

3D TLAČ

Technológie budúcnosti

II. Odborný seminár aditívnej výroby

3D meranie priemyselnou počítačovou tomografiou kompozitných dielov vyrobených technológiou FDC

Slovenská technická univerzita v Bratislave

MTF STU so sídlom v Trnave, Ústav výrobných technológií

FChPT STU v Bratislave, Ústav anorganickej chémie, technológie a materiálov

Prednášajúci: Ján MILDE, Ivan MOLNÁR

Téma projektu

Výskum pokročilých keramických materiálov pripravených pomocou aditívnej výroby a kontroly geometrických charakteristík a tolerancií priemyselnou počítačovou tomografiou

Slovenská technická univerzita v Bratislave

MTF STU so sídlom v Trnave, Ústav výrobných technológií

FChPT STU v Bratislave, Ústav anorganickej chémie, technológie a materiálov

Tím projektu

MTF STU v Trnave

FChPT STU v Bratislave

Ján MILDE, Ivan MOLNÁR,

Peter VETEŠKA, Mária VOZÁROVÁ

Ladislav MOROVIČ, Ivan BURANSKÝ,

Martina ORLOVSKÁ, Marián JANEK

Michaela KRITIKOS

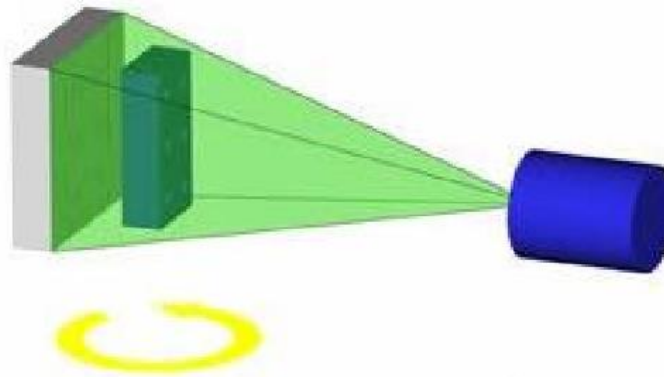
- 1 ÚVOD
- 2 CT – Computed Tomography
- 3 FDC – Fused Deposition of Ceramics
- 4 Ciele projektu
- 5 Digitalizácia súčastky pomocou priemyselnej počítačovej tomografie
- 6 3D Meranie pomocou softvéru GOM INSPECT
- 7 Záver

1 ÚVOD

- Keramické materiály - vlastnosti
 - tvrdosť
 - pevnosť
 - termická a chemická stabilita
 - variabilita vlastností - termických, optických, elektrických a magnetických
- Široký rozsah technických aplikácií
- Technológia aditívnej výroby FDM/FDC
- 3D meranie pomocou CT zariadenia

2 CT – COMPUTED TOMOGRAPHY

- Schopnosť röntgenového žiarenia prenikať tuhými látkami



Obr. 1 Princíp počítačovej tomografie.

- Oblasti využitia CT
 - lekárske zobrazovanie/diagnostika (1971)
 - materiálová analýza, nedeštruktívne testovanie (1980)
 - alternatíva v oblasti rozmerovej metrológie

2 CT – COMPUTED TOMOGRAPHY

- Priemyselná tomografia – Metrotom 1500 (Carl Zeiss)

- Využitie a výhody

- analýza porúch a defektov
- analýza pórovitosti
- analýza spojov v zostavách
- inšpekcia materiálu
- reverzné inžinierstvo
- vnútorná a vonkajšia geometria komponentu



Obr. 2 Metrotom 1500 (Carl Zeiss).

2 CT – COMPUTED TOMOGRAPHY

■ Parametre priemyselného tomografu Metrotom 1500

- merací rozsah (valec) : 350 x 350 mm
- zaťaženie zdvíhacieho stola : 10 kg

RTG lampa

- napätie (kV) : 30 - 225
- prúd (μA) : 10 - 1000
- výkon (W) : 225
- veľkosť ohniska (μm) : 5
- materiál terčťa anódy : wolfrám

RTG detektor

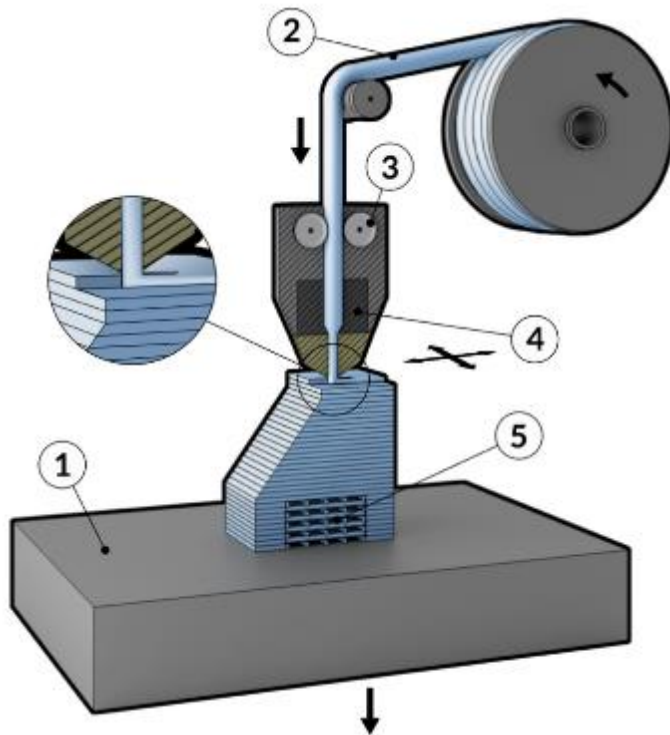
- vzdial. : röntgenová lampa – detektor (mm) : 1500
- geometrické zväčšenie 2D (-) : 100
- geometrické zväčšenie 3D (-) : 64
- max. rozlíšenie (pixel) : 2048 x 2048
- max. veľkosť pixelu (μm) : 400 x 400



Obr. 3 Metrotom 1500 (Carl Zeiss).

3 FDC – FUSED DEPOSITION OF CERAMICS

- FDM/FDC proces ~~polymérny~~/kompozitný filament



- 1 pracovná platforma
- 2 polymérny/kompozitný filament
- 3 podávací mechanizmus
- 4 výhrevné teleso
- 5 podperné štruktúry

Obr. 4 Princíp FDM/FDC procesu.

3 FDC – FUSED DEPOSITION OF CERAMICS

- 3D tlačiareň - Leapfrog Creatr XL
- Využitie a výhody
 - rôznorodosť výrobkov
 - rýchla a nízkonákladová výroba
 - široké spektrum materiálov
 - výroba komplexných modelov s vnútornými štruktúrami
 - nízka miera odpadu



Obr. 5 Leapfrog Creatr XL.

3 FDC – FUSED DEPOSITION OF CERAMICS

■ Parametre 3D tlačiarne Leapfrog Creatr XL

- veľkosť tlačovej platformy (mm) : 500 x 600 x 900
- max. tlačový objem (l) : 37,2
- presnosť polohovania (mm) : 0,05
- hrúbka vrstvy (mm) : 0,05 – 0,35
- priemer trysky (mm) : 0,35 / 0,5 / 0,4
- rýchlosť tlače (mm/s) : 10 – 60
- typy materiálov / filamentov : ABS, PLA, PET-G,
PVA, PA, laybrick



Obr. 6 Leapfrog Creatr XL.

4 CIELE PROJEKTU

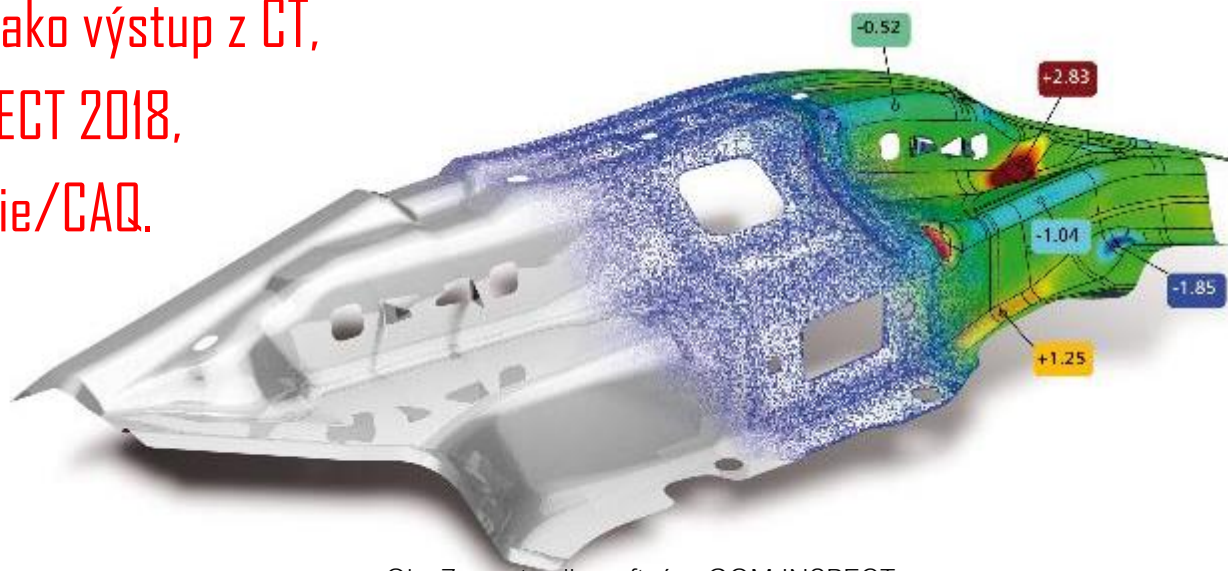
Výskum pokročilých keramických materiálov pripravených pomocou aditívnej výroby a kontroly geometrických charakteristík a tolerancií priemyselnou počítačovou tomografiou

- optimalizácia zloženia termoplastického spojiva
- výrobný proces kompozitného filamentu
- podmienky odstraňovania spojiva
- vývoj spekacieho cyklu
- vplyv parametrov procesu FDC na rozmerové a funkčné vlastnosti výtlačkov

Parametre CT pri digitalizácii

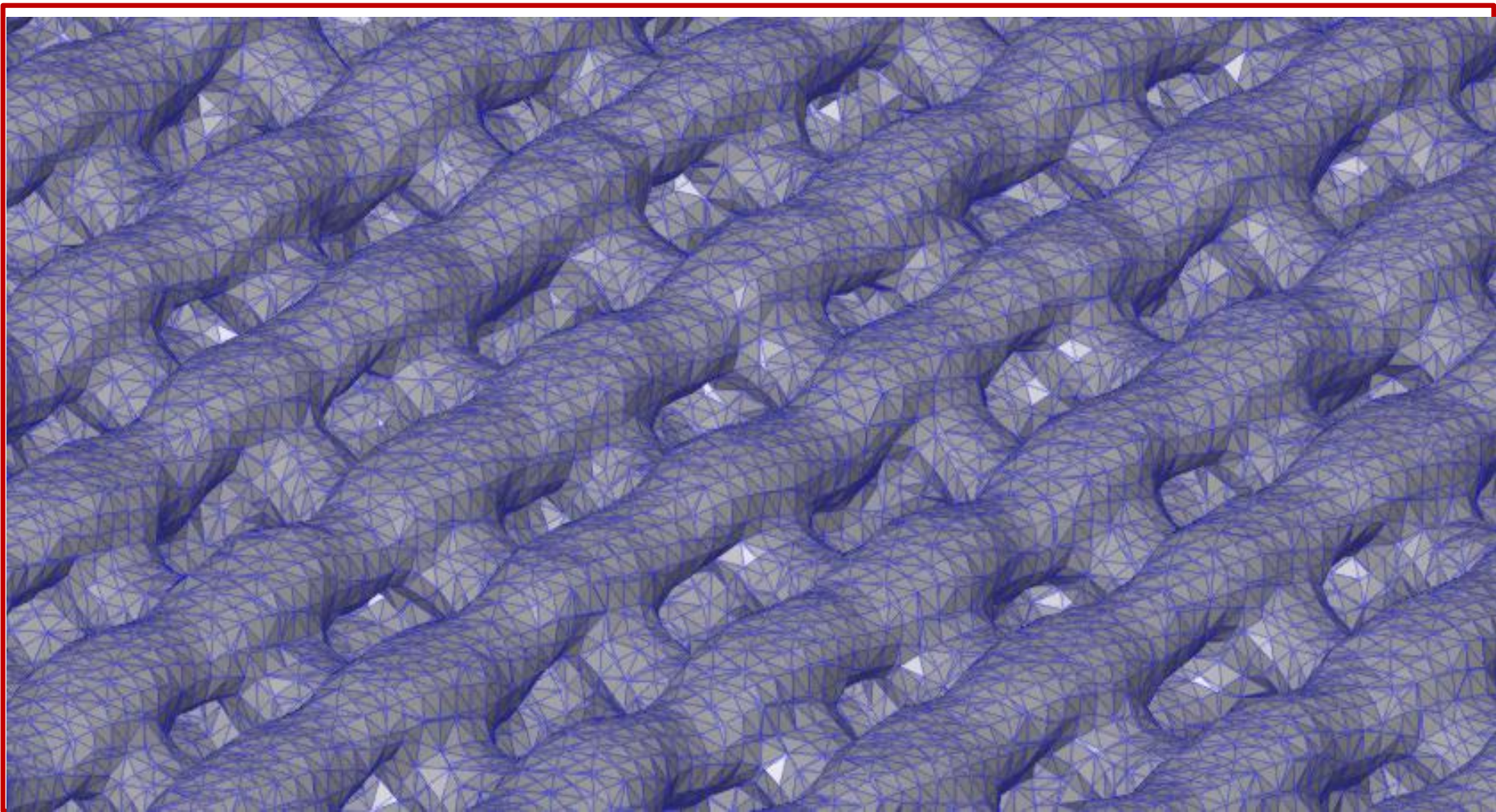
- Voltage (Napätie) : 150 kV
 - Current: 450 μ A,
 - Vzdialenosť od detektora: 320 mm,
 - Počet projekcií: 1500:
 - Rozlíšenie: 1024 x 1024 pix.
- 3D model ako výstup z CT,
 - GOM INSPECT 2018,
 - 3D meranie/CAQ.

gom



Obr.7 prostredie softvéru GOM INSPECT

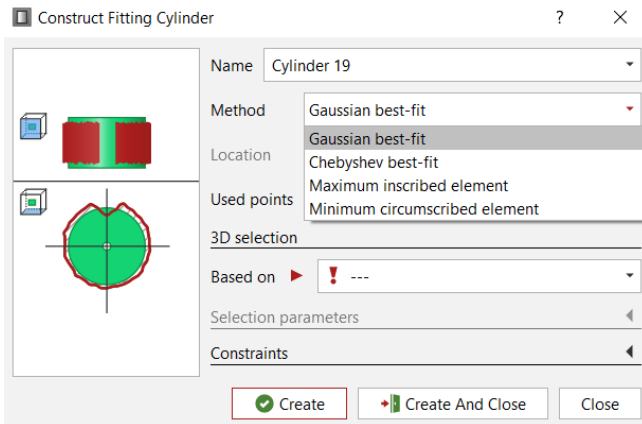
6 3D Meranie pomocou softvéru GOM INSPECT



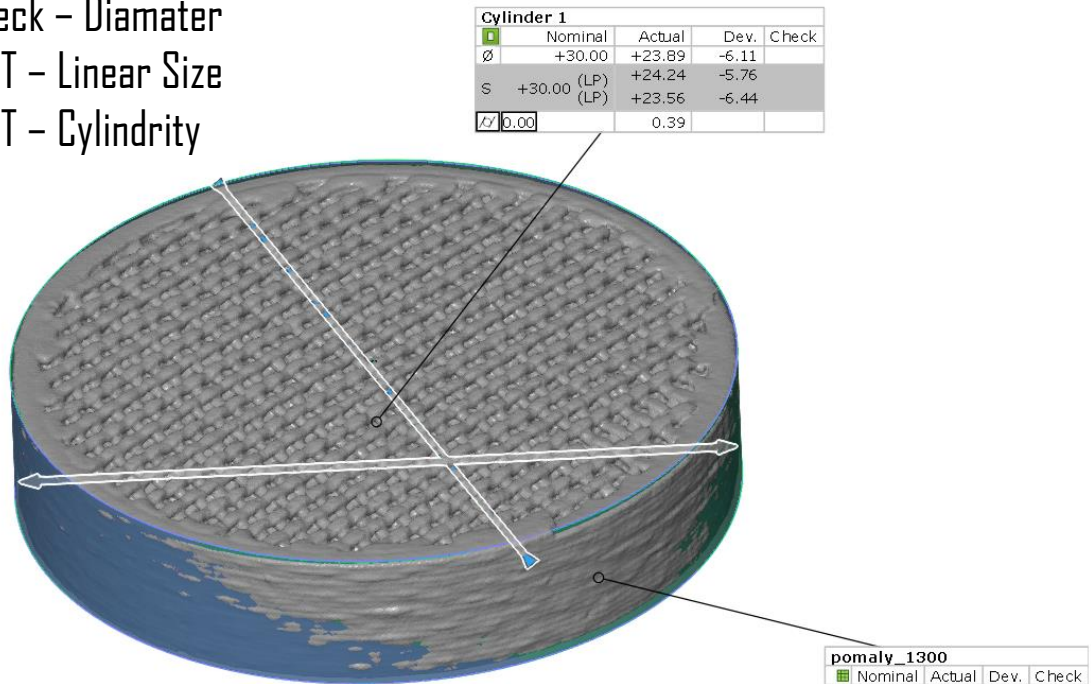
6 3D Meranie pomocou softvéru GOM INSPECT

Meranie priemeru vonkajšieho valca

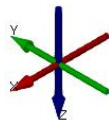
- Vytvorenie valcového elementu: Construct > Cylinder > Fitting Cylinder
- Meranie pomocou funkcie I-Inspect – Check – Diameter
- Meranie pomocou funkcie I-Inspect – GD&T – Linear Size
- Meranie pomocou funkcie I-Inspect – GD&T – Cylindricity



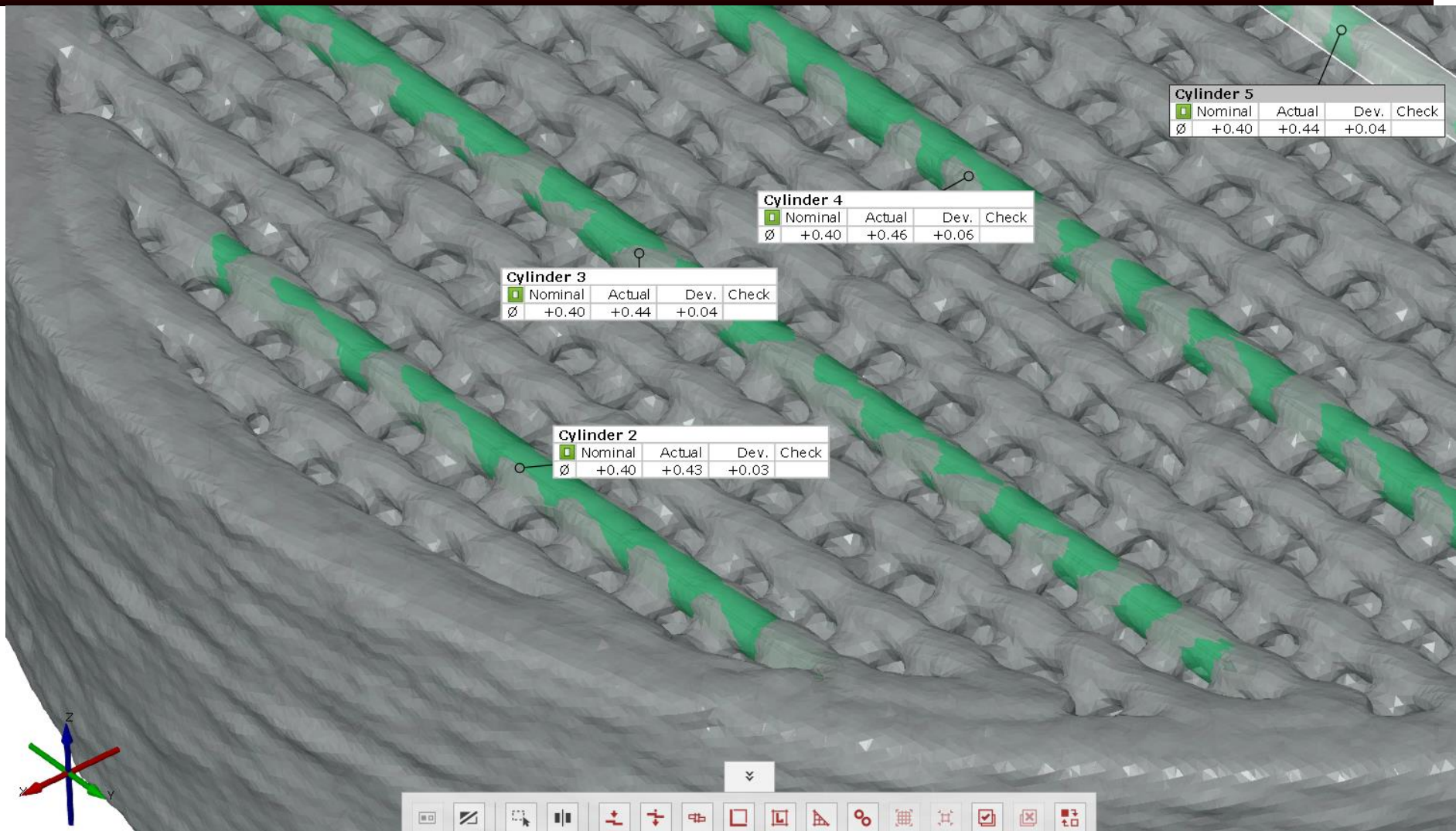
Obr.10 Metódy vytvorenia valca



Obr.11 Meranie valcového elementu



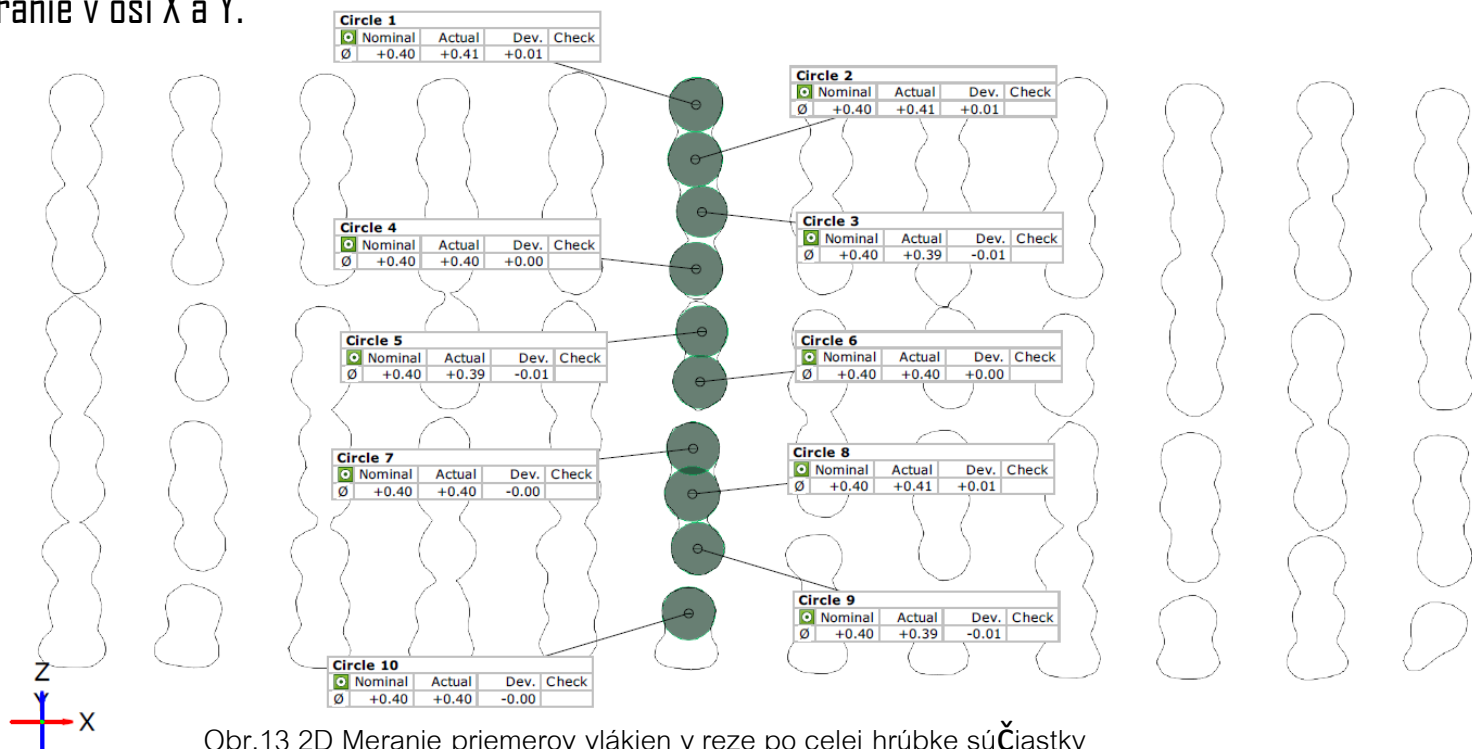
6 3D Meranie pomocou softvéru GOM INSPECT



6 3D Meranie pomocou softvéru GOM INSPECT

2D Meranie priemeru vlákna po celej hrúbke súčastky

- Vytvorenie rezu pomocou funkcie: Construct > Section > Single section,
- Vytvorenie kružnice: Construct > Circle > Fitting Circle,
- Meranie pomocou funkcie I-Inspect – Check – Diameter,
- Meranie v osi X a Y.



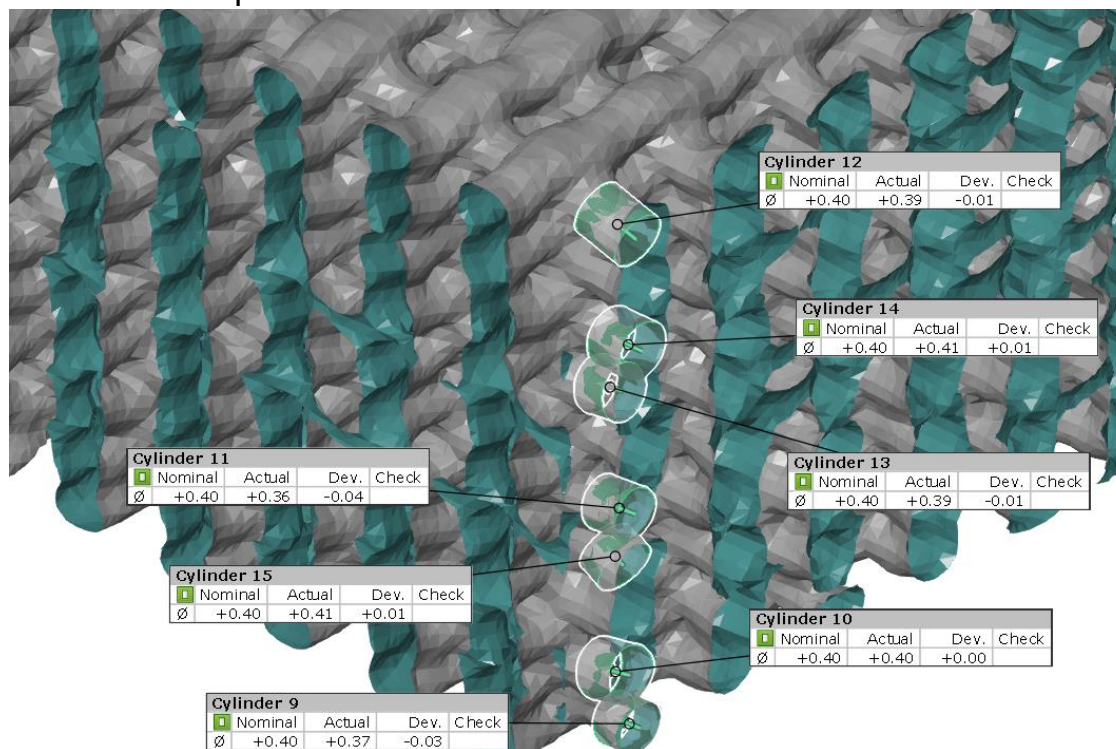
Obr.13 2D Meranie priemerov vlákien v reze po celej hrúbke súčastky

14.11.2019

6 3D Meranie pomocou softvéru GOM INSPECT

3D Meranie priemeru vlákna po celej hrúbke súčastky

- Nadstavenie pohľadu pomocou funkcie : Clipping at plane
- Vytvorenie valcového elementu: Construct > Cylinder > Fitting Cylinder,
- Meranie pomocou funkcie I-Inspect – Check – Diameter,

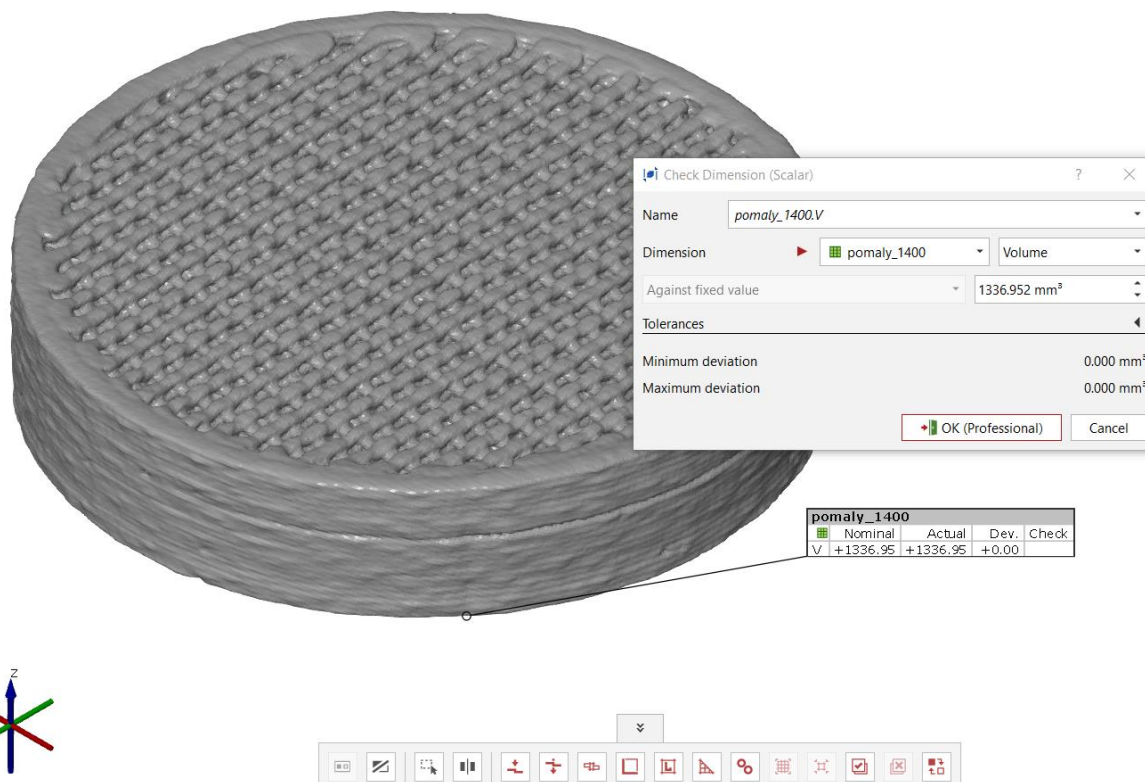


Obr.14 3D Meranie priemerov vlákien v reze po celej hrúbke súčastky

6 3D Meranie pomocou softvéru GOM INSPECT

3D Meranie priemeru vlákna po celej hrúbke súčastky

- Meranie pomocou funkcie I-Inspect – Check –Volume,
- Objem ohraničený plochou.

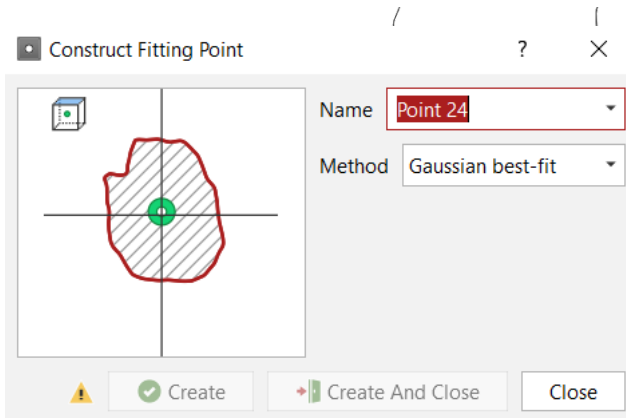


Obr.16 3D Meranie objemu telesa

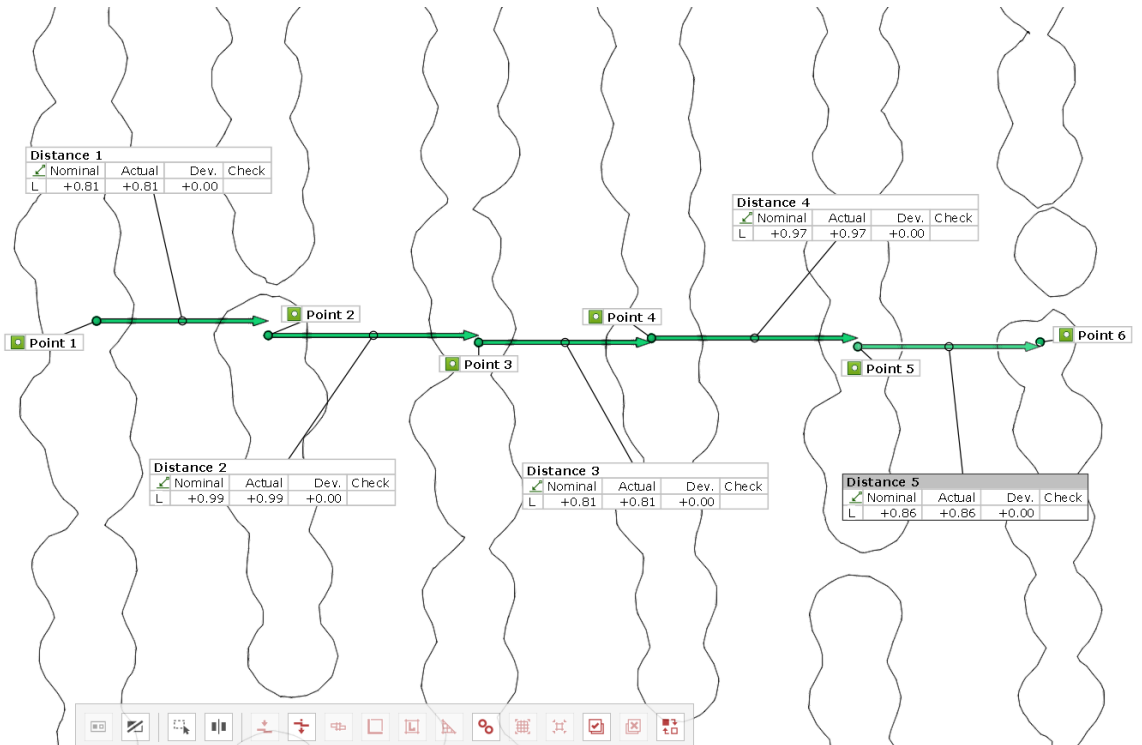
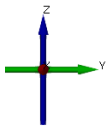
6 3D Meranie pomocou softvéru GOM INSPECT

Meranie vzdialenosti medzi jednotlivými vláknami

- Vytvorenie bodov do stredu profilu vlákna pomocou funkcie: Construct > Point > Fitting point,
- Vytvorenie vzdialeností pomocou funkcie: Construct > Distances > Point – direction distance,
- Meranie pomocou funkcie I-Inspect – Check – XYZ Distance,

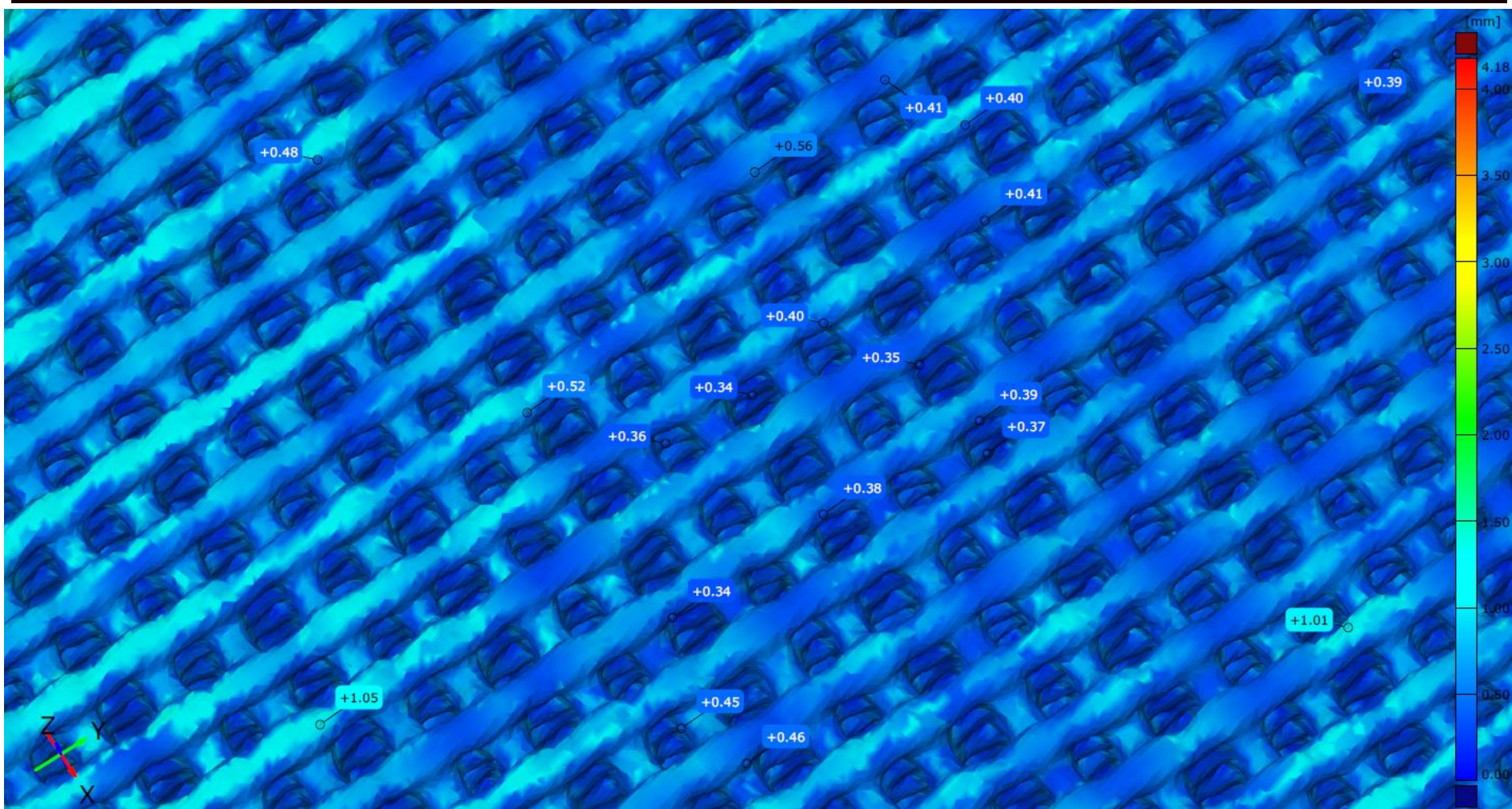


Obr.17 Vytvorenie bodu pomocou funkcie „fitting point“



Obr.18 3D Meranie objemu telesa

6 3D Meranie pomocou softvéru GOM INSPECT



Obr.19 Farebna mapa hrubky materialu

7 Záver

- Možnosti zistenia deformácií danej vzorky,
- Zistenie rozdielu medzi pomalým a rýchlim odstránením polymérnej matrice,
- Presná kvantifikácia zmrštenia materiálu počas procesu odstránenia spojiva (debinding) a výpalu (sintering),
- Určenie objemového zmrštenia,
- Určenie deformácií vo vnútri vzorky,
- Zmena priemeru vlákna,
- Rozdiel v hodnote priemeru vlákna v určitej výške,
- Vplyv rýchlosti ohrevu na rozmerové zmeny vzorky,
- Použitie farebných máp.

3D TLAČ

Technológie budúcnosti

II. Odborný seminár aditívnej výroby

3D meranie priemyselnou počítačovou tomografiou kompozitných dielov vyrobených technológiou FDC

Kontakt

jan.milde@stuba.sk

ivan.molnar@stuba.sk