



KATEDRA
INFORMATIKY
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

3D tisk – úvod

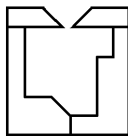
Vybrané partie z IT

Mgr. Markéta Trnečková, Ph.D.

Výroba trojrozměrných předmětů

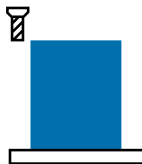
formativní proces

- vstřikování, odlévání, lisování, kování



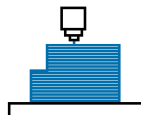
substraktivní proces

- vrtání, soustružení, CNC

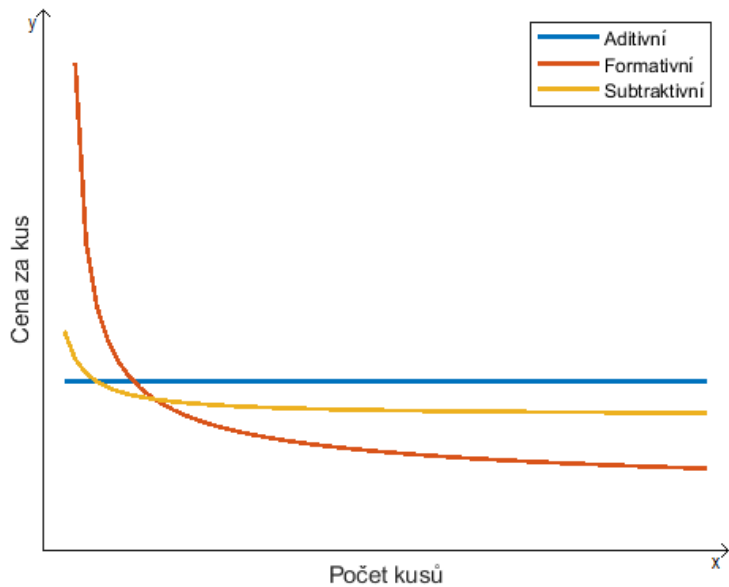


additivní proces

- 3D tisk



Cena



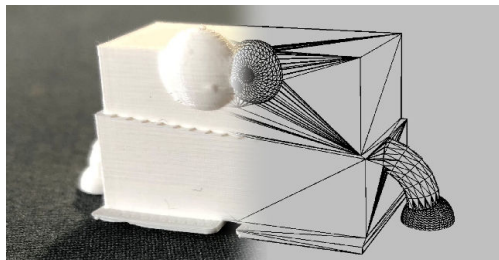
Limitace 3D tisku

- není dokonale přesný
- povrch – vrstvy a švy
- limity dané materiálem
- pevnost
- propustnost
- styk s potravinami



Proces výroby

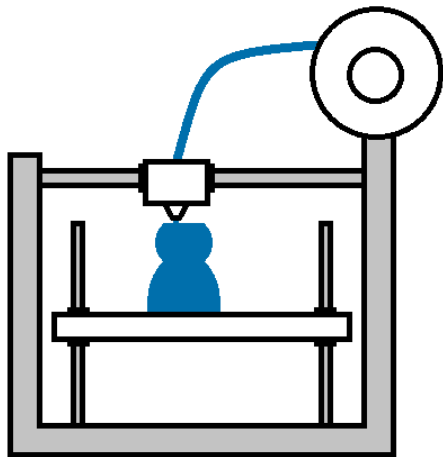
- 1 Tvorba počítačového modelu
- 2 Převod modelu do instrukcí
- 3 Výroba
- 4 Dokončovací operace



Technologie

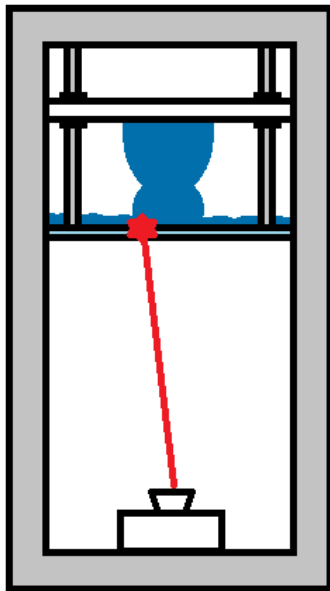
- **FDM** - fusion deposition modeling
- **FFF** - fused filament fabrication
- **SLA** - stereolytografie
- **DLP** - digital light processing
- **SLS** - selective laser sintering (selektivní spékání laserem, "sintrování")
- **SLM** - selective laser melting
- **DMLS** - direct metal laser sintering
- **LOM** - laminated object manufacturing

FDM/FFF

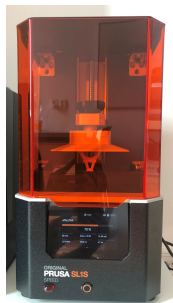


Video: https://youtu.be/2I_TZhDNEu8

SLA, DLP, MSLA

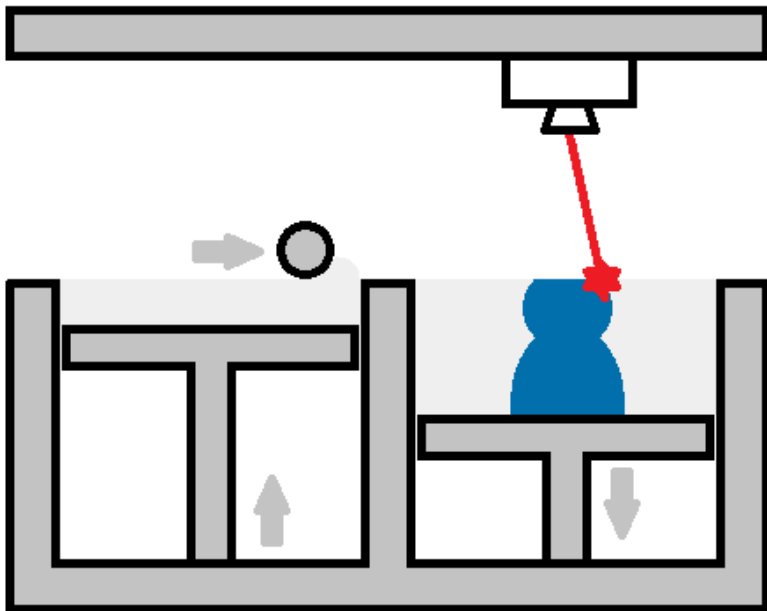


MSLA - Prusa SL1S



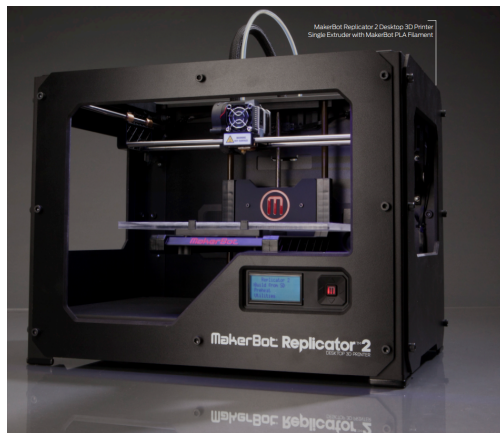
Video: <https://youtu.be/RRIp6jdziyM>

SLS, DMLS, SLM



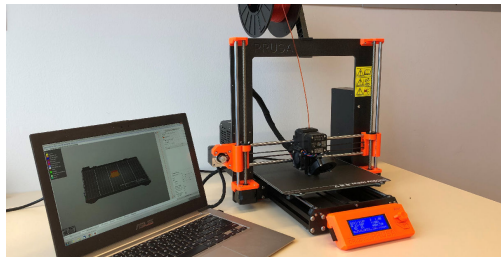
MakerBot Replicator 2

- Plocha: 285 x 150 x 155 mm
- Filament: 1.75mm, pouze PLA
- Propojení: SD karta, USB
- Rychlost: 100mm/s
- 3 stupně kvality tisku



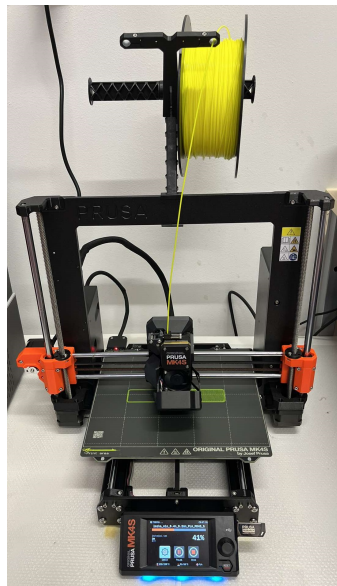
Original Prusa i3 MK3S

- Plocha: 250 x 210 x 210 mm
- Filament: 1.75mm
- Propojení: SD karta, USB
- Rychlost: až 200mm/s



Original Prusa MK4S

- Plocha: 250 x 210 x 220 mm
- Filament: 1.75mm
- Vyšší rychlost než MK3S
- Automatická kalibrace



Original Prusa Mini

- Plocha: 180 × 180 × 180 mm
- Filament: 1.75mm
- Propojení: USB, (WiFi)



Prusa SL1S Speed

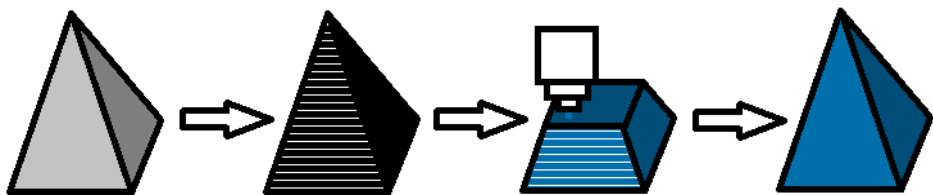
- Rozlišení LCD: 5.96", 2560 x 1620p
- Podporovaná výška vrstvy: 0,025-0,1 mm
- Rozměry pro tisk: 127 x 80 x 150 mm



Mýty o 3D tisku

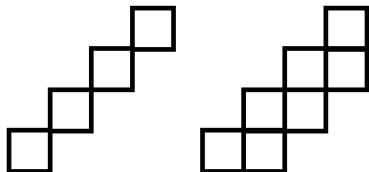
- 3D tisk je drahý
- Lze vytisknout cokoli
- Nelze vytisknout pevné komponenty
- 3D tisk je rychlejší než jiné postupy
- Tisk zbraní
- Tisk orgánů
- 3D tisk je jen pro nerdy
- 3D tisk je pro každého

3D tisk postup

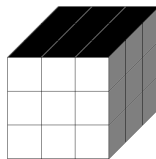
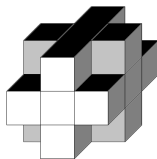
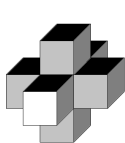


Těleso

- těleso
- spojitost/sousednost



- 6-ti spojitost
- 18-ti spojitost
- 26-ti spojitost



- těleso
 - vnitřní body
 - hraniční body

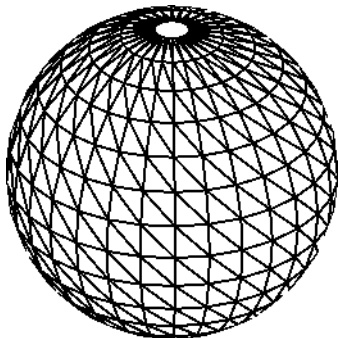
Otázka

Jsou úsečky tělesa? A co roviny nebo křivky?

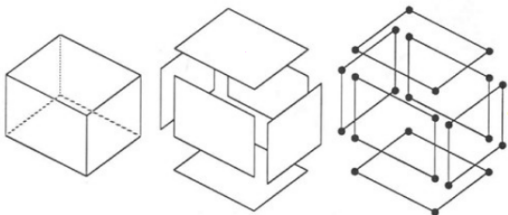
Trojúhelníky a síť trojúhelníků

■ síť trojúhelníků (triangle mesh)

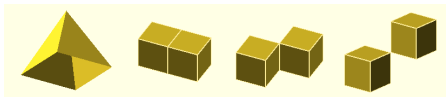
- geometrická část
- topologická část



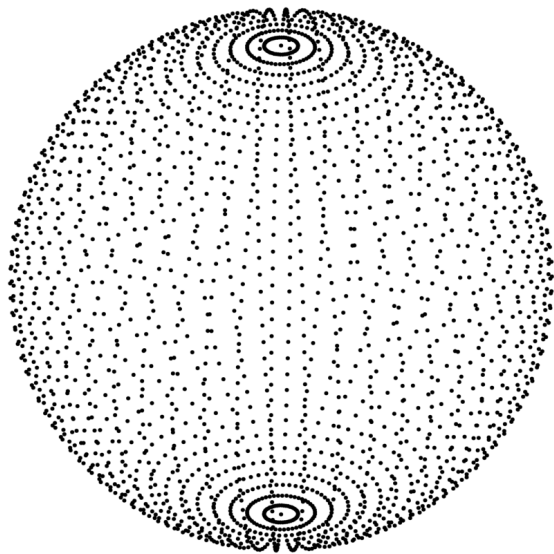
Hraniční reprezentace těles



- manifold
- watertight

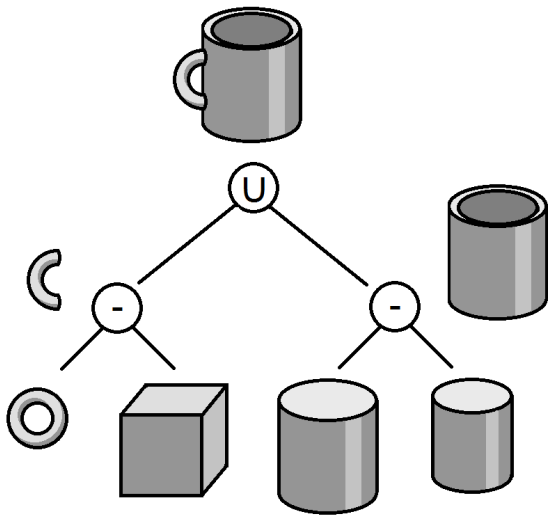


Bodová reprezentace



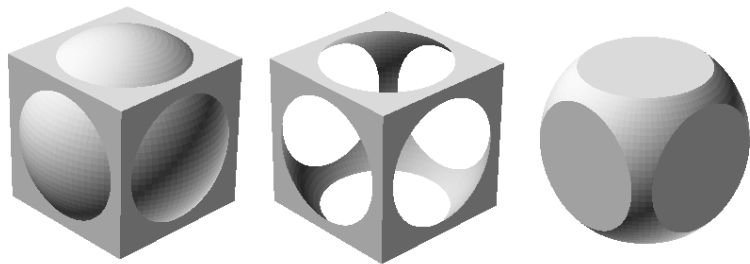
Konstruktivní geometrie

- CSG constructive solid geometry



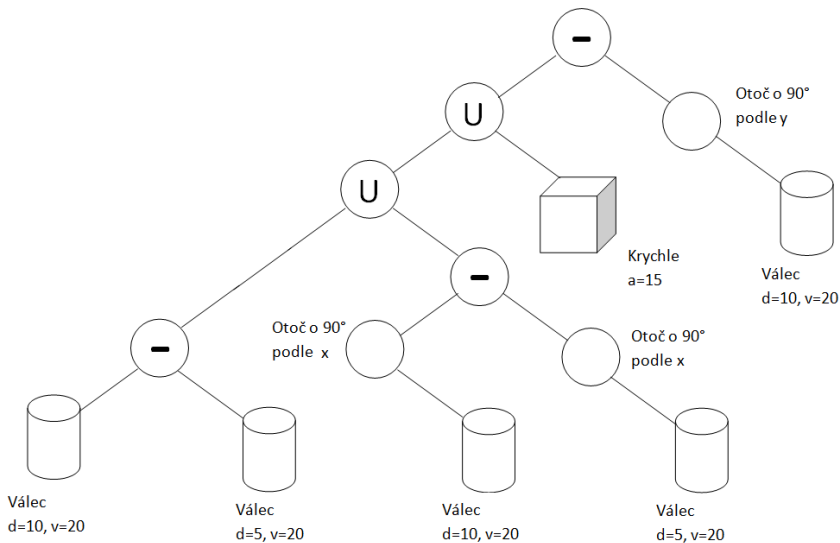
- CSG strom

Množinové operace



Konstruktivní geometrie

Jak bude vypadat těleso popsané tímto stromem?



Výroba modelu

- stáhnout již existující
- použít 3D skenner
- vytvořit vlastní model
 - CAD, 3D modelovací program
 - parametrický CAD

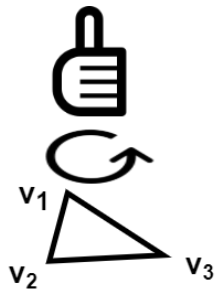
Formát STL

- **STL** - STereoLitography, Surface Tessellation Language
- textová, nebo binární reprezentace

Formát STL textový

```
solid jmeno
  facet normal  $n_i$   $n_j$   $n_k$ 
    outer loop
      vertex  $v1_x$   $v1_y$   $v1_z$ 
      vertex  $v2_x$   $v2_y$   $v2_z$ 
      vertex  $v3_x$   $v3_y$   $v3_z$ 
    end loop
  end facet
end solid jmeno
```

Pravidlo pravé ruky



Formát STL textový

Příklad

Jak by vypadal soubor který by popisoval krychli o velikosti 1 jednotka?

Formát STL binarni

```
uint[80] hlavicka  
uint32 pocet trojuhelniku  
real32[3] normlovy vektor  
real32[3] vrchol 1  
real32[3] vrchol 2  
real32[3] vrchol 3  
uint16 attribute byte count
```

Formát OBJ

- textová, nebo binární reprezentace
- informace o textuře a barvě - MTL (material template library)

- **geometrické vrcholy**

v x y z [w]

- **souřadnice textury**

vt u v [w]

- **normálové vektory**

vn x y z

- **vrcholy volných tvarů**

vp u [v] [w]

- **elementy stěn polygonů**

f v1 v2 v3 ...

f v1/vt1 v2/vt2 v3/vt3 ...

f v1/vt1/vn1 v2/vt2/vn2 v3/vt3/vn3 ...

- **lomené čáry**

l v1 v2 v3 ...

Formát AMF, 3MF

- AMF 2011 STL 2.0
- Microsoft 3MF

AMF

- XML formát
- objekt, materiál, textúra, konštalace, metadata

3MF

- XML formát

Další formáty

- VRML
- X3D
- FBX
- IGES
- STEP

Hotové modely

- repositáře (repositories)
- modelová tržiště (marketplace)
- vyhledávače (search engines)

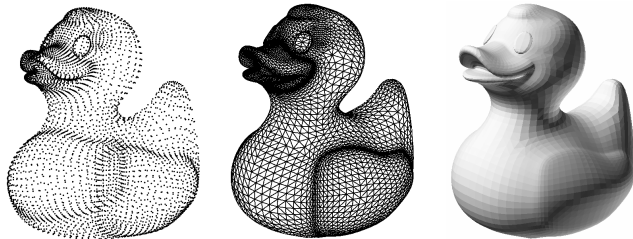
- 3D Warehouse
- Thingiverse
- MyMiniFactory
- PrusaPrinters
- Cults
- Pinshape
- STL finder, Yeggi

Prodej modelů

- Cults
- Pinshape
- Threeding
- Patreon

Skenování

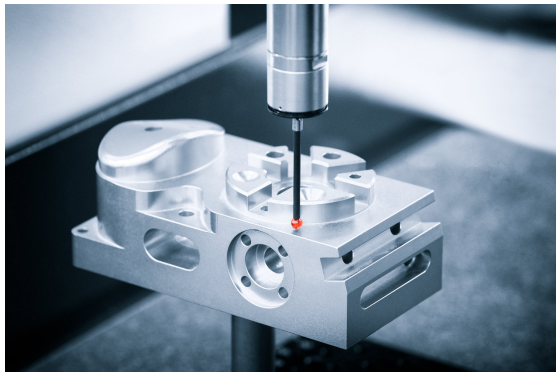
- point cloud
- 3D scanning pipeline



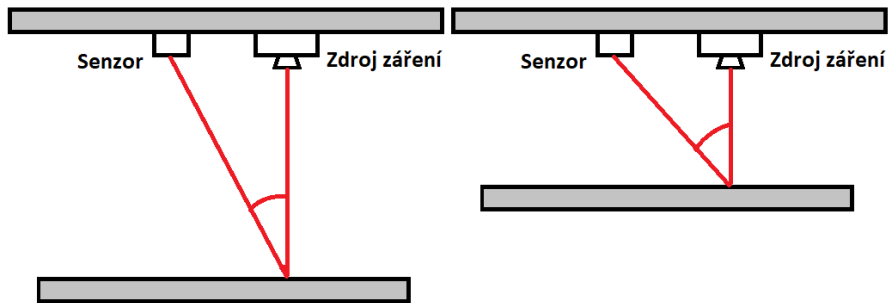
Skenery

- kontaktní
- nekontaktní
 - aktivní
 - pasivní

Kontaktní skenery



Laserová triangulace



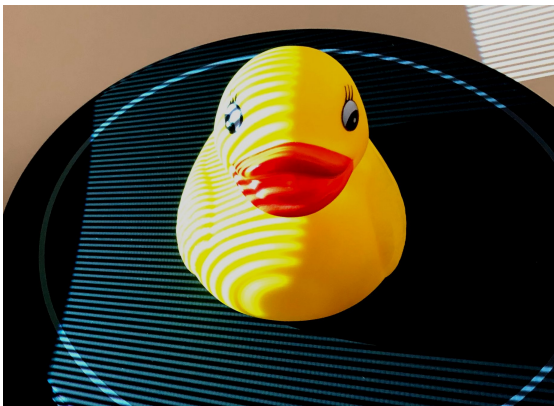
Příklad

Předpokládejme, že máme skener, kde je senzor vzdálen od zdroje záření 10 cm. Paprsek, který byl zachycen senzorem, se od povrchu odrazil pod úhlem 45 stupňů. Jak daleko od zdroje je skenovaný objekt?

Laser pulsní



Strukturované světlo

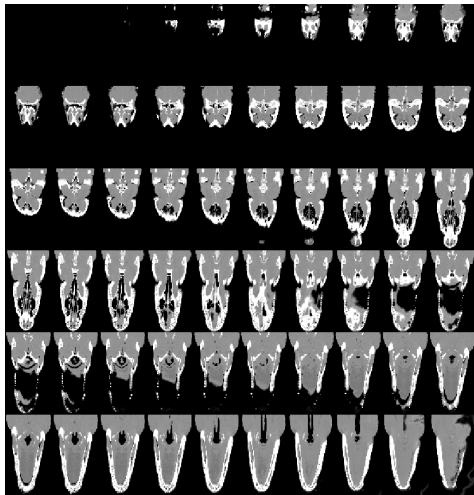


EinscanSE

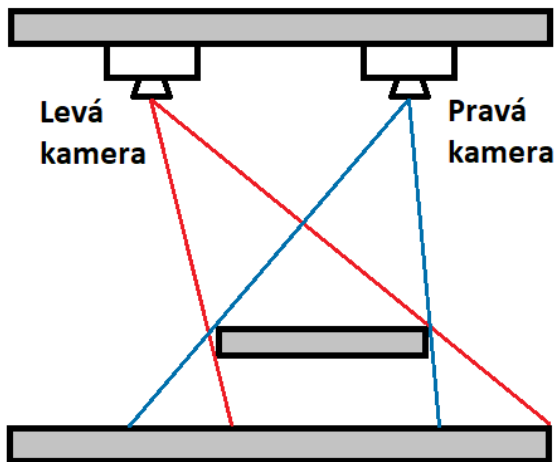


Video: <https://youtu.be/H2Ap2UyRdno>

CT, RTG



Stereoskopické systémy



Fotometrie



Software: Meshroom

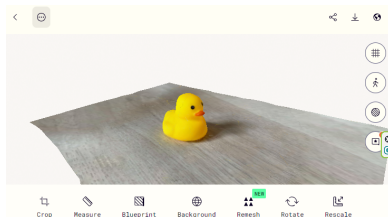
Fotogrammetrie

Polycam

<https://poly.cam/> (také jako mobilní aplikace)

Příklad

Vyzkoušejte si nafotit a vytvořit model pomocí polycam.



Siluetové techniky



Zepředu



Z boku



Výsledek

Siluetové techniky

Příklad

Odhadněte, jak by vypadalo těleso, které má následující siluety:



zepředu



z boku

Mobilní aplikace

- fotometrické systémy
- Android - 3D creator, Qlone, Scann3D
- iOS - Qlone, Scandy Pro, HSeez 3D

Zábavné čtení na konec

3D TISKÁRNA MI ZNIČILA ŽIVOT

<https://games.tiscali.cz/tema/3d-tiskarna-mi-znicila-zivot-538053>

Ale pokud mi něco dává alespoň ždibíček útěchy, je to vědomí, že můj příběh poslouží jako ponaučení pro mnohé, kteří by jinak bláhově následovali v mých šlépějích. Že můj život bude odstrašujícím příkladem pro ty, kterým jejich kamarád či rodinný příslušník – i kdyby v té nejlepší víře – jednoho dne navrhne: „Nechceš si zkusit něco vytisknout na 3D tiskárně?“ Pokud se tak stane, odmítněte. Utíkejte. A už nikdy s ním nepromluvte ani slovo.