

Univerzitet u Novom Sadu
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
Industrijsko inženjerstvo
Predmet: Reverzibilni inženjerski dizajn i 3D štampa

REVERZIBILNI INŽENJERSKI DIZAJN

CAD-INSPEKCIJA

Predavanje 10

Prof. dr Igor Budak

RAČUNAROM PODRŽANA INSPEKCIJA

Razvoj i primena CAD-modela u inženjerskim oblastima implicirala je razvoj ideja za iskorišćavanjem najpre određenih parametara, a zatim i celokupnih 3D modela i za potrebe verifikacije tj. inspekcije proizvoda.

- Preduslov za dobar inženjerski process razvoja i izrade proizvoda jeste sprovođenje kontrole/verifikacije tokom njegovog odvijanja.
- Savremeni pristup kontroli danas podrazumeva **računarom podržanu inspekciju (computer-aided inspection CAI)**.
- Računaram podržana inspekcija (CAI) obuhvata veći broj različitih metoda koje se primenjuju sa ciljem provere različitih aspekata kvaliteta izrade delova u oblasti mašinskog inženjerstva.

CAD-INSPEKCIJA

- Metoda koja se razvila za potreba analize geometrije delova kompleksnih oblika je poznata pod nazivom **CAD-inspekcija**.
- **CAD inspekcija podrazumeva komparativnu (uporednu) analizu oblaka tačaka, dobijenog 3D digitalizacijom izrađenog dela, u odnosu na referentni CAD model.**
- Rezultat analize tj. odgovor na pitanje: "Koliko oblak tačaka odstupa od CAD modela?" je mapa u boji ili kolor mapa kod koje svaka boja predstavlja određeni nivo odstupanja.
- Ova metoda je danas prihvaćena kao brz, efikasan i kredibilan način provere kvaliteta izrade delova različitim tehnologijama (3D štampa, rezanje, plastično deformisanje, injekcionalno brizganje plastike itd.)

CAD-INSPEKCIJA

Termini, sinonimi, koji se upotrebljavaju za opis ovog procesa su:

- Rapid 3D Inspection**
- računarom podržana verifikacija (computer-aided verification CAV)**
- 3D color comparison-to-CAD**
- CAD-to-part inspection.**

CAD-inspekcija je, prateći razvoj CAD modeliranja, **najpre** bila zasnovana na 2D podacima, da bi se zatim sa pojavom solid modela razvila i 3D CAD-inspekcija, jedno vreme poznata i pod nazivom “*CAD-to-part*” inspekcija.

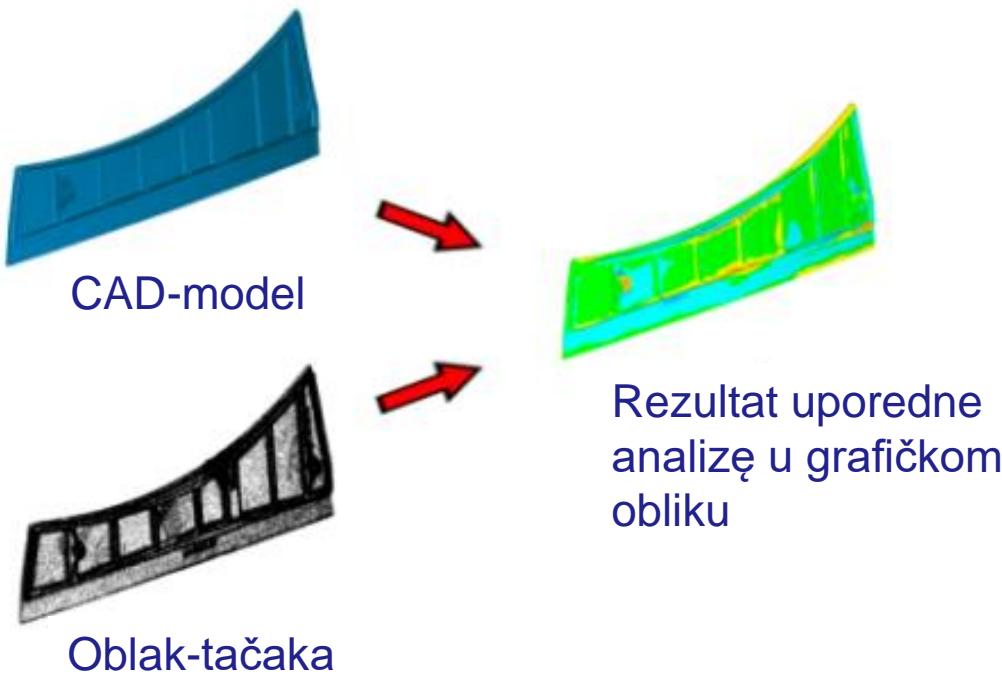
Zahvaljujući **zasnovanosti na CAD-modelu**, kao i da je 3D CAD-model standard danas, ova metoda inspekcije je najšire poznata pod nazivom **CAD-inspekcija**.

CAD-INSPEKCIJA

Metodologija

CAD-inspekcija podrazumeva korišćenje CAD-modela proizvoda, odnosno njegovih parametara (kao nominalne geometrije), sa ciljem provere geometrijskih i dimenzionalnih odstupanja izrađenog dela (ili drugog virtuelnog modela) na bazi rezultata njegove 3D digitalizacije.

Informacija o nivou odstupanja se dobija u **grafičkom i numeričkom obliku**.



CAD-INSPEKCIJA

Metodologija

Dva osnovna segmenta *CAD*-inspekcije su:

- 3D-digitalizacija** i
(dominantno hardverski proces) i
- provera odstupanja**
(dominantno softverski proces),

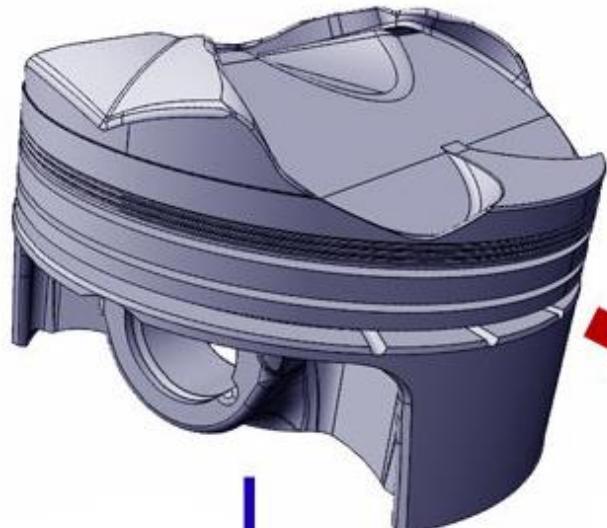
CAD-INSPEKCIJA

Metodologija

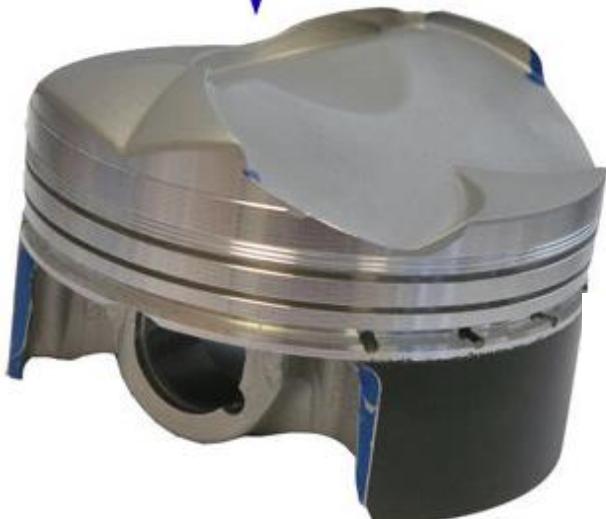
CAD-inspekcija obuhvata sledeće korake:

1. 3D digitalizacija izrađenog dela
2. Generisanje 3D modela na bazi dobijenog oblaka tačaka (opcioni korak)
3. Izbor površi na referentnom CAD-modelu na kojima se želi sprovesti analiza
4. Komparacija oblaka tačaka (ili 3D modela) sa referentnim CAD-modelom
5. Prikaz rezultata u željenom obliku

CAD-model

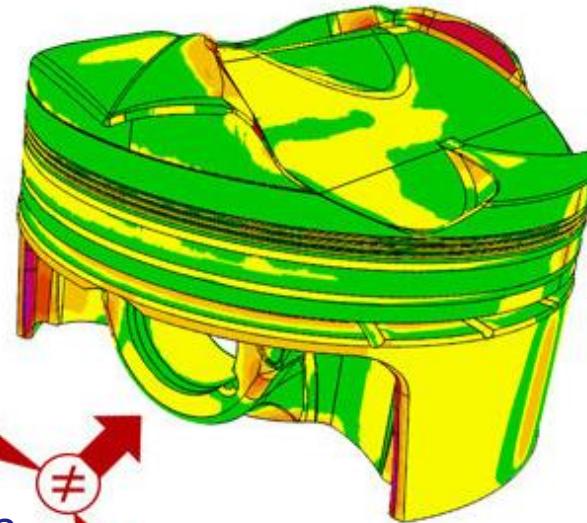


izrada



Izrađeni deo

Rezultat CAD-inspekcije u grafičkom obliku (color mapa)



skala
odstupanja

Komparacija

3D
digitalizacija



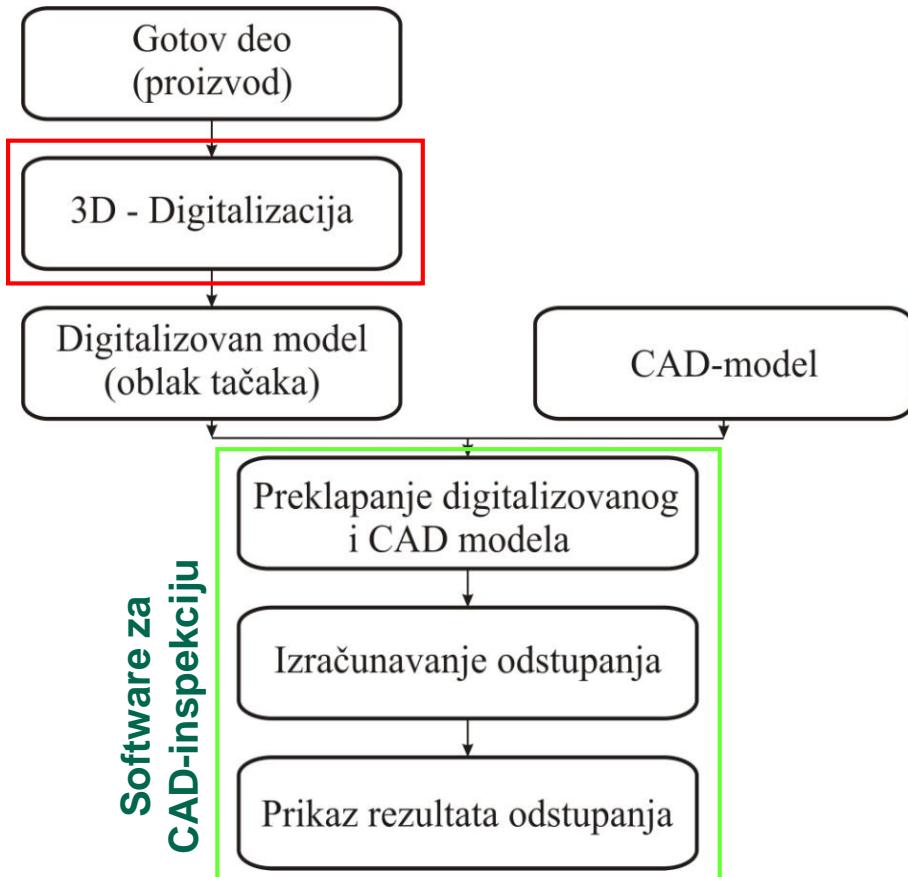
Oblak tačaka (3D model)

CAD-INSPEKCIJA

Procedura

Procedura se sastoji u sledećem:

- izrađen deo se 3D digitalizuje;
- (kreira se 3D model na bazi oblaka tačaka) **opciono**
- oblak tačaka (ili opcioni 3D model) i referentni CAD model se uvoze u specijalizovani softver za CAD-inspekciju;
- oblak tačaka se orijentiše u odnosu na CAD model u cilju njihovog međusobnog potpunog preklapanja;
- pokreće se izračunavanje nivoa odstupanja oblaka tačaka u odnosu na CAD model;
- prikaz rezultata odstupanja (po pravilu je u grafičkom obliku radi lakše preglednosti, a može se biti i u numeričkom po potrebi).



Ilustracija procedure CAD-INSPEKCIJE na primeru klipa motora SUS “FIAT ø80” AD “MOTINS”

CAD model



izrada



izrađen deo



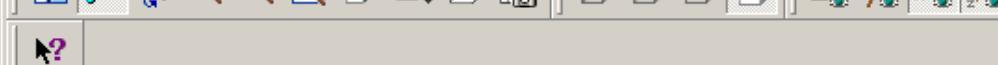
3D-digitalizacija mernom
rukom MicroScribe G2X



oblak tačaka

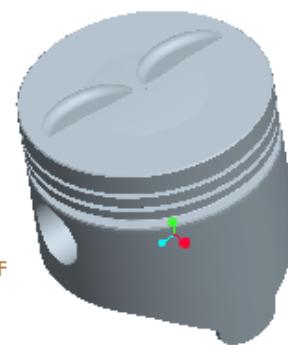
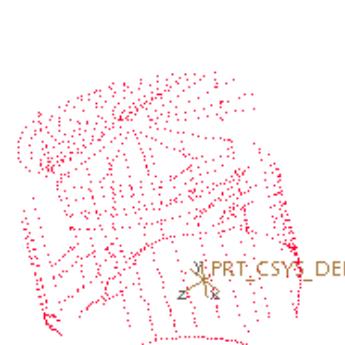
GOT (Active) - Pro/ENGINEER Educational Edition (for educational use only)

File Edit View Insert Analysis Info Applications Tools Window Help



Show Settings

GOT.ASM
└── KKLIP_80.PRT
└── GOT1.PRT



Uvoz CAD modela i oblaka tačaka u radno okruženje softvera za CAD inspekciju (ProVERIFY)

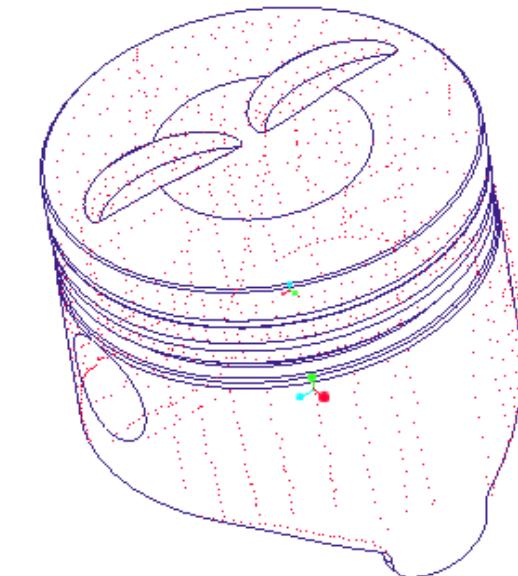
Pro/ENGINEER Educational Edition (for educational use only)

Insert Analysis Info Applications Tools Window Help

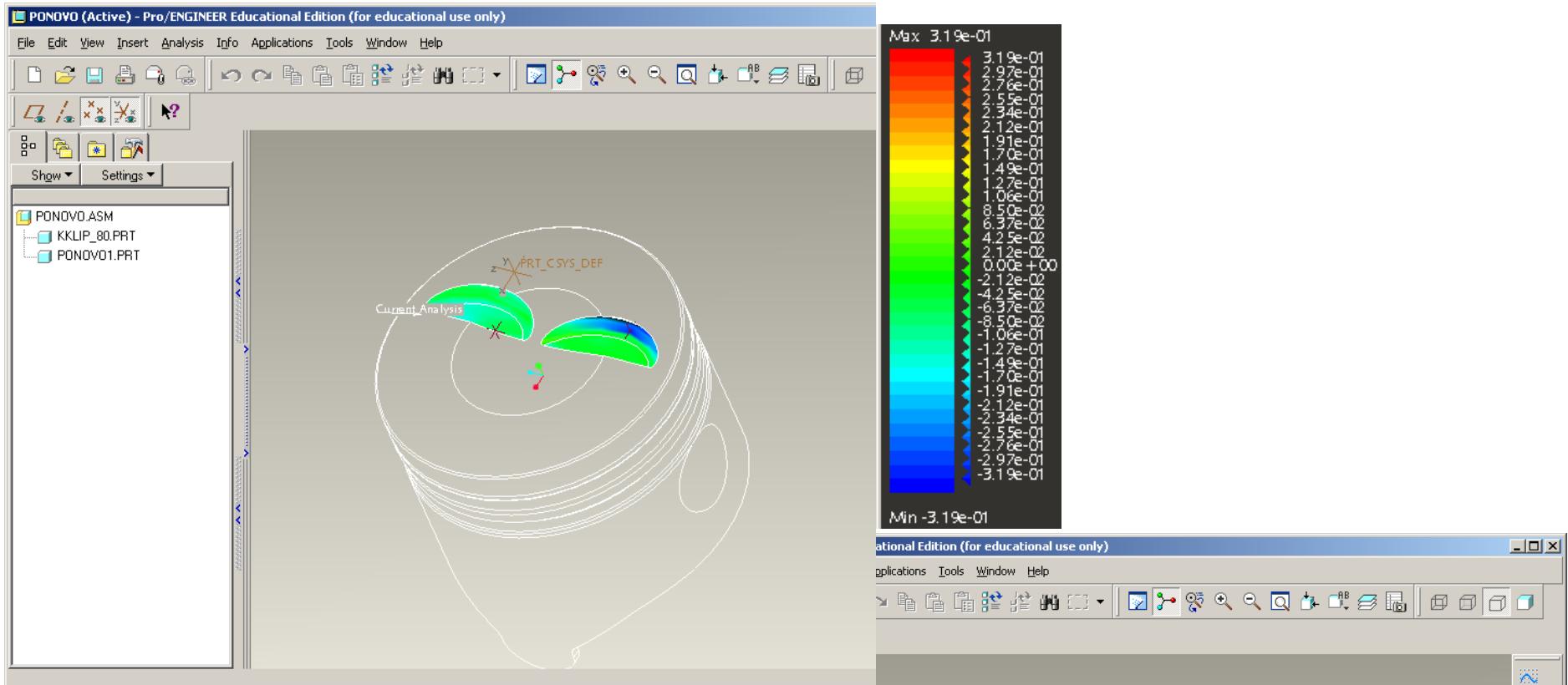


Show Settings

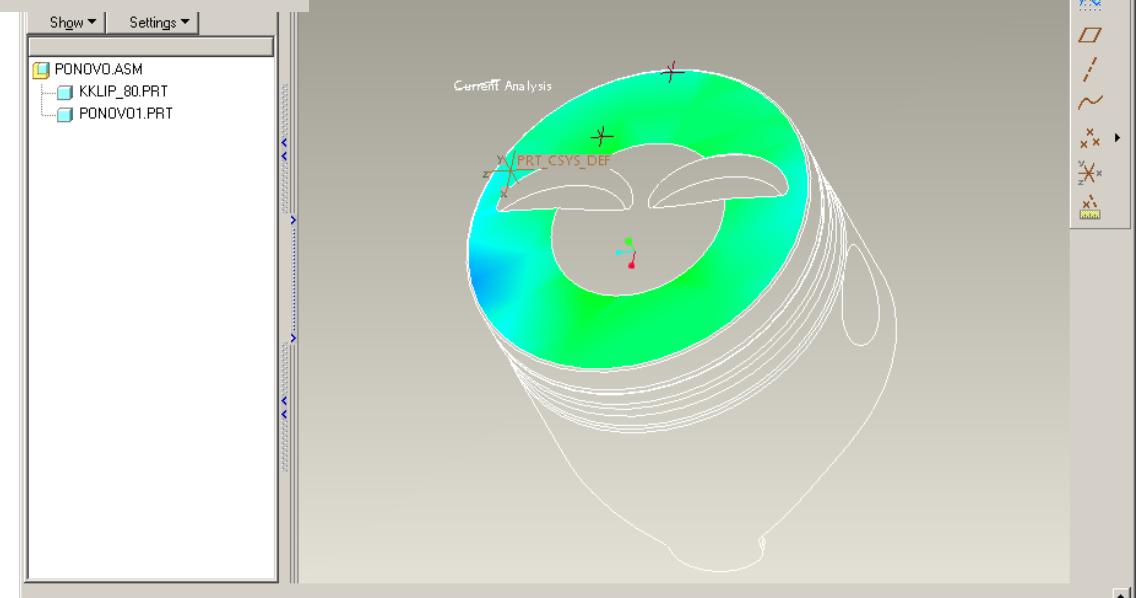
GOT.ASM
└── KKLIP_80.PRT
└── GOT1.PRT



Preklopljeni CAD model i oblak tačaka



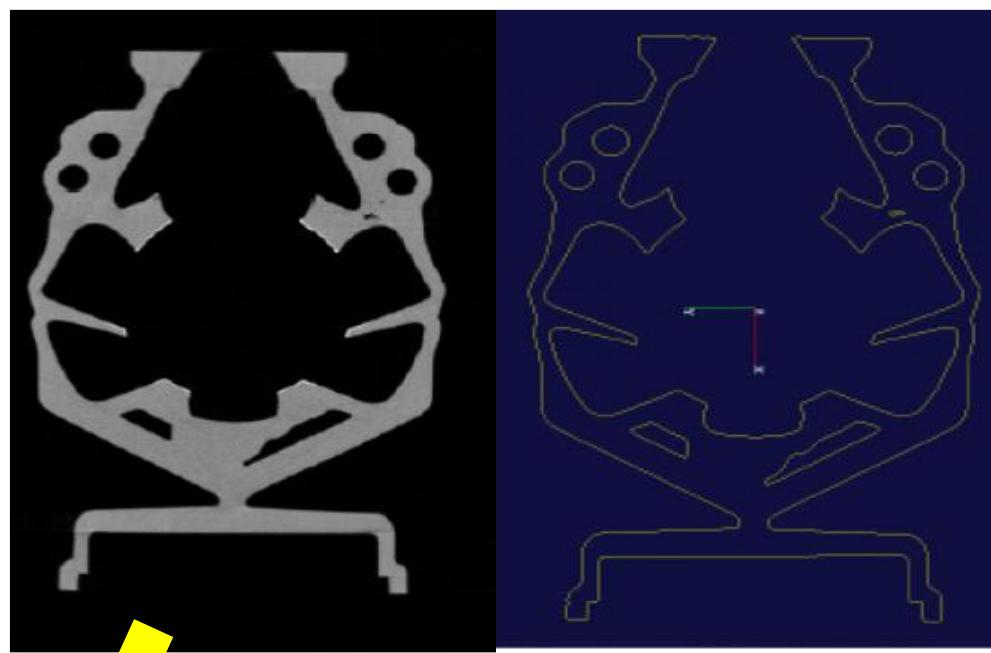
Izračunavanje odstupanja i
prikaz rezultata
CAD-inspekcije u grafičkom
obliku (color mapa) na
izabranim površima



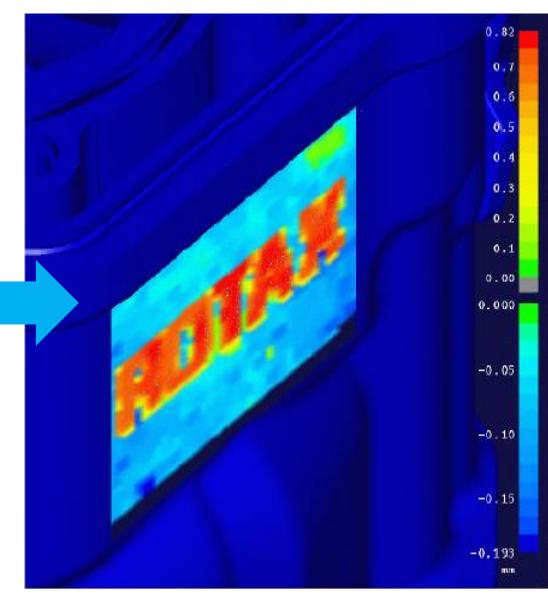
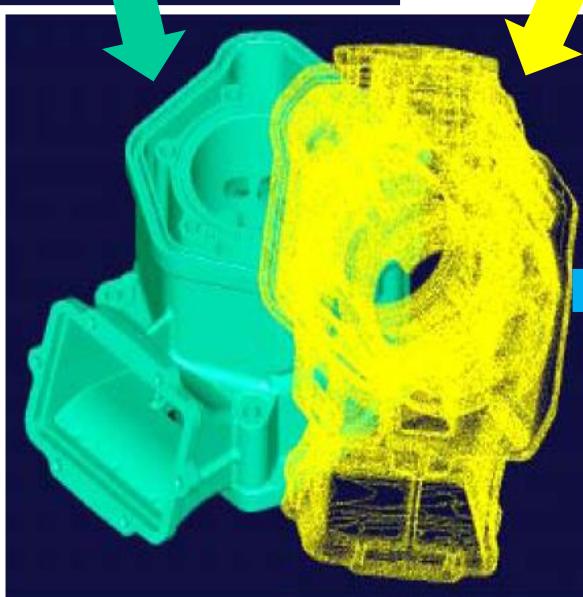
CAD-model



3D digitalizacija izrađenog dela (primenom CT-a)



Prikaz proceduré CAD inspekcije na delu 3D digitalizovanom primenom CT-a

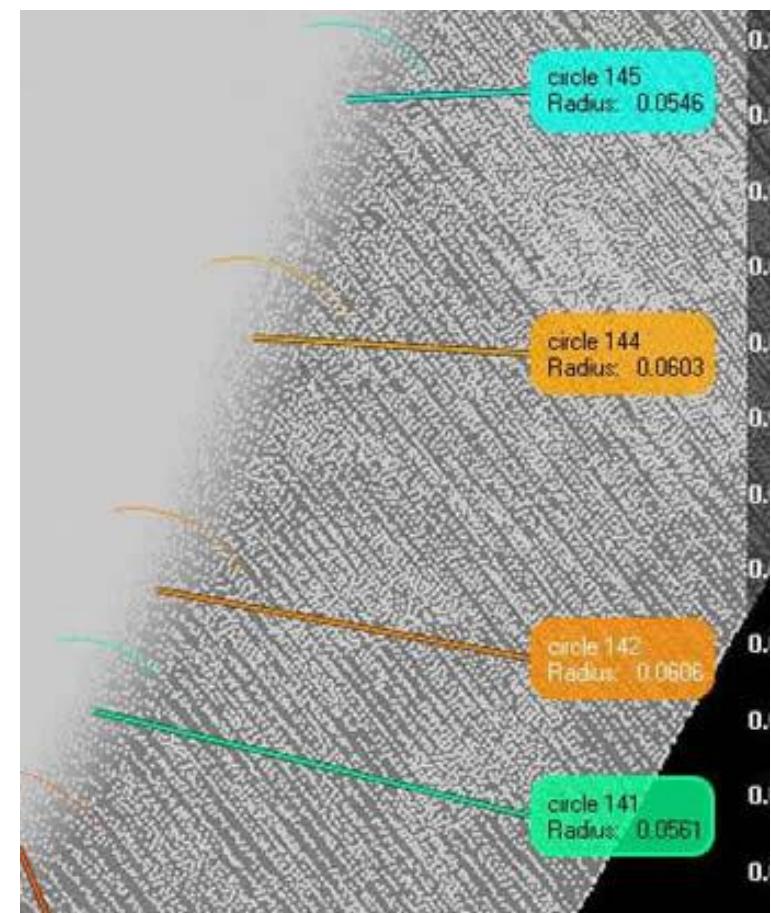
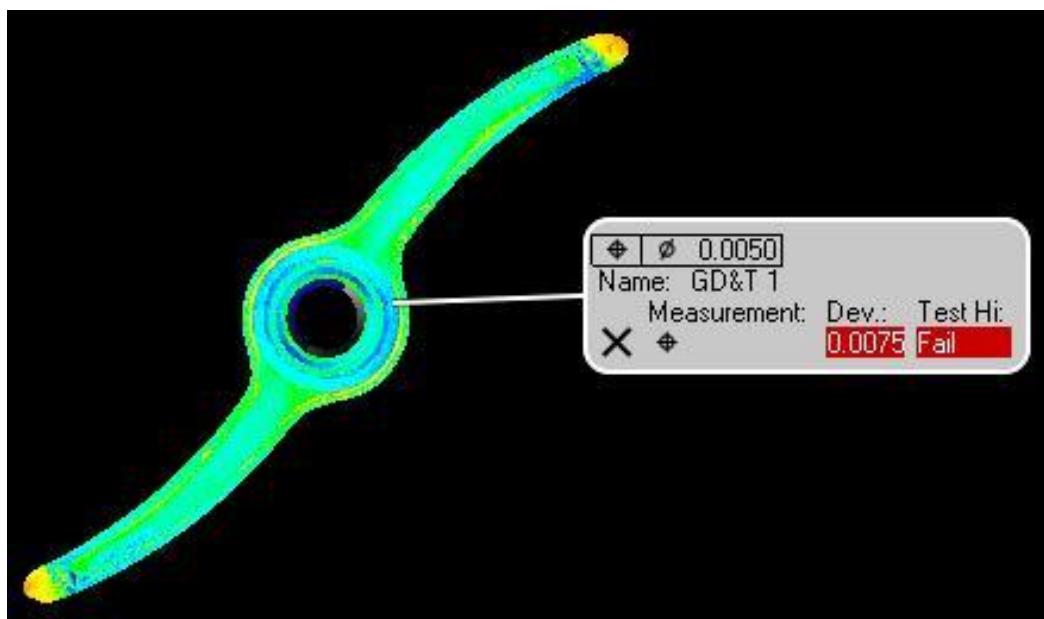
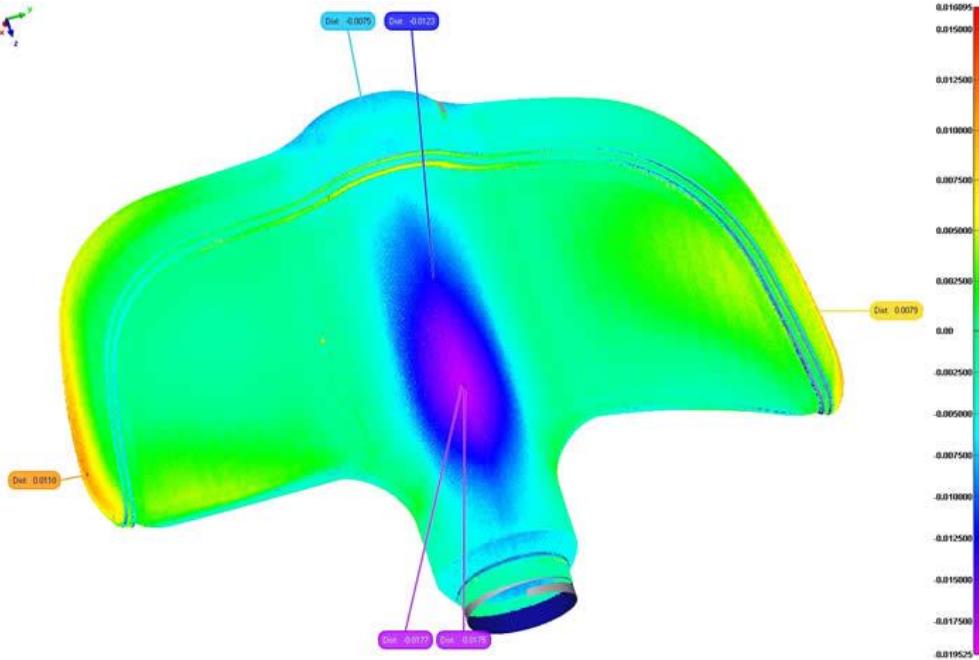


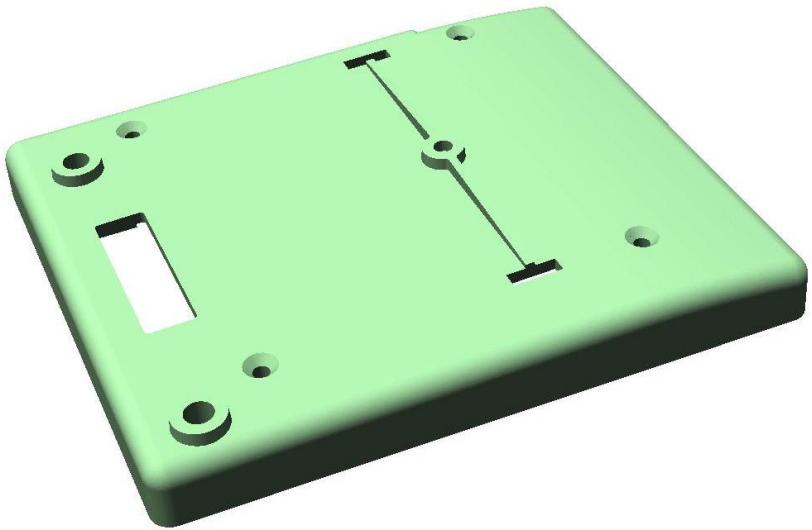
Uvoz CAD modela i oblaka tačaka u softver za CAD-inspekciju

Preklopni CAD model i oblak tačaka

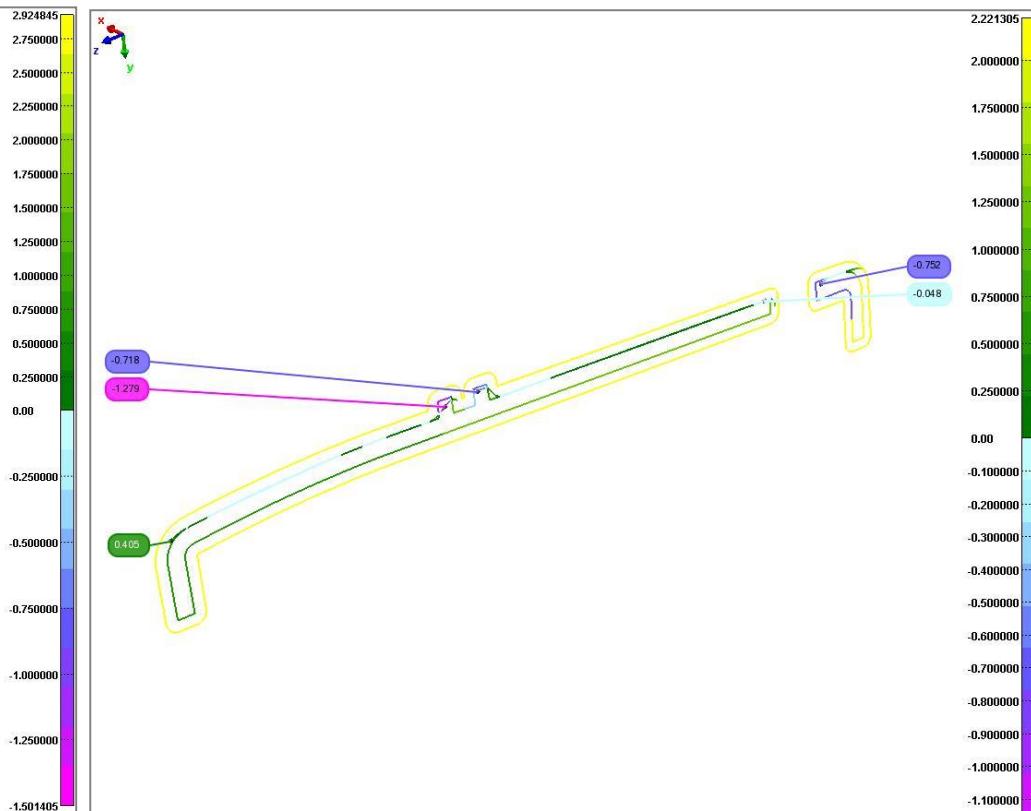
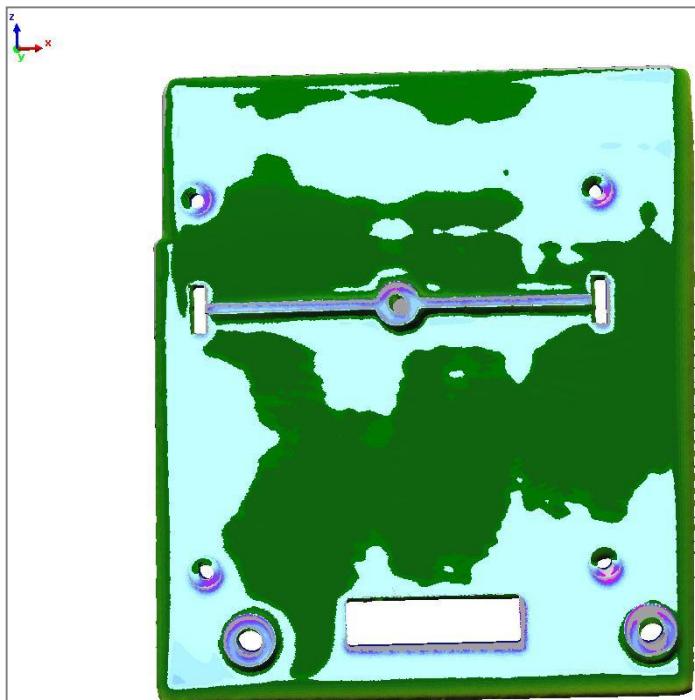
Rezultat CAD-inspekcije u grafičkom obliku (color mapa)

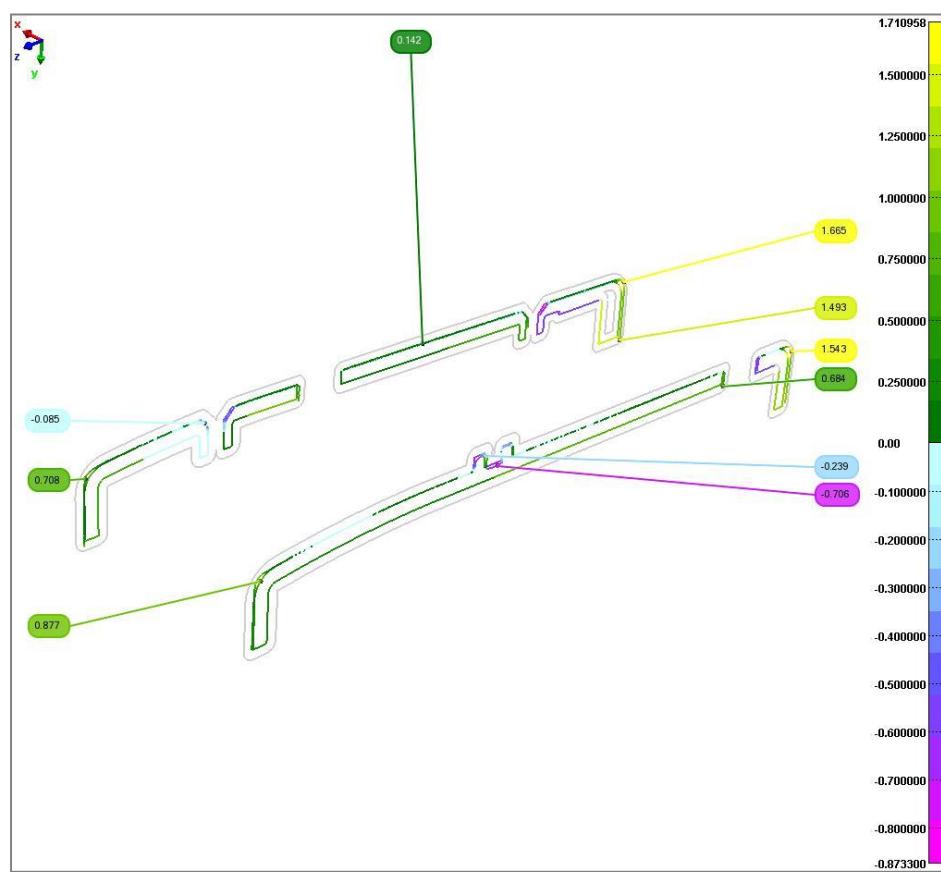
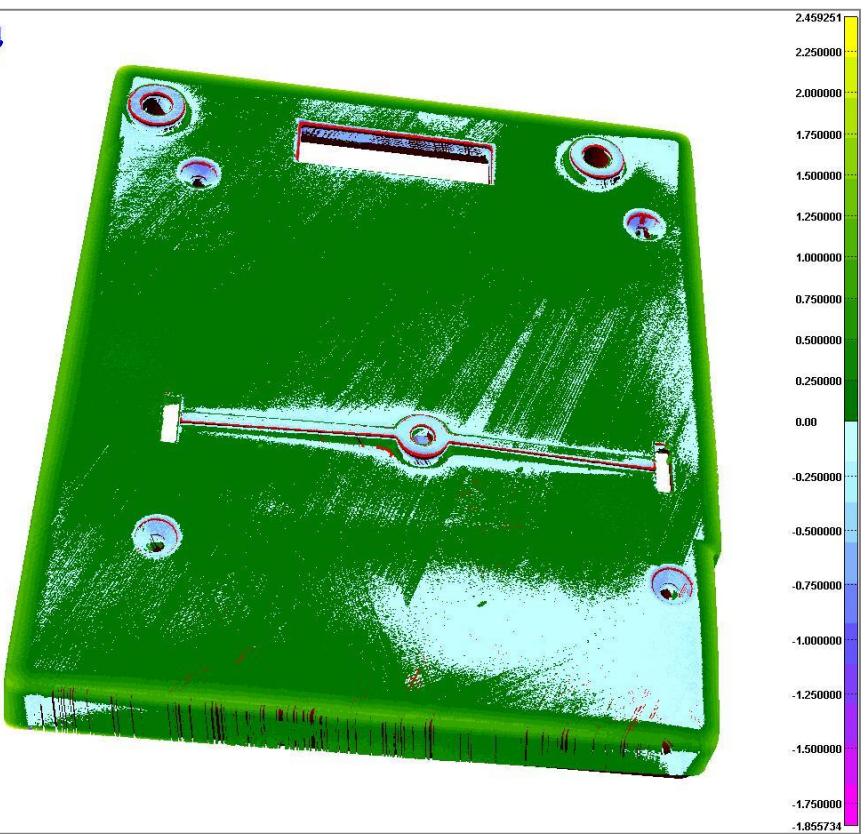
Primer rezultata
CAD-inspekcije u
grafičkom obliku (color
mapa) sa dodatnim
numeričkim podacima





Primer rezultate CAD-inspekcije
u 3D i 2D grafičkom obliku
(color mapa) sa dodatnim
numeričkim podacima







Qualify Report

Title: Injector Plate Inspection Report

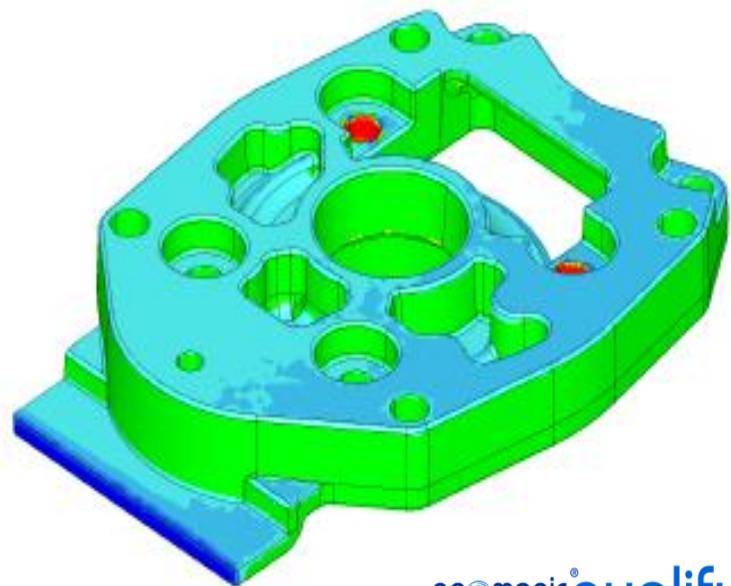
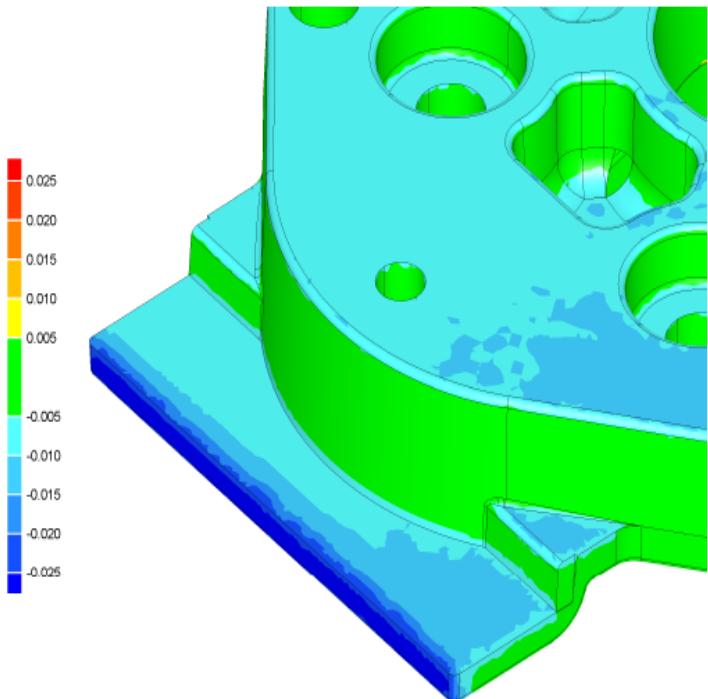
Author: Kevin Scofield

Client: ACME Manufacturing

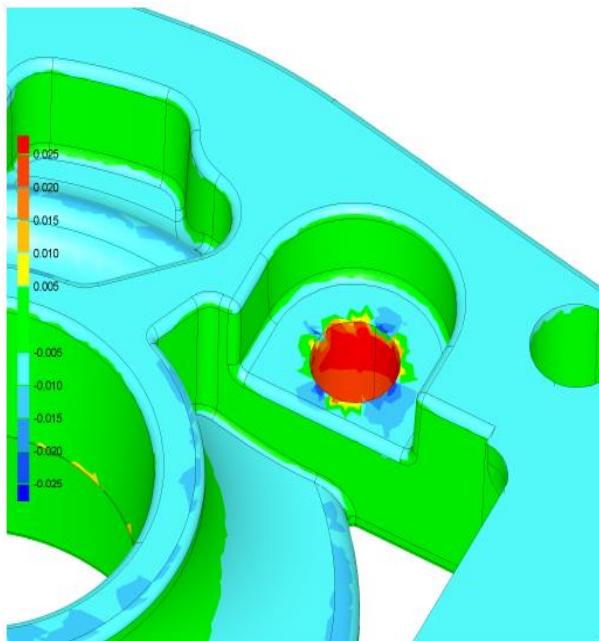
Part: No. GP-5634 (AL 7075)

Test: Injector_plate-SCAN

8/13/2002

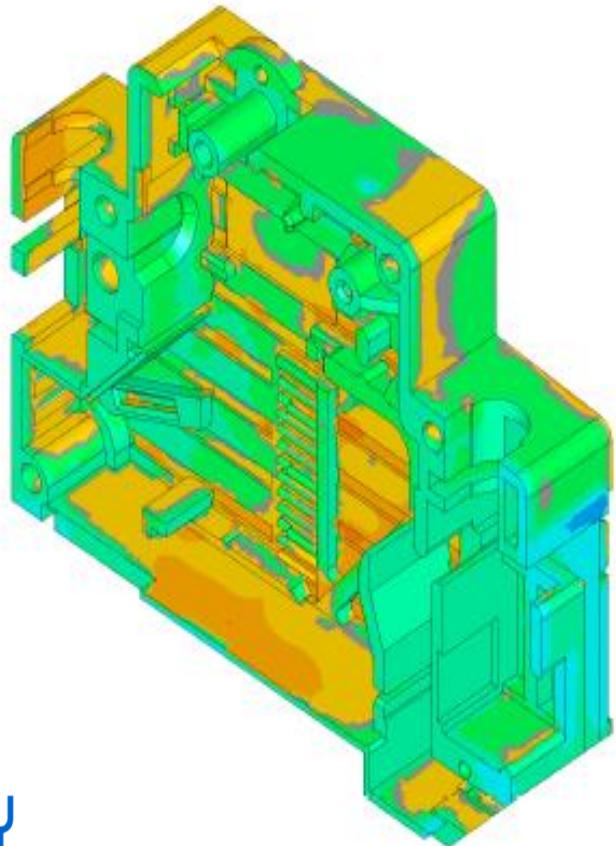
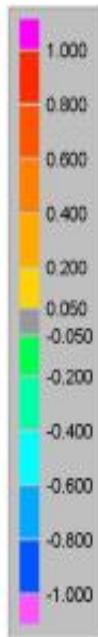


geomagic® qualify

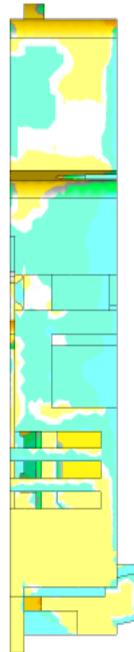
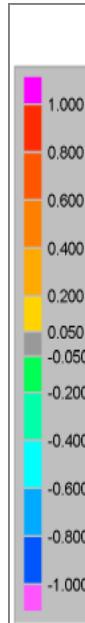
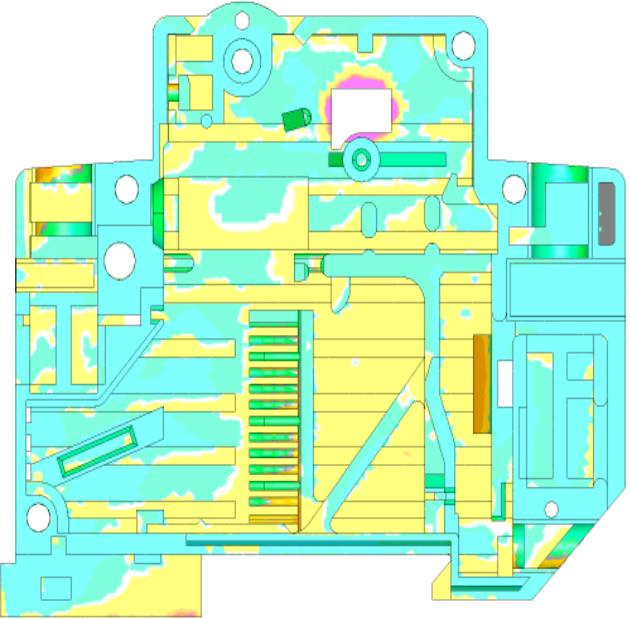
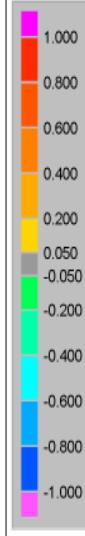


**Primer: CAD-INSPEKCIJA
dela izrađenog
tehnologijom rezanja**

Primer: CAD-INSPEKCIJA dela proizvedenog tehnologijom injekcionog brizganja plastike



geomagic® qualify



Primer: CAD-INSPEKCIJA dela izrađenog tehologijom plastičnog deformisanja

Qualify Report



Title: Sheet Metal Example Report

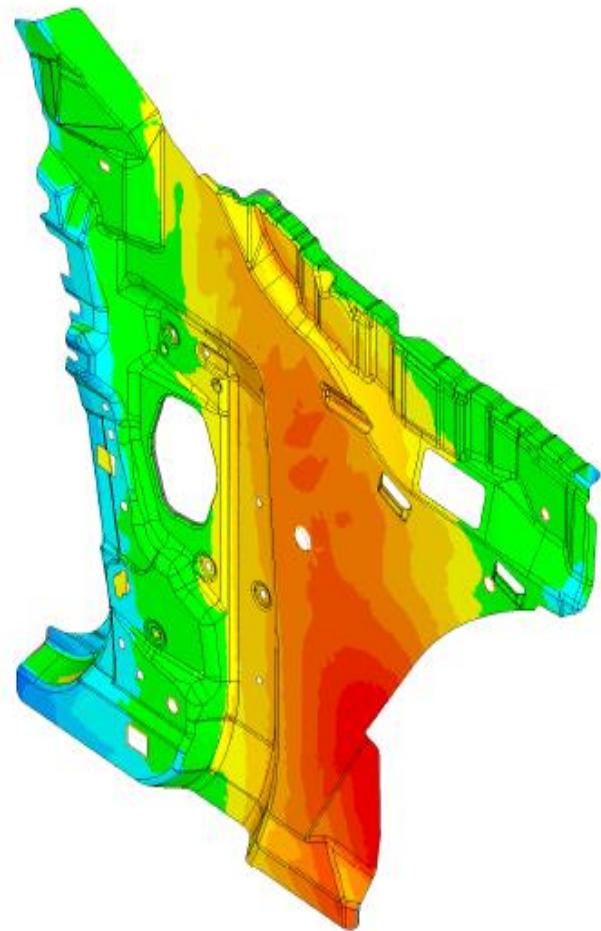
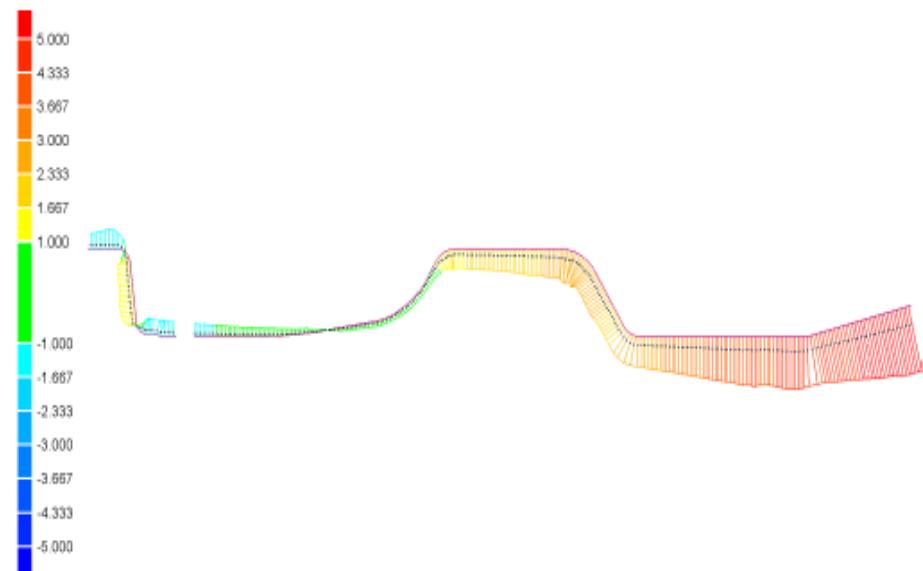
Author: John Smith

Client: Ford Motor Co.

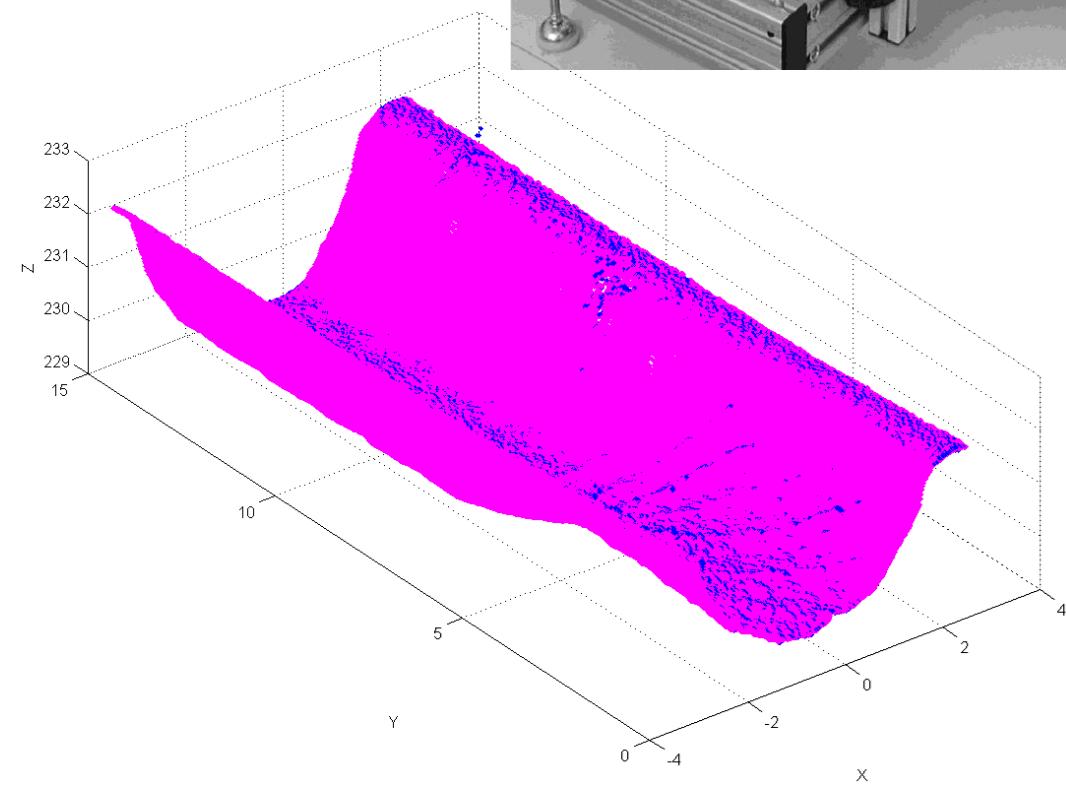
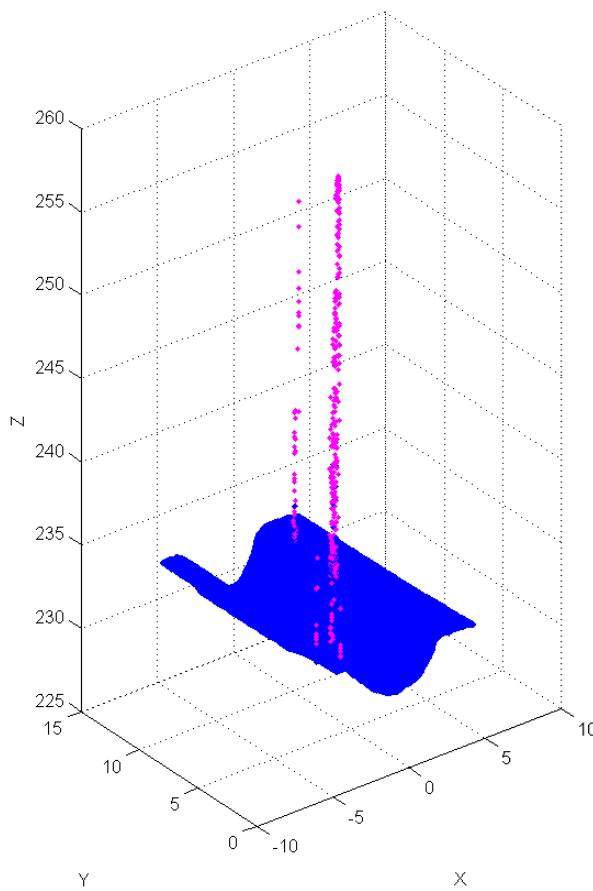
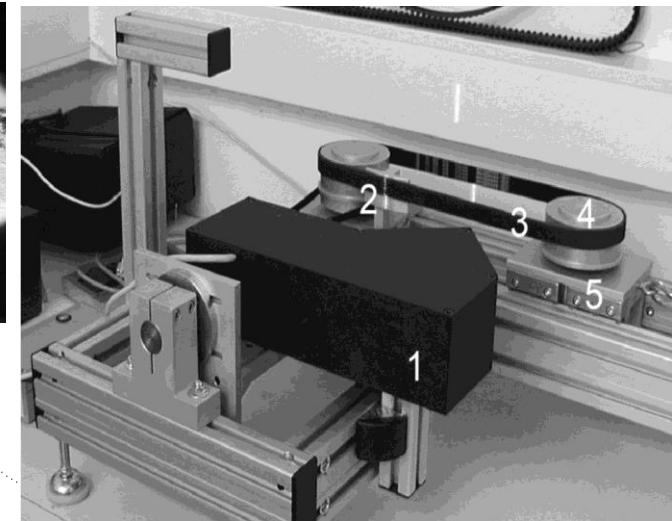
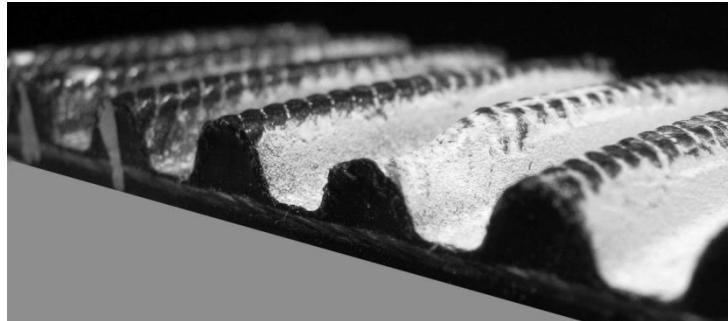
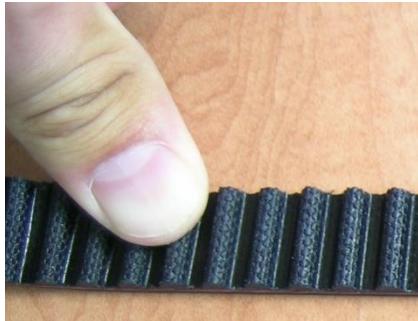
Part: SM-56G

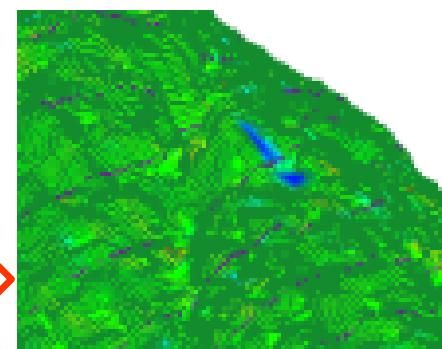
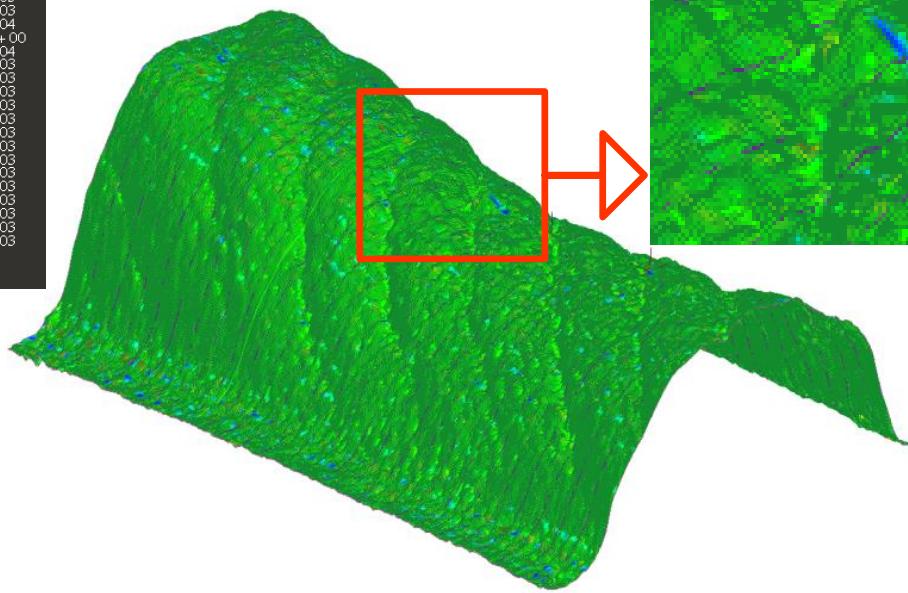
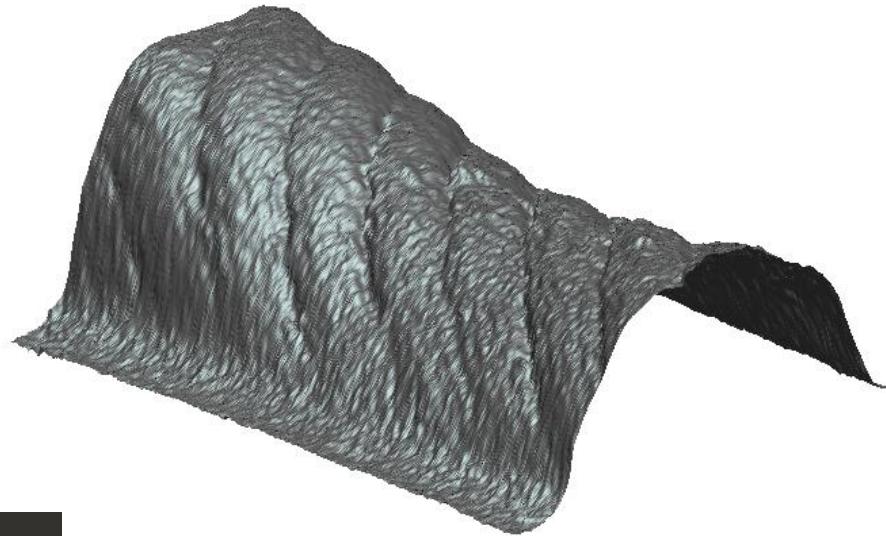
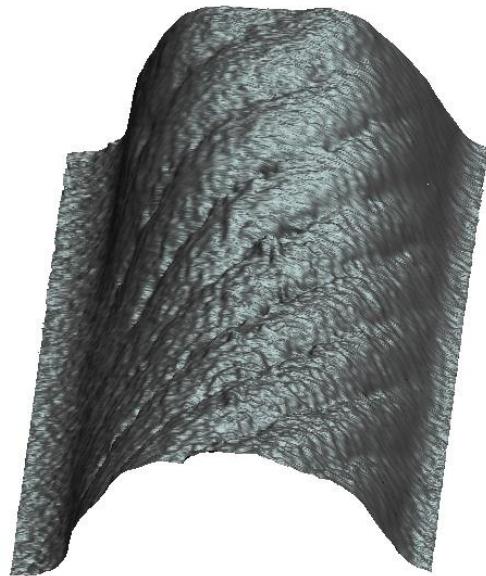
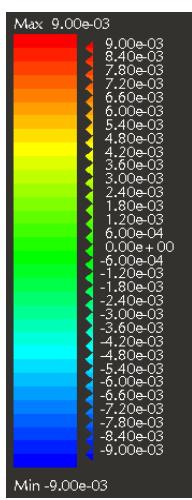
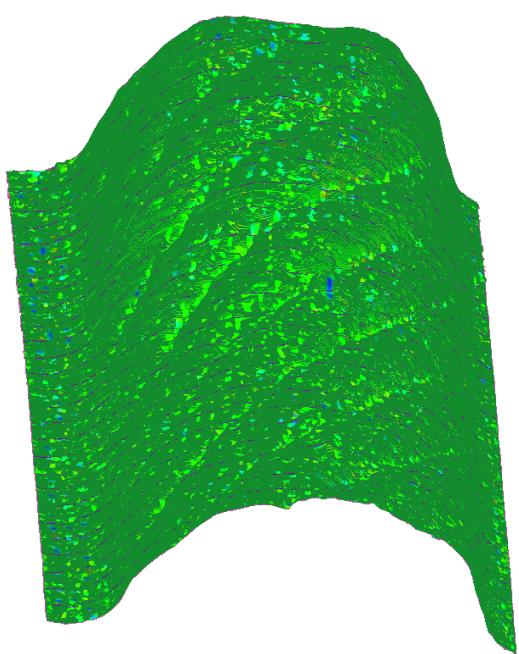
Test: Sheet Metal - Scan

4/30/2003, 5:44 pm



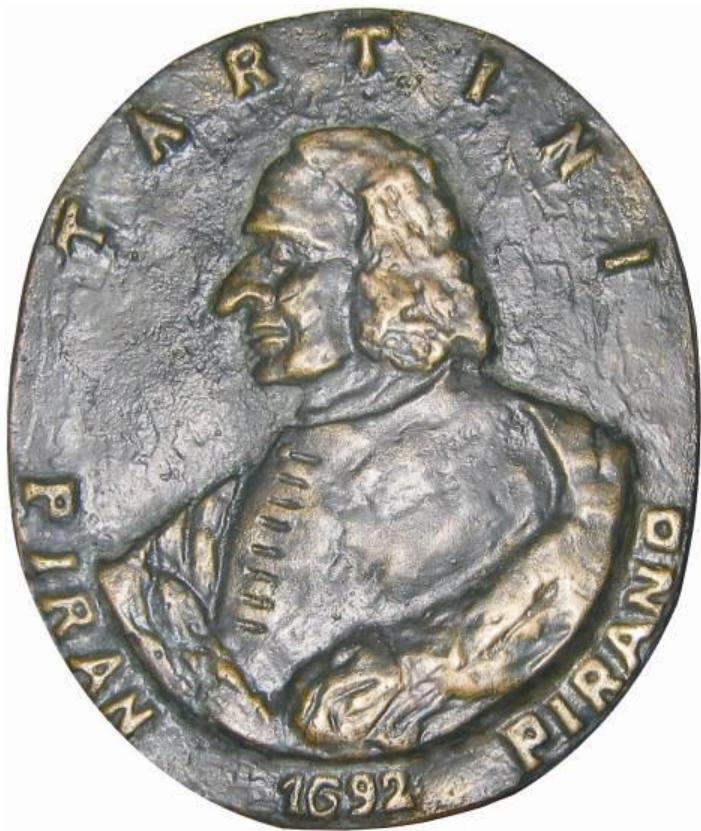
Primer: CAD-INSPEKCIJA zuba zupčastog remena

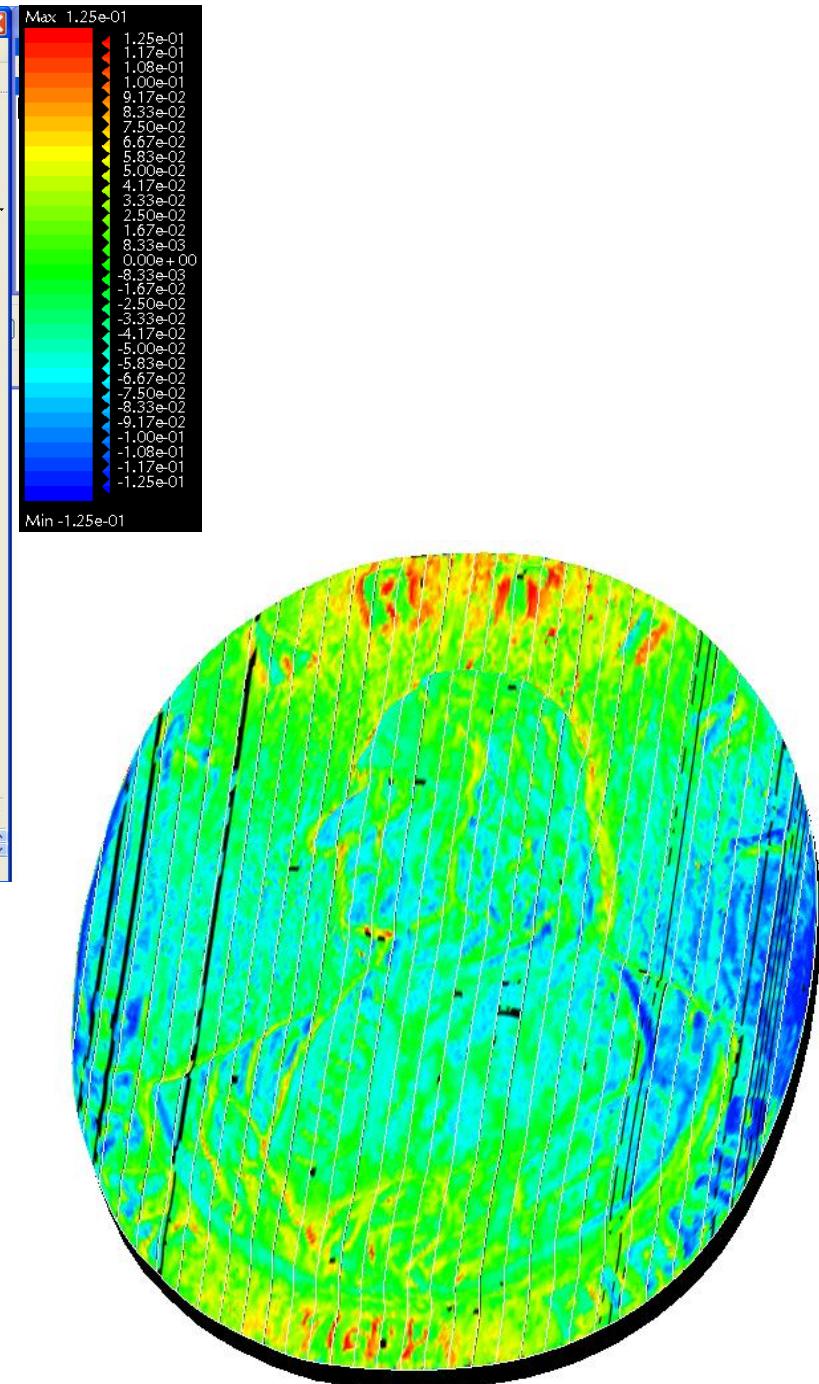
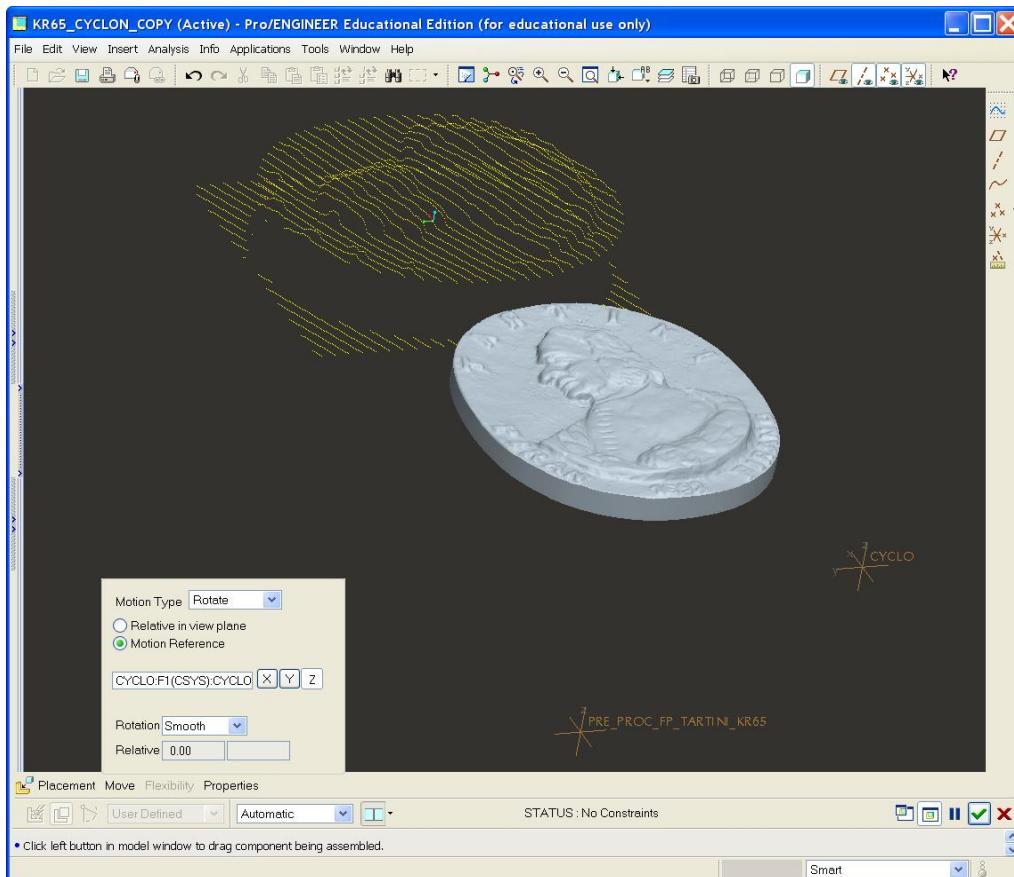




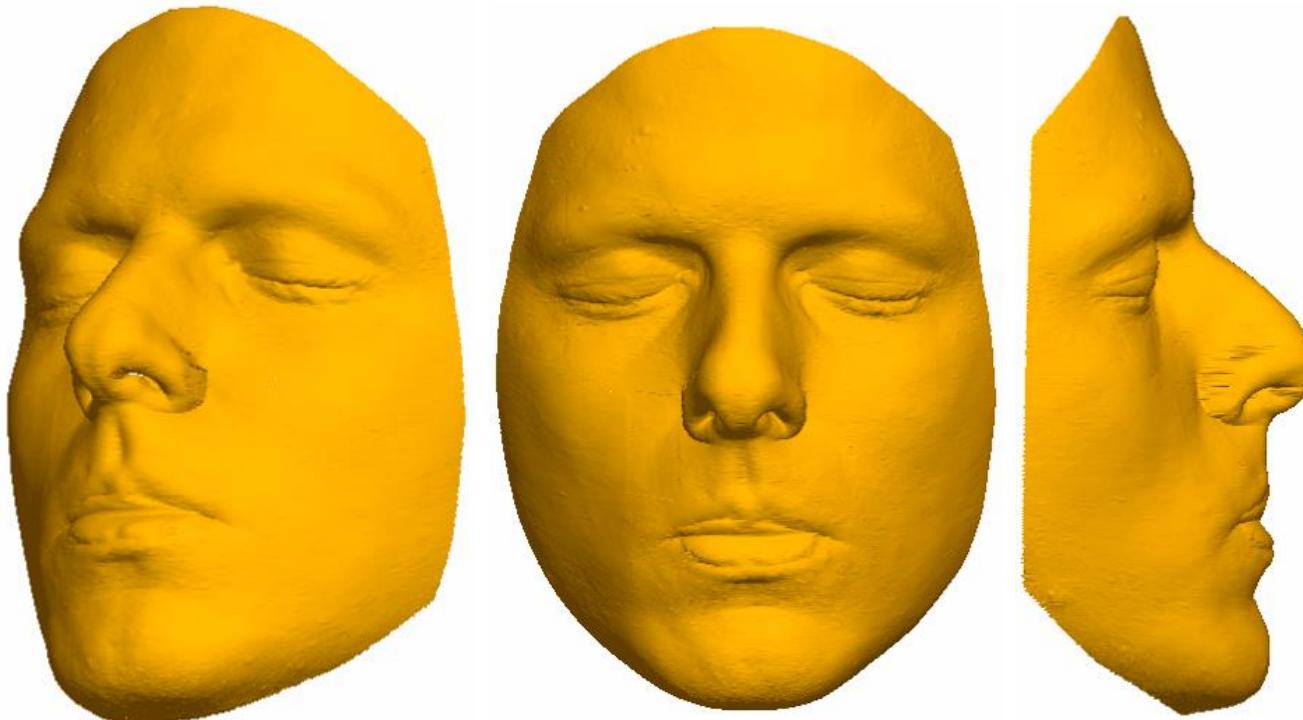
Primeri primene CAD inspekcije kod objekata iz ne-tehničkih oblasti

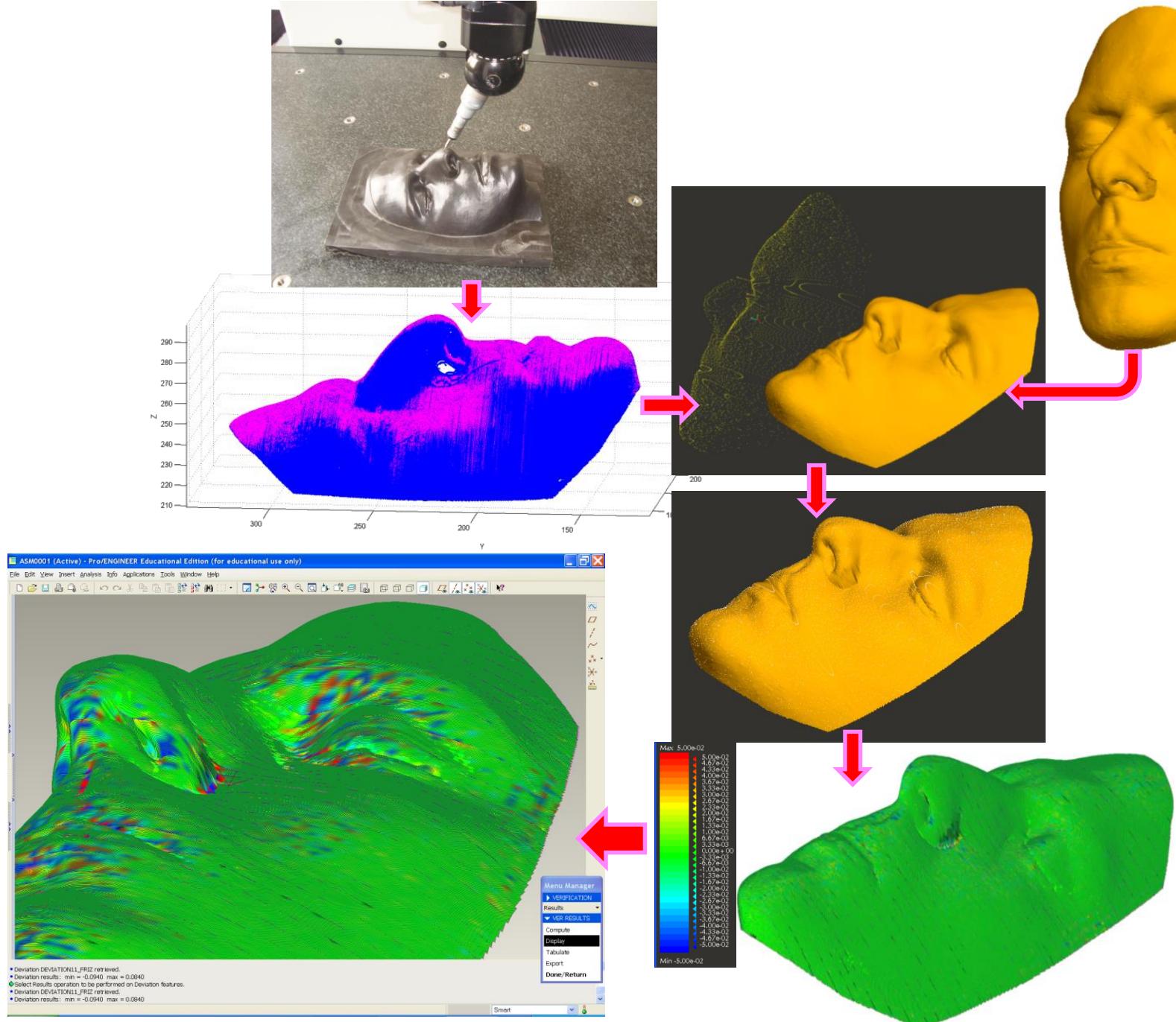
Primer: CAD-INSPEKCIJA replike plakete izrađene tehnologijom 3D štampe





**Primer: CAD-INSPEKCIJA gipsanog otiska ljudskog lica
izrađenog tehnologijom rezanja (od plastike)**





Primer: CAD-INSPEKCIJA dentalnog gipsanog otiska donje vilice primenom fotogrametrijske 3D digitalizacije

3D digitalizacija
fotogrametrijom
sa
projektovanjem
tekstura

Bez
teksture



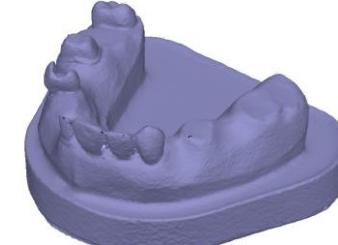
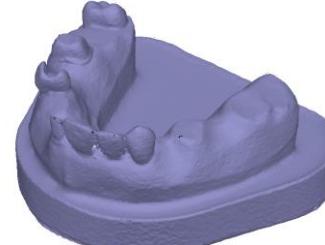
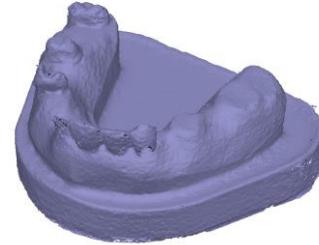
Randomizirana
tekstura



Wavelet
tekstura



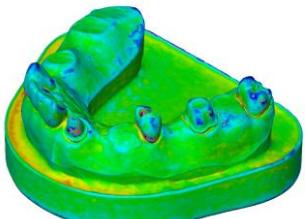
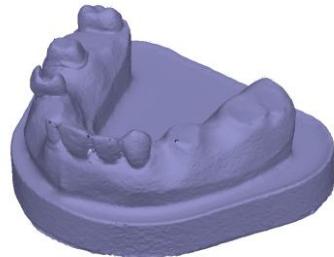
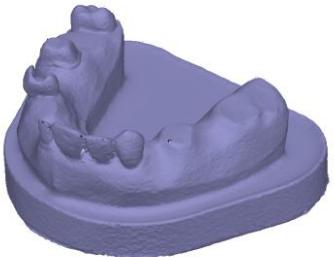
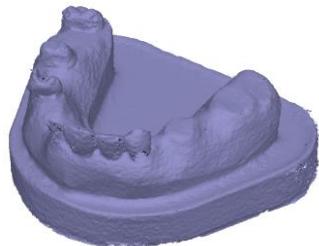
Generisani
3D modeli



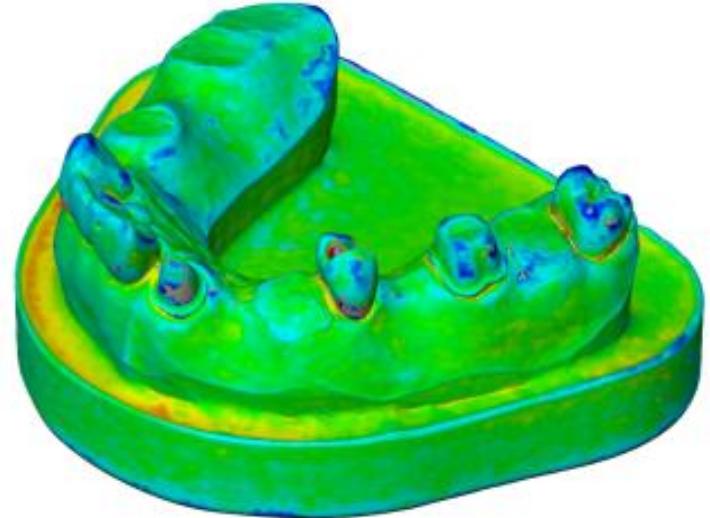
**Generisani
3D modeli**

**Referentni
3D model dobjen
3D digitalizacijom
sistemom
ATOS GOM**

**CAD-inspekcija
(komparacija tri
generisana
3D modela sa
referentnim)**



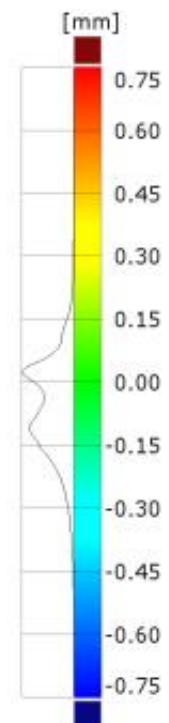
Bez
teksture



Randomizirana
tekstura



Rezultati CAD-inspekcije



Wavelet
tekstura

Primer: CAD-INSPEKCIJA dentalne krunice zuba primenom 3DD KMM

