

BIN SGS02_2021_007 - Rozvoj moderného strojárskeho vzdelávacieho programu v oblasti zelenej inteligentnej výroby

AKTIVITA 4

Aplikácia 3D tlače pri realizácii študentských projektov v rámci získaných nových poznatkov

Aditívna výroba a rezné nástroje

V rámci tejto aktivity študenti získavajú poznatky zamerané na využitie aditívnych technológií pri výrobe rezných nástrojov a následná aplikácia poznatkov priamo do praxe.

Ing. Tomáš MACHÁČ

**Táto prednáška sa uskutočnila v spolupráci so
Slovenskou technickou univerzitou v Bratislave
Materialovotechnologická fakulta Trnava**

Obsah

- Aditívna výroba či 3D tlač
- Norma ISO/ASTM 52900:2021-11
- Rozdiel medzi konvenčnou a aditívnou výrobou
- Videá – FFF, Binder Jetting, Selective Laser Melting, Direct Energy Deposition
- Od modelu po výtlačok
- Mriežkové štruktúry – tzv. “lattice structures”
- Aplikácia aditívnej výroby vo výrobe súčiastok
- Výskum aditívnej výroby kovových súčiastok vo svete
- Výskum aditívnej výroby na STU MTF
- Zameranie dizertačnej práce

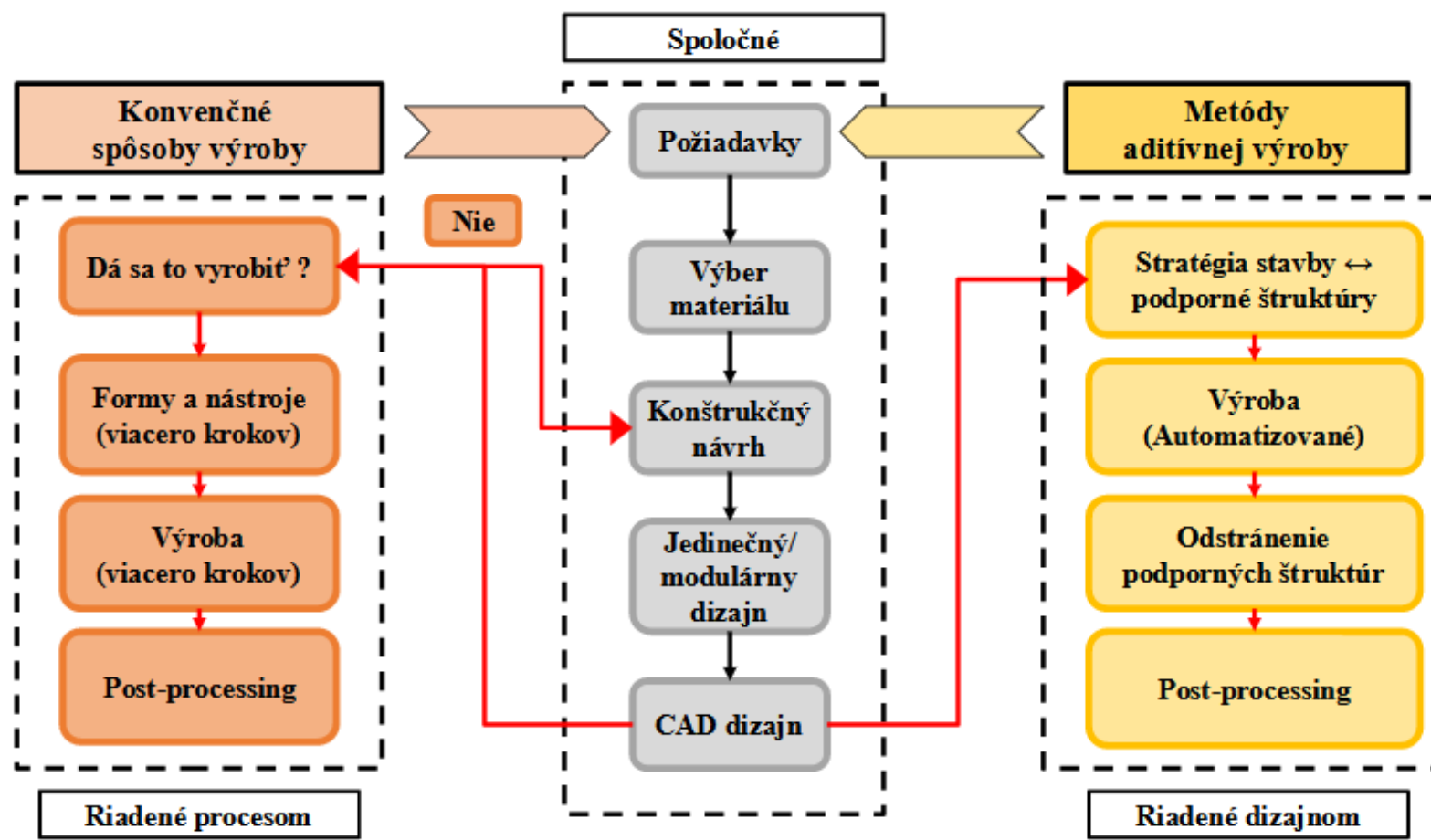
Aditívna výroba či 3D tlač

- Rozdiel medzi 3D tlačou a aditívnou výrobou je taký, že 3D tlač je forma aditívnej výroby
- Pojem „aditívna výroba“ sa najčastejšie spája s priemyselnými a komerčnými aplikáciami, zatiaľ čo pojem „3D tlač“ sa najčastejšie spája so spotrebiteľskými a rekreačnými aplikáciami,
- Hlavný rozdiel medzi 3D tlačou a aditívnou výrobou teda môžeme chápať tak, že 3D tlač konkrétne zahŕňa vytvorenie objektu stavaním vrstiev materiálu. Naproti tomu, aditívna výroba zahŕňa vytváranie objektov pridávaním materiálu, **ktorý môže ale nemusí prísť** vo vrstvách,
- Predstavte si AM ako „všeobjímajúci“ koncept - nejde len o samotnú 3D tlač ale o celý rad procesov:
 - CAD model, vstupné nastavenia, sledovateľnosť materiálu, procesný tok, post-processing, overenia stavby, systém kvality a kontroly.

Norma ISO/ASTM 52900:2021-11

- Aditívna výroba - proces spájania materiálov na výrobu dielov z údajov 3D modelu, zvyčajne vrstvu po vrstve, na rozdiel od metód subtraktívnej výroby a tvárnenia
- 3D tlač – výroba objektov nanášaním materiálu pomocou tlačovej hlavy, dýzy alebo inej technológie tlače
- Norma rozdeľuje aditívnu výrobu do 7 kategórií podľa procesu

Rozdiel medzi konvenčnou a aditívnou výrobou





clideo.com

A close-up, low-angle shot of a large industrial recoating machine. The machine is dark grey and black, with a prominent horizontal roller assembly in the foreground. In the background, a robotic arm with a motor is visible. The floor is light-colored with several parallel green lines. The overall scene is brightly lit, typical of a factory environment.

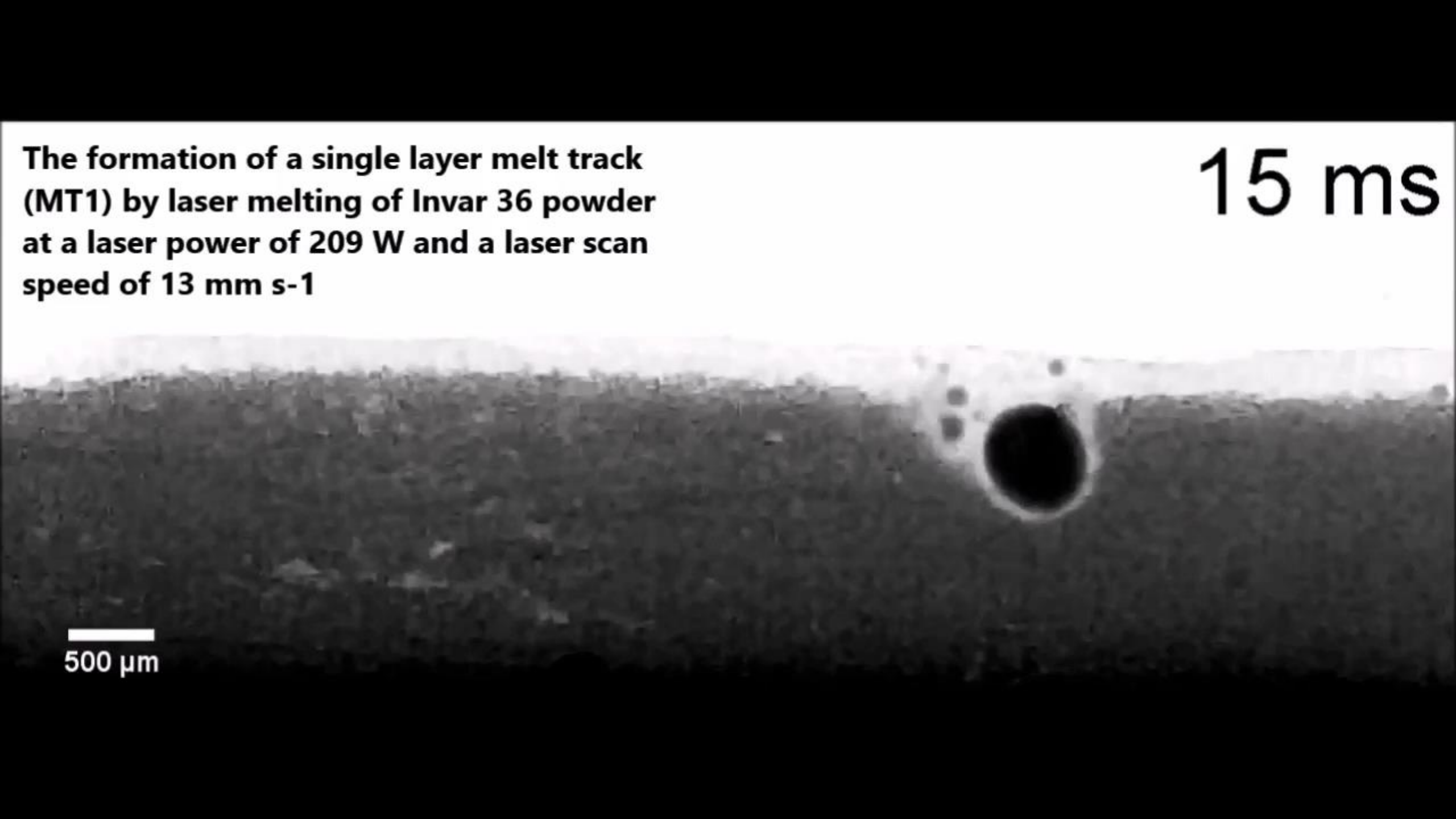
Recoating

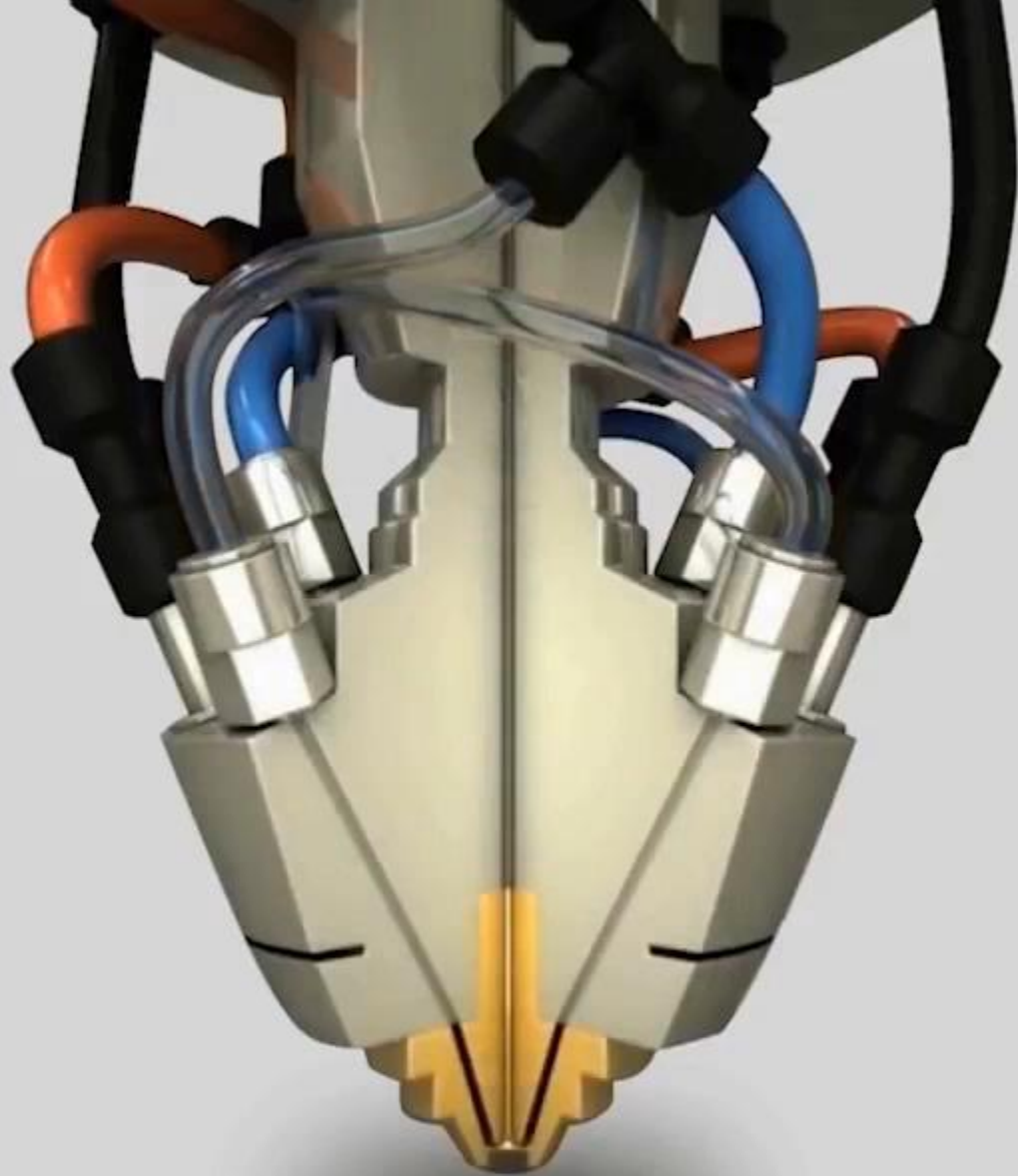
Layer by Layer

15 ms

The formation of a single layer melt track (MT1) by laser melting of Invar 36 powder at a laser power of 209 W and a laser scan speed of 13 mm s⁻¹

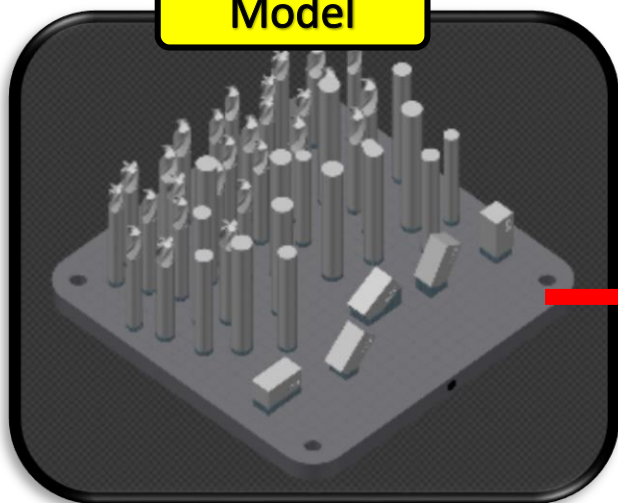
500 μm





Od modelu po výtlačok

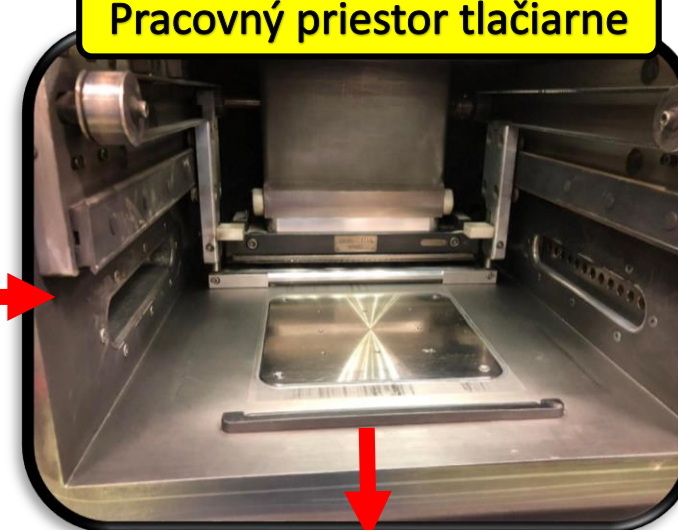
Model



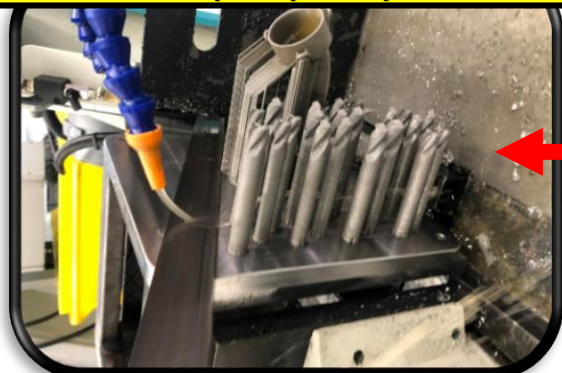
Tlačiareň



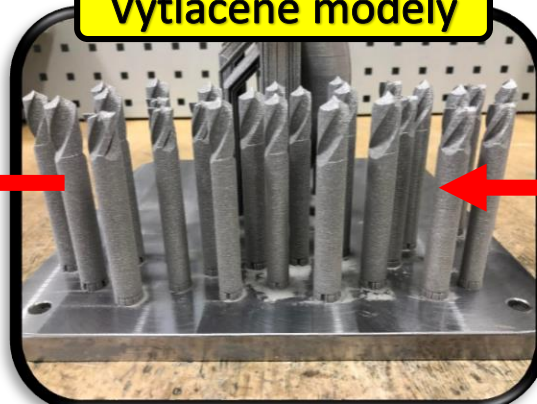
Pracovný priestor tlačiarne



Odstránenie podperných štruktúr



Vytlačené modely

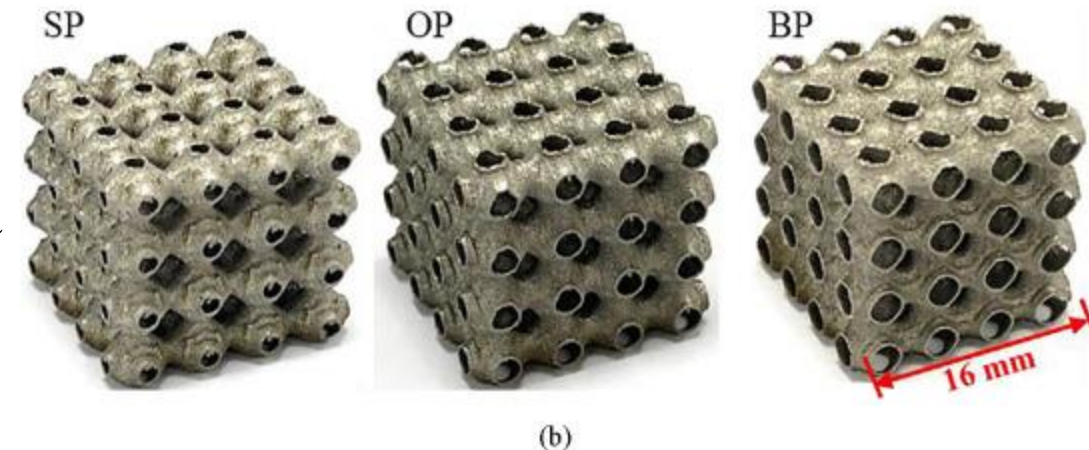
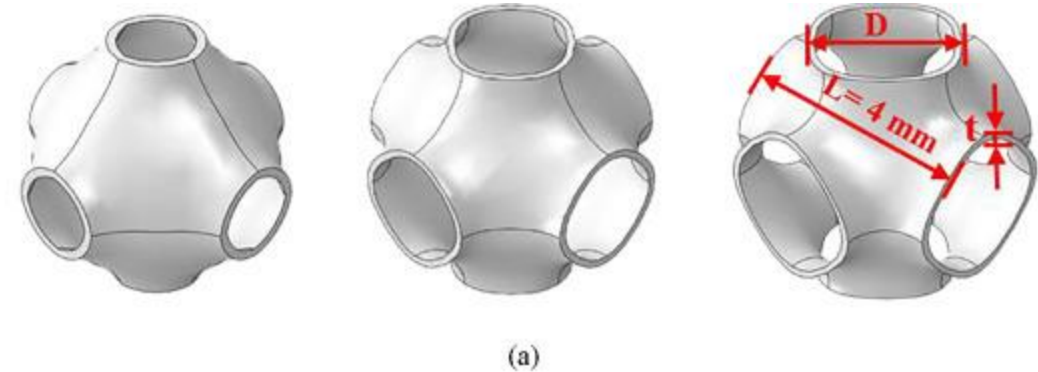


Čistenie výtlačkov



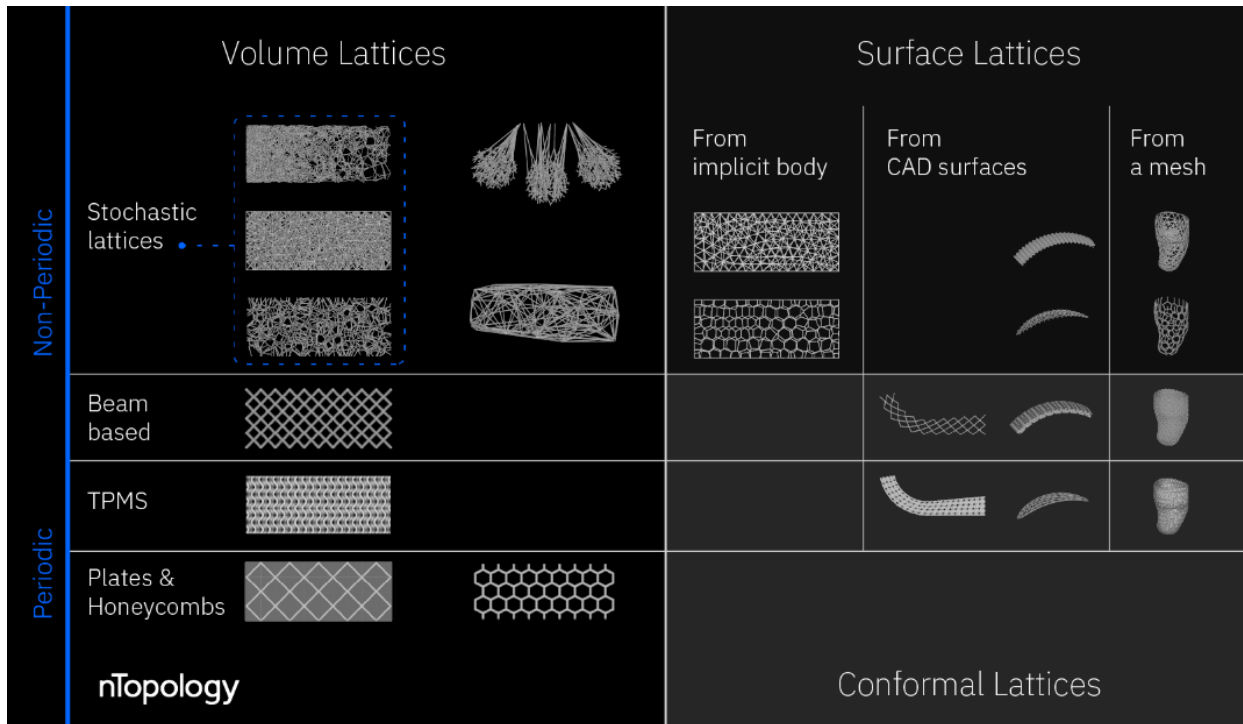
Mriežkové štruktúry – tzv. “lattice structures”

- **Mriežkové štruktúry sú opakujúce sa vzory, ktoré vyplňujú objem a nahrádzajú tak tradičné materiály**, ktorých objem je **celistvý**, alebo sú sústredené na povrchu. Mriežkové štruktúry ponúkajú **vysokú tuhosť a dobrú absorpciu energie** (ntopology, 2022)
- **Trojperiodické minimálne povrchy (TPMS):** (WeWantToLearn, 2019)
 - minimálne povrchy, ktoré majú kryštalickú štruktúru sa opakujú v troch rozmeroch, inými slovami sú trojnásobne periodické
 - prvé TPMS štruktúry definoval Schwarz a to v roku 1865 troch rozmeroch, inými slovami sú trojnásobne periodické

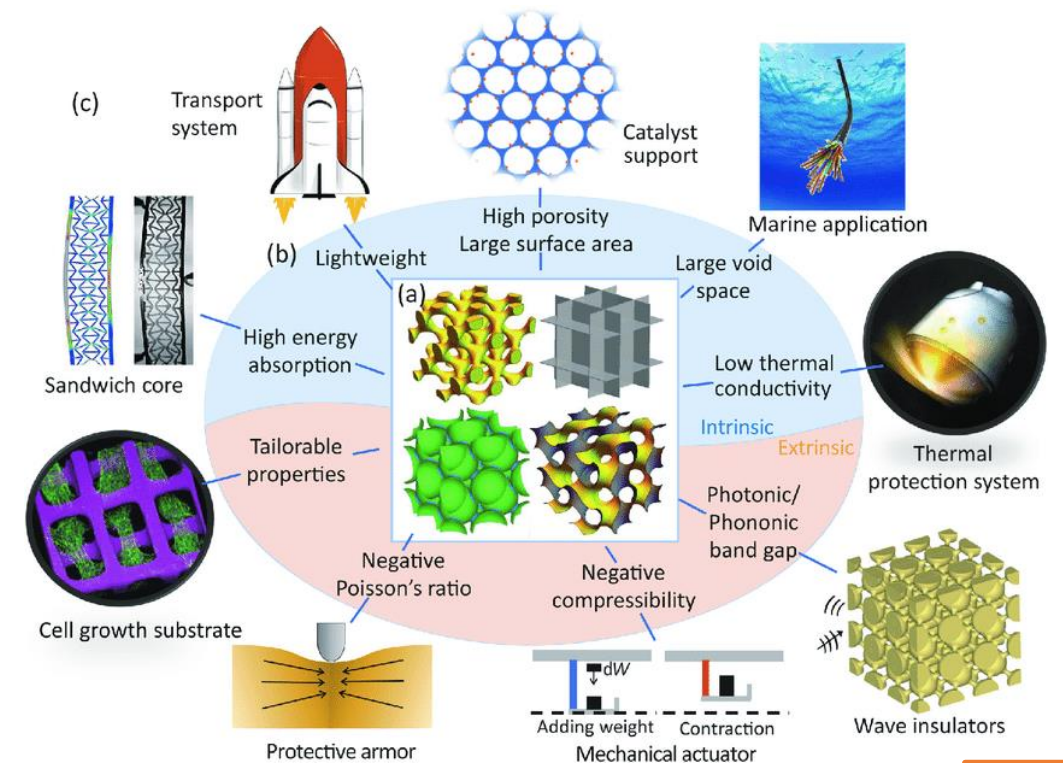


Mriežkové štruktúry – tzv. “lattice structures”

Rozdelenie mriežkových štruktúr (ntpology)

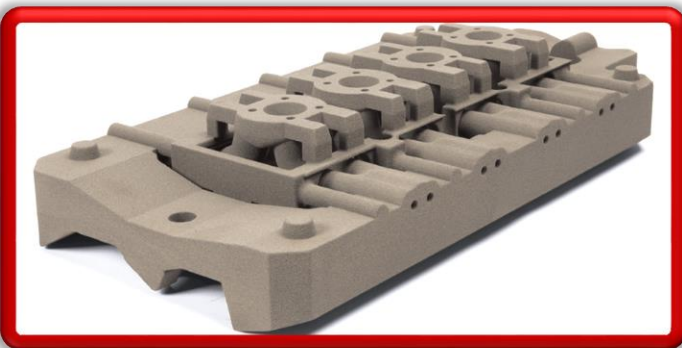


Aplikácie mriežkových štruktúr (Jia a kol. 2020)



Aplikácia aditívnej výroby vo výrobe súčiastok

Obr. 1 Vytlačená zlievarenská forma z piesku



Obr. 2 Tlačené dentálne korunky zo Zirkónia



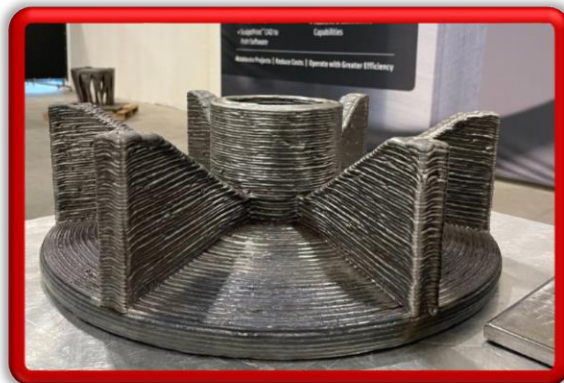
Obr. 3 Raketový motor s tlačenými dielmi



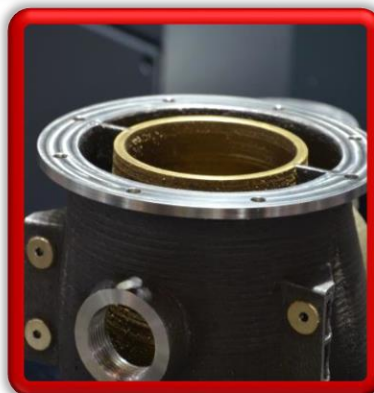
Obr. 4 Tlačený pedál z kompozitného materiálu
(Plast+uhlíkové vlákna)



Obr. 5 Výtlačok tlačený technológiou WAAM



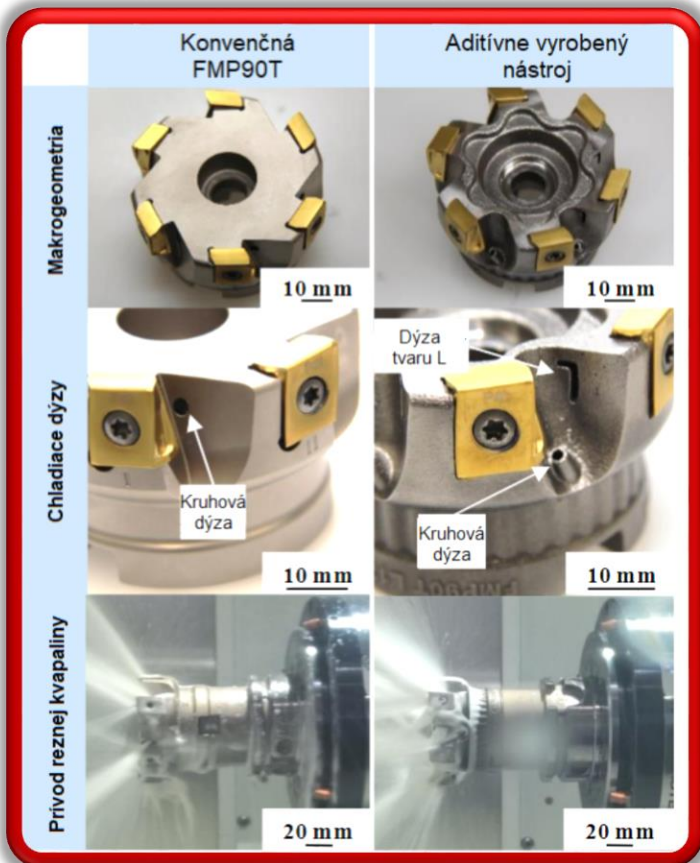
Obr. 6 Bi-metal výtlačok technológiu DED



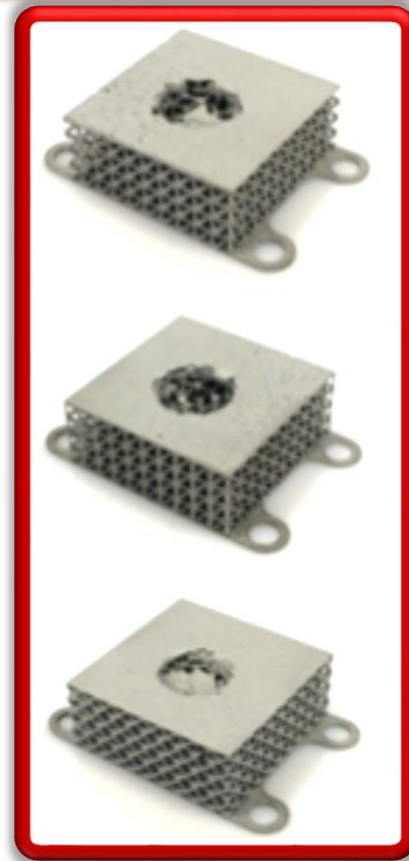
Obr. 7 Spojenie FDM
tlače a pokovovanie
– meč z hry Skyrim

Výskum aditívnej výroby kovových súčiastok vo svete

Obr. 8 Tlačený nástroj vs konvenčný



Obr. 9 Dynamická penetračná skúška mriežkových štruktúr



Obr. 10 Mriežkové štruktúry



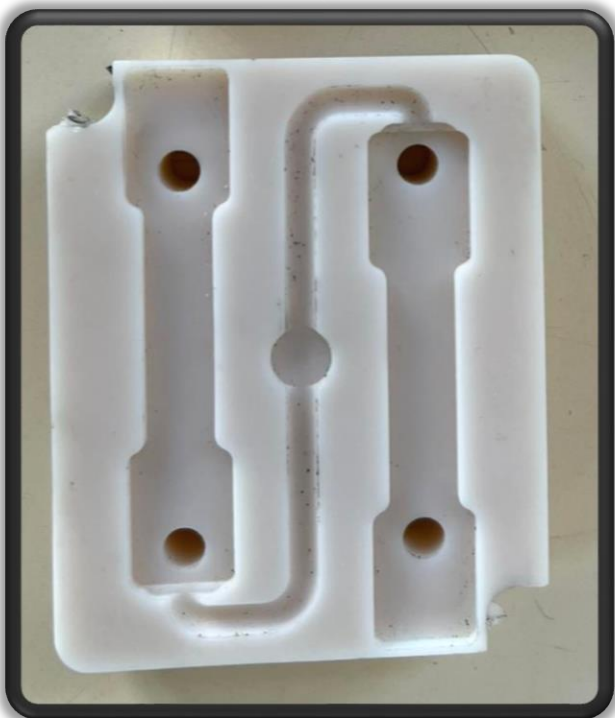
Obr. 11 Generatívny dizajn



Obr. 12 Tlačené časti fréz

Výskum aditívnej výroby na STU MTF

Obr. 8 Vzorka formy pre vstrekovanie plastov



Obr. 9 Odliaty nástroj z tlačenej formy technológiou SLA



Obr. 10 Tlačný rezný nástroj zo spekaného karbidu



Obr. 11 Rezný nástroj navrhnutý pomocou generatívneho dizajnu



Výskum aditívnej výroby na STU MTF

Obr. 8 Vzorka vytlačená pomocou
WAAM



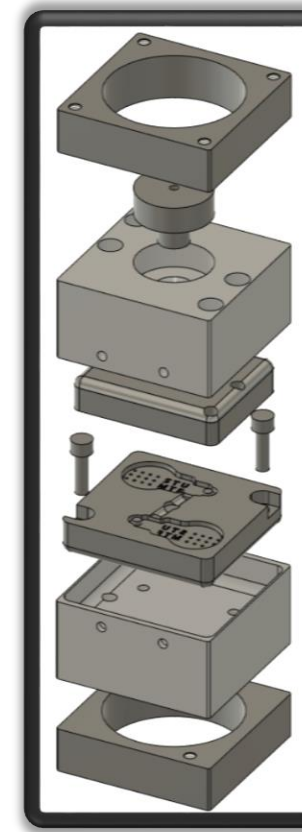
Obr. 8 Vzorky na meranie drsnosti
tlačené SLM z maraging ocele



Obr. 8 Vytlačené časti vstrekovacieho
nástroja



Obr. 8 Model
vstrekovacieho nástroja

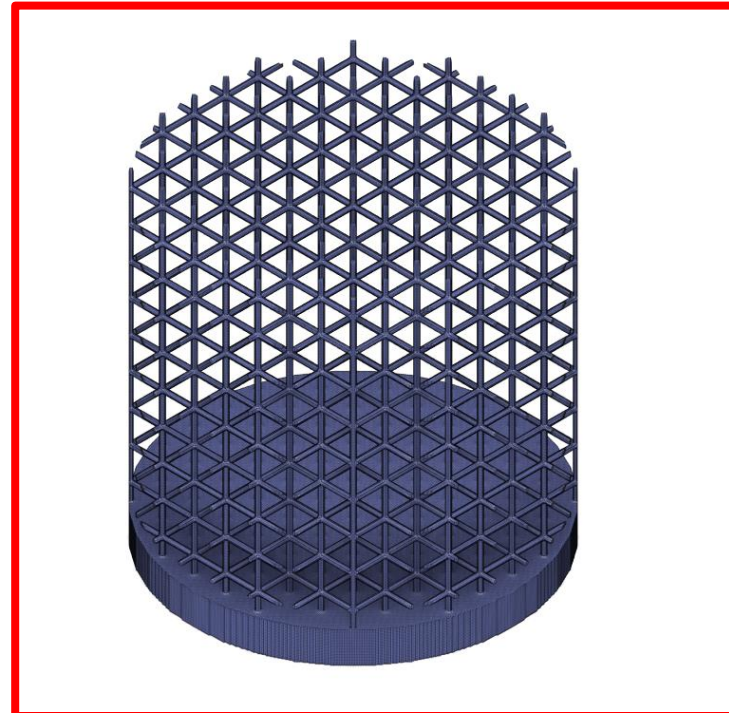


Zameranie dizertačnej práce

Aditívna výroba rezných nástrojov



Mriežkové (lattice) štruktúry



- Výskum rôznych druhov mriežkových štruktúr
- Aplikovanie vhodnej mriežkovej štruktúry v nástroji
- Vyrobiteľnosť funkčného nástroja s mriežkovou štruktúrou
- Výskum v oblasti:
 - Opotrebenia nástroja
 - Pôsobenie rezných síl na nástroj
 - Kvalita obrobenej plochy
 - Torzná tuhosť
 - Vibrácie v sústave SNOP

Materiál: Rýchlorezná oceľ

Technológia: SLM, BJ, FFF

STU MTF
UVTE

tomas.machac@stuba.sk



