

Digitální kompetence a nástroje II

Základy 3D tisku 1

Mgr. Jiří Ledvinka
OIKT PřF MU
ledvinkaj@sci.muni.cz

3D tisk – jak to vše začalo

- Nákup první tiskárny
- Tisk zajímavostí, pokusy s post procesingem
- MUNI pomáhá (štíty a rouškolapy).
- 3D resinový tisk
- Výuka na MUNI
- **Integrace technologie 3D tisku do výuky na základních a středních školách**

<https://munispace.muni.cz/library/catalog/book/2227>

Obsah

Teorie

úvod a využití 3D modelů

princip FDM tisku

tiskové materiály a jejich vlastnosti

Praxe

základní techniky 3D modelování

příprava dat k tisku

základní manipulace s 3D tiskárnou

řešit nejčastější problémy a chyby při tisku

zpracování výtisku

Úvod

- Počítačová předloha -> fyzický model
- Nanášení vrstev na sebe
- Mladá technologie
- Dostupná i do domácností

Využití 3D modelů

- Výukové předměty (představivost, kreativita)
 - Antropologie, architektura, stomatologie, lékařství,...
- Vlastní modely (ty si nekoupím)
- Náhradní díly (hračky, bazén, domácnost,...)

- Ne vše se vyplatí
 - Tisk hraček - LEGO ve velkém

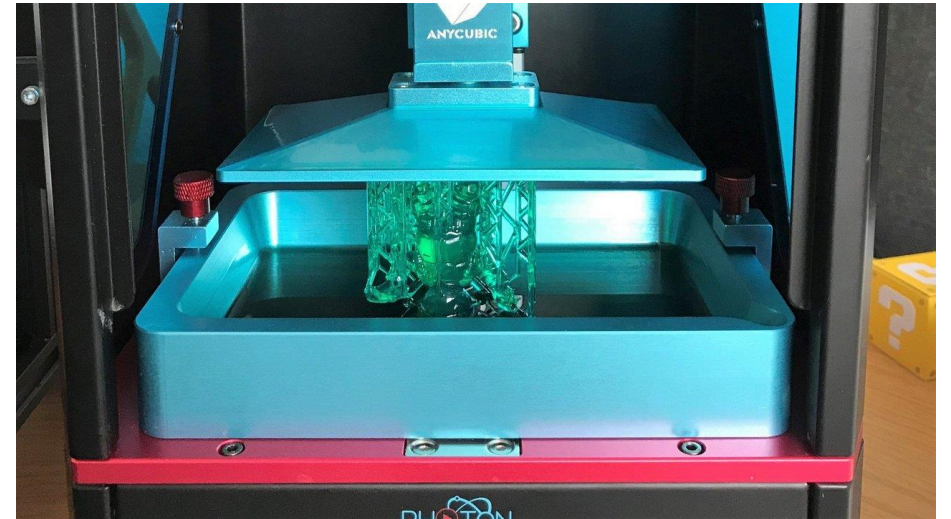
Typy 3D tiskáren

- SLA stereolitografie – osvit pryskyřice
- **FDM/FFF** – tisková struna
vytlačována skrz rozehrátou hlavu na
podložku
- A jiné

Přehled technologií 3D tisku:

<http://www.dkmp.cz/o-nas/detail/prehled-technologii-3d-tisku>

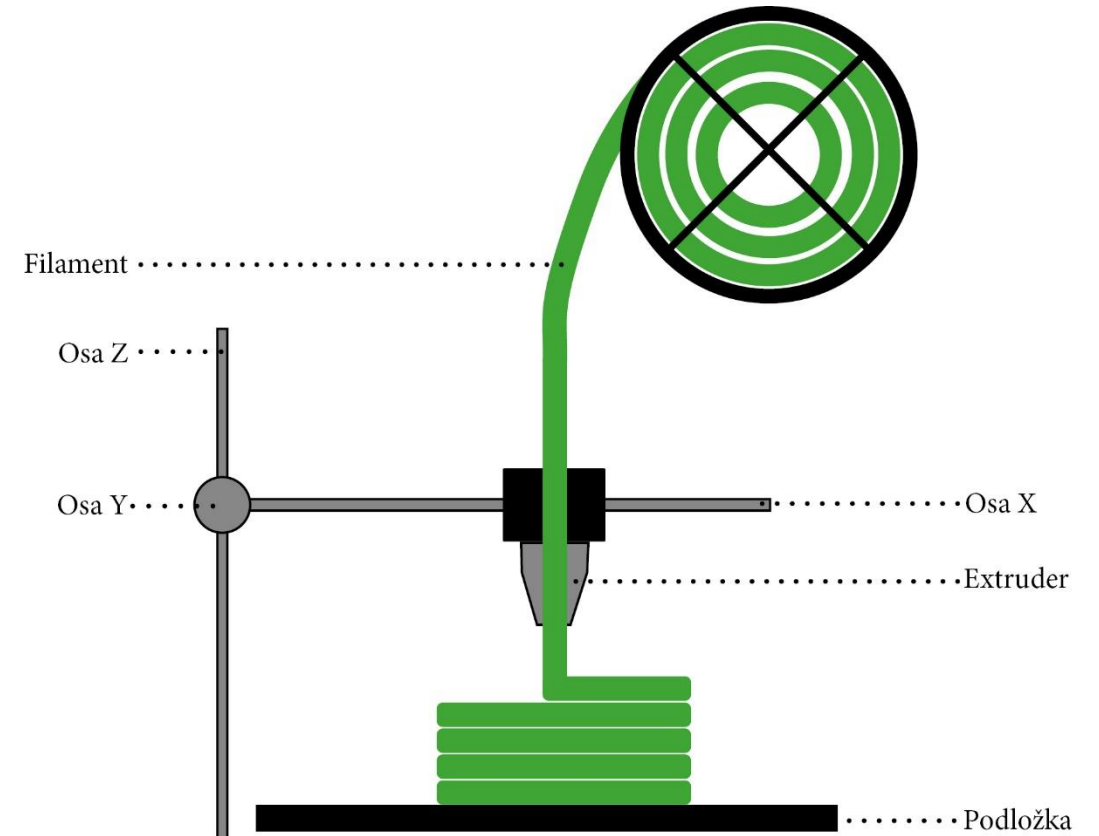
Výběr? -> záleží, co chcete tisknout



Zdroj: www.all3dp.com

Princip tisku FDM/FFF

- Fused Filament Fabrication (FFF), nebo-li Fused Deposition Modeling (FDM)
- Nanášení jednotlivých vrstev – pohyb hlavy XYZ
- Filament stlačován do horké trysky (extruderu)



Výběr tiskárny

Co budete chtít tisknout a v jaké kvalitě

Od 5 tis. až do desítek tis.

Součástí kryt

Hlučnost

Rychlost tisku

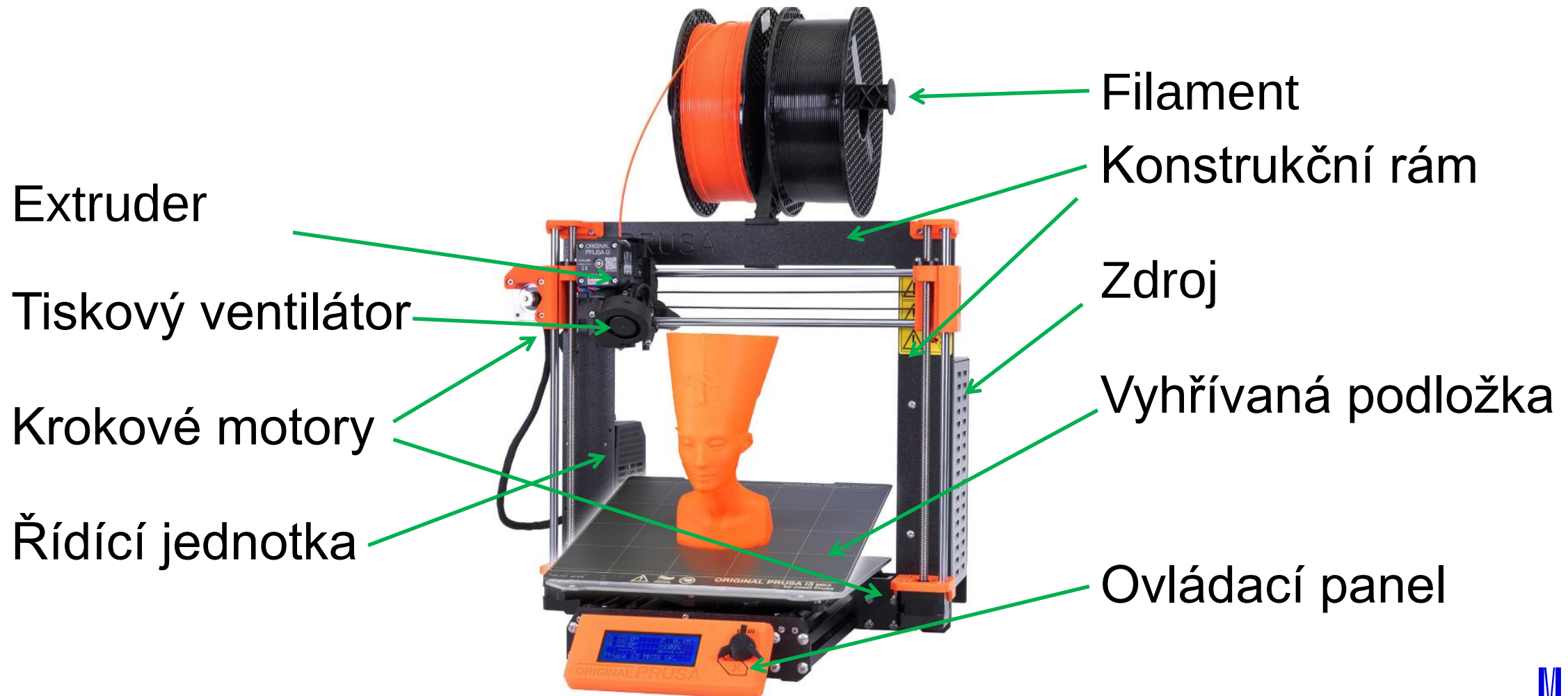
Velikost tisknutelné plochy

Dostupnost náhradních dílů

Podpora tiskových materiálů

Podpora výrobce / komunitou

Popis 3D tiskárny Original Prusa i3 MK3S+



Materiály pro FDM tisk – filamenty



- Na první pohled vypadají stejně
- Průměr struny – většinou 1,75 mm
- Prodávají se po 1 kg (0,5 kg) – cena od 400 Kč – 2000 Kč
- Různé typy dle druhu, odolnosti, barvy, teplotou tání...
- Filamenty jsou hydroponní – uchovávat v suchu (silica gel) a ve tmě nejlépe

Nejznámější

PLA

PETG

ABS

ASA

FLEX

PP

+ různé
modifikace

PLA – polylactic acid (kyselina polymléčná)



Nejznámější materiál

biologicky plně
odbouratelný
materiál

Tvrký, ale křehký
materiál

Nízká teplota tání

Při průměru 1,75 mm
silného materiálu je
délka 330 m

Teplota extrudéru:
150–210 °C
Teplota podložky:
45–60 °C
(záleží na výrobci)

Nízká cena (Benchy
lodka 4,4 m = 4,9 Kč)

Dobrá přilnavost k
podložce

Vhodná na výuku,
tisk prototypů, hraček

PETG – Glycol Modifikovaná verze polyethyltereftalátu

Alternativa PLA

Hladší povrch

Houževnatý materiál
s tepelnou odolností

Malou roztažnost –
nekrouťí se

Lepší mechanické
vlastnosti než PLA

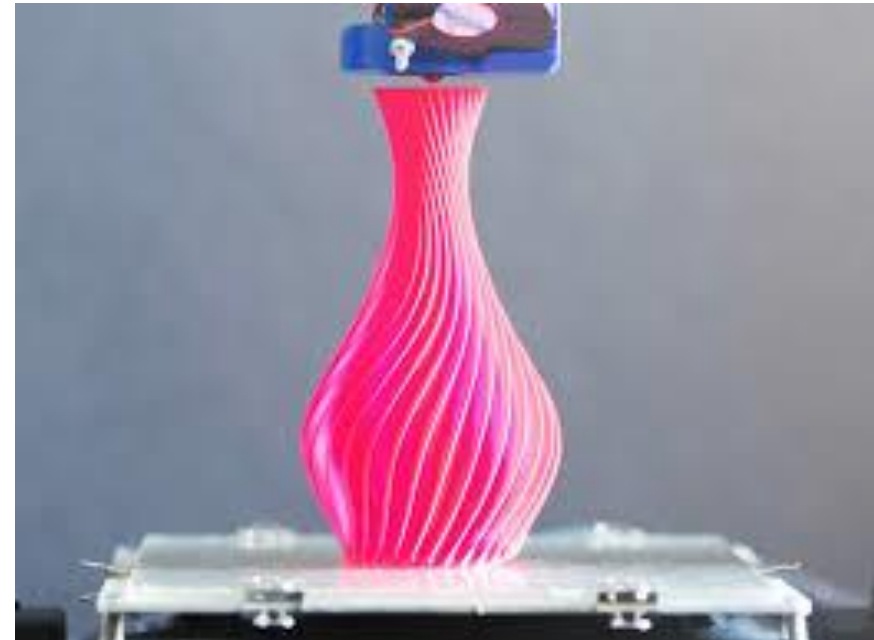
Při průměru 1,75
mm silného
materiálu je délka
310 m

Teplota extrudéru:
220–260 °C
Teplota podložky:
50–90 °C
(záleží na výrobci)

Obdobná cena jako
u PLA

Inertní proti všem
dostupným
chemikáliím

Vhodná na větších
modelů, prototypů,
hraček...



ABS – Akrylonitrilbutadienstyren



Velmi pevný a
tepelně odolný

Tvrdý, ale křehký
materiál

ABS rozpustný v
acetonu

Při průměru 1,75 mm
silného materiálu je
délka 400 m

teplota extrudéru:
150–210 °C
teplota podložky:
45–60 °C
(záleží na výrobci)

Obdobná cena jako

Nízká přilnavost k
podložce

Tisk s krytem – velké
pnutí a vznik prasklin

Náročnější tisk,
venkovní použití,
modely s
mechanickou
náročností

Další zpracování
acetonem

Nástupce ASA
(venkovní použití)

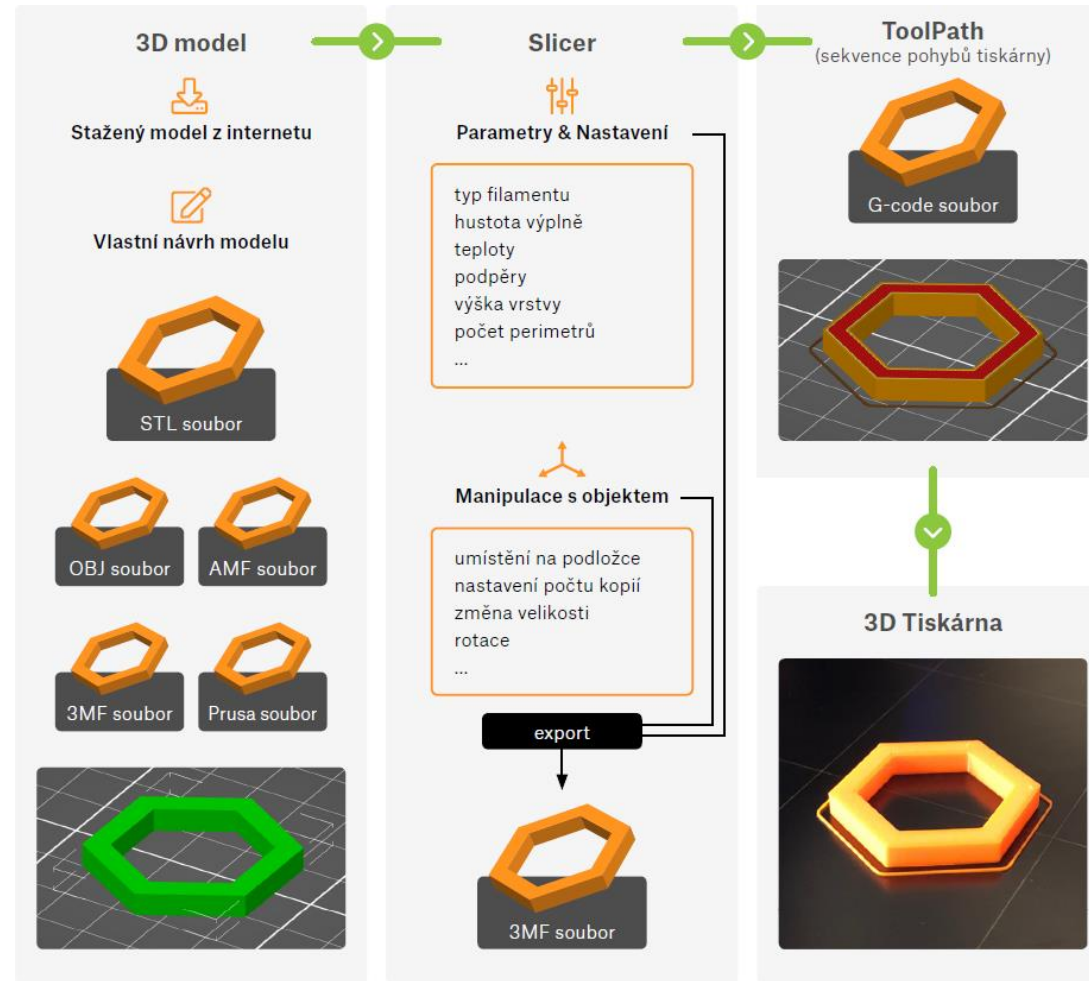
Srovnání vlastností filamentů 3D tiskárny s FFF/FDM

Materiál	Snadnost tisku	Odolnost		
		Teplotní	Chemická	Mechanická
PLA	Jednoduchá	Velmi nízká	Nízká	Nízká
PET-G	Jednoduchá	Nízká	Nízká	Nízká
ABS/ASA	Střední	Střední	Nízká	Střední
Flex	Střední/Náročná	Střední	Nízká	Vysoká
PP	Náročná	Vysoká	Střední	Vysoká
Nylon	Náročná	Vysoká	Střední	Vysoká
PC	Velmi náročná	Vysoká	Střední	Velmi vysoká
nPower	Velmi náročná	Velmi vysoká	Vysoká	Vysoká

<https://www.simplify3d.com/support/materials-guide/> (anglicky)
<https://help.prusa3d.com/cs/materials> (česky)

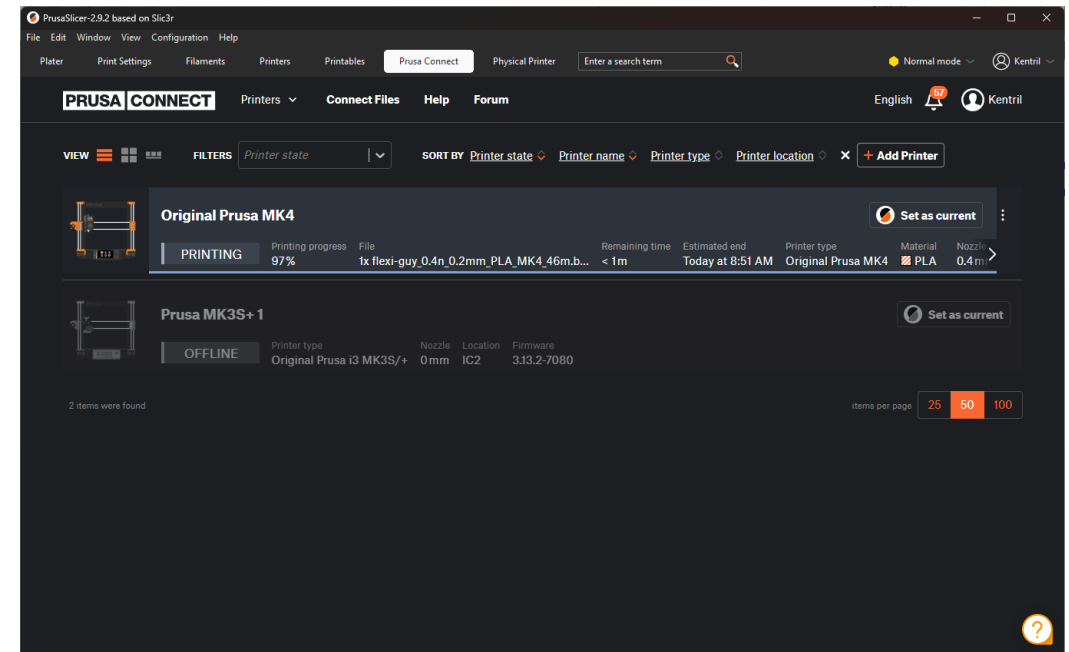
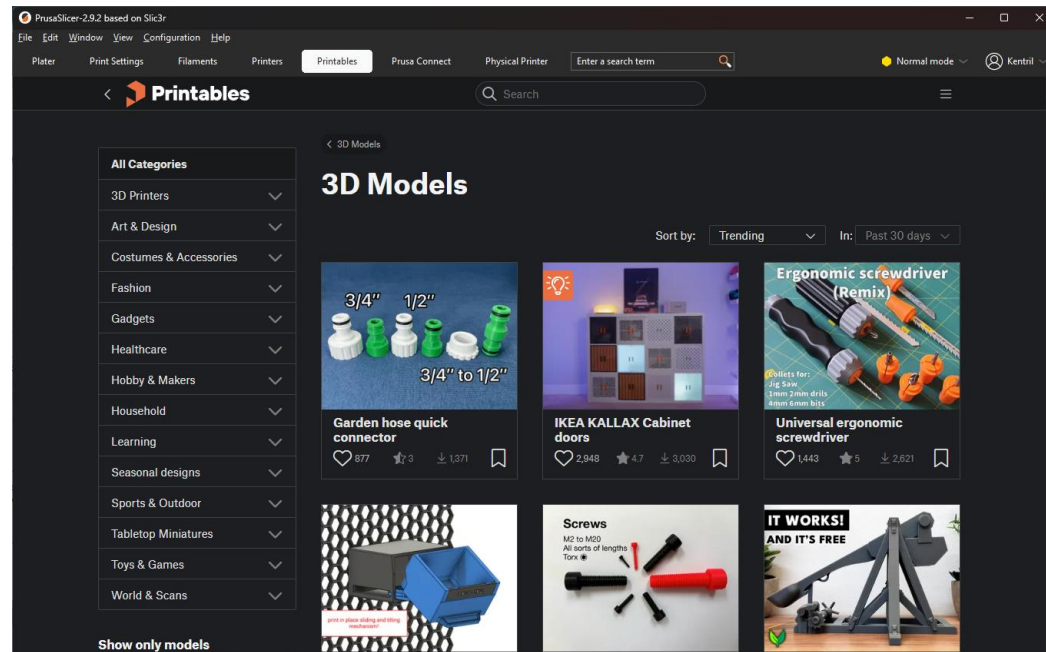
Zdroj: TACR 3D tisk – Vojtěch Staněk

Proces 3D tisku



Zdroj: Základy 3D tisku PRUSA

Integrace do sliceru



Sledování přes aplikaci



Zdroj: <https://www.youtube.com/watch?v=pHobJfOuwQU>

Získání modelů pro tisk

- Stažením z internetu
- 3D sken
- Vlastní v 3D modelovacím software

Stažení modelů z internetu

- Online databáze volně dostupných nebo placených modelů
- Ne každý model je vhodný na vaši tiskárnu (detailní, velký,...)
- Je dobré, když autor uvede parametry tisku
- Licence!

<https://be3dacademy.ysoft.com/>

kolekce školních lekcí

<https://www.thingiverse.com/>

2 miliony modelů

<https://www.printables.com/>

300 tisíc modelů

<https://www.youmagine.com/>

20 tisíc modelů dle kategorií

<https://3dprint.nih.gov/>

modely z oblastí biologie a medicíny

<https://www.yeggi.com/>

vyhledávač

3D sken

- Zatím „drahé“ a pomalé
- Aplikace – z fotek -> model
- Antropologové používají
- Geografové
- zubaři



3D modelovací SW

- Celá řada (placené/zdarma; webové/desktopové)
- Musíte mít nějaký skill na modelování
- Existují video tutoriály

TinkerCad

Onshape

Autodesk
Fusion 360

OpenSCAD

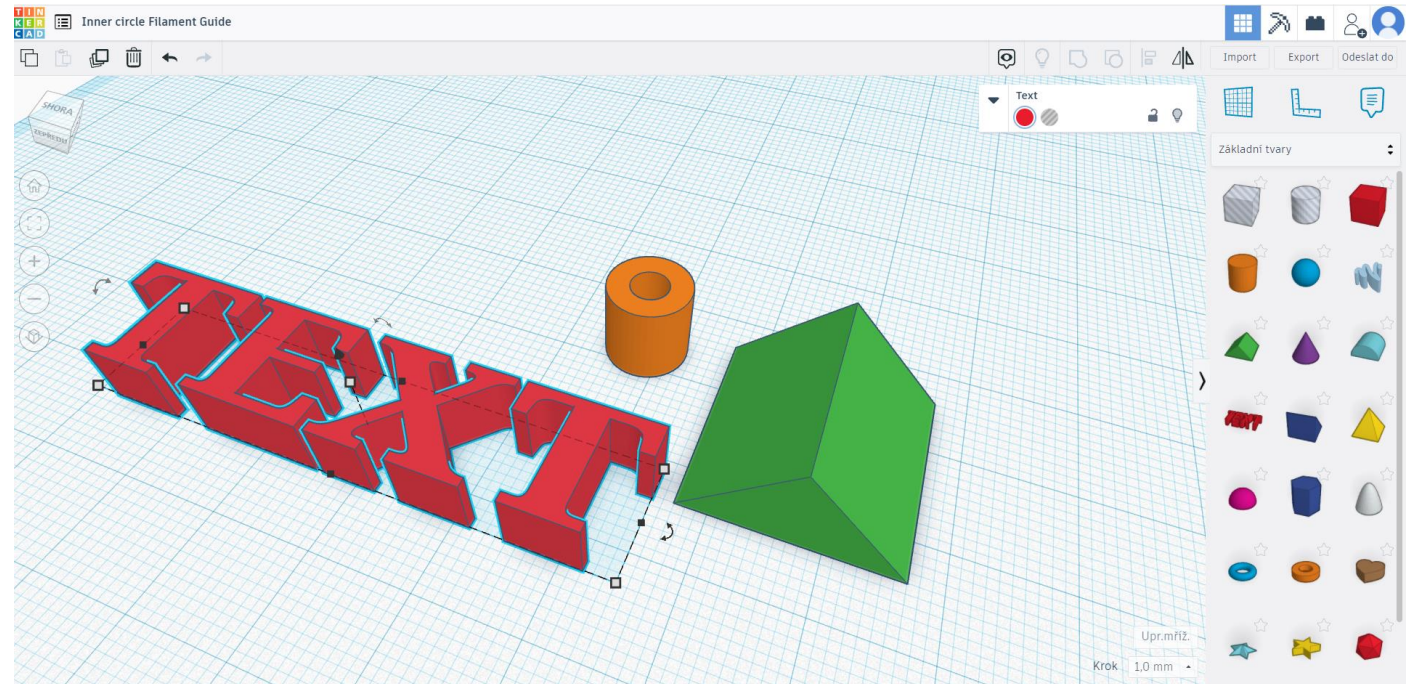
Blender

Cinema4D

Tinkercad

- Zdarma
- Webová aplikace
- Jednoduché použití
- Pro jednodušší modely
- Úprava STL souborů

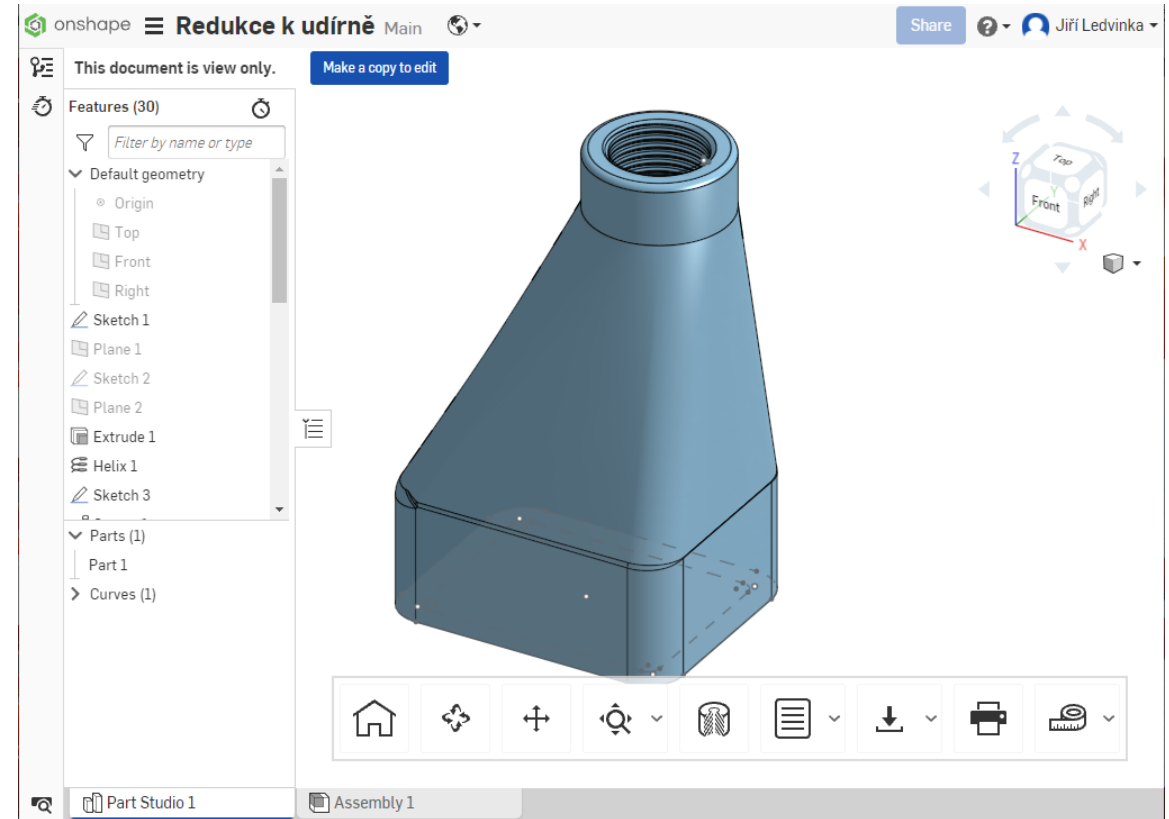
www.tinkercad.com



Onshape

- Zdarma
- Webová aplikace
- Sofistikovanější modely
- Vše co vytvoříte, zůstává tam
- Velká databáze modelů

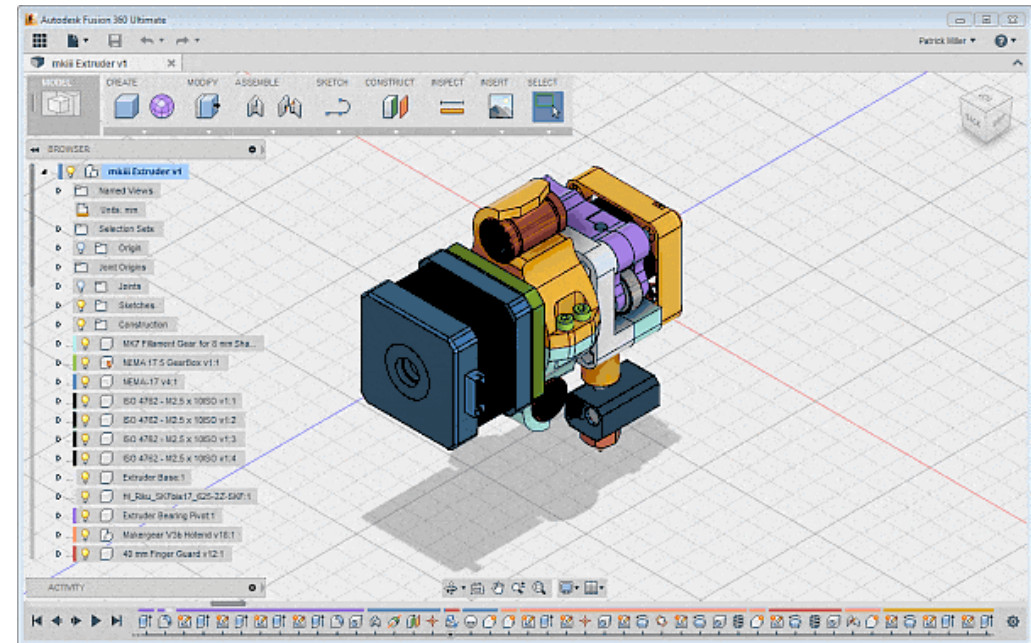
www.onshape.com



Autodesk Fusion 360

- Pro studenty a učitele zdarma
- Desktopová aplikace
- Složité modely vč. animací

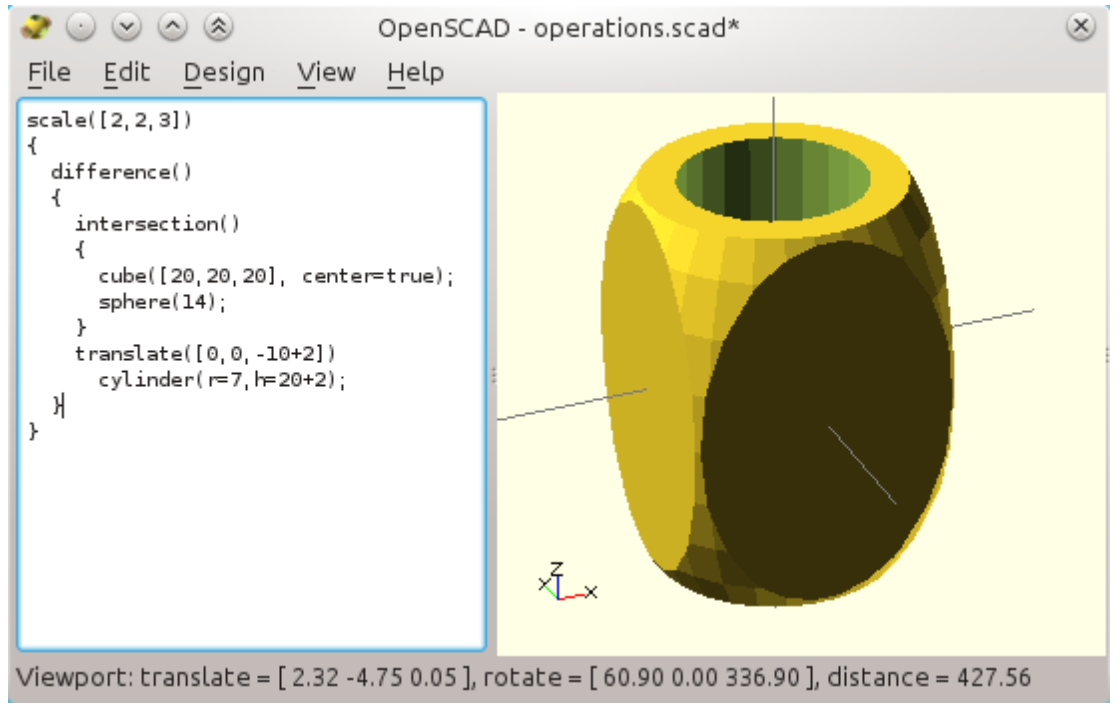
www.fusion360.cz



OpenSCAD

- Open source
- Desktopová aplikace
- Všechny platformy
- Parametrizace
(moderní a ty lepší modely)

www.openscad.org



Bledner a Cinema4D

- Profi nástroje
- Složité
- Není příliš vhodné na běžné použití

www.blender.org

www.cinema4d.cz



MUNI
SCI

Praktická část

Hurá 😊

Obsah praktické části

základní techniky 3D modelování

příprava dat k tisku

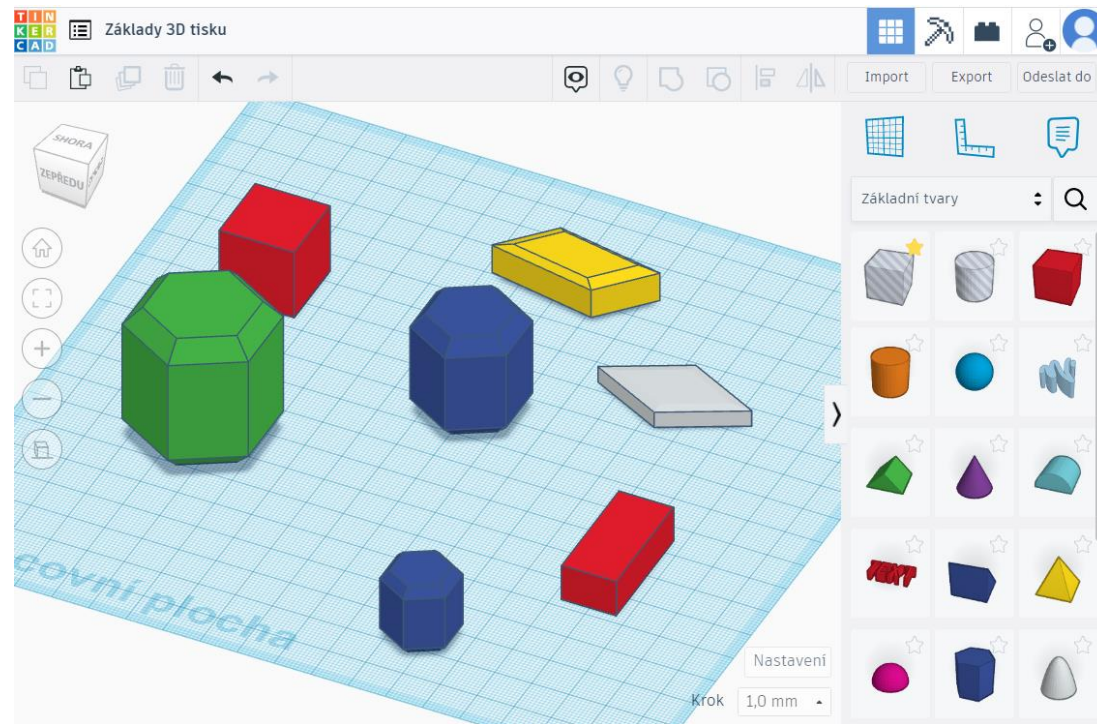
základní manipulace s 3D tiskárnou

řešit nejčastější problémy a chyby při tisku

zpracování výtisku

Tinkercad – můj první model

- Otevřete webový prohlížeč a přihlaste se:
<https://www.tinkercad.com/>



Vytvořením nebo stažením modelu vše začíná

- Máme 3D model
- Převedení 3D modelu do strojového kódu G-code – posun tiskové hlavy XY a Z
- Pomocí Speciálního SW (tzv. Sliceru)
 - formát .STL -> .GCODE

Slicery

3D Slicer

Simplify3D

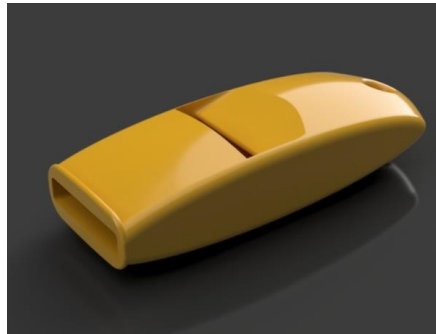
PrusaSlicer

Cura

Vyberte si model



Tree Frog printables.com



Emergency Whistle thingiverse.com



3D Benchy thingiverse.com



Snakez thingiverse.com

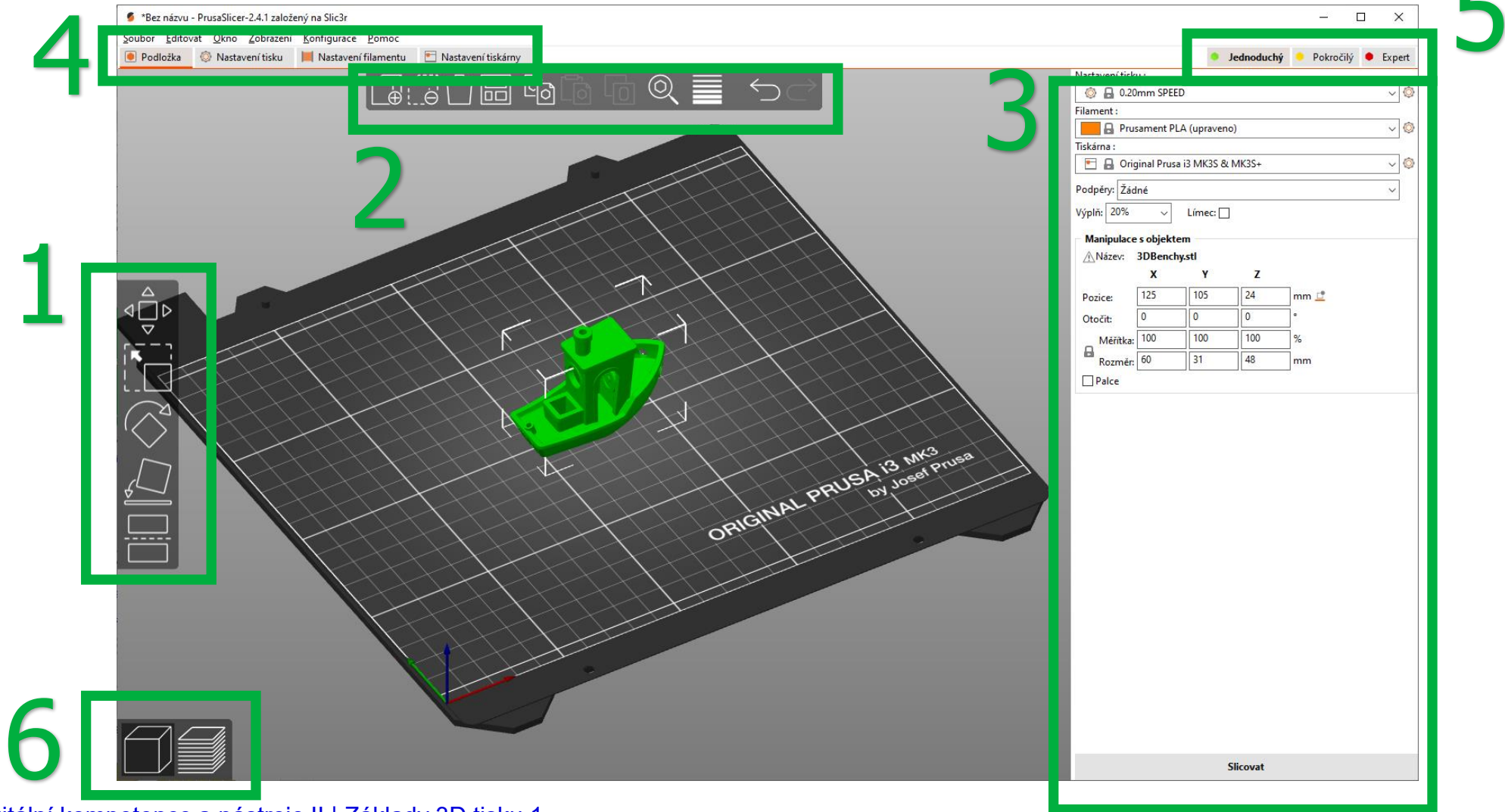


Phil A Ment thingiverse.com

klíčenka s nápisem

<https://muni.cz/go/3dmodely>

PrusaSlicer – seznamte se



PrusaSlicer – Vrstvy a perimetry

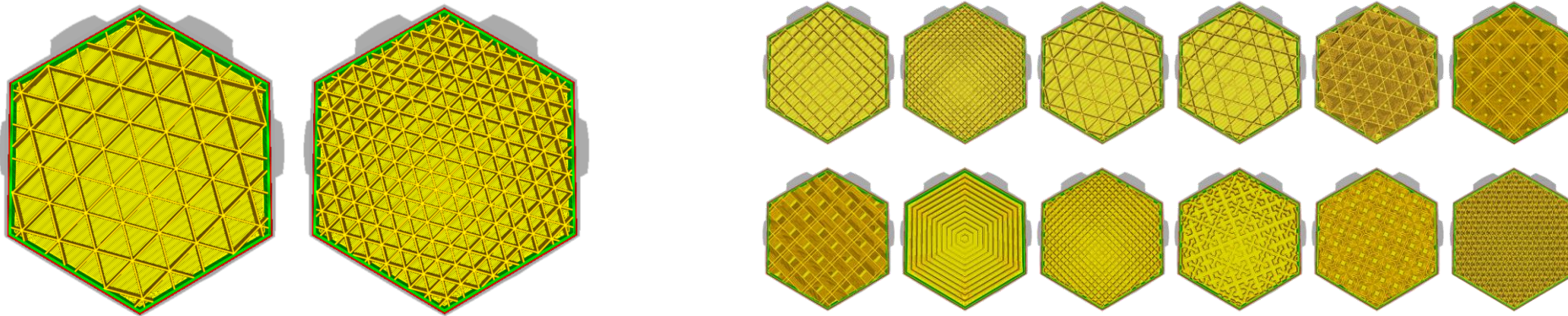
- Výška vrstvy – kvalita tisku
- Svislé stěny – obal
 - Spirálová váza – velikonoční vejce, váza
- Vodorovné stěny – vrch a spodek
- Pozice švu a Členitý povrch



Pillowing – zdroj all3dp.com

PrusaSlicer – Výplň

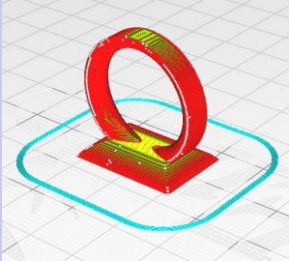
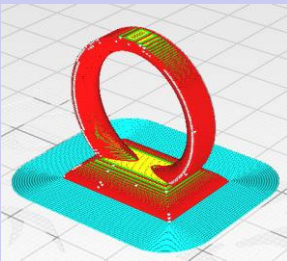
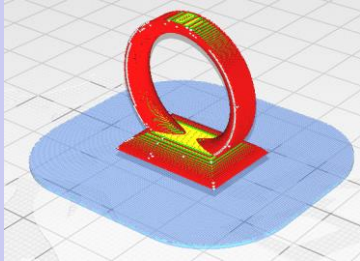
- Hustota - v procentech
- Vzory:
Mřížka, Gyroid, Monotónní, ...



Zdroj: www.support.ultimaker.com

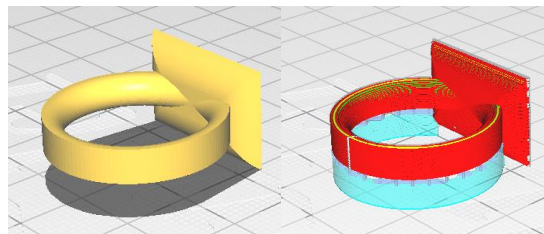
PrusaSlicer – Obrys, límec a raft

- Zvýšení přilnavosti k podložce
- RAFT – pokročilá funkce

Obrys (Skirt)	Límec (Brim)	Raft
		
Obrys objektu – ověřuje se přilnavost (ABS)	Dotýká se objektu – zvyšuje přilnavost	Samostatná vrstva pod objektem max. přilnavost např. ABS

PrusaSlicer – Podpěry

- Pokud jsou pro tisk potřeba
- Mezní úhel převisu

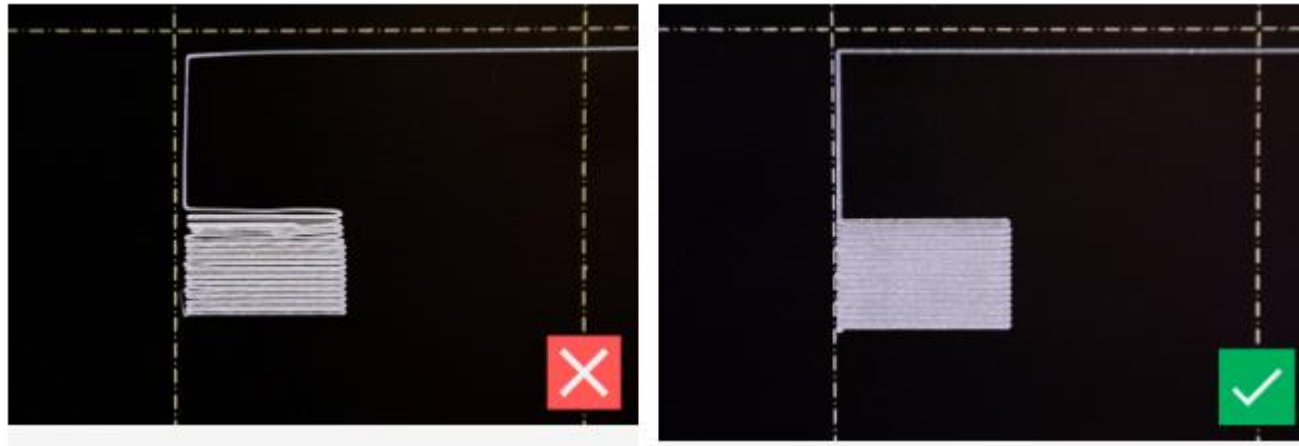


PrusaSlicer – Nastavení filamentu

- Každý materiál specifické parametry tisku
- Správné nastavení se odrazí ve výsledku tisku
- **Filament**
 - Cena, teplota, chlazení
 - ABS a chlazení nejsou kamarádi

Kalibrace tiskárny

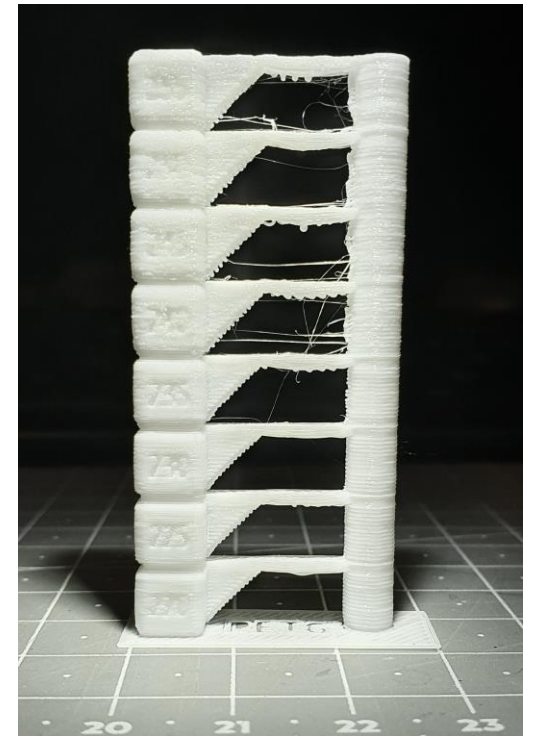
— V MENU – Calibration → First Layer Cal. → Continue



Zdroj: <https://academy.prusa3d.com/>

Kalibrace tiskárny

- Možnosti tisku testovacího Pattern
- Kalibrace teploty trysky a podložky
 - Tisk Temperature tower
- Profily



Zdroj: www.thingiverse.com

Nasazení filamentu

Vložit filament do otvoru na extruderu

Zvolit typ materiálu a tiskárna si jej sama zavede

Pozor, pokud se nacházel v hlavě jiný typ materiálu (ABS -> PLA) vyžaduje vyšší teplotu

Dostatečně nechat „protéct“

Tisk

Nanesení lepidla na podložku (volitelné)

Tisk testovacího pruhu

Tisk první vrstvy je nejdůležitější případně skirt

V průběhu vrstev změna intenzity ventilátoru

Komponenty velmi horké – hrozí popálení

Troubleshoot

— Alfa omega:

- Bed level
- Čistá podložka
- Správná teplota
- Připravená data

<https://all3dp.com/1/common-3d-printing-problems-troubleshooting-3d-printer-issues/>

<https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/>

Pomoc:

- FORUM
- YOUTUBE
- AI

Post processing – dokončení

Odebrání z podložky (ohnutí podložky případně špachtle)

Odstranění podpěr

Vyhlazení modelu

Další zpracování (slepení, vybarvení, chemické ošetření,...)

Umytí a utření podložky, odstranění testovacího proužku.

Údržba

Odstranění zbytků filamentu vč extruderu

Očištění od prachu – vlhčený ubrousek

Závitové tyče namazat vazelínou

Ventilátory – vlasové zbytky filamentu

Dotáhnutí pásů

PFTE trubička

Kontrola kabeláže

Příslušenství k tiskárně

Vodou
omyvatelné
lepidlo

Kleštičky

Posuvné
měřidlo

Špachtle

A4 Papír

IPA

Jehle na
protlačení
ucpané trysky

Kovový kartáč

Hubka a
utěrka

Navíc

Kryt na
tiskárnu

Drybox

WEB
Kamera

Wifi Zásuvka

UPS –
záložní zdroj

MiniPC

Proč byste chtěli mít FDM/FFF tiskárnu

- Nejdostupnější technologie
- Cenově dostupná tiskárna vč. filamentu
- Velká škála filamentů různých druhů (recyklovatelný materiál, pevný, pružný, odolný, kov,...)
- Jednoduchý tisk

- Doba tisku
- Kvalita

Literatura

- Základy 3D tisku s Josefem Průšou
- <https://all3dp.com/>
- <https://www.simplify3d.com/support/materials-guide/>
- <https://support.ultimaker.com/hc/en-us/sections/360003548619-Print-settings>
- <https://all3dp.com/1/common-3d-printing-problems-troubleshooting-3d-printer-issues/>
- <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/>

MUNI
SCI

Děkuji za pozornost

Mgr. Jiří Ledvinka

OIKT PřF MU

ledvinkaj@sci.muni.cz