



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ústav pro nanomateriály, pokročilé
technologie a inovace



LABORATOŘ PROTOTYPOVÝCH TECHNOLOGIÍ A PROCESŮ

prof. Ing. Přemysl Pokorný, CSc. | garant laboratoře
Ing. Jiří Šafka | 5.1.2012



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI





Obsah prezentace

- **Objet Connex 500**
- **Princip technologie PolyJet Matrix**
- **Využívané materiály**
- **Porovnání rychlosti tisku s technologií FDM**
- **Ukázka programu Objet Studio – definování materiálů**



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Vzdělávání a inovace
pro inovace



centrum
PRO NANOMATERIÁLY,
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE





Objet Connex 500

- První 3D tiskárna s možností dvoukomponentního tisku
- Možnost stavby dvou materiálů zároveň (PolyJet Matrix)
- Tisk 14 různých materiálů
- Využití až 48 kombinací digitálních materiálů
- Tloušťka vrstvy 16 nebo 30 μ m
- Pracovní prostor 500 × 400 × 200 mm



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND
REGIONÁLNÍ ROZVOJE
KDE DO VÁŠÍ BUDOUCNOSTI

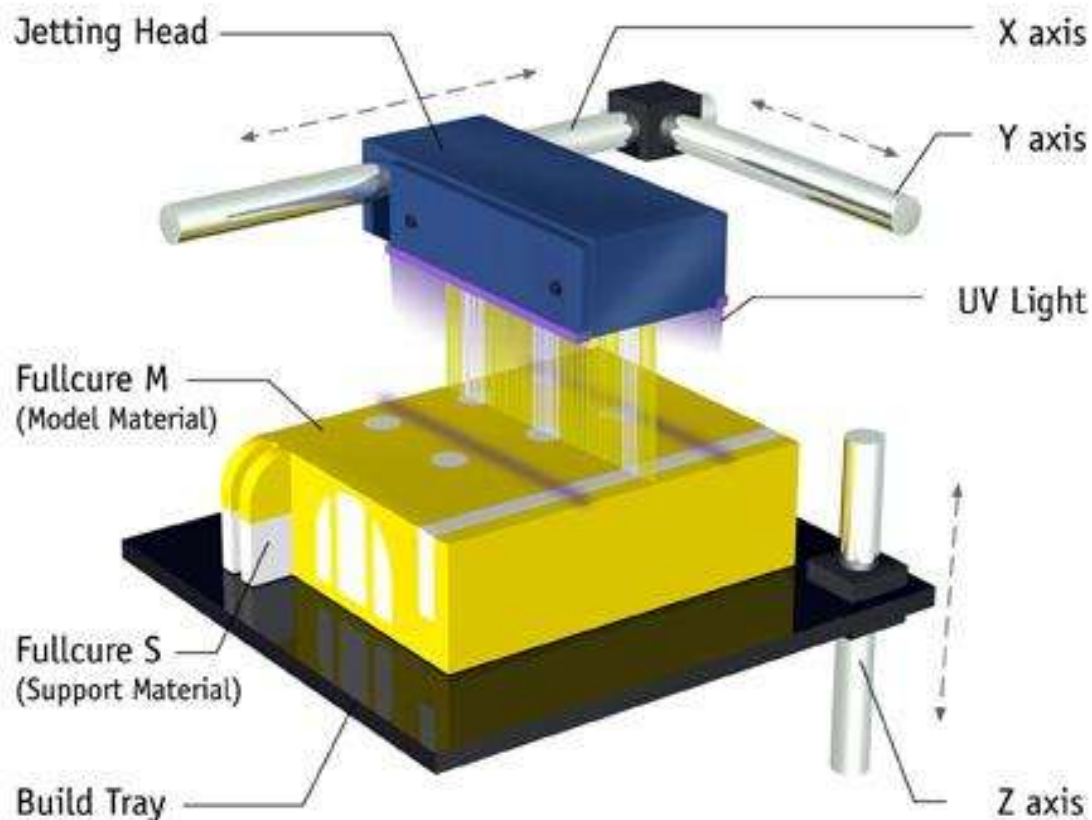


centrum
PRO NANOMATERIÁLY,
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE





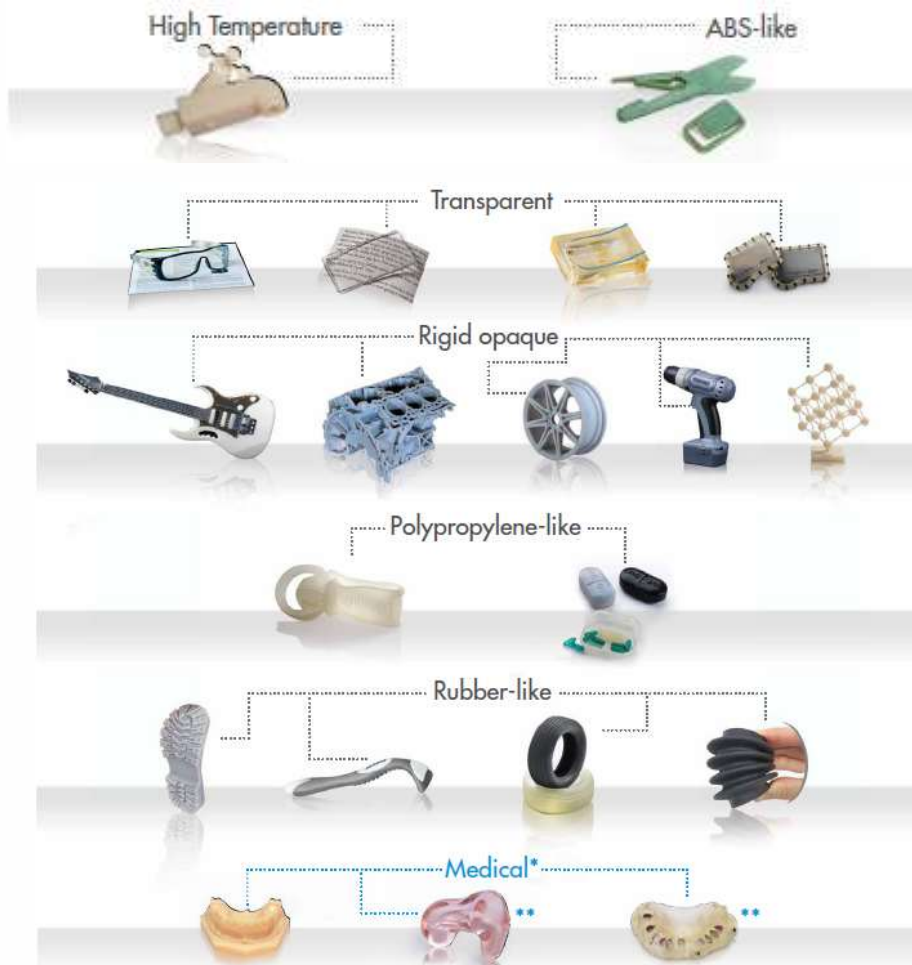
Princip 3D tiskárny



The Objet PolyJet Process



Materiály





Materiály

- Fullcure®720 - pevný, průhled
- VeroBlue – pevný, modrý
- VeroWhite – pevný, bílý
- VeroBlack – pevný, černý
- VeroGrey - pevný, šedý
- Fullcure®705 – podpůrný
- TangoBlack – flexibilní, černý
- TangoGrey – flexibilní, šedý
- TangoPlus – flexibilní, průhledný
- TangoBlackPlus – flexibilní, černý
- Durux White - pevný, bílý



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



centrum
PRO NANOBIOMATERIÁLY,
POKYROVÉ TECHNOLOGIE
A AKTIVITY





FullCure[®]720



■ Transparentní materiál

	ASTM	Units	Metric	Units	Imperial
Tensile strength	D-638-03	MPa	50-65	psi	7250-9450
Elongation at break	D-638-05	%	15-25	%	15-25
Modulus of elasticity	D-638-04	MPa	2000-3000	psi	290,000-435,000
Flexural Strength	D-790-03	MPa	80-110	psi	12000-16000
Flexural Modulus	D-790-04	MPa	2700-3300	psi	390,000-480,000
HDT, °C @ 0.45MPa	D-648-06	°C	45-50	°F	113-122
HDT, °C @ 1.82MPa	D-648-07	°C	45-50	°F	113-122
Izod Notched Impact	D-256-06	J/m	20-30	ft lb/inch	0.375-0.562
Water Absorption	D-570-98 24hr	%	1.5-2.2	%	1.5-2.2
Tg	DMA, E+	°C	48-50	°F	118-122
Shore Hardness (D)	Scale D	Scale D	83-86	Scale D	83-86
Rockwell Hardness	Scale M	Scale M	73-76	Scale M	73-76
Polymerized density	ASTM D792	g/cm3	1.18-1.19		
Ash content	USP281	%	0.01-0.02	%	0.01-0.02



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj
pro inovace



centrum
PRO NANOMATERIÁLY,
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE





Skupina - Vero®



VeroWhite



VeroBlue



VeroGray



VeroBlack

- Velmi pevný materiál
- Možnost barevných kombinací

	ASTM	Units	Metric	Units	Imperial
Tensile strength	D-638-03	MPa	50-65	psi	7250-9450
Elongation at break	D-638-05	%	10-25	%	10-25
Modulus of elasticity	D-638-04	MPa	2000-3000	psi	290,000-435,000
Flexural Strength	D-790-03	MPa	75-110	psi	11000-16000
Flexural Modulus	D-790-04	MPa	2200-3200	psi	320,000-465,000
HDT, °C @ 0.45MPa	D-648-06	°C	45-50	°F	113-122
HDT, °C @ 1.82MPa	D-648-07	°C	45-50	°F	113-122
Izod Notched Impact	D-256-06	J/m	20-30	ft lb/inch	0.375-0.562
Water Absorption	D-570-98 24hr	%	1.1-1.5	%	1.1-1.5
Tg	DMA, E _a	°C	52-54	°F	126-129
Shore Hardness (D)	Scale D	Scale D	83-86	Scale D	83-86
Rockwell Hardness	Scale M	Scale M	73-76	Scale M	73-76
Polymerized density	ASTM D792	g/cm ³	1.17-1.18		
Ash content VeroGray, VeroWhitePlus	USP281	%	0.23-0.26	%	0.23-0.26
Ash content VeroBlack	USP281	%	0.01-0.02	%	0.01-0.02



EVROPSKÁ UNIE
PROGRAM PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Vzdělávání a inovace
centrum
PRO NANOMATERIÁLY
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE





Skupina - Tango®



TangoBlack



TangoGray



TangoPlus



TangoPlusBlack

- Velmi pružný materiál
- Možnost barevných kombinací

	ASTM	Units	Metric	Units	Imperial
Tensile strength	D-412	MPa	0.8-1.5	psi	115-220
Elongation at break	D-412	%	170-220	%	170-220
Compressive set	D-395	%	4-5	%	4-5
Shore Hardness (A)	D-2240	Scale A	26-28	Scale A	26-28
Tensile Tear resistance	D-624	Kg/cm	2-4	Lb/in	18-22
Polymerized density	ASTM D792	g/cm ³	1.12-1.13		



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI

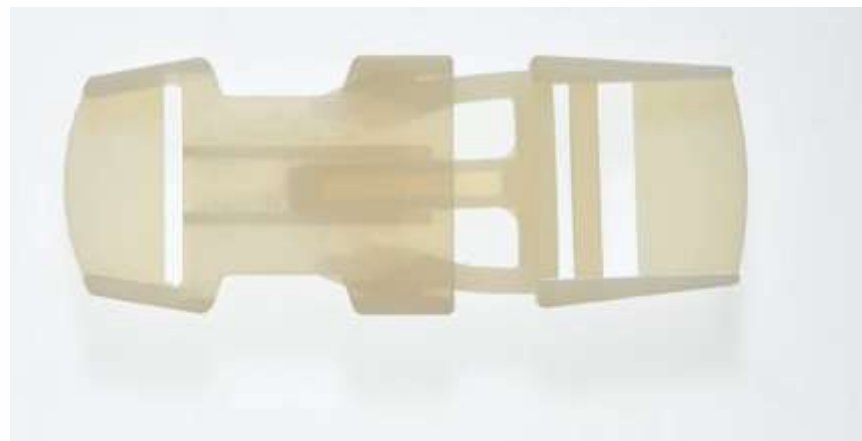


centrum
PRO NANOMATERIÁLY,
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE





Durux White



- pevný, bílý materiál

	ASTM	Units	Metric	Units	Imperial
Tensile strength	D-638-03	MPa	20-30	psi	2900-4350
Elongation at break	D-638-05	%	40-50	%	40-50
Modulus of elasticity	D-638-04	MPa	1000-1200	psi	145,000-175,000
Flexural Strength	D-790-03	MPa	30-40	psi	4350-5800
Flexural Modulus	D-790-04	MPa	1200-1600	psi	175,000-230,000
HDT, °C @ 0.45MPa	D-648-06	°C	37-42	°F	99-108
HDT, °C @ 1.82MPa	D-648-07	°C	32-34	°F	90-93
Izod Notched Impact	D-256-06	J/m	40-50	ft lb/inch	0.749-0.937
Water Absorption	D-570-98 24hr	%	1.5-1.9	%	1.5-1.9
Tg	DMA, E»	°C	35-37	°F	95-99
Shore Hardness (D)	Scale D	Scale D	74-78	Scale D	74-78
Rockwell Hardness	Scale M	Scale M	no data	Scale M	no data
Polymerized density	ASTM D792	g/cm3	1.15-1.17		
Ash content	USP281	%	0.10-0.12	%	0.1-0.12



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ FOND
 PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
 INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI

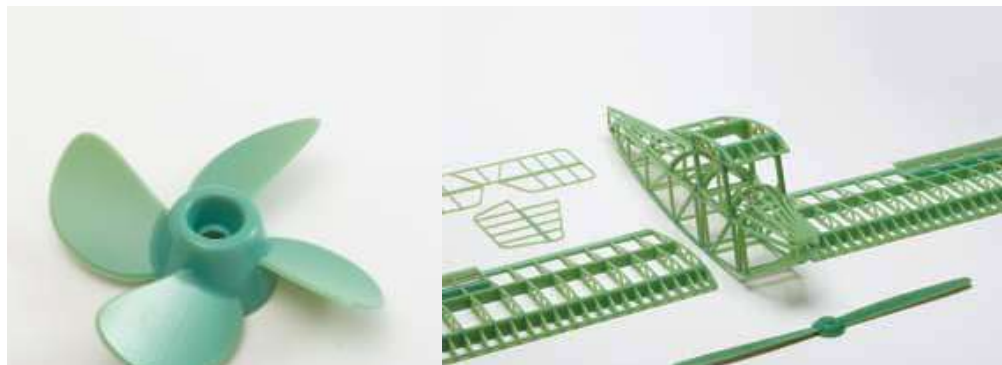


OP Vzdělávání a inovace





ABS like material (RGD515,535)



- vhodný pro funkční prototypy

	ASTM	Units	Metric	Units	Imperial
Tensile strength	D-638-03	MPa	55-60	psi	8000-8700
Elongation at break	D-638-05	MPa	25-40	psi	25-40
Modulus of elasticity	D-638-04	MPa	2600-3000	psi	375,000-435,000
Flexural Strength	D-790-03	MPa	65-75	psi	9,500-11,000
Flexural Modulus	D-790-04	MPa	1700-2200	psi	245,000-320,000
HDT, °C @ 0.45MPa	D-648-06	°C	58-68	°F	136-154
HDT, °C @ 0.45MPa after thermal post treatment procedure A	D-648-06	°C	82-90	°F	180-194
HDT, °C @ 0.45MPa after thermal post treatment procedure B	D-648-06	°C	92-95	°F	198-203
HDT, °C @ 1.82MPa	D-648-07	°C	51-55	°F	124-131
Izod Notched Impact	D-256-06	J/m	65-80	ft lb/inch	1.22-1.50
Tg	DMA, E*	°C	47-53	°F	117-127
Shore Hardness (D)	Scale D	Scale D	85-87	Scale D	85-87
Rockwell Hardness	Scale M	Scale M	67-69	Scale M	67-69



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
STICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Vzdělávání a inovace



centrum
pro nanomateriály,
pokročilé technologie
a inovace





High Temperature material (RGD525)



- vhodný pro tepelně
namáhané prototypy

	ASTM	Units	Metric	Units	Imperial
Tensile strength	D-638-03	MPa	70-80	psi	10,000-11,500
Elongation at break	D-638-05	%	10-15	%	10-15
Modulus of elasticity	D-638-04	MPa	3200-3500	psi	465,000-510,000
Flexural Strength	D-790-03	MPa	110-130	psi	16,000-19,000
Flexural Modulus	D-790-04	MPa	3100-3500	psi	450,000-510,000
HDT, °C @ 0.45MPa	D-648-06	°C	63-67	°F	145-163
HDT, °C @ 0.45MPa after thermal post treatment procedure A	D-648-06	°C	75-80	°F	167-176
HDT, °C @ 1.82MPa	D-648-07	°C	55-57	°F	131-135
Izod Notched Impact	D-256-06	J/m	14-16	ft lb/inch	0.262-0.300
Water Absorption, %	D-570-98 24hr	%	1.2-1.4	%	1.2-1.4
Tg	DMA, E _u	°C	62-65	°F	144-149
Shore D	Scale D	Scale D	87-88	Scale D	87-88
Rockwell Hardness	Scale M	Scale M	78-83	Scale M	78-83
Polymerized density	ASTM D792	g/cm ³	0.97-0.98		
Ash content	USP281	%	0.38-0.42	%	0.38-0.42



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Vzdělávání a inovace
centrum
PRO NANOMATERIÁLY,
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE

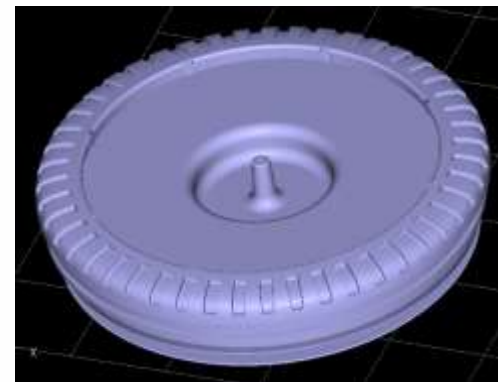
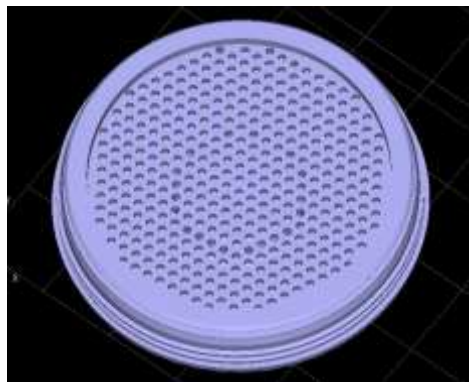




Porovnání rychlosti 3D tisku technologií FDM a PolyJet

Technologie vytlačování plastu (FDM) - stroj Stratasys Dimension,
 tloušťka vrstvy 0,25 mm, materiál ABS

Velikost modelu	Průměr [mm]	Výška
	114	24,7



Stavební materiál [g]	Podpurný materiál [g]	Doba stavby [hod.]
66,87	41,71	10:53



EVROPSKÁ UNIE

PARTNERSKÝ FOND
 PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
 INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj pro inovace



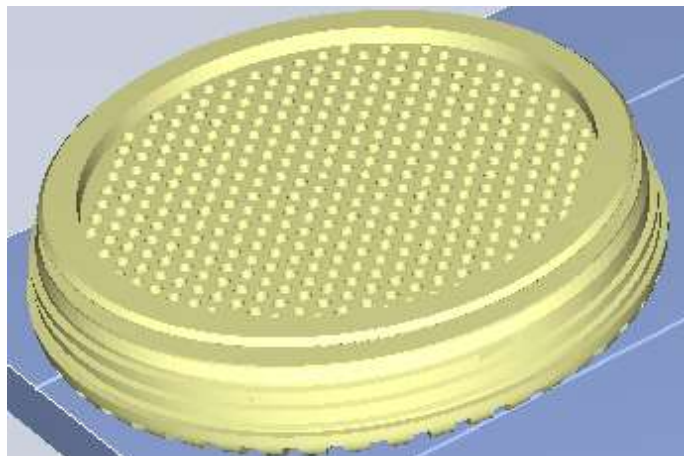
centrum
 PRO NANOMATERIÁLY,
 POKROČILÉ TECHNOLOGIE
 A INOVACE





Porovnání rychlosti 3D tisku technologií FDM a PolyJet

Technologie PolyJetMatrix, tloušťka vrstvy 0,03 mm, materiál Fullcure®720



Stavební materiál [g]	Podpůrný materiál [g]	Doba stavby [hod.]
157	181	2:06



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI

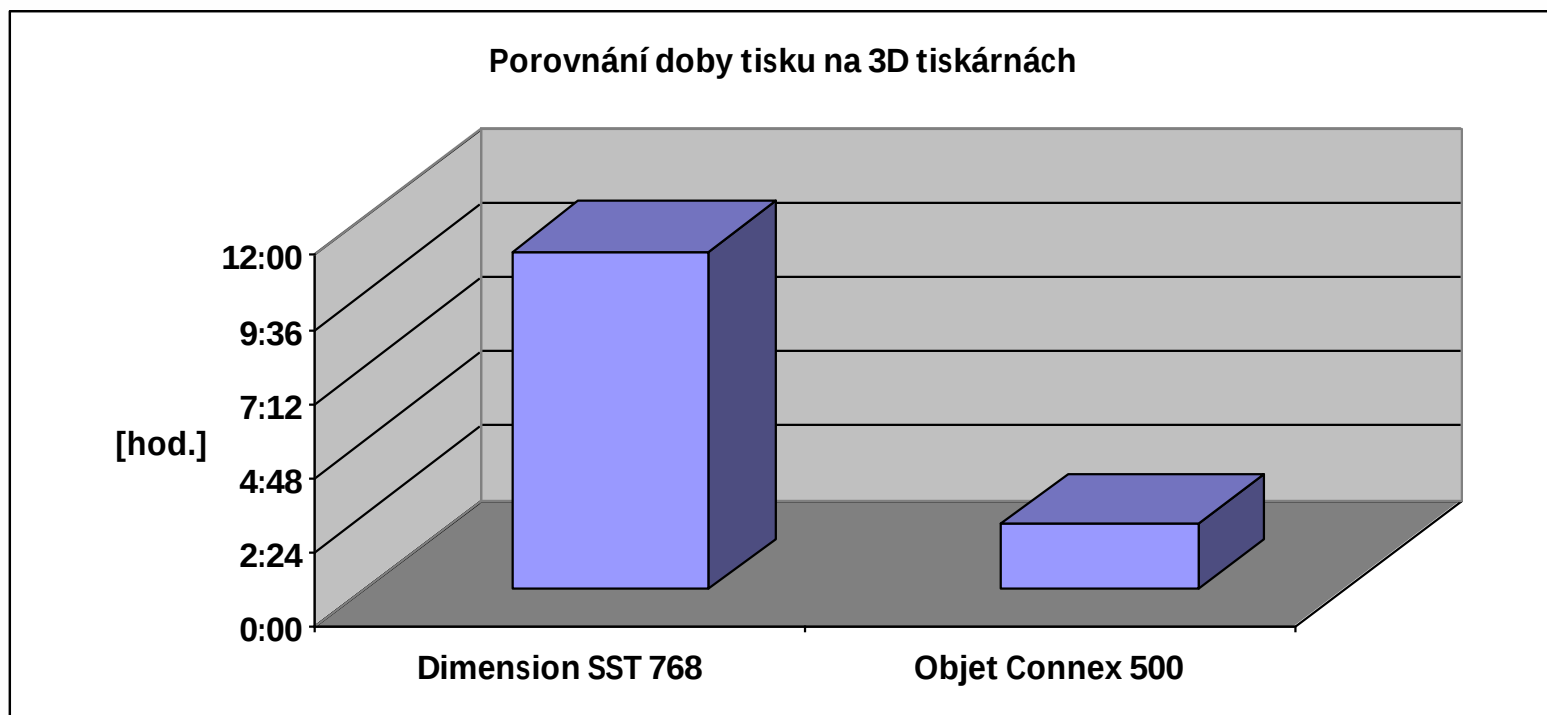


centrum
PRO NANO MATERIÁLY,
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE





Porovnání rychlosti 3D tisku technologií FDM a PolyJet

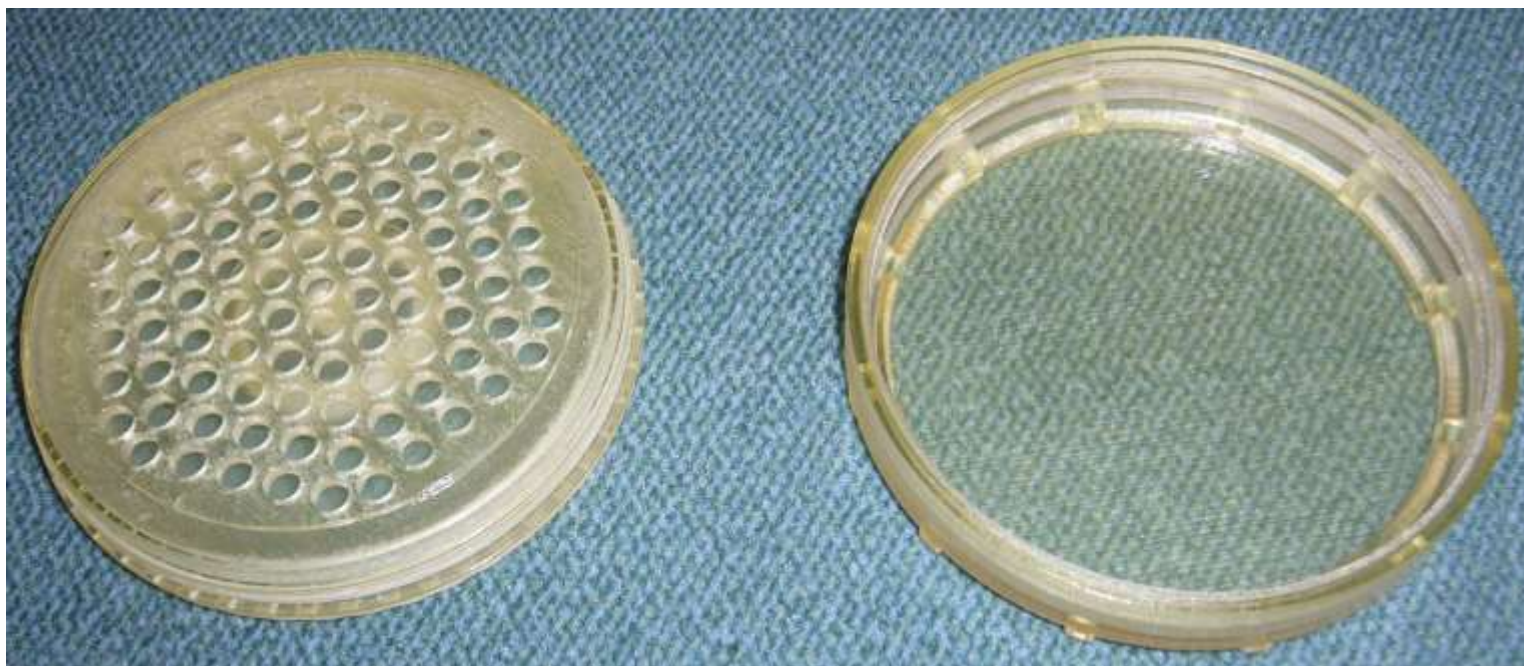


Rozdíl v časové náročnosti je již skoro 9 hod.





3D tisk technologií PolyJetMatrix



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj
pro inovace



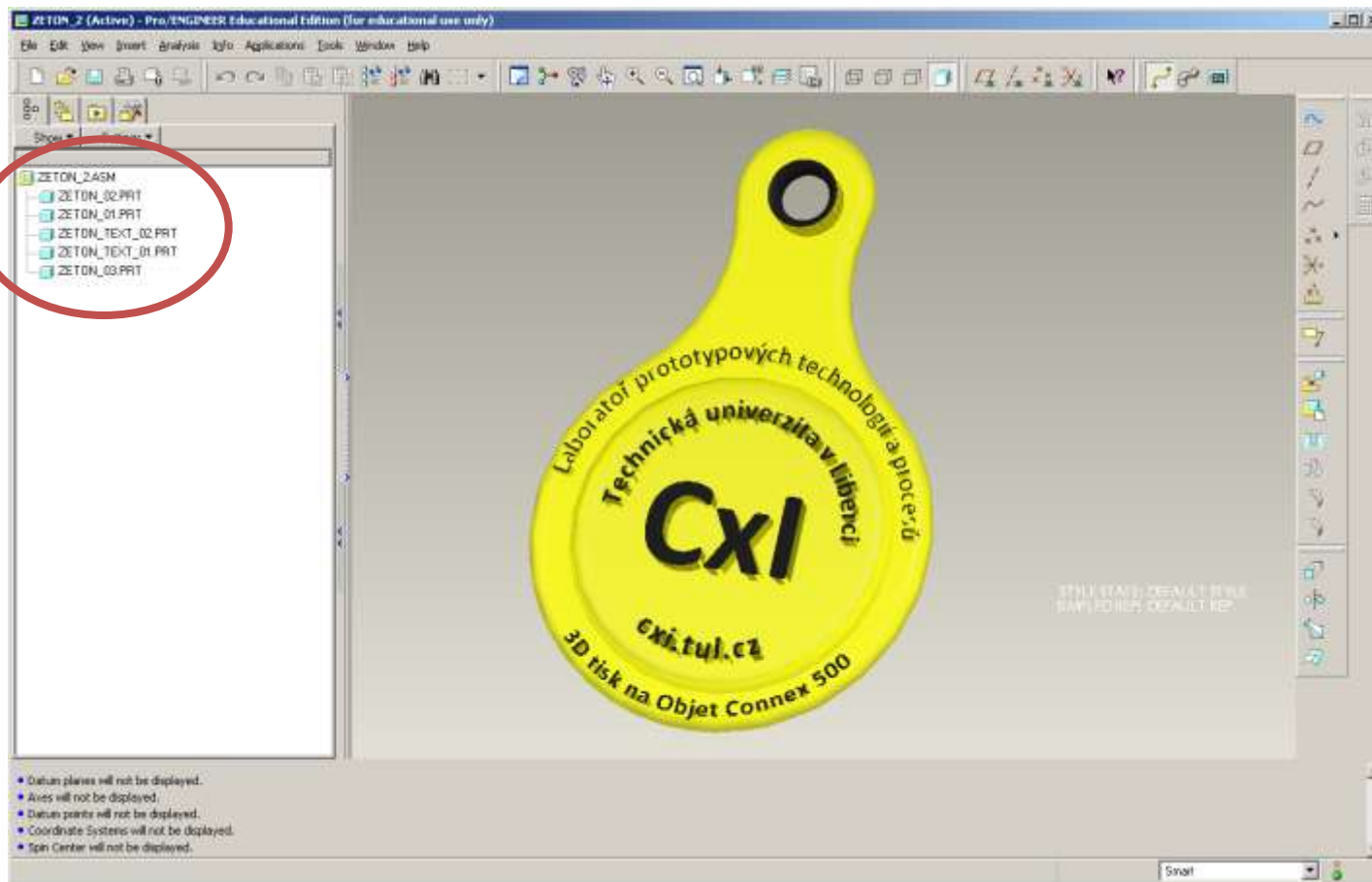
centrum
PRO NANOMATERIÁLY,
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE





Příprava dat pro vlastní 3D tisk

Sestava



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI

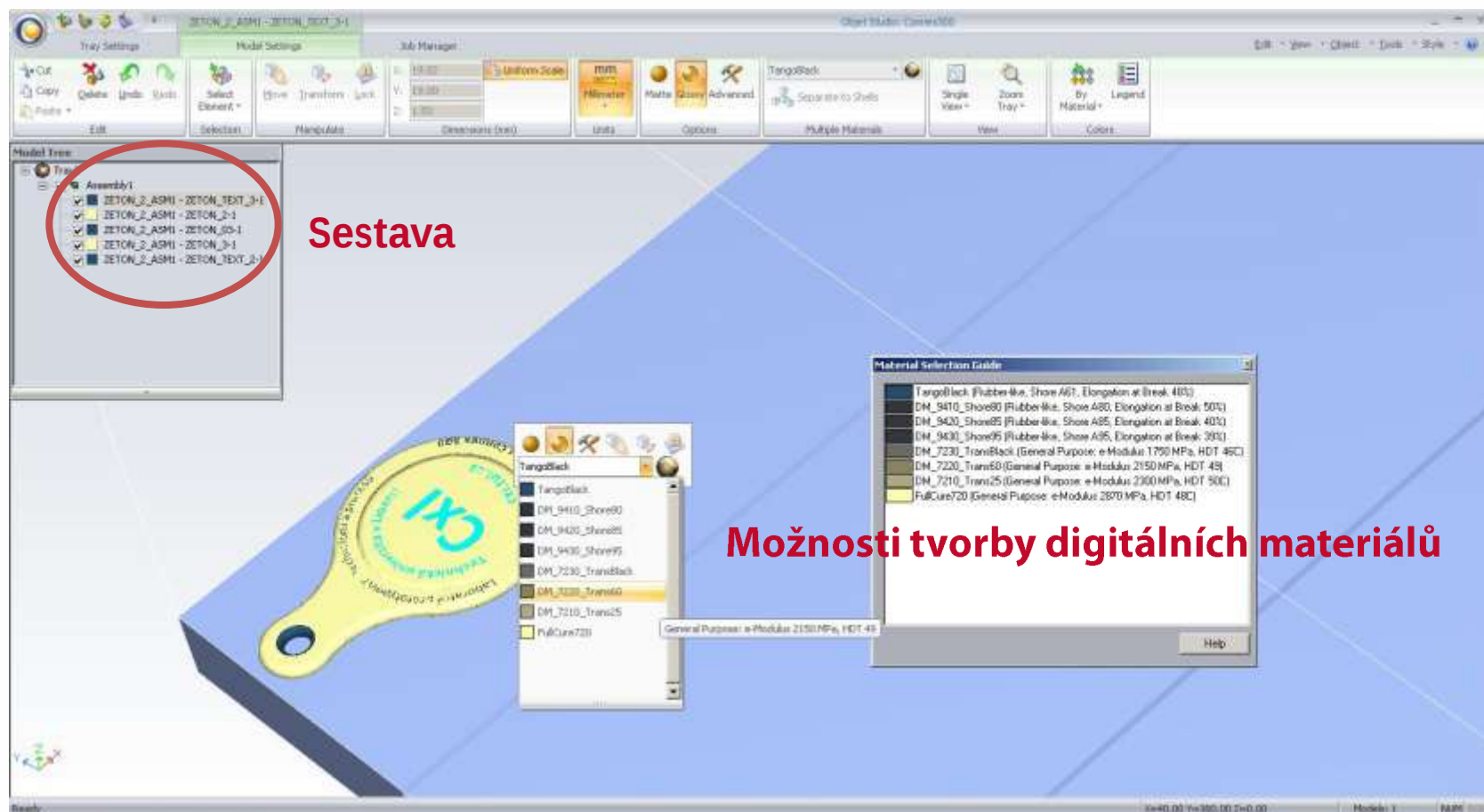


OP Výzkum a vývoj
pro inovace





Příprava dat pro vlastní 3D tisk

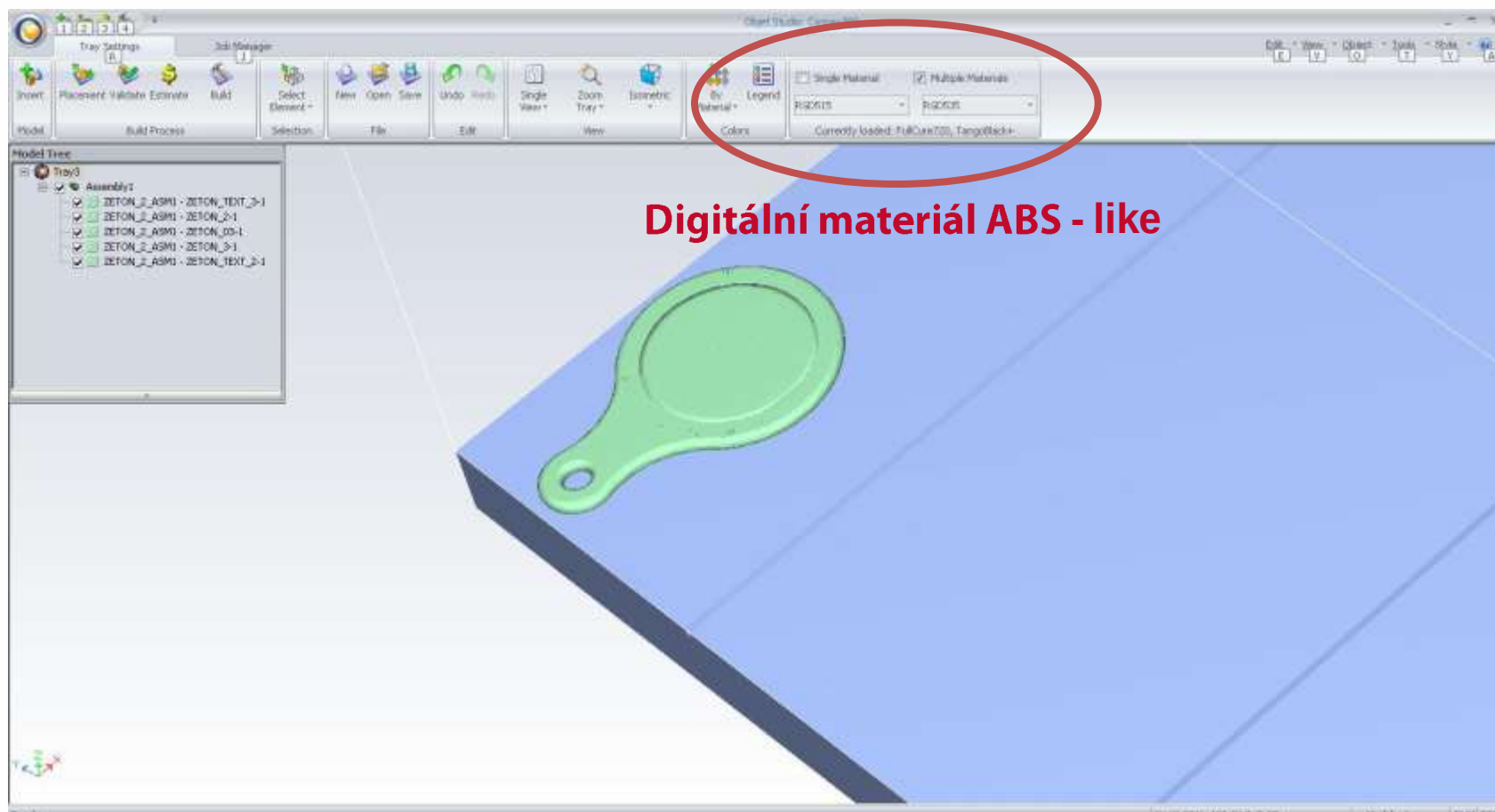


100



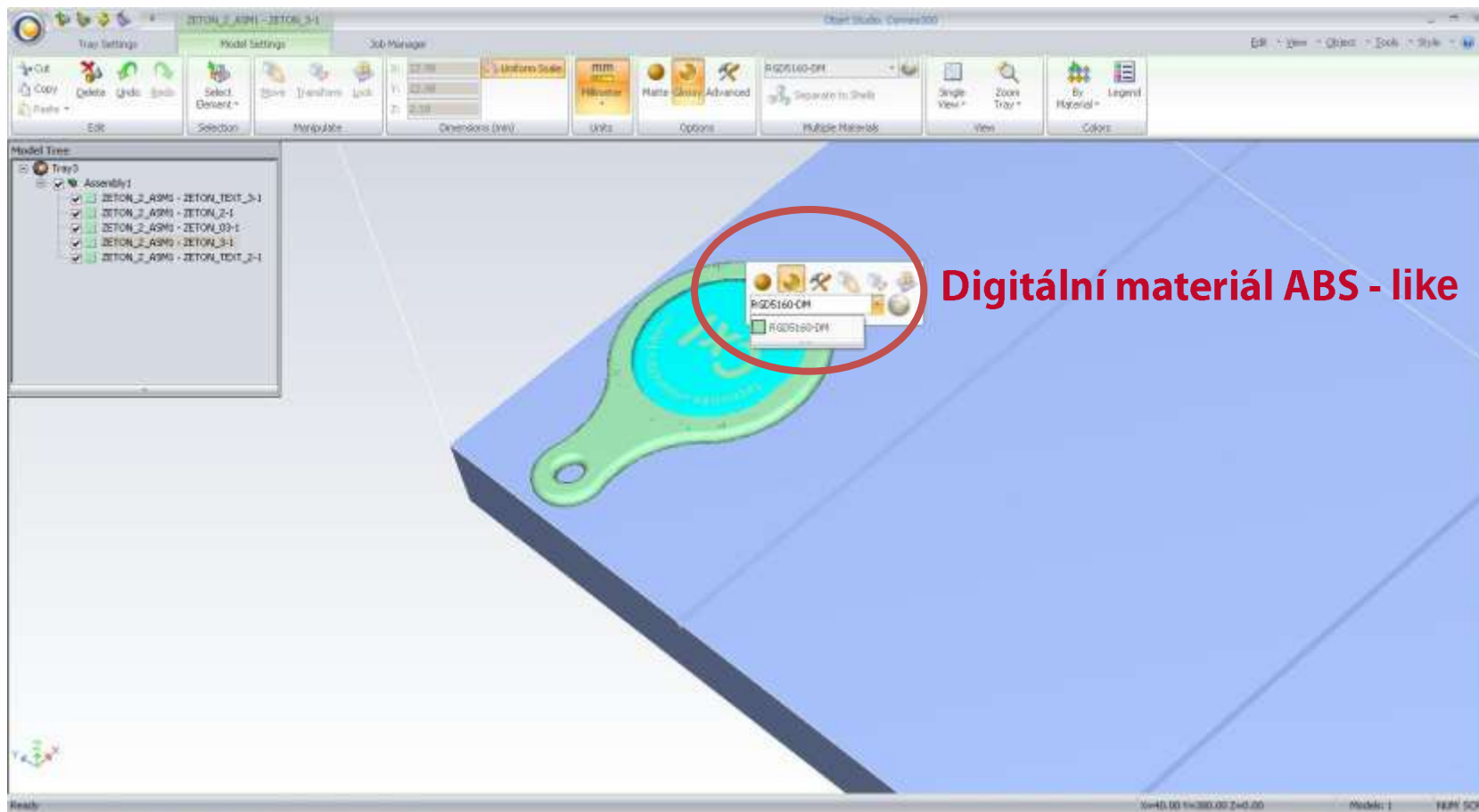


Příprava dat pro vlastní 3D tisk





Příprava dat pro vlastní 3D tisk



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj
pro inovace

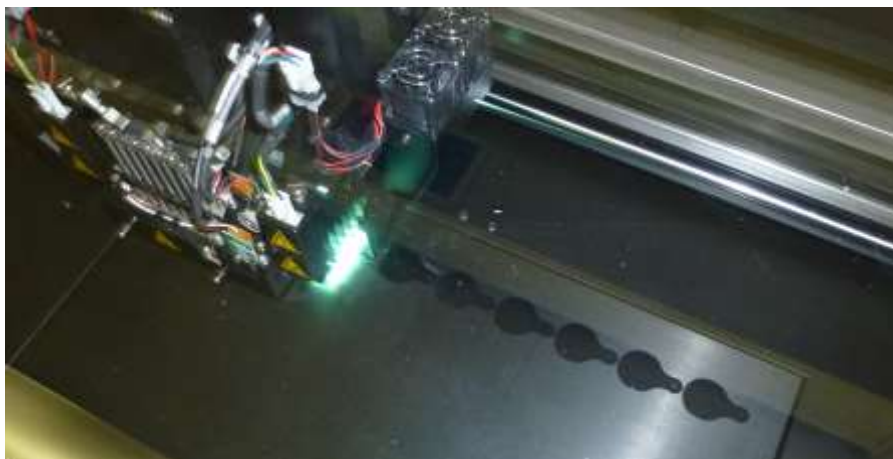


centrum
PRO NÁRODNÍ VÝZKUM
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE





3D tisk technologií PolyJetMatrix



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ FOND
 PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
 INOVACE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj pro inovace



centrum
 PRO NANOBIOMATERIÁLY,
 POKROČILÉ TECHNOLOGIE
 A INOVACE





Kontakt

prof. Ing. Přemysl Pokorný, CSc. | mail: premysl.pokorny@tul.cz

Ing. Jiří Šafka | mail: jiri.safka@tul.cz



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Věda a vývoj
pro inovace



centrum
PRO NANOMATERIÁLY,
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE

