

# VELKOFORMÁTOVÝ 3D TISK RECYKLOVANÝCH POLYMERŮ V ARCHITEKTUŘE

Interiérová architektura a design z plastických hmot

Ing. arch. Ondřej Cigáník  
Ing. arch. Kateřina Sýsová, Ph.D.  
15116 MOLAB

---

## KONTEXT

### PROBLEMATIKA 3D TISKU V ARCHITEKTUŘE

/ běžný 3D tisk je stále více rozšířený, pro použití v architektuře má však příliš mnoho limitů

-> **velkoformátový tisk**

/ případy kdy je běžná stolní 3D tiskárna již nedostatečná

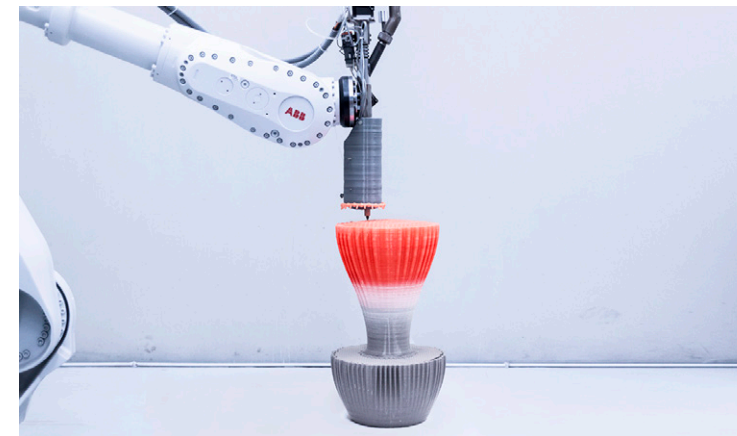
(malý tiskový objem, nepřiměřeně dlouhý čas tisku, ...)

/ v rámci architektury se dá uvažovat o velikosti dostatečné pro plnění funkce nábytku



1)

“zvětšením” stolních tiskáren



2)

pomocí robotického ramene

### Výhody použití 3D tisku

/ přímé navázání tiskového procesu na **digitální model**

-> umožňuje rychlé zhmotnění a úpravu modelových dat přímo na místě

/ možnost fabrikace **komplikovaných tvarů**

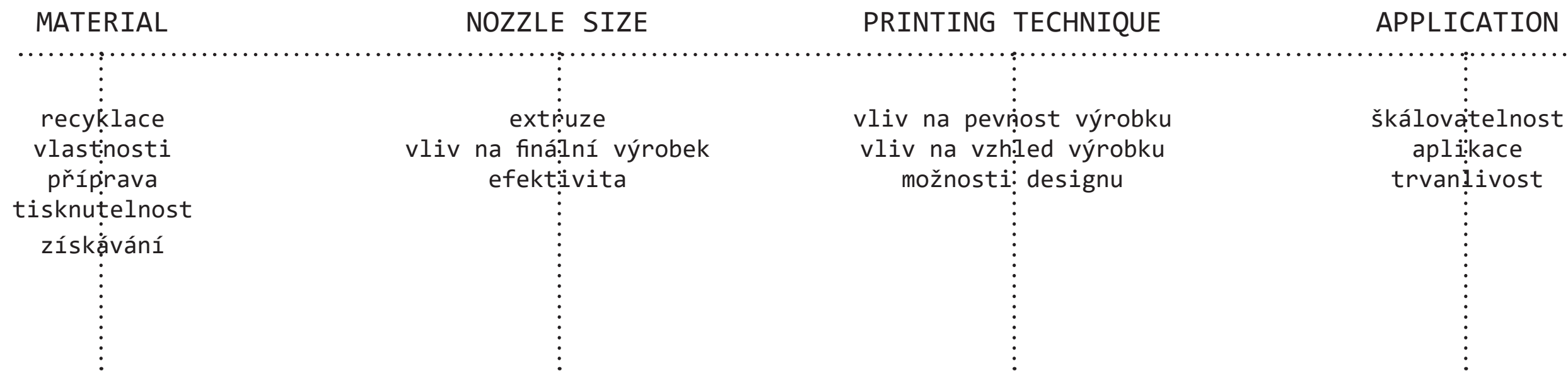
/ parametrický design umožňuje **customizaci** kusů při zachování ekonomičnosti

/ možnost **recyklace** plastového odpadu

1) Bigrep ONE. In: <https://bigrep.com/> [online]. [cit. 2022-09-21]. Dostupné z: [https://bigrep.com/wp-content/uploads/2021/11/BigRep\\_One.4.png](https://bigrep.com/wp-content/uploads/2021/11/BigRep_One.4.png)

2) Robotica TM. In: [Design-milk.com](https://design-milk.com) [online]. [cit. 2022-09-20]. Dostupné z: [https://design-milk.com/images/2018/04/Robotica-TM-by-Ross-Lovegrove-%C2%A9Nagami-Design\\_02.jpg](https://design-milk.com/images/2018/04/Robotica-TM-by-Ross-Lovegrove-%C2%A9Nagami-Design_02.jpg)

VÝZKUM  
TÉMATA VÝZKUMU





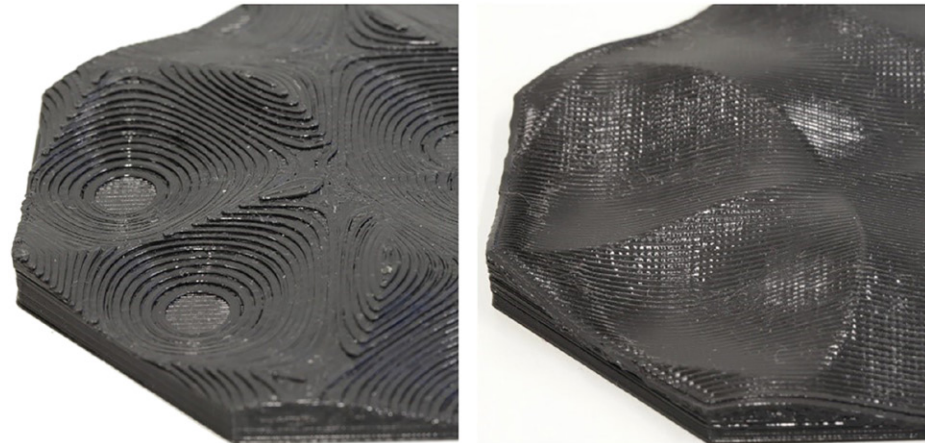
## VÝZKUM

### STRATEGICKÝ CÍL // probíhající výzkum

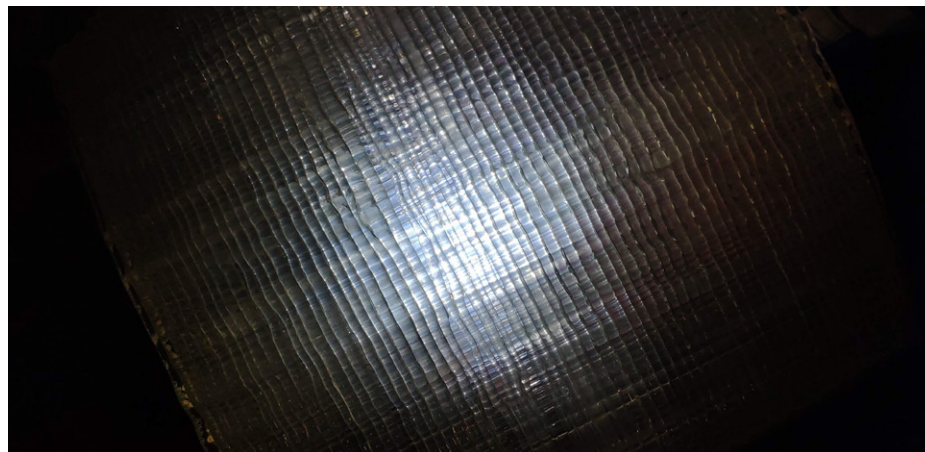
/ Zesílení skořepinových konstrukcí sekundárním koplanárním potiskem

teze: sekundárním potiskem existující struktury lze zvýšit její pevnost díky snížení anisotropie typické pro 3D tisknuté objekty

vedlejší efekt: sekundární potisk může nalézt využití i při ovlivnění vizuální stránky objektu - vyhlazení povrchu, možnost regulace průhlednosti/průsvitnosti, vytváření ornamentů



1)



2)



1) NISJA, Georg Aarnes, Anni CAO a Chao GAO, 2021. Short review of nonplanar fused deposition modeling printing. Material Design & Processing Communications. 3(4), figure 7. ISSN 2577-6576. Dostupné z: doi:10.1002/mdp2.221

2) @fullcontrolxyz. (2021, June 8). Continuously Varied EXtrusion width (...) (CONVEX design approach) [Video File]. Retrieved from [https://www.instagram.com/p/CP3YSNFD45n/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link](https://www.instagram.com/p/CP3YSNFD45n/?utm_source=ig_web_copy_link)



# VÝZKUM NÁVRH EXPERIMENTU

/ test vlivu sekundárního potisku na pevnost objektu  
/ vliv a vlastnosti materiálu

/ vytvoření sady identických testovacích kusů pro ověření vlivu sekundárního potisku

// 1. vrstva - vytisknuta na formu, zajišťující stálou kvalitu

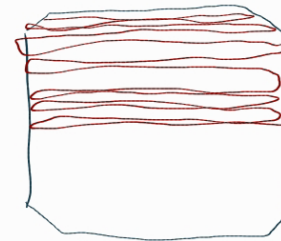
// 2. vrstva - různé potiskové vzory pro porovnání vlastností

/ testování prováděno na zakřivené ploše - simulace plánovaného využití

/ využití kombinace neplanárního a konformálního potisku

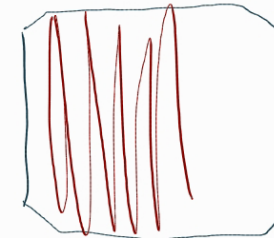
// viditelné zlepšení kvality při implementaci konformálního způsobu tisku

1. vrstva

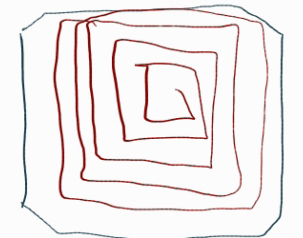


2. vrstva

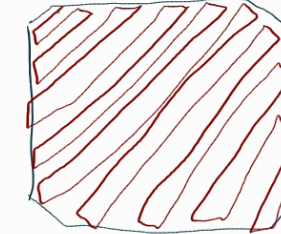
kolmo



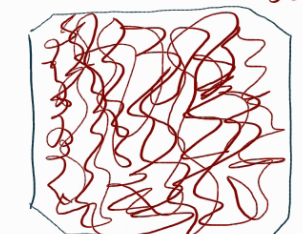
spirála



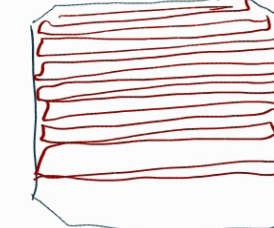
kolmo



random squiggles



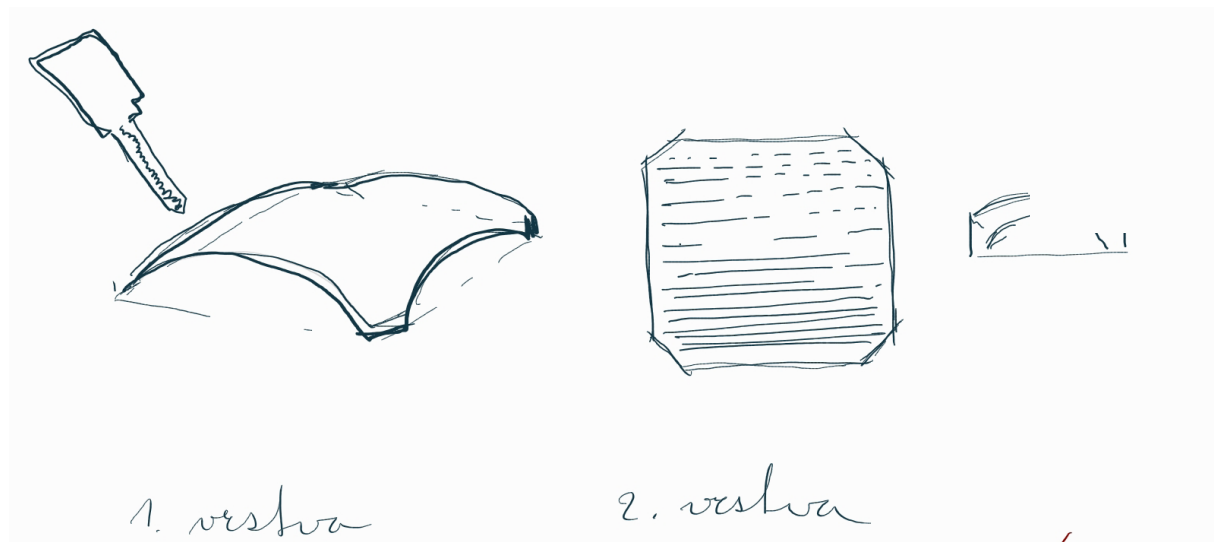
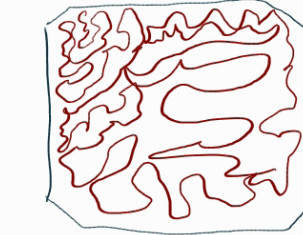
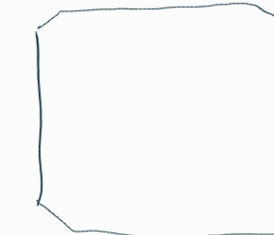
same direction



load-based squiggles



growth pattern

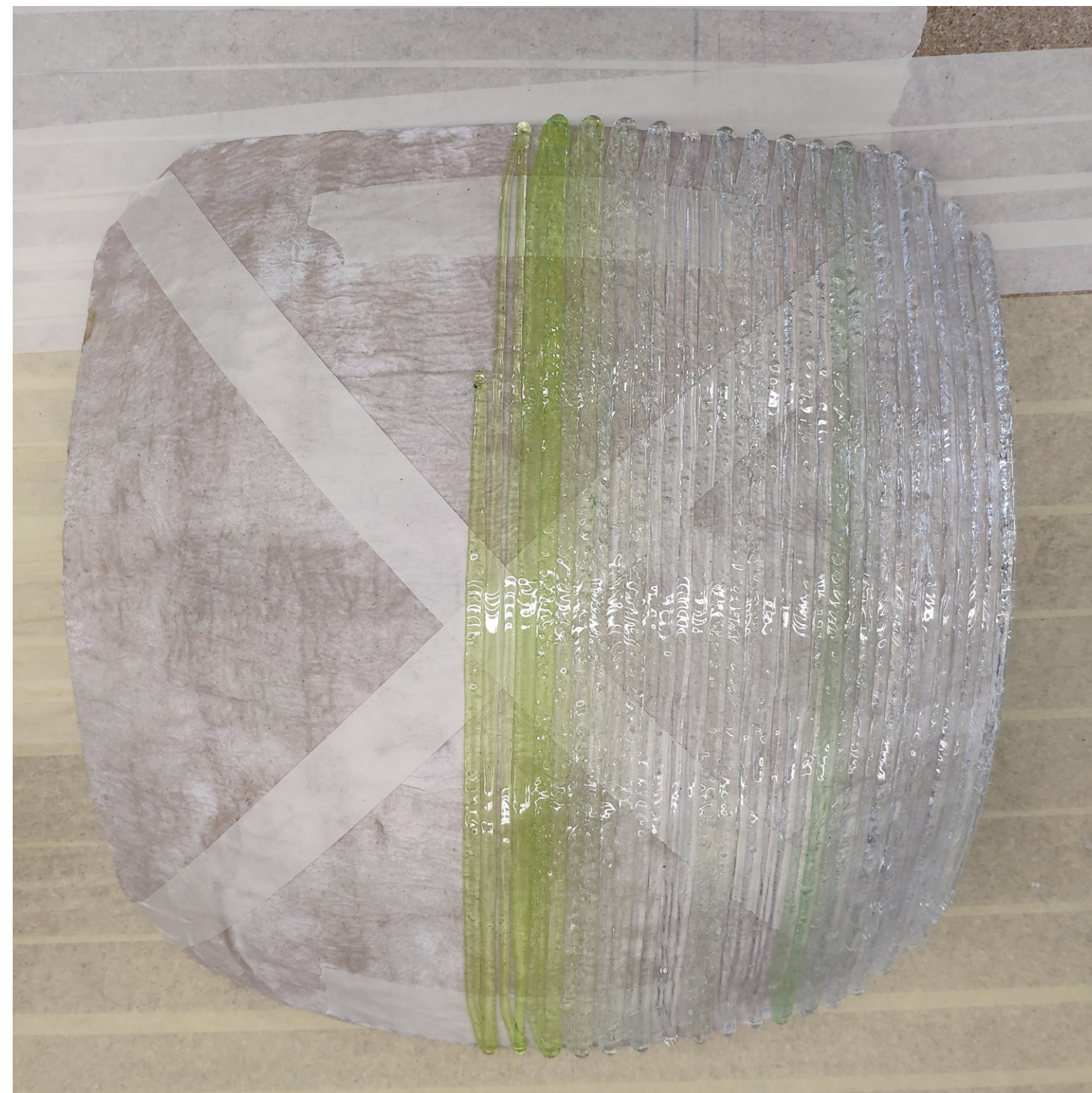


1. vrstva

2. vrstva

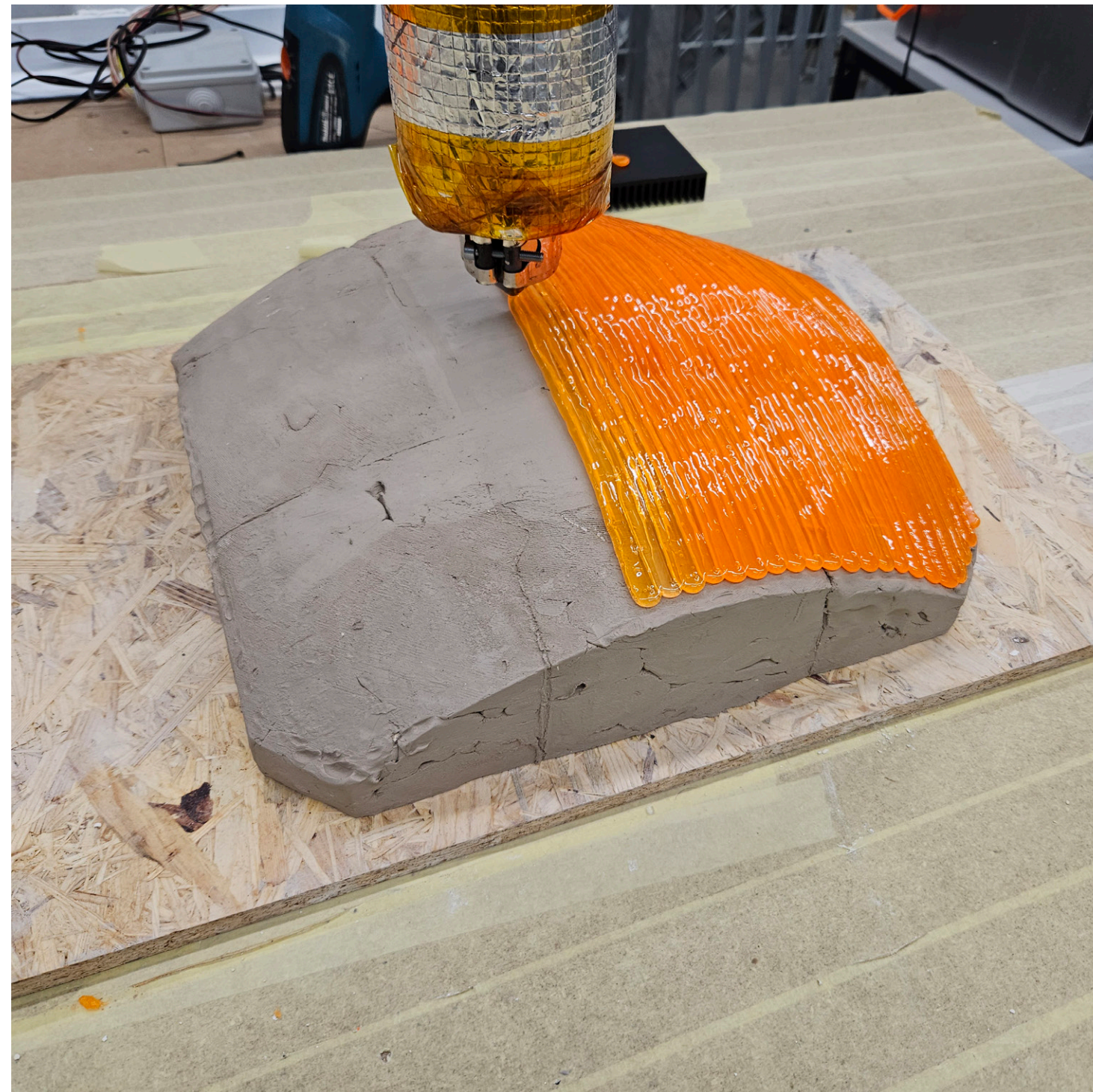


VÝZKUM  
VÝHODY VYUŽITÍ ROBOTICKÉHO RAMENE



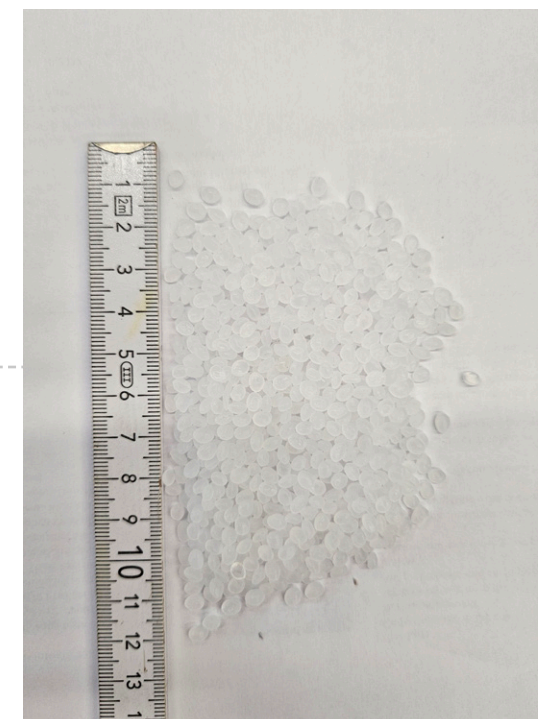


VÝZKUM  
VÝHODY VYUŽITÍ ROBOTICKÉHO RAMENE



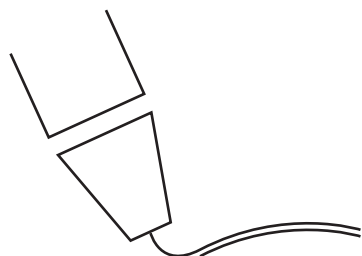


EXPERIMENT  
TESTY MATERIÁLU

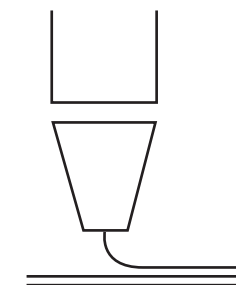




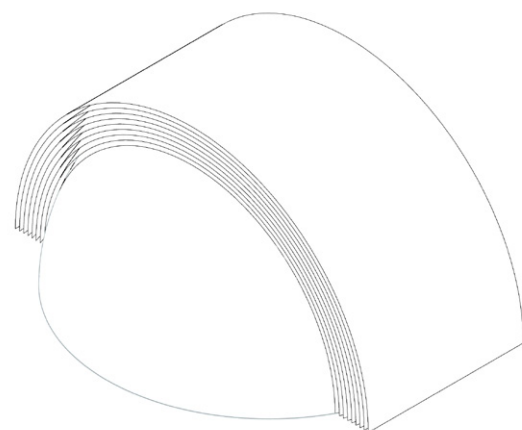
VÝZKUM  
VÝHODY VYUŽITÍ ROBOTICKÉHO RAMENE



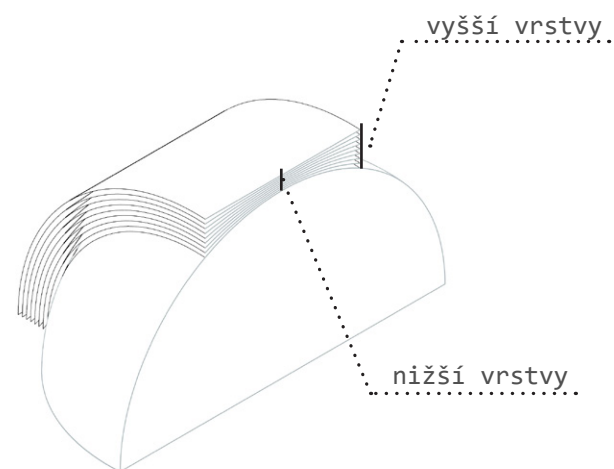
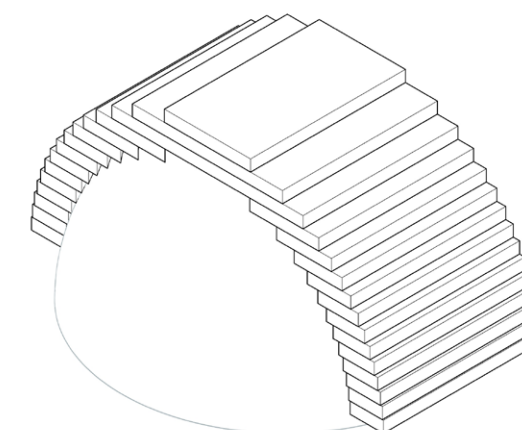
neplanární 3D tisk



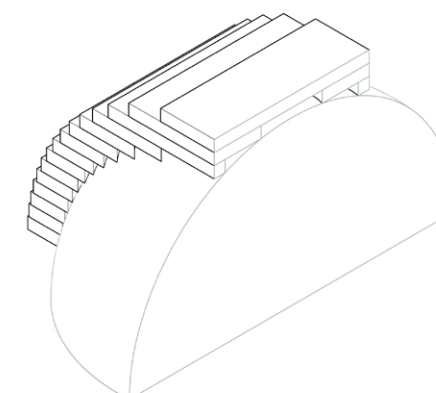
planární (běžný) 3D tisk



zobrazení výsledného výtisku  
*Na neplanárním tisku nejsou vidět jednotlivé stupně způsobené horizontálním vrstvením materiálu.*

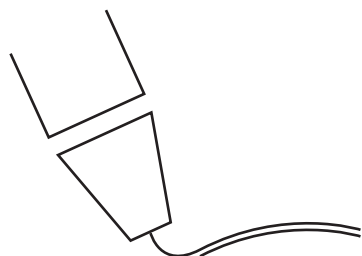


řez výsledným výtiskem  
*Nepplanární konformní tisk má v celém průřezu stejný počet vrstev, tiskové nastavení umožňuje regulovat jejich výšku.*

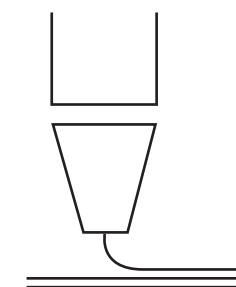




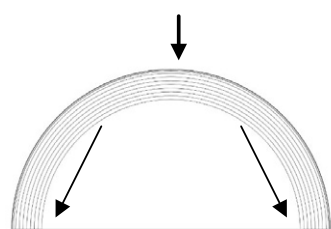
VÝZKUM  
VÝHODY VYUŽITÍ ROBOTICKÉHO RAMENE



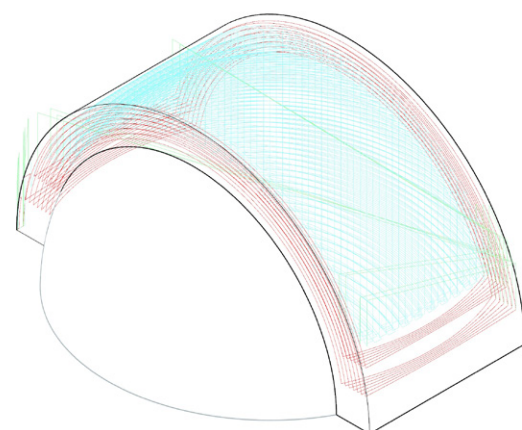
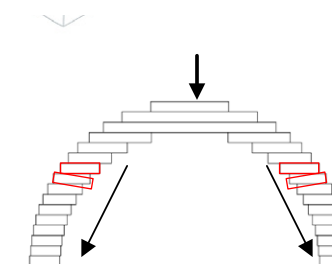
neplanární 3D tisk



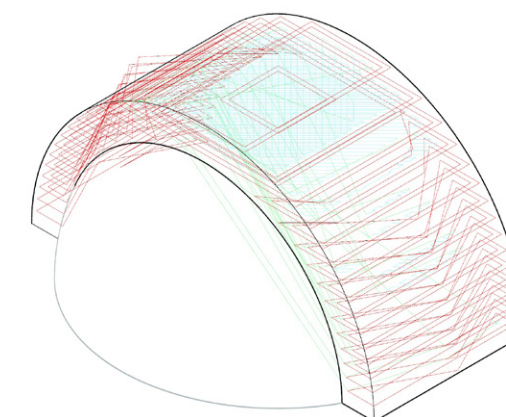
planární (běžný) 3D tisk



**zatížení tištěného objektu**  
*V neplanární výtisk je namáhaný ve směru podél vrstev, které jsou schopny nést větší zatížení. U stejně zatíženého planárního výtisku může vlivem ohýbání dojít k snadnější delaminaci.*



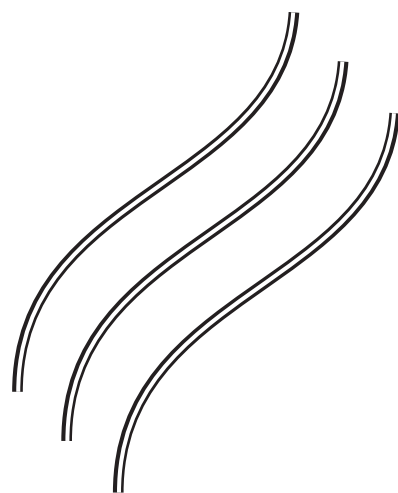
**vizuální reprezentace gcodu**  
*Při neplanárním tisku vytiskne robot dva obvodové perimetry a poté plochu vyplní výplňovým vzorem. Při tomto postupu je potřeba minimum přejezdů bez extruze a tisk je ve srovnání s planárním plynulejší.*



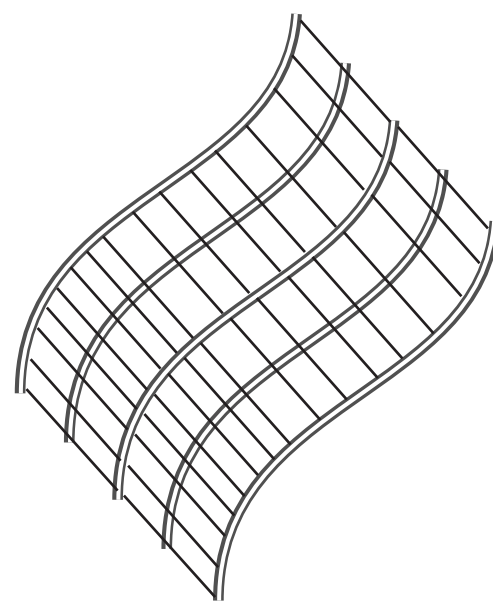


## TAKTICKÉ CÍLE/DALŠÍ KROKY POKROČILÁ TECHNIKA TISKU

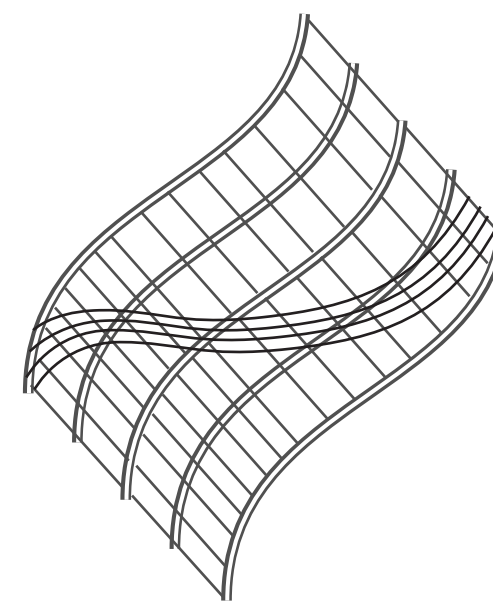
- / počítá s využitím 6-ti osého robotického ramene
- / využití kombinace neplanárního a konformálního 3D tisku
- / neplanární tisk umožní tisk podpurných zakřivených žebér
- / mezi žebry budou v daných intervalech natištěny přemostění
- / tato konstrukce umožní další vrstvení materiálu a vytvoření skořepiny



**nosná žebra**  
*využití možnosti  
nonplanárního tisku*



**přemostění**  
*při dostatečně výkonném chlazení  
Lze z plastových hmot vytvářet  
relativně dlouhá přemostění*



**další vrstvení**  
*vzniklou strukturu lze využít  
jako základ pro konformální tisk  
a nanášení dalších vrstev, které  
postupně vytvoří skořepinu*