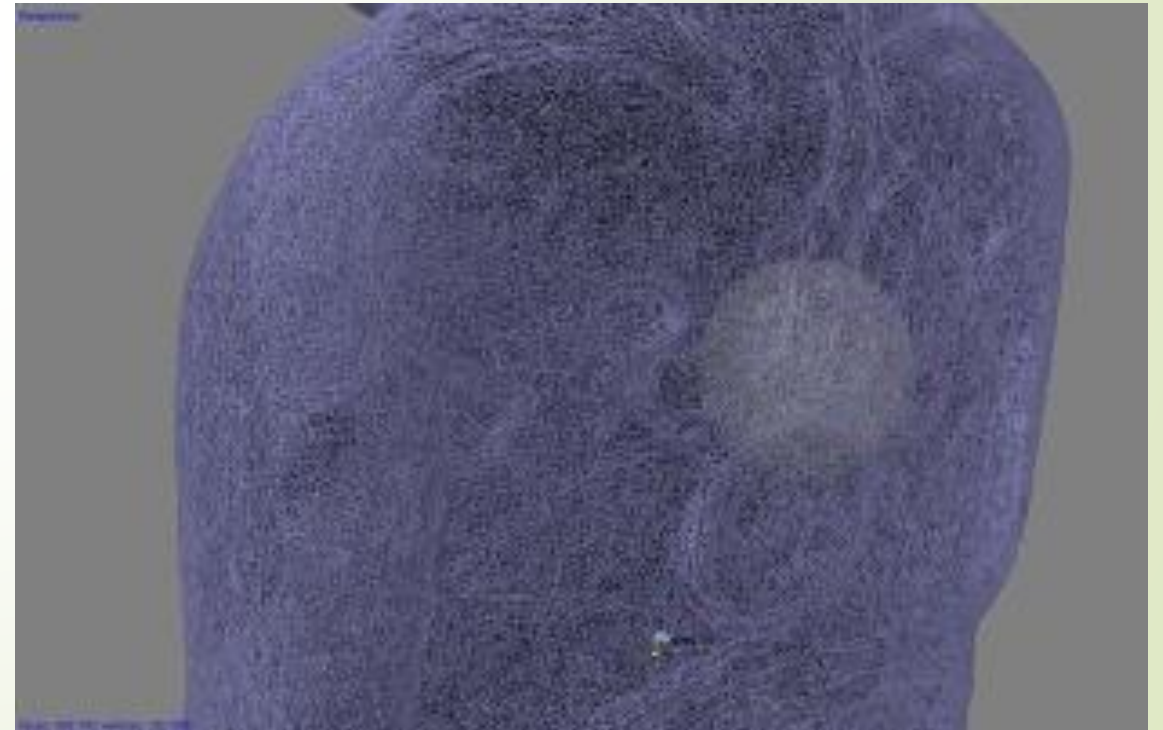
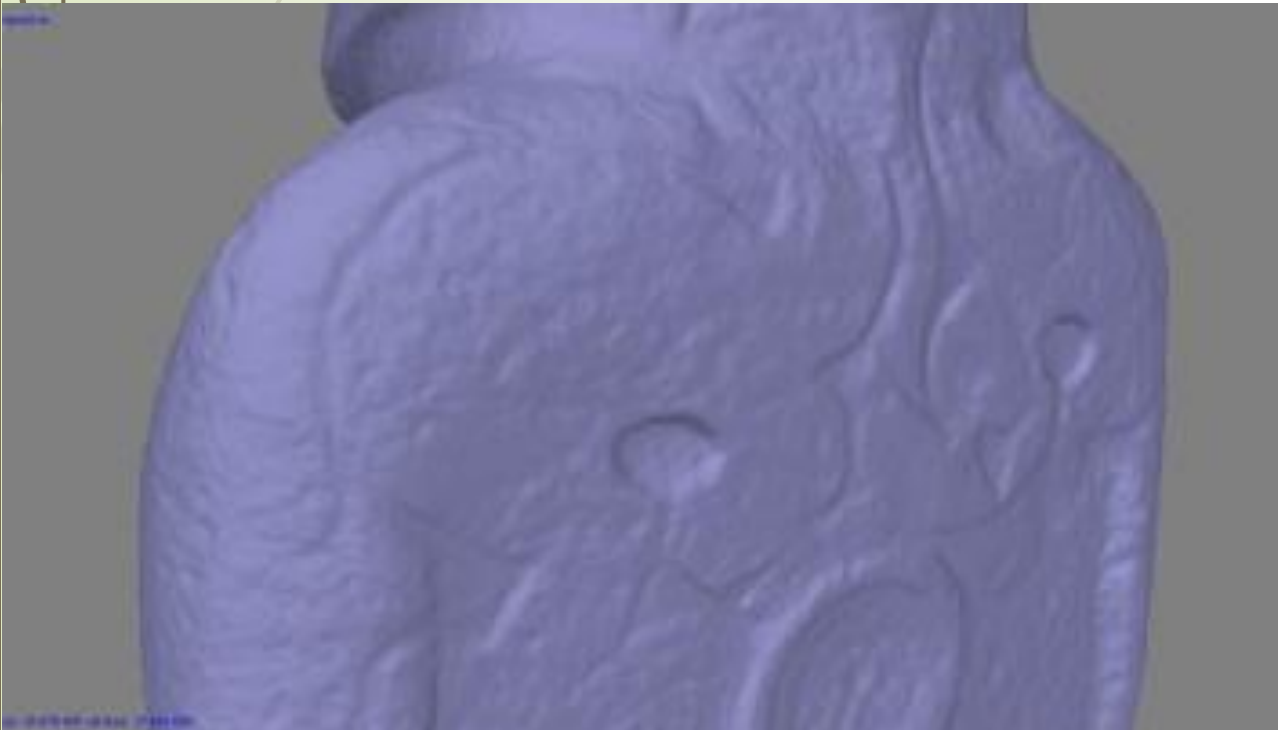
# KREIRANJE OBLAKA TAČAKA VISOKE REZOLUCIJE

- **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.



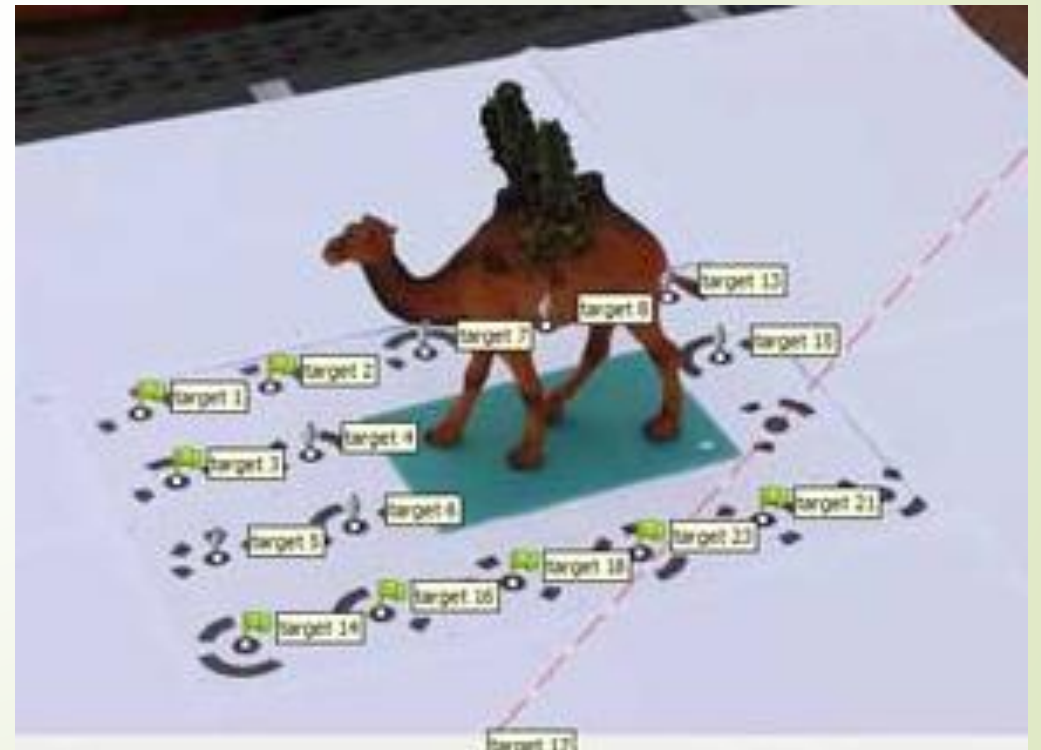
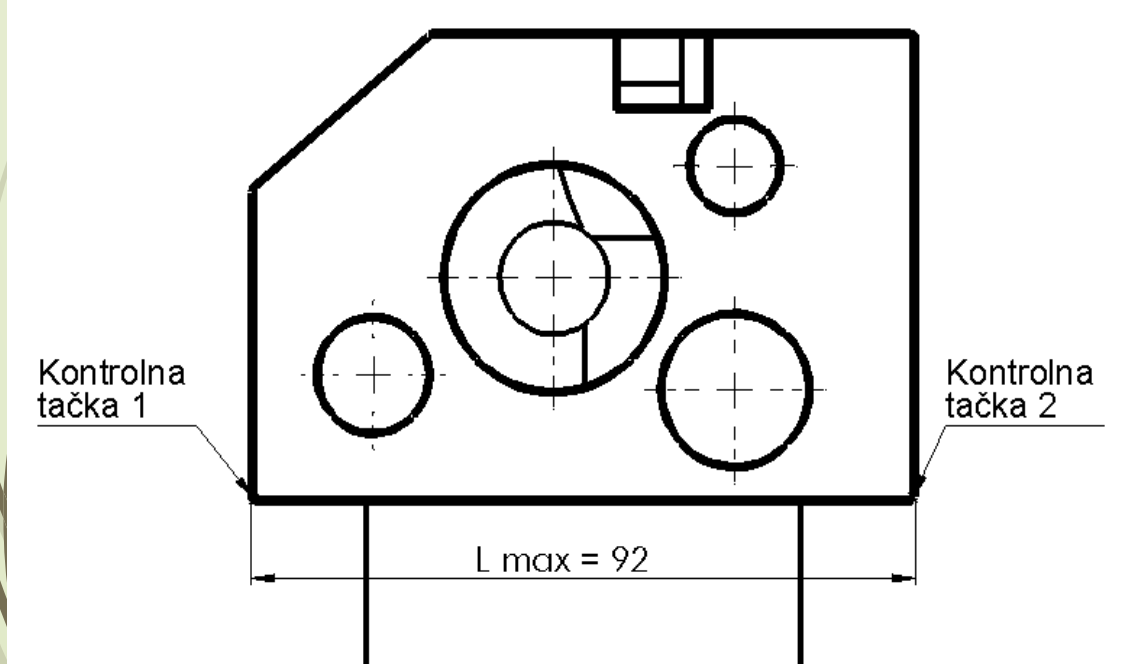
## KREIRANJE POLIGONALNOG 3D MODELA

- **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.



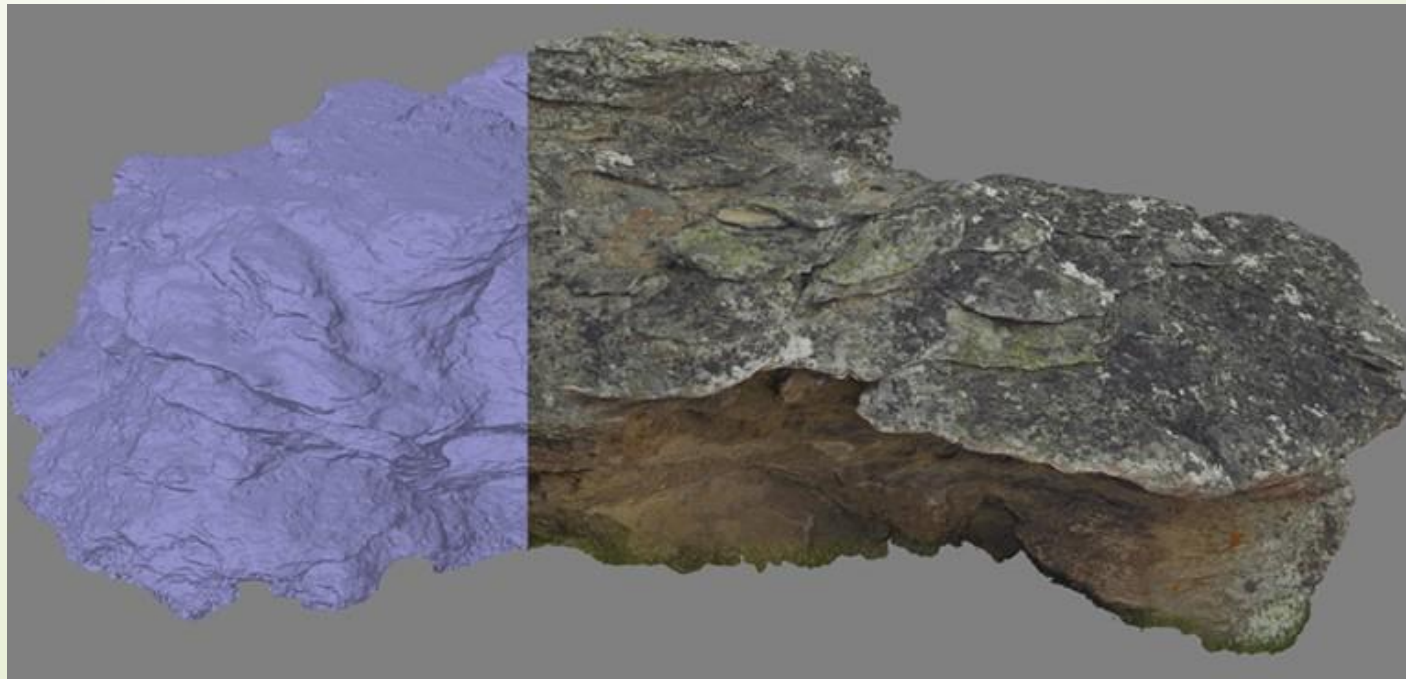
# USPOSTAVLJANJE RAZMERE

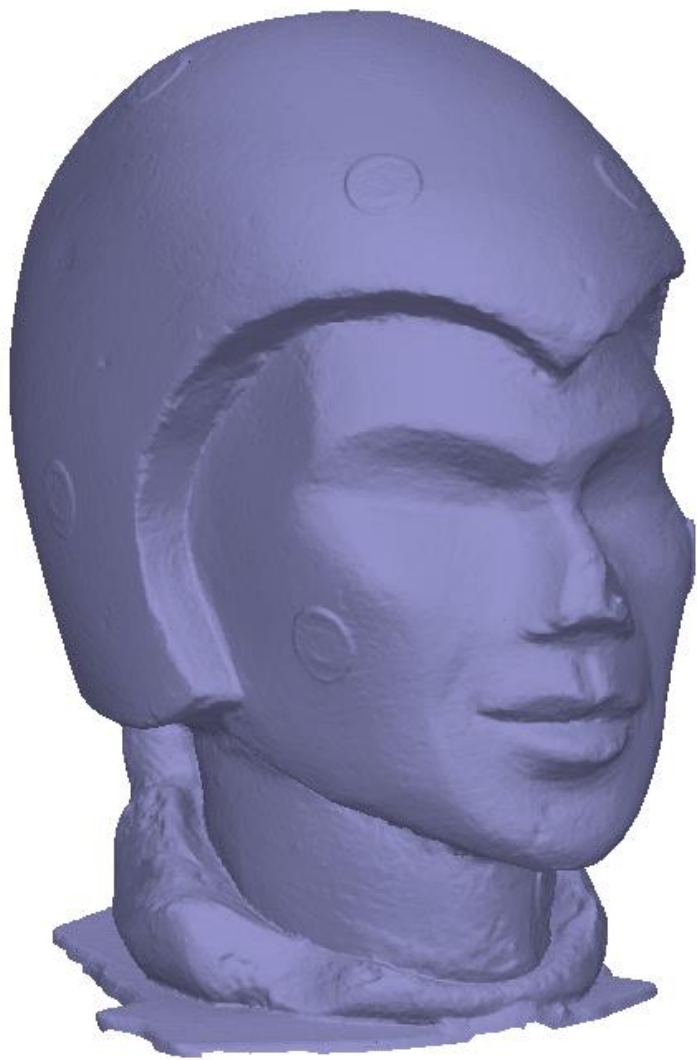
- Pri fotogrametrijskim merenjem u mernom volumenu potrebno je imati najmanje jednu poznatu mernu dužinu. Ukoliko su poznate stvarne vrednosti rastojanja nekih referentnih tačaka na objektu, njihova međusobna rastojanja mogu se iskoristiti za uspostavljanje razmere merenog objekta ili se razmera može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



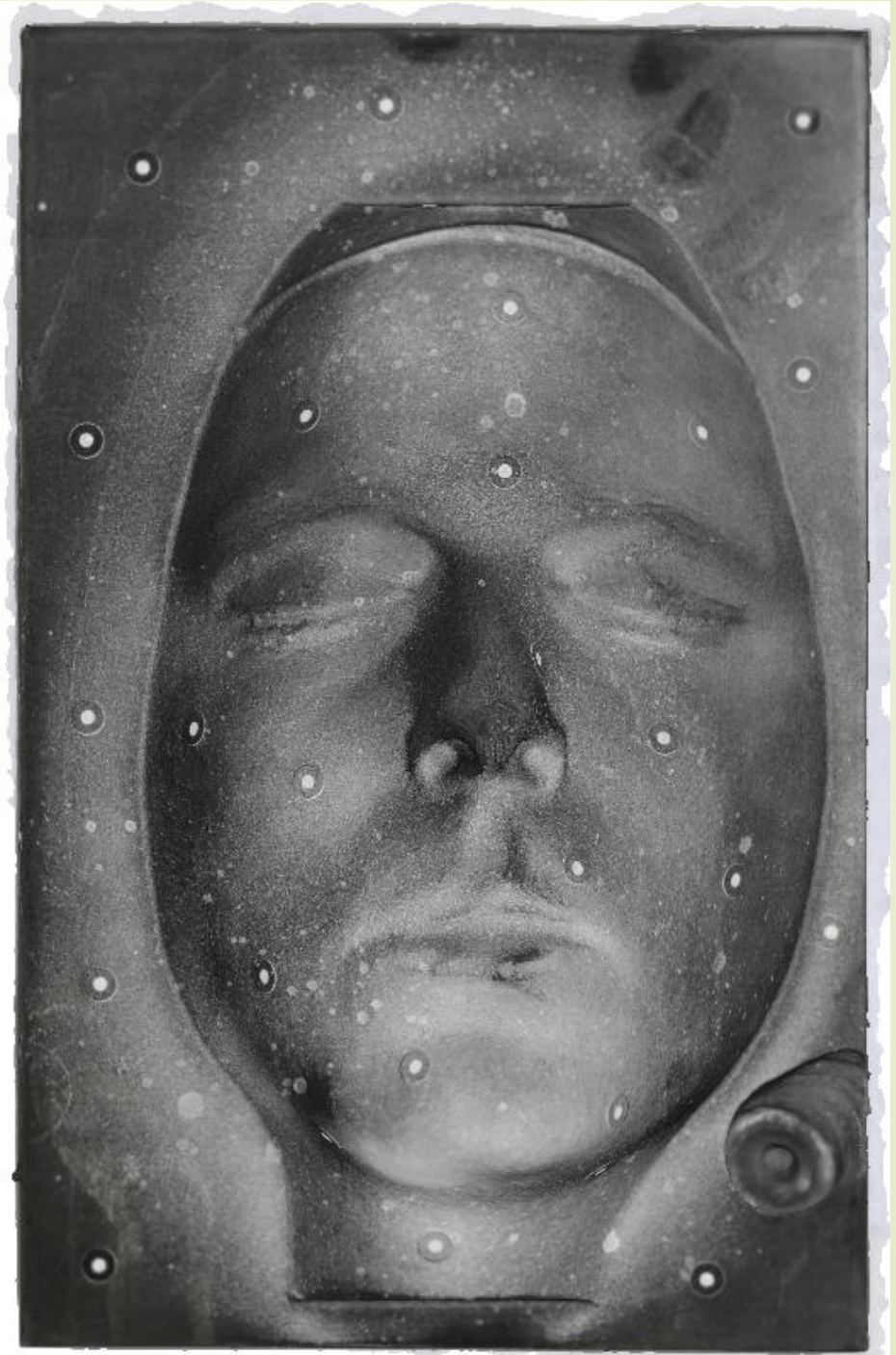
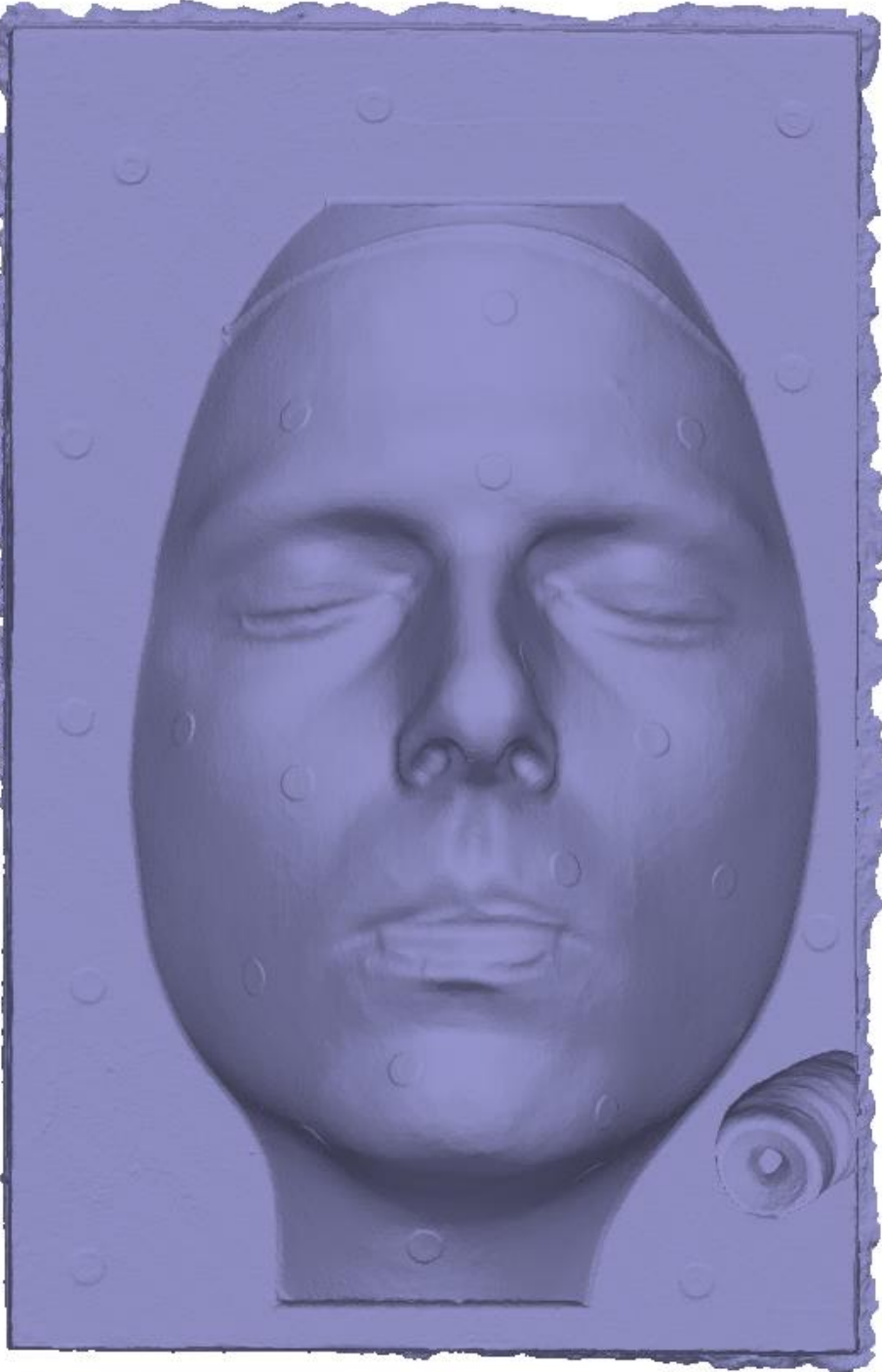
# KREIRANJE TEKSTURE

- **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.









# IZVOZ 3D MODELA

► **Izvoz 3D modela iz Metashape-a** je moguć u više standardnih formata:

- Wavefront OBJ (\*.obj)
- 3DS file format (\*.3ds)
- VRML models (\*.wrl)
- COLLADA (\*.dae)
- Stanford PLY (\*.ply)
- X3D models (\*.x3d)
- STL models (\*.stl)
- Alembic (\*.abc)
- Autodesk FBX (\*.fbx)
- Autodesk DXF Polyline (\*.dxf)
- Autodesk DXF 3DFace (\*.dxf)
- Open Scene Graph (\*.osgb)
- Binary glTF (\*.glb)
- U3D models (\*.u3d)
- Adobe PDF (\*.pdf)
- Google Earth KMZ (\*.kmz)



**➔ HVALA NA PAŽNJI!**