

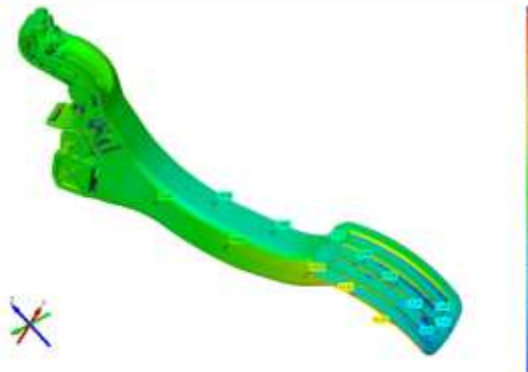
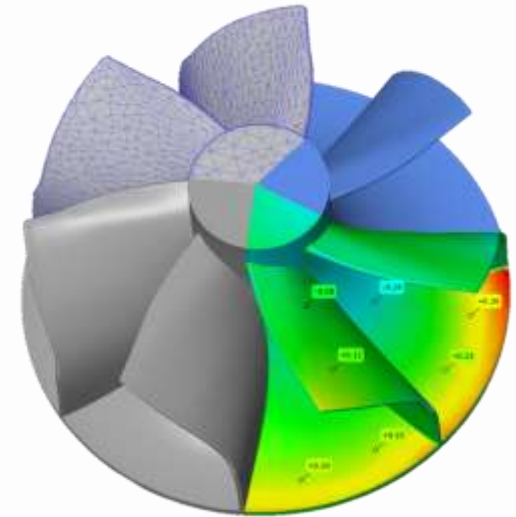
Využití bezkontaktního 3D skenování pro kontrolu kvality

Ing. Radomír Mendřický, Ph.D. | 24.09.2019



Laboratoř 3D měření a digitalizace

- Hlavní aktivitou laboratoře je expertní činnost související s 3D digitalizací objektů (jako jsou např. vstřikovací formy, lisovací nástroje či výlisky), zpracováním a analýzou takto získaných dat.
- Věda a výzkum, výuka, závěrečné práce, smluvní výzkum pro průmyslové partnery ...



Zařízení pro bezkontaktní 3D měření na KSA

Bezdotykové optické (laserové) skenery



RevScan – mobilní 3D skener



*Atos III TripleScan
optický 3D skener*



Skener Trimble CX



TRITOP - fotogrammetrie



MetraSCAN 350 - skener + tracker



ZEISS O-INSPECT 322
multisenzorový CMM



Bezkontaktní skenery – technické parametry

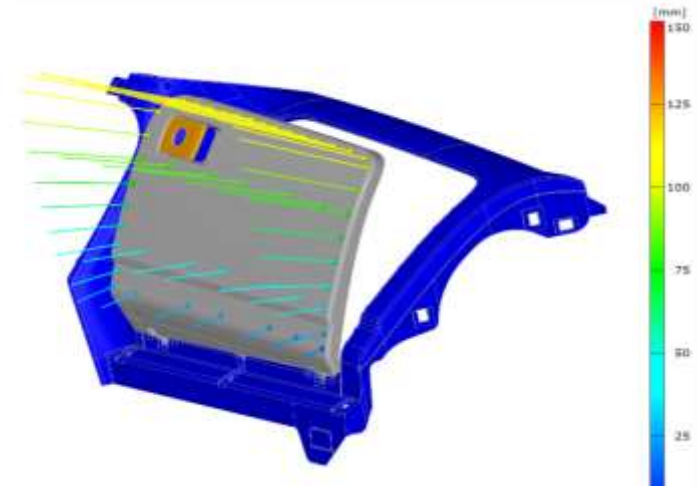
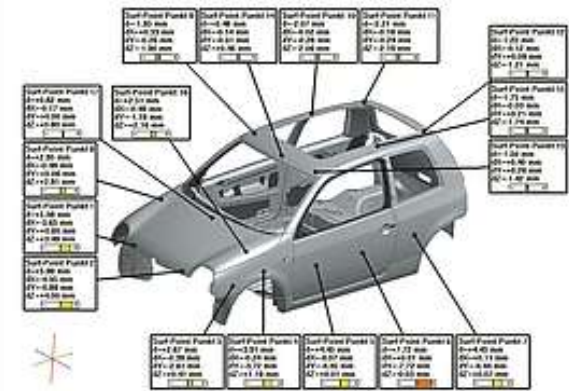
- ATOS III Triple Scan – bezkontaktní 3D optický skener, měření dílů o velikosti cca 1 - 5000 mm, přesnost až 0,01 mm, velmi vysoká hustota dat, modré LED světlo, SW GOM ATOS Professional ...

ATOS III Triple Scan	
Hmotnost	13 kg
Rozměry	570 x 340 x 240 mm
Čas na 1 sken	1 sekunda
Měřený objem	700 x 530 x 530 mm 320 x 240 x 240 mm 100 x 75 x 75 mm
Počet bodů z jednoho skenu	až 8 000 000
Hustota bodů	0.21 - 0.10 - 0.03 mm
Přesnost měření	Lepší než 30 μm



Bezkontaktní skenery – technické parametry

- TRITOP - fotogrammetrie
- Měření souřadnic bodů v 3D prostoru pomocí 2D kamery
- Měření statické deformace apod.

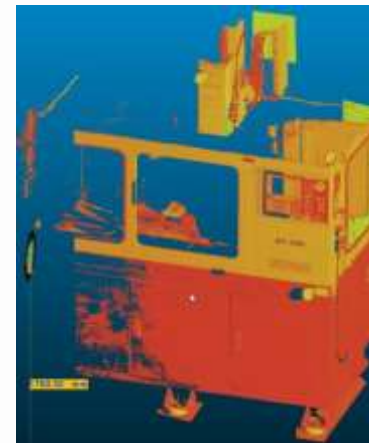


Bezkontaktní skenery – technické parametry



3D laserový skener Trimble CX

Hmotnost	12,6 kg
Skenovací rozsah	360° x 300°
Dosah	50 - 80 m
Max. rozlišení	0,002°
Rychlost skenov.	54000 bodů / s
Hustota bodů	0,2 mm – 2 mm, dle měřeného objemu
Přesnost	1,2 mm na 30 m



Digitalizace
rozměrných
objektů,
výrobních hal,
strojů, budov,
kulturních
památek ...



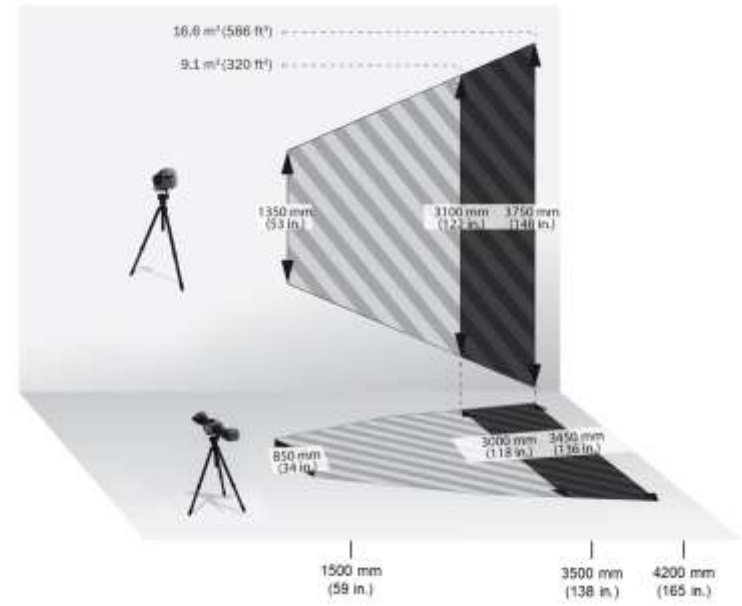
Bezkontaktní skenery – technické parametry

MetraSCAN 350 - tracker, 2 kamerový laserový scanner (3 laserové kříže) a SW VXelements



C-Track

Skenovací hlava



- Pozicování v prostoru pomocí tzv. „trackeru“ – skenování bez referenčních bodů.
- Možnost skenování barevných, lesklých i černých povrchů bez nutnosti zmatňování
- Pracovní prostor až 16,6 m³, objemová přesnost až 0,12 mm, rozlišení až 0,2 mm.

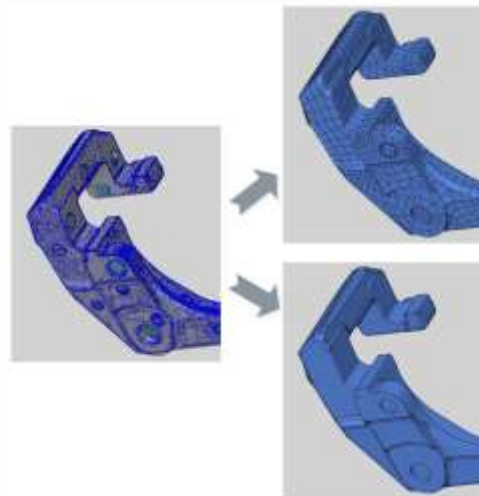


Oblast využití - reverzní inženýrství

- **Reverzní inženýrství (Reverse Engineering)**

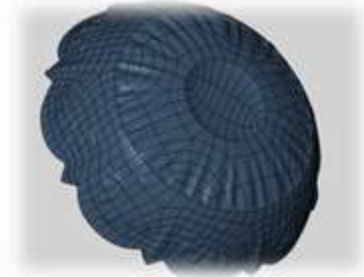
... digitalizace reálných dílů a převod do 3D CAD dat

- Ve strojírenství: obnovení či tvorba chybějící výkresové dokumentace, aktualizaci CAD modelu, opravy forem, nástrojů, fyzikální zkoušky
- V designu: převod ručně vyrobených předloh (např. designérských modelů, hliněných návrhů, sádrových předloh, koncepčních studií) do 3D grafické podoby k dalšímu zpracování (např. při návrhu designu karoserie automobilu)
- V lékařství (navrhování implantátů), v umění (vytváření kopií předmětů) atd.



Reverzní inženýrství

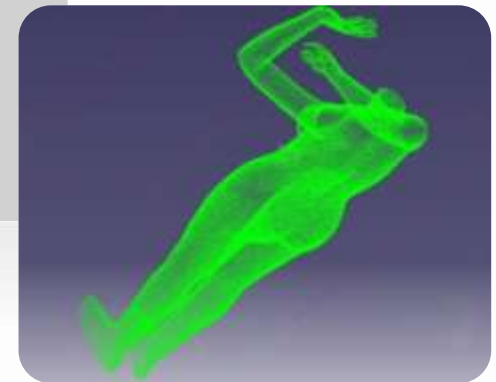
- Výstupem z měření pomocí bezdotykových skenerů je tzv. mrak bodů, který popisuje povrch objektu jednotlivými body o souřadnicích x , y , z ., resp. velmi kvalitní polygonální optimalizovaná síť (*.STL)
- Pod pojmem **reverzní inženýrství** se skrývá pracovní proces, při kterém zachycená data transformujeme do plošného, či objemového modelu (*.STP, *.IGES) čitelného pro CAD / CAM aplikace.
- K tomu jsou využívány specializované SW = např. **Geomagic STUDIO**, **DESIGN X** apod.



Koncepční studie - hliněný
model auta VisionC

Oblast využití – design, architektura, archivace, lékařství

- **Dokumentace a archivace dat historických předmětů, soch, reliéfů**
... kromě technických oborů nachází široké uplatnění např. v umění, kultuře, architektuře či lékařství.



Příklady aplikací, zkušenosti

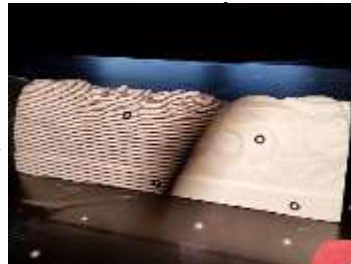


Příklady aplikací – reverzní inženýrství

Sádrový model

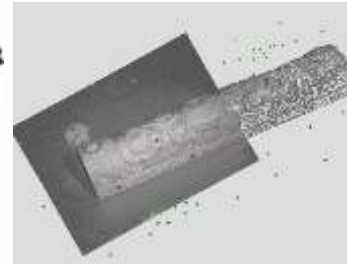


Optické skenování



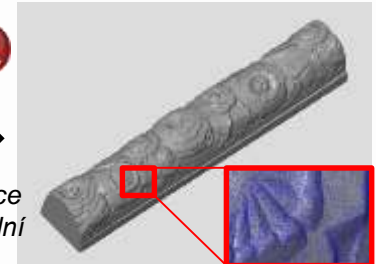
Optické skenování

Mrak bodů



Transformace do polygonální sítě

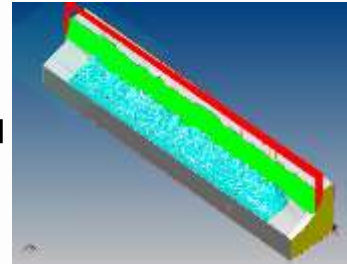
Polygonální síť



Výroba na CNC stroji



NC program



CAD model



Transformace do CAD modelu

CAM Software

Výroba na CNC stroji



Forma



Foukání skla do formy



Výsledný produkt ze skla



Reverzní inženýrství:
Příprava formy na základě údajů získaných optickým skenováním.



Příklady aplikací – reverzní inženýrství



Sádrový model vs. kovová forma

Příklady aplikací – reverzní inženýrství

Smluvní výzkum v oblasti RE: Tvorba modelu poškozeného jádra formy



Jádro formy
(nemožnost naskenovat – poškozeno)

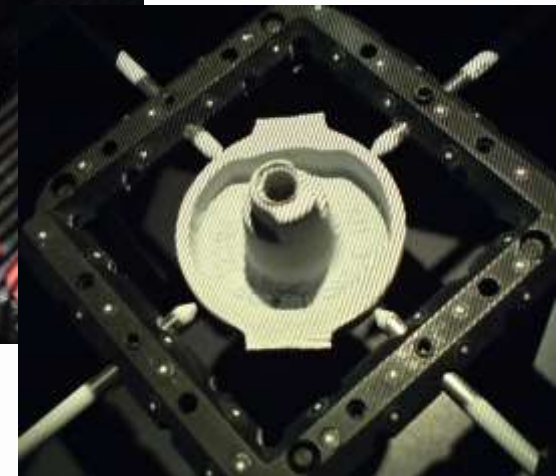


Odlitek
(nemožnost naskenovat - hluboká dutina)



Příklady aplikací – reverzní inženýrství

Smluvní výzkum v oblasti RE: Tvorba modelu poškozeného jádra formy

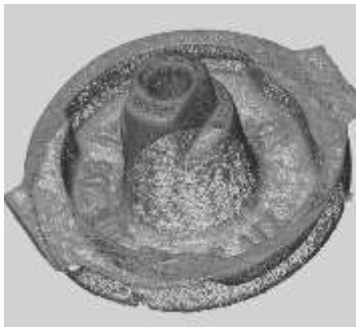


3D digitalizace
obou částí

Odlitek jádra ze silikonu (lité ve vakuu)
+
část výrobku

Příklady aplikací – reverzní inženýrství

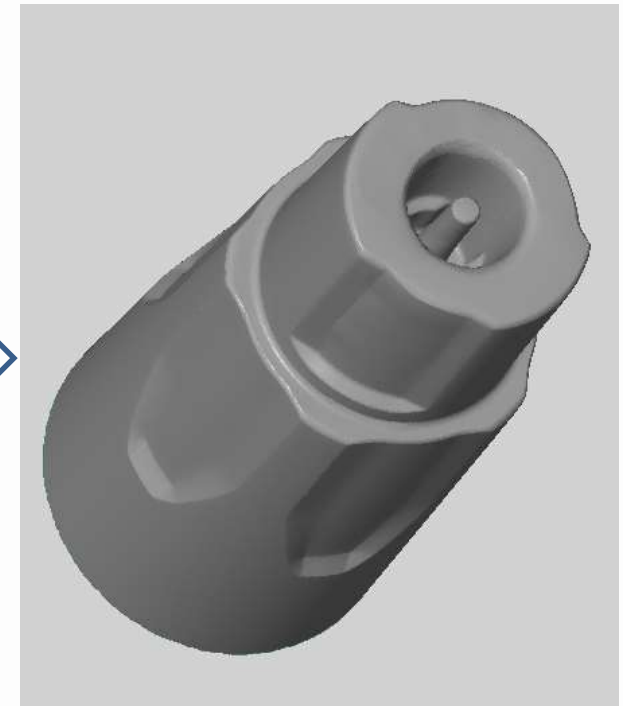
Smluvní výzkum v oblasti RE: Tvorba modelu poškozeného jádra formy



Mrak bodů



*Polygonální síť po úpravě
a zarovnání (STL)*

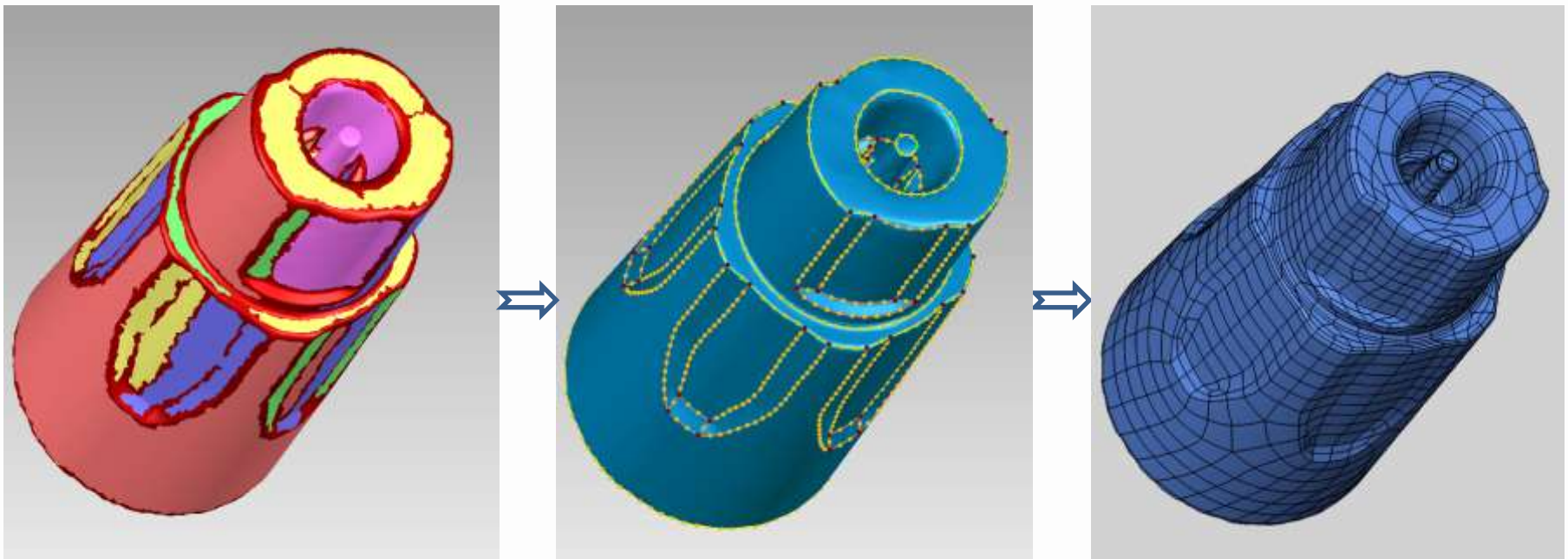


Výsledný model (STL)



Příklady aplikací – reverzní inženýrství

Smluvní výzkum v oblasti RE: Tvorba modelu poškozeného jádra formy



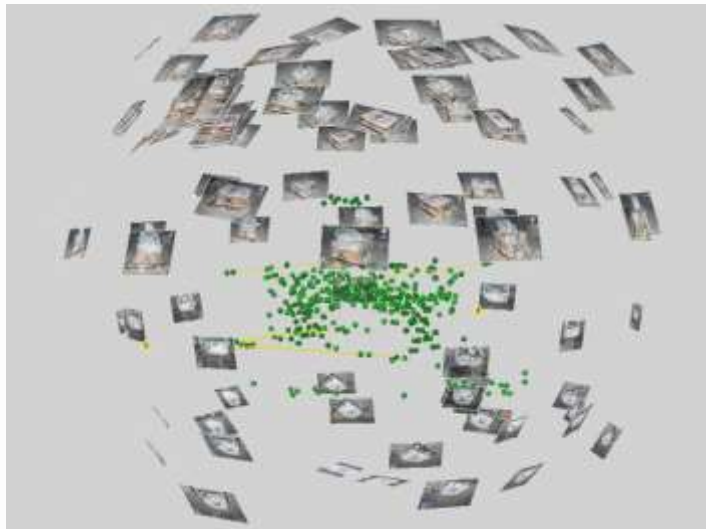
Převod na plošný model (STEP) v SW Geomagic Studio

Příklady aplikací – analýza kavity dvoudílné formy

Výzkum možnosti aplikace bezkontaktních měřících 3D systémů při digitalizaci a následné rozměrové a tvarové analýze kavity vícedílné formy při jejím skutečném uzavření (řešeno v rámci DP – M. Roubíček)

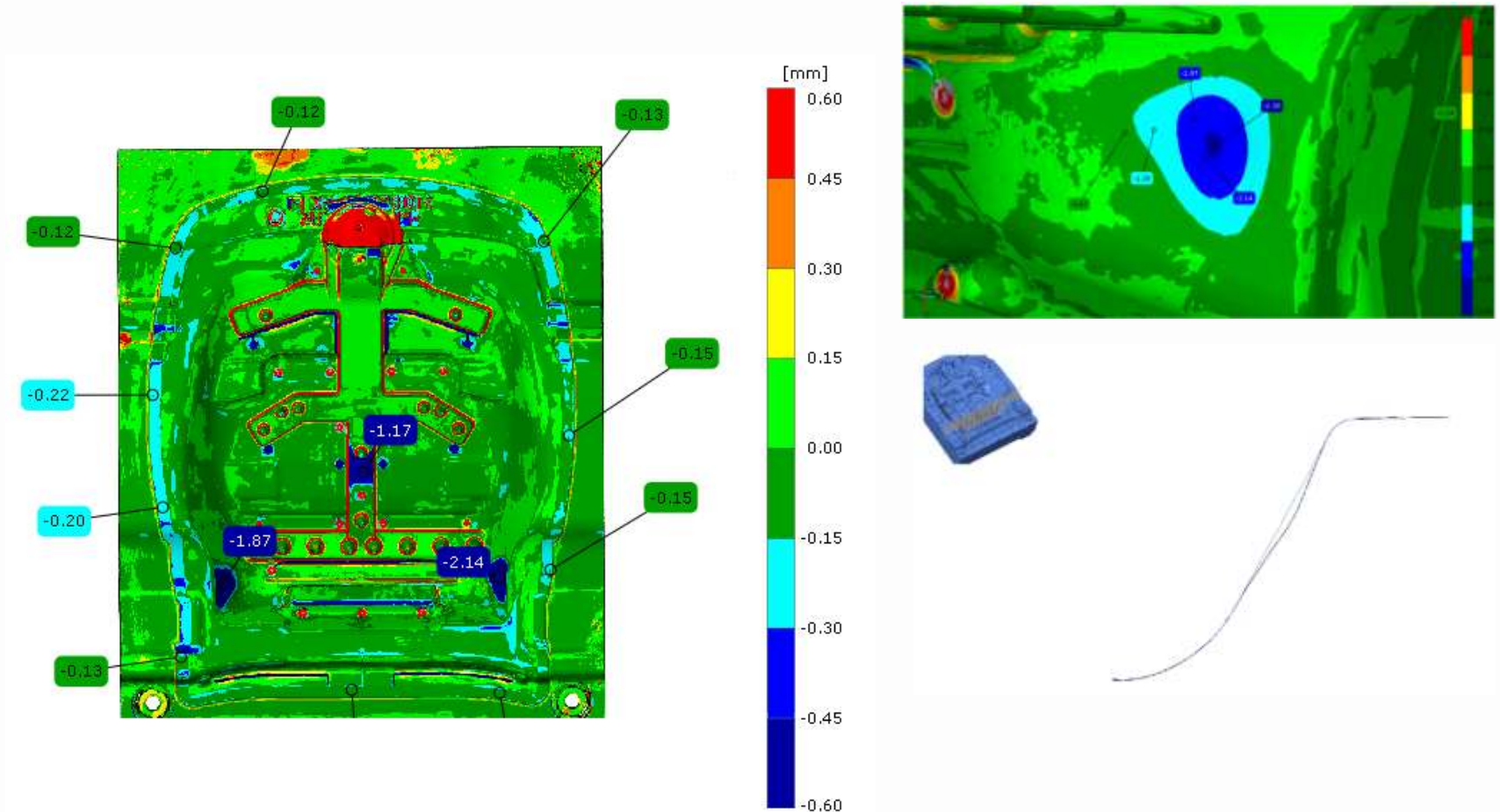


Příklady aplikací – analýza kavity dvoudílné formy



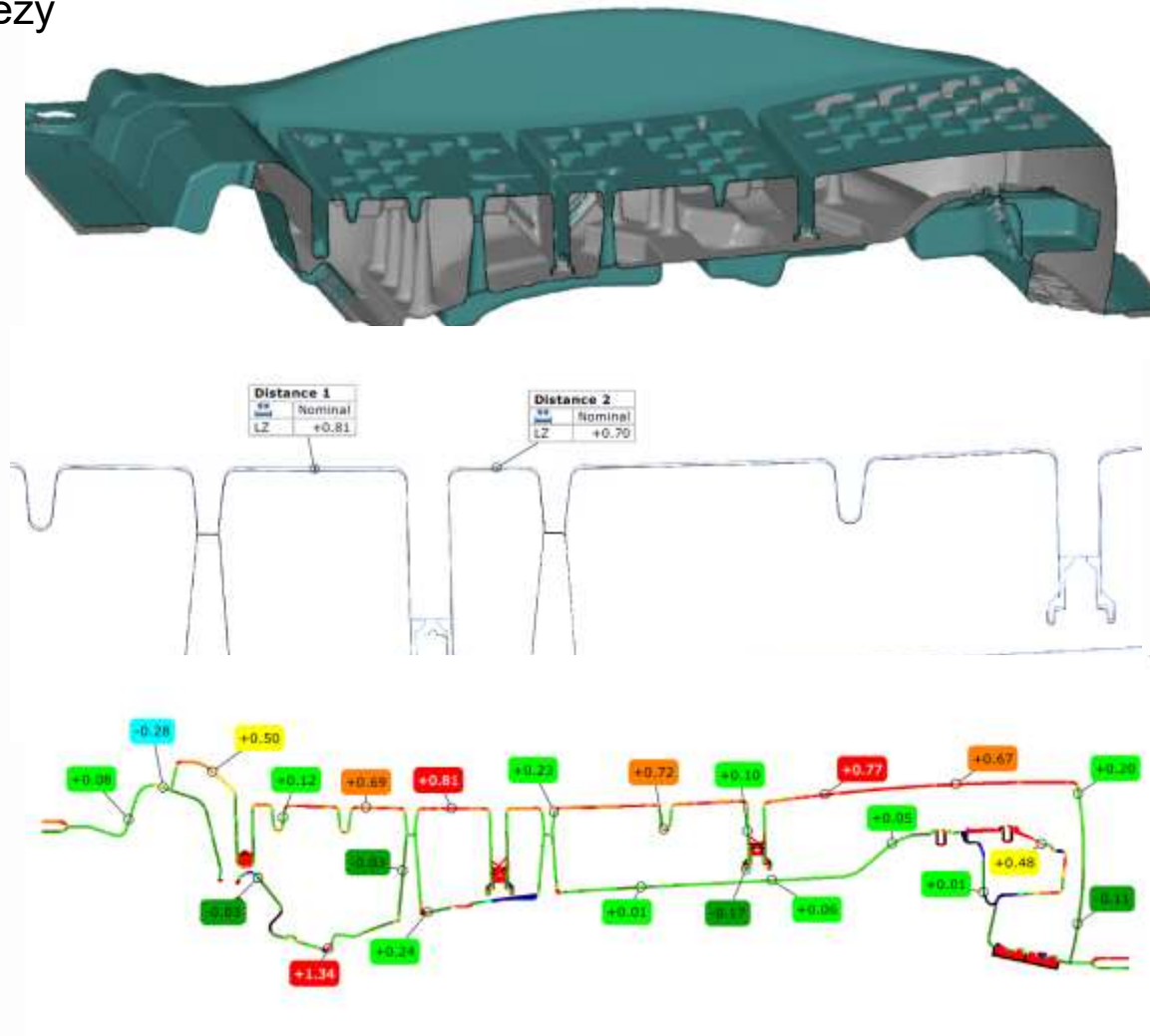
Příklady aplikací – analýza kavity dvoudílné formy

Ukázka vyhodnocení přesnosti formy



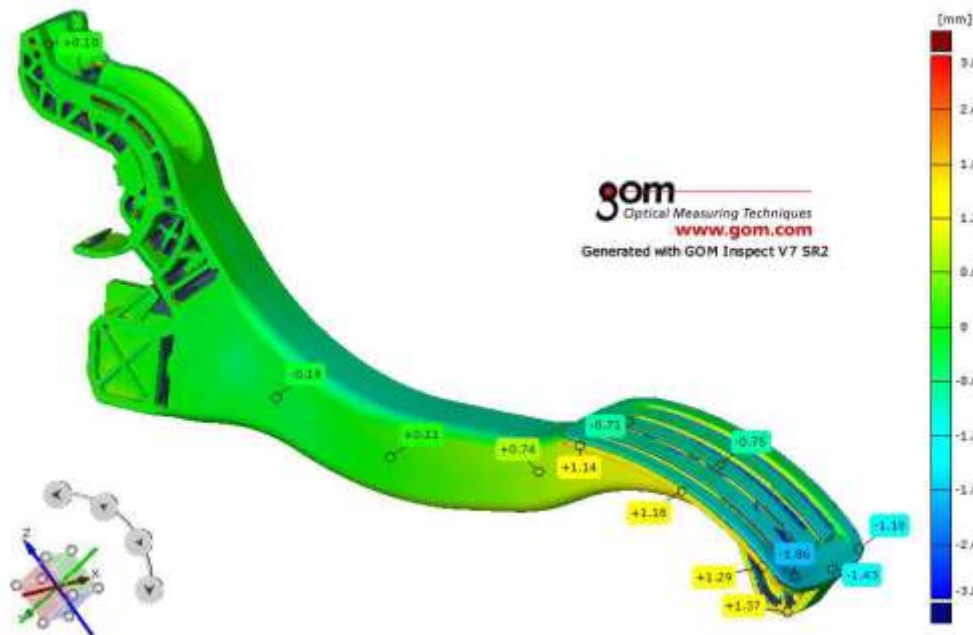
Příklady aplikací – analýza kavity dvoudílné formy

Ukázka vyhodnocení - řezy



Příklady aplikací – simulace vstřikování plastů

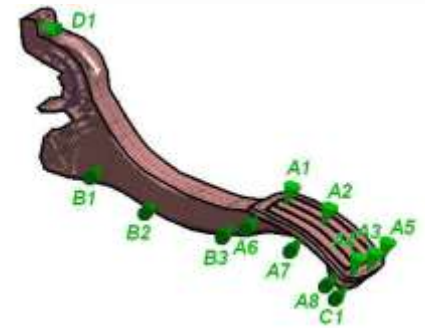
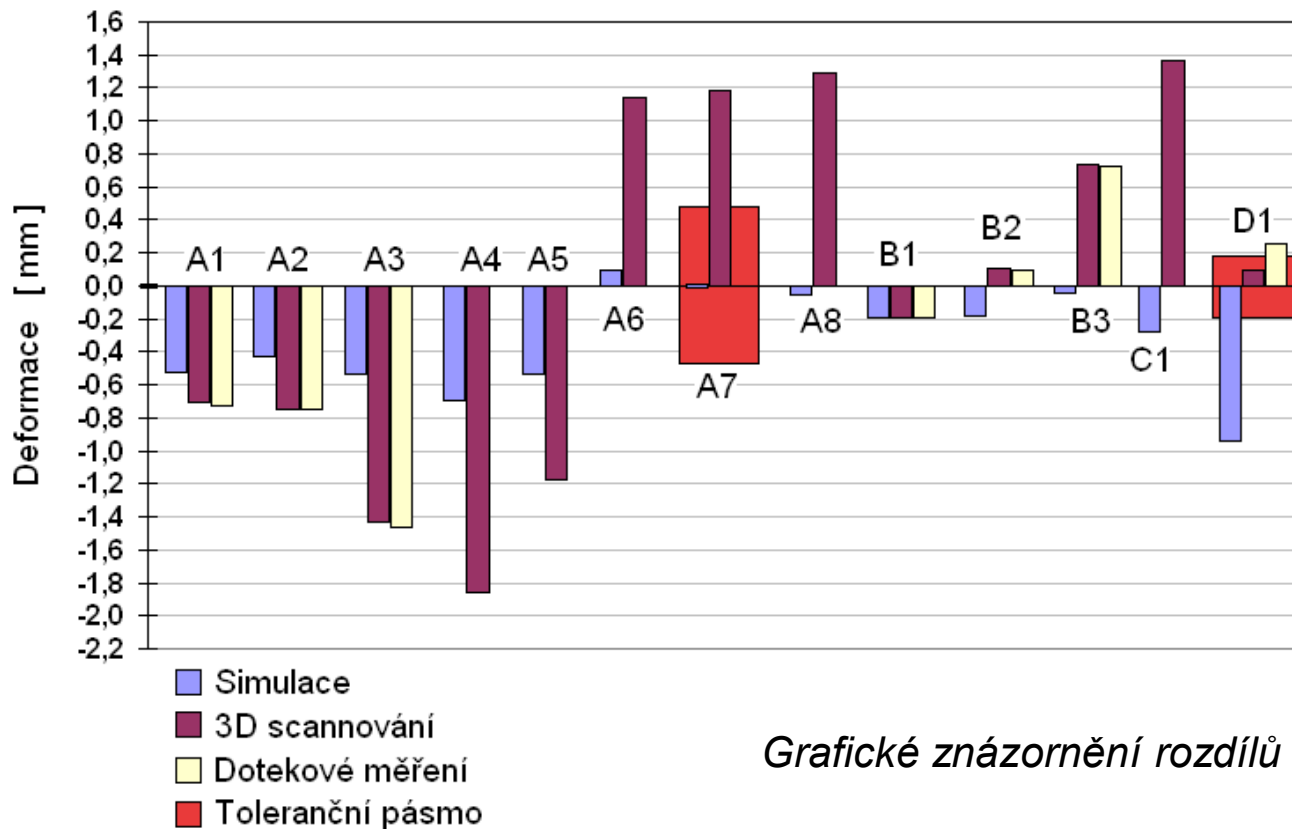
- Další zajímavou problematikou využití je počítačová simulace vstřikování plastů (řešeno v rámci DP – Ondřej Kocián)
- Byl prováděn výzkum přesnosti simulace vstřikování polymerních materiálů vyztužených různým % podílem skelných vláken.
- Na díle plastového automobilového pedálu byla ověřena přesnost simulace provedené v simulačním softwaru CADMOULD, vytvořené na základě skutečných procesních parametrů.
- Výsledek simulace byl porovnán pomocí měření (SMS a Atos) se skutečností.



*Zobrazení opticky naměřených
normálových deformací v
kontrolních bodech*

Příklady aplikací – simulace vstřikování plastů

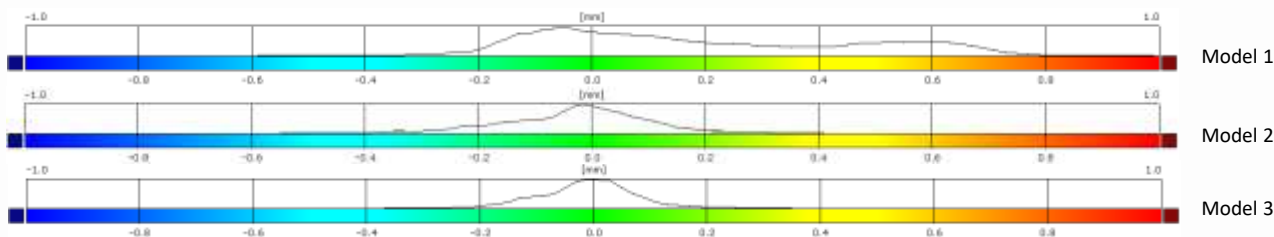
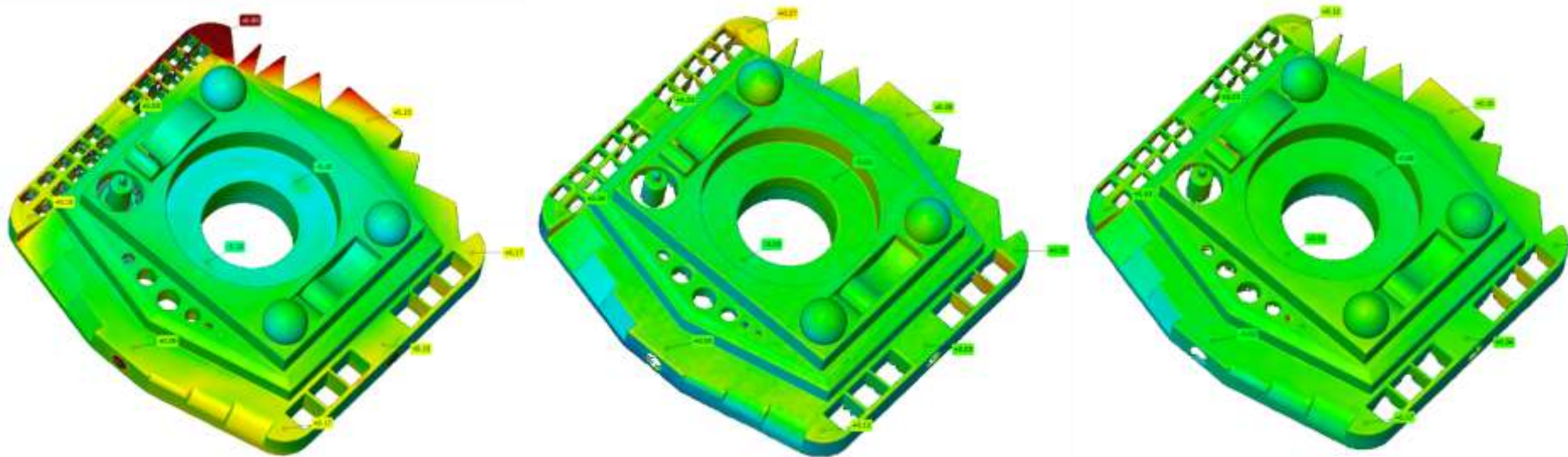
- Porovnání hodnot odsimulovaných a naměřených deformací v jednotlivých kontrolních bodech pedálu.



Grafické znázornění rozdílů deformací

Příklady aplikací – analýza přesnosti 3D tisku

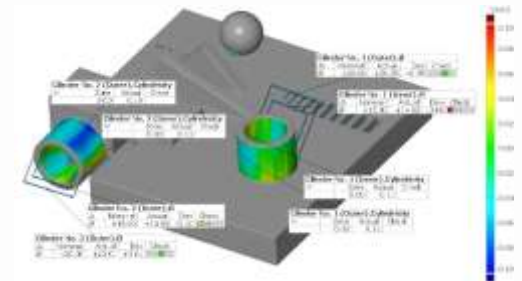
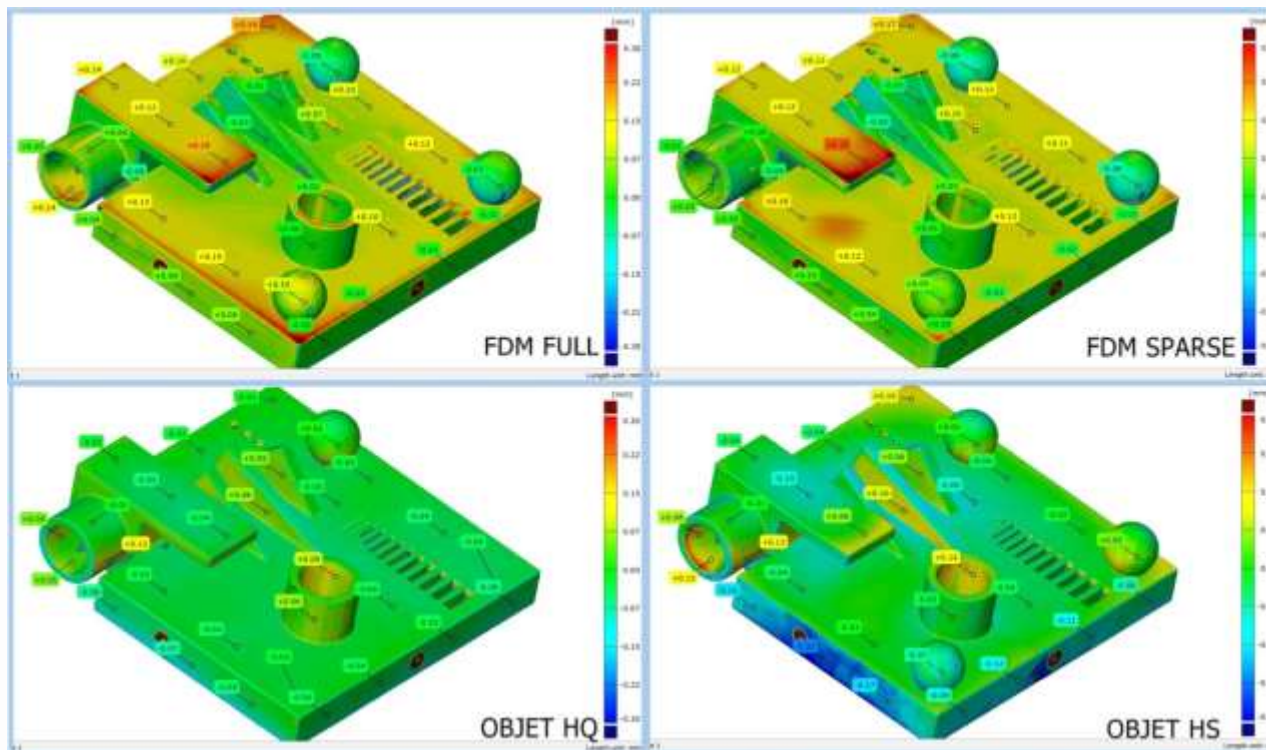
- Vlastní výzkum, bakalářské + diplomové práce
- Stavba dílů technologií Selective Laser Melting (SLM) - vysoké teploty - namáhání - deformace – výzkum parametrů výrobního procesu, vliv žíhání



*Model vyrobený
technologií SLM (bez
tepelné úpravy /
změna výrobních
parametrů / žíháno)*

Příklady aplikací – analýza přesnosti 3D tisku

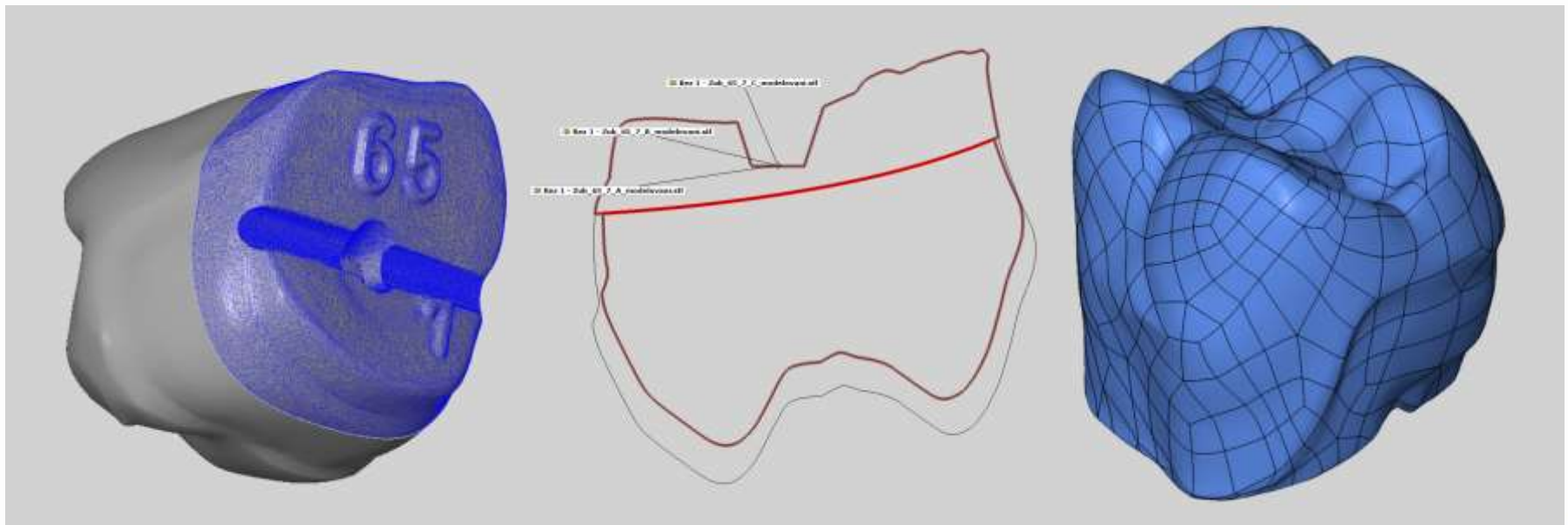
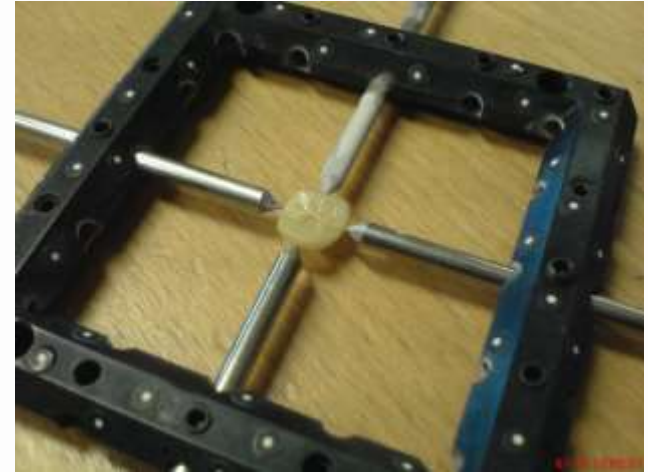
- Vlastní výzkum, bakalářské + diplomové práce
- Analýza přesnosti aditivní výroby součástí v závislosti na použité technologii Rapid Prototyping (Technologie FDM - tiskárna Stratasys Dimension SST 768, PolyJet Matrix - tiskárna Objet Connex 500).



Deviation [mm]	No. 1 (inner)	No. 1 (outer)	No. 2 (inner)	No. 2 (outer)
FDM Sparse	-0,03	-0,09	-0,05	-0,04
FDM Full	-0,04	-0,06	-0,13	-0,10
Objet HQ	-0,19	+0,05	-0,11	+0,01
Objet HS	-0,28	-0,04	-0,14	-0,08

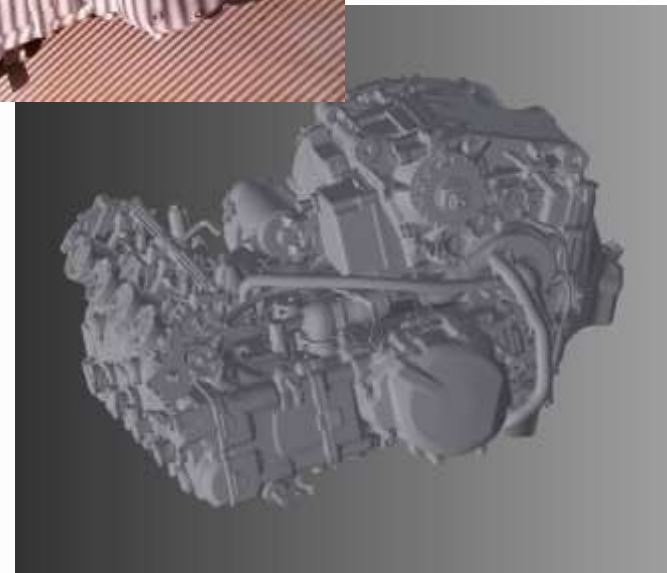
Příklady aplikací – digitalizace v oblasti lékařství

- Digitalizace zubních náhrad pro účely výroby forem



Příklady aplikací – Student Formula TUL

- Skenování motoru Suzuki GSX-R 600 pro účely projektu **Student Formula TUL**



Využití, spolupráce

3D měření, digitalizace, zpracování dat ...

- využíváme ve vzdělávacím procesu v rámci výuky
- systém k dispozici studentům v rámci projektů, při řešení témat a vypracování bakalářských, diplomových a disertačních prací (spolupráce a využití zařízení pro ostatní pracoviště TUL)
- využití ve vědě a výzkumu
- spolupracujeme s předními firmami nejen v libereckém regionu
- všechny výše zmíněné postupy nabízíme též komerčně dle požadavků zákazníka



Děkuji Vám za pozornost

Děkuji Vám za
pozornost.

KONTAKT:

Ing. Radomír Mendřický, Ph.D.

radomir.mendricky@tul.cz

+420 48 535 3356

<http://www.ksa.tul.cz>

