

PŘÍRUČKA 3D TISKAŘE

UŽIVATELSKÝ MANUÁL 3D TISKÁREN:

- ORIGINAL PRUSA i3 MK2S KIT 1.75MM
- ORIGINAL PRUSA i3 MK2S 1.75MM



PRUSA
RESEARCH
by JOSEF PRUSA

PRUSA RESEARCH S.R.O.
Partyzánská 188/7A
170 00 Praha
www.prusa3d.cz
info@prusa3d.cz



Aktuální Příručku 3D tiskaře naleznete na stránce <http://www.prusa3d.cz/ovladače/> (ke stažení ve formátu PDF).

RYCHLÝ PRŮVODCE PŘED PRVNÍM TISKEM

1. Prostudujte si základy bezpečnosti ([strana 7](#))
2. Umístěte tiskárnu na stabilní podklad ([strana 12](#))
3. Stáhněte si a nainstalujte ovladače ([strana 44](#))
4. Zkalibrujte tiskárnu dle postupu kalibrace ([strana 14](#))
5. Vložte do tiskárny SD kartu a zkuste první tisk ([strana 29](#))



Tipy, rady nebo důležité informace, kterou vám pomohou při práci s tiskárnou.



Zpozorněte! Část textu označená tímto symbolem vyžaduje maximální pozornost.



Text označený tímto symbolem se týká pouze stavebnice.

Pár slov o autorovi tiskárny

Josef Průša (* 23. 2. 1990) se o fenomén 3D tisku začal zajímat už před nástupem na Vysokou školu ekonomickou v roce 2009 - nejprve to byl koníček, nová technologie otevřená úpravám a vylepšením. Z koníčku se brzy stala náplň nejen volného času a Josef se stal se jedním z hlavních vývojářů mezinárodního open source (veškeré práce jsou volně dostupné pro jakékoli použití) projektu RepRap Adriana Bowyera. Dnes se s designem Prusa v různých verzích můžete potkat po celém světě, jedná se o jednu z nejpoužívanějších tiskáren a patří jí zásluhy o rozšíření povědomí o technologii 3D tisku mezi běžné lidi.

Jeho práce na sebereplikačních tiskárnách (po zprovoznění můžete tisknout součástky na další tiskárny) stále pokračují a v současnosti je k dispozici třetí iterace Prusa i3. Ta je neustále inovovaná a vy jste si právě poříдили její nejnovější verzi. Kromě hardwarových vylepšení tiskárny je hlavním cílem, aby technologie byla více dostupná a srozumitelnější pro všechny uživatele.

Josef Průša také pořádá workshopy pro veřejnost, účastní se odborných konferencí, věnuje se popularizaci 3D tisku. Přednášel například na konferencích TEDx v Praze nebo ve Vídni, na WorldMaker Faire v New Yorku, MakerFaire v Římě nebo na Open Hardware Summit při MIT. Na Univerzitě Karlově vyučuje předmět Arduino, lektorem byl také na VŠUP v Praze.

Podle jeho vlastních slov si v ne příliš vzdálené budoucnosti představuje, že 3D tiskárny budou k dispozici v každé domácnosti. Pokud bude cokoli potřeba, jednoduše si to snadno vytisknete. V tomto oboru se prostě posouvají hranice každý den... Jsme rádi, že jste u toho!



Obsah

2 Údaje o výrobku	6
3 Úvod	7
3.1 Slovníček pojmů	7
3.2 Odpovědnost	7
3.3 Bezpečnost	8
3.4 Licence	9
4 Tiskárna Original Prusa i3 MK2S	10
5 Stavebnice Original Prusa i3 MK2S	11
6 Začínáme	12
6.1 Vybalení tiskárny a manipulace	12
6.2 Sestavení tiskárny	13
6.3 Příprava tiskárny pro tisk	13
6.3.1 Postup kalibrace a průvodce / wizard	14
6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy	16
6.3.3 Zvýšení přilnavosti	16
6.3.4 Selftest (pouze stavebnice)	17
6.3.4.1 Chybová hlášení Selftestu a jejich řešení	17
6.3.5 Kalibrace XYZ (pouze stavebnice)	18
6.3.5.1 Chybové hlášky Kalibrace XYZ a jejich řešení	19
6.3.5.2 Vyrovnání osy Y (pouze stavebnice)	22
6.3.6 Kalibrovat Z	22
6.3.7 Mesh bed leveling	24
6.3.8 Zavedení filamentu do extruderu	24
6.3.8.1 Vyjmutí filamentu	25
6.3.9 Nastavení první vrstvy	25
6.3.9.1 Spuštění kalibrace první vrstvy přímo z menu	26
6.3.9.2 Spuštění kalibrace první vrstvy z SD karty	26
6.3.9.3 Doladění Z během kalibrace	26
6.3.9.4 Korekce podložky (pouze stavebnice)	27
6.3.10 Vyladění první vrstvy	27
6.3.10.1 Tisk Průša loga	27
6.3.10.2 Kontrola výšky sondy (pouze stavebnice)	28
7 Tisk	29
7.1 Sundávání objektů z tiskárny	29
7.2 Ovládání tiskárny	30
7.2.1 LCD	30
7.2.2 Statistiky tisku	31
7.2.3 Tichý vs výkonný režim	31
7.2.4 Obnova továrního nastavení	31
7.2.5 Řazení souborů na SD kartě	32
7.2.6 Kontrola kompletnosti .gcode souboru	32
7.2.7 Schéma LCD panelu	33
7.2.8 Rychlost a kvalita tisku	35
7.2.9 USB kabel a program Pronterface	35
7.3 Příslušenství k tiskárně	38

7.3.1 Jiné trysky	38
7.3.1.1 Tryska z tvrzeného nerez	38
7.3.1.2 Tryska 0.25mm	38
8 Pokročilá kalibrace	39
8.1 Kalibrace PID pro hotend (nepovinné)	39
8.2 Kalibrace sondy PINDA / Teplot. kalibrace (experimentální/nepovinné)	39
8.3 Zobrazení detailů kalibrace XYZ (nepovinné)	40
8.4 Linear Advance (Experimental)	42
9 Ovladače k tiskárně	44
10 Tisk vlastních modelů	44
10.1 Kde stahovat 3D modely?	44
10.2 Který 3D program použít pro tvorbu vlastního modelu?	44
10.3 PrusaControl	45
10.4 Slic3r Prusa Edition	47
10.5 Ukázkové 3D modely	48
10.6 Tiskneme barevně s Colorprintem	48
10.7 Tisk nestandardních objektů	51
10.7.1 Tisk s podporou	51
10.7.2 Tisk větších objektů než je podložka	52
11 Materiály	54
11.1-11 ABS, PLA, PETG, HIPS, PP, Nylon, Flex, Kompozitní materiály, ASA, nGen, PC-ABS	54
11.12 Ladění nových materiálů	61
12 FAQ - Údržba tiskárny a problémy při tisku	62
12.1 Běžná údržba	62
12.1.1 Ložiska	62
12.1.2 Větráčky	62
12.1.3 Podávací kolečka extruderu	62
12.1.4 Elektronika	62
12.1.5 Obnovení PEI povrchu	62
12.2 Příprava tiskové plochy	63
12.3 Ucpaná nebo zaseklá tisková hlava	63
12.4 Čištění trysky	64
12.5 Výměna / změna trysky	64
12.6 Problémy s tiskem	66
12.6.1 Vrstvy při tisku z ABS praskají a oddělují se od sebe	66
12.6.2 Objekty v sobě mají moc nebo málo filamentu	66
12.7 Problémy s objekty po tisku	66
12.7.1 Objekt popraská či je snadno zničitelný	66
12.8 Nahrání nové verze firmware	66
13 FAQ - obvyklé chyby při sestavování stavebnice	67
13.1 Uprostřed tiskové plochy je větší vzdálenost od trysky než na krajích	67
13.2 Tiskárna po chvíli přestane tisknout	68
13.3 Tiskárna nečte SD karty	68
13.4 Volné řemeny	69
13.5 Nepřichycené kabely k tiskové podložce	70

2 Údaje o výrobku

Název: Original Prusa i3 MK2S / Original Prusa i3 MK2S (stavebnice), Filament: 1.75 mm

Výrobce: Prusa Research s.r.o., Partyzánská 188/7A, Praha, 170 00, Česká republika

Kontakty: telefon +420 222 263 718, e-mail: info@prusa3d.cz

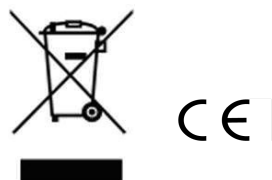
EEE skupina: 3 (Zařízení informačních technologií a telekomunikační zařízení)

Druh zařízení: použití v domácnosti

Zdroj napětí: 90-135 VAC, 2 A / 180-264 VAC, 1 A (50-60 Hz)

Rozsah pracovních teplot: 18 °C (PLA)-38 °C, pouze ve vnitřních prostorech

Maximální vlhkost vzduchu: 85 %



Hmotnost stavebnice (s obalem / bez obalu): 9.8 kg / 6.3 kg

Hmotnost sestavené tiskárny (s obalem / bez obalu): 12 kg / 6.3 kg

Sériové číslo výrobku naleznete z boku na rámu tiskárny a také na vnějším obalu.

3 Úvod

Děkujeme vám, že jste si koupili naši tiskárnu Original Prusa i3 MK2S od Josefa Průši, ať už jako sestavenou tiskárnu nebo jako stavebnici, a podpořili tím tak její další vývoj. Manuálu prosím věnujte zvýšenou pozornost a nepřeskakujte kapitoly. Všechny jsou nesmírně důležité pro správný chod tiskárny.

Prosíme, navštivte internetovou stránku <http://prusa3d.cz/ovladace> pro nejaktuálnější verzi této Příručky 3d tiskaře (ke stažení ve formátu PDF).

Pokud se vyskytnou jakékoli nejasnosti, neváhejte nás kontaktovat na info@prusa3d.cz. Budeme rádi za vaše tipy a připomínky. Dále vám doporučujeme navštívit naše oficiální fórum (forum.prusa3d.cz), kde naleznete různá řešení problémů, rady, tipy a triky a v neposlední řadě také aktuální informace o vývoji tiskárny Original Prusa i3.

3.1 Slovníček pojmů

Bed, Heatbed, Printbed - Běžně používaný název pro tiskovou podložku - vyhřívanou plochu, na níž se tisknou 3D objekty.

Extruder - Neboli tisková hlava je část tiskárny, která se skládá z trysky, podávacího mechanismu na materiál a větráku.

Filament - Vžitý název pro tiskovou strunu (drát), s pojmem filament se setkáte nejen v manuálu, ale i v tiskovém menu LCD panelu tiskárny.

Heater, Hotend - Jiný název pro trysku.

1.75 - 3D tiskárny používají pro tisk objektů filament o dvou různých tloušťkách: 2,85 mm (ten se běžně nazývá 3 mm) a 1,75 mm. Celosvětově je přitom 1,75mm verze běžnější, i když kvalitativně mezi nimi žádný rozdíl není.

3.2 Odpovědnost

Ignorování manuálu může vést ke zranění, špatným výsledkům tisku nebo k poškození 3D tiskárny. Dbejte na to, aby každý, kdo bude pracovat s tiskárnou, byl srozuměn s obsahem manuálu a aby mu správně porozuměl. Vzhledem k tomu, že nemáme pod kontrolou podmínky, ve kterých tiskárnu sestavujete, nepřebíráme zodpovědnost a výslovně odmítáme odpovědnost za ztráty, zranění, škody nebo výdaje, které vznikly nebo byly jakkoli spojeny se sestavením, manipulací, skladováním, použitím nebo likvidací výrobku. Informace v této příručce jsou poskytovány bez jakékoli záruky, vyjádřené nebo předpokládané, pokud jde o její správnost.

3.3 Bezpečnost



Dbejte prosím vysoké opatrnosti při jakékoliv interakci s tiskárnou. Jedná se o elektrické zařízení s pohyblivými částmi a částmi s vysokou teplotou.

1. Jedná se o zařízení pro použití ve vnitřních prostorech. Nevystavujte tiskárnu dešti ani sněhu. Tiskárnu mějte vždy v suchém prostředí v minimální vzdálenosti 30 cm od dalších předmětů.
2. Tiskárnu vždy pokládejte na stabilní místa např. na stůl, podlahu apod, kde nehrozí pád nebo převržení zařízení.
3. Tiskárna je napájena ze síťové zásuvky 230 V, 50 Hz; nikdy nezapojujte tiskárnu do jiného zdroje napětí, jinak hrozí její nesprávná funkce nebo poškození.
4. Umístěte napájecí kabel tak, abyste o něj nezakopli, nešlapali na něj nebo jinak nevystavili poškození. Ujistěte se, že napájecí kabel není mechanicky nebo jinak poškozen. Poškozený kabel okamžitě přestaňte používat a vyměňte jej.
5. Při odpojování napájecího kabelu ze zásuvky zatáhněte za zástrčku nikoli za kabel, snížíte tím nebezpečí poškození zástrčky nebo síťové zásuvky.
6. Nikdy nerozebírejte zdroj napětí na tiskárně (180-264 V, 1 A), neobsahuje žádné části, které by mohl nekvalifikovaný pracovník opravit. Vždy předejte tiskárnu kvalifikovanému servisnímu technikovi.
7. **Nedotýkejte se trysky či vyhřívané podložky, pokud tiskárna zrovna tiskne nebo se nahřívá.** Mějte na paměti, že teplota trysky se pohybuje okolo 210-260 °C a teplota podložky okolo 100 °C. Teploty 40 °C a vyšší mohou způsobit újmu na zdraví.
8. Zařízení obsahuje pohyblivé a otáčející se části, dbejte zvýšené opatrnosti při jeho provozu - při nesprávné manipulaci by mohlo dojít ke zranění.
9. Zabraňte dětem bez dozoru k přístupu k tiskárně i v případě, kdy tiskárna netiskne.
10. Nenechávejte tiskárnu spuštěnou bez dohledu.
11. Tavení plastu při tisku produkuje výpary a zápach. Umístěte tiskárnu na dobře větraném místě.

3.3.1 Povinnosti provozovatele

(povinnosti pro udržování zařízení provozovatelem dle platných předpisů a norem)

- udržovat elektrické zařízení v trvale bezpečném a spolehlivém stavu, který odpovídá platným elektrotechnickým předpisům
- zajistit, aby do elektrického zařízení nezasahovaly nedovoleným způsobem osoby bez elektrotechnické kvalifikace (laici) a nekonal v nich žádné práce ve smyslu platných norem a předpisů

- s obsluhou a bezpečnostními předpisy prokazatelně seznámit všechny osoby, které budou předmětné elektrické zařízení obsluhovat, s možným nebezpečím úrazu elektrinou

3.3.2 Obsluha elektrického zařízení

(požadavky na obsluhu zařízení z hlediska kvalifikace pro elektrická zařízení)

- obsluhovat elektrická zařízení smějí jen osoby s kvalifikací požadovanou pro příslušné zařízení
- osoby bez odborné elektrotechnické kvalifikace (laici) mohou samy obsluhovat elektrická zařízení malého a nízkého napětí, která jsou provedena tak, že při jejich obsluze nemohou přijít do styku s nekrytými živými částmi elektrického zařízení pod napětím
- tam, kde jsou vypracovány místní nebo jiné bezpečnostní a pracovní předpisy nebo pokyny, musí být na vhodném místě přístupny a pracovníci musí být s nimi prokazatelně seznámeni
- osoby, které obsluhují zařízení, musí být seznámeny s provozovaným zařízením a jeho funkcí
- obsluhující se smí dotýkat jen těch částí, které jsou pro obsluhu určeny
- k obsluhovaným částem musí být vždy volný přístup
- při poškození elektrického zařízení nebo poruše, která by mohla ohrozit bezpečnost nebo zdraví pracujících, musí pracovník, který takový stav zjistí a nemůže-li sám příčiny ohrožení odstranit, učinit opatření k zamezení nebo snížení nebezpečí úrazu, požáru nebo jiného ohrožení
- při přemísťování elektrických spotřebičů musí být tyto předem bezpečně odpojeny od napětí

3.3.3 Osoby bez odborné elektrotechnické kvalifikace (laici) mohou

(požadavky na obsluhu zařízení z hlediska kvalifikace pro elektrická zařízení)

- před přemísťováním elektrických zařízení připojených na elektrickou síť pohyblivým přívodem s vidlicí, se musí provést bezpečné odpojení od sítě vytažením vidlice ze zásuvky
- při obsluze elektrického zařízení musí obsluhující dbát příslušných návodů a instrukcí a místních provozních předpisů k jeho používání, jakož i na to, aby zařízení nebylo nadměrně přetěžováno nebo jinak poškozováno
- udržovat elektrické zařízení podle návodu výrobce
- vyměňovat přetavené vložky závitových a přístrojových pojistek jen za nové vložky stejné hodnoty (nesmějí přetavené vložky opravovat)
- za vypnutého stavu elektrického zařízení mohou přemísťovat a prodlužovat pohyblivé přívody spojovacími šňůrami opatřenými příslušnými spojovacími částmi
- zapínat a vypínat jednoduchá elektrická zařízení

Zjistí-li se při obsluze závada na zařízení, např.:

poškození izolace, zápach po spálenině, kouř, neobvykle hlučný nebo nárazový chod elektrického zařízení, silné brčení, trhavý rozběh, nadměrné oteplení některé části elektrického zařízení, jiskření, brnění od elektrického proudu

MUSÍ SE ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ IHNEDE VYPNOUT.

3.3.4 Elektrická zařízení

(požadavky na provoz zařízení)

POŠKOZENÁ ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ SE NESMÍ POUŽÍVAT !

3.3.5 Likvidace výrobku a jeho částí

(ekologie likvidace zařízení)

DBEJTE PLATNÝCH EKOLOGICKÝCH PŘEDPISŮ!

Při závěrečném vyřazení zařízení z provozu (po skončení jeho životnosti), mějte na paměti zájem a hledisko ochrany životního prostředí a recyklační možnosti (obecně):

- zlikvidujte toxické odpady (např. baterie, elektronika), podle předpisů oddělte plastické materiály a nabídněte je pro recyklaci
- oddělte kovové části podle typu pro šrotování
- je nutné, aby se majitel zařízení při odstraňování (zneškodňování) odpadů z hlediska péče o zdravé životní podmínky a ochrany životního prostředí řídil zákonem o odpadech
- je tedy nutné, aby vzniklé odpady nabídl provozovatelům zařízení ke zneškodňování odpadů, jedná se zejména o kovy, oleje, maziva, plastické hmoty atd.

3.3.6 Bezpečnostní pokyny pro obsluhu

(tyto pokyny musí obsluha zařízení dodržovat)

ELEKTRICKÉ ČÁSTI ZAŘÍZENÍ SE NESMÍ OPLACHOVAT STRÍKAJÍCÍ VODOU!

- bezpečnostní prvky musí být vždy udržovány v bezvadném stavu
- bezpečnostní značení na zařízení udržujte v čitelném stavu
- bezpodmínečně dodržujte bezpečnostní pokyny obsažené v tomto návodu
- dříve než začnete jakkoliv obsluhovat zařízení, pečlivě si přečtěte tento návod k používání včetně ostatních návodů od dílčích zařízení
- jestliže se začne zařízení neobvykle silně chvět, vykazuje stoupající hlučnost či jiné příznaky, které nejsou při jeho činnosti obvyklé – vypněte ho a zajistěte okamžitou kontrolu
- nespouštějte zařízení bez krytů
- poškozené zařízení nesmí být nikdy uvedeno do provozu
- pracoviště je zakázáno používat pro jiné účely, než pro které bylo zkonstruováno
- pracujte pouze za dobrých světelných podmínek nebo se ně postarejte
- před započetím práce proveďte obsluha vizuální kontrolu pohyblivých částí zařízení, jestli nevykazují známky nadměrného opotřebení, případně poškození
- s nadměrně opotřeбенými nebo poškozenými díly, nelze toto zařízení provozovat
- údržbu a čištění zařízení provádějte pouze při odpojeném elektrickém přívodu
- zařízení smějí obsluhovat pouze pracovníci starší 18 let, duševně a tělesně způsobilí, prokazatelně proškolení a pověřeni obsluhou zařízení
- veškerá údržba a opravy zařízení se musí provádět pouze při zastaveném a řádně zajištěném zařízení
- zařízení je určeno pouze pro použití ve vnitřních prostorech

3.4 Licence

Tiskárna Original Prusa i3 MK2S je postavena na projektu RepRap, prvním projektu open source 3D tiskárny, který je volně šiřitelný pod licencí GNU GPL v3

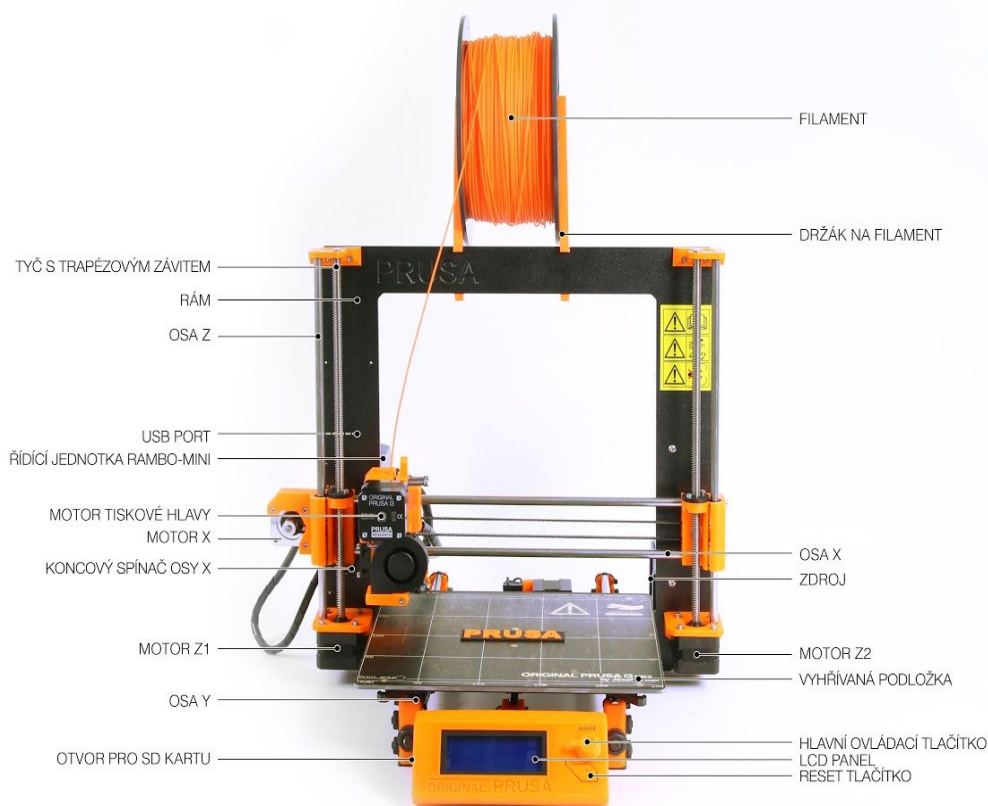
(www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html). Pokud byste si tak některé naše díly upravili a chtěli dále prodávat, musíte zdrojové kódy zveřejnit pod stejnou licencí. Veškeré součástky a vylepšení pro tiskárnu, která si na tiskárně můžete sami vytisknout, najdete na adrese www.prusa3d.cz/tisknutelna-vylepseni-tiskarny/.

4 Tiskárna Original Prusa i3 MK2S

Sestavená tiskárna se od stavebnice se liší tím, že je již kompletně sestavena, téměř připravena k tisku. Po zapojení a kalibraci tiskárny tak můžete do pár minut od rozbalení tisknout. Nezapomeňte, že k sestavené tiskárně máte automaticky podporu po telefonu a e-mailu zdarma. Neváhejte nám tak zavolat nebo napsat, pokud potřebujete poradit nebo se na cokoli zeptat. Rádi pomůžeme i s konkrétními tisky.

 3D tiskárny používají pro tisk objektů různé typy filamentů (více v kapitole [11 Materiály](#)), o dvou různých tloušťkách: 2,85 mm a 1,75 mm. Celosvětově je přitom verze s 1.75 mm používanější, i když kvalitativně mezi nimi žádný rozdíl není. Filament se dodává na cívce, na níž z boku najdete základní informace - výrobce, typ materiálu (ABS, PLA atd.) a tloušťku tiskové struny. Materiál tloušťky 2,85 mm se běžně nazývá 3 mm.

Tato tiskárna podporuje pouze materiál o průměru 1,75 mm. Zkontrolujte prosím před zavedením filamentu do tiskové hlavy, že se jedná o správný typ. Nepokoušejte se zavést širší strunu, mohlo by dojít k poškození tiskové hlavy.



Obr. 1 - Tiskárna Original Prusa i3 MK2S

5 Stavebnice Original Prusa i3 MK2S



Stavebnici tiskárny Original Prusa i3 MK2S vidíte na obrázku č. 2. Detailní popis a informace o tom, jak správně sestavit stavebnici, najdete v kapitole [6.2 Sestavení tiskárny](#). Ke stavebnici nabízíme podporu skrze fórum. Pokud si nevíte rady, navštivte naše fórum na adrese forum.prusa3d.cz. Určitě zde najdete odpověď na řešený problém. Pokud ne, neostýchejte se zde nám svůj dotaz položit.

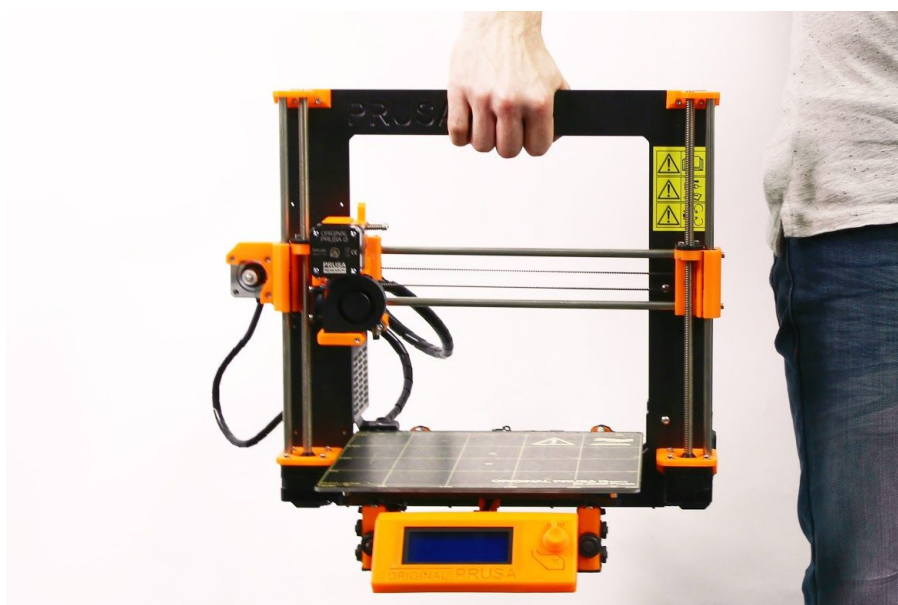


Obr. 2 - Stavebnice Original Prusa i3 MK2S

6 Začínáme

6.1 Vybalení tiskárny a manipulace

Tiskárnu uchopte za horní rám a vyndejte z krabice. Při manipulaci s tiskárnou dbejte maximální opatrnosti, abyste nepoškodili elektroniku a tím i funkčnost tiskárny. Při jakékoliv manipulaci s tiskárnou držte tiskárnu vždy za horní rám s tiskovou plochou od sebe kolmo na zem, tak jak ukazuje obr. 3 níže. Při vybalování **sestavené tiskárny** vyjměte horní ochrannou pěnu a tiskárnu opatrně vytáhněte z krabice. Některé části tiskárny jsou chráněny další pěnou, kterou je třeba odstranit. Některé části jsou ještě navíc chráněny bílými stahovacími páskami - ty přestříhnete a odstraňte.



Obr. 3 - Správná manipulace s tiskárnou

Sestavená tiskárna i stavebnice obsahují v balení několik věcí, které se vám mohou hodit během používání tiskárny.

USB kabel - potřebný pro nahrání nové verze firmware nebo alternativně pro tisk z počítače.

Akupunkturní jehla – používá se pro vyčištění zaseknuté trysky. Podívejte se do kapitoly [12.4 Čištění trysky](#) pro více informací.

Lepidlo – používá se pro lepší přilnutí nylonu nebo jako mezivrstva pro tisk flexibilních materiálů. Podívejte se do kapitoly [11 Materiály](#) pro více informací.

Testovací protokol – všechny komponenty jsou před odesláním zapojeny jako v sestavené tiskárně a důkladně otestovány. Pouze pokud všechny testy projdou, dostane elektronika sériové číslo a je vytištěn testovací protokol. Ten ukazuje výsledky testů pro každý komponent.

6.2 Sestavení tiskárny



Pokud vlastníte Stavebnici Prusa i3 MK2S, doporučujeme řídit se postupem a skládat stavebnici podle návodu přiloženého u stavebnice nebo podle on-line manuálu na adrese manual.prusa3d.com. (On-line manuál je totožný s manuálem přiloženým ke stavebnici, často ale může být novější). Manuály na webu jsou dostupné v několika jazykových verzích. Samotná stavba tiskárny by neměla zabrat více než jeden den. Po úspěšném sestavení pokračujte k bodu [6.3 Příprava tiskárny pro tisk](#).

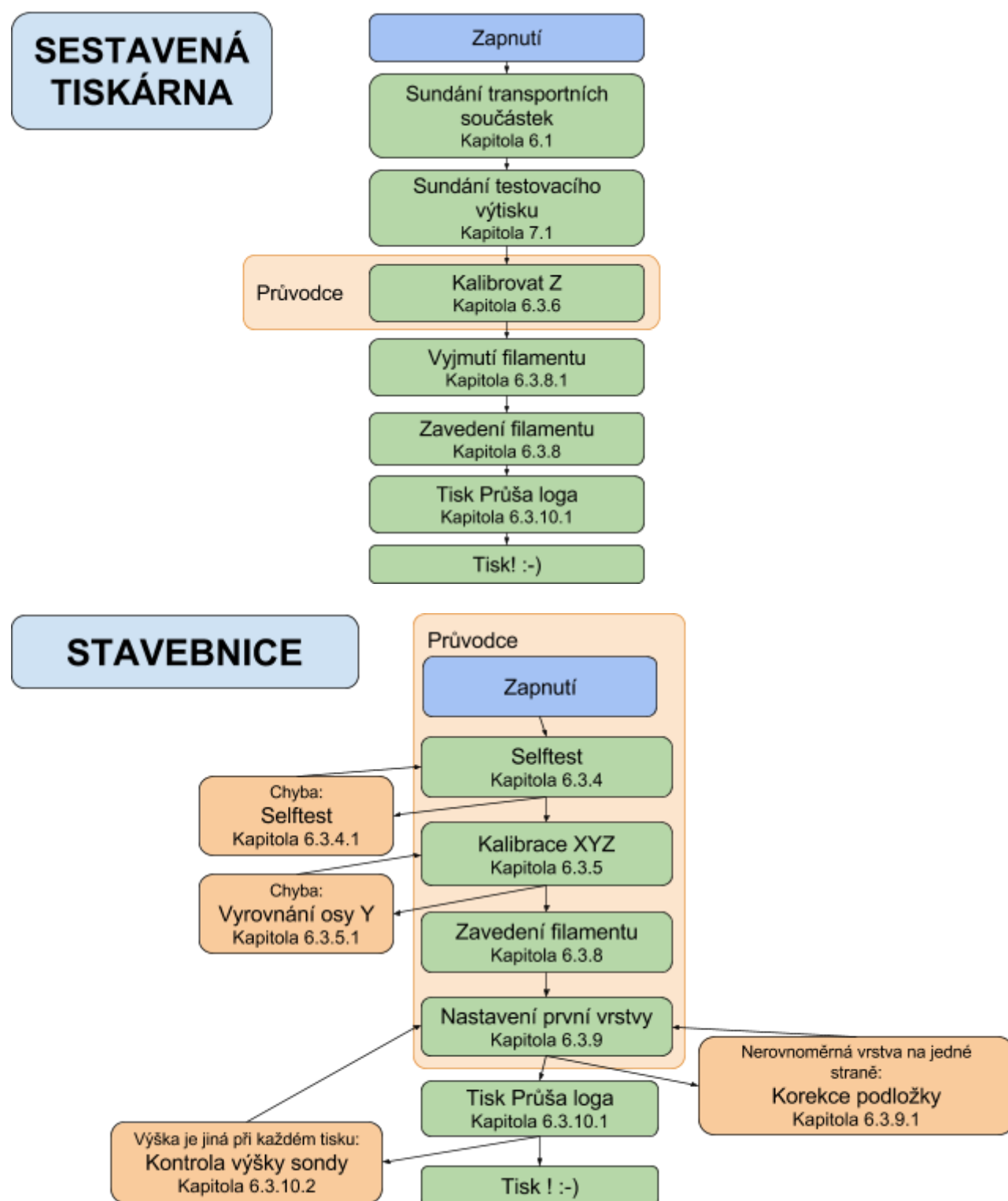
6.3 Příprava tiskárny pro tisk

- Tiskárnu umístěte do vodorovné polohy, nejlépe na pevný pracovní stůl v místě, kde není průvan.
- Na rám tiskárny připevněte držáky pro filament.
- **Filament** následně zavěste na držáky. Ujistěte se, že se cívka s filamentem může bez problémů otáčet kolem své osy.
- Zapojte napájecí kabel do elektřiny a zapněte vypínač.
- Zkontrolujte verzi firmware (v menu Podpora na LCD panelu) a updatujte prosím na poslední verzi (<http://www.prusa3d.cz/ovladace/>).



Filament je zažitý obecný název pro **tiskovou strunu** - materiál na cívce, z něhož tisknete objekty na své 3D tiskárně.

6.3.1 Postup kalibrace a průvodce / wizard



Průvodce je k dispozici od firmware verze 3.1.0.

Při prvním startu vás vaše nově sestavená tiskárna provede všemi testy a kalibracemi, které je nutné provést ještě před tím, než začnete s tiskem.

Průvodce (wizard) můžete rovněž spustit ručně z LCD menu Kalibrace -> Wizard. Nezapomeňte si přečíst kapitolu [6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy](#) před tím, než průvodce spustíte.

Průvodce vás provede procesem kalibrace a pomůže vám s těmito kroky:

- **Selftest** - [Kapitola 6.3.4](#)
- **Kalibrace XYZ** - [Kapitola 6.3.5](#)
- **Zavedení filamentu** - [Kapitola 6.3.8](#)
- **Nastavení první vrstvy** - [Kapitola 6.3.9](#)

Pokud nechcete, nemusíte průvodce používat a můžete jej hned na začátku zrušit. Pak ale musíte celý kalibrační proces projít ručně.

```
Dobry den, jsem vase  
tiskarna Original  
Prusa i3.Chcete abych  
vas provedla kalib-
```

Obr. 4 - Zahájení průvodce

Během používání tiskárny můžete narazit na několik případů, kde bude nutné kalibraci zopakovat.

- **Nahrání nové verze firmware** – kompletní návod najdete v kapitole [12.8 Nahrání nové verze firmware](#). Po nahrání firmware je nutné znovu spustit [6.3.9 Nastavení první vrstvy](#), jinak bude tiskárna hlásit chybu.
- **Výměna PEI fólie** – při výměně fólie je nutné sundat celou vyhřívanou podložku (návod najdete na manual.prusa3d.com). Toto může změnit geometrii tiskárny, a proto je nutné si znovu projít **celým Kalibračním procesem pro stavebnici** (platí i pro sestavené tiskárny)
- **Změna polohy indukční sondy** – spustíte [6.3.6 Kalibrovat Z](#), abyste uložili nové referenční hodnoty Z výšky.



Před začátkem celé kalibrace je důležité, abyste USB tiskárnu odpojili od jakéhokoliv počítače nebo OctoPrintu na Raspberry Pi. Během procesu tiskárna nebude komunikovat, program zahlásí chybu, a pokud se k ní znovu připojíte, restartuje se a zůstane v neznámém stavu, který může vyžadovat [7.2.4 Obnovení továrního nastavení](#).

6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy

Pro dosažení co nejlepší přilnavosti na novém povrchu je důležité udržet tiskovou plochu čistou. Samotné čištění je snadné. Nejlepší volba je **isopropyl alkohol (IPA)**, který zakoupíte v každé drogerii. Funguje perfektně na ABS, PLA a další (kromě PETG, kde může být přílišná přilnavost - zde se podívejte do kapitoly [11.3 PET](#)). Stříkněte trochu na neparfémovaný ubrousek a vyčistěte tiskový povrch. Tiskovou plochu je nejlepší čistit za studena, ale je to možné i za tepla při nahřátí pro PLA, jen se vyvarujte dotyku s podložkou nebo tryskou. Při čištění za vyšších teplot se alkohol odpaří rychleji, než stihne cokoliv vyčistit. Na čištění se dá také použít papírový ubrousek navlhčený **teplou vodou s několika kapkami saponátu na nádobí**. Alternativou může být i **denaturovaný alkohol**.



Povrch netřeba čistit před každým tiskem! Je pouze nutné vyvarovat se dotyků tiskové plochy **vaší rukou** nebo **znečištěným nářadím**. **To čistěte totožným způsobem** jako tiskovou plochu.

Na tiskové ploše může tryska nebo nářadí zanechat drobné stopy, která budou lesklejší než zbytek povrchu tiskové plochy. Na její funkčnost nebo přilnavost to nemá vliv. Pokud však chcete, aby tisková plocha vypadala všude stejně, můžete ji přeleštit. Nejsnazší způsob, jak toho docílit, je použít drsnou stranu klasické kuchyňské houbičky na nádobí a krouživými pohyby postiženou část tiskové plochy jemně vyleštit.



Průmyslové lepidlo držící PEI folii na vyhřívané podložce měkne při vyšších teplotách než 110 °C. Pokud podložku nahříváte na více stupňů, lepidlo se může pod folii přeskupit a vytvořit velice jemné puchýřky.

6.3.3 Zvýšení přilnavosti

V některých speciálních případech, jako např. u tisku velkých předmětů s velmi malou kontaktní plochou s tiskovou plochou, je třeba zvýšit přilnavost. Naštěstí PEI je velmi chemicky odolný polymer a je tak možné dočasně zvýšit jeho přilnavost bez toho, abyste jej poškodili.

Totéž se týká materiálů, které běžně k PEI nepřilnou jako např. nylon.

Předtím, než budete cokoliv nanášet na povrch tiskové plochy, zvažte použití možnosti **Brim** v nastavení Slic3ru, čímž dosáhnete zvětšení povrchu u první vrstvy.

Pro materiály z PLA nebo nylonu běžně stačí použít lepidlo. To poté z tiskové plochy jednoduše odstraníte již popsáním čističem na okna nebo vodou se saponátem.

Pro tisky z ABS je možné použít ABS juice a ten později odstranit čistým acetonem. V tomto případě však postupujte velmi opatrně a navíc tiskovou plochu čistěte vždy až po jejím vychladnutí. Pamatujte také na to, že ABS objekty budou na tiskové ploše držet opravdu velice pevně.



ABS juice nabízíme již připravený v našem [eshopu](#).

6.3.4 Selftest (pouze stavebnice)



Selftest zkontroluje nejběžnější chyby vzniklé během sestavení a zapojení elektroniky a pomůže diagnostikovat chyby po sestavení tiskárny. **Selftest** spustíte z menu **Kalibrace** na LCD panelu. Neměl by být nutný pro sestavené tiskárny, protože ty jsou otestované od výrobce.

Jeho vyvolání spustí sérii testů. Průběžné výsledky každého z nich se zobrazí na LCD displeji. V případě, že selftest odhalí nějakou chybu, testování se přeruší a zobrazí se příčina chyby tak, aby uživatele navedl na její odstranění.



Tiskárna se při spuštění gcodu pokusí tisknout i v případě, že poslední self test neprošel v pořádku. Pokud jste si jisti, že součást, kterou selftest prohlásil za špatnou, funguje správně, můžete se zvýšenou opatrností pokračovat v tiscích.

Test se skládá z:

- Kontroly **ventilátorů** chladících trysku a výtisk
- Kontroly správného zapojení **vyhřívané podložky a trysky**.
- Kontroly správného zapojení **motorů XYZ** a jejich funkčnosti.
- Kontroly **koncových spínačů XYZ** a jejich správného zapojení.
- Kontroly **správného napnutí řemenů a protáčení řemeníček**

6.3.4.1 Chybová hlášení Selftestu a jejich řešení

Přední tiskový vent/levý vent na trysce - Chyba zapojení:

Zkontrolujte zapojení obou větráčků. Ujistěte se, že jsou správně zapojeny do Rambo elektroniky a že nejsou prohozeny.

Heater/Thermistor - Nezapojeno :

Zkontrolujte správné zapojení kabeláže hotendu a termistoru. Přesvědčte se, že jsou oba správně připojeny k Rambo elektronice a že nejsou vzájemně prohozeny.

Bed/Heater - Chyba zapojení :

Zkontrolujte, zda nejsou vzájemně prohozeny napájecí kabely podložky a trysky nebo zda nejsou prohozeny oba termistorové kabely v Rambo elektronice.

Endstops - Chyba zapojení - {XYZ} :

Zkontrolujte správné zapojení koncových spínačů. Selftest indikuje osu, na které je chybný koncový spínač nebo koncový spínač nereagující správným způsobem. Zkontrolujte také správné zapojení v Rambo elektronice.

Motor - {XYZ} - Endstop {XYZ} :

Zkontrolujte, že motor a koncové spínače na indikované ose jsou správně propojeny s Rambo elektronikou a neprohozeny s motorem nebo záložkami jiných os. Osa způsobující problémy je zobrazena na LCD panelu.

Endstop not hit - Motor {XYZ} :

Zkontrolujte ručně, zda osa může dosáhnout koncových spínačů a zda něco nebrání v pohybu.

Uvolněná řemenička - {XY}:

Řemenička je uvolněná a protáčí se na hřídeli motoru. Je důležité utáhnout stavěcí šrouby (červíky), první na plošce hřídele, následně druhý.

6.3.5 Kalibrace XYZ (pouze stavebnice)



Original Prusa i3 MK2S má plně automatickou kalibraci tiskové plochy, nicméně nejprve je třeba provést zkalibrovat vzdálenost mezi špičkou trysky a P.I.N.D.A. (Průšovou **IND**ukční **A**utoleveling) autokalibrační sondou.

Vlastní postup je velmi jednoduchý. Doporučujeme se ale ještě podívat na video pro nového uživatele, které ukazuje časté chyby i postup kalibrace. Najdete ho na <http://www.prusa3d.cz/stavbaMK2S>.

Kalibraci XYZ je potřeba provést za účelem změření a korekce zkosení os X/Y a změření pozic devíti kalibračních bodů tiskové podložky. **Kalibrace XYZ** se spouští z ovládacího panelu tiskárny v menu **Kalibrace**. Kalibraci XYZ nemusíte provádět, pokud jste zakoupili tiskárnu již sestavenou a zkalibrovanou od nás.

Vezmete si list běžného kancelářského papíru (např. balící protokol ke stavebnici) a přidržíte ho na podložce pod hrotem trysky během prvního kola kalibrace (kontrola prvních 4 bodů). Pokud tryska papír zachytí nebo o něj bude dřít, vypněte tiskárnu a autokalibrační sondu umístěte o kousek níž. Přečtete si kapitulu [6.3.10.2 Kontrola výšky sondy](#). Papír nijak neovlivní kalibrační proces. Tryska se v žádném případě nesmí dotknout podložky nebo dokonce podložku prohnout.

Kalibrace XYZ probíhá ve třech krocích: V prvním kroku tiskárna opatrně hledá 4 kalibrační body podložky tak, aby nedošlo k poškození podložky tiskovou hlavou. Ve druhém kroku tiskárna nalezne všech 9 kalibračních bodů podložky. V posledním kroku je změřena výška indukční sondy nad všemi devíti kalibračními body podložky a tyto hodnoty jsou uloženy do trvalé paměti jako reference.

Průběh XYZ kalibrace můžete sledovat na displeji tiskárny. V případě problému je kalibrační rutina přerušena a chybový stav je zobrazen na displeji tiskárny.

Na počátku XYZ kalibrace tiskárna zobrazí následující pokyn:

"Kalibrace XYZ. Posuňte prosím Z osu až k hornímu dorazu. Potvrďte tlačítkem."

V následujícím kroku tiskárna chce být tiskárna ujištěna: **"Dojely oba Z vozíky k hornímu dorazu?"**

Ujistěte se prosím, že oba Z vozíky opravdu dojely až k hornímu dorazu. V tom případě jejich další pohyb vzhůru způsobuje přeskokování kroků obou Z motorů, což je indikováno hlasitým klapáním. Tento krok zaručuje, že 1) X osa je přesně horizontální a 2) je známa vzdálenost trysky od tiskové podložky. V případě, že se Z vozíky **nedotýkaly** horních dorazů, tiskárna nemůže znát výšku trysky nad tiskovou plochou a hrozí, že během Kalibrovat Z nabourá kalibrace do podložky.

Kalibrovat Z Vás dále žádá: **"Pro úspěšnou kalibraci očistěte prosím tiskovou trysku. Potvrďte tlačítkem."**

Pokud nebudete dbát tohoto pokynu a tryska je obalena tiskovým plastem, potom hrozí, že tryska pomocí nánosu tiskového plastu bude odtlačovat tiskovou podložku od autokalibrační sondy, takže sonda nemůže sepnout ve správném okamžiku a kalibrace neproběhne správně.

Poté, co kalibrace skončí, můžete zkontrolovat výsledné hodnoty a později je doladit. **Pokud jsou osy tiskárny kolmé nebo mírně zkosené**, nemusíte ladit nic - tiskárna bude pracovat normálně s maximální přesností. Více zjistíte v kapitole [8.3. Zobrazení detailů kalibrace XYZ](#) pod [8. Pokročilá kalibrace](#).

6.3.5.1 Chybové hlášky Kalibrace XYZ a jejich řešení

1) Kalibrace XYZ selhala. Kalibrační bod podložky nenalezen.

Kalibrační rutina nenalezla kalibrační bod podložky. V tomto případě zastaví tiskárna tiskovou hlavu blízko prvního kalibračního bodu podložky, který nebyl úspěšně detekován. Prosím ověřte, že tiskárna byla správně sestavena, že lze všemi osami volně pohybovat, že řemeničky neprokluzují a že je tisková tryska čistá. Poté, co jsou závady odstraněny, spusťte znovu XYZ kalibraci a ověřte listem papíru mezi tryskou a tiskovou podložkou, že se tryska v průběhu kalibrace nedotýká nebo dokonce netlačí na tiskovou podložku. Pokud bude v průběhu kalibrace znatelné tření trysky o list papíru a tisková tryska je čistá, potom je autokalibrační sonda příliš vysoko. V tom případě snižte mírně pozici indukční sondy a zopakujte XYZ kalibraci.

2) Kalibrace XYZ selhala. Nahlédněte do manuálu.

Kalibrační body podložky byly nalezeny tam, kde by u správně sestavené tiskárny nalezeny být neměly. Prosím postupujte podle návodu pro případ 1).

3) Kalibrace XYZ v pořádku. X/Y osy jsou kolmé. Gratuluji!

Gratulujeme. Tiskárna byla sestavena přesně, osy X/Y jsou kolmé.

4) **Kalibrace XYZ v pořádku. X/Y osy méně zkosené. Dobrá práce!**

Dobrá práce!. X/Y osy nejsou přesně kolmé, ale tiskárna je sestavena dostatečně přesně. Program tiskárny bude toto zkosení os X a Y korigovat v průběhu tisku, takže krabičky vytištěné vaší tiskárnou budou mít rohy o pravých úhlech.

5) **Kalibrace XYZ v pořádku. Zkosení bude automaticky vyrovnáno při tisku.**

Pokud se osy X a Y mohou volně pohybovat, program tiskárny bude korigovat i silné zkosení os X a Y. Je na Vás, zda se rozhodnete srovnat kolmost os X a Y mechanicky. Jak na to se dozvíte v další kapitole [6.3.5.2 Vyrovnání osy Y](#).

6) **Kalibrace XYZ selhala. Levý přední bod moc vpředu. Srovnejte tiskárnu.**

Autokalibrační sonda nemůže dosáhnout na levý přední kalibrační bod podložky i v případě, kdy je podložka posunuta k zadnímu dorazu, tedy že koncový Y spínač je sepnut. Posuňte prosím levou závitovou tyč Y v Z rámu od Vás tak, že sonda dosáhne spolehlivě doprostřed levého předního kalibračního bodu. Jak na to se dozvíte v další kapitole [6.3.5.2 Vyrovnání osy Y](#).

7) **Kalibrace XYZ selhala. Pravý přední bod moc vpředu. Srovnejte tiskárnu.**

Autokalibrační sonda nemůže dosáhnout na pravý přední kalibrační bod podložky i v případě, kdy je podložka posunuta k zadnímu dorazu, tedy že koncový Y spínač je sepnut. Posuňte prosím pravou závitovou tyč Y v Z rámu od Vás tak, že sonda dosáhne spolehlivě doprostřed levého předního kalibračního bodu. Jak na to se dozvíte v další kapitole [6.3.5.2 Vyrovnání osy Y](#).

8) **Kalibrace XYZ selhala. Přední kalibrační body moc vpředu. Srovnejte tiskárnu.**

Autokalibrační sonda nemůže dosáhnout na přední řadu kalibračních bodů podložky i v případě, kdy je podložka posunuta tak, že koncový Y spínač je sepnut. Posuňte prosím levou i pravou závitovou tyč Y v Z rámu od Vás tak, že sonda dosáhne spolehlivě doprostřed předních kalibračních bodů podložky. Jak na to se dozvíte v další kapitole [6.3.5.2 Vyrovnání osy Y](#).

9) **Kalibrace XYZ nepřesná. Levý přední bod moc vpředu.**

Kalibrace XYZ nepřesná. Pravý přední bod moc vpředu.

Kalibrace XYZ nepřesná. Přední kalibrační body moc vpředu.

Tiskárna bude pravděpodobně pracovat, ale automatická kalibrace podložky nemusí pracovat zcela správně a zkosení os X/Y nemusí být tiskárnou zcela vyrovnáno. Doporučujeme upravit pozice Y závitových tyčí v Z rámu jako v případech 6) až 8). Jak na to se dozvíte v další kapitole [6.3.5.2 Vyrovnání osy Y](#).

V průběhu automatické kalibrace podložky (Mesh bed leveling) může dojít k následujícím chybám, které jsou zobrazeny na displeji tiskárny:

1) Kalibrace Z selhala. Sensor je odpojený nebo přerušený kabel. Čekám na reset.

Ověřte, zda je kabel od autokalibrační sondy připojen do desky RAMBo. Pokud tak tomu je, potom je buď přerušený kabel, nebo je vadná samotná indukční sonda a je potřeba ji vyměnit.

2) Kalibrace Z selhala. Senzor neseplnul. Znečištěná tryska? Čekám na reset.

Tiskárna byla zastavena, neboť je podezření, že tryska může nabourat do tiskové podložky. K tomu může dojít, pokud autokalibrační sonda nepracuje správně, nebo pokud dojde k poruše mechanických částí tiskárny (například pokud se uvolní řemenička). Toto bezpečnostní opatření může být spuštěno i v případě, kdy tiskárna byla přesunuta na nerovnou podložku.

V posledním kroku XYZ kalibrace tiskárna změří výšku nad každým z devíti kalibračních bodů tiskárny a tyto hodnoty jsou uloženy do trvalé paměti tiskárny jako reference. V průběhu běžné automatické kalibrace podložky tiskárna ověřuje, že se vzdálenost každého kalibračního bodu podložky změřeného indukční sondou neliší od referenční hodnoty o více než 1 mm.

Pokud byla tiskárna přesunuta na nerovnou podložku, může dojít k mírnému zkroucení X/Y rámu. V tom případě může být potřeba nechat proběhnout funkci “Kalibrace Z”, při které je srovnána X osa do vodorovné polohy a dojde k novému naměření a uložení referenčních hodnot výšek indukční sondy nad kalibračními body podložky. Pokud Kalibrace Z nepomůže, potom prosím ověřte, že se v průběhu měření výšky nad devíti kalibračními body podložky indukční sonda třepuje přibližně do středu každého kalibračního bodu. Pokud tomu tak není, je možné, že některá řemenička prokluzuje, nebo že se některý mechanický díl tiskárny uvolnil.

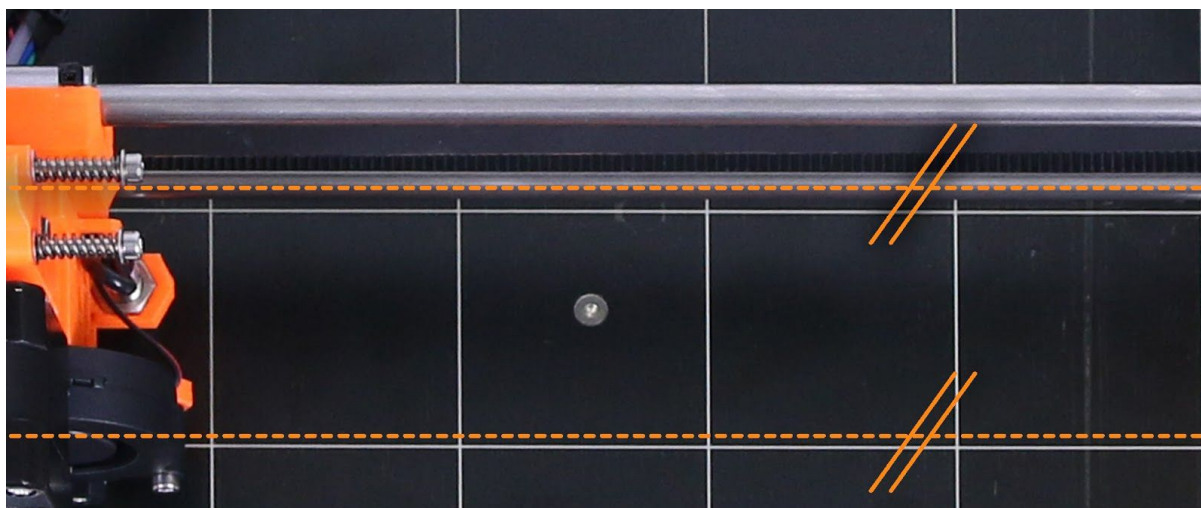
3) Kalibrace Z selhala. Senzor sepnul příliš vysoko. Čekám na reset.

Podobný případ jako 2). V tomto případě sepnul senzor autokalibrační sondy výše než 1 mm nad referenční hodnotou.

6.3.5.2 Vyrovnání osy Y (pouze stavebnice)



Aby autokalibrace fungovala správně, je extrémně důležité, aby osa Y byla kolmá na osu X. To snadno zkontrolujete, když se na tiskárnu podíváte shora a upravíte tyče osy X rovnoběžně s linkami na tiskové ploše, jak je ukázáno na následujícím obrázku. Pokud osy nejsou kolmé, můžete jednoduše upravit pozici osy Y povolením **M10 matek** na ose Y a jejich dotáhnutím na požadované poloze. Jak to udělat je ukázáno v **Návodu ke stavbě**, kapitole 7. **Zdroj, vyhřívaná podložka a držák cívky/Kontrola kolmosti**



Obr. 5 - Tyče osy X musí být rovnoběžné s linkami na tiskové ploše

Pokud Kalibrace XYZ ohlásí chybu “**Kalibrace XYZ nepřesná. Přední kalibrační body moc vpředu.**”, nemusíte nutně přenastavovat M10 matky a měnit tak pozici osy Y vůči rámu, ale můžete posunout držák řemene (y-belt-holder). Verze držáku s otvorem umožňuje 1mm posun v obou směrech. Povolte šrouby držáku, zatlačte na něj směrem k Y motoru a znovu utáhněte šrouby.

6.3.6 Kalibrovat Z

Kalibrovat Z najdete v menu **Kalibrace** a měli byste ji provést pokaždé, když tiskárnu přesunete na jiné místo. Funkce změří výšku indukční sondy nad všemi devíti kalibračními body podložky a tyto hodnoty jsou uloženy do trvalé paměti jako reference. Uložené hodnoty jsou před každým tiskem porovnány s hodnotami zjištěnými během automatické kalibrace podložky (Mesh bed leveling), a pokud se zásadně odlišují, tisk je preventivně zastaven. **Kalibrovat Z** je částí funkce **Kalibrace XYZ**, není nutné ji tak po úspěšné Kalibraci XYZ znovu spouštět.

Doporučujeme tuto funkci spustit pokaždé, když tiskárnu přenášíte nebo přepravujete, protože se jí mohla změnit geometrie a způsobit chyby při tisku.

Na počátku XYZ kalibrace tiskárna zobrazí následující pokyn:

"Kalibrace Z. Posuňte prosím Z osu až k hornímu dorazu. Potvrďte tlačítkem."

V následujícím kroku tiskárna chce být tiskárna ujistěna: **"Dojely oba Z vozíky k hornímu dorazu?"**

Ujistěte se, že oba Z vozíky opravdu dojely až k hornímu dorazu. V tom případě jejich další pohyb vzhůru způsobuje přeskokování kroků obou Z motorů, což je indikováno hlasitým klapáním. Tento krok zaručuje, že 1) X osa je přesně horizontální a 2) je známa vzdálenost trysky od tiskové podložky. V případě, že se Z vozíky **nedotýkaly** horních dorazů, tiskárna nemůže znát výšku trysky nad tiskovou plochou a hrozí, že nabourá v prvním kroku XYZ kalibrace do podložky.

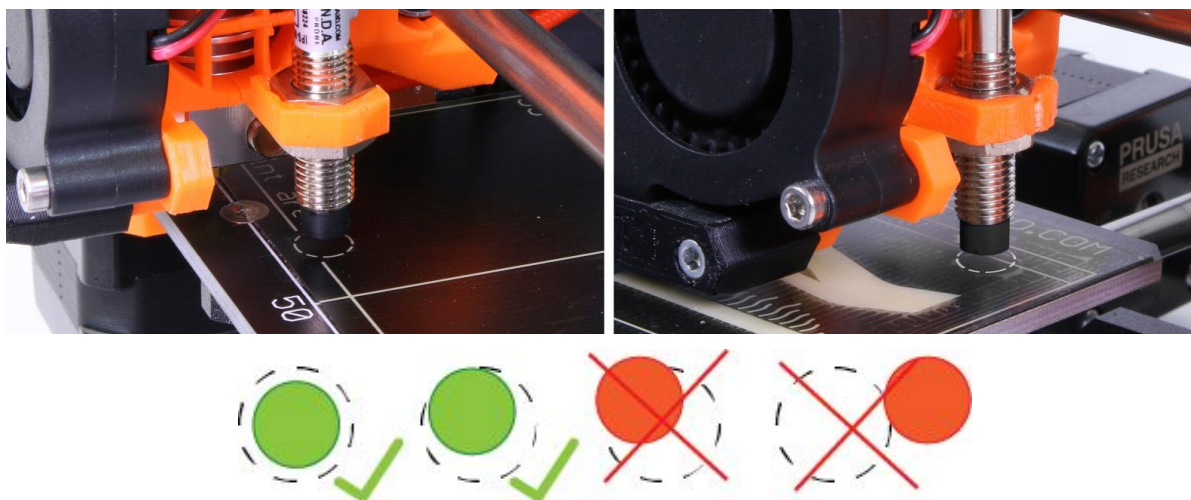
Kalibrace Z Vás dále žádá: **"Pro úspěšnou kalibraci očistěte prosím tiskovou trysku. Potvrďte tlačítkem."**

Pokud nebudete dbát tohoto pokynu a tryska je obalena tiskovým plastem, potom hrozí, že tryska pomocí nánosu tiskového plastu bude odtlačovat tiskovou podložku od autokalibrační sondy, takže sonda nemůže sepnout ve správném okamžiku a kalibrace neproběhne správně.

6.3.7 Mesh bed leveling

Automatickou kalibraci podložky najdete v menu **Kalibrace**. Je to stejná procedura, která je prováděna před každým tiskem. Můžete ji využít během testování nastavení kalibrační sondy a zarovnání sondy s kalibračními body. Během samotného kalibračního procesu ale není nutná, protože se spouští jako součást funkcí **Kalibrace XYZ** i **Kalibrovat Z**.

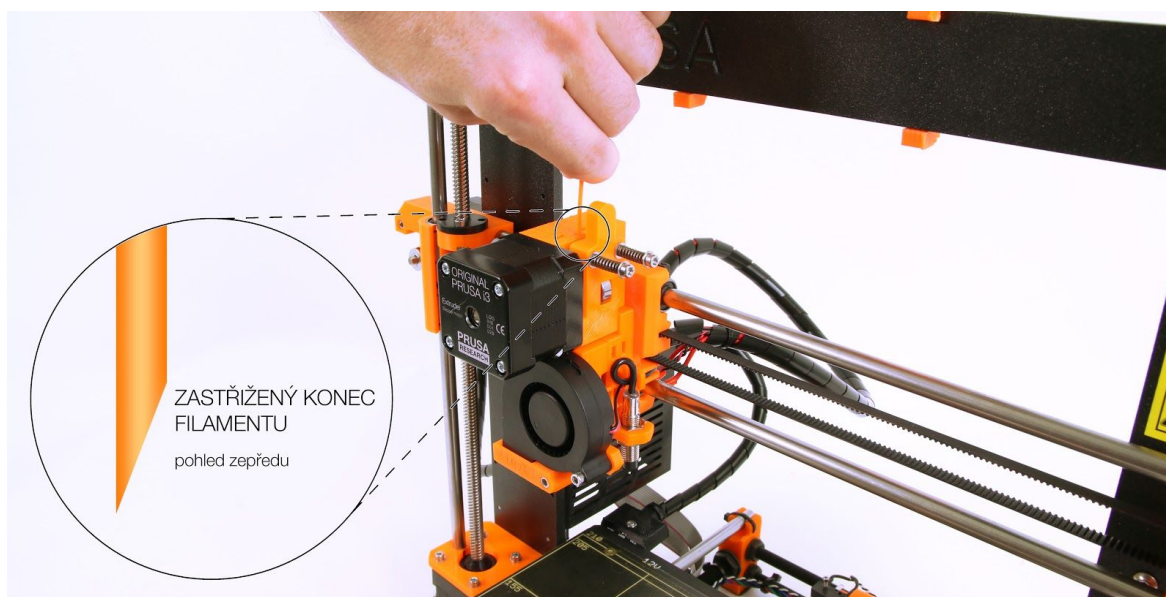
Před spuštěním testování očistěte trysku od zbytků plastu a nenahřívejte ji. Pokud byste pustili automatickou kalibraci podložky se špatně zarovnanou sondou a přehřátou tryskou, můžete poškodit tiskový povrch.



Obr. 6 - Kalibrační sonda se vždy musí nacházet uvnitř kalibračních kroužků (1. a 9. bod)

6.3.8 Zavedení filamentu do extruderu

- Stiskněte hlavní tlačítko, čímž se dostanete do hlavní nabídky. Následně zvolte pootočením možnost **Přehřev**, potvrďte opět hlavním tlačítkem. Následně zvolte materiál, ze kterého budete tisknout. Materiál vyberte a potvrďte stiskem hlavního tlačítka. Tím se nám tryska i podložka nahřeje na požadovanou teplotu.
- Pro úspěšné zavedení filamentu je nezbytné přehřát trysku, nejlépe pak i podložku, abychom poté mohli ihned tisknout. Trysku přehřejte podle používaného materiálu. Informace o potřebných teplotách trysky a podložky v závislosti na materiálu najdete v sekci [11 Materiály](#).
- Na LCD panelu stiskněte hlavní tlačítko, čímž se dostanete do hlavní nabídky. Filament zaveďte do tiskové hlavy a následně zvolte pootočením v hlavním menu možnost **Zavest filament**, potvrďte opět hlavním tlačítkem. Motor filament uchytí a sám zavede do tiskové hlavy. Špičku filamentu sestříhňte tak, aby delší strana byla vlevo - na straně podávacího kolečka (viz detail na obr. 7).



Obr. 7 - Zavedení filamentu do extruderu

- Zkontrolujte, zda z trysky začal vytékat roztavený filament.
- Pokud měníte filament za jiný, nezapomeňte starý filament zcela vytlačit ještě před samotným tiskem modelu přes **Nastavení - Posunout osu - Extruder**.

Pokud vám během tisku dochází filament, můžete jednoduše změnit cívku. Jděte do LCD menu, zvolte **Ladit a Vyměnit filament**. Tisk se přeruší, hlava vyjede mimo tiskovou plochu, vysune starý materiál a LCD vám řekne, jak máte dále postupovat. Dokonce můžete vložit cívku s jinou barvou a tisknout vícebarevné objekty! Pokud vás toto téma více zajímá, přečtěte si [10.6 Tiskneme barevně s Colorprintem](#).

6.3.8.1 Vyjmutí filamentu

Podobná operace jako zavádění. Zvolte z menu **Predehrev** a nahřejte trysku pro materiál, který jste posledně tiskli (sestavené tiskárny jsou zasílány s PLA). Počkejte, až se teplota ustálí, a vyberte v menu **Vyjmut filament**.

6.3.9 Nastavení první vrstvy

Konečně zkalibrujeme vzdálenost vršku trysky a sondy.



Zkontrolujte, zda je tisková plocha čistá! Toto je popsáno v kapitole [6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy](#). Nezapomeňte dokončit kapitolu [6.3.5 Kalibrace XYZ](#) nebo **můžete nevratně poškodit tiskovou plochu!** Kalibrační gcode musí vždy dojet až do konce, jinak se informace o provedení kalibrace neuloží do paměti!

Kalibraci první vrstvy můžete spustit dvěma způsoby

6.3.9.1 Spuštění kalibrace první vrstvy přímo z menu

Kalibraci můžete spustit z nabídky Kalibrace -> Kalibrace první vrstvy. Přímě v menu naleznete kalibraci první vrstvy od firmwaru 3.1.0. Pokud tuto nabídku v menu nevidíte, je možné, že máte v tiskárně starší firmware. Kalibraci můžete ale spustit i z SD karty.

6.3.9.2 Spuštění kalibrace první vrstvy z SD karty

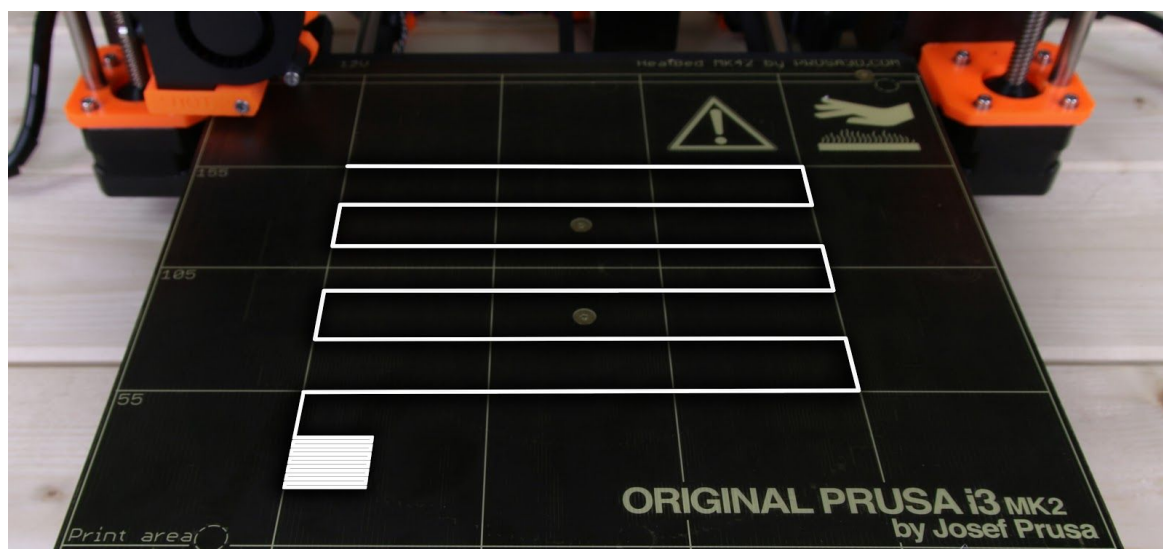
POZNÁMKA: Pokud na SD kartě nemáte **V2Calibration.gcode**, stáhněte si ho ze stránky <http://www.prusa3d.cz/ovladace> na našem webu.

Předehejte trysku pro PLA. V LCD menu jděte na **Tisk z SD** a zvolte **V2calibration.gcode** z přiložené SD karty.

```
#Main                                     ⚡
V2Calibration.gcode
```

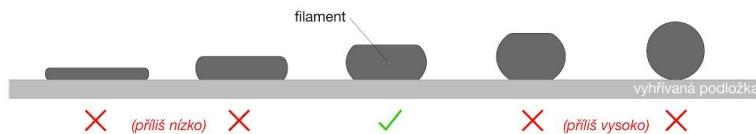
6.3.9.3 Doladění Z během kalibrace

Tiskárna proměří podložku a začne na tiskové ploše tisknout meandr. Tryska je ve výšce určené nastavením kalibrační sondy a v žádném případě se nesmí dotknout tiskové plochy.



Dostavování Z:

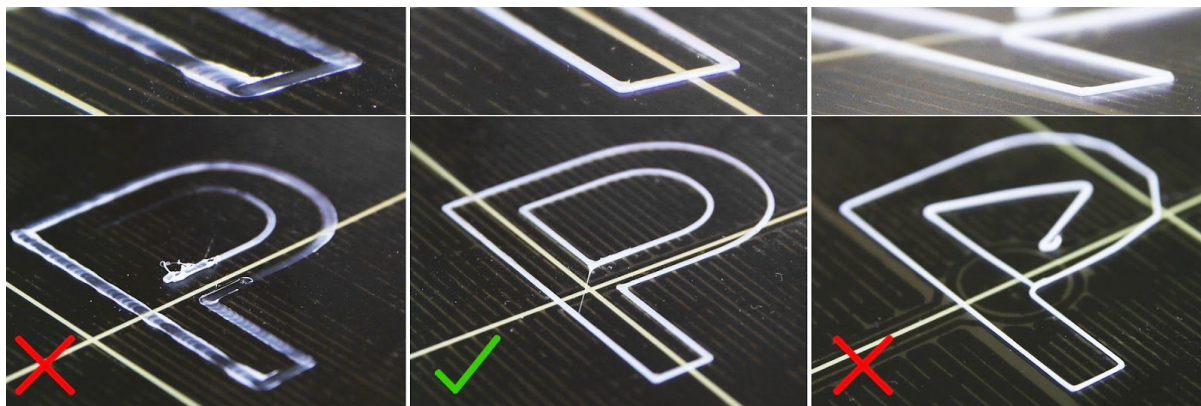
-0.505 mm



Obr. 8 - Nastavení výšky trysky během testovacího výtisku. Hodnota -0.505 mm je pouze ilustrační - vaše nastavení bude odlišné!

Pozorujte linku, která se tiskne na tiskový povrch. Jdete do LCD menu a zvolte si **Doladění osy Z**. Objeví se nové menu, kde můžete během tisku doladit vzdálenost. Cílem je snižovat výšku trysky, dokud se vytlačovaný plast krásně nepřichytává k podložce a není hezky

rozmáčknutý. Nastavené hodnoty by neměly překročit -1 mm, **pokud musíte nastavit víc, posuňte sondu trochu nahoru**. Na držáku sondy povolte oba šrouby. Otáčením sondy proti směru hodinových ručiček ji posouváte o 1 mm za otáčku nahoru. To je užitečné pro přesné vyladění. Pokud potřebujete pozici sondy upravit výrazněji, povolte šrouby kompletně a můžete sondou volně pohybovat nahoru a dolů. Po nastavení výšky a utáhnutí šroubů vždy spusťte [6.3.6 Kalibrovat Z](#), následované Nastavením první vrstvy.



Obr. 9 - Správně přichycená první vrstva

6.3.9.4 Korekce podložky (pouze stavebnice)

Korekce podložky je funkce pro pokročilé uživatele, která by měla doladit i úplně nejmenší nedokonalosti první vrstvy. K dispozici je od firmware 3.0.6 a najdete ji v LCD menu **Kalibrace – Korekce podložky**. Např. pokud se první vrstva zdá trochu více rozplácá na pravé straně, můžete na této straně virtuálně zvýšit výšku trysky o +20 mikronů. Nastavení je dostupné pro levou, pravou, přední a zadní část. Maximální velikost korekce je +50 mikronů a i +20 mikronů je velká změna. Pokud budete tuto funkci používat, dělejte malé změny postupně. Záporná hodnota virtuálně snižuje výšku podložky ve zvoleném směru.

6.3.10 Vyladění první vrstvy

6.3.10.1 Tisk Průša loga

Po dokončení kalibračního gcode doporučujeme vytisknout si nějaký jednoduchý předmět. Ideálním příkladem je Prusa logo z přiložené SD karty. Funkce **Doladení osy Z** (popsaná v [6.3.9. Nastavení první vrstvy](#)) se dá použít během každého tisku, takže můžete ladit, kdykoliv uznáte za vhodné. Na následujícím obrázku č. 9 vidíte správně přichycenou první vrstvu.



Kalibrace může být trochu odlišná pro různé materiály a teploty podložky. Doporučujeme kontrolu první vrstvy s úpravou **Doladení osy Z** kdykoliv měníte typ filamentu. Můžete také zkusit experimentální funkci [8.2 Kalibrace sondy PINDA / Teplotní kalibrace](#).

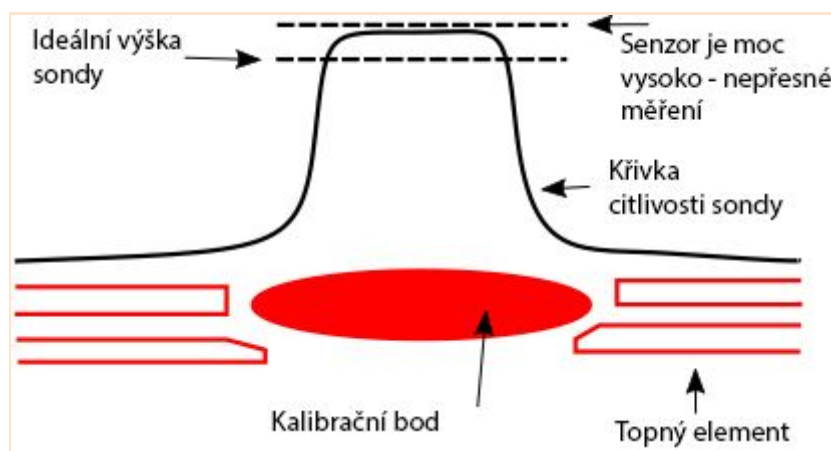


Obr.10 - Perfektní první vrstva Průša loga

6.3.10.2 Kontrola výšky sondy (pouze stavebnice)



Pokud je první vrstva jiná při každém tisku, je možné, že máte kalibrační sondu příliš vysoko. Umístěte ji trochu níže. Na držáku sondy povolte oba šrouby. Otáčením sondy po směru hodinových ručiček ji posouváte o 1 mm za otáčku dolů. To je užitečné pro přesné vyladění. Pokud potřebujete pozici sondy upravit výrazněji, povolte šrouby kompletně a můžete sondou volně pohybovat nahoru a dolů. Po nastavení výšky utáhněte šrouby a znovu spusťte funkci **Kalibrace XYZ**. Dávejte vždy pozor, že sonda musí být vždy výše než špička trysky, jinak bude zachytávat tisky!



Obr. 11 - Diagram citlivosti trysky

Máte hotovo!

7 Tisk

- Ujistěte se, že je tryska i podložka je nahřátá na požadovanou teplotu. Pokud zapomenete před tiskem předehřát trysku a podložku, nic se neděje. Tiskárna v takovém případě automaticky zkontroluje stav trysky a podložky a tisk zahájí až po dosažení požadovaných teplot - to může zabrat několik minut. Přesto doporučujeme předehřívat tiskárnu předem podle postupu uvedeného v kapitole [6.3.8 Zavedení filamentu do extruderu](#).



Nikdy nenechávejte tiskárnu dlouho předehřátou, aniž byste spustili tisk modelu. Pokud je tiskárna nahřátá, postupem času materiál v tiskové hlavě degraduje, což může způsobit ucpání trysky.

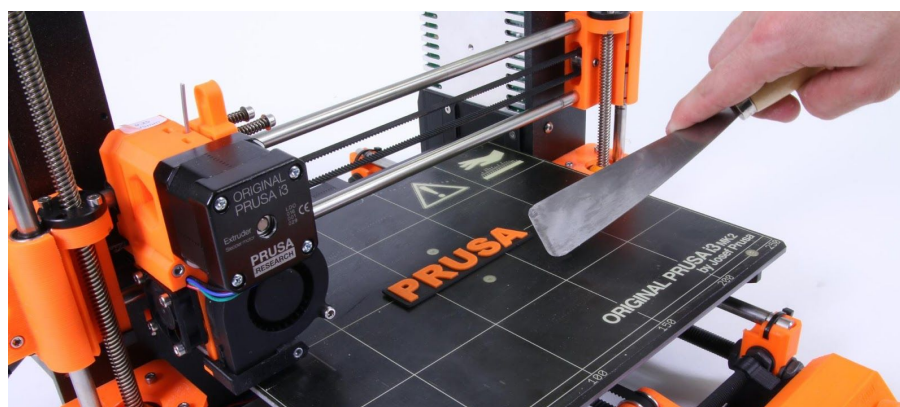
- Sledujte tisk prvních vrstev kvůli kontrole přilnutí filamentu na podložku (5-10 minut).
- Hlavním ovládacím tlačítkem přejděte do hlavní nabídky, najděte možnost **Tisk z SD**, po rozkliku následně zvolte model **název_modelu.gcode**. Tiskárna začne daný model tisknout.



Mějte na paměti, že **název souboru v .gcode NESMÍ obsahovat diakritiku**, jinak se soubor na SD kartě na tiskárně nezobrazí. Pokud vyjmete SD kartu v průběhu tisku, tiskárna se automaticky pozastaví. Po znovuvložení SD musíte stisknout ovládací tlačítko tiskárny a zvolit položku “Pokračovat”.

7.1 Sundávání objektů z tiskárny

- Po dokončení tisku nechte trysku i podložku zchladnout. S objekty manipulujte pouze po vychladnutí na pokojovou teplotu, z nahřáté položkou je prakticky nemožné objekt sundat. Podložku posuňte směrem k sobě a model odloupněte.
- Pokud budete mít se sundáním objektů problém (především těch menších), použijte k odloupení špachtli s kulatými rohy, abyste zabránili poškození PEI podložky. Špachtli zasuňte pod roh objektu a jemně zatlačte, dokud model neodskočí.



Obr. 12 - Odloupení objektu od tiskové plochy pomocí špachtle

Pokud jsou tisky přichycené až moc a nechtějí pustit, zkuste použít **zubní nit'**. Zasuňte nit' pod roh objektu, který jste předtím uvolnili špachtlí, a **upilováním** oddělte objekt od tiskové podložky. Zubní nitě jsou většinou napuštěné voskem, takže nezapomeňte tiskový povrch před dalším tiskem **důkladně očistit**.

7.2 Ovládání tiskárny

Tiskárnu můžete ovládat dvěma způsoby. Přes LCD panel integrovaný přímo v tiskárně nebo připojením počítače přes USB kabel. Tiskárnu doporučujeme ovládat přes **LCD panel** - nejste závislí na počítači, také je to rychlejší a spolehlivější.

7.2.1 LCD

- Výchozí obrazovkou je **informační obrazovka**, kde vidíte přehled všech důležitých údajů. Nejdůležitější jsou údaje o teplotě trysky a podložky (1, 2), dále pak čas tisku (3) a v neposlední řadě také aktuální souřadnice osy Z (5).



Obr. 13 - Schéma LCD displeje

1. Teplota trysky (aktuální teplota / teplota, na kterou se má tryska nahřát)
2. Teplota podložky (aktuální teplota / teplota, na kterou se má podložka nahřát)
3. Pokud tiskárna tiskne, uvidíte průběh tisku vyjádřený v procentech
4. Stavový (informační) řádek (Prusa i3 MK2 ok / Nahrivani / nazev_modelu.gcode apod.)
5. Pozice osy Z
6. Rychlost tisku
7. Pokud tiskárna tiskne, uvidíte zde dobu trvání tisku (jak dlouho se tiskne)

7.2.2 Statistiky tisku

Tiskárna sleduje statistiky tisku. Pokud tuto možnost zvolíte během tisku, ukáže se vám statistika aktuální tisku. Pokud v době, kdy tiskárna netiskne, uvidíte celkový přehled. Sledují se obojí statistiky spotřebovaného filamentu i tiskového času.

```
Filament celkem :  
                686.39 m  
Celkový čas :  
            4d : 11h : 9 m
```

Obr. 14 - Statistiky tisku

7.2.3 Tichý vs výkonný režim

Můžete si zvolit mezi dvěma režimy spotřeby motorů. Tichý režim používá méně proudu a tiskárna je tak tišší, ale méně výkonná. Výkonný je lepší pro velmi těžké objekty (přes 200 gramů) nebo pro úvodní rozběhání tiskárny, než si jste jistí, že všechno správně funguje. Pokud se stane, že se při tisku posune nebo přeskočí vrstva, případně pokud zrychlujete tisk na více než 100%, zvolte výkonný režim.

7.2.4 Obnova továrního nastavení

1. Zmáčkněte a uvolněte reset tlačítko označené X umístěné pod hlavním tlačítkem.
2. Zmáčkněte a držte hlavní tlačítko, dokud neuslyšíte pípnutí.
3. Pust'te hlavní tlačítko

Tiskárna má několik možností obnovení továrního nastavení:

- **Language** – vyresetuje nastavený jazyk
- **Statistics** – vyresetuje statistiky protištěného času a filamentu
- **Shipping prep** – vynuluje pouze nastavení jazykové verze. Všechny kalibrační data, včetně Doladění osy Z zůstanou beze změny, přesto tiskárna poté požádá o spuštění Kalibrovat Z. Tento reset používáme hlavně pro vyresetování sestavených tiskáren, než je zabalíme na cestu k zákazníkům, kdy po vybalení musí zvolit jazyk a provést Kalibrovat Z.
- **All data** – vyresetuje vše včetně kalibračních dat a vynuluje EEPROM. Měli byste tedy projít znovu celým Kalibračním procesem, kromě nastavení výšky sondy.

Pokud se potýkáte s náhodnými problémy pro upgradu firmware nebo tiskárny, proveďte All Data reset.

Soubory na SD kartě je možné řadit. V nabídce Nastavení -> Tridení: [Typ] si nyní můžete vybrat řazení podle jména, data přidání nebo řazení vypnout. Nejlepší je řazení podle data přidání, kde najdete nejnovější soubory na začátku seznamu.

Složky jsou zobrazeny v seznamu nahoře, až poté následují soubory.

Seřazení se týká prvních 100 souborů. Pokud jich je na kartě více, některé zůstanou neseřazené.

```
#Hlavni nabidka      #
Nejinovejsi.scode
Starsi.scode
Nejstarsi.scode
```

7.2.6 Kontrola kompletnosti .gcode souboru

```
Soubor nekompletni
Pokracovat?
  Ano
>Ne
```

32

7.2.7 Schéma LCD panelu



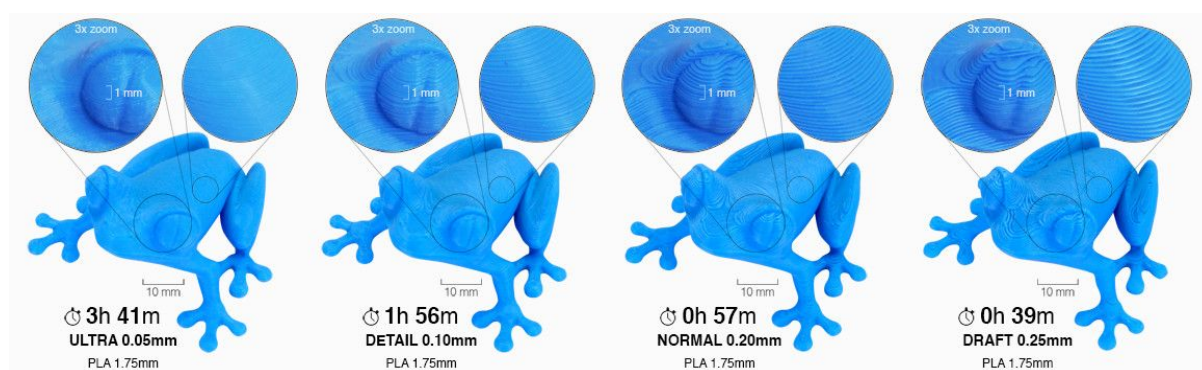
Položky, které zde nejsou zmíněny, neslouží k běžným úpravám před tiskem - proto neměňte jejich hodnoty, pokud si nejste jisti tím, co děláte.

- ☐ Informace
- ☐ Doladění osy Z (pouze pokud tiskárna tiskne)
- ☐ Ladit (pouze pokud tiskárna tiskne)
 - ☐ Rychlost
 - ☐ Tryska
 - ☐ Bed
 - ☐ Rychlost vent.
 - ☐ Průtok
 - ☐ Vyměnit filament
 - ☐ Mod [vysoký výkon], Mod [tichý]
- ☐ Pozastavit tisk (pouze pokud tiskárna tiskne)
- ☐ Zastavit tisk (pouze pokud tiskárna tiskne)
- ☐ Predehřev
 - ☐ ABS - 255/100
 - ☐ PLA - 215/55
 - ☐ PET - 240/90
 - ☐ HIPS - 220/100
 - ☐ PP - 254/100
 - ☐ FLEX - 230/50
 - ☐ Zchladit
- ☐ Tisk z SD
- ☐ Zavést filament
- ☐ Vyjmout filament
- ☐ Nastavení
 - ☐ Teplota
 - ☐ Tryska
 - ☐ Bed
 - ☐ Rychlost vent.
 - ☐ Posunout osu
 - ☐ Posunout X
 - ☐ Posunout Y
 - ☐ Posunout Z
 - ☐ Extruder
 - ☐ Vypnout motory
 - ☐ Mod [vysoký. výkon], Mod [tichý]
 - ☐ Doladění osy Z
 - ☐ Výběr jazyka
 - ☐ SD karta - Normal / FlashAir
 - ☐ Třídění - Čas / Abeceda / Žádné
- ☐ Kalibrace
 - ☐ Auto home

- ☐ Selftest
- ☐ Kalibrace XYZ
- ☐ Kalibrovat Z
- ☐ Kalibrace první vrstvy
- ☐ Mesh Bed Leveling
- ☐ Wizard
- ☐ Korekce podložky
- ☐ Teplotní kalibrace
- ☐ Kalibrace PID
- ☐ Stav. konc. spin.
- ☐ Reset XYZ kalibrace
- ☐ Statistika
- ☐ Podpora
 - ☐ Verze firmware
 - ☐ Detaily XYZ kalibrace

7.2.8 Rychlost a kvalita tisku

Tisk malého jednoduchého modelu zabere jen pár minut, když se ale pustíte do větších a složitějších objektů, doba potřebná k vytištění se počítá na hodiny a výjimkou nejsou ani tisky trvající celý den. Doba tisku můžete ovlivnit několika faktory. Prvním krokem je nastavení výšky vrstvy ve Slic3r - v pravé horní části je položka Print settings. V rolovacím menu je základní nastavení 0,20 mm (NORMAL), zrychlit tisk můžete změnou výšky na 0,35 mm (FAST). To se samozřejmě projeví na vizuální podobě modelu, jednotlivé vrstvy budou patrnější a model nebude tak detailní. Pokud naopak preferujete detail na úkor času, zvolte možnost 0,10 mm (DETAIL). Doba tisku se přibližně zdvojnásobí, ale model bude mnohem detailnější.



Obr. 17 - Kvalita tisku vs doba tisku

Rychlost můžete měnit i v průběhu tisku přímo na tiskárně. V pravé části LCD je na infoobrazovce údaj RT 100 % - rychlost tisku. Otáčením hlavního tlačítka po směru hodinových ručiček můžete rychlost tisku zvyšovat až do hodnoty 999 %. Nedoporučujeme zvyšovat rychlost tisku nad 200 %. Sledujte, jak se zrychlení tisku projevuje na vzhledu modelu a případně rychlost upravte.



Zvyšujete-li rychlost tisku, vždy sledujte, zda se objekt stíhá chladit - obzvláště při tisku malých objektů z ABS dochází z tohoto důvodu často k deformacím výsledného modelu. Řešením je tisk více malých předmětů najednou - interval mezi tiskem jednotlivých vrstev se tím dostatečně prodlouží.

Pokud se model netiskne v takové kvalitě, jakou jste si představovali, můžete naopak tisk zpomalit. Otáčením hlavního tlačítka proti směru hodinových ručiček tisk zpomalíte, zpomalení má význam maximálně do hodnoty 20 % standardní rychlosti.

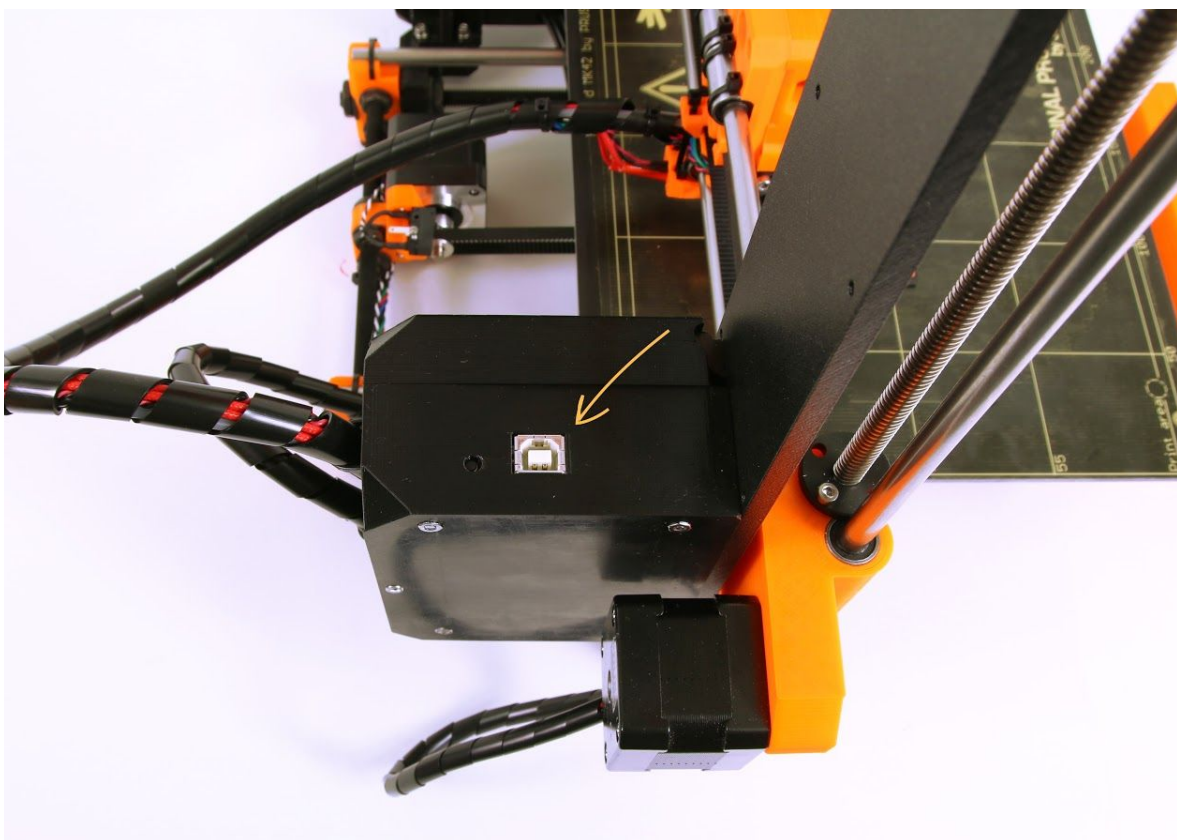
7.2.9 USB kabel a program Pronterface



Důrazně doporučujeme pro tisk na tiskárně Prusa i3 MK2 používat **LCD panel** - Pronterface nepodporuje všechny funkce nového firmware (například výměnu filamentu během tisku).

Mějte na paměti, že pokud tisknete na tiskárně pomocí programu Pronterface, **počítač musí být připojený k tiskárně po celou dobu tisku** a nesmí přejít do stavu spánku, hibernace nebo se vypnout. Přerušení spojení s počítačem má za následek přerušení tisku bez možnosti jeho pokračování.

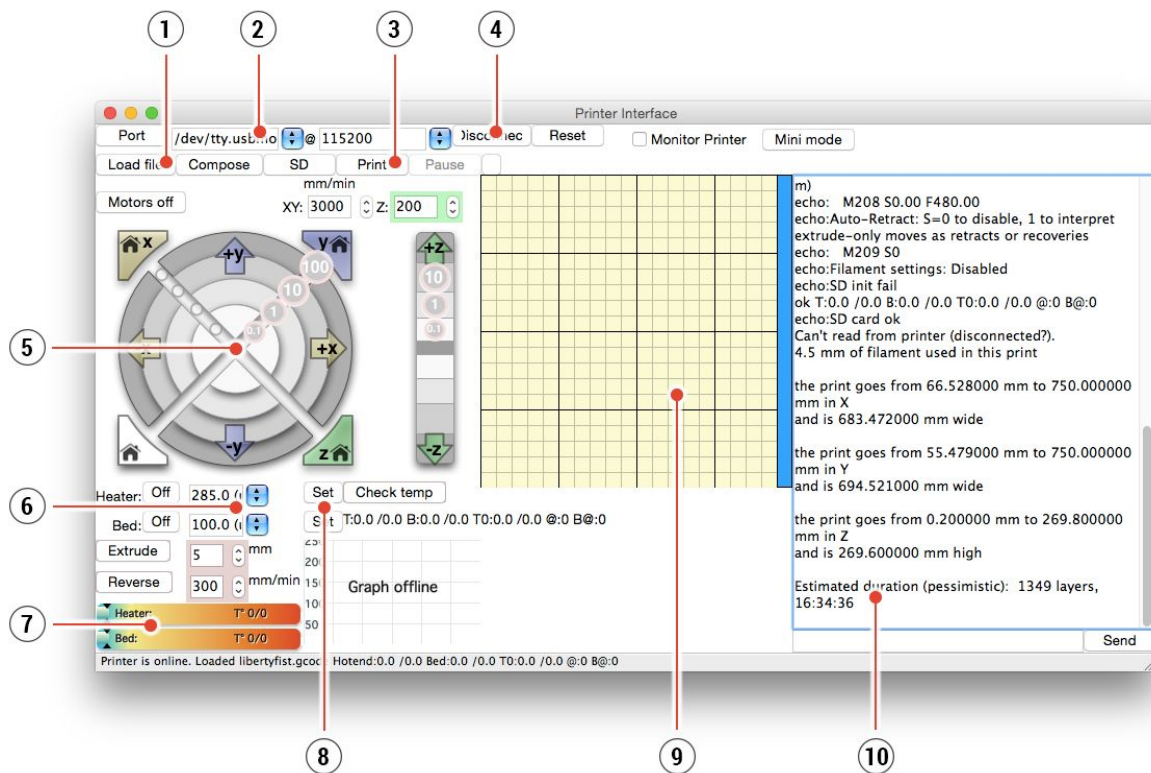
- Propojte tiskárnu s počítačem pomocí USB kabelu.



Obr. 18 - Umístění USB portu

- V programu Pronterface (ke stáhnutí spolu s ovladači k tiskárně viz sekce [9 Ovladače k tiskárně](#)) zvolte port (u počítačů Mac se většinou se jedná o port `/usbmodem`, u počítačů s Windows jsou porty značené COM1, COM2 atd., správné číslo zjistíte například ve správci zařízení (device manager), zařízení s Linuxem se připojí k tiskárně pomocí virtuálního sériového portu. Po připojení k tiskárně stiskněte tlačítko **Connect**. V pravém sloupci se vám zobrazí údaje o připojení.
- Následně načtete model tlačítkem **Load model** a vyberte model **nazev_modelu.gcode** (název musí být **bez diakritiky**).
- Na ovládacím poli můžete ovládat pohyb všech os tiskárny.
- Níže lze tiskárnu nahřát a tím připravit na tisk. Nastavte teploty trysky (heater) a podložky (bed) a zmáčkněte **Set**. Tiskárna se okamžitě začne nahřívát. **Vždy zkontrolujte, že je v programu Pronterface správně nastavena teplota k zvolenému materiálu podle našeho návodu!**
- V programu můžete zkontrolovat aktuální teplotu trysky a podložky.

- Po načtení modelu se v pravém sloupci zobrazí odhadovaný čas doby tisku:
Estimated duration (pessimistic)



Obr. 19 - Pronterface

1. Tlačítko **Load file** slouží pro načtení modelu, který chcete tisknout. Model musí být ve formátu ***.gcode**.
2. Zvolení portu, na kterém je tiskárna připojena. (většinou se jedná o port **/usbmodem** u Macu, COM1, COM2 atd. u Windows).
3. Tlačítko **Print** zahájí tisk.
4. Tlačítko **Disconnect** odpojí tiskárnu od počítače.
5. Ovládání tiskárny. Zde můžete manipulovat všemi osami.
6. Nastavení teplot pro trysku a podložku.
7. Teploměr.
8. Potvrzení nastavení teplot a start nahřívání.
9. 2D náhled na průběh tisku.
10. Informační panel. Po načtení modelu můžete vidět odhadovaný čas tisku, souřadnice os a další informativní zprávy.

7.3 Příslušenství k tiskárně

7.3.1 Jiné trysky

E3D, anglická společnost, který nám dodává trysky pro Original Prusa i3 MK2S, má celý ekosystém upgradů a výměnných trysek. Některé z nich podporujeme. Ale pozor, pro jiné trysky musíte zvolit správná přednastavení ve Slic3ru nebo PrusaControl.

Jak vyměnit trysku se dozvíte v sekci [12.5 Výměna / Změna trysky](#)

7.3.1.1 Tryska z tvrzeného nerez

Tryska z tvrzeného nerez je nutností v případě použití filamentu z vysoce abrazivních materiálů. Normální tryška by se velice rychle obrousila a ztratila své vlastnosti.

Většina abrazivních materiálů jsou kompozity, tedy plasty s příměsí. Příklady jsou ColorFabb XT CF20, ColorFabb Bronzefill, ColorFabb Brassfill nebo některé filamenty, které svítí ve tmě. Vždy se optejte prodejce filamentů, pokud si nejste jistí. Nevýhodou nerezové trysky pak je, že některé standardní materiály, jako je třeba ABS, nejdou tisknout tak rychle jako s normální tryskou.

7.3.1.2 Tryska 0.25mm

Pokud chcete lepší detaily s 0.1mm nebo 0.05mm tiskovým nastavením, můžete použít 0.25mm trysku. Používejte ji ale jen na malých objektech, maximálně par centimetrů velkých. Tiskový čas je totiž výrazně delší než se standardní 0.4mm tryskou. Ideální využití jsou třeba šperky.

8 Pokročilá kalibrace

Ve firmwaru 3.0.12 a vyšších jsme přidali nové možnosti kalibrace. Berte na vědomí, že jde o nepovinná nebo experimentální nastavení, která jsou určena pro pokročilé uživatele.

8.1 Kalibrace PID pro hotend (nepovinné)

Pokud u vás dochází k velkým výkyvům teploty trysky (zhruba $\pm 5^\circ\text{C}$), můžete provést kalibraci PID (řízení teploty) vaší tiskárny. *Pokud jsou výkyvy teploty vyšší, ujistěte se nejprve, že termistor hotendu správně sedí na topném bloku a je správně zapojen do desky miniRAMBO.*

Doladění můžete provést přes Kalibrace - Kalibrace PID. V tomto menu si můžete vybrat teplotu, pro níž PID poběží. Nastavte zde teplotu, na kterou tisknete nejčastěji a vše bude vyladěno tak, abyste na ní získávali nejlepší výsledky. Celková stabilita se nicméně vylepší u všech teplot (PLA/ABS/PETG). Následně dojde k nahřátí trysky v pěti po sobě jdoucích cyklech. Během cyklů tiskárna vyladí optimální množství energie nutné k dosažení a udržení požadované teploty.



V průběhu tohoto procesu se v žádném případě trysky nedotýkejte! Dosahuje totiž velmi vysokých teplot!

Kalibrace PID ovšem není řešením pro všechny problémy s kolísáním teploty. Vždy se nejprve ujistěte, že tiskárna je umístěna v místnosti se stabilní teplotou. Více se o tomto problému dočtete na stránce help.pru3d.com.

8.2 Kalibrace sondy PINDA / Teplot. kalibrace (experimentální/nepovinné)

Tato experimentální funkce je k dispozici od firmwaru verze 3.0.12. V nastavení si ji můžete vždy zapnout, nebo vypnout, protože nejde o nastavení, které by pomohlo při řešení všech možných problémů. Pokud se rozhodnete tuto funkci využít, musíte počítat s chvilkou na kalibraci před každým tiskem, protože tiskárna musí stabilizovat teplotu na sondě (standardní doba pro nahřátí se prodlouží zhruba o dvě minuty).

Kalibrace sondy PINDA minimalizuje nutnost častého znovuspouštění doladování osy Z. K té můžete být donuceni v případě, že čtení vaší sondy ovlivňují okolní podmínky, nejčastěji výrazně kolísající teplota. K tomu může dojít například tak, že jste doladění osy Z spustili v době, kdy jste tiskli z PLA a později chcete tisknout z ABS, případně naopak, protože teplota podložky je výrazně jiná. Ještě předtím, než tuto novou funkci využijete, musíte spustit kalibraci teploty. Tu najdete v menu pod **Kalibrace - Teplot.kalibrace - Kalibrovat**. Pozor, ještě před tím, než kalibraci spustíte, ujistěte se, že tryska a vyhřívaná podložka jsou perfektně čisté. Extruder se totiž bude během kalibrace pohybovat těsně nad podložkou.



V průběhu tohoto procesu se v žádném případě trysky ani vyhřívané podložky nedotýkejte! Dosahují velmi vysokých teplot!

Během kalibrace sondy PINDA dochází k porovnávání dat ze sondy pod rozdílnými teplotami a navíc dochází k započítávání dat z doladování Z. Výsledkem je pak stabilnější doladění osy Z.



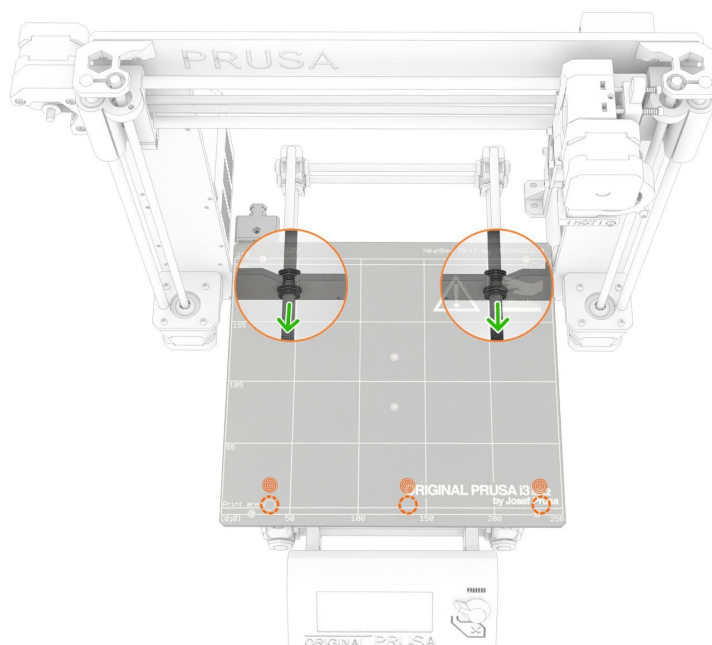
Po kalibraci se ujistěte, že první vrstva tisku vypadá tak, jak má. Více o vyladění první vrstvy najdete v kapitole [6.3.10. Vyladění první vrstvy](#)

8.3 Zobrazení detailů kalibrace XYZ (nepovinné)

Od vydání firmware v3.0.12 máte nově přístup k detailnějším informacím o výsledcích kalibrace XYZ. Tuto novou funkci najdete v menu pod **Podpora - Detaily XYZ kal.** Na první obrazovce zjistíte vzdálenost „perfektní“ polohy 1., 2. a 3. kalibračního bodu. V ideálním případě budou všechny tyto hodnoty kladné a budou minimálně 0.5 mm nebo vyšší. Pokud jsou v hodnoty v rozmezí 0 až 0.4 mm, je možné, že kalibrace nebude v některých případech fungovat. Abyste dosáhli lepších výsledků, zkuste posunout závitové tyče tak, aby byly všechny kalibrační body dosažitelné. **Pokud budou osy kolmé nebo mírně skosené, nemusíte nic dále upravovat. Tiskárna bude i tak maximálně přesná.**

```
Y distance from min:
Left:    0.85 mm
Center:  0.73 mm
Right:   0.62 mm
```

Obr. 20: Vzdálenost předního kalibračního bodu od začátku osy. Ideální hodnota je mezi 2 a 3 mm, ale všechny hodnoty vyšší než 0.5 mm jsou v pořádku. Ideální rozmezí mezi jednotlivými vzdálenostmi je přibližně do 0.2 mm.

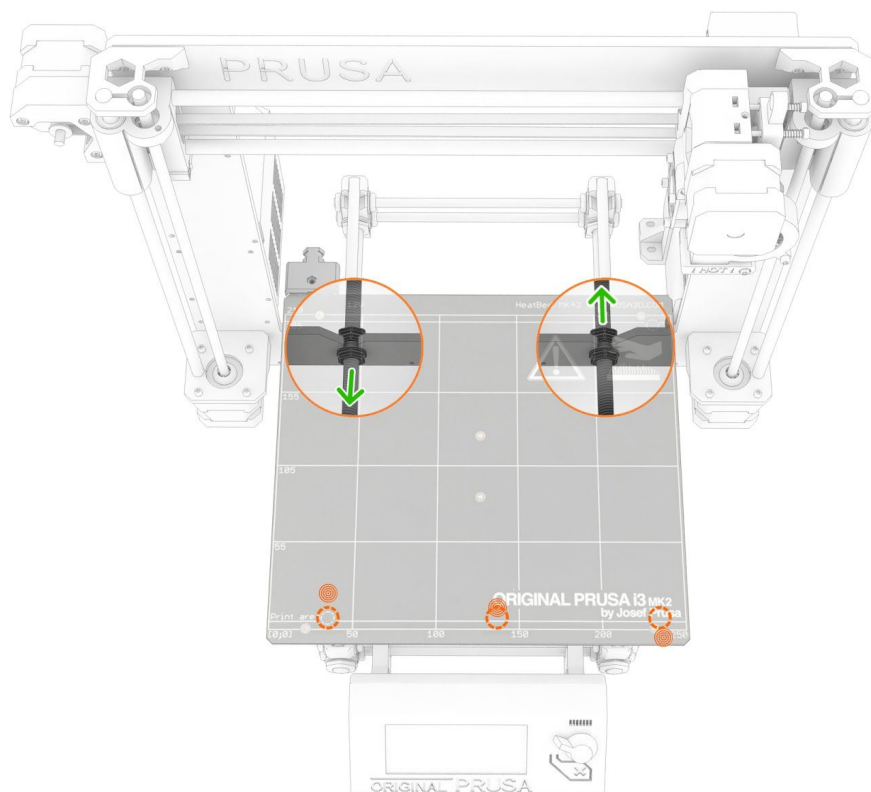


Obr.21 - Příklad na obrázku - posunutí rámu dopředu po ose Y (zvýšíte tak 100 mm vzdálenost doporučenou v manuálu) zvětší naměřenou vzdálenost bodů od začátku osy Y.

Zmáčknutím tlačítka se dostanete na druhou obrazovku. Ta vám zobrazí detaily o zkosení os X a Y a zjistíte tak, jak daleko jste od perfektní kolmosti os.

Až 0.25° = **Kompenzace silného zkosení** vyrovnává 1.1 mm na 250 mm výšky
Až 0.12° = **Kompenzace mírného zkosení** vyrovnává 0.5 mm na 250 mm výšky
Méně než 0.12° = **Kompenzace není nutná**. Gratulujeme, osy X a Y jsou kolmé!

Na první pohled to může vypadat, že kompenzace nejsou nijak velké. Ale když vezmete v úvahu, že osa X je 250 mm dlouhá, je vychýlení o 1.1 mm skutečně podstatné. Pokud se budete snažit vylepšit kolmost os, dávejte pozor na to, aby vzdálenost od předních kalibračních bodů (viz první obrazovka) byla přibližně do 0.2 mm.



Obr. 22 - Posunutí jedné strany rámu na ose Y dopředu (zvýšení naměřené hodnoty) a na druhé straně dozadu (snížení naměřené hodnoty) podle údajů z první obrazovky vylepší zkosení os.

8.4 Linear Advance (Experimental)

Linear Advance je nová funkce, která je k dispozici od firmware verze 3.1.0. Nemusíte ji nijak zapínat ani ladit - vše je přednastavené. Je třeba jen upgradovat váš **firmware na verzi 3.1.0** nebo vyšší a **ovladače na verzi 1.9.2** nebo vyšší.

Díky Linear Advance dosahují všechna tisková nastavení pro MK2/S zrychlení tisku o 15-15 mm/s

Přidali jsme i nová experimentální tisková nastavení pro rychlejší tisk – 0.15 mm 100 mm/s Linear Advance a 0.20 mm 100 mm/s Linear Advance zvýší rychlost tisku až na 100 mm/s, což znamená další zhruba 30% navýšení rychlosti tisku. Ke zvýšení rychlosti nemusíte nic kalibrovat ani ladit, prostě jen použijte nastavení pro generování gcodu.



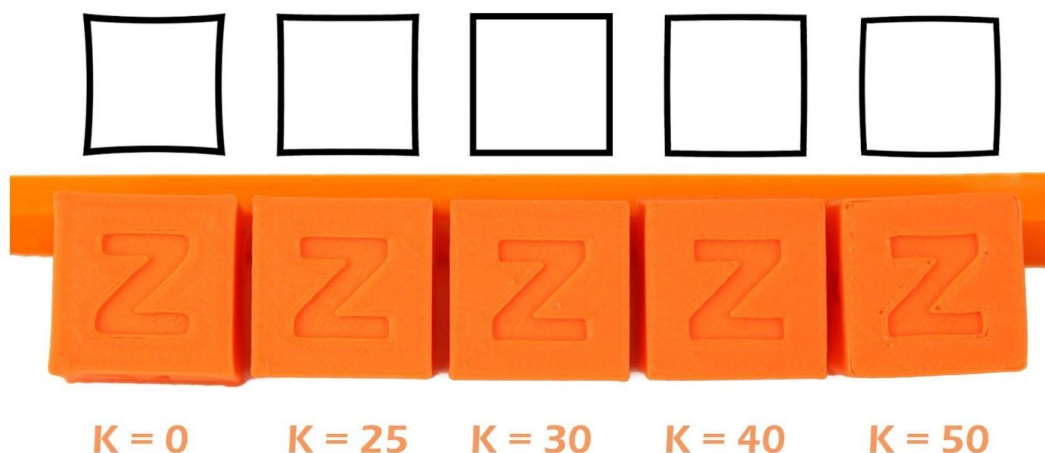
Abyste vyšší rychlosti tisku zaznamenali, musíte nastavení testovat na **větších objektech**! Slic3r omezuje minimální čas na vrstvu na 15 sekund. Zamezuje se tak nedostatečnému chlazení a ošklivým výtiskům, v případě malých objektů ale kvůli této vlastnosti nelze jejich tisk urychlit. Jinými slovy, při tisku jednoho Marvina se rychlejších časů nedočkáte.



Pokud používáte jiné slicery než Slic3r PE nebo PrusaControl, případně pokud chcete ladit a hrát si s nastavením různých hodnot, můžete ručně změnit nastavení v gcode skriptu. **Nicméně, pokud dostatečně nerozumíte konceptu gcodů nebo jste je nikdy needitovali, přeskočte na další kapitulu.**

Hodnoty K (parametr, který určuje, jak moc ovlivňuje Linear Advance tisk) jsme měřili a testovali následovně:

- PLA: **M900 K30**
- ABS: **M900 K30**
- PET: **M900 K45**
- Multi material printer: **M900 K200** pro všechny materiály



Obr. 23 - Vliv parametru K na výtisk

Tyto hodnoty jsou přednastavené ve **Slic3r PE**. Hodnota K se nastavuje pod záložkou **Filament Settings** v sekci **Custom G-code** -> **Start G-code**, NIKOLIV pod nastavením Custom G-code tiskárny. **PrusaControl** používá stejná nastavení hodnoty K, ale nedovoluje uživatelům jejich editaci.

Uživatelé **Simplify3D**, **Cura** a dalších musí přidat "M900 K??" na **začátek gcode skriptu**. Mějte na paměti, že hodnoty musíte manuálně změnit pro každý filament. Pouze v Slic3r PE / PrusaControl najdete přednastavení pro jednotlivé filameny a hodnota K se tak změní automaticky.

Nastavte rychlost, kterou chcete a následně vytiskněte něco dostatečně velkého, aby se změna projevila. Pokud najdete na **ostrých hranách kapky, zvýšte K**. Pokud si všimnete **chybějícího filamentu, K naopak snižte**.

 Mějte na paměti, že rozdílné značky a barvy toho samého materiálu mohou vyžadovat mírně odlišné hodnoty K ve chvíli, kdy chcete tisknout ve velmi vysokých rychlostech. Naše přednastavené hodnoty by nicméně měly fungovat bez problémů ve všech případech.

NEVYPÍNEJTE retrakci filamentu úplně. Nejprve vyladte hodnotu K a potom zkoušejte pomalu snižovat vzdálenost retrakce dokud se na výtisku nezačnou objevovat „vlásky“. Potom vzdálenost retrakce lehce zvýšte.

9 Ovladače k tiskárně

Aktuální ovladače ke stažení a další informace naleznete na <http://www.prusa3d.cz/ovladace/>.

V balíčku najdete tato nastavení a programy:

PrusaControl - pro přípravu 3D modelů do gcode tiskárny

Slic3r Prusa Edition - pro přípravu 3D modelů do gcode tiskárny

Pronterface - starší ovládací program pro tisk z počítače (pokud nechcete tisknout z SD karty)

NetFabb - pro úpravu poškozených nebo nevytisknutelných modelů

Nastavení - optimalizované nastavení tisku pro Slic3r, Cura, Simplify3D a KISSlicer

Ovladače pro tiskárnu Prusa i3 - k dispozici pro Windows a Mac.

Testovací objekty

10 Tisk vlastních modelů

10.1 Kde stahovat 3D modely?

Nejlepší způsob, jak začít s vlastním 3D tiskem, je najít si na internetu modely ve formátu .stl nebo .obj, které již někdo vytvořil. Naštěstí je podobných nadšenců spousta a existují stránky, ze kterých si můžete stáhnout nepřeberné množství hotových 3D modelů - od jednoduchého držáku na holicí strojek až po detailní model leteckého motoru.

3D modely jsou většinou volně ke stažení pod licencí Creative Commons - Attribution - Non Commercial (Model nesmí být použit komerčně, musíte vždy uvést jméno autora) či za malý poplatek pohybující se v jednotkách až desítkách dolarů. Vybrali jsme pro vás ty nejzajímavější servery s kvalitními modely.

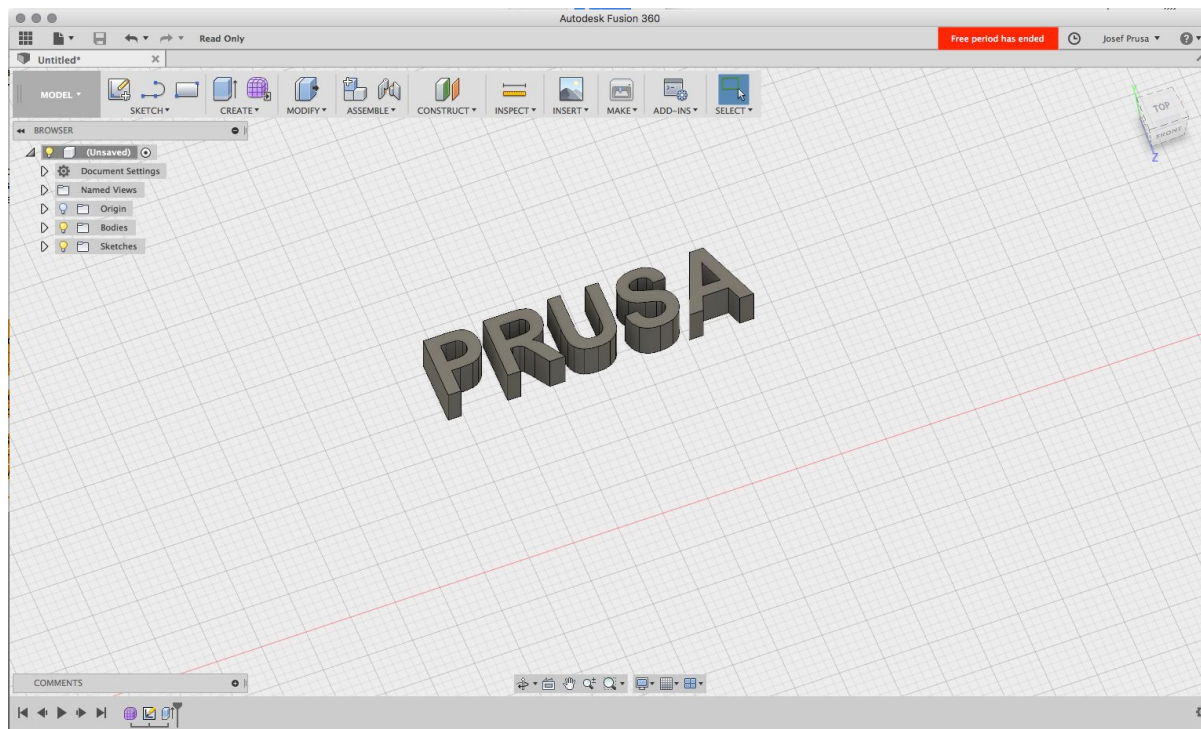
1. <http://www.thingiverse.com/>
2. <https://pinshape.com/>
3. <https://www.youmagine.com/>
4. <http://www.shapeways.com/>
5. <http://www.123dapp.com/>

10.2 Který 3D program použít pro tvorbu vlastního modelu?

Chcete-li vytvořit 3D model vlastnoručně, budete potřebovat program na jeho tvorbu.

Nejsnazší cestou k rychlé tvorbě modelu je TinkerCad (www.tinkercad.com) - jde o online editor bez nutnosti instalace. Svůj 3D model tak tvoříte přímo v okně internetového prohlížeče. Je zadarmo, je jednoduchý na ovládání a najdete u něj i výuková videa, takže vám po pár minutách nic nebrání stvořit svůj vlastní 3D objekt.

Variant, ať už zdarma, nebo placených, je velké množství, záleží spíše na osobním vkusu a preferencích. Mezi další programy používané pro přípravu 3D modelů patří například OpenScad, DesignSpark Mechanical, Fusion 360°, Blender, Maya, 3DS Max, Autocad a mnoho dalších...



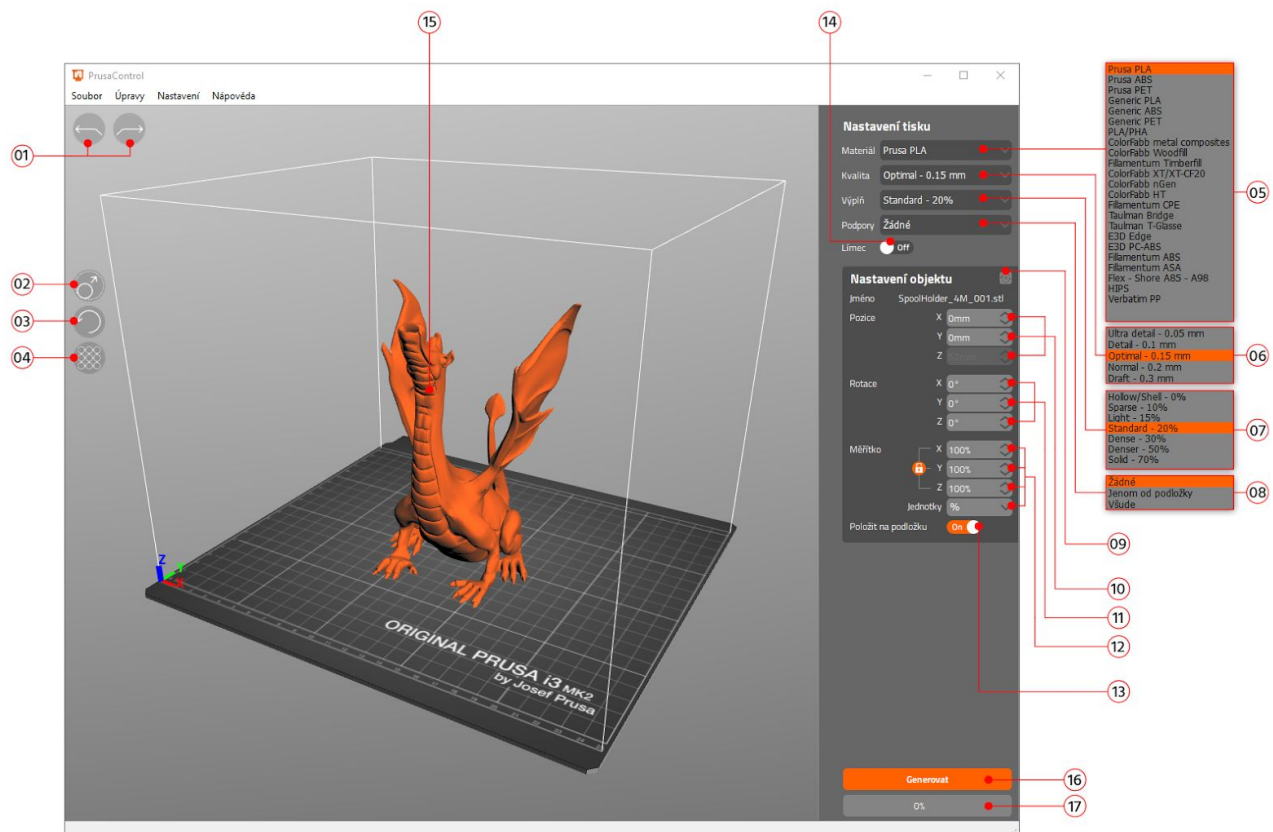
Obr. 24 - Fusion 360

10.3 PrusaControl

3D tiskárna dokáže vytisknout skoro cokoliv. Ať už si ale stáhnete 3D model z internetu nebo si vytvoříte svůj vlastní, musíte jej ještě před tiskem **převést z formátu .obj nebo .stl do .gcode souboru**. Gcode je formát čitelný přímo 3D tiskárnou. Soubor obsahuje informace pro pohyb trysky a o množství filamentu, který má vytlačovat extruder. Tím pravým nástrojem pro tento úkol - a pro mnohé další - je program PrusaControl.

Pomocí PrusaControl nastavíte tiskový materiál, kvalitu tisku a rychlost tisku. S objektem v něm můžete manipulovat, nastavit jeho velikost, určit jeho umístění na podložce a podobně..

PrusaControl představuje nejjednodušší cestu k dokonalým tiskům na MK2/MK2S a je tou nejvhodnější volbou pro všechny, kteří se ve světě 3D tisku teprve rozkoukávají. Pokud potřebujete pokročilejší možnosti a nastavení, případně chcete využít nové materiály, využijte služeb programu **Slic3r Prusa Edition**.

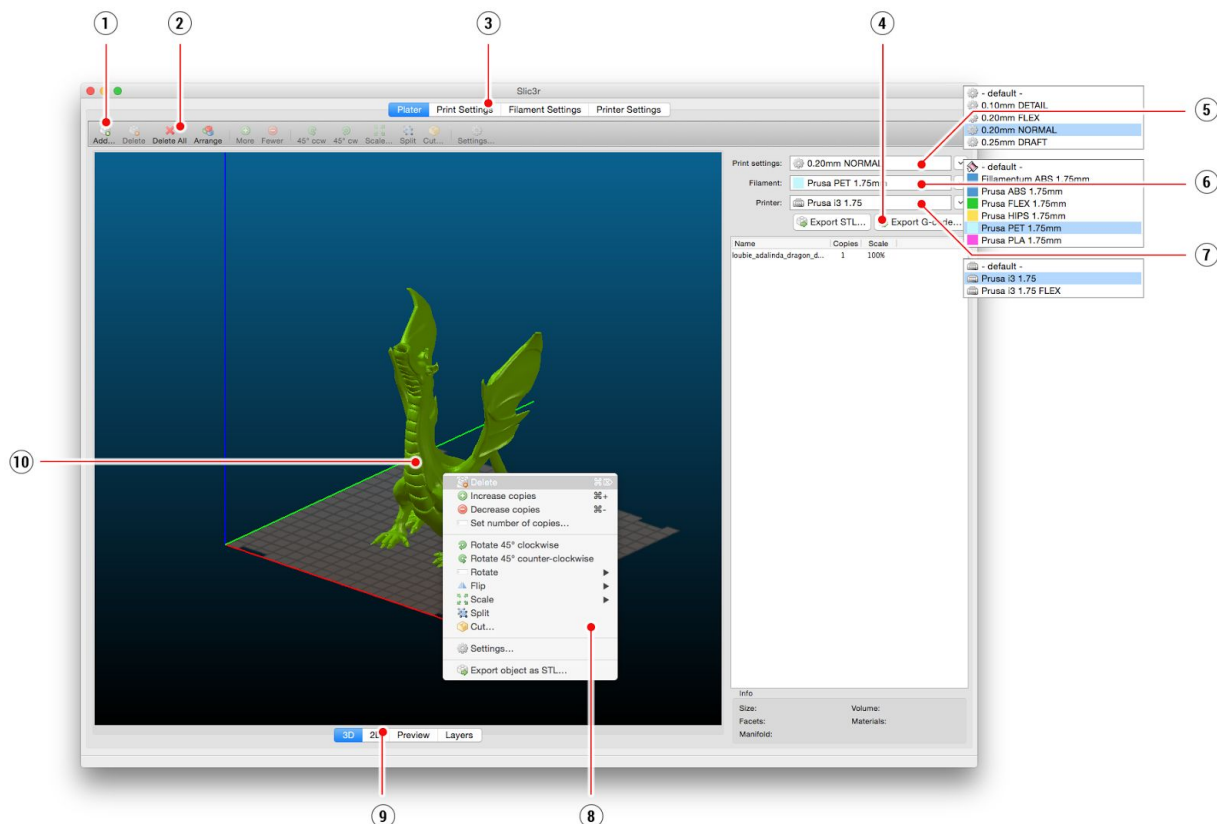


Obr. 25 - Rozhraní programu Prusa Control

1. **Zpět/dopředu** pro vrácení změn
2. **Nástroj pro změnu měřítka** vám umožní měnit měřítko vybraného objektu pomocí myši
3. **Rotační nástroj** vám umožní natáčet vybraný objekt pomocí myši (krok vnějšího otočení je $0,1^\circ$, krok vnitřního otočení je 45°)
4. **Rozmístění objektů** vám umožní umístit objekty na tiskové podložce
5. Menu výběru materiálu
6. Menu výběru kvality/rychlosti tisku
7. Menu výběru výplně
8. Menu výběru podpor
9. **Resetování změn**
10. **Hodnoty pozice**
11. **Hodnoty rotace**
12. **Hodnoty měřítka**
13. Přepnutí **Položení na podložku** zapne automatické umístění objektů na $Z=[0]$
14. Přepnutí využití **Límce**
15. Náhled modelu
16. Tlačítko **Generovat** vytvoří slicovaný (rozřezaný) model pro tiskárnu
17. **Ukazatel průběhu**

10.4 Slic3r Prusa Edition

Nástroj PrusaControl je vytvořený na základě **Slic3r Prusa Edition**, skrývá ale zbytečně podrobná nastavení tak, aby byl jednoduchý na obsluhu. Pokud si ale chcete nastavit specifické parametry tisku nebo dopodrobna vyladit využití materiálu, můžete použít přímo Slic3r PE.



Obr. 26 - Rozhraní programu Slic3r Prusa Edition

1. Tlačítko **Add** slouží pro přidání modelu.
2. Tlačítka **Delete** a **Delete All** odstraní model / modely ze Slic3ru.
3. Přejikněte do podrobnějšího nastavení tisku, nastavení filamentu a tiskárny.
4. Pokud máme model připraven pro tisk, tímto tlačítkem vygenerujeme potřebný **.gcode**
5. Výběr kvality / rychlosti tisku
6. Výběr materiálu
7. Výběr tiskárny
8. Kliknutí pravým tlačítkem na model dává výběr model otáčet, měnit velikost apod.
9. Volba náhledu na model
10. Náhled modelu

10.5 Ukázkové 3D modely

Oslovili jsme několik známých designérů 3D objektů a připravili jsme pro vás několik objektů pro tisk, a to včetně G-code. Jsou ideální na první testování tiskáren. Soubory naleznete po instalaci ovladačů ve složce 3D Objekty nebo na SD kartě. Podívat se na ně můžete na <http://www.prusa3d.cz/3d-modely-pro-tisk>



Obr. 27 - 50mikronová žába se často používá pro srovnání kvality tisku

10.6 Tiskneme barevně s Colorprintem

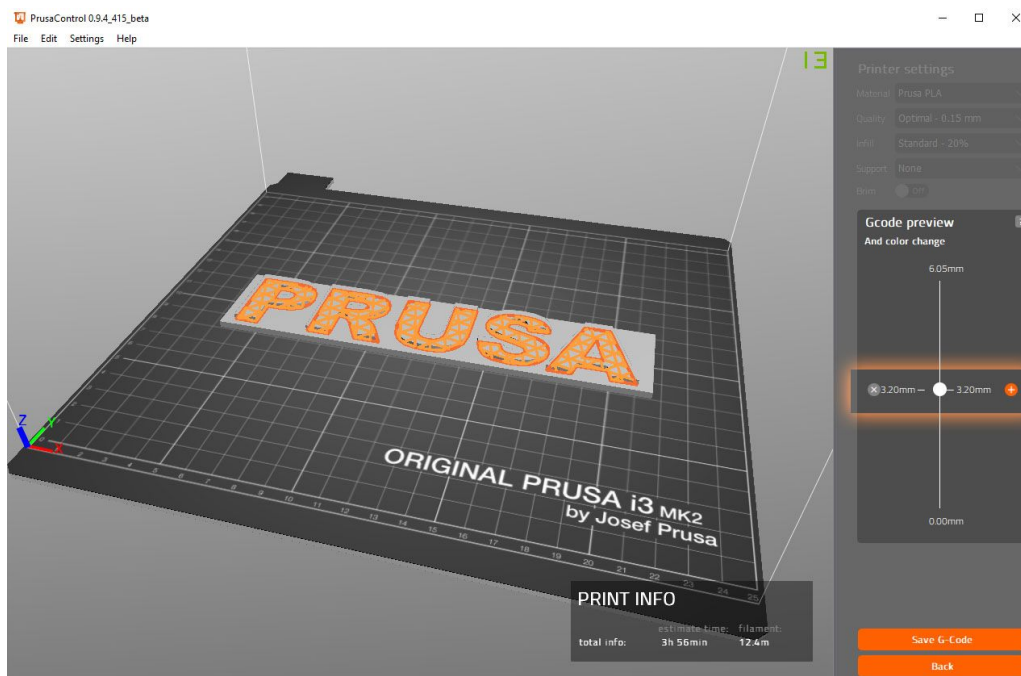
Díky naší Colorprint aplikaci je možné jednoduše tisknout barevně podle vrstev.



Obr. 28 - Vícebarevný objekt tisknutý pomocí Colorprintu



Colorprint je nyní integrován přímo do PrusaControl a výměny filamentu můžete přidat po vygenerování .gcode souboru ještě před uložením do souboru. PrusaControl umí rovněž přidat změny barev do existujícího gcode (vygenerovaného například ve Slic3ru). Webovou aplikaci ColorPrint můžete nadále využít pro gcode z jiných slicerů včetně Slic3r Prusa Edition.



Obr. 29 - Přidání barvy v PrusaControl

- Nejdříve si musíte vygenerovat obvyklý gcode s běžným nastavením tisku a materiálu. Soubor si uložte.
- Poté jděte na www.prusaprinters.org a zvolte si v menu [ColorPrint](#).
- Přetáhněte váš gcode do rámečku a klikněte na tlačítko **Add change** (přidat změnu).
- Najděte **výšku vrstvy**, kde chcete, aby došlo ke změně filamentu. Výška se dá přesně zjistit po vygenerování gcode přímo v programu Slic3r na záložce Layers. Stupnice odpovídá výškám jednotlivých vrstev. Dané číslo nastavte do kolonky i na stránce s colorprintem. Tlačítkem Add change můžeme přidat další změnu. Počet změn není nijak omezen.
- Až budete s modifikací hotoví, soubor si uložte – **Download**. Stažený soubor je připraven k vytištění!

drop .gcode

or select file here: No file chosen

File **PLA_Adalinda_200um_6H.gcode** loaded! Recognized as Slic3r code

Standard Multi Material ?

18.35 - +

57.75 - +

+ Add color change

Download .gcode

Obr. 30 - Webová verze rozhraní ColorPrint na prusaprinters.org/colorprint

Do tiskárny zaveďte filament, který chcete použít jako první, a spusťte tisk běžným způsobem.

Až tiskárna při čtení gcode narazí na příkaz změny, provede:

- Zastaví se a přestane vytlačovat filament
- Zvedne tiskovou hlavu v Z-ose o 2 mm posune ji mimo vyhřívanou podložku
- Vyjměte současný filament
- Budete požádáni o vložení nového filamentu. Jakmile tak učiníte a zvolíte pokračování, filament bude zaveden do trysky a displej tiskárny zobrazí zprávu „**Výměna OK?**” se třemi možnými volbami:

1. **„Ano”** Všechno proběhlo v pořádku a tisk může pokračovat. Zkontrolujte, jestli je nová barva čistá a nenese v sobě stopy po předchozím filamentu - pokud ne, zvolte tuto volbu a pokračujte v tisku novou barvou.
2. **„Filament nezaveden”** Pokud nebyl filament správně zaveden, zvolte tuto volbu a tiskárna se automaticky pokusí filament znovu zavést. Jakmile bude filament zaveden správně, zvolte volbu „Ano” a pokračujte v tisku novou barvou.
3. **„Barva není čistá”** Filament byl zaveden, ale barva je pořád trochu namíchaná s předchozím filamentem. Vyberte tuto možnost a tiskárna vytlačí více filamentu z trysky. Jakmile je barva prosta zbytků předchozího filamentu, můžete zvolit volbu „Ano” a pokračovat v tisku novou barvou.

Po potvrzení se tisková hlava vrátí na původní pozici a bude pokračovat v tisku již s novou barvou.



Další možnost jak tisknout barevně je **využít funkce výměny filamentu**. V průběhu tisku zvolte v menu **Ladit a Vymenit filament**. Tiskárna přeruší proces tisku, vysune filament a požádá o zavedení nového. Postup je pak stejný jako výše.



Pro vícebarevný tisk byste měli vždy používat stejný materiál. Popřípadě kombinovat materiály, které se tisknou pod podobným nastavením tisku a teplot.

10.7 Tisk nestandardních objektů

Program Slic3r vám také pomůže při tisku nestandardních objektů - objektů s příliš ostrým úhlem stoupání (s velkými převisy) nebo objektů, jejich rozměry přesahují rozměr tiskové podložky.

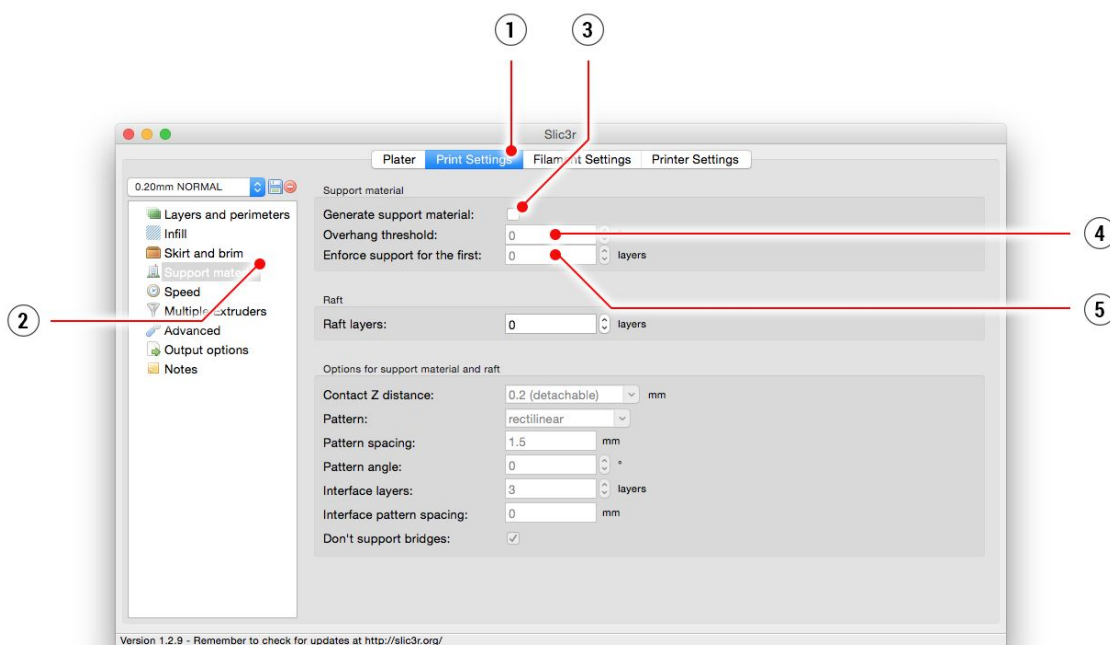
10.7.1 Tisk s podporou

Při tisku modelů můžete narazit na speciální případy, které se liší od běžného tisku. Prvním z nich je tisk s podporou.

Pokud budete tisknout předmět, jehož tvar se směrem vzhůru rozšiřuje pod přílišným úhlem (obecně méně než 45°), převis materiálu bude příliš velký a předmět by neudržel požadovanou strukturu. Proto má Slic3r řešení v podobě tisku s odlomitelnou podporou (support).

Na záložce *Print Settings* **(1)** klikněte na položku *Support Material* **(2)** v levém sloupcovém menu. Jako první musíte zaškrtnout políčko *Generate support material* **(3)**. Další položka *Overhang threshold* **(4)** vám umožní nastavit, od jakého úhlu má tiskárna přidávat k tisku podporu. Vložíte-li do tohoto pole nulu, tiskárna sama zdetekuje problémová místa a podporu bude tisknout automaticky.

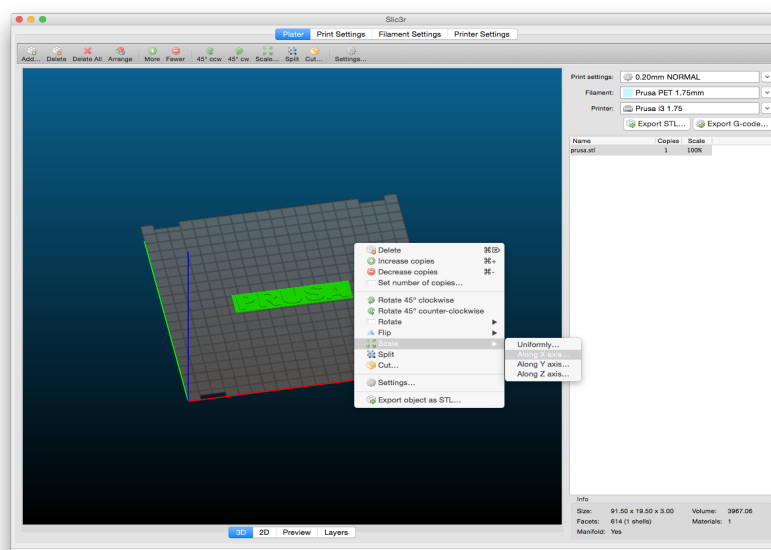
Položka *Enforce support* **(5)** se hodí u malých modelů nebo u modelů s malou základnou - zadáním hodnoty vynutíte tisk podpory pro několik prvních vrstev a tím zabráníte rozlomení nebo odtržení modelu od podložky.



Obr. 31 - Menu pro tisk s podporou

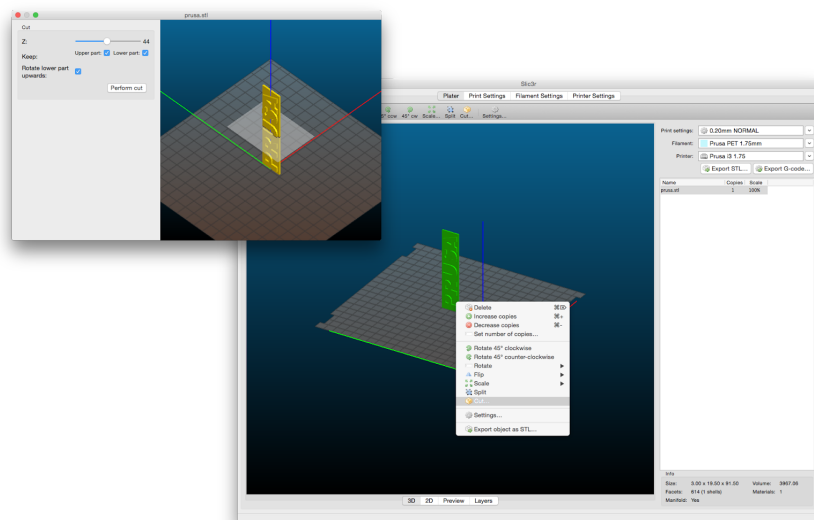
10.7.2 Tisk větších objektů než je podložka

Pokud potřebujete vytisknout objekt větší než podložka, máte dvě možnosti. Jestliže vám nezáleží na měřítku, můžete pomocí Slic3ru objekt zmenšit na velikost, kterou tiskárna dokáže zpracovat. Stačí kliknout na objekt pravým tlačítkem myši a vybrat *Scale...* Následně pak položku *Uniformly*, pokud chcete zmenšit celý předmět rovnoměrně nebo si můžete vybrat změnu jen v jedné ose pomocí položek *Along X*, *Y*, *Z axis...* (délka, šířka, výška).



Obr. 32 - Změna velikosti tisknutého objektu

Druhou možností je objekt rozřezat. Opět vám pomůže Slic3r, konkrétně položka *Cut...*, kterou najdete v menu po kliknutí na předmět pravým tlačítkem myši. Pokud potřebujete předmět rozříznout jinak než na výšku, můžete předtím změnit jeho polohu podle libovolné osy funkcí *Flip*, kterou najdete taktéž v menu po kliknutí na předmět pravým tlačítkem myši.



Obr. 33 - Rozříznutí předmětu pomocí funkce Cut

11 Materiály

Teplota a příprava podložky pro různé materiály.

11.1 ABS

ABS je velmi pevný a všestranný materiál s výbornou tepelnou odolností. Je vhodný pro vnitřní i venkovní použití.

ABS je termoplast, což znamená, že stejně jako PLA, může být opakovaně roztaven a krystalizován, aniž by došlo k znehodnocení materiálu. ABS se však taví při vyšší teplotě než PLA. Vyšší teplota tání dává ABS excelentní tepelnou odolnost, vaše výtisky nebudou vykazovat známky deformace až do 98 °C.

ABS obsahuje příměs syntetického kaučuku, díky tomu je odolnější proti **opotřebení a nárazům**. A v neposlední řadě je filament z ABS **rozpustný v acetonu**! Je tak opravdu snadné spojit více výtisků dohromady, stačí kontaktní plochy lehce potřít acetonem. Navíc je možné výtisky vyhladit acetonovými výpary a získat tak dokonale lesklý povrch. Při manipulaci s acetonem musíte být sice opatrní, není ale zdaleka tak nebezpečný, jako například rozpouštědla PLA.



Nejllepší využití najde ABS při tisku architektonických modelů, konceptů, náhradních dílů (interiér aut, kryty na telefonu), apod.

ABS má bohužel velmi vysokou tepelnou roztažnost, která komplikuje jednoduchost tisku a to zejména u rozměrnějších modelů. Dokonce i s vyhřívanou podložkou nastavenou na 100 °C se může výtisk začít kroutit a odlepovat od podložky. Navíc se při tisku uvolňuje nepříjemný zápach, proto byste měli zvážit vytvoření krytu tiskárny při tisku s ABS. Přejmenším umístíte tiskárnu do vytápěné místnosti, výrazně tím zvýšíte šanci na úspěšný tisk.

Pokud potřebujete tisknout pro venkovní použití nebo potřebujete tisk s dobrými mechanickými vlastnostmi, rozhodně stojí za to dát ABS šanci. Konec konců slavné LEGO kostky jsou vyrobeny právě z ABS.

VÝHODY	NEVÝHODY
Vysoká odolnost proti nárazu a teplotě	Zápach během tisku
Odolnost a všestrannost	Horší rozlišení detailů
Rozpustnost v acetonu (snadný post-procesing)	Nároky na teplotu v místnosti
Možnost vyhlazení acetonovými párami	

- **Teplota trysky:** 255 °C
- **Teplota podložky:** 100 °C. Teplotu podložky můžete nastavit mezi 80 až 110 °C v závislosti na velikosti objektu (větší objekt vyžaduje vyšší teplotu)
- **Podložka:** Ujistěte se, že povrch je čistý tak jak je popsáno v kapitole [6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy](#)

11.2 PLA

PLA je nejčastěji používaným materiálem pro 3d tisk. Je **biologicky odbouratelný, snadno se tiskne** a výtisky z PLA jsou **velmi tvrdé**. Perfektní volba pro tisk **velkých objektů** díky nízké tepelné roztažnosti (tisky se na podložce nekrouť) a pro tisk detailních **drobných modelů**. **Jde o jediný materiál, který je ověřen pro tisk 50mikronových vrstev.**

PLA má relativně nízkou teplotu tání 175 stupňů Celsia. Na rozdíl od takzvaných reaktoplastů je možné PLA opakovaně zahřívat přes jeho teplotu tání s velmi malou degradací materiálu. Je to také velmi tvrdý, ale tudíž i křehký materiál a jakmile se rozbije, často se tříští.



Nejllepší využití najde PLA při tisku konceptů, prototypů, hraček, apod.

PLA má jako každý jiný materiál i několik slabých stránek. Vedlejší efekt nízké teploty tání je **nízká teplotní odolnost**, výtisky začínají ztrácet mechanickou pevnost už při teplotách nad **60 °C**.

Kombinace biologické odbouratelnosti a nízké teplotní odolnosti znamená, že výtisky z PLA nejsou ideální pro venkovní použití, nemluvě o nízké odolnosti proti UV záření. PLA je rozpustné pouze v chemikáliích, jako je například chloroform nebo horký benzen. Pro spojování několika výtisků dohromady je tak lepší použít lepidlo.

Přestože je PLA biologicky odbouratelný a při kontaktu s potravinami zdravotně nezávadný materiál, nedoporučujeme opakovaně pít nebo jíst z vašich 3D tisků. V malých trhlinách v povrchu, které při tisku vznikají, se totiž mohou v průběhu času množit bakterie. Při povrchových úpravách PLA je lepší použít broušení za mokra. Bez vody může rychle dojít k zahřátí plastu třením, ten se místy roztaví a znesnadní se tak jeho další broušení.

VÝHODY	NEVÝHODY
Snadný tisk	Křehkost
Detailní tisk drobných modelů	Nízká tepelná odolnost
Bezproblémový tisk velkých součástí	Složitý post-processing
Tvrdost a tuhost	
Nekrouť se při tisku	
Šetrnost k životnímu prostředí	

- **Teplota trysky:** 215 °C
- **Teplota podložky:** 50 - 60 °C
- **Podložka:** Ujistěte se, že povrch je čistý tak jak je popsáno v kapitole [6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy](#)

11.3 PET/PETG

PETG je velmi houževnatý materiál s dobrou tepelnou odolností. PETG má univerzální využití, ale je zejména vhodný pro tisk mechanických částí. Je možné jej použít jak uvnitř tak i ve venkovním prostředí. PETG má velmi malou tepelnou roztažnost, **na podložce se tedy nekrouť** a tudíž není problém s tiskem velkých modelů. Díly na naše tiskárny jsou tištěny právě z PETG!

PETG je jedním z našich oblíbených materiálů pro 3D tisk. Tisknout s ním je téměř stejně snadné jako s PLA, ale na rozdíl od PLA může nabídnout mnoho lepších mechanických vlastností. Písmeno G v zkratce PETG označuje glykol, který se přidává během výrobního procesu. Glykol modifikuje vlastnosti PET, aby byl **méně křehký, snadnější pro tisk a více průhledný** při tisku s poloprůhlednými variantami. PETG má nízkou tepelnou roztažnost, takže i při tisku velkých modelů se zřídka kdy zkrouť a odlepí od vyhřívané podložky. PETG je navíc **houževnatý**, tak akorát pružný a díky tomu se při namáhání často jen dočasně prohne, což zabrání prasknutí.

Na rozdíl od PLA nebo ABS, PETG má tendenci trochu stringovat, neboli při přejezdu tahat **tenká vlákna plastu**. Můžete s tím bojovat zvýšením retrakce a snížením teploty, ale pokud používáte naše přednastavené profily v **Slic3ru nebo v Prusa Control**, udělali jsme to již za vás a míra stringování by měla být minimální. Pokud se s ním přesto setkáte, můžete se ho zbavit tím, že hotové výtisky rychle (několik vteřin) přejedete horkovzdušnou pistolí.

PETG je univerzální materiál. Výtisky z něj jsou houževnaté, vrstvy se dobře propojují a tak si nemusíte tolik lámat hlavu s orientací modelů. Díky slušné tepelné odolnosti je možné výtisky z PETG použít i pro venkovní užití.

VÝHODY	NEVÝHODY
Snadný tisk	Možnost stringování
Dobré propojování vrstev	Nerozpustnost v acetonu
Houževnatost	Náchylnost k poškrábání
Tepelná odolnost	
Malá tepelná roztažnost	
Odolnost	

- **Teplota trysky:** 240 °C
- **Teplota podložky:** 80 - 100 °C
- **Podložka:** Ujistěte se, že povrch je čistý tak jak je popsáno v kapitole [6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy](#). K čištění podložky nepoužívejte isopropyl alkohol, protože přilnavost podložky by mohla být příliš velká. Pokud nemáte k dispozici nic jiného, musíte oddělit vrstvy pomocí tyčinky. Na přípravu pro tisk PET jsou ideální čističe oken (Okena, Vindex...), po kterých není nutné používat lepidlo. Stříkněte trochu na neparfémovaný ubrousek a vyčistěte tiskový povrch.

11.4 HIPS

HIPS je velmi odolný polystyren, který má podobné vlastnosti jako ABS. Jde o velmi univerzální a stabilní materiál se skvělou tepelnou odolností a produkuje velmi hladké přechody vrstev. HIPS je rovněž velmi tvárný materiál a je rozpustný v limonenu. HIPS se skvěle hodí pro tisk mechanických součástí.

VÝHODY	NEVÝHODY
Vyhlazenost	Krouť se při tisku
Odolnost	Zápach při tisku
Rozpustnost	

- **Teplota trysky:** 220 °C
- **Teplota podložky:** 100 °C. Teplotu podložky můžete nastavit mezi 80 až 110 °C v závislosti na velikosti objektu (větší objekt vyžaduje vyšší teplotu)
- **Podložka:** Ujistěte se, že povrch je čistý tak jak je popsáno v kapitole [6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy](#).

11.5 PP

Polypropylen je flexibilní a odolný materiál umožňující tisk přesných modelů, u kterých požadujete pružnost, pevnost a houževnatost.

VÝHODY	NEVÝHODY
Houževnatost	Krouť se při tisku
Částečná pružnost	
Teplotní odolnost	

- **Teplota trysky:** 254 °C
- **Teplota podložky:** 95 - 100 °C.

- **Podložka:** Pro přípravu tisku z PP nejlépe funguje klasická balící páska - použijte širokou průhlednou lepicí pásku, kterou nalepte přímo na tiskovou plochu.

11.6 Nylon (Taulman Bridge)

Nylon je velice houževnatý materiál použitelný pro mechanické součástky.

VÝHODY	NEVÝHODY
Odolnost	Náročnost na skladování (je hygroskopický)
Chemická odolnost	
Flexibilní, ale silný	
Chemická odolnost	

- **Teplota trysky:** 240 °C
- **Teplota podložky:** 80 - 90 °C.
- **Podložka:** Použijte jednu vrstvu lepidla. Po skončení tisku podložku vyčistěte.

11.7 Flex

Flex je velmi silný a pružný materiál. V mnoha případech se může stát, že použít klasický tvrdý plast pro tisk daného modelu není ideální nebo to je dokonce zcela nevhodné. Ať už budete tisknout kryt na telefon, pouzdro na akční kameru nebo třeba kola pro auto na vysílačku, bude lepší použít pružný materiál.



Než začnete tisknout z Flexu, pročistěte trysku od předchozího materiálu tak, že do přehřáté tiskové hlavy zavedete PLA a tím vytlačíte veškerý předchozí materiál. Při zavádění Flexu povolte co nejvíce přitlačné šroubky na extruderu.

Mějte na paměti, že při tisku z Flexu není zaručená správná funkce automatické výměny filamentu.

Flexfill má velmi dobrou odolnost proti otěru, zůstává pružný i při nízkých teplotách a je odolný proti celé řadě rozpouštědel. Při vychládání se téměř nesmršťuje, takže s ním můžete tisknout i modely přesně na míru.

VÝHODY	NEVÝHODY
Pružnost a elasticita	Vyžaduje extra kroky při zavádění filamentu
Minimální smršťování	Tisk může být záludný
Dobrá přilnavost vrstev	Vyžaduje nižší rychlosti tisku

- **Teplota trysky:** 230 °C
- **Teplota podložky:** 50 °C. Teplotu podložky můžete nastavit až na 65 °C v závislosti na velikosti objektu (větší objekt vyžaduje vyšší teplotu)
- **Podložka:** Ujistěte se, že povrch je čistý tak jak je popsáno v kapitole [6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy](#). Pozor, některé velmi měkké materiály mohou k podložce přilnout velmi silně a vyžadují použití lepidla jako oddělovače, abyste nepoškodili PEI povrch.

11.8 Kompozitní materiály

Kompozitní materiály (woodfill, copperfill, bronzefill, karbonové nebo aramidové kompozity a mnohé další) jsou založeny na hlavní plastové složce a sekundárním materiálu ve formě prachu. Tyto materiály jsou velmi abrazivní, takže pokud s nimi plánujete tisknout dlouhodobě, doporučujeme používání tvrzené trysky. Při používání dřevěných kompozitů pak doporučujeme větší trysky (0.5 mm a větší). Parametry tisku jednotlivých materiálů se mohou lišit v závislosti na plastovém základu, takže využívejte příslušná nastavení tisku ve Slic3ru PE nebo v PrusaControl.

Prvním krokem při leštění je broušení brusným papírem. Je vhodné začít nejprve hrubým (80) a postupně používat jemnější a jemnější brusný papír. Poté můžete model zbrousit pomocí mosazného kartáče. Pokud s povrchovou materiálu stále nebudete spokojeni, můžete na závěr použít broušení za mokra s velmi jemným brusným papírem (1500).

VÝHODY	NEVÝHODY
Jednoduchý tisk	Vyžaduje trysku s tvrzeného nerez
Žádné kroucení	
Skvělý vzhled po post-processingu	

- **Teplota trysky:** 190 - 210 °C
- **Teplota podložky:** 50 - 70 °C (větší objekt -> vyšší teplota)
- **Podložka:** Ujistěte se, že povrch je čistý tak jak je popsáno v kapitole [6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy](#).

11.9 ASA

Akrylonitril-styrén-akrylát (ASA) má podobné vlastnosti jako ABS. Jeho největší výhodou je větší odolnost vůči vyšším teplotám a UV záření. Jeho další výhodou je celková prostorová stabilita. Pro dosažení povrchu podobnému odlitkům je možné použít hlazení acetonem.

VÝHODY	NEVÝHODY
Teplotní a UV odolnost	Zápach při tisku
Rozpustnost v acetonu (jednoduchý post-processing)	Tendence k deformování
Možnost vyhlazení acetonovými párami	

- **Teplota trysky:** 270 - 280 °C
- **Teplota podložky:** 100 - 110 °C (větší objekt -> vyšší teplota)
- **Podložka:** Ujistěte se, že povrch tiskového plátu je čistý. Při přípravě tisku doporučujeme použít funkci límec (brim) (přečtěte si o ní více na help.prusa3d.com).

11.10 nGen

Materiál nGen vyvinuly společnosti Eastman Chemical Company a colorFabb. Je odolnější vůči vyšším teplotám, prostorově stabilnější, takřka bez zápachu a neobsahuje styren.

VÝHODY	NEVÝHODY
Hladký povrch	Křehkost
Snadná povrchová úprava	Mírná deformace
Dobrá přilnavost vrstev	

- **Teplota trysky:** 240 °C
- **Teplota podložky:** 80 - 100 °C (větší objekt -> vyšší teplota)
- **Podložka:** Ujistěte se, že je povrch čistý. Na přípravu podložky nepoužívejte isopropyl alkohol, protože může být přílišná přilnavost. Pokud k dispozici nemáte nic jiného, musíte oddělit vrstvy pomocí lepicí tyčinky. Na přípravu pro tisk nGen jsou ideální čističe oken (Okena, Windex...), po kterých není nutné používat lepidlo. Stříkněte trochu na neparfémovaný ubrousek a vyčistěte tiskový povrch.

11.11 PC-ABS (E3D)

Polykarbonát ABS (PC-ABS) je vylepšenou verzí tradičního ABS. Je lépe zpracovatelný, má vyšší pevnost a tuhost a je i tepelně odolnější. PC-ABS je také vhodný pro konstrukce s otvory, protože jeho vlastnosti při přemostění jsou lepší než v případě ABS. PC-ABS najde využití zejména při výrobě odolných plastových dílů, například televizních či počítačových skříní.

VÝHODY	NEVÝHODY
Velmi lehký	Deformace
Dobrý na mechanické části	Nízká ohebnost

- **Teplota trysky:** 270 - 280 °C
- **Teplota podložky:** 100 - 110 °C (větší objekt -> vyšší teplota)
- **Podložka:** Ujistěte se, že tiskový povrch je čistý.

11.12 Ladění nových materiálů

Každý výrobce dodává trochu odlišný materiál, např. Prusa PLA a ColorFabb PLA mají lehce odlišné tiskové vlastnosti, i když obojí je PLA. U některých výrobců se dokonce může stát, že se odlišně chovají i různé barvy stejného materiálu.

Abyste dosáhli nejlepšího výsledku, měli byste **experimentovat** s nastavením **teploty trysky a vyhřívané podložky, rychlosti ventilátoru, rychlosti tisku a průtoku materiálu**. Všechno toto se dá upravit během tisku v menu **Ladit** na LCD panelu.

To samé platí i pro materiály, pro které nemáme připravené nastavení. Vezmete doporučené nastavení od výrobce, najdete nejbližší materiálový profil ve Slice3r, upravte ho a uložte ho jako nový. **Pokračujete zkušebními tisky a nastavení postupně upravujete v menu Ladit.** Jakmile jste spokojeni, nastavení uložte přímo do profilu ve Slice3r.

Nezapomeňte pak ale testovací hodnoty v **Ladit** vynulovat před novým tiskem!

Pokud jste s novým nastavením spokojeni, klidně se o něj podělte na fóru nebo přímo s námi.

12 FAQ - Údržba tiskárny a problémy při tisku

12.1 Běžná údržba

12.1.1 Ložiska

Jednou za několik stovek hodin tisku je vhodné očistit hladké tyče papírovým ubrouskem. Poté na ně naneste kapku univerzálního strojního oleje a několikrát po sobě posuňte osou tam a zpět. Tím očistíte nečistoty a zvýšíte životnost ložisek.

Pokud cítíte, že se osy nepohybují plynule, můžete ložiska vyjmout a promazat je zevnitř (je třeba je z osy skutečně vyjmout, protože plastový okraj zabraňuje tomu, aby se mazivo dostalo dovnitř). Použít můžete Super-lube nebo jiné víceúčelové mazivo.

12.1.2 Větráčky

Oba větráčky je třeba jednou za několik stovek hodin tisku zkontrolovat a vyčistit, protože prach nebo plasty mohou znatelně snížit jejich účinnost nebo je dokonce zničit. Pro odstranění prachu použijte čistící sprej na počítače, plastové nitky pak odstraníte pomocí pinzety.

12.1.3 Podávací kolečka extruderu

Drážky podávacích koleček na hřídeli motoru extruderu se mohou zanést hoblinami filamentu a způsobit nedostatečné vytlačování. Ideálním nástrojem k vyčištění drážky je malá mosazný štětec, použít ale můžete i obyčejné párátko. Kontrolu a vyčištění začněte od přístupového otvoru nalevo od konstrukce extruderu. Vyčistěte vše, co bude možné vyčistit, potom kolečko otočte a pokračujte. Nemusíte nic rozebírat. Čištění proveďte vždy, když na objektu najdete známky chybějícího plastu, tzn. chybějící linky vytlačování.

12.1.4 Elektronika

Čas od času není od věci zkontrolovat a eventuálně znovu přepojit konektory na desce mini RAMBo. Kontrolu proveďte po prvních 50 hodinách tisku a poté po každých několika stovkách hodin.

12.1.5 Obnovení PEI povrchu

Povrch PEI může s narůstajícími stovkami hodin tisku začít ztrácet přilnavost. Pokud vaše modely přestanou při tisku držet, potřete celý povrch důkladně acetone, čímž přilnavost obnovíte.

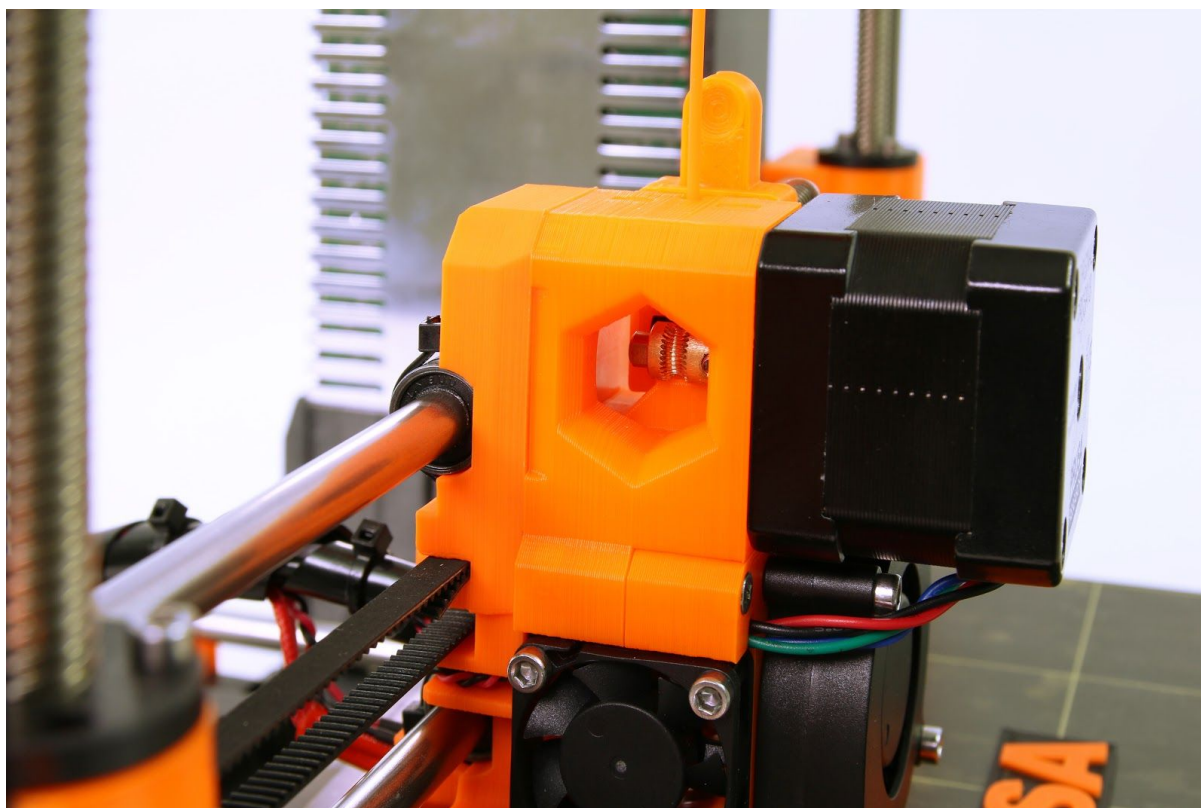
12.2 Příprava tiskové plochy

Příprava tiskové plochy je podrobně popsána v kapitole [6.3.2 Příprava PEI tiskové plochy](#).

12.3 Ucpaná nebo zaseklá tisková hlava

Zaseklý materiál v tiskové hlavě může způsobit problémy s tiskem nebo se zavedením nového filamentu.

- Nahřejte trysku, filament vytáhněte z tiskové hlavy a ulomte asi 10 cm nad poškozeným místem.
- Dále je potřeba vyčistit vnitřek tiskové hlavy. Z levé strany tiskové hlavy je čistící otvor, kterým máte přístup k mosaznému podávacímu kolečku (viz obr. 29).
- Po očištění podávacího kolečka nažhavte tiskárnu a zaveďte filament.
- Pokud problémy stále přetrvávají, vyčistěte trysku.



Obr. 34 - Čištění tiskové hlavy - přístup k podávacímu kolečku

12.4 Čištění trysky

- Trysku můžeme zvenku očistit ocelovým kartáčem. Nezapomeňte trysku nahřát.
- Pokud z trysky nevytéká filament, nebo vytéká jen velmi málo, zkontrolujte, zda se točí větráček, zda máte správně nažhaveno (PLA 210 °C; ABS 255 °C, HIPS 220 °C, PET 240 °C) a zda se filament správně dostal až do tiskové hlavy a nezůstal zaseknutý před tryškou.
- Pokud plast z trysky vytéká alespoň trošku, podívejte se, jakým způsobem. Kroutí-li směrem vzhůru k topnému tělesu, vyčistěte trysku.
- Nejdříve posuňte tiskovou hlavu úplně doprava do místa, kde je tryška přístupná zespodu, tedy mimo tiskovou podložku.
- Nažhavte tiskárnu na teplotu podle filamentu, ze kterého chcete tisknout, zaveďte filament a prostrčte akupunkturní jehlu (0,3-0,35 mm) ze spodní strany cca 1-2 cm dovnitř trysky. Jehlu jste dostali spolu s tiskárnou.
- Na LCD panelu vyberte položku **Zavest filament** a zkontrolujte, zda filament začal z trysky vytékat.
- Znovu zasuněte akupunkturní jehlu zpět do trysky a tento postup několikrát opakujte. Ve chvíli, kdy začne plast opět z trysky vytékat rovně, je tryška vyčištěná.

12.5 Výměna / změna trysky

Přehřejte trysku (LCD Menu -> Nastavení -> Teplota -> Tryska) a nastavte teplotu alespoň 200°C. Přehřívání trysky je klíčové pro vyjmutí staré a zavedení nové.

1. Vytáhněte si extruder nahoru, ať k němu máte snazší přístup (LCD Menu -> Nastavení -> Posunout osu -> Posunout Z a otáčením nastavte výšku)
2. Odšroubujte kryt ventilátoru chlazení tisku a dva šroubky, které ventilátor drží na těle extruderu (**Obr. 35, část 1**). Dále odšroubujte přední dva šroubky držící ventilátor chlazení trysky (**Obr. 35, část 2**).
3. Odšroubujte přední kryt trysky **Obr. 35, část 3**.
4. Nyní je celá tryška přístupná (**Obr. 35, část 4**).
5. Přidržte topný blok klíčem č. 17 a odšroubujte tryšku (**Obr. 35, část 5**). Buďte opatrní, tryška bude stále horká.

Novou trysku dotahujte při zahřátém extruderu. Nezapomeňte při dotahování přidržet topný blok klíčem č. 17. Poté stačí jen složit zbytek těla extruderu a pustit se do tisku.



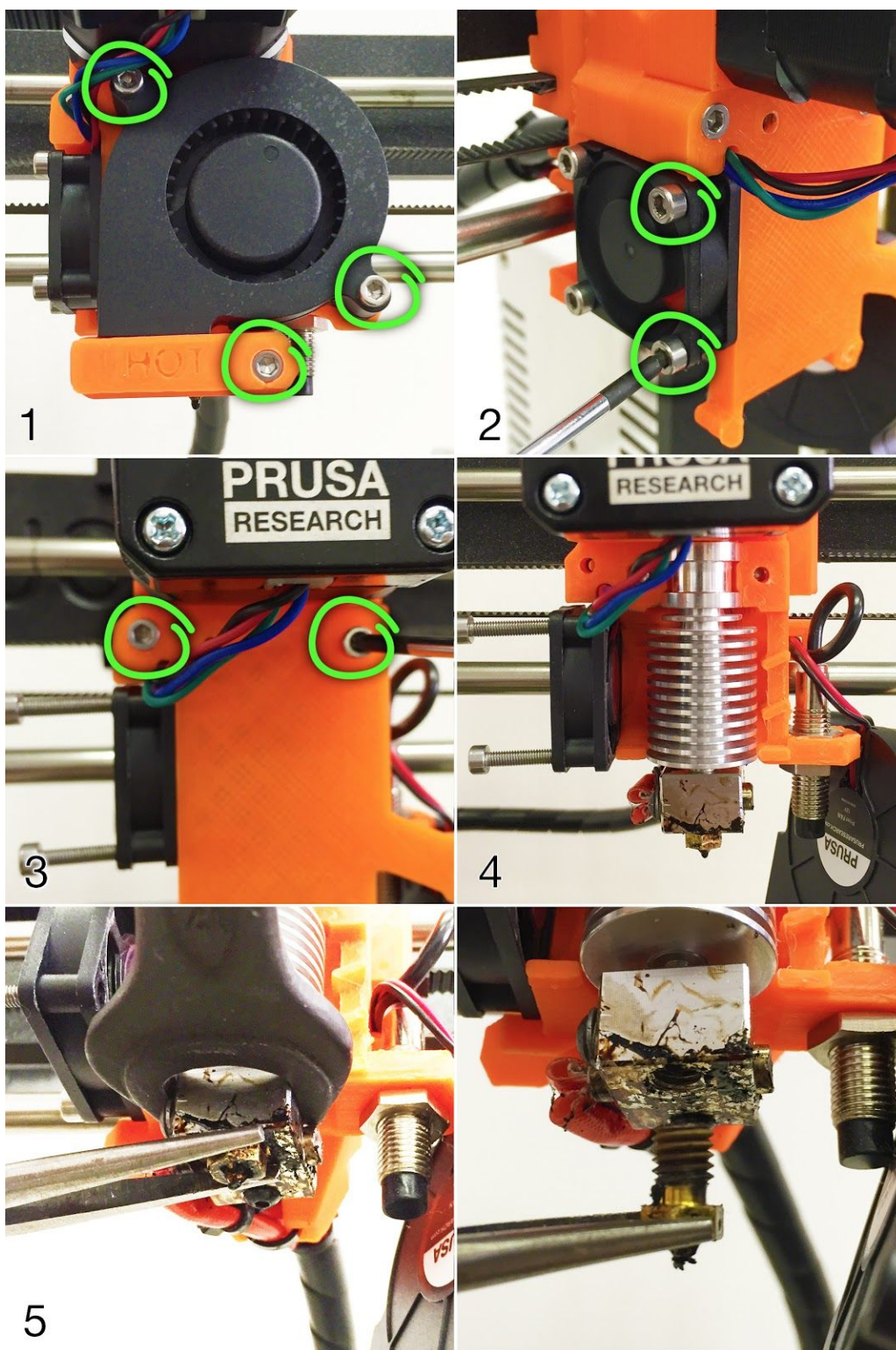
Buďte opatrní, tryška je během celého procesu nažhavená a můžete se snadno popálit!



Buďte opatrní, drátky termistoru jsou velice jemné a můžete je snadno poničit!

Po celou dobu povolování/utahování nevytvářejte boční tlak na topný blok, můžete snadno ohnout izolační dutinku mezi blokem a chladičem.

Po výměně trysky doporučujeme znovu spustit [6.3.9 Nastavení první vrstvy](#).



Obr. 35 - Výměna trysky

12.6 Problémy s tiskem

12.6.1 Vrstvy při tisku z ABS praskají a oddělují se od sebe

Materiál ABS má velkou tepelnou roztažnost. Pro větší modely doporučujeme použít jiné materiály, např. PET, HIPS či PLA.

12.6.2 Objekty v sobě mají moc nebo málo filamentu

Při tisku lze upravit množství dávkování plastu. Hlavním tlačítkem přejděte do sekce **Ladit - Průtok - xx%** a nastavte potřebný průtok. V Pronterface lze zadat do příkazového řádku M221 Sxx.



Pokud budete průtok filamentu měnit, při dalším tisku bude stále stejný, dokud ho přes menu nevrátíte na původní hodnotu nebo neprovedete reset tiskárny, nebo neodpojíte tiskárnu od zdroje elektrické energie.

12.7 Problémy s objekty po tisku

12.7.1 Objekt popraská či je snadno zničitelný

Typická vlastnost ABS. Pokud máte správně nastavené teploty, tiskárnu mimo průvan a dobře vymyšlený design, tisk by popraskat neměl. Nejsnadnější cesta, jak se vyhnout popraskání či snadnému zničení objektu, je výběr jiného materiálu. Nejpevnější je PET, HIPS a PLA, přičemž PLA má nízkou tepelnou odolnost a PET je nejpevnější a má nejnížší tepelnou roztažnost.

12.8 Nahrání nové verze firmware

Nahrání nové verze firmware je jednoduchý postup, ke kterému potřebujete USB kabel a počítač. S ovladači tiskárny jste dostali program **FirmwareUpdater V2**. Poslední verze firmware se dají stáhnout z <http://www.prusa3d.cz/ovladace>, kde najdete i návod a **detailní instrukce**. Tiskárna se před i po updatu automaticky zresetuje. Poté je nutné pustit znovu [6.3.9 Nastavení první vrstvy](#).

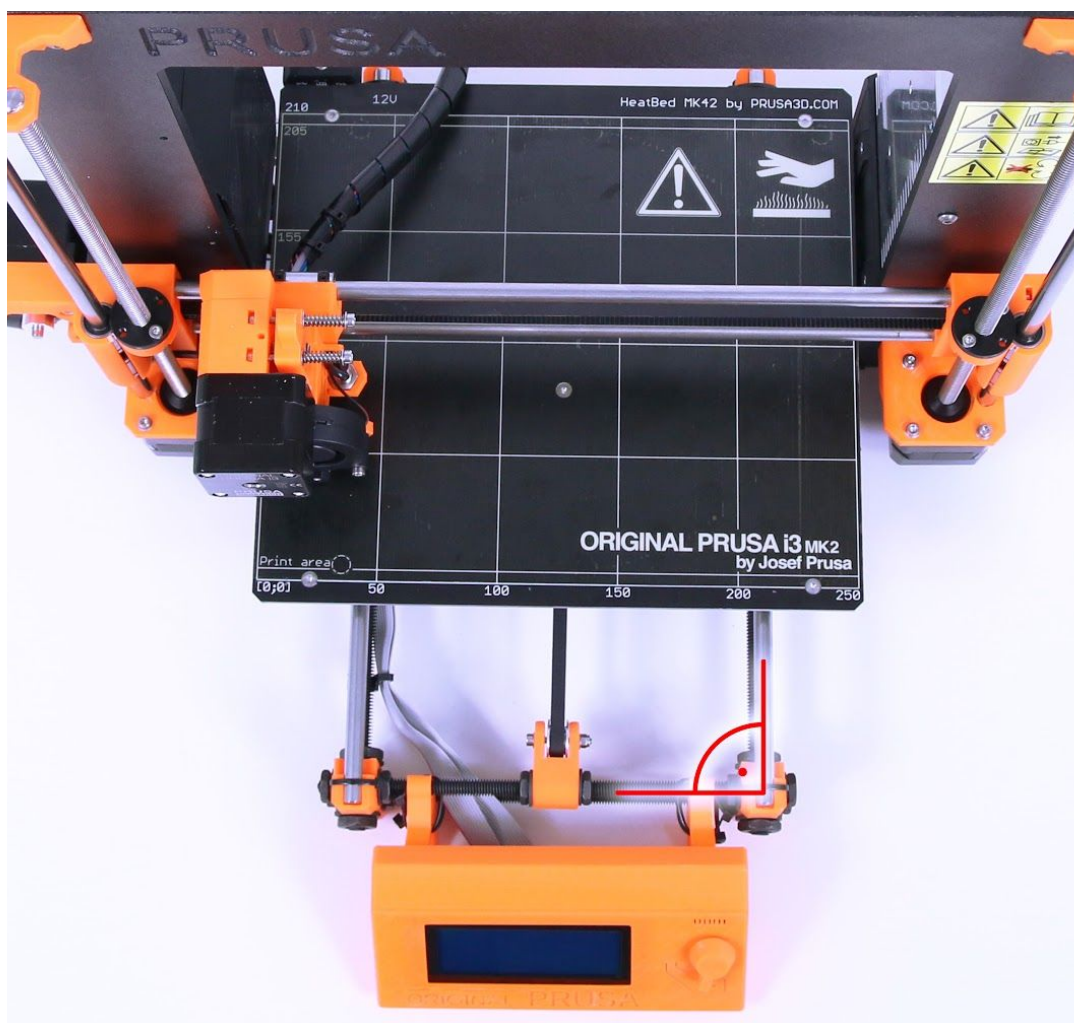


13 FAQ - obvyklé chyby při sestavování stavebnice

13.1 Uprostřed tiskové plochy je větší vzdálenost od trysky než na krajích

Příčina tohoto problému není v prohnutém sklu či v prohnuté podložce, ale ve zkřížené ose Y. Opravu doporučujeme provádět až po odmontování celé osy Y od tiskárny. Postup je následující:

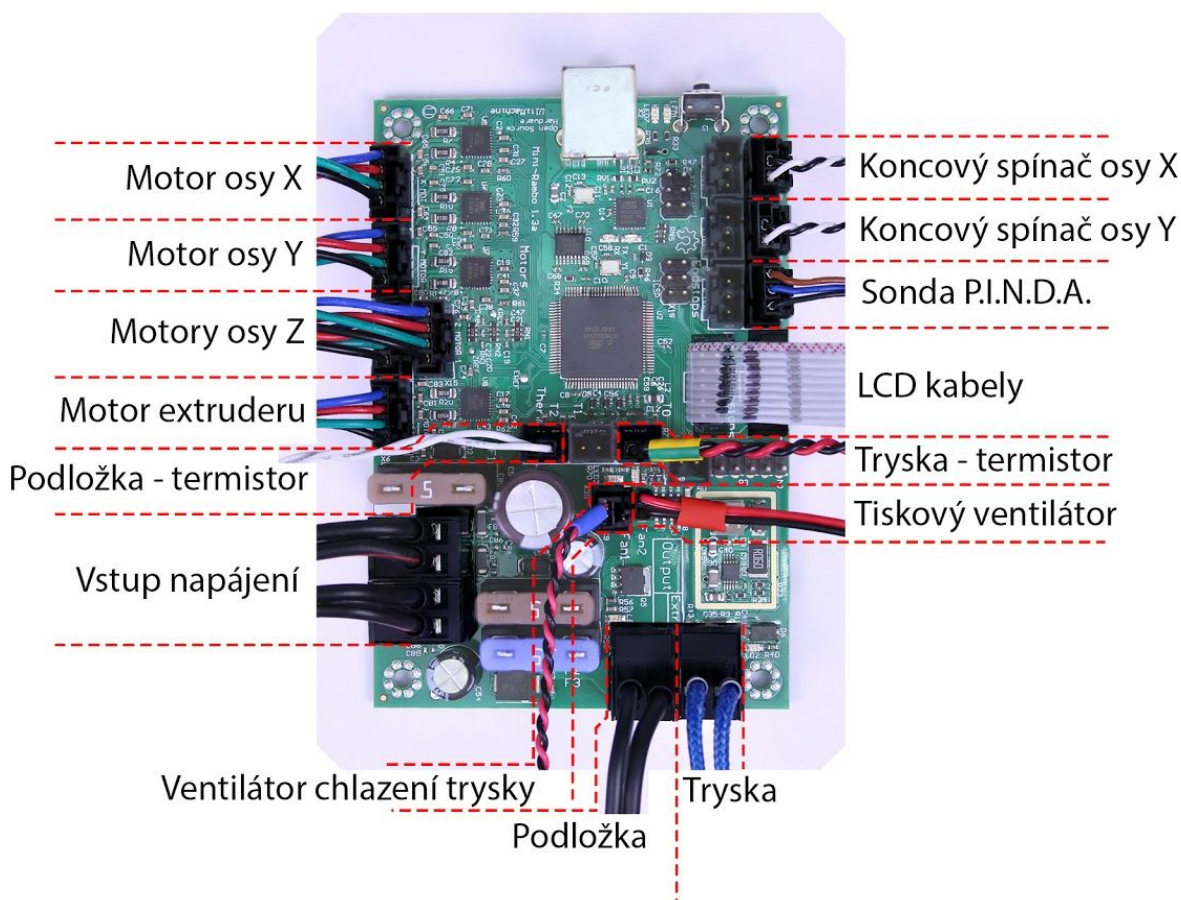
- Srovnejte osu Y tak, aby každý roh osy Y (Y corner) seděl na stole, resp. aby se ani jeden roh nenacházel ve vzduchu.
- Srovnejte utažení všech závitových tyčí osy Y tak, aby všechny rohy Y byly kolmo k desce stolu.
- Srovnejte utažení všech závitových tyčí osy Y tak, aby M8 závitové tyče svíraly pravý uhel s M10 závitovými tyčemi, čili aby celá osa Y při pohledu shora tvořila přesně obdélník (viz obr. 31).



Obr. 36 - Pravý úhel osy Y vůči tyčím M8 / M10

13.2 Tiskárna po chvíli přestane tisknout

Tisková hlava se přehřívá. Zkontrolujte, zda funguje větráček pro chlazení trysky. Pokud ne, zkontrolujte podle návodu jeho zapojení.



Obr. 37 - Správné zapojení konektorů

13.3 Tiskárna nečte SD karty

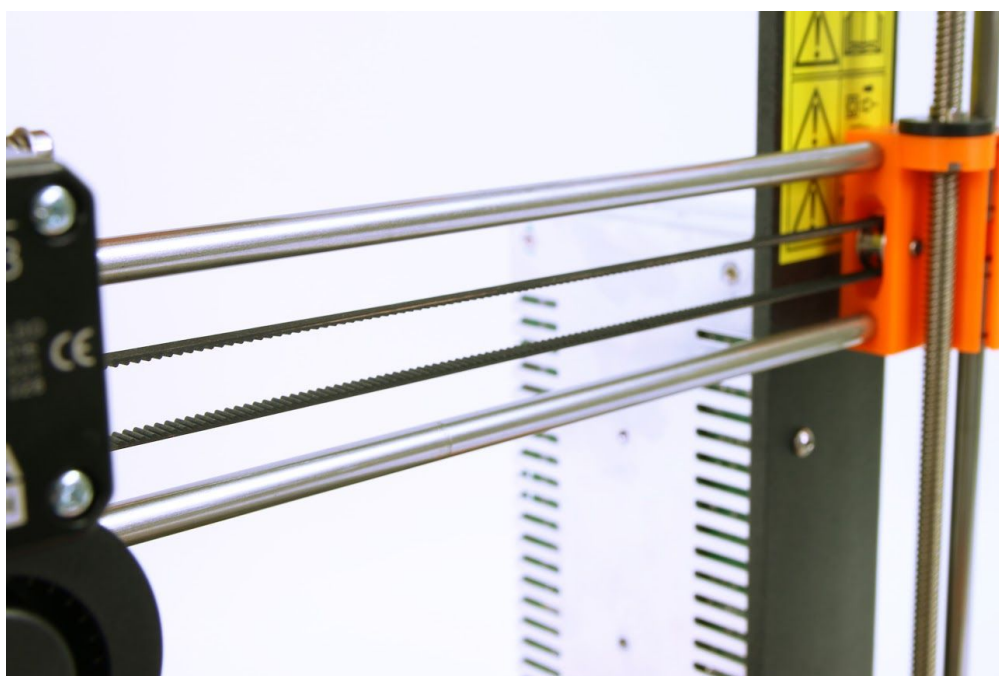
Nejprve se ujistěte, že **název souboru** na SD kartě **neobsahuje diakritiku** - soubor by nemohl být tiskárnou zobrazen. Pokud není chyba v názvu souboru, zkontrolujte zapojení EXT2 od elektroniky do LCD. Pokud je kabel zapojený správně, zkuste prohodit kabely.

13.4 Volné řemeny

Zkontrolujte správné napnutí řemenů, povolené řemeny by způsobily nesprávný pohyb podložky a tiskové hlavy, a tím znemožnily správnou funkci celé tiskárny. Nejlépe poznáte volné řemeny při tisku kruhového objektu - místo dokonalé kružnice je výsledkem nepravidelný elipsovitý tvar předmětu. První řemen najdete pod vyhřívanou podložkou, druhý pohybuje tiskovou hlavou. Na fotografiích vidíte správně napnuté řemeny.



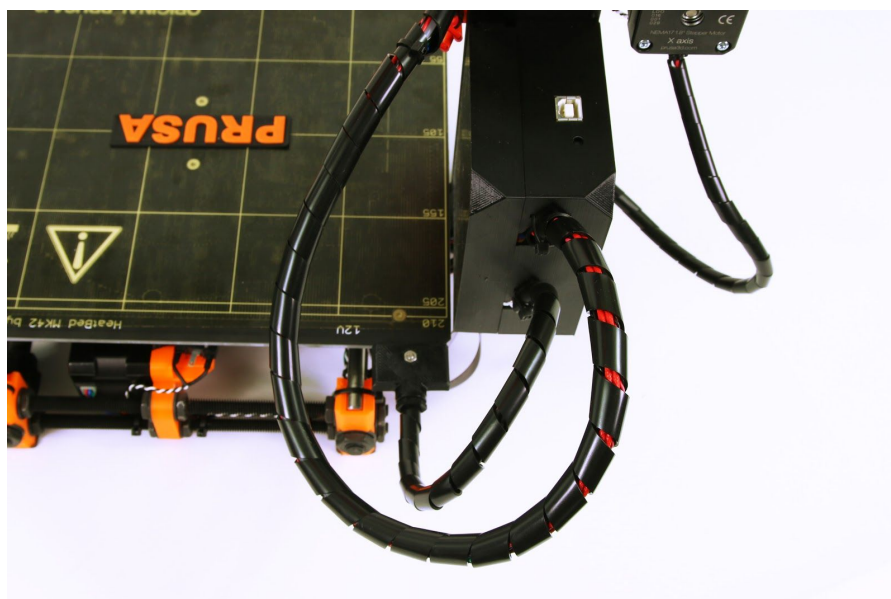
Obr. 38 - Správně napnutý řemen pod vyhřívanou podložkou



Obr. 39 - Správně napnutý řemen u tiskové hlavy

13.5 Nepřichycené kabely k tiskové podložce

Nezapomeňte použít na kabely vedoucí pod vyhřívanou podložkou kroucenou bužírku a uchyťte je tak, aby se při posunu podložky nemohly zachytit o tiskovou hlavu nebo jinou část tiskárny.



Obr. 40 - Kabely spirálovitě omotané kroucenou bužírkou

Tiskněte a sdílejte!

Při sdílení nezapomeňte označit fotky svých výtisků tagem #prusai3mk2, abychom je mohli najít a ukázat v galerii na našem Pinterestu!



www.prusa3d.cz/tisky

Tisku zdar! :)