



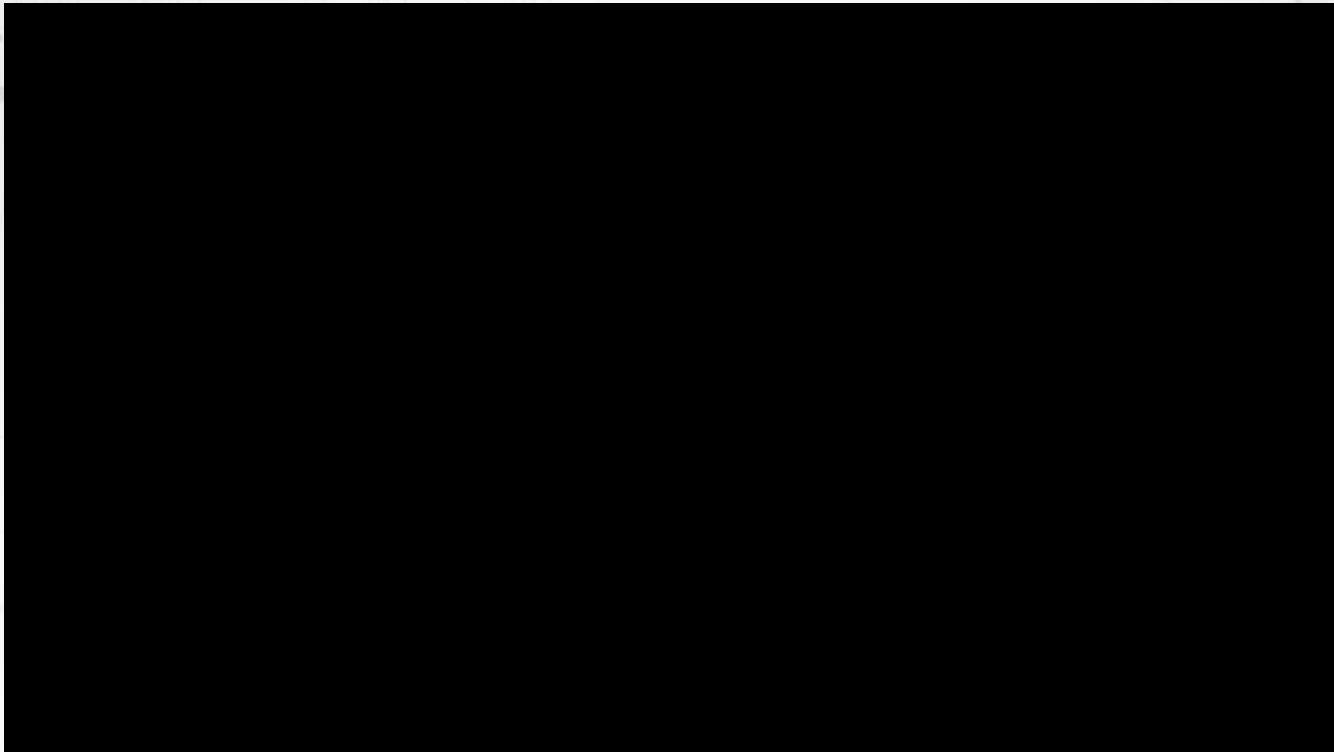
**ADVANCED DESIGN RULES
FOR OPTIMAL DYNAMIC PROPERTIES
of additive manufactured products**

Optički mjerni sustavi za 3D mjerjenje
oblika, pomaka i deformacija

Nenad Drvar, Josip Kos



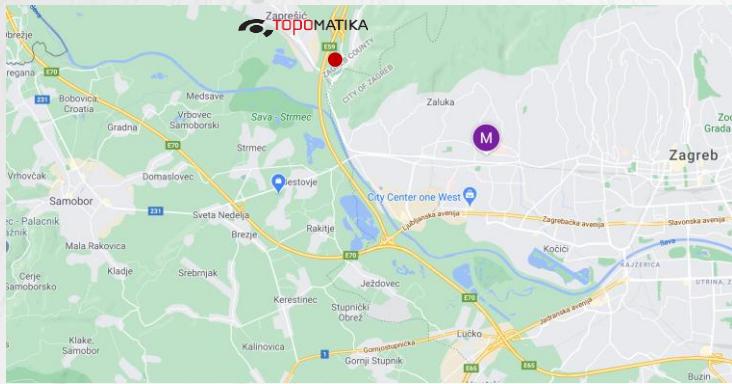
Advanced design rules for optimal dynamic properties
of additive manufactured products



PROJECT SUPPORTED BY



TOPOMATIKA d.o.o. Precizno industrijsko 3D mjeriteljstvo

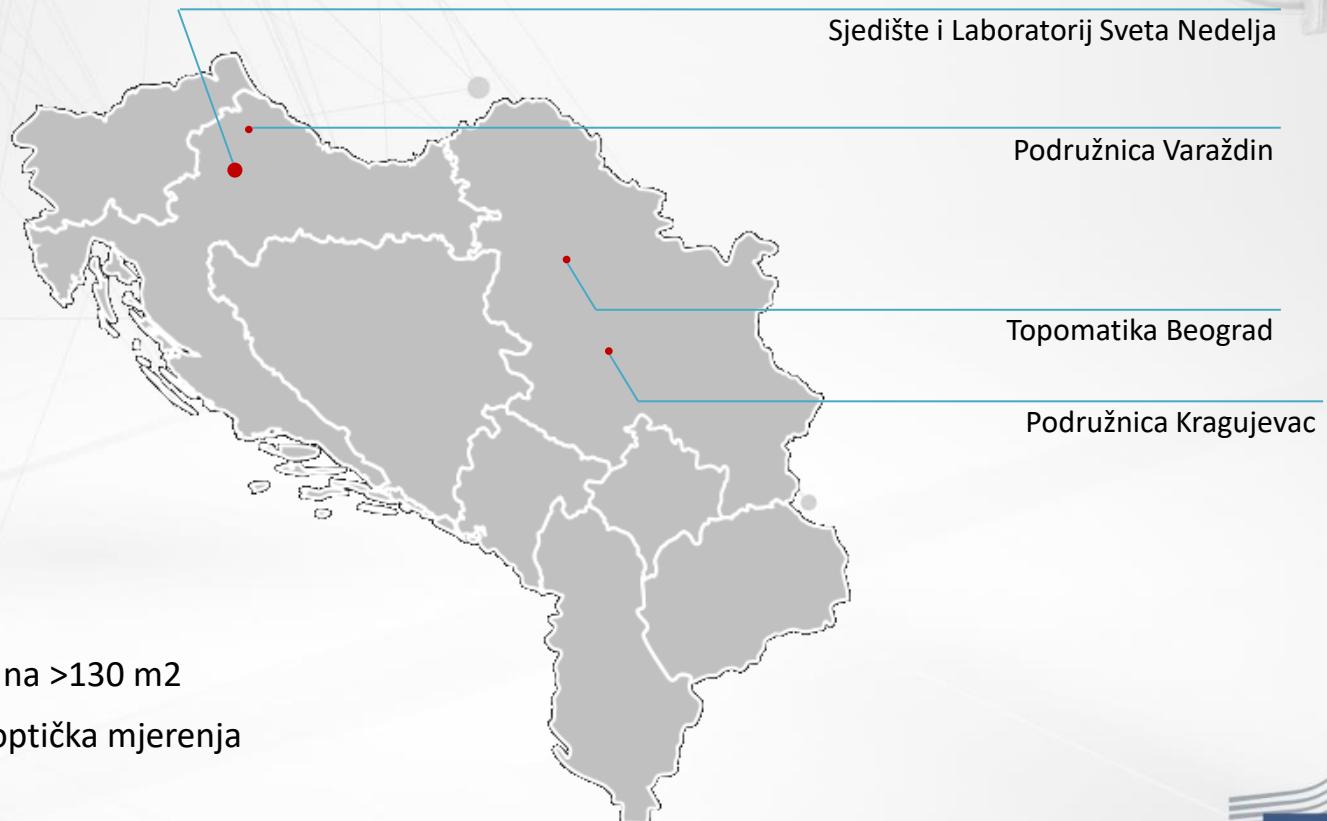


**Industrijska ulica 3 Novaki,
10431 Sveti Nedelja, Hrvatska**



- Osnovana 2002. g.
- Implementacija optičkih mjernih sustava
- Osnivač klastera 3D grupa

TOPOMATIKA d.o.o. Precizno industrijsko 3D mjeriteljstvo



- 4 lokacije
- Mjerni laboratorij na >130 m²
- 14 specijalista za optička mjerjenja

TOPOMATIKA d.o.o.

Precizno industrijsko 3D mjeriteljstvo

TOPOMATIKA je pouzdani partner za optičke 3D mjerne tehnologije sa više od 20 godina iskustva.

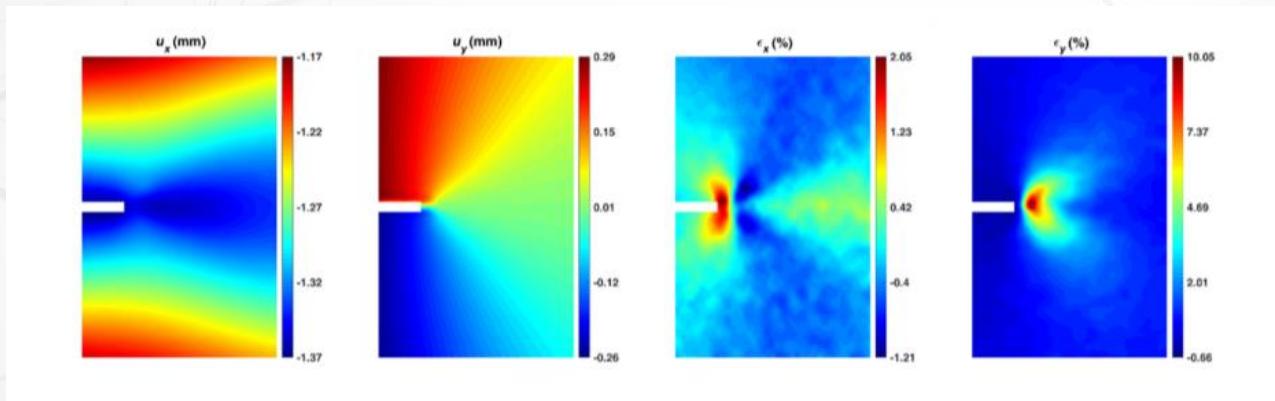
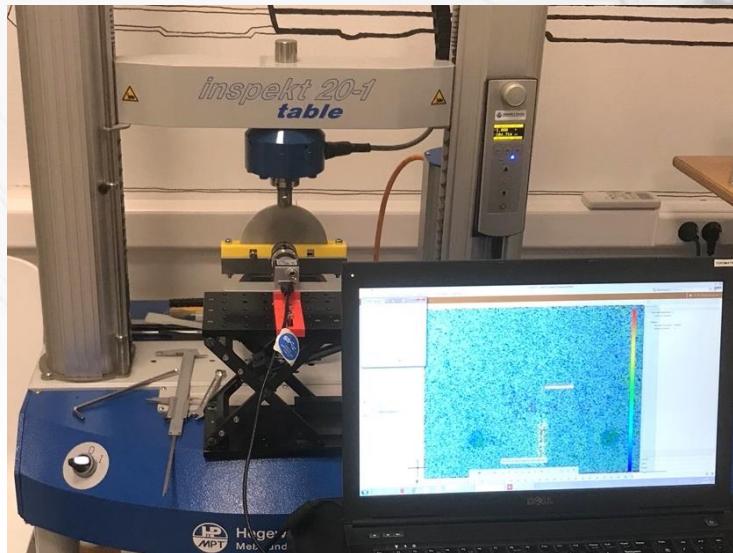
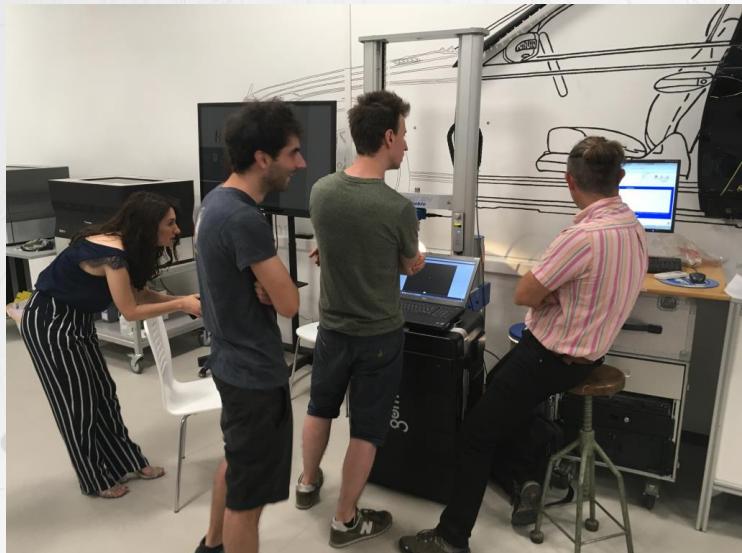
Know-How:

- 3D optičko mjerjenje oblika i dimenzija
- automatizirano 3D koordinatno mjerjenje
- optička 3D analiza pomaka i deformacija
- ispitivanje materijala i komponenti
- povratno inženjerstvo (Reverse Engineering)



TOPOMATIKA d.o.o.

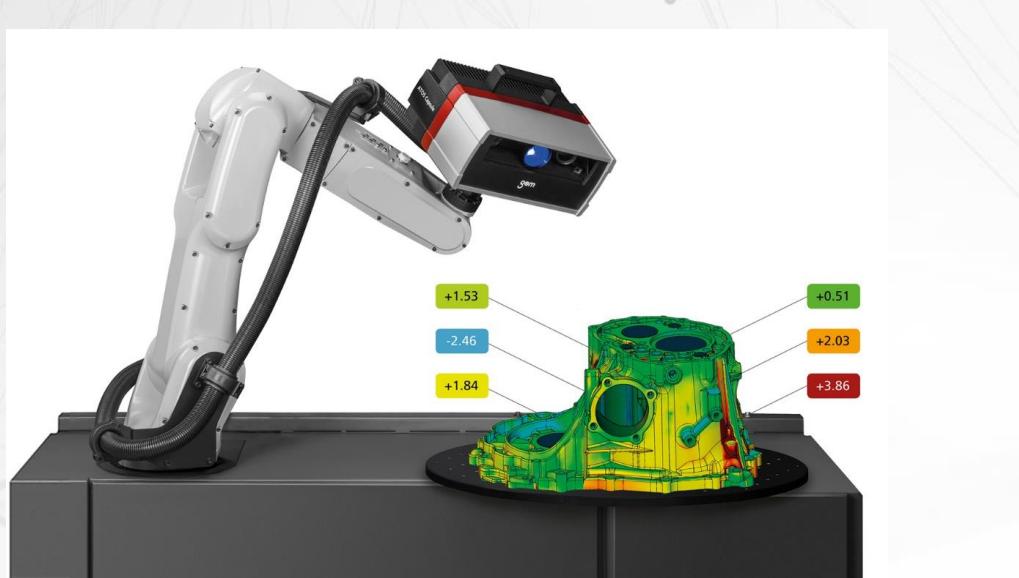
Provedena mjerena



TOPOMATIKA d.o.o.

Korištena GOM GmbH mjerna oprema

Mjerenje oblika i dimenzija

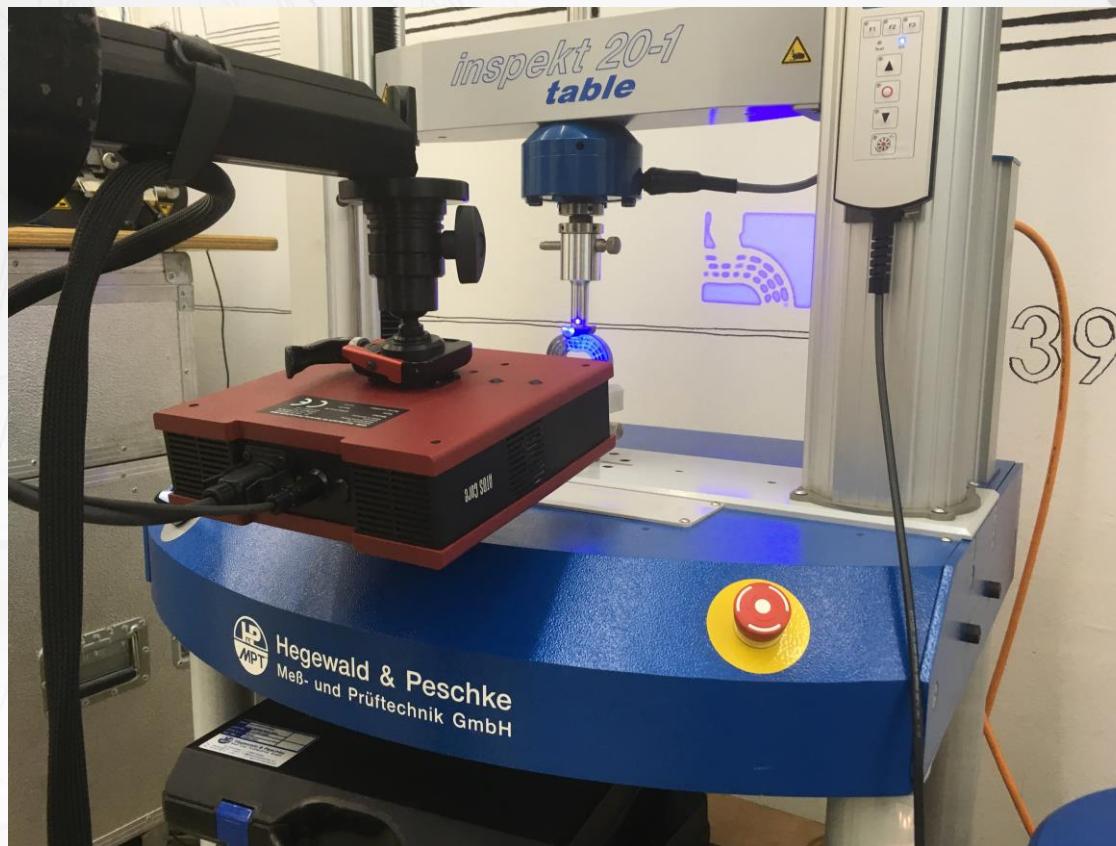


Mjerenje i analiza pomaka i deformacija

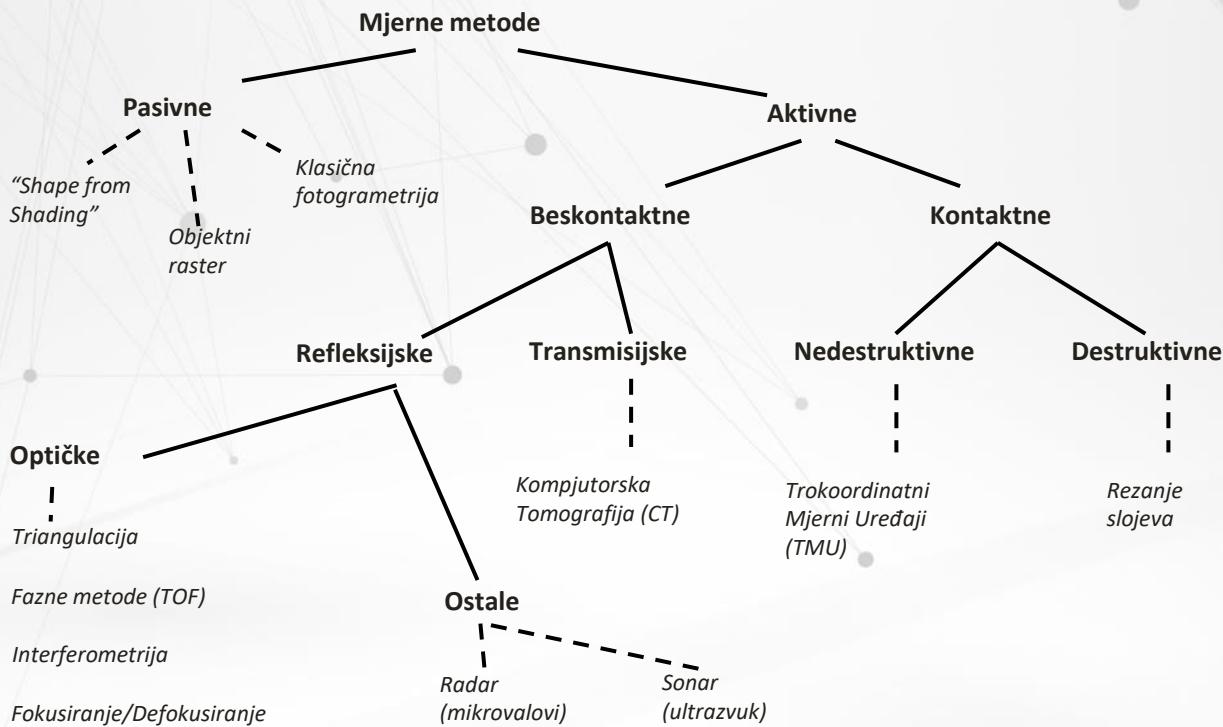


TOPOMATIKA d.o.o.

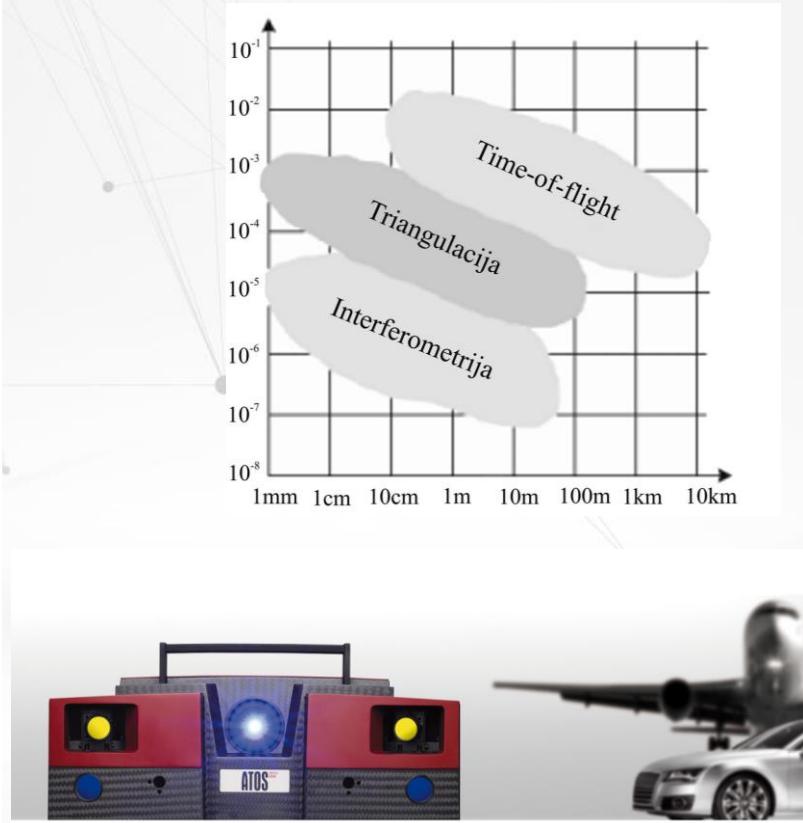
Korištena Hegewald & Peschke Meß- und Prüftechnik GmbH mjerna oprema



Podjela mjernih metoda

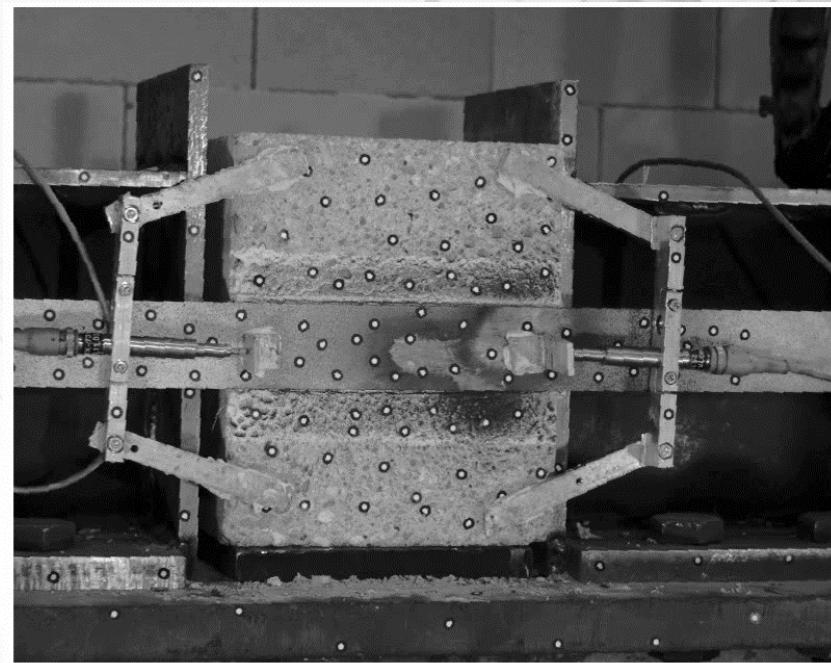


Područje primjene optičkih metoda



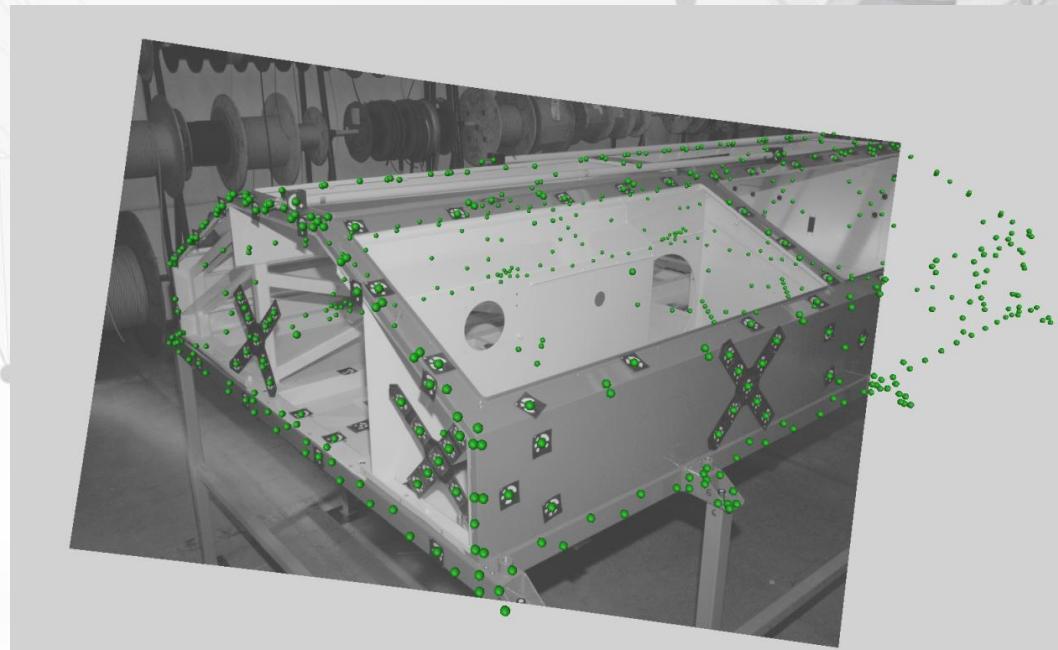
Zašto mjeriti optički?

- Mjerenje je beskontaktno
- Mnogo mjernih podataka
- Postiže se visoka rezolucija i točnost, potpunost digitalizacije mjernog volumena
- Mogućnost mjerjenja na originalnoj konstrukciji
- Prilagođenost različitim veličinama mjernih objekata
- Fleksibilnost i prenosivost sustava
- Velika brzina mjerjenja
- Visoki stupanj automatizacije
- Izravan prijenos podataka u CAD/CAM i FEM sustave



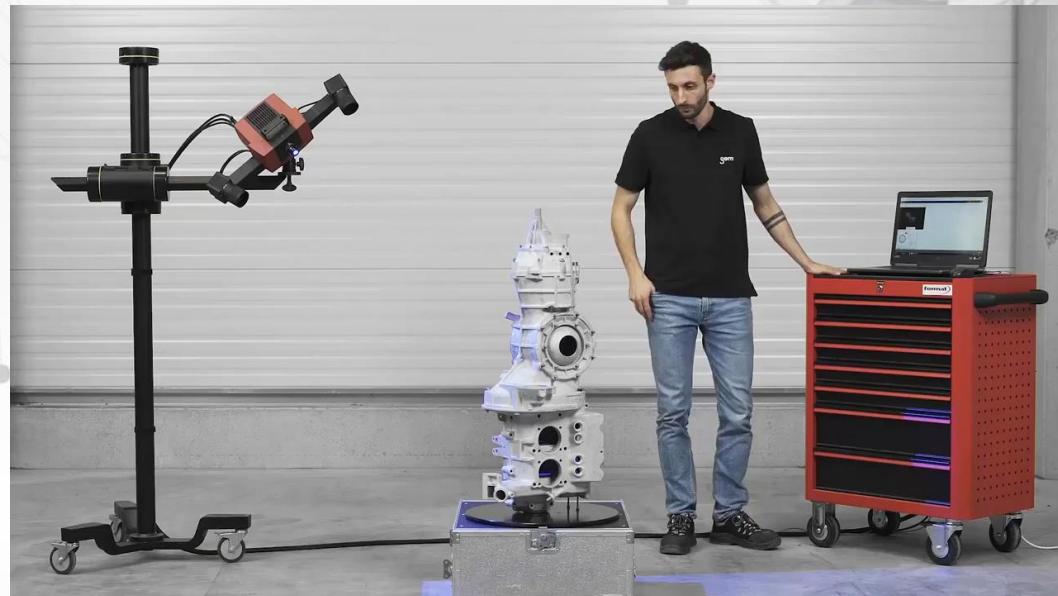
Što se može optički mjeriti?

- Oblik
 - Diskretno u određenim točkama



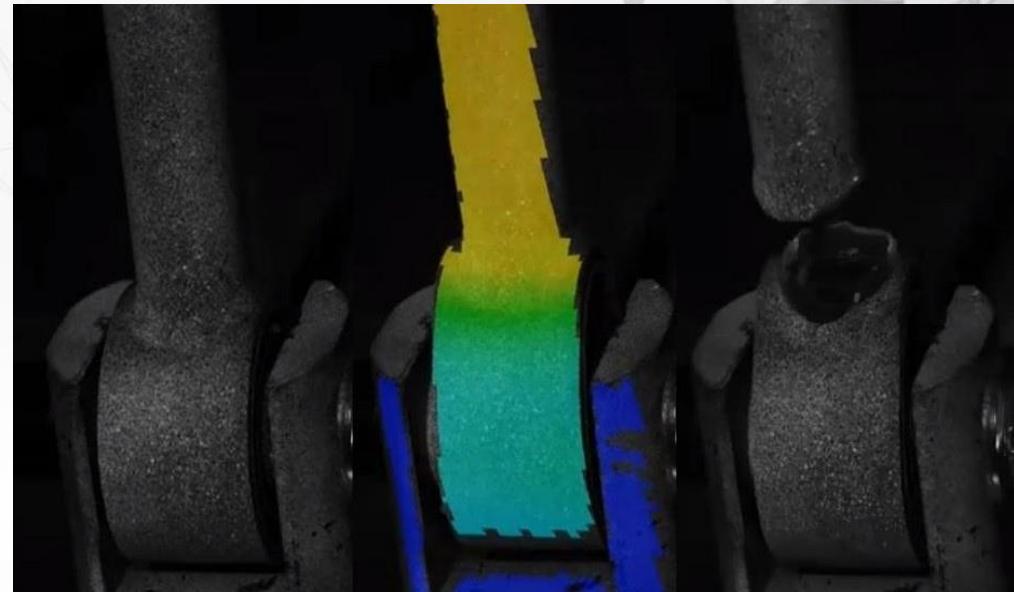
Što se može optički mjeriti?

- Oblik
 - Diskretno u određenim točkama
 - Cijeli volumen modela



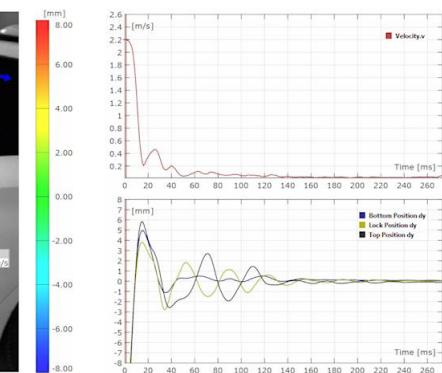
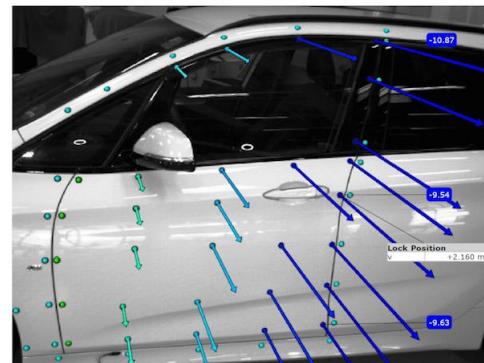
Što se može optički mjeriti?

- Oblik
 - Diskretno u određenim točkama
 - Cijeli volumen modela
- Promjena oblika – površinske deformacije

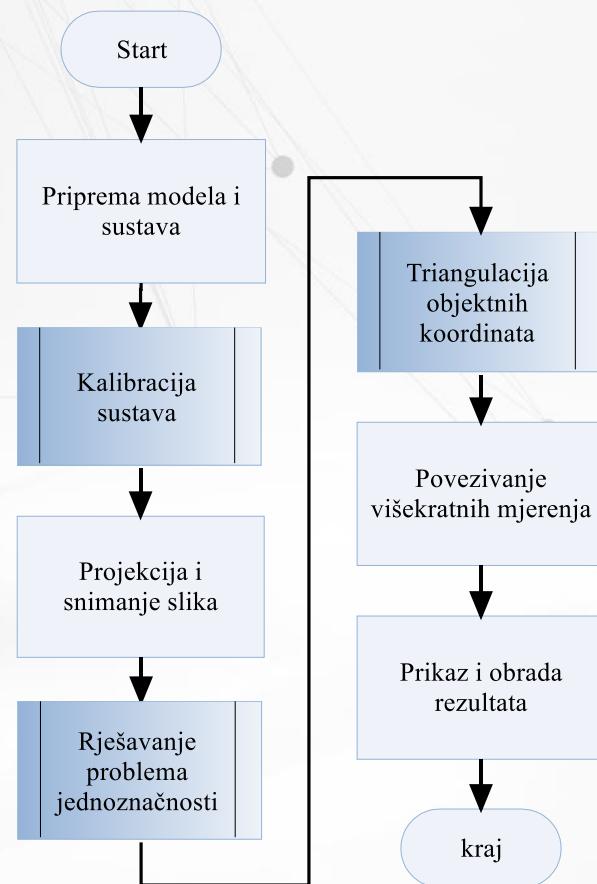


Što se može optički mjeriti?

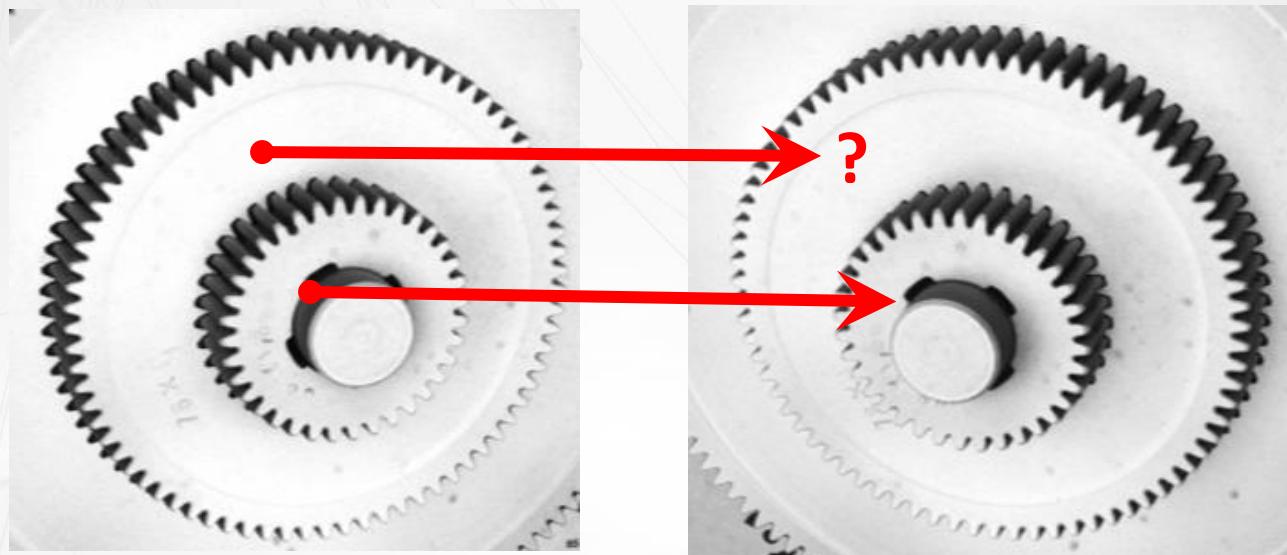
- Oblik
 - Diskretno u određenim točkama
 - Cijeli volumen modela
- Promjena oblika – površinske deformacije
- Vibracije
- Brzina i ubrzanje



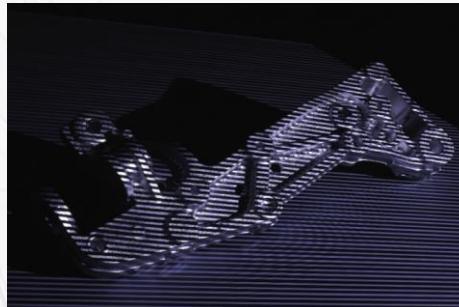
Kako optički mjeriti?



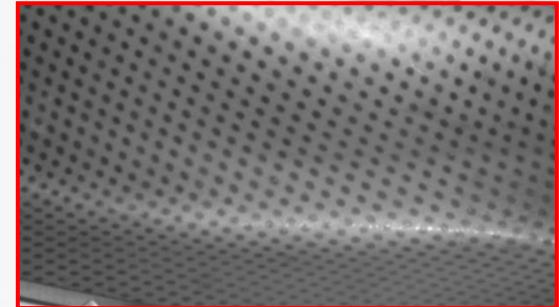
Problem jednoznačnosti



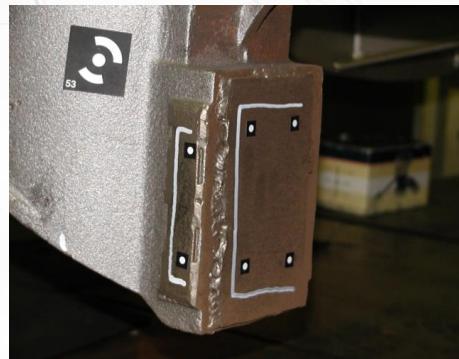
Rješavanje problema jednoznačnosti



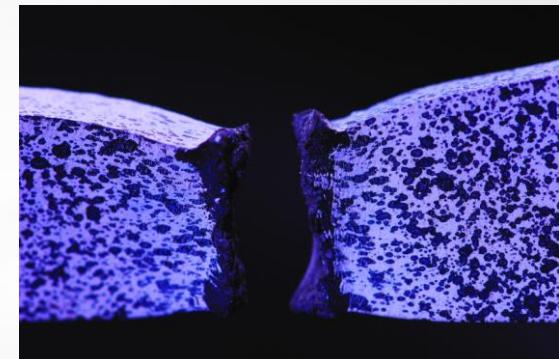
Projicirani svjetlosni uzorak



Pravilna mreža točaka



Samoljepljive naljepnice



Stohastički uzorak

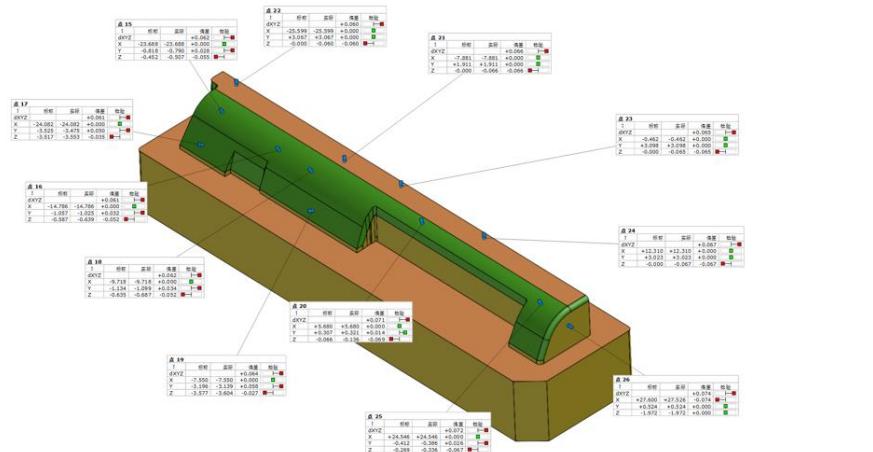
3D digitalizacija optičkim sustavom ATOS



Prednosti optičkog 3D mjerjenja u odnosu na poznate tehnologije

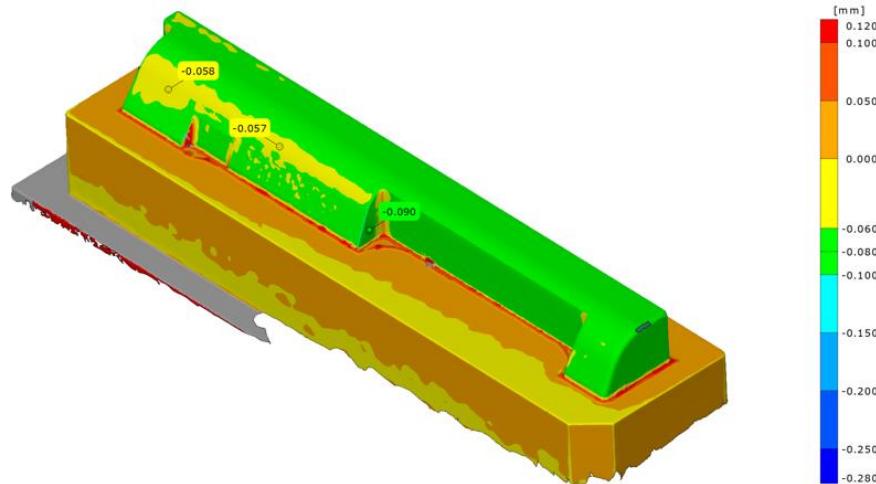
CMM rezultat inspekcije (taktilno)

- Samo nekoliko točaka, nije mjerena cijela površina
- Male značajke ne mogu se mjeriti



ATOS rezultat inspekcije

- Digitalizacija kompletne površine, lako čitljivi rezultati
- Lako je odrediti odstupanja predmeta



Postupak 3D skeniranja



Inspekcija plastičnih predmeta

Debljina stijenke

Kod nepravilnog sklapanja alata dolazi do neprevilne debljine stijenke

Različite mogućnosti poravnjanja

Različita poravnjanja CAD modela i rezultata 3D skeniranja za provjeru funkcije proizvoda

Inspekcija cijele površine ili presjeka

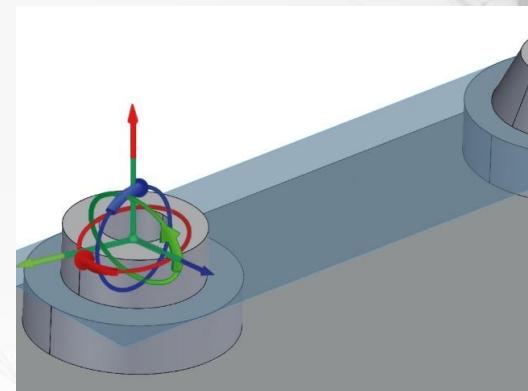
Detaljna analiza odstupanja presjeka u svakoj točki

Inspekcija defekata

Detekcija malih defekata baziranih na rezultatu 3D skeniranja prikazani u mapi boja

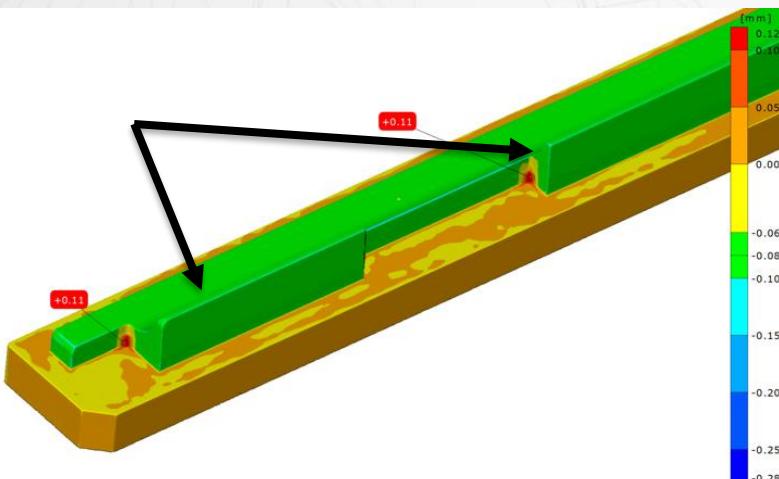
GD&T Inspekcija

Brza analiza tolerancija oblika i položaja vođenim funkcijama unutar programskog paketa GOM Inspect

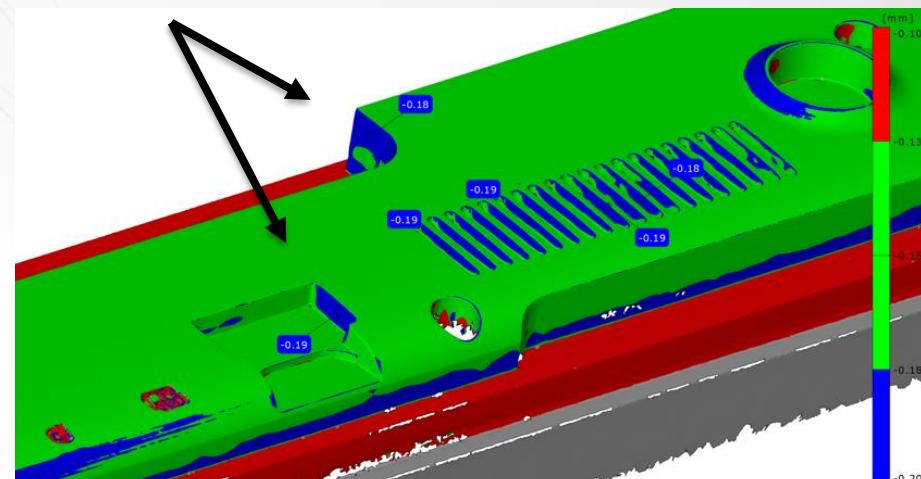


Inspekcija elektrode

Problem u uglovima
Premalo oduzetog materijala

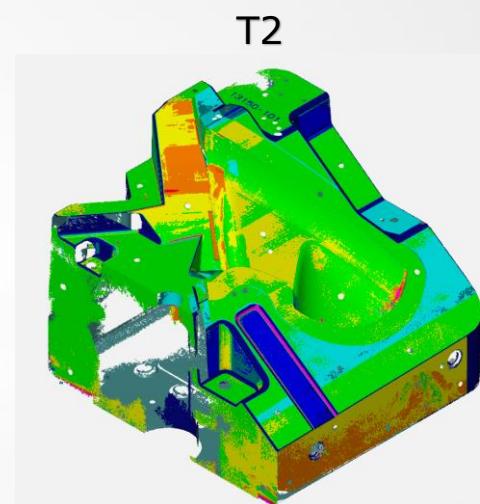
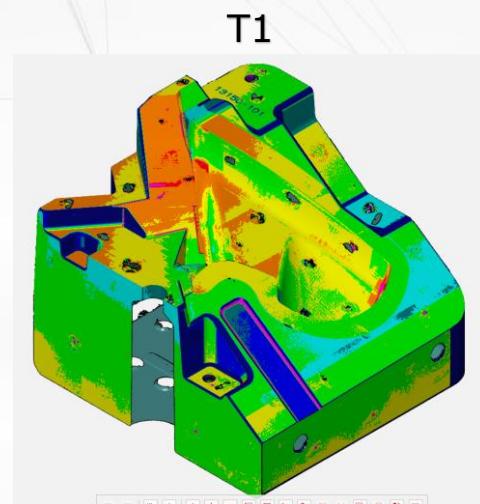
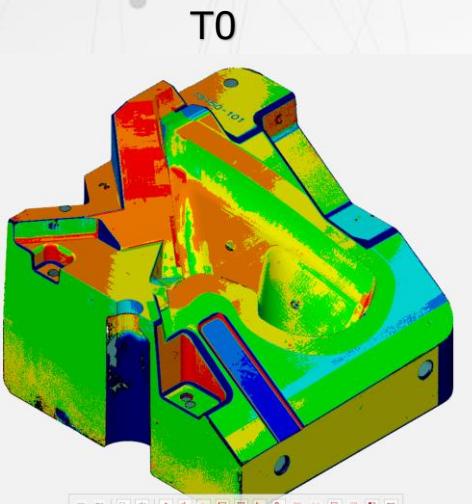


Previše oduzetog materijala
strojnom obradom



Tool Try-Out Inspection

- Usporedba pojedinih stanja alata u procesu uhodavanja
- Optičko 3D mjerjenje u ovoj fazi omogućuje ubrzanje procesa za 50%

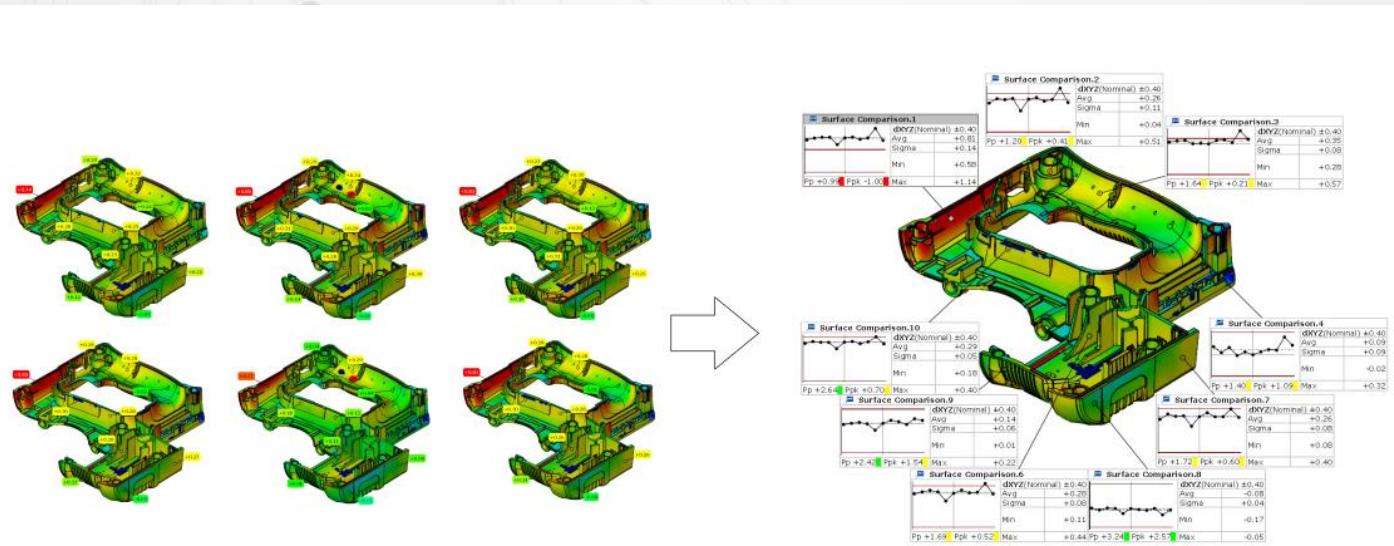


Usporedba stvarnih proizvoda sa 3D modelom i statističko praćenje

Analiza trendova

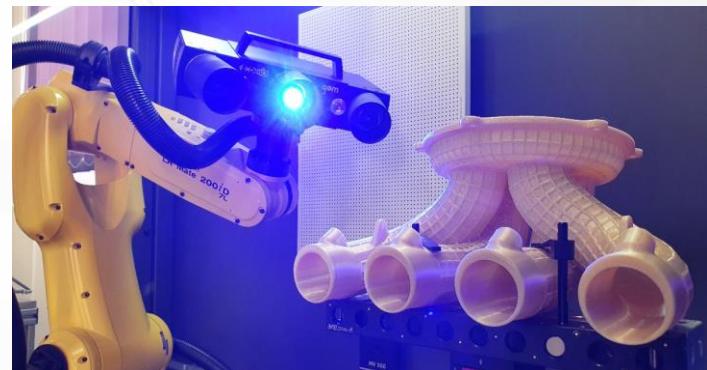
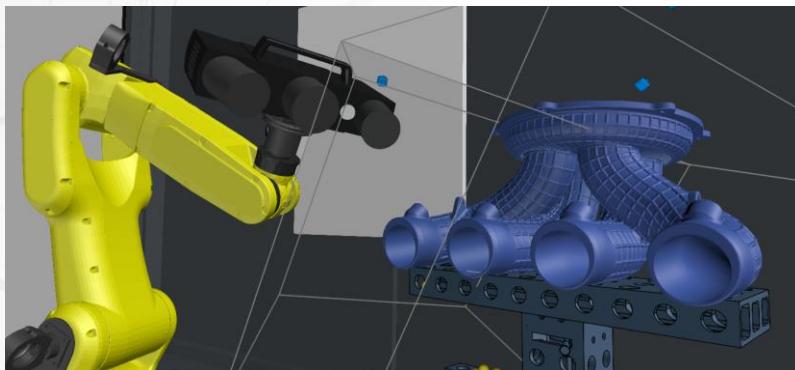
Usporedba većeg broja uzoraka sa CAD modelom

Međusobna usporedba pojedinačnih rezultata skeniranja



Razlozi za uvođenje 3D skeniranja u kontrolu kvalitete

- za proizvođače i dobavljače u svim industrijama ključni zahtjev je skratiti vrijeme proizvodnog ciklusa
- jedan od načina za postizanje skraćenja vremena je poboljšanje kontrole kvalitete
- u tu svrhu sve više tvrtki koristi manualna i automatizirana rješenja za optičko 3D mjerjenje



ARAMIS Teoretske osnove

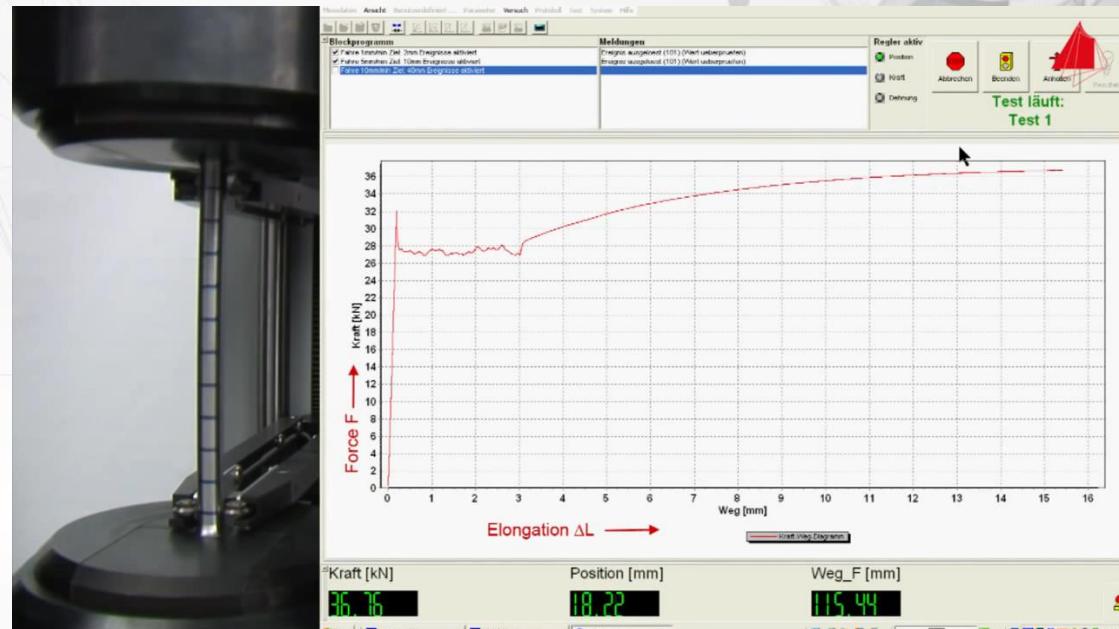
- Mjerne metode:
 - – Globalno deformacijsko mjerjenje
 - Promjena dužine
 - Jedan mjerni rezultat za homogeno polje deformacija!



ARAMIS

Teoretske osnove

- Mjerni metode:
 - Globalno deformacijsko mjerjenje
 - Promjena dužine
 - Jedan mjerni rezultat za globalno polje deformacija!



ARAMIS

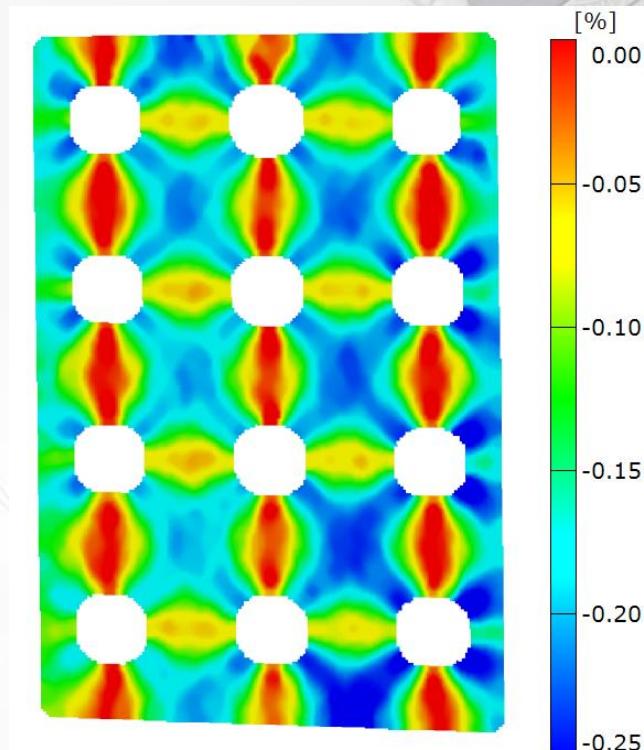
Teoretske osnove

- Mjerne metode:
 - – Globalno deformacijsko mjerjenje
 - Promjena dužine
 - Jedan mjerni rezultat za globalno polje deformacija!
 - Lokalno deformacijsko mjerjenje
 - Tenzometarske mjerne trake
 - Jedan mjerni rezultat za lokalne deformacije!



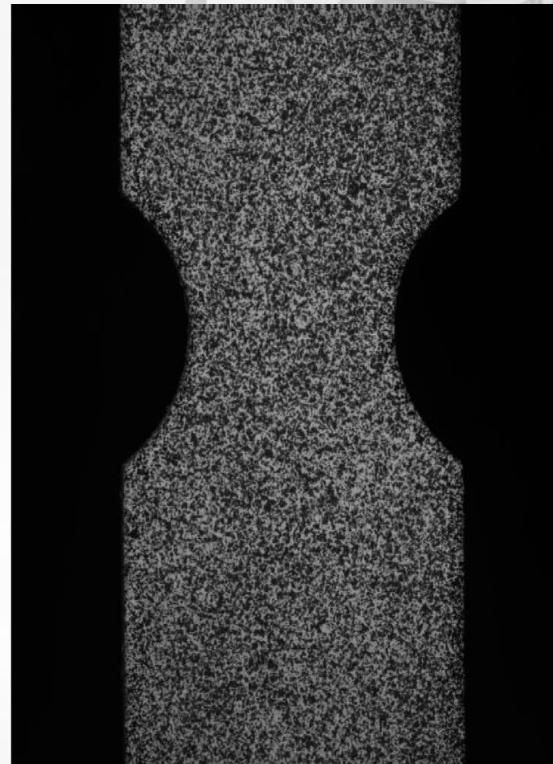
ARAMIS Teoretske osnove

- Mjerne metode:
 - Globalno deformacijsko mjerjenje
 - Promjena dužine
 - Jedan mjerni rezultat za globalno polje deformacija!
 - Lokalno deformacijsko mjerjenje
 - Tenzometarske mjerne trake
 - Jedan mjerni rezultat za lokalne deformacije!
 - ARAMIS mjerjenje deformacija
 - Kombinira globalno i lokalno mjerjenje
 - 1 ... 1.000.000+ mjernih točaka



ARAMIS Mjerni proces

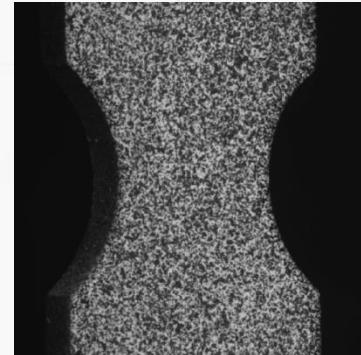
- Nanošenje rastera na uzorak
 - Stohastičan ili determinističan
 - Raster prati deformaciju uzorka



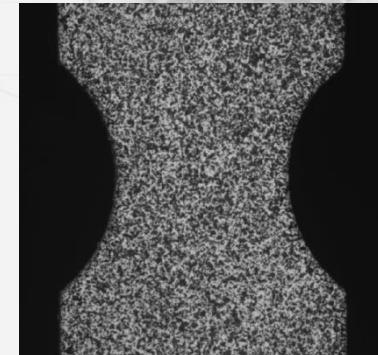
ARAMIS Mjerni proces

- Nanošenje rastera na uzorak
- Snimanje trenutnog stanja uzorka

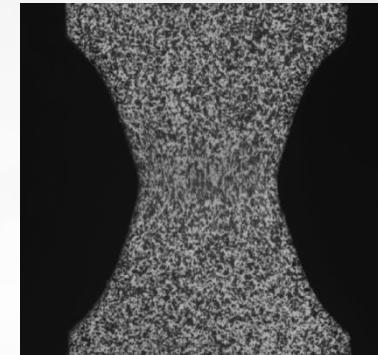
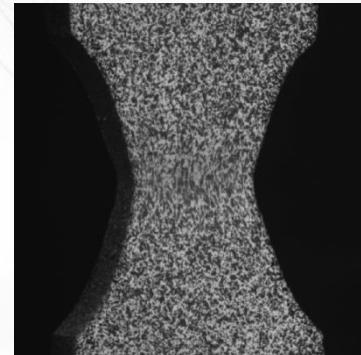
Lijeva kamera



Desna kamera



Nedeformirani uzorak

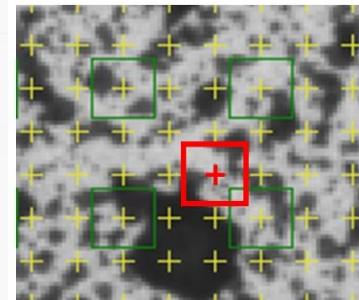


Deformirani uzorak

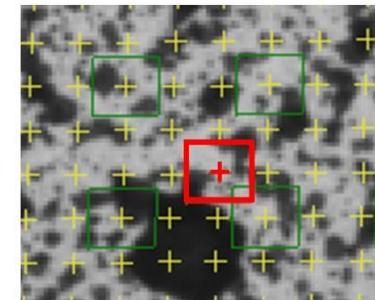
ARAMIS Mjerni proces

- Nanošenje rastera na uzorak
- Snimanje trenutnog stanja uzorka
- Digitalna obrada slike

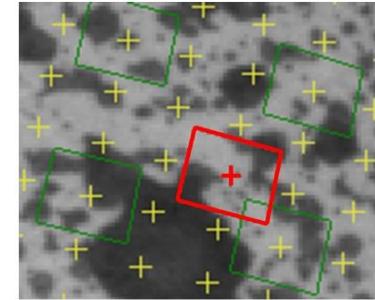
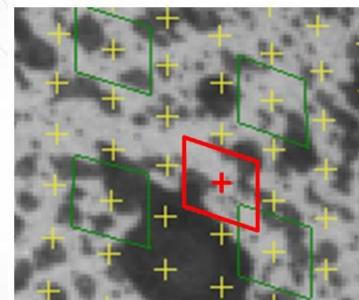
Lijeva kamera



Desna kamera

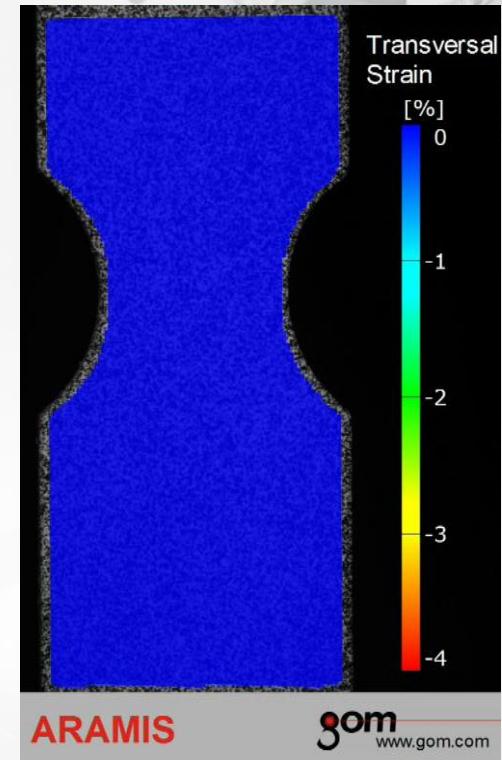
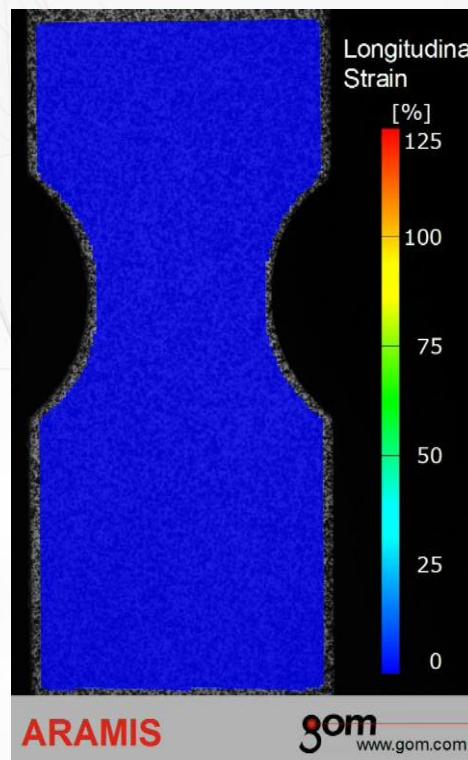


Nedeformirani uzorak



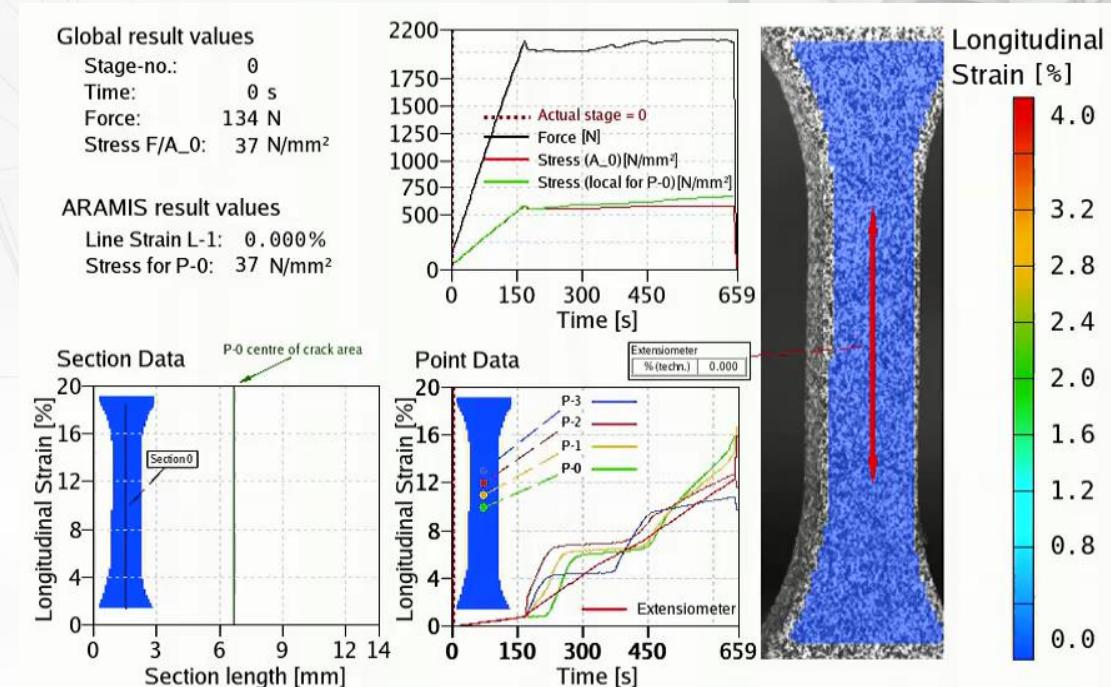
Deformirani uzorak

ARAMIS Statički vlačni pokus



ARAMIS

Statički vlačni pokus



ARAMIS

gom
www.gom.com

PROJECT SUPPORTED BY

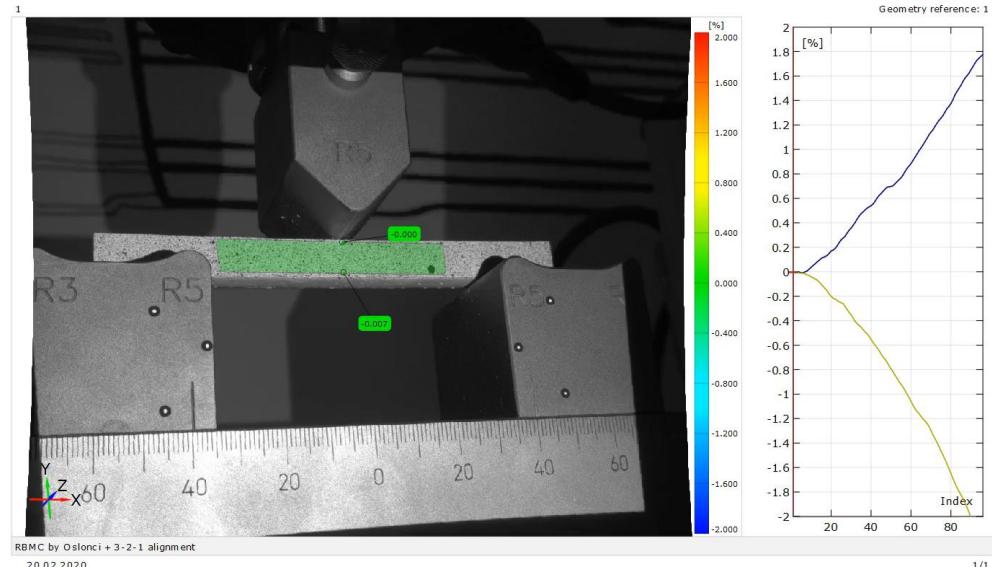


Ispitivanje 3D printane epruvete savijanjem ISO 178 Aramis

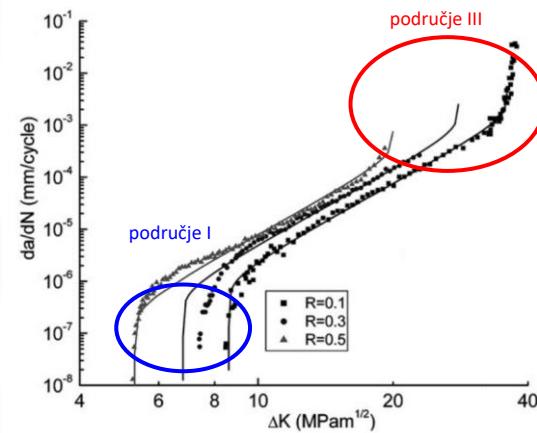
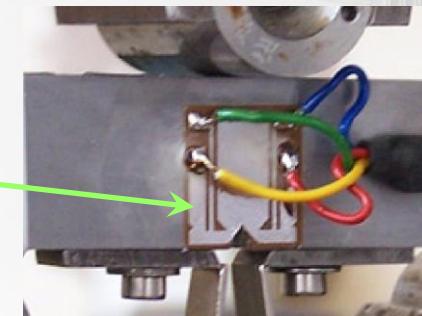
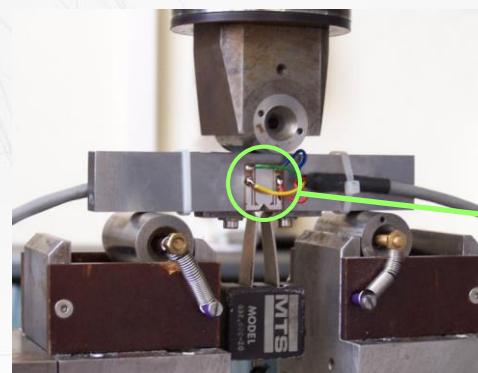
Generated with ARAMIS Professional 2019

gom

GOM ARAMIS optičko mjerjenje deformacija 3D printanog uzorka opterećenog na savijanje u 3 točke, prema ISO 178

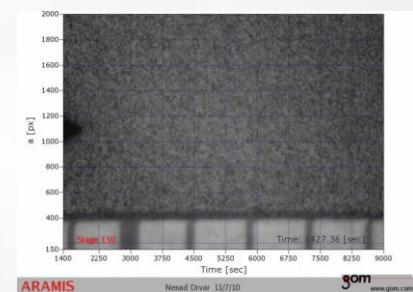
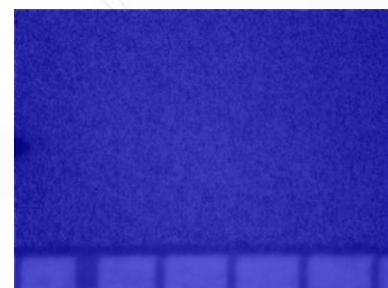
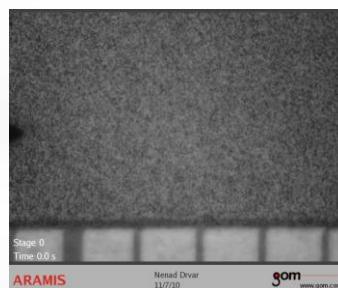
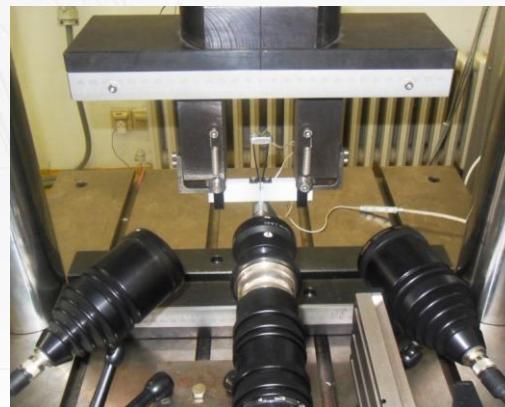


Končar - mjerjenje dužine pukotine CMOD ekstenzometri + krak gages + FRACTOMAT





Končar - mjerenje dužine pukotine ARAMIS + PYTHON MACRO

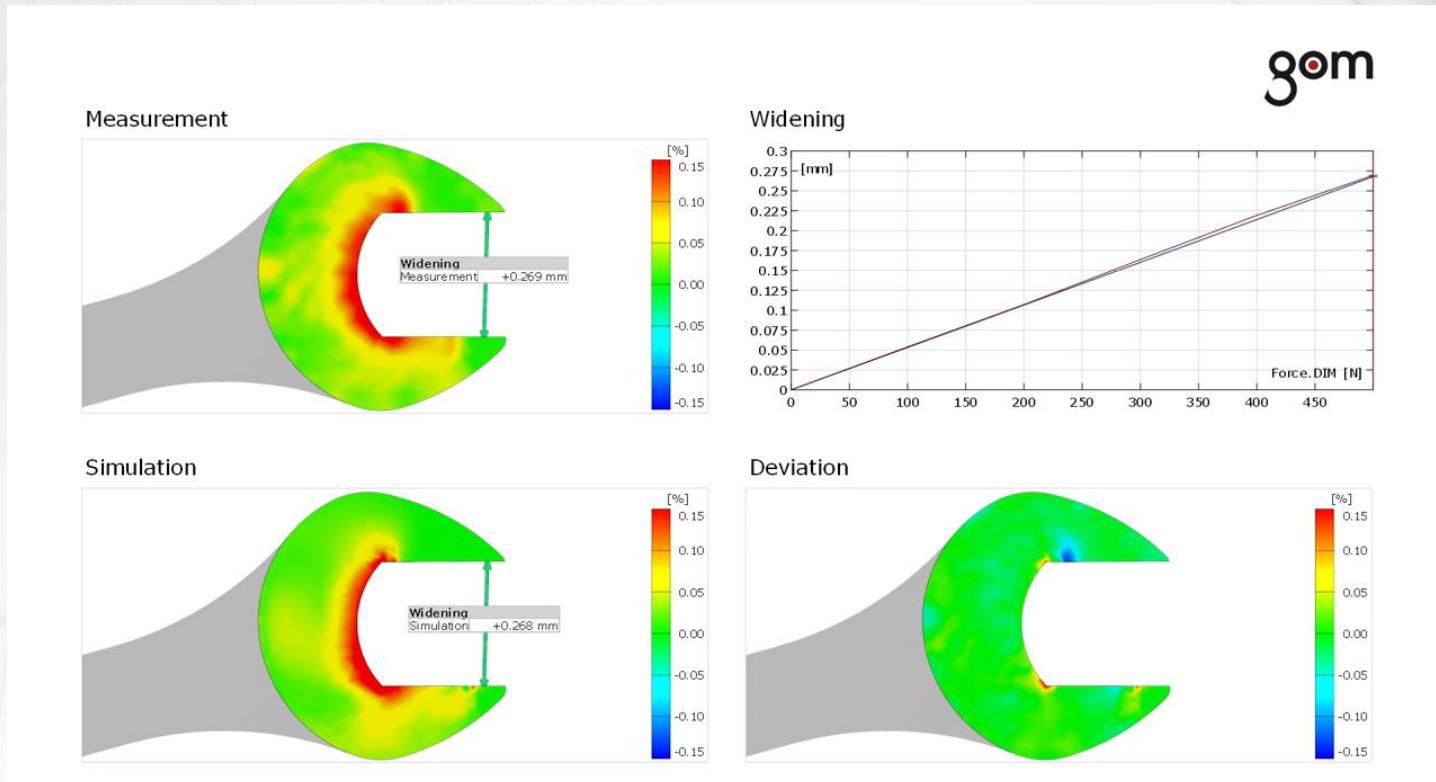


PROJECT SUPPORTED BY



ARAMIS Verifikacija numeričkih simulacija

ARAMIS Verifikacija numeričkih simulacija

**gom**



Advanced design rules for optimal dynamic properties
of additive manufactured products



PROJECT SUPPORTED BY

