



Aditívna výroba pomocou technológie laserového spekania kovov (SLM)

Ing. Róbert Sásik, PhD.

Ústav konkurencieschopnosti a inovácií

Žilinská univerzita

Čo je SLM technológia

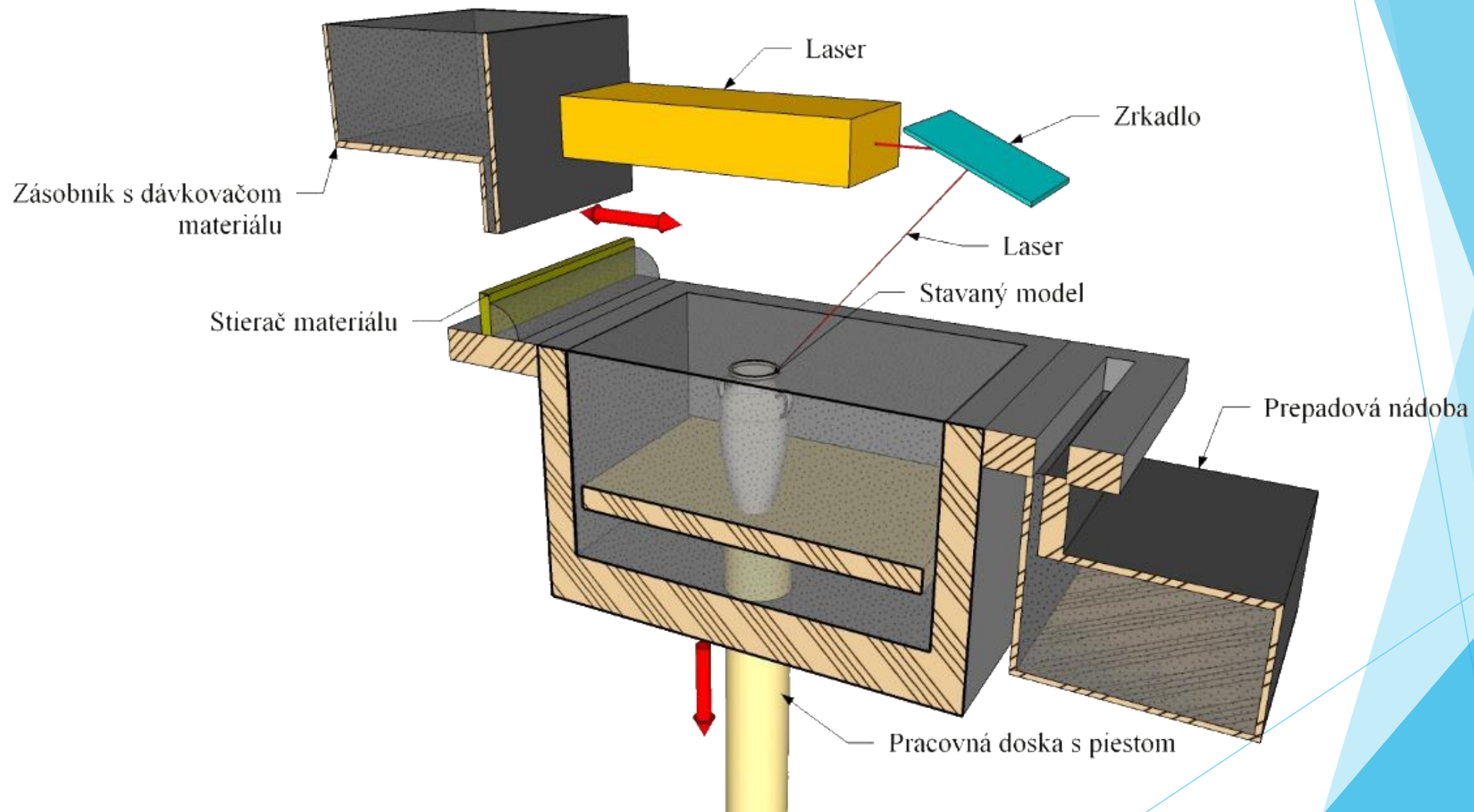
- ▶ Patrí do skupiny aditívnych technológií
- ▶ technológia využíva vysokovýkonné lasery (napr. 200w Yb) na tvorbu modelov spekaním jemných kovových práškov v inertnej atmosfére
- ▶ stavebný materiál je čistý kovový prášok o veľkosti zrna obvykle do 20 μm
- ▶ vyrobené komponenty majú plnú hustotu, a mechanické vlastnosti ktoré sa približujú mechanickým vlastnostiam konvenčne vyrábaných výrobkov
- ▶ komponenty je možné po výrobe upravovať brúsením, leštením, a inými obrábacími metódami.

Proces SLM sa delí na dva spôsoby:

► Metóda ukladania prášku

Kovový prášok uskladnený v zásobníku, kde sa taví a postupne ukladá po tenkých vrstvách na budovaciú platňu.

Metóda ukladania prášku

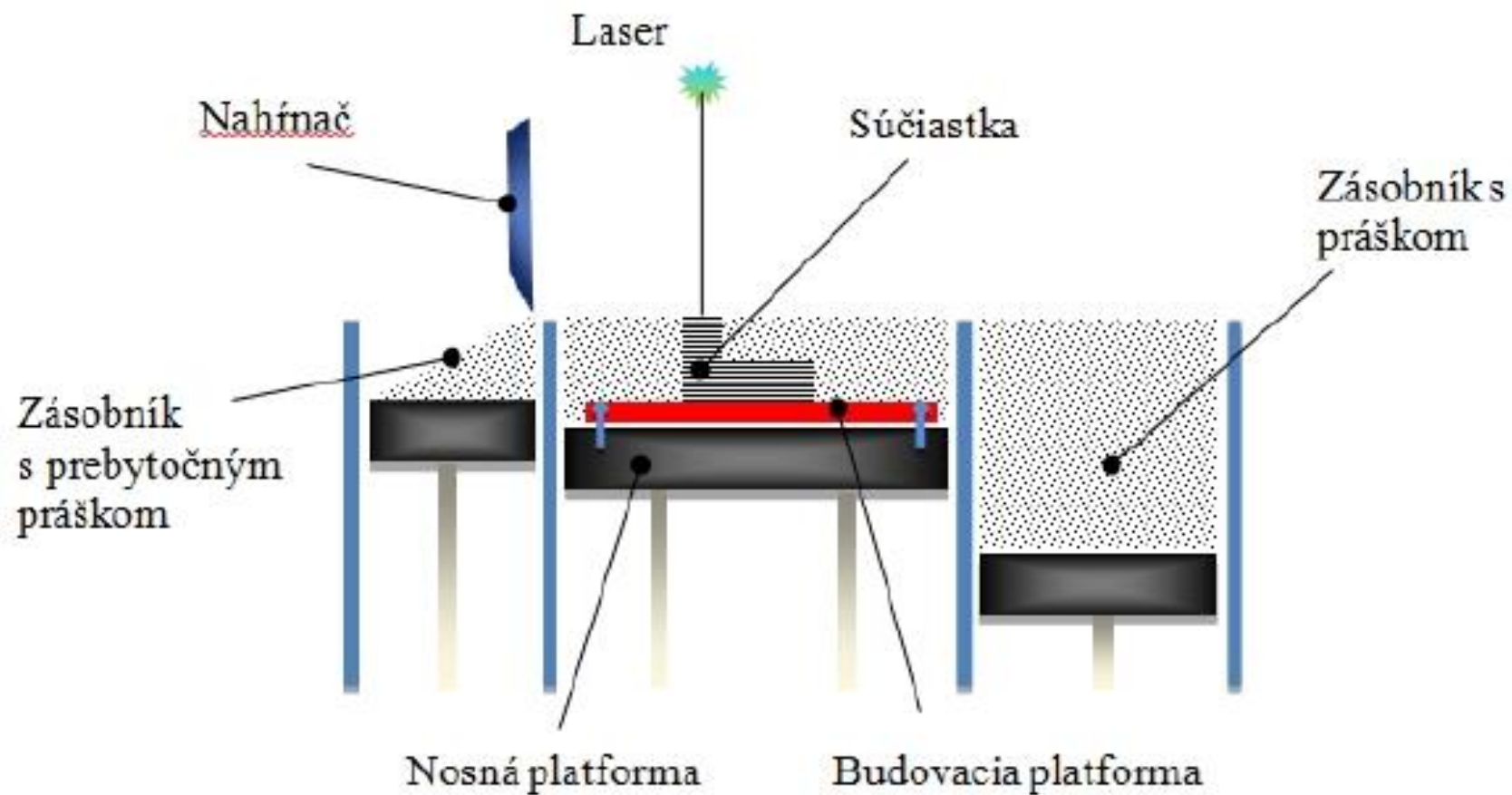


Proces SLM sa delí na dva spôsoby:

► Metóda práškoveho lôžka

piest, umiestnený na spodnej strane zásobníka prášku dvíha dávku prášku do pracovnej komory,
rameno zhŕňovača odoberie prášok určený pre jednu vrstvu a naniesie ho na budovaciú platňu
laser následne vytvorí jednu vrstvu súčiastky.

Metóda práškového lôžka



Stroj Renishaw AM250 na výrobu kovových prototypov

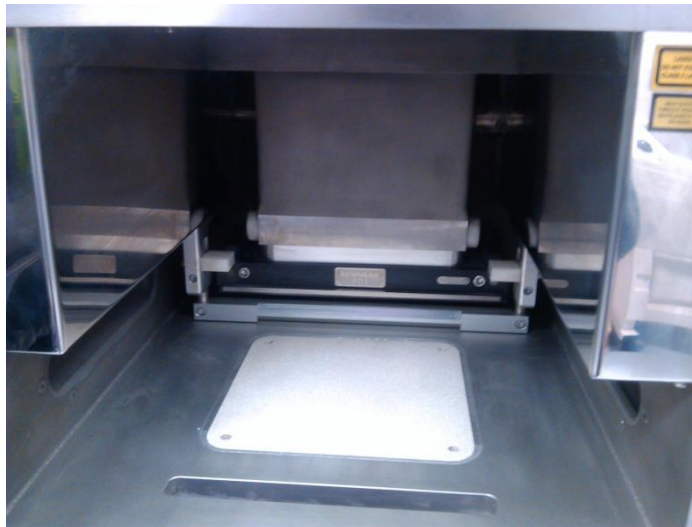
- ▶ Tento stroj využíva Žilinská univerzita vo svojom laboratóriu Rapid Prototyping
- ▶ Využíva **metódu ukladania prášku**
- ▶ Proces výroby vychádza z digitálneho 3D CAD modelu virtuálne rozdeleného na vrstvy, resp. 2D krivky o hrúbkach 20 μm až 100 μm
- ▶ Postupným nanášaním jednotlivých vrstiev kovového prášku a jeho natavovaním laserom v inertnej atmosfére vzniká trojrozmerný kovový diel.
- ▶ Plyn na vytvorenie inertnej atmosféry sa využíva argón

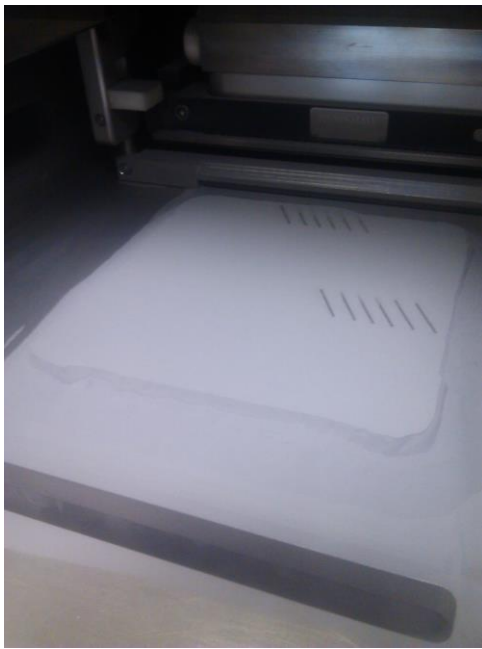
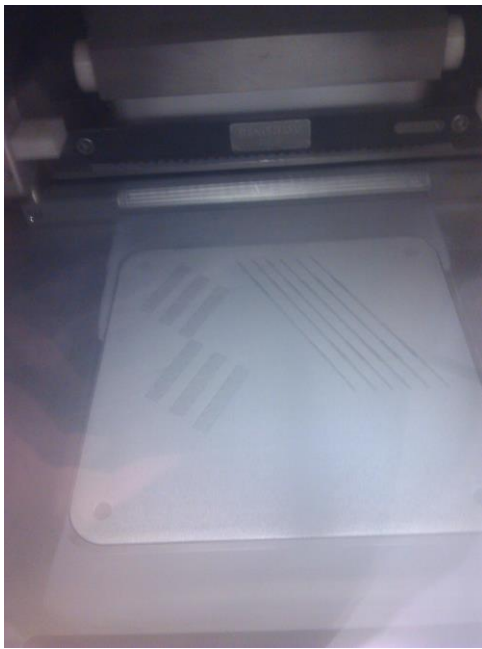


Parametre AM 250

RENISHAW AM 250

- ▶ **Technológia:** SLM
- ▶ **Používaný materiál:** Aluminium AlSi10Mg
- ▶ **Hrúbka vrstvy:** pre materiál AlSi10Mg - 25
- ▶ **Max. výkon laseru:** 200W
- ▶ **Presnosť:**
 - ▶ +/- 0.050 mm
- ▶ **Max veľkosť tlačového priestoru:** 250 x 250 x 300 mm





Materiálové vlastnosti AlSi10Mg AM250 200W 25 micron:

- ▶ Nízka hustota (vhodné pre ľahké komponenty)
- ▶ Dobrá špecifická pevnosť (hmotnostná pevnosť)
- ▶ Dobrá tepelná vodivosť
- ▶ Výborná elektrická vodivosť
- ▶ Dobre reaguje na postprocesingové úpravy

Aplikácie:

- ▶ automotive
- ▶ letectvo a vojenský priemysel
- ▶ elektrotechnika

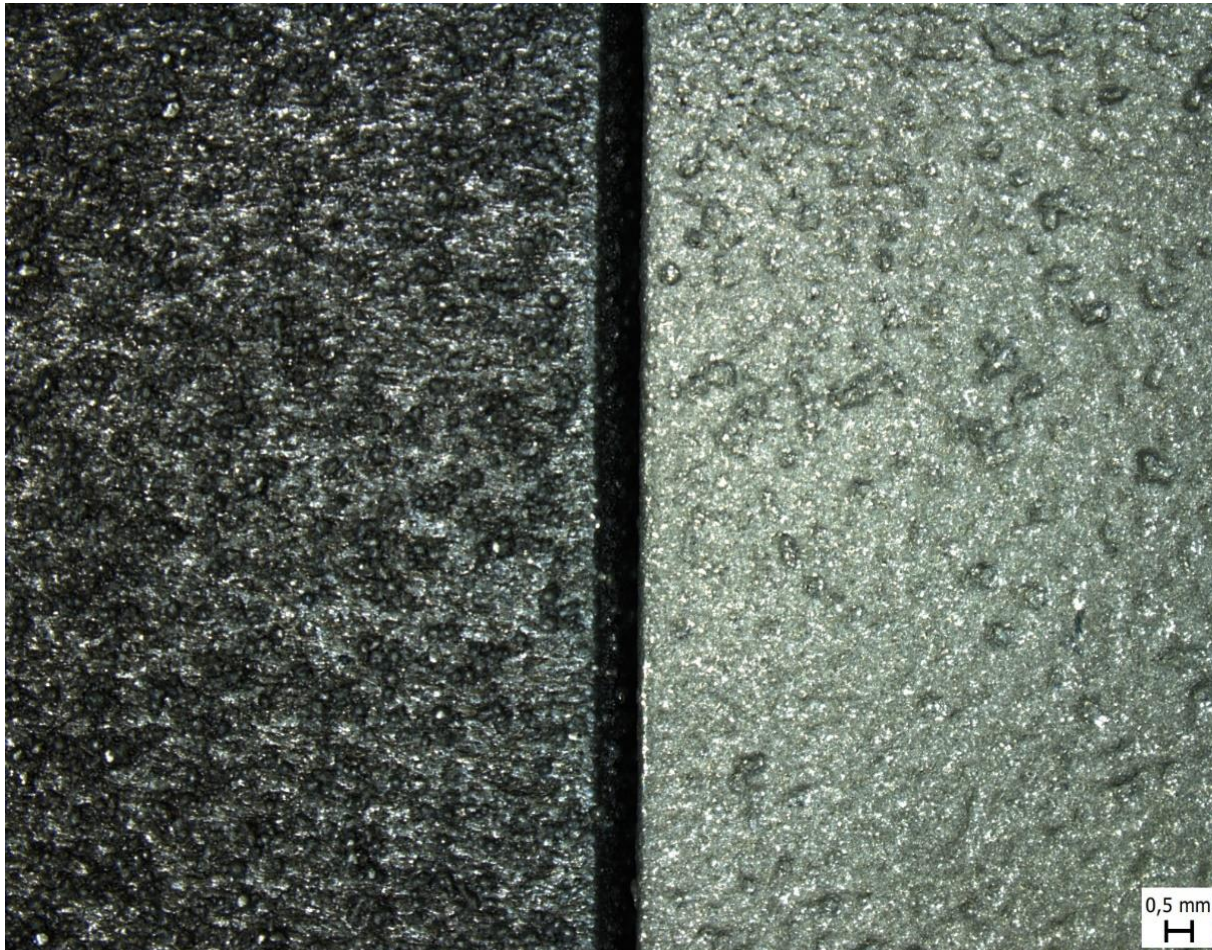
Chemické zloženie materiálu AlSi10Mg

	Údaje uvádzané výrobcom/dodávateľom Renishaw	Vlastná chemická analýza - meranie 1,2,3			
Chemický prvok	Percentuálny obsah %	Meranie 1	Meranie 2	Meranie 3	Aritmetický priemer
Al	Balance	90,00	89,60	89,30	89,63
Si	9-10	9,60	9,90	10,00	9,83
Mg	0.25-0.45	0,70	1,00	0,93	0,88
Fe	<0.25	0,23	0,40	0,43	0,35
N	<0.20	-	-	-	-
O	<0.20	-	-	-	-
Ti	<0.15	-	-	-	-
Zn	<0.10	-	-	-	-
Mn	<0.10	-	-	-	-
Ni	<0.05	-	-	-	-
Cu	<0.05	-	-	-	-
Pb	<0.02	-	-	-	-
Sn	<0.02	0,10	0,10	0,10	0,10

Materiálové vlastnosti AlSi10Mg

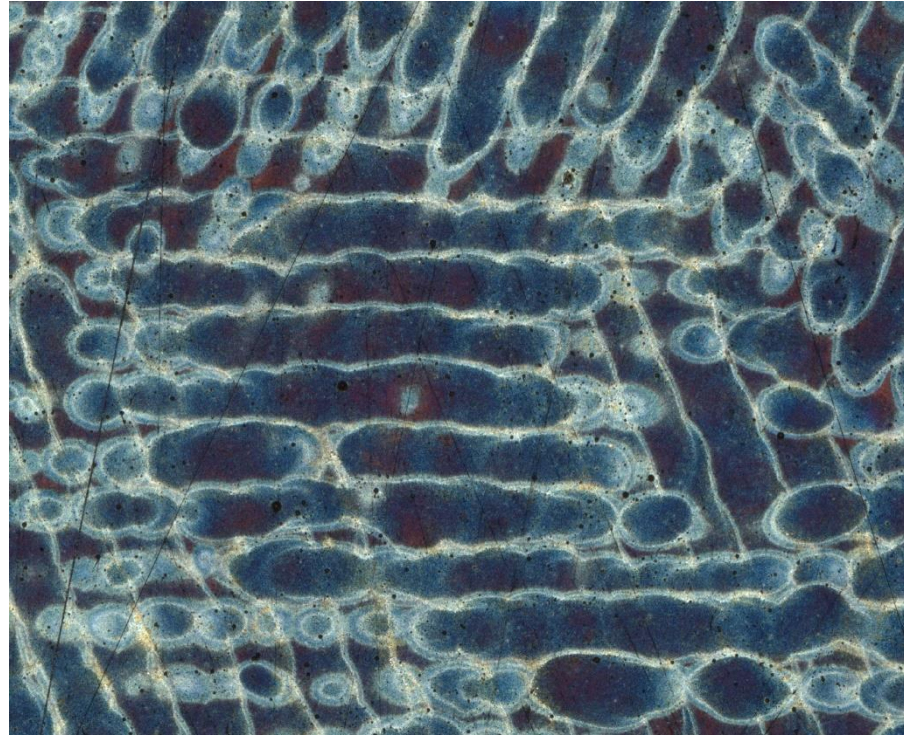
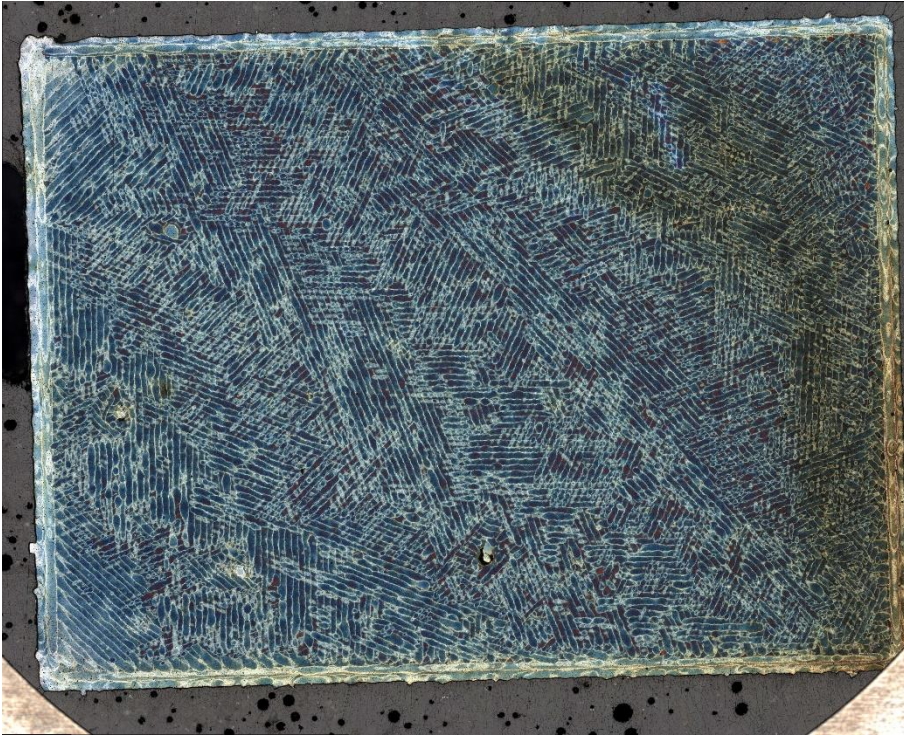
Ukazovateľ	Vyrobená vzorka bez povrchových úprav
Pevnosť v ťahu (UTS) / MPa*	
Horizontálny smer (XY)	400 MPa ±13 MPa
Vertikálny smer (Z)	366 MPa ±30 MPa
Medza klzu (0.2%) / MPa*	
Horizontálny smer (XY)	266 MPa ±2 MPa
Vertikálny smer (Z)	220 MPa ±11 MPa
Modul pružnosti	
Horizontálny smer (XY)	64 GPa ±16 GPa
Vertikálny smer (Z)	69 GPa ±9 GPa
Všeobecné údaje	
Hustota	2.68 g/cm ³
Tepelná vodivosť	130 W/mK to 190 W/mK
Teplota tavenia	570 °C - 590 °C
Drsnosť povrchu Ra (Rz)	7-12 (45-80)

Mikroskopická štruktúra komponentov vyrobených AM250 materiálom AlSi10Mg



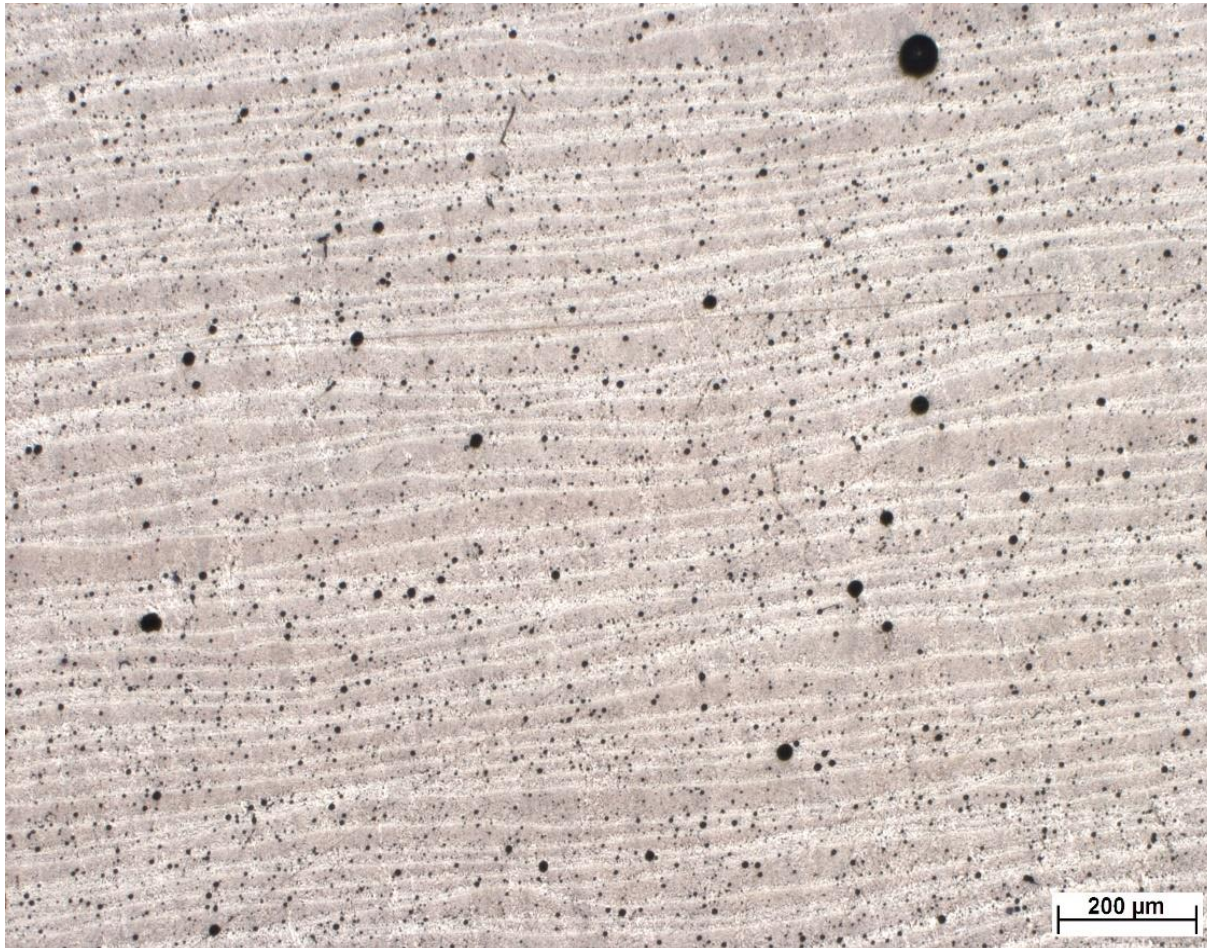
Porovnanie povrchu
nepieskovanej a
pieskovanej vzorky

Mikroskopická štruktúra komponentov vyrobených AM250 materiálom AlSi10Mg



Pozdĺžny rez vzorkou - Výplňová plocha je meandrovací typ skenovania lasera
Okrem iného je možné nastaviť skenovanie na Stripes alebo Chessboard,
ktoré znižujú vnútorné napätie pri veľkoobjemových komponentoch

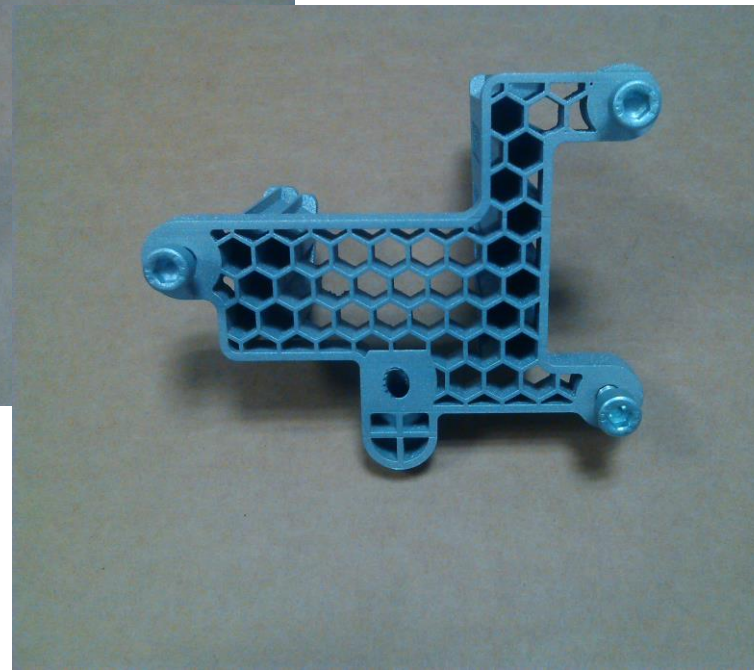
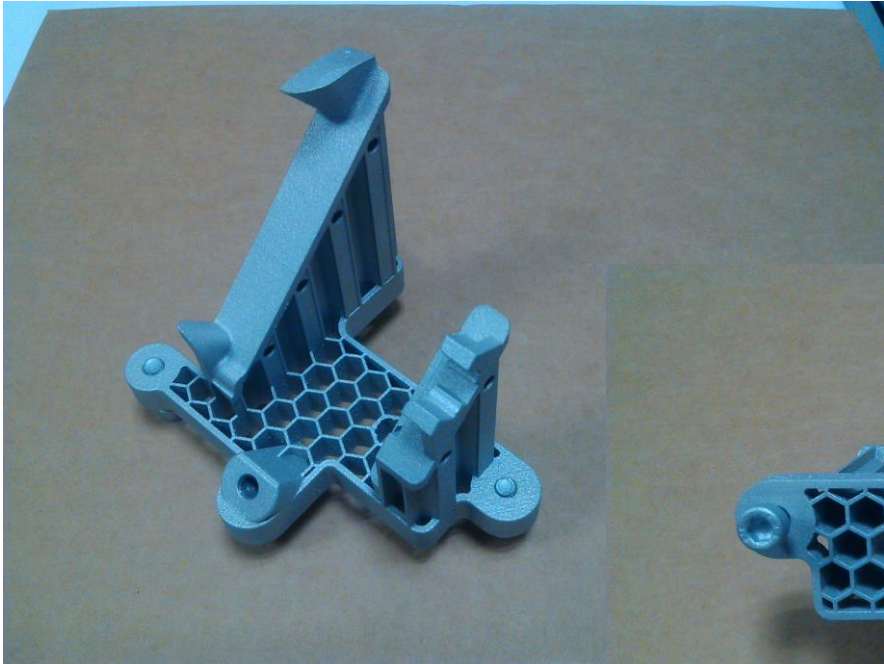
Mikroskopická štruktúra komponentov vyrobených AM250 materiálom AlSi10Mg



Priečny rez vzorkou -Na reze je dobre vidieť vrstvy a takisto póry, ktoré sú nevyplnené materiálom.

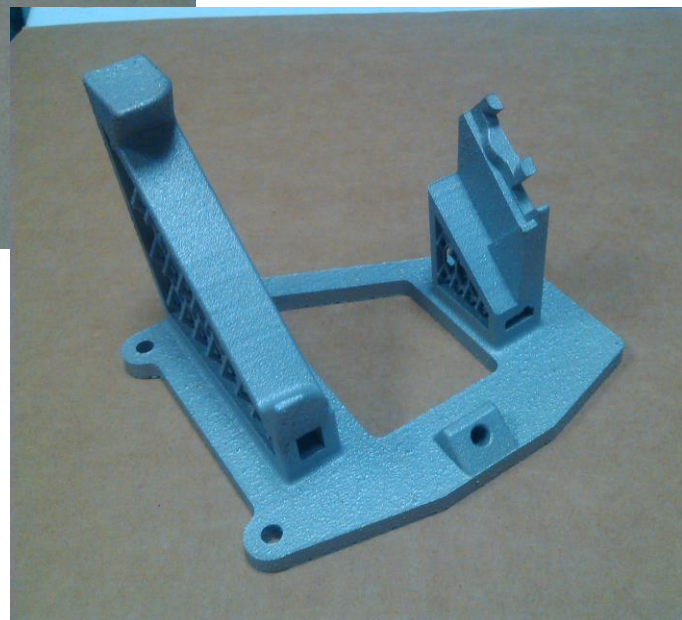
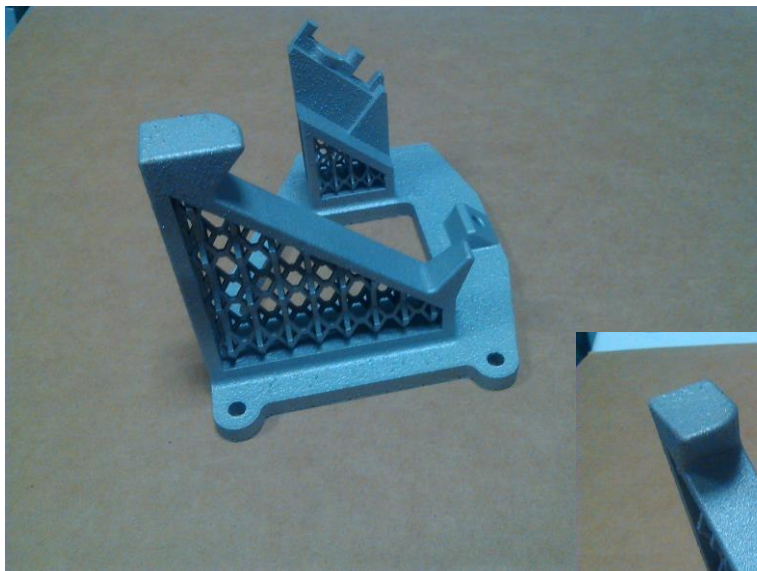
Ukážka vyrobených komponentov a prototypov:

► Merací prípravok

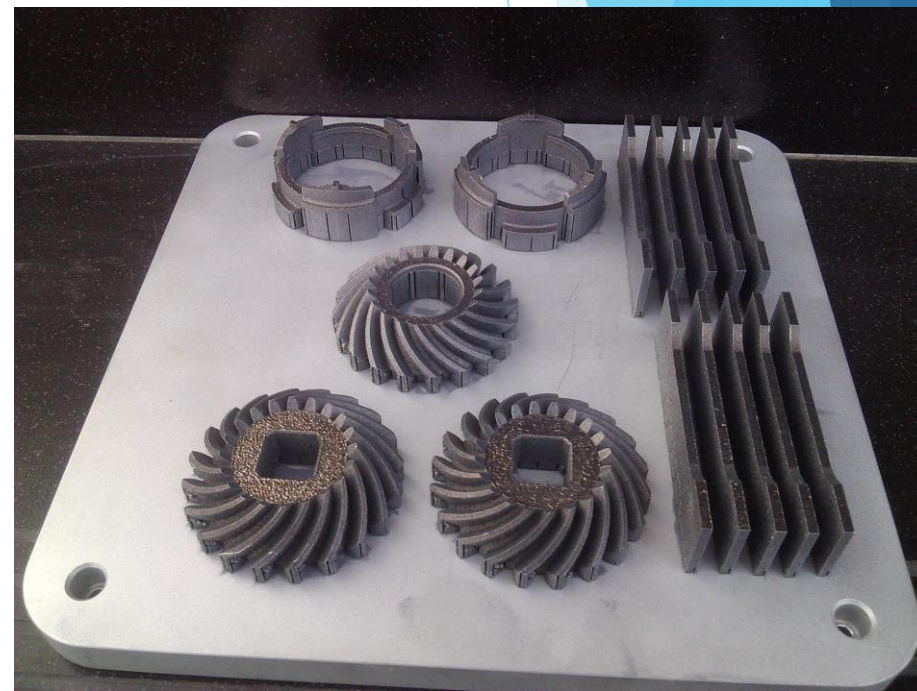
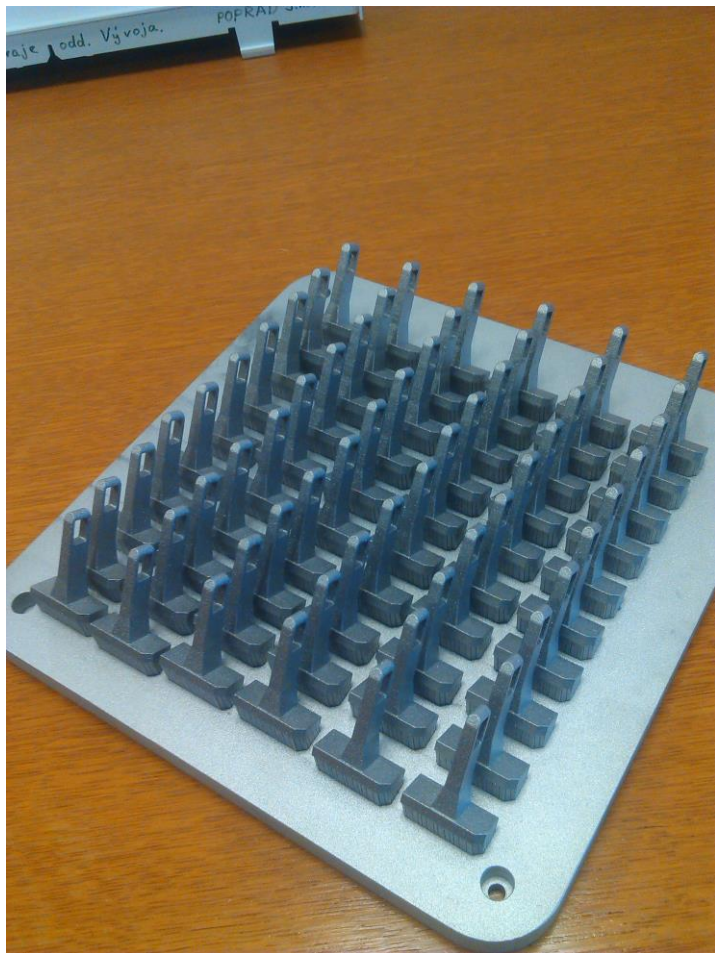


Ukážka vyrobených komponentov a prototypov:

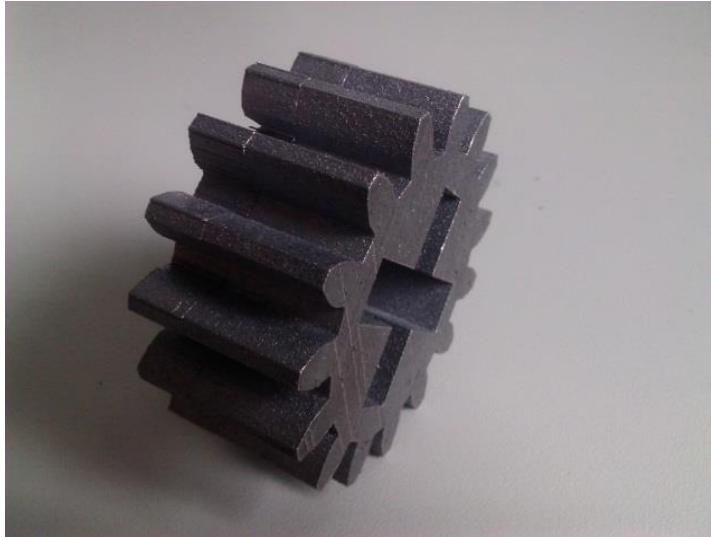
► Merací prípravok



Ukážka vyrobených komponentov a prototypov:



Ukážka vyrobených komponentov a prototypov:



Ukážka vyrobených komponentov a prototypov:



Bez povrchovej úpravy

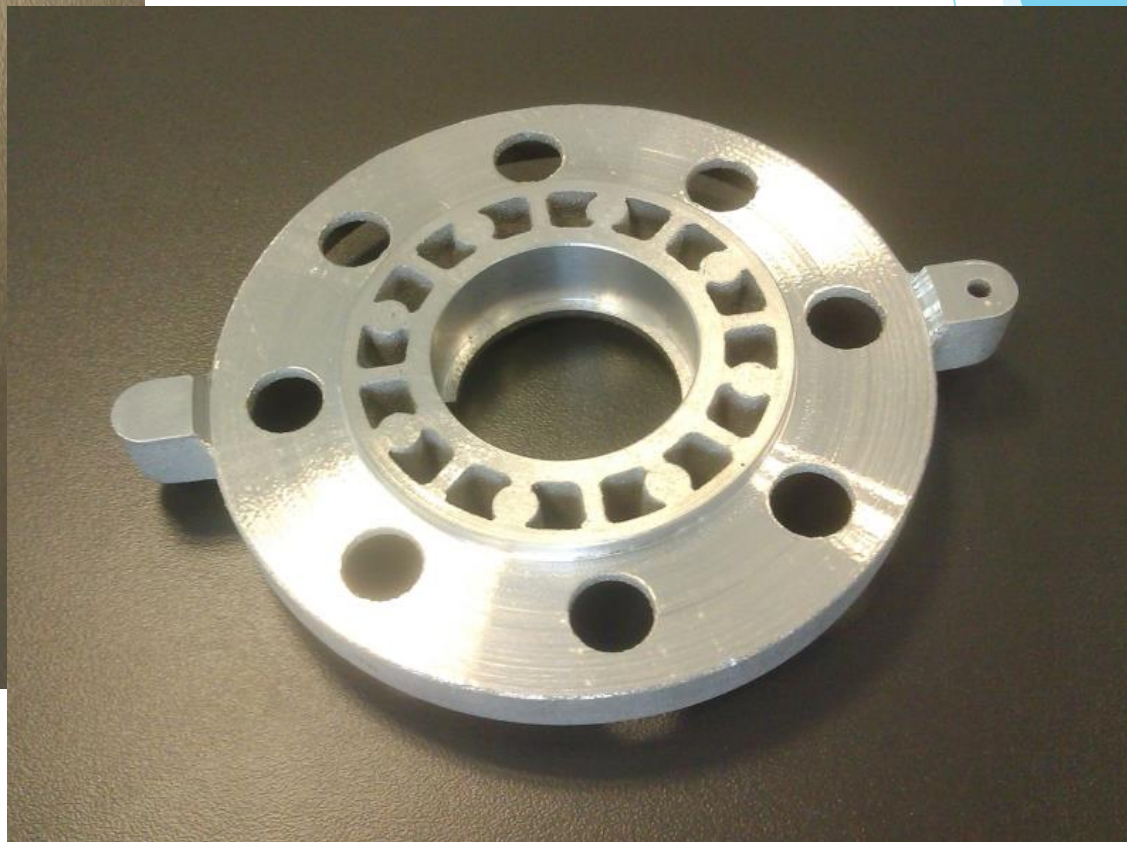


Pieskovaná súčiastka



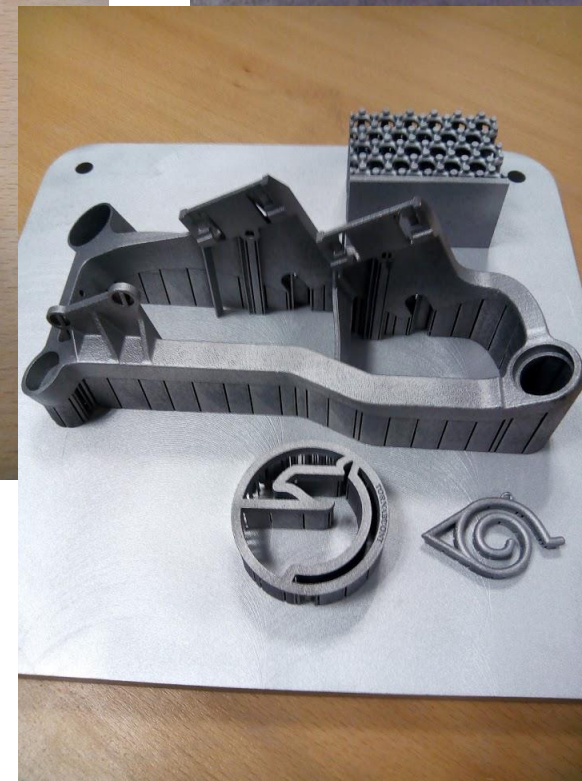
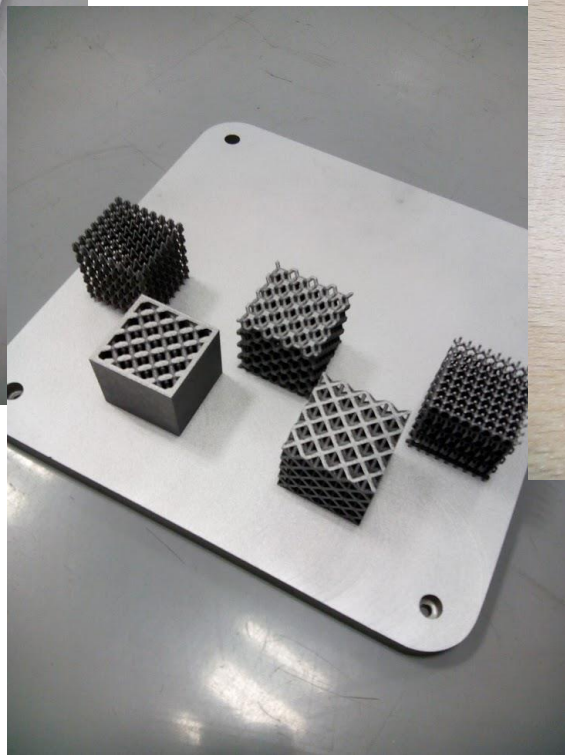
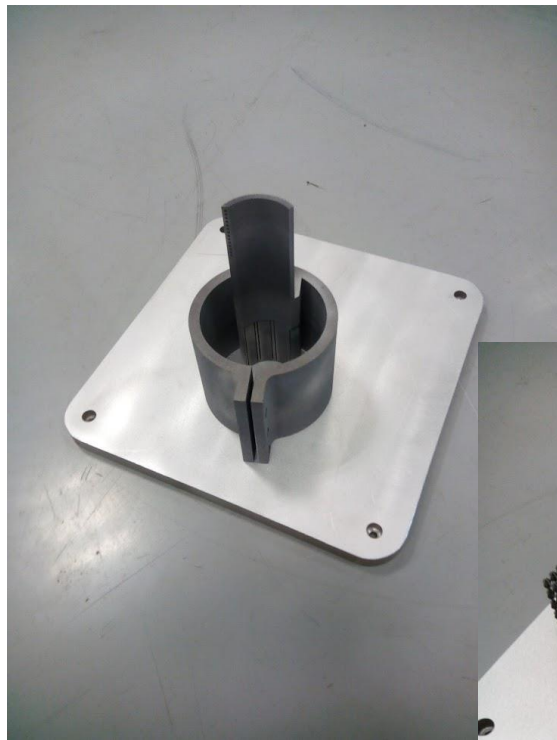
Leštená súčiastka

Ukážka vyrobených komponentov a prototypov:

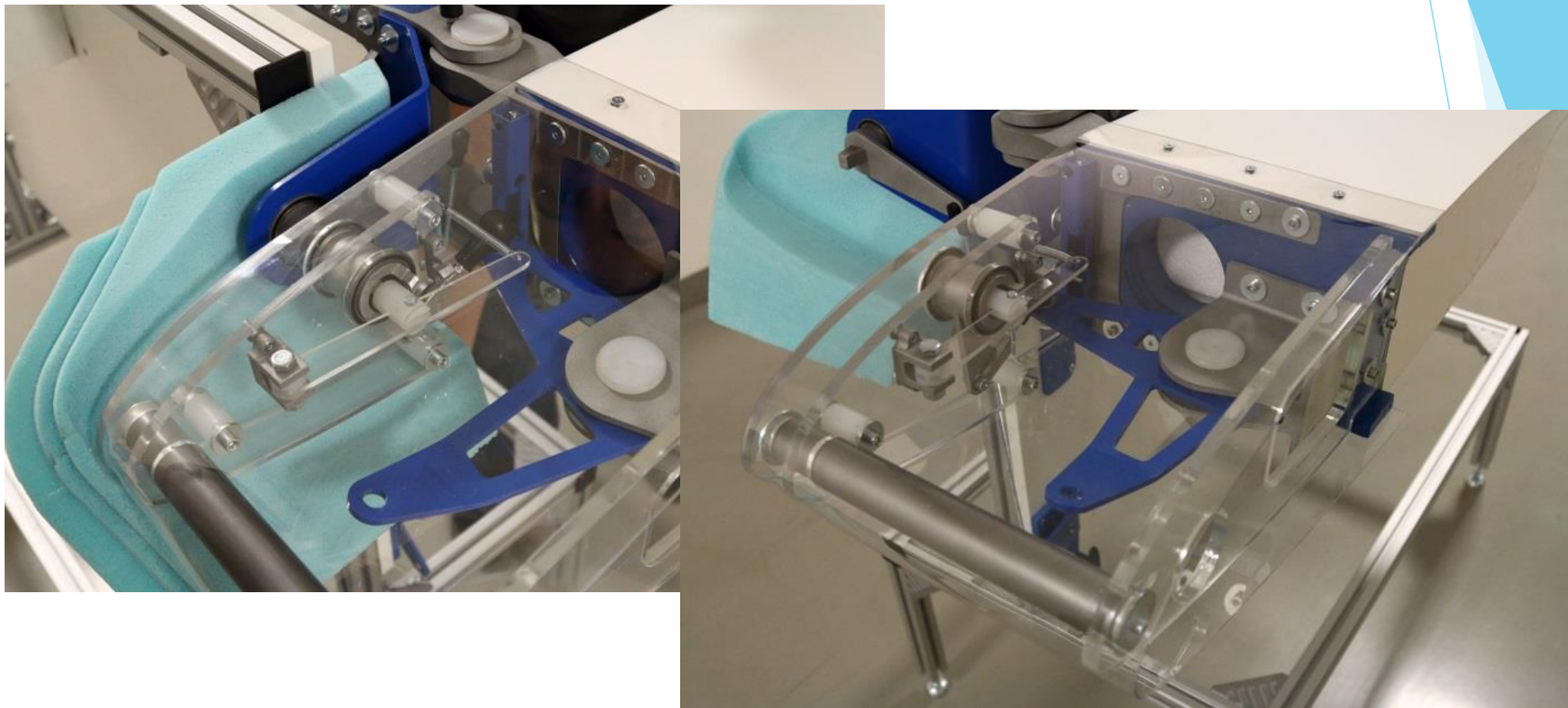


Ložiskový domec - súčiastka pre práčku

Ukážka vyrobených komponentov a prototypov:

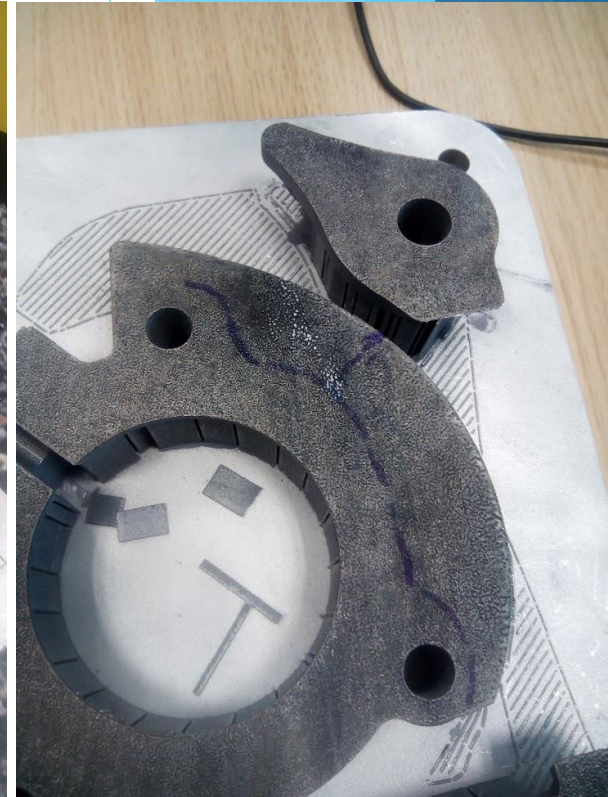


Ukážka vyrobených komponentov a prototypov:

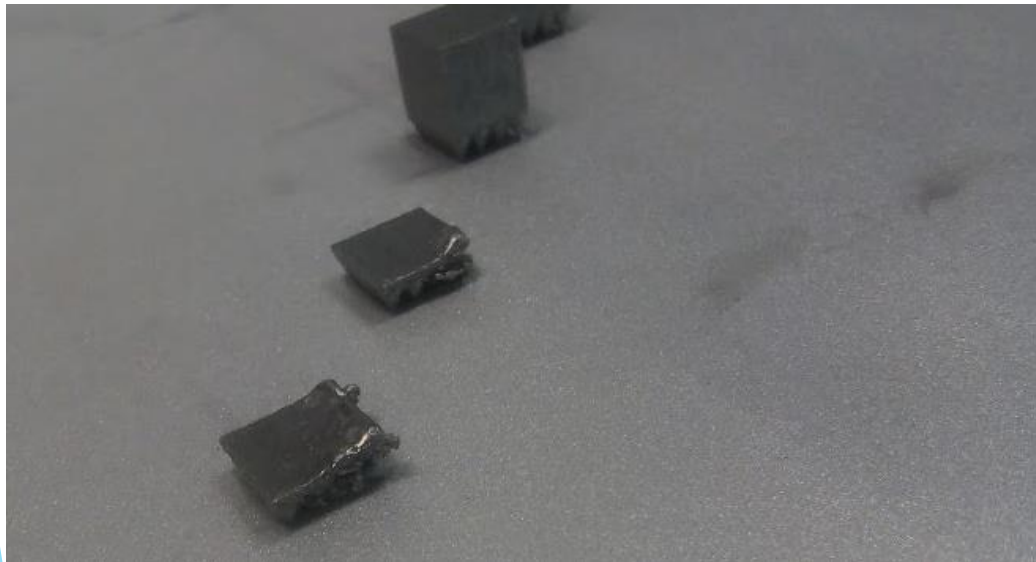


Komponenty prototypu krídla pre Aeromobil

Nie vždy sa výroba podarí na prvý krát



Nie vždy sa výroba podarí na prvý krát



Príčiny nepodarkov

▶ Zapríčinené operátorom

- ▶ Nevhodne navrhnuté podporné štruktúry.
- ▶ Nedostatočná príprava stroja.
- ▶ Zle recyklovaný materiál.
- ▶ Nedostatočná kontrola a príprava dát.
- ▶ A.i.

▶ Nezapríčinené operátorom

- ▶ Nečakané výpadky elektrickej energie.
- ▶ Poškodenie stierača materiálu počas stavby - vznikajú geometrické nepresnosti a deformácie.
- ▶ Softvér - nevhodne vygeneroval dáta.
- ▶ Príliš dlhá tlač, ktorá môže zapríčiniť kontamináciu pracovnej komory a optiky - vznikajú rozmerové nepresnosti.
- ▶ A.i.

Ďakujem za pozornosť.