



Napsal: Gary Hodgson

Slic3r manuál

Překlad do češtiny: Kelehen

9.2.2017

Převzato z originálu dostupného online z: <http://manual.slic3r.org/>

Obsah:

Jak získat Slic3r.....	1
Stažení	1
Zdrojový kód.....	1
Instalace	1
Windows.....	1
Mac OS X.....	1
Linux	1
Sestavení ze zdrojového kódu	2
První tisk.....	3
Kalibrace	3
Průvodce konfigurací Slic3ru	3
Typ Firmware.....	4
Rozměr tiskové podložky.....	4
Průměr trysky	5
Průměr filamentu	6
Teplota hot-endu.....	6
Teplota podložky	7
Důležitá první vrstva.....	8
Vyrovnání podložky	8
Vyšší teplota	8
Nižší rychlost.....	8
Správné nastavení množství materiálu	8
Výška první vrstvy.....	9
Tlustší šířka vytlačovaného materiálu	9
Materiál podložky.....	9
Nechladit	9
Práce s modely.....	10
Formátu modelů.....	10
Jak získat modely	10
Práce s Plater	11
Opravy modelů	13
Tisk	14
Simple režim	15

Print Settings - <i>nastavení tisku</i>	15
General	16
Infill - <i>výplň</i>	17
Support materiál - <i>podpory</i>	17
Speed - <i>rychlost</i>	18
Brim – <i>okraj první vrstvy</i>	18
Sequential Printing – <i>postupný tisk</i>	19
Filament Settings – <i>nastavení materiálu</i>	19
Filament	19
Temperature - <i>teploty</i>	19
Printer Settings – <i>nastavení tiskárny</i>	19
Size and coordinates – <i>rozměry</i>	20
Firmware	21
Extruder	21
Retraction – <i>vytlačování materiálu</i>	21
Start, End and Layer Change G-codes – <i>příkazy na začátku a konci souboru</i>	21
EXPERT režim	22
Speed	22
Výplňové vzory a hustota	24
Pokročilé nastavení výplně	27
Boj se samovolným vytékáním materiálu	27
Skirt and brim - <i>ohraničení a okraj první vrstvy</i>	29
Skirt - <i>ohraničení</i>	29
Brim – <i>okraj první vrstvy</i>	30
Cooling	30
Ventilátory	31
Zpomalení tisku	31
Nastavení chlazení	32
Support Material	32
Šíře extruze	35
Postupný tisk	35
Variabilní výška vrstvy	37
Struktura konfigurace	40
Profily	40

Vytvoření profilu.....	40
Export a import profilů	41
Nastavení vlastního pracovního adresáře	41
Sdílení nastavení a profilů v počítačové síti	41
Opravy modelů	43
Netfabb Studio	43
Netfabb Cloud Service	44
FreeCAD	45
SVG výstup.....	46
Nastavení SVG výstupu.....	47
Tisk SVG souboru	47
Tisk s více Extrudery	48
Nastavení extruderů	48
Nástroj pro změnu extruderu.....	49
Přiřazení vlastností tiskového materiálu konkrétnímu extruderu	49
Přiřazení extruderů pro jedno-materiálový model	50
Tisk více-materiálových modelů.....	50
Vytvoření více-materiálového tiskového podkladu (soubor AMF)	50
Vzorkové výtisky	51
Print Settings > Layers and perimeters > Quality	51
Print Settings > Infill	51
Print Settings > Advanced > Resolution	51
Print settings > Advanced > Threads	52
Využití příkazové řádky.....	53
generování G-code	53
Options	53
Načtení konfigurace	54
Zpracování více vstupních souborů najednou.....	54
Umísťování modelů na souřadnice v G-code	55
Opravování chyb modelu	55
Řezání modelů	55
Vkládání Slic3ru do dalších aplikací	56
Post-Processing skripty.....	57
Perl example.....	57

Flow Math	59
Pojem: „šířka extruze“	59
Přemostění: jednoduchý případ	60
Extruze na pevnou podložku	60
Rozteč drah.....	61
Rozumné výchozí nastavení	61
Prostorové chyby v tisku	63
Chyby ve svislé ose	63
Chyby ve vodorovné ose	63
Tepelná roztažnost plastu	63
Příliš materiálu uvnitř kruhu.....	63
Kruhové tvary jsou zjednodušeny do polygonů	63
Tištěné vlákno se přes rohy napíná	64
Zvlnění stěn ve vertikálním směru – Z wobble	64
Nepravidelnost v šířce vlákna.....	64
Vůle.....	65
Flow math.....	65
Z Wobble	65

Jak získat Slic3r

Stažení

Slic3r je možné stáhnout přímo z adresy: <http://slic3r.org/download>.

Jsou zde k dispozici předkompilované balíčky pro operační systémy Windows, Mac OS X and Linux. Uživatelé používající o.s. Windows nebo Linux si mohou vybrat mezi 32 a 64 bitovou verzí.

Zdrojový kód

Celý zdrojový kód je k dispozici skrze GitHub: <https://github.com/alexrj/Slic3r>. Více se dozvíte v kapitole „Sestavení ze zdrojového kódu“.

Instalace

Windows

Rozbalte stažený soubor s příponou zip do jakékoliv složky, kterou si vyberete. Slic3r nemá instalační soubor, a není nutné jej instalovat. Ve složce, kam jste stažený zip soubor rozbalili, naleznete dva spustitelné soubory:

- `slic3r.exe` – spustí standardní grafické uživatelské rozhraní.
- `slic3r-console.exe` – se používá pro práci v příkazové řádce.

Stažený zip soubor můžete nyní smazat.

Mac OS X

Dvojklikem otevřete stažený dmg soubor, spustí se Finder a vněm bude ikona Slic3ru. Přejděte do adresáře Application a přetáhněte do něho ikonu Slic3ru. Nyní můžete smazat stažený dmg soubor.

Linux

Rozbalte stažený archiv do složky podle vlastního výběru. Pak buď:

- Spust'te Slic3r tak, že spustíte přímo spustitelní soubor „Slic3r“, který se nachází v adresáři `bin`, nebo
- Nainstalujte Slic3r spuštěním spustitelného souboru „do-install“, který je také ve složce `bin`.

Soubor se staženým archivem pak můžete odstranit.

Sestavení ze zdrojového kódu

Ti, kteří chtějí využít poslední dostupnou verzi Slic3ru, si jej mohou sestavit sami přímo ze stále se vyvíjejících zdrojových kódů uložených na GitHub.

Aktuální informace a instrukce, jak zkompileovat a zpustit Slic3r ze zdrojového kódu, jsou dostupné na Slic3r Wiki.

- **GNU Linux**

<https://github.com/alexrj/Slic3r/wiki/Running-Slic3r-from-git-on-GNU-Linux>

- **OS X**

<https://github.com/alexrj/Slic3r/wiki/Running-Slic3r-from-git-on-OS-X>

- **Windows**

<https://github.com/alexrj/Slic3r/wiki/Running-Slic3r-from-git-on-Windows>

První tisk

Kalibrace

Ještě předtím, než se pokusíte o první tisk, je důležité tiskárnu správně zkalibrovat. Přeskočení tohoto kroku, nebo zanedbání kalibrace povede jen frustraci, že se pozdější tisk nedaří. Takže je důležité, investovat čas nejprve ke správnému nastavení všech součástí tiskárny.

Každá tiskárna je jiná a může mít svůj vlastní individuální postup kalibrace. Tato příručka se nepokouší pokrýt všechny variace. Provede vás pouze klíčovými body, které je nutné vždy projít.

- Rám je stabilní a správně srovnán.
- Pásky posuvu jsou napnuté.
- podložka je v rovině vůči dráze extrudéru.
- Vlákno se volně odvíjí z cívky, aniž by docházelo k zatížení extrudéru.
- Proud pro krokové motory je na drivech nastaven na správnou úroveň.
- Firmware je správně nastaven, včetně: rychlosti pohybu os a zrychlení, regulace teploty; všech end stopů; směru otáčení motorů.
- Extrudér je kalibrován ve firmwaru se správnými kroky na mm vlákna.

Bod týkající se nastavení kroků extruderu je velmi důležitý. Slic3r očekává, že tiskárna bude naprosto přesně produkovat stanovenou délku vláknu. Příliš vlákna bude mít za následek kaňky a jiné nedokonalosti v tisku. Příliš málo vlákna bude mít za následek mezery a špatné přilnutí vrstev mezi sebou.

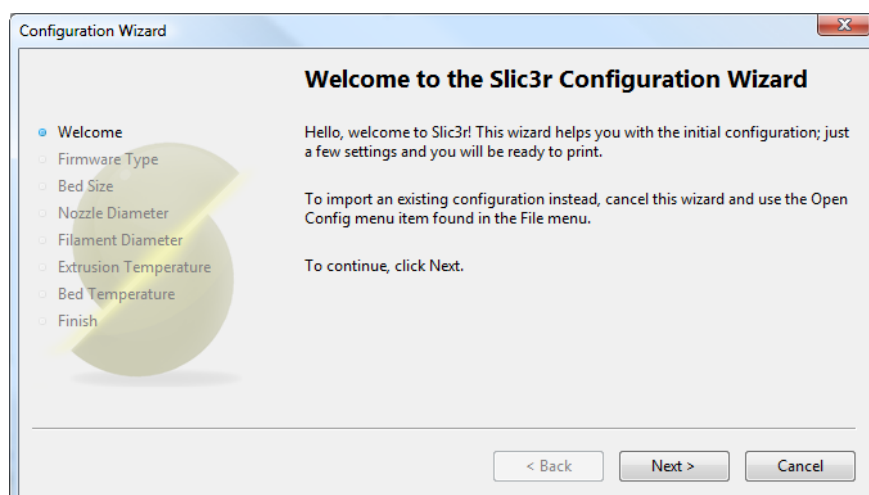
Další informace naleznete v dokumentaci k tiskárně a další podrobnosti o tom, jak nejlépe kalibrovat konkrétní stroj se dozvíte také ze zdrojů okolo 3D tiskové komunity.

Průvodce konfigurací Slic3ru

Slic3r má dva nástroje, které pomáhají nováčkům v 3D tisku. Průvodce konfigurací a Simple režim pro nastavení.

Někdy je dobré mít v začátcích s novým softwaerem pomocnou ruku. Průvodce konfigurací vám položí řadu otázek a dle vašich odpovědí sestaví základní konfiguraci Slic3ru.

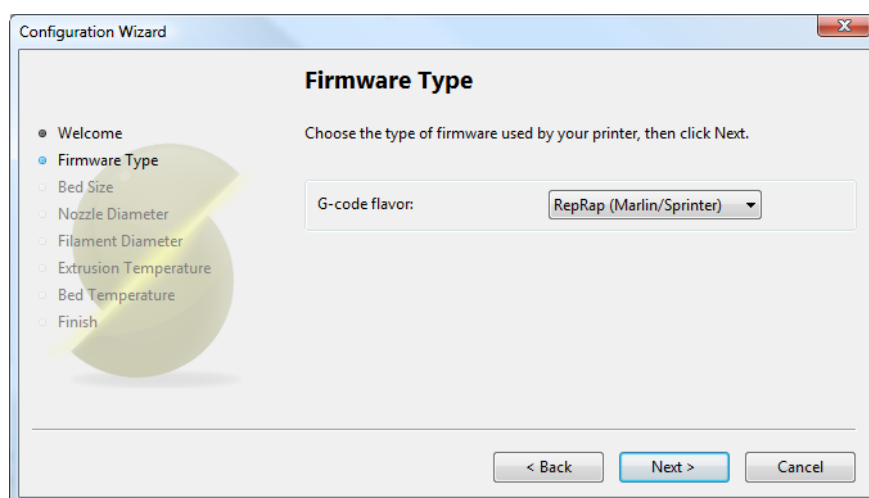
Obrázek 1 - uvítací obrazovka průvodce konfigurací



Typ Firmware

G-kód produkováný Slic3rem je navržen pro jednotlivé typy firmware. První krok průvodce vás vyzve výběru firmwaru, který tiskárna používá. Typ firmware by mělo být uveden na uvítací obrazovce displeje tiskárny nebo v její konfiguraci. Pokud si nejste typem jisti, kontaktujte dodavatele.

Obrázek 2 - obrazovka výběru typu firmware



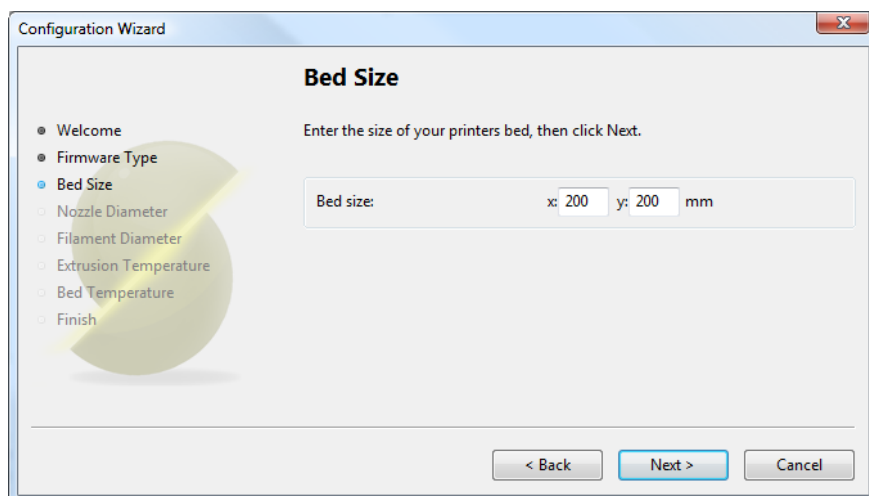
Rozměr tiskové podložky

Toto nastavení definuje maximální vzdálenost pohybu extruderu na osách X a Y. Pokud tyto rozměry neznáte, může je snadno změřit.

Ujistěte se, že měříte od levého dolního rohu (startovní pozice trysky, kdy extruder stojí na end stop osy X a podložka na end stop osy Y) do pravého zadního rohu (tryska je v maximálních pozicích os X a Y). Změřte vzdálenost v těchto dvou směrech a zadejte je do průvodce. Vezměte v úvahu, že X vozík může narazit do rámu ještě před tím, než tryska dosáhne plné vzdálenosti, závisí na značce a modelu vaší tiskárny.

Také nezapomeňte zkontrolovat nastavení end stop ve firmwaru, protože ty také mohou omezit pohyb po osách X a Y

Obrázek 3 - obrazovka konfigurace rozměrů tiskové podložky



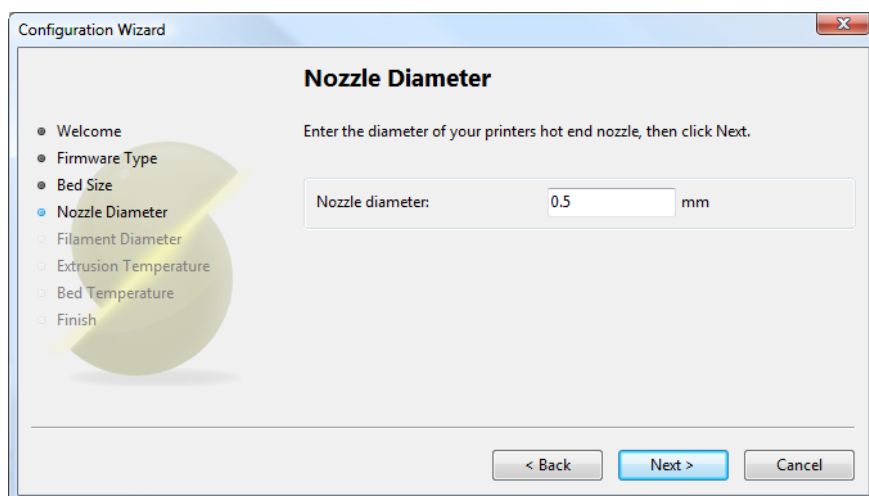
Průměr trysky

Průměr hot-end trysky je obvykle zřetelně zobrazen buď v popisu hot-endu, nebo v příslušné dokumentaci, je-li hot-end dokoupen. Obvyklé průměry jsou 0,5 mm a 0,35 mm.

Pokud je tryska domácí výroby, nebo pochází ze zdroje, který průměr neuvádí, můžete opatrně průměr otvoru trysky změřit posuvkou, co nejpřesněji to půjde.

Jeden ze způsobů, jak určit průměr trysky je, velmi pomalu (1 mm / s), vytlačit vlákno do volného prostoru a změřit jeho průměr. To má tu výhodu, že změříte průměr skutečně vytlačovaného vlákna, včetně průměru o který nabobtná, což může být dobré i v případě, že průměr trysky znáte.

Obrázek 4 - nastavení průměru trysky

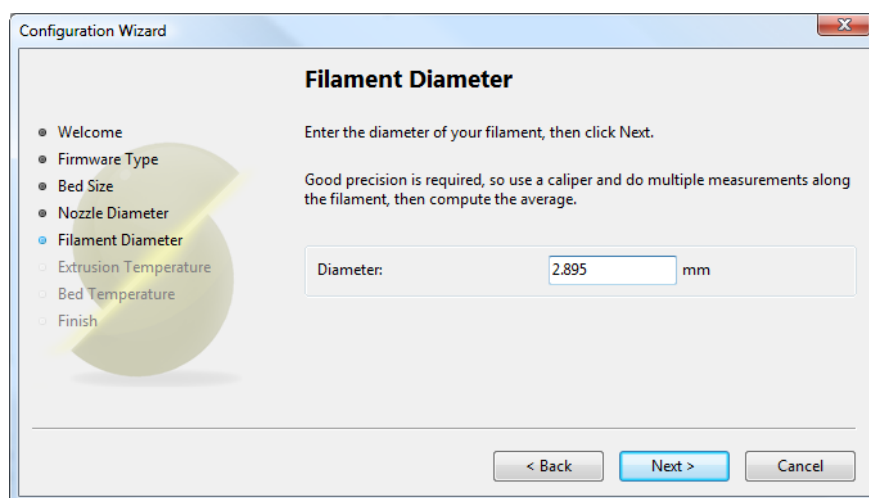


Průměr filamentu

K tisku přesných modelů je pro Slic3r nutné co nejpřesněji znát kolik materiálu se posunuje do extruderu. Proto je velmi důležité, co nejpřesněji změřit průměr filamentu.

Ačkoliv se filament používaný v tiskárnách FDM prodává v průměrech 3 mm nebo 1.75mm, jedná je tento rozměr pouze orientační. Průměr se může lišit od výrobce k výrobcu a dokonce i mezi v rámci jednoho výrobce a stejné série, někdy i stejné role. Proto se doporučuje provést vlastní měření na více bodech stejného filamentu a výsledek zprůměrovat. Například, měřením získáme hodnoty 2,89, 2,88, 2,90 a 2,91 tedy průměr použijeme 2.895.

Obrázek 5 - okno průvodce pro nastavení průměru filamentu



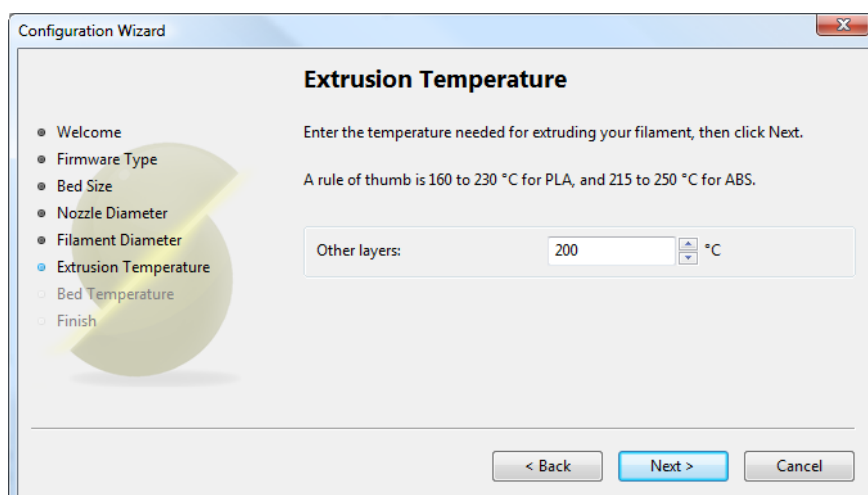
Teplota hot-endu

Teplota extruze závisí na použitém materiálu filamentu, přičemž většina z nich může pracovat v určitém rozsahu teplot. Informace o vhodných pracovních by vám měl poskytnout dodavatel filamentu. Velmi obecné pravidlo je, že ideální pracovní teplota PLA leží mezi 160 ° C a 230 ° C a pracovní teplota u ABS leží mezi 215° C až 250° C. Další specifické materiály mají jiný rozsah.

Tento parametr budete později doladovat, ideální teplota se mění i v rámci jednotlivých barevných variant stejných materiálů od stejného výrobce. Dalším faktorem, který ovlivňuje správnou teplotu, je rychlost vytlačování, kde obecně platí: rychlejší vytlačování požaduje vyšší teplotu teplejší.

Poznámka: Pokud budete teplotu hot-endu regulovat ručně, pak může být teplota zde nastavena na nulu.

Obrázek 6 - nastavení teploty hot-endu

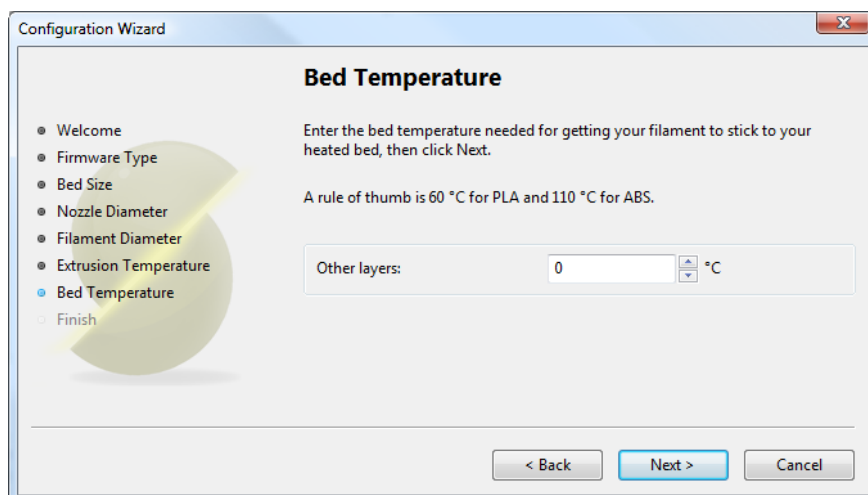


Teplota podložky

V případě, že má tiskárna vyhřívanou podložku, pak zde můžete její teplotu nastavit. Stejně jako v případě teploty hot-endu, i tato hodnota závisí na použitém materiálu. Pravidlem je, že PLA vyžaduje teplotu podložky okolo 60 ° C a ABS okolo 110 ° C.

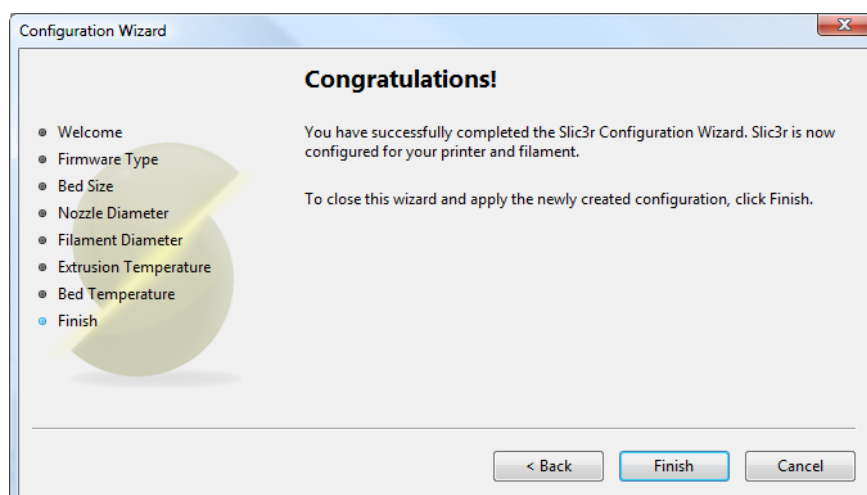
Poznámka: Je možné zvolit manuální ovládání teploty podložky přímo na tiskárně. V tomto případě může být zde teplota nastavena na nulu.

Obrázek 7 - nastavení teploty vyhřívané tiskové podložky



Nyní máte hotovou základní konfiguraci Slic3ru.

Obrázek 8 - dokončení konfigurace průvodcem



Důležitá první vrstva

Předtím, než se pustíte do prvního tisku, stojí za to dozvědět se něco o důležitosti správného tisku první vrstvy. Jak mnozí zjistily metodou pokusu a omylu, není li první vrstva vytištěna správně, může to vést k odlepení od podložky, deformaci výtisku a celkovému selhání tisku. Existuje několik technik a doporučení, kterých se můžete řídit, aby se minimalizovala pravděpodobnost takového selhání.

Vyrovnání podložky

Vyrovnání podložky a její vzdálenost od trysky je velmi důležitá. Pokud je vzdálenost trysky od podložky příliš malá, filament nemusí jít vůbec vytlačit, případně může dojít dokonce k poškrábání skla na podložce. Pokud je vzdálenost trysky od podložky naopak příliš velká, materiál k ní nepřilne a během tisku se odloupne.

Vyšší teplota

Hot-end a podložka, pokud je vyhřívaná, může být ohřáta pro první vrstvu na vyšší teplotu. To zvýší viskozitu materiálu a ten k podložce lépe přilne. Jako pravidlo se doporučuje nastavit pro první vrstvu vyšší teplotu cca o 5°C.

Nížší rychlost

Zpomalení tiskové hlavy pro první vrstvu sníží síly působící na taveninu, čímž se snižuje pravděpodobnost, že se vlákno natáhne příliš a nebude držet na podložce. Doporučuje se zpomalení na 30% nebo 50% běžné rychlosti.

Správné nastavení množství materiálu

Pokud je vytlačováno příliš mnoho materiálu, tryska skrze něj projíždí při dalším průchodu, což způsobuje jeho uvolnění od podložky, především když materiál mezi tím vychladne. Příliš málo materiálu vede k nedokonalému přilnutí a mezerám mezi vlákny, později může dojít opět k odtržení od podložky a deformacím výtisku. Z těchto důvodů je důležité, aby byl

správně nastaven průměr filamentu, průměr trysky a kroky extruderu, tak jak je popsáno v sekci *Kalibrace*.

Výška první vrstvy

Větší výška první vrstvy způsobí větší průtok materiálu a následně tedy více tepla, čímž dojde k lepšímu přilnutí materiálu k podložce. Další výhodou je, že větší výška první vrstvy poskytuje větší toleranci pro vyrovnání podložky vůči trysce.

Výšku první vrstvy se doporučuje nastavit tak, aby odpovídala průměru trysky. Např. první výška vrstvy 0,35 mm pro trysku o průměru 0,35 mm.

Poznámka: Takto se nastaví výška první vrstvy automaticky v Simple režimu.

Tlustší šířka vytlačovaného materiálu

Čím více materiálu se dotýká podložky, tím lépe se k ní objekt přilepí. Toho lze dosáhnout zvětšením šířky vytlačování první vrstvy, a to buď v procentech, nebo pevnou šířkou. Případné mezery mezi jednotlivými vlákny jsou odpovídajícím způsobem změněny.

Obvykle se doporučuje hodnota okolo 200%, ale je potřeba dodat, že tato hodnota šíře vytlačování se vypočte z výšky vrstvy, takže by měla být nastavena pouze v případě, že výška vrstvy je nastavena na nejvyšší možnou (průměr trysky). Například: v případě, že výška vrstvy je 0,1 mm, a šířka vytlačování je nastavena na 200%, pak skutečná šířka extrudované bude pouze 0,2 mm, což je méně než průměr trysky. To by způsobilo špatný průtok materiálu tryskou a vedlo by k selhání tisku. Proto je velmi vhodné kombinovat vysokou výšku první vrstvy s doporučením uvedeným výše.

Nastavení výšky první vrstvy na 0,35 mm a šířky vytlačování první vrstvy na 200% by mělo vézt k pěknému širokému vláknu o šíři 0,65mm.

Materiál podložky.

Podložky se vyrábějí z mnoha různých materiálů, volba správného materiálu podložky a příprava jejího povrchu může výrazně zvýšit přilnavost tisku k podložce.

PLA je velmi shovívavý materiál a výborně drží například na PET, na Kaptonové nebo modré malířské pásce.

ABS obvykle potřebuje trochu více přemlouvání a i když jej lze tisknout na PET i Kaptonovou pásku, je vyzkoušené, že velice dobře drží například na tenké vrstvě laku na vlasy nebo na ABS juice (trocha ABS plastu rozpuštěného v acetonu a nastříkaného na podložku rozprašovačem)

Nechladit

Přímo souvisí s výše uvedeným, nemá smysl, zvyšovat teplotu první vrstvy a mít zapnuté ofukování modelu ventilátorem nebo jiným chladícím mechanismem. Doporučuje se tedy, při tisku první vrstvy vypnout chlazení.

Práce s modely

Než budete moci začít s prvním tiskem, musíte si ještě připravit váš tiskový model a rozdělit jej na jednotlivé vrstvy.

Formátu modelů

Slic3r akceptuje následující typy souborů.

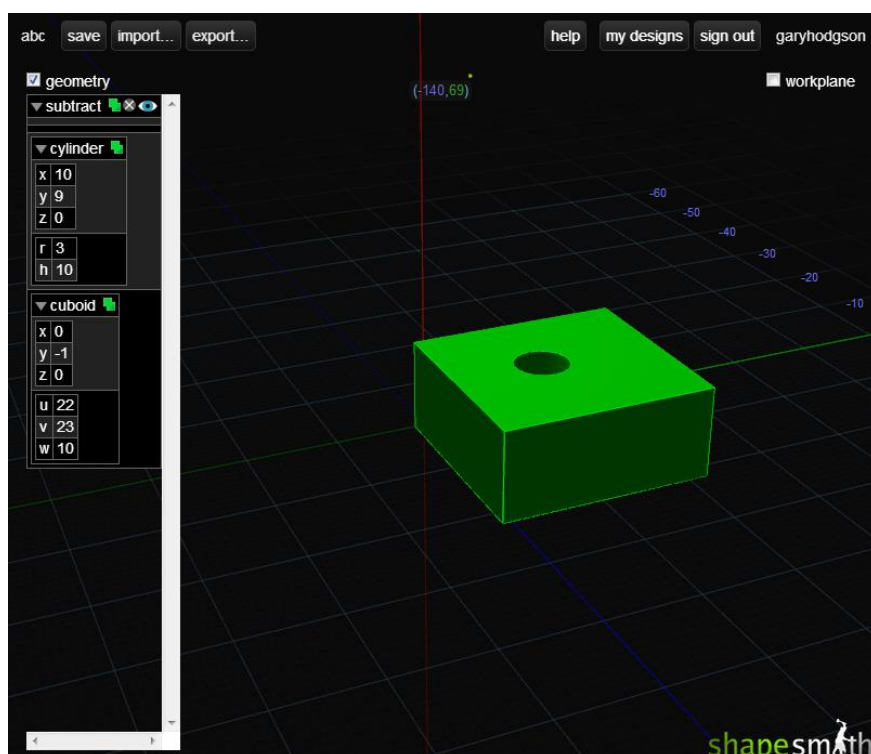
- STereoLithography (STL) soubory, které mohou pocházet z různých zdrojů a jsou nyní, de facto, standardem v 3D tisku. Soubory jednoduše popisují povrchovou geometrii 3D objektu, bez jakýchkoliv dalších informací o modelu (jako například barvy nebo druhu materiálu). Jednoduchost tohoto formátu jej předurčuje k velkému rozšíření a popularitě.
- Wavefront OBJ soubory, jsou otevřeným formátem původně použitým v aplikacích pro tvorbu animací od Wavefront Technologies. Ale po té byl tento formát převzat širší komunitou, zabývající se 3D modelováním. 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. Tento formát je považováno za normu, ale ještě musí být široce přijat v 3D komunitě.

Jak získat modely

Model pro 3D tisk lze získat z různých online uložišť jako Thingiverse nebo GrabCAD, ale můžete si je i sami vytvořit pomocí různých CAD aplikací. (například FreeCAD, SketchUp, nebo OpenSCAD) případně pomocí webových aplikací jako je Shapsmith.

Pokud budete chtít zobrazit modely ještě před rozdělením do vrstev, můžete použít nějakou z mnoha volně dostupných aplikací. Jednou z nich je třeba Meshlab, což je komplexní nástroj určený pro prohlížení a práci s 3D soubory. (poznámka – nová verze Slic3ru již prohlížení modelu ve 3D také umožňuje přímo v okně `Plater`)

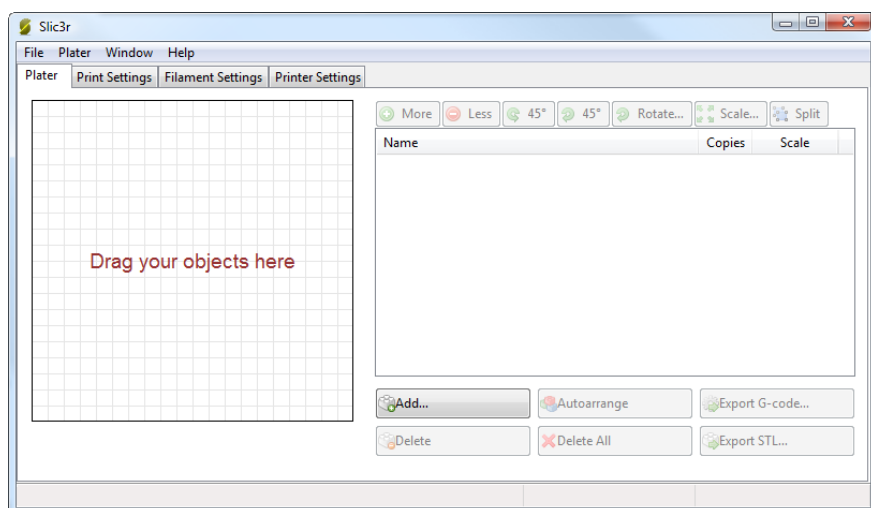
Obrázek 9 - on-line CAD nástroj Shapemsmith



Práce s Plater

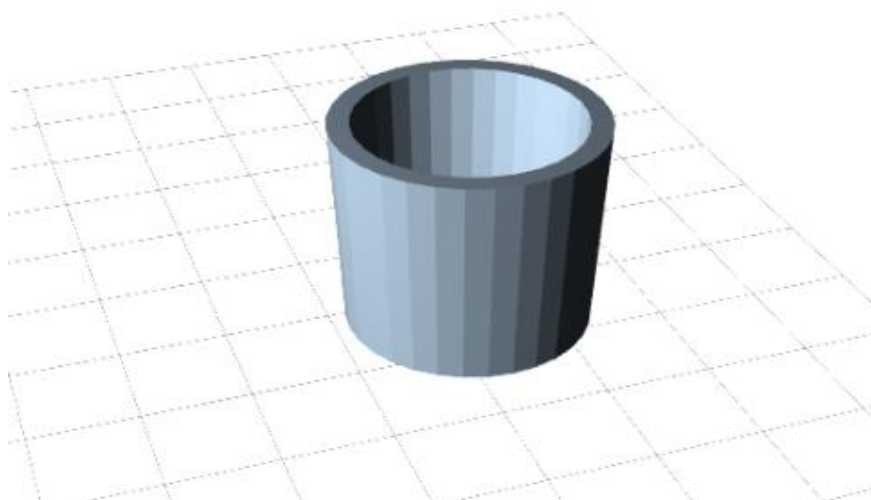
Slic3r disponuje nástrojem, tzv Plater, který umožňuje jeden nebo více modelů načíst a uspořádat je na tiskovou podložku ještě před tím než budou rozděleny na jednotlivé vrstvy.

Obrázek 10 - nástroj Plater ve Slic3ru

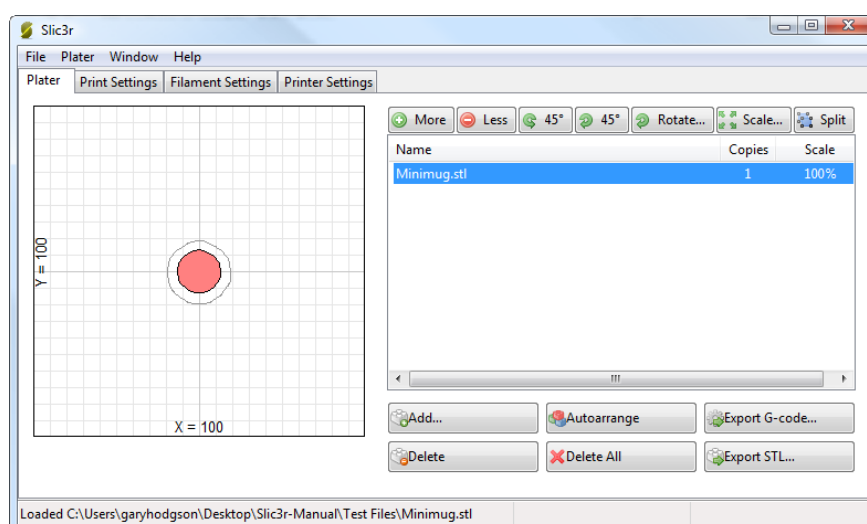


Poté, co získáte model, můžete jej přetáhnout do okna Plater (případně použijte tlačítko Add) čímž dojde k načtení modelu do Slic3ru. Na obrázku níže, je načten v Plateru tradiční RepRap model Minimug, v Plateru ji zobrazen z pohledu shora. Kruh kolem modelu je Skirt ohraničení což je jednoduchý prstenec, vzdálený několik milimetrů od modelu, který se tiskne jako první a slouží k dobrému zavedení materiálu do trysky.

Obrázek 11 - RepRap model Minimug



Obrázek 12 - načtený STL model ve Slic3ru



Načtené modely lze na podložce různě přemísťovat, nicméně Slic3r se vždy snaží modely soustředit kolem definovaného středového. Rozměry podložky by měly odpovídat rozměrům podložky v tiskárně, tak jak jste je nastavovali v průvodci konfigurací výše.

Na pravé straně je k dispozici seznam aktuálně načtených souborů. Tlačítka podél horní části seznamu souborů vám umožní měnit uspořádat modelů. (poznámka: v nové verzi jsou tlačítka nad náhledem modelů)

- **+ / -** - Přidá a ubírá počet kopií modelu.
- **45 ° / Rotate** - Otočení vybraného modelu okolo osy Z, v krocích po 45 ° buď po směru, nebo proti směru hodinových ručiček.
- **Scale** – Umožní zvětšení nebo zmenšení modelu.
- **Split** - Rozdělí model, který se skládá z více než jedné části do jednotlivých součástí, tak, aby se s každou z nich dalo manipulovat samostatně.

Další tlačítka umožňují přidávat, odebírat, automaticky uspořádat, nebo exportovat načtené modely.

- **Add** - Otevře dialogové okno souboru pro přidání modelu do Plater, slouží jako alternativa k přímému přetažení souboru.
- **Smazat / Delete All** - Odstraní jeden nebo všechny modely z Plater.
- **Autoarrange** – Pokusí se uspořádat všechny načtené modely a najít tak jejich optimální rozložení na tiskové podložce.
- **Export G-code** - Spustí rozřezání modelů na vrstvy a vytvoří soubor s G-kódem.
- **Export STL** - Uloží aktuální sadu modelů jako jediný model do souboru STL.

Opravy modelů

Pokud model obsahuje chyby v 3D návrhu, například chybí stěny, nebo jsou stěny nevyrovnané, pak se Slic3r pokusí tyto chyby opravit sám. Nicméně některé chyby mohou být mimo rozsah jeho možností. V případě, že si aplikace stěžuje, že model nemůže být rozdělen do vrstev správně, pak existuje několik možností jak model dále upravit – viz kapitola „Opravy modelů“.

Tisk

V této fázi máte nakonfigurovaný Slic3r, zkalibrovanou tiskárnu a rozvrstvený model připravený k vytištění. Tedy je čas zahřát tiskárnu a otestovat tisk.

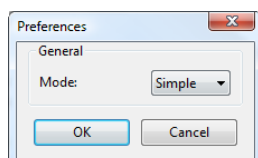
Potřebujete jen nějaký software, který umožní odeslat G-kód do tiskárny. K dispozici jsou různé programy, které s 3D tiskárnou komunikují, mezi nejpoužívanější Open-source řešení patří: Printrun, Repetier a Repsnapper.

V následujících částech návodu se budeme zabývat různými možnostmi nastavení, které jsou ve Slic3ru dostupné, a podíváme se na některé pokročilejší tiskové techniky včetně některých speciálních případů a řešení případných problémů.

Simple režim

Slic3r má dva režimy nastavení, Simple a Expert. Ty je možné mezi sebou měnit v záložce: File->Preferences.

Obrázek 13 - okno Preferences

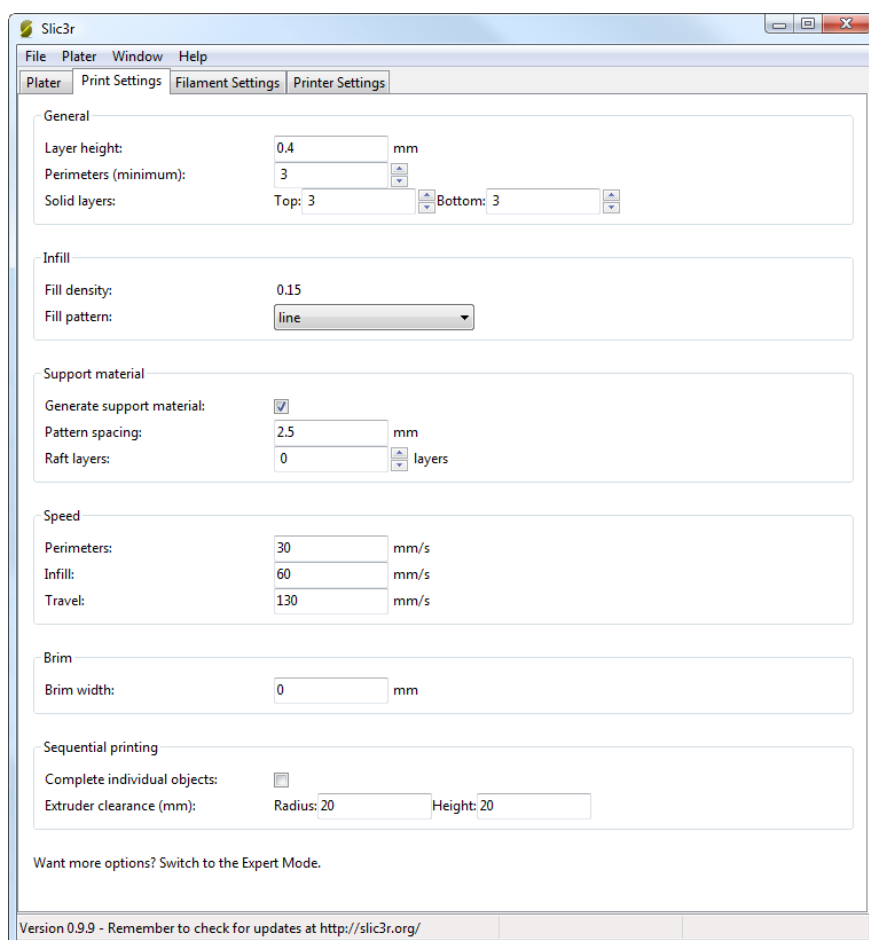


Simple režim nabízí omezené množství položek pro nastavení tisku, nicméně pro začátečníka by tento režim měl být dostačující. Expert režim pak poskytuje možnost daleko lépe kontrolovat výstupní G code produkováný Slic3rem.

Print Settings - nastavení tisku

Karta Print Settings poskytuje nastavení související s aktuálním tiskem. Zatímco ostatní karty se mění jen minimálně, nastavení na této kartě budete měnit téměř s každým tištěným modelem.

Obrázek 14 - režim Simple: nastavení tisku.



General

`Layer height` je tloušťka každé vrstvy, tedy posun vertikální osy před tiskem následující vrstvy. Je několik faktorů které je třeba vzít v úvahu pro nastavení tloušťky vrstev:

- **Požadované rozlišení** – Nižší výška vrstvy bude mít za následek jemnější rastr stěn tištěného modelu. Faktorem pro tuto volbu je především estetika. Například mechanické části nepotřebují tak vysoké rozlišení, jako například model určený k prezentaci.
- **Rychlost tisku** – Nižší výška vrstvy prodlužuje čas tisku, protože se zvýší počet vrstev modelu, a extruder musí každou vykreslit. Cílem je nastavit optimální rovnováhu mezi kvalitou tisku a časem potřebným k vytištění modelu.

`Perimeters` definuje minimální počet obvodových perimetrů (stěn). Nevyžaduje li model přímo jediný perimetr, pak je obecně doporučováno použít alespoň 2 perimetry, protože je tím zajištěno částečné překrytí tiskových chyb (pokud bude chyba v jednom perimetru, druhý tuto chybu částečně překrývá).

Nejvyšší a nejspodnější vrstvy, které svírají model, jsou vyplněny plným (`Solid layers`) vzorem. Nastavení počtu perimetrů spodní vrstvy ovlivňuje výslednou kvalitu povrchu. V případě chyby by byl povrch narušen, je tedy doporučeno použít alespoň dvě spodní vrstvy.

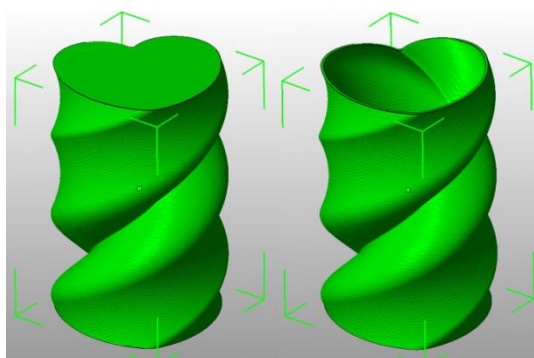
Podobné problémy jsou i u horní vrstvy. Vzhledem k tomu, že výplň není obvykle zaplněna ze 100%, pak horní vrstva musí tuto výplň překrýt pomocí přemostění, toho není možno dosáhnout pouze jedinou vrstvou, je tedy nutné použít horních vrstev více než jednu.

Obrázek 15 - nedostatečný počet horních vrstev



Typ: Nastavením počtu horních vrstev a výplně na 0 dokážete i z plného modelu vytisknout dutou nádobu. Taková úprava umožní změnu plného modelu například ve vázu. Tedy toto nastavení nemusí ovlivňovat pouze kvalitu povrchu modelu, ale je možné jej využít k tisku úplně jiných modelů.

Obrázek 16 - Vytvoření vázy z plného modelu



Infill - výplň

`Fill density` je definována rozmezím od 0 do 1 kde 1 je 100% a 0.4 znamená 40%. Ve většině případů je nesmyslné plnit model ze 100% plastem, bylo by to zbytečné plýtvání materiálem a vytištění takového modelu by trvalo příliš dlouho. Obvykle se výplň nastavuje na mnohem nižší hodnotu, a materiál je sevřen plně vyplněnými vrstvami (viz. `Solid layers` výše).

Hustota výplně nastavená na 0.4 (40%) je absolutně postačující ve většině modelů a poskytuje jim slušnou mechanickou odolnost. Hustota výplně 0.2 (20%) je považována za minimální hustotu u modelů, které mají plochou horní vrstvu. (výplň zde slouží jako podpora této vrstvy).

Slic3r nabízí několik vzorů výplně, které budou podrobně popsány níže v sekci *Výplňové vzory a hustota*. Výběr `Fill pattern` (vzoru výplně) je závislý na druhu modelu, požadované pevnosti rychlosti tisku a osobní volbě. Exotičtější druhy vzoru výplně jsou pro tisk velmi složité a časově náročné, proto se většinou používá vzor `rectilinear`, `line`, nebo `honeycomb`. `Honeycomb` poskytuje největší pevnost ale je pomalejší než oba další jednoduché vzory (`rectilinear` a `line`).

Support materiál - podpory

Tisk model způsobem odspoda nahoru, stejně jako FDM, znamená, že jakékoliv výrazné převisy jsou tištěny do vzduchu a s největší pravděpodobností se prohnou a budou špatně vytištěny. Volba podpurný materiál (`Generate support material`) přidá do modelu další strukturu, která bude podpírat převislé součásti během tisku. Volba `Pattern spacing` nastavuje vzor a hustotu podpurného materiálu.

Obrázek 17 - příklad objektu tištěného s podporou (support material)



Tip: Někdy je dobré zvážit orientaci modelu. (otočením modelu může dojít k minimalizaci potřebných podpěr, případně se veškeré převisy odstraní).

Raft layers přidá další vrstvy pod model. Tato volba pochází z počátků 3D tisku. Může pomoci s tiskem bez vyhřívané podložky nebo tam, kde podložka není rovná. Obvykle není potřeba a nedoporučuje se – model je nutné po vytištění opracovat a tuto vrstvu odstranit.

Speed - rychlost

V Simple režimu je nastavení pouze rychlostí tří pracovních pohybů:

- **Perimeters** – tisk vnějších vrstev modelu by měl být o něco pomalejší, aby se minimalizoval počet případných kazů.
- **Infill** – protože výplň není vidět, může být tisk o něco rychlejší. Dávejte pozor aby jste nenastavili rychlost nad možnosti vaší tiskárny. Extruder by nemusel stíhat dodávat material tiskové hlavě, a infil by se mohl výrazně ztenčit.
- **Travel** – Skok mezi koncem vytlačování a začátkem dalšího vytlačování – měl by být proveden tak rychle jak to jen vaše tiskárna umožní, aby se minimalizovalo množství samovolně vytečeného materiálu z trysky.

Brim – okraj první vrstvy

Brim width přidá další perimetry k první vrstvě, tím zvětší plochu povrchu, aby se model lépe přilepil k tiskové podložce. Tento okraj je po tisku nutné uříznout.

Obrázek 18 - příklad použití Brim



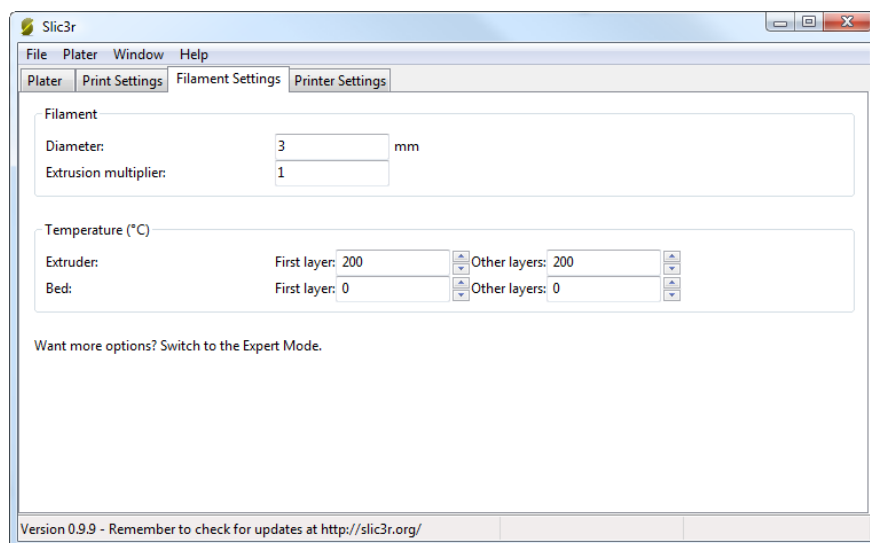
Sequential Printing – postupný tisk

Tato funkce umožňuje poskládat na tiskovou podložku více objektů s tím, že každý je tištěn samostatně, poté se hlava vrátí zpět na pozici Z=0 a začne tisk dalšího modelu. Viz sekce Sequential Printing v pokročilém tisku.

Filament Settings – nastavení materiálu

Filament Settings nastavení vlastností filament – nevyužívá se často, obvykle jen při výměně filamentu

Obrázek 19 - režim Simple : nastavení filamentu



Filament

Diameter průměr vlákna (filamentu) je nastaven již z průvodce, zde je možné hodnotu aktualizovat.

Extrusion multiplier toto nastavení umožňuje jemné doladění průtoku tryskou. Nastavuje se číslem, kdy 1 znamená 100% a například 1.5 by znamenalo 150%. Hodnota by se měla primárně nastavovat ve firmware tiskárny. Tato volba slouží opravdu k jemnému doladění, proto změny provádějte po krocích o velikosti +- 0.05, protože účinky jsou okamžitě velmi viditelné.

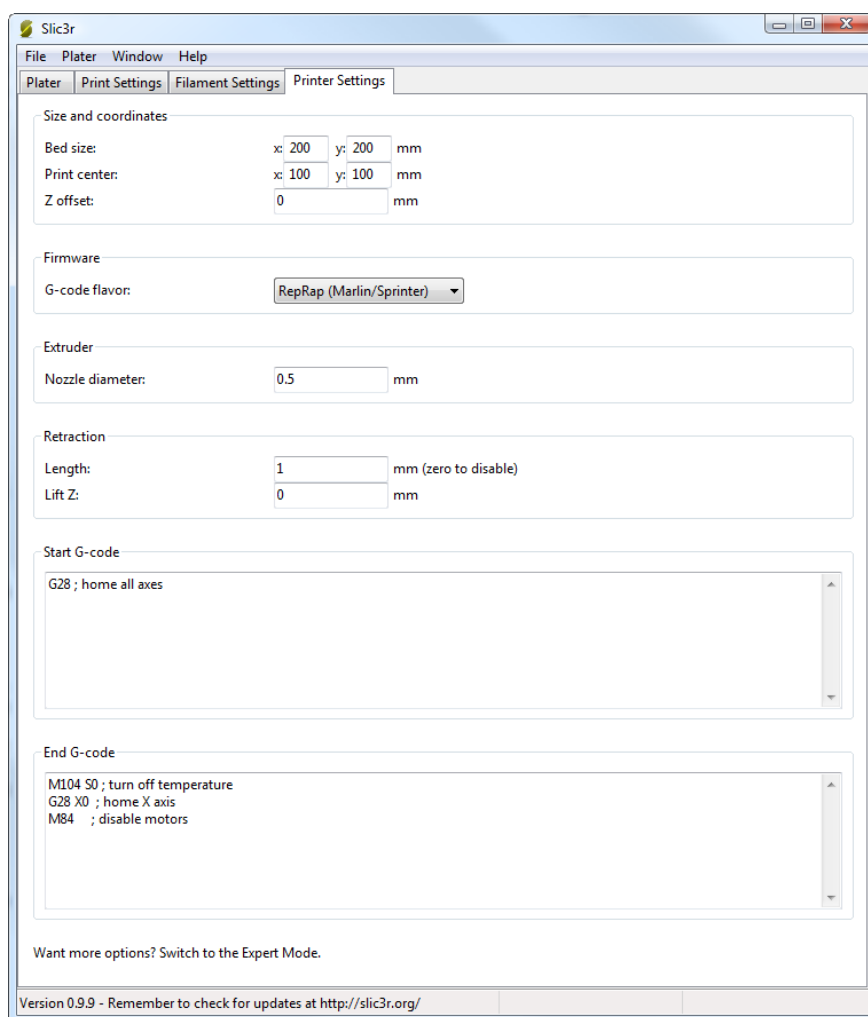
Temperature - teploty

Tyto hodnoty jsou také předvyplněné již z průvodce, ale zde je navíc možnost změnit teploty pro tisk první vrstvy modelu.

Printer Settings – nastavení tiskárny

Karta Printer Settings bude měněna nejméně často, pokud Slic3r nebude používán pro více tiskáren (například ve 3D tiskových farmách).

Obrázek 20 - režim Simple: Printer Settings



Size and coordinates – rozměry

Bed size velikost tiskové podložky je převzato z průvodce a používá se pouze pro náhled modelu v kartě **plater**.

Print center je bod, kolem kterého se bude model tisknout. U podložky o rozměrech **Bed size** 200mm x 200mm a tisk nastavení hodnot **Print center** na 100mm x 100mm bude model tištěn do prostřed. Někdy je nutné tisknout i mimo střed, například protože uprostřed je ve skle škrábanec, pak je možné tuto volbu použít.

Z offset se používá pro kompenzaci nesprávně z kalibrovaného Z-End stopu. Pokud se tryska v pozici Z=0 nachází nepatrně nad podložkou, je možné použít zápornou hodnotu a rozdíl srovnat. Správné řešení je ale kalibrovat end stop na tiskárně.

Optimální pozice Z-End stopu je taková, kdy se tryska téměř dotýká tiskové podložky. Jako měřidlo je možné použít obyčejný list papíru. Nedoporučuje se používat toto nastavení pro k zvýšení přilnavosti první vrstvy k podložce. Raději se podívejte do sekce **Návrhy**

Firmware

Vybáno již v průvodci. – definuje druh G-kódu který bude generován.

Extruder

Nozzle diameter - průměr trysky – nastaveno již v průvodci.

Retraction – vytlačování materiálu

Length – když není materiál vytlačován a má vysokou viskozitu, může vlivem gravitace samovolně vytékat. Aby se tomuto předešlo, můžete nastavit tuto hodnotu na nějaké kladné číslo reprezentující počet mm, o které se má vlákno před nepracovním pohybem zatáhnout zpět. Tento zpětný pohyb vlákna bude automaticky kompenzován před následujícím pracovním pohybem o stejnou hodnotu.

Obvykle se doporučuje hodnota mezi 1 – 2 mm. Bovdenové extrudery ale potřebují až 4 nebo 5mm, vzhledem k pružnosti PTFE trubičky.

Lift Z - tento parametr akceptuje kladnou hodnotu a vyjadřuje počet mm o které se má před cestovním pohybem posunout osa Z nahoru. Používá se pro to, aby tryska při pohybu nezachytila o jakékoliv již vytištěné vlákno. Obvykle není potřeba, a zpomaluje se tisk. Obvykle plně postačuje hodnota 0.1mm.

Start, End and Layer Change G-codes – příkazy na začátku a konci souboru

Vlastní G-kód příkaz, který může být spuštěn před začátkem tisku a po dokončení tisku. Do G-kód příkazů můžete vkládat různé zástupné znaky, například [next_extruder] vrátí index následujícího extruderu.

Webové stránky RepRap wiki jsou dobrým zdrojem pro pochopení G-codes:
<http://reprap.org/wiki/G-code>.

Poznámka: Ujistěte se, že daný G-kód je validní pro firmware ve vaší tiskárně.

Kód definovaný v Start G-code je vložen na začátek výstupního souboru, přímo za příkazy řídící teplotu tiskové hlavy a podložky. Pokud ve vašem kódu jsou příkazy ovlivňující teplotu (M104 nebo M190), pak tyto příkazy nahradí předchozí, zavedené z parametrů z karty filament settings.

Běžné příkazy G-kódu, které se používají před zahájením tisku:

- **G28** – domovská pozice všech os.

Běžné příkazy G-kódu, které se používají po ukončení tisku:

- **M104 S0** - nastaví teplotu extruderu na nulu.
- **M140 S0** - nastaví teplotu podložky na nulu.
- **G28 X0** – nastaví osu X na hodnotu 0.
- **M84** – uvolní motory – vypne napájení motorů.

EXPERT režim

Speed

Jakmile je tiskárna nastavena a výtisky jsou bezproblémové kvality, je možné zvýšit rychlost tisku. To v důsledku může znamenat nejen to, že tištěný model je rychleji hotový, ale i další výhody. Rychlejšího tisku lze využít k tištění v tenčích vrstvách – tedy ke zvýšení kvality modelu, další předností je, že rychlejší pohyb při přejezdu tiskové hlavy omezí množství samovolně vytékajícího materiálu.

Nejjednodušší způsob ladění je po malých krocích zvyšovat jednotlivé parametry pohybů a sledovat vliv této změny na kvalitu tisku. Rychlost pojezdu nastavte jako první a od ní odvozujte ostatní rychlosti. Není nereálné dosáhnout až rychlosti 250 mm / s (pokud to vaše tiskárna zvládne). Nastavení rychlosti tisku obvodových perimetru a výplně je k dispozici již v základním režimu. Obecné pravidlo je, obvod tisknout o něco pomaleji než výplň, aby se snížila pravděpodobnost možné vady na povrchu modelu (výplň může být rychlejší, protože vady ve výplni nebudou viditelné).

Expertní režim nabízí více nastavitelných parametrů pro jemné doladění rychlosti pohybů tiskárny. Je zde možné nastavit zvlášť rychlost tisku vnějších perimetrů, rychlost tisku malých a velkých perimetrů, rychlost tisku výplně, přemostění a rychlost nepracovních pohybů, dále je možné zvlášť nastavit rychlost tisku první vrstvy modelu.

Obrázek 21 - režim Expert - nastavení rychlosti pohybů tiskárny

Speed for print moves

Perimeters:	40	mm/s
Small perimeters:	40	mm/s or %
External perimeters:	100%	mm/s or %
Infill:	55	mm/s
Solid infill:	85%	mm/s or %
Top solid infill:	75%	mm/s or %
Support material:	60	mm/s
Bridges:	50	mm/s
Gap fill:	20	mm/s

Speed for non-print moves

Travel:	150	mm/s
---------	-----	------

Modifiers

First layer speed:	40%	mm/s or %
--------------------	-----	-----------

Acceleration control (advanced)

Perimeters:	0	mm/s ²
Infill:	0	mm/s ²
Bridge:	0	mm/s ²
Default:	0	mm/s ²

Hodnoty mohou být uváděny i v procentech, kdy vypočítaná hodnota je vždy odvozena od předchozího řádku. To znamená, že pokud nastavíte rychlost plné výplně (`solid infill`) na 50% pak se plná výplň bude tisknout poloviční rychlostí než jaká je nastavena pro běžnou výplň (`infill`).

Obecné pokyny pro jednotlivé definice:

- `Perimeters` – v expertním režimu lze tento parametr mírně navýšit, protože celistvost poslední vnější pohledové vrstvy lze zajistit nastavením rychlosti ve volbě `External perimeters`
- `Small perimeters` – určeno k nastavení rychlosti tisků drobných detail, jako jsou různé výstupky, díry a podobně – doporučuje se zde menší rychlost tisku.
- `External perimeters` – rychlost tisku finální vnější stěny, pomalejší tisk může zajistit čistší a hladší povrch modelu.
- `Infill` – nastavte maximální možnou rychlost, jakou vaše tiskárna zvládne, aniž by docházelo k výraznému trhání výplně (záleží na rychlosti extruderu - při příliš rychlém vytlačování materiálu, se může vlákno trhat a oslabila by se integrita výplně).
- `Solid infill` – spodní vrstvy modelu a další plné vrstvy (pokud je model obsahuje) by se měli tisknout o něco pomaleji výplň, ale rychlost zde může být vyšší než u obvodových stěn.
- `Top solid infill` – zadejte třeba nechat dostatek času pro vytlačování materiálu, aby se dobře navázal a horní vrstva se slívala do rovného povrchu. Posledních několik vrstev musí přemostit mezery výplně modelu a připravují podklad pro rovnou finální vrstvu.
- `Support material` – obecně se podpory mohou tisknout tak rychle jak je to jen možné, protože na jejich vzhledu nezáleží.
- `Bridges` – Přemostění mezi prázdnými místy modelu, příliš pomalý tisk zapříčiní prohýbání tisknutých vláken, naopak příliš rychlé pohyby mohou mít za následek trhání vláken. Zde je nutné experimentovat a hodně záleží i na chlazení. Obecně lze ale říci, že přemostění by se mělo tisknout pomaleji než obvodové stěny.
- `Gap fill` – rychlost vyplňování malých mezer v modelu. Krátké pohyby hot-endu a jejich vysoká rychlost mohou zapříčinit rozkmitání celé tiskárny. Je tedy vhodné tuto rychlost snížit. Nastavením této hodnoty na 0, docílíte úplného zakázání tisku těchto drobných výplní.
- `Travel` – nepracovní pohyb – tak rychlý jak vaše tiskárna zvládne, minimalizuje se tím množství samovolně vytékajícího materiálu.
- `First layer speed` – rychlost tisku první vrstvy – jak již bylo zmíněno, je třeba první vrstvu tisknout správně, a menší rychlost zde velmi ovlivňuje míru přilnutí k konstrukci vaší tiskárny a je lepší je poté zadat přímo do firmware.

`Acceleration control` – nastavení zrychlení při tisku obvodů, přemostění, výplní a stejně tak i obecné zrychlení při pohybech os tiskárny. Tyto hodnoty musí odpovídat schopnostem a konstrukci vaší tiskárny a je lepší je poté zadat přímo do firmware.

Nezapomeňte vzít v úvahu i omezení, která jsou pro jednotlivé pohyby nastaveny přímo ve firmware vaší tiskárny.

Výplňové vzory a hustota

Při výběru výplně bereme v úvahu několik faktorů: pevnost předmětu, dobu tisku, druh materiálu, osobní preference. Je zřejmé, že pro složitější vzor výplně bude nutné provést více pohybů tiskové hlavy a tedy tisk bude časově náročnější a zvýší se spotřeba materiálu.

Obrázek 22 - Nastavení vzoru výplně

Infill

Fill density:

Fill pattern:

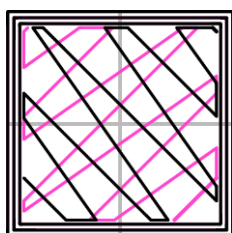
line

Top/bottom fill pattern:

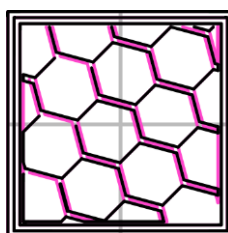
rectilinear

Slic3r nabízí několik vzorů výplně, čtyři pravidelné a tři více exotické vzory. Čísla v závorkách u každého vzoru uvádějí čas potřebný pro tisk modelu 20mm kostky s danou výplní a spotřebu materiálu na tento model. *Poznámka: čísla jsou pouze informativní pro porovnání jednotlivých vzorů. V reálu záleží na mnoha dalších faktorech jako je složitost konkrétního tisknutého tvaru a podobně.*

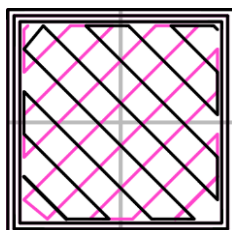
Obrázek 23 – výplň: Line (344.51mm / 5m:20s)



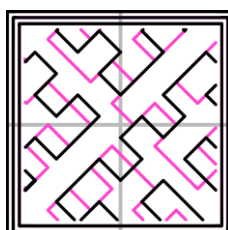
Obrázek 26 - výplň: Honeycomb (362.73mm / 5m:39s)



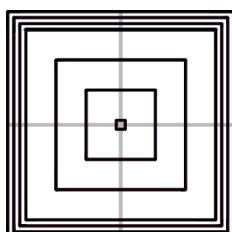
Obrázek 24 - výplň: Rectilinear (350.57mm / 5m:23s)



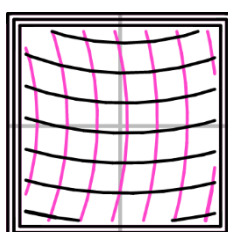
Obrázek 27 - výplň: Hilbert Curve (332.82mm / 5m:28s)



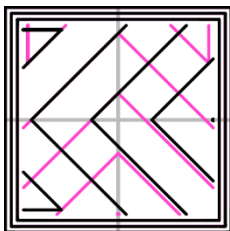
Obrázek 25 - výplň: Concentric (351.80mm / 5m:30s)



Obrázek 28 - výplň: Archimedean Chords (333.66mm / 5m:27s)

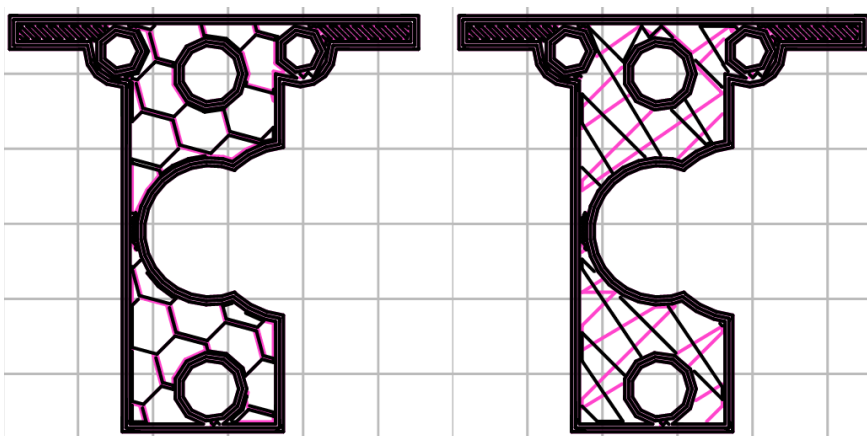


Obrázek 29 - výplň: Octagram Spiral (318.63mm / 5m:15s)



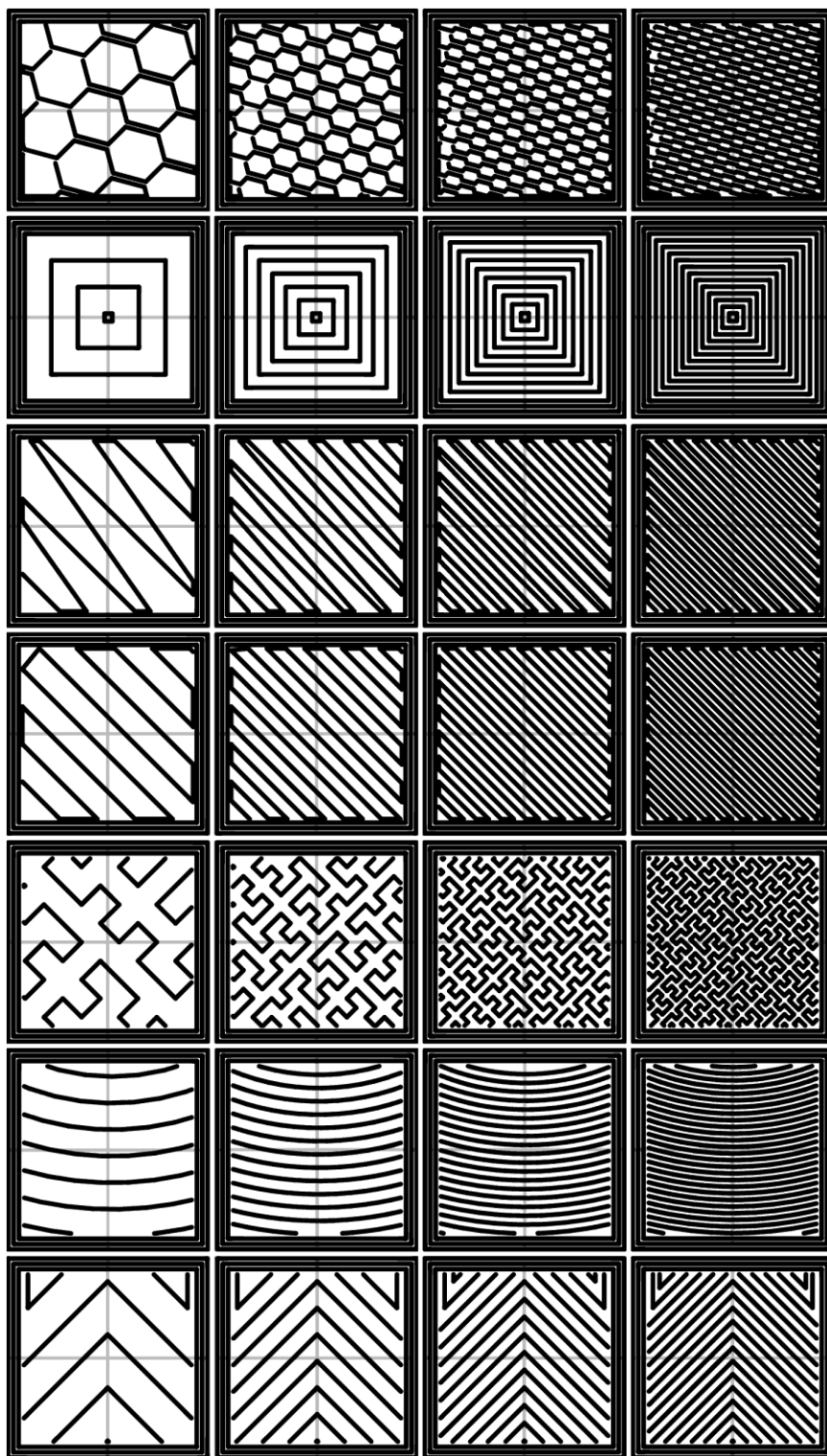
Různé typy výplně jsou vhodné pro různé typy modelů, pro konstrukční modely jsou určeny jiné výplně než pro organické modely. Na obrázku je vidět, jak výplň “honeycomb” zpevní strukturu mechanicky namáhaného dílu, protože jednotlivé šestistěny přesně kopírují spodní vrstvy. Výsledná struktura je ve vertikálním směru velmi odolná tlaku.

Obrázek 30 -porovnání výplňových vzorů u složitějšího modelu. Z leva doprava: honeycomb, line



Mnoho modelů vyžaduje výplň pouze s nízkou hustotou. Při výplni o hustotě, řekněme 50%, bude model velmi ztuhlý, a jeho tisk spotřebuje zbytečně mnoho materiálu. Z toho důvodu je možné zvolit hustotu výplně okolo 10% až 30%. Je třeba vzít v úvahu, k jakému účelu bude model sloužit a dle toho optimalizovat hustotu výplně. Obrázek ukazuje, nastavení hustoty výplně ovlivní výsledný vzor.

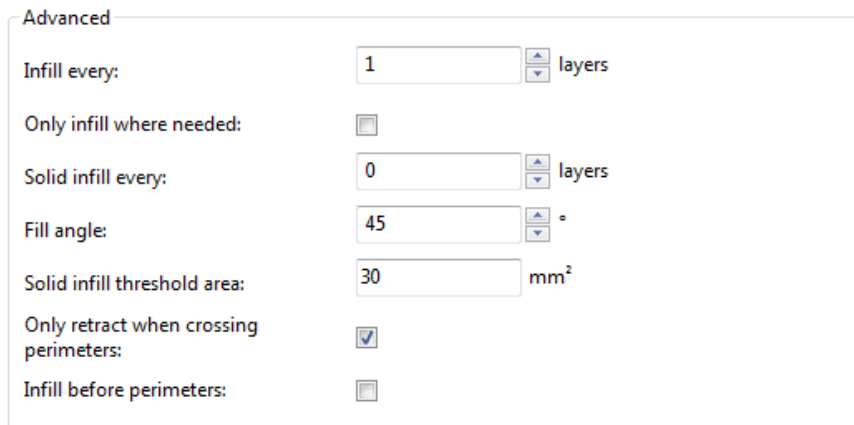
Obrázek 31 - Infill patterns at varying densities. Left to Right: 20%,40%,60%,80%. Top to Bottom: Honeycomb, Concentric, Line, Rectilinear, Hilbert Curve, Archimedean Chords, Octagram Spiral



Pokročilé nastavení výplně

Ve Slic3ru je možné nastavit další pokročilé vlastnosti výplně, čímž je možné ještě více optimalizovat kvalitu tisku.

Obrázek 32 - rozšířené nastavení tisku výplně



The screenshot shows the 'Advanced' settings panel in Slic3r. It contains the following settings:

- Infill every:** A numeric input field with the value '1' and a 'layers' unit label.
- Only infill where needed:** An unchecked checkbox.
- Solid infill every:** A numeric input field with the value '0' and a 'layers' unit label.
- Fill angle:** A numeric input field with the value '45' and a degree symbol '°'.
- Solid infill threshold area:** A numeric input field with the value '30' and a 'mm²' unit label.
- Only retract when crossing perimeters:** A checked checkbox.
- Infill before perimeters:** An unchecked checkbox.

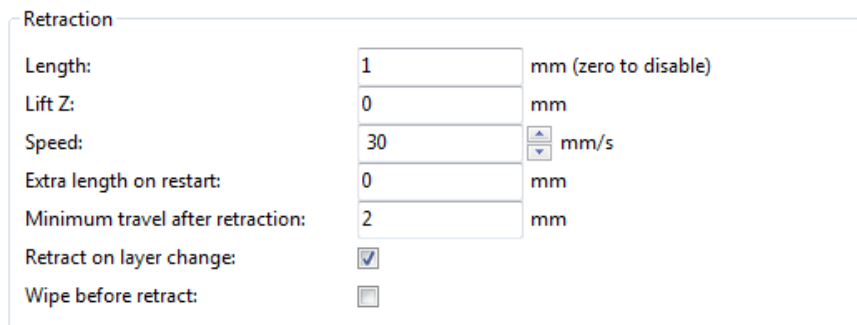
- **Infill every n layers** – tiskni jen každou n-tou vrstvu – pokud je větší než 1, pak při tisku modelu bude specifický počet výplně vynechán. Tedy výplň bude ve vertikální ose řidší – zrychlí se tisk, sníží se spotřeba materiálu, ale také se sníží pevnost modelu.
- **Only infill where needed** - Slic3r zanalyzuje model, a výplň dodá jen tam, kde je to třeba pro podepření převisů a stropů – zvýší rychlost tisku, ušetří materiál, ale oslabí model.
- **Solid infill every n layers** – nastaví opakování plné výplně po určitém počtu vrstev – zvyšuje pevnost modelu. Nula zakazuje tisk plné výplně.
- **Fill angle** – Ve výchozím nastavení je výplň tištěna pod úhlem 45° vůči modelu, tím se zvyšuje přilnutí výplně ke stěnám, protože výplň tištěná rovnoběžně se stěnou má větší tendenci se odlamovat. U některých modelů je ale výhodné úhel změnit aby byla struktura výplně optimalizována.
- **Solid infill threshold area** – velikost prostoru, který má být vyplněn ze 100%. Pro zvýšení pevnosti je u malých prostor vhodnější použít plnou výplň.
- **Only retract when crossing perimeters** – Zpětné zasouvání filamentu a zvedání tiskové hlavy pouze pokud je opuštěna hranice modelu. Zpětné popotahování a zvedání tiskové hlavy je nutné, pouze pokud je tryska mimo hranice modelu, protože uvnitř modelu případný samovolně vyteklý materiál nebude vidět. Pokud ovšem materiál vytéká opravdu příliš, může to způsobit různé problémy i uvnitř modelu. Nicméně moderní tiskárny tímto problémem příliš netrpí.
- **Infill before perimeters** - Obrátí pořadí, ve kterém je vrstva tištěna. Obvykle se obvod vrstvy tiskne jako první a až po té se tiskne výplň, což je výhodné, protože obvod pak působí jako stěna, obsahující výplň.

Boj se samovolným vytékáním materiálu

V okamžiku, kdy není materiál vytlačován, má stejně velmi vysokou viskozitu, takže se může stát, že samovolně vytéká z trysky. Je zde několik nastavení, která by tomu měla předejít. Tato nastavení nazýváme „odjíždění“ (Retraction).

Nastavení odjíždění naleznete v kartě `Printer` tab, je zde možné nastavit zpětné popotahování filament z hot-endu před každým nepracovním (cestovním) pohybem tiskové hlavy, tím klesne tlak ve vytlačovací trysce, což by mělo vést ke snížení samovolného vytékání materiálu. Toto popotažení filamentu je před následným pracovním pohybem opět kompenzováno o stejnou délku filamentu.

Obrázek 33 - nastavení tzv. odjíždění



Retraction		
Length:	1	mm (zero to disable)
Lift Z:	0	mm
Speed:	30	mm/s
Extra length on restart:	0	mm
Minimum travel after retraction:	2	mm
Retract on layer change:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Wipe before retract:	<input type="checkbox"/>	

- **Length** – počet mm, o které se má filament vrátit. Všimněte si, že délka je se zadává v mm, o které se má posunout surový materiál, tedy filament přímo v extruderu. Obecně se doporučuje nastavit posun o 1-2 mm, což by mělo stačit. U bodenových extruderů bude možná potřeba nastavit hodnotu až 4 nebo 5mm, kvůli pružnosti PTFE trubičky.
- **Lift Z** – zvednutí celé tiskové hlavy o definovaný počet mm po ose Z při cestovním pohybu. Tím lze zabránit tomu, aby tryska narazila do již položeného vlákna v rámci cestovních pohybů. Zvedání osy Z je obecně pomalé, a tak se prodlužuje celková doba tisku. Doporučuje se nastavit velmi malou hodnotu, ve většině případů bude stačit 0.1 mm.
- **Speed** – rychlost jako se bude filament zatahovat, měla by být nastavena na maximální možnou hodnotu, kterou extruder ještě zvládne bez přeskokování kroků (zde je dobré experimentovat) aby byla reakce co nerychlejší.
- **Extra length on restart** – přidání dalších několika mm filamentu, po každém cestovním pohybu. Toto použijte v případě, že při tisku vykazuje tryska známky nedostatku materiálu po cestovních pohybech (přidávejte opatrně po malých částech).
- **Minimum travel after retraction** – zatahovat filament při velmi krátkých cestovních pohybech je zbytečné, protože množství materiálu, který při nich vyteče je minimální, a výrazně by se zpomaloval tisk. Zde je možné nastavit minimální délku cestovního pohybu, před kterou se má zatažení filamentu provádět. Pokud tiskárna výrazně netrpí na samovolné vytékání materiálu, je možné tuto hodnotu nastavit až na 5-6mm.
- **Retract on layer change** – zatažení filament i při pohybu po ose Z – změně vrstvy. Opět pomáhá při problémech se samovolným vytékáním a zabraňuje tvorbě kuliček na povrchu modelu. Doporučuje se ponechat zapnuté.
- **Wipe before retract** – otření trysky při zatahování filament – tisková hlava se v rámci výplně modelu posune během zatahování filament, tím dojde k otření trysky a tím se sníží pravděpodobnost vytvoření kuličky na povrchu modelu.

Dále je ve Slic3ru několik dalších nastavení v záložce `Print`, které pomáhají při řešení problémů se samovolným vytékáním.

- Only retract when crossing perimeters (položka Infill) – říká Slic3ru, že má provádět odjíždění pouze v případě, že tisková hlava opouští hranice tištěné vrstvy. Je vhodné ponechat zapnuté, protože samovolně vyteklý materiál uvnitř výplně není vidět a jeho malé množství je zde přijatelné.
- Avoid crossing perimeters (položka Layers and perimeters – skupina Quality) – Nutí tiskovou hlavu maximálně sledovat obvodové stěny a pokud možno je nekřížit. Toto nastavení samozřejmě ovlivňuje počet a délku pohybů, tedy i velikost souboru s G-kódem a samozřejmě dobu tisku.
- Seam position (položka Layers and perimeters – skupina Advanced) – toto nastavení ovlivňuje polohu počátečního a koncového bodu obvodového perimetru a tím tedy i polohu potenciálně viditelného švu na bočních stěnách tištěného modelu. Je možné vybrat z následujících možností:
 - Random – náhodná – tato volba znamená, že se pro každou vrstvu tento bod vybere náhodně, po každé jině, šev se tedy rozloží a není tolik viditelný.
 - Nearest – nejbližší – snaží se najít nejbližší vydutou plochu bez vrcholu, aby byl šev skrytý uvnitř konkávního úhlu, pokud taková není k dispozici, hledá nejbližší vypouklou plochu bez přesahu vrcholu. Pokud není k dispozici, vybere jakýkoliv bod mimo vrchol. Vždy se vybírá bod, který je nejbližší k aktuální pozici trysky. Tím se optimalizují pohyby a zkracuje se doba tisku.
 - Aligned – pro nalezení optimálního švu se použije stejná logika jako u volby Nearest, ale s tím, že se použije ten bod, který je nejbližší k počátečnímu bodu předchozí vrstvy, tím se docílí toho, že šev je na většině modelů zarovnan v celém objektu.

Další způsoby pro zajištění toho, aby se mezi objekty netvořily spoje, naleznete také v části [Sekvenční Tisk](#).

Skirt and brim - ohraničení a okraj první vrstvy

Skirt - ohraničení

Pomocí nastavení Skirt můžete přidat kousek od hranice modelu tenkou stopu, která pomáhá naplnit hot-end a trysku materiálem, ještě než se začne tisknout samotný model.

Obrázek 34 - nastavení Skirt - ohraničení

Skirt	
Loops:	0
Distance from object:	6 mm
Skirt height:	1 layers
Minimum extrusion length:	0 mm

- Loops – počet cyklů, které se mají kolem modelu vytisknout, než začne tisk samotného modelu – obvykle stačí jeden.
- Distance from object – vzdálenost ohraničení od samotného tištěného modelu. Výchozí nastavení je 6mm, což je obvykle dostačující.
- Skirt height – Počet vrstev ohraničení, které se mají vytisknout. Plynulý proud materiálu je zajištěn vždy už první vrstvou, ale této funkce lze využít, pokud chcete tištěný model chránit například před průvanem – kolem modelu se vytvoří stěna.

- `Minimum extrusion length` – minimální délka extruze nastaví počet milimetru, materiálu, které musí tryska minimálně vytlačit, než se začne samotný model tisknout. Použije se v okamžiku, kdy by samotné ohraničení nemělo požadovanou délku.

Brim – okraj první vrstvy

`Brim width` – šířka okraje první vrstvy – okraj první vrstvy se používá ke zvětšení povrchu první vrstvy a zvětšuje přilnavost modelu k podložce. Tento okraj je nutné, po dokončení tisku a odlepení modelu od podložky, odříznout.

Obrázek 35 - příklad Brim - okraje první vrstvy

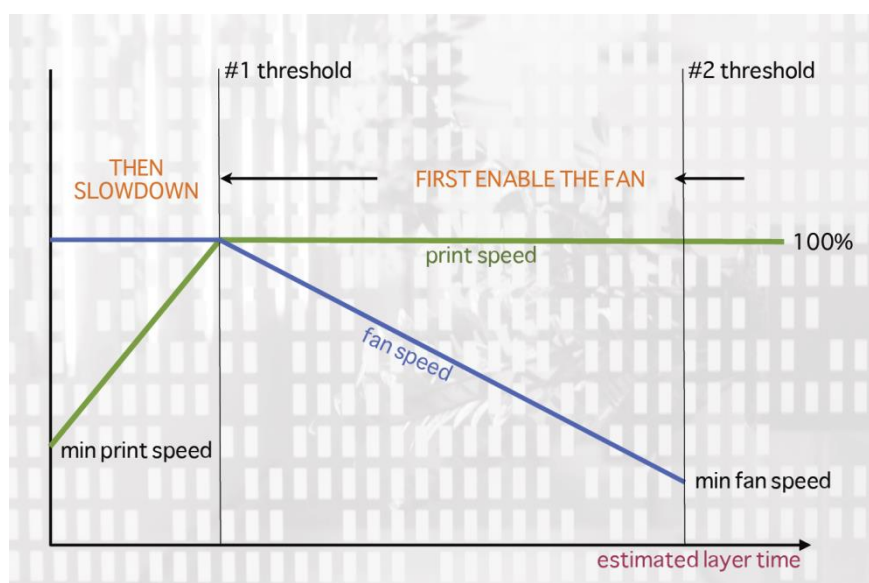


Cooling

Teplota hraje klíčovou roli pro kvalitu tisku. Pokud je teplota příliš vysoká, materiál se deformuje, pokud je příliš nízká, jednotlivé vrstvy se nemusí dobře slepit. Chlazení modelu se uplatní především při tisku drobných detailů, převisů a přemostění, kdy je třeba, aby materiál chladl rychle a poskytoval pevný základ pro další vrstvy.

Existují dva způsoby chlazení: **chlazení ventilátorem** a **snížení rychlosti tisku**. Slic3r umožňuje využití obou technik současně. Materiál je ochlazován ventilátorem a zároveň, v případě, že vrstva je vytištěna rychle, může tisk zpomalit.

Obrázek 36 - ukázka strategie chlazení Slic3ru



Na obrázku vidíte techniku chlazení, kterou využívá Slic3r. Když je potřeba ochlazovat tisk ochlazovat zvýší se otáčky ventilátoru. V místě, kde otáčky ventilátoru již dosáhnou maximální rychlosti, a je třeba chladit stále intenzivněji, je snižována rychlost tisku dokud nedosáhne minimální hodnoty.

Ventilátory

Většina elektronik a firmware dnes umožňuje přidání ventilátorů pro chlazení. Ty pak mohou být řízeny příkazy G-kódu, Tedy Slic3r je schopen generovat takový kód kterým je lze zapínat a vypínat a měnit rychlost jejich otáček.

Ventilátor by měl být umístěn tak, aby neochlazoval tiskovou podložku více než je nezbytně nutné. Stejně tak by neměl ochlazovat topný blok hot-endu, aby jej nebylo potřeba více dohřívat a plýtvat tak energií. Proud vzduchu by měl být usměrněn především na hrot trysky, ze které vytéká čerstvý materiál.

K tomu se využívá nástavec na ventilátor, který pak vzduch přivádí přesně tam kde je potřeba. Různé modely těchto nástavců pro různé typy tiskáren naleznete online.

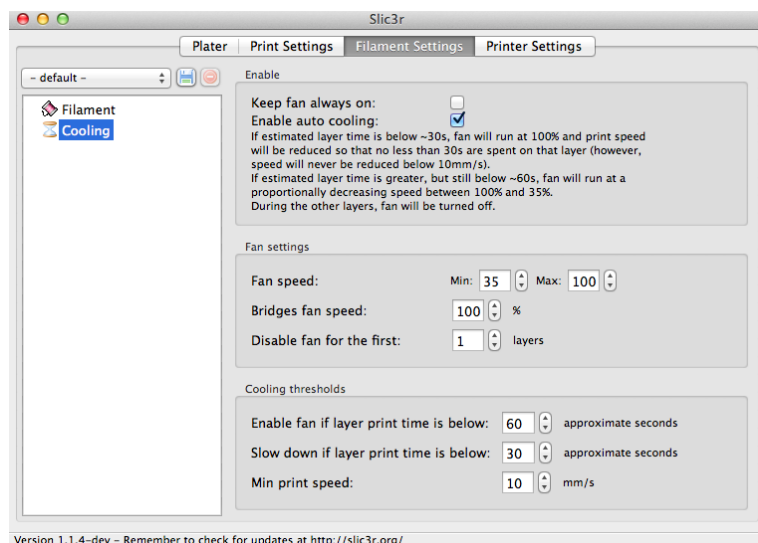
Zpomalení tisku

Slic3r umí tisk zpomalit, pokud odhadovaná doba tisku konkrétní vrstvy je pod určitou hranicí.

Účinek tohoto zásahu může být ale ovlivněn tím, jak daleko se tryska pohybuje od již vytištěných vrstev, to může být problém malých detailních částí, kdy samotná tryska znovu ohřívá prostor okolo sebe a nedojde ke správnému chladnutí. Z toho důvodu se doporučuje, pokud je to možné, používat ventilátor.

Nastavení chlazení

Obrázek 37 - nastavení chlazení modelu



- **Keep fan always on** – drž ventilátor vždy zapnutý – pokud je zaškrtnuto, ventilátor se nikdy nevypne a jeho chod bude udržován alespoň na minimálních otáčkách. Výhodné pro tisk z PLA ale špatné při tisku z ABS.
- **Enable auto cooling** – zapíná a vypíná automatickou logiku chlazení. Podrobnosti jsou popsány v textu přímo pod volbou:

Jestliže předpokládaný čas tisku vrstvy je nižší než 5 sekund, poběží ventilátor na 100% a rychlost tisku bude se snižovat tak, aby tisk této vrstvy netrval kratší dobu než 5s (rychlost tisku ale nikdy neklesne pod 10 mm / s)

Jestliže předpokládaný čas vrstvy je delší, ale stále nedosahuje 60s, poběží ventilátor rychlostí mezi 100% a 35% přímo úměrně odhadované době tisku vrstvy.

V ostatních vrstvách, bude ventilátor se vypne.

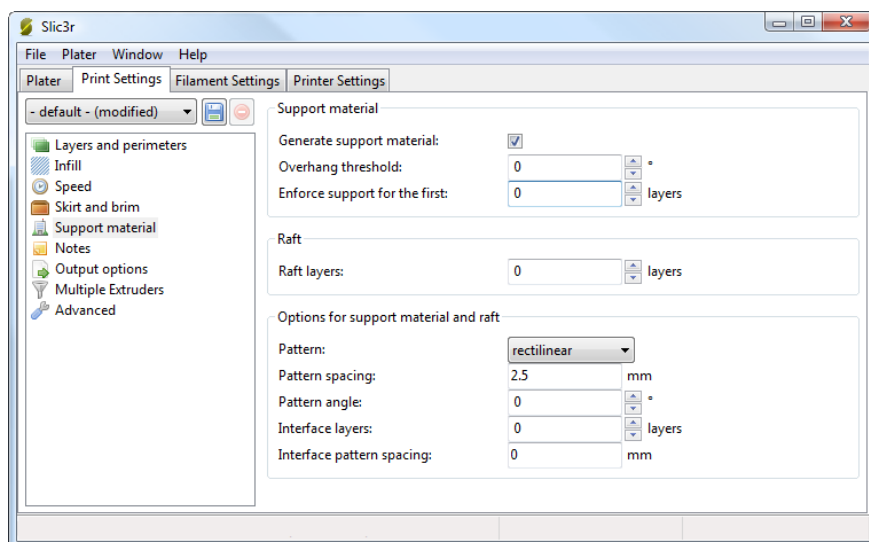
- **Fan speed** - Určuje minimální a maximální rychlost otáček ventilátoru. Užitečné pro ventilátory, které se ve výchozím nastavení otáčejí příliš rychle.
- **Bridges fan speed** – rychlost otáček ventilátoru při tisku přemostění – je potřebné chladit co nejvíce, je tedy doporučeno nastavit maximální otáčky.
- **Disable fan for first n layers** – v kapitole jak je důležitá první vrstva je detailně popsáno proč první vrstvu nechladit, proto zde můžete nastavit počet vrstev, při jejíž tisku má být ventilátor vypnutý – doporučuje se alespoň 2-3 vrstvy.
- **Enable fan if print time is below t seconds** – zapni ventilátor, pokud bude tisk vrstvy pod t sekund - Aktivuje ventilátor v případě, že vrstva bude dokončena pod stanovený počet sekund.
- **Slow down if layer print time is below t seconds** – zpomalí tisk, pokud je předpokládaná doba tisku vrstvy pod t sekund.
- **Min print speed** – Minimální povolená rychlost tisku.

Support Material

Obecně platí, že většina 3D tiskáren umí tisknout modely s převýšenými částmi ale jen do určité míry. Úhel převýšení, který je ještě tisknutelný, závisí na několika faktorech, nejvíce rozhoduje

výška vrstvy a šířky extruze a obvykle se pohybuje kolem 45 °. U modelů s většími přesahy musí být model doplněn o nosnou konstrukci (podporu). To zapříčiní větší spotřebu materiálu a prodlouží se doba tisku.

Obrázek 38 - nastavení pro tisk podpor

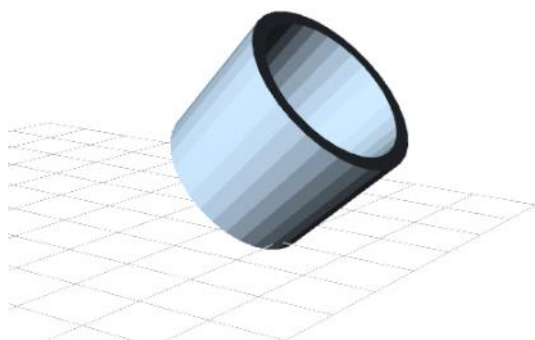


První věc, kterou musíte udělat, je aktivovat podpory zaškrtnutím políčka `Generate support material`. Vyplněním hodnoty 0 do pole `Overhang threshold` docílíte toho, že Slic3r najde všechna místa, která potřebují podporu automaticky, v ostatních případech hodnota definuje hraniční úhel, který již podporu vyžaduje. Generování podpor je celkem složité a proto se doporučuje nastavit všude prahové hodnoty na 0, a umožnit Slic3ru vygenerovat podpory automaticky.

Malé modely, a modely s malou základnou, se někdy mohou utrhnout během tisku od podložky. Proto i pro ně je vhodné podpory vygenerovat v určitém počtu vrstev k zajištění jejich stability během tisku a to bez ohledu na úroveň prahového úhlu převisu.

Pro ukázkou tiskových vzorů podpor byl zvolen model hrnečku a byl nakloněn o 45° podél osy X tak jak je vidět na obrázku.

Obrázek 39 - model hrnku nakloněný o 45°

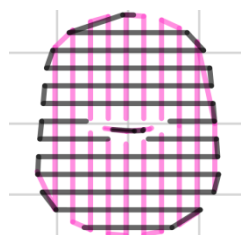


Stejně jako u tisku výplně, i pro podpory existuje několik vzorů:

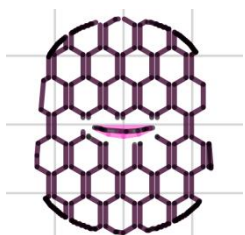
Obrázek 40 - výplň podpory: Rectilinear



Obrázek 41 - výplň podpory: Rectilinear Grid



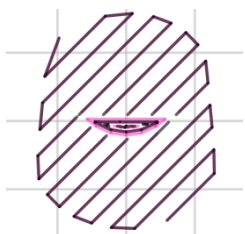
Obrázek 42 - výplň podpory: Honeycomb



Pattern Spacing určuje vzdálenost mezi jednotlivými linkami vzoru podpory – něco podobného jako hustota výplně jen se zde zadává přímo v mm. Pokud měníte, berte v úvahu širší tištěné linky a množství spotřebovaného materiálu pro podpůrnou konstrukci.

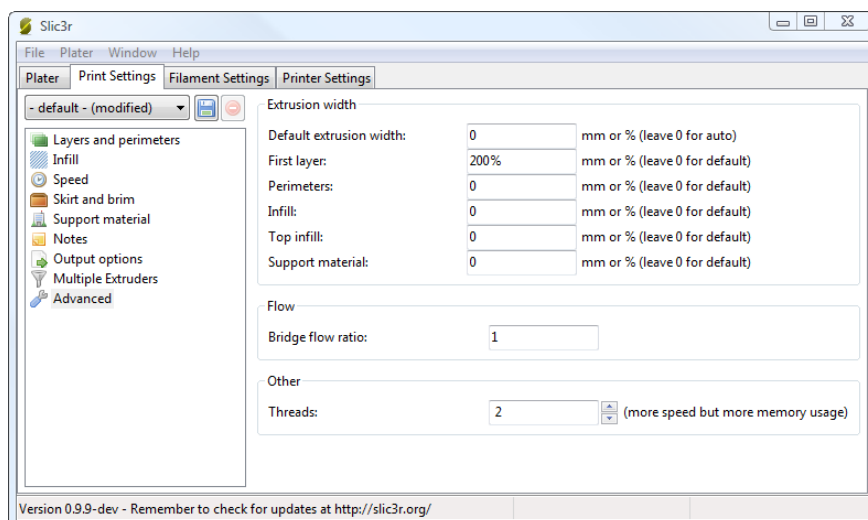
Při výběru tiskového vzoru podpor berte ohled i na to jaký tvar model má, a snažte se vybrat takový vzor, který bude liniemi navazovat na model kolmo, aby bylo možné podpory později snadno odstranit. Pokud by to nebylo možné docílit s výchozím nastavením, je možné pomocí volby Pattern Angle úhel vzoru podpory nastavit - otočit..

Obrázek 43 - příklad vzoru podpory otočeného o 45°



Šíře extruze

Obrázek 44 - nastavení šířky vytlačovaného vlákna



Jeden z důvodů pro změnu šířky extruze již byl zmíněn: širší extruze první vrstvy by měla činit dvounásobek její výšky, aby se zlepšila přilnavost k podložce. Existují ale i další případy, kdy je modifikace šířky extruze užitečná.

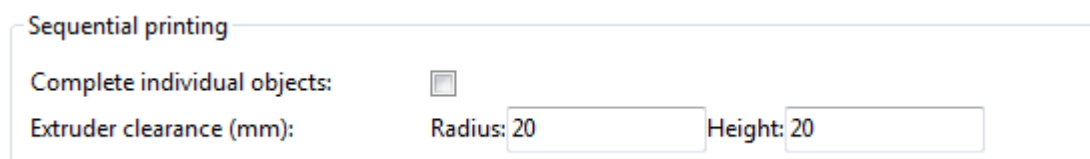
- **Perimeter** – tenčí vnější perimetr zajistí, že výsledný model bude mít ve výsledku přesnější povrch.
- **Infill and Solid Infill** – širší extruze při tisku výplně urychlí tisk a struktura modelu bude pevnější.
- **Top infill** – tenčí extruze při tisku horní finální vrstvy bude mít ve výsledku lepší kvalitu povrchu a všechny rohy budou dobře vyplněny.
- **Support material** – Stejně jako u tisku výplně, i zde silnější extruze urychlí tisk a zvýší pevnost podpor.

Je důležité si pamatovat, že pokud je šířka extruze zadána v procentech, pak je dopočítána z hodnoty `Layer height` a ne z hodnoty `Default extrusion width`.

Postupný tisk

Při tisku několika objektů najednou je dobré, aby se samostatně tisknul každý z nich, protože to bude minimalizovat samovolné vytékání a mezi jednotlivými modely se minimalizuje počet vláken přetažených trysekou. Také se sníží riziko, že se zničí celý výtisk v případě, kdy se například jeden model odloupne od podložky nebo jinak zdeformuje.

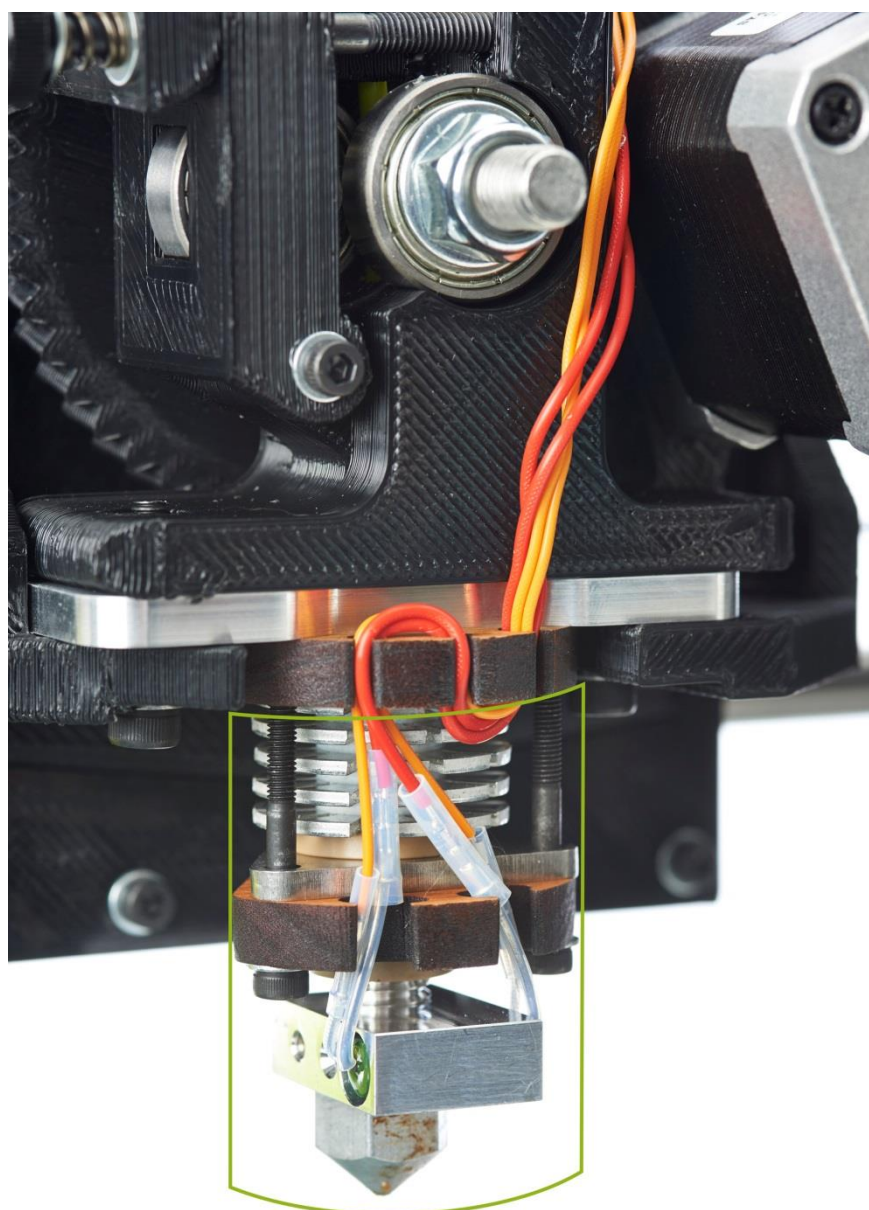
Obrázek 45 - nastavení postupného tisku



Je třeba zajistit, aby se tryska nebo extruder nedostali do kontaktu s již vytištěnou částí jiného modelu na podložce. Slic3r by měl upozornit, pokud by hrozila kolize mezi modelem a tiskovou hlavou ale raději dvakrát zkontrolujte, zda uspořádání modelů na podložce nezpůsobí problémy. Parametr `Extruder clearance` v záložce `Print Settings` -> `Output Option` pomáhá Slic3ru hledat případné kolize:

- `Radius` – vůle, která by měla být okolo tiskové hlavy – pokud není tryska montována uprostřed, pak volte maximální bezpečnou vzdálenost.
- `Height` – svislá vzdálenost mezi špičkou trysky a tyčí osy X, případně jiným nejnižším bodem, který by mohl zasahovat do hotového výtisku.

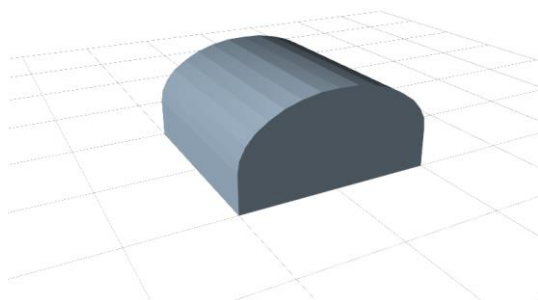
Obrázek 46 - volný prostor kolem válce hotendu



Variabilní výška vrstvy

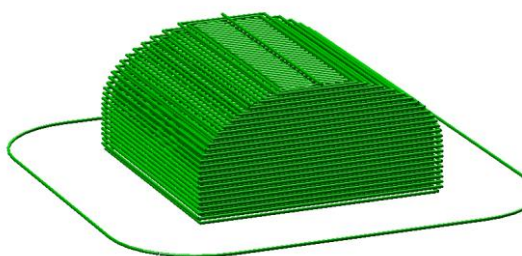
Slic3r umožňuje nastavit výšku vrstvy v libovolných polohách na ose Z.. To znamená, že část modelu může být vytištěna s větší výškou vrstvy, například vertikální řezy a ostatní části mohou být vytištěny jemnějšími vrstvami, například tam kde jsou v modelu šikmé přechody, tedy v místech kde se výška vrstvy projeví nejvíce.

Obrázek 47 - příklad modelu, na kterém bude zvýrazněna přednost variability výšky vrstev



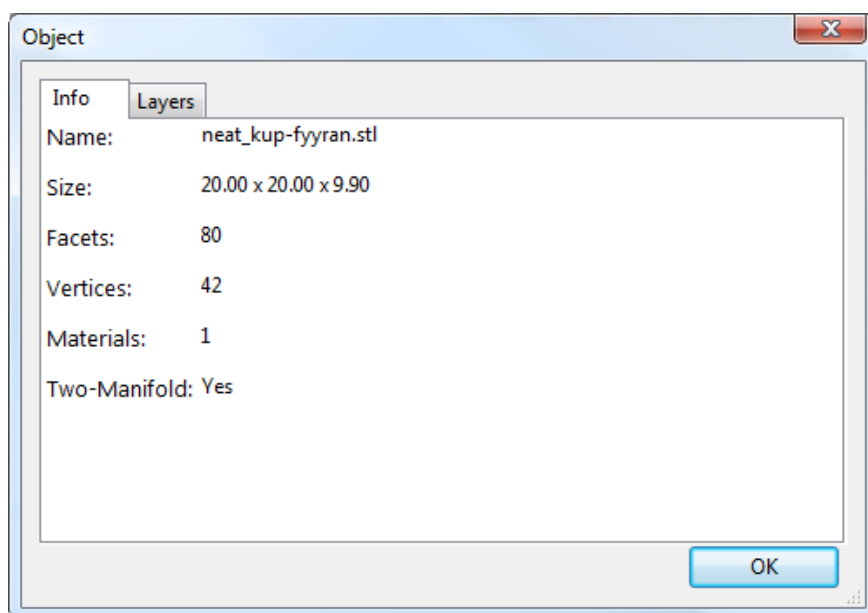
Model zobrazený na následujícím obrázku je typickým příkladem, kde by mohly být použity variabilní výšky vrstev pro zlepšení kvality tisku. Stěny konstrukce nemusí být tištěny ve vysokém rozlišení i tak bude dosaženo přijatelné kvality tisky, avšak šikmá střecha již vykazuje známky tisku ve výšce vrstvy 0,4 mm, je příliš hrubý, zejména poslední vrstva je velmi zploštělá.

Obrázek 48 - příklad rozložení vrstev v normálním režimu



Nastavení variabilních vrstev je dostupné z okna `Plater`, po té co dvojklikem kliknete na název modelu nebo samotný model. Otevře se pop-up okno, které obsahuje dvě záložky. První záložka `Info` obsahuje obecné informace o modelu, jak vidíte na obrázku.

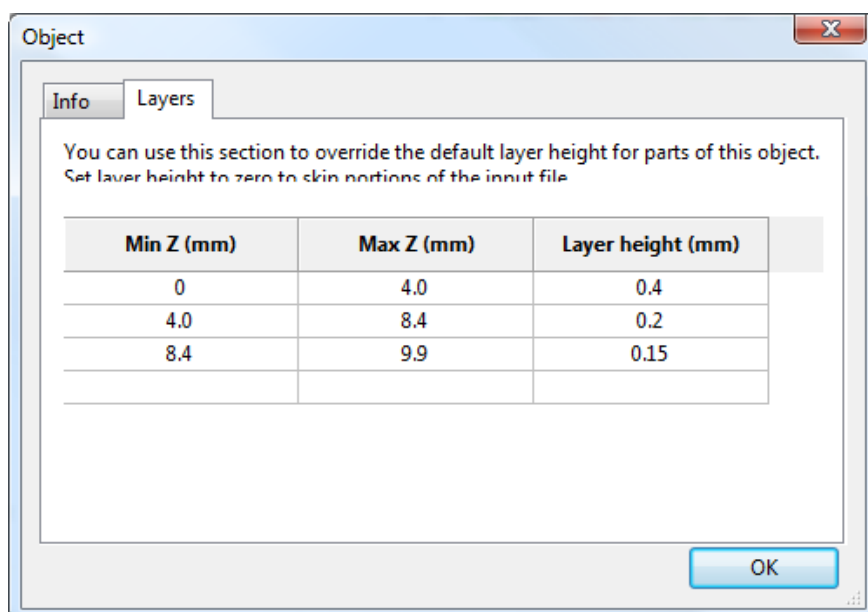
Obrázek 49 - informace o tiskovém modelu – záložka info



Zde stojí za zmínku především výška modelu, která se nám bude hodit při výpočtu maximální výšky Z.

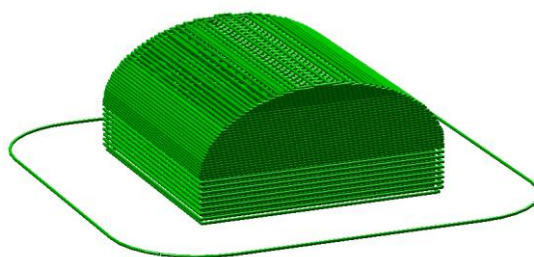
Druhá záložka (viz obr.) obsahuje tabulku, kde každý řádek definuje výšku vrstvy pro určitý rozsah podél osy Z (rozměry jsou v mm). Na obrázku vidíme, že stěny modelu jsou vytištěné na výšku vrstvy 0.4 mm, strmější část modelu je tištěna na výšku vrstvy 0.2 mm horní část modelu na 0,15 mm. Všimněte si, že každá řada navazuje přesně na předchozí, a výška částí je dělitelná výškou vrstvy beze zbytku – mezi jednotlivými řádky nesmí existovat žádné mezery.

Obrázek 50 - nastavení variabilní výšky vrstev



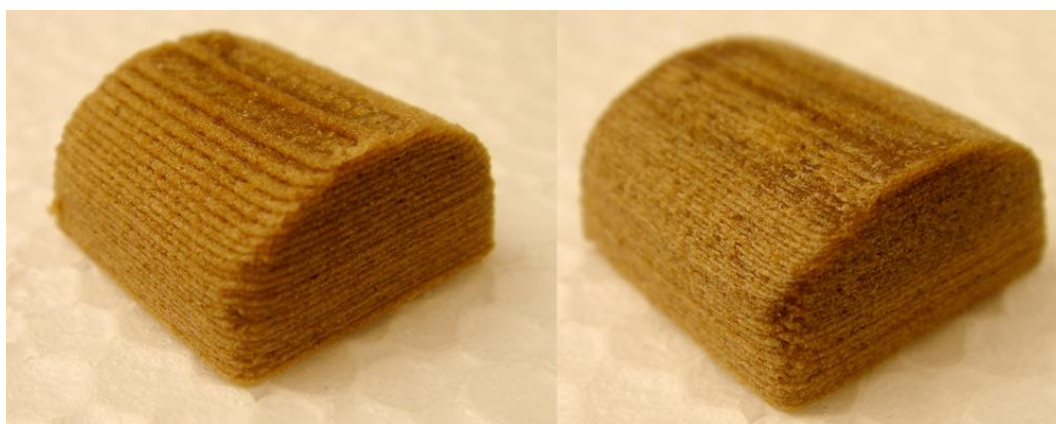
Výsledný G-Code (viz obr.) vygenerovaný dle předchozí tabulky vykazuje podstatně větší přesnost a měl by vést k vyšší kvalitě tisku.

Obrázek 51 - stejný model s variabilním nastavením vrstev



Obrázek ukazuje porovnání skutečně vytištěných modelů, vlevo s pevnou výškou vrstvy 0.4mm a vpravo s variabilní výškou vrstvy.

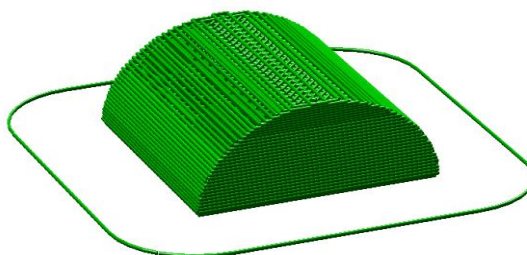
Obrázek 52 - ukázka výtisku s variabilní výškou vrstvy



An additional feature of the variable layers height option is that by entering a zero for a range that part of the model will not be printed. Fig. shows the G-Code where layers between 0 and 4mm are skipped. This is a useful way of dividing a tall model into multiple, shorter sections which can be printed individually and assembled afterwards.

Další možností variabilních výšek vrstvy je, že pokud zadáte nulovou výšku vrstvy pro definovaný rozsah modelu, tento rozsah nebude vytištěn vůbec. Na obrázku vidíte stejný model, kde jsou vynechány vrstvy mezi 0 a 4 mm. Toho lze využít například pro snadné řezání vysokých modelů do kratších úseků, které můžete sestavit později.

Obrázek 53 - příklad s vynechanými vrstvami



Struktura konfigurace

Profil

Konfigurace je ve Slic3ru rozdělena do tří kategorií:

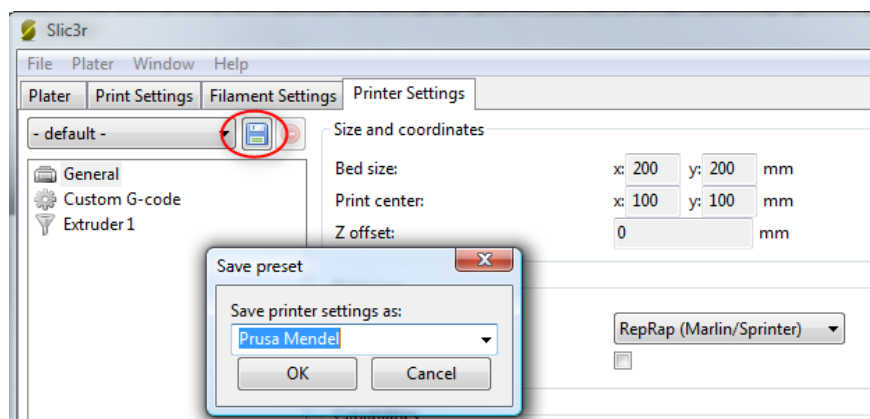
- **Printer Settings:** zde jsou definovány vlastnosti tiskárny. Změny v této skupině se dělají pouze při změně tiskárny, tedy obvykle pouze při počáteční konfiguraci nové tiskárny.
- **Filament Settings:** v této skupině jsou definice týkající se vlastností tiskového materiálu (filamentu) jako je průměr vlákna, teploty podložky a hot-endu, a chlazení modelu.
- **Print Settings:** Nastavení vlastního jednotlivého tisku, změny se zde předpokládají s každým dalším tiskem a mění se s ohledem na požadovanou kvalitu a rychlost, ale i například pokud chcete měnit vlastnosti samotného modelu.

V hlavním okně `Plater` můžete snadno a rychle vybírat vaše uložené profily, které chcete pro konkrétní tisk použít. Vždy volíte všechny tři kategorie, tedy `Printer`, `Filament` a `Print`.

Vytvoření profilu

Otevřete požadovanou kartu a změňte nastavení podle potřeby. Jakmile budete spokojeni, klikněte na ikonu uložit na levé straně nad seznamem podkategorií. Do pop-up okna zadejte vhodný název profilu.

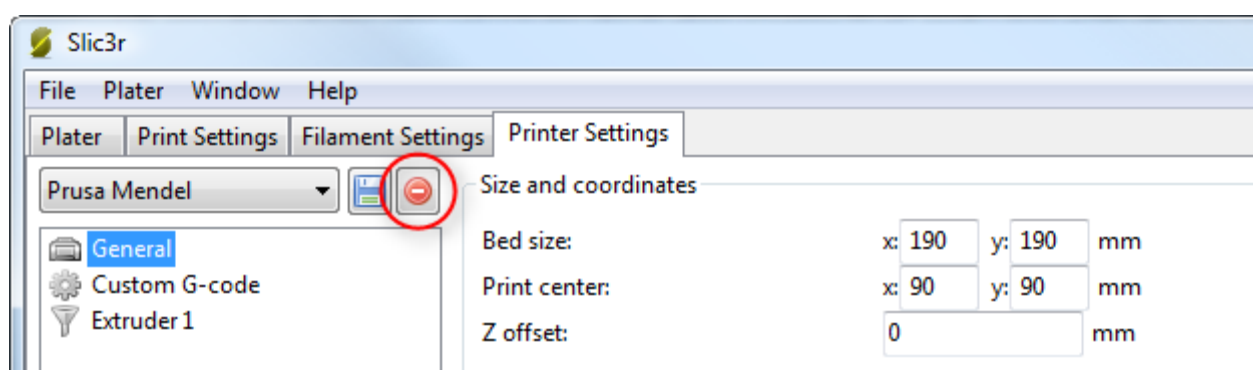
Obrázek 54 - uložení profilu



Pokud s profilem nejste spokojeni, můžete jej libovolně znovu editovat a kliknutím na ikonu uložit opět změny do profilu přidávat.

Pokud profil chcete odstranit, klikněte na červenou ikonu vedle ikony uložit. Profil bude nevratně odstraněn.

Obrázek 55 - mazání profilu



Export a import profilů

Chcete-li přenést nastavení do jiného počítače, odeslat jej e-mailem nebo jej uložit ke svému modelu, můžete použít export konfigurace (`File -> Export Config`). Tím dojde k vytvoření INI souboru obsahujícího veškeré vámi nastavené předvolby. Takový soubor lze později velmi snadno znovu načíst pomocí příkazu `File -> Load Config`.

Načtení konfigurace nepřednastaví tuto konfiguraci do seznamu uložených profilů, a Slic3r si ji při dalším spuštění nebude pamatovat. Pokud chcete načtené profily uložit do Slic3ru, pak musíte projít všechny záložky *Print Settings*, *Filament Settings* a *Printer Settings* a v každé kliknout na ikonu uložit.

Položka `File -> Export Config Bundle...` umožňuje exportovat kompletní sadu profilů do jediného souboru (ne jen vybrané profily). To je praktické hlavně když chcete přenést nastavení Slic3ru z jednoho počítače do druhého, nebo v případě, když chcete vytvořit zálohu nastavení Slic3ru.

Nastavení vlastního pracovního adresáře

Ve výchozím nastavení Slic3r ukládá svá nastavení do systémového adresáře, který je závislý na druhu a verzi operačního systému vašeho počítače. Uživatel by aplikace neměla nijak obtěžovat s vybíráním pracovních adresářů, proto se tedy vybírá automaticky. Nicméně, Slic3r umožňuje uživateli pomocí příkazu `--datadir` zadaného do příkazové řádky vybrat vlastní pracovní adresář. To se může hodit v případě, že potřebujete držet více kopií Slic3ru na jednom počítači, nebo třeba pokud chcete sdílet nastavení po počítačové síti.

Sdílení nastavení a profilů v počítačové síti

Pokud máte k počítači připojen síťový disk, pak můžete konfiguraci sdílet na tomto disku. Jednoduše spustíte Slic3r z příkazové řádky zadáním například tohoto příkazu:

```
slic3r.exe --datadir Z:\Slic3r-settings
```

Na operačních systémech Linux a MacOS X jsou i další možnosti kromě příkazu `--datadir`. Můžete třeba vytvořit odkaz z místa, kam si Slic3r ukládá svá nastavení do svého sdíleného adresáře, což lze využít třeba k ukládání těchto nastavení na Dropbox. Prvním krokem je tedy zjistit, kam si Slic3r nastavení ukládá a tedy kde je při spuštění hledá:


```
$ /Applications/Slic3r.app/Contents/MacOS/slic3r --debug  
wxWidgets version wxWidgets 2.9.4, Wx version 0.9922  
Data directory: /Users/al/Library/Application Support/Slic3r
```

Nyní, po té co Slic3r ukončíme, můžeme přesunout nalezený adresář do standardně sdílené složky:

```
mv "/Users/al/Library/Application Support/Slic3r" ~/Dropbox/Slic3r-settings
```

(Uvozovky jsou nutné, protože v cestě adresáře je mezera, nicméně pokud tohle děláte, jistě umíte pracovat v příkazovém řádku :-)

A nakonec vytvoříme symbolický odkaz zpět:

```
ln -s ~/Dropbox/Slic3r-settings "/Users/al/Library/Application  
Support/Slic3r"
```

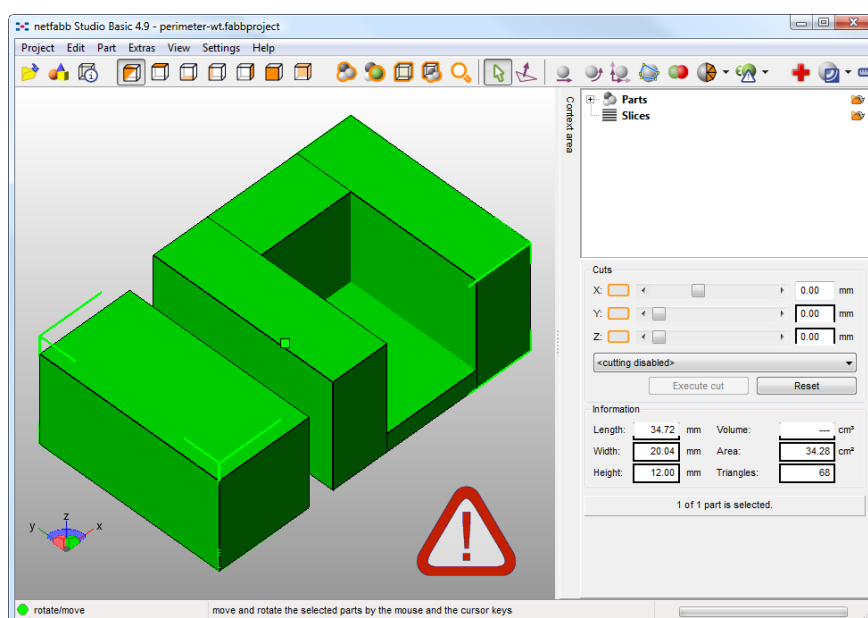
Opravy modelů

Pokud 3D model obsahuje chyby, jako jsou chybějící stěny, případně jsou hrany neuzavřené, pak některé z těchto chyb Slic3r umí opravit sám. Ovšem některé chyby v STL souborech jsou nad jeho možnosti, Pokud tedy Slic3r stále hlásí problém s modelem, a nebo jej chybně rozvrství, pak je čas zkusit nějaký další způsob opravy modelu.

Netfabb Studio

Netfabb nabízí velké množství různých aplikací pro modelování 3D objektů, včetně základní verze kterou dává volně k dispozici. Tato verze obsahuje nástroj pro opravu sítě uzlů modelu, a dokáže nalézt a opravit velké množství různých chyb. Aktuální, podrobné pokyny pro práci s tímto nástrojem najdete na [Netfabb wiki](http://www.netfabb.com/wiki), tedy následující pokyny jen přiblíží základní kroky vedoucí k opravě modelu.

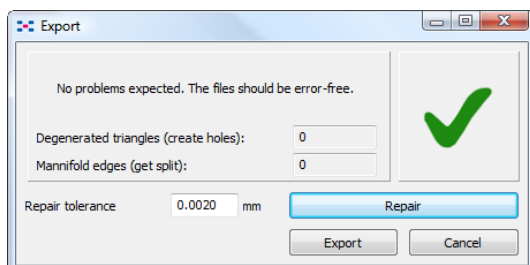
Obrázek 56 - NetFabb Studio - oprava modelu



- Spustíte Netfabb Studio, a otevřete problematický STL soubor, a to buď přes menu File, nebo přetažením ji na pracovní plochu. Pokud Netfabb zjistí nějaký problém ukáže červené výstražné znamení v pravém dolním rohu.
- Pro spuštění opravného skriptu, vyberte díl modelu a klikněte na ikonu první pomoc (first aid – červený kříž), případně jej můžete spustit přes menu Extras->Repair Part. Tím se otevře záložka oprav, která zobrazí stav modelu.
- Záložky Actions a Repair scripts nabízejí několik variant skriptů oprav, které můžete aplikovat ručně, nicméně v rámci zjednodušení tohoto přehledu bude stačit pokud vyberete automatické opravy, což vyřeší většinu problémů.
- Tlačítko automatické opravy nabídne na výběr dvě možnosti: Výchozí (default) a jednoduchou (simple) opravu. Vyberte výchozí, ta vyřeší většinu problémů. Tímto výběrem spustíte skript pro opravu.
- Jakmile je díl opraven, musíte rozhodnout, zda provedenou opravu aplikovat do modelu, Volbou Apply repair (použít opravu) rozhodnete, zda se má dotčený díl v modelu přepsat či ne.

- Opravený díl pak můžete vyexportovat pomocí položky `Export part->As STL` v kontextovém menu.
- Pokud Netfabb zjistí další chybu, kterou daný díl obsahuje, pak na ní znovu upozorní a nabídne další opravné skripty před exportem.

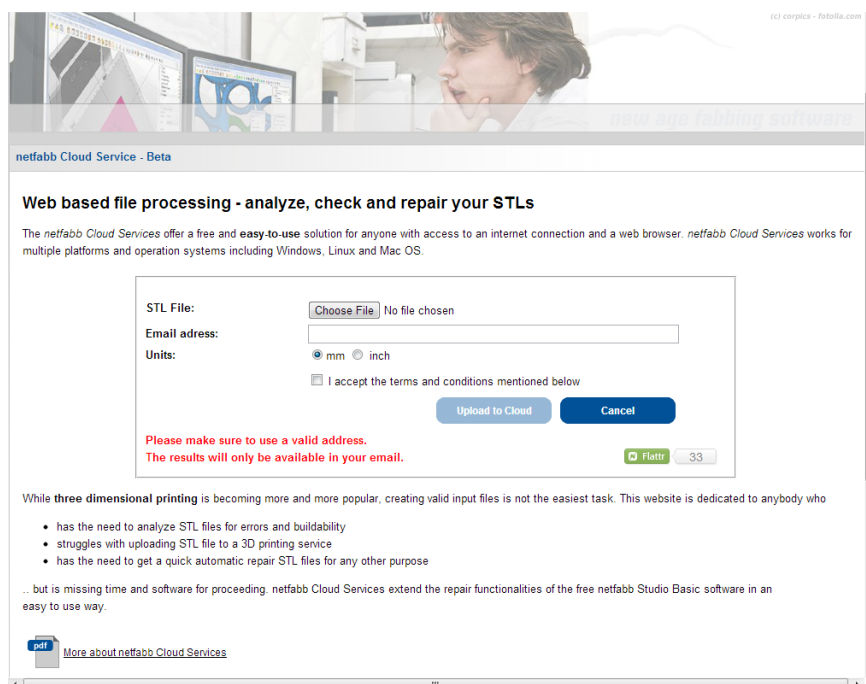
Obrázek 57 - NetFabb Studio: export části modelu



Netfabb Cloud Service

Netfabb také poskytuje webovou službu, kam je možné STL soubor nahrát, zkontrolovat a případně opravit.

Obrázek 58 - NetFabb Cloud Services

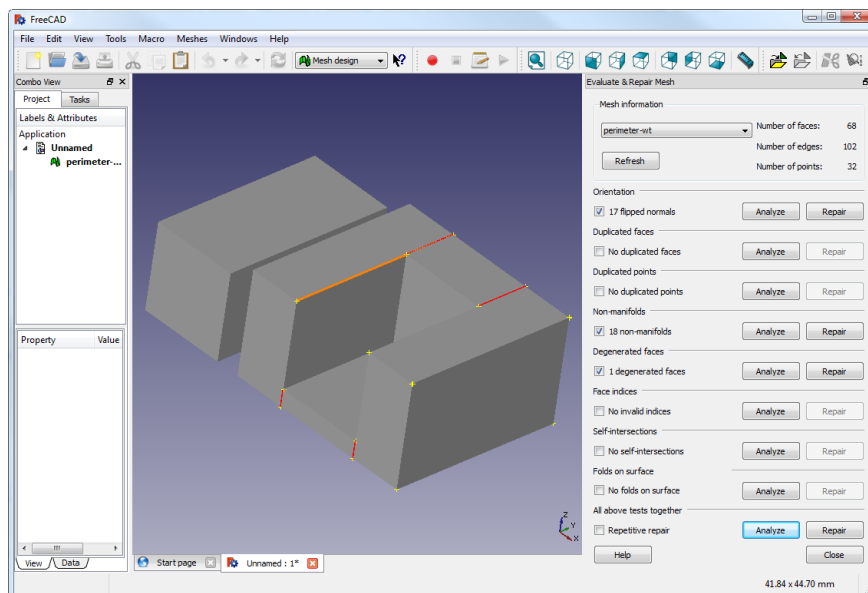


- Přejděte na adresu <http://cloud.netfabb.com>
- Vyberte a nahrajte problémový STL soubor.
- Aby jste se dozvěděli, že je soubor zpracovaný, musíte zadat svou E-mailovou adresu
- Zvolte, zda mají být použity metrické nebo imperiální jednotky.
- Měli by jste si přečíst podmínky služby a souhlasit s nimi, potom klikněte na tlačítko `Upload to Cloud`.
- Jakmile služba soubor zanalyzuje a opraví, pak vám zašle na zadaný email link na stažení opraveného souboru

FreeCAD

FreeCAD je komplexní CAD program, je volně dostupný a také obsahuje síťový modul, který umí analyzovat a opravovat STL modely. Následující popis vám v několika krocích popíše jak to udělat.

Obrázek 59 - FreeCAD – oprava modelu

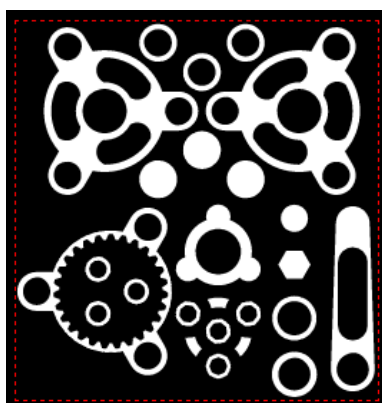


- Spustíte FreeCAD a na úvodním rozdělovníku vyberte `Working with Meshes`.
- Vložte problematický přetažením na plochu, případně pomocí `File` menu. Malá zpráva v levém dolním rohu vám prozradí, zda má model nějaká problematická místa.
- V menu zvolte `Meshes->Analyze->Evaluate & Repair mesh`, tím se otevřete dialogové okno s volbami oprav.
- Z dialogové nabídky vyberte nahraný díl, po té proved'te analýzu každého druhu problému kliknutím na tlačítko `Analyze`, nebo vyberte ve spodu `Repetitive Repair` pro spuštění všech kontrol. Pokud je nalezen příslušný problém, aktivuje se příslušné tlačítko `Repair`.
- Pro každou požadovanou opravu stiskněte tlačítko `Repair`.
- Je důležité si vždy zkontrolovat provedenou opravu, protože se může stát, že opravný script smaže některý trojúhelník, který je potřeba, a model by se spíše poškodil, než opravil.
- Exportujte opravený díl pomocí položky `Export` v kontextovém menu.

SVG výstup

Slic3r umí generovat výstup I pro některé další typy 3D tiskáren, které potřebují mít na vstupu každou vrstvu reprezentovanou SVG souborem, jako jsou například DLP pryskyřicové, nebo práškové tiskárny. Tyto tiskárny obvykle očekávají, že obrázek bude bílý na černém pozadí (viz. obrázek níže). Lze použít téměř všechny formáty obrázkových souborů (například bmp, png, atd), nicméně protože se obrázek obvykle zmenšuje nebo zvětšuje, je výhodné používat vektorový formát místo bitmapy. Slic3r tedy používá jako výstupní formát soubor typu Scalable Vector Graphics (SVG).

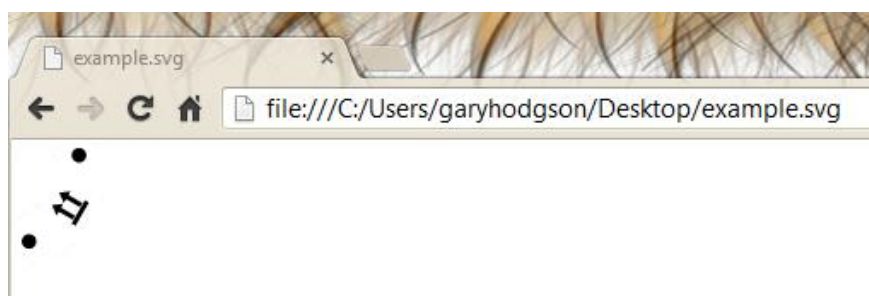
Obrázek 60 - příklad vrstvy ve formátu SVG



Slic3r je tedy schopný produkovat SVG výstup, použitelný pro tyto tiskárny. Namísto použití Plater okna, ale proces začíná výběrem volby menu File -> Slice to SVG... . Otevře se dialogové okno pro výběr vstupního souboru (STL, OBJ nebo AMF). Po té se ihned otevře dialogové okno pro nastavení, kam má být uložen výstupní soubor typu SVG. Nyní Slic3r Vygeneruje a uloží soubor SVG.

Pokud se pokusíte SVG soubor otevřít například v prohlížeči, zobrazí se pouze první vrstva a v ní jen otvory, protože pozadí prohlížeče je obvykle bílé.

Obrázek 61 - SVG soubor zobrazený v prohlížeči



Z toho důvodu byla napsána malá webová aplikace, která je schopná zobrazovat jednotlivé vrstvy souboru na černém pozadí. Aplikaci najdete na tomto [odkazu](#) a vygenerovaný SVG soubor do ní stačí přetáhnout.



Tisk SVG souboru

SVG výstup může být použit v celé řadě tiskáren. Následující příklad ukazuje, jak může být soubor použit v pryskyřicové DLP tiskárně. S použitím upravené verze Klimenta Printron může být soubor SVG načten přímo a poslán do DLP projektoru. Osa Z se ovládají pomocí příkazů G-kód zasílaných přes printcore komponenty, což znamená, že může být použita standardní RepRap elektronika, jako je například RAMPS.

Obrázek 63 - Tisk SVG výstupu z ProjectLayeru



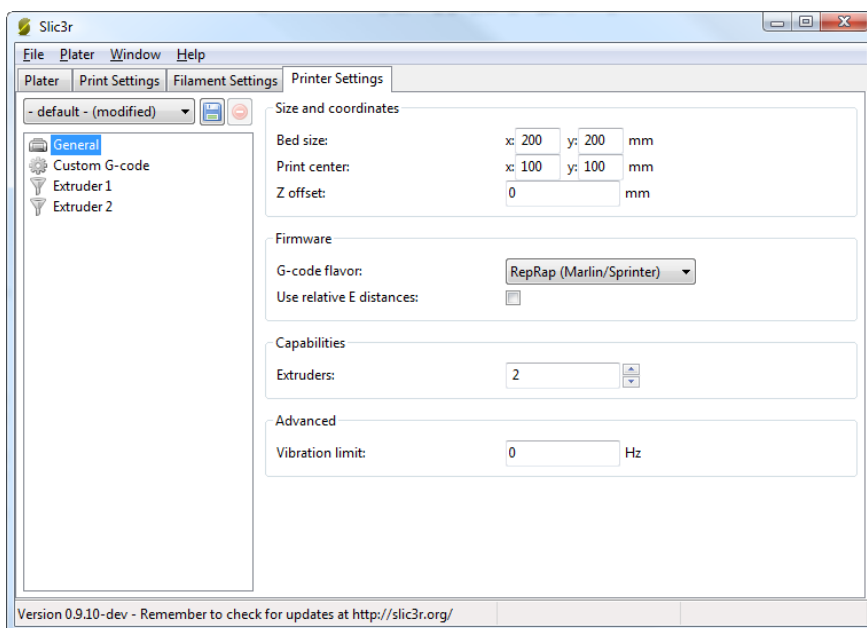
Tisk s více Extrudery

Tiskárna s více než jedním extruderem může být použita různými způsoby. Pokud máte model složený z více částí, které definují různé oblasti, můžete přiřadit každé z nich jiný extruder. Pokud máte jednoduchý model, můžete přiřadit různé role každému extruderu: například, pro tisk výplně můžete použít větší trysku, nebo můžete tisknout podpory z rozpustného materiálu.

Nastavení extruderů

V okně `Printer Settings` naleznete nastavení jednotlivých extruderů. Ve výchozím nastavení je dostupná konfigurace pouze pro jeden extruder, nicméně v obecných volbách (záložka `General`) ve skupině `Capabilities`, můžete nastavit jejich počet ve volbě `Extruders`. Zvýšením této hodnoty se okamžitě přidá v levém sloupci záložek odpovídající počet extruderů.

Obrázek 64 - nastavení tisku s více extrudery - nový extruder se přidá ihned do levé části okna



Každý extruder se definuje stejně jako první, nicméně je zde potřeba nastavit další parametry, které se týkají pouze přidávaných extruderů.

Obrázek 65 - nastavení pro 2. a další extruder

Position (for multi-extruder printers)

Extruder offset:

x: 0

y: 0

mm

Retraction when tool is disabled (advanced settings for multi-extruder setups)

Length:

10

mm (zero to disable)

Extra length on restart:

0

mm

Volbu `Extruder offset` použijte v případě, že váš firmware neřeší vzdálenost jednotlivých trysek od sebe (offset). Více informací se dozvíte nahlédnutím do dokumentace k vašemu firmware. Každý další přidávaný extruder by měl mít nastavenou pozici trysky vůči prvnímu extruderu, který má offset obvykle na souřadnicích 0,0. Pokud firmware ve vaší tiskárně již offset řeší, pak ve Slic3ru nastavte všechny offsety na 0,0.

Protože pracuje vždy jen jeden extruder, pak je potřeba materiál zasunout u nečinných extruderů zpět, stejně jako u běžného jedno-extruderového tisku, při cestovních pohybech, aby nedocházelo k samovolnému vytékání materiálu. A stejně tak se i v tomto případě délka vlákna, o kterou bude posunuto zpět, zadává v mm surového vstupního materiálu.

Nástroj pro změnu extruderu

Blok `Custom G-code` v okně `Printer Settings` umožňuje přidat vlastní příkazy G-code, které se provedou při požadavku na změnu extruderu během tisku. Stejně jako v ostatních částech kde je možné použít vlastní G-code, tak i tady je možné použít zástupné znaky odkazující na některé hodnoty tisku. Jako příklad uveďme proměnné `[previous_extruder]` a `[next_extruder]`.

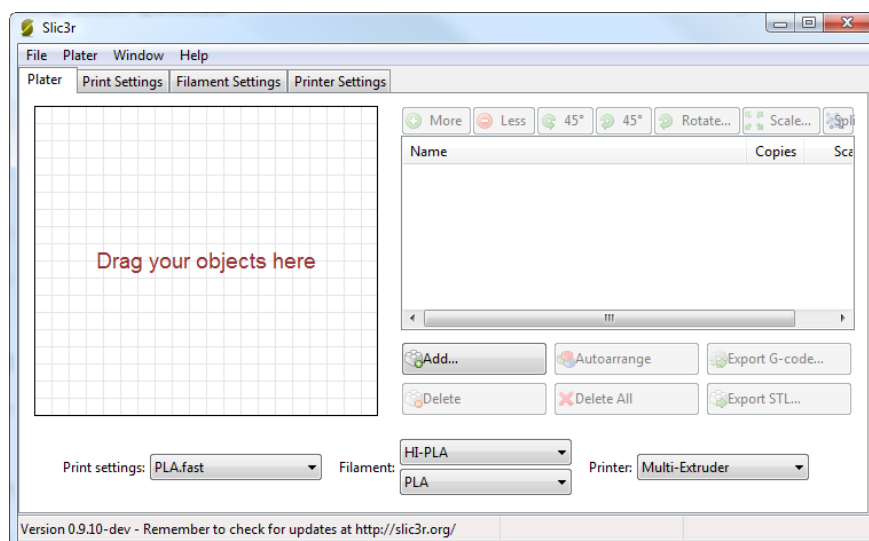
Obrázek 66 - při použití více extruderů, je možné vložit vlastní G-code



Přiřazení vlastností tiskového materiálu konkrétnímu extruderu

Pokud jste vybrali tisk s více extrudery, pak ve výchozím okně `Plater` můžete každému extruderu přiřadit druh materiálu.

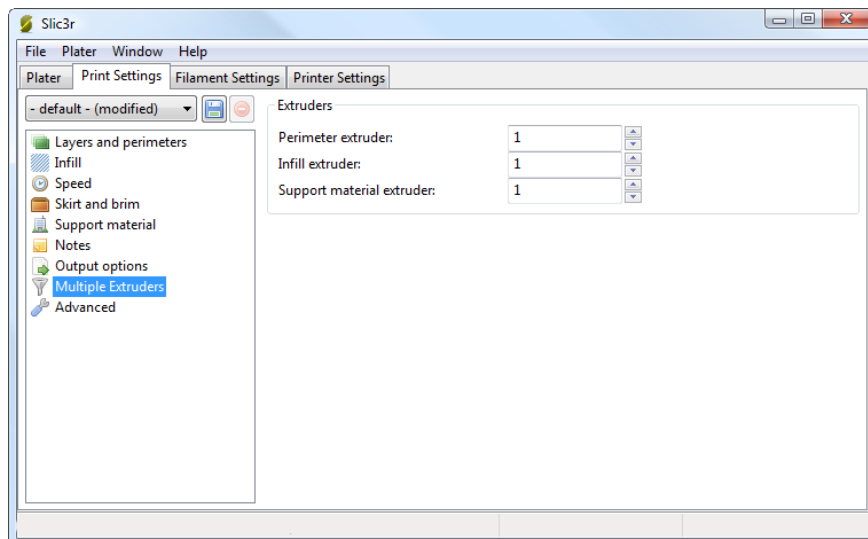
Obrázek 67 - více-extruderový tisk -výběr materiálu



Přiřazení extruderů pro jedno-materiálový model

Pro modely, které mají být tištěny z jednoho materiálu, je možné také využít více extruderů. Přiřazení jednotlivých extruderů pro specifické části modelu (perimetry, výplň, podpory) se nastavuje v okně **Print Settings** v záložce **Multiple Extruders**.

Obrázek 68 – více-extruderový tisk - nastavení tisku



Tisk více-materiálových modelů

Pokud už máte k dispozici více-materiálový tiskový podklad (AMF soubor) protože vámi používaný CAD software jej umí vytvořit sám, pak jej můžete otevřít ve Slic3ru běžným postupem stejně jako soubor STL. Přiřazení extruderů k jednotlivým částem modelu proběhne popořadě, tedy první část se bude tisknout extruderem č.1, druhá extruderem č.2 atd.

Vytvoření více-materiálového tiskového podkladu (soubor AMF)

Slic3r umí kombinovat STL soubory mezi sebou a vytvářet tak více-materiálové tisky AMF.

- Rozdělte ve vašem CAD program model po jednotlivých materiálech a vyexportujte každou část zvlášť jako STL soubor.
- Ve Slic3ru, vyberte položku menu **File -> Combine multi-material STL files...**
- Až se zobrazí dialogové okno pro výběr souboru, vyberte první část vašeho modelu, k té bude přiřazen extruder č.1, klikněte na tlačítko **Open** (otevřít) a budete vyzváni k výběru další části modelu, a postup opakujte. Pokud máte vybrány již všechny části modelu, klikněte na tlačítko **Cancel**.
- Následující dialogové okno vás vyzve k uložení vytvořeného více-materiálového tiskového podkladu do souboru AMF.

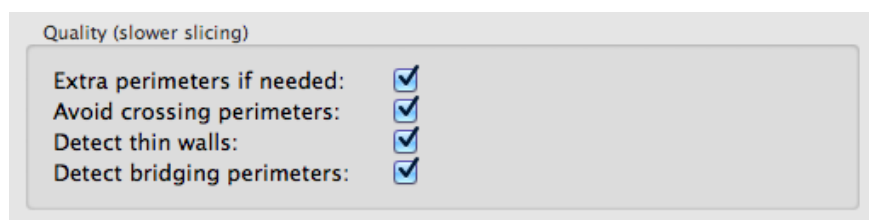
Po uložení souboru jej lze načíst a tisknout tak jak již bylo popsáno výše.

Vzorkové výtisky

Pokud chcete pouze otestovat model v reálném světě a nezáleží vám na kvalitě tisku ani, můžete změnit pár nastavení tak, aby bylo generování G-code a tisk co nejrychlejší.

Print Settings > Layers and perimeters > Quality

Obrázek 69 - nastavení kvality tisku



Tyto volby zajišťují hezčí a čistší tisk modelů, nicméně jejich výpočet je náročný na výkon procesoru a prodlužuje i dobu tisku. Pro návrh G-code a následný tisk testovacích vzorků nejsou tyto volby důležité.

- `Extra perimeters if needed`: Tato funkce kontroluje, zda se mají přidávat další obvodové vrstvy na šikmých plochách, které pomáhají skrývat vnitřní výplň, aby tak byl objekt hezčí.
- `Avoid crossing perimeters`: Tato funkce sleduje pohyby tiskové hlavy a snaží se minimalizovat případy, kdy dochází k pohybu trysky přes obvodové stěny. Tím se zabráňuje tomu, aby na stěnách modelu ulpíval samovolně vytečený materiál. Nicméně výpočet trasování cest tiskové hlavy se provádí pro každou vrstvu zvlášť, což je velmi náročné na procesorový čas, pokud teprve rozmísťujete model na podložce, nebo nepotřebujete mít model ve vysoké kvalitě, pak tuto volbu vypněte.
- `Detect thin walls`: Tato funkce se snaží detekovat místa, kde jsou obvodové stěny příliš tenké – především u malých perimetrů, a nenutí pak tiskárny takto tenké stěny vytlačovat, naopak použije průměr jejich osy a materiál přidá – opět náročné na výpočet a u modelů, kde nezáleží na kvalitě zbytečné.
- `Detect bridging perimeters`: Detekuje místa, kde tisk musí přemostit prázdná místa, přičemž pro tato místa se upravuje chlazení a rychlost tisku – stejně jako v předchozích případech náročné na výpočet.

Print Settings > Infill

Vzory výplní *Hilbert Curve*, *Archimedean Chords* a *Octagram Spiral* jsou obecně hodně pomalé jak na tisk, tak na generování G-code. Je dobré se těmito výplním při tisku, kde nezáleží na kvalitě, vyhnout, obzvláště pokud chcete zkrátit čas přípravy.

Print Settings > Advanced > Resolution

Ve výchozím nastavení Slic3r nezjednodušuje geometrii modelu a snaží se všechny detaily nějak převést do výstupního G-code. Mnohdy ale takto přesný model ani sama tiskárna není schopna vytisknout v tak vysokém rozlišení, takže je vhodné hned výchozí podklad modelu

zjednoduší, obzvláště v případě kdy kvalita tisku není rozhodujícím parametrem. Toho lze dosáhnout nastavením rozlišení na hodnotu kolem 0,05 nebo dokonce až 0,1.

Print settings > Advanced > Threads

(Tento bod platí pro všechny druhy tisku, nejen pro tisk s nízkou kvalitou) Mnoho vnitřních algoritmů ve Slic3ru podporuje zpracování v paralelních vláknech. Tedy je dobré Slic3ru umožnit zpracování v tolika vláknech kolik procesorových jader je ve vašem počítači.

Využití příkazové řádky

Téměř všechny funkce Slic3ru jsou dostupné z příkazové řádky. To lze využít pro volání Slic3ru z různých skriptů nebo když chcete instalovat Slic3r na server bez periférií.

Chcete-li získat úplný seznam všech příkazů, které jsou z příkazové řádky dostupné, pak stačí spustit:

```
slic3r --help
```

Poznámka: možná bude třeba změnit text `slic3r` jménem nebo celou cestou k spustitelnému souboru Slic3ru, na jednotlivých systémech to může být:

- `slic3r-console.exe` na systému Windows
- `slic3r` na systémech GNU/Linux
- `Slic3r.app/Contents/MacOS/slic3r` na systémech MacOS X
- `perl slic3r.pl` na všech platformách, pokud spouštíte Slic3er z Git/zdrojového kódu

generování G-code

Pro rozřezání modelu do G-code stačí dát Slic3ru jako parametr patřičný model a jakoukoliv konfiguraci kterou chcete použít:

```
slic3r my_model.stl --layer-height 0.2
```

Takto se vygeneruje soubor pojmenovaný `my_model.gcode` který bude ve stejném adresáři jako vstupní STL soubor. Můžete ale výstupní soubor umístit kamkoliv a pojmenovat jej libovolně:

```
slic3r my_model.stl --layer-height 0.2 --output /path/to/output.gcode
```

Argumentem pro `--output` může být také pouze adresář, v tom případě se soubor pojmenuje automaticky dle nastaveného schématu (které lze změnit pomocí příkazu `--output-filename-format`).

Options

Chcete-li získat úplný seznam všech příkazů, parametrů a přepínačů, které jsou z příkazové řádky dostupné, pak stačí spustit:

```
slic3r --help
```

Mnoho přepínačů akceptuje hodnotu jako parametr, například `--layer-height 0.2` nebo `--perimeters 3`. Existuje ale i řada přepínačů, typu boolean které parametr nepotřebují, například: `--wipe` nebo `--avoid-crossing-perimeters`. Pokud chcete tyto volby negovat, pak stačí před přepínač přidat prefix `--no-` (jako například: `--no-wipe` nebo `--no-avoid-crossing-perimeters`).

Některé přepínače, včetně těch, které se týkají více-extruderového tisku, přijímají I více parametrů. Stačí je tedy připojit vícekrát:

```
slic3r --infill-extruder 2 --nozzle-diameter 0.35 --nozzle-diameter 0.5
```

Načtení konfigurace

Poznámka: všechna nastavení v kartách *print/filament/printer* která jsou přednastavena v grafickém režimu, jsou při spuštění příkazu v příkazové řádce úplně ignorovány. Slic3r tedy v příkazové řádce vždy vychází z výchozího nastavení.

Pokud chcete vaše nastavení z grafického režimu použít, pak jej musíte vyexportovat pomocí položky menu *File -> Export Config*. Tím vytvoříte INI soubor, který můžete z příkazové řádky načíst:

```
slic3r my_model.stl --load my_config.ini
```

Přednastavené volby v INI souboru můžete přepsat připojením jejich přepínače:

```
slic3r my_model.stl --load my_config.ini --fill-pattern concentric
```

Můžete také vytvořit samotný konfigurační soubor INI přímo z příkazového řádku:

```
slic3r --nozzle-diameter 0.35 --filament-diameter 2.85 \  
--temperature 185 --first-layer-temperature 195 --layer-height 0.2 \  
--save my_config.ini
```

Pokud patříte mezi pokročilejší uživatele, pak můžete rozdělit konfiguraci do více INI souborů a ty pak připojovat postupně pomocí `--load` přepínače.

Další možností, jak používat předvolby na kartách *print/filament/printer* je spouštět grafické rozhraní Slic3ru s přepínačem `--autosave`:

```
slic3r --autosave my_config.ini
```

Tím docílíte toho, že veškeré změny, které provedete v grafickém rozhraní, se vždy uloží do zadaného INI souboru a tedy budete mít vždy k dispozici poslední konfiguraci, kterou jste použili, tu můžete opět připojit v příkazové řádce pomocí přepínače `--load`.

Zpracování více vstupních souborů najednou

Pokud Slic3ru předáte více vstupních souborů najednou, pak je Slic3r zpracuje postupně a pro každý z nich vygeneruje patřičný G-code

```
slic3r model1.stl model2.stl model3.stl
```

příkaz výše vygeneruje soubory: *model1.gcode*, *model2.gcode*, *model3.gcode*.

Chcete-li zpracovat více souborů a vložit je do jedné tiskové úlohy, pak můžete použít přepínač `--merge` (nebo `-m`):

```
slic3r -m model1.stl model2.stl model3.stl
```

Tento příkaz pak vygeneruje pouze jeden soubor *modell.gcode* obsahující všechny tři modely (samozřejmě můžete použít volbu `--output` popisovanou výše, a upravit jméno výstupního souboru). Poznámka: modely se automaticky rozmísťují na podložce, což funguje nejlépe, pokud jsou všechny modely přibližně stejně velké.

Umísťování modelů na souřadnice v G-code

Vstupní soubor(nebo soubory) budou umístěny kolem bodu definovaného přepínačem `--print-center`:

```
slic3r my_model.stl --print-center 40,40
```

Ve výchozím nastavení je tento bod na souřadnicích 100,100.

Opravování chyb modelu

Slic3ru můžete využít i k opravě chyb ve vašem modelu z příkazového řádku:

```
slic3r --repair my_model.stl
```

Tento příkaz vygeneruje soubor s názvem *my_model_fixed.obj* který bude uložen do stejného adresáře jako je vstupní soubor. Tento výstupní soubor už není editovatelný, stejně jako výstupní formát OBJ, který je upřednostňována před STL, liší se ale tím, že na rozdíl od STL formátu, OBJ formát nepovoluje numerické chyby a odchylky. Většina 3D aplikací a i Slic3r je ale schopen tyto soubory číst.

k získání informací o souboru lze použít přepínač `--info`:

```
slic3r --info cube.stl
Info about cube.stl:
  size:                x=20.000 y=20.000 z=20.000
  number of facets:    12
  number of shells:    1
  volume:              8000
  needed repair:       no
```

Řezání modelů

Slic3ru můžete využít také k řezání vašeho modelu z příkazového řádku:

```
slic3r --cut 10.2 my_model.stl
```

Tento příkaz vygeneruje dva soubory ve stejném adresáři, kde byl vstupní soubor. Soubory budou pojmenované *my_model_lower.stl* a *my_model_upper.stl*.

Poznámka: Model bude automaticky umístěn do roviny $z = 0$ před řezáním, tedy argument pro přepínač `--cut` je vztažen k dolní části objektu, nikoliv k původnímu systému souřadnic.

Vkládání Slic3ru do dalších aplikací

Následující přepínače jsou užitečné zejména, pokud chcete Slic3r využít jako součást jiných aplikací:

- `--no-plater` spustí Slic3r jen v režimu konfigurace, tím předejdete zmatku v případě, že hostitelská aplikace disponuje vlastním zobrazením modelu;
- `--autosave` bude automaticky exportovat naposledy zvolené konfigurace do souboru (viz výše uvedený odstavec o konfiguraci);
- `--gui-mode` může přebírat parametr `simple` nebo `expert` a spustí Slic3r v příslušném režimu, s tím že ignoruje poslední nastavení volby režimu.
- `--datadir` za kterým následuje cesta ke zvolenému adresáři, nastaví Slic3ru místo, odkud si má načítat a kam má ukládat své nastavení (Více informací v kapitole „*Nastavení vlastního pracovního adresáře*“)

Post-Processing skripty

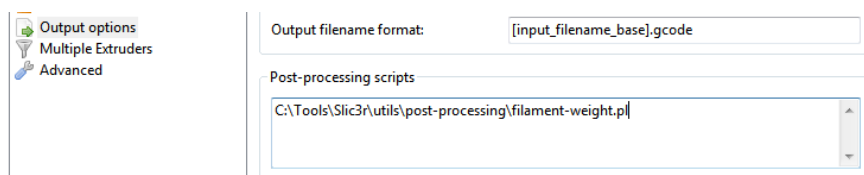
Mohou nastat situace, kdy je potřeba Slic3rem již vygenerovaný G-kód vylepšit nebo změnit. Z tohoto důvodu je zde možnost spustit libovolný skript jako součást závěrečných kroků v procesu generování.

Příklady takových skriptů můžete najít v [GitHub repository](#) nebo na [RepRap forum](#).

Note: post-processing script mohou být psané v jakémkoli programovacím jazyce (Perl, Python, Ruby, Bash a podobně.). Pouze musí být spustitelné a jako parametr akceptovat cestu k souboru s vygenerovaným G-code

V sekci `Print Settings -> Output options` najdete volbu `Post-processing scripts`. Tam zadejte absolutní cesty ke každému skriptu oddělené od sebe středníkem. Všechny skripty musí být na vašem operačním systému spustitelné.

Obrázek 70 - přidání post-processing skriptů



Každému skriptu bude předána absolutní cesta k souboru G-kódu, který Slic3r vygeneruje. Skript musí G-code upravit v in-place režimu, případně může nový výstup uložit do temporary souboru a tím pak přepsat původní.

Všechny volby nastavení Slic3ru, se kterými je G-code generován, jsou skriptům volně dostupné, a všechny začínají řetězcem `SLIC3R_`, například: `SLIC3R_LAYER_HEIGHT`. Následující skript G-code nemění, pouze vypíše veškerá nastavení Slic3ru na standardní výstup:

```
#!/bin/sh
echo "Post-processing G-code file: $*"
env | grep ^SLIC3R
```

Z bezpečnostních důvodů nelze skriptům předávat další argumenty, nicméně stačí napsat skriptu obálku.

Perl example

In-place režim Perlu (`perl -i`) usnadňuje upravit obsah G-code souboru, aniž by bylo nutné jej kopírovat, upravovat a pak nahradit původní. Následující příklad jednoduše vypíše obsah G-code souboru na standardní výstup:

```
#!/usr/bin/perl -i
use strict;
use warnings;

while (<>) {
```



```
# modify $_ here before printing  
print;  
}
```

Pokud se vám vrátí chyba *can't do inplace edit without backup* při zpracování post-process skriptu, zkuste přidat `$_ = '._bak';` před `while` cyklus. Tím se vytvoří záložní soubor s vygenerovaným G-code. Systém Windows nemá rád, když dva programy sahají na stejný soubor současně, takže zde je záloha nutná.

Flow Math

Tato stránka vysvětluje matematický model, používaný ve Slic3ru, k určení množství vytlačovaného materiálu. Dokumentace je nabídnuta jako referenční podklad pro připomínky a požadavky které by mohly vézt k pokusu o navržení lepšího modelu.

Pojem: „šířka extruze“

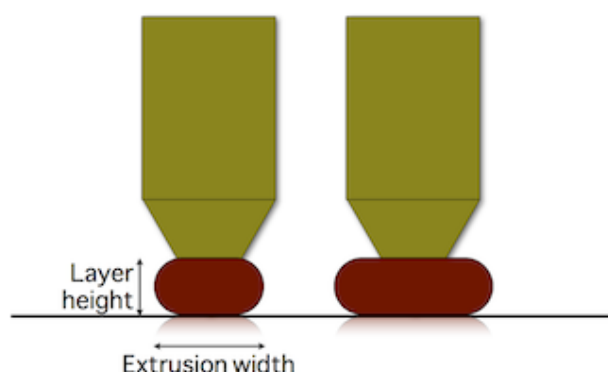
Dvě hlavní otázky, které ovlivňují funkci Slic3ru:

1. **Jak daleko od sebe** by měly být extrudované cesty, aby se docílilo pěkně souvislého povrchu?
2. **Kolik materiálu** se musí vytlačit na tyto cesty?

Pokud jsou dvě sousední cesty **příliš blízko** u sebe, nebo pokud do nich bude vytlačeno **příliš mnoho materiálu**, pak se budou překrývat. Naopak pokud budou cesty **příliš daleko** od sebe, nebo do nich bude vtlačeno **příliš málo materiálu**, pak mezi nimi budou viditelné mezery a může dojít i k jejich rozpojení, protože se špatně slepí.

Změnou vytlačovaného **množství materiálu** nebo změnou **rychlosti pohybu trysky**, můžeme ovlivnit šířku vytlačované cesty.

Obrázek 71 - šířka vytlačované cesty



Silnější cesty se budou **lépe spojovat** s předchozí vrstvou, čímž docílíme lepších mechanických vlastností, ale zase model nebude rozměrově tak přesný, zaplní se malé mezery a úzké křivky. (bude potřeba vrtat díry pro šroubky, nebude možné zasouvat do úzkých míst potřebné součástky a podobně). Naopak **tenké cesty** se **hůře spojí** s podkladem, ale zase dosáhneme větší rozměrové přesnosti.

Nicméně berte na vědomí, že šířka cesty je ovlivnitelná pouze na existujícím podkladu, (předchozí vrstva, nebo podložka). Pokud **tisknete do vzduchu** (například při tisku přemostění), výsledný tvar vlákna bude vždy **kulatý**, a bude odpovídat **průměru trysky**:

Obrázek 72 - tvar vlákna při tisku přemostění



Ve skutečnosti, pokud snížíte při tisku do vzduchu průtok materiálu, pak budou vlákna sice stále kulatá ale tenčí., což jde jen do určité míry, kterou ovlivňuje viskozita materiálu, po té dojde k přetržení vláken a přemostění se zbortí. Pokud naopak materiál přidáme, tvar vláken se nezmění (stále bude odpovídat tvaru trysky), ale vlákna budou prověšená.

Takže začneme od definice:

Šířka Extruze je **tloušťka jednoho vytlačovaného vlákna** a to buď do volného prostoru, nebo nad podložkou. Není to tedy jen vzdálenost dvou sousedních drah, protože obecně se aplikuje vždy částečné překrytí těchto drah tak, aby se docílilo lepšího spojení vláken.

Přemostění: jednoduchý případ

Jak již bylo vysvětleno výše, při tisku do vzduchu je jen jeden správný průtok materiálu. Takový, při kterém se vlákna neprověšují, ale ani netrhají. Vlákna jsou **kulatá** a odpovídají **průměru trysky**. Vzdálenost mezi jednotlivými drahami je nastavena tak, aby se vlákna jen **dotýkala** a nebyly mezi nimi mezery, tedy odpovídá přesně průměru trysky. (u tisku přemostění se vlákna nesmí překrývat, protože je prokázáno, že se pak popotahují)

Množství materiálu na délkovou jednotku je tedy odvozeno od kruhového tvaru a rozměru trysky:

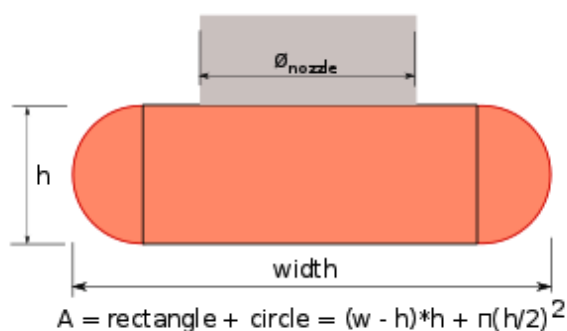
$$E = (\text{nozzle_diameter}/2)^2 * \pi$$

Extruze na pevnou podložku

V tomto případě nastává otázka: **jaký tvar** bude mít výsledná cesta? Víme, že výsledný tvar bude horizontálně rozmáčkнутý, ale bude mít tvar obdélníku nebo bude oválný? Jaké maximální šířky dráhy je možné docílit z konkrétního průměru trysky, než se plast začne po stranách ohýbat nahoru?

Slic3r předpokládá, že tvar příčného řezu vytlačované dráhy je obdélníkový s půlkruhovými konci. Takže vztah mezi požadovanou šířkou vytlačování a objemem materiálu je následující:

Obrázek 73 - poměr materiálu a šíře dráhy



Když je šířka vytlačované dráhy menší než výška vrstvy, tvar vlákna je nepředvídatelný takže se používá pouze vzorec pro obdélníkový tvar. Ale důrazně se nedoporučuje používat tohoto poměru při extruzi.

Výše uvedená formulace poskytuje funkci, která v závislosti na šíři vytlačování a výškou vrstvy definuje požadované množství materiálu na jednotku délky:

```
E = f(extrusion_width, layer_height)
```

Rozteč drah

Dobře, teď víme, kolik materiálu vytlačovat, abychom vytvořili jednu dráhu o požadované šíři. Ale **o kolik bychom měli dráhy překrývat**, abychom docílili dokonalého propojení?

Předpokládejme, že se dráhy nepřekrývají, tedy se pouze dotýkají na tečnách, a tudíž je mezi nimi prázdný prostor (žlutá):

Obrázek 74 - nepřekrývající se vlákna



Spočítáme tedy průměr prázdné plochy řezu:

```
void_area = layer_height^2 - (layer_height/2)^2 * PI
```

Ideálně bychom rádi zaplnit všechno prázdné (žluté) místo a vrstvu tak dokonale uzavřely, nicméně je velmi nepravděpodobné že druhá extruze vyplní celý prostor který vznikl během předchozí, takže stejně nějaké prázdné místo zůstane. Tedy výsledné překrytí lze vyjádřit nějak takto:

```
0 < overlap_factor*void_area < void_area
```

Když bude `overlap_factor` někde mezi 0 – 1, pak reprezentuje, kolik % zůstane nevyplněno. Je velmi těžko toto číslo určit a v minulosti se experimentovalo s různými hodnotami, a nejspíše hodně záleží na vlastnostech plastu a jeho viskozitě, nicméně někteří uživatelé si stále stěžovali, že tisk je velmi řídký. Nyní je `overlap_factor` nastaven na 1, tedy chyba se přesunula spíše do oblasti, že materiálu je více než je potřeba, tedy nestane se, že by materiálu bylo málo.

Rozteč cesta je tedy:

```
spacing = extrusion_width - layer_height * (1 - PI/4)
```

Rozumné výchozí nastavení

Slic3r dovoluje uživateli definovat šířku vytlačování manuálně, zvláště pro každý typ extruze, (obvodové stěny, výplň, podpory atd.), ale pokud nejsou tyto hodnoty zadány, pak ve výchozím nastavení jsou zadány rozumné průměry.

Pro poslední vnější dráhu ve vrstvě, (*external perimeters*) má Slic3r ve výchozím nastavení velmi **tenkou šířku extruze**, která se rovná $\text{průměr_trysky} * 1.05$. To je považováno za nejmenší bezpečnou šířku extruze. Tato tenká vnější dráha poskytuje modelu **větší přesnost** a minimalizuje chyby průtoku způsobené nepravidelností průměru surového vlákna.

Šířka extruze pro ostatní tisk se počítá z průřezu trysky (za použití definovaného průměru trysky) a množství dodávaného materiálu na požadovanou délku pohybu trysky. Jinými slovy, šířka extruze je definována **rychlostí pohybu trysky a průtokem materiálu tryskou**. Smyslem je najít takový maximální průtok, který minimalizuje boční zvlnění. Takto vypočtená hodnota je omezena na maximální hodnotu definovanou vztahem $\text{průměr_trysky} * 1.7$, s výjimkou tisku výplně, kde je použito maximální množství materiálu.

Prostorové chyby v tisku

Pokud nejste spokojeni s rozměrovou přesností vašich modelů, pak se nejprve ujistěte, že máte správně nastaveno vše ve **firmware** vaší tiskárny. Jedná se především o konfiguraci počtu **kroků/mm** u krokových motorů zajišťujících **pohyby os X,Y a Z**. Tyto hodnoty musí být správně nastaveny, dle rozměrů kladek časovacích řemenů, a závitových(trapézových) tyčí. Nekalibrujte tyto hodnoty metodou pokus – omyl, protože tyto hodnoty by měli být naprosto přesné. Případně použijte kalkulačku od Josefa Průši ([Calculator](#)).

Chyby ve svislé ose

Pokud je chyba v rozměru modelu ve vertikálním směru,(to jest **ve směru osy Z**) a váš vytištěný model je nižší než by měl být (což je nejčastější případ), pak to obvykle znamená, že **tryska je příliš nízko** a první vrstva je velmi stlačená na podložce. Tento problém odstraníte tím, že posunete nahoru end-stop osy Z, nebo nastavíte větší hodnotu pro Z offset ve Slic3ru.

Chyby ve vodorovné ose

Nejčastějším problémem je, že jsou na výtisku malé otvory. To může být způsobeno mnoha různými důvody. Proberme je tedy jeden po druhém:

Tepelná roztažnost plastu

Každý plastový materiál se **při ochlazení smršťuje**. Každý druh plastu má jinou tepelnou roztažnost, která může být navíc závislá na teplotě tisku. Tedy obvod každého kruhového otvoru nebo polygonu, tištěného extruderem se během ochlazování zmenšuje, čímž se zmenší i výsledný průměr otvoru.

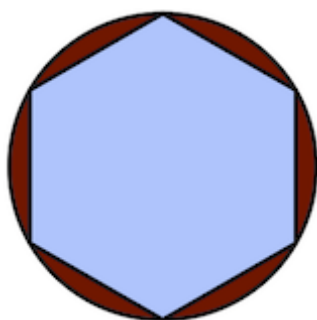
Příliš materiálu uvnitř kruhu

Když se vytlačuje vlákno po kruhové dráze pak se vloží více materiálu na délkovou jednotku na vnitřní straně takové dráhy, což znamená, že průměr otvoru se zmenší. Toto ve Slic3ru řešil kompenzační algoritmus ([compensation algorithm](#)), který navrhl Adrian Bowyer, ale mnoho uživatelů si stěžovalo, že otvory jsou pak příliš velké, proto byl tento algoritmus odstraněn, jelikož menší otvor je lepší než větší, protože jej lze opravit vrtáním.

Kruhové tvary jsou zjednodušeny do polygonů

Model v STL souboru je složen jen z malých trojúhelníkových ploch, tedy veškeré křivky musí být rozloženy do polygonů. Například kruhový otvor je reprezentován jako polygon o n vrcholech, viz obrázek:

Obrázek 75 - kruhový otvor je rozdělen do polygonu



Zvětšením **počtu vrcholů polygonu** ve vašem CAD programu, ještě před exportem objektu do STL souboru, můžete výrazně zvýšit přesnost. Uživatelé, kteří používají OpenSCAD, mohou použít funkci `polyhole()` vyvinutou nophead, která dopočítává optimální počet vrcholů těchto polygonů.

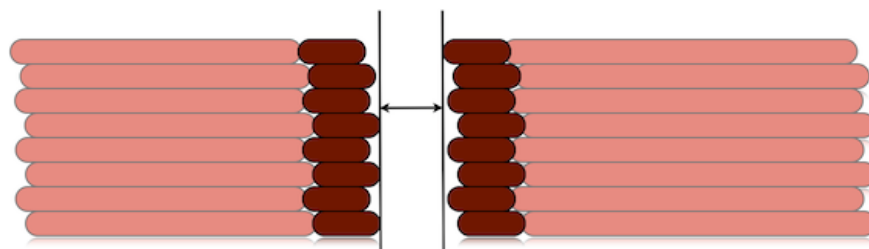
Tištěné vlákno se přes rohy napíná

Vzhledem k tomu že jsou křivky zjednodušeny do polygonů, mají spousty vrcholů. Při jejich tisku a následném smršťování tištěného vlákna, **má plast tendenci se přes rohy napínat**, čímž opět dochází ke zmenšení vnitřního průměru všech otvorů v modelu.

Zvlnění stěn ve vertikálním směru – Z wobble

V případě, že rozměr jednotlivé vrstvy je naprosto přesný, ale jednotlivé vrstvy na sebe nejsou přesně naskládány, opět dochází k tomu, že otvor se jeví jako malý. Nepřesnému, ale pravidelnému poskládání vrstev se říká Z-wobble a tento jev je způsoben mechanickou chybou v ose Z:

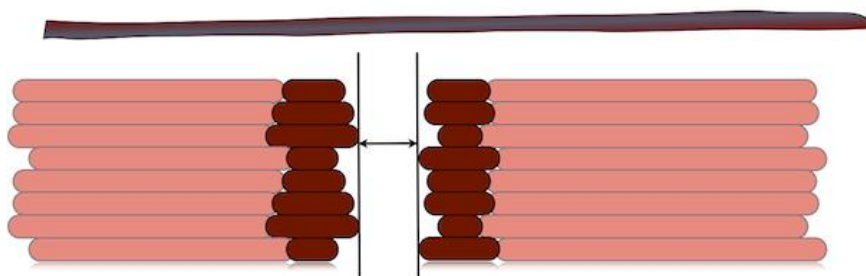
Obrázek 76 - nepřesné poskládání vrstev v ose Z (Z-Wobble)



Nepravidelnost v šířce vlákna

Nekvalitní a středně kvalitní tiskové materiály **nemají vždy přesný průřez v celé své délce**. Pokud budete měřit jejich průměr na jednom metru délky, naměříte mnoho různých hodnot. Navíc některé tyto materiály nemají ani přesně kruhový průřez. Tyto rozdíly průřezu materiálu způsobují **nepravidelnosti v šířce extruze** v jednotlivých částech modelu a vrstvách, čímž opět dochází ke zmenšení vnitřních průměrů otvorů v modelu:

Obrázek 77 - chyba způsobená nekvalitním tiskovým materiálem



Vůle

Vůle je mechanickou poruchou jedné nebo více os. Při změně směru chodu motoru, se osa chvíli nepohybuje, nebo nereaguje okamžitě. Vůle je způsobena volnými řemeny pohánějícími osy. Obvykle, u tiskáren s pohyblivým stolcem se tento problém týká osy Y, protože jsou zde výrazné setrvačné síly. Tedy pokud možno **zkontrolujte napnutí všech řemenů** os X a Y, a pokud je potřeba, **napněte je**. Neexistuje žádný způsob, jak tento mechanický problém řešit softwarově.

Flow math

Dobrá, všechny výše zmíněné chyby nejsou způsobeny Slic3rem, tedy musí být odstraněny **dříve**, než začnete dělat jakékoliv softwarové úpravy.

To znamená, že matematický model extruze ve Slic3ru je důležitý pro tisk modelů ve správných rozměrech, protože se snaží spočítat množství vytlačovaného materiálu, tedy šířky vytlačovaného vlákna s ohledem na prostorové umístění v dané vrstvě modelu. Jakékoliv odhadování zde ale vede k chybám. Běžně se uživatelé snaží ladit tisk nastavením hodnoty *Extrusion Multiplier*, což sníží/zvýší množství plastu během extruze, což ale ovlivňuje i pevnost a povrch modelu, tedy to není ideální řešení.

Pro větší přesnost tisku prvně zkontrolujte nastavení **External Perimeters First**, protože pokud jsou vnější stěny tištěny jako první, pak se zabrání deformacím na vnějších stěnách způsobených překrýváním vytlačovaných vláken. Na druhou stranu, pokud jsou vnitřní stěny tištěny jako první, pak se lépe schovají švy na stěnách modelu. Záleží tedy na vás, zda upřednostníte přesnost před vizuální stránkou modelu.

Nově je možné nastavit také volbu **XY Size Compensation**, která umožňuje proporcionální kompenzaci rozměrů modelu v rovině horizontálního řezu. Předpokládejme, že otvory ve vašem objektu jsou po vytištění menší o 0.1mm, pak zadejte do této volby hodnotu -0.05 (záporné číslo znamená, že se objekt smrští dovnitř).

Z Wobble

Pravidelné zvlnění ve stěnách objektu je většinou způsobeno kolísáním osy Z. Podrobnou analýzu tohoto problému najdete v článku "[Taxonomy of Z axis artifacts in extrusion-based 3d printing](#)" od [whosawhatsis](#). Nicméně jedna z obvyklých příčin kolísání osy Z je, že kroky krokových motorů neodpovídají stoupání závitových tyčí. Tento problém lze řešit nastavením výšky vrstvy na násobek celého kroku krokového motoru.

Seznam obrázků:

Obrázek 1 - uvítací obrazovka průvodce konfigurací	4
Obrázek 2 - obrazovka výběru typu firmware	4
Obrázek 3 - obrazovka konfigurace rozměrů tiskové podložky	5
Obrázek 4 - nastavení průměru trysky	5
Obrázek 5 - okno průvodce pro nastavení průměru filamentu	6
Obrázek 6 - nastavení teploty hot-endu	7
Obrázek 7 - nastavení teploty vyhřívané tiskové podložky	7
Obrázek 8 - dokončení konfigurace průvodcem	8
Obrázek 9 - on-line CAD nástroj Shapemith	11
Obrázek 10 - nástroj Plater ve Slic3ru	11
Obrázek 11 - RepRap model Minimug	12
Obrázek 12 - načtený STL model ve Slic3ru	12
Obrázek 13 - okno Preferences	15
Obrázek 14 - režim Simple: nastavení tisku.	15
Obrázek 15 - nedostatečný počet horních vrstev	16
Obrázek 16 - Vytvoření vázy z plného modelu	17
Obrázek 17 - příklad objektu tištěného s podporou (support material)	18
Obrázek 18 - příklad použití Brim	18
Obrázek 19 - režim Simple : nastavení filamentu	19
Obrázek 20 - režim Simple: Printer Settings	20
Obrázek 21 - režim Expert - nastavení rychlosti pohybů tiskárny	22
Obrázek 22 - Nastavení vzoru výplně	24
Obrázek 23 – výplň: Line (344.51mm / 5m:20s)	24
Obrázek 24 - výplň: Rectilinear (350.57mm / 5m:23s)	24
Obrázek 25 - výplň: Concentric (351.80mm / 5m:30s)	24
Obrázek 26 - výplň: Honeycomb (362.73mm / 5m:39s)	24
Obrázek 27 - výplň: Hilbert Curve (332.82mm / 5m:28s)	24
Obrázek 28 - výplň: Archimedean Chords (333.66mm / 5m:27s)	24
Obrázek 29 - výplň: Octagram Spiral (318.63mm / 5m:15s)	25
Obrázek 30 - porovnání výplňových vzorů u složitějšího modelu. Zleva doprava: honeycomb, line ...	25
Obrázek 31 - Infill patterns at varying densities. Left to Right: 20%,40%,60%,80%. Top to Bottom: Honeycomb, Concentric, Line, Rectilinear, Hilbert Curve, Archimedean Chords, Octagram Spiral	26
Obrázek 32 - rozšířené nastavení tisku výplně	27
Obrázek 33 - nastavení tzv. odjíždění	28
Obrázek 34 - nastavení Skirt - ohraničení	29
Obrázek 35 - příklad Brim - okraje první vrstvy	30
Obrázek 36 - ukázka strategie chlazení Slic3ru	31
Obrázek 37 - nastavení chlazení modelu	32
Obrázek 38 - nastavení pro tisk podpor	33
Obrázek 39 - model hrnku nakloněný o 45°	33
Obrázek 40 - výplň podpory: Rectilinear	34
Obrázek 41 - výplň podpory: Rectilinear Grid	34
Obrázek 42 - výplň podpory: Honeycomb	34

Obrázek 43 - příklad vzoru podpory otočeného o 45°	34
Obrázek 44 - nastavení šířky vytlačovaného vlákna.....	35
Obrázek 45 - nastavení postupného tisku.....	35
Obrázek 46 - volný prostor kolem válce hotendu	36
Obrázek 47 - příklad modelu, na kterém bude zvýrazněna přednost variability výšky vrstev.....	37
Obrázek 48 - příklad rozložení vrstev v normálním režimu.....	37
Obrázek 49 - informace o tiskovém modelu – záložka info	38
Obrázek 50 - nastavení variabilní výšky vrstev.....	38
Obrázek 51 - stejný model s variabilním nastavením vrstev.....	39
Obrázek 52 - ukázka výtisku s variabilní výškou vrstvy	39
Obrázek 53 - příklad s vynechanými vrstvami.....	39
Obrázek 54 - uložení profilu	40
Obrázek 55 - mazání profilu	41
Obrázek 56 - NetFabb Studio - oprava modelu	43
Obrázek 57 - NetFabb Studio: export části modelu	44
Obrázek 58 - NetFabb Cloud Services	44
Obrázek 59 - FreeCad – oprava modelu	45
Obrázek 60 - příklad vrstvy ve formátu SVG	46
Obrázek 61 - SVG soubor zobrazený v prohlížeči	46
Obrázek 62 - prohlížeč SVG souborů	47
Obrázek 63 - Tisk SVG výstupu z ProjectLayeru	47
Obrázek 64 - nastavení tisku s více extrudery - nový extruder se přidá ihned do levé části okna.....	48
Obrázek 65 - nastavení pro 2. a další extruder	48
Obrázek 66 - při použití více extruderů, je možné vložit vlastní G-code.....	49
Obrázek 67 - více-extruderový tisk -výběr materiálu.....	49
Obrázek 68 – více-extruderový tisk - nastavení tisku.....	50
Obrázek 69 - nastavení kvality tisku.....	51
Obrázek 70 - přidání post-processing skriptů.....	57
Obrázek 71 - šířka vytlačované cesty	59
Obrázek 72 - tvar vlákna při tisku přemostění	59
Obrázek 73 - poměr materiálu a šíře dráhy	60
Obrázek 74 - nepřekrývající se vlákna	61
Obrázek 75 - kruhový otvor je rozdělen do polygonu.....	64
Obrázek 76 - nepřesné poskládání vrstev v ose Z (Z-Wobble)	64
Obrázek 77 - chyba způsobená nekvalitním tiskovým materiálem.....	65

