



Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

11. září 2019
Ing. Petr Mejsnar
Petr Plecháč, DiS.

The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without explicit authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design. (ISO 16016:2002)

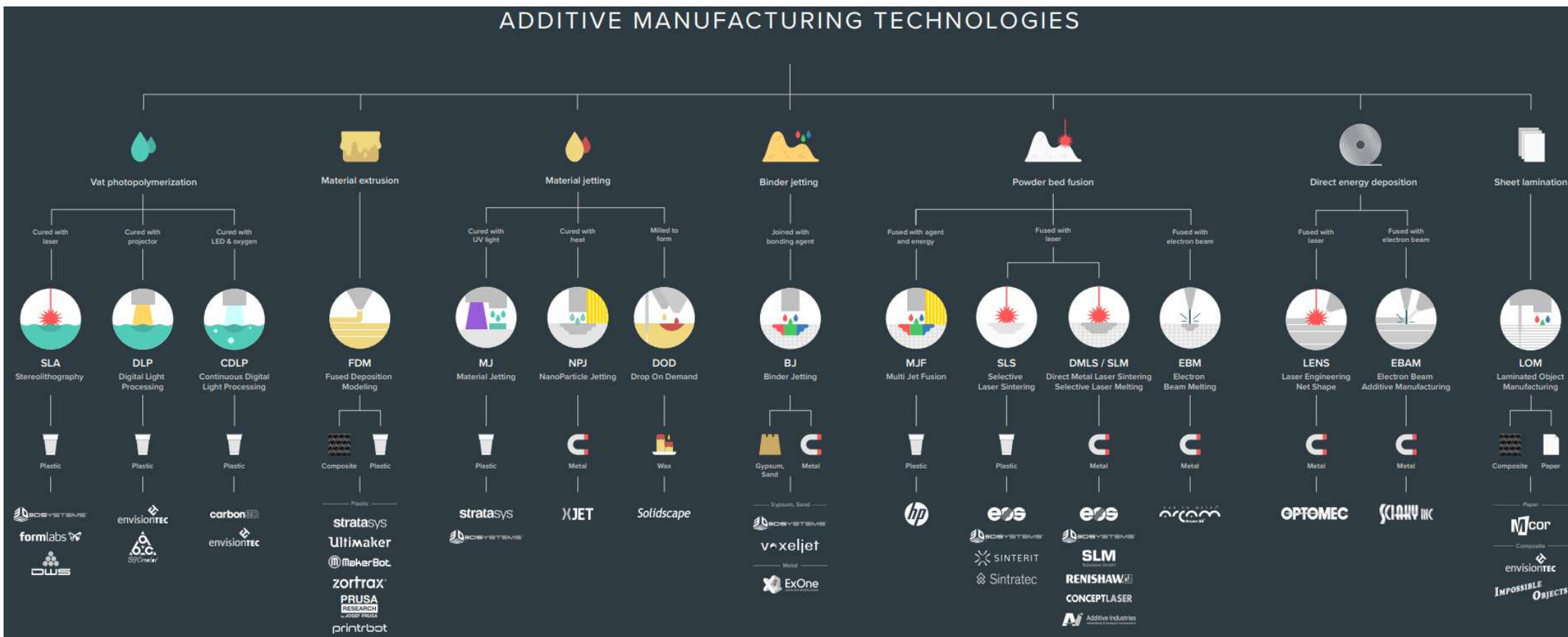
Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

Obsah

- SLM 3D tisk – obecně
- Příklady využívání aditivních technologií ve společnosti Argo-Hytos
- Aditivní technologie při výrobě pružiny
 - a) Konstrukce
 - b) Příprava tisku
 - c) Tisk
 - d) Dokončovací operace
 - e) Nákladová a výrobní úspora
- Závěr

Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů 4

Přehled v současnosti dostupných metod 3D tisku



Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

SLM 3D tisk (Selektivní laserové tavení)

- Technologie využívá kov ve formě prášku
- Laser selektivně spojuje částice prášku v aktivním prostoru (tiskové vrstvě) tiskárny
- Laserový paprsek (CO₂, vícenásobné) je usměrňován speciálními zrcadly
- Tisk probíhá v ochranné atmosféře inertních plynů (N, Ar)
- Oproti SLS metodě zde probíhá přímé tavení kovového materiálu a tím vzniká objemově stabilní stavební struktura dílce

Výhody práškového 3D tisku:

- ✓ Konstrukčně inovativní návrhy
- ✓ Integrované a komplexní funkce
- ✓ Různé druhy materiálů
- ✓ Tisk konvenčně nevýrobitelných dílců
- ✓ Topologická optimalizace konstrukcí

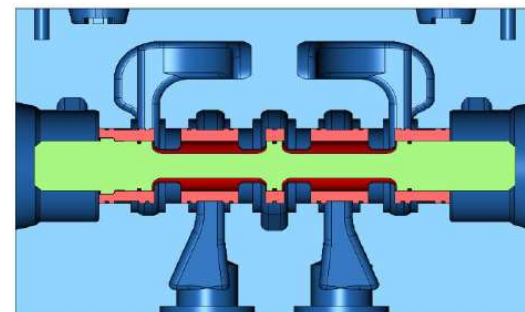


Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

Aditivní výroba šoupátek a rychlé prototypování

Argo-Hytos s.r.o. se zabývá možnostmi využití 3D tisku již delší dobu. V některých ohledech Technologie 3D tisku stále nedosahuje požadovaných kvalit a proto je třeba implementovat konvenční dokončovací operace (broušení).

Využití 3D tisku u některých dílců (např. šoupátek) není prozatím v sériové výrobě nákladově efektivní.



Stávající design



Rychlé prototypování elektroniky PRM9

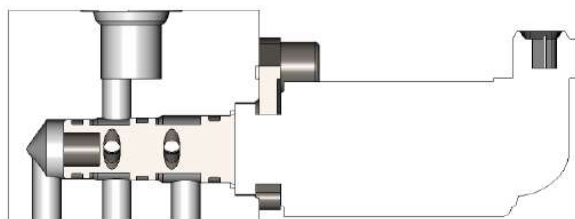
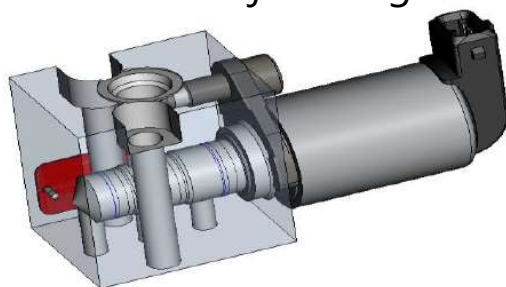


3D tisk šoupátka

Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

Aditivní výroba bloků

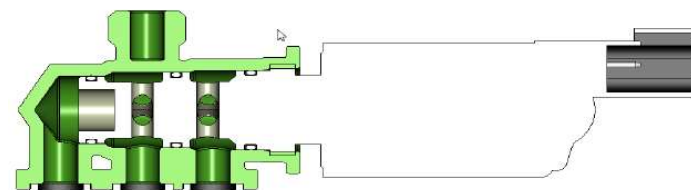
Stávající design



Výhody:

- ✓ Cena
- ✓ Sériová výroba (konvenční výrobní technologie)

Nový design



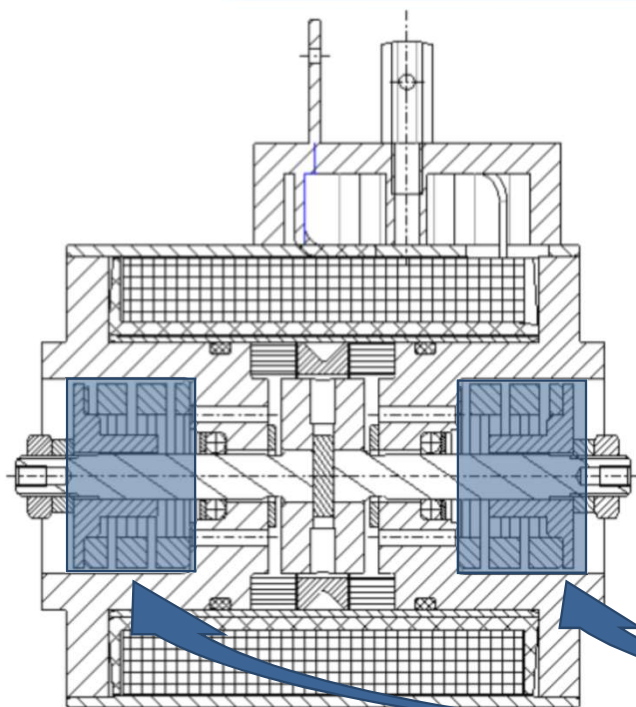
Výhody:

- ✓ Úspora materiálu
- ✓ Menší tlakové ztráty
- ✓ Libovolné směry propojovacích kanálů
- ✓ Rychlé prototypování
- ✓ Komplexní funkce

Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

3D tisk dynamicky namáhaných dílců

Motivace: Nákladová a výrobní optimalizace pružiny lineárního motoru



Požadavky:

- Zachování zástavbových rozměrů
- Ekvivalentní zdvih alternativní pružiny
- Totožné silové charakteristiky alternativní pružiny

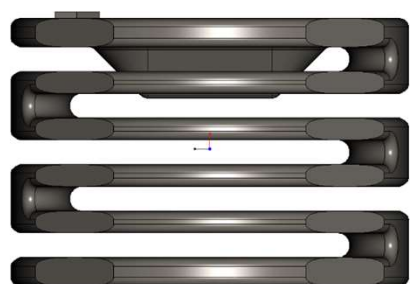


Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

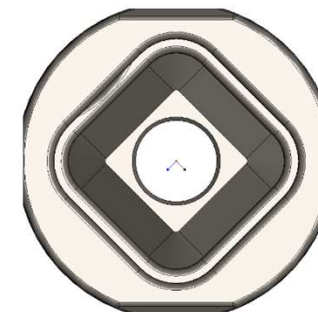
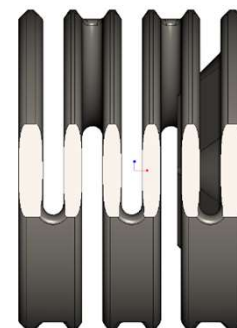
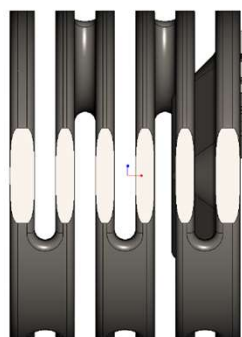
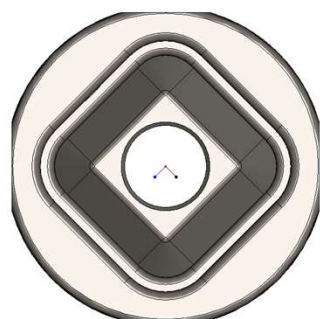
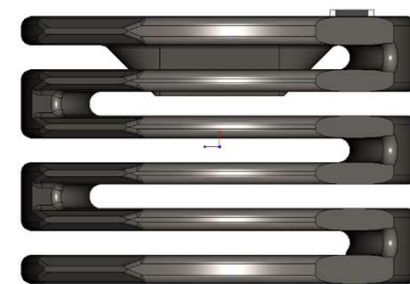
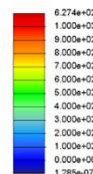
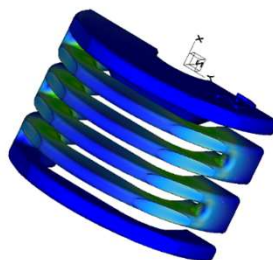
3D tisk dynamicky namáhaných dílců – konstrukční návrhy



Integrace podložky do pružiny



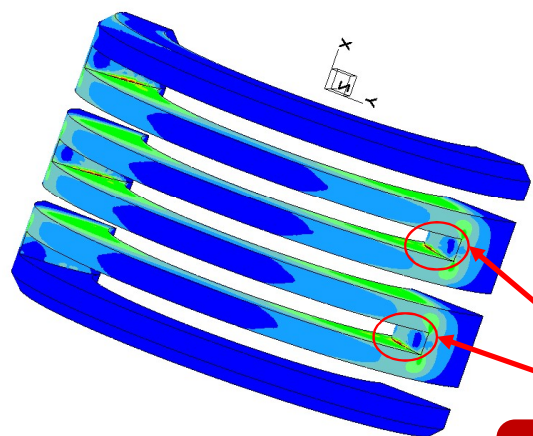
Stress von Mises (MPS)
Loadset: LoadSet1 : SPRING_SUPPORT_VETSI_MEZERY



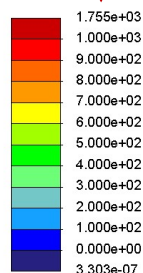
Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

3D tisk dynamicky namáhaných dílců - pevnostní analýza

Stress von Mises (WCS)
(MPa)
Loadset: LoadSet1 : 23030200_SPRING



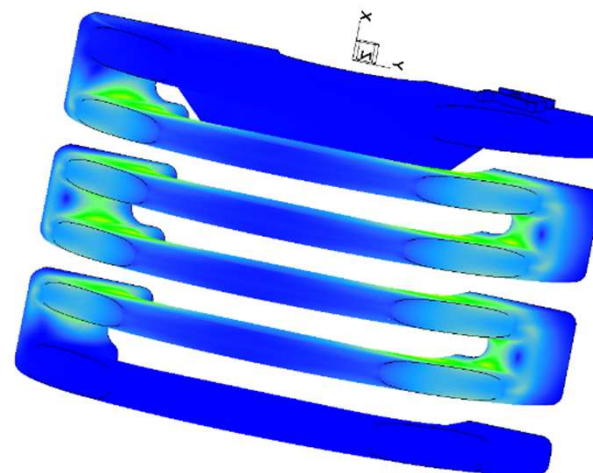
1755 MPa



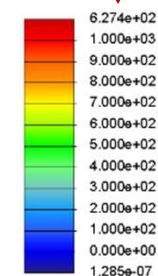
Maximální
napětí

Stávající pružina

Stress von Mises (WCS)
(MPa)
Loadset: LoadSet1 : SPRING_SUPPORT_VETSI_MEZERY



627 MPa

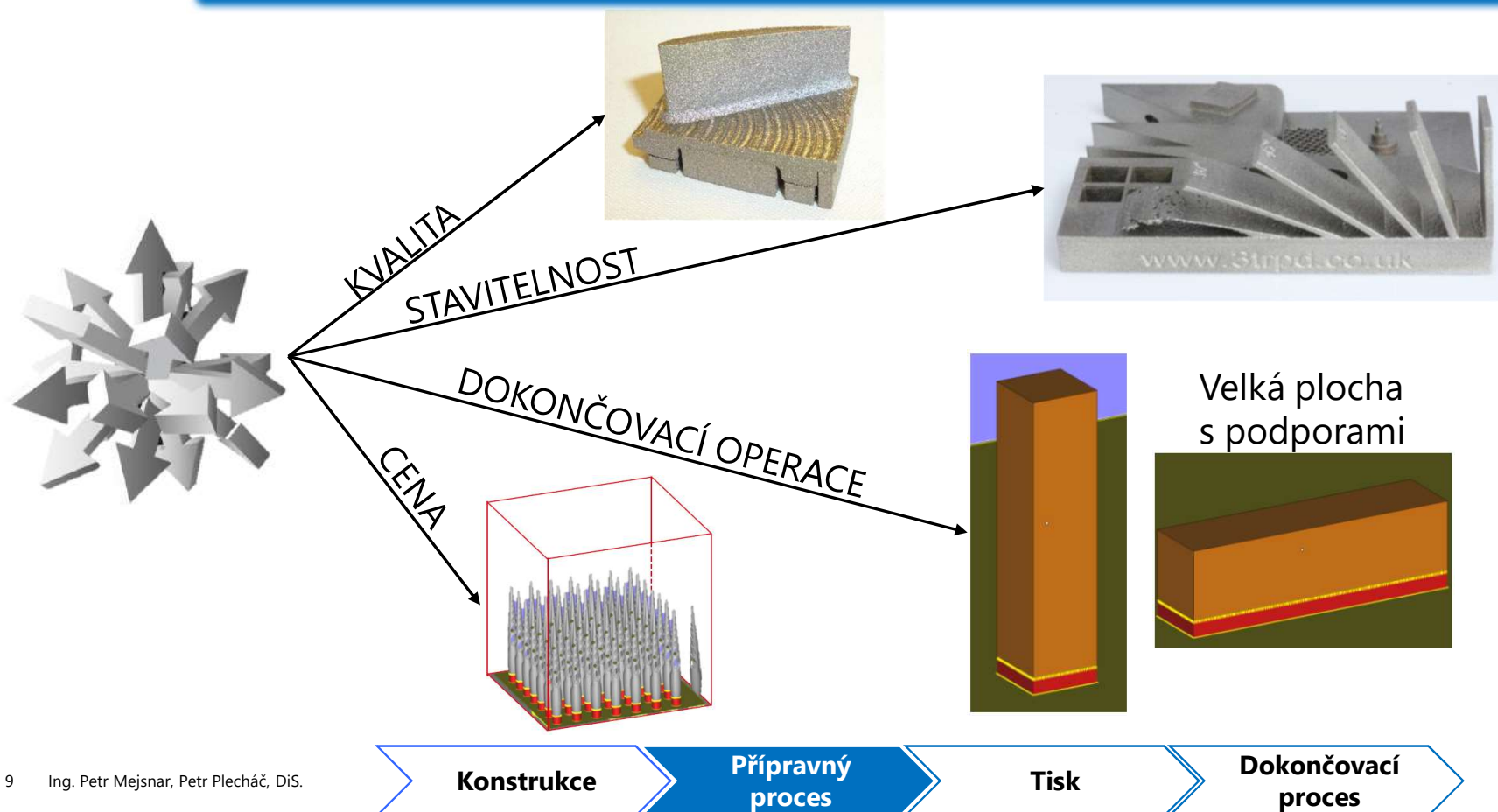


Nová pružina

Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

3D tisk dynamicky namáhaných dílců – přípravný proces

Orientace součásti na platformě má velký vliv na mnoho faktorů.

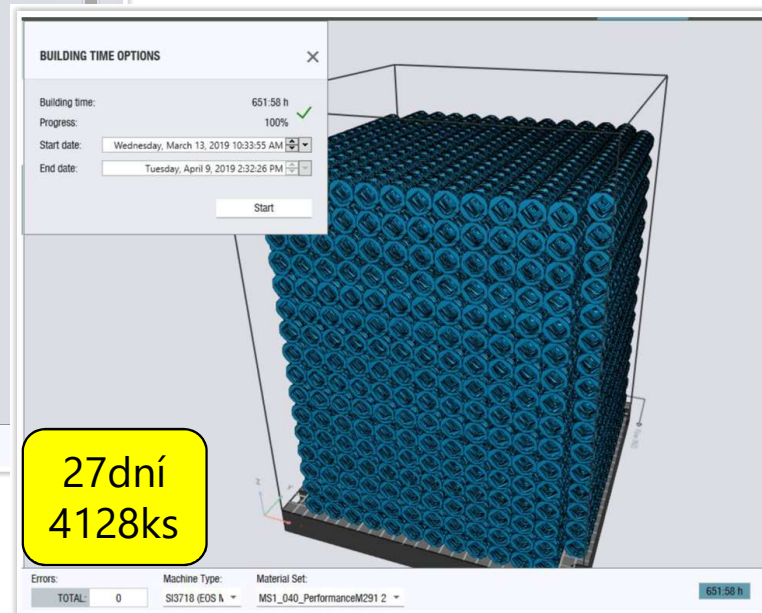
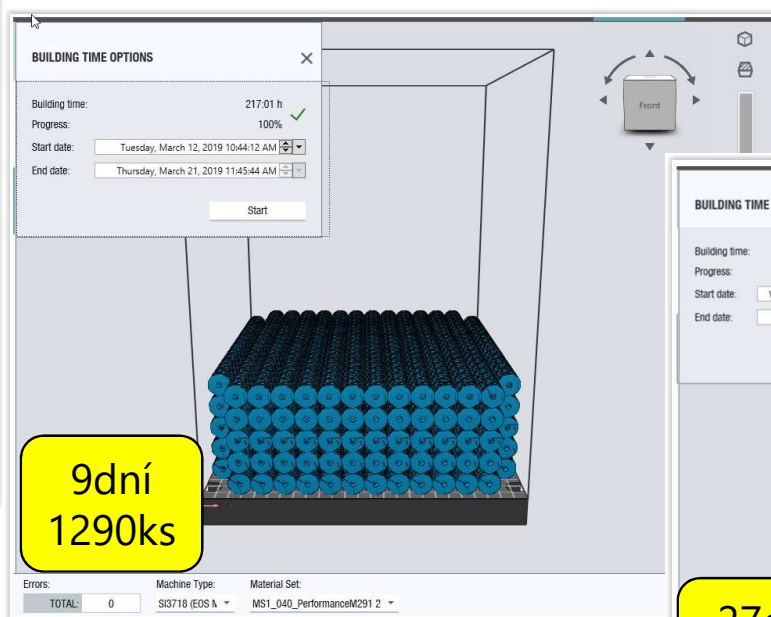


Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

3D tisk dynamicky namáhaných dílců – vertikální sdružení tisku (stohování)



- Výška vrstvy: 40μm
- Materiál: MS1 (1.2709)
- Velikost materiálového zrna: 15-24μm
- Počet kusů ve vrstvě: 258



Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

3D tisk dynamicky namáhaných dílců – proces ukončení tiskové úlohy

Po ukončení úlohy je nutné platformu vyjmout ze stroje. Toto je kritický krok v rámci celého procesu, jelikož mohou být ovlivněny následující parametry:

- Doba do dalšího tisku
- Kvalita tisknuté součásti
- Kvalita prášku a jeho znovupoužití

Proces ukončení zahrnuje:

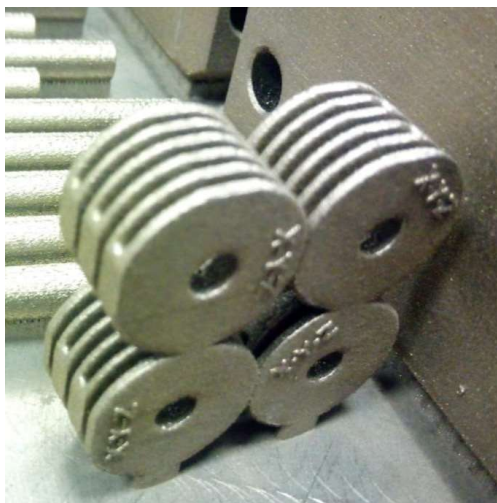
- Zajištění bezpečnosti
- Čištění stroje
- Odsání prášku z platformy
- Odmontování platformy



Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

3D tisk dynamicky namáhaných dílců - dokončovací operace

- Drátořez
- Tryskání
- Vrtání, vystružení
- Tepelné zpracování



Umístění na platformě



Před tryskáním



Po tryskání



Nezdařený tisk



Oddělení od platformy

Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

3D tisk dynamicky namáhaných dílců – tepelné zpracování

- Materiál MS1 je po dokončení tiskové úlohy před tepelným zpracováním lehce obrobitelný
- Tepelné zpracování materiálu se provádí technologií precipitačního stárnutí při teplotě 490°C v inertní atmosféře po dobu 6h.
- Po tepelném zpracování dochází k podchlazení z důvodů rozměrové stabilizace



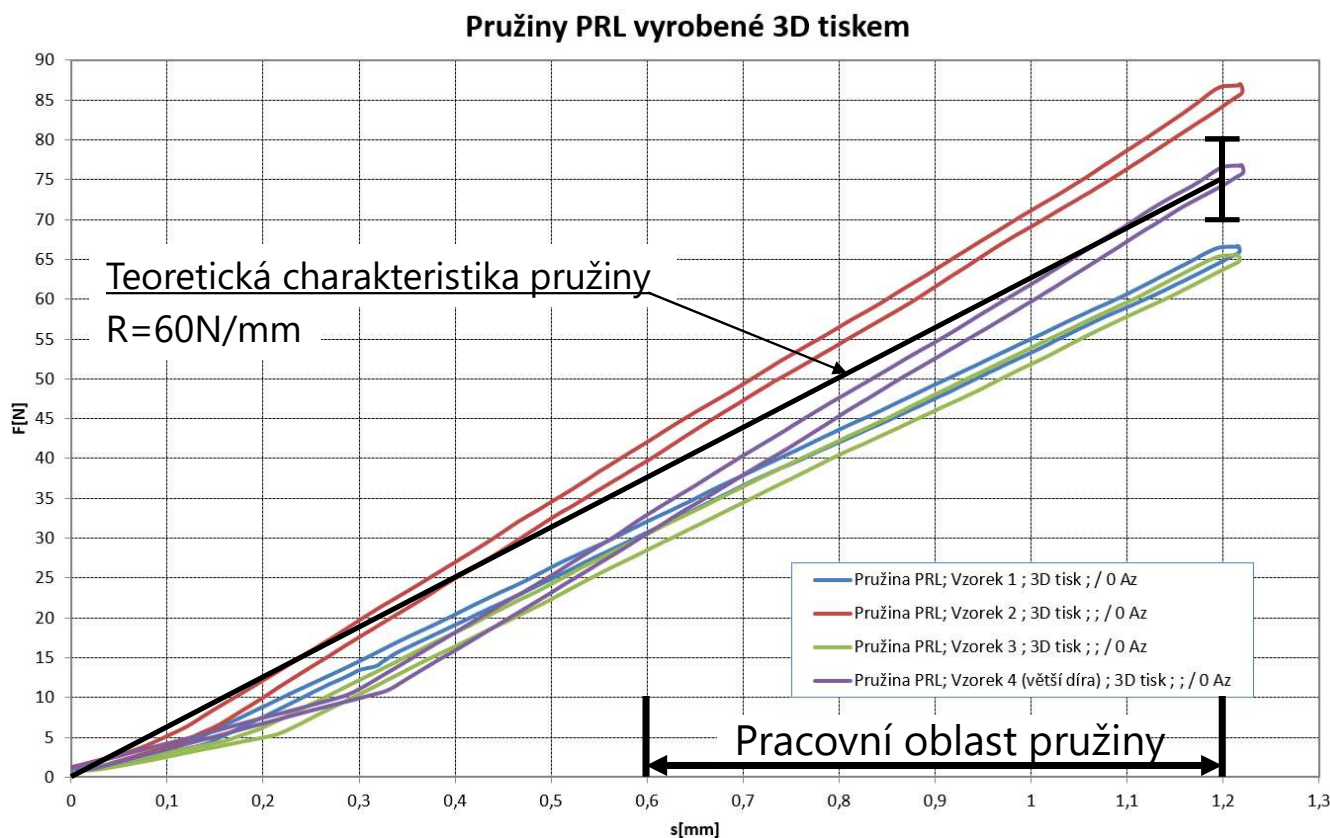
Materiálové složení oceli MS1 v %

Ni	Co	Mo	Ti	Al
17-19	8,5-9,5	4,5-5,2	0,6-0,8	0,05-0,15
Cr	C	Mn, Si	P, S	Fe
≤0,5	≤0,03	každý ≤0,1	každý ≤0,01	zbytek

Ocel MS1	Po dokončení tisku	Po tepelném zpracování
Tvrdost	33-37 HRc	50-56 HRc
Mez kluzu	1050±100 MPa	1990±100 MPa

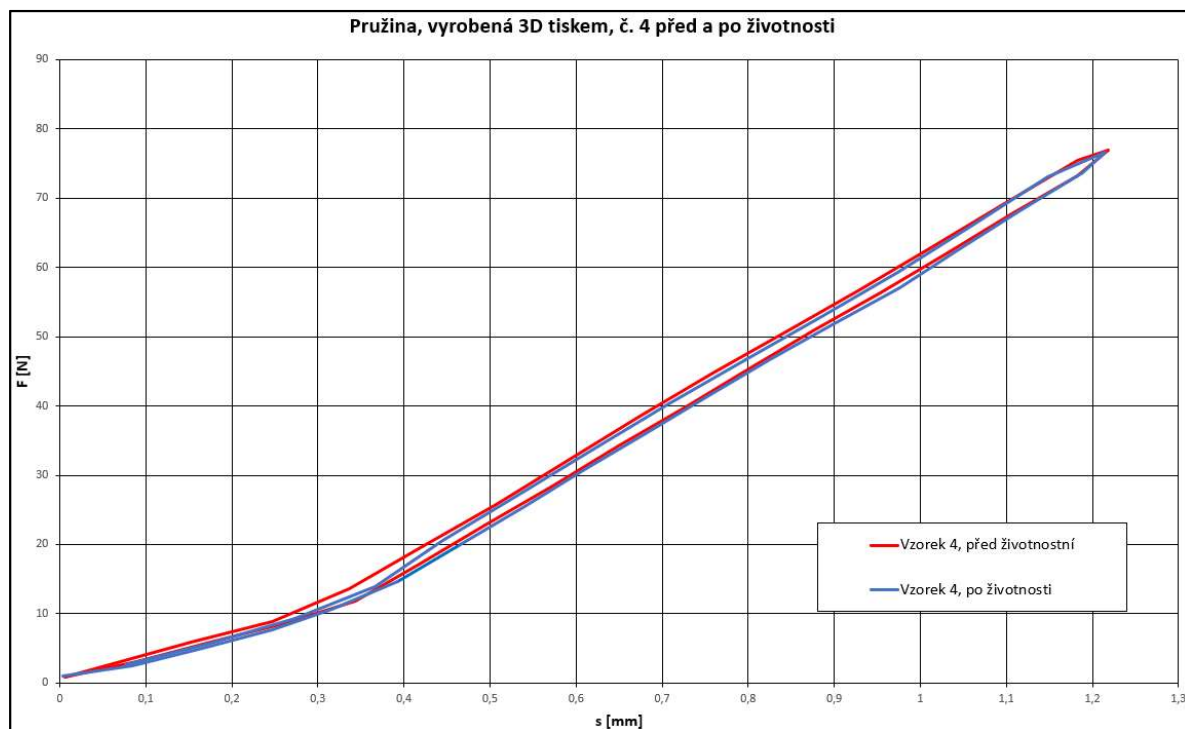
Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

Přehled silových charakteristik pružin vyrobených 3D tiskem



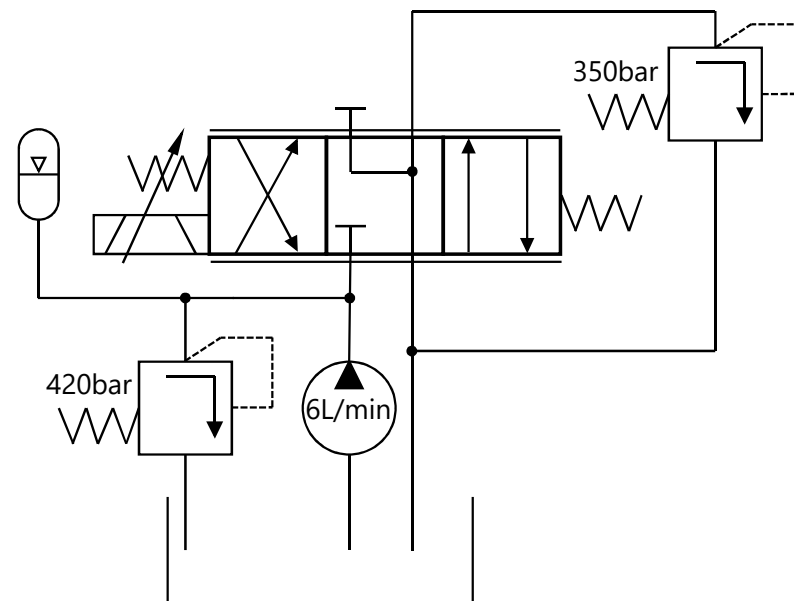
Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

Životnostní zkouška



Parametry životnostní zkoušky:

- 10 000 000 cyklů
- Předepnutí pružiny 0,6mm
- Pracovní stlačení pružiny 0,6mm
- Frekvence stlačování 8,6Hz
- Teplota oleje 40°C



Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

Nákladová a výrobní úspora

Argo-Hytos progresivně zkoumá možnosti implementace nových technologií v konstrukci hydraulických prvků a ve výrobě.



**Obráběná pružina +
Obráběné vedení = 100%**



PRL1-06-16-1-24



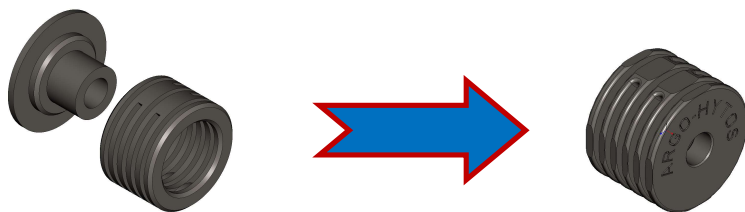
**3D vytisknutá pružina
Úspora 22,06%**

**Úspora na rozváděči (2 pružiny) = 7%
3D tisk je přibližně 4x rychlejší než
konvenční obrábění**

Aplikace 3D tisku v konstrukci hydraulických ventilů

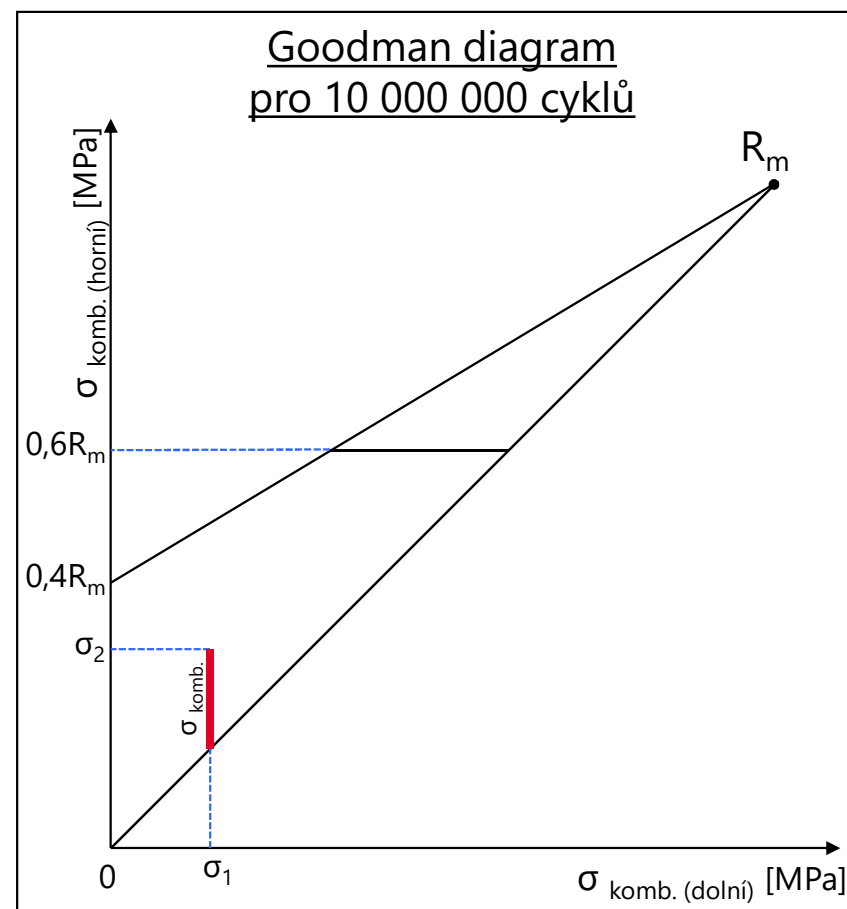
Závěr

- Úspěšná implementace technologie aditivní výroby pro dynamicky namáhané pružiny
- Integrace dílu vedení do konstrukce pružiny
- Nákladová úspora na pružině 22%
- Časová výrobní úspora 75%



Další kroky:

- Experimentální nalezení horní hranice dovoleného namáhání na Goodmanově diagramu.
- Realizace rozšířené tiskové úlohy technologií SLM, pro zjištění stability požadovaných mechanických vlastností.
- Implementace aditivní výroby alternativní pružiny do sériové výroby.





Děkuji za Vaši pozornost!

The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without explicit authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design. (ISO 16016:2002)