

Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka

DIZAJN I IZRADA IMPLANATA I
MEDICINSKIH MODELA

**REVERZIBILNI INŽENJERSKI DIZAJN
U BIOMEDICINSKOM INŽENJERSTVU**

Uvod

Vanr. prof. dr Mario Šokac

Nastavnici i asistenti

- Dr Mario Šokac, vanr. prof
- Dr Željko Santoši, docent
- Dr Dejan Movrin, vanr. prof.
(Dr Mladomir Milutinović, red. prof.)

Sadržaj predmeta

Predmet se sastoji iz dve celine:

- I deo: **Reverzibilni inženjerski dizajn (RE)**
- II deo: **Brza izrada prototipa (RP)**

Sadržaj predmeta

- Uvod u RE
- Definisane i interpretacije pojma RE
- Metodologija RE
- 3D digitalizacija (medical imaging, skeniranje...)
- Priprema oblaka tačaka
- Rekonstrukcija površina i kreiranje 3D modela
- Studije slučaja (primeri iz prakse)
- Budući pravci razvoja oblasti

Literatura (za deo RE)

- I. Budak: Reverzibilni inženjerski dizajn - Preprocesiranje rezultata 3D digitalizacije, 2019.
- PPT prezentacije (dostupne on-line)

Način polaganja ispita

- 2 testa (1. iz RE i 2. iz RP) ili pismeni deo ispita
- usmeni ispit (opciono)

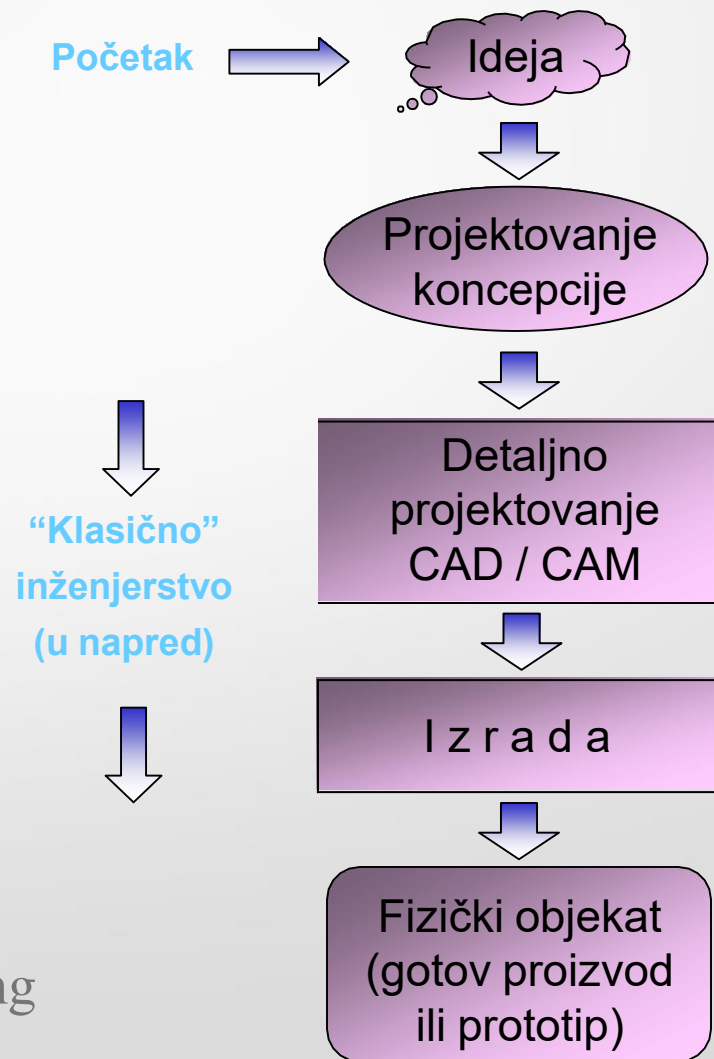
REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Pojam i definicije

Tok operacija, u okviru standardnog automatizovanog proizvodnog okruženja, podrazumeva razradu apstraktnog (ideje), kroz projektovanje koncepcije, a zatim i detaljno CAD/CAM projektovanje i na kraju izradu.

Ovakav tok operacija se često naziva “klasičnim” inženjerstvom ili “inženjerstvom u-napred”.

CAD - Computer Aided Design
CAM - Computer Aided Manufacturing



REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Pojam i definicije

Za razliku od toka aktivnosti u “klasičnom” inženjerstvu, **REVERZIBILNO INŽENJERSTVO** tipično počinje od fizičkog objekta koji se 3D digitalizuje (skenira) i prevodi u 3D model.



REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Pojam i definicije

RE dizajn se, u užem smislu, može definisati kao proces kopiranja postojećeg objekta ili proizvoda (sklopa ili dela), bez pomoći tehničke dokumentacije ili računarskog (digitalnog, virtuelnog) modela.

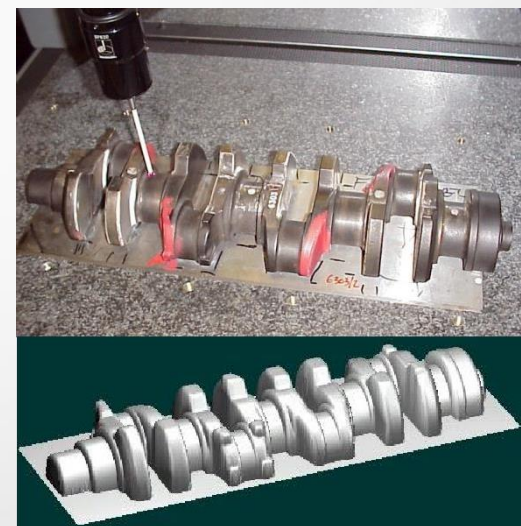
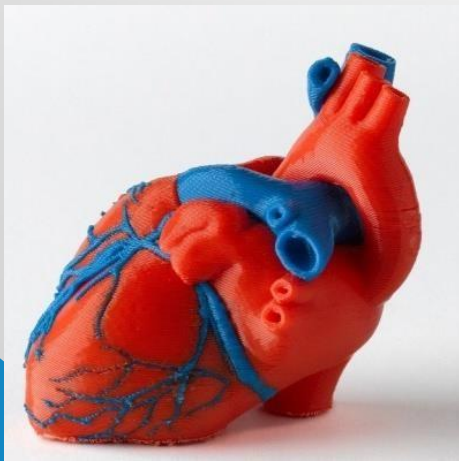
U širem smislu, RE se može posmatrati kao sistemski prilaz za analiziranje nekog postojećeg uređaja ili sistema i može se primeniti kako za proučavanje procesa projektovanja (određenog dela/sistema), tako i kao početni korak u procesu redizajniranja.

REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Interpretacije pojma RE

Izvorna interpretacija pojma RE u okviru mašinstva je vezana za proces **kopiranja postojećeg** dela / sklopa, bez pomoći tehničke dokumentacije ili digitalnog modela.

U osnovnu interpretaciju se može uključiti i **redizajn** postojećih proizvoda.



REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Interpretacije pojma RE

Druga interpretacija pojma RE, je vezana za aktualne zahteve tržišta, gde se od proizvoda zahtevaju sve složeniji geometrijski oblici, koje je teško postići klasičnim CAD alatima.

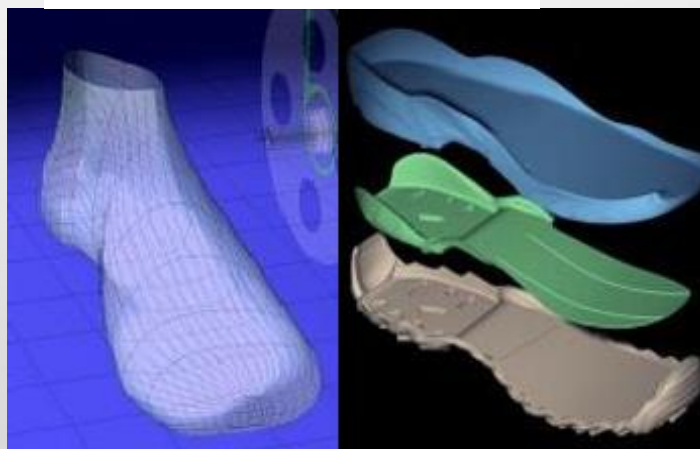
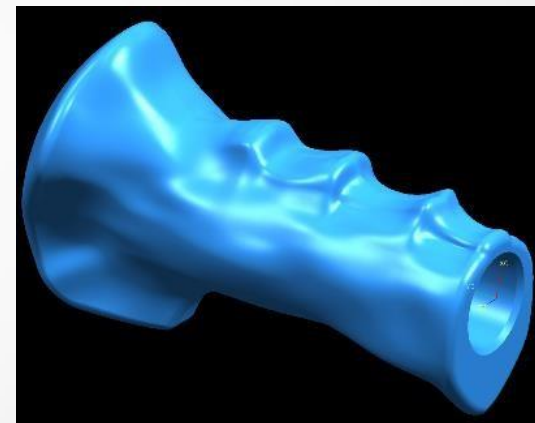
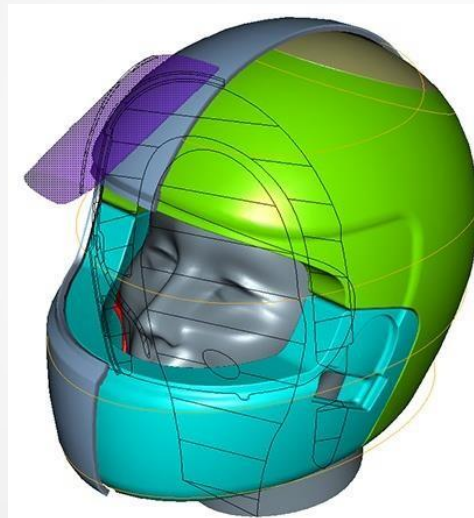
Usled toga, sve je češći slučaj da proizvodne kompanije angažuju umetnike - vajara koji **kreiraju željene modele u glini, gipsu ili nekom sličnom materijalu**, da bi se zatim ovako dobijeni modeli digitalizovali i rekonstruisali u funkcionalne CAD modele.



REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

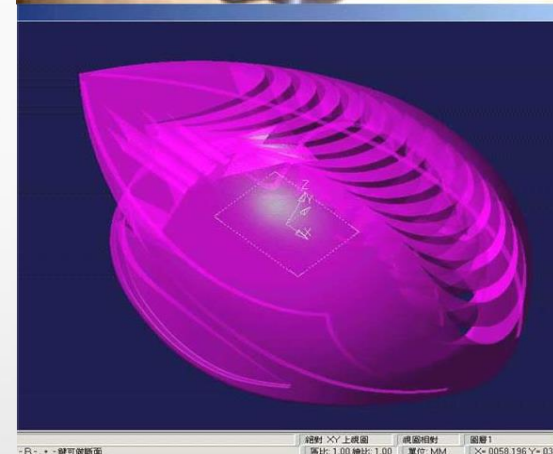
Interpretacije pojma RE

Dizajn ergonomski funkcionalnih proizvoda - računarske tastature i miševi, sedišta, kacige, sportski rekviziti, obuća (sportska i ortopedska) itd.



Sledeći aspekt primene RE obuhvata **dizajn ergonomske funkcionalnih proizvoda**.

Tu spadaju uređaji opšte namene, kao što su na primer kompjuterske tastature i miševi, igračke, sedišta, kacige, obuća, ...

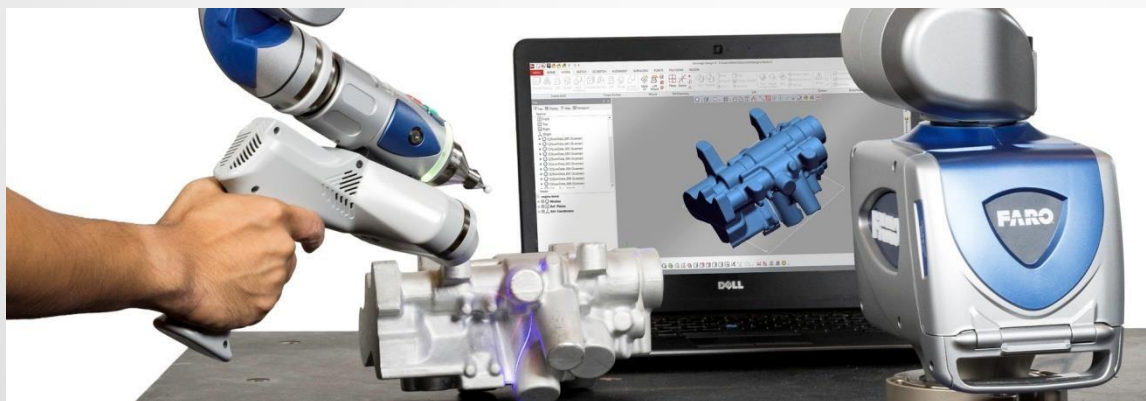


REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Oblasti primene

Mašinsko inženjerstvo:

- Dizajn novih proizvoda i alata za njihovu proizvodnju;
- Redizajn postojećih proizvoda

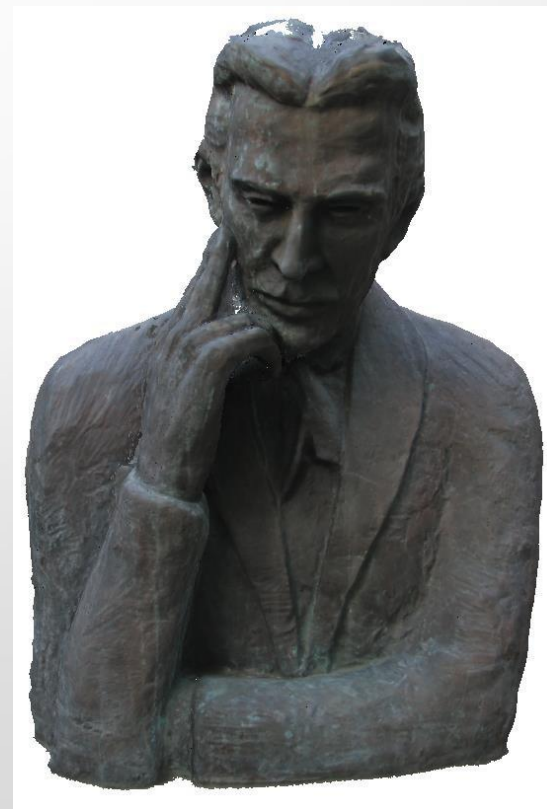
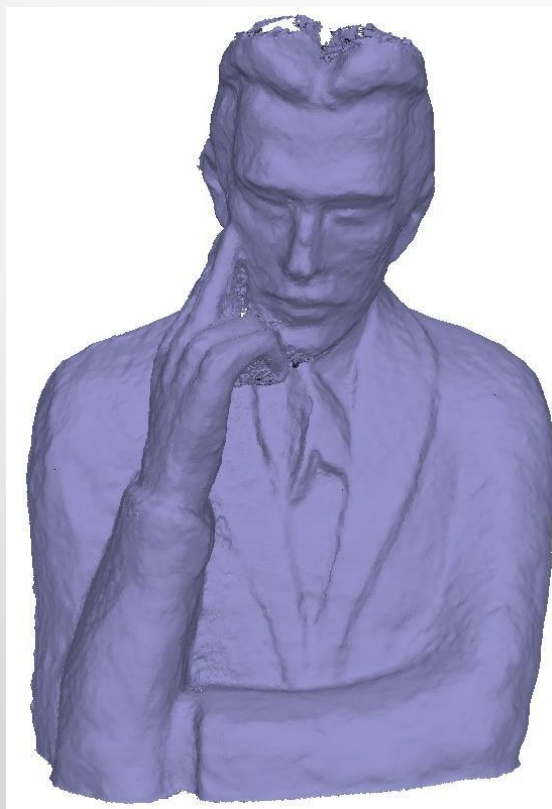


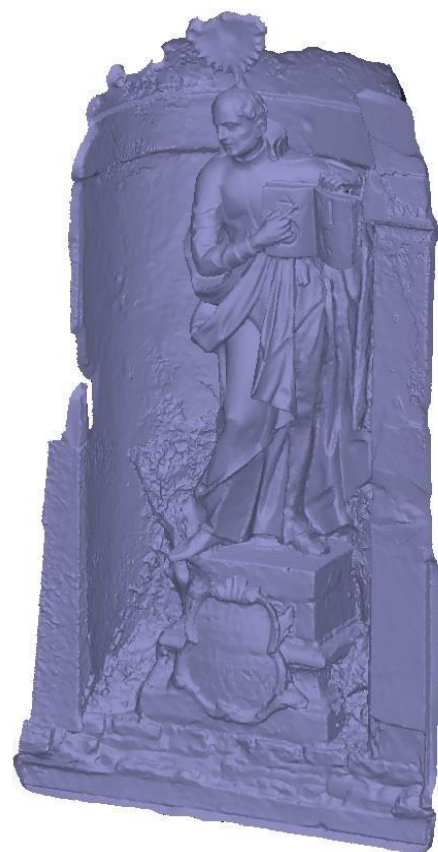
REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Oblasti primene

Umetnost i arhitektura

- Zaštita i restauracija spomenika kulturne baštine





REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Oblasti primene

Računarske animacije (filmovi, igrice, virtualni muzeji...)

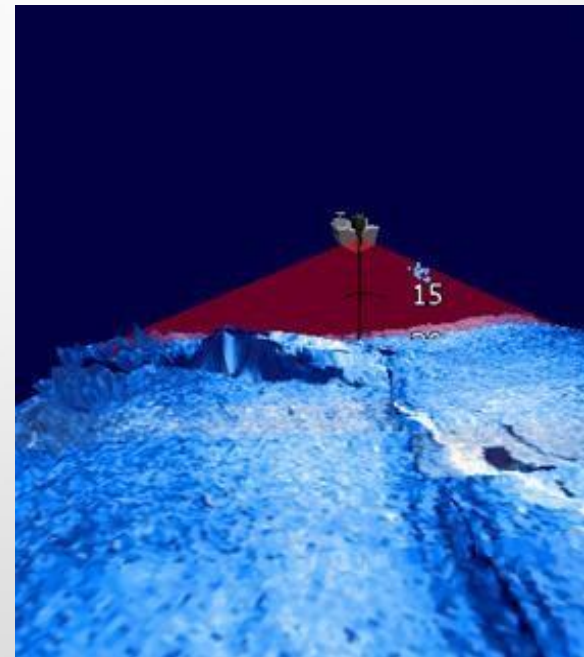
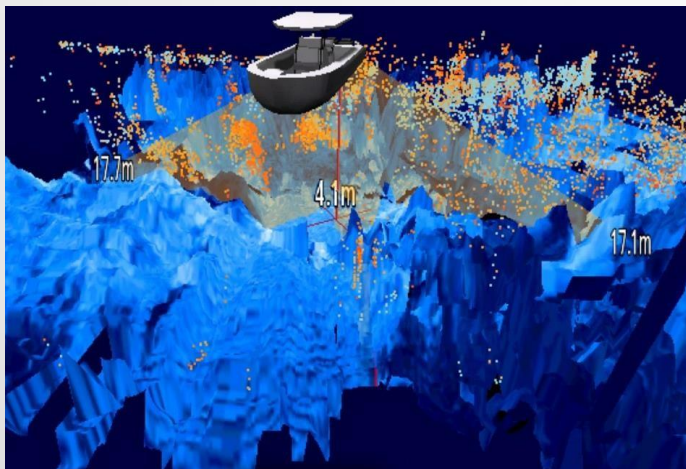


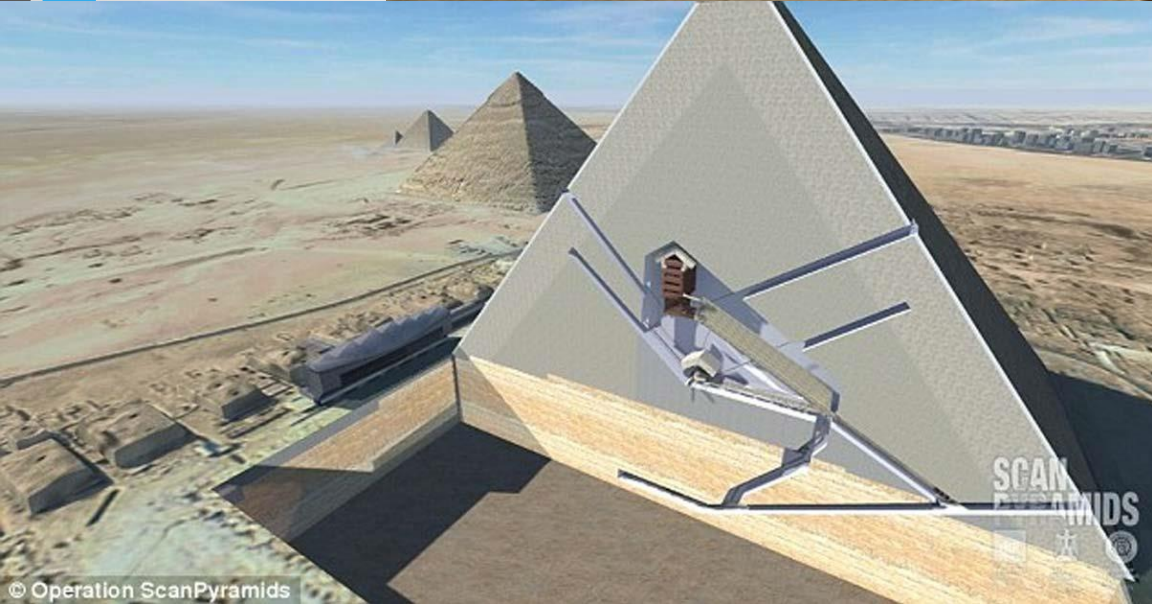


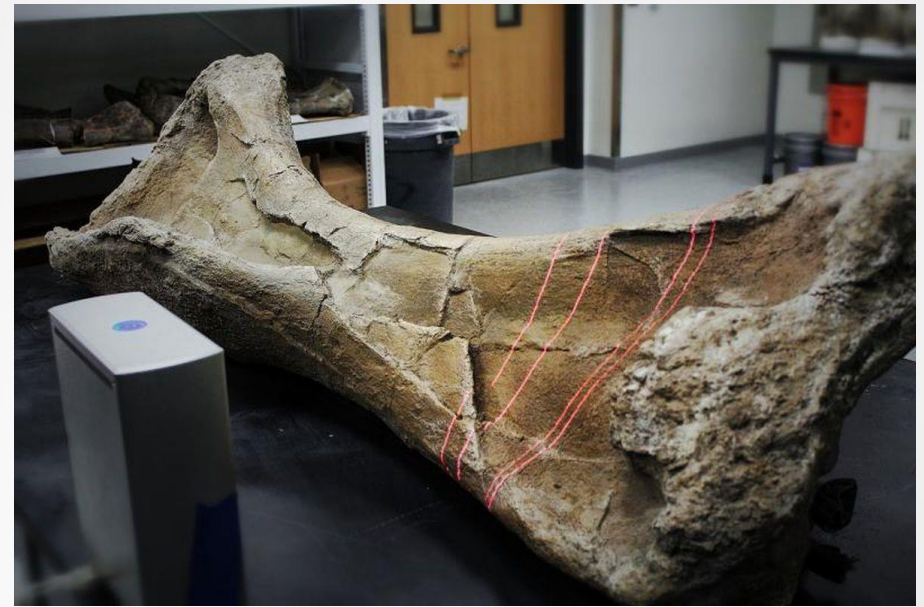
REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Oblasti primene

Geologija, arheologija, paleontologija...



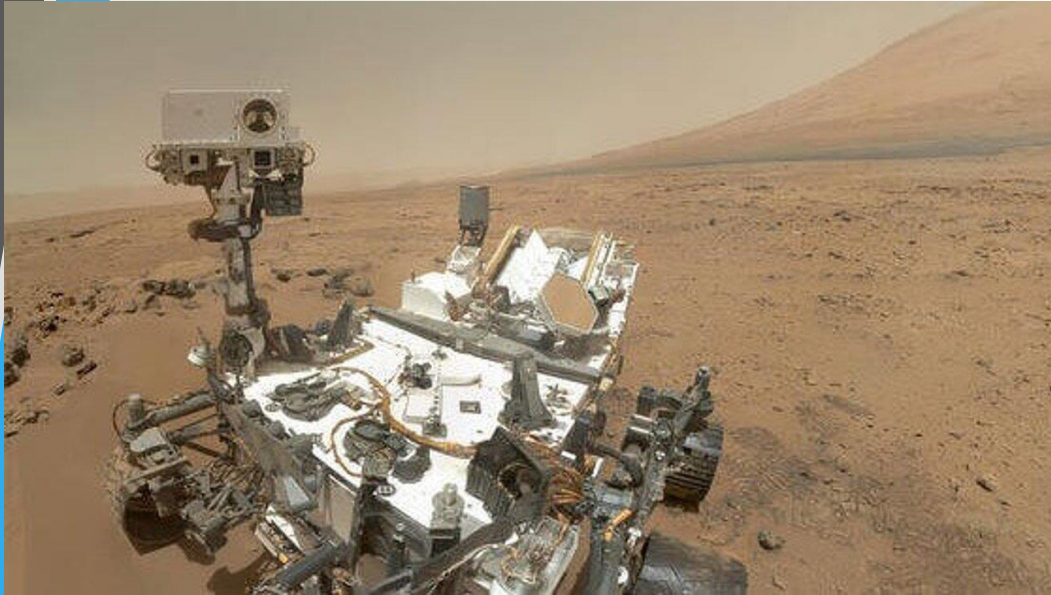




REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Oblasti primene

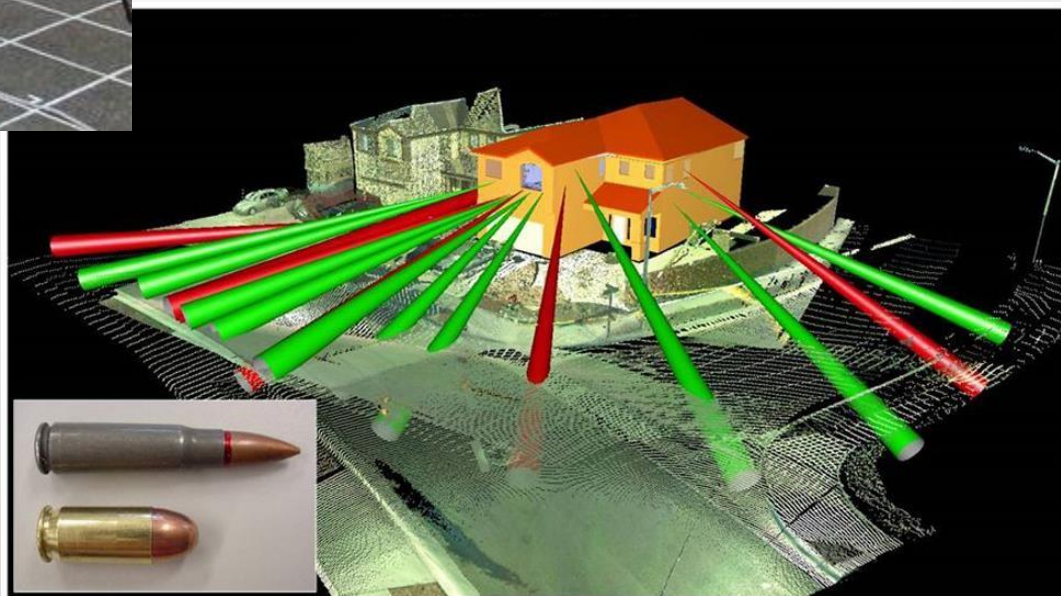
Astronomija



REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Oblasti primene

Forenzika



7.62x39mm and .45Auto fired from a moving vehicle

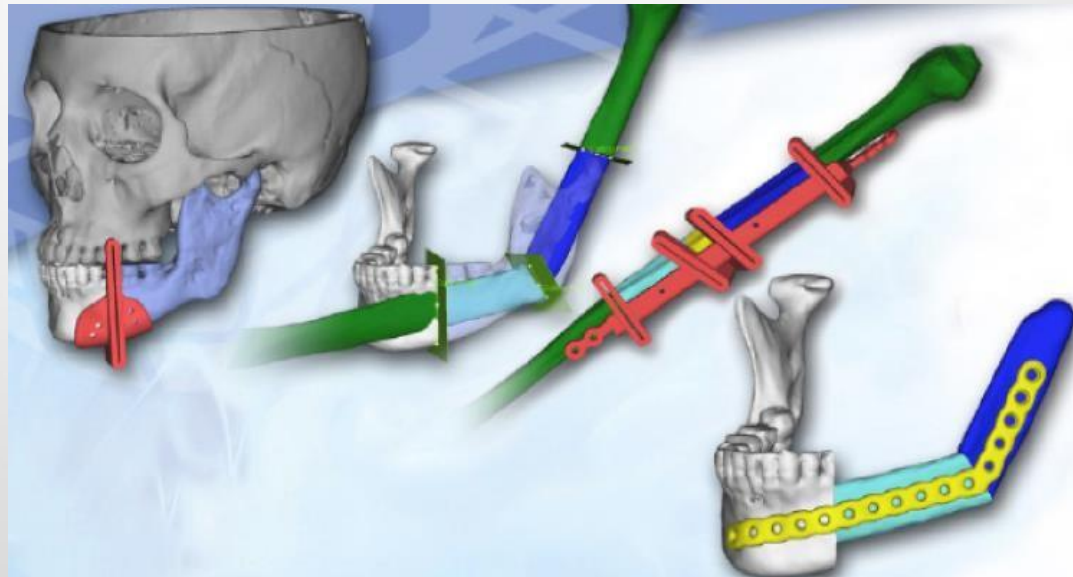
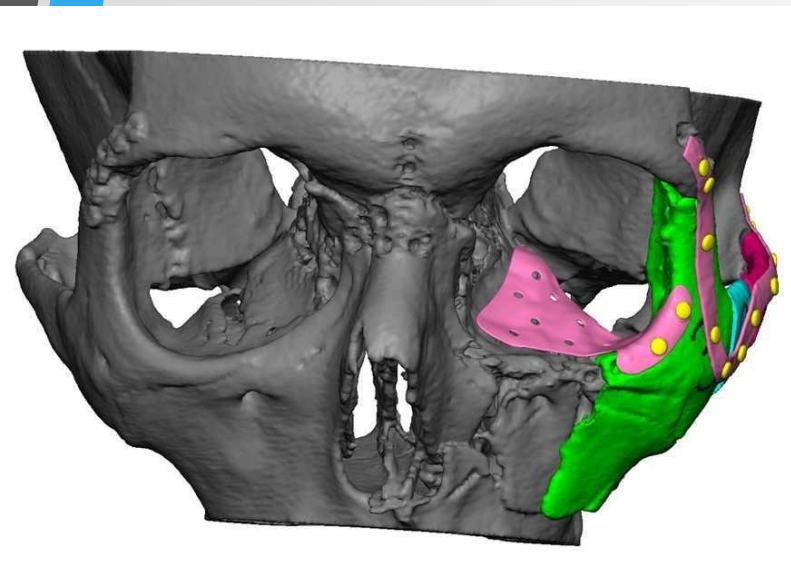
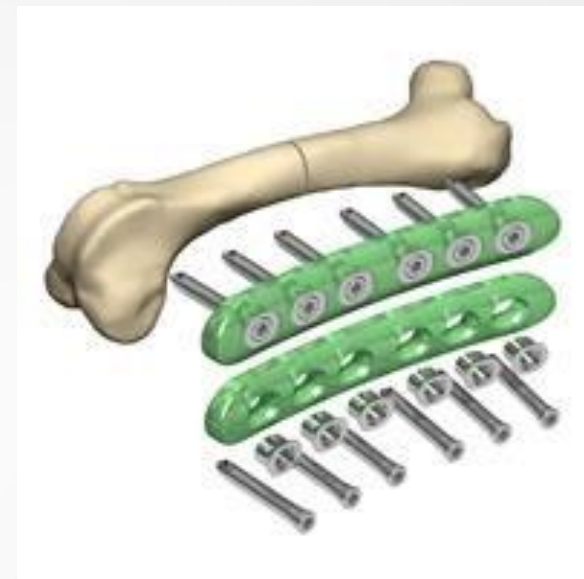
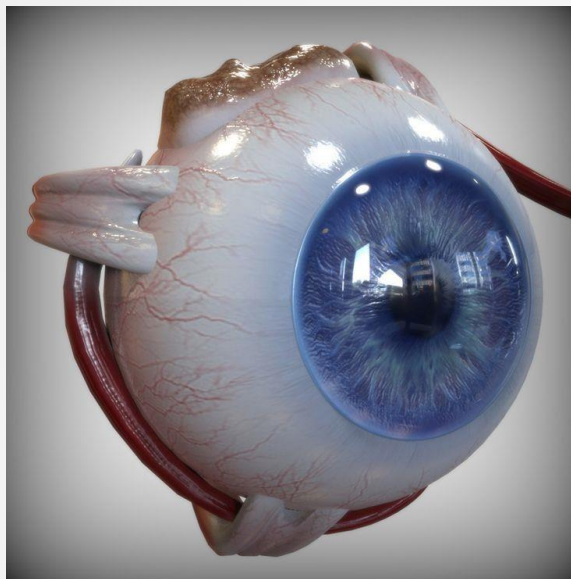
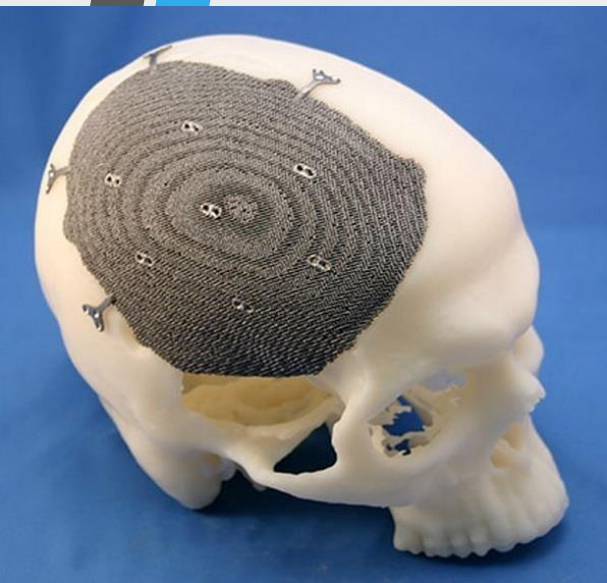
REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

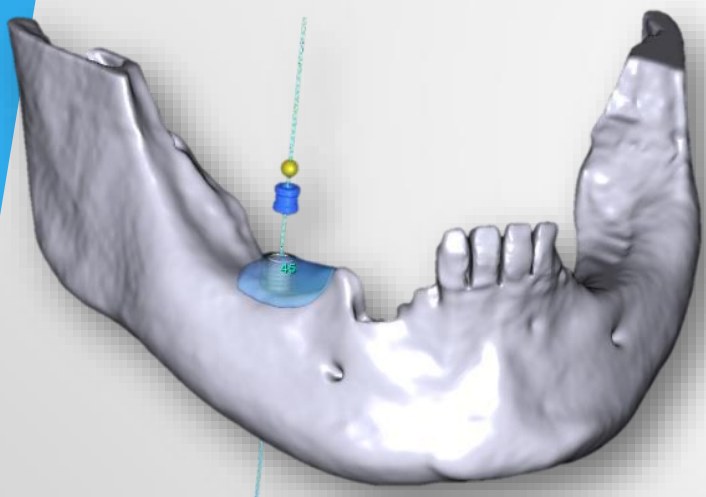
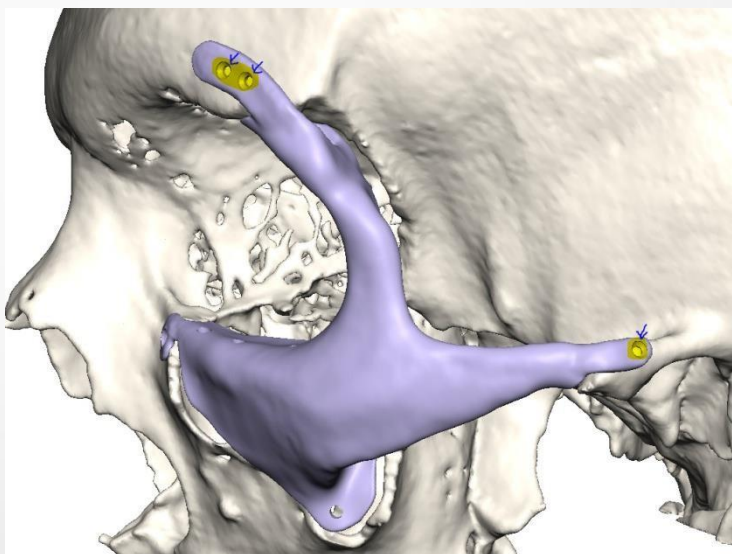
Oblasti primene

Biomedicinsko inženjerstvo

- **Medicinski modeli**
- **Rekonstruktivna pomoćna sredstva**
- **Digitalni hirurški planovi**
- **Kastomizovane hirurške vođice**
- **Kastomizovani implantanti**
- **Proteze i modeli za vežbanje/treniranje**







Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka

DIZAJN I IZRADA IMPLANATA I
MEDICINSKIH MODELA

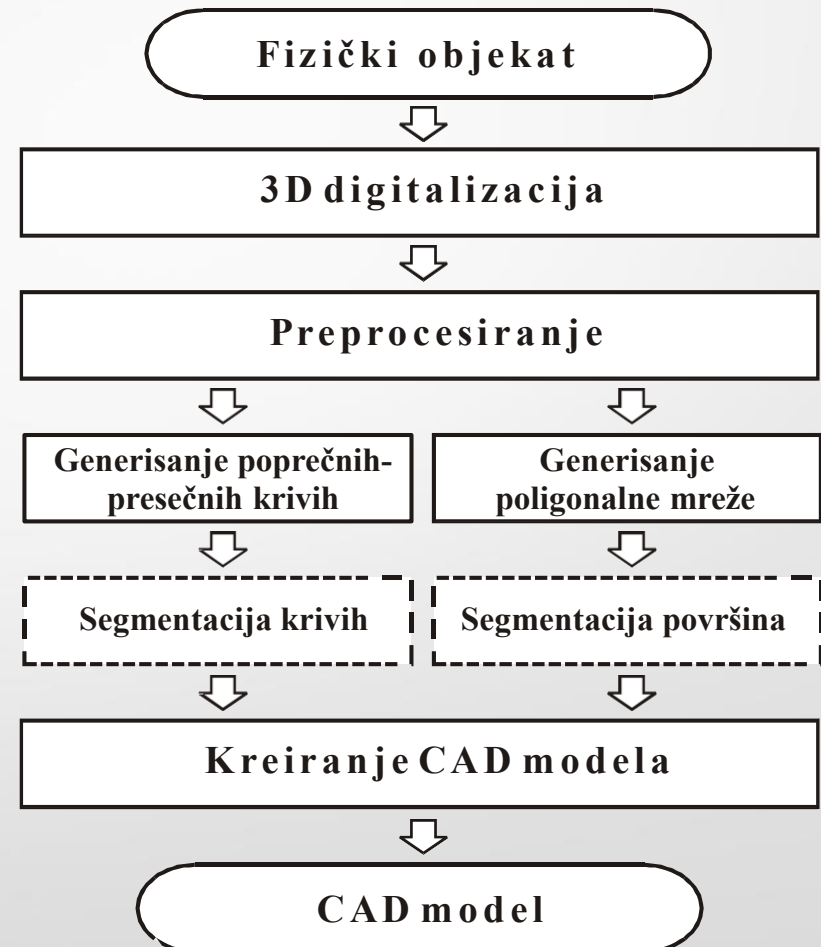
**METODOLOGIJA REVERZIBILNOG
INŽENJERSTVA**

Doc. dr Mario Šokac

METODOLOGIJA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA

U mnoštvu različitih sistema za RE, koji su se pojavili tokom poslednjih nekoliko godina, mogu se identifikovati dve, dominantne metodologije:

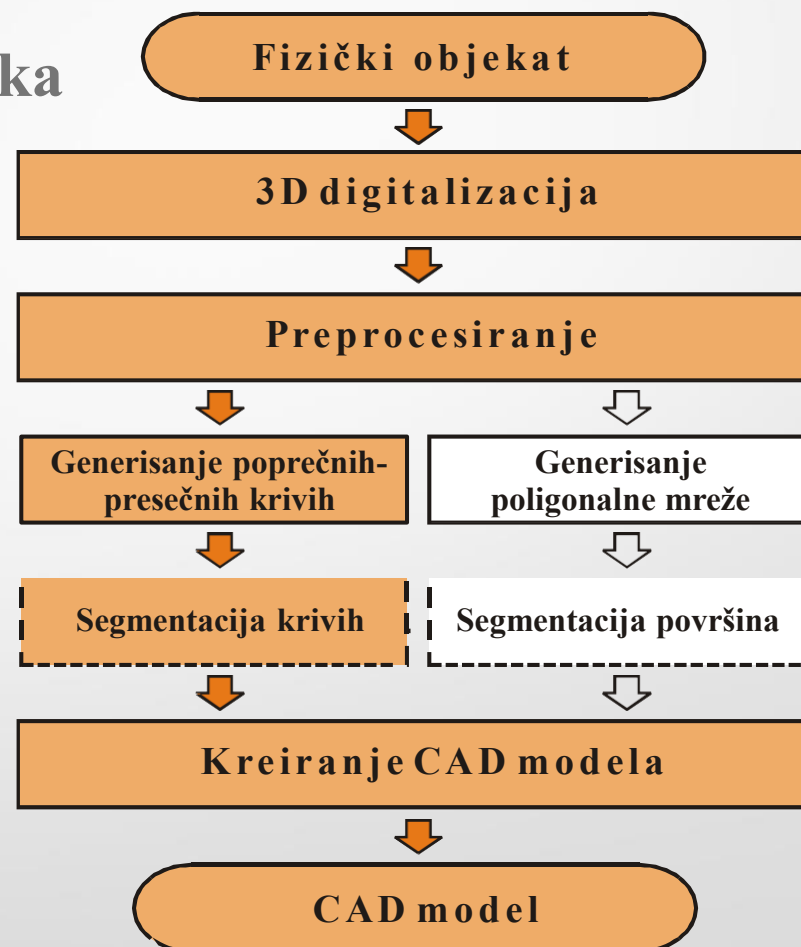
1. Metodologija poprečnih preseka
2. Metodologija poligonizacije modela



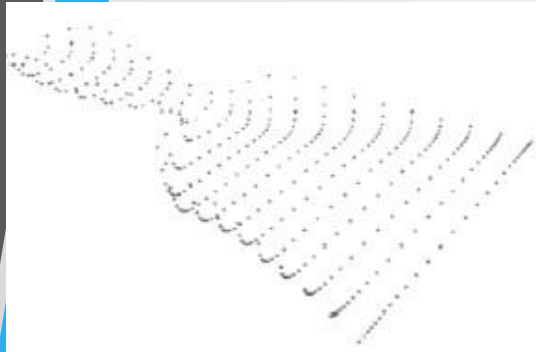
METODOLOGIJA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA

Metodologija poprečnih preseka

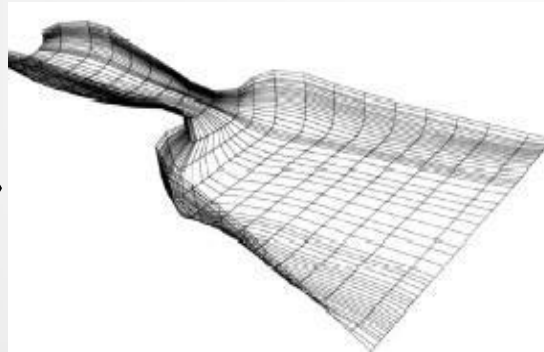
Metodologija poprečnih preseka (*cross-sectional*) je široko primenjivana u industriji, a podrazumeva generisanje površinskog modela na osnovu poprečnih-presečnih (konturnih) krivih, kroz koje se "provlači" površ.



METODOLOGIJA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA



oblak tačaka



poprečna-presečne krive



površinski model

Metodologija poprečnih preseka

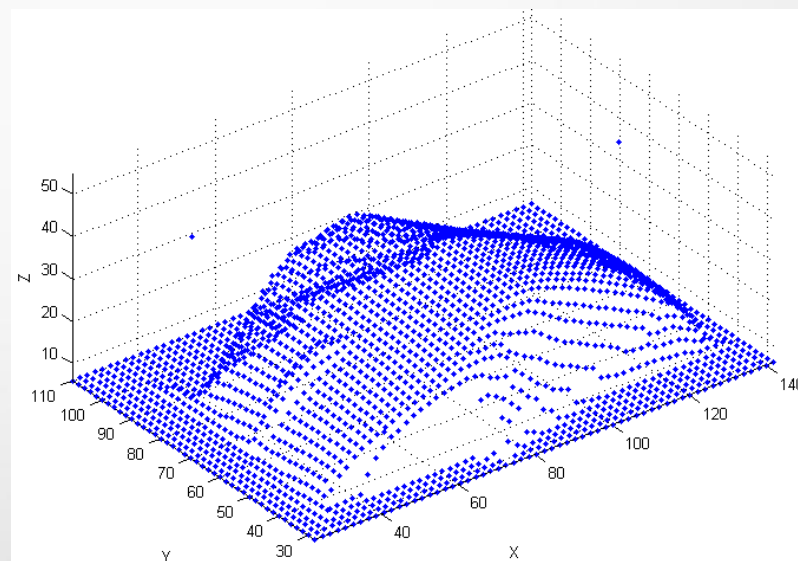
RE dizajn kompjuterskog miša

Kolaborativni dizajn: Fizičko modelovanje računarskog miša



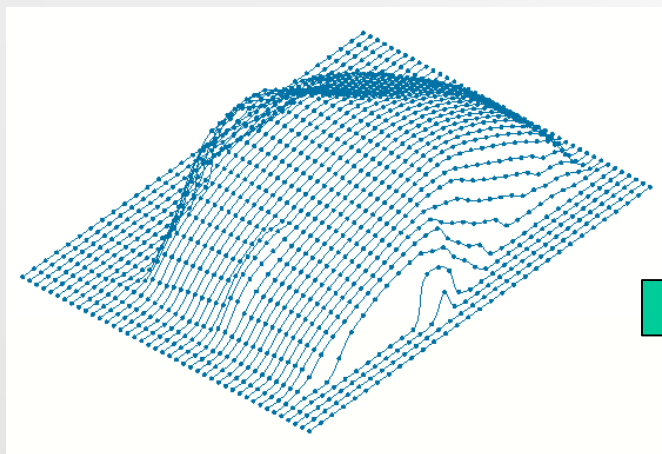
RE dizajn kompjuterskog miša

3D digitalizacija kompjuterskog miša

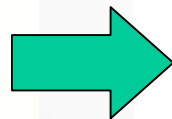


Rezultat 3D digitalizacije
(oblak tačaka)

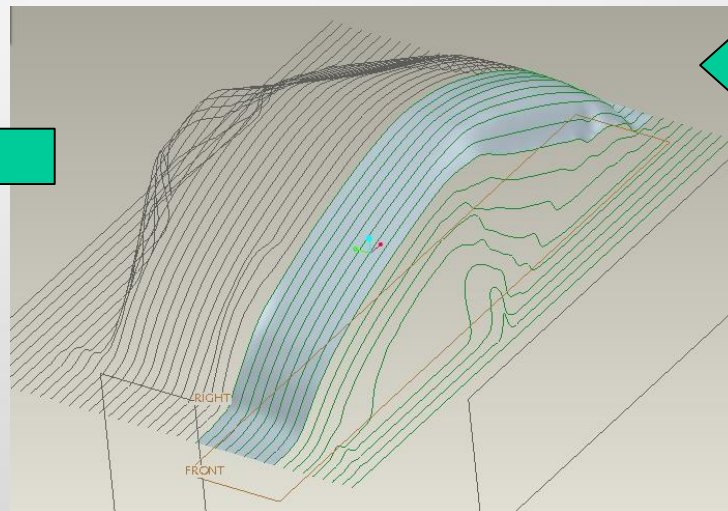
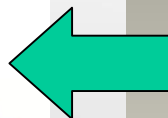
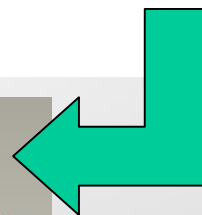
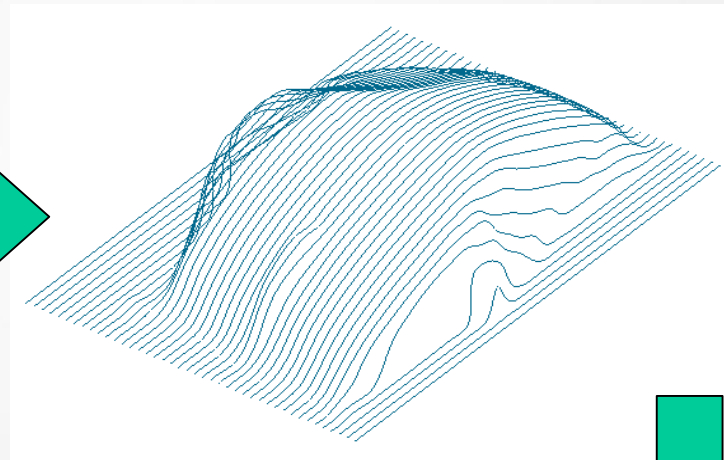
RE dizajn kompjuterskog miša



oblak tačaka



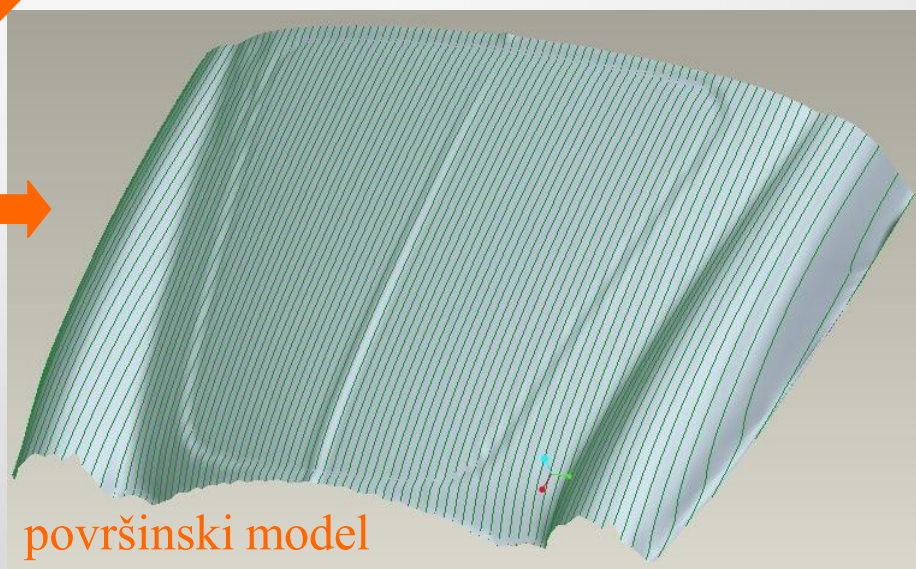
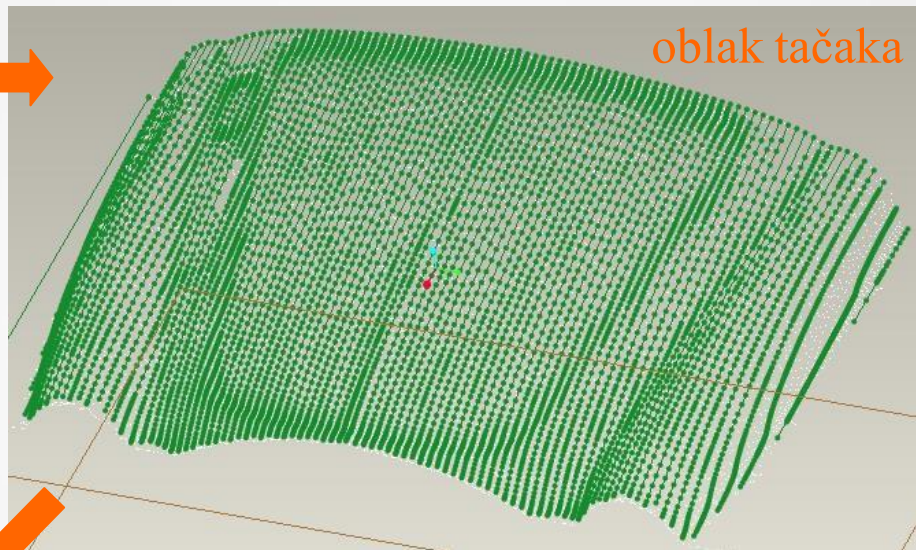
poprečne-presečne krive



površinski model

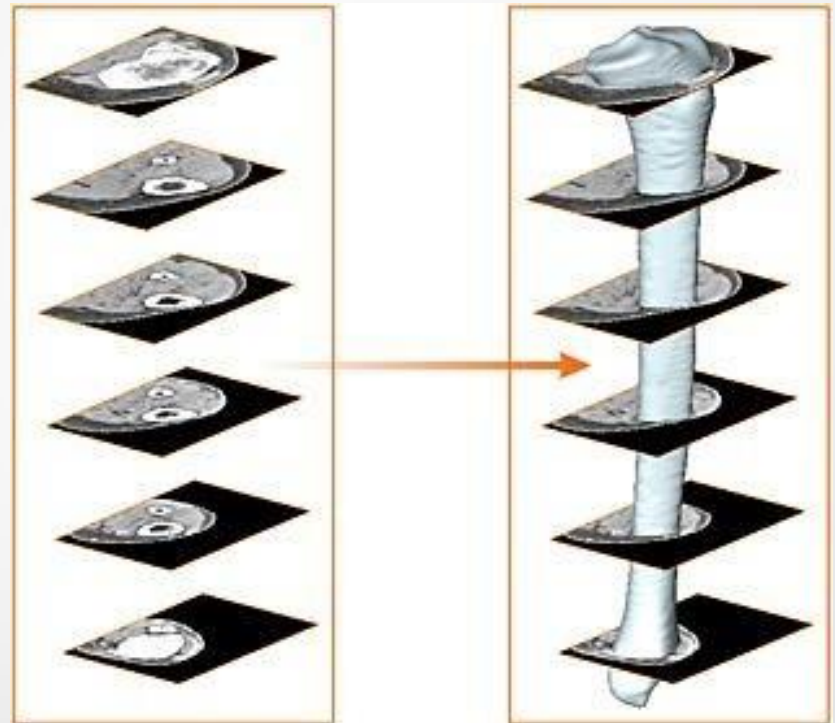
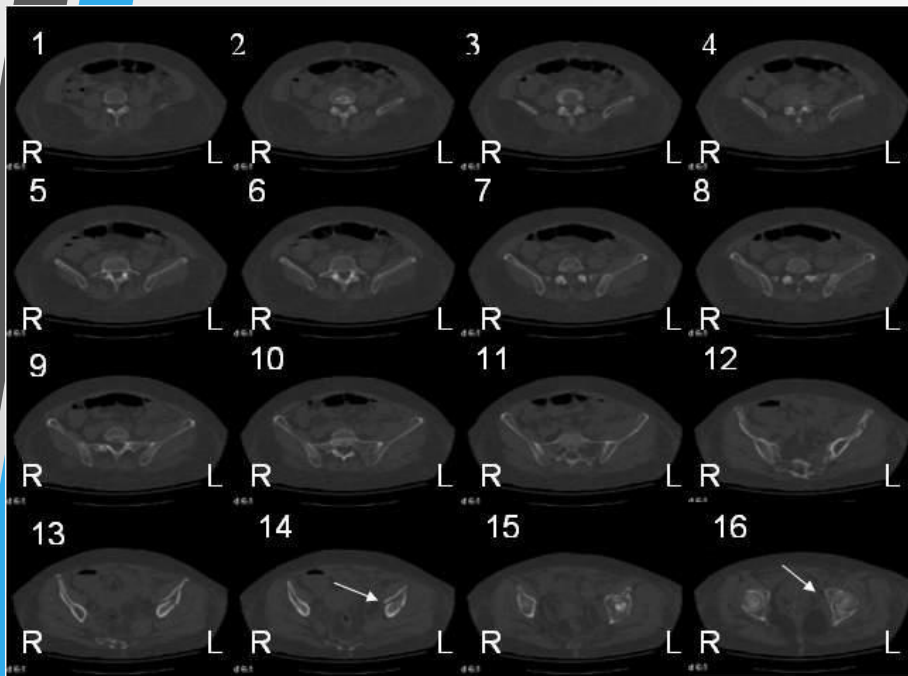
"provlačenje" površi kroz krive

RE dizajn haube automobila *Karmann-Ghia Volkswagen* modela iz '60-tih godina XX veka



RE dizajn model kosti (femur)

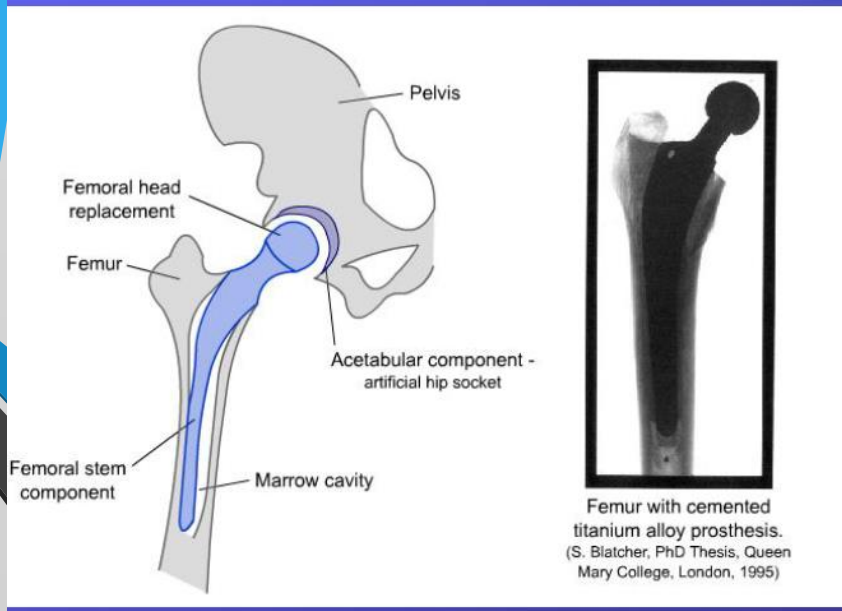
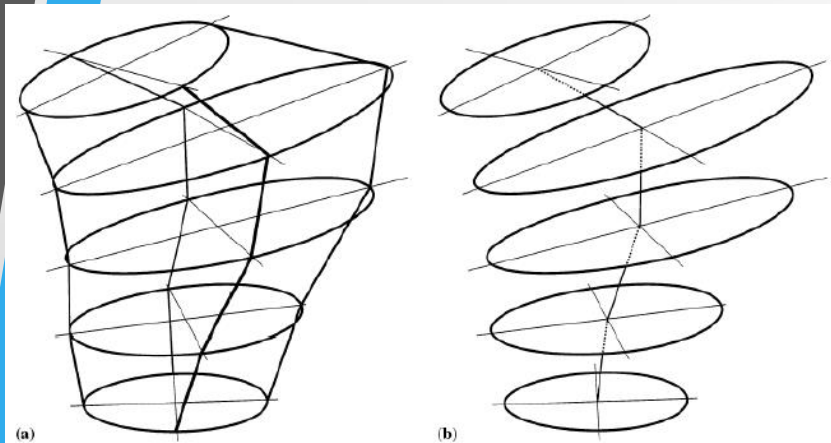
CT snimak



poprečne-presečne krive



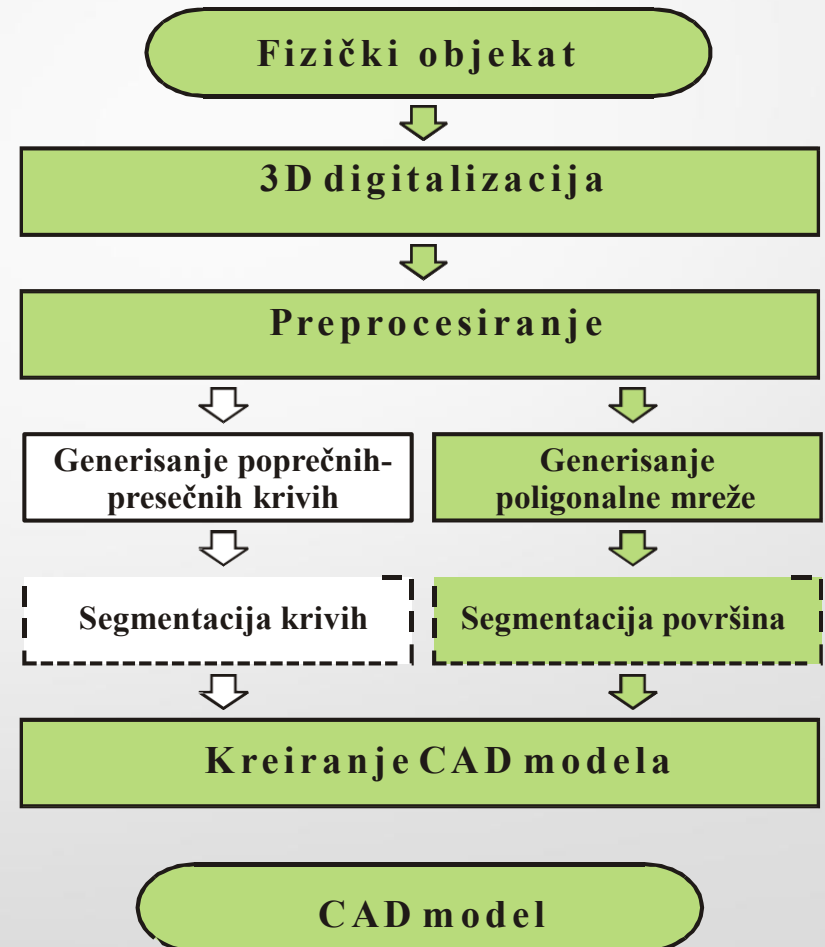
RE dizajn model kosti (femur)



METODOLOGIJA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA

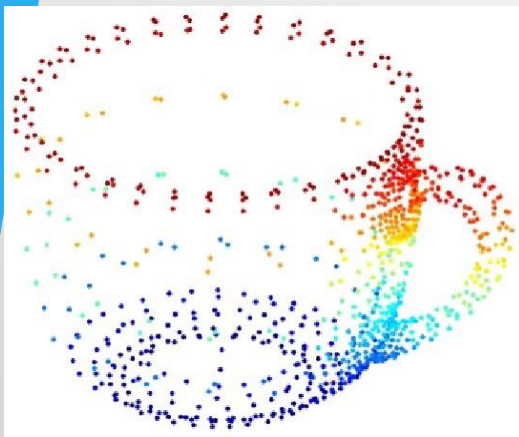
Metodologija poligonizacije modela

Kod metodologije poligonizacije modela, koja se sve više primenjuje u oblasti računarskih animacija i analiza, 3D površinski model se dobija transformacijom oblaka tačaka njihovim povezivanjem u poligonalnu mrežu iz koje se zatim generiše površinski model.



METODOLOGIJA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA

Metodologija poligonizacije modela



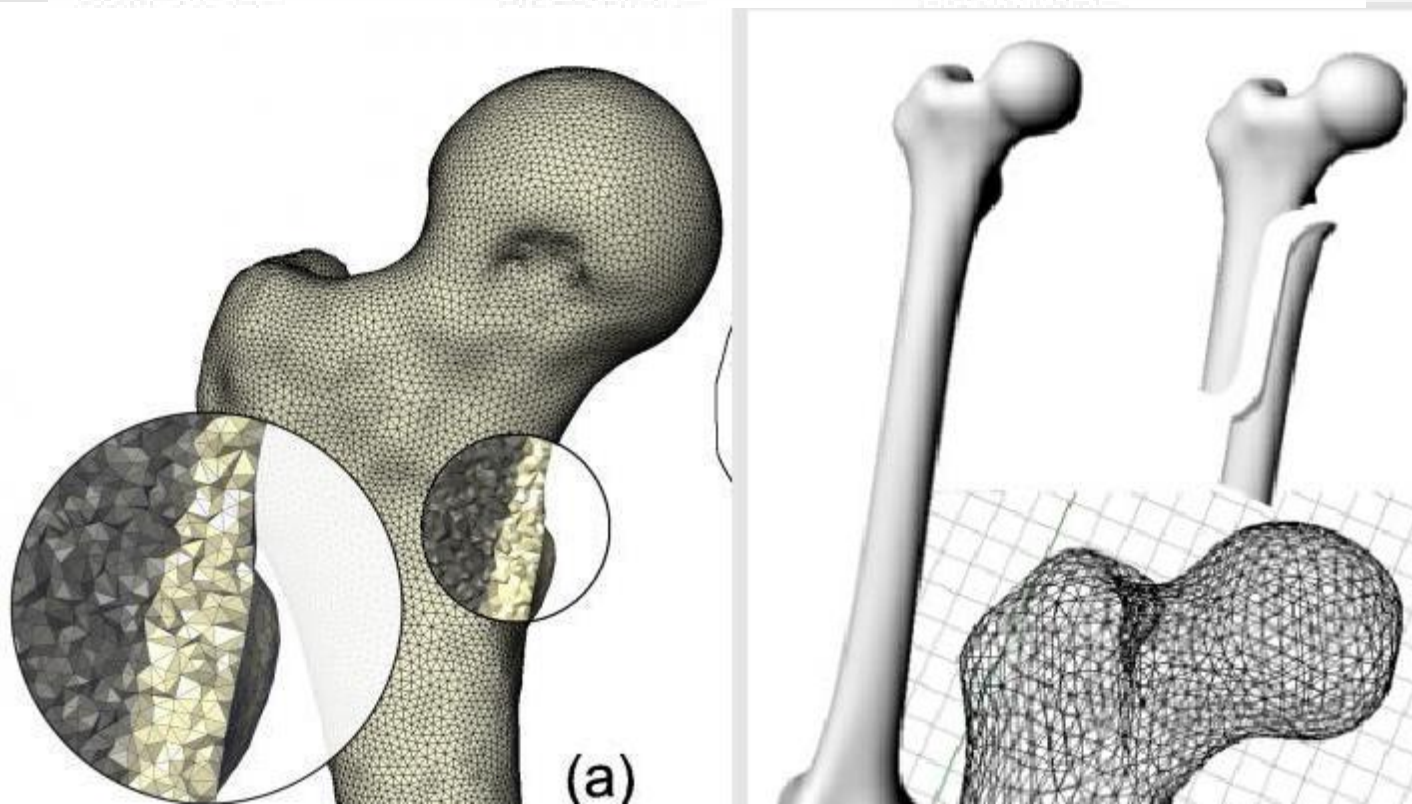
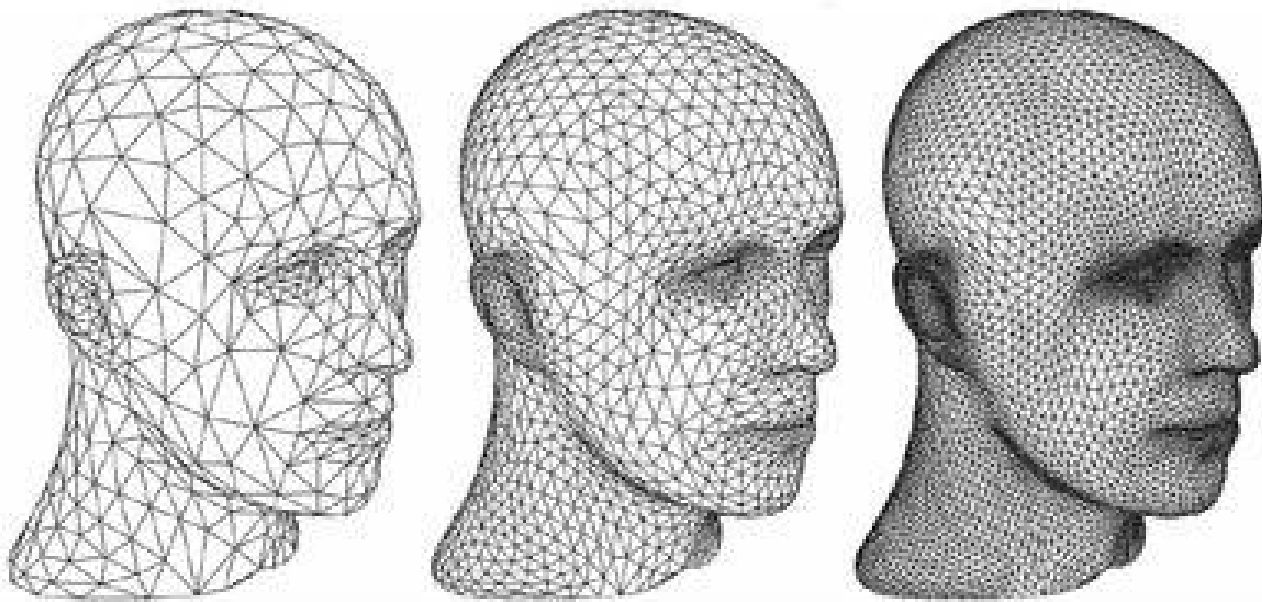
oblak tačaka

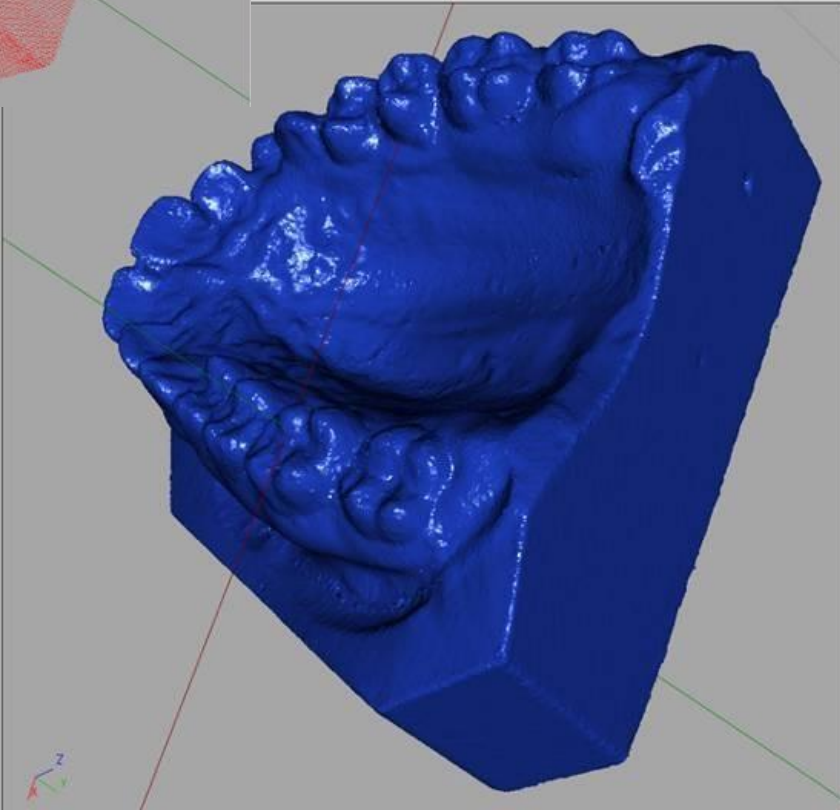
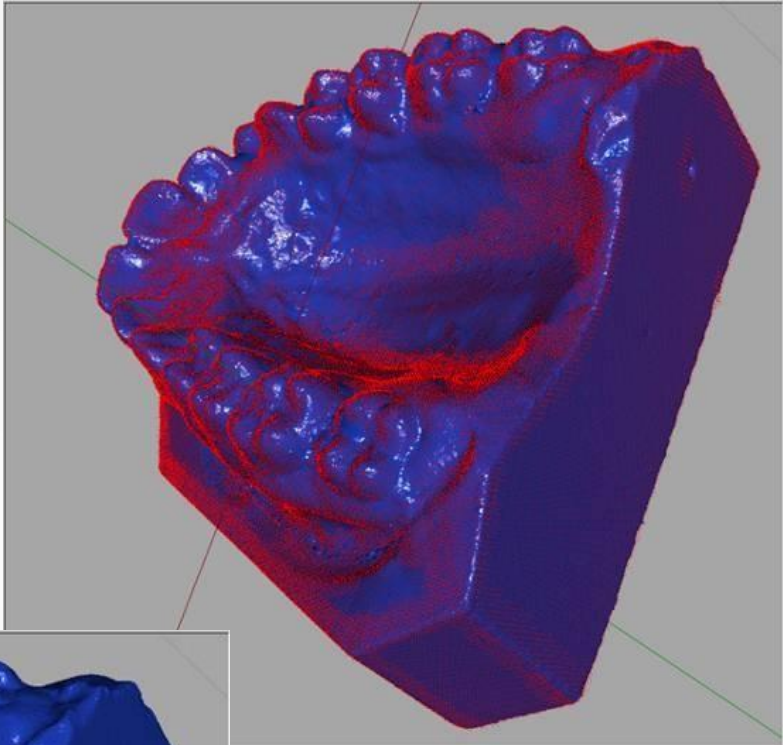
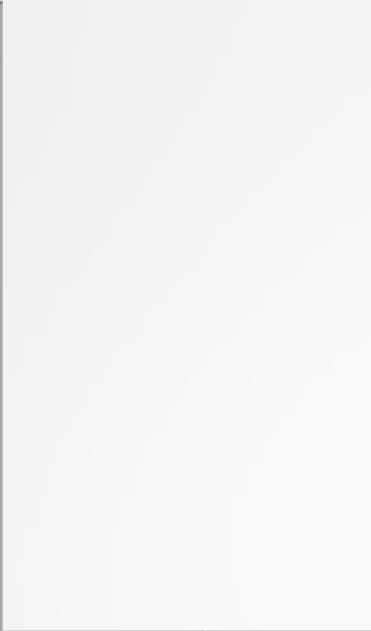
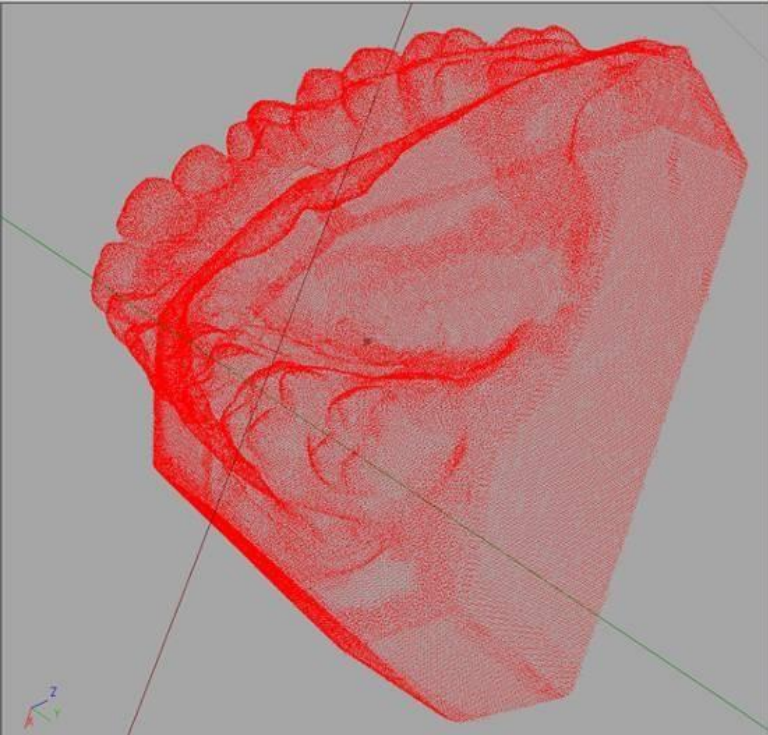


poligonizovani model



površinski model







HVALA NA PAŽNJI!!