

Univerzitet u Novom Sadu  
Fakultet tehničkih nauka

# REVERZIBILNI INŽENJERSKI DIZAJN

## 1. predavanje

*Prof. dr Igor Budak*

# Nastavnici i asistenti

➤ Dr Igor Budak, red. prof.

E-mail: [budaki@uns.ac.rs](mailto:budaki@uns.ac.rs)

➤ Dr Mario Šokac, docent

➤ Dr Željko Santoši, asistent

# Sadržaj predmeta

- Uvod u RE
- Definisavanje 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

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

# Način polaganja ispita

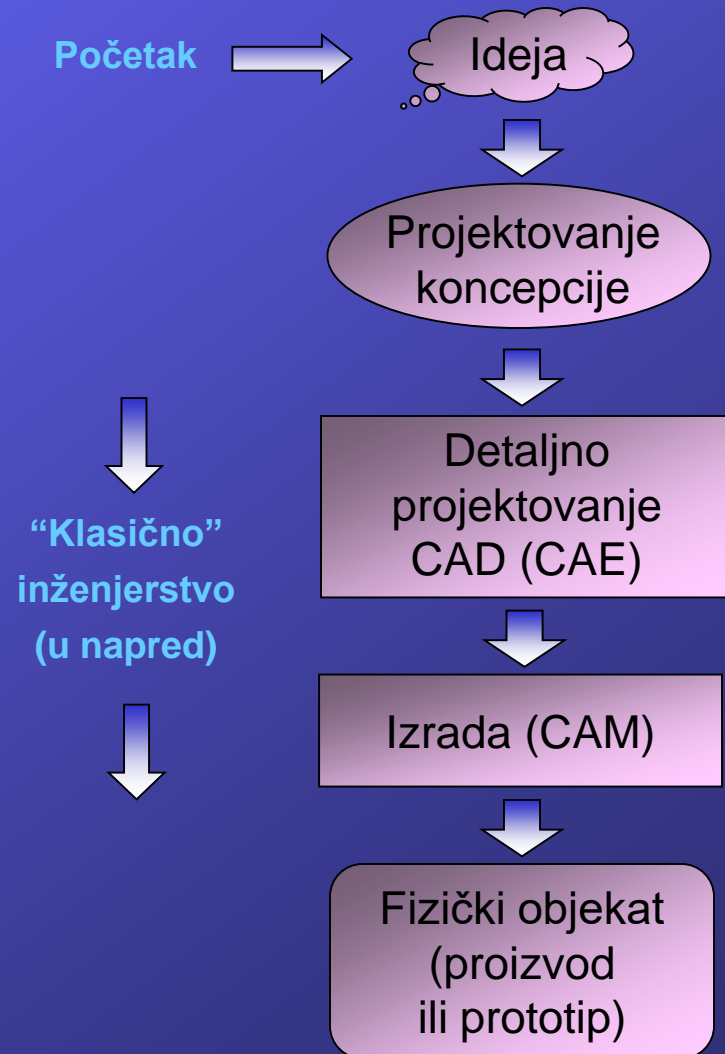
- 2 testa (1. iz RE i 2. iz RP) ili pismeni deo ispita
- usmeni ispit

# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Pojam i definicije

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

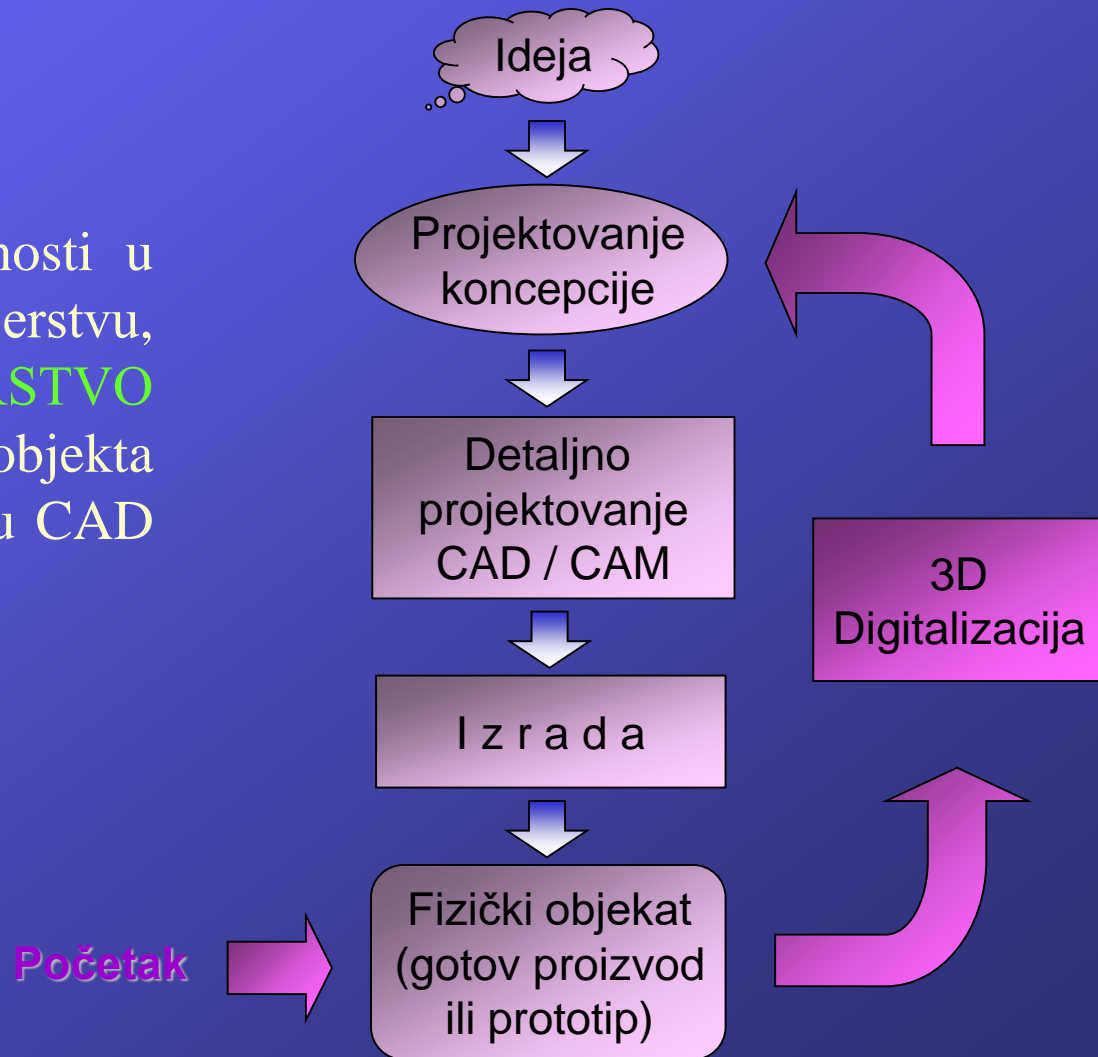
Ovakav tok operacija se često naziva **“klasično” inženjerstvo** ili **inženjerstvo u napred**.



# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Pojam i definicije

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



# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Pojam i definicije

U okviru **mašinstva**, RE se, u užem smislu, može definisati kao proces dupliranja neke postojeće komponente, sklopa ili proizvoda, bez pomoći tehničke dokumentacije ili kompjuterskog modela.

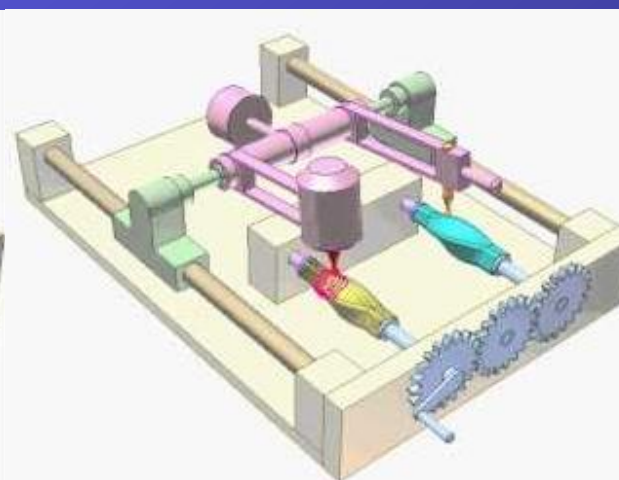
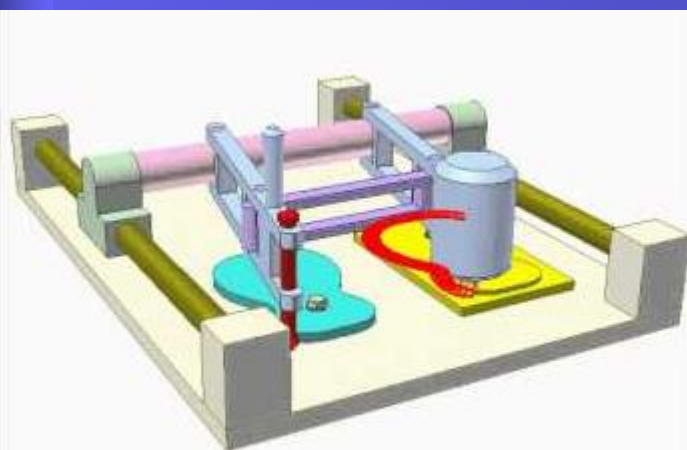
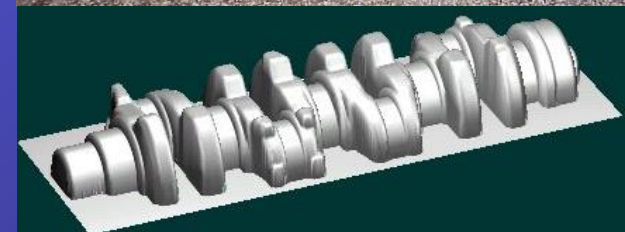
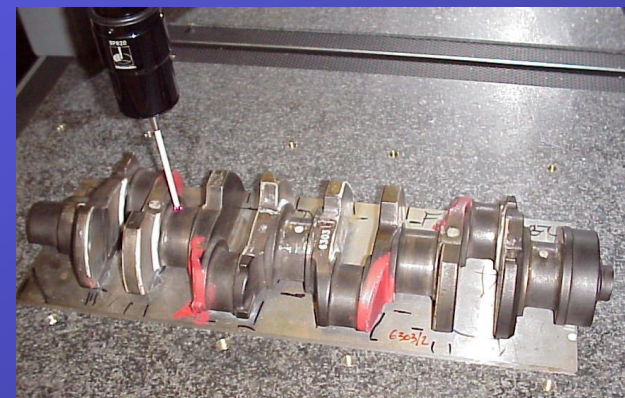
U širem smislu, RE se može posmatrati kao sistemski prilaz za analiziranje nekog postojećeg uređaja ili sistema i može se primeniti kako za proučavanje procesa projektovanja (određenog dela/sistema), tako i kao početni korak u procesu redizajniranja.

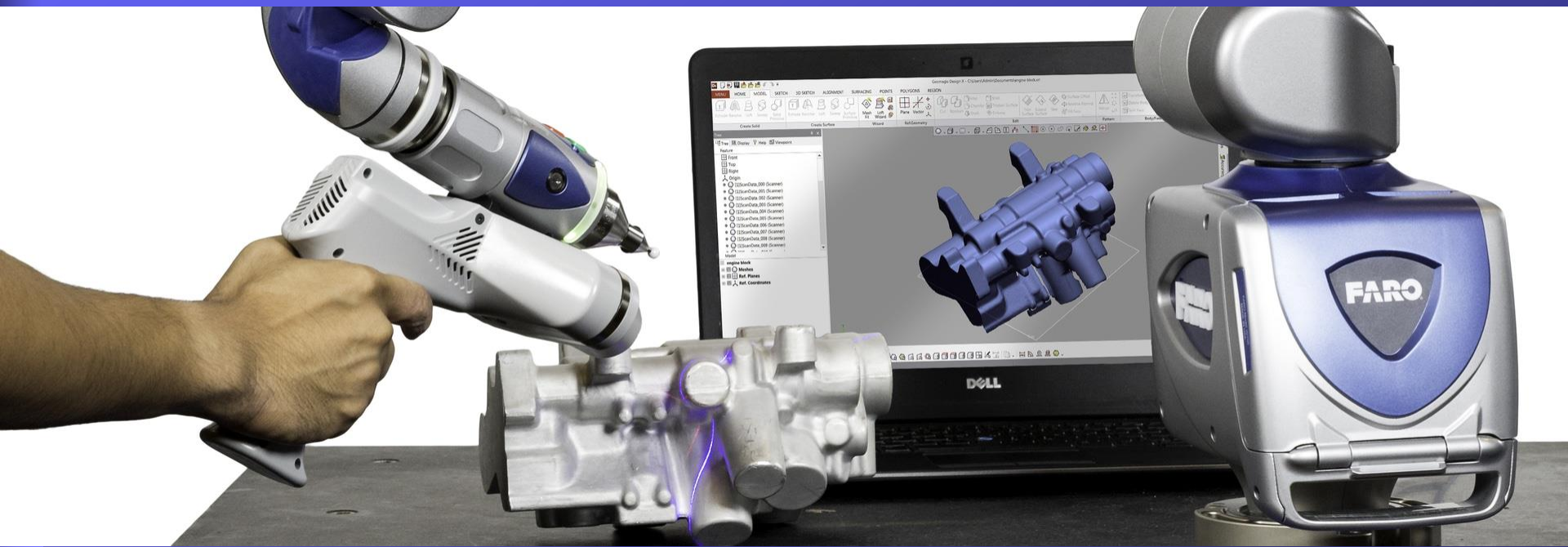
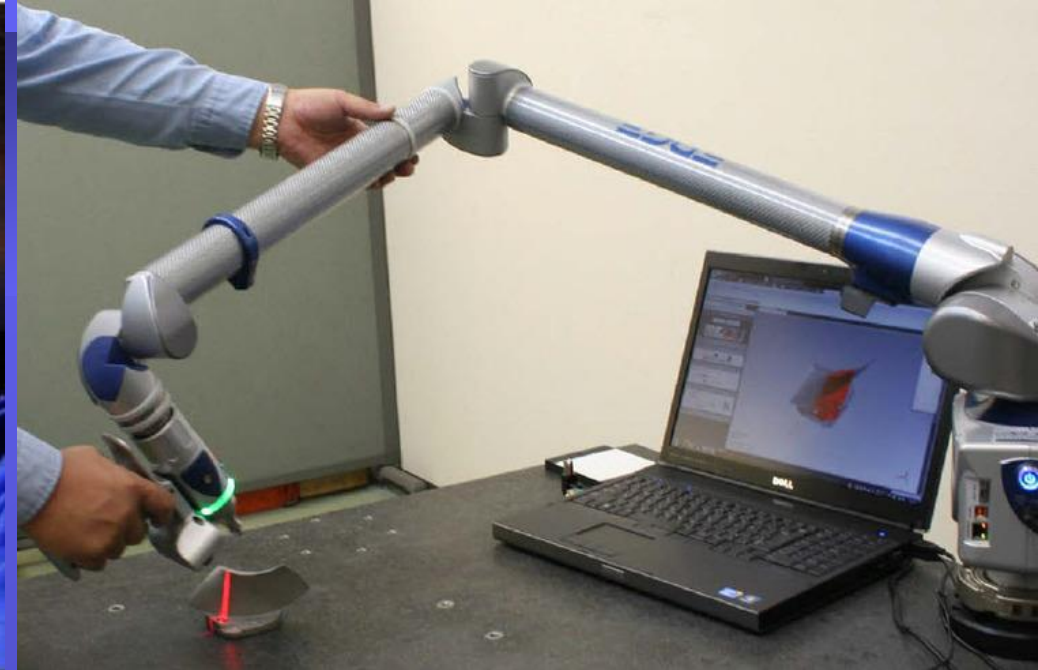
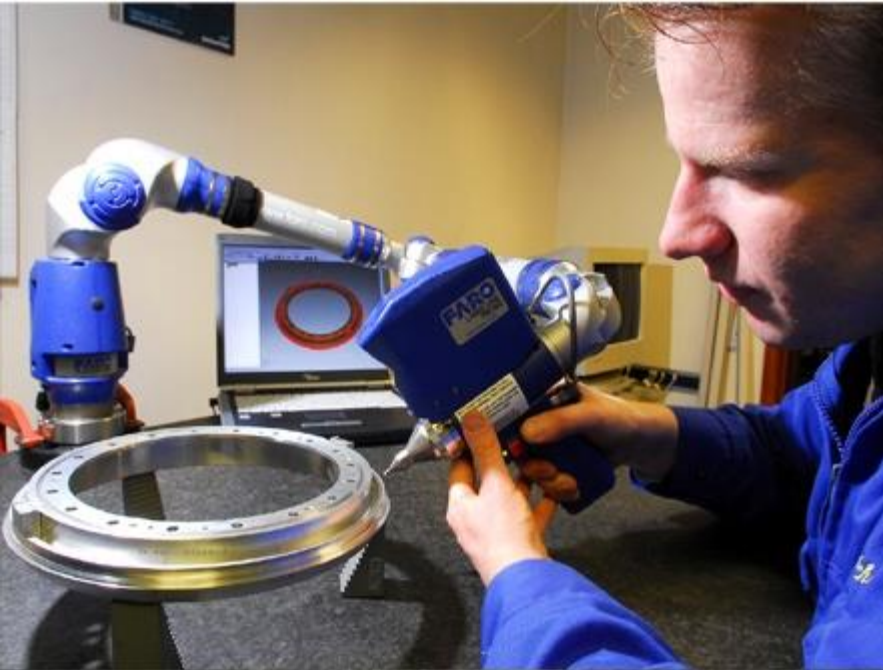


# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Interpretacije pojma RE - oblasti primene

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

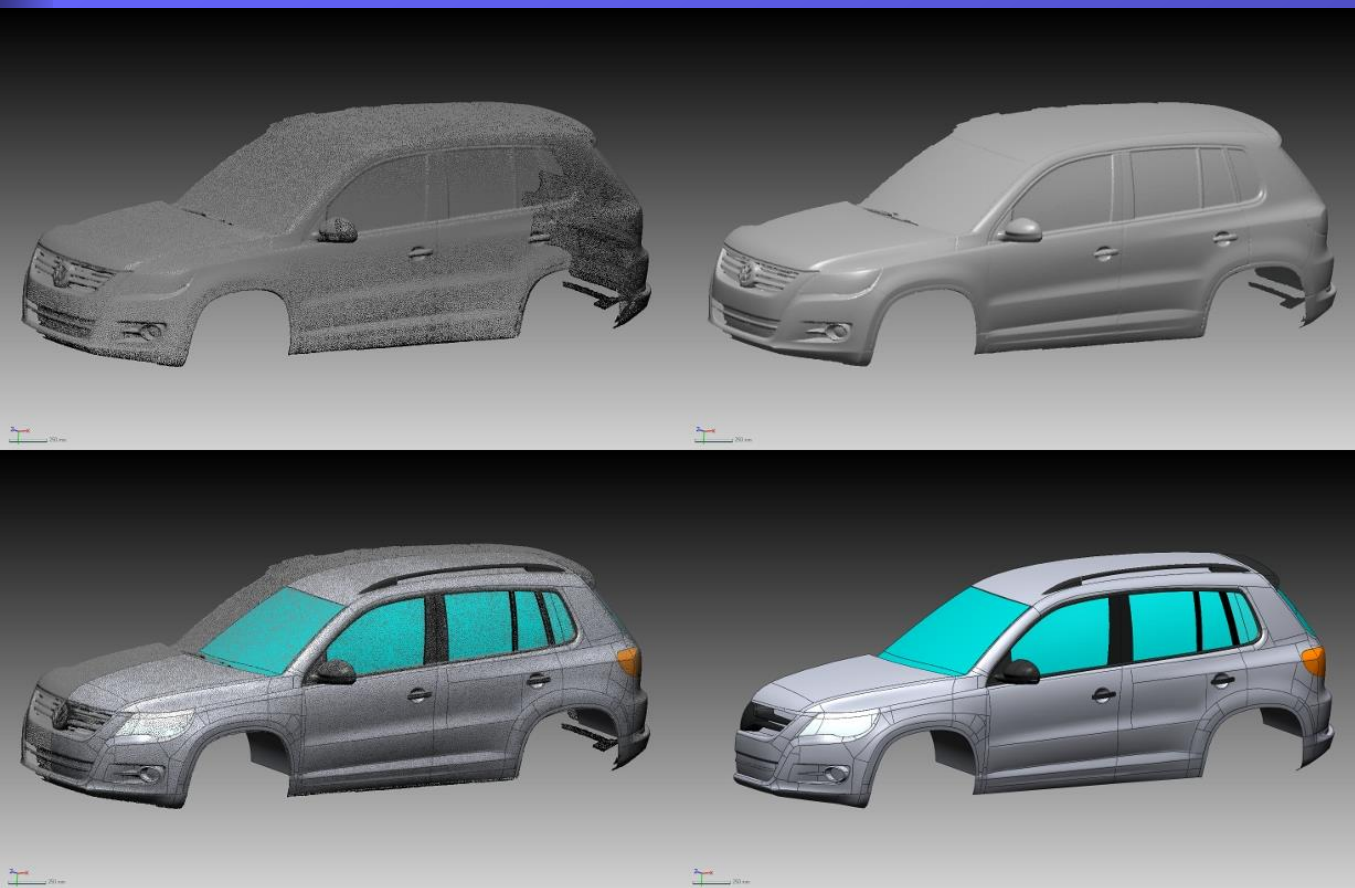




# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Interpretacije pojma RE - oblasti primene

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





# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Interpretacije pojma RE - oblasti primene

Druga interpretacija pojma RE, je u vezi sa aktuelnim zahtevima tržišta, tj. da 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 - vajare 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.

Ovaj tip RE se često naziva i **kolaborativni dizajn**.



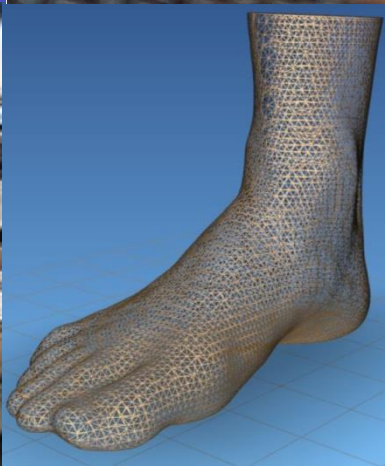
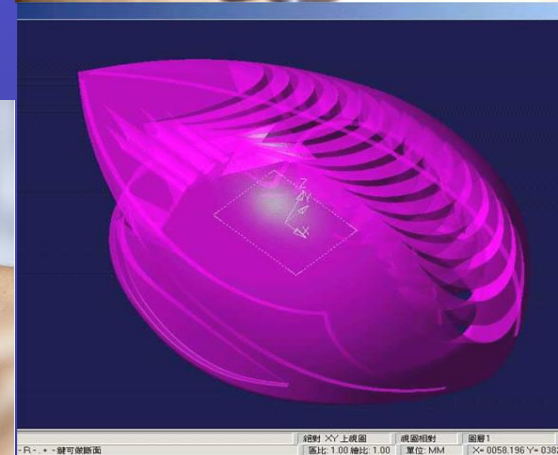


# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Interpretacije pojma RE - oblasti primene

Sledeći aspekt primene RE obuhvata **projektovanje ergonomski funkcionalnih proizvoda**.

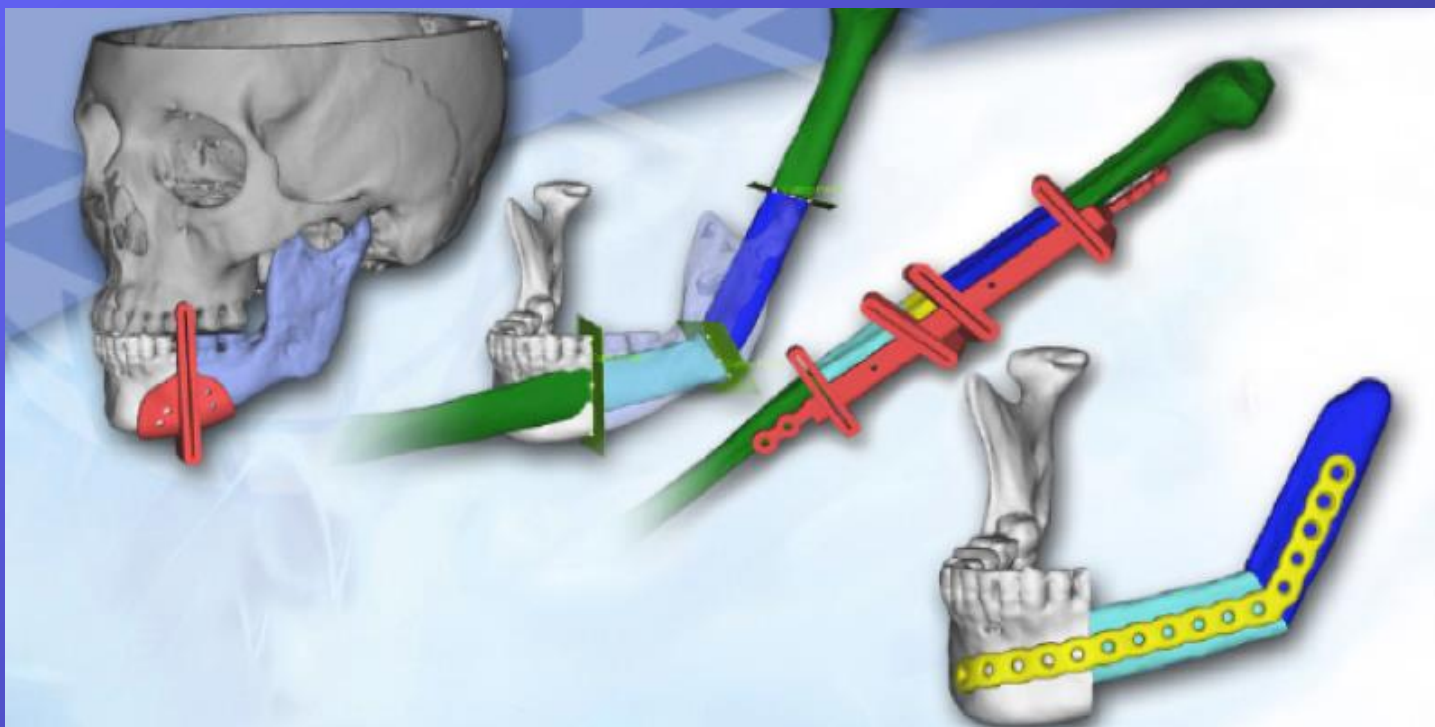
Tu spadaju uređaji opšte namene, kao što su na primer kompjuterske tastature i miševi, igračke, sedišta, kacige, obuća, ...



# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Interpretacije pojma RE - oblasti primene

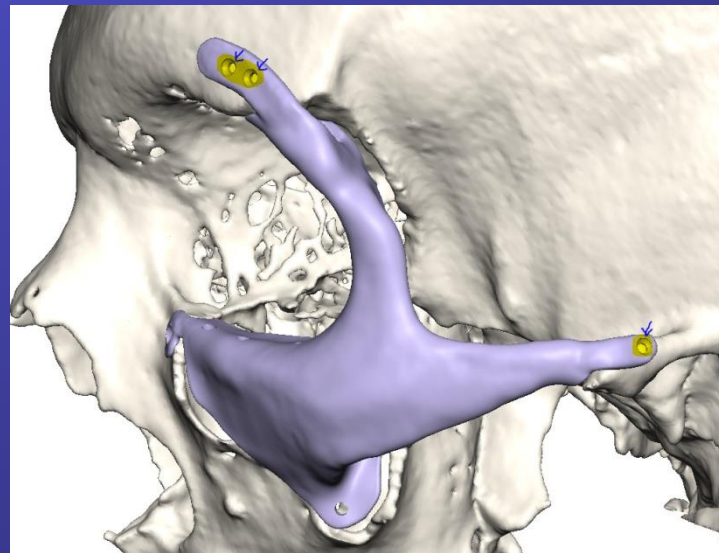
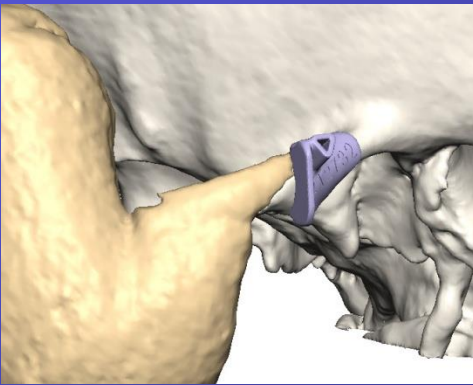
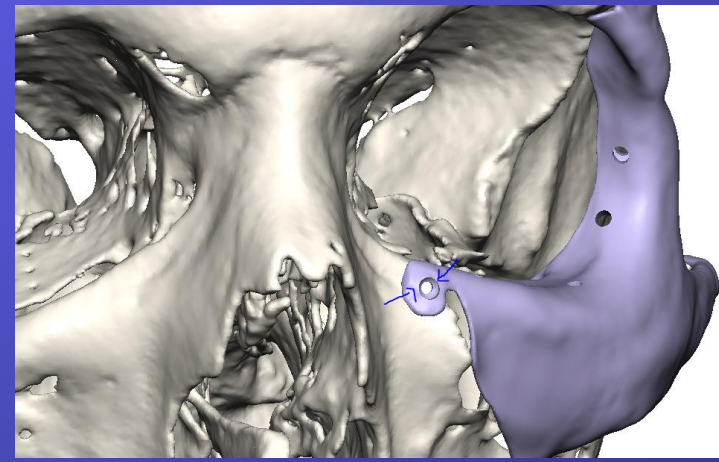
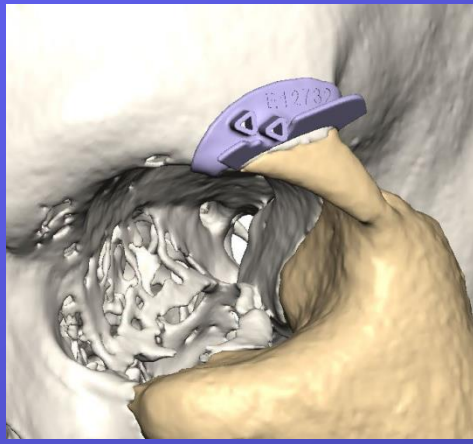
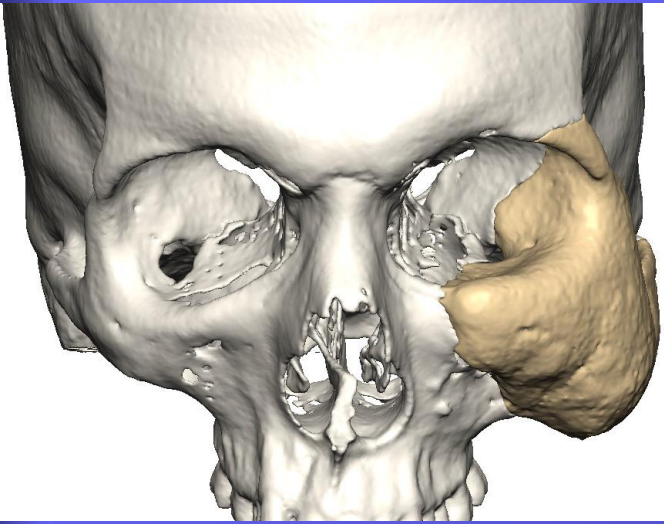
... ali i invalidska pomagala, ortopedska obuća, medicinska pomagala, hirurške vođice i implanti.

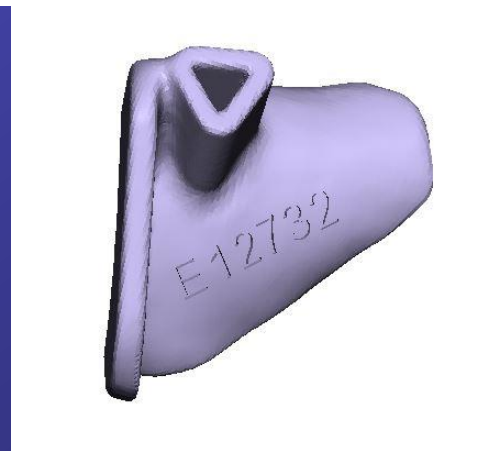
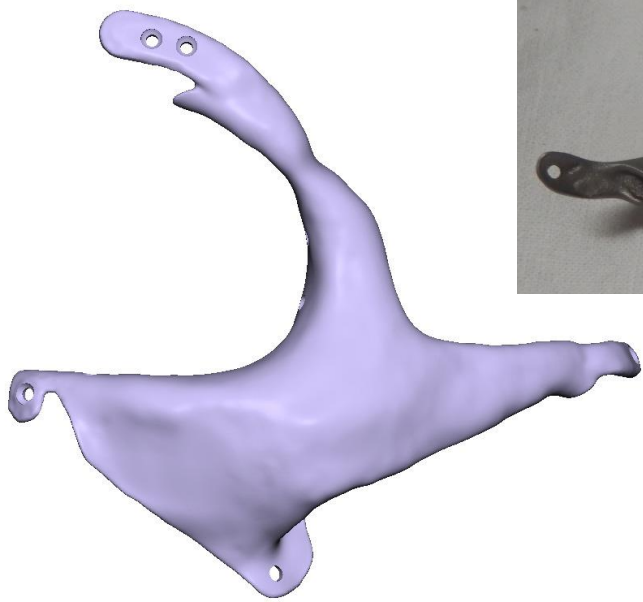








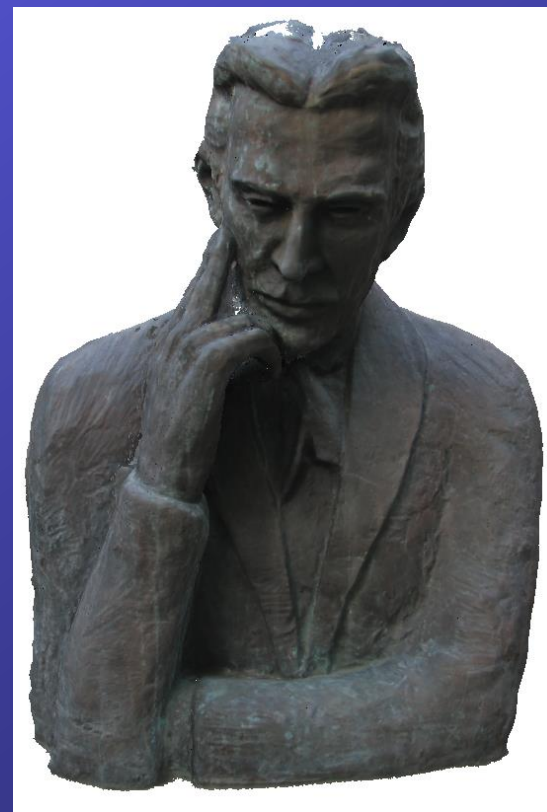
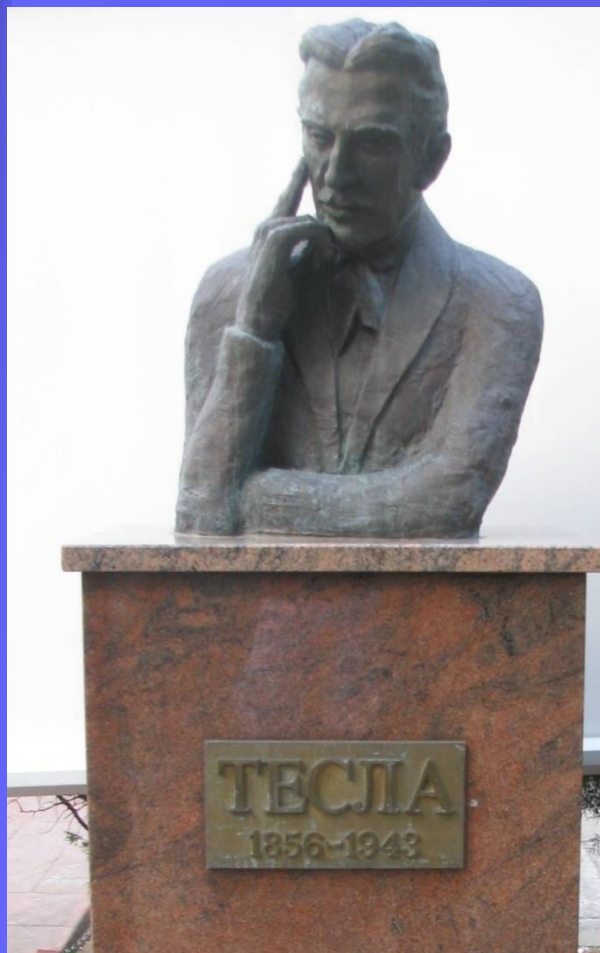


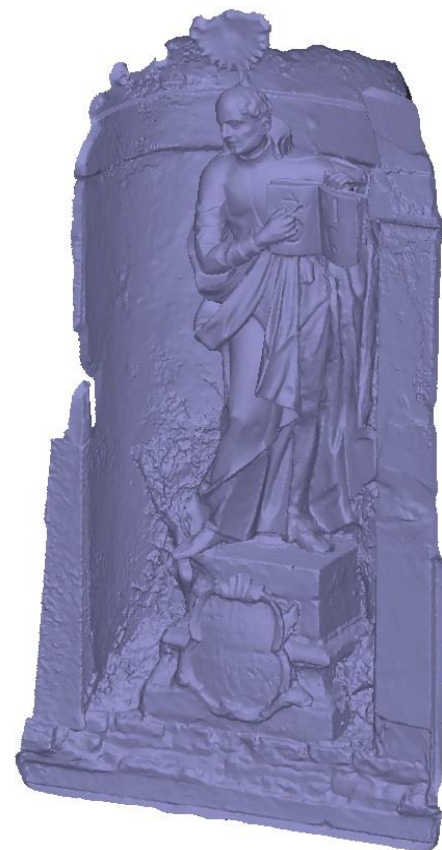


# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Interpretacije pojma RE - oblasti primene

**Zaštita i restauracija spomenika  
kulturne baštine**



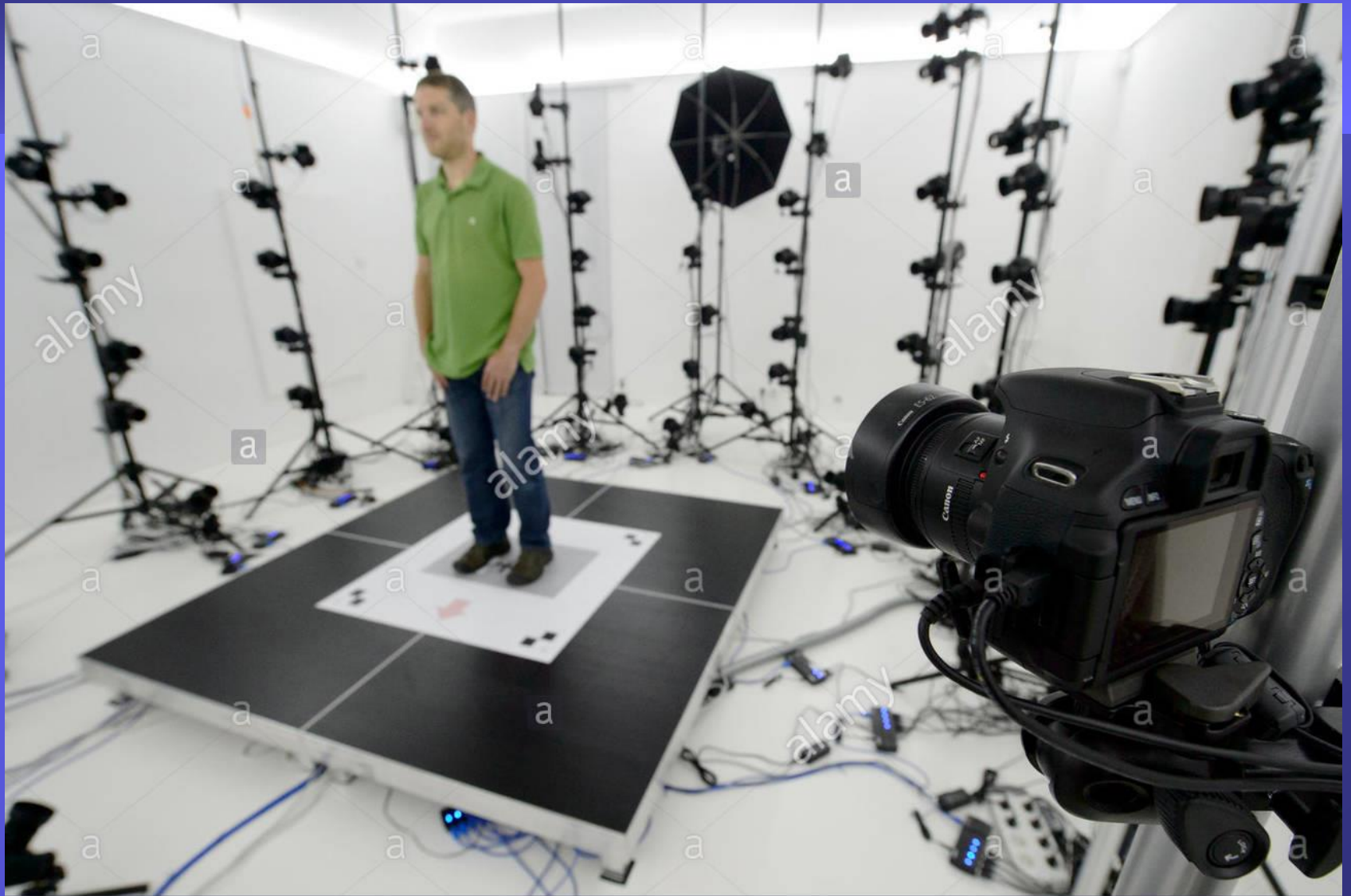


# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

Interpretacije pojma RE - oblasti primene

Dizajn za računarske animacije (filmovi, igrice...)



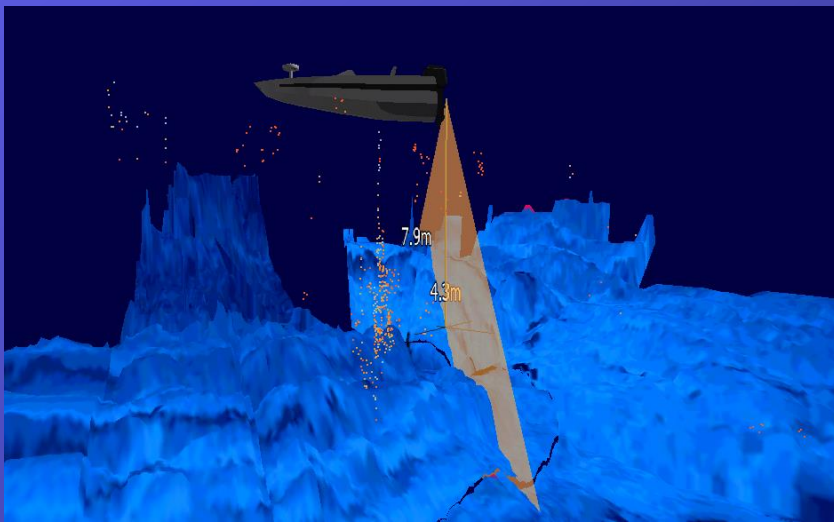
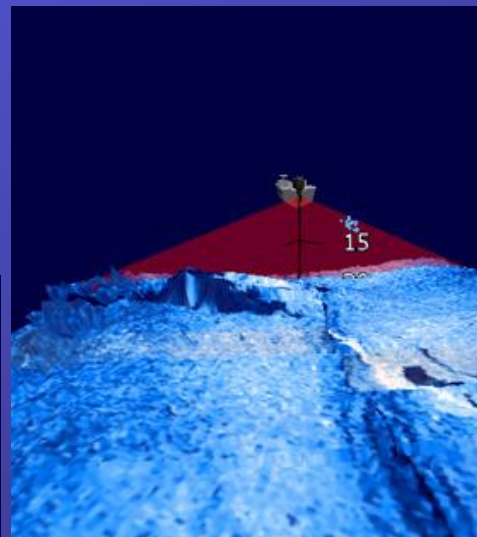
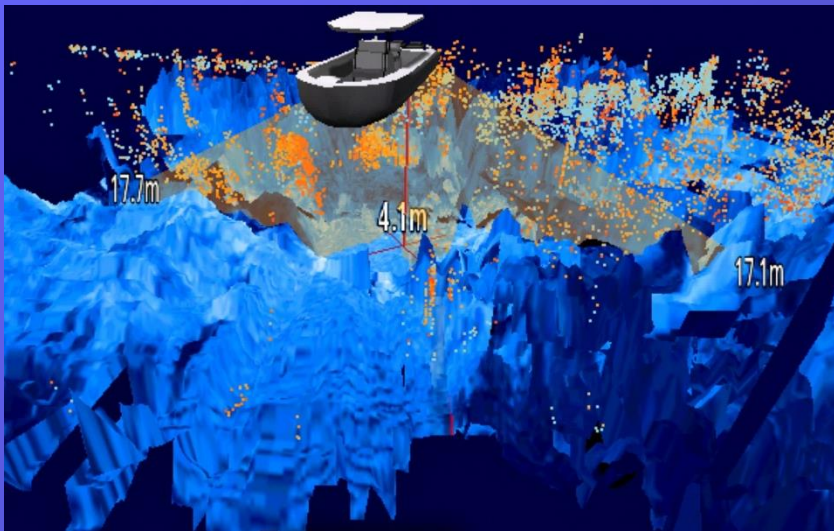


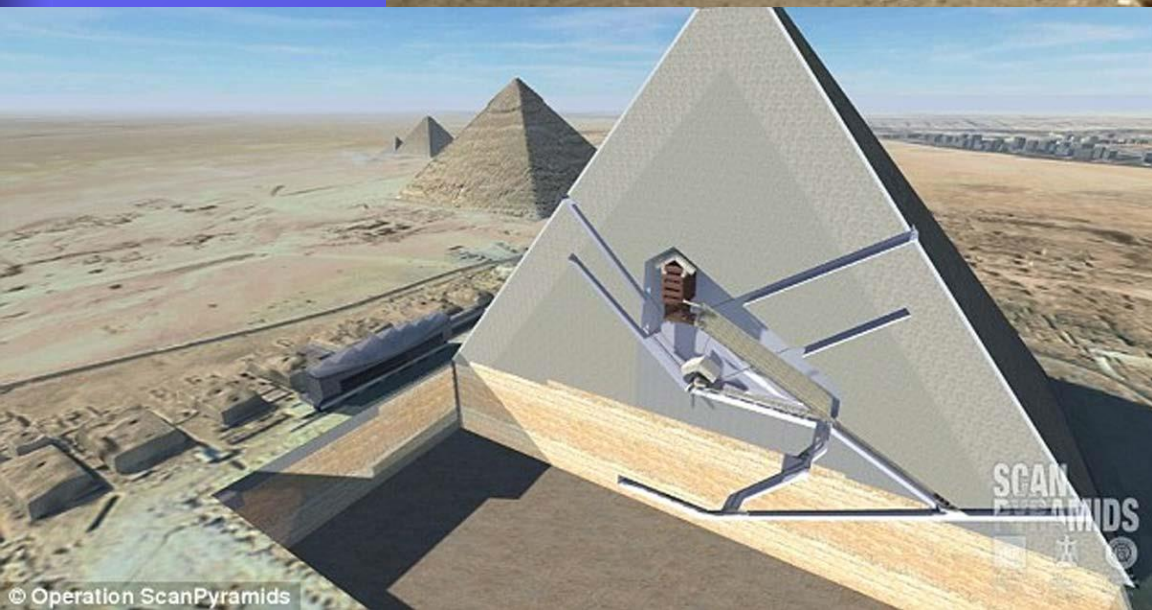


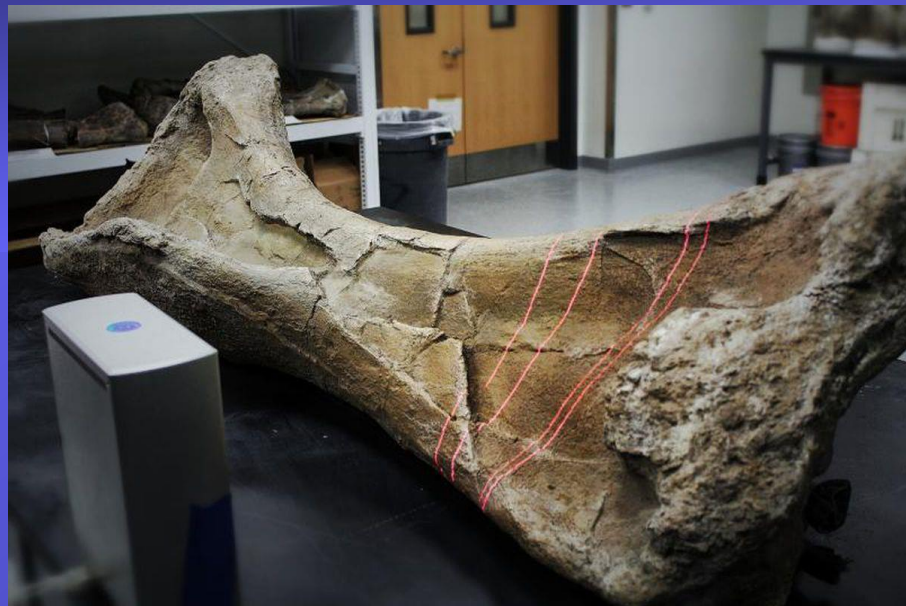
# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Oblasti primene

Geologija, arheologija, paleontologija...



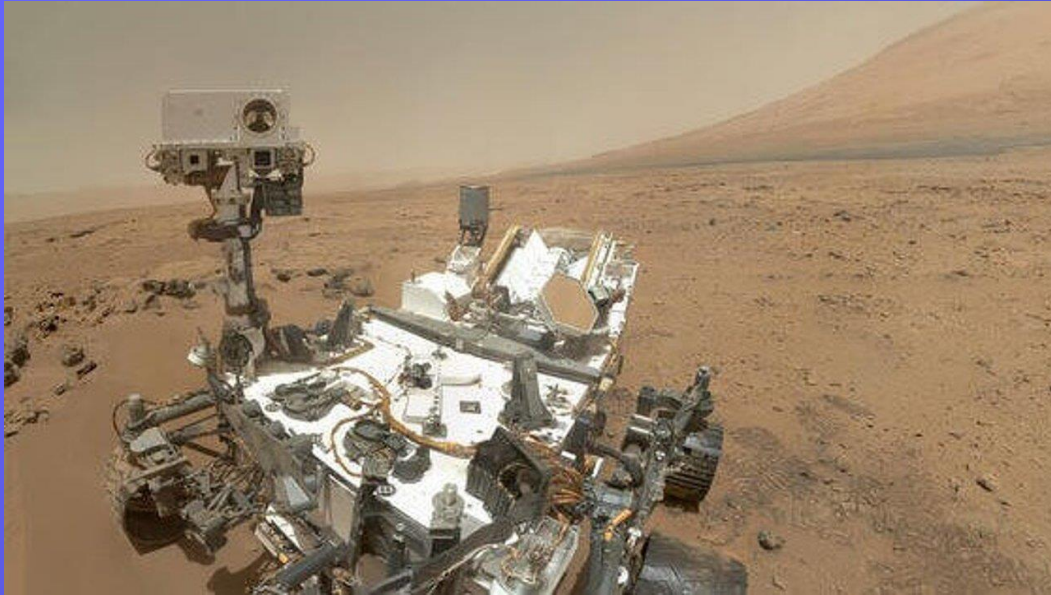




# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Oblasti primene

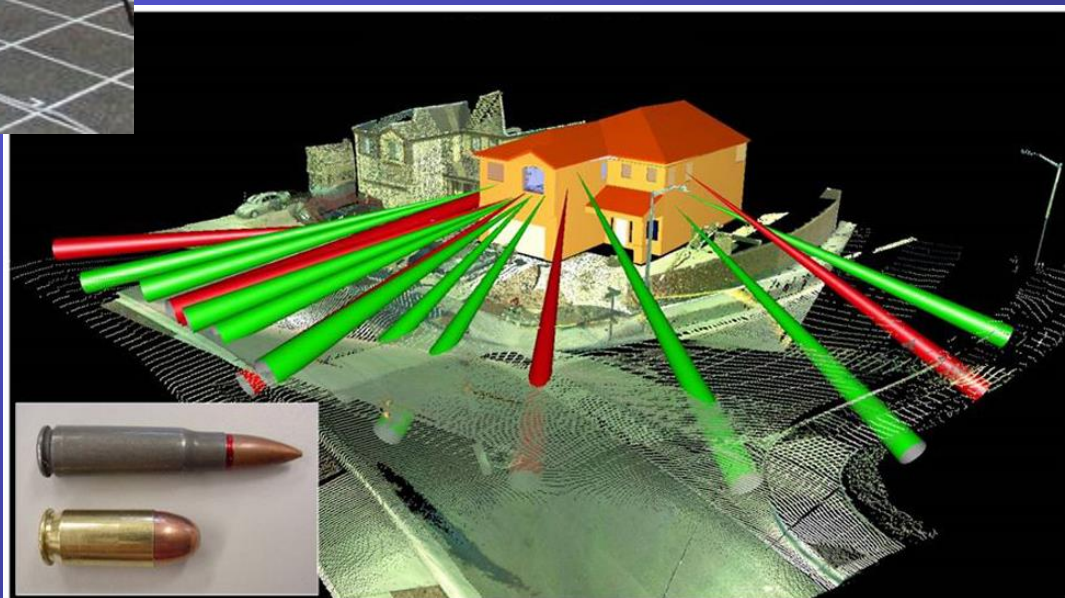
### Astronomija



# REVERZIBILNO INŽENJERSTVO

## Oblasti primene

### Forenzika

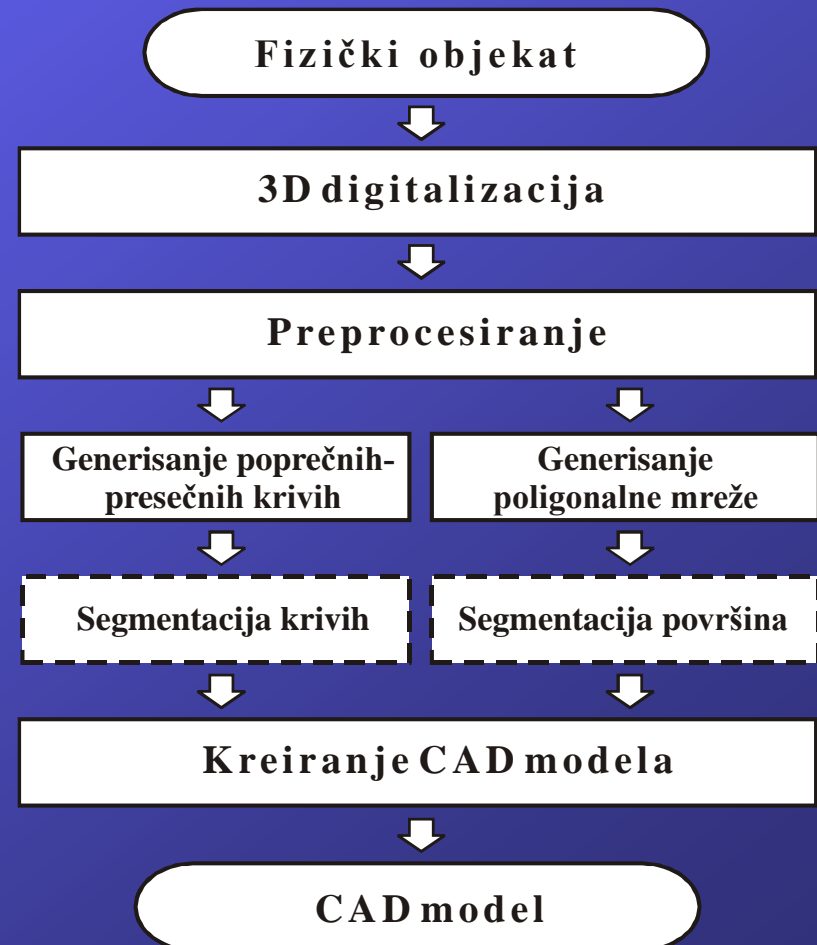


7.62x39mm and .45Auto fired from a moving vehicle

# METODOLOGIJA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA

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

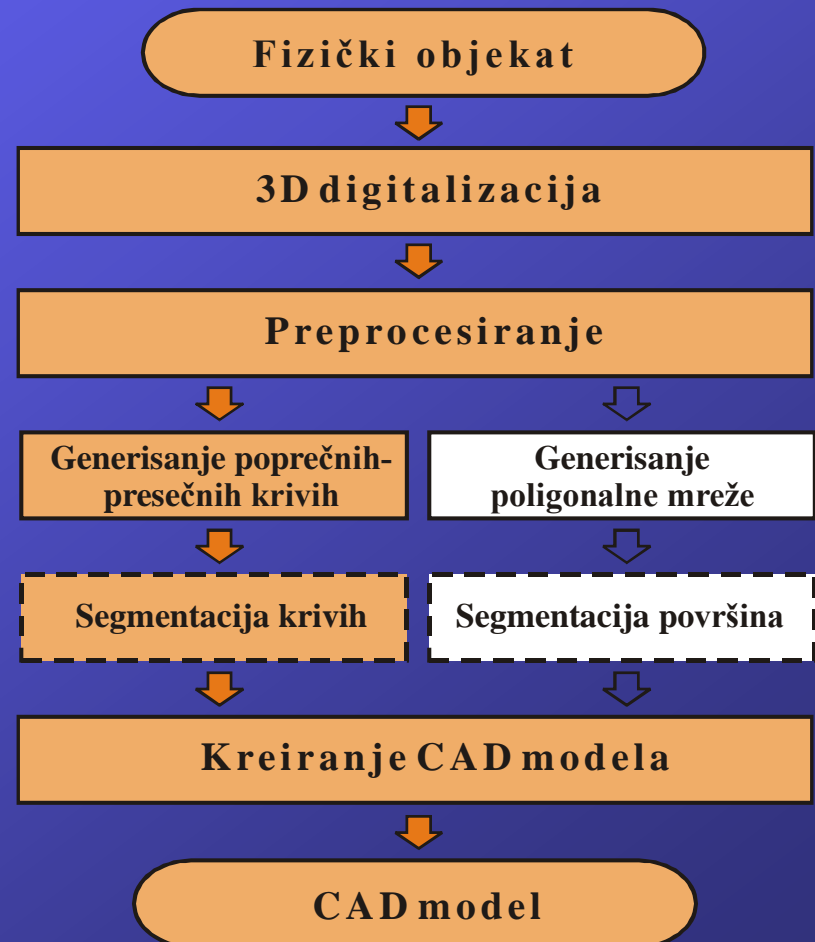
1. Metodologija poprečnih preseka
2. Metodologija poligonalnih modela



# METODOLOGIJA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA

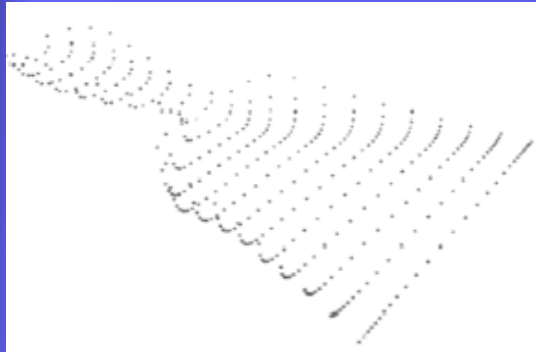
Metodologija poprečnih preseka (*cross-sectional*) je, do skora, bila dominantno zastupljena u industriji.

Zasnovana je na generisanju površinskog modela na bazi poprečnih-presečnih (konturnih) krivih.

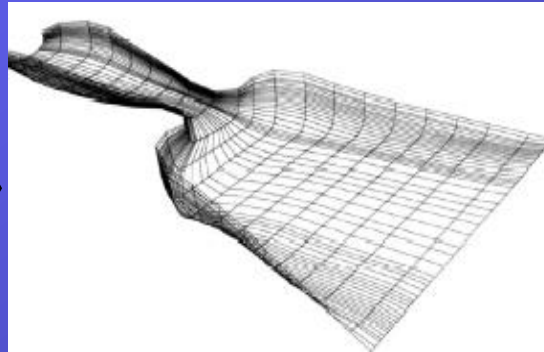


# METODOLOGIJA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA

## Metodologija poprečnih preseka



oblak tačaka



poprečna-presečne krive



površinski model



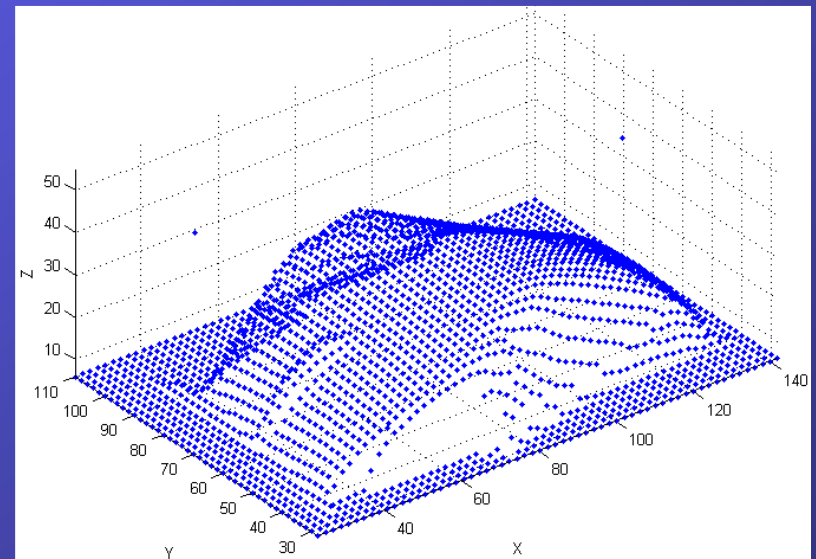
# RE dizajn kompjuterskog miša

## Kolaborativni dizajn: Fizičko modelovanje računarskog miša



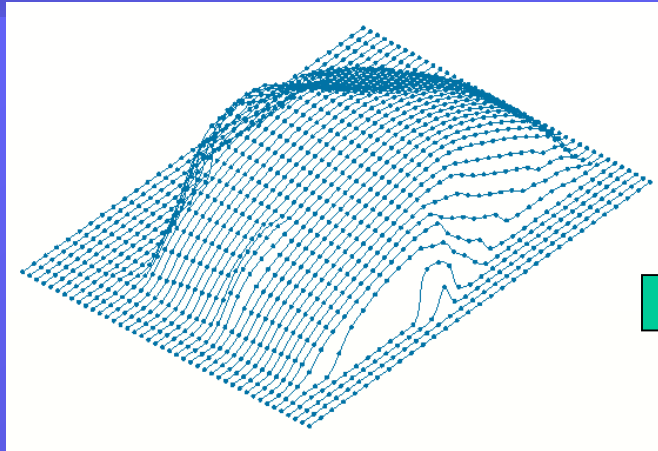
# RE dizajn kompjuterskog miša

## 3D digitalizacija kompjuterskog miša

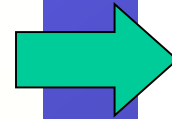


Rezultat 3D digitalizacije  
(oblak tačaka)

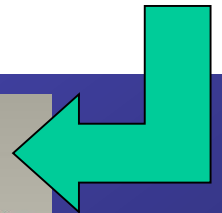
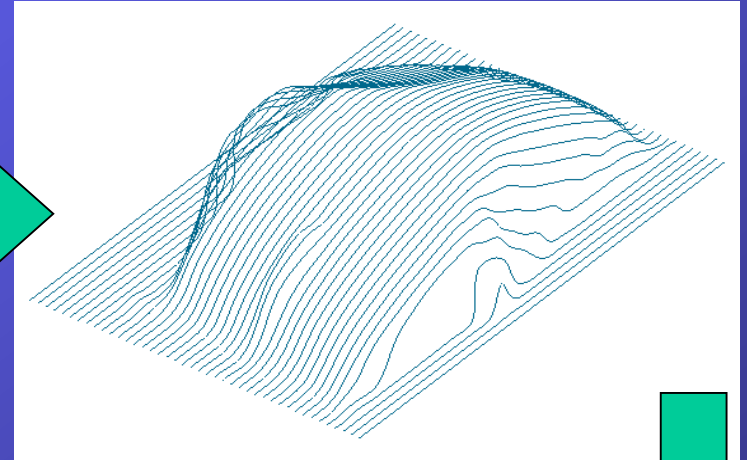
# RE dizajn kompjuterskog miša



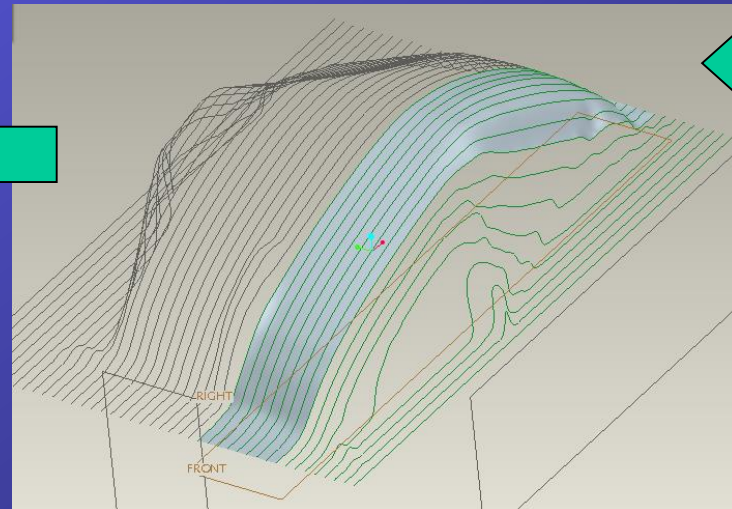
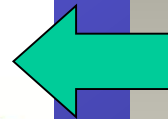
oblak tačaka



poprečne-presečne krive

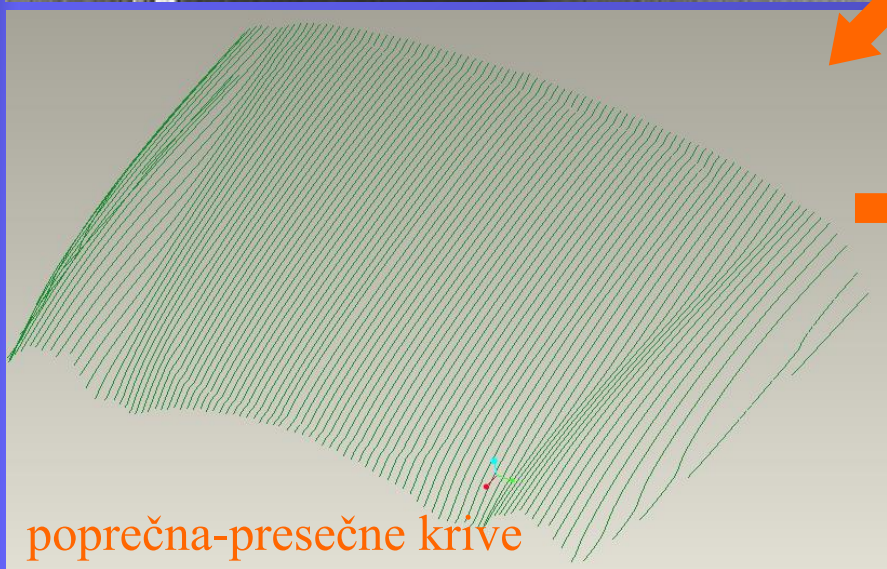
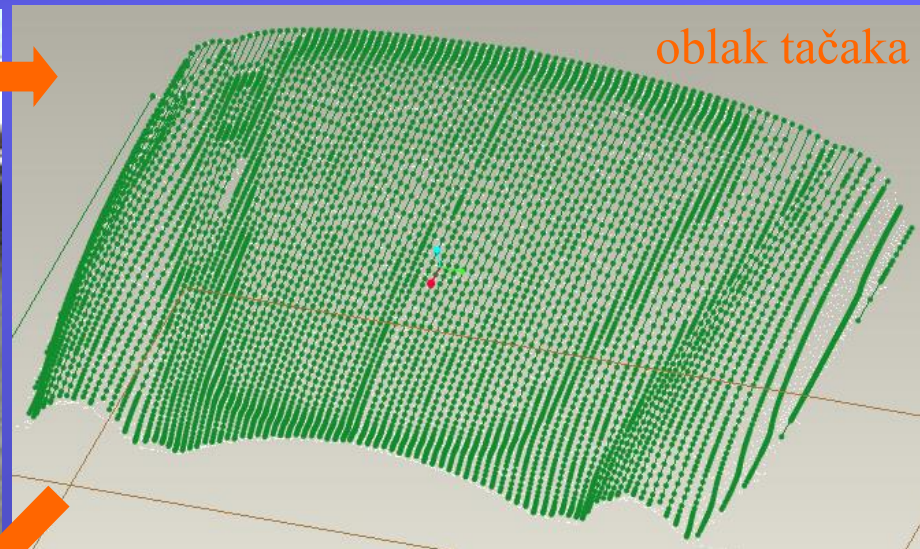


površinski model



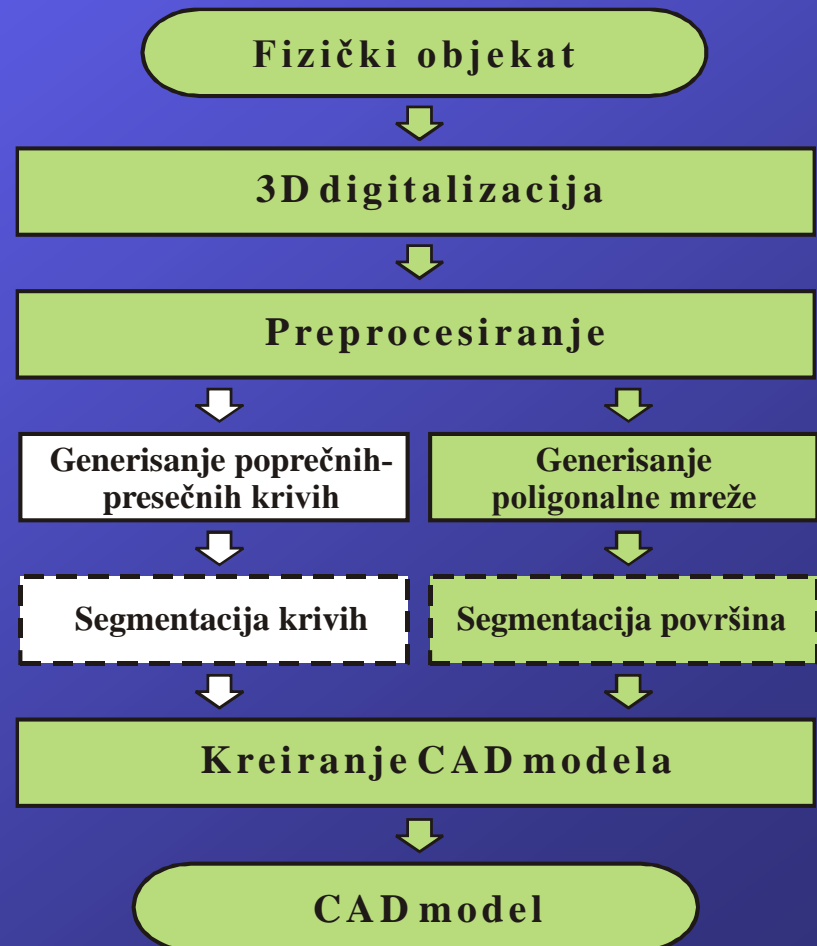
"provlačenje" površi kroz krive

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



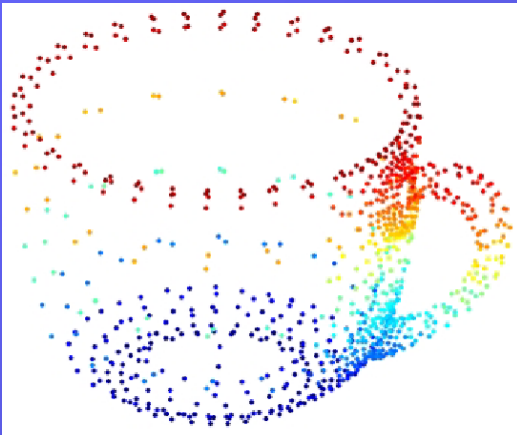
# METODOLOGIJA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA

Kod poligonalnog pristupa, koji se danas sve više primenjuje u svim oblastima - od mašinstva preko računarskih animacija do bimoedicinskog inženjerstva - 3D površinski model se kreira konvertovanjem oblaka tačaka u poligonalnu mrežu iz koje se zatim generiše površinski model.

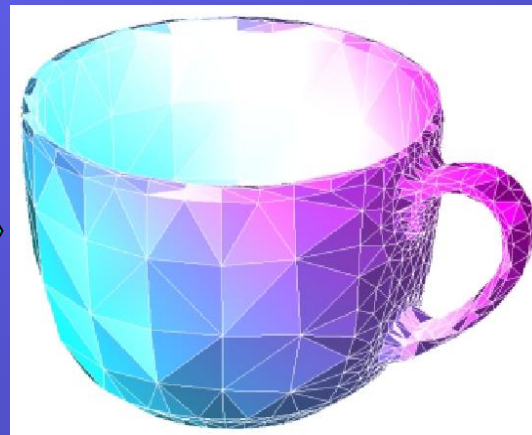


# METODOLOGIJA REVERZIBILNOG INŽENJERSTVA

## Metodologija poligonizacije modela



oblak tačaka



poligonizovani model



površinski model