



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Implementace Krajského akčního plánu rozvoje vzdělávání pro území Zlínského kraje II

Registrační číslo projektu CZ.02.3.68/0.0/0.0/19_078/0018903

Úvod do 3D tisku při práci s dětmi

Lektor: Daniel Gottwald

3D tisk pro začátečníky

Technologie 3D tisku - základní rozdělení

- **FDM (Fused Deposition Modeling)**
Nanášení plastové struny = filamentu vrstvu po vrstvě
Výhoda: levné a dostupné tiskárny i materiály, nejrozšířenější hobby metoda
Nevýhoda: nutnost podpor, teplotní nestálost při tisku
- **SLA (Stereolithography)**
Vytvrzování fotosenzitivní pryskyřice (tekutina) pomocí laserového paprsku (fotopolymerizace)
Výhoda: velmi detailní tisky, vhodné pro malé objekty, rychlejší než FDM
Nevýhoda: Pryskyřice jsou relativně drahé, nutnost pracovat v rukavicích (toxická pryskyřic), menší tiskový prostor
- **SLS (Selective Laser Sintering)**
Vytvrzování/spojování práškového materiálu (plast/kov) pomocí laserového paprsku
Výhoda: detailní, umožňuje tisk kovů, tisk bez podpor (materiál tvoří self-support)
Nevýhoda: finančně náročné, vyžaduje náročný postprocessing zahrnující oprášení modelu od nadbytečného materiálu, výtisky mají porézní povrch - lze vyřešit nanesením krycí vrstvy

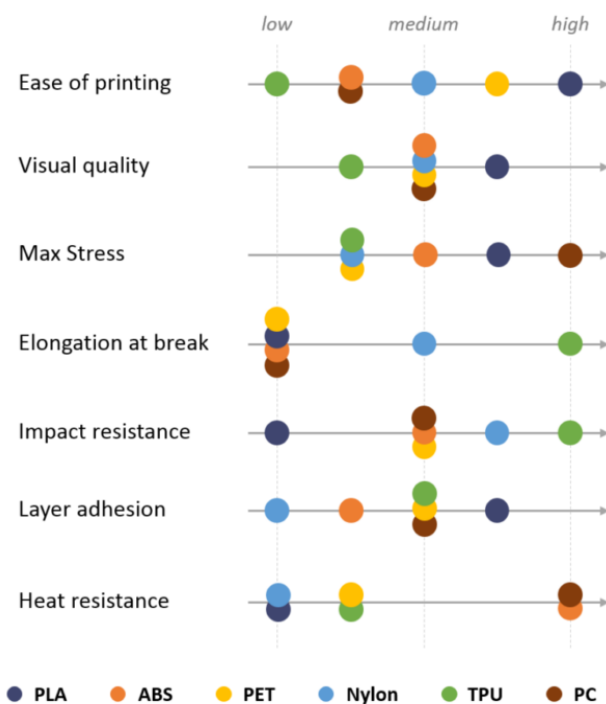
Materiály pro FDM - plastové filamenty

- průměr 1,75 mm (Futlab) nebo 2,85 mm s tolerancí +/- 0,05 mm
- Nejčastější materiály
 - **ABS** (acrylonitrile butadiene styrene)
Je tuhý, rezistentní vůči vysokým teplotám
Obtížnost tisku je spíše vyšší
Může být dodatečně upravován - vyhlazování
Má dobrou vizuální kvalitu



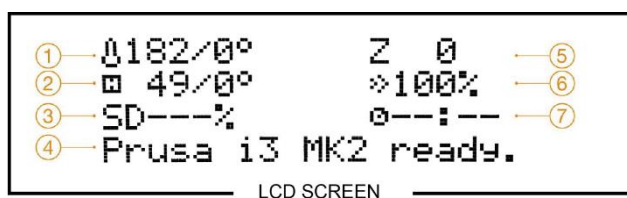
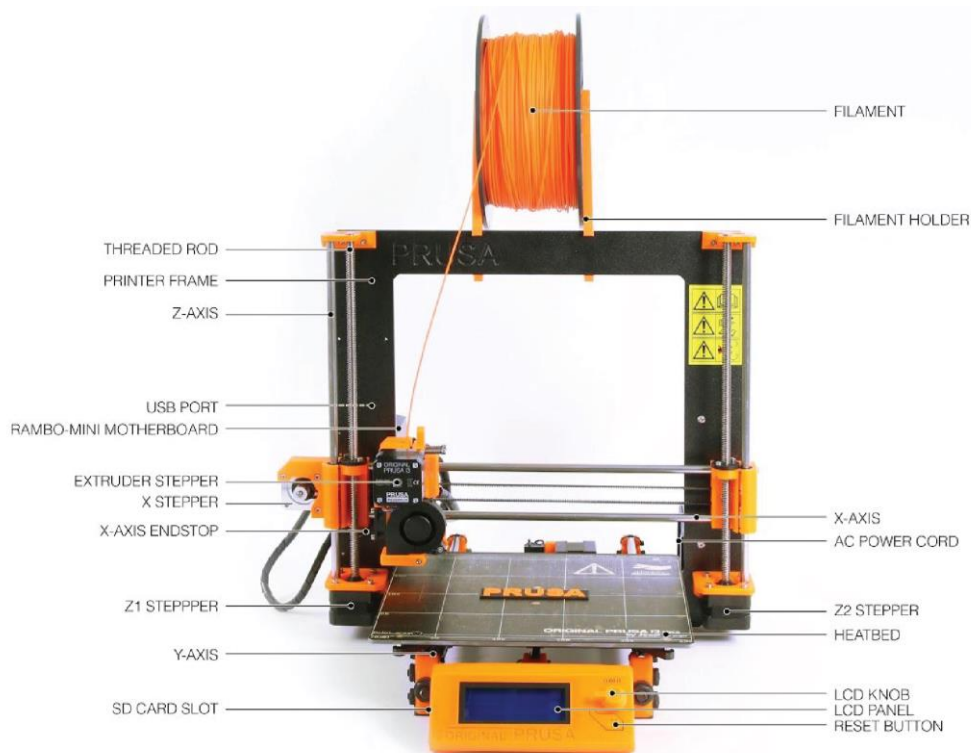
- Dobré lepení dílů
- Je citlivý na UV záření
- U větších dílů se kroutí (potřeba vyhřívané podložky)
- Při tisku vznikají chemické výpary
- Není ekologicky odbouratelný, vyrábí se z ropy
- **PLA** (polylactic acid)
 - Velmi tuhý
 - Snadný tisk - vhodné pro začátečníky
 - Dobrá vizuální kvalita
 - Ekologicky odbouratelný, vyráběný z kukuřičné matrice
 - Dobře se opracovává po tisku
 - Nízká odolnost vůči chemikáliím
 - Nízká odolnost vůči nízkým a vysokým teplotám
 - Horší lepení dílů
- **PET** (polyethylentereftalát)
 - Poměrně tuhý - něco mezi PLA a ABS
 - Zdravotně nezávadný, recyklovatelný
 - Odolnost vůči chemikáliím i teplotám
 - Dobrá přilnavost k podložce - nevhodné na podpory
 - Dobré zpracování a lepení dílů
 - PET-G (modifikovaný glykolem) - menší křehkost
 - Hygroskopický - váže vodu
- Další zajímavé materiály
 - Flexibilní filamenty - Termoplastické elastomery - TPE/TPU/TPC
 - Materiály podobné gumě
 - Odolnost vůči odření, olejům
 - Obtížnější tisk - horší přilnavost k podložce
 - Špatně se zpracovává po tisku
 - Špatně se lepí díly
 - **PC** (polykarbonát)
 - Velmi tuhý, odolný
 - Dobrá tepelná odolnost
 - Transparentní
 - Mírně flexibilní, náchylný na deformace
 - Dobře se zpracovává po tisku
 - Citlivý na UV záření
 - Obtížně se tiskne
 - Materiály s příměsí - kov, dřevo, korek, carbon atd., většinou PLA
 - Materiály světélkující ve tmě - PLA nebo ABS s fosforeskujícím materiálem
 - PVA (polyvinyl alkohol) - rozpustný ve vodě → rozpustné podpory

Zajímavý přehled zde: <https://all3dp.com/1/3d-printer-filament-types-3d-printing-3d-filament/>





3D tiskárna a její součásti



Nejčastější chyby při tisku

Více info zde: <https://futlab.cc/chyby-3d-tisk/>

- Tisk příliš velkých úhlů bez podpor - tisk do vzduchu
- Tisk vysokých modelů s příliš tenkou nebo malou základnou - odlepování modelu od podložky
- Špatné nastavení hodnot ve Slic3r (nebo jiném programu) - volba tloušťky vrstvy a procenta výplně
- Příliš velké a detailní modely - nutné rozdělit na více dílů
- Příliš mnoho objektů na podložce najednou - zdlouhavé, zhoršení kvality kvůli přejezdům tiskové hlavy mezi modely
- 3D tisk bez dozoru - zaseknutí nebo konec filamentu, tisk mimo model, vynechání vrstvy atd.
- Špatné nastavení pro různé materiály - teplota, první vrstva
- Špatně očištěná podložka



Práce se softwarem a tisk připraveného modelu

- Průša Slic3r PE
- Modely ve formátu STL
- Počet kopií modelu, změny velikosti a orientace
- Volba materiálu a výplně
- Generování podpor
- Skirt a brim
- Oprava chyb – 3D builder
- Preview a exportování g-code
- Nahrání na SD kartu a start tisku

Nastavení Prusa Slic3r

Vrstvy a perimetry:

Výška vrstvy: udává výšku a samotnou viditelnou kvalitu vrstev

- Běžná výška: 0,2 mm, malé a detailnější objekty 0,15, větší a méně detailní objekty 0,35 mm (např. vázy)

Perimetry: Tloušťka stěny (počet vrstev stěny objektu)

- Necháváme dle základního nastavení (pokud nepotřebujeme užší nebo naopak tlustší stěnu)

Vodorovné stěny: Určuje počet vrstev horní a dolní stěny

- Např. u vázy dáváme více vrstev dna a nulovou horní vrstvu

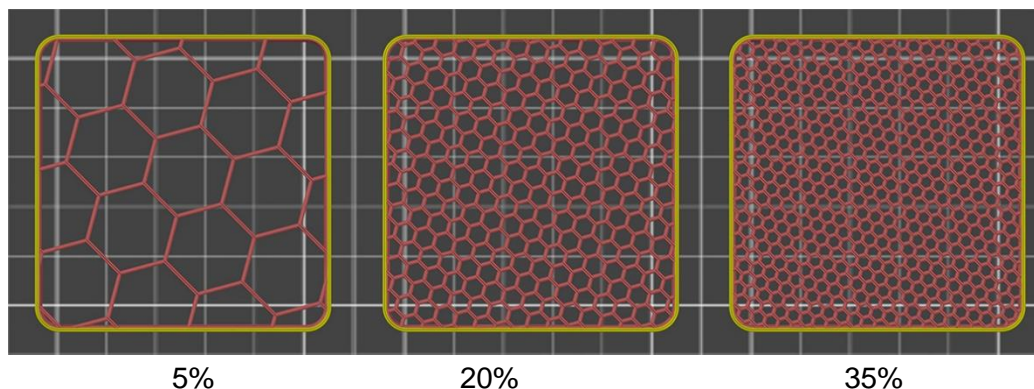
Výplň:

Hustota výplně: Určuje, zda bude objekt více plný a těžší, nebo více dutý a lehký

- U velkých a lehkých objektů dáváme spíše menší výplň (např. 20 %), u pevnějších objektů dáváme hustější výplň.

Vzor výplně: určuje druh výplně

- Běžná výplň je line, pevnější výplň je např. Honeycomb





Obrys a límec:

Smyček: Necháme 1

Výška obrysu: Dáváme 0

Šířka límce: Podle objektu (pokud má objekt malou plochu, kterou leží na podložce, pak dáváme

límec: 10 - 20 mm podle objektu. Límec také používáme u špatně přilnavých objektů, jako je např. ABS, PC nebo nylon).

Podpory:

Pokud nějaká část objektu visí částečně nebo úplně ve vzduchu, pak zaškrtneme pole *generovat podpory*. Pokud chceme podpory pouze přímo nad vyčnívající částí objektu, pak dáme: "*podpory pouze na tiskové ploše*"

Články ohledně nastavení:

<https://futlab.cc/chyby-3d-tisk/>

<https://futlab.cc/uprava-modelu-po-3d-tisku/>

<https://futlab.cc/uprava-modelu-3d-tisk/>

<https://futlab.cc/3d-tisk-nastaveni-materialy/>

<https://futlab.cc/problemy-vady-3d-tisk/>

Postprocessing modelů

- Očištění od zbytků, podpor - ostrý nůž, pilník, kleště
- Broušení - pilníky, brusné papíry, elektrické brusky, doleštění houbičkou
- Lepení - speciální lepidla na plasty, vždy nechat dostatečně zaschnout, lepené plochy rovné a očištěné
- Tmelení - zakrytí spár a zarovnání povrchu, následně nutné obroušení
- Natírání, stříkání barvy - nejprve jednotící barva (primer), pak požadovaná barva
- Vyhlazování pomocí acetonu - ABS, acetonové páry, uzavřená komora

Tipy a triky

- Kde sehnat modely?
 - <https://www.thingiverse.com/>
 - <https://www.myminifactory.com/>
- Kde koupit filamenty?
 - Zahraniční e-shopy
 - Amazon.de (Poštovné podle prodejce)
 - Aliexpress
 - RepRap.me
 - RepRapword



- České e-shopy
Futlab e-shop
Materialpro3D.cz (Velký výběr, zajímavé materiály, nově výhodnější cena při objednání přes Futlab)
Shop.Prusa.com (Poměrně Drahé, Průšament)
- Doporučení výrobci (dle doporučení uživatelů)
Plasty Mladeč (český) - nabízíme u nás v e-shopu za výhodnější cenu
Fillamentum
Hatchbox
Taulman
3rdment
Gamebird (dobrá cena)
- Další zdroje informací
<http://3dprintingforbeginners.com/>
<https://3dprinting.com/tips-tricks/>

Přednáška ScienceCafe o technologiích 3D tisku:
<https://slideslive.com/38895561/revolucni-3d-tisk>