

# Návod pro práci s programem Slic3r



Mgr. Jan Elbl

Ústav technologie léků

FaF VFU Brno

2018

1	Formátu vstupních dat .....	3
2	Plater .....	3
2.1	Typy zobrazení .....	4
2.2	Nástroje Plateru .....	4
3	Záložky print, filament a printer settings .....	6
3.1	Print settings .....	6
3.1.1	Layers and perimeters (vrstvy a povrchové stěny) .....	6
3.1.2	Infill .....	7
3.1.3	Skirt and brim .....	8
3.1.4	Speed .....	8
3.1.5	Advanced .....	8
3.1.6	Output options .....	8
3.2	Filament settings .....	8
3.2.1	Filament .....	9
3.2.2	Cooling .....	9
3.3	Printer settings .....	9
3.3.1	General .....	9
3.3.2	Custom G code .....	9
3.3.3	Machine limits .....	10
3.3.4	Extruder .....	10

## 1 Formátu vstupních dat

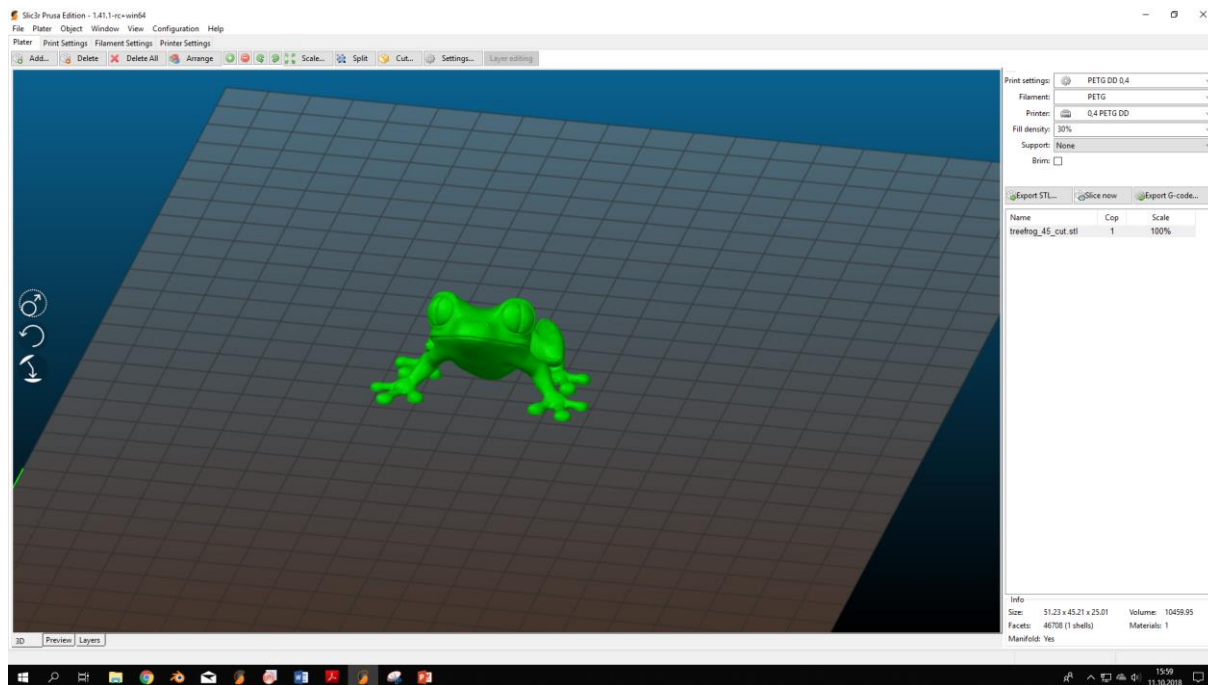
**StereoLithography (STL)** soubory, které mohou pocházet z různých zdrojů a jsou nyní, de facto, standardem v 3D tisku. Soubory jednoduše popisují povrchovou geometrii 3D objektu, bez jakýchkoliv dalších informací o modelu (jako například barvy nebo druhu materiálu). Jednoduchost tohoto formátu jej předurčuje k velkému rozšíření a popularitě.

**Wavefront OBJ** soubory, jsou otevřeným formátem původně použitým v aplikacích pro tvorbu animací od Wavefront Technologies. Formát je podobný formátu STL.

**Additive Manufacturing File Format (AMF)**, byl vyvinut jako reakce na omezení ve formátu STL. Kromě popisu geometrie 3D modelu, je zde možné také popsat barvy a materiály, a další složitější atributy, například přechody materiálů a jejich mísení a další uspořádání objektů a jejich závislosti.

## 2 Plater

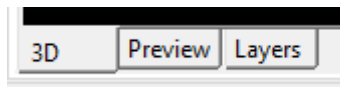
Slic3r disponuje nástrojem, tzv Plater, který umožňuje jeden nebo více modelů načíst a uspořádat je na tiskovou podložku ještě před tím, než budou rozděleny na jednotlivé vrstvy. Načtené modely lze na podložce různě přemísťovat, nicméně Slic3r se vždy snaží modely soustředit kolem středu tiskové plochy. Rozměry podložky by měly odpovídat rozměrům podložky v tiskárně (jestliže tomu tak není, je třeba rozměry upravit v záložce *Configuration*).



Obrázek 1: Podoba grafického rozhraní Slic3ru

## 2.1 Typy zobrazení

Ve spodní části obrazovky Plateru jsou tři záložky měnící typ náhledu na model.

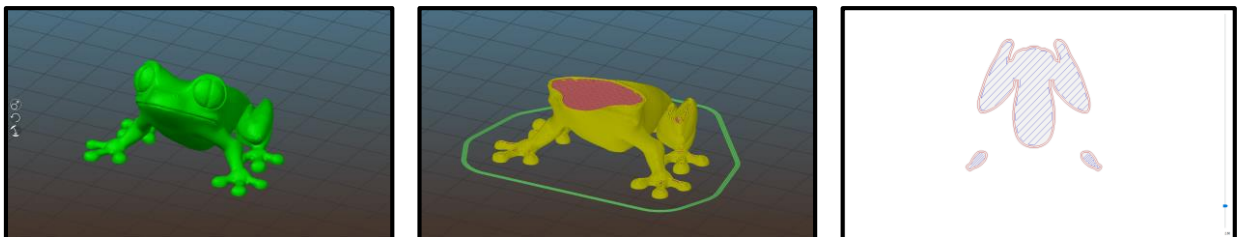


Obrázek 2: Záložky náhledu

**3D** - ukazuje geometrickou podobu vstupního modelu.

**Preview** - zobrazuje 3D podobu modelu tak, jak bude vytištěn, včetně rozdělení výplně, perimetrů, tiskových podpor a dalších.

**Layers** - zobrazuje vždy jednu vybranou vrstvu tisku ve 2D zobrazení.



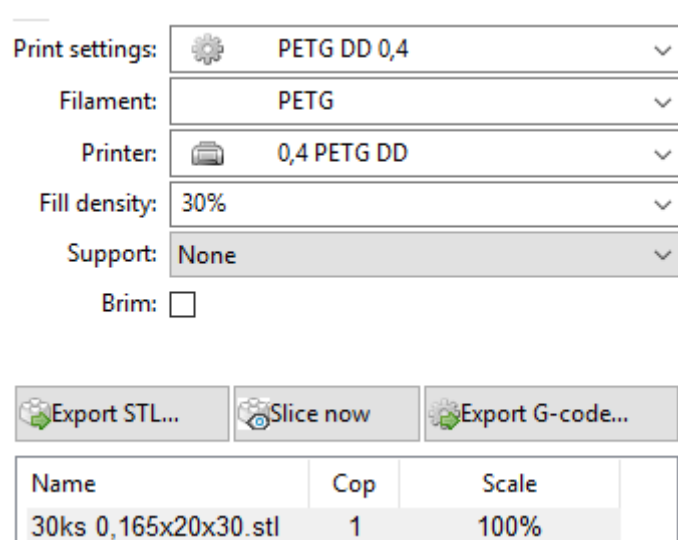
Obrázek 3: Zobrazení 3D/Preview/Layers

## 2.2 Nástroje Plateru

Na pravé straně je k dispozici přehled zvolených tiskových nastavení a seznam aktuálně načtených souborů.

Rovněž jsou k dispozici tři tlačítka umožňující

- exportovat model po úpravách v okně Plater,
- zahájit slicování,
- exportovat konečný G kod do zvoleného souboru.



Obrázek 4: Menu v pravé části Plateru

Tlačítka podél horní části Plateru umožní měnit uspořádání modelů a práci s nimi.



Obrázek 5: Horní lišta nástrojů Plater



**Add** – přidá model z vybraného souboru (.stl; .obj nebo .amf).

**Delete** – odstraní z podložky označený model.

**Delete All** – odstraní všechny modely z podložky, nezávisle na označení.

**Arrange** – srovná a rozmístí objekty na podložce.

  - přidává nebo ubírá počet kopií označeného modelu.

  - otočí označený model okolo osy Z, v krocích po 45 ° buď po směru, nebo proti směru hodinových ručiček.

**Scale** – umožní zvětšení nebo zmenšení označeného modelu. Zadává se v procentech.

**Split** - rozdělí model, který se skládá z více než jedné části do jednotlivých součástí, tak, aby se s každou z nich dalo manipulovat samostatně.

**Cut** – umožňuje rozříznout model v definované horizontální rovině a zachovat jeho vybranou část.

**Settings** – slouží pro rychlou modifikaci parametrů tisku a ovládání multimateriálového tisku.

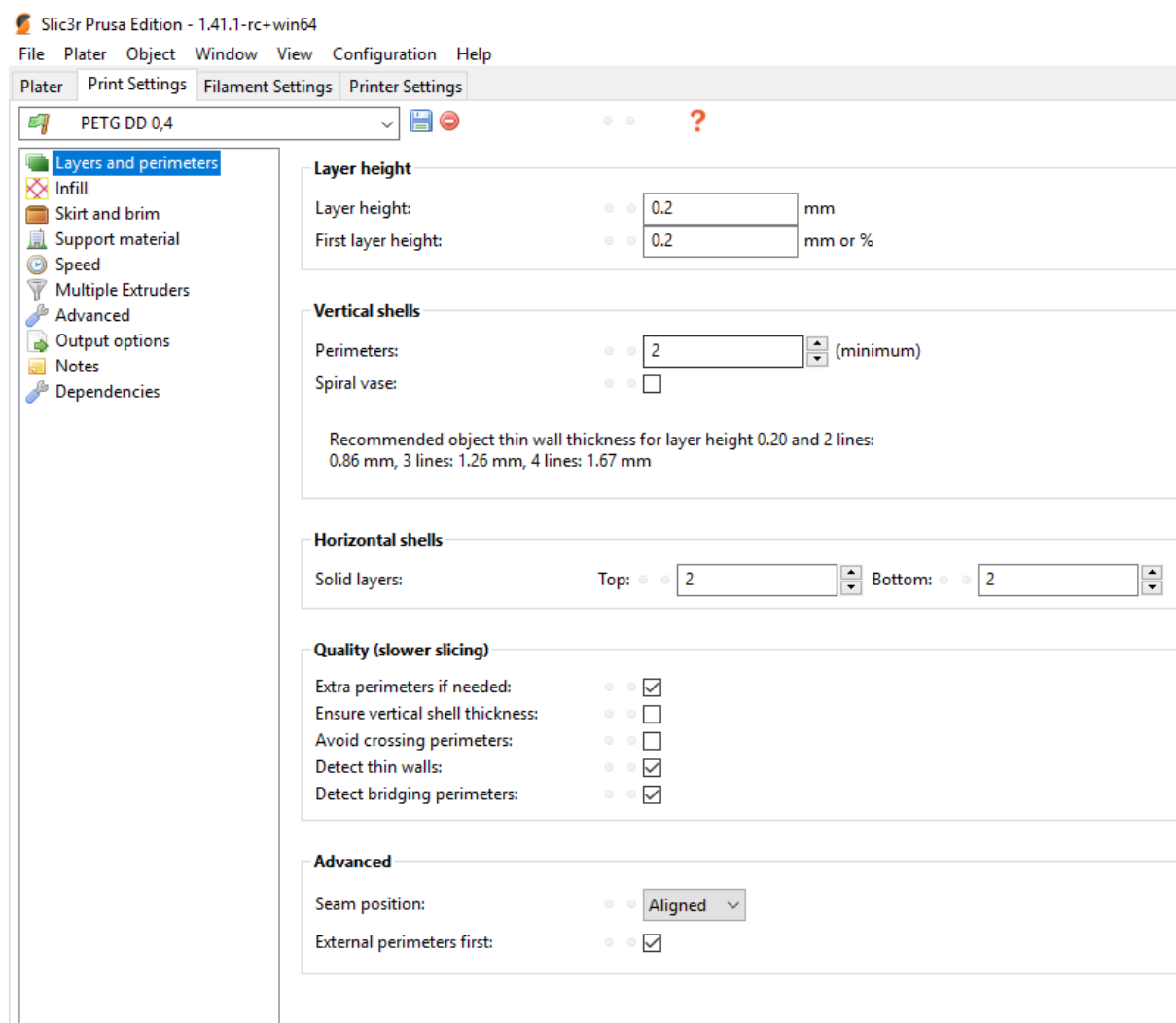
**Layer editing** – slouží pro nastavení variabilní výšky vrstev.

### 3 Záložky print, filament a printer settings

Tyto záložky shrnují nastavení jednotlivých parametrů tisku, vstupního vlákna (filamentu) a konkrétní tiskárny. V záhlaví jednotlivých záložek je zobrazena informace o aktuálně používaném profilu. Program umožňuje průběžně ukládat změny profilu, pojmenovávat, mazat a exportovat jednotlivé profily nebo jejich sady mezi různými verzemi programu Slic3r. Export je možný pomocí záložky **File - Export/import config** pro export aktuálně používaného nastavení nebo **File - Export/import config bundle** pro export všech uložených nastavení.

#### 3.1 Print settings

Definuje parametry tisku v několika kategoriích.



Obrázek 6: Záložka print settings

##### 3.1.1 Layers and perimeters (vrstvy a povrchové stěny)

V této kategorii lze nastavit **výšku tiskových vrstev**, včetně specifické výšky pro vrstvu první, u té je doporučeno zvýšit ji cca o 25-50% oproti ostatním pro zlepšení adheze materiálu k podložce.

Parametrem **perimeters** je udán počet obalových vrstev ve směrech osy X a Y, pro obalové vrstvy v ose Z pak slouží parametr **solid layers**, kde lze nastavit různý počet pro spodní a horní stěny.

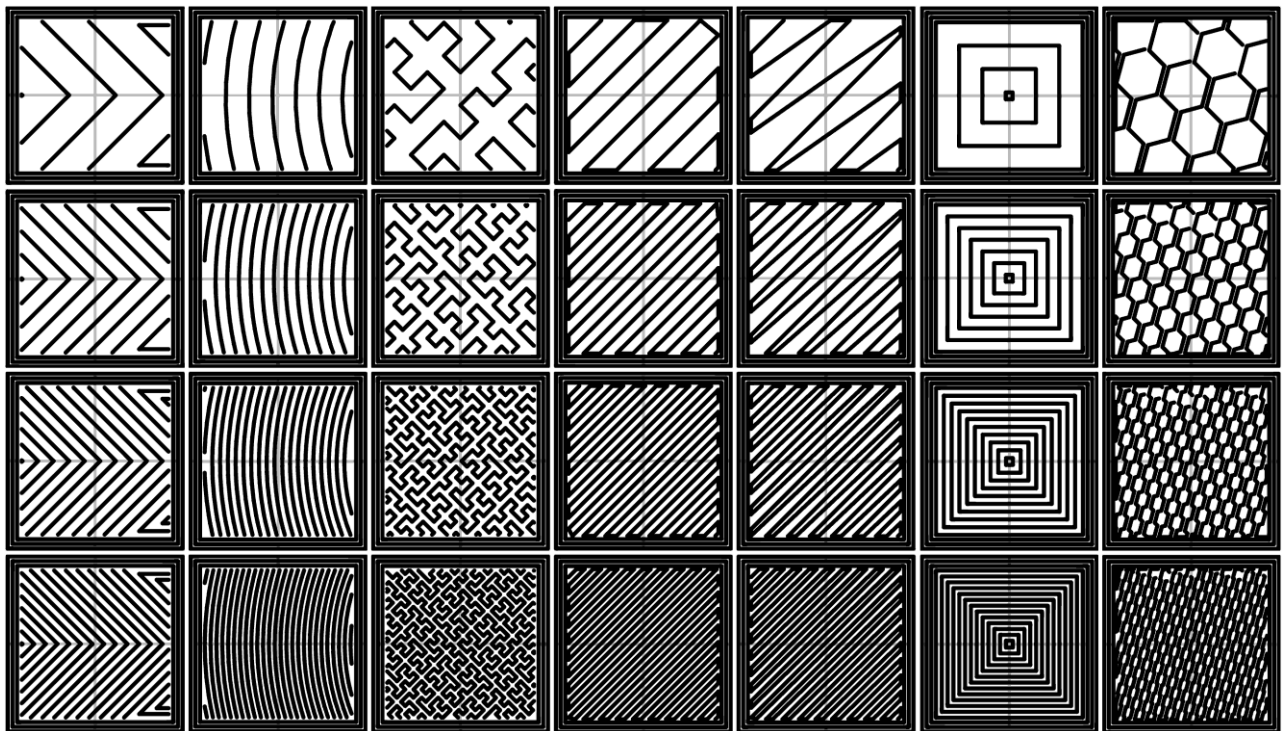
V sekci **Quality** se nachází parametry určující kvalitu tisku, prakticky není třeba měnit pro potřeby běžného uživatele.

**Seam position** udává pozice, ve které bude začínat nová vrstva v jednotlivých objektech – umožňuje začátky se řadit do jednodílného vertikálního švu (aligned), náhodných začátků (random) nebo náhodných začátků s přihlédnutím k nejvyšší rychlosti tisku (lehce snižuje čas nutný pro vytištění objektu).

Důležitým parametrem je **pořadí tištění perimetrů**, obvykle je preferován tisk vnějšího perimetru jako prvního (lepší rozměrová přesnost výtisku). Při tisku modelu s velkými převisy se naopak doporučuje tisknout perimetry zevnitř, tak aby se vnější perimetr lépe uchytil k již natištěným a nepropadal se.

### 3.1.2 Infill

Zde je možné definovat **hustotu vnitřní výplně modelu**, včetně **geometrického uspořádání**. Uspořádání je možné zvolit odděleně pro vnější a vnitřní vrstvy.



Obrázek 7 Typy infilu s různou hustotou

Je možné tisknout výplně najednou po více vrstvách – parametr **combine infil every X layer**, čímž lze snížit dobu tisku.

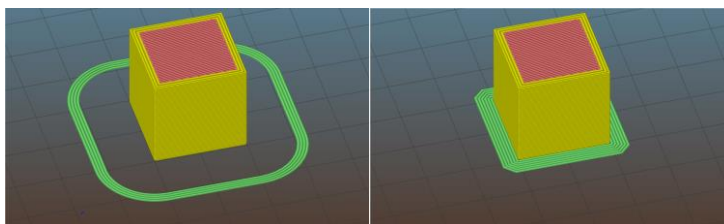
Lze definovat úhel natočení tisku výplně oproti tiskové podložce – výchozí hodnota 45° však obvykle postačuje.

Parametr **solid infill threshold area** definuje minimální povrch uzavřeného prostoru, který bude vyplněn zvolenou výplní. Jestliže je povrch menší, bude automaticky vyplněn plnou výplní – to je praktické u tenkých částí, které by mohly být mechanicky oslabeny malým množstvím řídké výplně.

### 3.1.3 Skirt and brim

Pro ustálení toku, ověření hranice tisku a případně kontrolu srovnání první vrstvy slouží parametr **skirt**. Ten vytvoří několik soustředných linií okolo objektu v definované vzdálenosti.

Oproti tomu parametr **brim** lze využít pro větší objekty nebo materiál, u kterého se projevuje smršťování materiálu vlivem velké teplotní kontrakce (warping) a hrozí tak, že se odtrhne od podložky a ohrozí celý tisk. Po tisku je nutné brim samozřejmě oddělit mechanicky od výtisku.



Obrázek 8 Skirt a Brim (znázorněn zeleně)

### 3.1.4 Speed

Tato záložka definuje rychlost tisku pro vybrané typy pohybu např. perimetrů, první vrstvy, výplně, přejezdů nebo přemostění. U většiny je třeba zadávat rychlost ve formátu mm/s, přičemž maximální rychlost pro tiskové pohyby je obvykle kolem 60 mm/s u přejezdů pak rychlost vyšší (80 mm/s). Některé rychlosti mohou být definovány procentem jiných rychlostí (např. rychlost tisku první vrstvy je vhodné snížit pro zlepšení adheze materiálu k podložce)

### 3.1.5 Advanced

Významným parametrem je tloušťka tiskové stopy pro vybrané typy pohybu např. perimetrů, první vrstvy a výplně. Pro technický tisk je vhodné ponechat přednastavené automatické parametry. V případě, že je ale třeba dosáhnout **přesné tloušťky např. vnějších stěn** je možné ji definovat v mm. Rozhodně je ale třeba brát v potaz **průměr extrusní trysky** – tloušťka extruze by neměl být užší než průměr samotné trysky a maximálně 3x tak široká. Je třeba zohlednit i **výšku tiskové vrstvy**.

**Perimeter overlap** definuje přesah výplně a perimetrů a lze jej zadat jako procento šířky perimetru nebo absolutně v mm. Pro většinu aplikací je hodnota 15% dostačující pro pevné spojení výplně a perimetru.

### 3.1.6 Output options

**Sequential printing** umožňuje tisk objektů postupně v jedné tiskové úloze. Je třeba ale definovat prostor, který zabírá hotend, aby se zabránilo kolizi s již vtištěnými objekty.

## 3.2 Filament settings

V této záložce lze definovat parametry vztahující se ke konkrétnímu tiskovému materiálu a jeho formě.



### 3.2.1 Filament

Parametry **color**, **density** a **price** jsou pouze orientační. Jejich využití lze najít při vícemateriálovém tisku případně pro kontrolu přibližné hmotnosti spotřebovaného materiálu nebo jeho ceny, který je program schopen spočítat.

Zcela zásadním je parametr **filament diameter** tedy průměr vlákna – zadává se v milimetrech. Tiskárna samotná pro tisk přepočítává množství dodávaného materiálu pouze z tohoto parametru a tiskové rychlosti.

Pro většinu tiskových materiálů platí, že jsou dodávány v průměrem 3 nebo 1,75 mm. Přesto se doporučuje při změnách přeměřit několik náhodných míst na cívce šuplérkou a přesně zjištěný průměr zadat.

**Temperature** udává teplotu, kterou bude tryska hotendu případně tisková podložka udržovat při tisku. Opět lze zadat specificky pro první vrstvu – obvykle stačí pro první vrstvu zvýšit teplotu trysky o 5-10 °C pro lepší adhezi k podložce.

### 3.2.2 Cooling

Reguluje ofuk tištěných předmětů. Hlavní význam má u tisku miniaturních částí, kde je potřeba zchladit nanesený materiál před tiskem dalších vrstev, jinak dochází k deformacím. Totéž platí pro tisk převisů.

Lze definovat **permanentní chlazení (keep fan always on)**, kdy ventilátor běží na definovaný výkon po celou dobu tisku a může být vypnut u spodních vrstev tisku (zlepšení adheze) případně regulován při přemostování (bridging).

Vhodnějším nástrojem je **automatické řízení větrání** – v tom je definováno rozpětí výkonu ventilátoru a hraniční čas tisku jedné vrstvy (**enable fan if layer print time is below**). Jestliže je čas tisku vrstvy nad touto hranicí, je ventilátor nečinný. Jestliže poklesne pod definovanou hodnotu, pak je výkon ventilátoru adekvátně zvýšen až k horní hranici.

Rovněž lze definovat i minimální čas tisku jedné vrstvy při kterém je automaticky zpomalen celý tisk (**slow down if layer print time is below**) až k definované minimální rychlosti.

## 3.3 Printer settings

### 3.3.1 General

Definuje typ tiskárny a tiskový objem parametry **bed shape** (osy X a Y) a **max print height** (osa Z). Dále lze nastavit počet extruderů při vícemateriálovém tisku a „příchuť“ Gkodu, který používá firmware tiskárny, vzhledem k tomu, že při vývoji jednotlivých firmwarů nebyl plně sjednocen.

### 3.3.2 Custom G code

Zařadí do specifické části tisku pokyny Gcode. Například při startu tisku provede homing všech os, vyextruduje část filamentu tryskou, otře trysku o podložku před samotným tiskem. Na konci pak může být vložena sekvence pro odjezd trysky bokem od tisku, posun osy Z a vypnutí motorů

Lze vkládat sekvence pro start a konec tisku, před a po změně vrstvy, při výměně nástroje (změna extruder) nebo před tiskem dalších objektů při sekvenčním tisku.

### 3.3.3 Machine limits

V této části lze zadat maximální parametry konkrétní tiskárny pro maximální rychlost, zrychlení, jerk a další.

### 3.3.4 Extruder

Zde lze definovat vlastnosti použitého extruderu. Především průměr použité trysky (**nozzle diameter**). Rovněž lze nastavit minimální a maximální povolenou výšku jedné vrstvy.

V části **retraction** lze nastavit podmínky retrakcí, které slouží k omezení vytékání materiálu z trysky při přejezdech. Prakticky jde o rychlý posun filamentu z hotendu směrem od trysky, čímž dojde ke snížení tlaku v trysce. Primárně je třeba nastavit délku tohoto posunu (**Length**). Obvykle stačí 0-1 mm pokud není použit bowdenový extruder, kde může být ideální délka retrakce až 3mm. Rychlost retrakce 40 mm/s rovněž postačí pro většinu aplikací.

**Lift Z** zajistí zvednutí trysky v ose Z zároveň s retrakcí. V případě, že se délka retrakce zdá být ideální, ale na začátku dalšího tiskového pohybu není dávkován dostatek materiálu, je možné parametrem **Extra length on restart** protlačit malou část filamentu před začátkem pohybu a zajistit tak ideální dávkování.