

# Skeneri bazirani na strukturiranoj svetlosti

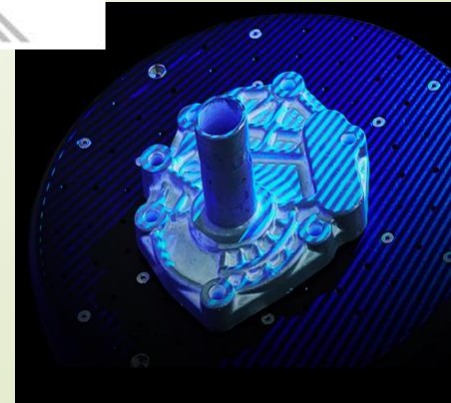
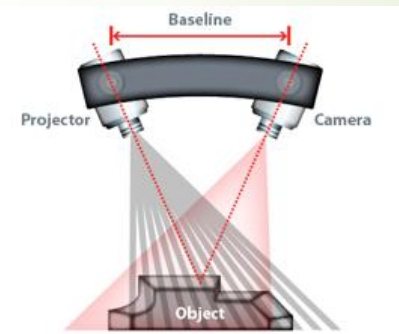
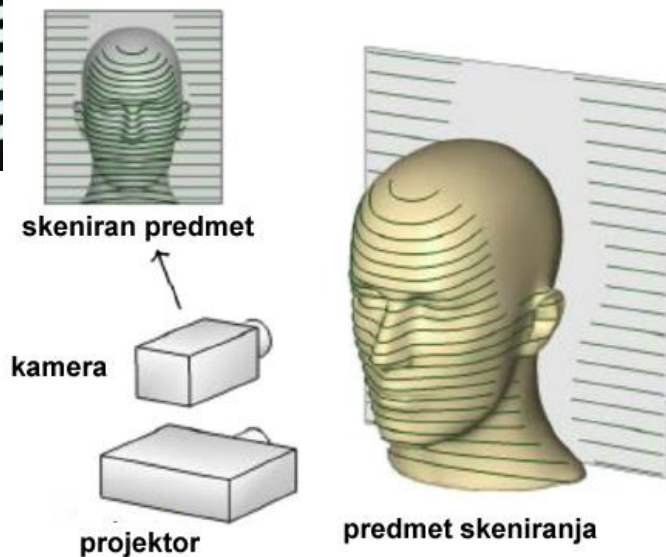
-Vežbe-

Reverzibilno inženjerstvo i CAQ

Doc. Dr Mario Šokac

# PRINCIP RADA

- **Postupak 3D digitalizacije** je zasnovan na triangulaciji i vrši se tako što projektor projektuje **kodirane paterne na objekat 3D digitalizacije** koje zatim kamera (ili kamere) detektuje po frejmovima i beleži kao slike na kojima se nalaze detektovani izobličeni paterni prikazani na objektu.
- **Na osnovu ovih distorziranih projektovanih paterni se (primenom softvera) rekonstruiše geometrija objekta koji se digitalizuje.**



# TIPOVI SKENERA BAZIRANIH NA STRUKTURNOJ SVETLOSTI

## Ručni skeneri:

- Mobilni;
- Jednostavniji za upotrebu;



## Skeneri monirani na tripod (stacionarni skeneri):

- Stacionarni;
- Veći stepen automatizacije;
- Fiksna daljina – veća tačnost.



# RUČNI SKENERI VS. STACIONARNI SKENERI

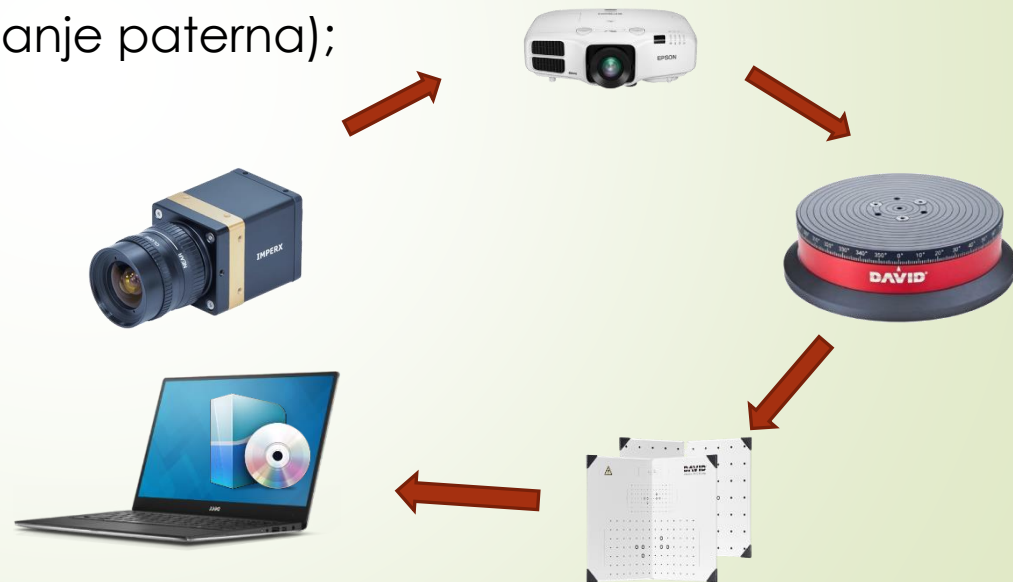
- Kod stacionarnih 3D skenera neophodno je da ceo sistem za skeniranje ostane miran prilikom 3D digitalizacije objekta.
- Kod ručnih 3D skenera potrebno je da operater drži skener i da ga pomera oko objekta koji se digitalizuje.
- Iako su ručni skeneri pogodniji za upotrebu, stacionarni 3D skeneri nadmašuju ručne 3D skenere u pogledu tačnosti i rezolucije.
- **Razlog:** Ručni 3D skeneri vrše digitalizaciju poput video kamere, paje neophodno da se 3D skener kreće oko objekta prilikom 3D digitalizacije, dok stacionarni 3D skeneri ostaju mirni dok vrše 3D digitalizaciju I samim ti se dobijaju tačniji rezultati.
- Kod ručnih skenera se nalaze ugrađene dve dve kamere, dok stacionarni skeneri mogu biti:
  - mono sistem (jedan projektor + jedna kamera) ili
  - stereo sistem (jedan projektor + 2 kamere).



# Neophodna oprema za strukturno svetlo (stacionarni skeneri)

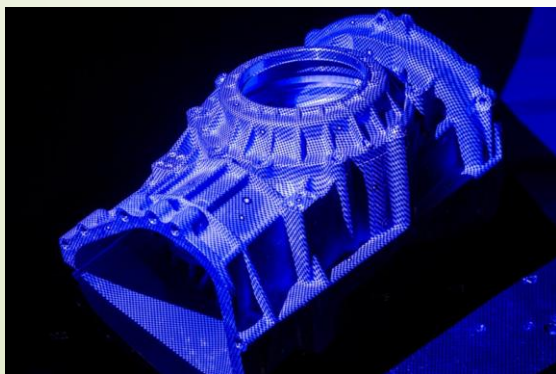
Kod postupka 3D digitalizacije sa struktuiranom svetlošću neophodna je sledeća oprema:

1. Kamera (Web kamera, DSLR fotoapararat, industrijska kamera);
2. Kalibracioni paneli/ploče;
3. Projektor (za projektovanje paterna);
4. Obrtni sto (opciono);
5. Softver.



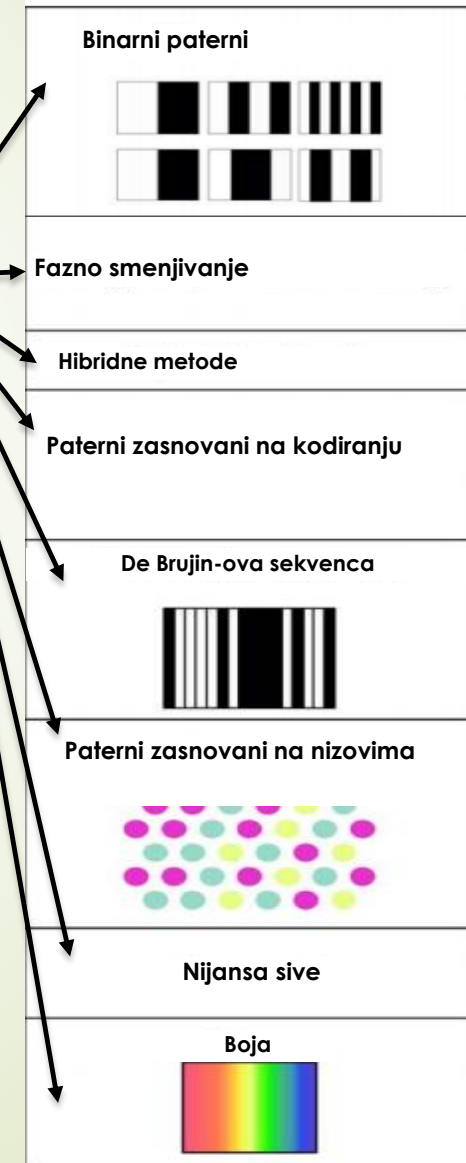
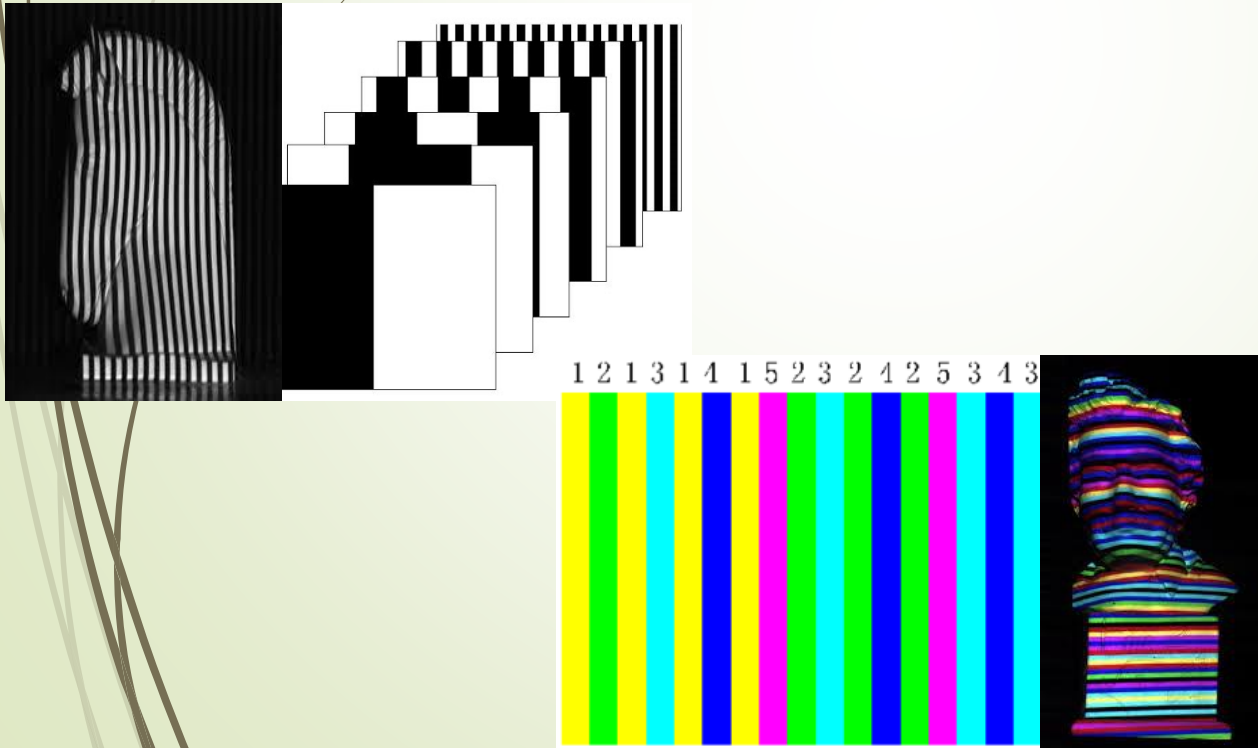
# BOJA STRUKTURNOG SVETLA

- Kod skenera baziranih na strukturalnoj svetlosti danas se koriste plava i bela svetlost.
- Iako obe vrste svetla omogućavaju efikasnu brzinu i tačnost prilikom akvizicije rezultata, plava svetlost ima nekoliko prednosti u odnosu na belu svetlost:
  - plava svetlost koristi LED izvor svetlosti - duži vek trajanja;
  - veća tolerancija za skeniranje u prostoriji koja sadrži dodatne izvore svetlosti;
  - hladnija radna temperatura u odnosu na belu svetlost.



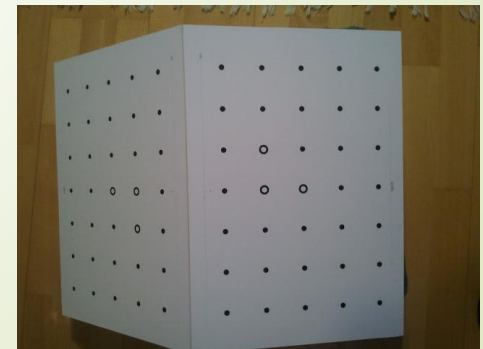
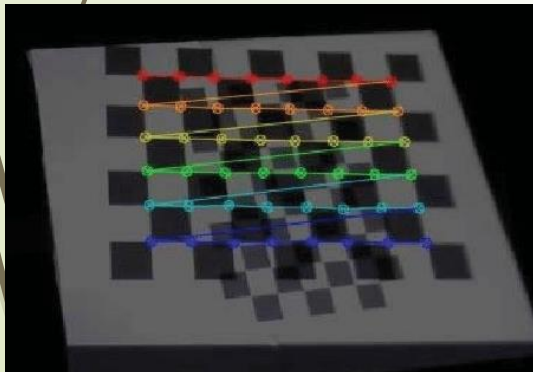
# KODIRANI PATERNI

- Postoji više različitih vrsta projektovanih paterna.
- Danas postoje različite vrste projektovanih paterna



# KALIBRACIJA SISTEMA

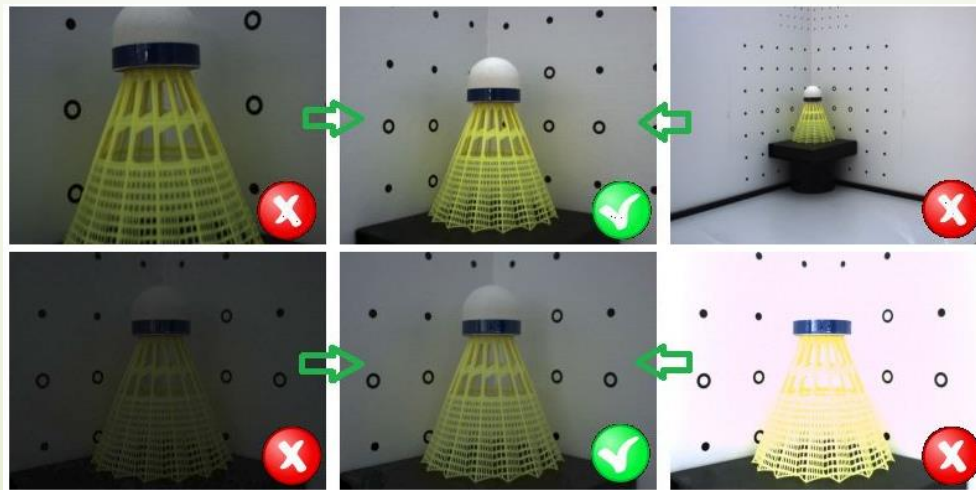
- Kako bi se mogao sprovesti postupak 3D digitalizacije nekog objekta primenom skenera baziranog na strukturiranoj svetlosti, **neophodno je prvo izvršiti postupak kalibracije.**
- Kod postupka kalibracije, neophodno je, primenom triangulacije, odrediti položaj kamera u odnosu na projektor u trodimenzionalnom prostoru, kao i njihov međusobni ugao.
- Za kalibraciju optičkih mernih uređaja Koriste se **kalibracione ploče (ili kalibracioni paneli)** koje na sebi **sadrže kodirane markere na unapred definisanom rastojanju** koje kamera treba da detektuje.





# PODEŠAVANJE KAMERE

- **Potrebno je podesiti parametre kamere kao što su** rezolucija i format boja, a zatim je potrebno podesiti i ekspoziciju, osvetljenost, kontrast, itd.
- Podešava se fokus kamere tako da je objekat izoštren na slici. Potrebno je isključiti automatska podešavanja kamere kao što su auto-fokus, auto-ekspozitura, auto-osvetljenost, Face Tracking itd.



# Pogodni predmeti za digitalizaciju sa strukturnim skenerom

Objekti koji treba da se digitalizuju primenom skenera baziranih na strukturnoj svetlosti treba da ispune određene uslove kako bi se postigli optimalni rezultati i prikupilo najviše informacija o površini objekta:

- **Površine objekta treba da su matirane** - sjajne površine nisu pogodne usled refleksije koja je projektuje od projektora prema kameri;
- **Površine treba da su neprozirne** - da nisu napravljene od transparentnog materijala (npr. staklo i prozirtna plastika);
- **Poželjno je da su objekt asimetrični** - asimetričnost objekata olakšava poravnavanje parcijalnih skenova kod generisanja 3D modela objekta;
- **Objekti treba da su svetlije boje** - idealni su predmeti koji su bele boje – ovo je bitno zašto što se kod svetlijih objekta bolje vide projektovani binarni paterni, neophodni za uspešnu rekonstrukciju površine objekta.

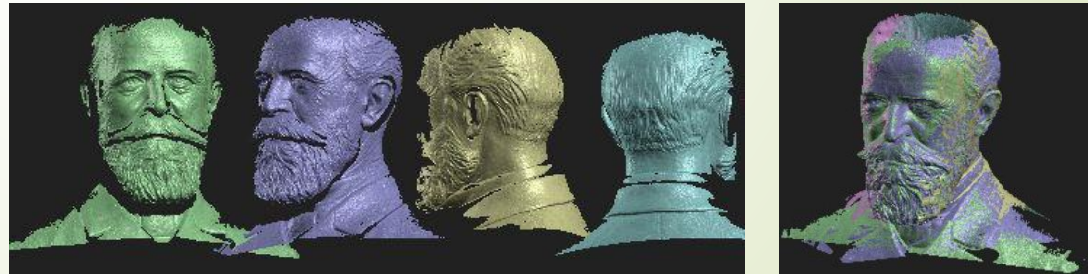


# Vreme potrebno za 3D digitalizaciju primenom strukturnog skenera

- Vreme potrebno za skeniranje objekta može se u velikoj meri razlikovati u zavisnosti od sledećih parametara:
  - Veličina objekta;
  - Složenost objekta;
  - Fizičke karakteristike površine objekta (sjajna površina, matirana površina, monotona površina, itd).

# REGISTRACIJA PARCIJALNIH SKENOVA

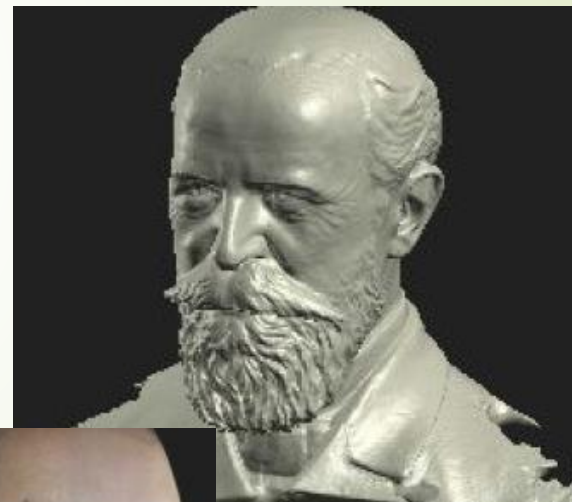
- ▶ Nakon što se objekat digitalizuje iz nekoliko različitih pozicija, kao rezultat se dobija više različitih parcijalnih skenova koje je neophodno poravnati i preklopiti kako bi se generisala uniformna površina objekta.
- ▶ U mnogim komercijalnim softverima se ovaj postupak vrši u samim softverima za digitalizaciju objekata, međutim registracija skenova se može takođe izvršiti i u drugim softverima.
- ▶ Nakon preklapanja svih skenova vrši se njihovo spajanje u jedan funkcionalni 3D model.
- Najčešće primenjavana metoda za poravnavanje sparcijanih skenova - **Iterative Closest Point – ICP metoda.**





# IZVOZ GENERISANIH 3D MODELA

- Kada se izvrši preklapanje svih parcijalnih skenova i kada se spoje u jedan funkcionalni model, generisani 3D modeli se izvoze iz softvera.
- **Najčešće se izvoze u STL formatu zapisa, međutim ukoliko sadrže podatke i o teksturi, mogu se izvesti u OBJ formatu zapisa.**



# PREDNOSTI I NEDOSTACI SKENERA BAZIRANIH NA STRUKTURNOJ SVETLOSTI

## PREDNOSTI:

- Brzina;
- Rezolucija;
- Tačnost;
- Velika pokrivenost skenirane površine.

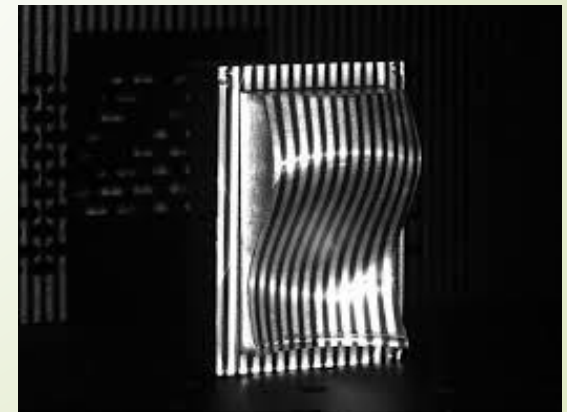


kabine za nanošenje belog praha u spreju



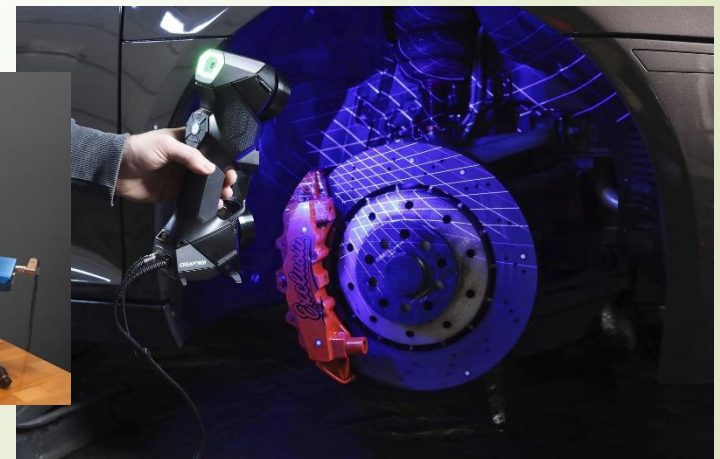
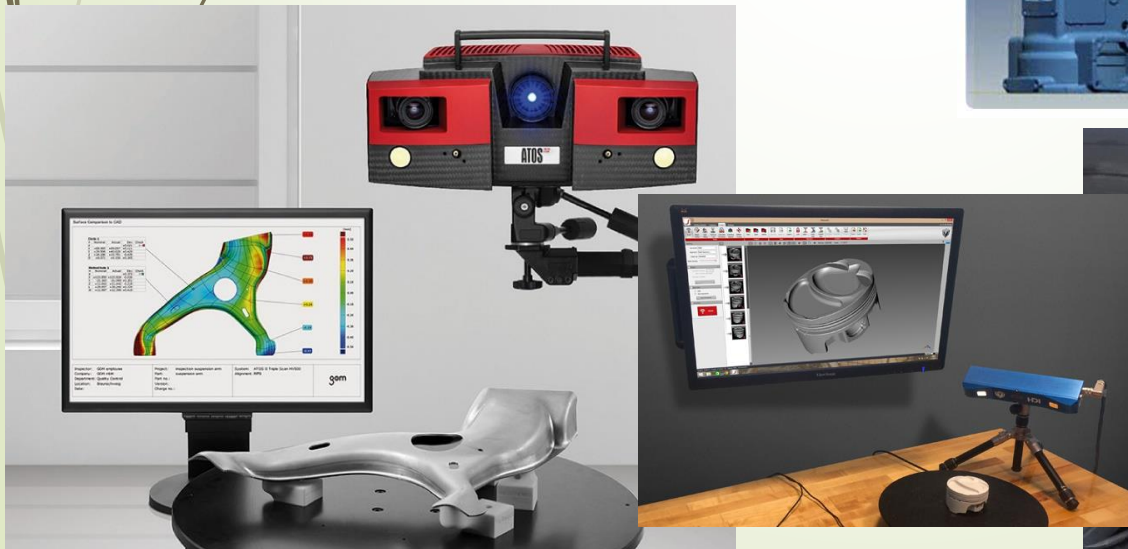
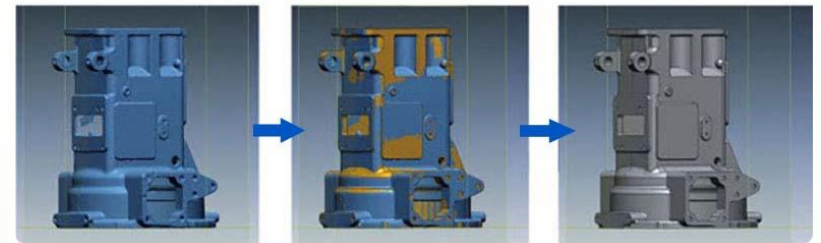
## NEDOSTACI:

- Osetljiva na ambijentalne uslove skeniranja;
- Problemi kod skeniranja reflektivnih ili transparentnih površina;
- Često zahteva pripremu površine pre digitalizacije.



# PRIMENA - INDUSTRIJA

- Kontrola kvaliteta,
- Inspekcija delova,
- Redizajn komponenti,
- Kopiranje postojećih delova,
- Tro-dimenzionalna analiza,
- ...





 **HVALA NA PAŽNJI!**

