

REVERZNÉ INŽINIERSTVO

(REVERZNÉ GEOMETRICKÉ MODELOVANIE – PRESNOŠŤ, KVALITA 3D MODELU)

KEGA 026STU-4/2023 - Implementácia inovatívnych foriem učenia a praktického tréningu do vzdelávania v oblasti výrobných technológií a výrobného manažmentu s cieľom zvýšiť atraktivnosť štúdia a podporiť rozvoj prierezových kompetencií absolventov

Doc. Ing. Ivan Buranský, PhD.
Doc. Ing. Ladislav Morovič, PhD.

2024

OBSAH

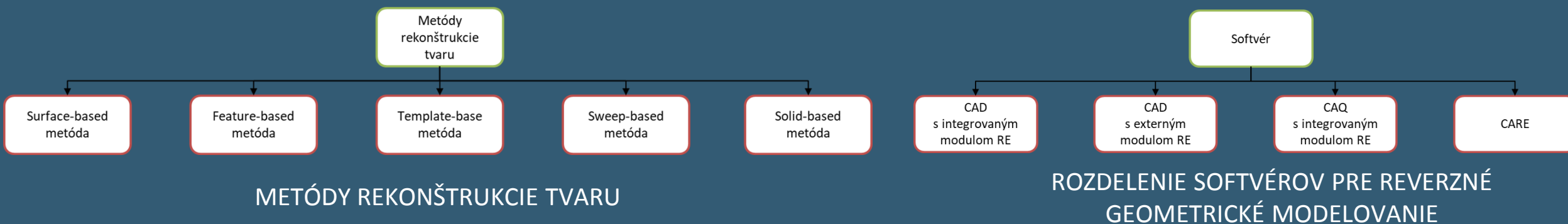


- PREHĽAD PUBLIKAČNEJ ČINNOSTI Z OBLASTI RIEŠENEJ PROBLEMATIKY,
- GEOMETRICKÉ MODELOVANIE,
- REVERZNÉ INŽINIERSTVO,
- REVERZNÉ GEOMETRICKÉ MODELOVANIE,
- VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU,
- PRÍKLADY APLIKÁCIE REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA.



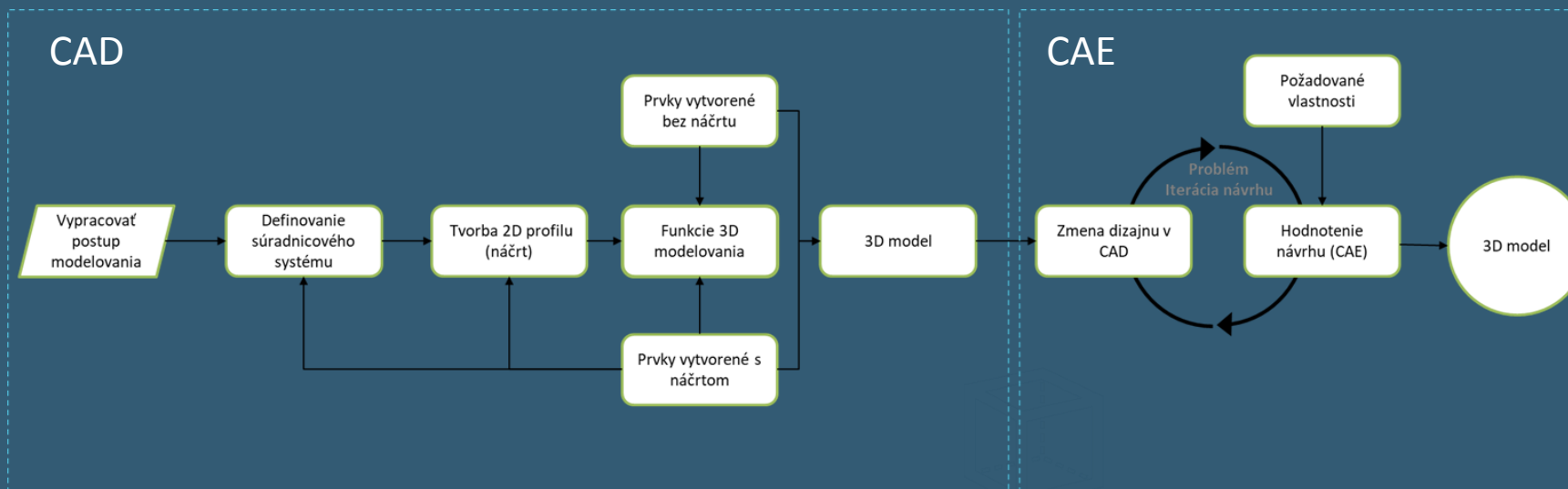
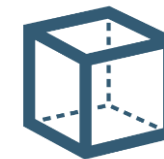
PREHĽAD

- PRVÝ ZÁZNAM OHĽADOM REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA (VÁRADY, 1997),
- RE: NÁVRH NOVÝCH SÚČIASTOK, KOPÍROVANIE EXISTUJÚCICH SÚČIASTOK, OBNOVA POŠKODENÝCH SÚČIASTOK, ZLEPŠENIE PRESNOSTI MODELOV A KONTROLA MODELOV (YUAN, ZHENRONG AND HAIBIN, 2001), (BAGCI, 2009),
- FAREBNÁ MAPA ODCHÝLOK PRE KONTROLU REKONŠTRUOVANÝCH PLÔCH.

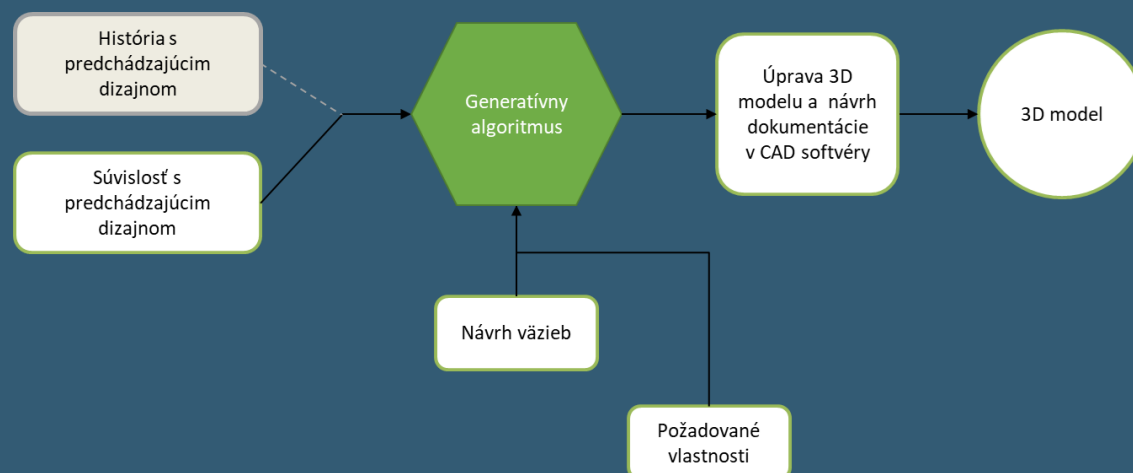


GEOMETRICKÉ MODELOVANIE

POSTUP MODELOVANIA



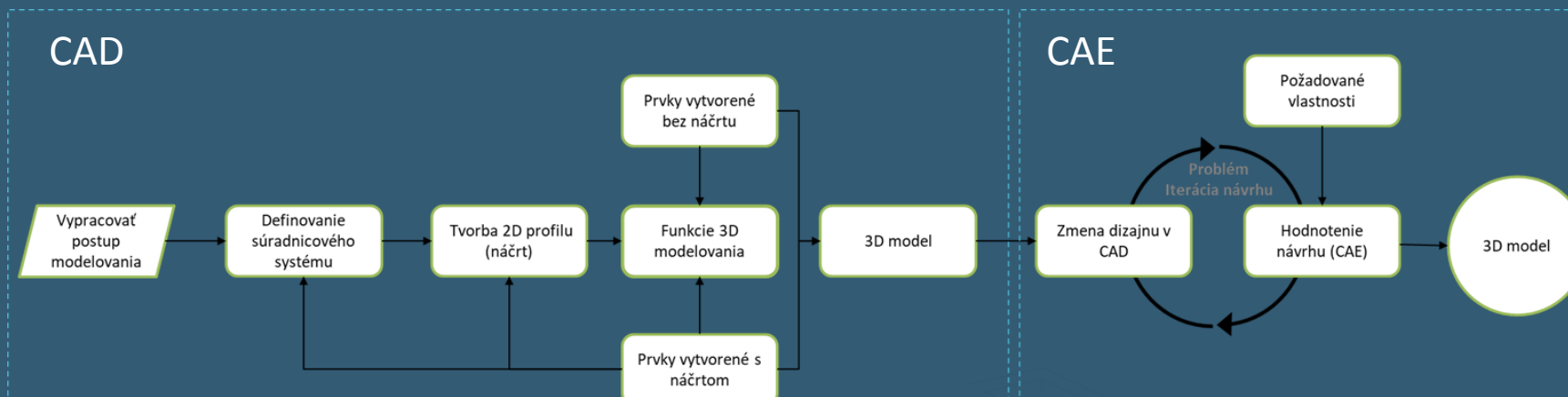
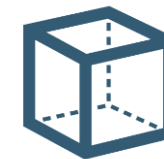
KLASICKÝ SPÔSOB
MODELOVANIA
SÚČIASTOK V CAD
SOFTVÉRI S
OPTIMALIZÁCIOU
TOPOLOGIE.
(1 NÁVRH)



MODELOVANIE
SÚČIASTOK POMOCOU
GENERATÍVNEHO
NAVRHOVANIA.
(VIACEJ NÁVRHOV)

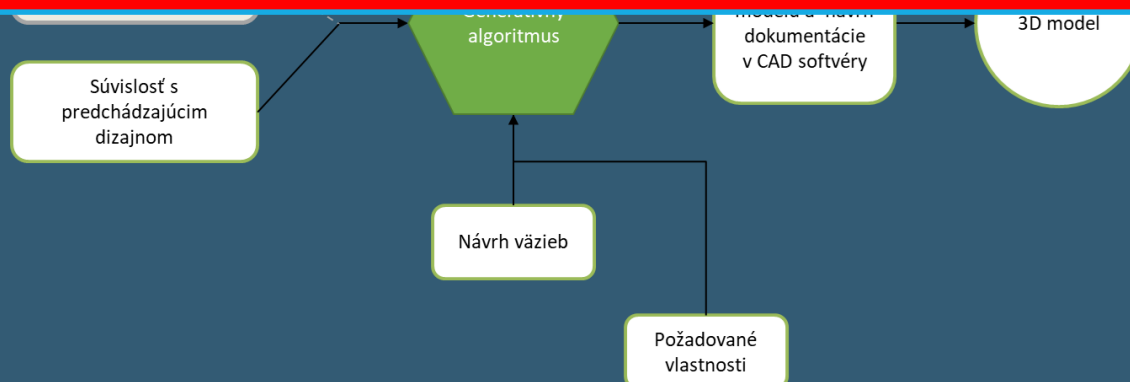
GEOMETRICKÉ MODELOVANIE

POSTUP MODELOVANIA



KLASICKÝ SPÔSOB
MODELOVANIA
SÚČIASTOK V CAD
SOFTVÉRI S
OPTIMALIZÁCIOU
TOPOLOGIE.
(1 NÁVRH)

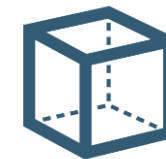
PRI REVERZNOM GEOMETRICKOM MODELOVANÍ JE POTREBNÉ MAŤ VÝBORNÉ ZNALOSTI Z OBLASTI PLOŠNÉHO, OBJEMOVÉHO, PRIAMEHO MODELOVANIA ALEBO GENERATÍVNEHO NAVRHOVANIU



MODELOVANIE
SÚČIASTOK POMOCOU
GENERATÍVNEHO
NAVRHOVANIA.
(VIACEJ NÁVRHOV)

GEOMETRICKÉ MODELOVANIE

Optimalizácia topológie vs. Generatívny dizajn

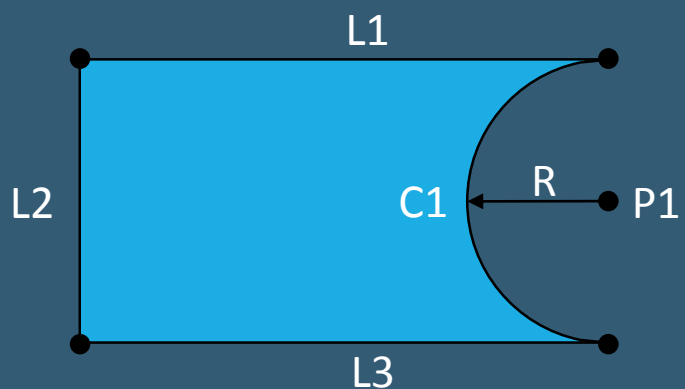
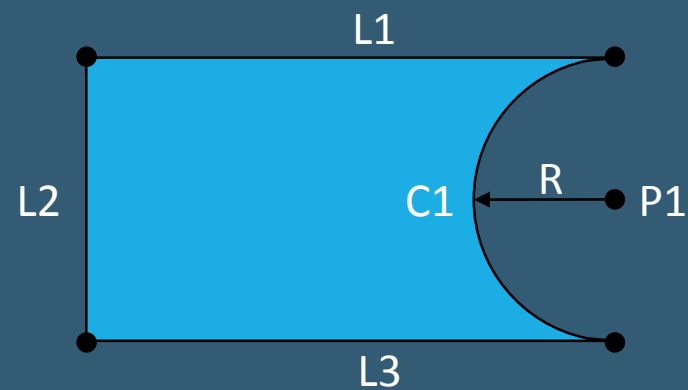
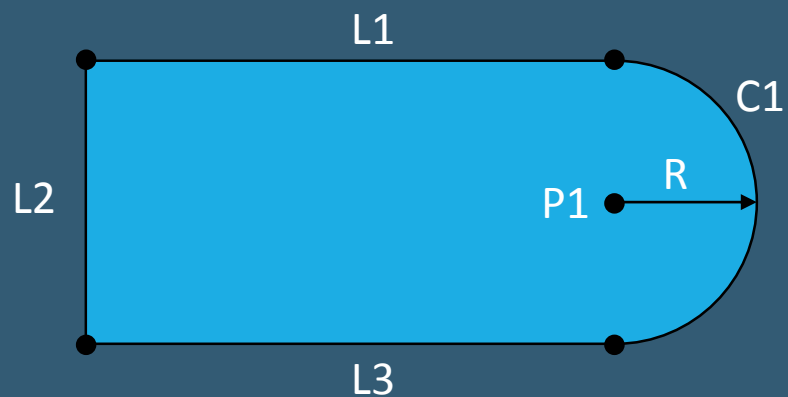
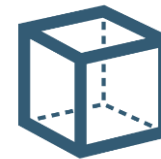


- Optimalizácia topológie je výpočtová metóda návrhu, ktorej cieľom je optimalizovať distribúciu materiálu v danom dizajnovom priestore s ohľadom na zaťaženie a obmedzenia pri maximálnom výkone návrhu.
- Optimalizácia topológie vs. Generatívny dizajn

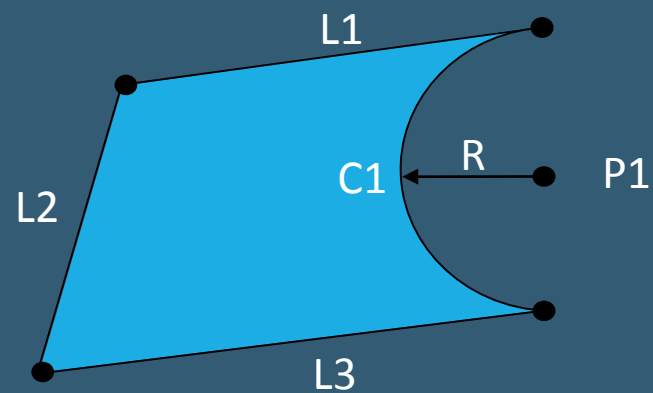
	Optimalizácia topológie	Generatívny dizajn
Počiatočná geometria	Objemový model	Hraničná oblasť, štartovací model
Spôsob výroby	Nie je možné	2-osové obrábanie, 3-osové obrábanie, 5- osové obrábanie, aditívna výroba, odlievanie
Výsledok výpočtu	Jeden optimalizovaný návrh	Niekoľko optimálnych návrhov
Počet materiálov pre jeden výpočet	1	1 a viac
Rýchlosť výpočtu návrhu	Niekoľko minút	Niekoľko hodín
Algoritmus	Heuristické algoritmy	Genetické algoritmy

GEOMETRICKÉ MODELOVANIE

Topológia vs. geometria



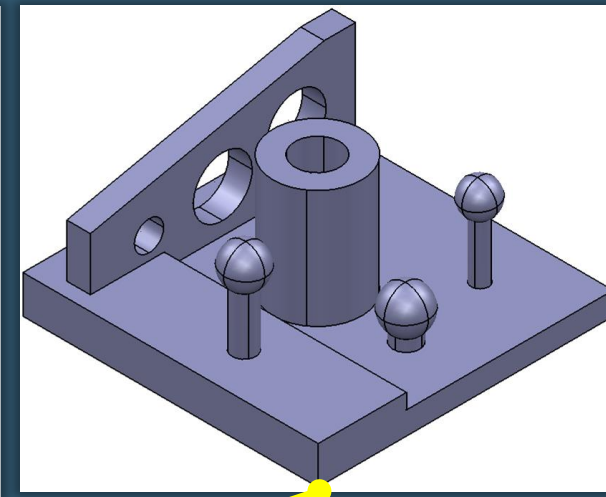
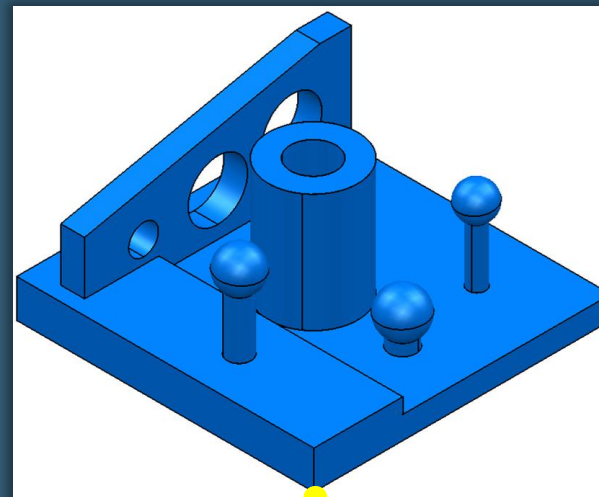
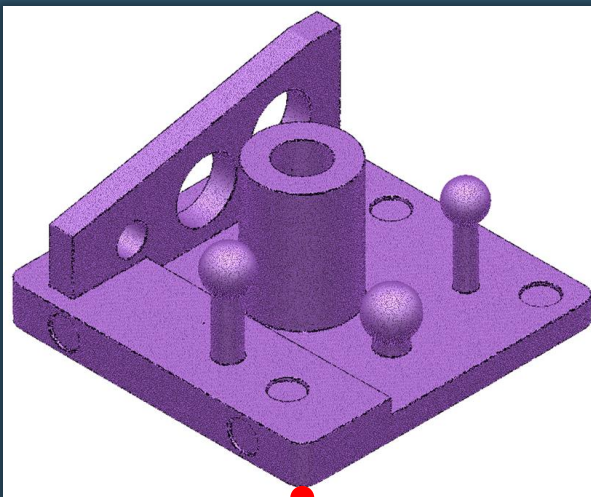
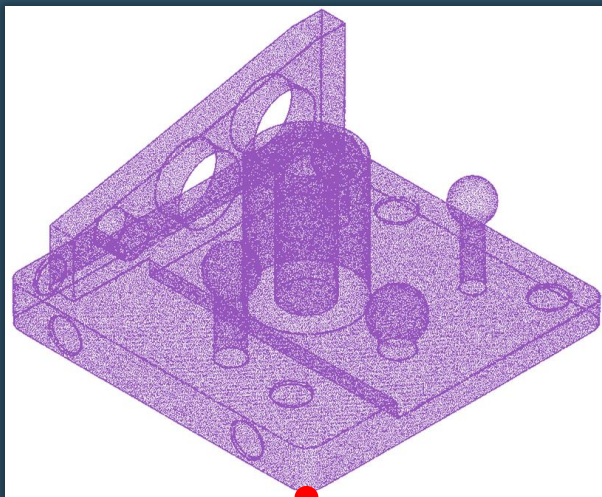
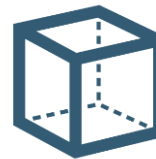
rovnaká geometria,
rozdielna topológia



rovnaká topológia,
rozdielna geometria

GEOMETRICKÉ MODELOVANIE

REPREZENTÁCIA POČÍTAČOVÝCH MODELOV



Mrak bodov

Polygonálny
model

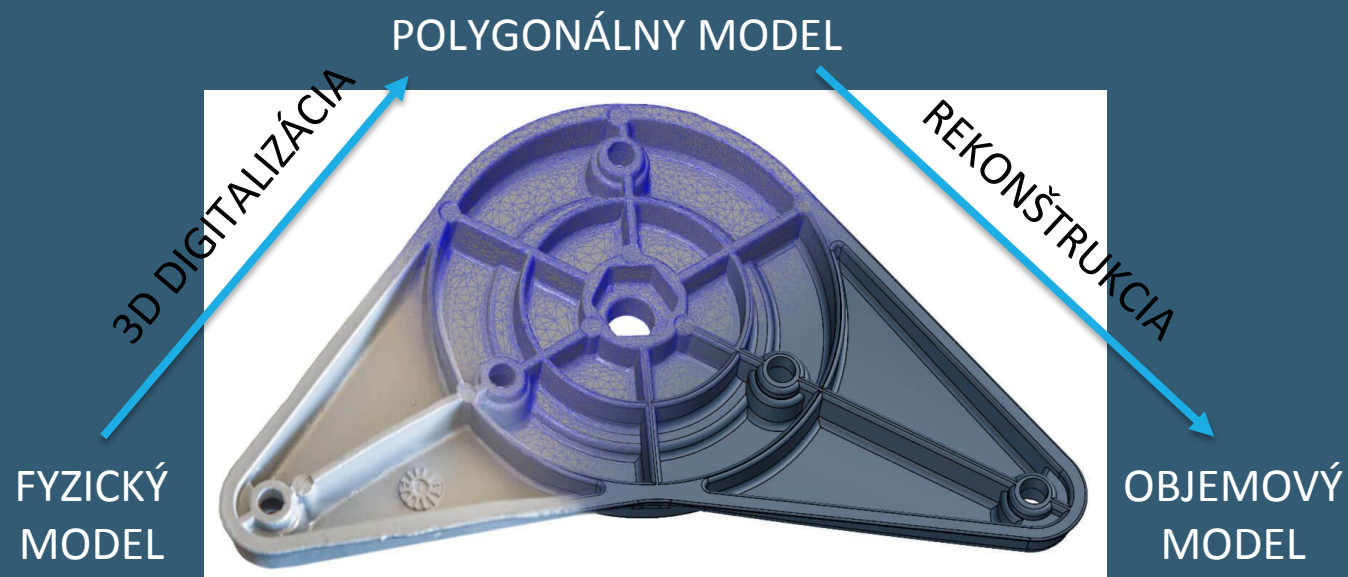
Plošný model

Objemový model

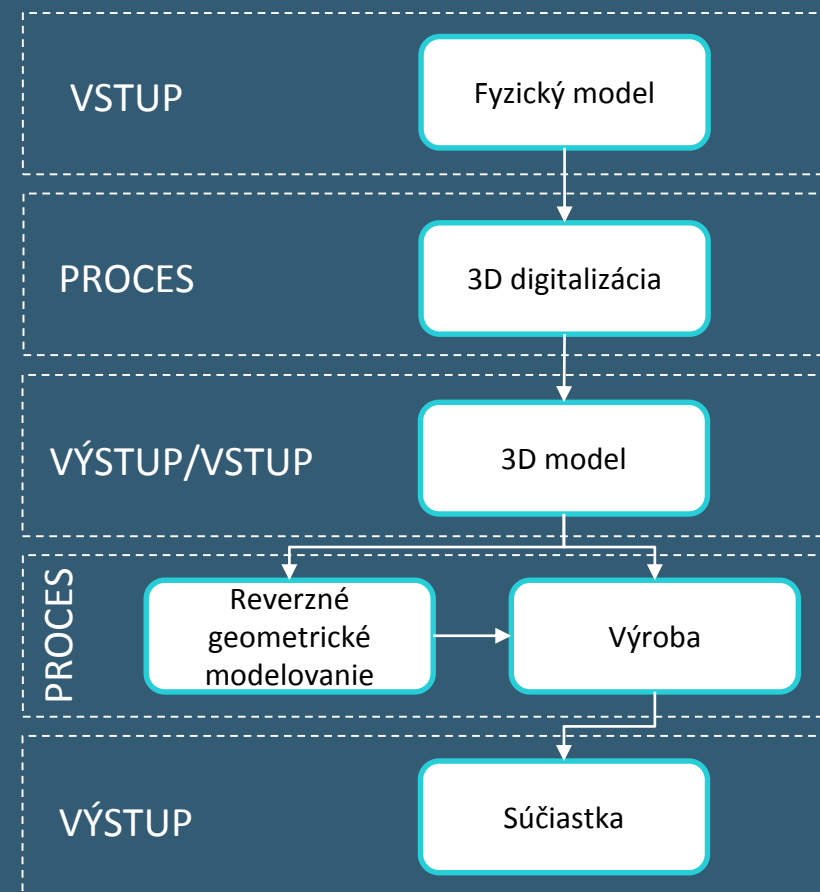
REPREZENTÁCIA POČÍTAČOVÝCH MODELOV

REVERZNÉ INŽINIERSTVO

SPÔSOB VÝROBY SÚČIASTKY

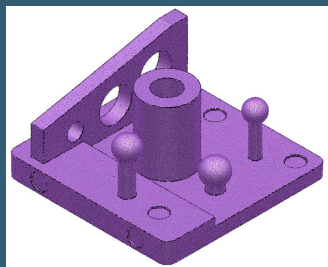


VÝROBA SÚČIASTKY POUŽITÍM REVERZNÉHO INŽINIERSTVA



REVERZNÉ GEOMETRICKÉ MODELOVANIE

FUNKCIE REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA



EXPORT POLYGONÁLNEHO MODELU Z 3D DIGITALIZÁCIE

PROBLEMATIKA

1. MODEL TVORENÝ BODMI A TROJUHOĽNÍKMI,
2. NEVHODNÝ PRE ĎALŠIU ÚPRAVU V CAD SOFTVÉRI,
3. KOPÍRUJE OPOTREBOVANÉ POVRCHY SÚČIASTOK, A INÉ.

VSTUP
CAD/CARE

STL
3DS
OBJ
WRML

IGES
STEP
SAT
BREP

REVERZNÉ GEOMETRICKÉ MODELOVANIE

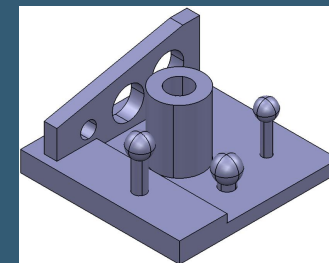
1. IMPORT POLYGONÁLNEHO MODELU,
2. VYROVNANIE, USTAVENIE,
3. ÚPRAVA POLYGONÁLNEHO MODELU,
4. FUNKCIE REVERZNÉHO GEO. MODEL.,
5. TECHNIKY MODELOVANIA,
6. KONTROLA KVALITY PLÔCH,
7. EXPORT 3D MODELU,
8. VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA.

1. PRIMITÍVNY OBJEKT,
2. EXPORT ELEMENTOV Z CAQ SOFTVÉRU,
3. REZ (PROFIL),
4. OBRYSOVÁ KRIVKA,
5. PPRICHYTENÁ KRIVKA,
6. PRICHYTENÁ PLOCHA,
7. TVORBA SEGMENTOV,
8. SEGMENTÁCIA,
9. NABALENÁ PLOCHA,
10. KONVERTOVANIE POLYGONÁLNEJ SIETE,
11. QUAD SURFACE (ŠTVORCOVÁ PLOCHA).

VÝSTUP
CAD/CARE

IGES
STEP
SAT
BREP

STL
3DS
OBJ
WRML

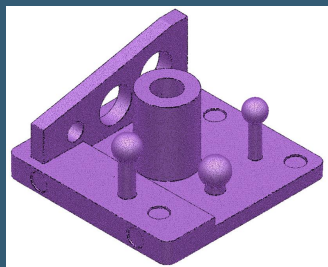


VÝROBA MODELOVANIE

1. CNC VÝROBA,
2. ADITÍVNA VÝROBA,
3. NUMERICKÁ SIMULÁCIA,
4. MERANIE A KONTROLA,
5. CAD MODELOVANIE (ÚPRAVA).

REVERZNÉ GEOMETRICKÉ MODELOVANIE

FUNKCIE REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA



EXPORT POLYGONÁLNEHO MODELU Z 3D DIGITALIZÁCIE

PROBLEMATIKA

1. MODEL TVORENÝ BODMI A TROJUHOĽNÍKMI,
2. NEVHODNÝ PRE ĎALŠIU ÚPRAVU V CAD SOFTVÉRI,
3. KOPÍRUJE OPOTREBOVANÉ POVRCHY SÚČIASTOK, A INÉ.

VSTUP
CAD/CARE

STL
3DS
OBJ
WRML

IGES
STEP
SAT
BREP

REVERZNÉ GEOMETRICKÉ MODELOVANIE

1. IMPORT POLYGONÁLNEHO MODELU,
2. VYROVNANIE, USTAVENIE,
3. ÚPRAVA POLYGONÁLNEHO MODELU,
4. FUNKCIE REVERZNÉHO GEO. MODEL.,
5. TECHNIKY MODELOVANIA,
6. KONTROLA KVALITY PLÔCH,
7. EXPORT 3D MODELU,
8. VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA.

1. MERANIE ROZMEROV GEOMET. ENTÍT,

2. VLASTNOSTI GEOMET. ENTÍT,

3. KÓTANIE GEOMETRICKÝCH ENTÍT,

4. FAREBNÁ MAPA ODCHÝLOK,

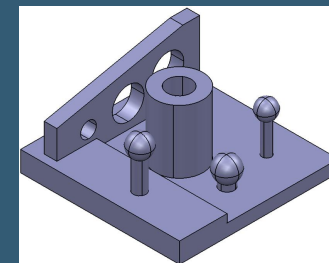
5. KRIVOSŤ PLÔCH,

6. ZEBRA ANALÝZA.

VÝSTUP
CAD/CARE

IGES
STEP
SAT
BREP

STL
3DS
OBJ
WRML

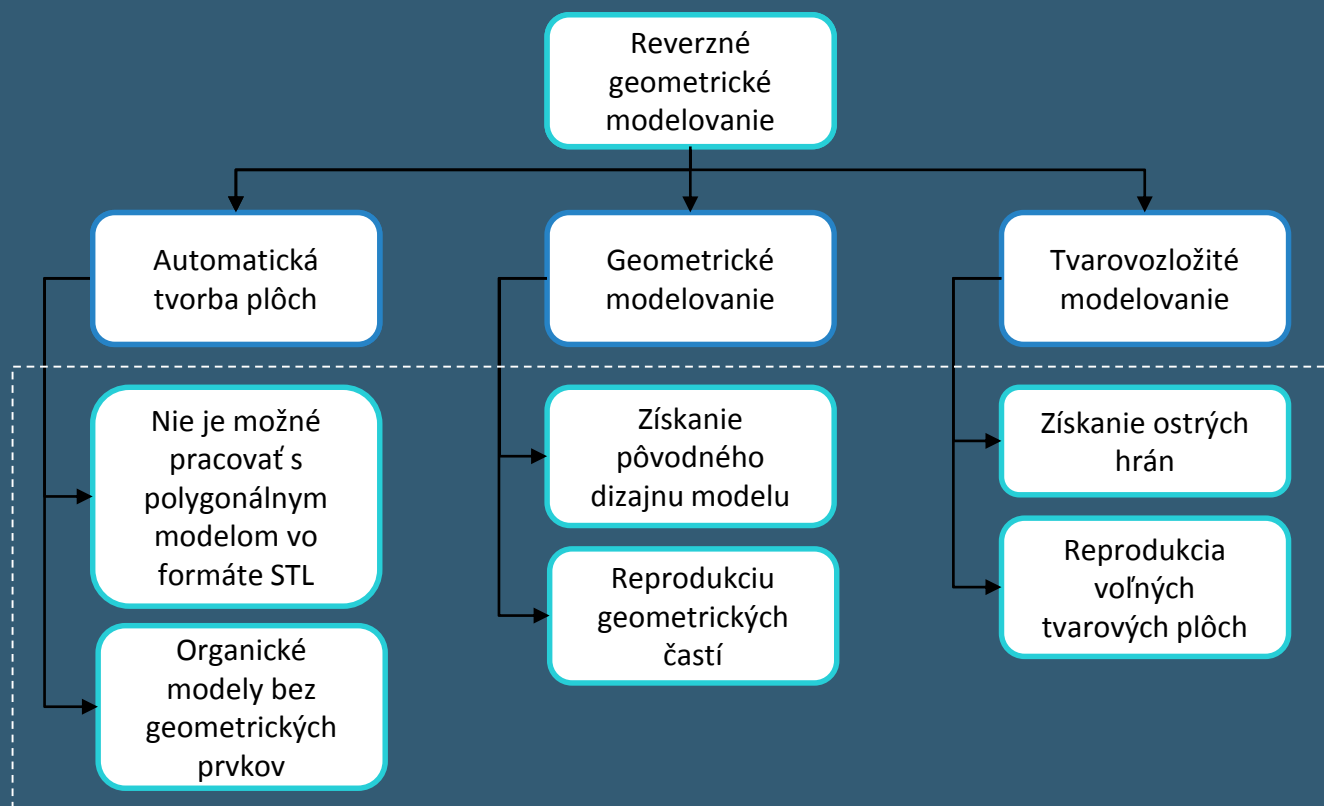


VÝROBA MODELOVANIE

1. CNC VÝROBA,
2. ADITÍVNA VÝROBA,
3. NUMERICKÁ SIMULÁCIA,
4. MERANIE A KONTROLA,
5. CAD MODELOVANIE (ÚPRAVA).

REVERZNÉ GEOMETRICKÉ MODELOVANIE

PRINCÍPY



VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA



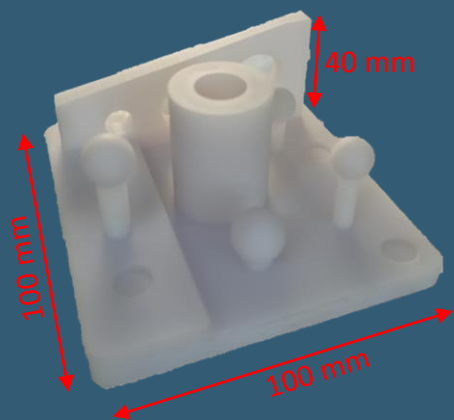
- VPLYV PARAMETROV POLYGONIZÁCIE NA POČET BODOV POLYGONÁLNEHO 3D CAD MODELU,
- VPLYV PRICHYTENIA PRIMITÍVNEHO OBJEKTU NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU V RÔZNYCH SOFTVÉROCH,
- VPLYV SPÔSOBU PRICHYTENIA PRIMITÍVNEHO OBJEKTU NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU,
- VPLYV REDUKCIE TROJUHOLNÍKOV (BODOV) NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU,
- VPLYV VYHLADENIA POLYGONÁLNEJ SIETE NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU,
- VPLYV CELISTVOSTI POLYGONÁLNEJ SIETE NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU.

VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

ZARIADENIE, SOFTVÉR, VZOROVÁ SÚČIASTKA A PARAMETRE MERANIA



- Zariadenie: ZEISS METROTOM 1500 – iCT,
- Softvér: VG STUDIO MAX3, GOM INSPECT SUITE 2020,
- Softvér pre RGM: **POWERSHAPE**, ZEISS REVERSE ENGINEERING, QUICKSURFACE*,
- Súčiastka: VZOROVÁ SÚČIASTKA – MULTIJET PRINTING.



VZOROVÁ SÚČIASTKA

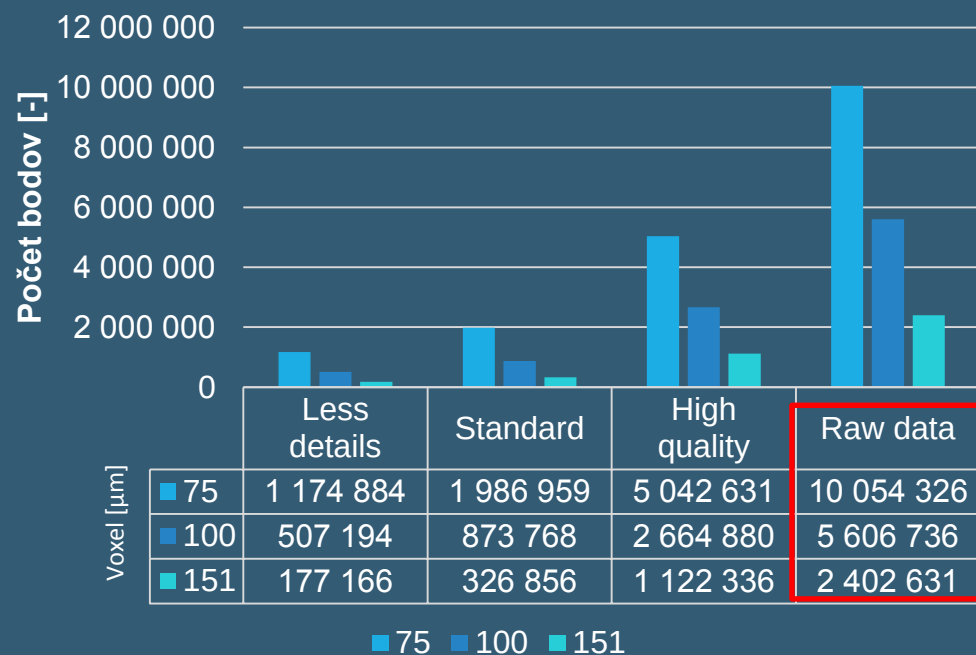


ZEISS METROTOM 1500

NÁZOV PARAMETRA	HODNOTA	JEDNOTKA
PRÚD	700	μA
NAPÄTIE	140	kV
INTEGRAČNÝ ČAS	667	ms
ROZLIŠENIE	1K (1024x102) 2K (2048x2048)	Px
FILTER	0,5	mm
VEĽKOSŤ VOXELA	75, 100, 151, 199	mm
SPÔSOB MERANIA	VAST, CT	[-]
POČET OBRÁZKOV	900, 1300, 2000	[-]

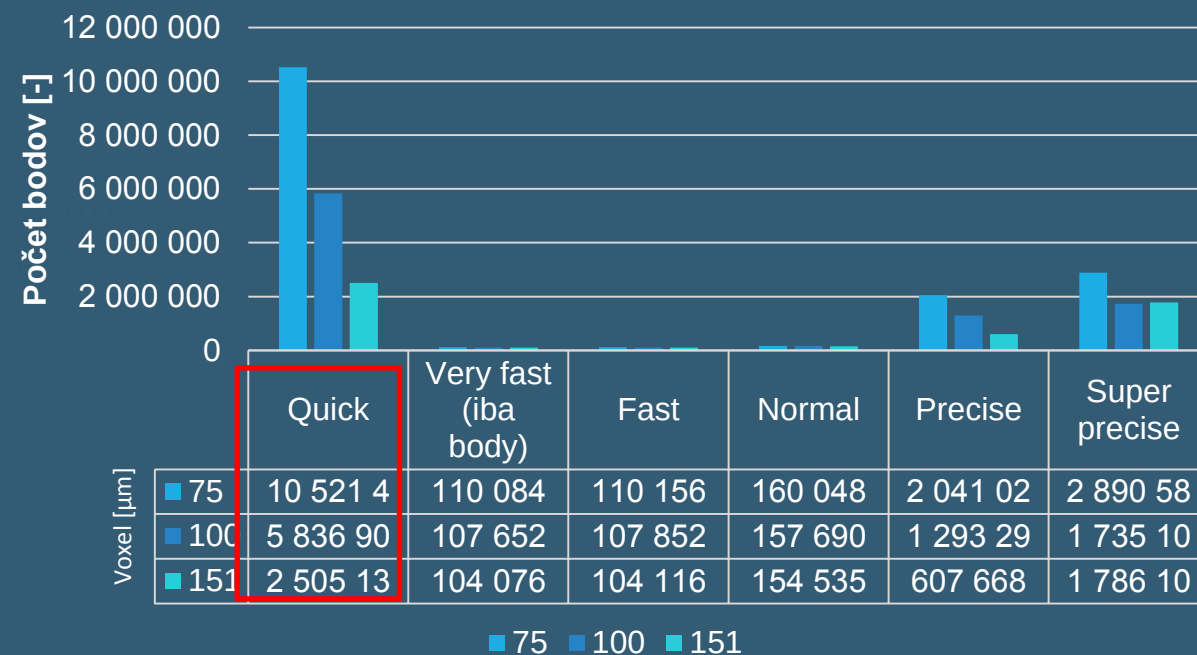
VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

VPLYV PARAMETROV POLYGONIZÁCIE NA POČET BODOV POLYGONÁLNEHO 3D CAD MODELU



SOFTVÉR GOM
INSPECT 2020

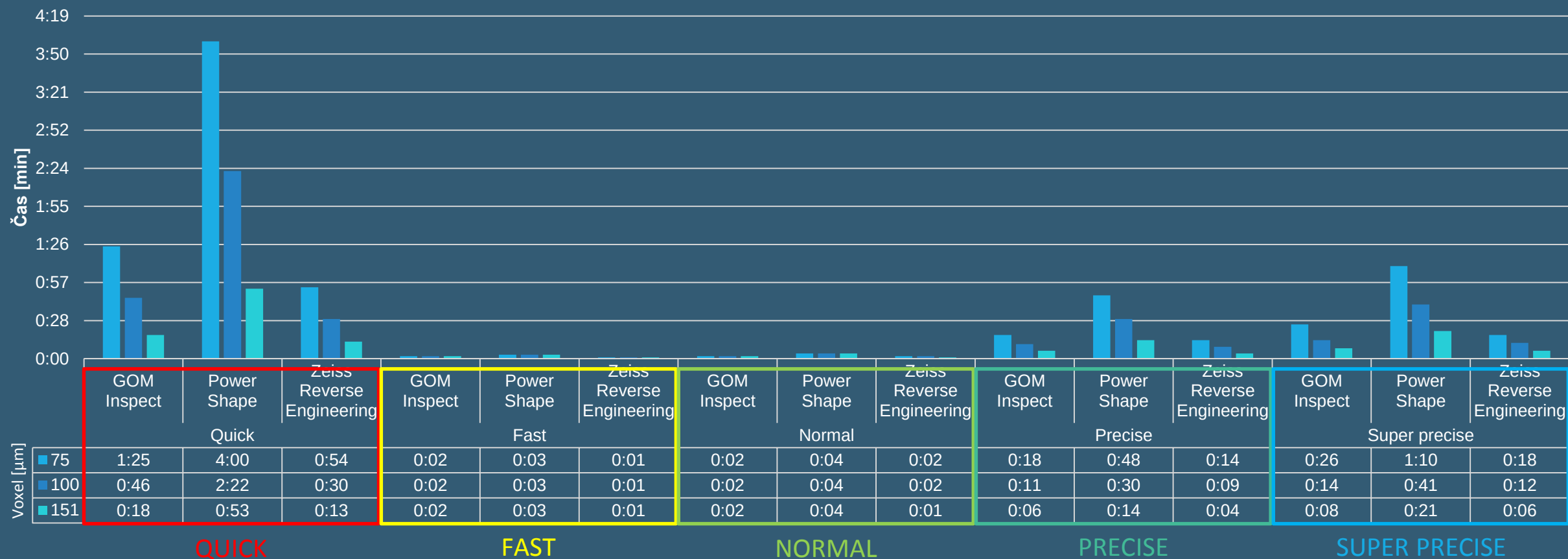
Výhody
Nevýhody



SOFTVÉR VG
STUDIOMAX

VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

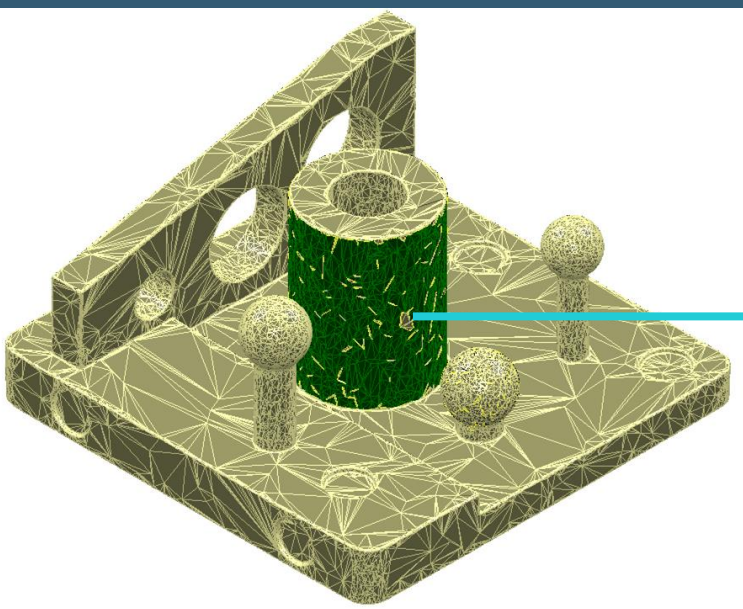
VPLYV POČETU BODOV POLYGONÁLNEHO MODELU NA ČAS IMPORTU DO CAQ, CAD, CARE



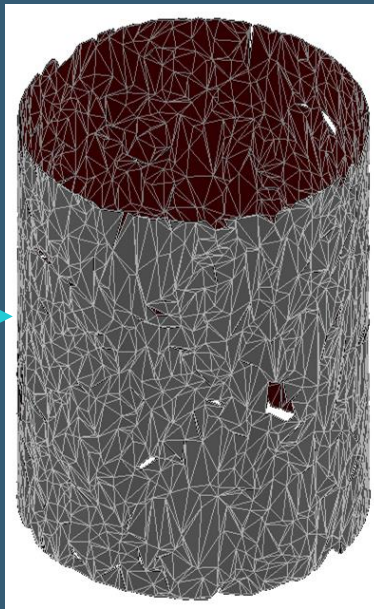
TYP POLYGONIZÁCIE V SOFTVÉRI VG STUDIOMAX

VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

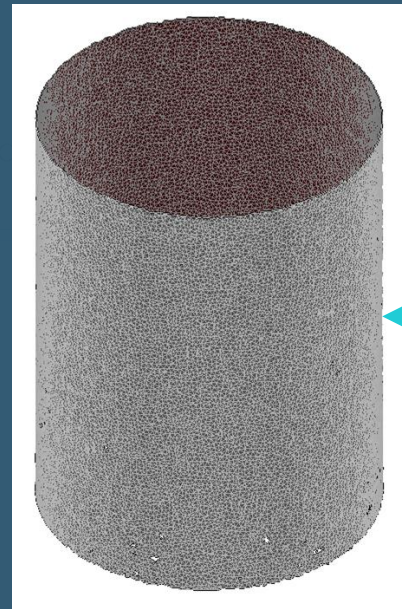
VPLYV PRICHYTENIA PRIMITÍVNEHO OBJEKTU NA GEOEMTRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU V RÔZNYCH SOFTVÉROCH



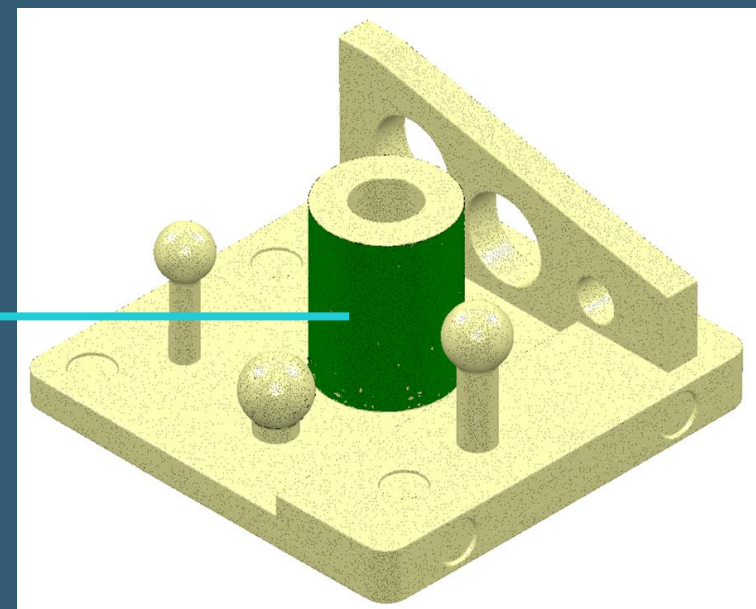
POLYGONÁLNY MODEL
POČET BODOV 27 911



2 385 BODOV



26 934 BODOV



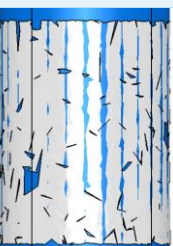
POLYGONÁLNY MODEL
POČET BODOV 297 246

VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

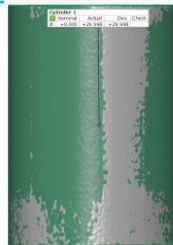
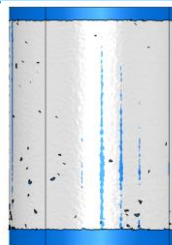
VPLYV PRICHYTENIA PRIMITÍVNEHO OBJEKTU NA GEOEMTRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU V RÔZNYCH SOFTVÉROCH



	Názov softvéru			
	GOM Inspect	PowerShape	ZEISS Reverse Engineering	QUICKSURFACE
				
Počet bodov	26 934			
Priemer valca (mm)	29,994	29,994	29,994	29,994

	Názov softvéru			
	GOM Inspect	PowerShape	ZEISS Reverse Engineering	QUICKSURFACE
				
Počet bodov	2 385			
Priemer valca (mm)	30,001	30,001	30,000	30,000

VYBRANÉ VŠETKY BODY

	Názov softvéru			
	GOM Inspect	PowerShape	ZEISS Reverse Engineering	QUICKSURFACE
				
Počet bodov	Vybraný ľubovoľný počet bodov (sieť 26 934)			
Priemer valca (mm)	29,998	29,980	29,978	29,986

	Názov softvéru			
	GOM Inspect	PowerShape	ZEISS Reverse Engineering	QUICKSURFACE
				
Počet bodov	Vybraný ľubovoľný počet bodov (sieť 2 385)			
Priemer valca (mm)	29,992	30,000	29,996	30,019

VYBRANÝ ĽUBOVOĽNÝ POČET BODOV

VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

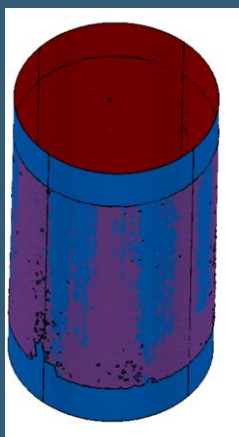
VPLYV PRICHYTENIA PRIMITÍVNEHO OBJEKTU NA GEOEMTRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU CT vs. 3D optický skener



		POČET BODOV POLYGONÁLNEHO MODELU			
VZDIALENOSŤ BODOV 151 μm	■ Voxel 151	177 166	326 856	1 122 336	2 402 631
VZDIALENOSŤ BODOV 123,93 μm	■ MV320	132 918	295 493	499 392	1 855 011
		STANDARD			

PRIEMYSELNÁ POČÍTAČOVÁ TOMOGRAFIA

OPTICKÉ 3D SKENOVANIE

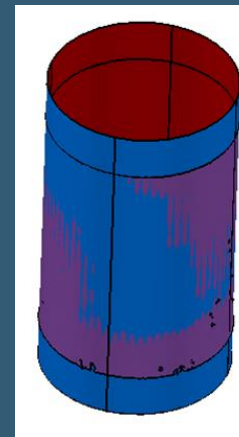


ZEISS METROTOM 1500

Priemer: D29,995 mm

Počet bodov: 32412

Polygonizácia: GOM INSPECT SUITE 2020



GOM ATOS II TRIPLESCAN

Priemer: D30,006 mm

Počet bodov: 34644

Polygonizácia: GOM INSPECT SUITE 2020

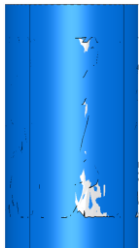
VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

VPLYV SPÔSOBU PRICHYTENIA PRIMITÍVNEHO OBJEKTU NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU



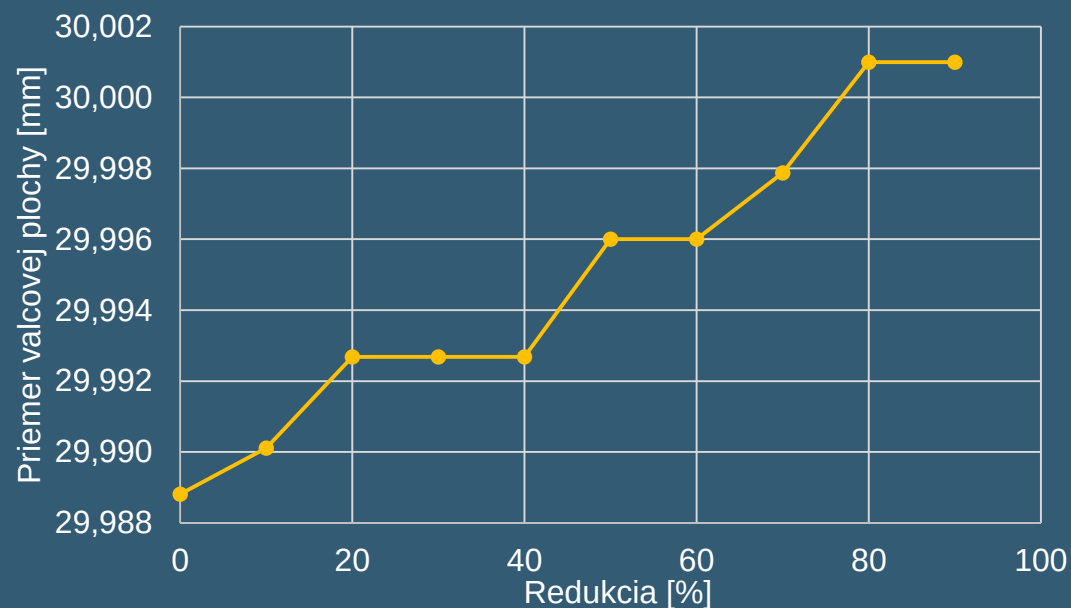
A) VNÚTORNÉ PRICHYTENIE,
B) STREDNÉ PRICHYTENIE,
C) VONKAJŠIE PRICHYTENIE.

CAD PowerShape			
	Vnútorne prichytenie	Stredné prichytenie	Vonkajšie prichytenie
			
Počet bodov		26 934	
Priemer valca (mm)	29,893	29,994	30,087

CAD PowerShape			
	Vnútorne prichytenie	Stredné prichytenie	Vonkajšie prichytenie
			
Počet bodov		2 385	
Priemer valca (mm)	29,883	30,001	30,096

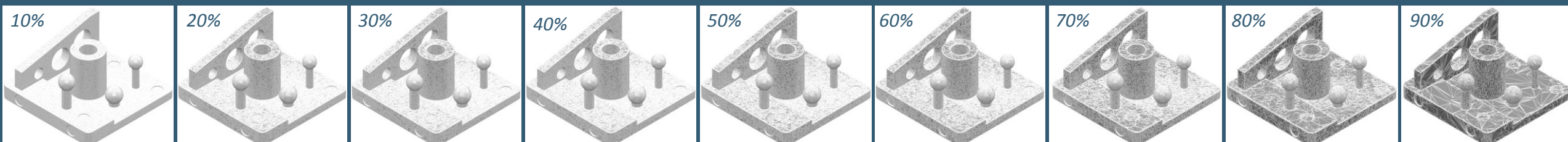
VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

VPLYV REDUKCIE TROJUHLNÍKOV (BODOV) NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU



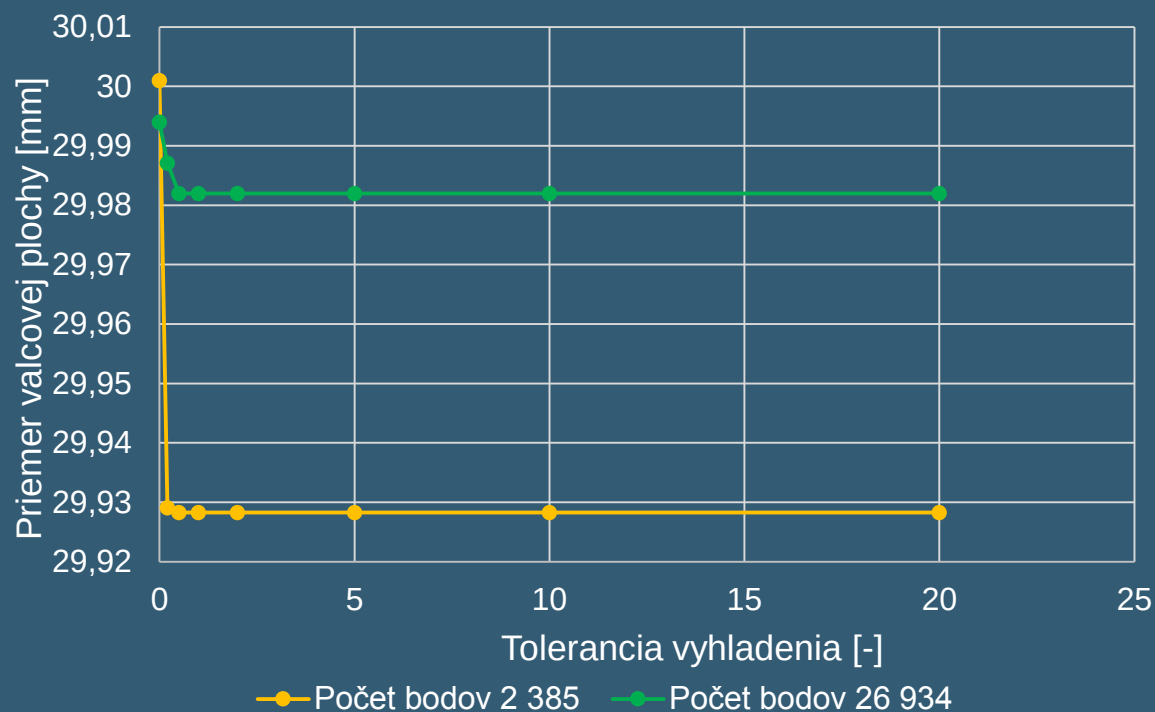
ZÁVISLOSŤ PRIEMER PRICHYTENEJ VALCOVEJ PLOCHY OD REDUKCIE BODOV

Redukcia [%]	Polygonálny 3D model		Valcová polygonálna sieť	
	Počet trojuholníkov [-]	Počet bodov [-]	Počet trojuholníkov [-]	Počet bodov [-]
90	59 450	27 911	4 218	2 385
80	118 900	55 568	9 457	5 209
70	178 350	87 250	14 439	7 846
60	237 800	117 370	19 332	10 408
50	297 250	134 362	22 204	11 823
40	337 692	168 842	28 112	14 753
30	337 692	168 842	28 112	14 753
20	337 692	168 842	28 112	14 753
10	535 050	256 013	44 700	22 826
0	594 500	297 246	53 026	26 934

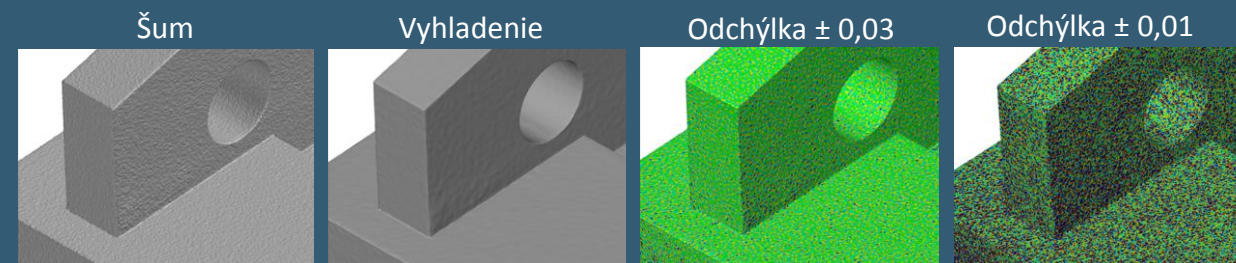
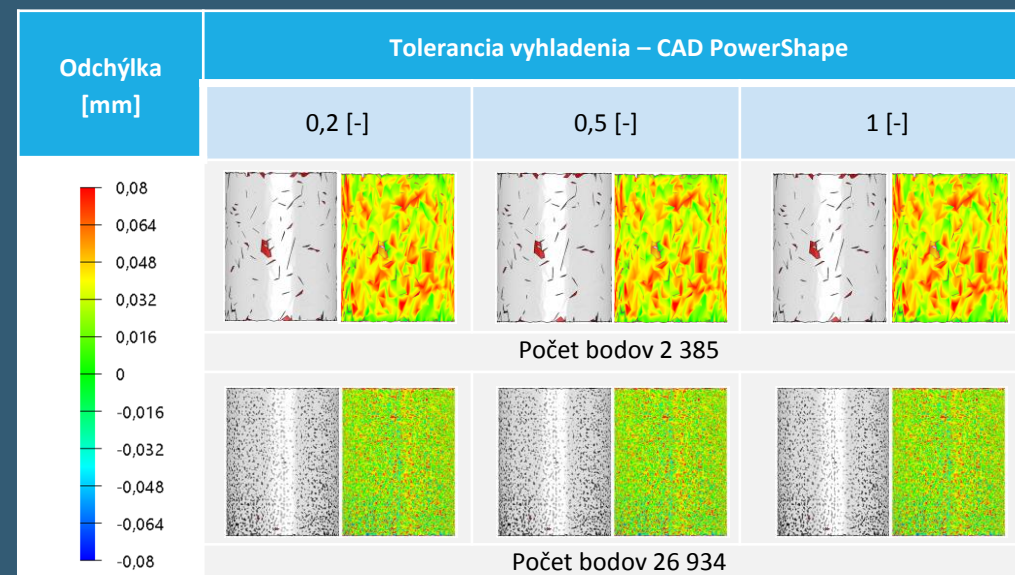


VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

VPLYV VYHLADENIA POLYGONÁLNEJ SIETE NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU

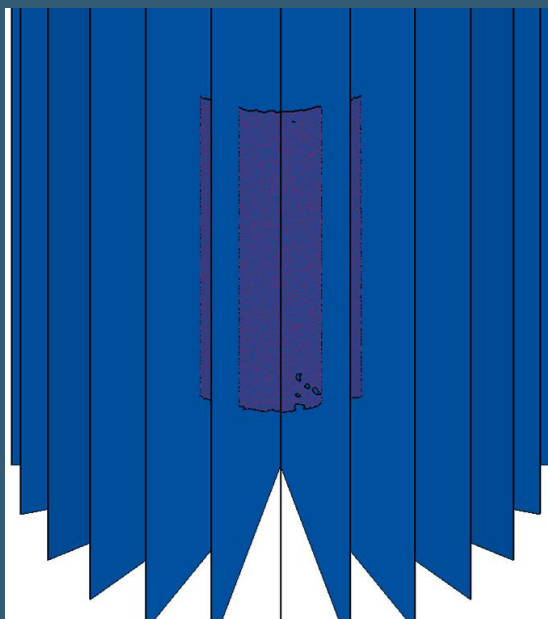
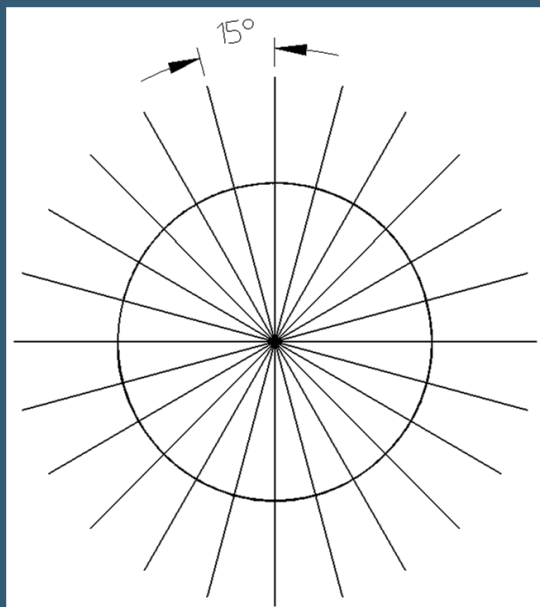


ZÁVISLOŤ PRIEMERU VALCOVEJ PLOCHY OD TOLERANCIE VYHLADENIA PRE POČET BODOV 2 385 A 26 934



VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

VPLYV CELISTVOSTI POLYGONÁLNEJ SIETE NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU



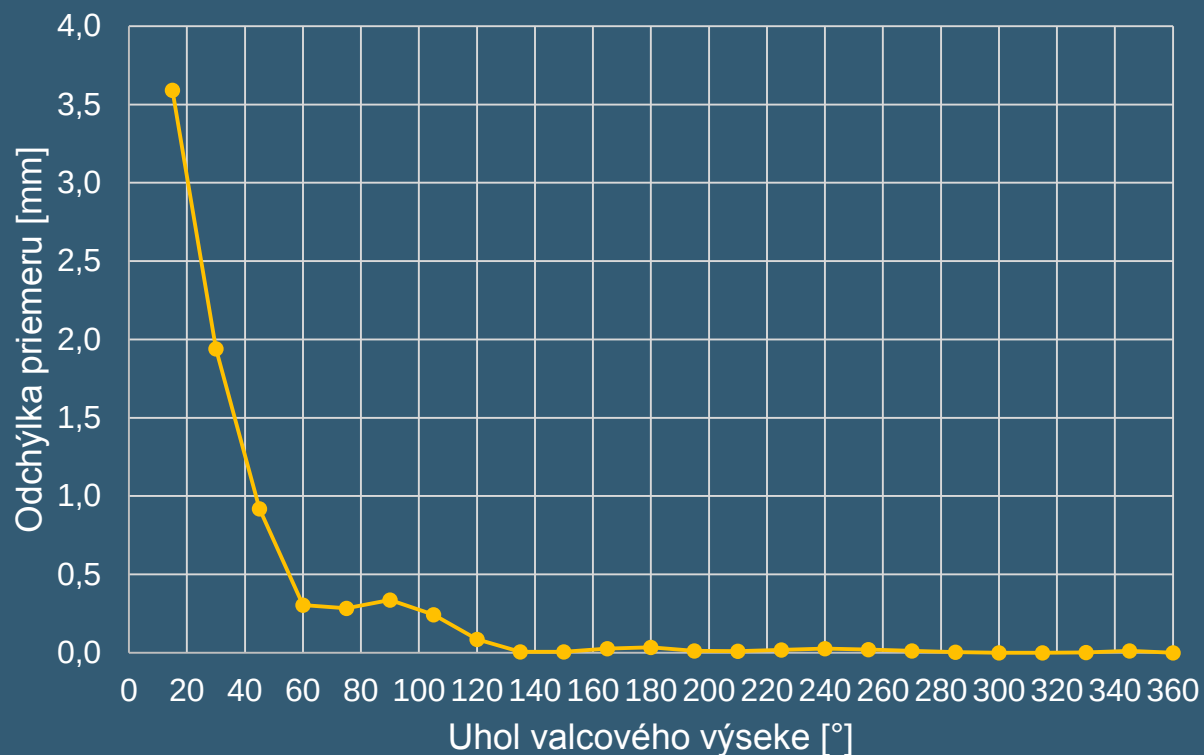
ROZDELENIE POLYGONÁLNEJ VALCOVEJ
SIETE ROVINAMI POOTOČENÝMI O 15°

	Valcový polygonálny výsek – CAD PowerShape			
	15°	45°	75°	90°
				
Počet bodov	26 934			
Priemer valca (mm)	26,402	29,075	30,277	30,331
Nominálny priemer valca (mm)	29,994			

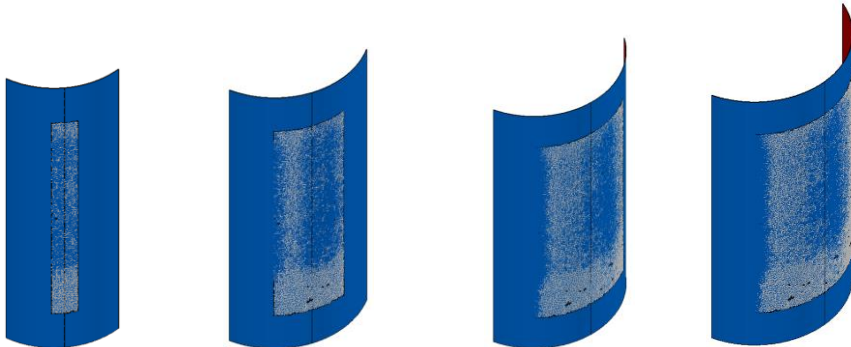
PRICHYTENIE VALCOVEJ PLOCHY
NA ČIASTOČNÚ VALCOVÚ POLYGONÁLNU SIET'

VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

VPLYV CELISTVOSTI POLYGONÁLNEJ SIETE NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU



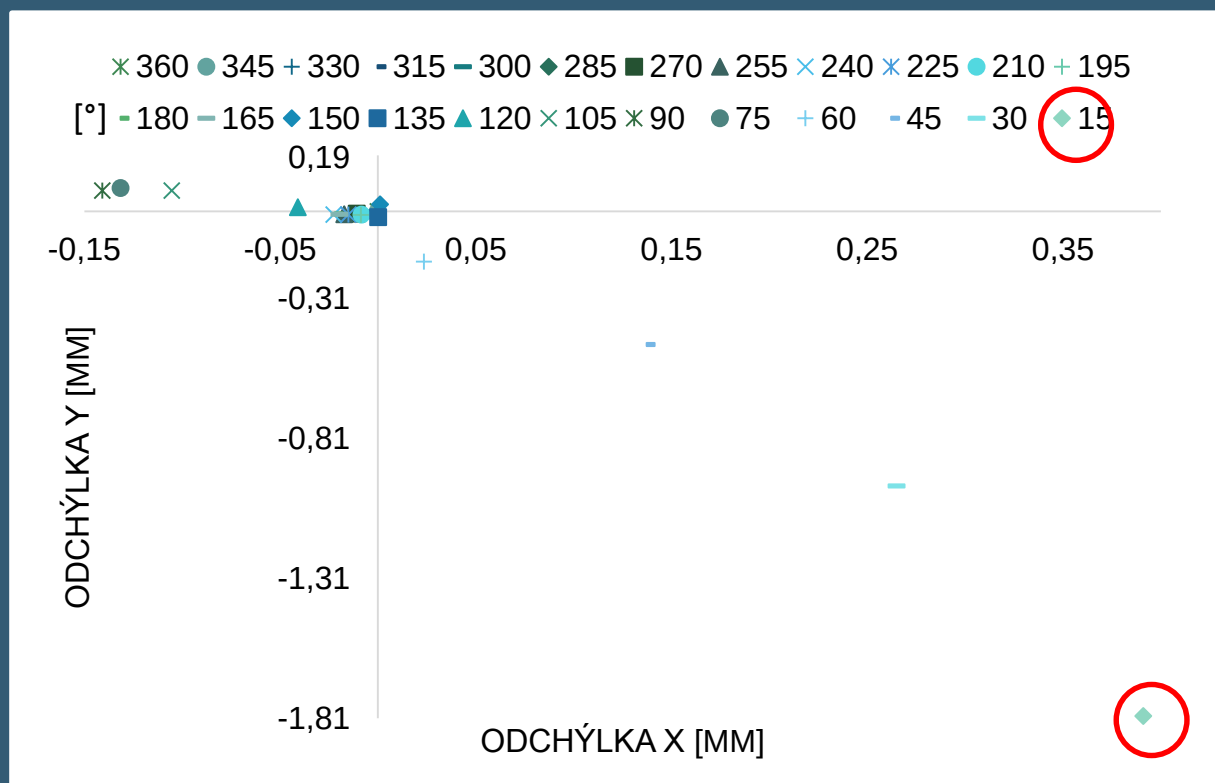
ZÁVISLOŤ ODCHÝLKY PRIEMERU PRICHYTENEJ VALCOVEJ PLOCHY NA ČIASTOČNÚ POLYGONÁLNU SIETĚ VZHĽADOM NA NOMINÁLNU VALCOVÚ PLOCHU S PRIEMEROM 29,994 mm OD UHLA VALCOVÉHO VÝSEKU.

	Valcový polygonálny výsek- PowerShape			
	15°	45°	75°	90°
				
Počet bodov	26 934			
Priemer valca (mm)	26,402	29,075	30,277	30,331
Nominálny priemer valca (mm)	29,994			

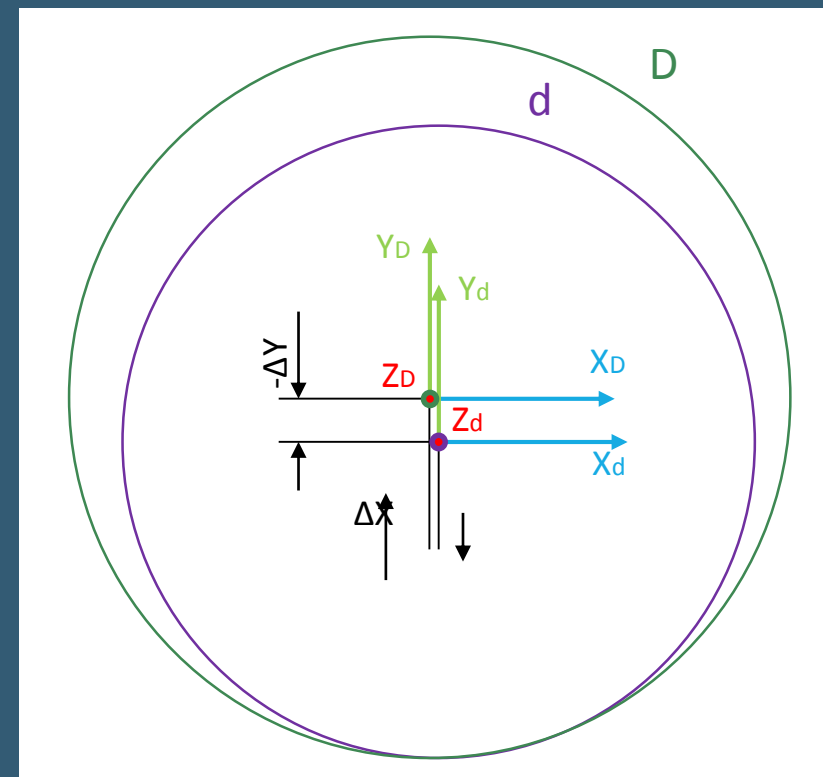
PRICHYTENIE VALCOVEJ PLOCHY NA ČIASTOČNÚ VALCOVÚ POLYGONÁLNU SIETĚ

VPLYV PARAMETROV REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

VPLYV CELISTVOSTI POLYGONÁLNEJ SIETE NA GEOMETRICKÉ PARAMETRE 3D CAD MODELU



GRAF ODCHÝLKY STREDU PRICHYTENEJ ČIASTOČNEJ VALCOVEJ PLOCHY NA POLYGONÁLNEJ SIETI VZHĽADOM NA NOMINÁLNU PLOCHU



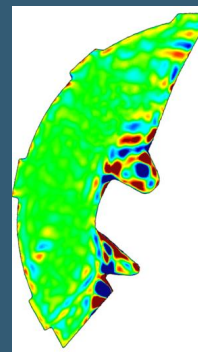
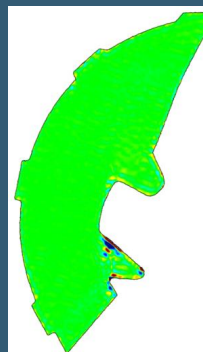
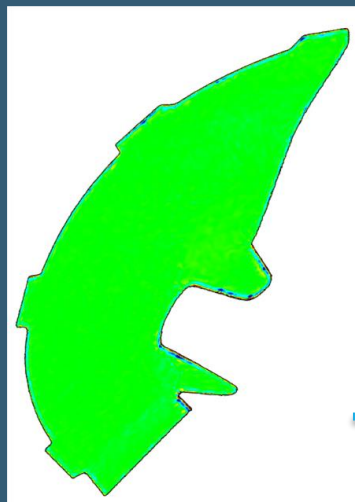
VZÁJOMNÁ POLOHA NOMINÁLNEJ VALCOVEJ PLOCHY „D“ S VALCOVOU PLOCHOU „d“ VYTVORENOU NA ČIASTOČNEJ POLYGONÁLNEJ SIETI S VÝSEKOM 15 °

NABALENÁ PLOCHA

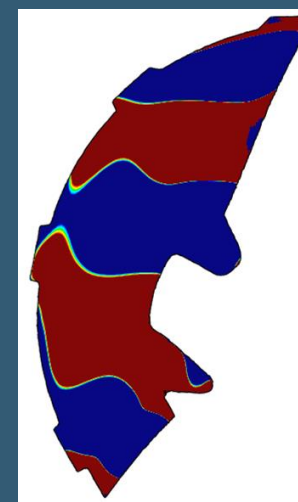
Počet kontaktných bodov



Počet kontaktných bodov 144
Veľkosť IGS súboru 32 MB



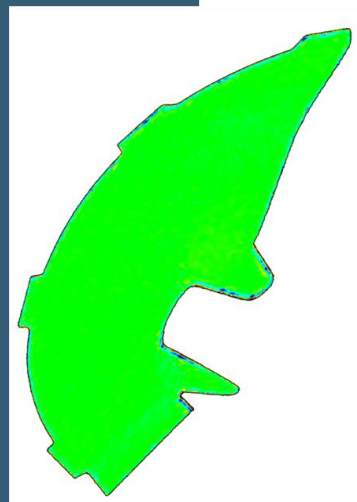
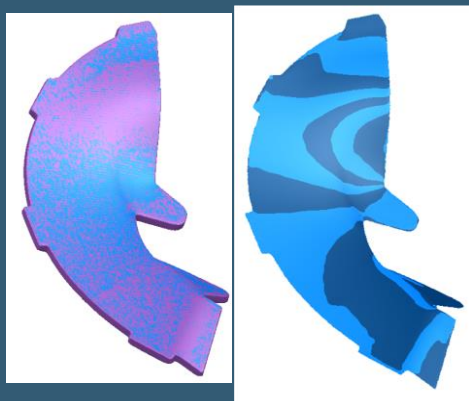
Zmena kontaktných bodov



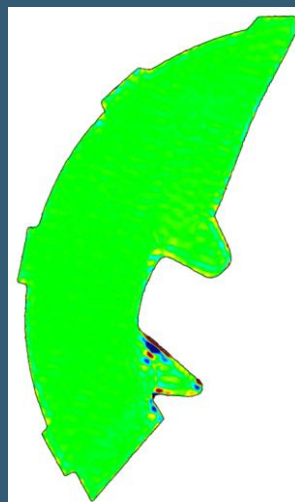
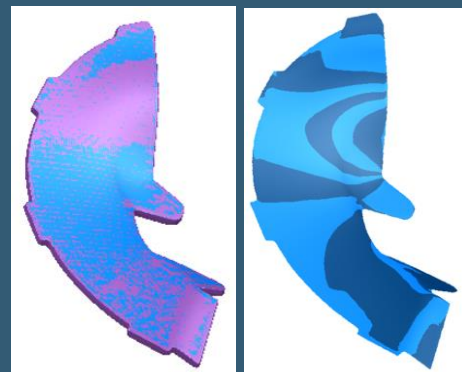
Počet kontaktných bodov 3
Veľkosť IGS súboru 352 kB

NABALENÁ PLOCHA

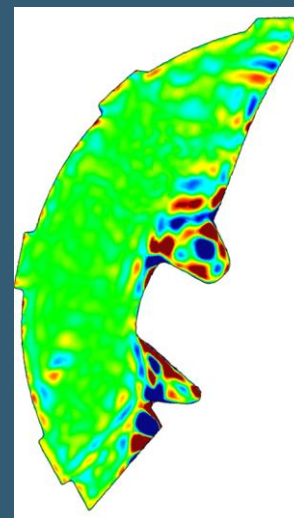
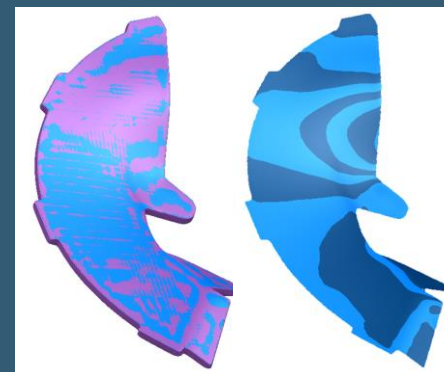
Počet kontaktných bodov



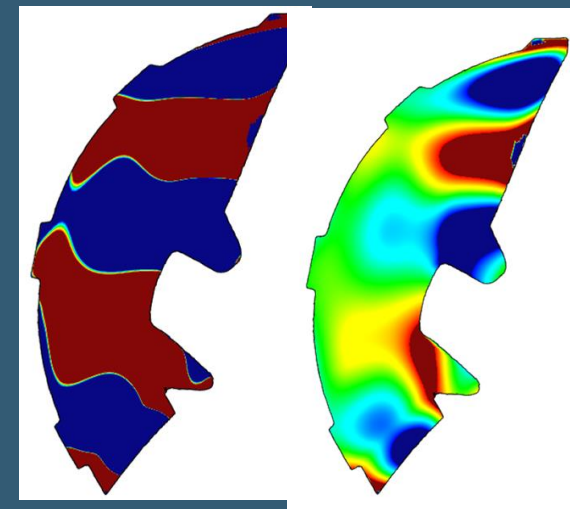
Počet kontaktných bodov 144
Veľkosť IGS súboru 32 MB



Počet kontaktných bodov 72
Veľkosť IGS súboru 659 kB



Počet kontaktných bodov 24
Veľkosť IGS súboru 388 kB



Počet kontaktných bodov 3
Veľkosť IGS súboru 352 kB



PRÍKLADY APLIKÁCIE REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA



- Priemysel,
- Umenie,
- Výskum,
- Strojárstvo.

PRÍKLADY APLIKÁCIE REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

PRIEMYSEL



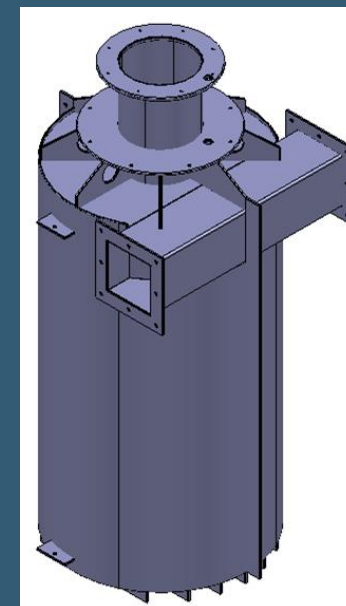
- Názov: Sušička pre sklené vlákno (zvarok)
- Zriadenie: TRITOP, ATOS II TRIPLESCAN,
- Softvér: ATOS Profesional v7.5, PowerShape, Fusion 360,
- Rozmery: 1488,5 mm; D698 mm,
- Výroba novej sušičky.



Reálna súčiastka



Polygonálny model



Zostava
(Objemový model)

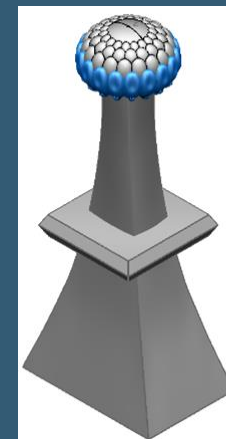
PRÍKLADY APLIKÁCIE REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

UMENIE

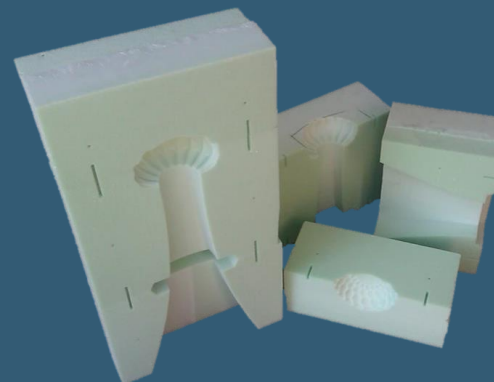
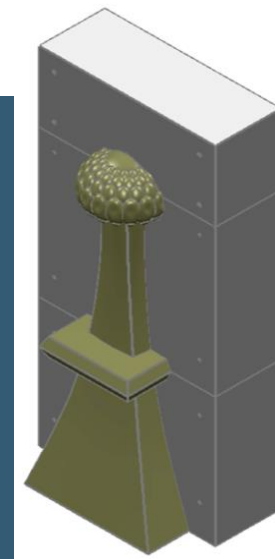
- Názov: Fiala
- Softvér: 3D StudioMax, CAD PowerShape, CAM Powermill,
- Zariadenie: DMG HSC 105 linear,
- Výška polygonálneho modelu: 28 mm,
- Výška fialy: 684 mm,
- Výroba formy pre odlievanie betónu.



Polygonálny model



Objemový model



Delená forma



Fiala na Dóme sv.
Martina

PRÍKLADY APLIKÁCIE REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

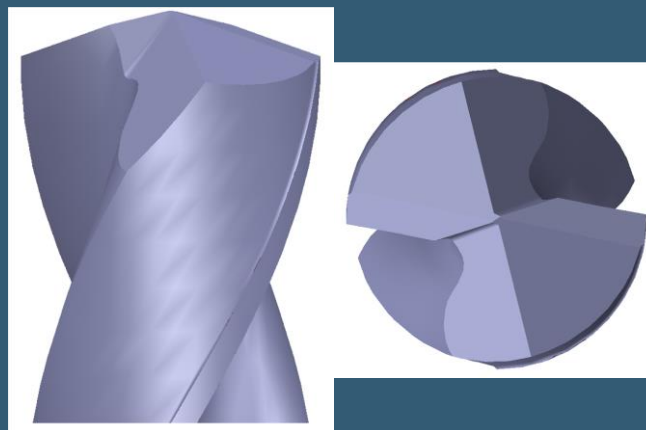
VÝSKUM



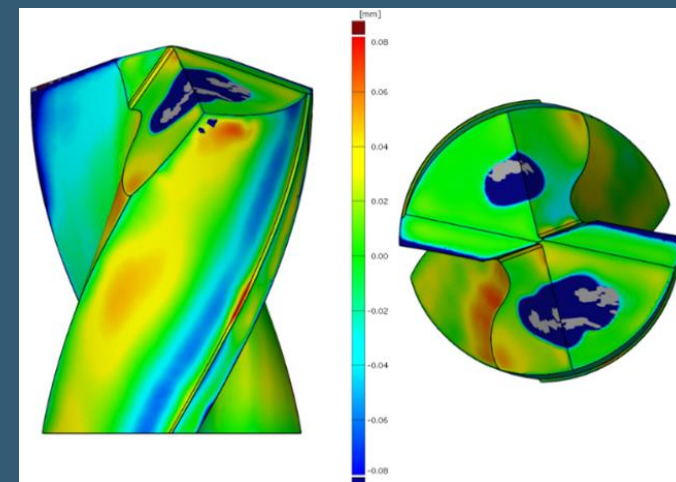
- Nástroj: 510-R-RT100U Gühring,
- Zariadenie: ATOS II TRIPLESCAN, MV170,
- Softvér: ATOS Profesional v7.5, PowerShape,
- Numerická simulácia procesu vrtania



Polygonálny model



Objemový model



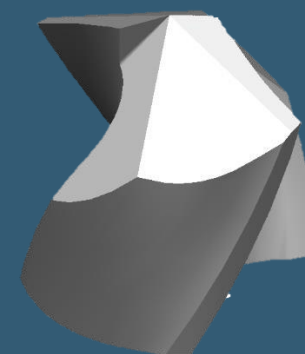
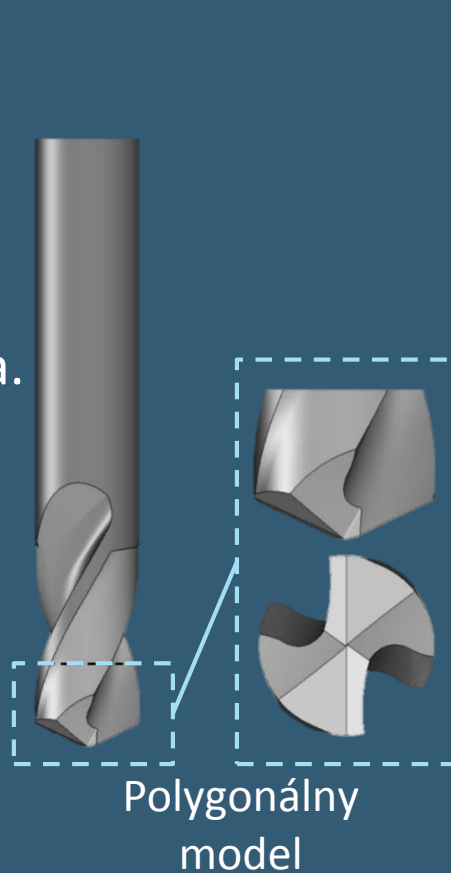
Farebná mapa odchýlok

PRÍKLADY APLIKÁCIE REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

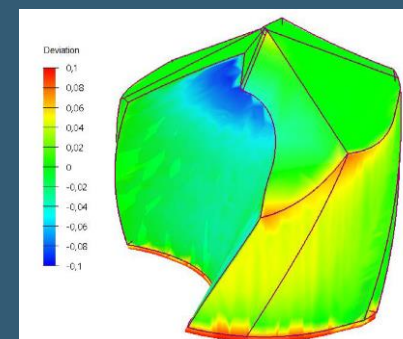
VÝSKUM



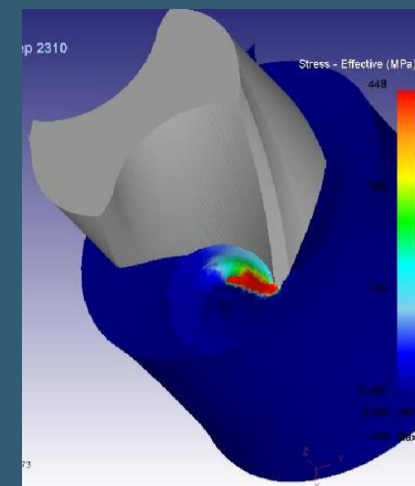
- Nástroj: Vrták
- Softvér CAD/CAM: NumrotoPlus,
- Softvér: PowerShape, Deform 3D,
- Numerická simulácia procesu vrtania.



Objemový model



Farebná mapa odchýlok



Numerická simulácia

PRÍKLADY APLIKÁCIE REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA

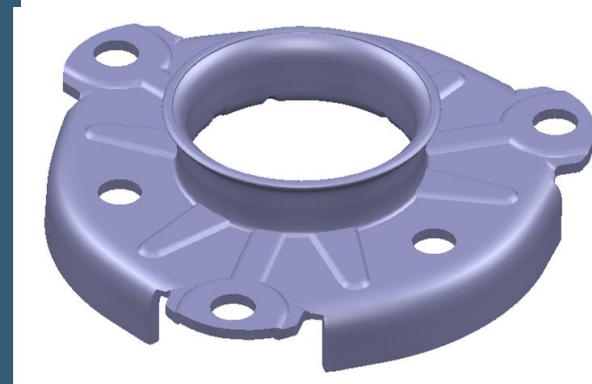
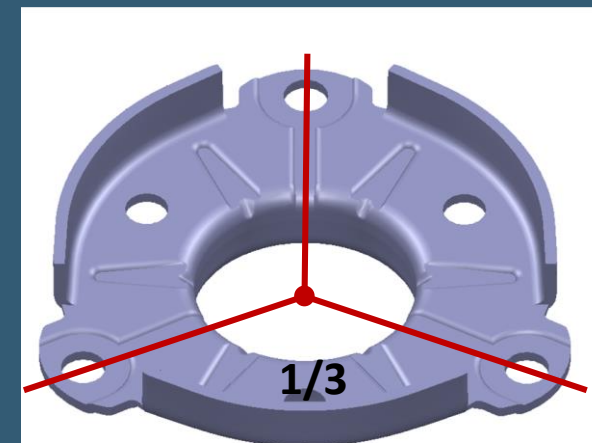
STROJÁRSTVO



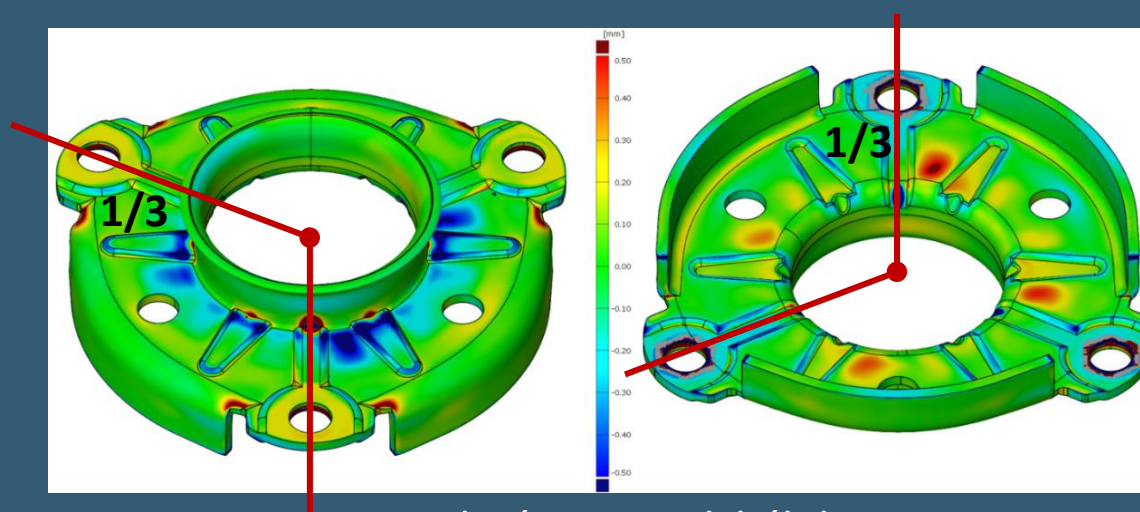
- Názov: Plechový výlisok
- Zariadenie: ATOS II TRIPLESCAN, MV320
- Softvér: ATOS INSPECT SUITE 2020, PowerShape,



Polygonálny model



Objemový model

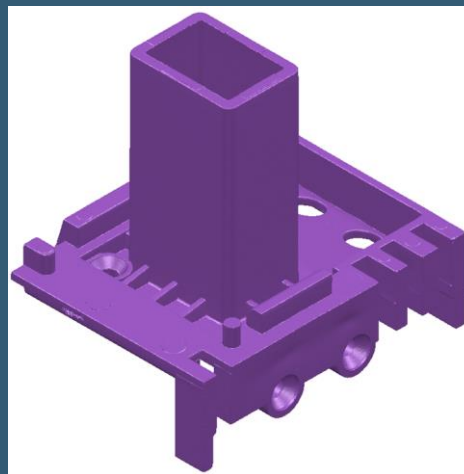


Farebná mapa odchýlok

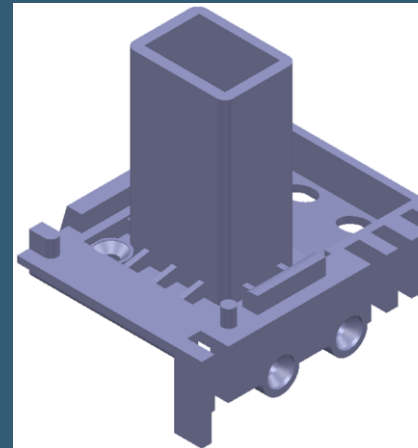
PRÍKLADY APLIKÁCIE REVERZNÉHO GEOMETRICKÉHO MODELOVANIA



- Názov: Plastový výlisok
- Zariadenie: Metrotom 1500,
- Softvér: ATOS INSPECT SUITE 2020, PowerShape,
- Počet bodov: 631 693,
- Veľkosť: cca. 74x74x70 mm,
- Veľkosť súboru: 692 547 kB, 154 372 kB, 61 691 kB,
- Výroba vstrekovacej formy.



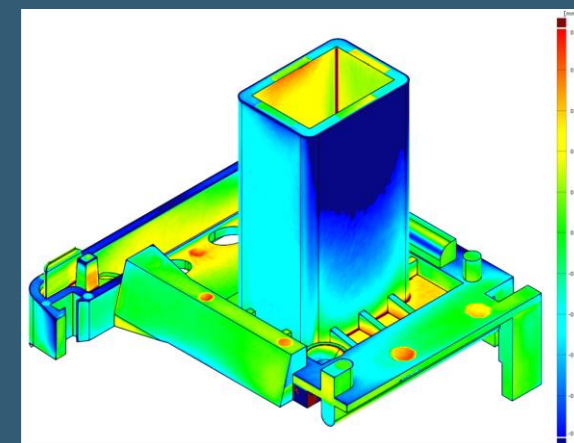
Polygonálny model



Objemový model



Reálna súčiastka



Farebná mapa odchýlok