

ZPRACOVÁNÍ KOVOVÝCH MATERIÁLŮ SELEKTIVNÍM LASEROVÝM TAVENÍM ZA ZVÝŠENÝCH TEPLŮT

Martin Malý, Ing.

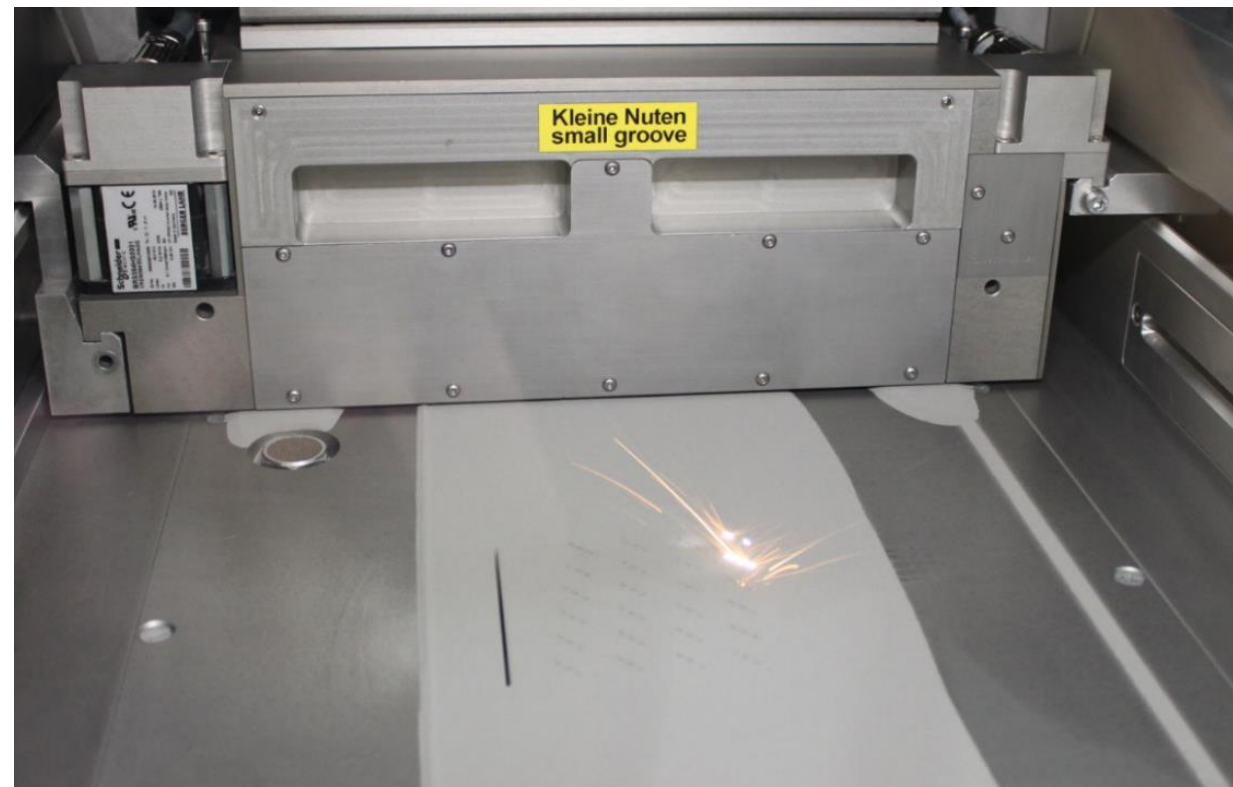
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ
Fakulta strojního inženýrství
VUT v Brně

V Brně, 26. 2. 2018



Obsah

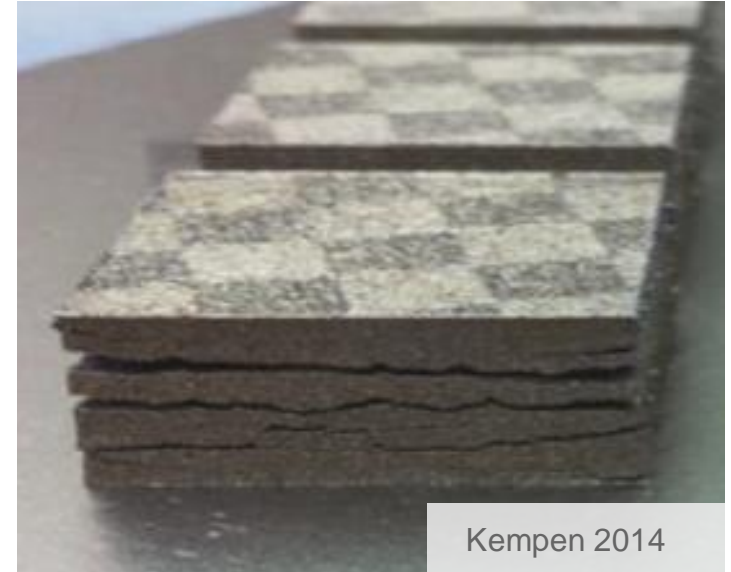
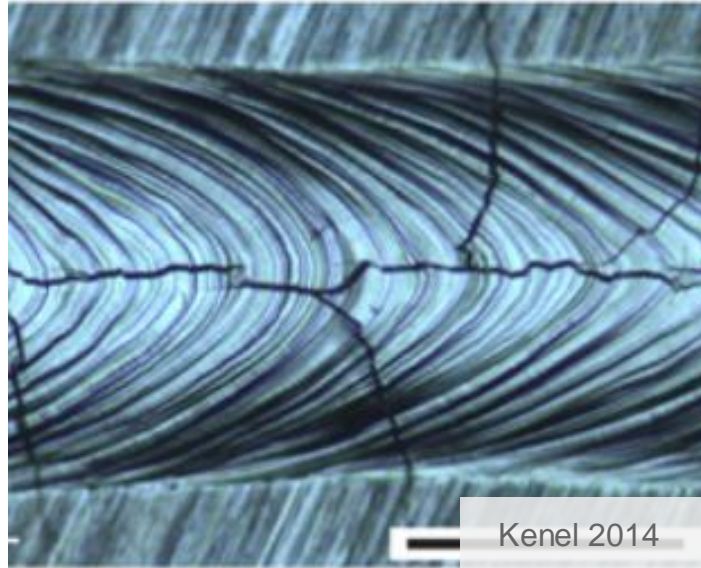
- Motivace pro řešení problému
- Přehled současného stavu poznání
- Cíle a přínos práce
- Vědecké otázky a pracovní hypotézy
- Postup řešení
- Spolupráce s jinými institucemi
- Výstupy práce



Motivace pro řešení problému

Zbytková napětí

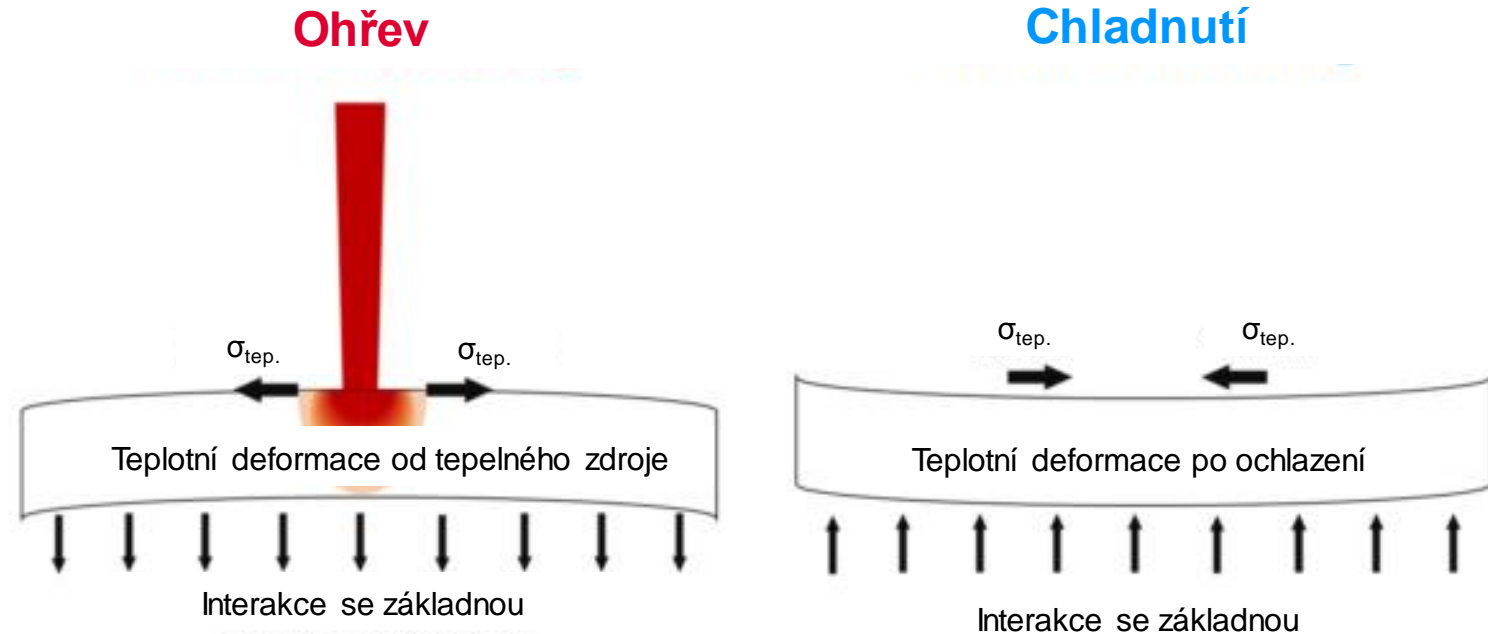
- Trhliny
- Delaminace



Motivace pro řešení problému

Vznik zbytkových napětí

- Nehomogenní ohřev

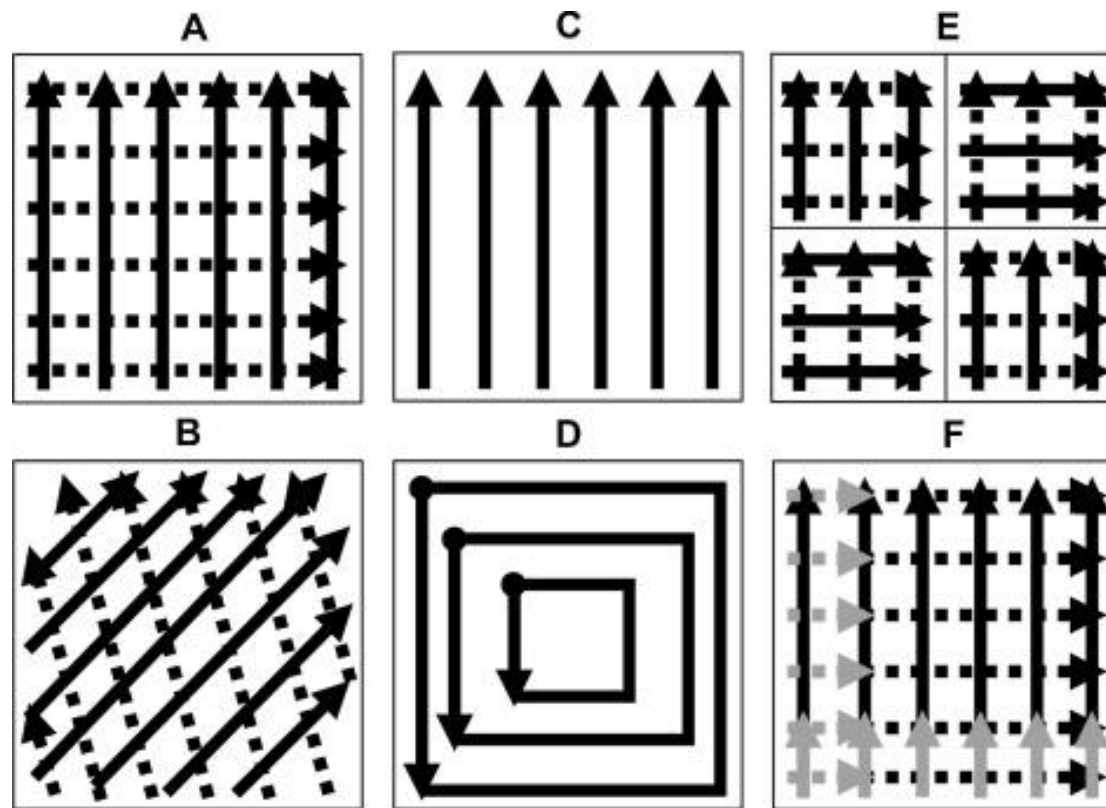


Patterson 2017

Přehled současného stavu poznání

Metody pro snížení zbytkových napětí

- Tepelné zpracování – 70 %
- Skenovací strategie
- Vícenásobné skenování vrstev – 55 %
- Předehřev pracovní oblasti – 40 % (při 160 °C)

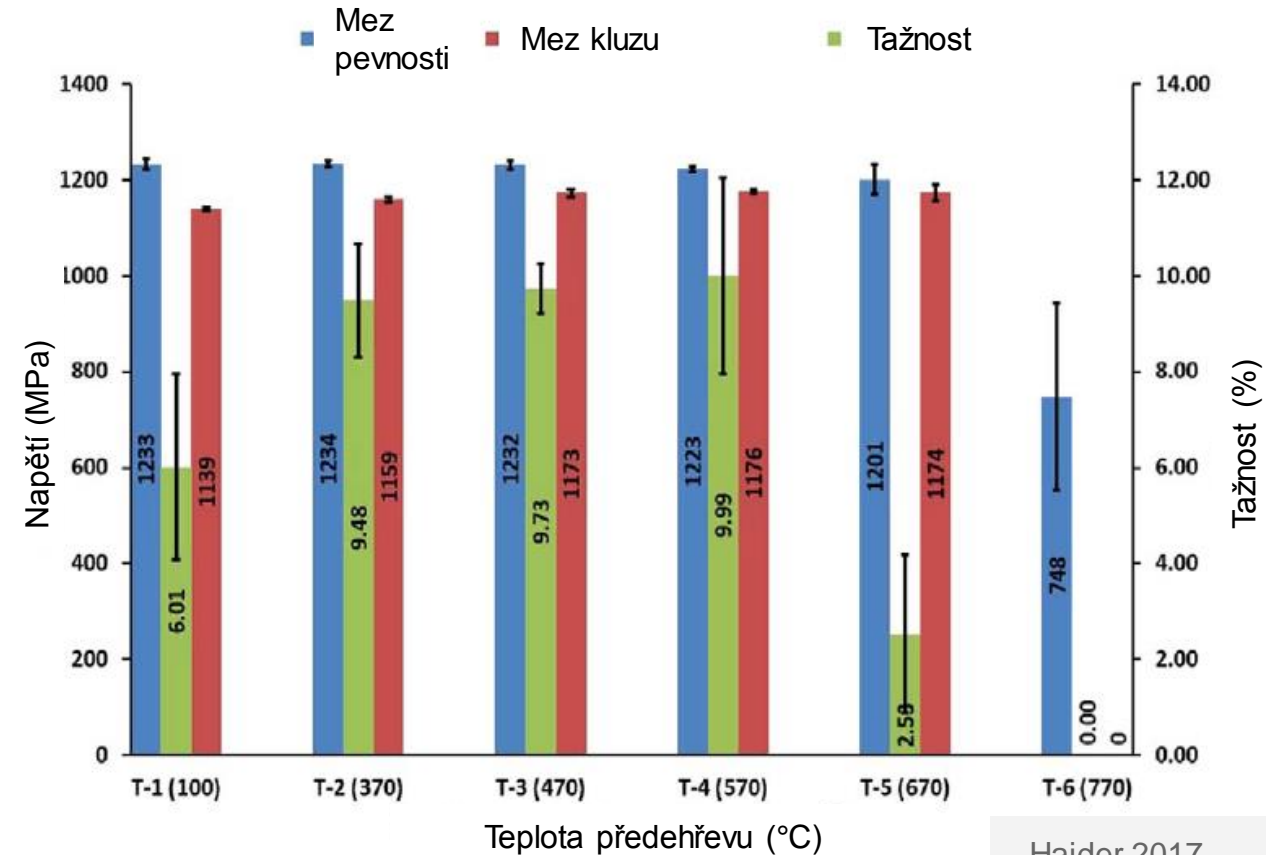
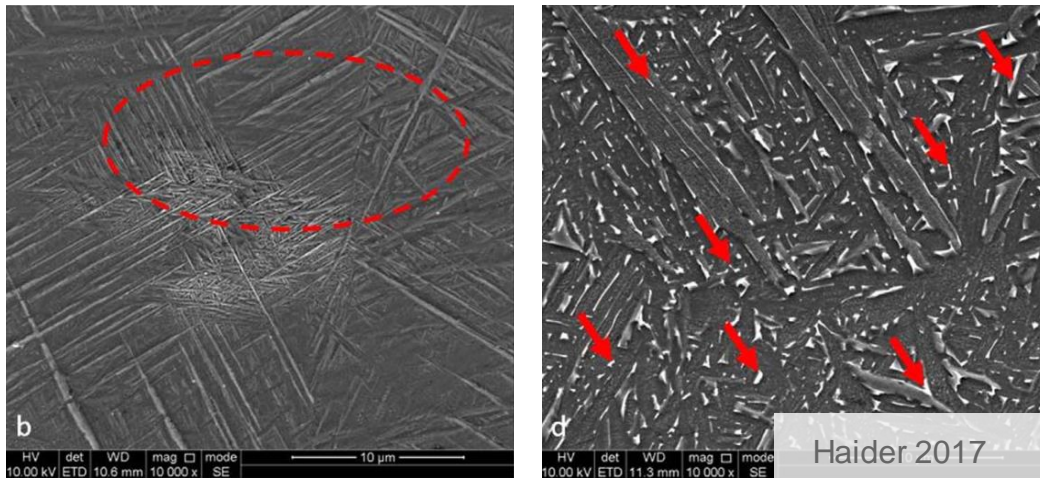


Gustmann 2016

Přehled současného stavu poznání

Vliv předeřevu pracovní oblasti na Ti-6Al-4V

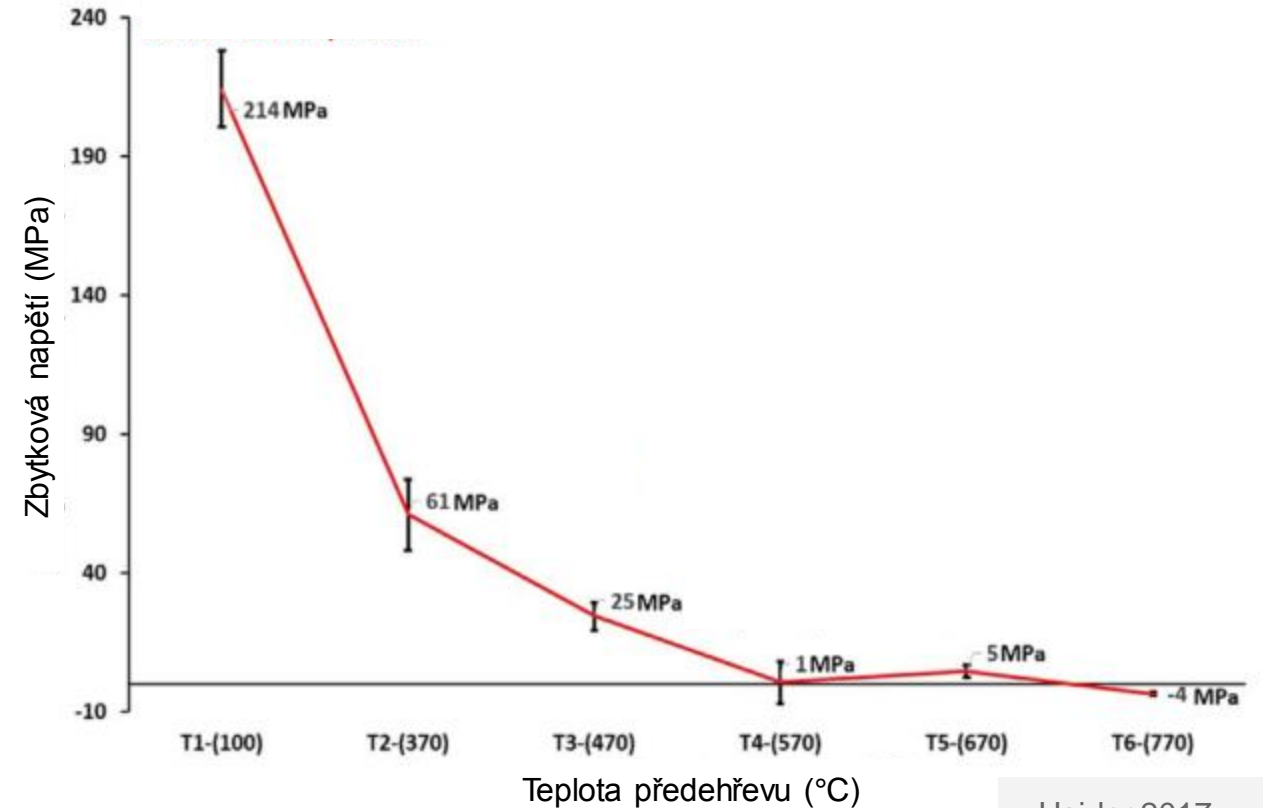
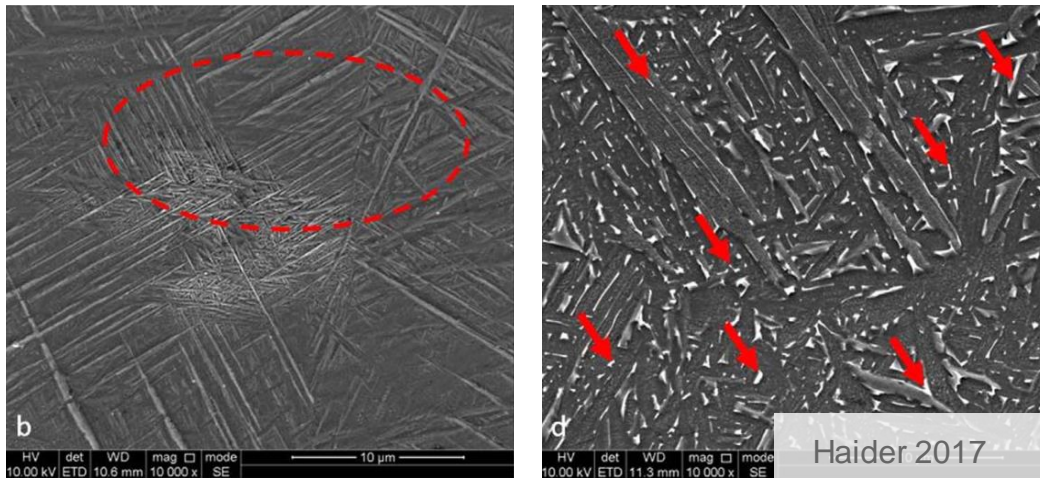
- Změna mikrostruktury
 - α' martenzitická na lamelární $\alpha+\beta$
- Zvýšení tažnosti
- Zvýšení únavové pevnosti



Přehled současného stavu poznání

Vliv předehtěvu pracovní oblasti na Ti-6Al-4V

- Změna mikrostruktury
 - α' martenzitická na lamelární $\alpha+\beta$
- Zvýšení tažnosti
- Zvýšení únavové pevnosti
- Eliminace zbytkových napětí

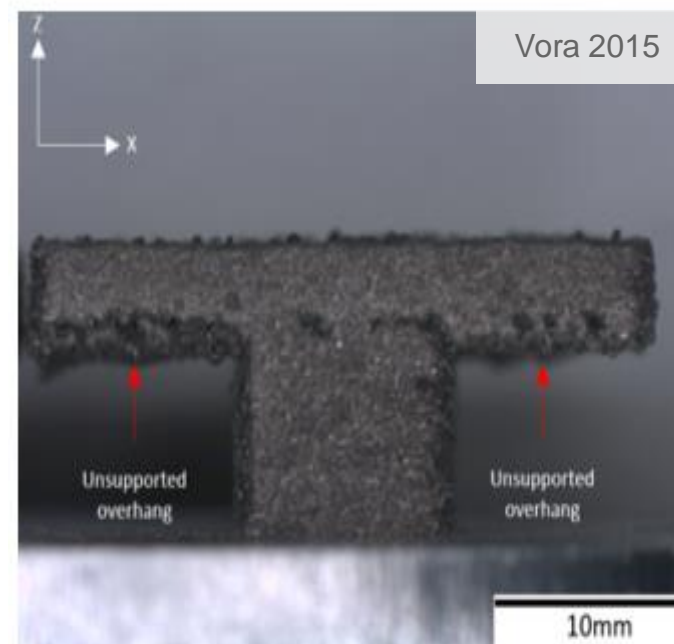
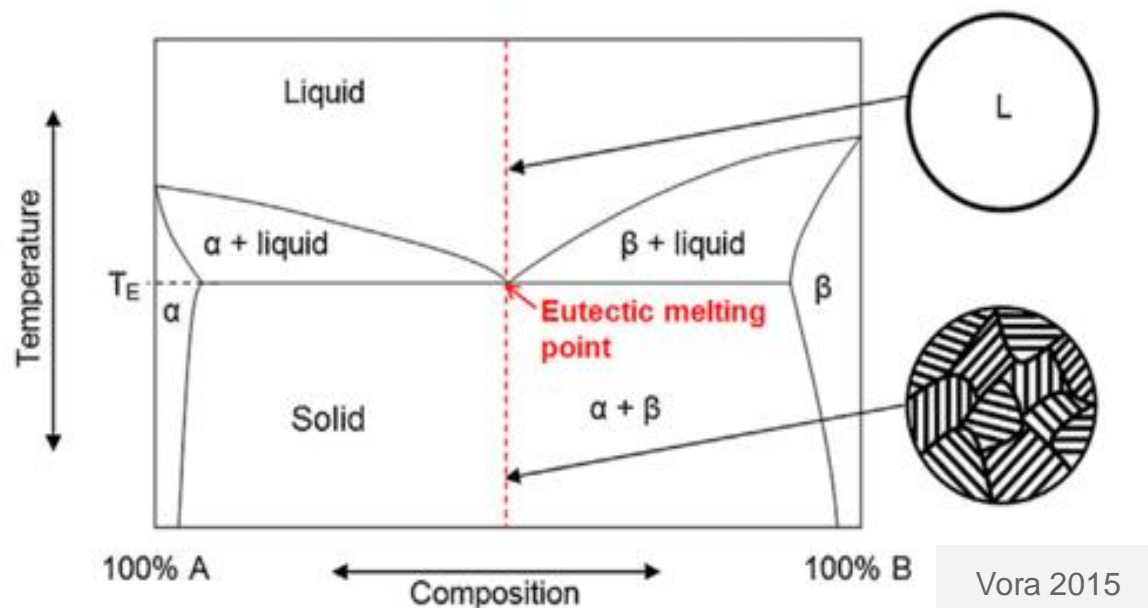


Haider 2017

Přehled současného stavu poznání

Bez podporový Selective Laser Melting

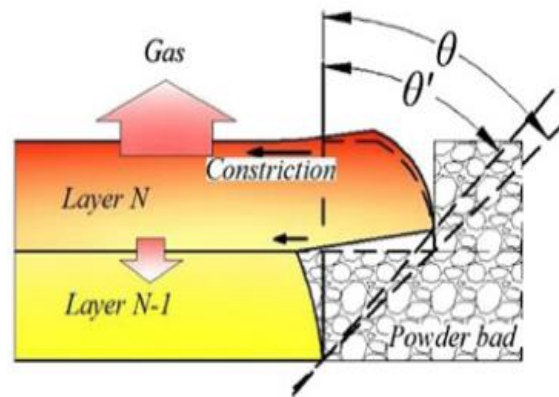
- Vysoká teplota přehřevu
- Přiblížení podmínek k Electron Beam Melting



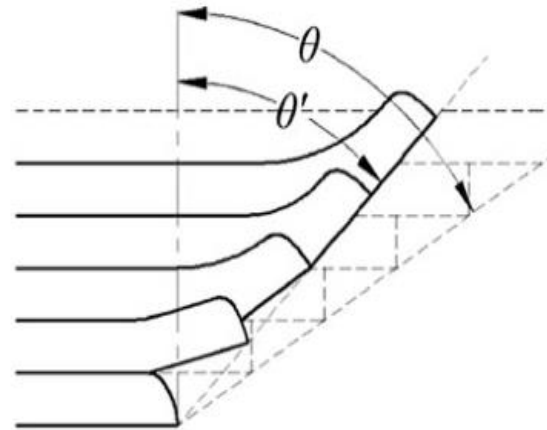
Analýza přehledu současného stavu poznání

Perspektivní oblasti pro výzkum

- Vliv zvýšené teploty na tisk převislých vzorků
- Eliminace podpůrných struktur vysokou teplotou předehřevu

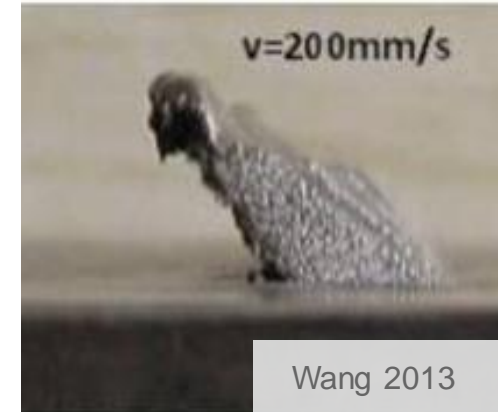


(a) warping principle

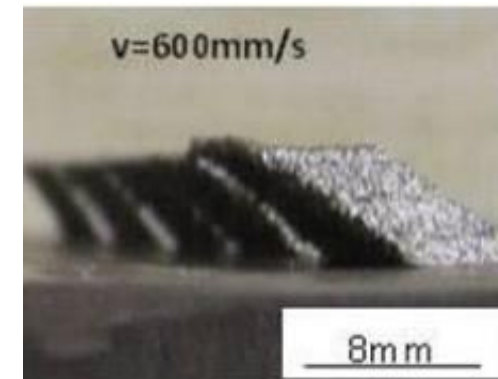


(b) warping accumulation

Wang 2013



Wang 2013



Cíle a přínos práce

Cíl práce

Snížení množství podpurných struktur v technologii SLM pomocí zvýšené teploty v pracovní oblasti

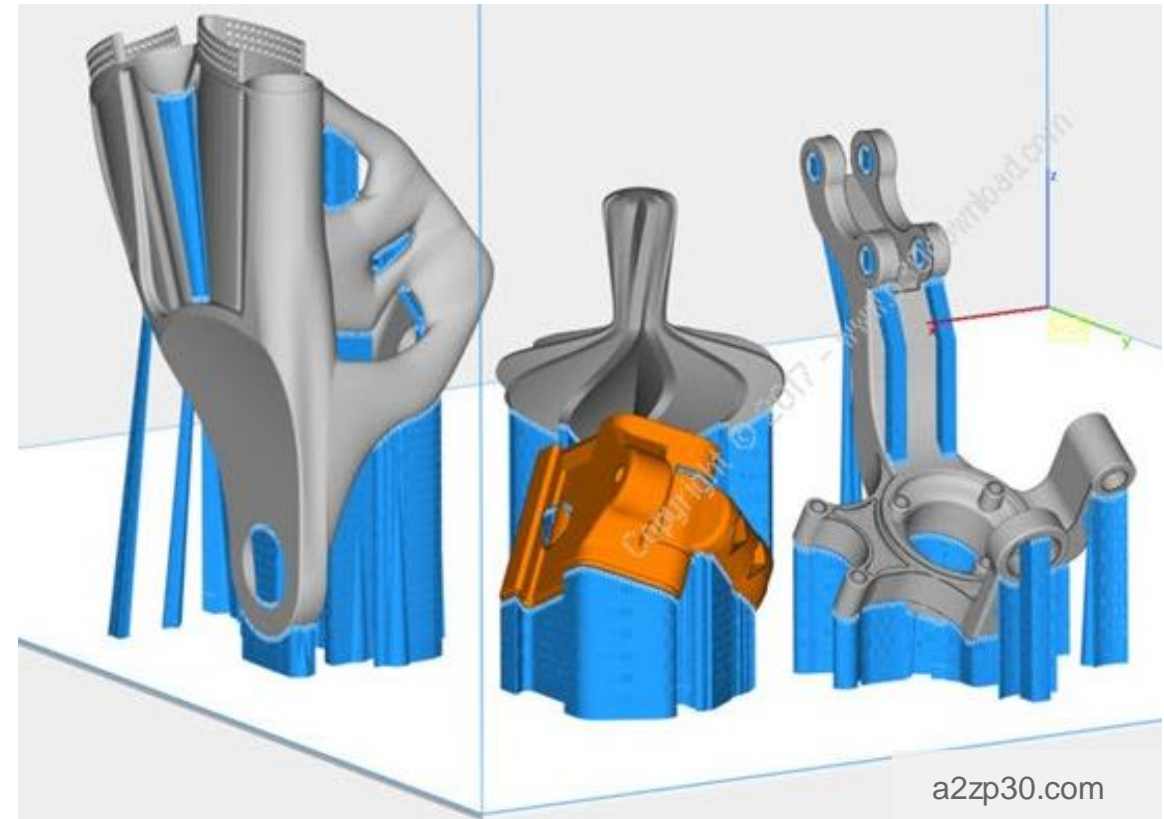
Dílčí cíle

- Stanovení vlivu zvýšené teploty na vznik zbytkových napětí a mikrostruktury u Ti-6Al-4V
- Stanovení vlivu zvýšené teploty na vznik zbytkových napětí a mikrostruktury Ni slitiny
- Výzkum vlivu změny teploty pracovní oblasti během zpracování na tvorbu gradientní mikrostruktury

Cíle a přínos práce

Přínos práce

- Úspora práškového materiálu
- Komponenty bez zbytkových napětí
- Komponenty bez podpůrného materiálu
- Nižší výrobní čas
- Snadnější příprava dat



Vědecké otázky a pracovní hypotézy

Vědecká otázka č. 1

Je možné díky vysoké teplotě předehřevu zcela eliminovat množství podpůrných struktur při výrobě technologií SLM?

Pracovní hypotéza č. 1

Vysoká teplota předehřevu -> eliminace zbytkových napětí -> přiblížení procesních podmínek k technologii EBM -> bez podporový tisk

Vědecké otázky a pracovní hypotézy

Vědecká otázka č. 2

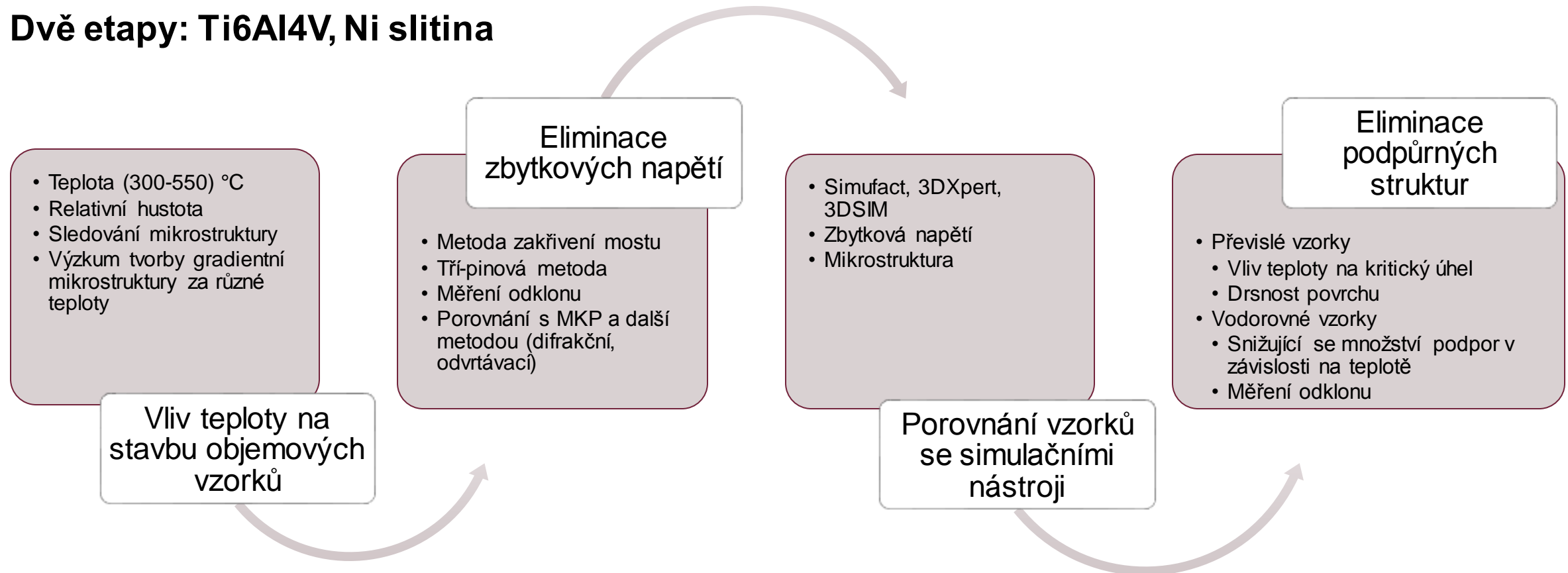
Lze změnou teploty přehřevu přímo během aditivní výroby ovlivnit součást tak, že bude vykazovat mechanicky gradientní vlastnosti?

Pracovní hypotéza č. 2

Skoková změna teploty -> změna mikrostruktury -> změna mechanických vlastností

Postup řešení

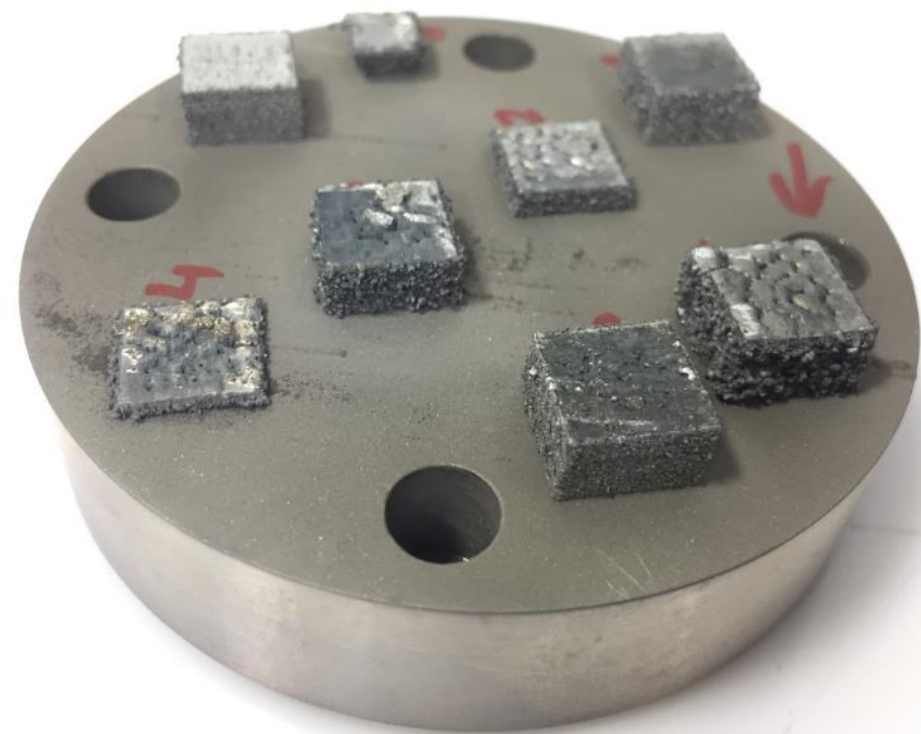
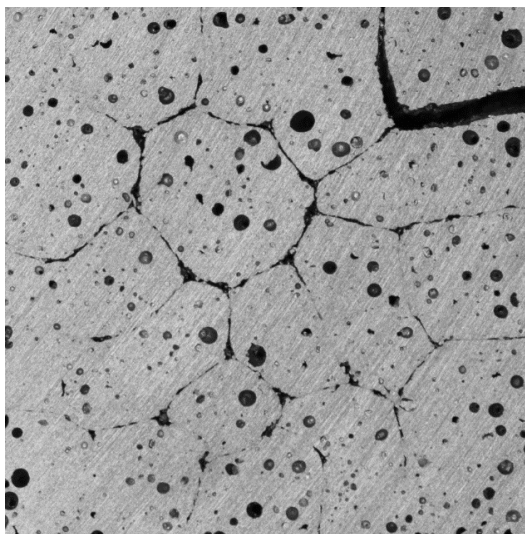
Dvě etapy: Ti6Al4V, Ni slitina



Postup řešení

Vliv teploty na stavbu objemových vzorků

- Nalezení stabilních procesních parametrů
- Relativní hustota
- Mikrostruktura, strukturně gradientní díly



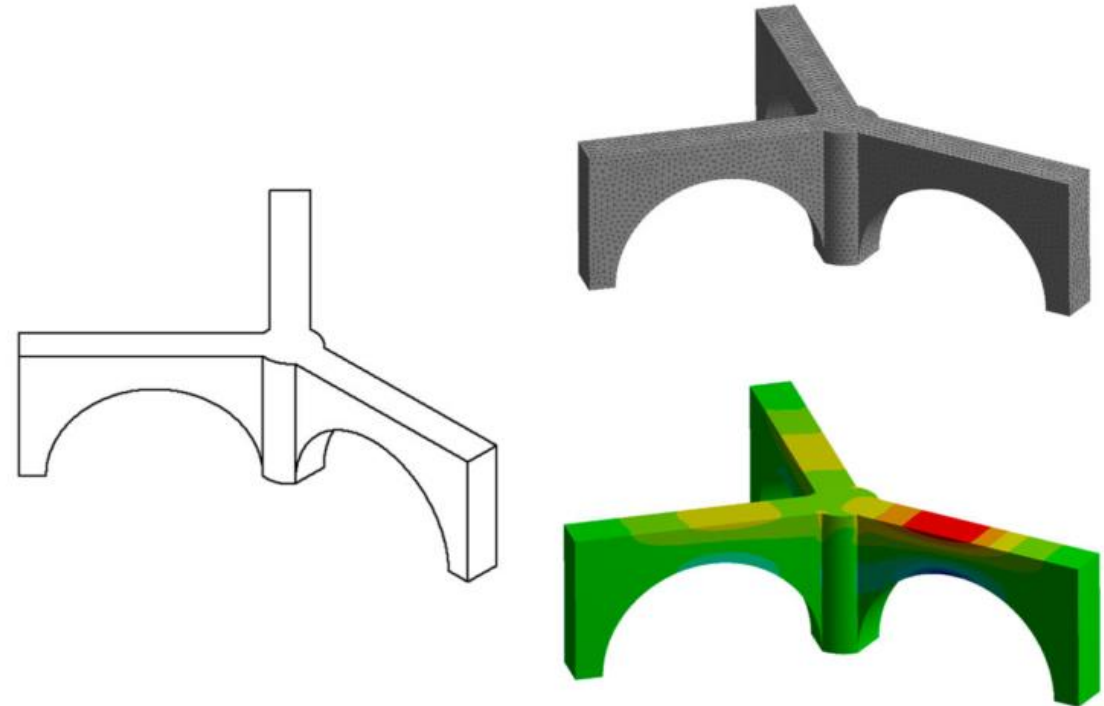
Postup řešení

Eliminace zbytkových napětí

- Metoda zakřivení mostu (trípinová metoda)
- Měření odklonu při změně teploty a strategie
- Porovnání s MKP výpočtem

Porovnání se simulačními nástroji

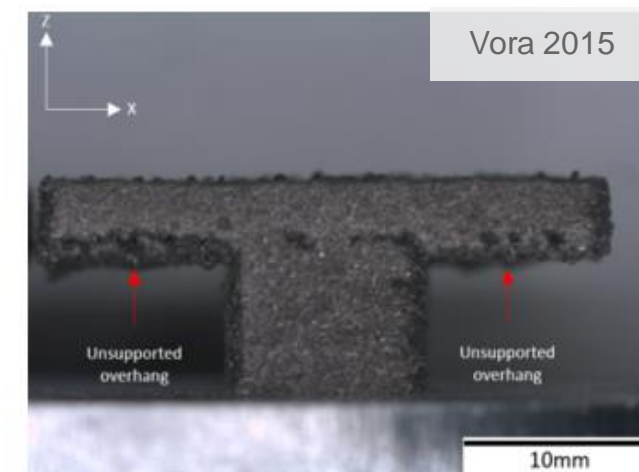
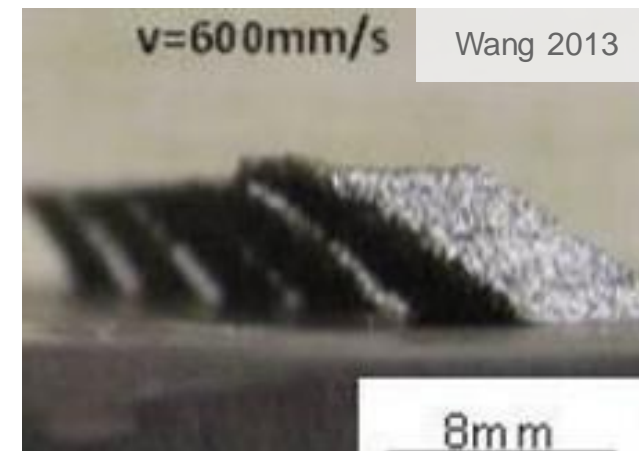
- Simufact, 3DXpert, 3DSIM,...
- Porovnání mikrostruktury, deformací



Postup řešení

Eliminace podpůrných struktur

- Převíslé vzorky – vliv teploty na kritický úhel
- Vodorovné vzorky – snižující se množství podpůrných struktur



Spolupráce s jinými institucemi

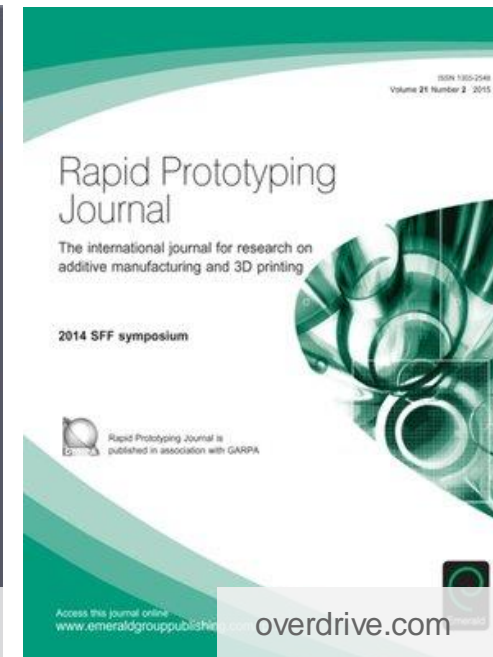
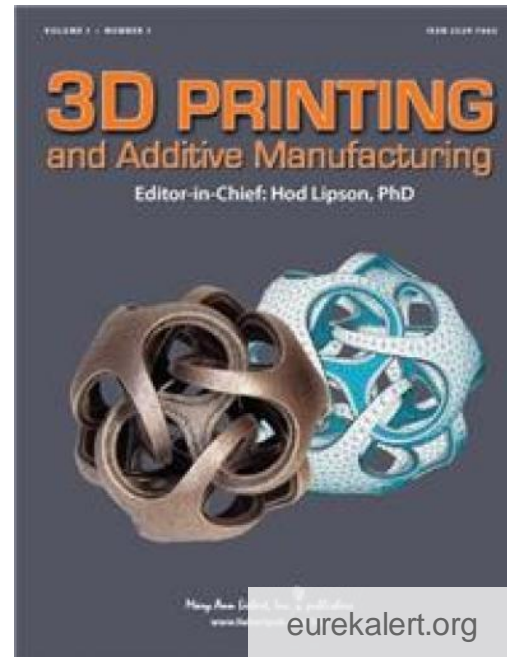
- Graz University of Technology - prof. Christofer Sommitsch
- Ústav materiálových věd a inženýrství
- Ústav fyziky materiálů Akademie věd



Výstupy práce

Publikace výsledků

- 3D Printing and Additive Manufacturing (IF 3,389)
- Rapid Prototyping Journal (IF 2,4)
- Scripta Materialia (IF 3,747)



DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST

Martin Malý, Ing.

Martin.Maly2@vut.cz



ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

www.ustavkonstruovani.cz