

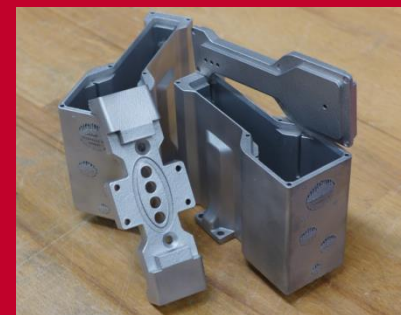
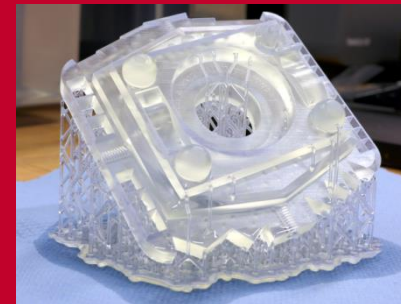


TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Centre for Nanomaterials, Advanced
Technologies and Innovation ■



Laboratoř prototypových technologií a procesů

Sériová výroba dílů z materiálu PA12 s využitím aditivní technologie JetFusion HP 4200



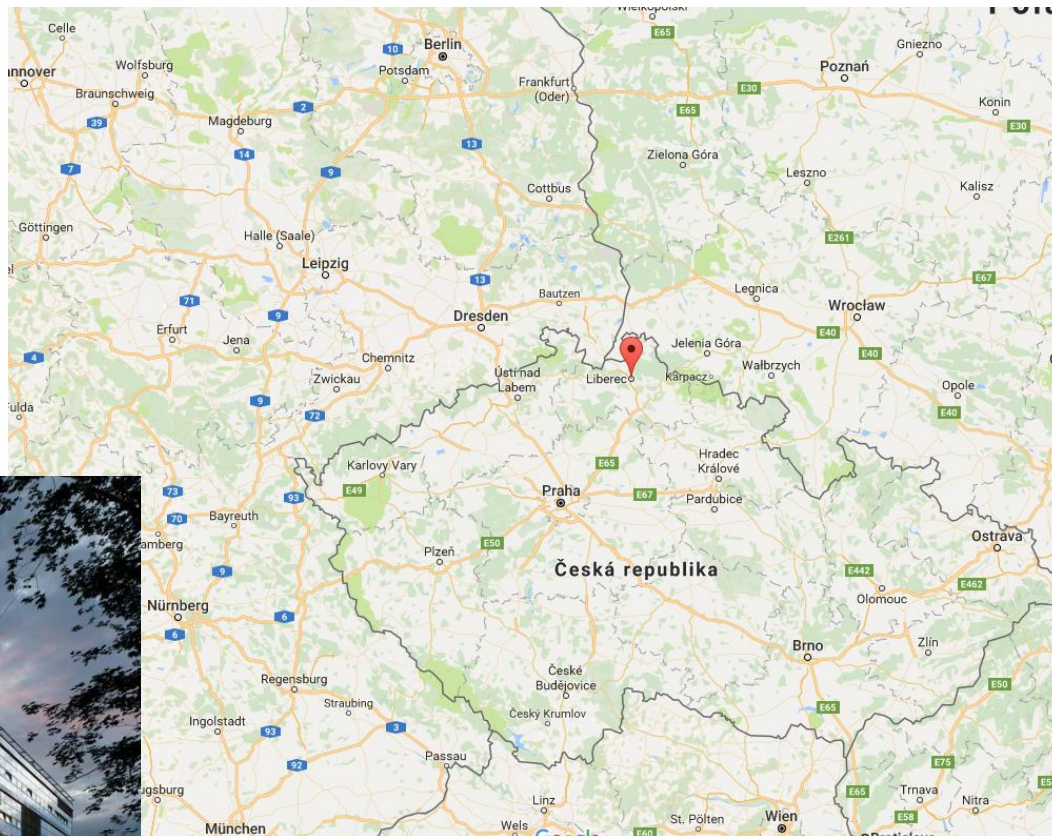
Představení LPP na TU v Liberci



Umístění laboratoře

Ústav pro nanomateriály,
pokročilé technologie a
inovace

Bendlova 1409/7
460 01 Liberec 1
Česká republika



Organizační schéma

Oddělení průmyslových technologií

Vedoucí: Ing. Jiří Bobek, Ph.D.

Laboratoř prototypových technologií a procesů

Ing. Jiří Šafka, Ph.D., Ing. Michal Ackermann, Ph.D.,
Bc. Jakub Macháček, Bc. Filip Věle

Laboratoř progresivních strojírenských technologií

Ing. Jiří Bobek, Ph.D., Ing. Martin Seidl, Ph.D.

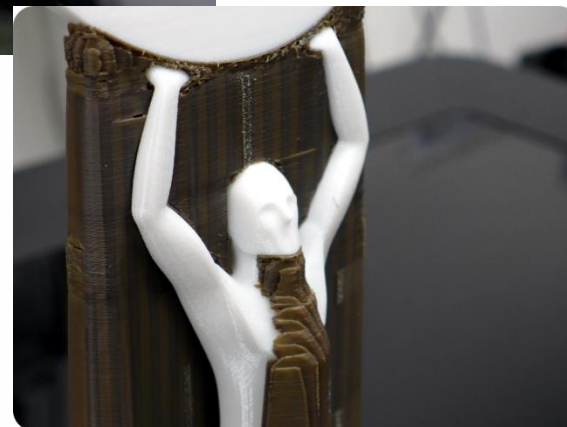
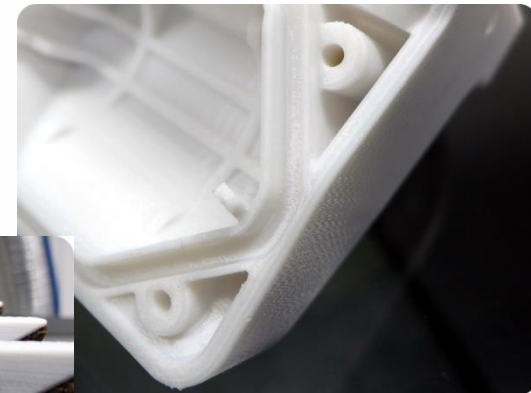
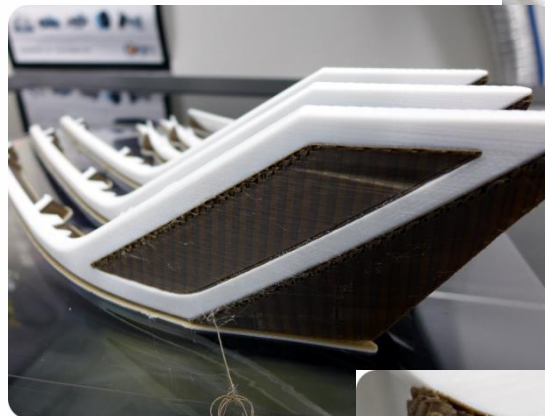


Přístrojové vybavení laboratoře



Vybavení laboratoře

FDM technologie | Fortus 450mc (Stratasys Ltd.)



Vybavení laboratoře

FDM technologie | Fortus 450mc (Stratasys Ltd.)

Stavební prostor: 406 x 355 x 406 mm

Tloušťky vrstev: 0,127 – 0,330 mm v závislosti na typu materiálu

Materiály:

ABS-M30	
ABS-M30i	Biokompatibilní materiál
ABS-ESD7	Antistatický materiál
ASA	UV stabilní materiál
PC, PC-ABS	
PC-ISO	Biokompatibilní materiál
Nylon 12	
ULTEM 1010	Vysokopevnostní materiál
ULTEM 9085	



Výzkum v oblasti polymerních materiálů

- Výzkum a implementace pokročilých plniv do výroby tiskových materiálů pro technologii FFF, FDM
- Syntetická či biodegradabilní primární složka
- Návrh materiálu s požadovanými specifickými vlastnostmi (mechanické vlastnosti, chemická odolnost, atd..)

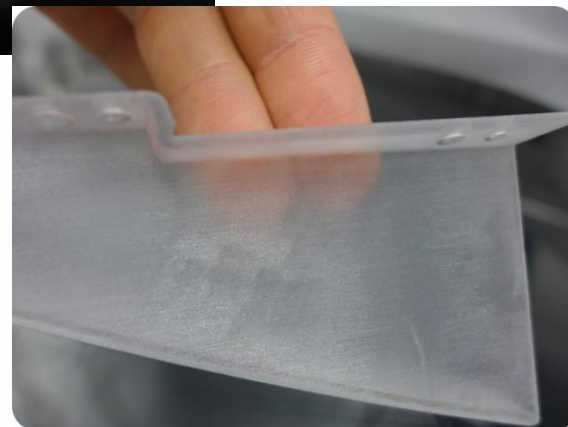


Vývoj podpořen projektem TAČR EPSILON (TH02020424) – Implementace pokročilých plniv do výroby extrudovaných kompozitních profilů využívaných progresivními aditivními technologiemi v oblasti 3D



Vybavení laboratoře

Technologie Polyjet | Objet 500 Connex1 (Stratasys Ltd.)



Vybavení laboratoře

Technologie Polyjet | Objet 500 Connex1 (Stratasys Ltd.)

Stavební prostor: 500 x 400 x 200 mm

Tloušťky vrstev: 16 nebo 30 μm

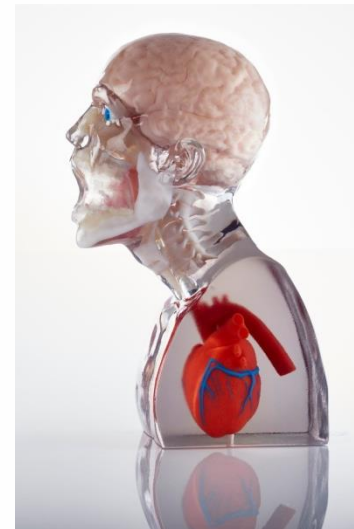
Skupiny materiálů:

- Material ABS like
- Pryž - Tango materiál
- Čiré materiály
- Tvrdé materiály, podobné PA
- Pružné materiály od Shore 27A do 95A
- Bio kompatibilní materiály – stomatologie, medicína



Vybavení laboratoře

Technologie Polyjet | Objet J750 (Stratasys Ltd.)



Vybavení laboratoře

Technologie Polyjet | Objet J750 (Stratasys Ltd.)

Stavební prostor: 500 x 400 x 200 mm

Tloušťky vrstev: 14 nebo 28 μm

Skupiny materiálů: Kompletní plně barevný 3D tisk
Kombinace ABS like + Pryž (Tango nebo Agilus)
Číré materiály
Tvrdé materiály, podobné PA
Pružné materiály od Shore 27A do 95A
Bio kompatibilní materiály – stomatologie, medicína



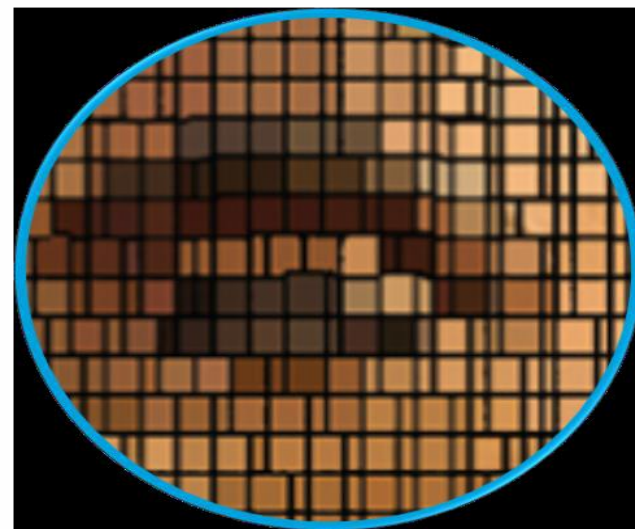
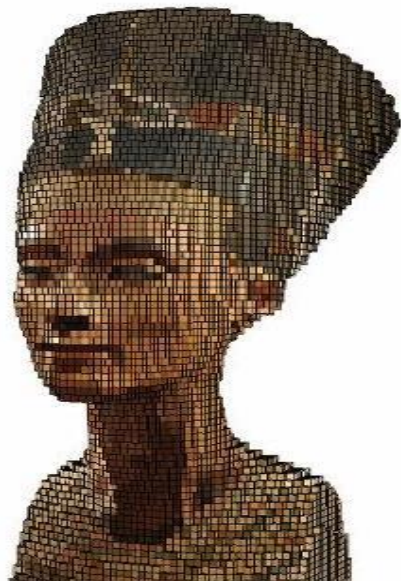
Výzkum v oblasti foto - polymerních materiálů

- Příměsi do základních materiálů
- keramika, kovy, atd.
- Kontrastní podpurný materiál



VoxelPrint - GrabCad

VoxelPrint - GrabCad



Vybavení laboratoře

VoxelPrint - GrabCad

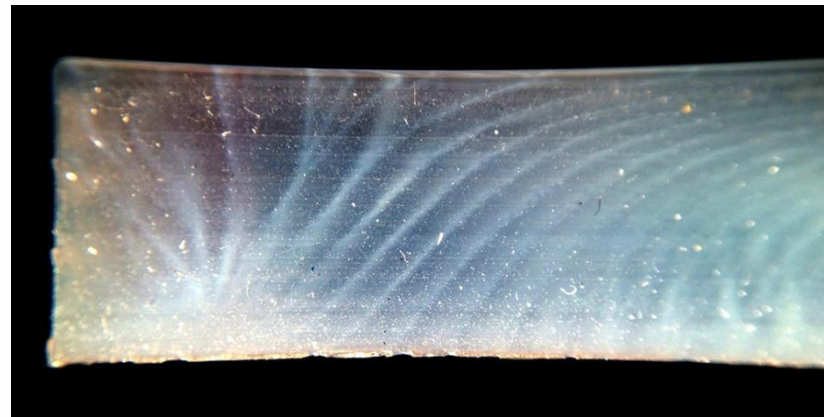
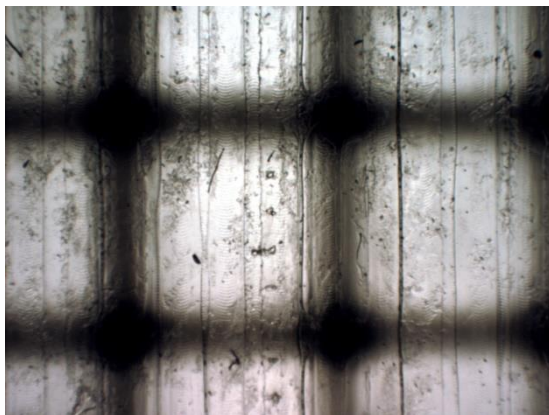
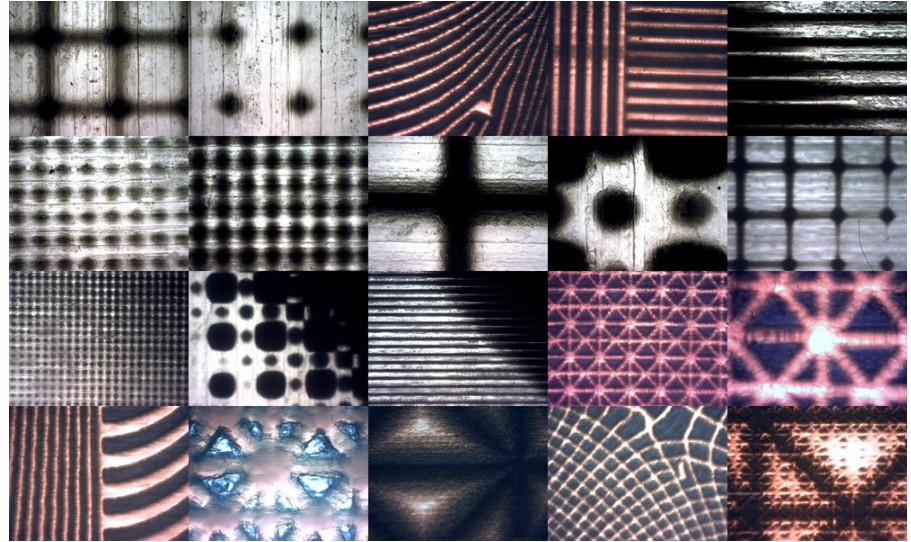
nové (meta)materiály:

- auxetické struktury
- materiály s proměnnými optickými vlastnostmi

materiály šité na 'míru':

- progresivní struktury
- adaptivní materiály

smart materiály



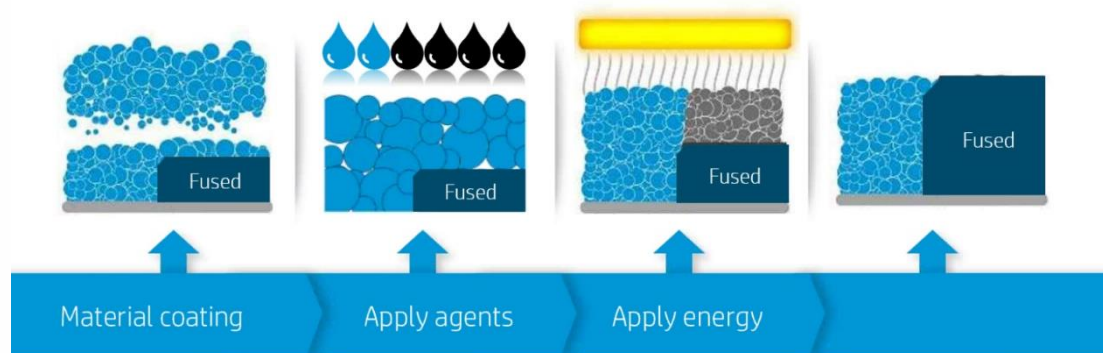
- Source: <http://www.monolith.zone/gallery/#videos>



Vybavení laboratoře



Technologie JetFusion | HP 4200 (Hewlett-Packard)



Source: <https://www.hp.com>



Vybavení laboratoře



Technologie JetFusion | HP 4200 (Hewlett-Packard)

Build envelope: 380 x 284 x 380 mm

Layer thicknesses: Volitelně v rozmezí 70 – 80 μm

Materials: Polyamid 12 PA12, PA12GB
Polyamid 11 PA 11

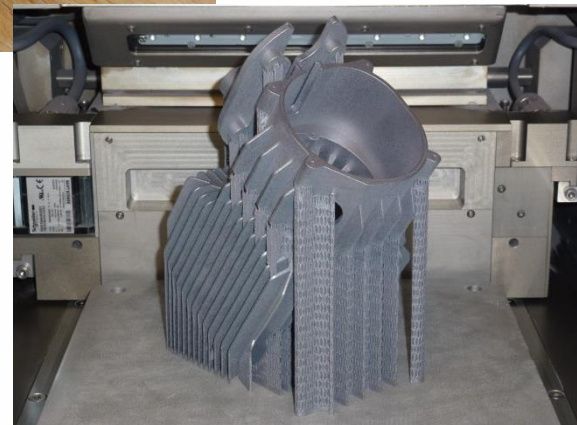
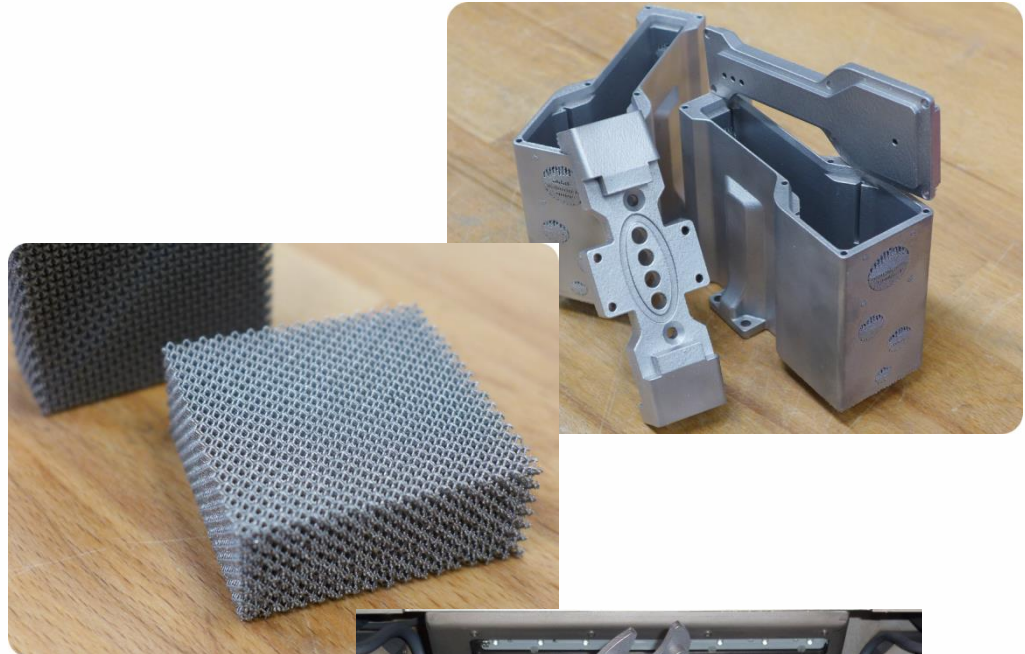


Source: <https://www.3dees.cz/blog/270-prvni-instalace-3d-tiskarny-hp-jet-fusion-v-cesku>



Vybavení laboratoře

Technologie SLM | SLM 280^{HL} (SLM Solutions AG)



Vybavení laboratoře

Technologie SLM | SLM 280^{HL} (SLM Solutions AG)

Stavební prostor: 280 x 280 x 365 mm

Tloušťky vrstev: Volitelně v rozmezí 25 – 75 μm

Dostupné materiály:	Titanové slitiny	Ti6Al4V, Ti6Al7Nb
	Nerezové oceli	1.4404 (316L), 1.4540 (15-5PH), 17-4PH
	Nástrojové oceli	1.2344 (H13), 1.2709
	Hliníkové slitiny	AlSi12, AlSi10Mg, AlSi9Cu32
	Co-Cr	
	Slitiny niklu	Inconel 718, 625 a 939, Hastelloy X



Vybavení laboratoře

Hydraulické zařízení pro cyklické testy | INOVA GmbH



Přístroj je vybaven lineárním a torzním hydraulickým válcem, které mohou pracovat individuálně nebo vytvořit kombinované namáhání tah/tlak - krut

Fyzické limity stroje:

Maximální síla:	± 100 kN
Maximální kroutící moment:	± 200 Nm
Lineární posuv:	± 50 mm
Natočení:	$\pm 45^\circ$
Maximální frekvence zatěžování:	100 Hz



Sériová výroba dílů z materiálu PA12 s využitím aditivní technologie JetFusion HP 4200



Technologie HP Multi Jet Fusion



3D tiskárna



Source: <https://www.hp.com>

Procesní jednotka



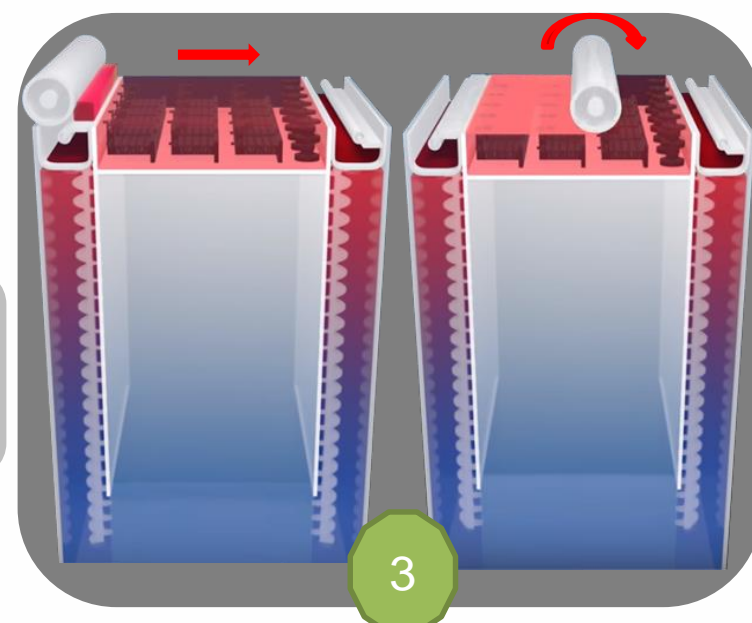
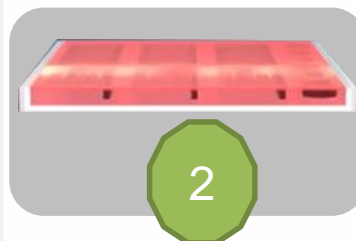
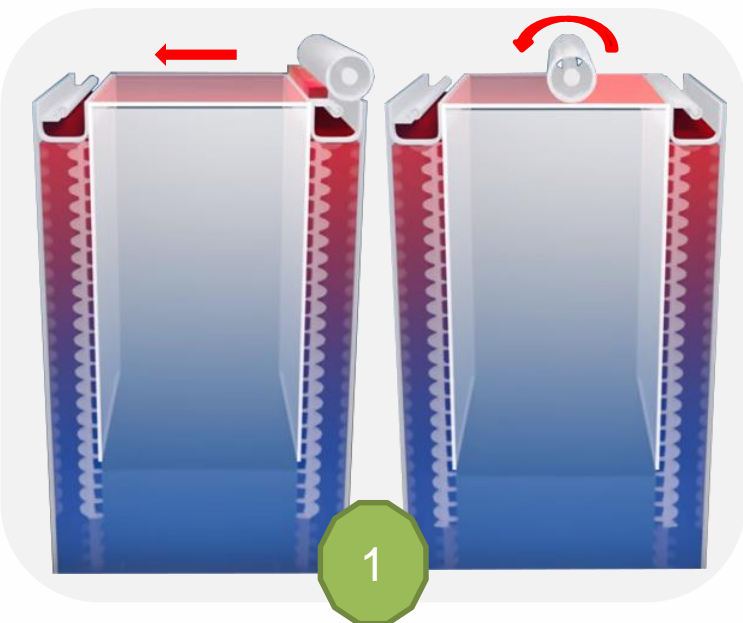
Stavební jednotka



Princip technologie HP Multi Jet Fusion



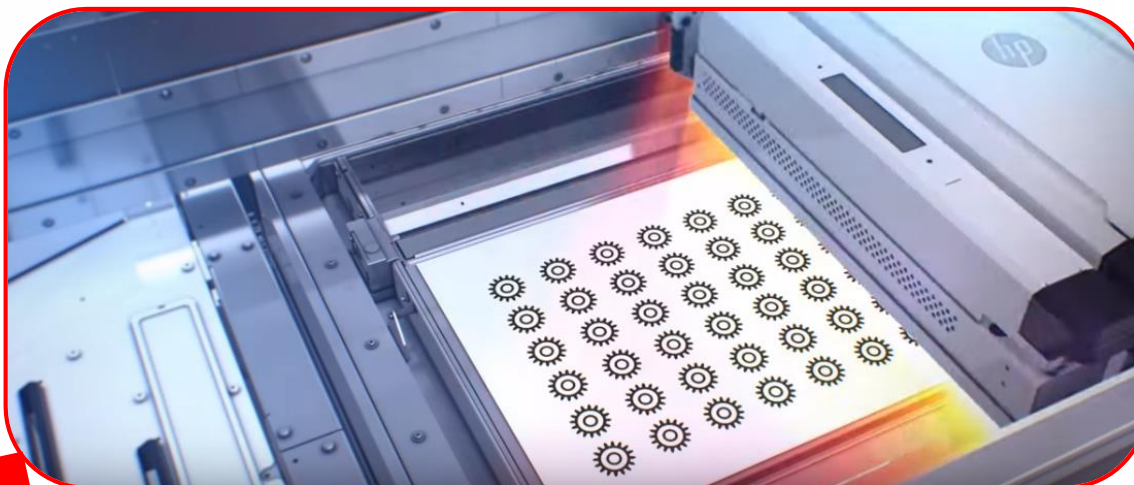
Source: <https://www.hp.com>



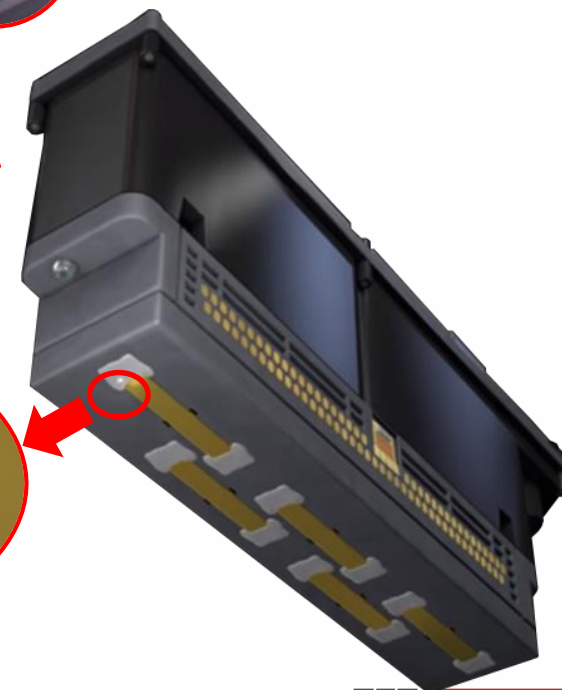
Princip technologie HP Multi Jet Fusion



Source: <https://www.hp.com>



Tisková jednotka - 3 tiskové hlavy
15 matric
až 300 mio. kapek / s



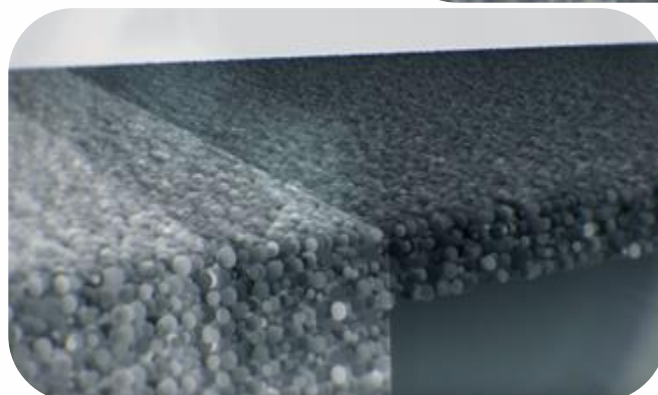
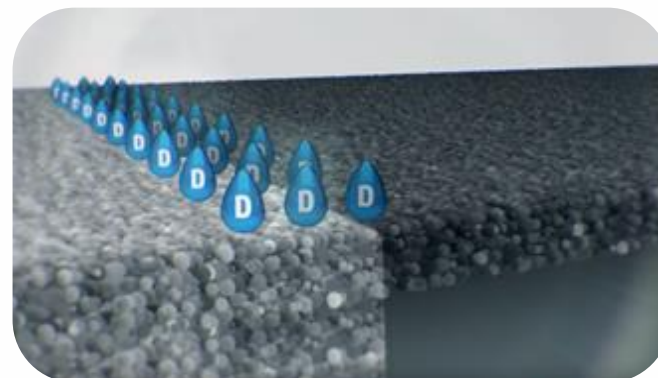
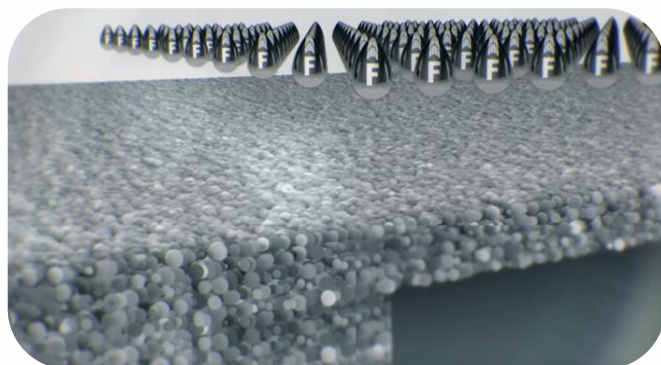
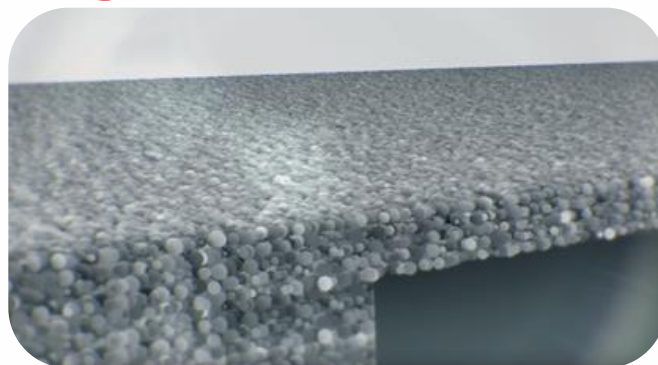
přes 20 tis injektorů



Princip technologie HP Multi Jet Fusion



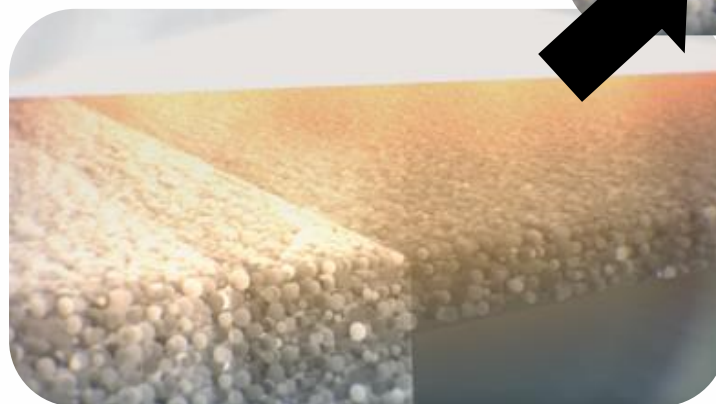
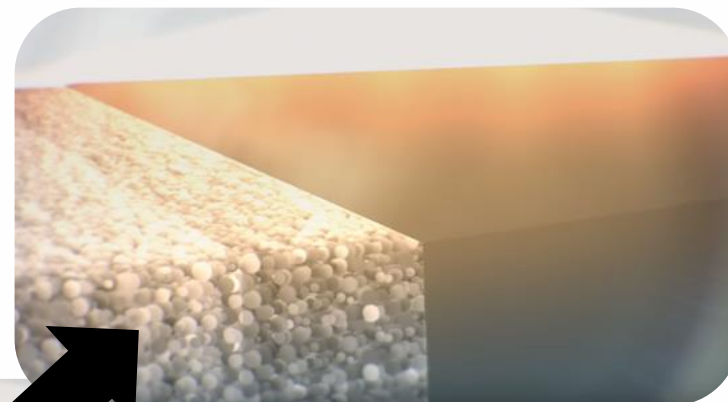
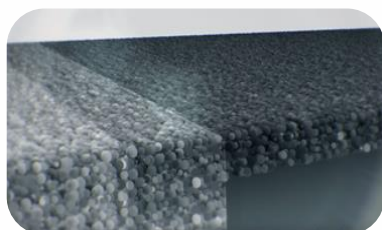
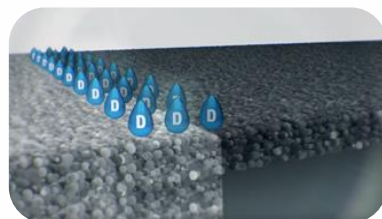
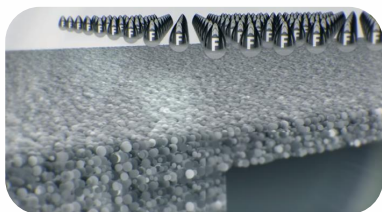
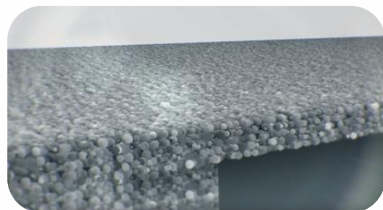
Source: <https://www.hp.com>



Princip technologie HP Multi Jet Fusion



Source: <https://www.hp.com>



Výroba dílů na HP Multi Jet Fusion



Source: <https://www.hp.com>

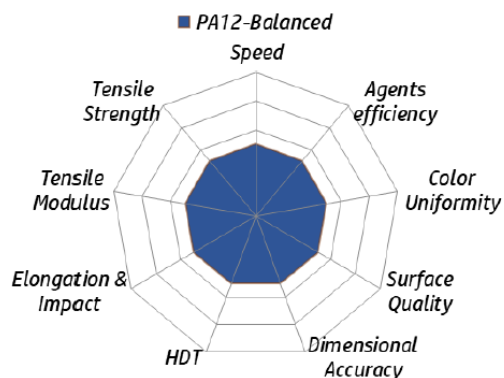


Tiskové režimy pro materiál PA12

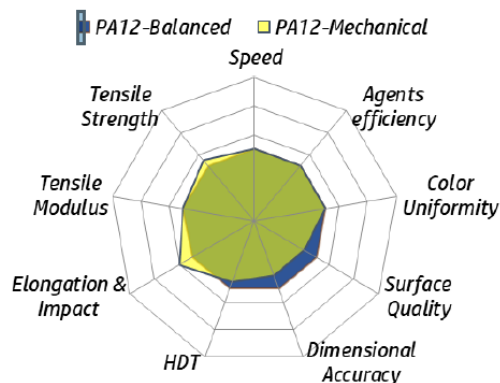


Source: <https://www.hp.com>

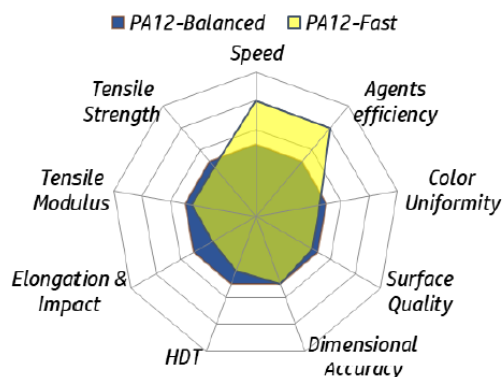
PA12 Balanced



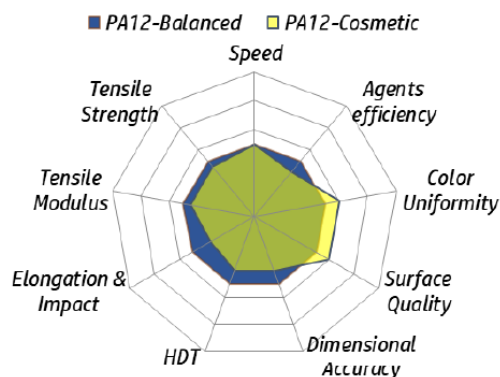
PA12 Mechanical



PA12 Fast



PA12 Cosmetic



Vyvážený mód
tl. vr. 80, rychlost vrstvy 9s

Mechanický mód
tl. vr. 90, rychlost vrstvy 9s
Více činidla

Rychlý mód
tl. vr. 100, rychlost vrstvy 8s
Méně fúzního činidla

Kosmetický mód
tl. vr. 70, rychlost vrstvy 10s



Materiály na HP Multi Jet Fusion



Source: <https://www.hp.com>

Stavební prostor: 380 × 284 × 350 mm

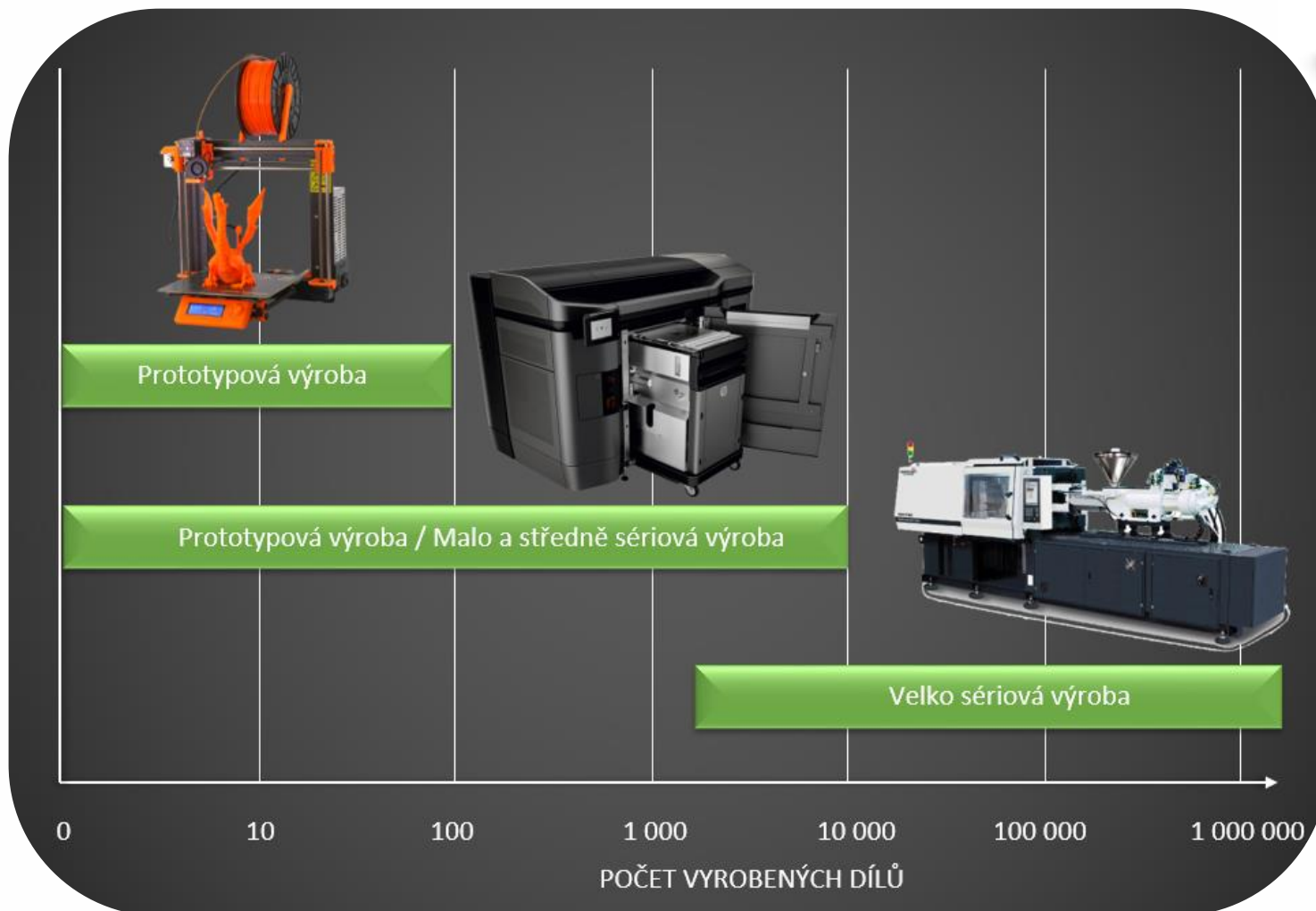
Tloušťka vrstvy: 70 – 100 μm

Materiály:

PA12	pevný materiál, díly s vysokou úrovní detailů
PA12 GB	plněný skleněnými kuličkami pro zvýšenou tuhost
PA11	poddajný materiál



Materiály na HP Multi Jet Fusion



3Dees 



Mechanické vlastnosti materiálu PA12

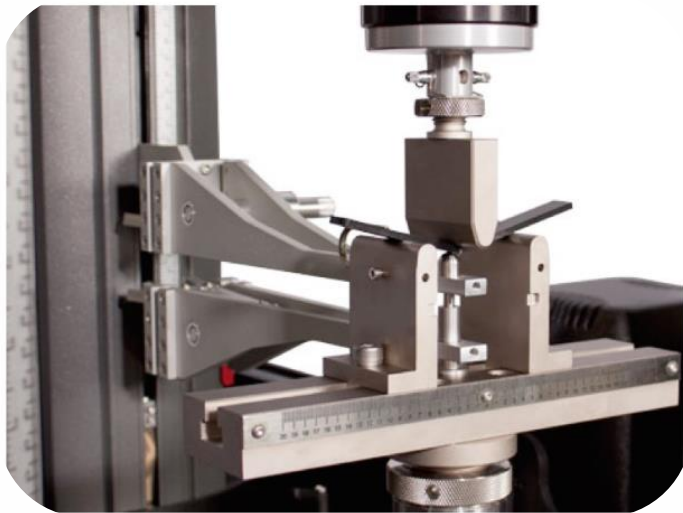
Vzorek

OO ... bez umělého stárnutí

A ... SoSi 168 hod (simulace slunečního svitu)

B ... PV1200 120 h (+80°C / - 40°C, 4 hod)

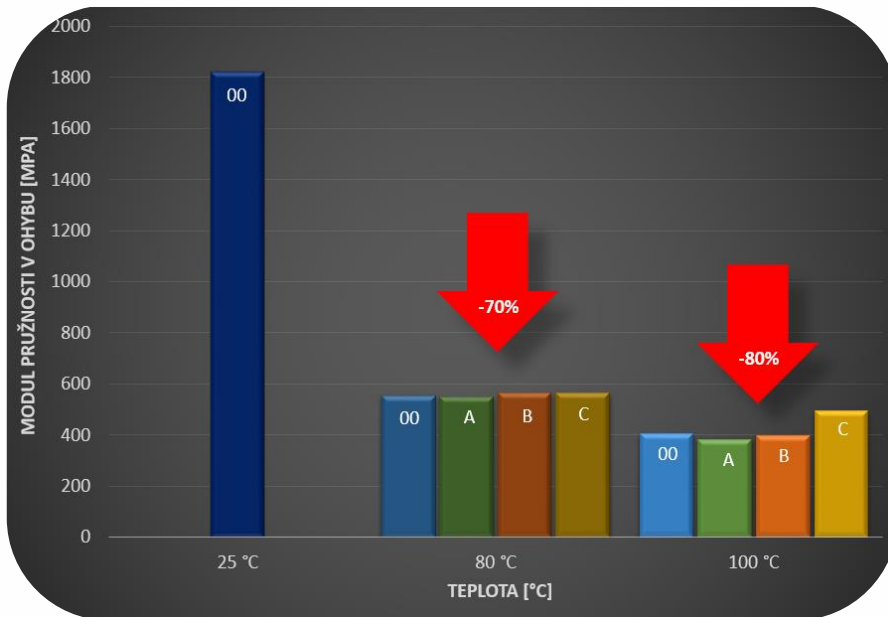
C ... 120°C, 168 hod



Zkouška tahem ČSN EN ISO 527-2
Zkouška ohybem ČSN EN ISO 178



Mechanické vlastnosti materiálu PA12



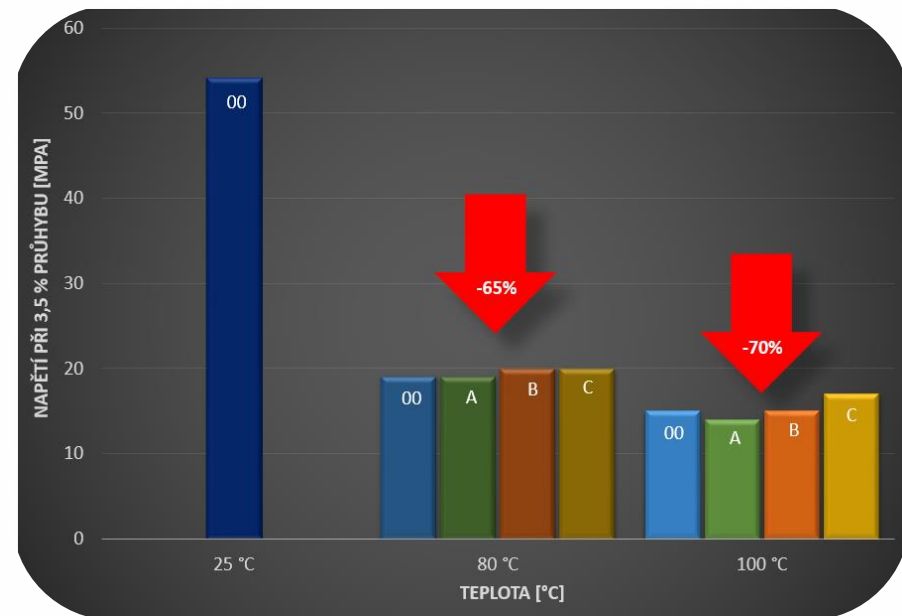
Vzorek

00 ... bez umělého stárnutí

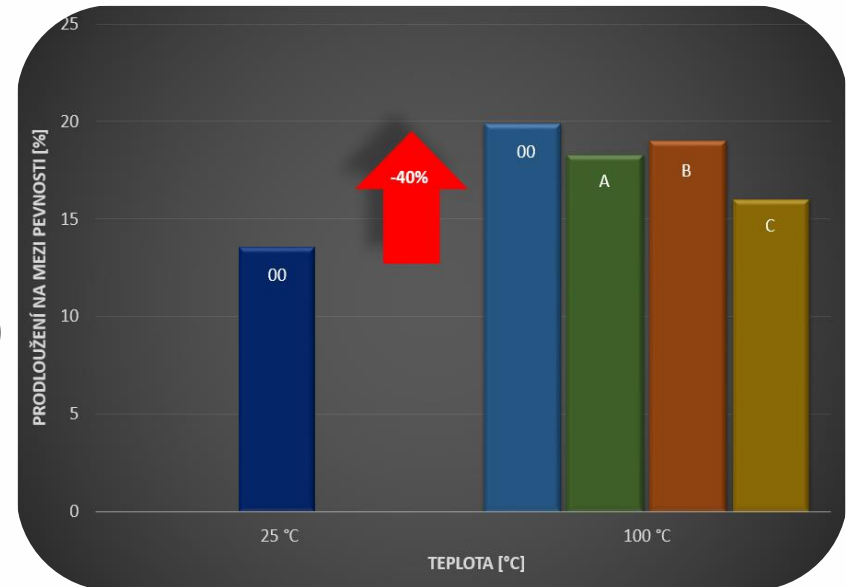
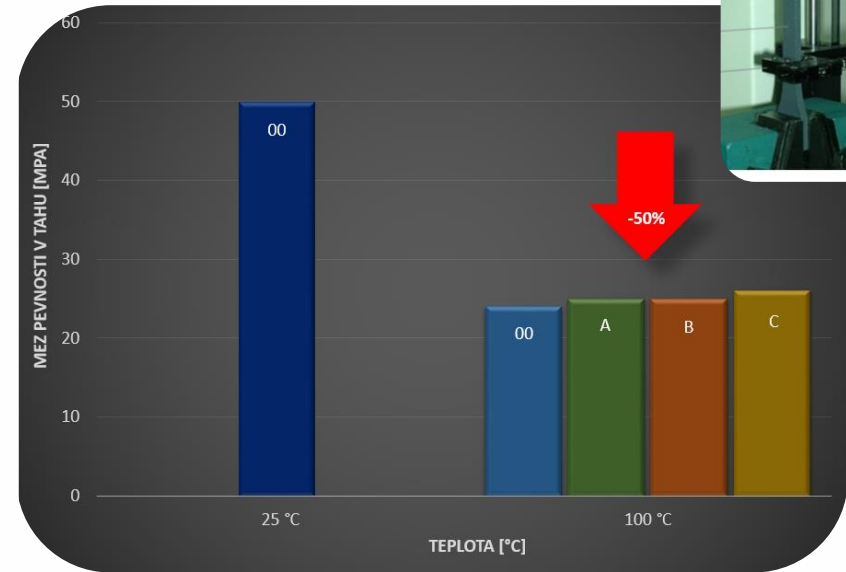
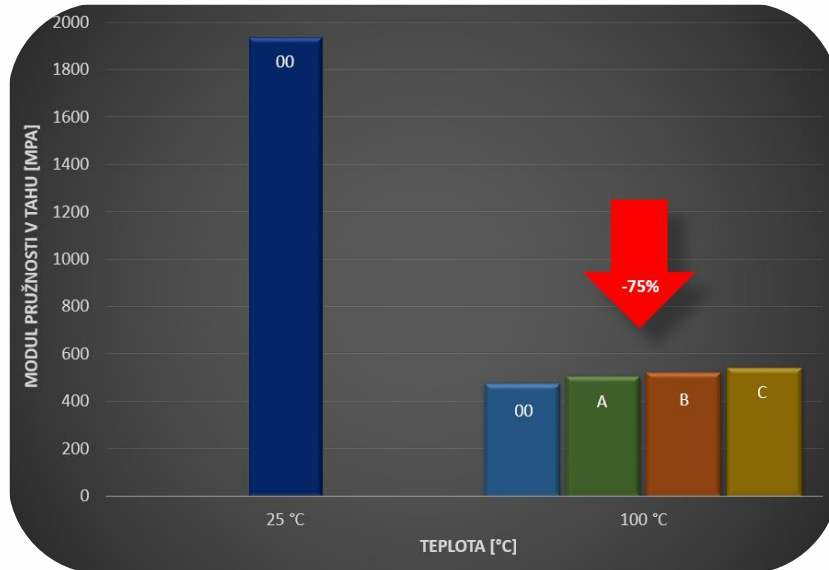
A ... SoSi 168 hod (simulace slunečního svitu)

B ... PV1200 120 h (+80°C / - 40°C, 4 hod)

C ... 120°C, 168 hod



Mechanické vlastnosti materiálu PA12



Vzorek

OO ... bez umělého stárnutí

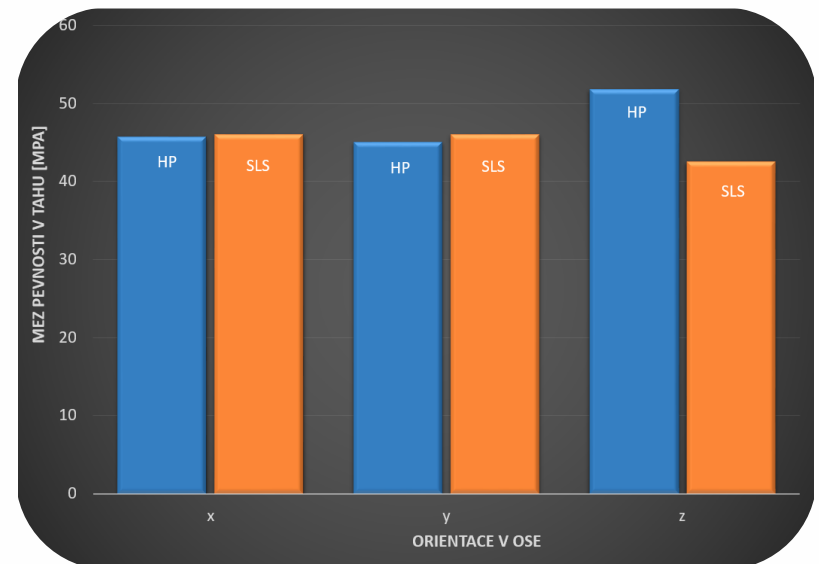
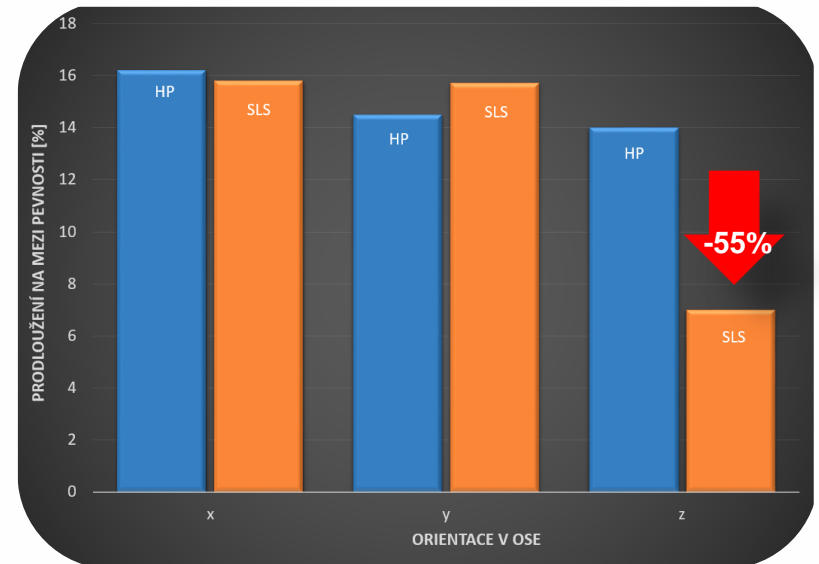
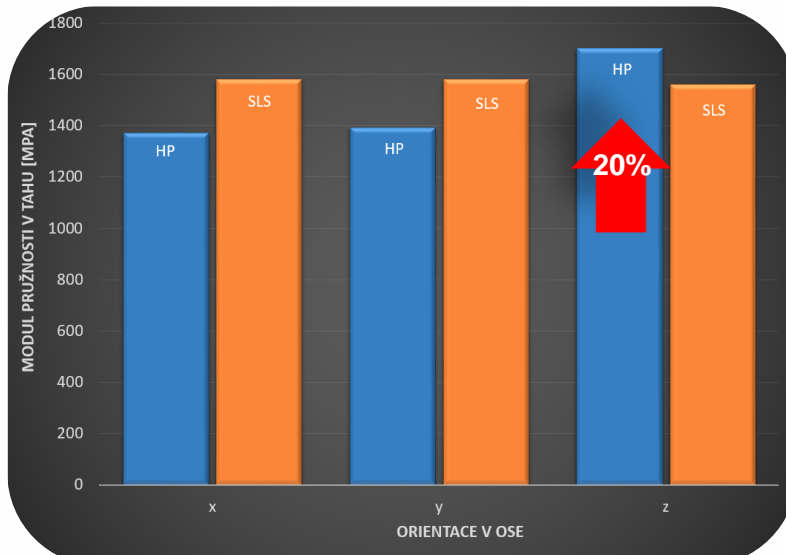
A ... SoSi 168 hod (simulace slunečního svitu)

B ... PV1200 120 h (+80°C / - 40°C, 4 hod)

C ... 120°C, 168 hod



Mechanické vlastnosti materiálu PA12



Vybavení laboratoře



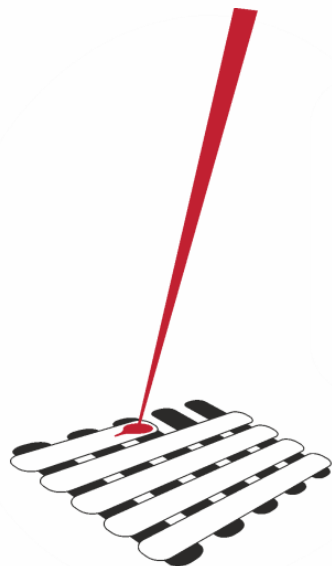
- Velmi přesné výrobky s výborným povrchem
- Kvalitativně srovnatelné se vstřikovanými díly (homogenní, tuhé a houževnaté)
- Bez nepříznivého vlivu delaminace vrstev a minimální vnitřní pnutí (ohřev celého průřezu najednou)
- Technologie vhodná pro prototypové, malé a středně velké produkce (vysoká rychlost)





Děkuji za pozornost.





Kontakty:

Jiří Šafka
jiri.safka@tul.cz

Martin Seidl
martin.seidl@tul.cz

