3D PRINTER
Original Prusa MINI+



User Manual
Multilanguage Edition

Čeština · Slovenčina · Magyar
Română · Deutsch · Български
Polski · Slovenščina · English

3D TISKÁRNA
Original Prusa MINI+

Příručka 3D tiskaře



Uživatelský manuál

Než začnete výrobek používat, přečtěte si pozorně tento návod a uschovejte jej. Dodržujte všechny bezpečnostní pokyny; chráníte tím sebe i své okolí. Nedodržení pokynů může vést ke škodě na majetku nebo ke zranění. Návod si uschovejte pro pozdější potřebu.

Obsah

1 Bezpečnostní pokyny 5
- 1.1 Umístění a základní používání . . . 5
- 1.2 Elektrická bezpečnost . . . 6
- 1.3 Mechanická nebezpečí . . . 6
- 1.4 Riziko popálenin . . . 7
- 1.5 Správné používání oboustranných tiskových plátů . . . 7
- 1.6 Práce s filamenty . . . 8
- 1.7 Vyloučení odpovědnosti . . . 8

2 Symboly na výrobku 8

3 Technické údaje 9

4 Úvod 10
- 4.1 Rychlý průvodce před prvním tiskem . . . 11
- 4.2 Značky použité v příručce . . . 11

5 Slovníček pojmů 12

6 Manipulace s tiskárnou a její přeprava 13
- 6.1 Odpojení napájecího zdroje . . . 14
- 6.2 Jak kontaktovat technickou podporu . . . 14
- 6.3 Chybové obrazovky . . . 15
- 6.4 Vybalení, sestavení a první spuštění . . . 15

7 Váš první výtisk 16
- 7.1 Základní ovládání . . . 16
- 7.2 Aktualizace firmwaru . . . 17
- 7.3 Příprava pružných tiskových plátů . . . 18
- 7.4 Průvodce kalibrací (Wizard) . . . 19
- 7.5 Selftest . . . 19
- 7.6 Zavedení a vyjmutí filamentu . . . 19
- 7.7 Kalibrace první vrstvy (First Layer Calibration) . . . 21
- 7.8 Kontrolní seznam . . . 23
- 7.9 Spuštění prvního tisku . . . 23
- 7.10 Odstranění výtisku . . . 24
- 7.11 Kontroly a úkony po dokončení tisku . . . 24

8 Pokročilé funkce **25**
8.1 Struktura nabídky . . . 25
8.2 Princip automatické kalibrace podložky (Mesh Bed Leveling) . . . 25
8.3 Obnovení továrního nastavení . . . 26
8.4 Síťové připojení . . . 26

9 Tisk vlastních modelů **27**
9.1 Získání modelu k tisku . . . 27
9.2 Vytvoření vlastního modelu . . . 28
9.3 Co je to soubor G-code? . . . 28
9.4 PrusaSlicer . . . 29
9.5 Import objektů do PrusaSliceru . . . 30
9.6 Použití podpěr . . . 30
9.7 Rychlost tisku vs. kvalita tisku . . . 32
9.8 Výplň (infill) . . . 32
9.9 Límec (brim) . . . 33
9.10 Tisk velkých objektů . . . 33
9.11 Tisk vícebarevných objektů . . . 34
9.12 Slicování a export . . . 35

10 Průvodce materiály **35**
10.1 PLA . . . 36
10.2 PET/PETG . . . 37
10.3 ASA/ABS . . . 38
10.4 PC (polykarbonát) a PC Blend . . . 39
10.5 PVB . . . 40
10.6 Flexibilní materiály . . . 41

11 Běžná údržba **41**
11.1 Pružné tiskové pláty . . . 42
11.2 Pružný plát s oboustranným ZRNITÝM práškovým PEI . . . 44
11.3 Pružný plát s oboustranným HLADKÝM PEI . . . 44
11.4 Pružný plát s oboustranným SATÉNOVÝM PEI . . . 45
11.5 Zlepšení přilnavosti . . . 45
11.6 Profily tiskových plátů . . . 46
11.7 Ložiska . . . 46
11.8 Ventilátory . . . 46
11.9 Podávací kolečka extruderu . . . 47
11.10 PTFE trubičky . . . 47

11.11 Ucpaný / zaseklý extruder 48
11.12 Čištění trysky 49
11.13 Výměna trysky 50
11.14 Nahrání nepodepsaného firmwaru 52

12 Senzor filamentu (volitelné příslušenství) 53
12.1 Když dojde filament 53
12.2 Chybná čtení senzoru a hledání závady 54

13 Často kladené dotazy a řešení potíží 54
13.1 Vychýlená osa X 54
13.2 Tiskárna nenačte USB disk 55
13.3 Povolené řemeny osy X a/nebo osy Y 55
13.4 Filament zaseknutý v PTFE trubičce 55
13.5 Hledání výchozí polohy osy X (homing) selže 56
13.6 Chyby vyhřívání 56
13.7 Chyby větráčků 56
13.8 Návrat ke starší verzi firmwaru 56
13.9 Tryska naráží do plátu a podobné potíže 56

14 Pokročilé řešení problémů 57
14.1 Hardware 57
14.2 Kvalita tisku 57

15 Výrobce a podpora 57

1. Bezpečnostní pokyny

Při zacházení s 3D tiskárnou buďte velmi opatrní. Jedná se o elektrické zařízení s pohyblivými a vyhřívanými částmi.

1.1 Umístění a základní používání

Upozornění

Ujistěte se, že je tiskárna umístěna a provozována na vhodném místě, abyste předešli možným rizikům.

- Toto zařízení je určeno k provozu výhradně ve vnitřních prostorách. Nevystavujte zařízení vodě či sněhu. Kontakt s vodou a jinými kapalinami může vést k poškození elektroniky, zkratům a dalším typům poškození. Vždy tiskárnu provozujte v suchém prostředí.
- Tiskárnu umístěte na bezpečné suché místo. Podklad musí být vodorovný a stabilní – ideální je pracovní stůl. Kolem tiskárny by mělo být alespoň 30 cm místa. Pokud se v blízkosti tiskárny nacházejí překážky, může to ovlivnit její činnost nebo způsobit nadměrné opotřebení opletu kabelů, či přímo samotných kabelů. Opotřebované kabely mohou představovat riziko (úraz elektrickým proudem, požár).
- Ujistěte se, že žádný z výdechů ani ventilátorů není blokovaný. Tiskárna má zabudované monitorování otáček ventilátorů, avšak v některých případech (nesprávné sestavení, poškození součástek, neoficiální firmware) nemusí monitorování správně fungovat. Nedostatečné chlazení může vést k přehřívání a vážnému poškození tiskárny (riziko poškození elektroniky, požár).
- Ujistěte se, že tiskárna je umístěna tak, aby nemohlo dojít k jejímu převrácení či pádu na zem. Pokud tiskárna utrpěla fyzické poškození, nepoužívejte ji – poškozené části tiskárny mohou představovat bezpečnostní riziko.
- Napájecí adaptér a šňůry musí být umístěny tak, aby o ně nebylo možné zakopnout, šlápnout na ně nebo je jiným způsobem poškodit. Ujistěte se, že kabel není poškozený. Pokud je, okamžitě přestaňte zařízení používat a kabel vyměňte. Poškozené kabely představují bezpečnostní riziko – hrozí poranění elektrickým proudem.
- Nenechávejte zapnutou tiskárnu bez dozoru! Tiskárna má sice teplotní monitorování a řadu chytrých funkcí pro zvýšení bezpečnosti, ale při používání, které je v rozporu s instrukcemi v této příručce, či při selhání komponent může vznikat riziko požáru.

1.2 Elektrická bezpečnost

Upozornění

Abyste předešli riziku úrazu elektrickým proudem, držte se následujících instrukcí.

- Tiskárnu lze napájet pouze ze standardní zásuvky 230 V AC / 50 Hz nebo 110 V AC / 60 Hz. Nikdy nepoužívejte alternativní zdroje, mohou způsobit problémy nebo i poškození tiskárny.
- Nikdy tiskárnu nepoužívejte, pokud jsou její napájecí kabely jakkoliv poškozeny – ať už jde o přívodní šňůru, napájecí kabel vedoucí od adaptéru k tiskárně, nebo o kabely samotné tiskárny. Poškozené kabely mohou způsobit úraz elektrickým proudem.
- Při odpojování napájecího kabelu ze zásuvky netahejte za kabel, ale za zástrčku, snížíte tím nebezpečí poškození zástrčky nebo síťové zásuvky. Konektor vedoucí do tiskárny má bezpečnostní pojistku, tu nejprve odjistěte, pak teprve odpojte kabel z tiskárny.
- Nikdy nerozebírejte napájecí zdroj tiskárny, neobsahuje žádné části, které by mohl nekvalifikovaný pracovník opravit. Vždy předejte tiskárnu kvalifikovanému servisnímu technikovi. Neodborné zásahy do zdroje mohou vést k poškození tiskárny a k riziku úrazu elektrickým proudem.
- Zařízení odpojíte od sítě vytažením zástrčky. Elektrická zásuvka musí být snadno přístupná.

1.3 Mechanická nebezpečí

Upozornění

Pohyblivé mechanické části tiskárny mohou způsobit zranění.

- Nikdy nezasahujte do vnitřních komponent tiskárny, pokud je tiskárna připojená do elektrické sítě nebo je v chodu – hrozí nebezpečí zranění mechanickými částmi nebo elektrickým proudem.
- Zabraňte dětem v manipulaci s tiskárnou bez dohledu dospělé osoby – i v době, kdy tiskárna netiskne.

1.4 Riziko popálenin

Upozornění

Nedotýkejte se vyhřívaných částí tiskárny – vyhřívané podložky, tiskového plátu a částí tiskové hlavy. Hrozí riziko popálenin.

Varování! V průběhu tisku se mohou části tiskové hlavy a tisková podložka zahřát na velmi vysoké teploty! Nedotýkejte se jich, dokud tisk neskončí a tiskárna nevychladne – aktuální teploty se zobrazují na LCD obrazovce. Dotyk zahřátých částí může způsobit vážné popáleniny.

1.5 Správné používání oboustranných tiskových plátů

Upozornění

Každý typ tiskového plátu vyžaduje mírně odlišnou údržbu. Nesprávné zacházení a používání může vést k poškození tiskového plátu. Tiskové pláty jsou spotřební materiál a podléhají opotřebení. Před použitím si přečtěte následující řádky.

Upozornění

Povrch zrnitého a saténového tiskového plátu nikdy nečistěte acetonem!

- Přečtěte si informace o údržbě v kapitole 11 Běžná údržba.
- Při výměně tiskových plátů znovu doladťe výšku trysky (Live Adjust Z) – pláty mají mírné odchylky v tloušťce. Novější verze firmwaru podporují profily tiskových plátů, do kterých lze ukládat kalibrační hodnoty pro rychlejší výměnu. Více v kapitole 11 Běžná údržba.
- K odmaštění plátu použijte kvalitní isopropylalkohol (90 % a více). Nepoužívejte přípravky, které mají IPA pouze jako jednu ze složek (např. dezinfekční prostředky na ruce) – tyto produkty zpravidla obsahují další aditiva, která mohou negativně ovlivnit vlastnosti tiskového plátu.
- Nemyjte plát pod tekoucí vodou – plech může začít rezivět.
- Z povrchu plátu neodstraňujte PEI fólii.
- Před prvním tiskem plát očistěte pomocí ubrousku navlhčeného isopropylalkoholem.

1.6 Práce s filamenty

Poznámka
Při správném zacházení je práce s filamenty jednoduchá a bezpečná. Přečtěte si následující doporučení.

- Pro zvolený materiál vždy používejte doporučené teploty.
- Pozor na roztavený plast – může způsobit popáleniny! Pokud z trysky visí natavený plast, neodstraňujte jej rukou – použijte kleště nebo jiný nástroj.
- Některé materiály mohou při tisku vytvářet pronikavý zápach – v místnosti pravidelně větrejte.
- S filamentem zacházejte tak, jak je popsáno v následujících kapitolách této příručky.

1.7 Vyloučení odpovědnosti

Jednání v rozporu s informacemi v této příručce může vést ke zranění, špatným výsledkům tisku nebo k poškození 3D tiskárny. Dbejte na to, aby každý, kdo bude pracovat s tiskárnou, byl seznámen s obsahem příručky a správně mu porozuměl.

Vzhledem k tomu, že výrobce nemá pod kontrolou podmínky, ve kterých tiskárnu Original Prusa MINI+ sestavujete a používáte, nepřebírá odpovědnost a výslovně odmítá 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.

2. Symboly na výrobku



Bližší informace o funkcích, správném používání a údržbě zařízení najdete v této příručce a online na stránce help.prusa3d.com.



Před jakýmkoliv servisním zásahem je nutné nejprve odpojit 3D tiskárnu od zdroje elektrické energie (napájecí adaptér), jinak hrozí úraz elektrickým proudem. Před údržbou zařízení nahlédněte do příručky a do centra nápovědy na help.prusa3d.com.



Při manipulaci nebo dotyku takto označených částí je nutné dbát zvýšené opatrnosti a vyvarovat se dalších nebezpečí specifikovaných pomocí konkrétních symbolů, například nebezpečí horkého povrchu. Dotyk zahřátých částí (vyhřívaná podložka, části tiskové hlavy) může způsobit vážné popáleniny.



Teplota částí označených tímto symbolem může výrazně převyšovat teplotu okolí. Dotyk takových částí nechráněnou částí těla může způsobit popáleniny.



Nechráněné pohyblivé mechanické části mohou způsobit zranění, dbejte zvýšené opatrnosti.



Nedotýkejte se tiskové hlavy při tisku, hrozí popálení nebo zranění pohyblivými částmi.



V bezprostřední blízkosti takto označených částí dochází ke spínání a rozpínání velkých elektrických proudů. Osoby s implantovaným kardiostimulátorem nebo jinými pomůckami pro řízení a kontrolu funkce srdce musejí dbát zvýšené opatrnosti a konzultovat použití 3D tiskárny se svým ošetřujícím lékařem.



Toto zařízení je sestaveno ze součástí, jejichž likvidace musí být v souladu se směrnicí o odpadních elektrických a elektronických zařízeních.

3. Technické údaje

Název	Original Prusa MINI+
Výrobce	Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Česká republika
Kontaktní e-mail	info@prusa3d.com
Skupina EEZ	3 (IT a/nebo telekomunikační zařízení)
Použití zařízení	pouze v interiéru
Napájecí zdroj	spínaný adaptér AC/DC, vstup 100–240 V AC, 50/60 Hz, 2,0 A; výstup max. 24 V, 6,67 A, 160 W
Pojistka	min. B16A (pro EU)
Krytí	IP20
Pracovní rozsah teplot	18–38 °C, pouze pro použití v interiéru
Pracovní vlhkost vzduchu	85 % nebo méně
Kompatibilní filamenty	pouze o průměru 1,75 mm
Hmotnost balení (brutto / netto)	7,6 kg / 4,85 kg

Sériové číslo se nachází na rámu tiskárny a také na vnějším obalu. Toto zařízení lze bezpečně používat pouze ve vnitřních prostorách, kde je (zejména jeho napájecí zdroj a konektor LAN) chráněno proti vnějším vlivům prostředí.

Licenční ujednání

Tiskárna Original Prusa MINI+ je součástí projektu RepRap, prvního projektu open-source 3D tiskáren, volně šiřitelného pod licencí GNU GPL v3. Pokud některé naše díly upravíte a budete je chtít dále prodávat, musíte zdrojové kódy zveřejnit pod stejnou licencí. Všechny tisknutelné součástky tiskárny jsou k dispozici na www.prusa3d.com.

4. Úvod

Děkujeme vám za zakoupení 3D tiskárny Original Prusa MINI+ od Josefa Průši. Vaše přízeň umožňuje výrobci investovat do dalšího vývoje MINI+ a dalších produktů v oblasti 3D tisku. Original Prusa MINI+ je kompaktní, chytrá a cenově dostupná tiskárna. Je skvělá pro začátečníky, kutily, firmy i pro založení 3D tiskové farmy. Přečtěte si tuto příručku opravdu pečlivě – každá z kapitol obsahuje cenné informace, které vám pomohou správně zvládnout obsluhu i pravidelnou údržbu tiskárny.

Nejnovější verzi této příručky najdete ve formátu PDF na www.prusa3d.com. V případě, že při používání tiskárny narazíte na problémy, neváhejte kontaktovat výrobce na info@prusa3d.com. Rád zodpoví vaše dotazy a vyslechne nápady na zlepšení. Můžete navštívit i centrum nápovědy help.prusa3d.com nebo diskuzní fóra forum.prusa3d.com.



Original Prusa MINI+

4.1 Rychlý průvodce před prvním tiskem

Pečlivě si přečtěte kapitolu 7 Váš první výtisk.

1. Umístěte sestavenou tiskárnu na rovný a stabilní podklad.
2. Zapněte tiskárnu, vložte přiložený USB disk a aktualizujte firmware.
3. Zkalibrujte tiskárnu podle instrukcí na obrazovce.
4. Vytiskněte vzorový objekt.

4.2 Značky použité v příručce

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

Upozornění
Tato část textu je velmi důležitá, čtěte ji pozorně! Závisí na tom jak správný chod tiskárny, tak bezpečnost jejího provozu.

Stavebnice
Tato informace se týká stavebnice Original Prusa MINI+.

Názvy položek nabídky a tlačítek, jak se zobrazují na LCD obrazovce tiskárny, jsou v textu vysázeny tímto písmem: **Nastavení**.

5. Slovníček pojmů



1. **Pružný tiskový plát** – existuje ve třech variantách: s hladkým, saténovým a se zrnitým práškovým povrchem. Pláty slouží jako podložka, na které vzniká tištěný objekt. Věnujte pozornost kapitole o údržbě tiskárny, abyste dokázali zajistit optimální podmínky pro 3D tisk.
2. **Vyhřívaná podložka (heatbed)** – nachází se přímo pod pružným tiskovým plátem. Vyhřívaná podložka zajišťuje dostatečnou přilnavost výtisku k tiskové ploše. Pozor: nedotýkejte se zahřáté podložky!
3. **Osa Y** – souhrnný název pro celou sestavu vyhřívané podložky (hlazené tyče, řemen, podložka atd.).
4. **Ovládací tlačítko a resetovací tlačítko** – otočné ovládací tlačítko je hlavním ovládacím prvkem tiskárny. Otáčením vpravo/vlevo volíte položky nebo nastavujete hodnoty, stisknutím volbu potvrzujete. Nalevo od ovládacího tlačítka je resetovací tlačítko – jeho stisknutí odpovídá rychlému vypnutí a zapnutí tiskárny. Hodí se pro případ, kdy např. potřebujete okamžitě přerušit tisk.
5. **LCD obrazovka** – ovládací displej 3D tiskárny. Pomocí otočného tlačítka se pohybujete v nabídce, volbu potvrzujete jeho stisknutím.
6. **Hlavní vypínač** – pokud není tiskárna v provozu, vypněte ji tímto vypínačem.

7. **USB port a microUSB port** – USB port slouží k připojení flash disků (USB 2.0/3.0) se souborovým systémem FAT32. Z USB disku se načítá G-code s instrukcemi k tisku nebo aktualizační soubory firmwaru. MicroUSB port lze použít k řízení tiskárny softwarem třetích stran, např. OctoPrint.
8. **Hlavní PTFE trubička** – vede strunu filamentu z extruderu do tiskové hlavy a trysky. Čas od času zkontrolujte, zda se v ní nehromadí nečistoty, které by bránily volnému průchodu filamentu.
9. **Šroubení** – na obou koncích hlavní PTFE trubičky. Pokud se v trubičce zasekne filament, pomocí klíče (je součástí balení tiskárny) sejměte šroubení a následně samotnou trubičku, abyste se k filamentu dostali. Mějte na paměti, že PTFE trubičky jsou spotřební materiál – jejich kvalita se může časem zhoršit. Další informace najdete v kapitole o PTFE trubičkách.
10. **Tiskový větráček** – chladí tištěný objekt a zlepšuje kvalitu tisku. Jeho otáčky (RPM) jsou neustále sledovány.
11. **Tisková hlava** – odlehčená tisková hlava se skládá z hotendu (tiskové trysky), sondy SuperPINDA a dvou větráčků. Kvůli zlepšení kvality tisku byly těžší součásti extruderu přesunuty na konstrukci osy Z.
12. **Tryska** – tryska o průměru 0,4 mm. Lze ji vyměnit za jiný průměr (např. 0,25 mm nebo 0,6 mm) pro dosažení lepších detailů nebo vyšší rychlosti tisku. Je kompatibilní s tryskami E3D.
13. **Osa Z** – souhrnný název pro celou konstrukci svislé osy (hlazené tyče, motor osy Z atd.).
14. **Extruder / motor extruderu** – oproti 3D tiskárnám MK2 nebo MK3S je u MINI+ motor extruderu napevno umístěný na boku konstrukce, takže se nepohybuje po ose X. Podávací kolečka tlačí filament skrz hlavní PTFE trubičku do tiskové hlavy.
15. **Osa X** – pomocí řemenu umožňuje pohyb tiskové hlavy zleva doprava.
16. **Držák cívky** – měl by být umístěn vedle tiskárny tak, aby filament do PTFE trubičky vstupoval zespodu. Filament se nesmí ohýbat v ostrém úhlu.

6. Manipulace s tiskárnou a její přeprava

Tiskárnu Original Prusa MINI+ přenášejte doporučeným způsobem. Můžete ji uchopit buď za motor osy Z nahoře, nebo za konstrukci osy Z – viz fotografie níže. Nikdy tiskárnu nezvedejte za kabely nebo PTFE trubičky, mohlo by dojít k jejímu poškození!



6.1 Odpojení napájecího zdroje

Upozornění

Konektor napájecího kabelu, který se zapojuje do tiskárny, má pojistku – nevytahujte ho silou! Netahejte za kabel! Nesprávné zacházení může vést k poškození konektoru nebo kabelu.

Nejprve uvolněte pojistku zatažením za kryt konektoru směrem od tiskárny. Jakmile je pojistka uvolněná, můžete konektor z tiskárny vytáhnout.



6.2 Jak kontaktovat technickou podporu

Pokud narazíte na jakékoliv potíže se svou 3D tiskárnou MINI+, nejprve si projděte poslední kapitoly této příručky s obecnými návody na řešení problémů, nebo navštivte centrum nápovědy výrobce na help.prusa3d.com. Pokud navržená řešení nepomohou, kontaktujte technickou podporu výrobce e-mailem na support@prusa3d.com nebo přes chat na stránkách prusa3d.com – okno chatu je v pravém dolním rohu.

6.3 Chybové obrazovky

Pokud tiskárna narazí na závažnou chybu, zobrazí se chybová obrazovka. Informace na obrazovce pomáhají chybu rozpoznat, diagnostikovat a odstranit. Věnujte pozornost následujícím údajům na obrazovce.



1. **Název chyby**
2. **Krátký popis** – chyby a doporučených dalších kroků.
3. **QR kód** – pokud ho načtete telefonem, budete přesměrováni na článek v centru nápovědy s úplným návodem na odstranění chyby. Odkaz v QR kódu obsahuje také hash zařízení (viz níže).
4. **Adresa v centru nápovědy** – pokud nemáte po ruce telefon, můžete tuto adresu přepsat do webového prohlížeče a otevřít příslušný návod.
5. **Verze firmwaru** – může pomoci při diagnostice chyby.
6. **Hash zařízení** – odkaz vložený v QR kódu může obsahovat volitelný „hash zařízení" (lze ho zapnout či vypnout v nastavení). Díky této informaci může výrobce ověřit, zda je na tiskárně aktuální firmware – a pokud ne, zobrazí se v horní části článku upozornění. Informace z odkazu se ukládá v databázi výrobce, který tak získá lepší přehled o tom, které chyby jsou nejčastější a kolik chyb která tiskárna zaznamenala.

6.4 Vybalení, sestavení a první spuštění

3D tiskárna Original Prusa MINI+ je k dispozici jako částečně sestavená tiskárna (spojení tří hlavních částí) i jako stavebnice, ze které MINI+ sestavíte od nuly, šroubek po šroubku. Postavit si vlastní tiskárnu je skvělý způsob, jak se o jejím fungování dozvědět co nejvíce – a díky podrobným návodům výrobce to zvládne každý. Návod na sestavení částečně sestavené tiskárny i stavebnice najdete v centru nápovědy výrobce na help.prusa3d.com. Až budete mít tiskárnu sestavenou, vraťte se sem a pokračujte v přípravě na první tisk.

Poznámka

Online verzi návodu na sestavení otevřete na help.prusa3d.com.

Upozornění

Než začnete zařízení poprvé používat, zkontrolujte na www.prusa3d.com, zda není k dispozici novější verze firmwaru.

7. Váš první výtisk

Příprava tiskárny na první tisk zabere přibližně 15–30 minut (bez sestavení). Aby tiskárna fungovala správně, věnujte pozornost následujícím krokům.

V této kapitole se dozvíte, jak:

1. ovládat tiskárnu,
2. aktualizovat firmware,
3. připravit tiskovou plochu před prvním tiskem,
4. provést počáteční kalibraci,
5. zavést filament,
6. zahájit první tisk.

7.1 Základní ovládání

Veškerá konfigurace a ovládání tiskárny se provádí jediným ovládacím prvkem – otočným tlačítkem (1). Jeho stisknutím potvrdíte volbu.



Resetovací tlačítko (2) je umístěno nalevo od ovládacího tlačítka. Jeho stisknutí odpovídá rychlému vypnutí a zapnutí tiskárny. Je užitečné, když se tiskárna chová nečekaně nebo když je potřeba okamžitě zastavit nepovedený tisk.

7.2 Aktualizace firmwaru

Tiskárna se dodává s nejnovější verzí firmwaru dostupnou v době výroby. Přesto doporučujeme zkontrolovat na www.prusa3d.com, zda není k dispozici novější verze – zajistíte si tak nejlepší možné výsledky tisku.

Firmware stažený z webu výrobce nahrajete takto:

1. Stáhněte správný soubor firmwaru z www.prusa3d.com (archiv ZIP) a rozbalte ho.
2. Soubor .BBF nahrajte na USB disk zformátovaný systémem FAT32 – můžete použít disk přibalený k tiskárně MINI+.
3. Vložte USB disk do USB portu tiskárny.
4. Restartujte tiskárnu resetovacím tlačítkem vedle otočného tlačítka.
5. Proces aktualizace by měl začít automaticky.
6. Vyčkejte, než se proces dokončí.



Poznámka

Pro vynucení nahrání firmwaru (např. pokud potřebujete přejít na starší verzi) vložte USB disk s požadovaným souborem .BBF, restartujte tiskárnu a během startu stiskněte a držte otočné tlačítko.

7.3 Příprava pružných tiskových plátů

Postupujte podle pokynů pro zvolený typ tiskového plátu (viz níže) a připravte ho na první tisk.

Ve vyhřívané podložce jsou ukryty vysokoteplotní magnety, které drží odnímatelné pružné tiskové pláty na místě. Na zadní straně podložky jsou dva kolíky, které přesně zapadnou do výřezů v tiskových plátech. Kolíky nemají pasovat do dvou otvorů na opačné straně plátu! Než plát položíte na podložku, ujistěte se, že je podložka čistá a nejsou na ní žádné nečistoty. **Nikdy netiskněte přímo na vyhřívanou podložku.**

Než začnete, rozbalte čisticí ubrousek napuštěný isopropylalkoholem a otřete jím tiskový plát.



Vyhřívaná podložka a tiskový plát se zrnitým práškovým povrchem

Pro dobrou přilnavost tištěného objektu je zásadní, aby byla tisková plocha čistá. Další informace o přípravě tiskové plochy a doporučených čisticích prostředcích najdete v kapitole 11 Běžná údržba.

7.4 Průvodce kalibrací (Wizard)

Při prvním zapnutí tiskárny se spustí Průvodce (Wizard). Provede vás všemi testy a kalibracemi, které je potřeba udělat, než začnete tisknout.

Průvodce můžete spustit i ručně: **LCD menu** – **Kalibrace** – **Průvodce**. Než Průvodce spustíte, nezapomeňte si přečíst kapitolu 11.1 Pružné tiskové pláty.

Průvodce kalibrací zahrnuje Selftest, Mesh Bed Leveling a kalibraci první vrstvy.

7.5 Selftest

Selftest je diagnostický nástroj složený ze série testů. Odhalí nejběžnější problémy, například nesprávné zapojení kabelů. Průběh a výsledky každého kroku se zobrazují na LCD obrazovce. Pokud Selftest zjistí chybu, přeruší se a zobrazí její příčinu, aby ji uživatel mohl odstranit. DŮLEŽITÉ: Během Selftestu musí být na vyhřívané podložce tiskový plát, jinak Selftest selže.

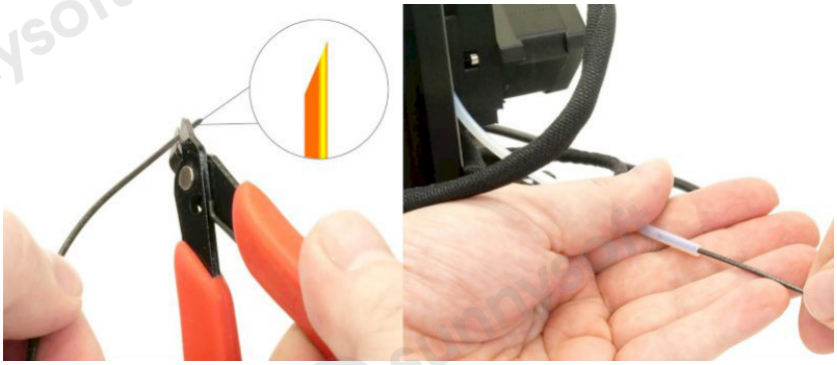
Selftest zahrnuje:

- test extruderu a tiskového větráčku,
- test os X, Y a Z,
- kontrolu správného zapojení vyhřívané podložky a hotendu.

Poznámka
Pokud Selftest selže, ujistěte se, že je tiskový plát správně umístěný na vyhřívané podložce.

7.6 Zavedení a vyjmutí filamentu

Jakmile Selftest proběhne, můžete zavést strunu filamentu. Pro úvodní kalibraci a první tisk důrazně doporučujeme PLA – snadno se s ním pracuje a nevyžaduje žádné další kroky (například nanesení lepidla na tiskový plát). Pokud nemáte cívku PLA, přečtěte si pečlivě kapitoly 10 Průvodce materiály a 11 Běžná údržba, kde se dozvíte, jak připravit tiskový plát pro konkrétní materiály. Pokaždé, když zavádíte nový filament, ujistěte se, že jeho konec je ostře seříznutý a na struně nejsou boule ani jiné nerovnosti, které by bránily průchodu PTFE trubičkou. Cívka by měla být ve stejné výšce jako tiskárna, aby se struna nemusela prudce ohýbat.



Zavedení filamentu

1. Konec filamentu seřízněte do ostré špičky. Vložte filament do PTFE trubičky vedoucí do extruderu (z pravé strany tiskárny), nebo do krátké PTFE trubičky senzoru filamentu (volitelné příslušenství).
2. Zvolte **LCD menu** – **Filament** – **Zavést filament** a potvrďte stiskem tlačítka.
3. Automaticky se zobrazí nabídka předehřevu. Vyberte typ filamentu, který chcete zavést, a potvrďte volbu stiskem otočného tlačítka.
4. Vyčkejte, až se tryska zahřeje na požadovanou teplotu.
5. Stiskem otočného tlačítka zahajte zavádění a zároveň filament tlačte do extruderu, dokud ho nezachytí podávací kolečka.
6. Podávací kolečka extruderu pak filament automaticky zavedou do tiskové hlavy. Tiskárna se zeptá, zda je barva vytlačeného plastu v pořádku. Máte tři možnosti: **Ano**/**Ne**/**Znovu**. Pokud je vytlačený plast znečištěný barvou předchozího filamentu, zvolte **Ne** a tiskárna vytlačí další materiál. Volba **Znovu** zopakuje zaváděcí proces – to se hodí například tehdy, když se struna zastavila uprostřed hlavní PTFE trubičky.

Poznámka
Tiskárna si pamatuje, jaký filament je v ní zavedený, i po vypnutí. Typ aktuálně zavedeného filamentu se zobrazuje v pravém dolním rohu LCD nabídky.

Pro následující krok ponechte filament zavedený. Pokud z jakéhokoliv důvodu potřebujete před kalibrací první vrstvy (nebo kdykoliv jindy) filament vyměnit, postupujte takto:

Vyjmutí filamentu

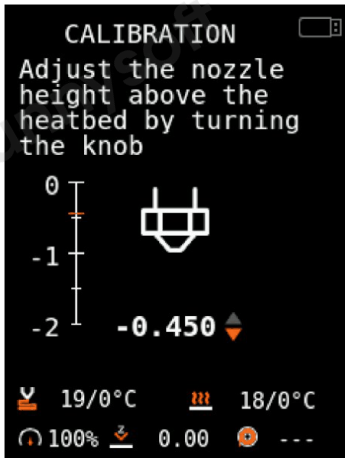
1. Zvolte **LCD menu** – **Filament** – **Vyjmout filament**.
2. Tiskárna se automaticky předehřeje na správnou teplotu; jakmile jí dosáhne, ozve se pípnutí.
3. Stiskněte ovládací tlačítko, tím zahájíte vysouvání filamentu.
4. Jakmile extruder přestane filament vysouvat, vytáhněte ho z PTFE trubičky ručně.

7.7 Kalibrace první vrstvy (First Layer Calibration)

Tento proces kalibruje vzdálenost mezi špičkou trysky a sondou. Kalibraci můžete kdykoliv spustit z nabídky **LCD menu – Kalibrace – Kalibrace první vrstvy**.

Upozornění

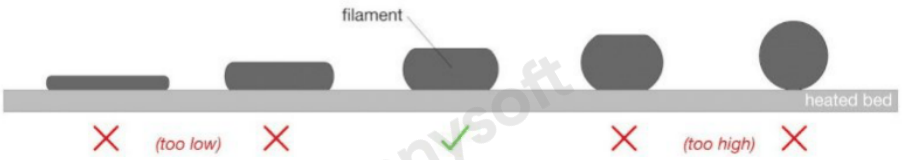
Ujistěte se, že je tiskový plát čistý a bez stop mastnoty – problém mohou způsobit i otisky prstů. Než začnete, otřete plát přiloženým ubrouskem napuštěným isopropylalkoholem.



Po spuštění kalibrace první vrstvy se tiskárna zeptá, zda je zavedený filament. Poté změří podložku pomocí funkce Mesh Bed Leveling (viz kapitola 8.2 Princip automatické kalibrace podložky (Mesh Bed Leveling)) a začne na tiskovou plochu tisknout klikatý vzor. Tryska bude ve výšce dané nastavením sondy SuperPINDA. Tiskové plochy se nesmí v žádném případě dotýkat.

Od verze firmwaru 4.3.0 má obrazovka nastavení výšky trysky novou podobu se zjednodušeným zobrazením trysky. Když výšku trysky upravujete otáčením tlačítka po směru nebo proti směru hodinových ručiček, tryska na obrazovce se pohybuje stejným směrem. Číslo na obrazovce je pouze ilustrační – hodnota na vaší tiskárně bude odlišná.

Sledujte linku, která se vytlačuje na tiskovou plochu. Automaticky se zobrazí nová nabídka – otáčením tlačítka v ní doladíte výšku trysky v reálném čase. Cílem je nastavit výšku trysky tak, aby vytlačený plast dobře přilnul k podložce a byl viditelně mírně zploštělý.



Profil první vrstvy – tryska příliš nízko (vlevo), správně (uprostřed), příliš vysoko (vpravo)

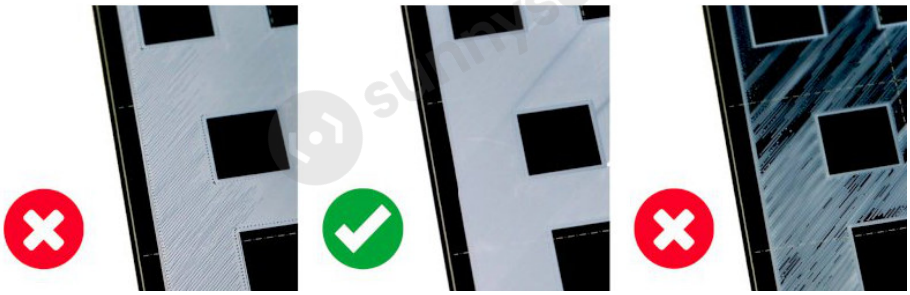
Testovací vzor by měl vypadat jako na levém nebo prostředním obrázku níže. Obrázek vpravo ukazuje obě hlavní chyby najednou: tryska příliš vysoko (ohnuté linky, posunuté rohy) a tryska příliš nízko (plast se vůbec nevytlačuje).



Co zkontrolovat:

- Vrstva vytlačeného plastu je mírně zploštělá.
- Rohy klikaté linky jsou ostré a nezvedají se z plátu.
- Linky jsou rovné a pevně drží na plátu.
- Obdélník na konci vzoru má rovnoměrný povrch, bez vln a mezer.

Níže vidíte detail výtisku s vadami kvality způsobenými nesprávnou výškou trysky. Prostřední obrázek ukazuje optimální kvalitu.



Porovnání výšky první vrstvy – tryska příliš vysoko (vlevo), optimální výška (uprostřed), tryska příliš nízko (vpravo)

Stavebnice
Pokud máte MINI+ ve verzi stavebnice a nedaří se vám dosáhnout rovnoměrné první vrstvy, může být příčinou nesprávně umístěná sonda SuperPINDA. V online návodu na sestavení se podívejte, jak má být sonda SuperPINDA správně umístěná.

7.8 Kontrolní seznam

Pokud jste prošli všechny kroky popsané v předchozích kapitolách, můžete zahájit svůj první tisk. Než začnete, projděte si závěrečný kontrolní seznam:

1. MINI+ je kompletně sestavená a umístěná na vhodném místě.
2. Firmware je aktualizovaný na nejnovější verzi.
3. Všechny kalibrace proběhly úspěšně.
4. Na vyhřívané podložce je čistý tiskový plát, otřený ubrouskem napuštěným isopropylalkoholem.
5. Filament je zavedený.

7.9 Spuštění prvního tisku

Jakmile je vše připravené, otevřete nabídku **Tisk** (zobrazí se pouze tehdy, když je vložený USB disk). Otočným tlačítkem vyberte ze seznamu jeden ze vzorových objektů a sledujte tiskárnu. Doporučujeme zvolit logo PRUSA – na něm nejlépe uvidíte, jak se vám povedlo doladit první vrstvu při kalibraci první vrstvy.



Takto vypadá první vrstva v ideální kvalitě

Tryska se nejprve předehřeje na 170 °C nezávisle na zvoleném filamentu – zabrání se tak vytékání filamentu během úvodní fáze, kterou je Mesh Bed Leveling. Jakmile Mesh Bed Leveling proběhne, tiskárna zahřeje trysku na správnou tiskovou teplotu a začne tisknout úvodní čisticí linku na okraji tiskového plátu. Následně vytiskne obrys kolem objektu a poté samotný objekt.

Upozornění

Pečlivě sledujte kvalitu první vrstvy. Vytlačený plast by měl k plátu dobře přilnout. Pokud je tryska z jakéhokoliv důvodu příliš vysoko, snižte ji funkcí **Doladit Z** (Live Adjust Z), která je během tisku k dispozici v nabídce **Ladit**. Druhou možností je tisk zastavit, vyčistit tiskový plát a znovu spustit kalibraci první vrstvy z nabídky **Kalibrace**.

7.10 Odstranění výtisku

Jakmile tisk skončí, počkejte, až vyhřívaná podložka vychladne. Vyhřívaná podložka i tiskový plát mohou mít v závislosti na nastavení teplotu přes 100 °C a při dotyku nechráněnou kůží způsobit popáleniny. V závislosti na materiálu se výtisk po vychladnutí může sám odlepit. Pokud ne, sejměte tiskový plát a opatrně ho prohněte na obě strany. Poté ho otočte o 90° a prohnutí zopakujte. Nezapomeňte odstranit všechny zbytky filamentu, například úvodní čisticí linku, obrys i podpěry. Pokud na plátu zůstane plast, neodstraňujte ho nehty, mohli byste se poranit. Použijte kovovou špachtli na hladkém plátu nebo plastovou špachtli na zrnitém plátu.



Snažte se nedotýkat tiskové plochy prsty – otisky prstů mohou snížit přilnavost dalšího výtisku.

7.11 Kontroly a úkony po dokončení tisku

Jakmile vzorový výtisk odstraníte z tiskového plátu, pozorně si ho prohlédněte a zkontrolujte případné vady kvality. Objekty vytištěné technologií FDM/FFF nikdy nejsou dokonale hladké – obvykle jsou na nich viditelné vrstvy. Existují však způsoby, jak povrch 3D výtisků vyhladit. Více o dodatečném opracování (post-processing) se dozvíte na blogu výrobce blog.prusa3d.com.

Upozornění
Pokud má výtisk skutečné vady kvality (chybějící části, posunuté vrstvy, podextrudovaná místa), přečtěte si kapitolu 14.2 Kvalita tisku na konci této příručky.

Ujistěte se, že je tiskový plát čistý, a položte ho zpět na vyhřívanou podložku. Filament můžete nechat zavedený v trysce. Pokud neplánujete tisknout další objekt, počkejte, až se tryska ochladí na 50 °C, a vypněte tiskárnu vypínačem na boku.

8. Pokročilé funkce

8.1 Struktura nabídky

- Tisk
- Předehřev
  - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
  - Zchladit
- Filament
  - Zavést filament
    - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
    - Zchladit
  - Vyjmout filament
  - Vyměnit filament
  - Čistit trysku
- Kalibrace
  - Průvodce
  - Doladit Z
  - Auto Home
  - Mesh Bed Leveling
  - Selftest
  - Kalibrace první vrstvy
  - Test ventilátorů
  - Test os XYZ
  - Test vyhřívání
  - Zobrazit výsledek Selftestu
- Nastavení
  - Teplota
    - Tryska
    - Podložka
    - Tiskový ventilátor
    - Zchladit
  - [Název profilu] – zobrazí se, pokud jsou nastaveny dva nebo více profilů tiskových plátů
  - Pohyb osy
    - Osa X, Osa Y, Osa Z, Osa E
  - Vypnout motory
  - Tovární nastavení
  - HW nastavení
    - Tiskové pláty
      - Název profilu: Vybrat, Kalibrace první vrstvy, Reset
  - Aktualizace FW
  - Filament senzor Zap / Vyp
  - Nastavení LAN
  - TZ (UTC + / -)
  - Uložit výpis chyb
  - Zvuk: Jednou / Hlasitý / Tichý / Assist
  - Hlasitost
  - Hash zařízení v QR Zap / Vyp
  - Jazyk
- Info
  - Systémové info
  - Stav senzorů
  - Info o verzi

8.2 Princip automatické kalibrace podložky (Mesh Bed Leveling)

Automatickou kalibraci podložky (Mesh Bed Leveling) spustíte z nabídky **LCD menu – Kalibrace**. Tento proces probíhá před každým tiskem. Stejný proces probíhá i na začátku kalibrace první vrstvy (viz kapitola 7.7).

Sonda SuperPINDA projede mřížku 4×4 bodů rozmístěných po tiskovém plátu (bez ohledu na to, zda má zrnitý práškový, nebo hladký PEI povrch) a změří vzdálenost od plátu. Z naměřených bodů se interpolací vytvoří virtuální síť

podložky. Pokud je podložka mírně zvlněná (jde o drobné nepřesnosti vzniklé součtem výrobních tolerancí nebo při sestavování), tryska přesto během tisku přesně sleduje povrch podle naměřené sítě – a kvalita první vrstvy je lepší.

8.3 Obnovení továrního nastavení

Obnovení továrního nastavení provedete přes **LCD menu** – **Nastavení** – **Tovární nastavení**. Tím se všechny uložené hodnoty vrátí na výchozí.

8.4 Síťové připojení

Original Prusa MINI+ má na základní desce ethernetové rozhraní (RJ45). Jeho prostřednictvím můžete tiskárnu připojit k síti.

Některé síťové funkce nemusí být v dodávané verzi firmwaru plně implementované. Informace o aktuálních verzích firmwaru zveřejňuje výrobce na www.prusa3d.com a na sociálních sítích.

Tiskárnu Original Prusa MINI+ můžete zapojit do místní sítě (LAN) a získat přehled o základních informacích o tiskárně přes webové rozhraní zvané PrusaConnect. Tiskárna má ve výchozím nastavení zapnuté DHCP. V nabídce **LCD menu** – **Nastavení** – **Nastavení LAN** zkontrolujte, zda byla tiskárně správně přiřazena IP adresa. Poté na počítači nebo mobilním telefonu připojeném k téže síti otevřete webový prohlížeč a do adresního řádku zadejte IP adresu tiskárny. Zobrazí se základní informace o právě probíhajícím tisku. PrusaConnect v současné verzi funguje pouze v místní síti a jeho funkce budou v dalších vydáních firmwaru rozšiřovány.



Wi-Fi modul (volitelné příslušenství) není ve výchozím firmwaru podporován. Informace o dostupnosti Wi-Fi modulu zveřejní výrobce na www.prusa3d.com nebo blog.prusa3d.com.

Poznámka

Original Prusa MINI+ je kompatibilní také s nástrojem třetí strany pro síťový tisk OctoPrint. Informace o instalaci a nastavení najdete na oficiálních stránkách projektu OctoPrint.

9. Tisk vlastních modelů

Jakmile je tiskárna plně zkalibrovaná a vzorové modely vypadají dobře, budete nejspíš chtít tisknout vlastní modely. Máte řadu možností – více se dozvíte v následujících kapitolách.

9.1 Získání modelu k tisku

Nejjednodušší způsob, jak začít s 3D tiskem, je stáhnout si modely z internetu – obvykle bývají ve formátech .3mf, .stl nebo .obj. V oblasti 3D tisku se naštěstí pohybuje spousta nadšenců, a tak existují weby, odkud si můžete zdarma stáhnout velké množství hotových 3D modelů. Najdete tam všechno možné, od jednoduché hrací kostky po detailní figurku postavy z oblíbeného filmu, hry nebo seriálu. Stáhnout si můžete i mechanické součástky, příslušenství k RC modelům, vybavení do domácnosti a mnoho dalšího.

Nejlepší modely najdete na Printables.com

Printables.com (dříve PrusaPrinters) je velká online knihovna kvalitních 3D modelů spravovaná společností Prusa Research. Jejím cílem je sdružovat velkou aktivní komunitu designérů, tvůrců a nadšenců do 3D tisku – bez ohledu na to, jakou značku 3D tiskárny preferují. Pořádají se zde pravidelné komunitní soutěže s 3D tiskárnami a filamenty jako hlavními cenami a existuje tu i systém odměn s virtuálním i fyzickým zbožím – za aktivní členství sbíráte body, které lze vyměnit za cívku Prusamentu nebo jiné zboží.

Díky zaměření na kvalitní, jedinečné a užitečné modely jste vždy jen pár kliknutí od objevení něčeho nového k tisku. A než si něco stáhnete a vytisknete, můžete použít pokročilý vestavěný prohlížeč 3D modelů, který pracuje nejen se soubory STL a 3MF, ale i s G-cody. Navštivte Printables.com a objevte aktivity, soutěže, události, skupiny, kolekce a mnoho dalšího.

3D modely bývají velmi často ke stažení zdarma pod licencí Creative Commons – Attribution – Non-Commercial (modely nesmí být využity komerčně a vždy musí být uvedeno jméno autora), nebo za malý poplatek. Vybrali jsme nejzajímavější weby:

- Printables.com (www.printables.com)
- Thingiverse
- MyMiniFactory

- Pinshape
- YouMagine
- Shapeways
- Gambody

Modely ve formátech .stl, .obj a podobných však nelze 3D tisknout přímo. Nejprve je potřeba je „vyslicovat“ (převést) do souboru G-code, který se pak nahraje na USB disk. USB disk se slicovaným projektem vložte do tiskárny a v nabídce **Tisk** vyberte model, který chcete tisknout. Více se dozvíte v kapitolách 9.3 Co je to soubor G-code? a 9.4 PrusaSlicer.

9.2 Vytvoření vlastního modelu

K vytvoření 3D modelu potřebujete specializovaný program – 3D editor. Existuje řada různých 3D programů a volba obvykle závisí na tom, jaký typ modelu chcete vytvořit.

Pro začátek je nejlepší Tinkercad – online editor, který běží v okně prohlížeče, takže není potřeba nic instalovat. Je zdarma, přehledný a na internetu k němu najdete spoustu návodů. Tinkercad je zaměřen především na tvorbu méně detailních a větších (např. mechanických) dílů, ideálních pro tisk FFF/FDM – vaše MINI+ si s nimi snadno poradí.

Dalším oblíbeným nástrojem je Autodesk Fusion 360 pro PC, Mac a iPad. Na webu výrobce programu je k dispozici rychlý průvodce spolu s množstvím podrobných videonávodů, takže je to ideální volba pro začátečníky i profesionály.

9.3 Co je to soubor G-code?

3D modely, které jste stáhli z internetu nebo sami vytvořili, je potřeba převést z původního formátu (.stl, .obj, .3mf a podobně) na soubor instrukcí pro tiskárnu – takzvaný G-code. Teprve tento formát je pro 3D tiskárny „srozumitelný“. Soubor obsahuje instrukce pro pohyb trysky, množství vytlačovaného filamentu, nastavení teplot nebo rychlosti větráčků.

K dispozici jsou desítky různých slicerů, každý má své výhody a nevýhody. Uživatelé tiskáren Prusa nejčastěji používají tyto tři:

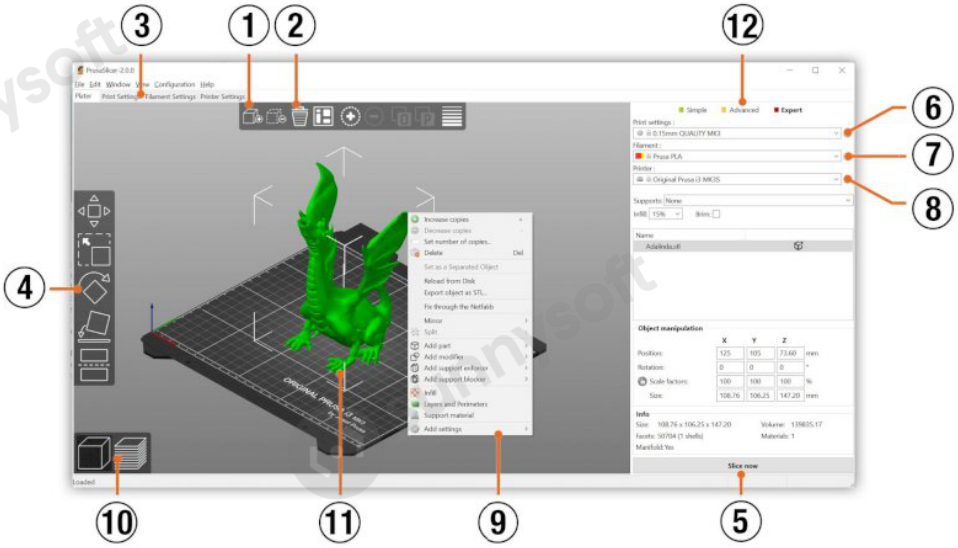
- PrusaSlicer
- Cura
- Simplify3D

9.4 PrusaSlicer

Jak název napovídá, PrusaSlicer je vlastní slicer výrobce, vyvinutý na základě open-source projektu Slic3r. Má řadu užitečných funkcí, například:

- tiskové profily pro více než 30 filamentů s automatickou aktualizací,
- proměnlivou výšku vrstvy,
- uživatelské podpěry a modifikátory,
- různá nastavení tisku.

Nejnovější stabilní verzi si vždy můžete stáhnout z www.prusa3d.com. Vývojové alfa/beta verze jsou k dispozici v repozitáři projektu PrusaSlicer na GitHubu.



Rozhraní PrusaSliceru

1. Tlačítkem **Přidat** nahrajete model do PrusaSliceru.
2. Tlačítka **Smazat** a **Smazat vše** odstraní model(y) z PrusaSliceru.
3. Otevře podrobné nastavení tisku, filamentu a tiskárny.
4. Nástroje **Přesunout**, **Měřítko**, **Otočit**, **Umístit plochou na podložku** a **Řezat**.
5. Tlačítko slicování a vygenerování souboru .gcode.
6. Nastavení kvality / rychlosti tisku.
7. Výběr materiálu.
8. Výběr tiskárny.
9. Kliknutí pravým tlačítkem na model otevře kontextovou nabídku.
10. Přepínání mezi 3D editorem a náhledem vrstev.
11. Náhled modelu.
12. Přepínání mezi režimy **Jednoduchý** / **Pokročilý** / **Expert**.

9.5 Import objektů do PrusaSliceru

Po spuštění PrusaSliceru vyberte v nabídce **Tiskárna** na pravé straně okna položku **Original Prusa MINI+**. Pokud ji v seznamu nevidíte, přidejte ji buď volbou **Přidat novou tiskárnu** ve stejné nabídce, nebo přes **Konfigurace** – **Průvodce nastavením**. Poté zvolte výšku vrstvy, výplň a materiál, který se chystáte použít. Vestavěné profily filamentů mají předdefinovaná a otestovaná nastavení. Pokud zvolíte nesprávný profil, může to kvůli nekompatibilnímu nastavení negativně ovlivnit tisk.

PrusaSlicer umožňuje importovat objekty ve formátech STL, OBJ, AMF a 3MF – jde o nejčastější typy 3D souborů, které na internetu najdete. Můžete je buď přetáhnout myší do okna 3D editoru, nebo použít tlačítko **Přidat...** v horní liště.

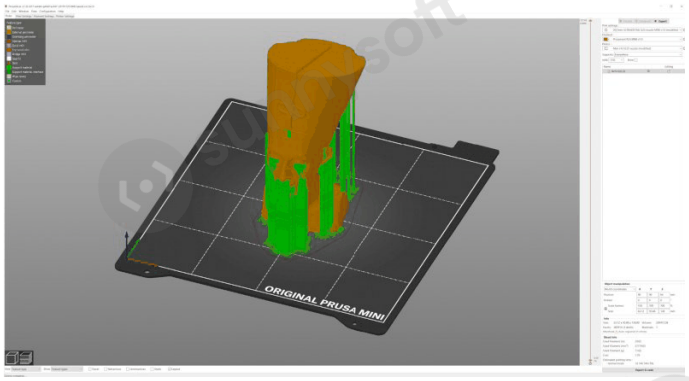
K úpravě modelu použijte nástroje v levé liště: **Přesunout**, **Měřítko** a **Otočit**. Pokud má objekt modrou barvu, znamená to, že se nevejde na tiskovou plochu. Více se dozvíte v následující kapitole. Neexistuje univerzální způsob, jak model na plochu umístit – záleží na konkrétním tvaru. Obecně platí, že jako základnu je vhodné zvolit největší rovnou plochu objektu: čím větší základna, tím lepší přilnavost. Nejlepšího výsledku dosáhnete, když je spodní strana modelu dokonale rovná.

9.6 Použití podpěr

Podpěry jsou 3D tištěné podpůrné struktury (podobné lešení), které umožňují správně vytisknout složité objekty – po dokončení tisku je lze od výtisku oddělit.

Mnoho modelů lze vytisknout bez podpěr – stačí je správně položit na tiskovou plochu a můžete tisknout. Ne všechny objekty se však bez podpěr vytisknout dají.

Pokud tisknete objekt se stěnami skloněnými pod úhlem menším než 45° (strmý převis), převisy se nemusí vytisknout správně a tisk může selhat. Existují i objekty, u kterých by tiskárna musela začít tisknout „do vzduchu“ – což není možné. V takových případech je potřeba použít podpěry. PrusaSlicer má tuto funkci vestavěnou.



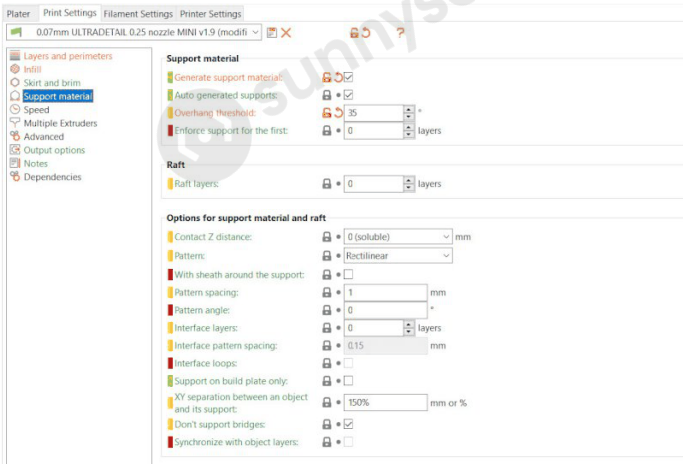
Automaticky generované podpěry v PrusaSliceru

Máte na výběr tři možnosti:

- **Pouze na tiskové podložce** – generuje podpěry pouze mezi objektem a tiskovou plochou.
- **Pouze pro vynucené podpěry** – generuje podpěry pouze tam, kde jsou umístěny modifikátory vynucující podpěry.
- **Všude** – generuje podpěry všude.

Výchozí hodnoty fungují ve většině případů. Pokud však potřebujete upravit, kde se podpěry mají generovat, postupujte takto: otevřete záložku **Nastavení tisku** a v levém sloupci klikněte na **Podpěry**.

- Zaškrtněte pole **Generovat podpěry**.
- **Mezní úhel převisu** umožňuje nastavit minimální úhel, od kterého se podpěry tisknou. Při nastavení na nulu se úhel zjišťuje automaticky. Zkuste vygenerovat podpěry s různým nastavením úhlu, abyste zjistili, která hodnota vašemu objektu vyhovuje nejlépe.
- **Vynutit podpěry** pro prvních několik vrstev se používá hlavně u malých modelů nebo modelů s malou základnou, aby se během tisku neodlomily nebo neodtrhly od tiskové plochy.



Poznámka

Plochy nad podpěrami mají obvykle horší kvalitu povrchu. Než se rozhodnete podpěry použít, zkuste objekt posunout nebo otočit tak, aby jich bylo potřeba méně, nebo vůbec žádné.

9.7 Rychlost tisku vs. kvalita tisku

Malý objekt se vytiskne za pár minut, tisk větších modelů ale trvá déle – některé výtisky zaberou i desítky hodin. Dobu tisku ovlivňuje řada faktorů. Prvním způsobem, jak rychlost ovlivnit, je změna výšky vrstvy v PrusaSliceru – v pravém horním okně najdete nabídku **Nastavení tisku**. Výchozí nastavení je **0.15 mm QUALITY**, tisk ale můžete zrychlit volbou **0.20 mm SPEED** nebo dokonce **0.25 mm DRAFT**. Vyšší vrstva znamená méně detailní modely s výraznějšími vrstvami. Pokud dáváte přednost kvalitě před rychlostí, zvolte **0.10 mm DETAIL**. Doba tisku se znatelně prodlouží, modely ale budou vypadat lépe. Zvýšení rychlosti tisku může vést k méně detailnímu modelu.

Nejpoužívanější profily 0,15 mm a 0,20 mm existují ve dvou variantách:

- **Kvalita (Quality)** – pomalejší tisk perimetrů a výplně, lepší kvalita povrchu.
- **Rychlost (Speed)** – rychlejší tisk perimetrů a výplně bez výrazné ztráty kvality povrchu.



Kvalita tisku vs. doba tisku

Rychlost lze měnit i během tisku: **LCD menu** – **Ladit** – **Rychlost**. Otáčením ovládacího tlačítka po směru hodinových ručiček zvýšíte rychlost tisku až na 150 %, otáčením proti směru ji snížíte – minimum je 50 %. Sledujte, jak se změna rychlosti projevuje na tištěném modelu, a podle toho rychlost upravte. Toto nastavení neovlivňuje akceleraci, takže změna rychlosti není přímo úměrná změně doby tisku.

9.8 Výplň (infill)

Výplň (infill) je další parametr, který ovlivňuje tištěný objekt – především rychlost tisku, pevnost a do jisté míry i vzhled výtisku.

Objekty vytištěné metodou FFF/FDM nejsou plné. Uvnitř mají určitou prostorovou strukturu – od jednoduché mřížky nebo šestiúhelníků po složitější vzory. Účel výplně je vždy stejný: dát objektu určitou pevnost. Mnoho modelů lze tisknout s výplní 10–15 %; pokud potřebujete pevnější objekt (např. konstrukční díl), zvolte hustší výplň.

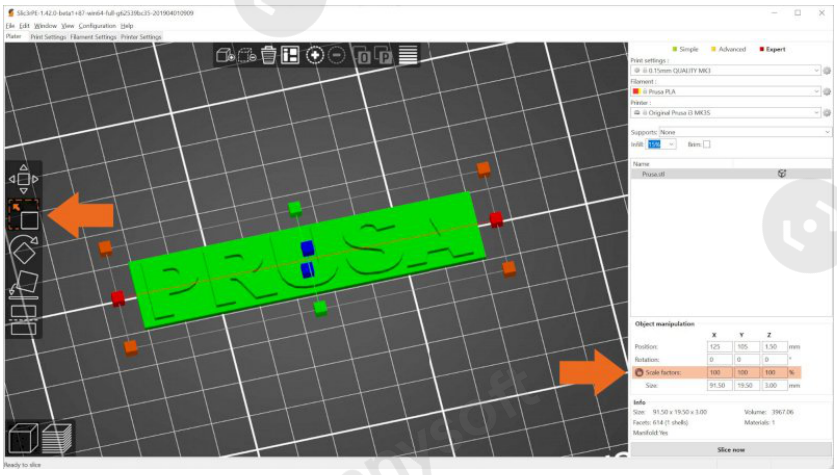
9.9 Límec (brim)

Límec (brim) zvyšuje přilnavost k tiskové ploše a snižuje riziko kroucení výtisku. Kolem první vrstvy se vytisknou další obrysy – hodí se to zejména tehdy, když se model dotýká podložky jen malou plochou. V PrusaSliceru límec zapnete zaškrtnutím pole **Límec** v pravém panelu. Po skončení tisku límec obvykle snadno odstraníte rukou, případně škrabkou nebo skalpelem.

9.10 Tisk velkých objektů

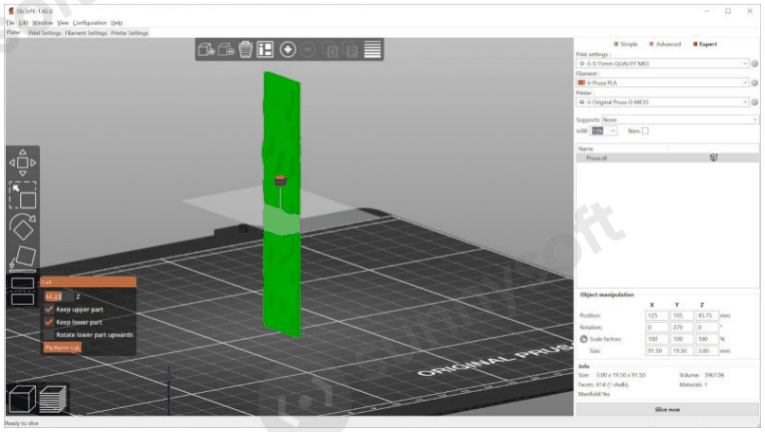
Poznámka
Original Prusa MINI+ má v porovnání s Original Prusa i3 MK3S menší podložku, s několika triky ale i na MINI+ vytisknete opravdu velké objekty. Nenechte se menší podložkou zastavit – na blogu výrobce blog.prusa3d.com najdete tipy, jak poskládat rozměrné modely z několika menších dílů.

Zvláštním případem je tisk objektů větších než vyhřívaná podložka. První možností je objekt zmenšit na tisknutelnou velikost. V levé liště vyberte nástroj **Měřítko** (nebo stiskněte klávesu S). Poté velikost objektu změňte pomocí 3D ovladače (gizma). Pokud chcete model zmenšit proporcionálně, táhněte za jeden z rohů ovladače. Velikost lze měnit i podél jediné osy tažením za příslušné úchyty. Případně můžete zadat přesnou hodnotu měřítka v okně manipulace s objektem v pravém dolním rohu.



Změna měřítka tištěného objektu

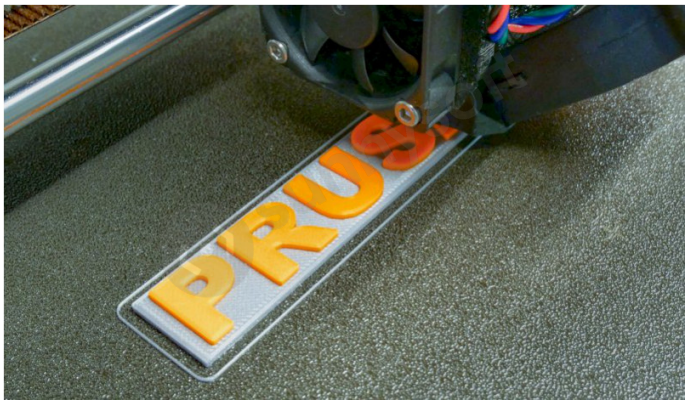
Pokud potřebujete vytisknout objekt, který se v původní velikosti na podložku nevejde, musíte ho rozřezat na menší části. V levé liště vyberte nástroj **Řezat** (nebo stiskněte klávesu C). Rovinu řezu umístěte do požadované polohy, nebo zadejte přesnou výšku v dialogu nástroje **Řezat**. Můžete se rozhodnout, zda zachovat horní část, dolní část, nebo obě části objektu.



Řezání objektu nástrojem Řezat

9.11 Tisk vícebarevných objektů

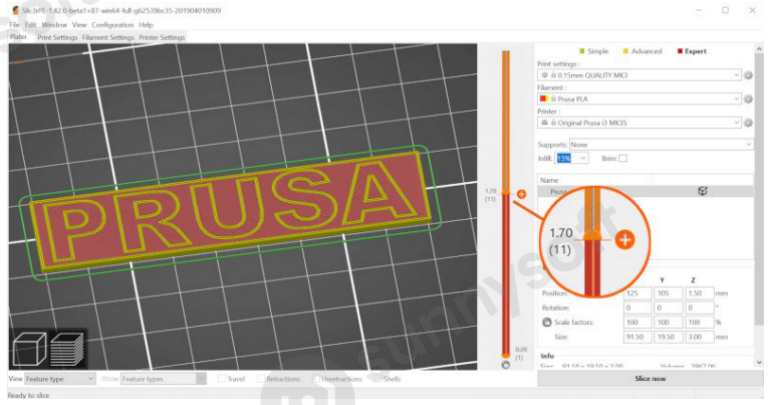
Vícebarevné výtisky s barvou měněnou po vrstvách lze jednoduše nastavit přímo v PrusaSliceru – postup viz níže.



Vícebarevný objekt vytištěný pomocí funkce změny barvy v PrusaSliceru

Změna barvy v PrusaSliceru

1. Přepněte do náhledu vrstev tlačítkem v levém dolním rohu.
2. Posuvníkem na pravé straně vyberte vrstvu, ve které se má barva změnit.
3. Klikněte na oranžovou ikonu se znaménkem plus.
4. Okamžitě se zobrazí náhled. Změnu barvy můžete zrušit kliknutím na šedý křížek, který se nyní zobrazuje místo oranžového znaménka plus.
5. Vyexportujte G-code a můžete tisknout!



Nastavení změny barvy v PrusaSliceru

9.12 Slicování a export

Jednou z nejdůležitějších částí slicování je kontrola naslicovaného objektu v okně náhledu. Posuvníkem na pravé straně okna si můžete postupně projít všechny vrstvy objektu. Odhalíte tak možná problematická místa – například když spodní strana objektu nesedí přímo na podložce nebo když někde chybí podpěry a část objektu začíná „ve vzduchu".

Než model vyexportujete jako G-code a nahrajete na USB disk, vždy ho zkontrolujte v režimu náhledu. Je to nejlepší způsob, jak předejít problémům při tisku.

10. Průvodce materiály

Poznámka
Kompletní přehled materiálů je k dispozici online! Kvůli omezenému místu v této příručce nabízíme jen stručný přehled nejoblíbenějších filamentů. Navštivte help.prusa3d.com/materials, kde najdete podrobný přehled naprosté většiny dostupných filamentů.

Original Prusa MINI+ umí tisknout z mnoha oblíbených materiálů. Materiály se liší mechanickými i optickými vlastnostmi a náročností tisku. Pokud s 3D tiskem začínáte, vaším prvním filamentem by mělo být rozhodně PLA. Teprve když vás některá z nevýhod PLA omezí, je čas vyzkoušet jiné filamenty, jako PETG nebo ASA.

10.1 PLA

PLA je nejčastěji používaný materiál pro 3D tisk. Snadno se s ním tiskne a výtisky z PLA jsou velmi tvrdé. Díky nízké teplotní roztažnosti (výtisky se na podložce nekroutí) je ideální pro tisk velkých objektů i pro tisk drobných detailních modelů. Je to jediný materiál, který je opravdu vhodný pro tisk s vrstvou 50 mikronů (rozlišení Ultradetail), a lze z něj tisknout skvěle vypadající miniatury.

Výhody

- snadný tisk, vhodný pro začátečníky
- detailní tisk drobných modelů
- bezproblémový tisk velkých objektů
- téměř bez zápachu
- cenově dostupný
- široký výběr barev

Nevýhody

- křehký a neohebný
- nízká teplotní odolnost (54 °C)
- obtížné dodatečné opracování
- nevhodný pro venkovní použití (nízká odolnost vůči UV záření a teplotě)

Typické použití

- prototypy
- hračky
- figurky
- šperky (drobné a detailní modely)
- modely architektury

Tipy a triky

Nejlépe se tiskne na hladký PEI plát. Při dodatečném opracování výtisků z PLA použijte pro hladký povrch mokré broušení. Při broušení nasucho může teplo vzniklé třením začít deformovat tištěný objekt. PLA se rozpouští pouze v chemikáliích jako chloroform nebo zahřátý benzen. Pro lepení více dílů dohromady postačí vteřinové lepidlo nebo aceton.

- **Teplota trysky** – 215 °C
- **Teplota podložky** – 50–60 °C
- **Tisková podložka** – ujistěte se, že je povrch čistý – viz kapitola 11.1 Pružné tiskové pláty.

10.2 PET/PETG

PETG je dalším z nejpoužívanějších materiálů pro 3D tisk. Je skvělou volbou pro tisk mechanicky namáhaných dílů. Ve srovnání s PLA má vyšší teplotní odolnost, je pružnější, a tedy méně křehký. Díky nízké teplotní roztažnosti dobře drží na podložce a nekroutí se. Tisk s ním je téměř stejně snadný jako s PLA, na rozdíl od PLA ale nabízí lepší mechanické vlastnosti. Díly tiskáren výrobce jsou vytištěné právě z PETG!

Výhody

- vysoká teplotní odolnost
- snadný tisk
- nízké kroucení
- houževnatý a odolný
- snadné opracování (broušení)
- téměř bez zápachu
- lesklý povrch
- dobrá přilnavost vrstev
- odolný vůči vodě a vlhkosti

Nevýhody

- nevhodný pro tisk malých/detailních modelů
- možné stringování (tenká vlákna)
- horší přemostění a převisy
- silná přilnavost k podložce
- nelze vyhladit acetonem, rozpustný pouze v nebezpečných chemikáliích
- podpěry se mohou obtížně odstraňovat

Typické použití

- mechanické součástky
- držáky a kryty
- vodotěsné výtisky (květináče)

Tipy a triky

Na rozdíl od PLA vyžaduje PETG vyhřívanou podložku (85 °C). Hůře přemosťuje, má horší převisy a má sklon ke stringování. Stringování lze zmírnit vyššími retrakcemi a nižší teplotou trysky, doporučujeme ale držet se profilů v PrusaSliceru. Výtisk z PETG je důležité chladit – model pak má lepší detaily a omezí se stringování a vytékání. Pokud však chcete co nejpevnější model, zkuste tiskový větráček vypnout. Vyšší teplota filamentu zajistí lepší přilnavost vrstev, a tím lepší mechanickou odolnost. Doporučujeme tisknout prvních několik vrstev s vypnutým větráčkem (kvůli přilnavosti) a poté ho zapnout na poloviční výkon.

- **Teplota trysky** – 240 °C
- **Teplota podložky** – 80–100 °C
- **Tisková podložka** – zrnitý práškový plát a saténový plát nevyžadují žádnou zvláštní přípravu, jen je udržujte čisté a bez mastnoty. Na hladký PEI plát naneste tenkou vrstvu tyčinkového lepidla, protože PETG může k povrchu plátu přilnout příliš silně a výtisk by šel těžko sundat.

10.3 ASA/ABS

ASA a ABS jsou velmi podobné materiály. ASA je v mnoha ohledech lepší než ABS a lze ho považovat za jeho nástupce. ASA je odolné vůči UV záření a při tisku se o něco méně smršťuje. Jedinou výhodou ABS je snadnější úprava povrchu acetonem. Dále budeme mluvit pouze o ASA, totéž však platí i pro ABS.

ASA je pevný a všestranný materiál. Vyšší teplota tání než u PLA dává ASA výbornou teplotní odolnost – výtisky nevykazují známky deformace až do teplot kolem 100 °C. ASA má bohužel ve srovnání s PLA velmi vysokou teplotní roztažnost, která komplikuje tisk zejména u rozměrnějších modelů.
I s vyhřívanou podložkou nastavenou na 100 °C se může výtisk začít kroutit a odlepovat od podložky. Při tisku se navíc uvolňuje nepříjemný zápach.

Výhody

- vysoká odolnost vůči nárazu a opotřebení
- velmi dobrá teplotní odolnost
- vhodný pro venkovní použití – UV stabilní
- rozpustný v acetonu – snadné lepení
- lze vyhladit acetonovými parami
- detailní výtisky bez stringování
- snadné opracování (např. broušení, řezání)

Nevýhody

- obtížnější tisk
- sklon ke kroucení (velké modely tiskněte v uzavřeném boxu)
- nepříjemný zápach při tisku (obsahuje styren)

Typické použití

- kryty a ochranná pouzdra
- prototypy
- náhradní díly
- hračky a figurky

Tipy a triky

Tisk z ASA/ABS je výrazně snazší, pokud je tiskárna v uzavřeném boxu. Vyhřívaná podložka box rychle vyhřeje a sníží tepelný šok na vytlačovaný filament. Výrazně se tím omezí kroucení i oddělování vrstev. Díky acetonu je snadné spojit více výtisků dohromady: stačí kontaktní plochy lehce potřít acetonem a díly přitisknout k sobě. Výtisky lze navíc vyhladit acetonovými parami a získat tak dokonale lesklý povrch. Při manipulaci s acetonem buďte opatrní!

- **Teplota trysky** – 245–265 °C

- **Teplota podložky** – 90–100 °C (větší objekt vyžaduje vyšší teplotu)
- **Tisková podložka** – ASA a ABS fungují nejlépe se saténovým plátem, který nevyžaduje žádnou zvláštní přípravu – jen ho udržujte čistý a bez mastnoty. Pokud však tisknete ABS/ASA na zrnitý nebo hladký plát, naneste na povrch plátu tenkou vrstvu tyčinkového lepidla, protože ASA a ABS mohou k těmto povrchům přilnout příliš silně a výtisk by šel těžko sundat.

10.4 PC (polykarbonát) a PC Blend

Polykarbonát (PC) je technický materiál s vynikající houževnatostí, pevností v tahu a odolností vůči vysokým teplotám. Je však velmi náročný na tisk, a proto je vhodný hlavně pro pokročilé uživatele. To neplatí pro Prusament PC Blend, který se v porovnání s jinými polykarbonáty tiskne výrazně snáze.

Výhody

- vysoká teplotní odolnost
- vysoká houževnatost a pevnost v tahu
- čistý polykarbonát je průhledný
- dobré elektroizolační vlastnosti

Nevýhody

- čistý polykarbonát je silně hygroskopický
- vysoká teplota trysky i podložky
- silné kroucení, zvlášť u velkých modelů
- mírný zápach při tisku
- doporučuje se separační vrstva
- vysoká cena

Typické použití

Polykarbonát je vhodný především pro technické díly, u kterých se vyžaduje vysoká odolnost vůči teplu a mechanickému namáhání.

Tipy a triky

- Zvažte tisk v uzavřeném boxu – předejdete kroucení tištěných objektů.
- V PrusaSliceru zapněte **Obrys**, abyste omezili kroucení.
- Kolem malých objektů přidejte **Límec**.
- Netiskněte v chladných prostorách.
- **Teplota trysky** – 275 °C
- **Teplota podložky** – 110 °C pro první vrstvu, 115 °C pro další vrstvy
- **Tisková podložka** – nejlepší přilnavost poskytuje zrnitý práškový plát nebo saténový plát s vrstvou tyčinkového lepidla. Saténový práškový plát má dobrou přilnavost i bez lepidla, přesto doporučujeme separační vrstvu, aby se povrch neopotřebovával ani nepoškodil.

10.5 PVB

Polyvinylbutyral (PVB) je materiál navržený pro snadné vyhlazování isopropylalkoholem (IPA). Díky průhlednosti se hodí pro tisk váz, stínítek lamp a dalších designových objektů. Tisková nastavení jsou podobná jako u PLA, mechanické vlastnosti má PVB mírně lepší.

Výhody

- tisková nastavení podobná PLA
- průhledný filament
- ideální pro designové díly, vázy, stínítka lamp atd.
- chemické vyhlazování pomocí IPA
- skvělá přilnavost k podložce
- dobrá houževnatost (podobná CPE)
- dobrá pevnost v tahu (podobná PETG)
- nízké kroucení (nižší než u PLA)
- vhodný pro trysku 0,8 mm

Nevýhody

- nižší přilnavost mezi vrstvami
- hygroskopický filament (pohlcuje vlhkost)
- vyšší cena

Typické použití

PVB se nejlépe uplatní při tisku průhledných modelů, například šperků, váz, stínítek lamp apod.

Tipy a triky

PVB dobře přilne k čistému hladkému nebo saténovému plátu; na zrnitém práškovém plátu je přilnavost horší. Pokud chcete tisknout průhledné objekty, které budete vyhlazovat isopropylalkoholem, doporučujeme větší trysku (0,8 mm) a v PrusaSliceru režim **Spirálová váza**. Při tisku s více perimetry budou jednotlivé vrstvy zřetelné i po vyhlazení. Filament skladujte v suchu – PVB je náchylný k pohlcování vlhkosti, což se může projevit na kvalitě tisku. Filament proto vždy vracejte do sáčku se silikagelem, případně ho před tiskem nechte 4 hodiny sušit při 60 °C.

Hlavní výhodou PVB je možnost vyhlazení isopropylalkoholem (IPA). Modely z PVB lze vyhladit v parách IPA, ponořením do lázně IPA nebo přímým nanesením IPA na povrch (rozprašovačem nebo štětcem). Podrobné návody najdete na blogu výrobce blog.prusa3d.com.

- **Teplota trysky** – 215 ± 10 °C
- **Teplota podložky** – 75 °C
- **Tisková podložka** – nepoužívejte standardní zrnitý práškový plát. PVB lépe přilne k čistému hladkému nebo saténovému plátu; zrnitý plát nemusí mít dostatečnou přilnavost.

10.6 Flexibilní materiály

Flexibilní filamenty jsou velmi pevné a pružné. V mnoha případech není klasický tvrdý plast pro daný model vhodný. Ať už tisknete kryt na telefon, pouzdro na akční kameru nebo kolo pro RC auto, je lepší použít pružný materiál. Tyto materiály jsou však poměrně neobvyklé, drahé a kvůli náročnosti tisku vhodné hlavně pro pokročilé uživatele.

Než začnete tisknout z Flexu, vyčistěte trysku od předchozího materiálu. Nejprve trysku předehřejte na nejvyšší teplotu, při které jste v poslední době tiskli. Poté do extruderu zaveďte PLA, které vytlačí veškerý předchozí materiál. Při zavádění Flexu co nejvíce povolte přítlak idleru. Zvažte vyčištění trysky metodou „Cold Pull" – podrobný návod najdete na help.prusa3d.com. Tiskněte pomalu. Čím pomaleji, tím lépe. Typická rychlost pro flexibilní filamenty je zhruba 20 mm/s, maximální doporučená rychlost se pohybuje mezi 30 a 40 mm/s. Při vyšších rychlostech hrozí ucpání trysky nebo namotání filamentu do podávacích koleček. Pro tiskárny Original Prusa doporučujeme profily „Semiflex or Flexfill 98A" nebo „Filatech FilaFlex40", které mají správně nastavenou rychlost.

Výhody

- flexibilita a elasticita
- minimální kroucení
- dobrá přilnavost vrstev
- odolnost vůči oděru

Nevýhody

- vyžaduje další kroky při zavádění filamentu
- náročnější příprava i tisk, horší přemostění a převisy
- musí se tisknout pomalu
- vyšší cena
- hygroskopický – musí se skladovat v suchu

- **Teplota trysky** – 230–260 °C
- **Teplota podložky** – 45–65 °C (větší objekt vyžaduje vyšší teplotu)
- **Tisková podložka** – pokud tisknete na hladký plát, naneste na něj separační vrstvu (tyčinkové lepidlo nebo kaptonovou pásku). Zrnitý práškový plát separační vrstvu nepotřebuje – výtisk na něm dobře drží a po vychladnutí ho snadno sundáte bez poškození povrchu.

11. Běžná údržba

MINI+ byla od počátku navržena jako spolehlivý tiskový „dříč". Přesto jde o zařízení s mechanickými částmi, které čas od času vyžadují údržbu. Postupujte podle pokynů níže, aby vaše tiskárna zůstala co nejdéle v perfektní kondici.

11.1 Pružné tiskové pláty

Pokud tištěné objekty na tiskovém plátu špatně drží, je třeba plát očistit. Zvolte správný čisticí prostředek podle typu tiskového plátu (viz níže), kápněte malé množství na čistý papírový ubrousek a otřete jím tiskový povrch. Nejlepších výsledků dosáhnete, když bude plát studený – jinak byste se mohli popálit o trysku nebo vyhřívanou podložku a alkohol by se vypařil dříve, než by stihl cokoliv vyčistit. Podrobnosti najdete v kapitole 7 Váš první výtisk.

Tiskovou plochu není potřeba čistit před každým tiskem. Důležité je nedotýkat se povrchu plátu prsty ani znečištěnými nástroji.

Doporučené čisticí prostředky se podle typu tiskového plátu mírně liší. Pokyny pro konkrétní materiály (např. nutnost separační vrstvy, aby se povrch nepoškodil) najdete v předchozí kapitole.

	Správné použití	Rizika a nebezpečí
Hladký PEI plát	• Isopropylalkohol 90 % a více (IPA) je nejlepší odmašťovač. NEPOUŽÍVEJTE dezinfekční gely na ruce a podobné přípravky, i když mohou IPA obsahovat – obvykle obsahují i mastné a hydratační složky. • Teplá voda s několika kapkami prostředku na nádobí (pokud IPA neodstraní např. zbytky cukru na plátu). • Aceton – občas k důkladnějšímu oživení plátu. • Při tisku z FLEXu použijte tyčinkové lepidlo.	• IPA + PETG způsobí, že výtisk přilne k plátu velmi silně a jeho odstranění může být extrémně obtížné. Materiály jako PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP a FLEX tiskněte pouze se separační vrstvou (tyčinkové lepidlo).
Zrnitý práškový plát	• Isopropylalkohol 90 % a více (IPA) – nejlepší odmašťovač. • Nikdy nepoužívejte aceton.	

	Správné použití	Rizika a nebezpečí
Saténový práškový plát	• Vhodný pro PLA i PETG. • Isopropylalkohol 90 % a více (IPA) – nejlepší odmašťovač. • Při tisku z FlexFill 98A není potřeba tyčinkové lepidlo. • Široké spektrum podporovaných materiálů včetně pokročilých, jako je PC Blend.	• Nikdy nepoužívejte aceton! • Výtisky z ASA a PC Blendu vyžadují kolem objektu límec, obrys nebo štít. • K odstranění výtisku z povrchu plátu nepoužívejte ostré předměty!

Poznámka

Kalibrační hodnoty se mohou u jednotlivých tiskových plátů mírně lišit, protože se liší tloušťka povrchové vrstvy. Pokud jste právě vyměnili plát, zkontrolujte vzhled první vrstvy a výšku trysky případně dolaďte funkcí Live Adjust Z. Novější verze firmwaru umožňují ukládat kalibrační hodnoty do profilů tiskových plátů.

Poznámka

Všechny originální tiskové pláty Prusa Research jsou oboustranné.



Hladký PEI plát a zrnitý práškový PEI plát a jejich vliv na první vrstvu

11.2 Pružný plát s oboustranným ZRNITÝM práškovým PEI

- povrch odolný proti poškrábání a poškození
- textura povrchu se přenáší na první vrstvy výtisku
- shovívavější nastavení Live Adjust Z
- FLEX nevyžaduje tyčinkové lepidlo
- výtisky se po vychladnutí plátu obvykle oddělí samy
- první vrstva může být více zploštělá než u hladkých plátů (viz kapitola o kalibraci první vrstvy)
- výtisky z PLA s malou kontaktní plochou mohou potřebovat límec
- výtisky z PLA s velkou základnou (přes celý plát) se mohou kroutit
- pokud používáte i hladký PEI plát, je potřeba změnit Live Adjust Z
- nikdy nečistit acetonem

Práškový povrch nanesený přímo na kov umožnil vytvořit tiskový plát, který je vysoce odolný proti poškození. Pokud do něj narazí zahřátá tryska, kov dokáže teplo rozptýlit. Práškový povrch zároveň dodává spodní ploše výtisku charakteristickou texturu.

Zrnitý povrch skryje většinu mechanických poškození způsobených různými nástroji. Poškrábat lze jen vrcholky drobných výstupků, na spodní straně modelu se ale takové škrábance neprojeví.

Upozornění

Zrnitý práškový plát nikdy nečistěte acetonem! Vznikly by mikroprasklinky v PEI textuře, které by časem způsobily zhoršení povrchu.

Tento povrch používá výrobce na své tiskové farmě – charakteristickou texturu najdete na tištěných dílech své tiskárny.

11.3 Pružný plát s oboustranným HLADKÝM PEI

- ideální pro PLA
- skvělá přilnavost téměř ke všem materiálům
- hladká spodní strana výtisků
- i drobné detaily skvěle drží
- čas od času oživte acetonem
- při tisku z PETG nečistěte IPA; může být potřeba separační prostředek
- při tisku materiálů jako PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP, Flex a dalších musíte použít tyčinkové lepidlo – viz kapitola 10 Průvodce materiály
- pokud používáte i zrnitý PEI plát, je potřeba změnit Live Adjust Z

Upozornění

Průmyslové lepidlo, kterým je PEI fólie přilepená na plátu, měkne při teplotách nad 110 °C. Při vyšších teplotách může lepidlo pod fólií migrovat a vytvářet na povrchu drobné hrbolky.

Poznámka

Pokud se pod PEI fólií začnou tvořit malé bublinky, plát jednoduše otočte a tiskněte na druhou stranu. Bublinky nemají vliv na kvalitu tisku a po několika dnech či týdnech zmizí.

11.4 Pružný plát s oboustranným SATÉNOVÝM PEI

- vhodný pro PLA i PETG
- jemně texturovaný povrch
- čistit pouze kvalitním isopropylalkoholem (90 % a více)
- při tisku z FlexFill 98A není potřeba tyčinkové lepidlo
- široké spektrum podporovaných materiálů včetně pokročilých, jako je PC Blend
- snadná údržba a dobrá přilnavost
- nepoužívejte aceton – rychle poškozuje povrch
- výtisky z ASA a PC Blendu vyžadují kolem objektu límec, obrys nebo štít
- při výměně plátu je potřeba znovu doladit Live Z (viz kapitola 11.6 Profily tiskových plátů)
- k odstranění výtisku z plátu NEPOUŽÍVEJTE ostré kovové předměty (např. kovovou špachtli)

11.5 Zlepšení přilnavosti

V některých zvláštních případech, například při tisku vysokého objektu s velmi malou kontaktní plochou, může být potřeba přilnavost zlepšit. PEI je naštěstí chemicky velmi odolný polymer, takže na něj lze dočasně nanést různé látky zlepšující přilnavost, aniž by se povrch poškodil. Platí to i pro materiály, které by za normálních okolností na PEI nedržely. Doporučení pro konkrétní materiály najdete v této příručce a na help.prusa3d.com.

Dříve než na plát cokoliv nanesete, zvažte použití funkce **Límec** v PrusaSliceru, která zvětší plochu první vrstvy.

11.6 Profily tiskových plátů

Hladký i zrnitý práškový PEI plát mají své přednosti, jak je podrobně popsáno v předchozích kapitolách. Pokud máte oba, mějte na paměti, že po každé výměně plátu je potřeba znovu doladit výšku trysky (Live Z) – pláty nemají stejnou tloušťku.

Aby nebylo nutné kalibrovat první vrstvu po každé výměně plátu, má firmware od verze 4.3.0 funkci profilů tiskových plátů. Otevřete **LCD menu** – **Nastavení** – **HW nastavení** – **Tiskové pláty**, kde najdete seznam profilů. Vyberte profil a proveďte kalibraci první vrstvy. Hodnota Live Z se tím uloží do zvoleného profilu. Udělejte to pro každý plát, který vlastníte, a pak mezi nimi můžete snadno přepínat – buď v nabídce profilů plátů, nebo přímo v nabídce **Nastavení**, kde hledejte název plátu v hranatých závorkách. Kliknutím na položku přepnete na jiný profil; zobrazují se jen profily s platnou kalibrací první vrstvy.

Ve výchozím nastavení uvidíte v nabídce profilů tyto profily: smooth1, smooth2, textured1, textured2, custom1, custom2. Po zvolení libovolného z nich se zobrazí následující možnosti:

- **Vybrat** – potvrdí výběr plátu, který se stane výchozím.
- **Kalibrace první vrstvy** – spustí kalibraci první vrstvy pro zvolený profil plátu.
- **Reset** – vrátí hodnoty kalibrace první vrstvy na tovární.

11.7 Ložiska

Po několika stovkách hodin tisku byste měli hlazené tyče otřít papírovým ubrouskem. K MINI+ se dodává tuba maziva Prusa; koupíte ho i v e-shopu výrobce v sekci příslušenství. Naneste ho na hlazené tyče všech os (X, Y, Z). Poté několikrát ručně posuňte osu X doleva a doprava a pomocí nabídky tiskárny pohybujte osou Z nahoru a dolů. Vyhřívanou podložku posouvejte po ose Y dopředu a dozadu rukou. Podrobný návod na údržbu najdete na help.prusa3d.com.

Pokud máte pocit, že se některá z os nepohybuje hladce, lze ložiska vyjmout a promazat zevnitř (je potřeba je sejmout z hlazených tyčí, protože plastový lem ložiska jinak zabrání tomu, aby se mazivo dostalo dovnitř).

11.8 Ventilátory

U obou větráčků se měří otáčky (RPM), takže tiskárna pozná, když se větráček náhle zpomalí – například kvůli zaseknutému kousku filamentu. Pokud se zobrazí chyba větráčku, zkontrolujte, zda se točí volně, a odstraňte případné nečistoty. Nepokoušejte se kontrolu otáček obejít – hrozí poškození tiskárny.

Oba větráčky je po několika stovkách hodin tisku potřeba zkontrolovat a vyčistit. Prach odstraňte stlačeným vzduchem ve spreji, drobné plastové nitky pinzetou. Nefoukejte stlačený vzduch na běžící větráček.

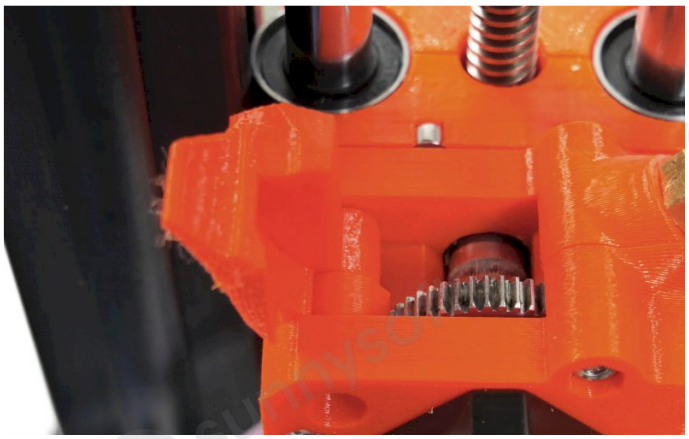
11.9 Podávací kolečka extruderu

Podávací kolečka extruderu nepotřebují žádné mazivo. Časem se v jejich drážkách může vytvořit nános filamentové drti, který způsobuje nedostatečnou extruzi. Nečistoty vyfoukejte stlačeným vzduchem nebo použijte malý mosazný kartáček či párátko. Využijte přístupový otvor na horní straně extruderu. Vyčistěte, co jde, pak kolečko pootočte a pokračujte.

11.10 PTFE trubičky

MINI+ má celkem čtyři PTFE trubičky, které mohou čas od času vyžadovat základní údržbu. Trubičky vedou filament z cívky přes extruder až do trysky. Postupem času se v nich mohou hromadit drobné šupinky filamentu.

Čištění PTFE trubiček je velmi jednoduché – stačí plechovka se stlačeným vzduchem. Pokud se PTFE trubičky opotřebují a filament jimi nemůže správně procházet, můžete narazit na řadu problémů: potíže se zaváděním filamentu, nedostatečnou extruzi a další. Výrobce připravil online návody, které pomohou s řešením problémů s PTFE trubičkami a tryskou/hotendem. PTFE trubičky jsou spotřební materiál a jejich kvalita se časem zhoršuje. Článek o řešení ucpané trysky/hotendu i návod na výměnu PTFE trubičky hotendu najdete v centru nápovědy help.prusa3d.com.



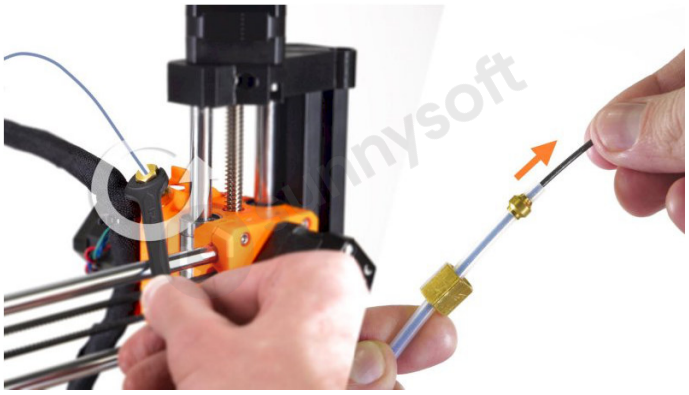
1. První trubička vede do extruderu a lze ji vytáhnout rukou. Pokud jde těžko odpojit, bude možná potřeba povolit šroub M3×12 v extruderu. Viz článek „How to access and clean the extruder-pulley (MINI)“ na help.prusa3d.com.

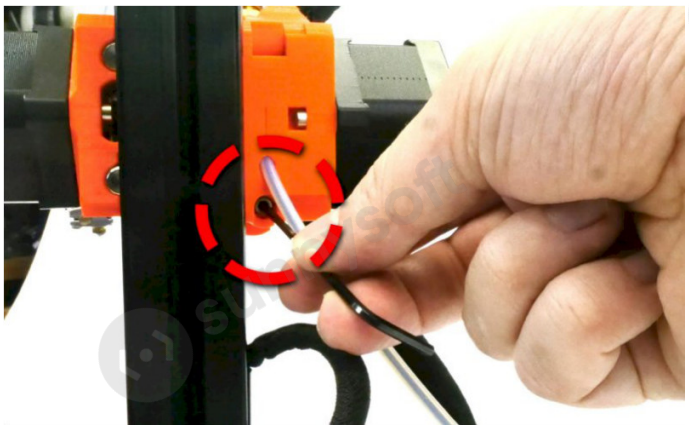
2. Druhá trubička vede z extruderu do tiskové hlavy. Matice povolte klíčem velikosti 10 – stejný postup použijete, když se v této trubičce zasekne filament při zavádění nebo vyjímání.
3. Vyjměte hlavní PTFE trubičku (podle kroku 2) a zároveň odstraňte šroubení v extruderu nebo v tiskové hlavě, abyste se dostali k trubičkám tři a čtyři. Ty je potřeba kontrolovat jen tehdy, když jimi filament nemůže volně procházet.

11.11 Ucpaný / zaseklý extruder

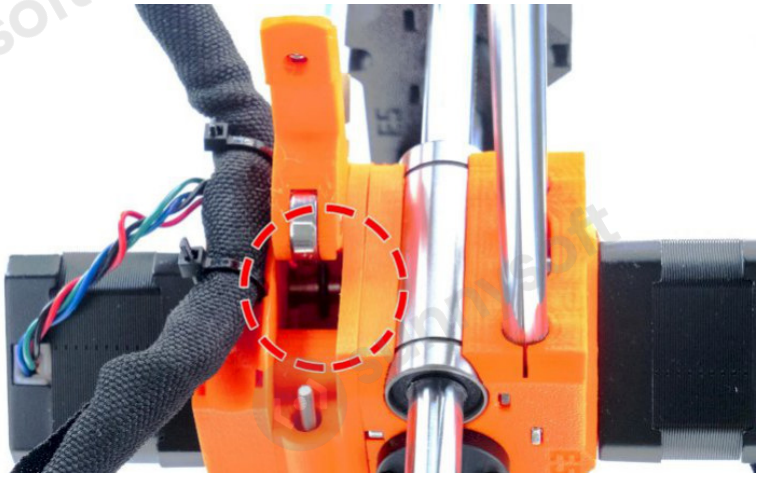
Materiál zaseknutý v extruderu může způsobovat potíže při tisku nebo při zavádění nového filamentu.

Na pravé straně extruderu (při pohledu zepředu) se přímo pod PTFE trubičkou nachází šroub. Jeho povolením nebo utažením regulujete přítlak idleru. Pokud šroub úplně vyjmete, můžete otevřít dvířka idleru na levé straně extruderu – tisková hlava musí být v tu chvíli na opačné straně osy X.





Po otevření idleru snadno vyčistíte obě podávací kolečka a odstraníte zbytky filamentu zachycené v extruderu. Doporučujeme kolečka čas od času zkontrolovat a odstranit nečistoty.



Otevřený idler – uvnitř je vidět zavedená struna filamentu

11.12 Čištění trysky

Upozornění

Během těchto postupů se nedotýkejte trysky – je velmi horká a může způsobit popáleniny!

Poznámka

Pro snazší čištění vysuňte tiskovou hlavu úplně nahoru: **LCD menu** – **Nastavení** – **Pohyb osy** – **Osa Z**. Získáte lepší přístup k hotendu.

11.12.1 Z trysky vychází jen málo filamentu

Pokud filament neprochází extruderem plynule a z trysky vychází jen malé množství, nejprve zkontrolujte, zda správně pracuje větráček hotendu a zda je správně nastavená teplota (PLA 215 °C, ASA 260 °C, PETG 230 °C). Zkontrolujte také, zda je filament správně zavedený do extruderu.

Pokud to nepomůže, postupujte takto:

1. Zahřejte trysku na teplotu odpovídající filamentu, ze kterého chcete tisknout. Zaveďte filament a zespodu do trysky zasuňte akupunkturní jehlu (je součástí balení tiskárny) nebo tenký drát (0,3–0,35 mm) do hloubky 1–2 cm. Doporučujeme použít rukavice – roztavený materiál může nečekaně vytéct.
2. V LCD nabídce zvolte **Zavést filament** a zkontrolujte, zda se filament vytlačuje správně.
3. Znovu zasuňte do trysky akupunkturní jehlu nebo drát a postup několikrát zopakujte. Jakmile se filament vytlačuje správně, je tryska čistá.

11.12.2 Z trysky nevychází filament

Pokud vidíte, že filament prochází hlavní PTFE trubičkou, ale z trysky nevychází, je hotend s největší pravděpodobností ucpaný. Pro úplné vyčištění postupujte takto:

1. Zahřejte trysku na teplotu odpovídající filamentu, ze kterého chcete tisknout. Zaveďte filament a zespodu do trysky zasuňte akupunkturní jehlu (je součástí balení tiskárny) nebo tenký drát (0,3–0,35 mm) do hloubky 1–2 cm. Doporučujeme použít rukavice – roztavený materiál může nečekaně vytéct.
2. V LCD nabídce zvolte **Zavést filament** a zkontrolujte, zda se filament vytlačuje správně.
3. Znovu zasuňte do trysky akupunkturní jehlu nebo drát a postup několikrát zopakujte. Jakmile se filament vytlačuje správně, je tryska čistá.

11.13 Výměna trysky

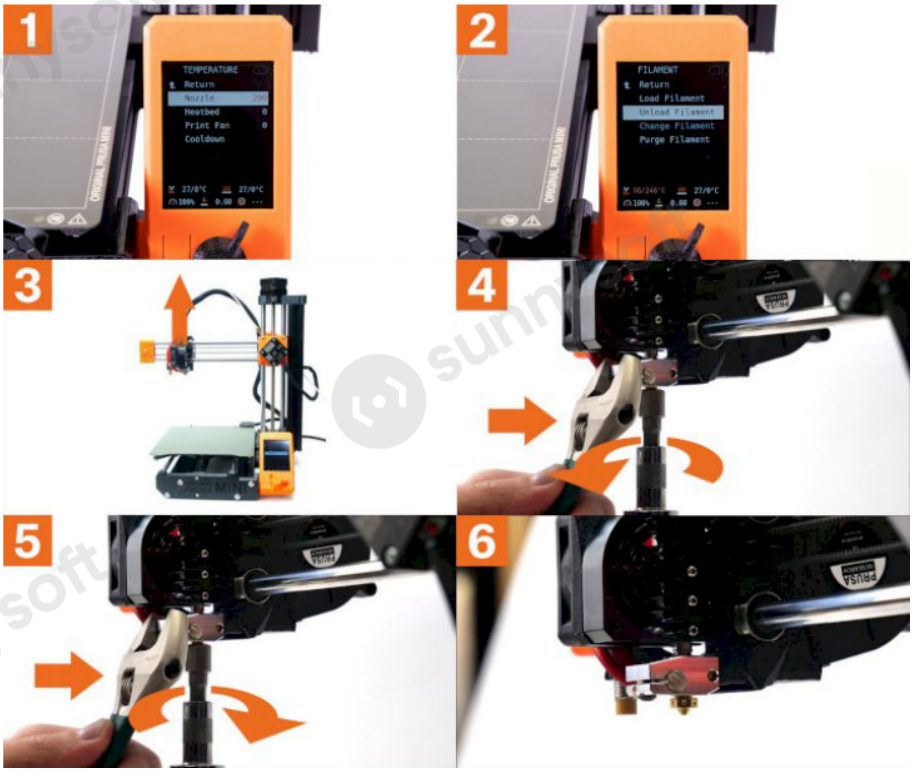
Poznámka

Pokud vyměňujete trysku Olsson Ruby, nejprve si přečtěte pokyny jejího výrobce (3DVerkstan), jinak ji můžete poškodit.

Upozornění

POZOR: Zahřáté části mohou způsobit vážné popáleniny! Buďte zvlášť opatrní v okolí vývodů termistoru hotendu – snadno se ulomí.

Budete potřebovat klíč velikosti 16 (nebo nastavitelný klíč) k přidržení topného bloku a kleště nebo nástrčný klíč velikosti 7 na trysku. Připravte si nehořlavou podložku (např. talířek nebo alobal), na kterou odložíte horkou trysku. Před výměnou vyjměte filament.



1. Zahřejte trysku na 280 °C (**LCD menu** – **Nastavení** – **Teplota** – **Tryska**). Zahřátí trysky je pro tento postup nezbytné!
2. Vysuňte tiskovou hlavu co nejvýše (**LCD menu** – **Nastavení** – **Pohyb osy** – **Osa Z**). Poté tiskárnu vypněte.
3. Přidržte topný blok klíčem velikosti 16 (nebo nastavitelným klíčem).
4. Kleštěmi nebo nástrčným klíčem velikosti 7 trysku vyšroubujte (povoluje se otáčením doleva). Pozor, tryska je stále horká! Odložte ji na nehořlavou podložku.
5. Dokud je hotend stále zahřátý a topný blok přidržený klíčem, zašroubujte novou trysku a dotáhněte ji jemně, ale pevně. Nepoužívejte nadměrnou sílu! Mezi tryskou a topným blokem musí zůstat mezera přibližně 0,5 mm – tryska pak dosedá na heatbreak a těsní.
6. Zaveďte filament a můžete tisknout.

Upozornění

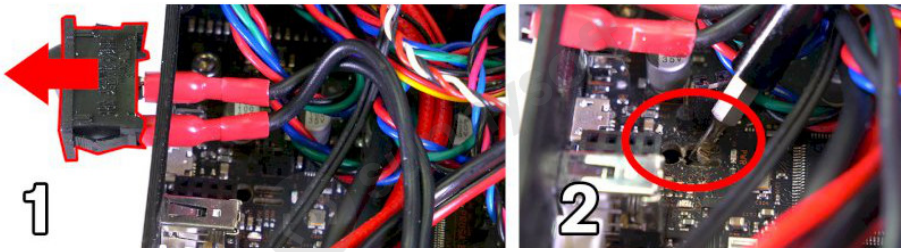
Tryska je během celého postupu horká a může způsobit popáleniny! Buďte opatrní v okolí vývodů termistoru hotendu – snadno se ulomí.

Heatbreak lze snadno ohnout – nepoužívejte nadměrnou sílu! Po výměně trysky spusťte kalibraci první vrstvy!

11.14 Nahrání nepodepsaného firmwaru

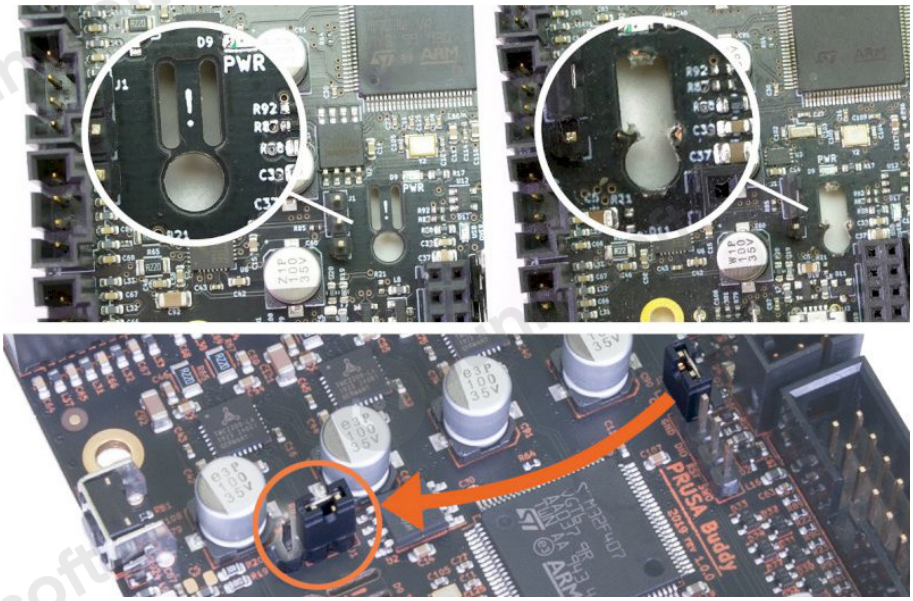
Výrobce bere bezpečnost velmi vážně. Před každým vydáním prochází firmware intenzivním testováním, které ověřuje, že všechny bezpečnostní funkce pracují správně. Pokud některá hodnota ze senzorů vybočí z normy, vyhřívání se zastaví, aby nedošlo k poškození tiskárny ani jejího okolí.
U komunitních verzí firmwaru nelze přítomnost těchto bezpečnostních funkcí ověřit.

Oficiální firmware je podepsán soukromým klíčem a tiskárna tento podpis před aktualizací ověřuje. Pokud chcete nahrát vlastní (nebo komunitní) nepodepsaný firmware, musíte vylomit plombu (appendix) na základní desce Buddy a přemístit jumper do správné polohy. Tím zároveň zaniká záruka na elektroniku. Nejprve vytáhněte hlavní vypínač, abyste se dostali k plombě (1). Poté tenkým šroubovákem opatrně vylomte prostřední část (2) – podívejte se na fotografie v této kapitole! Zkontrolujte také tři piny nad plombou – jumper musí být na dvou pinech blíže ke středu desky. Pokud je jumper na jiné dvojici pinů, přemístěte ho podle obrázku níže. Pokud jumper chybí, před spuštěním ho doplňte.



Upozornění

Vylomení plomby na desce Buddy je NEVRATNÉ a vede k ZÁNIKU ZÁRUKY NA ELEKTRONIKU TISKÁRNY. Pokud plombu vylomíte, výrobce se zříká odpovědnosti za jakékoliv poškození tiskárny a/nebo jejího okolí (např. v případě požáru).



Nevylomená (vlevo) a vylomená plomba (vpravo), správné umístění jumperu (dolní fotografie)

12. Senzor filamentu (volitelné příslušenství)

K tiskárně Original Prusa MINI+ si můžete jako volitelné příslušenství dokoupit mechanický IR senzor filamentu. Senzor se instaluje na konec PTFE trubičky, kterou se filament zavádí do tiskárny, a musí být připojený k základní desce. Jednoduchým mechanismem detekuje, zda je struna filamentu zavedená. Díky senzoru dokáže tiskárna pozastavit tisk, když dojde filament. Po zavedení nové struny lze v tisku pokračovat.



Návod na instalaci najdete na help.prusa3d.com.

12.1 Když dojde filament

Pokud máte volitelný senzor filamentu, dojití filamentu už neznamená zkažený tisk. Když filament dojde, tiskárna automaticky pozastaví tisk, vysune zbývajících několik centimetrů z heatbreaku a odsune tiskovou hlavu od výtisku. Budete vyzváni k výměně cívky a zavedení nové struny. Filament vytlačený během zavádění odstraňte kleštěmi. Poté můžete v tisku pokračovat.

Pokud senzor filamentu nemáte, může se stát, že po dojití filamentu zůstane zbytek struny v hlavní PTFE trubičce a extruder ho nedokáže vysunout. Klíčem odšroubujte matici na hlavní PTFE trubičce a odpojte ji od extruderu. Poté strunu vytáhněte rukou – nezapomeňte nejprve předehřát trysku! Přesný postup odpojení PTFE trubičky najdete v kapitole 11.10 PTFE trubičky.

12.2 Chybná čtení senzoru a hledání závady

Pokud narazíte na potíže se senzorem filamentu, například nesprávné (nebo náhodné) vyhodnocování, ujistěte se, že je senzor správně zapojený. Podle kroků v návodu na sestavení na help.prusa3d.com (Original Prusa MINI+ assembly – Building your MINI+ – 27. Connecting the filament sensor) otevřete kryt elektroniky. Zkontrolujte, zda je senzor správně zapojený a zda není poškozená kabeláž. Pokud problémy přetrvávají, kontaktujte technickou podporu výrobce.

13. Často kladené dotazy a řešení potíží

Poznámka
Od verze firmwaru 4.3 zobrazí MINI+ při závadě chybovou obrazovku s krátkým vysvětlením problému. Obrazovka obsahuje i odkaz na příslušný článek na help.prusa3d.com a QR kód, který můžete naskenovat mobilním telefonem a stránku nápovědy rovnou otevřít.

13.1 Vychýlená osa X

Pokud Mesh Bed Leveling selže, jsou dvě možné příčiny: vadná sonda SuperPINDA, nebo vychýlená osa X. Vychýlení je obvykle důsledkem nesprávného sestavení. Povolte tři šrouby, kterými je celá konstrukce osy Z připevněná k ose Y (vyhřívané podložce). Konstrukci osy Z znovu připevněte podle návodu na sestavení. Dbejte na správné slícování obou částí.

Jakmile je tiskárna znovu sestavená, posuňte osu Z (trysku) do blízkosti tiskového plátu, aniž by se ho tryska dotýkala. Poté rukou opatrně posouvejte tiskovou hlavu zleva doprava a sledujte, zda tryska udržuje stále stejnou vzdálenost od plátu.

Drobné odchylky jsou přípustné – tiskárna je dokáže kompenzovat díky funkci Mesh Bed Leveling.

Vadnou sondu SuperPINDA poznáte snadno. Když z nabídky **Kalibrace** spustíte Mesh Bed Leveling, v horní části sondy svítí červená dioda. Pokud během některého pohybu zhasne, nebo se vůbec nerozsvítí, může být sonda nebo její kabel vadný. Podrobnosti najdete na help.prusa3d.com – Original Prusa MINI+ – Troubleshooting – XZ-axis skew correction.

13.2 Tiskárna nenačte USB disk

Pokud tiskárna nemůže načíst USB disk, zkuste ji nejprve restartovat. Pokud se zobrazí chyba „Error mounting USB drive“, má USB disk pravděpodobně nekompatibilní souborový systém (např. exFAT) nebo je příliš velký. Zkuste menší USB disk (např. 4–16 GB) naformátovaný na FAT32. Více o podporovaných velikostech a formátování najdete na help.prusa3d.com v sekci Original Prusa MINI+ – About your printer – SD cards and USB drives.

Po vložení USB disku mohou nastat dvě běžné situace:

Po vložení USB disku se nelze dostat do nabídky Tisk

- Nejprve tiskárnu restartujte.
- Použijte USB disk s jediným oddílem a souborovým systémem FAT32.
- Zkuste jiný USB disk.
- Pokud jste vyzkoušeli několik USB disků a žádný není rozpoznán, může být vadná základní deska. Kontaktujte technickou podporu výrobce.

USB disk je rozpoznán, ale v seznamu se nezobrazují žádné soubory

- Ujistěte se, že používáte kompatibilní G-code.
- Ujistěte se, že byl soubor na disk zapsán celý a správně (ve Windows před vyjmutím disku použijte funkci bezpečného odebrání).
- Zkuste jiný USB disk a jiný soubor G-code.
- Zkuste soubor přejmenovat na něco jednoduchého, např. „print.gcode“.

13.3 Povolené řemeny osy X a/nebo osy Y

Zkontrolujte, zda jsou oba řemeny správně napnuté. Povolené řemeny způsobují chyby tisku nebo tisk zcela znemožní. Nejjednodušší kontrolou je vytisknout kulatý objekt – pokud některý z řemenů není správně napnutý, výsledkem je nepravidelný tvar místo dokonalého kruhu. Řemen osy Y je umístěn pod vyhřívanou podložkou, řemen osy X posouvá tiskovou hlavu. Podrobný návod najdete na help.prusa3d.com v sekci Original Prusa MINI+ – Using the printer – Printer maintenance – Adjusting belt tension (MINI+).

13.4 Filament zaseknutý v PTFE trubičce

Pokud se filament zasekne kdekoliv v tiskárně, obvykle ho lze snadno vyjmout. Postupujte podle kapitoly 11.11 Ucpaný / zaseklý extruder – odpojte hlavní PTFE trubičku, zjistěte, kde se filament zasekl, a odstraňte ho příslušným způsobem.

13.5 Hledání výchozí polohy osy X (homing) selže

Nejčastější příčinou jsou kabely vedoucí z tiskové hlavy do extruderu, které stojí v cestě. Když se tisková hlava blíží ke konstrukci osy Z na pravé straně tiskárny, sledujte, zda jí v pohybu nebrání kabely.

Stavebnice
Pokud máte stavebnici, ujistěte se, že kabely vedoucí z extruderu do tiskové hlavy mají dostatečnou vůli. Pokud jsou příliš krátké, nemusí tisková hlava dojet až na konec osy X.

13.6 Chyby vyhřívání

Pokud se tiskárna zastaví s červenou obrazovkou a chybou související s vyhříváním, zkontrolujte zapojení topných těles a termistorů. Podrobnosti najdete na help.prusa3d.com.

13.7 Chyby větráčků

Pokud tiskárna přestane pracovat a zobrazí chybu týkající se větráčků, zkontrolujte zapojení obou větráčků tiskové hlavy (větráček hotendu a tiskový větráček). Podrobnosti najdete na help.prusa3d.com.

13.8 Návrat ke starší verzi firmwaru

V některých případech může být potřeba vrátit se ke starší verzi firmwaru. Nahrajte soubor se starším firmwarem na USB disk naformátovaný na FAT32. Vložte disk do tiskárny, stiskněte resetovací tlačítko, a jakmile se na obrazovce objeví logo Original Prusa MINI+, jednou stiskněte otočné tlačítko. Tím se otevře obrazovka nahrání firmwaru. Zvolte **Flash**, aby se stávající firmware přepsal verzí z USB disku.

13.9 Tryska naráží do plátu a podobné potíže

Pokud máte potíže s kalibrací první vrstvy nebo s Mesh Bed Levelingem, znovu zkontrolujte zapojení tiskárny. Ujistěte se, že jsou všechny kabely vedoucí do krabičky s elektronikou správně zapojené.

Stavebnice
Pokud máte MINI+ ve verzi stavebnice, ujistěte se, že je sonda SuperPINDA ve správné poloze. Pokud je sonda příliš vysoko nebo příliš nízko, může způsobovat potíže s kalibrací i Selftestem.

14. Pokročilé řešení problémů

14.1 Hardware

Při závadě zobrazí MINI+ chybovou obrazovku s krátkým vysvětlením problému, odkazem na článek v centru nápovědy výrobce a QR kódem (viz kapitola 6.3). Návody na pokročilé řešení problémů s hardwarem a na výměnu součástek jsou k dispozici online na help.prusa3d.com.

14.2 Kvalita tisku

Pokud výtisky neodpovídají vašim představám nebo vykazují vážné vady kvality (posunuté vrstvy, ghosting, podextrudované části), je potřeba najít příčinu a odstranit ji. V centru nápovědy výrobce na help.prusa3d.com najdete v sekci Original Prusa MINI+ Troubleshooting podrobné návody na řešení problémů s kvalitou tisku, včetně obrázků a pokynů pro konkrétní typ tiskárny.

15. Výrobce a podpora

Technickou podporu, aktuální verzi této příručky, firmware, PrusaSlicer a další informace najdete na stránkách výrobce.
Výrobce: Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Česká republika
Web: www.prusa3d.com
Podpora: help.prusa3d.com, support@prusa3d.com
E-mail: info@prusa3d.com

Dovozce
Sunnysoft s.r.o.
Kovanecká 2390/1a
190 00, Praha 9 - Libeň
www.sunnysoft.cz

3D TLAČIAREŇ
Original Prusa MINI+

Príručka 3D tlače



Používateľská príručka

Skôr než začnete výrobok používať, pozorne si prečítajte tento návod a uschovajte ho. Dodržiavajte všetky bezpečnostné pokyny; chránite tým seba aj svoje okolie. Nedodržanie pokynov môže viesť k škode na majetku alebo k zraneniu. Návod si uschovajte na neskoršie použitie.

Obsah

1 Bezpečnostné pokyny 5
- 1.1 Umiestnenie a základné používanie . . . 5
- 1.2 Elektrická bezpečnosť . . . 6
- 1.3 Mechanické nebezpečenstvá . . . 6
- 1.4 Riziko popálenia . . . 7
- 1.5 Správne používanie obojstranných tlačových plátov . . . 7
- 1.6 Práca s filamentmi . . . 8
- 1.7 Vylúčenie zodpovednosti . . . 8

2 Symboly na výrobku 8

3 Technické údaje 9

4 Úvod 10
- 4.1 Rýchly sprievodca pred prvou tlačou . . . 11
- 4.2 Značky použité v príručke . . . 11

5 Slovníček pojmov 12

6 Manipulácia s tlačiarňou a jej preprava 14
- 6.1 Odpojenie napájacieho zdroja . . . 14
- 6.2 Ako kontaktovať technickú podporu . . . 15
- 6.3 Chybové obrazovky . . . 15
- 6.4 Vybalenie, zostavenie a prvé spustenie . . . 16

7 Váš prvý výtlačok 16
- 7.1 Základné ovládanie . . . 16
- 7.2 Aktualizácia firmvéru . . . 17
- 7.3 Príprava pružných tlačových plátov . . . 18
- 7.4 Sprievodca kalibráciou (Wizard) . . . 19
- 7.5 Selftest . . . 19
- 7.6 Zavedenie a vybratie filamentu . . . 19
- 7.7 Kalibrácia prvej vrstvy (First Layer Calibration) . . . 21
- 7.8 Kontrolný zoznam . . . 23
- 7.9 Spustenie prvej tlače . . . 23
- 7.10 Odstránenie výtlačku . . . 24
- 7.11 Kontroly a úkony po dokončení tlače . . . 24

8 Pokročilé funkcie **25**
8.1 Štruktúra ponuky . . . 25
8.2 Princíp automatickej kalibrácie podložky (Mesh Bed Leveling) . . . 25
8.3 Obnovenie výrobných nastavení . . . 26
8.4 Sieťové pripojenie . . . 26

9 Tlač vlastných modelov **27**
9.1 Získanie modelu na tlač . . . 27
9.2 Vytvorenie vlastného modelu . . . 28
9.3 Čo je to súbor G-code? . . . 28
9.4 PrusaSlicer . . . 29
9.5 Import objektov do PrusaSlicera . . . 30
9.6 Použitie podpier . . . 30
9.7 Rýchlosť tlače vs. kvalita tlače . . . 32
9.8 Výplň (infill) . . . 33
9.9 Lem (brim) . . . 33
9.10 Tlač veľkých objektov . . . 33
9.11 Tlač viacfarebných objektov . . . 34
9.12 Slicovanie a export . . . 35

10 Sprievodca materiálmi **36**
10.1 PLA . . . 36
10.2 PET/PETG . . . 37
10.3 ASA/ABS . . . 38
10.4 PC (polykarbonát) a PC Blend . . . 39
10.5 PVB . . . 40
10.6 Flexibilné materiály . . . 41

11 Bežná údržba **42**
11.1 Pružné tlačové platy . . . 42
11.2 Pružný plát s obojstranným ZRNITÝM práškovaným PEI . . . 44
11.3 Pružný plát s obojstranným HLADKÝM PEI . . . 45
11.4 Pružný plát s obojstranným SATÉNOVÝM PEI . . . 45
11.5 Zlepšenie priľnavosti . . . 46
11.6 Profily tlačových plátov . . . 46
11.7 Ložiská . . . 46
11.8 Ventilátory . . . 47
11.9 Podávacie kolieska extrudéra . . . 47
11.10 PTFE trubičky . . . 47

11.11 Upchatý / zaseknutý extrudér 48
11.12 Čistenie dýzy 49
11.13 Výmena dýzy 50
11.14 Nahranie nepodpísaného firmvéru 52

12 Senzor filamentu (voliteľné príslušenstvo) 53
12.1 Keď sa minie filament 53
12.2 Chybné čítania senzora a hľadanie poruchy 54

13 Často kladené otázky a riešenie problémov 54
13.1 Vychýlená os X 54
13.2 Tlačiareň nenačíta USB disk 55
13.3 Povolené remene osi X a/alebo osi Y 55
13.4 Filament zaseknutý v PTFE trubičke 55
13.5 Hľadanie východiskovej polohy osi X (homing) zlyhá 56
13.6 Chyby vyhrievania 56
13.7 Chyby ventilátorov 56
13.8 Návrat k staršej verzii firmvéru 56
13.9 Dýza naráža do plátu a podobné ťažkosti 56

14 Pokročilé riešenie problémov 57
14.1 Hardvér 57
14.2 Kvalita tlače 57

15 Výrobca a podpora 57

1. Bezpečnostné pokyny

Pri zaobchádzaní s 3D tlačiarňou buďte veľmi opatrní. Ide o elektrické zariadenie s pohyblivými a vyhrievanými časťami.

1.1 Umiestnenie a základné používanie

Upozornenie

Uistite sa, že je tlačiareň umiestnená a prevádzkovaná na vhodnom mieste, aby ste predišli možným rizikám.

- Toto zariadenie je určené na prevádzku výhradne vo vnútorných priestoroch. Nevystavujte zariadenie vode ani snehu. Kontakt s vodou a inými kvapalinami môže viesť k poškodeniu elektroniky, k skratom a k ďalším typom poškodenia. Tlačiareň vždy prevádzkujte v suchom prostredí.
- Tlačiareň umiestnite na bezpečné suché miesto. Podklad musí byť vodorovný a stabilný – ideálny je pracovný stôl. Okolo tlačiarne by malo byť aspoň 30 cm miesta. Ak sa v blízkosti tlačiarne nachádzajú prekážky, môže to ovplyvniť jej činnosť alebo spôsobiť nadmerné opotrebenie opletenia káblov, prípadne samotných káblov. Opotrebované káble môžu predstavovať riziko (úraz elektrickým prúdom, požiar).
- Uistite sa, že žiadny z vetracích otvorov ani ventilátorov nie je blokovaný. Tlačiareň má zabudované sledovanie otáčok ventilátorov, avšak v niektorých prípadoch (nesprávne zostavenie, poškodenie súčiastok, neoficiálny firmvér) nemusí sledovanie správne fungovať. Nedostatočné chladenie môže viesť k prehrievaniu a k vážnemu poškodeniu tlačiarne (riziko poškodenia elektroniky, požiar).
- Uistite sa, že je tlačiareň umiestnená tak, aby nemohlo dôjsť k jej prevráteniu alebo pádu na zem. Ak tlačiareň utrpela fyzické poškodenie, nepoužívajte ju – poškodené časti tlačiarne môžu predstavovať bezpečnostné riziko.
- Napájací adaptér a káble musia byť umiestnené tak, aby sa o ne nedalo potknúť, stúpiť na ne alebo ich iným spôsobom poškodiť. Uistite sa, že kábel nie je poškodený. Ak je, okamžite prestaňte zariadenie používať a kábel vymeňte. Poškodené káble predstavujú bezpečnostné riziko – hrozí úraz elektrickým prúdom.
- Nenechávajte zapnutú tlačiareň bez dozoru! Tlačiareň má síce sledovanie teploty a rad inteligentných funkcií na zvýšenie bezpečnosti, ale pri používaní, ktoré je v rozpore s pokynmi v tejto príručke, alebo pri zlyhaní komponentov môže vzniknúť riziko požiaru.

1.2 Elektrická bezpečnosť

Upozornenie

Aby ste predišli riziku úrazu elektrickým prúdom, dodržiavajte nasledujúce pokyny.

- Tlačiareň možno napájať iba zo štandardnej zásuvky 230 V AC / 50 Hz alebo 110 V AC / 60 Hz. Nikdy nepoužívajte alternatívne zdroje, môžu spôsobiť problémy alebo aj poškodenie tlačiarne.
- Nikdy tlačiareň nepoužívajte, ak sú jej napájacie káble akokoľvek poškodené – či už ide o prívodný kábel, napájací kábel vedúci od adaptéra k tlačiarni, alebo o káble samotnej tlačiarne. Poškodené káble môžu spôsobiť úraz elektrickým prúdom.
- Pri odpájaní napájacieho kábla zo zásuvky neťahajte za kábel, ale za zástrčku, znížite tým nebezpečenstvo poškodenia zástrčky alebo sieťovej zásuvky. Konektor vedúci do tlačiarne má bezpečnostnú poistku, tú najprv odistite a až potom odpojte kábel od tlačiarne.
- Nikdy nerozoberajte napájací zdroj tlačiarne, neobsahuje žiadne časti, ktoré by mohol nekvalifikovaný pracovník opraviť. Tlačiareň vždy odovzdajte kvalifikovanému servisnému technikovi. Neodborné zásahy do zdroja môžu viesť k poškodeniu tlačiarne a k riziku úrazu elektrickým prúdom.
- Zariadenie odpojíte od siete vytiahnutím zástrčky. Elektrická zásuvka musí byť ľahko prístupná.

1.3 Mechanické nebezpečenstvá

Upozornenie

Pohyblivé mechanické časti tlačiarne môžu spôsobiť zranenie.

- Nikdy nezasahujte do vnútorných komponentov tlačiarne, ak je tlačiareň pripojená k elektrickej sieti alebo je v chode – hrozí nebezpečenstvo zranenia mechanickými časťami alebo elektrickým prúdom.
- Zabráňte deťom v manipulácii s tlačiarňou bez dohľadu dospelej osoby – aj v čase, keď tlačiareň netlačí.

1.4 Riziko popálenia

Upozornenie

Nedotýkajte sa vyhrievaných častí tlačiarne – vyhrievanej podložky, tlačového plátu a častí tlačovej hlavy. Hrozí riziko popálenia.

Varovanie! Počas tlače sa môžu časti tlačovej hlavy a tlačová podložka zahriať na veľmi vysoké teploty! Nedotýkajte sa ich, kým sa tlač neskončí a tlačiareň nevychladne – aktuálne teploty sa zobrazujú na LCD obrazovke. Dotyk zahriatych častí môže spôsobiť vážne popáleniny.

1.5 Správne používanie obojstranných tlačových plátov

Upozornenie

Každý typ tlačového plátu vyžaduje mierne odlišnú údržbu. Nesprávne zaobchádzanie a používanie môže viesť k poškodeniu tlačového plátu. Tlačové pláty sú spotrebný materiál a podliehajú opotrebeniu. Pred použitím si prečítajte nasledujúce riadky.

Upozornenie

Povrch zrnitého a saténového tlačového plátu nikdy nečistite acetónom!

- Prečítajte si informácie o údržbe v kapitole 11 Bežná údržba.
- Pri výmene tlačových plátov znovu dolaďte výšku dýzy (Live Adjust Z) – pláty majú mierne odchýlky v hrúbke. Novšie verzie firmvéru podporujú profily tlačových plátov, do ktorých možno ukladať kalibračné hodnoty na rýchlejšiu výmenu. Viac v kapitole 11 Bežná údržba.
- Na odmastenie plátu použite kvalitný izopropylalkohol (90 % a viac). Nepoužívajte prípravky, ktoré majú IPA iba ako jednu zo zložiek (napr. dezinfekčné prostriedky na ruky) – tieto produkty spravidla obsahujú ďalšie aditíva, ktoré môžu negatívne ovplyvniť vlastnosti tlačového plátu.
- Neumývajte plát pod tečúcou vodou – plech môže začať hrdzavieť.
- Z povrchu plátu neodstraňujte PEI fóliu.
- Pred prvou tlačou plát očistite utierkou navlhčenou izopropylalkoholom.

1.6 Práca s filamentmi

Poznámka

Pri správnom zaobchádzaní je práca s filamentmi jednoduchá a bezpečná. Prečítajte si nasledujúce odporúčania.

- Pre zvolený materiál vždy používajte odporúčané teploty.
- Pozor na roztavený plast – môže spôsobiť popáleniny! Ak z dýzy visí natavený plast, neodstraňujte ho rukou – použite kliešte alebo iný nástroj.
- Niektoré materiály môžu pri tlači vytvárať prenikavý zápach – v miestnosti pravidelne vetrajte.
- S filamentom zaobchádzajte tak, ako je opísané v nasledujúcich kapitolách tejto príručky.

1.7 Vylúčenie zodpovednosti

Konanie v rozpore s informáciami v tejto príručke môže viesť k zraneniu, zlým výsledkom tlače alebo k poškodeniu 3D tlačiarne. Dbajte na to, aby bol každý, kto bude s tlačiarňou pracovať, oboznámený s obsahom príručky a správne mu porozumel.

Keďže výrobca nemá pod kontrolou podmienky, v ktorých tlačiareň Original Prusa MINI+ zostavujete a používate, nepreberá zodpovednosť a výslovne odmieta zodpovednosť za straty, zranenia, škody alebo výdavky, ktoré vznikli alebo boli akokoľvek spojené so zostavením, manipuláciou, skladovaním, používaním alebo likvidáciou výrobku. Informácie v tejto príručke sa poskytujú bez akejkoľvek záruky, vyjadrenej alebo predpokladanej.

2. Symboly na výrobku



Bližšie informácie o funkciách, správnom používaní a údržbe zariadenia nájdete v tejto príručke a online na stránke help.prusa3d.com.



Pred akýmkoľvek servisným zásahom je nutné najprv odpojiť 3D tlačiareň od zdroja elektrickej energie (napájací adaptér), inak hrozí úraz elektrickým prúdom. Pred údržbou zariadenia nahliadnite do príručky a do centra pomoci na help.prusa3d.com.



Pri manipulácii alebo dotyku takto označených častí je nutné dbať na zvýšenú opatrnosť a vyvarovať sa ďalších nebezpečenstiev špecifikovaných konkrétnymi symbolmi, napríklad nebezpečenstva horúceho povrchu. Dotyk zahriatych častí (vyhrievaná podložka, časti tlačovej hlavy) môže spôsobiť vážne popáleniny.



Teplota častí označených týmto symbolom môže výrazne prevyšovať teplotu okolia. Dotyk takýchto častí nechránenou časťou tela môže spôsobiť popáleniny.



Nechránené pohyblivé mechanické časti môžu spôsobiť zranenie, dbajte na zvýšenú opatrnosť.



Nedotýkajte sa tlačovej hlavy počas tlače, hrozí popálenie alebo zranenie pohyblivými časťami.



V bezprostrednej blízkosti takto označených častí dochádza k spínaniu a rozpínaniu veľkých elektrických prúdov. Osoby s implantovaným kardiostimulátorom alebo inými pomôckami na riadenie a kontrolu funkcie srdca musia dbať na zvýšenú opatrnosť a používanie 3D tlačiarne konzultovať so svojím ošetrujúcim lekárom.



Toto zariadenie je zostavené zo súčiastok, ktorých likvidácia musí byť v súlade so smernicou o odpade z elektrických a elektronických zariadení.

3. Technické údaje

Názov	Original Prusa MINI+
Výrobca	Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Česká republika
Kontaktný e-mail	info@prusa3d.com
Skupina EEZ	3 (IT a/alebo telekomunikačné zariadenia)
Použitie zariadenia	iba v interiéri
Napájací zdroj	spínaný adaptér AC/DC, vstup 100–240 V AC, 50/60 Hz, 2,0 A; výstup max. 24 V, 6,67 A, 160 W
Poistka	min. B16A (pre EÚ)
Krytie	IP20
Pracovný rozsah teplôt	18–38 °C, iba na použitie v interiéri
Pracovná vlhkosť vzduchu	85 % alebo menej
Kompatibilné filamenty	iba s priemerom 1,75 mm
Hmotnosť balenia (brutto / netto)	7,6 kg / 4,85 kg

Sériové číslo sa nachádza na ráme tlačiarne a tiež na vonkajšom obale. Toto zariadenie možno bezpečne používať iba vo vnútorných priestoroch, kde je

(najmä jeho napájací zdroj a konektor LAN) chránené pred vonkajšími vplyvmi prostredia.

Licenčné podmienky

Tlačiareň Original Prusa MINI+ je súčasťou projektu RepRap, prvého projektu open-source 3D tlačiarní, voľne šíriteľného pod licenciou GNU GPL v3. Ak niektoré naše diely upravíte a budete ich chcieť ďalej predávať, musíte zdrojové kódy zverejniť pod rovnakou licenciou. Všetky tlačiteľné súčiastky tlačiarne sú k dispozícii na www.prusa3d.com.

4. Úvod

Ďakujeme vám za zakúpenie 3D tlačiarne Original Prusa MINI+ od Josefa Průšu. Vaša priazeň umožňuje výrobcovi investovať do ďalšieho vývoja MINI+ a ďalších produktov v oblasti 3D tlače. Original Prusa MINI+ je kompaktná, inteligentná a cenovo dostupná tlačiareň. Je skvelá pre začiatočníkov, domácich majstrov, firmy aj na založenie 3D tlačovej farmy. Prečítajte si túto príručku naozaj pozorne – každá z kapitol obsahuje cenné informácie, ktoré vám pomôžu správne zvládnuť obsluhu aj pravidelnú údržbu tlačiarne.

Najnovšiu verziu tejto príručky nájdete vo formáte PDF na www.prusa3d.com. Ak pri používaní tlačiarne narazíte na problémy, neváhajte kontaktovať výrobcu na info@prusa3d.com. Rád zodpovie vaše otázky a vypočuje si nápady na zlepšenie. Môžete navštíviť aj centrum pomoci help.prusa3d.com alebo diskusné fóra forum.prusa3d.com.



Original Prusa MINI+

4.1 Rýchly sprievodca pred prvou tlačou

Pozorne si prečítajte kapitolu 7 Váš prvý výtlačok.

1. Umiestnite zostavenú tlačiareň na rovný a stabilný podklad.
2. Zapnite tlačiareň, vložte priložený USB disk a aktualizujte firmvér.
3. Skalibrujte tlačiareň podľa pokynov na obrazovke.
4. Vytlačte vzorový objekt.

4.2 Značky použité v príručke

Poznámka
Tipy, rady alebo dôležité informácie, ktoré vám pomôžu pri práci s tlačiarňou.

Upozornenie
Táto časť textu je veľmi dôležitá, čítajte ju pozorne! Závisí od nej správny chod tlačiarne aj bezpečnosť jej prevádzky.

Stavebnica
Táto informácia sa týka stavebnice Original Prusa MINI+.

Názvy položiek ponuky a tlačidiel, ako sa zobrazujú na LCD obrazovke tlačiarne, sú v texte vysádzané týmto písmom: **Settings**. Firmvér tlačiarne nemá slovenčinu, preto sú uvedené v angličtine tak, ako ich uvidíte na obrazovke.

5. Slovníček pojmov

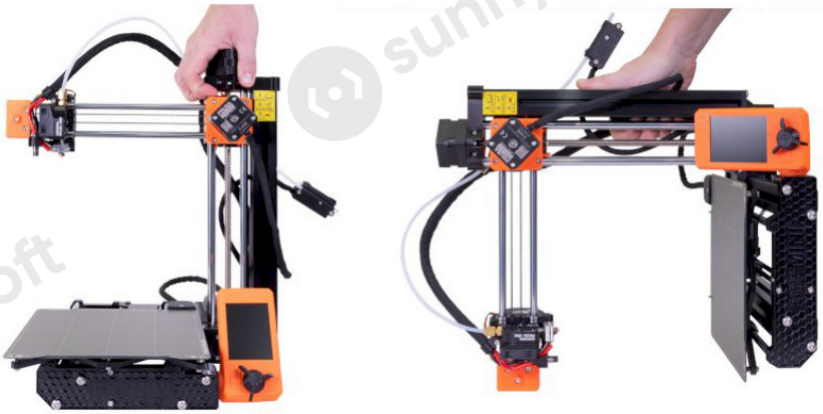


1. **Pružný tlačový plát** – existuje v troch variantoch: s hladkým, saténovým a so zrnitým práškovaným povrchom. Pláty slúžia ako podložka, na ktorej vzniká tlačený objekt. Venujte pozornosť kapitole o údržbe tlačiarne, aby ste dokázali zabezpečiť optimálne podmienky na 3D tlač.
2. **Vyhrievaná podložka (heatbed)** – nachádza sa priamo pod pružným tlačovým plátom. Vyhrievaná podložka zabezpečuje dostatočnú priľnavosť výtlačku k tlačovej ploche. Pozor: nedotýkajte sa zahriatej podložky!
3. **Os Y** – súhrnný názov pre celú zostavu vyhrievanej podložky (hladké tyče, remeň, podložka atď.).
4. **Ovládacie tlačidlo a resetovacie tlačidlo** – otočné ovládacie tlačidlo je hlavným ovládacím prvkom tlačiarne. Otáčaním vpravo/vľavo volíte položky alebo nastavujete hodnoty, stlačením voľbu potvrdzujete. Vľavo od ovládacieho tlačidla je resetovacie tlačidlo – jeho stlačenie zodpovedá rýchlemu vypnutiu a zapnutiu tlačiarne. Hodí sa v prípade, keď napr. potrebujete okamžite prerušiť tlač.

5. **LCD obrazovka** – ovládací displej 3D tlačiarne. Pomocou otočného tlačidla sa pohybujete v ponuke, voľbu potvrdzujete jeho stlačením.
6. **Hlavný vypínač** – ak tlačiareň nie je v prevádzke, vypnite ju týmto vypínačom.
7. **USB port a microUSB port** – USB port slúži na pripojenie flash diskov (USB 2.0/3.0) so súborovým systémom FAT32. Z USB disku sa načítava G-code s pokynmi na tlač alebo aktualizačné súbory firmvéru. MicroUSB port možno použiť na riadenie tlačiarne softvérom tretích strán, napr. OctoPrint.
8. **Hlavná PTFE trubička** – vedie strunu filamentu z extrudéra do tlačovej hlavy a dýzy. Z času na čas skontrolujte, či sa v nej nehromadia nečistoty, ktoré by bránili voľnému priechodu filamentu.
9. **Spojka (fiting)** – na oboch koncoch hlavnej PTFE trubičky. Ak sa v trubičke zasekne filament, pomocou kľúča (je súčasťou balenia tlačiarne) odoberte spojku a následne samotnú trubičku, aby ste sa k filamentu dostali. Majte na pamäti, že PTFE trubičky sú spotrebný materiál – ich kvalita sa môže časom zhoršiť. Ďalšie informácie nájdete v kapitole o PTFE trubičkách.
10. **Tlačový ventilátor** – chladí tlačený objekt a zlepšuje kvalitu tlače. Jeho otáčky (RPM) sa neustále sledujú.
11. **Tlačová hlava** – odľahčená tlačová hlava sa skladá z hotendu (tlačovej dýzy), sondy SuperPINDA a dvoch ventilátorov. Kvôli zlepšeniu kvality tlače boli ťažšie súčasti extrudéra presunuté na konštrukciu osi Z.
12. **Dýza** – dýza s priemerom 0,4 mm. Možno ju vymeniť za iný priemer (napr. 0,25 mm alebo 0,6 mm) na dosiahnutie lepších detailov alebo vyššej rýchlosti tlače. Je kompatibilná s dýzami E3D.
13. **Os Z** – súhrnný názov pre celú konštrukciu zvislej osi (hladké tyče, motor osi Z atď.).
14. **Extrudér / motor extrudéra** – oproti 3D tlačiarňam MK2 alebo MK3S je pri MINI+ motor extrudéra napevno umiestnený na boku konštrukcie, takže sa nepohybuje po osi X. Podávacie kolieska tlačia filament cez hlavnú PTFE trubičku do tlačovej hlavy.
15. **Os X** – pomocou remeňa umožňuje pohyb tlačovej hlavy zľava doprava.
16. **Držiak cievky** – mal by byť umiestnený vedľa tlačiarne tak, aby filament do PTFE trubičky vstupoval zospodu. Filament sa nesmie ohýbať v ostrom uhle.

6. Manipulácia s tlačiarňou a jej preprava

Tlačiareň Original Prusa MINI+ prenášajte odporúčaným spôsobom. Môžete ju uchopiť buď za motor osi Z hore, alebo za konštrukciu osi Z – pozrite fotografie nižšie. Nikdy tlačiareň nezdvíhajte za káble alebo PTFE trubičky, mohlo by dôjsť k jej poškodeniu!



6.1 Odpojenie napájacieho zdroja

Upozornenie

Konektor napájacieho kábla, ktorý sa zapája do tlačiarne, má poistku – nevyťahujte ho silou! Neťahajte za kábel! Nesprávne zaobchádzanie môže viesť k poškodeniu konektora alebo kábla.

Najprv uvoľnite poistku potiahnutím krytu konektora smerom od tlačiarne. Keď je poistka uvoľnená, môžete konektor z tlačiarne vytiahnuť.



6.2 Ako kontaktovať technickú podporu

Ak narazíte na akékoľvek problémy so svojou 3D tlačiarňou MINI+, najprv si prejdite posledné kapitoly tejto príručky so všeobecnými návodmi na riešenie problémov, alebo navštívte centrum pomoci výrobcu na help.prusa3d.com. Ak navrhnuté riešenia nepomôžu, kontaktujte technickú podporu výrobcu e-mailom na support@prusa3d.com alebo cez chat na stránkach prusa3d.com – okno chatu je v pravom dolnom rohu.

6.3 Chybové obrazovky

Ak tlačiareň narazí na závažnú chybu, zobrazí sa chybová obrazovka. Informácie na obrazovke pomáhajú chybu rozpoznať, diagnostikovať a odstrániť. Venujte pozornosť nasledujúcim údajom na obrazovke.



1. **Názov chyby**
2. **Krátky opis** – chyby a odporúčaných ďalších krokov.
3. **QR kód** – ak ho načítate telefónom, budete presmerovaní na článok v centre pomoci s úplným návodom na odstránenie chyby. Odkaz v QR kóde obsahuje aj hash zariadenia (pozrite nižšie).
4. **Adresa v centre pomoci** – ak nemáte poruke telefón, môžete túto adresu prepísať do webového prehliadača a otvoriť príslušný návod.
5. **Verzia firmvéru** – môže pomôcť pri diagnostike chyby.
6. **Hash zariadenia** – odkaz vložený v QR kóde môže obsahovať voliteľný „hash zariadenia“ (možno ho zapnúť alebo vypnúť v nastaveniach). Vďaka tejto informácii môže výrobca overiť, či je v tlačiarni aktuálny firmvér – a ak nie, zobrazí sa v hornej časti článku upozornenie. Informácia z odkazu sa ukladá v databáze výrobcu, ktorý tak získa lepší prehľad o tom, ktoré chyby sú najčastejšie a koľko chýb ktorá tlačiareň zaznamenala.

6.4 Vybalenie, zostavenie a prvé spustenie

3D tlačiareň Original Prusa MINI+ je k dispozícii ako čiastočne zostavená tlačiareň (spojenie troch hlavných častí) aj ako stavebnica, z ktorej MINI+ zostavíte od nuly, skrutku po skrutke. Postaviť si vlastnú tlačiareň je skvelý spôsob, ako sa o jej fungovaní dozvedieť čo najviac – a vďaka podrobným návodom výrobcu to zvládne každý. Návod na zostavenie čiastočne zostavenej tlačiarne aj stavebnice nájdete v centre pomoci výrobcu na help.prusa3d.com. Keď budete mať tlačiareň zostavenú, vráťte sa sem a pokračujte v príprave na prvú tlač.

Poznámka

Online verziu návodu na zostavenie otvoríte na help.prusa3d.com.

Upozornenie

Skôr než začnete zariadenie prvýkrát používať, skontrolujte na www.prusa3d.com, či nie je k dispozícii novšia verzia firmvéru.

7. Váš prvý výtlačok

Príprava tlačiarne na prvú tlač zaberie približne 15–30 minút (bez zostavenia). Aby tlačiareň fungovala správne, venujte pozornosť nasledujúcim krokom.

V tejto kapitole sa dozviete, ako:

1. ovládať tlačiareň,
2. aktualizovať firmvér,
3. pripraviť tlačovú plochu pred prvou tlačou,
4. vykonať počiatočnú kalibráciu,
5. zaviesť filament,
6. spustiť prvú tlač.

7.1 Základné ovládanie

Celá konfigurácia a ovládanie tlačiarne sa vykonáva jediným ovládacím prvkom – otočným tlačidlom (1). Jeho stlačením potvrdíte voľbu.



Resetovacie tlačidlo (2) je umiestnené vľavo od ovládacieho tlačidla. Jeho stlačenie zodpovedá rýchlemu vypnutiu a zapnutiu tlačiarne. Je užitočné, keď sa tlačiareň správa nečakane alebo keď treba okamžite zastaviť nepodarenú tlač.

7.2 Aktualizácia firmvéru

Tlačiareň sa dodáva s najnovšou verziou firmvéru dostupnou v čase výroby. Napriek tomu odporúčame skontrolovať na www.prusa3d.com, či nie je k dispozícii novšia verzia – zabezpečíte si tak najlepšie možné výsledky tlače.

Firmvér stiahnutý z webu výrobcu nahráte takto:

1. Stiahnite správny súbor firmvéru z www.prusa3d.com (archív ZIP) a rozbaľte ho.
2. Súbor .BBF skopírujte na USB disk naformátovaný systémom FAT32 – môžete použiť disk pribalený k tlačiarni MINI+.
3. Vložte USB disk do USB portu tlačiarne.
4. Reštartujte tlačiareň resetovacím tlačidlom vedľa otočného tlačidla.
5. Proces aktualizácie by sa mal začať automaticky.
6. Počkajte, kým sa proces dokončí.



Poznámka
Na vynútenie nahrania firmvéru (napr. ak potrebujete prejsť na staršiu verziu) vložte USB disk s požadovaným súborom .BBF, reštartujte tlačiareň a počas štartu stlačte a podržte otočné tlačidlo.

7.3 Príprava pružných tlačových plátov

Postupujte podľa pokynov pre zvolený typ tlačového plátu (pozrite nižšie) a pripravte ho na prvú tlač.

Vo vyhrievanej podložke sú ukryté vysokoteplotné magnety, ktoré držia odnímateľné pružné tlačové pláty na mieste. Na zadnej strane podložky sú dva kolíky, ktoré presne zapadnú do výrezov v tlačových plátoch. Kolíky nemajú pasovať do dvoch otvorov na opačnej strane plátu! Skôr než plát položíte na podložku, uistite sa, že je podložka čistá a nie sú na nej žiadne nečistoty. **Nikdy netlačte priamo na vyhrievanú podložku.**

Skôr než začnete, rozbaľte čistiacu utierku napustenú izopropylalkoholom a utrite ňou tlačový plát.



Vyhrievaná podložka a tlačový plát so zrnitým práškovaným povrchom

Pre dobrú priľnavosť tlačeného objektu je zásadné, aby bola tlačová plocha čistá. Ďalšie informácie o príprave tlačovej plochy a odporúčaných čistiacich prostriedkoch nájdete v kapitole 11 Bežná údržba.

7.4 Sprievodca kalibráciou (Wizard)

Pri prvom zapnutí tlačiarne sa spustí Sprievodca (Wizard). Prevedie vás všetkými testami a kalibráciami, ktoré treba urobiť, skôr než začnete tlačiť.

Sprievodcu môžete spustiť aj ručne: **LCD menu** – **Calibration** – **Wizard**. Skôr než Sprievodcu spustíte, nezabudnite si prečítať kapitolu 11.1 Pružné tlačové pláty.

Sprievodca kalibráciou zahŕňa Selftest, Mesh Bed Leveling a kalibráciu prvej vrstvy.

7.5 Selftest

Selftest je diagnostický nástroj zložený zo série testov. Odhalí najbežnejšie problémy, napríklad nesprávne zapojenie káblov. Priebeh a výsledky každého kroku sa zobrazujú na LCD obrazovke. Ak Selftest zistí chybu, preruší sa a zobrazí jej príčinu, aby ju používateľ mohol odstrániť. DÔLEŽITÉ: Počas Selftestu musí byť na vyhrievanej podložke tlačový plát, inak Selftest zlyhá.

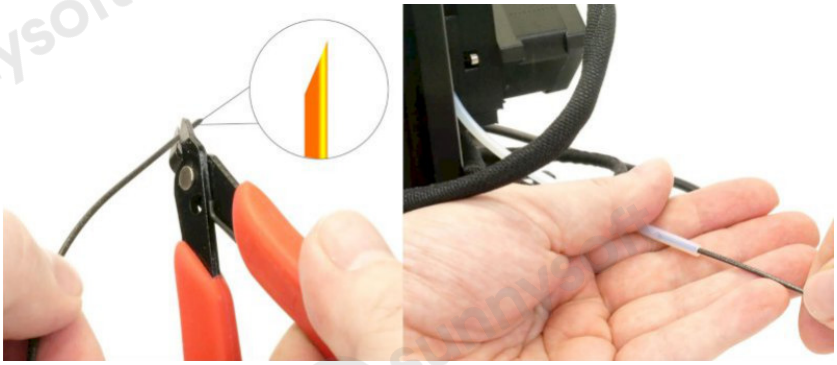
Selftest zahŕňa:

- test extrudéra a tlačového ventilátora,
- test osí X, Y a Z,
- kontrolu správneho zapojenia vyhrievanej podložky a hotendu.

Poznámka
Ak Selftest zlyhá, uistite sa, že je tlačový plát správne umiestnený na vyhrievanej podložke.

7.6 Zavedenie a vybratie filamentu

Keď Selftest prebehne, môžete zaviesť strunu filamentu. Na úvodnú kalibráciu a prvú tlač dôrazne odporúčame PLA – ľahko sa s ním pracuje a nevyžaduje žiadne ďalšie kroky (napríklad nanesenie lepidla na tlačový plát). Ak nemáte cievku PLA, pozorne si prečítajte kapitoly 10 Sprievodca materiálmi a 11 Bežná údržba, kde sa dozviete, ako pripraviť tlačový plát pre konkrétne materiály. Vždy, keď zavádzate nový filament, uistite sa, že jeho koniec je ostro zrezaný a na strune nie sú hrče ani iné nerovnosti, ktoré by bránili priechodu PTFE trubičkou. Cievka by mala byť v rovnakej výške ako tlačiareň, aby sa struna nemusela prudko ohýbať.



Zavedenie filamentu

1. Koniec filamentu zrežte do ostrej špičky. Vložte filament do PTFE trubičky vedúcej do extrudéra (z pravej strany tlačiarne), alebo do krátkej PTFE trubičky senzora filamentu (voliteľné príslušenstvo).
2. Zvoľte **LCD menu** – **Filament** – **Load filament** a potvrďte stlačením tlačidla.
3. Automaticky sa zobrazí ponuka predhrevu. Vyberte typ filamentu, ktorý chcete zaviesť, a potvrďte voľbu stlačením otočného tlačidla.
4. Počkajte, kým sa dýza zahreje na požadovanú teplotu.
5. Stlačením otočného tlačidla spustite zavádzanie a zároveň filament tlačte do extrudéra, kým ho nezachytia podávacie kolieska.
6. Podávacie kolieska extrudéra potom filament automaticky zavedú do tlačovej hlavy. Tlačiareň sa opýta, či je farba vytlačeného plastu v poriadku. Máte tri možnosti: **Yes**/**No**/**Retry**. Ak je vytlačený plast znečistený farbou predchádzajúceho filamentu, zvoľte **No** a tlačiareň vytlačí ďalší materiál. Voľba **Retry** zopakuje proces zavádzania – to sa hodí napríklad vtedy, keď sa struna zastavila uprostred hlavnej PTFE trubičky.

Poznámka
Tlačiareň si pamätá, aký filament je v nej zavedený, aj po vypnutí. Typ aktuálne zavedeného filamentu sa zobrazuje v pravom dolnom rohu LCD ponuky.

Pre nasledujúci krok nechajte filament zavedený. Ak z akéhokoľvek dôvodu potrebujete pred kalibráciou prvej vrstvy (alebo kedykoľvek inokedy) filament vymeniť, postupujte takto:

Vybratie filamentu

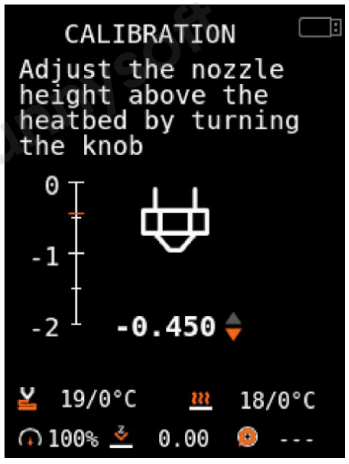
1. Zvoľte **LCD menu** – **Filament** – **Unload filament**.
2. Tlačiareň sa automaticky predhreje na správnu teplotu; keď ju dosiahne, ozve sa pípnutie.
3. Stlačte ovládacie tlačidlo, tým spustíte vysúvanie filamentu.
4. Keď extrudér prestane filament vysúvať, vytiahnite ho z PTFE trubičky ručne.

7.7 Kalibrácia prvej vrstvy (First Layer Calibration)

Tento proces kalibruje vzdialenosť medzi špičkou dýzy a sondou. Kalibráciu môžete kedykoľvek spustiť z ponuky **LCD menu** – **Calibration** – **First Layer Calibration**.

Upozornenie

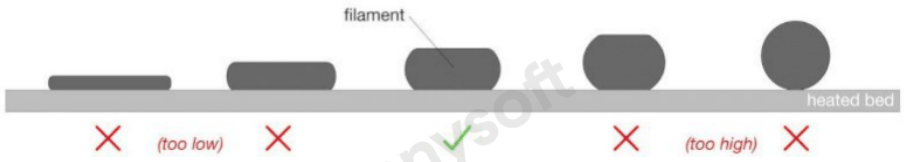
Uistite sa, že je tlačový plát čistý a bez stôp mastnoty – problém môžu spôsobiť aj odtlačky prstov. Skôr než začnete, utrite plát priloženou utierkou napustenou izopropylalkoholom.



Po spustení kalibrácie prvej vrstvy sa tlačiareň opýta, či je zavedený filament. Potom zmeria podložku pomocou funkcie Mesh Bed Leveling (pozrite kapitolu 8.2 Princíp automatickej kalibrácie podložky (Mesh Bed Leveling)) a začne na tlačovú plochu tlačiť kľukatý vzor. Dýza bude vo výške danej nastavením sondy SuperPINDA. Tlačovej plochy sa nesmie v žiadnom prípade dotýkať.

Od verzie firmvéru 4.3.0 má obrazovka nastavenia výšky dýzy novú podobu so zjednodušeným zobrazením dýzy. Keď výšku dýzy upravujete otáčaním tlačidla v smere alebo proti smeru hodinových ručičiek, dýza na obrazovke sa pohybuje rovnakým smerom. Číslo na obrazovke je iba ilustračné – hodnota na vašej tlačiarni bude odlišná.

Sledujte čiaru, ktorá sa vytláča na tlačovú plochu. Automaticky sa zobrazí nová ponuka – otáčaním tlačidla v nej doladíte výšku dýzy v reálnom čase. Cieľom je nastaviť výšku dýzy tak, aby vytlačený plast dobre priľnul k podložke a bol viditeľne mierne sploštený.



Profil prvej vrstvy – dýza príliš nízko (vľavo), správne (v strede), príliš vysoko (vpravo)

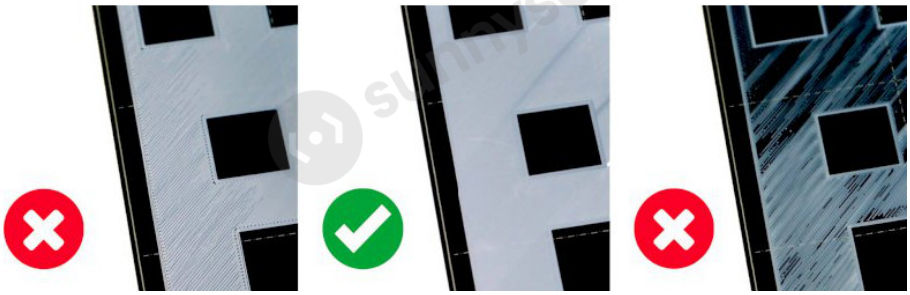
Testovací vzor by mal vyzerať ako na ľavom alebo strednom obrázku nižšie. Obrázok vpravo ukazuje obe hlavné chyby naraz: dýza príliš vysoko (ohnuté čiary, posunuté rohy) a dýza príliš nízko (plast sa vôbec nevytláča).



Čo skontrolovať:

- Vrstva vytlačeného plastu je mierne sploštená.
- Rohy kľukatej čiary sú ostré a nedvíhajú sa z plátu.
- Čiary sú rovné a pevne držia na pláte.
- Obdĺžnik na konci vzoru má rovnomerný povrch, bez vĺn a medzier.

Nižšie vidíte detail výtlačku s chybami kvality spôsobenými nesprávnou výškou dýzy. Stredný obrázok ukazuje optimálnu kvalitu.



Porovnanie výšky prvej vrstvy – dýza príliš vysoko (vľavo), optimálna výška (v strede), dýza príliš nízko (vpravo)

Stavebnica
Ak máte MINI+ vo verzii stavebnice a nedarí sa vám dosiahnuť rovnomernú prvú vrstvu, môže byť príčinou nesprávne umiestnená sonda SuperPINDA. V online návode na zostavenie si pozrite, ako má byť sonda SuperPINDA správne umiestnená.

7.8 Kontrolný zoznam

Ak ste prešli všetky kroky opísané v predchádzajúcich kapitolách, môžete spustiť svoju prvú tlač. Skôr než začnete, prejdite si záverečný kontrolný zoznam:

1. MINI+ je kompletne zostavená a umiestnená na vhodnom mieste.
2. Firmvér je aktualizovaný na najnovšiu verziu.
3. Všetky kalibrácie prebehli úspešne.
4. Na vyhrievanej podložke je čistý tlačový plát, utretý utierkou napustenou izopropylalkoholom.
5. Filament je zavedený.

7.9 Spustenie prvej tlače

Keď je všetko pripravené, otvorte ponuku **Print** (zobrazí sa iba vtedy, keď je vložený USB disk). Otočným tlačidlom vyberte zo zoznamu jeden zo vzorových objektov a sledujte tlačiareň. Odporúčame zvoliť logo PRUSA – na ňom najlepšie uvidíte, ako sa vám podarilo doladiť prvú vrstvu pri kalibrácii prvej vrstvy.



Takto vyzerá prvá vrstva v ideálnej kvalite

Dýza sa najprv predhreje na 170 °C nezávisle od zvoleného filamentu – zabráni sa tak vytekaniu filamentu počas úvodnej fázy, ktorou je Mesh Bed Leveling. Keď Mesh Bed Leveling prebehne, tlačiareň zahreje dýzu na správnu tlačovú teplotu a začne tlačiť úvodnú čistiacu čiaru na okraji tlačového plátu. Následne vytlačí obrys okolo objektu a potom samotný objekt.

Upozornenie

Pozorne sledujte kvalitu prvej vrstvy. Vytlačený plast by mal k plátu dobre priľnúť. Ak je dýza z akéhokoľvek dôvodu príliš vysoko, znížte ju funkciou **Live Adjust Z** (doladenie výšky dýzy), ktorá je počas tlače k dispozícii v ponuke **Tune**. Druhou možnosťou je tlač zastaviť, vyčistiť tlačový plát a znovu spustiť kalibráciu prvej vrstvy z ponuky **Calibration**.

7.10 Odstránenie výtlačku

Keď sa tlač skončí, počkajte, kým vyhrievaná podložka vychladne. Vyhrievaná podložka aj tlačový plát môžu mať v závislosti od nastavenia teplotu cez 100 °C a pri dotyku nechránenou pokožkou spôsobiť popáleniny. V závislosti od materiálu sa výtlačok po vychladnutí môže sám odlepiť. Ak nie, zložte tlačový plát a opatrne ho prehnite na obe strany. Potom ho otočte o 90° a prehnutie zopakujte. Nezabudnite odstrániť všetky zvyšky filamentu, napríklad úvodnú čistiacu čiaru, obrys aj podpery. Ak na pláte zostane plast, neodstraňujte ho nechtami, mohli by ste sa poraniť. Použite kovovú špachtľu na hladkom pláte alebo plastovú špachtľu na zrnitom pláte.



Snažte sa nedotýkať tlačovej plochy prstami – odtlačky prstov môžu znížiť priľnavosť ďalšieho výtlačku.

7.11 Kontroly a úkony po dokončení tlače

Keď vzorový výtlačok odstránite z tlačového plátu, pozorne si ho prezrite a skontrolujte prípadné chyby kvality. Objekty vytlačené technológiou FDM/FFF nikdy nie sú dokonale hladké – zvyčajne sú na nich viditeľné vrstvy. Existujú však spôsoby, ako povrch 3D výtlačkov vyhladiť. Viac o dodatočnom opracovaní (post-processing) sa dozviete na blogu výrobcu blog.prusa3d.com.

Upozornenie

Ak má výtlačok skutočné chyby kvality (chýbajúce časti, posunuté vrstvy, podextrudované miesta), prečítajte si kapitolu 14.2 Kvalita tlače na konci tejto príručky.

Uistite sa, že je tlačový plát čistý, a položte ho späť na vyhrievanú podložku. Filament môžete nechať zavedený v dýze. Ak neplánujete tlačiť ďalší objekt, počkajte, kým sa dýza ochladí na 50 °C, a vypnite tlačiareň vypínačom na boku.

8. Pokročilé funkcie

8.1 Štruktúra ponuky

- Print
- Preheat
  - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
  - Cooldown
- Filament
  - Load filament
    - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
    - Cooldown
  - Unload filament
  - Change filament
  - Purge filament
- Calibration
  - Wizard
  - Live Adjust Z
  - Auto Home
  - Mesh Bed Leveling
  - Selftest
  - First Layer Calibration
  - Test Fans
  - Test XYZ-Axis
  - Test Heaters
  - Show Selftest results
- Settings
  - Temperature
    - Nozzle
    - Heatbed
    - Print fan
    - Cooldown
  - [Sheet profile] – zobrazí sa, ak sú nastavené dva alebo viac profilov tlačových plátov
  - Move Axis
    - Move X, Move Y, Move Z, Move E
  - Disable Steppers
  - Factory Reset
  - HW Setup
    - Sheet profiles
      - Sheet profile: Select, First Layer Calibration, Reset
  - FW Update
  - Filament sensor On / Off
  - LAN Settings
  - TZ (UTC + / -)
  - Save Crash Dump
  - Sound Mode: Once / Loud / Silent / Assist
  - Sound Volume
  - Device hash in QR On / Off
  - Language
- Info
  - System Info
  - Sensor Info
  - Version Info

8.2 Princíp automatickej kalibrácie podložky (Mesh Bed Leveling)

Automatickú kalibráciu podložky (Mesh Bed Leveling) spustíte z ponuky **LCD menu – Calibration**. Tento proces prebieha pred každou tlačou. Rovnaký proces prebieha aj na začiatku kalibrácie prvej vrstvy (pozrite kapitolu 7.7).

Sonda SuperPINDA prejde mriežku 4×4 bodov rozmiestnených po tlačovom pláte (bez ohľadu na to, či má zrnitý práškovaný, alebo hladký PEI povrch) a zmeria vzdialenosť od plátu. Z nameraných bodov sa interpoláciou vytvorí

virtuálna sieť podložky. Ak je podložka mierne zvlnená (ide o drobné nepresnosti vzniknuté súčtom výrobných tolerancií alebo pri zostavovaní), dýza napriek tomu počas tlače presne sleduje povrch podľa nameranej siete – a kvalita prvej vrstvy je lepšia.

8.3 Obnovenie výrobných nastavení

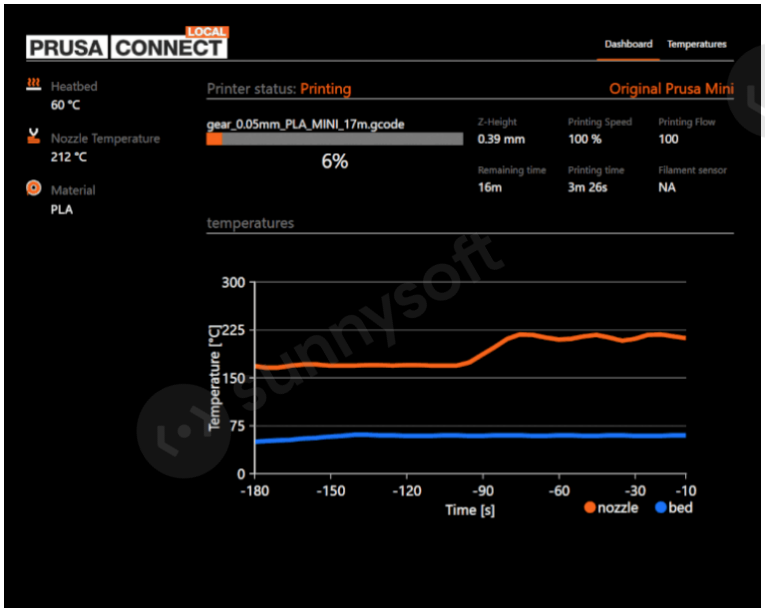
Obnovenie výrobných nastavení vykonáte cez **LCD menu** – **Settings** – **Factory Reset**. Tým sa všetky uložené hodnoty vrátia na predvolené.

8.4 Sieťové pripojenie

Original Prusa MINI+ má na základnej doske ethernetové rozhranie (RJ45). Jeho prostredníctvom môžete tlačiareň pripojiť k sieti.

Niektoré sieťové funkcie nemusia byť v dodávanej verzii firmvéru plne implementované. Informácie o aktuálnych verziách firmvéru zverejňuje výrobca na www.prusa3d.com a na sociálnych sieťach.

Tlačiareň Original Prusa MINI+ môžete zapojiť do miestnej siete (LAN) a získať prehľad o základných informáciách o tlačiarni cez webové rozhranie nazvané PrusaConnect. Tlačiareň má v predvolenom nastavení zapnuté DHCP.
V ponuke **LCD menu** – **Settings** – **LAN Settings** skontrolujte, či bola tlačiarni správne priradená IP adresa. Potom na počítači alebo mobilnom telefóne pripojenom k tej istej sieti otvorte webový prehliadač a do adresného riadka zadajte IP adresu tlačiarne. Zobrazia sa základné informácie o práve prebiehajúcej tlači. PrusaConnect v súčasnej verzii funguje iba v miestnej sieti a jeho funkcie budú v ďalších vydaniach firmvéru rozširované.



Wi-Fi modul (voliteľné príslušenstvo) nie je v predvolenom firmvéri podporovaný. Informácie o dostupnosti Wi-Fi modulu zverejní výrobca na www.prusa3d.com alebo blog.prusa3d.com.

Poznámka

Original Prusa MINI+ je kompatibilná aj s nástrojom tretej strany na sieťovú tlač OctoPrint. Informácie o inštalácii a nastavení nájdete na oficiálnych stránkach projektu OctoPrint.

9. Tlač vlastných modelov

Keď je tlačiareň plne skalibrovaná a vzorové modely vyzerajú dobre, budete pravdepodobne chcieť tlačiť vlastné modely. Máte viacero možností – viac sa dozviete v nasledujúcich kapitolách.

9.1 Získanie modelu na tlač

Najjednoduchší spôsob, ako začať s 3D tlačou, je stiahnuť si modely z internetu – zvyčajne bývajú vo formátoch .3mf, .stl alebo .obj. V oblasti 3D tlače sa našťastie pohybuje množstvo nadšencov, a tak existujú weby, odkiaľ si môžete zadarmo stiahnuť veľké množstvo hotových 3D modelov. Nájdete tam všetko možné, od jednoduchej hracej kocky po detailnú figúrku postavy z obľúbeného filmu, hry alebo seriálu. Stiahnuť si môžete aj mechanické súčiastky, príslušenstvo k RC modelom, vybavenie do domácnosti a mnoho ďalšieho.

Najlepšie modely nájdete na Printables.com

Printables.com (predtým PrusaPrinters) je veľká online knižnica kvalitných 3D modelov spravovaná spoločnosťou Prusa Research. Jej cieľom je spájať veľkú aktívnu komunitu dizajnérov, tvorcov a nadšencov do 3D tlače – bez ohľadu na to, akú značku 3D tlačiarne preferujú. Pravidelne sa tu konajú komunitné súťaže s 3D tlačiarňami a filamentmi ako hlavnými cenami a existuje tu aj systém odmien s virtuálnym aj fyzickým tovarom – za aktívne členstvo zbierate body, ktoré možno vymeniť za cievku Prusamentu alebo iný tovar.

Vďaka zameraniu na kvalitné, jedinečné a užitočné modely ste vždy len pár kliknutí od objavenia niečoho nového na tlač. A skôr než si niečo stiahnete a vytlačíte, môžete použiť pokročilý vstavaný prehliadač 3D modelov, ktorý pracuje nielen so súbormi STL a 3MF, ale aj s G-codmi. Navštívte Printables.com a objavte aktivity, súťaže, udalosti, skupiny, kolekcie a mnoho ďalšieho.

3D modely bývajú veľmi často na stiahnutie zadarmo pod licenciou Creative Commons – Attribution – Non-Commercial (modely sa nesmú využívať

komerčne a vždy musí byť uvedené meno autora), alebo za malý poplatok. Vybrali sme najzaujímavejšie weby:

- Printables.com (www.printables.com)
- Thingiverse
- MyMiniFactory
- Pinshape
- YouMagine
- Shapeways
- Gambody

Modely vo formátoch .stl, .obj a podobných však nemožno 3D tlačiť priamo. Najprv ich treba „naslicovať" (previesť) do súboru G-code, ktorý sa potom nahrá na USB disk. USB disk so slicovaným projektom vložte do tlačiarne a v ponuke **Print** vyberte model, ktorý chcete tlačiť. Viac sa dozviete v kapitolách 9.3 Čo je to súbor G-code? a 9.4 PrusaSlicer.

9.2 Vytvorenie vlastného modelu

Na vytvorenie 3D modelu potrebujete špecializovaný program – 3D editor. Existuje množstvo rôznych 3D programov a voľba zvyčajne závisí od toho, aký typ modelu chcete vytvoriť.

Na začiatok je najlepší Tinkercad – online editor, ktorý beží v okne prehliadača, takže netreba nič inštalovať. Je zadarmo, prehľadný a na internete k nemu nájdete množstvo návodov. Tinkercad je zameraný predovšetkým na tvorbu menej detailných a väčších (napr. mechanických) dielov, ideálnych na tlač FFF/FDM – vaša MINI+ si s nimi ľahko poradí.

Ďalším obľúbeným nástrojom je Autodesk Fusion 360 pre PC, Mac a iPad. Na webe výrobcu programu je k dispozícii rýchly sprievodca spolu s množstvom podrobných videonávodov, takže je to ideálna voľba pre začiatočníkov aj profesionálov.

9.3 Čo je to súbor G-code?

3D modely, ktoré ste stiahli z internetu alebo sami vytvorili, treba previesť z pôvodného formátu (.stl, .obj, .3mf a podobne) na súbor pokynov pre tlačiareň – takzvaný G-code. Až tento formát je pre 3D tlačiarne „zrozumiteľný". Súbor obsahuje pokyny na pohyb dýzy, množstvo vytláčaného filamentu, nastavenie teplôt alebo rýchlosti ventilátorov.

K dispozícii sú desiatky rôznych slicerov, každý má svoje výhody a nevýhody. Používatelia tlačiarní Prusa najčastejšie používajú tieto tri:

- PrusaSlicer

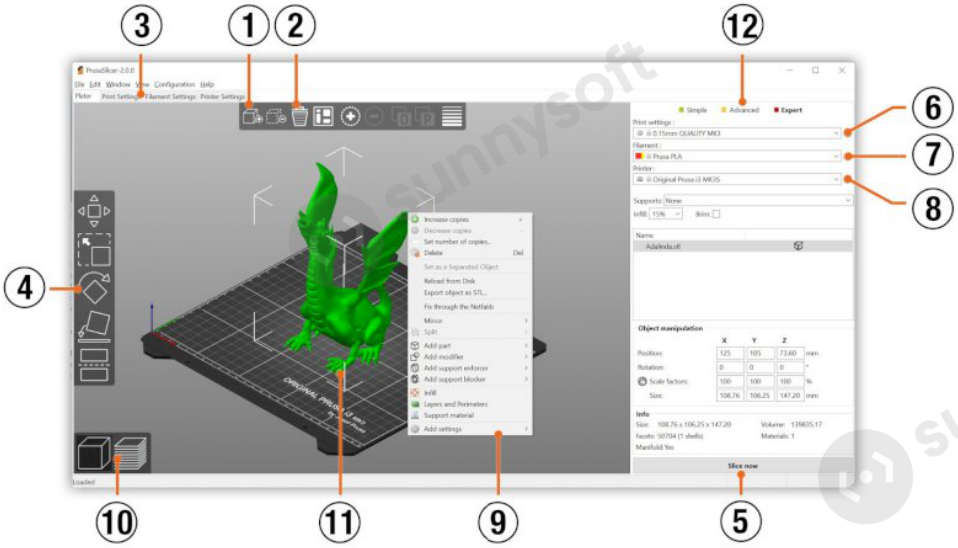
- Cura
- Simplify3D

9.4 PrusaSlicer

Ako názov napovedá, PrusaSlicer je vlastný slicer výrobcu, vyvinutý na základe open-source projektu Slic3r. Má množstvo užitočných funkcií, napríklad:

- tlačové profily pre viac než 30 filamentov s automatickou aktualizáciou,
- premenlivú výšku vrstvy,
- používateľské podpery a modifikátory,
- rôzne nastavenia tlače.

Najnovšiu stabilnú verziu si vždy môžete stiahnuť z www.prusa3d.com. Vývojové alfa/beta verzie sú k dispozícii v repozitári projektu PrusaSlicer na GitHube.



Rozhranie PrusaSlicera

1. Tlačidlom **Add** nahráte model do PrusaSlicera.
2. Tlačidlá **Delete** a **Delete All** odstránia model(y) z PrusaSlicera.
3. Otvorí podrobné nastavenia tlače, filamentu a tlačiarne.
4. Nástroje **Move**, **Scale**, **Rotate**, **Place on Face** a **Cut**.
5. Tlačidlo slicovania a vygenerovania súboru .gcode.
6. Nastavenie kvality / rýchlosti tlače.
7. Výber materiálu.
8. Výber tlačiarne.

9. Kliknutie pravým tlačidlom na model otvorí kontextovú ponuku.
10. Prepínanie medzi 3D editorom a náhľadom vrstiev.
11. Náhľad modelu.
12. Prepínanie medzi režimami **Simple** / **Advanced** / **Expert**.

9.5 Import objektov do PrusaSlicera

Po spustení PrusaSlicera vyberte v ponuke **Printer** na pravej strane okna položku **Original Prusa MINI+**. Ak ju v zozname nevidíte, pridajte ju buď voľbou **Add a new printer** v tej istej ponuke, alebo cez **Configuration** – **Configuration Wizard**. Potom zvoľte výšku vrstvy, výplň a materiál, ktorý sa chystáte použiť. Vstavané profily filamentov majú preddefinované a otestované nastavenia. Ak zvolíte nesprávny profil, môže to kvôli nekompatibilnému nastaveniu negatívne ovplyvniť tlač.

PrusaSlicer umožňuje importovať objekty vo formátoch STL, OBJ, AMF a 3MF – ide o najčastejšie typy 3D súborov, ktoré na internete nájdete. Môžete ich buď pretiahnuť myšou do okna 3D editora, alebo použiť tlačidlo **Add...** na hornom paneli nástrojov.

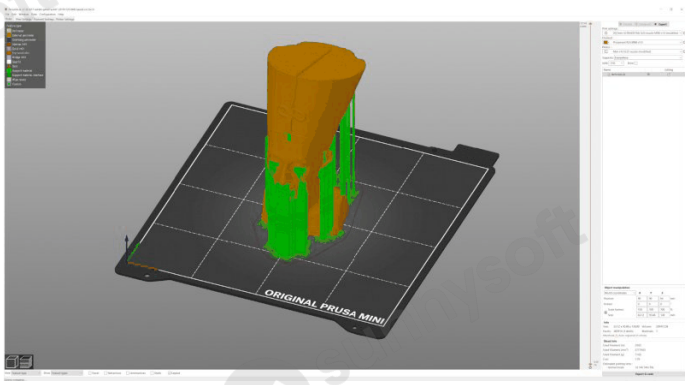
Na úpravu modelu použite nástroje na ľavom paneli: **Move**, **Scale** a **Rotate**. Ak má objekt modrú farbu, znamená to, že sa nezmestí na tlačovú plochu. Viac sa dozviete v nasledujúcej kapitole. Neexistuje univerzálny spôsob, ako model na plochu umiestniť – záleží na konkrétnom tvare. Všeobecne platí, že ako základňu je vhodné zvoliť najväčšiu rovnú plochu objektu: čím väčšia základňa, tým lepšia priľnavosť. Najlepší výsledok dosiahnete, keď je spodná strana modelu dokonale rovná.

9.6 Použitie podpier

Podpery sú 3D tlačené podporné štruktúry (podobné lešeniu), ktoré umožňujú správne vytlačiť zložité objekty – po dokončení tlače ich možno od výtlačku oddeliť.

Mnoho modelov možno vytlačiť bez podpier – stačí ich správne položiť na tlačovú plochu a môžete tlačiť. Nie všetky objekty sa však bez podpier vytlačiť dajú.

Ak tlačíte objekt so stenami sklonenými pod uhlom menším než 45° (strmý previs), previsy sa nemusia vytlačiť správne a tlač môže zlyhať. Existujú aj objekty, pri ktorých by tlačiareň musela začať tlačiť „do vzduchu“ – čo nie je možné. V takých prípadoch treba použiť podpery. PrusaSlicer má túto funkciu vstavanú.



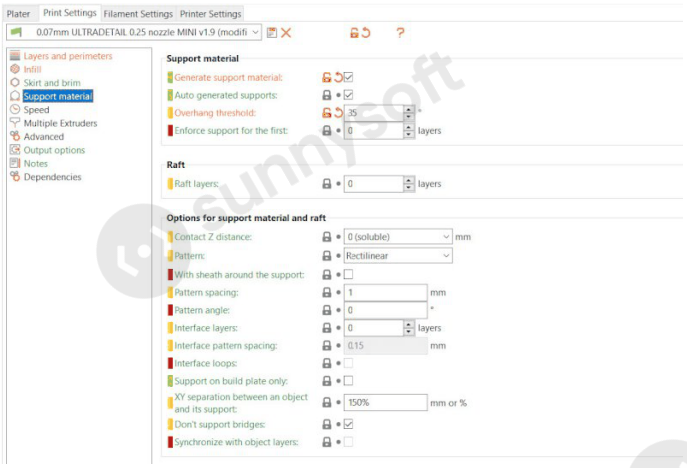
Automaticky generované podpery v PrusaSliceri

Máte na výber tri možnosti:

- **Iba na tlačovej podložke** – generuje podpery iba medzi objektom a tlačovou plochou.
- **Iba pre vynútené podpery** – generuje podpery iba tam, kde sú umiestnené modifikátory vynucujúce podpery.
- **Všade** – generuje podpery všade.

Predvolené hodnoty fungujú vo väčšine prípadov. Ak však potrebujete upraviť, kde sa podpery majú generovať, postupujte takto: otvorte kartu **Print Settings** a v ľavom stĺpci kliknite na **Support Material**.

- Začiarknite pole **Generate support material**.
- **Overhang threshold** umožňuje nastaviť minimálny uhol, od ktorého sa podpery tlačia. Pri nastavení na nulu sa uhol zisťuje automaticky. Skúste vygenerovať podpery s rôznym nastavením uhla, aby ste zistili, ktorá hodnota vášmu objektu vyhovuje najlepšie.
- **Enforce support** pre prvých niekoľko vrstiev sa používa hlavne pri malých modeloch alebo modeloch s malou základňou, aby sa počas tlače neodlomili alebo neodtrhli od tlačovej plochy.



Poznámka
Plochy nad podperami majú zvyčajne horšiu kvalitu povrchu. Skôr než sa rozhodnete podpery použiť, skúste objekt posunúť alebo otočiť tak, aby ich bolo treba menej, alebo vôbec žiadne.

9.7 Rýchlosť tlače vs. kvalita tlače

Malý objekt sa vytlačí za pár minút, tlač väčších modelov však trvá dlhšie – niektoré výtlačky zaberú aj desiatky hodín. Čas tlače ovplyvňuje množstvo faktorov. Prvým spôsobom, ako rýchlosť ovplyvniť, je zmena výšky vrstvy v PrusaSliceri – v pravom hornom okne nájdete ponuku **Print Settings**. Predvolené nastavenie je **0.15 mm QUALITY**, tlač však môžete zrýchliť voľbou **0.20 mm SPEED** alebo dokonca **0.25 mm DRAFT**. Vyššia vrstva znamená menej detailné modely s výraznejšími vrstvami. Ak dávate prednosť kvalite pred rýchlosťou, zvoľte **0.10 mm DETAIL**. Čas tlače sa citeľne predĺži, modely však budú vyzerať lepšie. Zvýšenie rýchlosti tlače môže viesť k menej detailnému modelu.

Najpoužívanejšie profily 0,15 mm a 0,20 mm existujú v dvoch variantoch:

- **Kvalita (Quality)** – pomalšia tlač perimetrov a výplne, lepšia kvalita povrchu.
- **Rýchlosť (Speed)** – rýchlejšia tlač perimetrov a výplne bez výraznej straty kvality povrchu.



Kvalita tlače vs. čas tlače

Rýchlosť možno meniť aj počas tlače: **LCD menu** – **Tune** – **Speed**. Otáčaním ovládacieho tlačidla v smere hodinových ručičiek zvýšite rýchlosť tlače až na 150 %, otáčaním proti smeru ju znížite – minimum je 50 %. Sledujte, ako sa zmena rýchlosti prejavuje na tlačenom modeli, a podľa toho rýchlosť upravte. Toto nastavenie neovplyvňuje akceleráciu, takže zmena rýchlosti nie je priamo úmerná zmene času tlače.

9.8 Výplň (infill)

Výplň (infill) je ďalší parameter, ktorý ovplyvňuje tlačený objekt – predovšetkým rýchlosť tlače, pevnosť a do istej miery aj vzhľad výtlačku.

Objekty vytlačené metódou FFF/FDM nie sú plné. Vnútri majú určitú priestorovú štruktúru – od jednoduchej mriežky alebo šesťuholníkov po zložitejšie vzory. Účel výplne je vždy rovnaký: dať objektu určitú pevnosť. Mnoho modelov možno tlačiť s výplňou 10–15 %; ak potrebujete pevnejší objekt (napr. konštrukčný diel), zvoľte hustejšiu výplň.

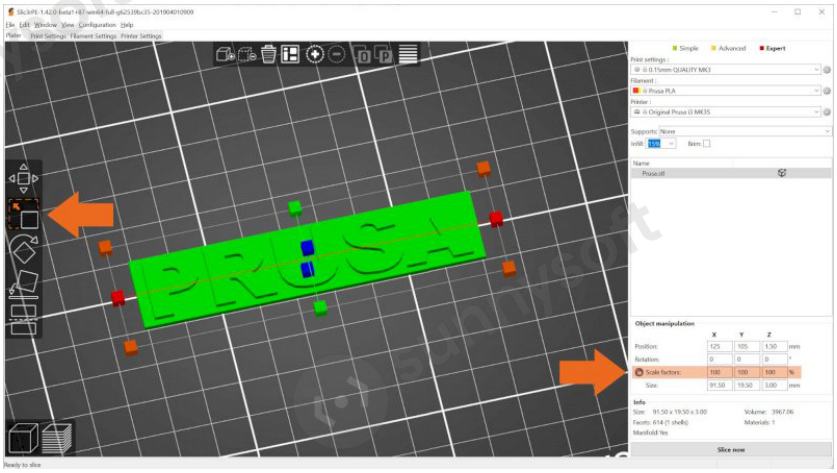
9.9 Lem (brim)

Lem (brim) zvyšuje priľnavosť k tlačovej ploche a znižuje riziko krútenia výtlačku. Okolo prvej vrstvy sa vytlačia ďalšie obrysy – hodí sa to najmä vtedy, keď sa model dotýka podložky len malou plochou. V PrusaSliceri lem zapnete začiarknutím poľa **Brim** v pravom paneli. Po skončení tlače lem zvyčajne ľahko odstránite rukou, prípadne škrabkou alebo skalpelom.

9.10 Tlač veľkých objektov

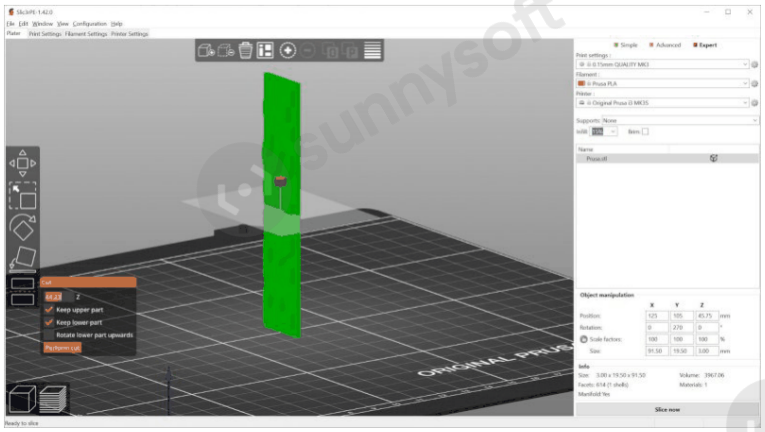
Poznámka
Original Prusa MINI+ má v porovnaní s Original Prusa i3 MK3S menšiu podložku, s niekoľkými trikmi však aj na MINI+ vytlačíte naozaj veľké objekty. Nenechajte sa menšou podložkou zastaviť – na blogu výrobcu blog.prusa3d.com nájdete tipy, ako poskladať rozmerné modely z niekoľkých menších dielov.

Zvláštnym prípadom je tlač objektov väčších než vyhrievaná podložka. Prvou možnosťou je objekt zmenšiť na tlačiteľnú veľkosť. Na ľavom paneli vyberte nástroj **Scale** (alebo stlačte kláves S). Potom veľkosť objektu zmeňte pomocou 3D ovládača (gizma). Ak chcete model zmenšiť proporcionálne, ťahajte za jeden z rohov ovládača. Veľkosť možno meniť aj pozdĺž jedinej osi ťahaním za príslušné úchyty. Prípadne môžete zadať presnú hodnotu mierky v okne manipulácie s objektom v pravom dolnom rohu.



Zmena mierky tlačeného objektu

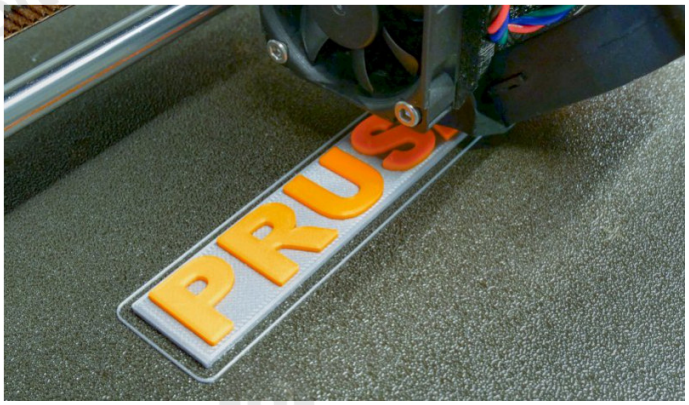
Ak potrebujete vytlačiť objekt, ktorý sa v pôvodnej veľkosti na podložku nezmestí, musíte ho rozrezať na menšie časti. Na ľavom paneli vyberte nástroj **Cut** (alebo stlačte kláves C). Rovinu rezu umiestnite do požadovanej polohy, alebo zadajte presnú výšku v dialógu nástroja **Cut**. Môžete sa rozhodnúť, či zachovať hornú časť, dolnú časť, alebo obe časti objektu.



Rezanie objektu nástrojom Cut

9.11 Tlač viacfarebných objektov

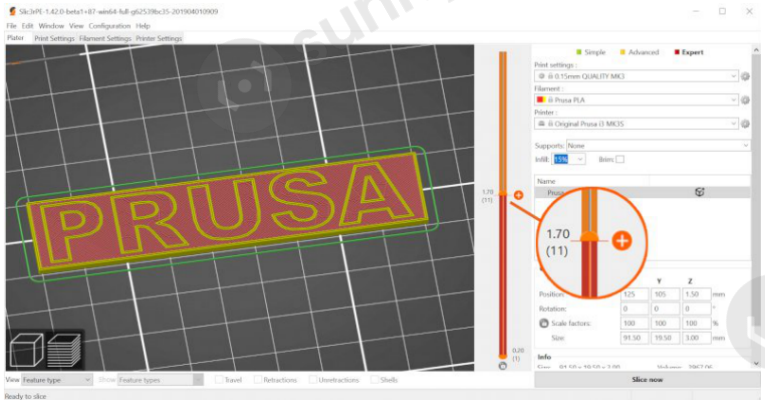
Viacfarebné výtlačky s farbou menenou po vrstvách možno jednoducho nastaviť priamo v PrusaSliceri – postup pozrite nižšie.



Viacfarebný objekt vytlačený pomocou funkcie zmeny farby v PrusaSliceri

Zmena farby v PrusaSliceri

1. Prepnite do náhľadu vrstiev tlačidlom v ľavom dolnom rohu.
2. Posúvačom na pravej strane vyberte vrstvu, v ktorej sa má farba zmeniť.
3. Kliknite na oranžovú ikonu so znamienkom plus.
4. Okamžite sa zobrazí náhľad. Zmenu farby môžete zrušiť kliknutím na sivý krížik, ktorý sa teraz zobrazuje namiesto oranžového znamienka plus.
5. Vyexportujte G-code a môžete tlačiť!



Nastavenie zmeny farby v PrusaSliceri

9.12 Slicovanie a export

Jednou z najdôležitejších častí slicovania je kontrola naslicovaného objektu v okne náhľadu. Posúvačom na pravej strane okna si môžete postupne prejsť všetky vrstvy objektu. Odhalíte tak možné problematické miesta – napríklad keď spodná strana objektu nesedí priamo na podložke alebo keď niekde chýbajú podpery a časť objektu začína „vo vzduchu“.

Skôr než model vyexportujete ako G-code a nahráte na USB disk, vždy ho skontrolujte v režime náhľadu. Je to najlepší spôsob, ako predísť problémom pri tlači.

10. Sprievodca materiálmi

Poznámka

Kompletný prehľad materiálov je k dispozícii online! Kvôli obmedzenému miestu v tejto príručke ponúkame len stručný prehľad najobľúbenejších filamentov. Navštívte help.prusa3d.com/materials, kde nájdete podrobný prehľad prevažnej väčšiny dostupných filamentov.

Original Prusa MINI+ vie tlačiť z mnohých obľúbených materiálov. Materiály sa líšia mechanickými aj optickými vlastnosťami a náročnosťou tlače. Ak s 3D tlačou začínate, vaším prvým filamentom by malo byť rozhodne PLA. Až keď vás niektorá z nevýhod PLA obmedzí, je čas vyskúšať iné filamenty, ako PETG alebo ASA.

10.1 PLA

PLA je najčastejšie používaný materiál na 3D tlač. Ľahko sa s ním tlačí a výtlačky z PLA sú veľmi tvrdé. Vďaka nízkej teplotnej rozťažnosti (výtlačky sa na podložke nekrútia) je ideálny na tlač veľkých objektov aj na tlač drobných detailných modelov. Je to jediný materiál, ktorý je naozaj vhodný na tlač s vrstvou 50 mikrónov (rozlíšenie Ultradetail), a možno z neho tlačiť skvelo vyzerajúce miniatúry.

Výhody

- jednoduchá tlač, vhodný pre začiatočníkov
- detailná tlač drobných modelov
- bezproblémová tlač veľkých objektov
- takmer bez zápachu
- cenovo dostupný
- široký výber farieb

Nevýhody

- krehký a neohybný
- nízka teplotná odolnosť (54 °C)
- náročné dodatočné opracovanie
- nevhodný na vonkajšie použitie (nízka odolnosť proti UV žiareniu a teplote)

Typické použitie

- prototypy
- hračky
- figúrky
- šperky (drobné a detailné modely)
- modely architektúry

Tipy a triky

Najlepšie sa tlačí na hladký PEI plát. Pri dodatočnom opracovaní výtlačkov z PLA použite na hladký povrch mokré brúsenie. Pri brúsení nasucho môže teplo vzniknuté trením začať deformovať tlačený objekt. PLA sa rozpúšťa iba v chemikáliách ako chloroform alebo zahriaty benzén. Na lepenie viacerých dielov dohromady postačí sekundové lepidlo alebo acetón.

- **Teplota dýzy** – 215 °C
- **Teplota podložky** – 50–60 °C
- **Tlačová podložka** – uistite sa, že je povrch čistý – pozrite kapitolu 11.1 Pružné tlačové pláty.

10.2 PET/PETG

PETG je ďalším z najpoužívanejších materiálov na 3D tlač. Je skvelou voľbou na tlač mechanicky namáhaných dielov. V porovnaní s PLA má vyššiu teplotnú odolnosť, je pružnejší, a teda menej krehký. Vďaka nízkej teplotnej rozťažnosti dobre drží na podložke a nekrúti sa. Tlač s ním je takmer rovnako jednoduchá ako s PLA, na rozdiel od PLA však ponúka lepšie mechanické vlastnosti. Diely tlačiarní výrobcu sú vytlačené práve z PETG!

Výhody

- vysoká teplotná odolnosť
- jednoduchá tlač
- nízke krútenie
- húževnatý a odolný
- jednoduché opracovanie (brúsenie)
- takmer bez zápachu
- lesklý povrch
- dobrá priľnavosť vrstiev
- odolný proti vode a vlhkosti

Nevýhody

- nevhodný na tlač malých/detailných modelov
- možné stringovanie (tenké vlákna)
- horšie premostenia a previsy
- silná priľnavosť k podložke
- nedá sa vyhladiť acetónom, rozpustný iba v nebezpečných chemikáliách
- podpery sa môžu ťažko odstraňovať

Typické použitie

- mechanické súčiastky
- držiaky a kryty
- vodotesné výtlačky (kvetináče)

Tipy a triky

Na rozdiel od PLA vyžaduje PETG vyhrievanú podložku (85 °C). Horšie premosťuje, má horšie previsy a má sklon k stringovaniu. Stringovanie možno

zmierniť vyššími retrakciami a nižšou teplotou dýzy, odporúčame však držať sa profilov v PrusaSliceri. Výtlačok z PETG je dôležité chladiť – model má potom lepšie detaily a obmedzí sa stringovanie a vytekanie. Ak však chcete čo najpevnejší model, skúste tlačový ventilátor vypnúť. Vyššia teplota filamentu zabezpečí lepšiu priľnavosť vrstiev, a tým lepšiu mechanickú odolnosť. Odporúčame tlačiť prvých niekoľko vrstiev s vypnutým ventilátorom (kvôli priľnavosti) a potom ho zapnúť na polovičný výkon.

- **Teplota dýzy** – 240 °C
- **Teplota podložky** – 80–100 °C
- **Tlačová podložka** – zrnitý práškovaný plát a saténový plát nevyžadujú žiadnu zvláštnu prípravu, len ich udržujte čisté a bez mastnoty. Na hladký PEI plát naneste tenkú vrstvu tyčinkového lepidla, pretože PETG môže k povrchu plátu priľnúť príliš silno a výtlačok by sa ťažko odstraňoval.

10.3 ASA/ABS

ASA a ABS sú veľmi podobné materiály. ASA je v mnohých ohľadoch lepší než ABS a možno ho považovať za jeho nástupcu. ASA je odolný proti UV žiareniu a pri tlači sa o niečo menej zmršťuje. Jedinou výhodou ABS je jednoduchšia úprava povrchu acetónom. Ďalej budeme hovoriť iba o ASA, to isté však platí aj pre ABS.

ASA je pevný a všestranný materiál. Vyššia teplota topenia než pri PLA dáva ASA výbornú teplotnú odolnosť – výtlačky nevykazujú známky deformácie až do teplôt okolo 100 °C. ASA má bohužiaľ v porovnaní s PLA veľmi vysokú teplotnú rozťažnosť, ktorá komplikuje tlač najmä pri rozmernejších modeloch. Aj s vyhrievanou podložkou nastavenou na 100 °C sa môže výtlačok začať krútiť a odliepať od podložky. Pri tlači sa navyše uvoľňuje nepríjemný zápach.

Výhody

- vysoká odolnosť proti nárazu a opotrebeniu
- veľmi dobrá teplotná odolnosť
- vhodný na vonkajšie použitie – UV stabilný
- rozpustný v acetóne – jednoduché lepenie
- dá sa vyhladiť acetónovými parami
- detailné výtlačky bez stringovania
- jednoduché opracovanie (napr. brúsenie, rezanie)

Nevýhody

- náročnejšia tlač
- sklon ku krúteniu (veľké modely tlačte v uzavretom boxe)
- nepríjemný zápach pri tlači (obsahuje styrén)

Typické použitie

- kryty a ochranné puzdrá
- prototypy
- náhradné diely
- hračky a figúrky

Tipy a triky

Tlač z ASA/ABS je výrazne jednoduchšia, ak je tlačiareň v uzavretom boxe. Vyhrievaná podložka box rýchlo vyhreje a zníži tepelný šok pre vytláčaný filament. Výrazne sa tým obmedzí krútenie aj oddeľovanie vrstiev. Vďaka acetónu je jednoduché spojiť viacero výtlačkov dohromady: stačí kontaktné plochy ľahko potrieť acetónom a diely pritlačiť k sebe. Výtlačky možno navyše vyhladiť acetónovými parami a získať tak dokonale lesklý povrch. Pri manipulácii s acetónom buďte opatrní!

- **Teplota dýzy** – 245–265 °C
- **Teplota podložky** – 90–100 °C (väčší objekt vyžaduje vyššiu teplotu)
- **Tlačová podložka** – ASA a ABS fungujú najlepšie so saténovým plátom, ktorý nevyžaduje žiadnu zvláštnu prípravu – len ho udržujte čistý a bez mastnoty. Ak však tlačíte ABS/ASA na zrnitý alebo hladký plát, naneste na povrch plátu tenkú vrstvu tyčinkového lepidla, pretože ASA a ABS môžu k týmto povrchom priľnúť príliš silno a výtlačok by sa ťažko odstraňoval.

10.4 PC (polykarbonát) a PC Blend

Polykarbonát (PC) je technický materiál s vynikajúcou húževnatosťou, pevnosťou v ťahu a odolnosťou proti vysokým teplotám. Je však veľmi náročný na tlač, a preto je vhodný hlavne pre pokročilých používateľov. To neplatí pre Prusament PC Blend, ktorý sa v porovnaní s inými polykarbonátmi tlačí výrazne jednoduchšie.

Výhody

- vysoká teplotná odolnosť
- vysoká húževnatosť a pevnosť v ťahu
- čistý polykarbonát je priehľadný
- dobré elektroizolačné vlastnosti

Nevýhody

- čistý polykarbonát je silno hygroskopický
- vysoká teplota dýzy aj podložky
- silné krútenie, najmä pri veľkých modeloch
- mierny zápach pri tlači
- odporúča sa separačná vrstva
- vysoká cena

Typické použitie

Polykarbonát je vhodný predovšetkým na technické diely, pri ktorých sa vyžaduje vysoká odolnosť proti teplu a mechanickému namáhaniu.

Tipy a triky

- Zvážte tlač v uzavretom boxe – predídete krúteniu tlačených objektov.
- V PrusaSliceri zapnite **Skirt**, aby ste obmedzili krútenie.
- Okolo malých objektov pridajte **Brim**.
- Netlačte v chladných priestoroch.
- **Teplota dýzy** – 275 °C
- **Teplota podložky** – 110 °C pre prvú vrstvu, 115 °C pre ďalšie vrstvy
- **Tlačová podložka** – najlepšiu priľnavosť poskytuje zrnitý práškovaný plát alebo saténový plát s vrstvou tyčinkového lepidla. Saténový práškovaný plát má dobrú priľnavosť aj bez lepidla, napriek tomu odporúčame separačnú vrstvu, aby sa povrch neopotrebúval ani nepoškodil.

10.5 PVB

Polyvinylbutyral (PVB) je materiál navrhnutý na jednoduché vyhladzovanie izopropylalkoholom (IPA). Vďaka priehľadnosti sa hodí na tlač váz, tienidiel lámp a ďalších dizajnových objektov. Tlačové nastavenia sú podobné ako pri PLA, mechanické vlastnosti má PVB mierne lepšie.

Výhody

- tlačové nastavenia podobné PLA
- priehľadný filament
- ideálny na dizajnové diely, vázy, tienidlá lámp atď.
- chemické vyhladzovanie pomocou IPA
- skvelá priľnavosť k podložke
- dobrá húževnatosť (podobná CPE)
- dobrá pevnosť v ťahu (podobná PETG)
- nízke krútenie (nižšie než pri PLA)
- vhodný pre dýzu 0,8 mm

Nevýhody

- nižšia priľnavosť medzi vrstvami
- hygroskopický filament (pohlcuje vlhkosť)
- vyššia cena

Typické použitie

PVB sa najlepšie uplatní pri tlači priehľadných modelov, napríklad šperkov, váz, tienidiel lámp a pod.

Tipy a triky

PVB dobre priľne k čistému hladkému alebo saténovému plátu; na zrnitom práškovanom pláte je priľnavosť horšia. Ak chcete tlačiť priehľadné objekty, ktoré budete vyhladzovať izopropylalkoholom, odporúčame väčšiu dýzu (0,8 mm) a v PrusaSliceri režim **Spiral vase**. Pri tlači s viacerými perimetrami budú jednotlivé vrstvy zreteľné aj po vyhladení. Filament skladujte v suchu – PVB je náchylný na pohlcovanie vlhkosti, čo sa môže prejaviť na kvalite tlače. Filament preto vždy vracajte do vrecka so silikagélom, prípadne ho pred tlačou nechajte 4 hodiny sušiť pri 60 °C.

Hlavnou výhodou PVB je možnosť vyhladenia izopropylalkoholom (IPA). Modely z PVB možno vyhladiť v parách IPA, ponorením do kúpeľa IPA alebo priamym nanesením IPA na povrch (rozprašovačom alebo štetcom). Podrobné návody nájdete na blogu výrobcu blog.prusa3d.com.

- **Teplota dýzy** – 215 ± 10 °C
- **Teplota podložky** – 75 °C
- **Tlačová podložka** – nepoužívajte štandardný zrnitý práškovaný plát. PVB lepšie priľne k čistému hladkému alebo saténovému plátu; zrnitý plát nemusí mať dostatočnú priľnavosť.

10.6 Flexibilné materiály

Flexibilné filamenty sú veľmi pevné a pružné. V mnohých prípadoch nie je klasický tvrdý plast pre daný model vhodný. Či už tlačíte kryt na telefón, puzdro na akčnú kameru alebo koleso pre RC auto, je lepšie použiť pružný materiál. Tieto materiály sú však pomerne nezvyčajné, drahé a kvôli náročnosti tlače vhodné hlavne pre pokročilých používateľov.

Skôr než začnete tlačiť z Flexu, vyčistite dýzu od predchádzajúceho materiálu. Najprv dýzu predhrejte na najvyššiu teplotu, pri ktorej ste v poslednom čase tlačili. Potom do extrudéra zaveďte PLA, ktoré vytlačí všetok predchádzajúci materiál. Pri zavádzaní Flexu čo najviac povoľte prítlak idlera. Zvážte vyčistenie dýzy metódou „Cold Pull" – podrobný návod nájdete na help.prusa3d.com. Tlačte pomaly. Čím pomalšie, tým lepšie. Typická rýchlosť pre flexibilné filamenty je zhruba 20 mm/s, maximálna odporúčaná rýchlosť sa pohybuje medzi 30 a 40 mm/s. Pri vyšších rýchlostiach hrozí upchatie dýzy alebo namotanie filamentu do podávacích koliesok. Pre tlačiarne Original Prusa odporúčame profily „Semiflex or Flexfill 98A" alebo „Filatech FilaFlex40", ktoré majú správne nastavenú rýchlosť.

Výhody

- flexibilita a elasticita
- minimálne krútenie
- dobrá priľnavosť vrstiev
- odolnosť proti oderu

Nevýhody

- vyžaduje ďalšie kroky pri zavádzaní filamentu
- náročnejšia príprava aj tlač, horšie premostenia a previsy
- musí sa tlačiť pomaly
- vyššia cena
- hygroskopický – musí sa skladovať v suchu

- **Teplota dýzy** – 230–260 °C
- **Teplota podložky** – 45–65 °C (väčší objekt vyžaduje vyššiu teplotu)
- **Tlačová podložka** – ak tlačíte na hladký plát, naneste naň separačnú vrstvu (tyčinkové lepidlo alebo kaptonovú pásku). Zrnitý práškovaný plát separačnú vrstvu nepotrebuje – výtlačok na ňom dobre drží a po vychladnutí ho ľahko odstránite bez poškodenia povrchu.

11. Bežná údržba

MINI+ bola od začiatku navrhnutá ako spoľahlivý tlačový „drič“. Napriek tomu ide o zariadenie s mechanickými časťami, ktoré z času na čas vyžadujú údržbu. Postupujte podľa pokynov nižšie, aby vaša tlačiareň zostala čo najdlhšie v perfektnej kondícii.

11.1 Pružné tlačové pláty

Ak tlačené objekty na tlačovom pláte zle držia, treba plát očistiť. Zvoľte správny čistiaci prostriedok podľa typu tlačového plátu (pozrite nižšie), kvapnite malé množstvo na čistú papierovú utierku a utrite ňou tlačový povrch. Najlepšie výsledky dosiahnete, keď bude plát studený – inak by ste sa mohli popáliť o dýzu alebo vyhrievanú podložku a alkohol by sa vyparil skôr, než by stihol čokoľvek vyčistiť. Podrobnosti nájdete v kapitole 7 Váš prvý výtlačok.

Tlačovú plochu netreba čistiť pred každou tlačou. Dôležité je nedotýkať sa povrchu plátu prstami ani znečistenými nástrojmi.

Odporúčané čistiace prostriedky sa podľa typu tlačového plátu mierne líšia. Pokyny pre konkrétne materiály (napr. nutnosť separačnej vrstvy, aby sa povrch nepoškodil) nájdete v predchádzajúcej kapitole.

	Správne použitie	Riziká a nebezpečenstvá
Hladký PEI plát	• Izopropylalkohol 90 % a viac (IPA) je najlepší odmasťovač. NEPOUŽÍVAJTE dezinfekčné gély na ruky a podobné prípravky, aj keď môžu IPA obsahovať – zvyčajne obsahujú aj mastné a hydratačné zložky. • Teplá voda s niekoľkými kvapkami prostriedku na riad (ak IPA neodstráni napr. zvyšky cukru na pláte). • Acetón – občas na dôkladnejšie oživenie plátu. • Pri tlači z FLEXu použite tyčinkové lepidlo.	• IPA + PETG spôsobí, že výtlačok priľne k plátu veľmi silno a jeho odstránenie môže byť extrémne náročné. Materiály ako PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP a FLEX tlačte iba so separačnou vrstvou (tyčinkové lepidlo).
Zrnitý práškovaný plát	• Izopropylalkohol 90 % a viac (IPA) – najlepší odmasťovač. • Nikdy nepoužívajte acetón.	
Saténový práškovaný plát	• Vhodný pre PLA aj PETG. • Izopropylalkohol 90 % a viac (IPA) – najlepší odmasťovač. • Pri tlači z FlexFill 98A netreba tyčinkové lepidlo. • Široké spektrum podporovaných materiálov vrátane pokročilých, ako je PC Blend.	• Nikdy nepoužívajte acetón! • Výtlačky z ASA a PC Blendu vyžadujú okolo objektu lem, obrys alebo štít. • Na odstránenie výtlačku z povrchu plátu nepoužívajte ostré predmety!

Poznámka

Kalibračné hodnoty sa môžu pri jednotlivých tlačových plátoch mierne líšiť, pretože sa líši hrúbka povrchovej vrstvy. Ak ste práve vymenili plát, skontrolujte vzhľad prvej vrstvy a výšku dýzy prípadne doladťe funkciou Live Adjust Z. Novšie verzie firmvéru umožňujú ukladať kalibračné hodnoty do profilov tlačových plátov.

Poznámka

Všetky originálne tlačové pláty Prusa Research sú obojstranné.



Hladký PEI plát a zrnitý práškovaný PEI plát a ich vplyv na prvú vrstvu

11.2 Pružný plát s obojstranným ZRNITÝM práškovaným PEI

- povrch odolný proti poškriabaniu a poškodeniu
- textúra povrchu sa prenáša na prvé vrstvy výtlačku
- zhovievavejšie nastavenie Live Adjust Z
- FLEX nevyžaduje tyčinkové lepidlo
- výtlačky sa po vychladnutí plátu zvyčajne oddelia samy
- prvá vrstva môže byť viac sploštená než pri hladkých plátoch (pozrite kapitolu o kalibrácii prvej vrstvy)
- výtlačky z PLA s malou kontaktnou plochou môžu potrebovať lem
- výtlačky z PLA s veľkou základňou (cez celý plát) sa môžu krútiť
- ak používate aj hladký PEI plát, treba zmeniť Live Adjust Z
- nikdy nečistiť acetónom

Práškovaný povrch nanesený priamo na kov umožnil vytvoriť tlačový plát, ktorý je vysoko odolný proti poškodeniu. Ak doň narazí zahriata dýza, kov dokáže teplo rozptýliť. Práškovaný povrch zároveň dodáva spodnej ploche výtlačku charakteristickú textúru.

Zrnitý povrch skryje väčšinu mechanických poškodení spôsobených rôznymi nástrojmi. Poškriabať možno len vrcholky drobných výstupkov, na spodnej strane modelu sa však takéto škrabance neprejavia.

Upozornenie

Zrnitý práškovaný plát nikdy nečistite acetónom! Vznikli by mikropraskliny v PEI textúre, ktoré by časom spôsobili zhoršenie povrchu.

Tento povrch používa výrobca na svojej tlačovej farme – charakteristickú textúru nájdete na tlačených dieloch svojej tlačiarne.

11.3 Pružný plát s obojstranným HLADKÝM PEI

- ideálny pre PLA
- skvelá priľnavosť takmer ku všetkým materiálom
- hladká spodná strana výtlačkov
- aj drobné detaily skvelo držia
- z času na čas oživte acetónom
- pri tlači z PETG nečistite IPA; môže byť potrebný separačný prostriedok
- pri tlači materiálov ako PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP, Flex a ďalších musíte použiť tyčinkové lepidlo – pozrite kapitolu 10 Sprievodca materiálmi
- ak používate aj zrnitý PEI plát, treba zmeniť Live Adjust Z

Upozornenie

Priemyselné lepidlo, ktorým je PEI fólia prilepená na pláte, mäkne pri teplotách nad 110 °C. Pri vyšších teplotách môže lepidlo pod fóliou migrovať a vytvárať na povrchu drobné hrbolčeky.

Poznámka

Ak sa pod PEI fóliou začnú tvoriť malé bublinky, plát jednoducho otočte a tlačte na druhú stranu. Bublinky nemajú vplyv na kvalitu tlače a po niekoľkých dňoch alebo týždňoch zmiznú.

11.4 Pružný plát s obojstranným SATÉNOVÝM PEI

- vhodný pre PLA aj PETG
- jemne textúrovaný povrch
- čistiť iba kvalitným izopropylalkoholom (90 % a viac)
- pri tlači z FlexFill 98A netreba tyčinkové lepidlo
- široké spektrum podporovaných materiálov vrátane pokročilých, ako je PC Blend
- jednoduchá údržba a dobrá priľnavosť
- nepoužívajte acetón – rýchlo poškodzuje povrch
- výtlačky z ASA a PC Blendu vyžadujú okolo objektu lem, obrys alebo štít
- pri výmene plátu treba znovu doladiť Live Z (pozrite kapitolu 11.6 Profily tlačových plátov)
- na odstránenie výtlačku z plátu NEPOUŽÍVAJTE ostré kovové predmety (napr. kovovú špachtľu)

11.5 Zlepšenie priľnavosti

V niektorých zvláštnych prípadoch, napríklad pri tlači vysokého objektu s veľmi malou kontaktnou plochou, môže byť potrebné priľnavosť zlepšiť. PEI je našťastie chemicky veľmi odolný polymér, takže naň možno dočasne naniesť rôzne látky zlepšujúce priľnavosť bez toho, aby sa povrch poškodil. Platí to aj pre materiály, ktoré by za normálnych okolností na PEI nedržali. Odporúčania pre konkrétne materiály nájdete v tejto príručke a na help.prusa3d.com.

Skôr než na plát čokoľvek nanesiete, zvážte použitie funkcie **Brim** v PrusaSliceri, ktorá zväčší plochu prvej vrstvy.

11.6 Profily tlačových plátov

Hladký aj zrnitý práškovaný PEI plát majú svoje prednosti, ako je podrobne opísané v predchádzajúcich kapitolách. Ak máte oba, majte na pamäti, že po každej výmene plátu treba znovu doladiť výšku dýzy (Live Z) – pláty nemajú rovnakú hrúbku.

Aby nebolo nutné kalibrovať prvú vrstvu po každej výmene plátu, má firmvér od verzie 4.3.0 funkciu profilov tlačových plátov. Otvorte **LCD menu** – **Settings** – **HW Setup** – **Sheet profiles**, kde nájdete zoznam profilov. Vyberte profil a vykonajte kalibráciu prvej vrstvy. Hodnota Live Z sa tým uloží do zvoleného profilu. Urobte to pre každý plát, ktorý vlastníte, a potom medzi nimi môžete ľahko prepínať – buď v ponuke profilov plátov, alebo priamo v ponuke **Settings**, kde hľadajte názov plátu v hranatých zátvorkách. Kliknutím na položku prepnete na iný profil; zobrazujú sa len profily s platnou kalibráciou prvej vrstvy.

V predvolenom nastavení uvidíte v ponuke profilov tieto profily: smooth1, smooth2, textured1, textured2, custom1, custom2. Po zvolení ľubovoľného z nich sa zobrazia nasledujúce možnosti:

- **Select** – potvrdí výber plátu, ktorý sa stane predvoleným.
- **First Layer Calibration** – spustí kalibráciu prvej vrstvy pre zvolený profil plátu.
- **Reset** – vráti hodnoty kalibrácie prvej vrstvy na výrobné.

11.7 Ložiská

Po niekoľkých stovkách hodín tlače by ste mali hladké tyče utrieť papierovou utierkou. K MINI+ sa dodáva tuba maziva Prusa; kúpite ho aj v e-shope výrobcu v sekcii príslušenstva. Naneste ho na hladké tyče všetkých osí (X, Y, Z). Potom niekoľkokrát ručne posuňte os X doľava a doprava a pomocou ponuky tlačiarne pohybujte osou Z nahor a nadol. Vyhrievanú podložku posúvajte po osi Y dopredu a dozadu rukou. Podrobný návod na údržbu nájdete na help.prusa3d.com.

Ak máte pocit, že sa niektorá z osí nepohybuje hladko, možno ložiská vybrať a premazať zvnútra (treba ich sňať z hladkých tyčí, pretože plastový lem ložiska inak zabráni tomu, aby sa mazivo dostalo dovnútra).

11.8 Ventilátory

Pri oboch ventilátoroch sa merajú otáčky (RPM), takže tlačiareň rozpozná, keď sa ventilátor náhle spomalí – napríklad kvôli zaseknutému kúsku filamentu. Ak sa zobrazí chyba ventilátora, skontrolujte, či sa točí voľne, a odstráňte prípadné nečistoty. Nepokúšajte sa kontrolu otáčok obísť – hrozí poškodenie tlačiarne.

Oba ventilátory treba po niekoľkých stovkách hodín tlače skontrolovať a vyčistiť. Prach odstráňte stlačeným vzduchom v spreji, drobné plastové nitky pinzetou. Nefúkajte stlačený vzduch na bežiaci ventilátor.

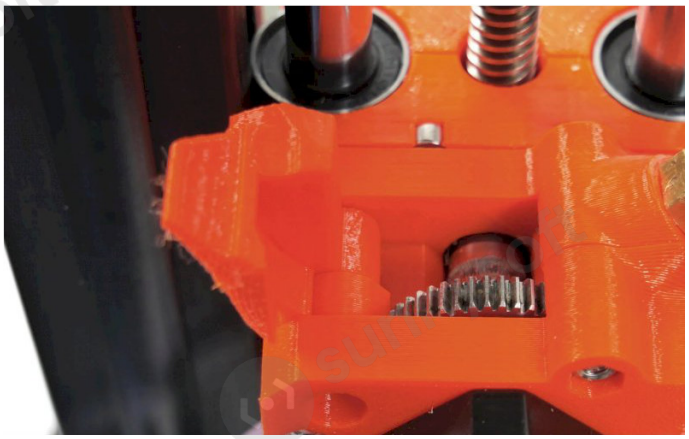
11.9 Podávacie kolieska extrudéra

Podávacie kolieska extrudéra nepotrebujú žiadne mazivo. Časom sa v ich drážkach môže vytvoriť nános úlomkov filamentu, ktorý spôsobuje nedostatočnú extrúziu. Nečistoty vyfúkajte stlačeným vzduchom alebo použite malú mosadznú kefku či špáradlo. Využite prístupový otvor na hornej strane extrudéra. Vyčistite, čo sa dá, potom koliesko pootočte a pokračujte.

11.10 PTFE trubičky

MINI+ má celkovo štyri PTFE trubičky, ktoré môžu z času na čas vyžadovať základnú údržbu. Trubičky vedú filament z cievky cez extrudér až do dýzy. Postupom času sa v nich môžu hromadiť drobné úlomky filamentu.

Čistenie PTFE trubičiek je veľmi jednoduché – stačí plechovka so stlačeným vzduchom. Ak sa PTFE trubičky opotrebujú a filament nimi nemôže správne prechádzať, môžete naraziť na množstvo problémov: ťažkosti so zavádzaním filamentu, nedostatočnú extrúziu a ďalšie. Výrobca pripravil online návody, ktoré pomôžu s riešením problémov s PTFE trubičkami a dýzou/hotendom. PTFE trubičky sú spotrebný materiál a ich kvalita sa časom zhoršuje. Článok o riešení upchatej dýzy/hotendu aj návod na výmenu PTFE trubičky hotendu nájdete v centre pomoci help.prusa3d.com.



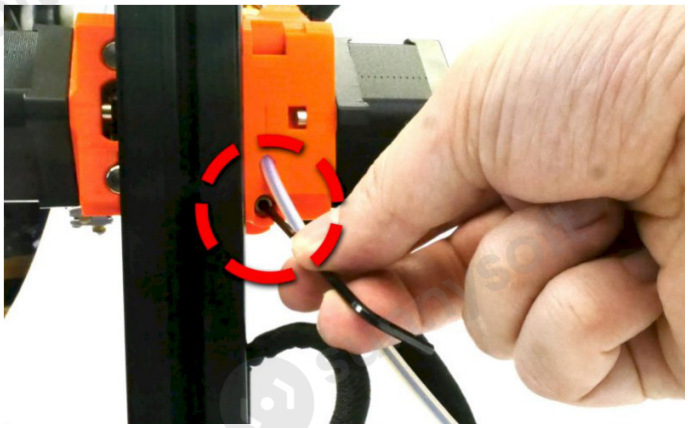
1. Prvá trubička vedie do extrudéra a možno ju vytiahnuť rukou. Ak sa ťažko odpája, bude možno treba povoliť skrutku M3×12 v extrudéri. Pozrite článok „How to access and clean the extruder-pulley (MINI)“ na help.prusa3d.com.
2. Druhá trubička vedie z extrudéra do tlačovej hlavy. Matice povoľte kľúčom veľkosti 10 – rovnaký postup použijete, keď sa v tejto trubičke zasekne filament pri zavádzaní alebo vyberaní.
3. Vyberte hlavnú PTFE trubičku (podľa kroku 2) a zároveň odstráňte spojku v extrudéri alebo v tlačovej hlave, aby ste sa dostali k trubičkám tri a štyri. Tie treba kontrolovať len vtedy, keď nimi filament nemôže voľne prechádzať.

11.11 Upchatý / zaseknutý extrudér

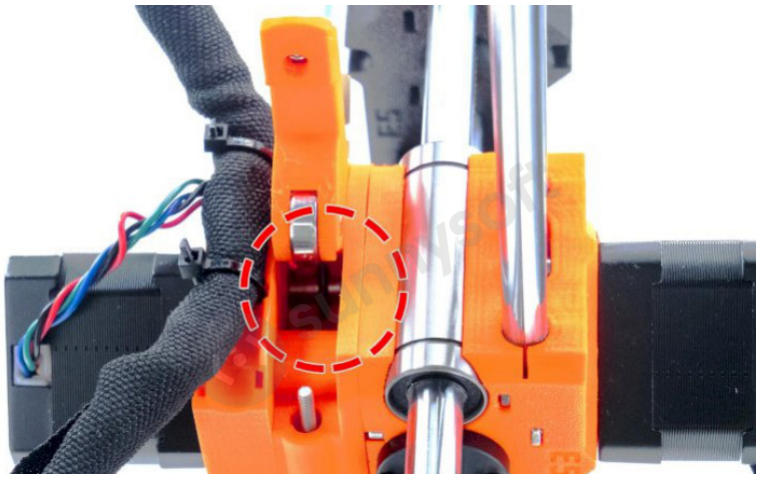
Materiál zaseknutý v extrudéri môže spôsobovať ťažkosti pri tlači alebo pri zavádzaní nového filamentu.

Na pravej strane extrudéra (pri pohľade spredu) sa priamo pod PTFE trubičkou nachádza skrutka. Jej povolením alebo utiahnutím regulujete prítlak idlera. Ak skrutku úplne vyberiete, môžete otvoriť dvierka idlera na ľavej strane extrudéra – tlačová hlava musí byť v tej chvíli na opačnej strane osi X.





Po otvorení idlera ľahko vyčistíte obe podávacie kolieska a odstránite zvyšky filamentu zachytené v extrudéri. Odporúčame kolieska z času na čas skontrolovať a odstrániť nečistoty.



Otvorený idler – vnútri je vidieť zavedenú strunu filamentu

11.12 Čistenie dýzy

Upozornenie

Počas týchto postupov sa nedotýkajte dýzy – je veľmi horúca a môže spôsobiť popáleniny!

Poznámka

Na jednoduchšie čistenie vysuňte tlačovú hlavu úplne nahor: **LCD menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**. Získate lepší prístup k hotendu.

11.12.1 Z dýzy vychádza len málo filamentu

Ak filament neprechádza extrudérom plynulo a z dýzy vychádza len malé množstvo, najprv skontrolujte, či správne pracuje ventilátor hotendu a či je správne nastavená teplota (PLA 215 °C, ASA 260 °C, PETG 230 °C). Skontrolujte tiež, či je filament správne zavedený do extrudéra.

Ak to nepomôže, postupujte takto:

1. Zahrejte dýzu na teplotu zodpovedajúcu filamentu, z ktorého chcete tlačiť. Zaveďte filament a zospodu do dýzy zasuňte akupunktúrnu ihlu (je súčasťou balenia tlačiarne) alebo tenký drôt (0,3–0,35 mm) do hĺbky 1–2 cm. Odporúčame použiť rukavice – roztavený materiál môže nečakane vytiecť.
2. V LCD ponuke zvoľte **Load filament** a skontrolujte, či sa filament vytláča správne.
3. Znovu zasuňte do dýzy akupunktúrnu ihlu alebo drôt a postup niekoľkokrát zopakujte. Keď sa filament vytláča správne, je dýza čistá.

11.12.2 Z dýzy nevychádza filament

Ak vidíte, že filament prechádza hlavnou PTFE trubičkou, ale z dýzy nevychádza, je hotend s najväčšou pravdepodobnosťou upchatý. Na úplné vyčistenie postupujte takto:

1. Zahrejte dýzu na teplotu zodpovedajúcu filamentu, z ktorého chcete tlačiť. Zaveďte filament a zospodu do dýzy zasuňte akupunktúrnu ihlu (je súčasťou balenia tlačiarne) alebo tenký drôt (0,3–0,35 mm) do hĺbky 1–2 cm. Odporúčame použiť rukavice – roztavený materiál môže nečakane vytiecť.
2. V LCD ponuke zvoľte **Load filament** a skontrolujte, či sa filament vytláča správne.
3. Znovu zasuňte do dýzy akupunktúrnu ihlu alebo drôt a postup niekoľkokrát zopakujte. Keď sa filament vytláča správne, je dýza čistá.

11.13 Výmena dýzy

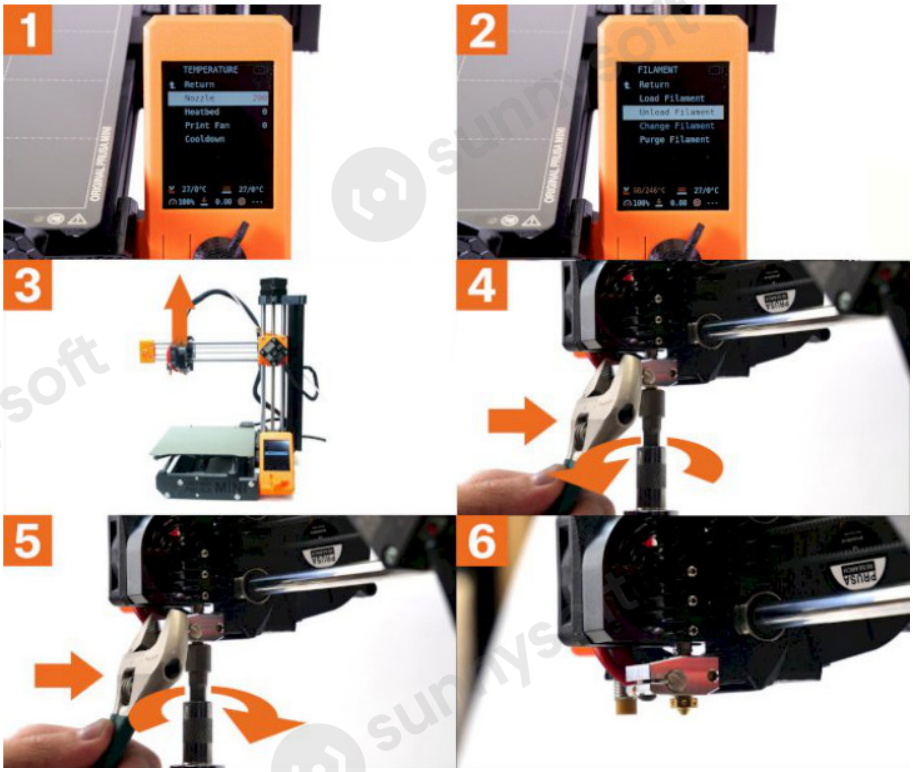
Poznámka

Ak vymieňate dýzu Olsson Ruby, najprv si prečítajte pokyny jej výrobcu (3DVerkstan), inak ju môžete poškodiť.

Upozornenie

POZOR: Zahriate časti môžu spôsobiť vážne popáleniny! Buďte zvlášť opatrní v okolí vývodov termistora hotendu – ľahko sa odlomia.

Budete potrebovať kľúč veľkosti 16 (alebo nastaviteľný kľúč) na pridržanie vyhrievacieho bloku a kliešte alebo nástrčný kľúč veľkosti 7 na dýzu. Pripravte si nehorľavú podložku (napr. tanierik alebo alobal), na ktorú odložíte horúcu dýzu. Pred výmenou vyberte filament.



1. Zahrejte dýzu na 280 °C (**LCD menu** – **Settings** – **Temperature** – **Nozzle**). Zahriatie dýzy je pre tento postup nevyhnutné!
2. Vysuňte tlačovú hlavu čo najvyššie (**LCD menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**). Potom tlačiareň vypnite.
3. Pridržte vyhrievací blok kľúčom veľkosti 16 (alebo nastaviteľným kľúčom).
4. Kliešťami alebo nástrčným kľúčom veľkosti 7 dýzu vyskrutkujte (povoľuje sa otáčaním doľava). Pozor, dýza je stále horúca! Odložte ju na nehorľavú podložku.
5. Kým je hotend stále zahriaty a vyhrievací blok pridržaný kľúčom, zaskrutkujte novú dýzu a dotiahnite ju jemne, ale pevne. Nepoužívajte nadmernú silu! Medzi dýzou a vyhrievacím blokom musí zostať medzera približne 0,5 mm – dýza potom dosadá na heatbreak a tesní.
6. Zaveďte filament a môžete tlačiť.

Upozornenie

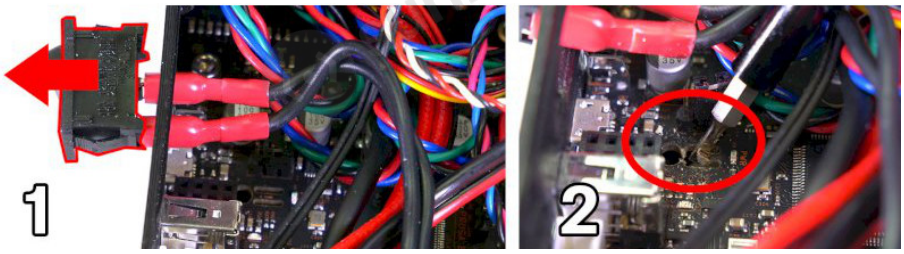
Dýza je počas celého postupu horúca a môže spôsobiť popáleniny! Buďte opatrní v okolí vývodov termistora hotendu – ľahko sa odlomia.

Heatbreak sa dá ľahko ohnúť – nepoužívajte nadmernú silu! Po výmene dýzy spustite kalibráciu prvej vrstvy!

11.14 Nahranie nepodpísaného firmvéru

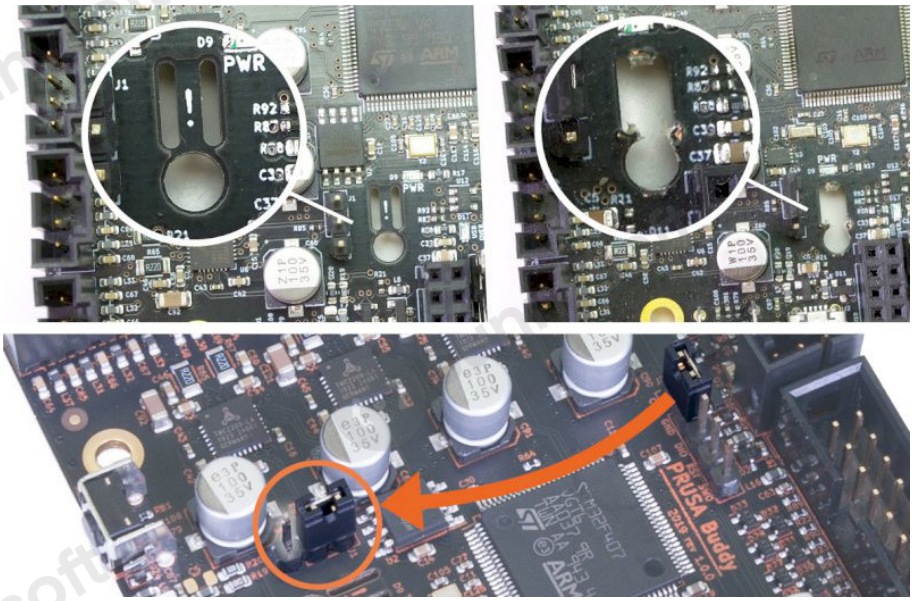
Výrobca berie bezpečnosť veľmi vážne. Pred každým vydaním prechádza firmvér intenzívnym testovaním, ktoré overuje, že všetky bezpečnostné funkcie pracujú správne. Ak niektorá hodnota zo senzorov vybočí z normy, vyhrievanie sa zastaví, aby nedošlo k poškodeniu tlačiarne ani jej okolia. Pri komunitných verziách firmvéru nemožno prítomnosť týchto bezpečnostných funkcií overiť.

Oficiálny firmvér je podpísaný súkromným kľúčom a tlačiareň tento podpis pred aktualizáciou overuje. Ak chcete nahrať vlastný (alebo komunitný) nepodpísaný firmvér, musíte vylomiť plombu (appendix) na základnej doske Buddy a premiestniť jumper do správnej polohy. Tým zároveň zaniká záruka na elektroniku. Najprv vytiahnite hlavný vypínač, aby ste sa dostali k plombe (1). Potom tenkým skrutkovačom opatrne vylomte strednú časť (2) – pozrite si fotografie v tejto kapitole! Skontrolujte tiež tri piny nad plombou – jumper musí byť na dvoch pinoch bližšie k stredu dosky. Ak je jumper na inej dvojici pinov, premiestnite ho podľa obrázka nižšie. Ak jumper chýba, pred spustením ho doplňte.



Upozornenie

Vylomenie plomby na doske Buddy je NEVRATNÉ a vedie k ZÁNIKU ZÁRUKY NA ELEKTRONIKU TLAČIARNE. Ak plombu vylomíte, výrobca sa zrieka zodpovednosti za akékoľvek poškodenie tlačiarne a/alebo jej okolia (napr. v prípade požiaru).



Nevylomená (vľavo) a vylomená plomba (vpravo), správne umiestnenie jumpera (dolná fotografia)

12. Senzor filamentu (voliteľné príslušenstvo)

K tlačiarni Original Prusa MINI+ si môžete ako voliteľné príslušenstvo dokúpiť mechanický IR senzor filamentu. Senzor sa inštaluje na koniec PTFE trubičky, ktorou sa filament zavádza do tlačiarne, a musí byť pripojený k základnej doske. Jednoduchým mechanizmom zisťuje, či je struna filamentu zavedená. Vďaka senzoru dokáže tlačiareň pozastaviť tlač, keď sa filament minie. Po zavedení novej struny možno v tlači pokračovať.



Návod na inštaláciu nájdete na help.prusa3d.com.

12.1 Keď sa minie filament

Ak máte voliteľný senzor filamentu, minutie filamentu už neznamená pokazenú tlač. Keď sa filament minie, tlačiareň automaticky pozastaví tlač, vysunie zostávajúcich niekoľko centimetrov z heatbreaku a odsunie tlačovú hlavu od výtlačku. Budete vyzvaní na výmenu cievky a zavedenie novej struny. Filament vytlačený počas zavádzania odstráňte kliešťami. Potom môžete v tlači pokračovať.

Ak senzor filamentu nemáte, môže sa stať, že po minutí filamentu zostane zvyšok struny v hlavnej PTFE trubičke a extrudér ho nedokáže vysunúť. Kľúčom odskrutkujte maticu na hlavnej PTFE trubičke a odpojte ju od extrudéra. Potom strunu vytiahnite rukou – nezabudnite najprv predhriať dýzu! Presný postup odpojenia PTFE trubičky nájdete v kapitole 11.10 PTFE trubičky.

12.2 Chybné čítania senzora a hľadanie poruchy

Ak narazíte na ťažkosti so senzorom filamentu, napríklad nesprávne (alebo náhodné) vyhodnocovanie, uistite sa, že je senzor správne zapojený. Podľa krokov v návode na zostavenie na help.prusa3d.com (Original Prusa MINI+ assembly – Building your MINI+ – 27. Connecting the filament sensor) otvorte kryt elektroniky. Skontrolujte, či je senzor správne zapojený a či nie je poškodená kabeláž. Ak problémy pretrvávajú, kontaktujte technickú podporu výrobcu.

13. Často kladené otázky a riešenie problémov

Poznámka
Od verzie firmvéru 4.3 zobrazí MINI+ pri poruche chybovú obrazovku s krátkym vysvetlením problému. Obrazovka obsahuje aj odkaz na príslušný článok na help.prusa3d.com a QR kód, ktorý môžete naskenovať mobilným telefónom a stránku pomoci rovno otvoriť.

13.1 Vychýlená os X

Ak Mesh Bed Leveling zlyhá, sú dve možné príčiny: chybná sonda SuperPINDA, alebo vychýlená os X. Vychýlenie je zvyčajne dôsledkom nesprávneho zostavenia. Povoľte tri skrutky, ktorými je celá konštrukcia osi Z pripevnená k osi Y (vyhrievanej podložke). Konštrukciu osi Z znovu pripevnite podľa návodu na zostavenie. Dbajte na správne zarovnanie oboch častí.

Keď je tlačiareň znovu zostavená, posuňte os Z (dýzu) do blízkosti tlačového plátu bez toho, aby sa ho dýza dotýkala. Potom rukou opatrne posúvajte tlačovú hlavu zľava doprava a sledujte, či dýza udržiava stále rovnakú vzdialenosť od plátu.

Drobné odchýlky sú prípustné – tlačiareň ich dokáže kompenzovať vďaka funkcii Mesh Bed Leveling.

Chybnú sondu SuperPINDA rozpoznáte ľahko. Keď z ponuky **Calibration** spustíte Mesh Bed Leveling, v hornej časti sondy svieti červená dióda. Ak počas niektorého pohybu zhasne, alebo sa vôbec nerozsvieti, môže byť sonda alebo jej kábel chybný. Podrobnosti nájdete na help.prusa3d.com – Original Prusa MINI+ – Troubleshooting – XZ-axis skew correction.

13.2 Tlačiareň nenačíta USB disk

Ak tlačiareň nemôže načítať USB disk, skúste ju najprv reštartovať. Ak sa zobrazí chyba „Error mounting USB drive“, má USB disk pravdepodobne nekompatibilný súborový systém (napr. exFAT) alebo je príliš veľký. Skúste menší USB disk (napr. 4–16 GB) naformátovaný na FAT32. Viac o podporovaných veľkostiach a formátovaní nájdete na help.prusa3d.com v sekcii Original Prusa MINI+ – About your printer – SD cards and USB drives.

Po vložení USB disku môžu nastať dve bežné situácie:

Po vložení USB disku sa nedá dostať do ponuky Print

- Najprv tlačiareň reštartujte.
- Použite USB disk s jediným oddielom a súborovým systémom FAT32.
- Skúste iný USB disk.
- Ak ste vyskúšali niekoľko USB diskov a žiadny nie je rozpoznaný, môže byť chybná základná doska. Kontaktujte technickú podporu výrobcu.

USB disk je rozpoznaný, ale v zozname sa nezobrazujú žiadne súbory

- Uistite sa, že používate kompatibilný G-code.
- Uistite sa, že bol súbor na disk zapísaný celý a správne (vo Windows pred vybratím disku použite funkciu bezpečného odstránenia hardvéru).
- Skúste iný USB disk a iný súbor G-code.
- Skúste súbor premenovať na niečo jednoduché, napr. „print.gcode“.

13.3 Povolené remene osi X a/alebo osi Y

Skontrolujte, či sú oba remene správne napnuté. Povolené remene spôsobujú chyby tlače alebo tlač úplne znemožnia. Najjednoduchšou kontrolou je vytlačiť okrúhly objekt – ak niektorý z remeňov nie je správne napnutý, výsledkom je nepravidelný tvar namiesto dokonalého kruhu. Remeň osi Y je umiestnený pod vyhrievanou podložkou, remeň osi X posúva tlačovú hlavu. Podrobný návod nájdete na help.prusa3d.com v sekcii Original Prusa MINI+ – Using the printer – Printer maintenance – Adjusting belt tension (MINI+).

13.4 Filament zaseknutý v PTFE trubičke

Ak sa filament zasekne kdekoľvek v tlačiarni, zvyčajne ho možno ľahko vybrať. Postupujte podľa kapitoly 11.11 Upchatý / zaseknutý extrudér – odpojte hlavnú PTFE trubičku, zistite, kde sa filament zasekol, a odstráňte ho príslušným spôsobom.

13.5 Hľadanie východiskovej polohy osi X (homing) zlyhá

Najčastejšou príčinou sú káble vedúce z tlačovej hlavy do extrudéra, ktoré stoja v ceste. Keď sa tlačová hlava blíži ku konštrukcii osi Z na pravej strane tlačiarne, sledujte, či jej v pohybe nebránia káble.

Stavebnica
Ak máte stavebnicu, uistite sa, že káble vedúce z extrudéra do tlačovej hlavy majú dostatočnú voľnosť. Ak sú príliš krátke, nemusí tlačová hlava dôjsť až na koniec osi X.

13.6 Chyby vyhrievania

Ak sa tlačiareň zastaví s červenou obrazovkou a chybou súvisiacou s vyhrievaním, skontrolujte zapojenie vyhrievacích telies a termistorov. Podrobnosti nájdete na help.prusa3d.com.

13.7 Chyby ventilátorov

Ak tlačiareň prestane pracovať a zobrazí chybu týkajúcu sa ventilátorov, skontrolujte zapojenie oboch ventilátorov tlačovej hlavy (ventilátor hotendu a tlačový ventilátor). Podrobnosti nájdete na help.prusa3d.com.

13.8 Návrat k staršej verzii firmvéru

V niektorých prípadoch môže byť potrebné vrátiť sa k staršej verzii firmvéru. Nahrajte súbor so starším firmvérom na USB disk naformátovaný na FAT32. Vložte disk do tlačiarne, stlačte resetovacie tlačidlo, a keď sa na obrazovke objaví logo Original Prusa MINI+, raz stlačte otočné tlačidlo. Tým sa otvorí obrazovka nahrania firmvéru. Zvoľte **Flash**, aby sa existujúci firmvér prepísal verziou z USB disku.

13.9 Dýza naráža do plátu a podobné ťažkosti

Ak máte ťažkosti s kalibráciou prvej vrstvy alebo s Mesh Bed Levelingom, znovu skontrolujte zapojenie tlačiarne. Uistite sa, že sú všetky káble vedúce do boxu s elektronikou správne zapojené.

Stavebnica
Ak máte MINI+ vo verzii stavebnice, uistite sa, že je sonda SuperPINDA v správnej polohe. Ak je sonda príliš vysoko alebo príliš nízko, môže spôsobovať ťažkosti s kalibráciou aj Selftestom.

14. Pokročilé riešenie problémov

14.1 Hardvér

Pri poruche zobrazí MINI+ chybovú obrazovku s krátkym vysvetlením problému, odkazom na článok v centre pomoci výrobcu a QR kódom (pozrite kapitolu 6.3). Návody na pokročilé riešenie problémov s hardvérom a na výmenu súčiastok sú k dispozícii online na help.prusa3d.com.

14.2 Kvalita tlače

Ak výtlačky nezodpovedajú vašim predstavám alebo vykazujú vážne chyby kvality (posunuté vrstvy, ghosting, podextrudované časti), treba nájsť príčinu a odstrániť ju. V centre pomoci výrobcu na help.prusa3d.com nájdete v sekcii Original Prusa MINI+ Troubleshooting podrobné návody na riešenie problémov s kvalitou tlače, vrátane obrázkov a pokynov pre konkrétny typ tlačiarne.

15. Výrobca a podpora

Technickú podporu, aktuálnu verziu tejto príručky, firmvér, PrusaSlicer a ďalšie informácie nájdete na stránkach výrobcu.
Výrobca: Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Česká republika
Web: www.prusa3d.com
Podpora: help.prusa3d.com, support@prusa3d.com
E-mail: info@prusa3d.com

Dovozca
Sunnysoft s.r.o.
Kovanecká 2390/1a
190 00, Praha 9 - Libeň
www.sunnysoft.sk

3D-NYOMTATÓ
Original Prusa MINI+

3D-nyomtatási kézikönyv



Felhasználói kézikönyv

A termék használata előtt figyelmesen olvassa el ezt az útmutatót, és őrizze meg. Tartsa be az összes biztonsági előírást; ezzel önmagát és környezetét is védi. Az előírások be nem tartása anyagi kárhoz vagy sérüléshez vezethet. Őrizze meg az útmutatót későbbi használatra.

Tartalom

1. Biztonsági előírások **5**

1.1. Elhelyezés és alapvető használat 5
1.2. Elektromos biztonság 6
1.3. Mechanikai veszélyek 6
1.4. Égési sérülések veszélye 7
1.5. A kétoldalas nyomtatólapok helyes használata 7
1.6. Munka a filamentekkel 8
1.7. Felelősség kizárása 8

2. Jelölések a terméken **8**

3. Műszaki adatok **9**

4. Bevezetés **10**

4.1. Gyors útmutató az első nyomtatás előtt 11
4.2. A kézikönyvben használt jelölések 11

5. Fogalomtár **12**

6. A nyomtató kezelése és szállítása **14**

6.1. A tápegység leválasztása 14
6.2. Hogyan léphet kapcsolatba a műszaki támogatással 15
6.3. Hibaképernyők 15
6.4. Kicsomagolás, összeszerelés és első indítás 16

7. Az első nyomtatás **16**

7.1. Alapvető kezelés 17
7.2. A firmware frissítése 17
7.3. A rugalmas nyomtatólapok előkészítése 18
7.4. Kalibrációs varázsló (Wizard) 19
7.5. Selftest 19
7.6. A filament betöltése és eltávolítása 19
7.7. Az első réteg kalibrálása (First Layer Calibration) 21
7.8. Ellenőrzőlista 23
7.9. Az első nyomtatás elindítása 23
7.10. A nyomat eltávolítása 24
7.11. Ellenőrzések és teendők a nyomtatás befejezése után 24

8. Haladó funkciók **25**
8.1. A menü szerkezete . . . 25
8.2. A tárgyasztal automatikus kalibrálásának elve (Mesh Bed Leveling) . . . 26
8.3. A gyári beállítások visszaállítása . . . 26
8.4. Hálózati kapcsolat . . . 26

9. Saját modellek nyomtatása **27**
9.1. Nyomtatható modell beszerzése . . . 27
9.2. Saját modell létrehozása . . . 28
9.3. Mi az a G-code fájl? . . . 29
9.4. PrusaSlicer . . . 29
9.5. Objektumok importálása a PrusaSlicerbe . . . 30
9.6. Tartóanyag használata . . . 31
9.7. Nyomtatási sebesség és nyomtatási minőség . . . 32
9.8. Kitöltés (infill) . . . 33
9.9. Perem (brim) . . . 34
9.10. Nagy objektumok nyomtatása . . . 34
9.11. Többszínű objektumok nyomtatása . . . 35
9.12. Szeletelés és exportálás . . . 36

10. Anyagkalauz **36**
10.1. PLA . . . 37
10.2. PET/PETG . . . 38
10.3. ASA/ABS . . . 39
10.4. PC (polikarbonát) és PC Blend . . . 40
10.5. PVB . . . 41
10.6. Rugalmas anyagok . . . 42

11. Rendszeres karbantartás **43**
11.1. Rugalmas nyomtatólapok . . . 43
11.2. Rugalmas lap kétoldalas TEXTURÁLT porszórt PEI felülettel . . . 45
11.3. Rugalmas lap kétoldalas SIMA PEI felülettel . . . 46
11.4. Rugalmas lap kétoldalas SZATÉN PEI felülettel . . . 47
11.5. A tapadás javítása . . . 47
11.6. Nyomtatólap-profilok . . . 47
11.7. Csapágyak . . . 48
11.8. Ventilátorok . . . 48
11.9. Az extruder adagoló fogaskerekei . . . 48
11.10. PTFE-csövek . . . 49

11.11. Eltömődött / beszorult extruder 50
11.12. A fúvóka tisztítása 51
11.13. A fúvóka cseréje 52
11.14. Aláíratlan firmware feltöltése 54

12. Filamentszenzor (opcionális tartozék) 55
12.1. Amikor elfogy a filament 55
12.2. Hibás szenzorjelzések és hibakeresés 56

13. Gyakran ismételt kérdések és hibaelhárítás 56
13.1. Ferde X tengely 56
13.2. A nyomtató nem olvassa be az USB-meghajtót 57
13.3. Laza szíjak az X és/vagy az Y tengelyen 57
13.4. A PTFE-csőben beszorult filament 58
13.5. Az X tengely kiindulási helyzetének keresése (homing) sikertelen 58
13.6. Fűtési hibák 58
13.7. Ventilátorhibák 58
13.8. Visszatérés régebbi firmware-verzióra 58
13.9. A fúvóka beleütközik a lapba és hasonló problémák 59

14. Haladó hibaelhárítás 59
14.1. Hardver 59
14.2. Nyomtatási minőség 59

15. Gyártó és támogatás 59

1. Biztonsági előírások

A 3D-nyomtató kezelésekor legyen nagyon körültekintő. Mozgó és fűtött alkatrészeket tartalmazó elektromos készülékről van szó.

1.1 Elhelyezés és alapvető használat

Figyelmeztetés

A lehetséges kockázatok elkerülése érdekében győződjön meg arról, hogy a nyomtató megfelelő helyen áll és megfelelő helyen üzemel.

- Ez a készülék kizárólag beltéri használatra készült. Ne tegye ki a készüléket víznek vagy hónak. A vízzel és más folyadékokkal való érintkezés az elektronika károsodásához, rövidzárlathoz és egyéb károkhoz vezethet. A nyomtatót mindig száraz környezetben üzemeltesse.
- A nyomtatót biztonságos, száraz helyre állítsa. Az alátámasztásnak vízszintesnek és stabilnak kell lennie – ideális egy munkaasztal. A nyomtató körül legalább 30 cm szabad helyet kell hagyni. Ha a nyomtató közelében akadályok vannak, azok befolyásolhatják a működését, vagy a kábelek fonatának, illetve maguknak a kábeleknek a túlzott elhasználódását okozhatják. Az elhasználódott kábelek veszélyt jelenthetnek (áramütés, tűz).
- Győződjön meg arról, hogy egyik szellőzőnyílás és ventilátor sincs eltakarva. A nyomtató beépített ventilátor-fordulatszám figyeléssel rendelkezik, bizonyos esetekben (hibás összeszerelés, sérült alkatrészek, nem hivatalos firmware) azonban a felügyelet nem feltétlenül működik megfelelően. Az elégtelen hűtés túlmelegedéshez és a nyomtató súlyos károsodásához vezethet (az elektronika károsodásának és a tűz veszélye).
- Győződjön meg arról, hogy a nyomtató úgy van elhelyezve, hogy ne borulhasson fel, és ne eshessen le. Ha a nyomtató fizikai sérülést szenvedett, ne használja – a nyomtató sérült alkatrészei biztonsági kockázatot jelenthetnek.
- A hálózati adaptert és a vezetékeket úgy kell elhelyezni, hogy ne lehessen bennük elbotlani, rájuk lépni vagy más módon megsérteni őket. Győződjön meg arról, hogy a kábel nem sérült. Ha sérült, azonnal hagyja abba a készülék használatát, és cserélje ki a kábelt. A sérült kábelek biztonsági kockázatot jelentenek – áramütés veszélye áll fenn.
- Ne hagyja a bekapcsolt nyomtatót felügyelet nélkül! A nyomtató rendelkezik ugyan hőmérséklet-felügyelettel és számos intelligens biztonsági funkcióval, de a jelen kézikönyv utasításaival ellentétes használat vagy egy alkatrész meghibásodása esetén tűzveszély alakulhat ki.

1.2 Elektromos biztonság

Figyelmeztetés

Az áramütés veszélyének elkerülése érdekében tartsa be a következő utasításokat.

- A nyomtató kizárólag szabványos 230 V AC / 50 Hz vagy 110 V AC / 60 Hz hálózati aljzatról táplálható. Soha ne használjon alternatív áramforrást, mert az problémákat vagy akár a nyomtató károsodását is okozhatja.
- Soha ne használja a nyomtatót, ha a tápkábelei bármilyen módon sérültek – legyen szó a hálózati vezetékről, az adaptertől a nyomtatóhoz vezető tápkábelről vagy a nyomtató saját kábeleiről. A sérült kábelek áramütést okozhatnak.
- Amikor a tápkábelt kihúzza az aljzatból, ne a kábelt, hanem a csatlakozódugót fogja meg; így csökkenti a dugó vagy a hálózati aljzat sérülésének veszélyét. A nyomtatóhoz vezető csatlakozó biztonsági rögzítéssel rendelkezik; először oldja ki a rögzítést, és csak azután húzza ki a kábelt a nyomtatóból.
- Soha ne szerelje szét a nyomtató tápegységét; nem tartalmaz olyan alkatrészt, amelyet szakképzetlen személy megjavíthatna. A nyomtatót mindig szakképzett szerviztechnikusnak adja át. A tápegységbe történő szakszerűtlen beavatkozás a nyomtató károsodásához és áramütés veszélyéhez vezethet.
- A készüléket a csatlakozódugó kihúzásával választja le a hálózatról. A hálózati aljzatnak könnyen hozzáférhetőnek kell lennie.

1.3 Mechanikai veszélyek

Figyelmeztetés

A nyomtató mozgó mechanikai alkatrészei sérülést okozhatnak.

- Soha ne nyúljon a nyomtató belső alkatrészeihez, amíg a nyomtató az elektromos hálózathoz csatlakozik vagy működik – a mechanikai alkatrészek vagy az elektromos áram sérülést okozhatnak.
- Ne engedje, hogy gyermekek felnőtt felügyelete nélkül kezeljék a nyomtatót – akkor sem, amikor a nyomtató nem nyomtat.

1.4 Égési sérülések veszélye

Figyelmeztetés

Ne érintse meg a nyomtató fűtött részeit – a fűtött tárgyasztalt, a nyomtatólapot és a nyomtatófej részeit. Égési sérülés veszélye áll fenn.

Figyelem! Nyomtatás közben a nyomtatófej részei és a tárgyasztal nagyon magas hőmérsékletre melegedhetnek! Ne érintse meg őket, amíg a nyomtatás be nem fejeződik és a nyomtató le nem hűl – az aktuális hőmérsékletek az LCD-kijelzőn láthatók. A felforrósodott alkatrészek megérintése súlyos égési sérülést okozhat.

1.5 A kétoldalas nyomtatólapok helyes használata

Figyelmeztetés

Minden nyomtatólap-típus kissé eltérő karbantartást igényel. A helytelen kezelés és használat a nyomtatólap károsodásához vezethet. A nyomtatólapok fogyóeszközök, és kopásnak vannak kitéve. Használat előtt olvassa el a következő sorokat.

Figyelmeztetés

A texturált és a szatén nyomtatólap felületét soha ne tisztítsa acetonnal!

- Olvassa el a karbantartásról szóló információkat a 11. fejezetben (Rendszeres karbantartás).
- A nyomtatólapok cseréjekor állítsa be újra a fúvóka magasságát (Live Adjust Z) – a lapok vastagsága kissé eltér. Az újabb firmware-verziók támogatják a nyomtatólap-profilokat, amelyekben a kalibrációs értékek a gyorsabb csere érdekében elmenthetők. További információ a 11. fejezetben (Rendszeres karbantartás).
- A lap zsírtalanításához jó minőségű izopropil-alkoholt használjon (90% vagy több). Ne használjon olyan készítményeket, amelyeknek az IPA csak egyik összetevője (pl. kézfertőtlenítők) – ezek a termékek általában további adalékanyagokat tartalmaznak, amelyek hátrányosan befolyásolhatják a nyomtatólap tulajdonságait.
- Ne mossa a lapot folyó víz alatt – az acél rozsdásodni kezdhet.
- Ne távolítsa el a PEI-fóliát a lap felületéről.
- Az első nyomtatás előtt tisztítsa meg a lapot izopropil-alkohollal átitatott törlőkendővel.

1.6 Munka a filamentekkel

Megjegyzés
Helyes kezelés mellett a filamentekkel való munka egyszerű és biztonságos. Olvassa el a következő ajánlásokat.

- A kiválasztott anyaghoz mindig az ajánlott hőmérsékleteket használja.
- Óvakodjon a megolvadt műanyagtól – égési sérülést okozhat! Ha a fúvókáról megolvadt műanyag lóg, ne kézzel távolítsa el – használjon fogót vagy más szerszámot.
- Egyes anyagok nyomtatás közben átható szagot bocsáthatnak ki – rendszeresen szellőztesse a helyiséget.
- A filamentet a jelen kézikönyv következő fejezeteiben leírt módon kezelje.

1.7 Felelősség kizárása

A jelen kézikönyvben foglalt információkkal ellentétes cselekvés sérüléshez, rossz nyomtatási eredményekhez vagy a 3D-nyomtató károsodásához vezethet. Gondoskodjon arról, hogy mindenki, aki a nyomtatóval dolgozik, ismerje a kézikönyv tartalmát, és helyesen értse azt.

Mivel a gyártónak nincs befolyása azokra a körülményekre, amelyek között Ön az Original Prusa MINI+ nyomtatót összeszereli és használja, nem vállal felelősséget, és kifejezetten elhárít minden felelősséget az olyan veszteségekért, sérülésekért, károkért vagy költségekért, amelyek a termék összeszerelésével, kezelésével, tárolásával, használatával vagy ártalmatlanításával kapcsolatban keletkeztek vagy bármilyen módon összefüggnek azzal. A jelen kézikönyvben szereplő információkat bármiféle kifejezett vagy hallgatólagos garancia nélkül nyújtjuk.

2. Jelölések a terméken



A készülék funkcióiról, helyes használatáról és karbantartásáról további információkat ebben a kézikönyvben és online, a help.prusa3d.com oldalon talál.



Bármilyen szervizbeavatkozás előtt a 3D-nyomtatót először le kell választani az áramforrásról (hálózati adapter), különben áramütés veszélye áll fenn. A készülék karbantartása előtt tekintse meg a kézikönyvet és a help.prusa3d.com oldalon található tudásbázist.



Az így jelölt alkatrészek kezelésekor vagy megérintésekor fokozott óvatossággal kell eljárni, és el kell kerülni a konkrét jelölésekkel megadott további veszélyeket, például a forró felület veszélyét. A felforrósodott alkatrészek (fűtött tárgyasztal, a nyomtatófej részei) megérintése súlyos égési sérülést okozhat.



Az ezzel a jelöléssel ellátott alkatrészek hőmérséklete jelentősen meghaladhatja a környezet hőmérsékletét. Az ilyen alkatrészek védtelen testrésszel való megérintése égési sérülést okozhat.



A védelem nélküli mozgó mechanikai alkatrészek sérülést okozhatnak; legyen fokozottan óvatos.



Nyomtatás közben ne érintse meg a nyomtatófejet; égési sérülés vagy a mozgó alkatrészek okozta sérülés veszélye áll fenn.



Az így jelölt alkatrészek közvetlen közelében nagy elektromos áramok kapcsolása történik. A beültetett szívritmus-szabályozóval vagy a szívműködést szabályozó, illetve ellenőrző más eszközzel élő személyeknek fokozott óvatossággal kell eljárniuk, és a 3D-nyomtató használatát kezelőorvosukkal kell megbeszélniük.



Ez a készülék olyan alkatrészekből áll, amelyek ártalmatlanítását az elektromos és elektronikus berendezések hulladékairól szóló irányelvnek megfelelően kell végezni.

3. Műszaki adatok

Megnevezés	Original Prusa MINI+
Gyártó	Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Csehország
Kapcsolattartási e-mail	info@prusa3d.com
EEB-kategória	3 (IT és/vagy távközlési berendezések)
A készülék használata	csak beltérben
Tápegység	kapcsolóüzemű AC/DC adapter, bemenet 100–240 V AC, 50/60 Hz, 2,0 A; kimenet max. 24 V, 6,67 A, 160 W
Biztosíték	min. B16A (az EU területén)
Védettség	IP20
Üzemi hőmérséklet-tartomány	18–38 °C, csak beltéri használatra
Üzemi páratartalom	85% vagy kevesebb
Kompatibilis filamentek	csak 1,75 mm átmérőjű

A csomag tömege (bruttó / nettó)	7,6 kg / 4,85 kg

A sorozatszám a nyomtató keretén és a külső csomagoláson található. Ez a készülék csak olyan beltéri környezetben használható biztonságosan, ahol (különösen a tápegysége és a LAN csatlakozója) védve van a külső környezeti hatásoktól.

Licencfeltételek

Az Original Prusa MINI+ nyomtató a RepRap projekt része, amely az első nyílt forráskódú 3D-nyomtató projekt, és a GNU GPL v3 licenc alatt szabadon terjeszthető. Ha egyes alkatrészeinket módosítja, és azokat tovább szeretné értékesíteni, a forráskódokat ugyanezen licenc alatt kell közzétennie.
A nyomtató összes nyomtatható alkatrésze elérhető a www.prusa3d.com oldalon.

4. Bevezetés

Köszönjük, hogy megvásárolta Josef Průša Original Prusa MINI+ 3D-nyomtatóját. Az Ön bizalma teszi lehetővé, hogy a gyártó a MINI+ és más 3D-nyomtatási termékek további fejlesztésébe fektessen. Az Original Prusa MINI+ kompakt, intelligens és megfizethető nyomtató. Kiválóan alkalmas kezdők, barkácsolók és vállalkozások számára, valamint 3D-nyomtatófarm létrehozására is. Olvassa el ezt a kézikönyvet valóban figyelmesen – minden fejezet értékes információkat tartalmaz, amelyek segítenek a nyomtató helyes kezelésében és rendszeres karbantartásában.

A kézikönyv legújabb változatát PDF formátumban a www.prusa3d.com oldalon találja. Ha a nyomtató használata közben problémába ütközik, forduljon bizalommal a gyártóhoz az info@prusa3d.com címen. Örömmel válaszol kérdéseire, és meghallgatja fejlesztési javaslatait. Felkeresheti a help.prusa3d.com tudásbázist vagy a forum.prusa3d.com fórumokat is.



Original Prusa MINI+

4.1 Gyors útmutató az első nyomtatás előtt

Figyelmesen olvassa el a 7. fejezetet (Az első nyomtatás).

1. Állítsa az összeszerelt nyomtatót sík, stabil felületre.
2. Kapcsolja be a nyomtatót, helyezze be a mellékelt USB-meghajtót, és frissítse a firmware-t.
3. Kalibrálja a nyomtatót a kijelzőn megjelenő utasítások szerint.
4. Nyomtassa ki a mintaobjektumot.

4.2 A kézikönyvben használt jelölések

Megjegyzés
Tippek, tanácsok vagy fontos információk, amelyek segítenek a nyomtatóval végzett munkában.

Figyelmeztetés
Ez a szövegrész nagyon fontos, olvassa el figyelmesen! Ettől függ a nyomtató helyes működése és üzemének biztonsága.

Építőkészlet
Ez az információ az Original Prusa MINI+ építőkészlet-változatára vonatkozik.

A menüpontok és gombok neveit, ahogyan a nyomtató LCD-kijelzőjén megjelennek, a szövegben ezzel a betűtípussal szedtük: **Settings**. A nyomtató firmware-e nem tartalmaz magyar nyelvet, ezért ezek a feliratok angolul szerepelnek.

5. Fogalomtár



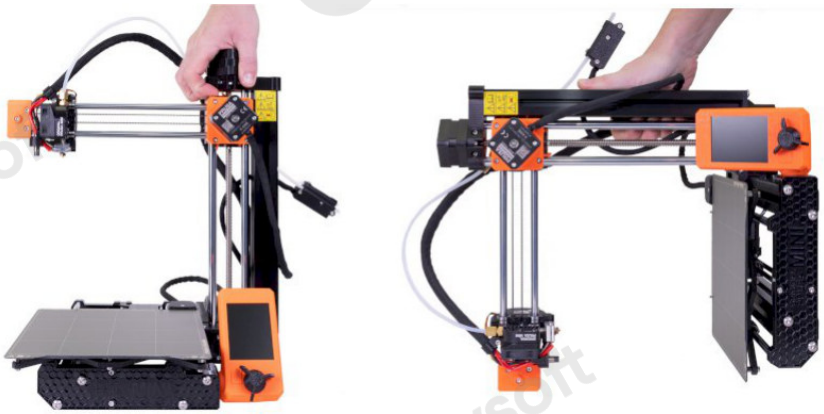
1. **Rugalmas acél nyomtatólap** – három változatban létezik: sima, szatén és texturált porszórt felülettel. A lapok szolgálnak alapként, amelyen a nyomtatott tárgy létrejön. Figyelmesen olvassa el a nyomtató karbantartásáról szóló fejezetet, hogy biztosítani tudja a 3D-nyomtatás optimális feltételeit.
2. **Fűtött tárgyasztal (heatbed)** – közvetlenül a rugalmas nyomtatólap alatt található. A fűtött tárgyasztal biztosítja a nyomat megfelelő tapadását a nyomtatási felülethez. Figyelem: ne érintse meg a felforrósodott tárgyasztalt!
3. **Y tengely** – a fűtött tárgyasztal teljes szerelvényének összefoglaló neve (vezetőrudak, szíj, tárgyasztal stb.).

4. **Forgatógomb és reset gomb** – a forgatógomb a nyomtató fő vezérlőeleme. Jobbra/balra forgatva választ a menüpontok közül vagy állítja be az értékeket, megnyomásával erősíti meg a választást. A forgatógomb bal oldalán található a reset gomb – megnyomása a nyomtató gyors ki- és bekapcsolásának felel meg. Akkor jön jól, ha például azonnal meg kell szakítania a nyomtatást.
5. **LCD-kijelző** – a 3D-nyomtató vezérlőkijelzője. A forgatógombbal mozog a menüben, a választást a gomb megnyomásával erősíti meg.
6. **Főkapcsoló** – ha a nyomtató nincs használatban, ezzel a kapcsolóval kapcsolja ki.
7. **USB-port és microUSB-port** – az USB-port FAT32 fájlrendszerű flash meghajtók (USB 2.0/3.0) csatlakoztatására szolgál. Az USB-meghajtóról tölti be a nyomtató a nyomtatási utasításokat tartalmazó G-code fájlokat vagy a firmware frissítőfájljait. A microUSB-port a nyomtató külső szoftverrel, például az OctoPrinttel történő vezérlésére használható.
8. **Fő PTFE-cső** – a filamentszálat az extruderből a nyomtatófejbe és a fúvókába vezeti. Időnként ellenőrizze, hogy nem gyűlt-e fel benne szennyeződés, amely akadályozná a filament szabad átjutását.
9. **Csőcsatlakozó** – a fő PTFE-cső mindkét végén. Ha a filament beszorul a csőbe, a (nyomtatóhoz mellékelt) kulccsal vegye le a csőcsatlakozót, majd magát a csövet, hogy hozzáférjen a filamenthez. Ne feledje, hogy a PTFE-csövek fogyóeszközök – minőségük idővel romolhat. További információkat a PTFE-csövekről szóló fejezetben talál.
10. **Nyomtatási ventilátor** – hűti a nyomtatott tárgyat, és javítja a nyomtatás minőségét. Fordulatszámát (RPM) a nyomtató folyamatosan figyeli.
11. **Nyomtatófej** – a könnyített nyomtatófej a hotendből (nyomtatófúvóka), a SuperPINDA szondából és két ventilátorból áll. A nyomtatás minőségének javítása érdekében az extruder nehezebb alkatrészei a Z tengely szerkezetére kerültek.
12. **Fúvóka** – 0,4 mm átmérőjű fúvóka. Más átmérőjűre (pl. 0,25 mm vagy 0,6 mm) cserélhető a finomabb részletek vagy a nagyobb nyomtatási sebesség elérése érdekében. Az E3D fúvókákkal kompatibilis.
13. **Z tengely** – a függőleges tengely teljes szerkezetének összefoglaló neve (vezetőrudak, Z tengely motorja stb.).
14. **Extruder / extrudermotor** – az MK2 vagy MK3S 3D-nyomtatókkal ellentétben a MINI+ extrudermotorja fixen a szerkezet oldalán helyezkedik el, így nem mozog az X tengely mentén. Az adagoló fogaskerekek a fő PTFE-csövön keresztül tolják a filamentet a nyomtatófejbe.
15. **X tengely** – szíj segítségével teszi lehetővé a nyomtatófej balról jobbra történő mozgását.

16. **Tekercstartó** – a nyomtató mellett úgy kell elhelyezni, hogy a filament alulról lépjen be a PTFE-csőbe. A filament nem törhet meg éles szögben.

6. A nyomtató kezelése és szállítása

Az Original Prusa MINI+ nyomtatót az ajánlott módon hordozza. Megfoghatja vagy fent a Z tengely motorjánál, vagy a Z tengely szerkezeténél – lásd az alábbi fényképeket. Soha ne emelje a nyomtatót a kábeleknél vagy a PTFE-csöveknél fogva, mert megsérülhet!



6.1 A tápegység leválasztása

Figyelmeztetés

A nyomtatóhoz csatlakozó tápkábel csatlakozója rögzítéssel rendelkezik – ne húzza ki erővel! Ne a kábelt húzza! A helytelen kezelés a csatlakozó vagy a kábel sérüléséhez vezethet.

Először oldja ki a rögzítést úgy, hogy a csatlakozó burkolatát a nyomtatótól elfelé húzza. Amikor a rögzítés kioldott, a csatlakozót kihúzhatja a nyomtatóból.



6.2 Hogyan léphet kapcsolatba a műszaki támogatással

Ha bármilyen problémába ütközik a MINI+ 3D-nyomtatójával, először nézze át a jelen kézikönyv utolsó fejezeteit, amelyek általános hibaelhárítási útmutatókat tartalmaznak, vagy keresse fel a gyártó tudásbázisát a help.prusa3d.com oldalon. Ha a javasolt megoldások nem segítenek, forduljon a gyártó műszaki támogatásához e-mailben a support@prusa3d.com címen vagy a prusa3d.com oldalon elérhető chaten – a chatablak a jobb alsó sarokban található.

6.3 Hibaképernyők

Ha a nyomtató súlyos hibát észlel, hibaképernyő jelenik meg. A képernyőn látható információk segítenek a hiba felismerésében, diagnosztizálásában és elhárításában. Figyeljen a képernyő következő adataira.



1. **A hiba neve**
2. **Rövid leírás** – a hibáról és a javasolt további lépésekről.
3. **QR-kód** – ha beolvassa telefonjával, a tudásbázis megfelelő cikkére jut, amely a hiba elhárításának teljes útmutatóját tartalmazza. A QR-kódban lévő hivatkozás az eszköz hash-ét is tartalmazza (lásd lent).
4. **A tudásbázis-cikk címe** – ha nincs kéznél telefon, ezt a címet beírhatja a webböngészőbe, és megnyithatja a megfelelő útmutatót.
5. **Firmware-verzió** – segíthet a hiba diagnosztizálásában.
6. **Eszköz hash** – a QR-kódba ágyazott hivatkozás opcionálisan tartalmazhatja az „eszköz hash-ét” (a beállításokban be- vagy kikapcsolható). Ennek az információnak a segítségével a gyártó ellenőrizheti, hogy a nyomtatón a legfrissebb firmware van-e – ha nem, a cikk tetején figyelmeztetés jelenik meg. A hivatkozásból származó információ a gyártó adatbázisában tárolódik, így a gyártó jobb áttekintést kap arról, mely hibák a leggyakoribbak, és melyik nyomtató hány hibát jegyzett fel.

6.4 Kicsomagolás, összeszerelés és első indítás

Az Original Prusa MINI+ 3D-nyomtató részben összeszerelt nyomtatóként (három fő rész összekapcsolása) és építőkészletként is kapható, amelyből a MINI+ a nulláról, csavarról csavarra szerelhető össze. A saját nyomtató megépítése kiváló módja annak, hogy a lehető legtöbbet megtudjon a működéséről – és a gyártó részletes útmutatói alapján ezt bárki képes elvégezni. A részben összeszerelt nyomtató és az építőkészlet összeszerelési útmutatóját a gyártó tudásbázisában találja a help.prusa3d.com oldalon. Amikor a nyomtató összeszerelt állapotban van, térjen vissza ide, és folytassa az első nyomtatás előkészítését.

Megjegyzés

Az összeszerelési útmutató online változatát a help.prusa3d.com oldalon nyithatja meg.

Figyelmeztetés

Mielőtt a készüléket először használná, ellenőrizze a www.prusa3d.com oldalon, hogy nem érhető-e el újabb firmware-verzió.

7. Az első nyomtatás

A nyomtató előkészítése az első nyomtatásra körülbelül 15–30 percet vesz igénybe (az összeszerelés nélkül). A nyomtató helyes működéséhez figyeljen a következő lépésekre.

Ebben a fejezetben megtudja, hogyan:

1. kezelje a nyomtatót,
2. frissítse a firmware-t,
3. készítse elő a nyomtatási felületet az első nyomtatás előtt,
4. végezze el a kezdeti kalibrálást,
5. töltse be a filamentet,
6. indítsa el az első nyomtatást.

7.1 Alapvető kezelés

A nyomtató teljes konfigurálása és vezérlése egyetlen kezelőszervvel – a forgatógombbal (1) – történik. Megnyomásával erősíti meg a választást.



A reset gomb (2) a forgatógomb bal oldalán található. Megnyomása a nyomtató gyors ki- és bekapcsolásának felel meg. Akkor hasznos, ha a nyomtató váratlanul viselkedik, vagy ha egy sikertelen nyomtatást azonnal le kell állítani.

7.2 A firmware frissítése

A nyomtatót a gyártás idején elérhető legújabb firmware-verzióval szállítjuk. Ennek ellenére javasoljuk, hogy ellenőrizze a www.prusa3d.com oldalon, nem érhető-e el újabb verzió – így biztosíthatja a lehető legjobb nyomtatási eredményeket.

A gyártó webhelyéről letöltött firmware-t a következő módon töltheti fel:

1. Töltse le a megfelelő firmware-fájlt a www.prusa3d.com oldalról (ZIP-archívum), és csomagolja ki.
2. Másolja a .BBF fájlt egy FAT32 fájlrendszerű USB-meghajtóra – használhatja a MINI+ nyomtatóhoz mellékelt meghajtót.
3. Helyezze az USB-meghajtót a nyomtató USB-portjába.
4. Indítsa újra a nyomtatót a forgatógomb mellett található reset gombbal.

5. A frissítési folyamatnak automatikusan el kell indulnia.
6. Várja meg, amíg a folyamat befejeződik.



Megjegyzés

A firmware feltöltésének kikényszerítéséhez (pl. ha régebbi verzióra kell visszatérnie) helyezze be a kívánt .BBF fájlt tartalmazó USB-meghajtót, indítsa újra a nyomtatót, és indítás közben tartsa lenyomva a forgatógombot.

7.3 A rugalmas nyomtatólapok előkészítése

Kövesse a kiválasztott nyomtatólap-típusra vonatkozó utasításokat (lásd lent), és készítse elő a lapot az első nyomtatásra.

A fűtött tárgyasztalban magas hőmérsékletnek ellenálló mágnesek vannak elrejtve, amelyek a levehető rugalmas nyomtatólapokat a helyükön tartják. A tárgyasztal hátoldalán két csap van, amelyek pontosan illeszkednek a nyomtatólapok kivágásaiba. A csapoknak nem a lap ellenkező oldalán lévő két lyukba kell illeszkedniük! Mielőtt a lapot a tárgyasztalra helyezi, győződjön meg arról, hogy a tárgyasztal tiszta, és nincs rajta semmilyen szennyeződés. **Soha ne nyomtasson közvetlenül a fűtött tárgyasztalra.**

Mielőtt elkezdené, bontsa ki az izopropil-alkohollal átitatott tisztítókendőt, és törölje át vele a nyomtatólapot.



Fűtött tárgyasztal és texturált porszórt felületű nyomtatólap

A nyomtatott tárgy jó tapadásához elengedhetetlen, hogy a nyomtatási felület tiszta legyen. A nyomtatási felület előkészítéséről és az ajánlott tisztítószerekről további információkat a 11. fejezetben talál (Rendszeres karbantartás).

7.4 Kalibrációs varázsló (Wizard)

A nyomtató első bekapcsolásakor elindul a Varázsló (Wizard). Végigvezeti Önt minden teszten és kalibráláson, amelyet a nyomtatás megkezdése előtt el kell végezni.

A Varázslót kézzel is elindíthatja: **LCD menu – Calibration – Wizard**. Mielőtt elindítja a Varázslót, ne felejtse el elolvasni a 11.1. fejezetet (Rugalmas nyomtatólapok).

A kalibrációs varázsló a Selftestet, a Mesh Bed Levelinget és az első réteg kalibrálását tartalmazza.

7.5 Selftest

A Selftest egy tesztsorozatból álló diagnosztikai eszköz. Felfedi a leggyakoribb problémákat, például a kábelek helytelen csatlakoztatását. Minden lépés menete és eredménye megjelenik az LCD-kijelzőn. Ha a Selftest hibát észlel, megszakad, és megjeleníti a hiba okát, hogy a felhasználó elháríthassa. FONTOS: A Selftest során a nyomtatólapnak a fűtött tárgyasztalon kell lennie, különben a Selftest sikertelen lesz.

A Selftest a következőket tartalmazza:

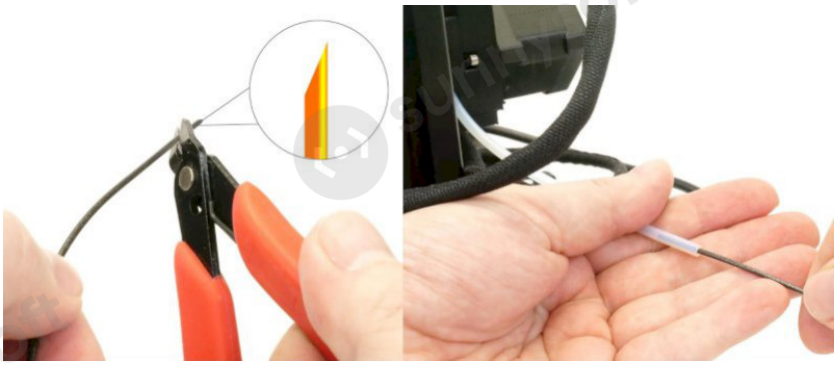
- az extruder és a nyomtatási ventilátor tesztje,
- az X, Y és Z tengely tesztje,
- a fűtött tárgyasztal és a hotend helyes bekötésének ellenőrzése.

Megjegyzés
Ha a Selftest sikertelen, győződjön meg arról, hogy a nyomtatólap megfelelően van a fűtött tárgyasztalra helyezve.

7.6 A filament betöltése és eltávolítása

Amint a Selftest lefutott, betöltheti a filamentszálat. A kezdeti kalibráláshoz és az első nyomtatáshoz határozottan a PLA-t javasoljuk – könnyen dolgozható, és nem igényel további lépéseket (például ragasztó felvitelét a nyomtatólapra). Ha nincs PLA tekercse, olvassa el figyelmesen a 10. (Anyagkalauz) és a 11. fejezetet (Rendszeres karbantartás), amelyekből megtudja, hogyan kell előkészíteni a nyomtatólapot az egyes anyagokhoz.

Minden alkalommal, amikor új filamentet tölt be, győződjön meg arról, hogy a vége élesen le van vágva, és a szálon nincsenek dudorok vagy más egyenetlenségek, amelyek akadályoznák az átjutását a PTFE-csövön.
A tekercsnek a nyomtatóval azonos magasságban kell lennie, hogy a szálnak ne kelljen élesen megtörnie.



A filament betöltése

1. Vágja a filament végét éles hegyűre. Helyezze a filamentet az extruderhez vezető PTFE-csőbe (a nyomtató jobb oldalán) vagy a filamentszenzor (opcionális tartozék) rövid PTFE-csövébe.
2. Válassza az **LCD menu** – **Filament** – **Load filament** menüpontot, és a gomb megnyomásával erősítse meg.
3. Automatikusan megjelenik az előfűtési menü. Válassza ki a betölteni kívánt filament típusát, és a forgatógomb megnyomásával erősítse meg a választást.
4. Várja meg, amíg a fúvóka eléri a kívánt hőmérsékletet.
5. A forgatógomb megnyomásával indítsa el a betöltést, és ezzel egy időben tolja a filamentet az extruderbe, amíg az adagoló fogaskerekek be nem kapják.
6. Az extruder adagoló fogaskerekei ezután automatikusan a nyomtatófejbe vezetik a filamentet. A nyomtató megkérdezi, hogy a kinyomott műanyag színe rendben van-e. Három lehetőség közül választhat: **Yes**/**No**/**Retry**. Ha a kinyomott műanyagot az előző filament színe szennyezi, válassza a **No** lehetőséget, és a nyomtató további anyagot nyom ki. A **Retry** lehetőség megismétli a betöltési folyamatot – ez például akkor jön jól, ha a szál a fő PTFE-cső közepén megállt.

Megjegyzés

A nyomtató kikapcsolás után is megjegyzi, milyen filament van betöltve. Az aktuálisan betöltött filament típusa az LCD-menü jobb alsó sarkában látható.

A következő lépéshez hagyja a filamentet betöltve. Ha bármilyen okból az első réteg kalibrálása előtt (vagy bármikor máskor) ki kell cserélnie a filamentet, a következőképpen járjon el:

A filament eltávolítása

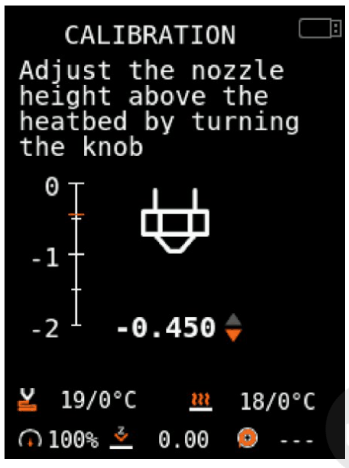
1. Válassza az **LCD menu** – **Filament** – **Unload filament** menüpontot.
2. A nyomtató automatikusan a megfelelő hőmérsékletre fűt elő; amikor eléri, hangjelzés hallható.
3. Nyomja meg a forgatógombot; ezzel elindítja a filament kiadását.
4. Amikor az extruder már nem tolja tovább kifelé a filamentet, húzza ki kézzel a PTFE-csőből.

7.7 Az első réteg kalibrálása (First Layer Calibration)

Ez a folyamat a fúvóka hegye és a szonda közötti távolságot kalibrálja. A kalibrálást bármikor elindíthatja az **LCD menu** – **Calibration** – **First Layer Calibration** menüből.

Figyelmeztetés

Győződjön meg arról, hogy a nyomtatólap tiszta és zsírmentes – már az ujjlenyomatok is problémát okozhatnak. Mielőtt elkezdené, törölje át a lapot a mellékelt, izopropil-alkohollal átitatott kendővel.

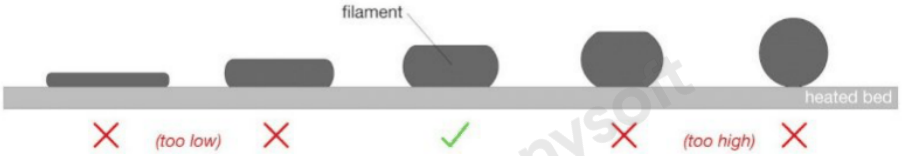


Az első réteg kalibrálásának elindítása után a nyomtató megkérdezi, hogy be van-e töltve a filament. Ezután a Mesh Bed Leveling funkcióval megméri a tárgyasztalt (lásd a 8.2. fejezetet: A tárgyasztal automatikus kalibrálásának elve (Mesh Bed Leveling)), és cikkcakkos mintát kezd nyomtatni a nyomtatási felületre. A fúvóka a SuperPINDA szonda beállításával meghatározott magasságban lesz. Semmilyen esetben sem érintheti a nyomtatási felületet.

A 4.3.0 firmware-verziótól a fúvókamagasság beállításának képernyője új megjelenést kapott, a fúvóka egyszerűsített ábrázolásával. Amikor a fúvóka magasságát a gomb órairányú vagy órairánnyal ellentétes forgatásával állítja, a képernyőn látható fúvóka ugyanabba az irányba mozog. A képernyőn látható szám csak illusztráció – az Ön nyomtatóján az érték eltérő lesz.

Figyelje a nyomtatási felületre kinyomott vonalat. Automatikusan új menü jelenik meg – a gomb forgatásával ebben állíthatja be valós időben a fúvóka

magasságát. A cél az, hogy a fúvóka magasságát úgy állítsa be, hogy a kinyomott műanyag jól tapadjon a tárgyasztalhoz, és láthatóan kissé ellapuljon.



Az első réteg profilja – a fúvóka túl alacsonyan (balra), helyesen (középen), túl magasan (jobbra)

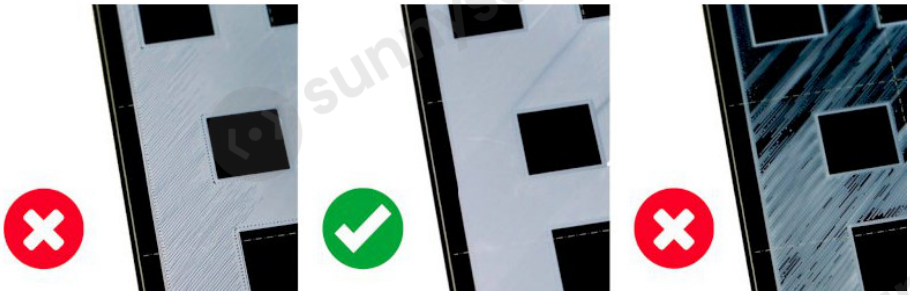
A tesztmintának a lenti bal vagy középső képhez hasonlóan kell kinéznie. A jobb oldali kép a két fő hibát mutatja egyszerre: a fúvóka túl magasan (meghajlott vonalak, elmozdult sarkok) és a fúvóka túl alacsonyan (a műanyag egyáltalán nem jön ki).



Mit ellenőrizzen:

- A kinyomott műanyagréteg kissé ellapult.
- A cikkcakkos vonal sarkai élesek, és nem emelkednek el a laptól.
- A vonalak egyenesek, és szilárdan tapadnak a laphoz.
- A minta végén lévő téglalap felülete egyenletes, hullámok és hézagok nélkül.

Lent a nyomat részletét látja a helytelen fúvókamagasság okozta minőségi hibákkal. A középső kép az optimális minőséget mutatja.



Az első réteg magasságának összehasonlítása – a fúvóka túl magasan (balra), optimális magasság (középen), a fúvóka túl alacsonyan (jobbra)

Építőkészlet
Ha a MINI+ építőkészlet-változatával rendelkezik, és nem sikerül egyenletes első réteget elérnie, az ok a SuperPINDA szonda helytelen elhelyezése lehet. Az online összeszerelési útmutatóban nézze meg, hogyan kell a SuperPINDA szondát helyesen elhelyezni.

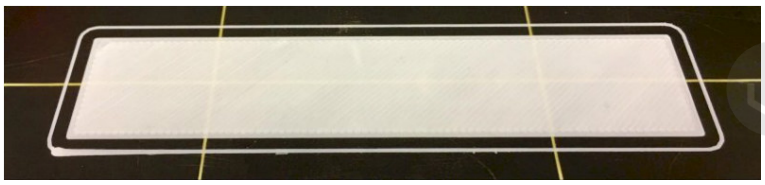
7.8 Ellenőrzőlista

Ha végigment az előző fejezetekben leírt összes lépésen, elindíthatja az első nyomtatást. Mielőtt elkezdené, nézze át a záró ellenőrzőlistát:

1. A MINI+ teljesen össze van szerelve, és megfelelő helyen áll.
2. A firmware a legújabb verzióra van frissítve.
3. Minden kalibrálás sikeresen lefutott.
4. A fűtött tárgyasztalon tiszta, izopropil-alkohollal átitatott kendővel áttörölt nyomtatólap van.
5. A filament be van töltve.

7.9 Az első nyomtatás elindítása

Amikor minden készen áll, nyissa meg a **Print** menüt (csak akkor jelenik meg, ha USB-meghajtó van behelyezve). A forgatógombbal válassza ki a listából az egyik mintaobjektumot, és figyelje a nyomtatót. A PRUSA logót javasoljuk – azon látszik a legjobban, mennyire sikerült az első réteg kalibrálása során beállítani az első réteget.



Így néz ki az ideális minőségű első réteg

A fúvóka először a kiválasztott filamenttől függetlenül 170 °C-ra fűt elő – így megakadályozza a filament kifolyását a kezdeti fázis, azaz a Mesh Bed Leveling során. Amint a Mesh Bed Leveling lefutott, a nyomtató a megfelelő nyomtatási hőmérsékletre fűti a fúvókát, és a nyomtatólap szélén megkezdi a kezdeti tisztítóvonal nyomtatását. Ezután a tárgy körül kinyomtatja a szoknyát, majd magát a tárgyat.

Figyelmeztetés

Figyelje gondosan az első réteg minőségét. A kinyomott műanyagnak jól kell tapadnia a laphoz. Ha a fúvóka bármilyen okból túl magasan van, engedje lejjebb a **Live Adjust Z** funkcióval, amely nyomtatás közben a **Tune** menüben érhető el. A másik lehetőség, hogy leállítja a nyomtatást, megtisztítja a nyomtatólapot, és a **Calibration** menüből újra elindítja az első réteg kalibrálását.

7.10 A nyomat eltávolítása

Amikor a nyomtatás befejeződött, várja meg, amíg a fűtött tárgyasztal lehűl. A fűtött tárgyasztal és a nyomtatólap a beállítástól függően 100 °C feletti hőmérsékletű lehet, és védtelen bőrrel érintve égési sérülést okozhat. Az anyagtól függően a nyomat lehűlés után magától leválhat. Ha nem, vegye le a nyomtatólapot, és óvatosan hajlítsa meg mindkét irányba. Ezután fordítsa el 90°-kal, és ismételje meg a hajlítást. Ne felejtse el eltávolítani az összes filamentmaradékot, például a kezdeti tisztítóvonalat, a szoknyát és a tartóanyagot. Ha a lapon műanyag marad, ne a körmével távolítsa el, mert megsérülhet. Sima lapon fém spatulát, texturált lapon műanyag spatulát használjon.



Igyekezzen nem megérinteni ujjaival a nyomtatási felületet – az ujjlenyomatok csökkenthetik a következő nyomat tapadását.

7.11 Ellenőrzések és teendők a nyomtatás befejezése után

Amint eltávolította a mintanyomatot a nyomtatólapról, nézze meg figyelmesen, és ellenőrizze az esetleges minőségi hibákat. Az FDM/FFF technológiával nyomtatott tárgyak soha nem tökéletesen simák – a rétegek általában láthatók rajtuk. Vannak azonban módszerek a 3D-nyomatok felületének simítására. Az utómunkáról (post-processing) a gyártó blogján, a blog.prusa3d.com oldalon tudhat meg többet.

Figyelmeztetés

Ha a nyomaton valódi minőségi hibák vannak (hiányzó részek, elcsúszott rétegek, alulextrudált helyek), olvassa el a 14.2. fejezetet (Nyomtatási minőség) a kézikönyv végén.

Győződjön meg arról, hogy a nyomtatólap tiszta, és helyezze vissza a fűtött tárgyasztalra. A filamentet a fúvókában betöltve hagyhatja. Ha nem tervez további tárgyat nyomtatni, várja meg, amíg a fúvóka 50 °C-ra lehűl, és kapcsolja ki a nyomtatót az oldalán található kapcsolóval.

8. Haladó funkciók

8.1 A menü szerkezete

- Print
- Preheat
  - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
  - Cooldown
- Filament
  - Load filament
    - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
    - Cooldown
  - Unload filament
  - Change filament
  - Purge filament
- Calibration
  - Wizard
  - Live Adjust Z
  - Auto Home
  - Mesh Bed Leveling
  - Selftest
  - First Layer Calibration
  - Test Fans
  - Test XYZ-Axis
  - Test Heaters
  - Show Selftest results
- Settings
  - Temperature
    - Nozzle
    - Heatbed
    - Print fan
    - Cooldown
  - [Profile name] – akkor jelenik meg, ha két vagy több nyomtatólap-profil van beállítva
  - Move Axis
    - Move X, Move Y, Move Z, Move E
  - Disable Steppers
  - Factory Reset
  - HW Setup
    - Sheet profiles
      - Profile name: Select, First Layer Calibration, Reset
  - FW Update
  - Filament sensor On / Off
  - LAN Settings
  - TZ (UTC + / -)
  - Save Crash Dump
  - Sound Mode: Once / Loud / Silent / Assist
  - Sound Volume
  - Device hash in QR On / Off
  - Language
- Info
  - System Info
  - Sensor Info
  - Version Info

8.2 A tárgyasztal automatikus kalibrálásának elve (Mesh Bed Leveling)

A tárgyasztal automatikus kalibrálását (Mesh Bed Leveling) az **LCD menu** – **Calibration** menüből indíthatja el. Ez a folyamat minden nyomtatás előtt lefut. Ugyanez a folyamat zajlik le az első réteg kalibrálásának kezdetén is (lásd a 7.7. fejezetet).

A SuperPINDA szonda a nyomtatólapon elosztott 4×4 pontból álló rácsot jár végig (függetlenül attól, hogy a lap texturált porszórt vagy sima PEI felületű), és megméri a laptól mért távolságot. A mért pontokból interpolációval létrejön a tárgyasztal virtuális hálója. Ha a tárgyasztal kissé hullámos (apró pontatlanságokról van szó, amelyek a gyártási tűrések összeadódásából vagy az összeszerelés során keletkeznek), a fúvóka nyomtatás közben a mért háló szerint mégis pontosan követi a felületet – és az első réteg minősége jobb lesz.

8.3 A gyári beállítások visszaállítása

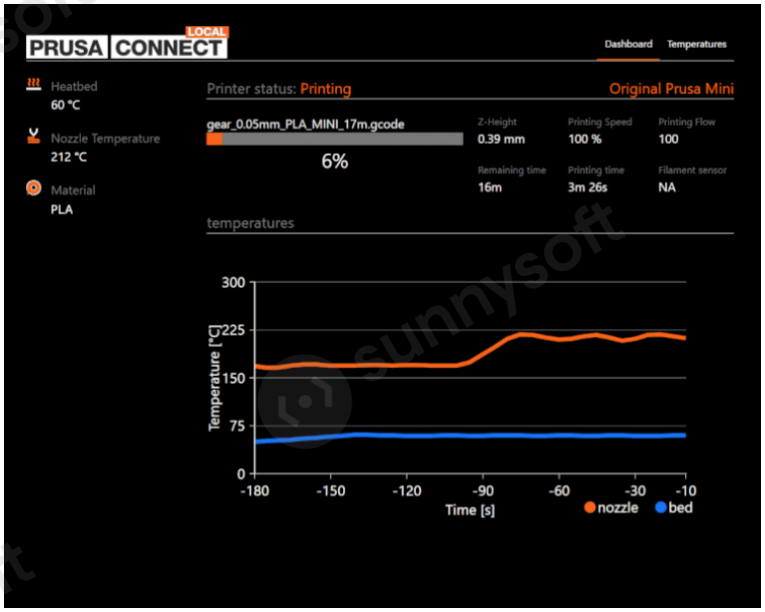
A gyári beállításokat az **LCD menu** – **Settings** – **Factory Reset** menüponttal állíthatja vissza. Ezzel minden elmentett érték visszaáll az alapértelmezettre.

8.4 Hálózati kapcsolat

Az Original Prusa MINI+ alaplapján Ethernet-csatlakozó (RJ45) található. Ezen keresztül csatlakoztathatja a nyomtatót a hálózatához.

Előfordulhat, hogy egyes hálózati funkciók a szállított firmware-verzióban nincsenek teljesen megvalósítva. Az aktuális firmware-verziókról a gyártó a www.prusa3d.com oldalon és a közösségi médiában tesz közzé információkat.

Az Original Prusa MINI+ nyomtatót csatlakoztathatja a helyi hálózathoz (LAN), és a PrusaConnect nevű webes felületen keresztül áttekintést kaphat a nyomtató alapvető adatairól. A nyomtatón alapértelmezés szerint be van kapcsolva a DHCP. Az **LCD menu** – **Settings** – **LAN Settings** menüben ellenőrizze, hogy a nyomtató helyes IP-címet kapott-e. Ezután az ugyanahhoz a hálózathoz csatlakoztatott számítógépen vagy mobiltelefonon nyisson meg egy webböngészőt, és a címsorba írja be a nyomtató IP-címét. Megjelennek az éppen folyó nyomtatás alapvető adatai. A PrusaConnect jelenlegi változata csak a helyi hálózaton működik, funkciói a firmware későbbi kiadásaiban bővülnek.



A Wi-Fi modult (opcionális tartozék) az alapértelmezett firmware nem támogatja. A Wi-Fi modul elérhetőségéről a gyártó a www.prusa3d.com vagy a blog.prusa3d.com oldalon tesz közzé információkat.

Megjegyzés
Az Original Prusa MINI+ kompatibilis az OctoPrint nevű, hálózati nyomtatásra szolgáló külső eszközzel is. A telepítéssel és beállítással kapcsolatos információkat az OctoPrint projekt hivatalos weboldalán találja.

9. Saját modellek nyomtatása

Amikor a nyomtató teljesen kalibrálva van, és a mintamodellek jól néznek ki, valószínűleg saját modelleket szeretne nyomtatni. Számos lehetősége van – a következő fejezetekben többet tudhat meg.

9.1 Nyomtatható modell beszerzése

A 3D-nyomtatás megkezdésének legegyszerűbb módja, ha modelleket tölt le az internetről – ezek általában .3mf, .stl vagy .obj formátumban érhetők el. Szerencsére a 3D-nyomtatás területén sok a lelkes rajongó, így léteznek olyan weboldalak, amelyekről nagy mennyiségű kész 3D-modell tölthető le ingyen. Ott mindenfélét talál, az egyszerű dobókockától a kedvenc filmje, játéka vagy sorozata részletes figurájáig. Letölthet mechanikai alkatrészeket, RC-modellek tartozékait, háztartási felszereléseket és még sok mást is.

A legjobb modelleket a Printables.com oldalon találja

A Printables.com (korábban PrusaPrinters) a Prusa Research által működtetett nagy online könyvtár, amely minőségi 3D-modelleket tartalmaz. Célja, hogy összefogja a tervezők, alkotók és a 3D-nyomtatás rajongóinak nagy és aktív közösségét – függetlenül attól, hogy melyik 3D-nyomtató márkát kedvelik. Rendszeres közösségi versenyeket rendeznek itt, amelyek fődíjai 3D-nyomtatók és filamentek, és létezik egy virtuális és fizikai árukat kínáló jutalmazási rendszer is – az aktív tagságért pontokat gyűjt, amelyeket egy tekercs Prusamentre vagy más árura válthat.

A minőségi, egyedi és hasznos modellekre összpontosítás révén mindig csak néhány kattintásra van attól, hogy valami újat fedezzen fel nyomtatásra. És mielőtt valamit letölt és kinyomtat, használhatja a fejlett beépített 3D-modell nézegetőt, amely nem csak az STL és 3MF fájlokkal, hanem a G-code fájlokkal is működik. Keresse fel a Printables.com oldalt, és fedezze fel a tevékenységeket, versenyeket, eseményeket, csoportokat, gyűjteményeket és még sok mást.

A 3D-modellek nagyon gyakran ingyenesen tölthetők le a Creative Commons – Attribution – Non-Commercial licenc alatt (a modellek kereskedelmi célra nem használhatók, és a szerző nevét mindig fel kell tüntetni), vagy kis díj ellenében. Kiválasztottuk a legérdekesebb weboldalakat:

- Printables.com (www.printables.com)
- Thingiverse
- MyMiniFactory
- Pinshape
- YouMagine
- Shapeways
- Gambody

Az .stl, .obj és hasonló formátumú modellek azonban közvetlenül nem nyomtathatók 3D-ben. Először „szeletelni” (átalakítani) kell őket G-code fájlba, amelyet aztán USB-meghajtóra kell másolni. A szeletelt projektet tartalmazó USB-meghajtót helyezze a nyomtatóba, és a **Print** menüben válassza ki a nyomtatni kívánt modellt. Többet a 9.3. (Mi az a G-code fájl?) és a 9.4. fejezetben (PrusaSlicer) tudhat meg.

9.2 Saját modell létrehozása

A 3D-modell létrehozásához speciális programra – 3D-szerkesztőre – van szükség. Számos különböző 3D-program létezik, a választás általában attól függ, milyen típusú modellt szeretne létrehozni.

Kezdésre a Tinkercad a legjobb – online szerkesztő, amely a böngésző ablakában fut, így nem kell semmit telepíteni. Ingyenes, áttekinthető, és az

interneten rengeteg útmutatót talál hozzá. A Tinkercad elsősorban kevésbé részletes és nagyobb (pl. mechanikai) alkatrészek készítésére irányul, amelyek ideálisak az FFF/FDM nyomtatásra – a MINI+ könnyen megbirkózik velük.

Egy másik népszerű eszköz az Autodesk Fusion 360 PC-re, Macre és iPadre. A program gyártójának weboldalán gyors útmutató áll rendelkezésre számos részletes videós útmutatóval együtt, így kezdők és profik számára is ideális választás.

9.3 Mi az a G-code fájl?

Az internetről letöltött vagy saját készítésű 3D-modelleket az eredeti formátumból (.stl, .obj, .3mf és hasonlók) át kell alakítani a nyomtató számára szóló utasítások fájljává – az úgynevezett G-code fájllá. Csak ez a formátum „érthető" a 3D-nyomtatók számára. A fájl utasításokat tartalmaz a fúvóka mozgására, a kinyomott filament mennyiségére, a hőmérséklet-beállításokra vagy a ventilátorok sebességére vonatkozóan.

Több tucat különböző szeletelő áll rendelkezésre, mindegyiknek megvannak az előnyei és hátrányai. A Prusa nyomtatók felhasználói leggyakrabban ezt a hármat használják:

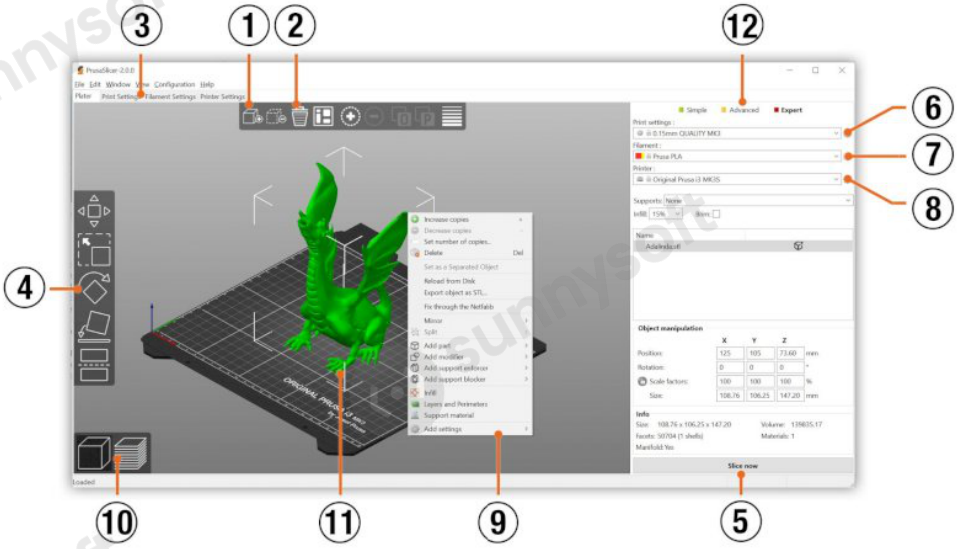
- PrusaSlicer
- Cura
- Simplify3D

9.4 PrusaSlicer

Ahogy a neve is mutatja, a PrusaSlicer a gyártó saját szeletelője, amelyet a nyílt forráskódú Slic3r projekt alapján fejlesztettek ki. Számos hasznos funkcióval rendelkezik, például:

- nyomtatási profilok több mint 30 filamenthez, automatikus frissítéssel,
- változó rétegmagasság,
- egyedi tartóanyag és módosítók,
- különböző nyomtatási beállítások.

A legújabb stabil verziót mindig letöltheti a www.prusa3d.com oldalról. A fejlesztői alfa/béta verziók a PrusaSlicer projekt GitHub-tárházában érhetők el.



A PrusaSlicer felülete

1. Az **Add** gombbal tölthet be modellt a PrusaSlicerbe.
2. A **Delete** és a **Delete All** gomb eltávolítja a modell(eke)t a PrusaSlicerből.
3. Megnyitja a nyomtatás, a filament és a nyomtató részletes beállításait.
4. A **Move**, **Scale**, **Rotate**, **Place on Face** és **Cut** eszközök.
5. A szeletelés és a .gcode fájl létrehozásának gombja.
6. A nyomtatási minőség / sebesség beállítása.
7. Az anyag kiválasztása.
8. A nyomtató kiválasztása.
9. A modellre jobb gombbal kattintva megnyílik a helyi menü.
10. Váltás a 3D-szerkesztő és a rétegek előnézete között.
11. A modell előnézete.
12. Váltás a **Simple** / **Advanced** / **Expert** mód között.

9.5 Objektumok importálása a PrusaSlicerbe

A PrusaSlicer elindítása után az ablak jobb oldalán található **Printer** menüben válassza az **Original Prusa MINI+** elemet. Ha nem látja a listában, adja hozzá vagy az ugyanebben a menüben található **Add a new printer** lehetőséggel, vagy a **Configuration** – **Configuration Wizard** menüponton keresztül. Ezután válassza ki a rétegmagasságot, a kitöltést és a használni kívánt anyagot.
A beépített filamentprofilok előre meghatározott és tesztelt beállításokkal rendelkeznek. Ha helytelen profilt választ, az az inkompatibilis beállítások miatt hátrányosan befolyásolhatja a nyomtatást.

A PrusaSlicer lehetővé teszi az STL, OBJ, AMF és 3MF formátumú objektumok importálását – ezek a leggyakoribb 3D-fájltípusok, amelyekkel az interneten találkozhat. Vagy az egérrel húzza őket a 3D-szerkesztő ablakába, vagy használja a felső eszköztár **Add...** gombját.

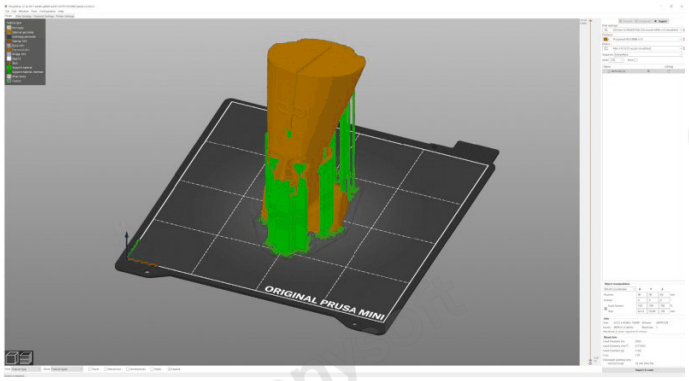
A modell módosításához használja a bal oldali eszköztár eszközeit: **Move**, **Scale** és **Rotate**. Ha az objektum kék színű, az azt jelenti, hogy nem fér el a nyomtatási felületen. Többet a következő fejezetben tudhat meg. Nincs univerzális módszer a modell felületre helyezésére – ez a konkrét alaktól függ. Általánosságban érvényes, hogy alapnak az objektum legnagyobb sík felületét célszerű választani: minél nagyobb az alap, annál jobb a tapadás. A legjobb eredményt akkor éri el, ha a modell alja tökéletesen sík.

9.6 Tartóanyag használata

A tartóanyag 3D-nyomtatott alátámasztó szerkezet (hasonló az állványzathoz), amely lehetővé teszi az összetett objektumok helyes kinyomtatását – a nyomtatás befejezése után a nyomatról leválasztható.

Sok modell tartóanyag nélkül is kinyomtatható – elég helyesen a nyomtatási felületre fektetni őket, és már nyomtathat is. Nem minden objektum nyomtatható ki azonban tartóanyag nélkül.

Ha olyan objektumot nyomtat, amelynek falai 45°-nál kisebb szögben dőlnek (meredek túlnyúlás), a túlnyúlások nem feltétlenül nyomtatódnak ki helyesen, és a nyomtatás sikertelen lehet. Vannak olyan objektumok is, amelyeknél a nyomtatónak „a levegőbe" kellene kezdenie a nyomtatást – ami lehetetlen. Ilyen esetekben tartóanyagot kell használni. A PrusaSlicer ezt a funkciót beépítve tartalmazza.



Automatikusan generált tartóanyag a PrusaSlicerben

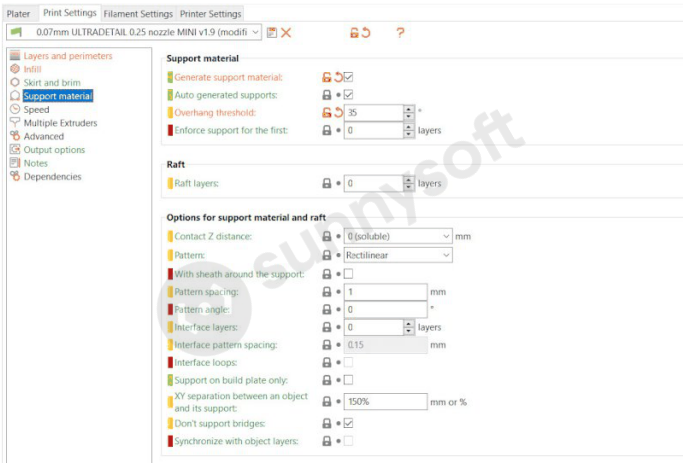
Három lehetőség közül választhat:

- **Csak a tárgyasztalon (Support on build plate only)** – csak az objektum és a nyomtatási felület között generál tartóanyagot.
- **Csak a kényszerített tartóanyaghoz (For support enforcers only)** – csak ott generál tartóanyagot, ahol tartóanyag-kényszerítő módosítók vannak elhelyezve.

- **Mindenhol (Everywhere)** – mindenhol generál tartóanyagot.

Az alapértelmezett értékek a legtöbb esetben működnek. Ha azonban módosítani kell, hol generálódjon a tartóanyag, a következőképpen járjon el: nyissa meg a **Print Settings** lapot, és a bal oldali oszlopban kattintson a **Support Material** elemre.

- Jelölje be a **Generate support material** jelölőnégyzetet.
- Az **Overhang threshold** lehetővé teszi annak a minimális szögnek a beállítását, amelytől a tartóanyag nyomtatódik. Nullára állítva a szög automatikusan kerül meghatározásra. Próbáljon tartóanyagot generálni különböző szögbeállításokkal, hogy kiderüljön, melyik érték felel meg leginkább az objektumának.
- Az **Enforce support** az első néhány rétegre főként kis modelleknél vagy kis alapú modelleknél használatos, hogy nyomtatás közben ne törjenek le vagy ne szakadjanak le a nyomtatási felületről.



Megjegyzés

A tartóanyag feletti felületek minősége általában rosszabb. Mielőtt tartóanyag használatáról dönt, próbálja meg az objektumot úgy eltolni vagy elforgatni, hogy kevesebb tartóanyagra legyen szükség, vagy egyáltalán ne legyen rá szükség.

9.7 Nyomtatási sebesség és nyomtatási minőség

Egy kis objektum néhány perc alatt kinyomtatódik, a nagyobb modellek nyomtatása azonban tovább tart – egyes nyomatok akár több tíz órát is igénybe vesznek. A nyomtatási időt számos tényező befolyásolja. A sebesség befolyásolásának első módja a rétegmagasság módosítása a PrusaSlicerben – a jobb felső ablakban találja a **Print Settings** menüt. Az alapértelmezett beállítás a **0.15 mm QUALITY**, a nyomtatást azonban felgyorsíthatja a **0.20 mm**

SPEED vagy akár a **0.25 mm DRAFT** választásával. A magasabb réteg kevésbé részletes modelleket jelent, hangsúlyosabb rétegekkel. Ha a minőséget előnyben részesíti a sebességgel szemben, válassza a **0.10 mm DETAIL** beállítást. A nyomtatási idő érezhetően megnő, a modellek viszont jobban fognak kinézni. A nyomtatási sebesség növelése kevésbé részletes modellhez vezethet.

A leggyakrabban használt 0,15 mm és 0,20 mm profil két változatban létezik:

- **Minőség (Quality)** – a kerületek és a kitöltés lassabb nyomtatása, jobb felületi minőség.
- **Sebesség (Speed)** – a kerületek és a kitöltés gyorsabb nyomtatása a felületi minőség jelentős romlása nélkül.



Nyomtatási minőség és nyomtatási idő

A sebesség nyomtatás közben is módosítható: **LCD menu – Tune – Speed**. A forgatógomb órairányú forgatásával a nyomtatási sebességet akár 150%-ra növelheti, ellentétes irányú forgatással csökkentheti – a minimum 50%. Figyelje, hogyan hat a sebességváltozás a nyomtatott modellre, és ennek megfelelően állítsa be a sebességet. Ez a beállítás nem befolyásolja a gyorsulást, így a sebességváltozás nem áll egyenes arányban a nyomtatási idő változásával.

9.8 Kitöltés (infill)

A kitöltés (infill) egy további paraméter, amely befolyásolja a nyomtatott objektumot – elsősorban a nyomtatási sebességet, a szilárdságot és bizonyos mértékben a nyomat megjelenését is.

Az FFF/FDM módszerrel nyomtatott objektumok nem tömörek. Belsejükben meghatározott térbeli szerkezet található – az egyszerű rácstól vagy hatszögektől a bonyolultabb mintákig. A kitöltés célja mindig ugyanaz: bizonyos szilárdságot adni az objektumnak. Sok modell 10–15% kitöltéssel nyomtatható; ha szilárdabb objektumra van szüksége (pl. szerkezeti alkatrész), válasszon sűrűbb kitöltést.

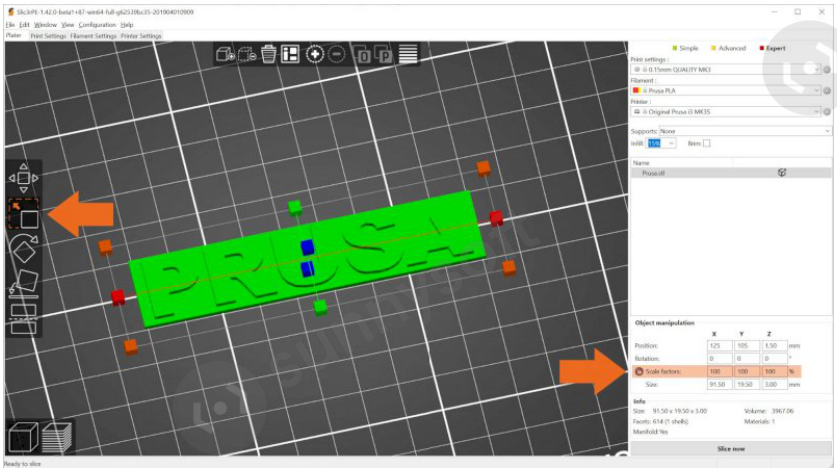
9.9 Perem (brim)

A perem (brim) növeli a nyomtatási felülethez való tapadást, és csökkenti a nyomat vetemedésének kockázatát. Az első réteg körül további körvonalak nyomtatódnak – ez különösen akkor jön jól, amikor a modell csak kis felülettel érintkezik a tárgyasztallal. A PrusaSlicerben a peremet a jobb oldali panelen a **Brim** jelölőnégyzet bejelölésével kapcsolhatja be. A nyomtatás végeztével a perem általában könnyen eltávolítható kézzel, esetleg sorjázóval vagy szikével.

9.10 Nagy objektumok nyomtatása

Megjegyzés
Az Original Prusa MINI+ tárgyasztala az Original Prusa i3 MK3S nyomtatóéhoz képest kisebb, néhány trükkel azonban a MINI+ nyomtatón is valóban nagy objektumokat nyomtathat. Ne hagyja, hogy a kisebb tárgyasztal megállítsa – a gyártó blogján, a blog.prusa3d.com oldalon tippeket talál arról, hogyan állíthat össze nagy méretű modelleket több kisebb részből.

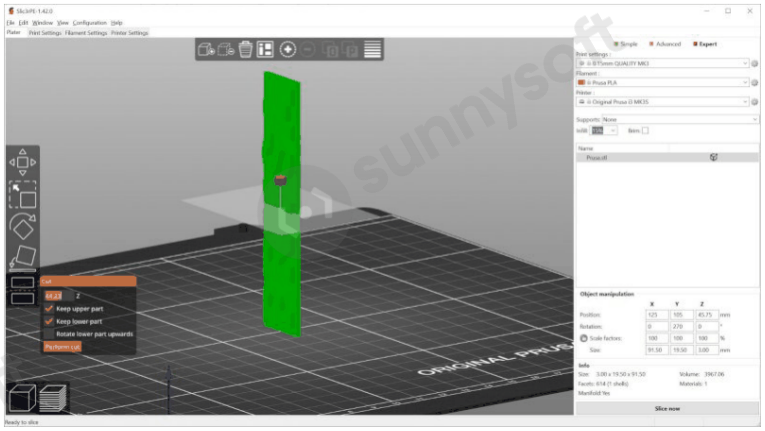
Különleges eset a fűtött tárgyasztalnál nagyobb objektumok nyomtatása. Az első lehetőség az objektum nyomtatható méretre kicsinyítése. A bal oldali eszköztáron válassza a **Scale** eszközt (vagy nyomja meg az S billentyűt). Ezután módosítsa az objektum méretét a 3D-kezelőelemmel (gizmo). Ha a modellt arányosan szeretné kicsinyíteni, húzza a kezelőelem egyik sarkát. A méret egyetlen tengely mentén is módosítható a megfelelő fogantyúk húzásával. Alternatív megoldásként pontos léptékértéket is megadhat a jobb alsó sarokban található objektumkezelő ablakban.



A nyomtatott objektum léptékének módosítása

Ha olyan objektumot kell nyomtatnia, amely eredeti méretében nem fér el a tárgyasztalon, kisebb részekre kell vágnia. A bal oldali eszköztáron válassza

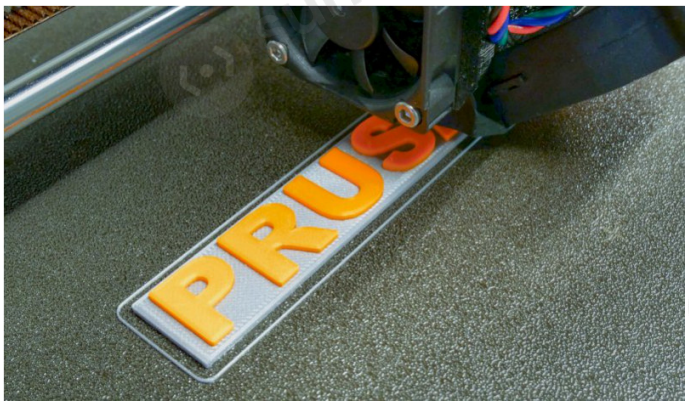
a **Cut** eszközt (vagy nyomja meg a C billentyűt). Helyezze a vágási síkot a kívánt pozícióba, vagy adja meg a pontos magasságot a **Cut** eszköz párbeszédablakában. Eldöntheti, hogy az objektum felső részét, alsó részét vagy mindkét részét megtartja.



Az objektum vágása a Cut eszközzel

9.11 Többszínű objektumok nyomtatása

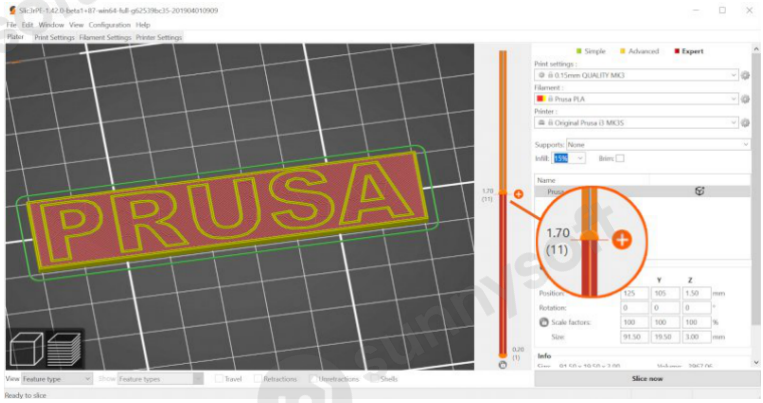
A rétegenkénti színváltással készülő többszínű nyomatok egyszerűen beállíthatók közvetlenül a PrusaSlicerben – az eljárást lásd lent.



A PrusaSlicer színváltás funkciójával nyomtatott többszínű objektum

Színváltás a PrusaSlicerben

1. Váltson át a rétegek előnézetére a bal alsó sarokban található gombbal.
2. A jobb oldali csúszkával válassza ki azt a réteget, amelyben a színnek változnia kell.
3. Kattintson a narancssárga plusz jelű ikonra.
4. Az előnézet azonnal megjelenik. A színváltást a szürke keresztre kattintva vonhatja vissza, amely most a narancssárga plusz jel helyén látható.
5. Exportálja a G-code fájlt, és már nyomtathat is!



A színváltás beállítása a PrusaSlicerben

9.12 Szeletelés és exportálás

A szeletelés egyik legfontosabb része a szeletelt objektum ellenőrzése az előnézeti ablakban. Az ablak jobb oldalán található csúszkával egymás után végignézheti az objektum összes rétegét. Így felfedheti a lehetséges problémás helyeket – például amikor az objektum alja nem fekszik fel közvetlenül a tárgyasztalra, vagy amikor valahol hiányzik a tartóanyag, és az objektum egy része „a levegőben" kezdődik.

Mielőtt a modellt G-code fájlként exportálja és USB-meghajtóra másolja, mindig ellenőrizze az előnézeti módban. Ez a legjobb módja a nyomtatási problémák megelőzésének.

10. Anyagkalauz

Megjegyzés
Az anyagok teljes áttekintése online érhető el! A kézikönyv korlátozott terjedelme miatt itt csak a legnépszerűbb filamentek rövid áttekintését adjuk. Keresse fel a help.prusa3d.com/materials oldalt, ahol az elérhető filamentek túlnyomó többségének részletes áttekintését találja.

Az Original Prusa MINI+ számos népszerű anyagból tud nyomtatni. Az anyagok mechanikai és optikai tulajdonságaikban, valamint a nyomtatás nehézségében különböznek. Ha most kezdi a 3D-nyomtatást, az első filamentje mindenképpen PLA legyen. Csak amikor a PLA valamelyik hátránya már korlátozza Önt, akkor jött el az idő más filamentek, például a PETG vagy az ASA kipróbálására.

10.1 PLA

A PLA a 3D-nyomtatás leggyakrabban használt anyaga. Könnyen nyomtatható, és a PLA nyomatok nagyon kemények. Alacsony hőtágulása révén (a nyomatok nem vetemednek a tárgyasztalon) ideális nagy objektumok és apró, részletes modellek nyomtatására is. Ez az egyetlen anyag, amely valóban alkalmas 50 mikronos rétegvastagsággal (Ultradetail felbontás) történő nyomtatásra, és remekül kinéző miniatűrök nyomtathatók belőle.

Előnyök

- könnyű nyomtatás, kezdőknek is alkalmas
- apró modellek részletes nyomtatása
- nagy objektumok problémamentes nyomtatása
- szinte szagtalan
- megfizethető
- széles színválaszték

Hátrányok

- törékeny és merev
- alacsony hőállóság (54 °C)
- nehéz utómegmunkálás
- kültéri használatra nem alkalmas (alacsony UV- és hőállóság)

Jellemző felhasználás

- prototípusok
- játékok
- figurák
- ékszerek (apró és részletes modellek)
- építészeti modellek

Tippek és trükkök

Sima PEI nyomtatólapra nyomtatható a legjobban. A PLA nyomatok utómegmunkálásakor a sima felület érdekében nedves csiszolást alkalmazzon. Száraz csiszolásnál a súrlódásból keletkező hő deformálni kezdheti a nyomtatott objektumot. A PLA csak olyan vegyszerekben oldódik, mint a kloroform vagy a forró benzol. Több alkatrész összeragasztásához elegendő a pillanatragasztó vagy az aceton.

- **Fúvóka hőmérséklete** – 215 °C
- **Tárgyasztal hőmérséklete** – 50–60 °C
- **Nyomtatólap** – győződjön meg arról, hogy a felület tiszta – lásd a 11.1. fejezetet (Rugalmas nyomtatólapok).

10.2 PET/PETG

A PETG a 3D-nyomtatás másik leggyakrabban használt anyaga. Kiváló választás mechanikailag terhelt alkatrészek nyomtatására. A PLA-hoz képest magasabb a hőállósága, rugalmasabb, és így kevésbé törékeny. Alacsony hőtágulása révén jól tapad a tárgyasztalhoz, és nem vetemedik. Nyomtatása szinte ugyanolyan egyszerű, mint a PLA-é, a PLA-tól eltérően azonban jobb mechanikai tulajdonságokat nyújt. A gyártó nyomtatóinak alkatrészei éppen PETG-ből készülnek!

Előnyök

- magas hőállóság
- könnyű nyomtatás
- csekély vetemedés
- szívós és ellenálló
- könnyű megmunkálás (csiszolás)
- szinte szagtalan
- fényes felület
- jó rétegtapadás
- víz- és nedvességálló

Hátrányok

- kis/részletes modellek nyomtatására nem alkalmas
- lehetséges szálazás (vékony szálak)
- gyengébb áthidalás és túlnyúlások
- erős tapadás a tárgyasztalhoz
- acetonnal nem simítható, csak veszélyes vegyszerekben oldódik
- a tartóanyag nehezen távolítható el

Jellemző felhasználás

- mechanikai alkatrészek
- tartók és burkolatok
- vízálló nyomatok (virágcserepek)

Tippek és trükkök

A PLA-tól eltérően a PETG fűtött tárgyasztalt igényel (85 °C). Rosszabbul hidal át, gyengébbek a túlnyúlásai, és hajlamos a szálazásra. A szálazás nagyobb visszahúzással és alacsonyabb fúvókahőmérséklettel mérsékelhető, de javasoljuk, hogy tartsa magát a PrusaSlicer profiljaihoz. A PETG nyomat hűtése fontos – a modell így részletesebb lesz, és csökken a szálazás és a kifolyás. Ha azonban a lehető legszilárdabb modellt szeretné, próbálja kikapcsolni a nyomtatási ventilátort. A magasabb filamenthőmérséklet jobb rétegtapadást, és ezáltal jobb mechanikai ellenállást biztosít. Javasoljuk, hogy az első néhány réteget kikapcsolt ventilátorral nyomtassa (a tapadás miatt), majd kapcsolja be fél teljesítményre.

- **Fúvóka hőmérséklete** – 240 °C
- **Tárgyasztal hőmérséklete** – 80–100 °C
- **Nyomtatólap** – a texturált porszórt lap és a szatén lap nem igényel különleges előkészítést, csak tartsa őket tisztán és zsírmentesen. A sima

PEI lapra vigyen fel egy vékony réteg ragasztóstiftet, mert a PETG túl erősen tapadhat a lap felületéhez, és a nyomatot nehéz lenne levenni.

10.3 ASA/ABS

Az ASA és az ABS nagyon hasonló anyagok. Az ASA sok tekintetben jobb az ABS-nél, és annak utódjának tekinthető. Az ASA UV-álló, és nyomtatás közben valamivel kevésbé zsugorodik. Az ABS egyetlen előnye a felület acetonnal történő egyszerűbb kezelése. A továbbiakban csak az ASA-ról beszélünk, ugyanez azonban az ABS-re is érvényes.

Az ASA szilárd és sokoldalú anyag. A PLA-nál magasabb olvadáspontja kiváló hőállóságot ad az ASA-nak – a nyomatok körülbelül 100 °C-ig nem mutatnak deformációs jeleket. Az ASA-nak sajnos a PLA-hoz képest nagyon magas a hőtágulása, ami különösen a nagyobb méretű modelleknél nehezíti a nyomtatást. Még 100 °C-ra beállított fűtött tárgyasztal mellett is előfordulhat, hogy a nyomat vetemedni kezd, és elválik a tárgyasztaltól. Nyomtatás közben ráadásul kellemetlen szag szabadul fel.

Előnyök

- magas ütés- és kopásállóság
- nagyon jó hőállóság
- kültéri használatra alkalmas – UV-stabil
- acetonban oldódik – könnyű ragasztás
- acetongőzzel simítható
- részletes nyomatok szálazás nélkül
- könnyű megmunkálás (pl. csiszolás, vágás)

Hátrányok

- nehezebb nyomtatás
- hajlam a vetemedésre (a nagy modelleket zárt burkolatban nyomtassa)
- kellemetlen szag nyomtatás közben (sztirolt tartalmaz)

Jellemző felhasználás

- burkolatok és védőtokok
- prototípusok
- pótalkatrészek
- játékok és figurák

Tippek és trükkök

Az ASA/ABS nyomtatása jelentősen egyszerűbb, ha a nyomtató zárt burkolatban van. A fűtött tárgyasztal gyorsan felfűti a burkolatot, és csökkenti a kinyomott filamentet érő hősokkot. Ezzel jelentősen csökken a vetemedés és a rétegek elválása. Az aceton révén egyszerű több nyomatot

összeilleszteni: elég az érintkező felületeket enyhén acetonnal bekenni, és az alkatrészeket összenyomni. A nyomatok ráadásul acetongőzzel simíthatók, így tökéletesen fényes felület érhető el. Az acetonnal óvatosan bánjon!

- **Fúvóka hőmérséklete** – 245–265 °C
- **Tárgyasztal hőmérséklete** – 90–100 °C (nagyobb objektum magasabb hőmérsékletet igényel)
- **Nyomtatólap** – az ASA és az ABS a szatén lappal működik a legjobban, amely nem igényel különleges előkészítést – csak tartsa tisztán és zsírmentesen. Ha azonban ABS/ASA anyagot texturált vagy sima lapra nyomtat, vigyen fel a lap felületére egy vékony réteg ragasztóstiftet, mert az ASA és az ABS túl erősen tapadhat ezekhez a felületekhez, és a nyomatot nehéz lenne levenni.

10.4 PC (polikarbonát) és PC Blend

A polikarbonát (PC) kiváló szívósságú, húzószilárdságú és magas hőmérsékletnek ellenálló műszaki anyag. Nyomtatása azonban nagyon igényes, ezért főként haladó felhasználóknak alkalmas. Ez nem érvényes a Prusament PC Blendre, amely más polikarbonátokhoz képest jelentősen könnyebben nyomtatható.

Előnyök

- magas hőállóság
- nagy szívósság és húzószilárdság
- a tiszta polikarbonát átlátszó
- jó elektromos szigetelő tulajdonságok

Hátrányok

- a tiszta polikarbonát erősen higroszkópos
- magas fúvóka- és tárgyasztal-hőmérséklet
- erős vetemedés, különösen nagy modelleknél
- enyhe szag nyomtatás közben
- elválasztó réteg ajánlott
- magas ár

Jellemző felhasználás

A polikarbonát elsősorban olyan műszaki alkatrészekhez alkalmas, amelyeknél magas hő- és mechanikai terhelhetőségre van szükség.

Tippek és trükkök

- Fontolja meg a zárt burkolatban történő nyomtatást – így megelőzheti a nyomtatott objektumok vetemedését.
- A PrusaSlicerben kapcsolja be a **Skirt** beállítást a vetemedés csökkentésére.
- A kis objektumok köré adjon **Brim** peremet.

- Ne nyomtasson hideg helyiségben.
- **Fúvóka hőmérséklete** – 275 °C
- **Tárgyasztal hőmérséklete** – 110 °C az első réteghez, 115 °C a további rétegekhez
- **Nyomtatólap** – a legjobb tapadást a texturált porszórt lap vagy a szatén lap biztosítja egy réteg ragasztóstifttel. A szatén porszórt lap ragasztó nélkül is jól tapad, mégis elválasztó réteget javasolunk, hogy a felület ne kopjon és ne sérüljön.

10.5 PVB

A polivinil-butirál (PVB) olyan anyag, amelyet az izopropil-alkohollal (IPA) történő egyszerű simításra terveztek. Átlátszósága révén vázák, lámpaernyők és más dizájntárgyak nyomtatására alkalmas. Nyomtatási beállításai a PLA-éhoz hasonlóak, mechanikai tulajdonságai a PVB-nek valamivel jobbak.

Előnyök

- a PLA-hoz hasonló nyomtatási beállítások
- átlátszó filament
- ideális dizájnalkatrészekhez, vázákhoz, lámpaernyőkhöz stb.
- kémiai simítás IPA segítségével
- kiváló tapadás a tárgyasztalhoz
- jó szívósság (a CPE-hez hasonló)
- jó húzószilárdság (a PETG-hez hasonló)
- csekély vetemedés (kisebb, mint a PLA-nál)
- alkalmas 0,8 mm-es fúvókához

Hátrányok

- gyengébb tapadás a rétegek között
- higroszkópos filament (nedvességet vesz fel)
- magasabb ár

Jellemző felhasználás

A PVB átlátszó modellek, például ékszerek, vázák, lámpaernyők és hasonlók nyomtatásánál érvényesül a legjobban.

Tippek és trükkök

A PVB jól tapad a tiszta sima vagy szatén laphoz; a texturált porszórt lapon a tapadás gyengébb. Ha átlátszó objektumokat szeretne nyomtatni, amelyeket izopropil-alkohollal fog simítani, nagyobb fúvókát (0,8 mm) és a PrusaSlicerben a **Spiral vase** módot javasoljuk. Több kerülettel történő nyomtatásnál az egyes rétegek a simítás után is láthatók maradnak.
A filamentet tárolja szárazon – a PVB hajlamos a nedvesség felvételére, ami

megmutatkozhat a nyomtatás minőségén. A filamentet ezért mindig tegye vissza a szilikagéles tasakba, vagy nyomtatás előtt szárítsa 4 órán át 60 °C-on.

A PVB fő előnye az izopropil-alkohollal (IPA) történő simítás lehetősége. A PVB modellek simíthatók IPA-gőzben, IPA-fürdőbe merítve vagy az IPA közvetlen felületre vitelével (szórófejjel vagy ecsettel). Részletes útmutatókat a gyártó blogján, a blog.prusa3d.com oldalon talál.

- **Fúvóka hőmérséklete** – 215 ± 10 °C
- **Tárgyasztal hőmérséklete** – 75 °C
- **Nyomtatólap** – ne használja a szokásos texturált porszórt lapot. A PVB jobban tapad a tiszta sima vagy szatén laphoz; a texturált lap nem feltétlenül biztosít elegendő tapadást.

10.6 Rugalmas anyagok

A rugalmas filamentek nagyon szilárdak és hajlékonyak. Sok esetben a klasszikus kemény műanyag nem alkalmas az adott modellhez. Akár telefontokot, akciókamera-tokot vagy RC-autó kerekét nyomtat, jobb rugalmas anyagot használni. Ezek az anyagok azonban viszonylag ritkák, drágák, és a nyomtatás nehézsége miatt főként haladó felhasználóknak alkalmasak.

Mielőtt Flexből kezd nyomtatni, tisztítsa meg a fúvókát az előző anyagtól. Először fűtse elő a fúvókát a legmagasabb hőmérsékletre, amelyen az utóbbi időben nyomtatott. Ezután töltsön az extruderbe PLA-t, amely kinyomja az összes korábbi anyagot. A Flex betöltésekor a lehető legjobban lazítsa meg az idler szorítását. Fontolja meg a fúvóka tisztítását a „Cold Pull" módszerrel – részletes útmutatót a help.prusa3d.com oldalon talál. Nyomtasson lassan. Minél lassabban, annál jobb. A rugalmas filamentek jellemző sebessége körülbelül 20 mm/s, a maximális ajánlott sebesség 30 és 40 mm/s között mozog. Nagyobb sebességnél a fúvóka eltömődésének vagy a filament adagoló fogaskerekekre tekeredésének veszélye áll fenn. Az Original Prusa nyomtatókhoz a „Semiflex or Flexfill 98A" vagy a „Filatech FilaFlex40" profilokat javasoljuk, amelyek sebessége helyesen van beállítva.

Előnyök

- rugalmasság és elaszticitás
- minimális vetemedés
- jó rétegtapadás
- kopásállóság

Hátrányok

- a filament betöltésekor további lépéseket igényel
- igényesebb előkészítés és nyomtatás, gyengébb áthidalás és túlnyúlások
- lassan kell nyomtatni
- magasabb ár
- higroszkópos – szárazon kell tárolni

- **Fúvóka hőmérséklete** – 230–260 °C
- **Tárgyasztal hőmérséklete** – 45–65 °C (nagyobb objektum magasabb hőmérsékletet igényel)
- **Nyomtatólap** – ha sima lapra nyomtat, vigyen fel rá elválasztó réteget (ragasztóstift vagy kaptonszalag). A texturált porszórt lap nem igényel elválasztó réteget – a nyomat jól tapad rajta, és lehűlés után a felület sérülése nélkül könnyen levehető.

11. Rendszeres karbantartás

A MINI+ nyomtatót a kezdetektől megbízható nyomtató-„igáslónak" tervezték. Mégis mechanikai alkatrészeket tartalmazó készülékről van szó, amelyek időnként karbantartást igényelnek. Kövesse az alábbi utasításokat, hogy nyomtatója a lehető legtovább tökéletes állapotban maradjon.

11.1 Rugalmas nyomtatólapok

Ha a nyomtatott objektumok rosszul tapadnak a nyomtatólapon, a lapot meg kell tisztítani. Válassza ki a nyomtatólap típusának megfelelő tisztítószert (lásd lent), cseppentsen belőle kis mennyiséget egy tiszta papírtörlőre, és törölje át vele a nyomtatási felületet. A legjobb eredményt akkor éri el, ha a lap hideg – különben megégetheti magát a fúvókával vagy a fűtött tárgyasztallal, és az alkohol elpárologna, mielőtt bármit megtisztíthatna. A részleteket a 7. fejezetben találja (Az első nyomtatás).

A nyomtatási felületet nem kell minden nyomtatás előtt megtisztítani. Fontos, hogy ne érintse meg a lap felületét ujjaival vagy szennyezett szerszámokkal.

Az ajánlott tisztítószerek a nyomtatólap típusától függően kissé eltérnek. Az egyes anyagokra vonatkozó utasításokat (pl. elválasztó réteg szükségessége a felület védelmére) az előző fejezetben találja.

	Helyes használat	Kockázatok és veszélyek
Sima PEI lap	• A 90% vagy magasabb koncentrációjú izopropil-alkohol (IPA) a legjobb zsírtalanító. NE HASZNÁLJON kézfertőtlenítő gélt és hasonló készítményeket, még ha tartalmaznak is IPA-t – általában zsíros és hidratáló összetevőket is tartalmaznak. • Meleg víz néhány csepp mosogatószerrel (ha az IPA nem távolítja el pl. a cukormaradékokat a lapról). • Aceton – alkalmanként a lap alaposabb felfrissítésére. • FLEX nyomtatásakor használjon ragasztóstiftet.	• Az IPA + PETG kombináció miatt a nyomat nagyon erősen tapad a laphoz, és eltávolítása rendkívül nehéz lehet. Az olyan anyagokat, mint a PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP és FLEX, csak elválasztó réteggel (ragasztóstift) nyomtassa.
Texturált porszórt lap	• 90% vagy magasabb koncentrációjú izopropil-alkohol (IPA) – a legjobb zsírtalanító. • Soha ne használjon acetont.	
Szatén porszórt lap	• PLA-hoz és PETG-hez is alkalmas. • 90% vagy magasabb koncentrációjú izopropil-alkohol (IPA) – a legjobb zsírtalanító. • FlexFill 98A nyomtatásakor nincs szükség ragasztóstiftre. • A támogatott anyagok széles köre, beleértve a haladó anyagokat, például a PC Blendet.	• Soha ne használjon acetont! • Az ASA és PC Blend nyomatok peremet, szoknyát vagy pajzsot igényelnek az objektum körül. • A nyomat eltávolításához a lap felületéről ne használjon éles tárgyakat!

Megjegyzés

A kalibrációs értékek az egyes nyomtatólapoknál kissé eltérhetnek, mert eltér a felületi réteg vastagsága. Ha éppen lapot cserélt, ellenőrizze az első réteg kinézetét, és szükség esetén állítsa be a fúvóka magasságát a Live Adjust Z funkcióval. Az újabb firmware-verziók lehetővé teszik a kalibrációs értékek mentését a nyomtatólap-profilokba.

Megjegyzés

Minden eredeti Prusa Research nyomtatólap kétoldalas.



Sima PEI lap és texturált porszórt PEI lap, valamint hatásuk az első rétegre

11.2 Rugalmas lap kétoldalas TEXTURÁLT porszórt PEI felülettel

- karcolásnak és sérülésnek ellenálló felület
- a felület textúrája átadódik a nyomat első rétegeinek
- elnézőbb Live Adjust Z beállítás
- a FLEX nem igényel ragasztóstiftet
- a nyomatok a lap lehűlése után általában maguktól leválnak
- az első réteg laposabb lehet, mint a sima lapoknál (lásd az első réteg kalibrálásáról szóló fejezetet)
- a kis érintkezési felületű PLA nyomatok peremet igényelhetnek
- a nagy alapú (a teljes lapot kitöltő) PLA nyomatok vetemedhetnek
- ha sima PEI lapot is használ, módosítani kell a Live Adjust Z értékét
- soha ne tisztítsa acetonnal

A közvetlenül a fémre felvitt porszórt felület lehetővé tette egy sérüléseknek rendkívül ellenálló nyomtatólap létrehozását. Ha a felforrósodott fúvóka beleütközik, a fém képes elvezetni a hőt. A porszórt felület egyúttal jellegzetes textúrát ad a nyomat alsó felületének.

A texturált felület elrejti a különböző szerszámok okozta mechanikai sérülések nagy részét. Csak az apró kiemelkedések csúcsai karcolódhatnak, a modell alján azonban az ilyen karcolások nem jelentkeznek.

Figyelmeztetés

A texturált porszórt lapot soha ne tisztítsa acetonnal! Mikrorepedések keletkeznének a PEI textúrában, amelyek idővel a felület romlását okoznák.

Ezt a felületet használja a gyártó a saját nyomtatófarmján – a jellegzetes textúrát megtalálja saját nyomtatójának nyomtatott alkatrészein.

11.3 Rugalmas lap kétoldalas SIMA PEI felülettel

- ideális PLA-hoz
- kiváló tapadás szinte minden anyaghoz
- a nyomatok sima alsó felülete
- az apró részletek is remekül tapadnak
- időnként frissítse fel acetonnal
- PETG nyomtatásakor ne tisztítsa IPA-val; elválasztó anyag lehet szükséges
- az olyan anyagok nyomtatásakor, mint a PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP, Flex és mások, ragasztóstiftet kell használni – lásd a 10. fejezetet (Anyagkalauz)
- ha texturált PEI lapot is használ, módosítani kell a Live Adjust Z értékét

Figyelmeztetés

Az ipari ragasztó, amellyel a PEI-fólia a laphoz van ragasztva, 110 °C feletti hőmérsékleten meglágyul. Magasabb hőmérsékleten a ragasztó a fólia alatt elmozdulhat, és apró dudorokat képezhet a felületen.

Megjegyzés

Ha a PEI-fólia alatt kis buborékok kezdenek képződni, egyszerűen fordítsa meg a lapot, és nyomtasson a másik oldalára. A buborékok nem befolyásolják a nyomtatás minőségét, és néhány nap vagy hét alatt eltűnnek.

11.4 Rugalmas lap kétoldalas SZATÉN PEI felülettel

- PLA-hoz és PETG-hez is alkalmas
- finoman texturált felület
- csak jó minőségű izopropil-alkohollal tisztítsa (90% vagy több)
- FlexFill 98A nyomtatásakor nincs szükség ragasztóstiftre
- a támogatott anyagok széles köre, beleértve a haladó anyagokat, például a PC Blendet
- egyszerű karbantartás és jó tapadás
- ne használjon acetont – gyorsan károsítja a felületet
- az ASA és PC Blend nyomatok peremet, szoknyát vagy pajzsot igényelnek az objektum körül
- lapcserénél újra be kell állítani a Live Z értékét (lásd a 11.6. fejezetet: Nyomtatólap-profilok)
- a nyomat eltávolításához a lapról NE HASZNÁLJON éles fémtárgyakat (pl. fém spatulát)

11.5 A tapadás javítása

Néhány különleges esetben, például nagyon kis érintkezési felületű, magas objektum nyomtatásakor szükség lehet a tapadás javítására. A PEI szerencsére kémiailag nagyon ellenálló polimer, így különböző tapadásjavító anyagok vihetők fel rá átmenetileg a felület sérülése nélkül. Ez olyan anyagokra is érvényes, amelyek normál körülmények között nem tapadnának a PEI-hez. Az egyes anyagokra vonatkozó ajánlásokat ebben a kézikönyvben és a help.prusa3d.com oldalon találja.

Mielőtt bármit felvisz a lapra, fontolja meg a PrusaSlicer **Brim** funkciójának használatát, amely megnöveli az első réteg felületét.

11.6 Nyomtatólap-profilok

A sima és a texturált porszórt PEI lapnak is megvannak az előnyei, ahogyan azt az előző fejezetek részletesen leírják. Ha mindkettővel rendelkezik, ne feledje, hogy minden lapcsere után újra be kell állítani a fúvóka magasságát (Live Z) – a lapok vastagsága nem azonos.

Hogy ne kelljen minden lapcsere után kalibrálni az első réteget, a firmware a 4.3.0 verziótól nyomtatólap-profil funkcióval rendelkezik. Nyissa meg az **LCD menu** – **Settings** – **HW Setup** – **Sheet profiles** menüt, ahol a profilok listáját találja. Válasszon ki egy profilt, és végezze el az első réteg kalibrálását. A Live Z érték ezzel a kiválasztott profilba mentődik. Végezze ezt el minden nyomtatólapjával, és utána könnyen válthat közöttük – vagy a nyomtatólap-profilok menüjében, vagy közvetlenül a **Settings** menüben, ahol a lap nevét szögletes zárójelben keresse. Az elemre kattintva másik profilra vált; csak az érvényes első réteg kalibrálással rendelkező profilok jelennek meg.

Alapértelmezés szerint a profilok menüjében a következő profilokat látja: smooth1, smooth2, textured1, textured2, custom1, custom2. Bármelyik kiválasztása után a következő lehetőségek jelennek meg:

- **Select** – megerősíti a lap kiválasztását, amely alapértelmezetté válik.
- **First Layer Calibration** – elindítja az első réteg kalibrálását a kiválasztott lapprofilhoz.
- **Reset** – visszaállítja az első réteg kalibrálásának értékeit a gyári értékekre.

11.7 Csapágyak

Néhány száz óra nyomtatás után a vezetőrudakat papírtörlővel át kell törölni. A MINI+ nyomtatóhoz egy tubus Prusa kenőanyagot mellékelünk; ez a gyártó webáruházában, a tartozékok között is megvásárolható. Vigye fel az összes tengely (X, Y, Z) vezetőrúdjaira. Ezután kézzel mozgassa néhányszor balra és jobbra az X tengelyt, és a nyomtató menüjével mozgassa fel és le a Z tengelyt. A fűtött tárgyasztalt kézzel mozgassa előre és hátra az Y tengely mentén. Részletes karbantartási útmutatót a help.prusa3d.com oldalon talál.

Ha úgy érzi, hogy valamelyik tengely nem mozog simán, a csapágyak kivehetők és belülről megkenhetők (le kell venni őket a vezetőrudakról, mert a csapágy műanyag pereme különben megakadályozza, hogy a kenőanyag bejusson).

11.8 Ventilátorok

Mindkét ventilátor fordulatszámát (RPM) méri a nyomtató, így észleli, ha egy ventilátor hirtelen lelassul – például egy beszorult filamentdarab miatt. Ha ventilátorhiba jelenik meg, ellenőrizze, hogy a ventilátor szabadon forog-e, és távolítsa el az esetleges szennyeződéseket. Ne próbálja megkerülni a fordulatszám ellenőrzését – a nyomtató károsodásának veszélye áll fenn.

Mindkét ventilátort néhány száz óra nyomtatás után ellenőrizni és tisztítani kell. A port sűrített levegős sprayvel, az apró műanyagszálakat csipesszel távolítsa el. Ne fújjon sűrített levegőt a forgó ventilátorra.

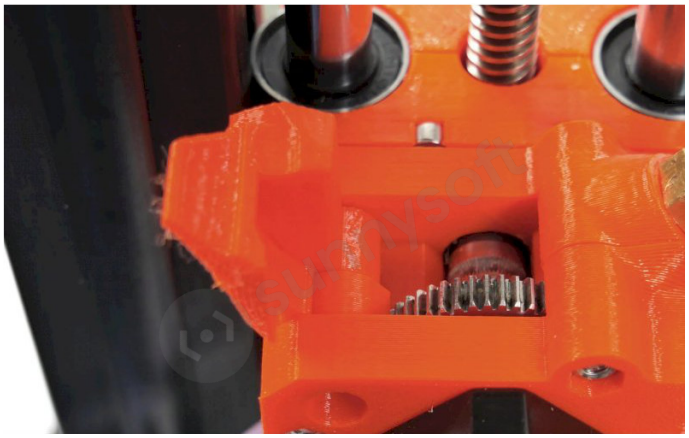
11.9 Az extruder adagoló fogaskerekei

Az extruder adagoló fogaskerekei nem igényelnek kenőanyagot. Idővel a hornyaikban filamentforgácsból álló lerakódás képződhet, amely elégtelen extrudálást okoz. A szennyeződést fújja ki sűrített levegővel, vagy használjon kis sárgaréz kefét vagy fogpiszkálót. Használja az extruder tetején található hozzáférési nyílást. Tisztítsa meg, amit tud, majd forgassa el a fogaskereket, és folytassa.

11.10 PTFE-csövek

A MINI+ nyomtatóban összesen négy PTFE-cső van, amelyek időnként alapvető karbantartást igényelhetnek. A csövek a tekercstől az extruderen keresztül a fúvókáig vezetik a filamentet. Idővel apró filamentforgácsok gyűlhetnek fel bennük.

A PTFE-csövek tisztítása nagyon egyszerű – elég egy sűrített levegős flakon. Ha a PTFE-csövek elhasználódnak, és a filament nem tud megfelelően átjutni rajtuk, számos problémába ütközhet: nehézségek a filament betöltésekor, elégtelen extrudálás és mások. A gyártó online útmutatókat készített, amelyek segítenek a PTFE-csövekkel és a fúvókával/hotenddel kapcsolatos problémák megoldásában. A PTFE-csövek fogyóeszközök, és minőségük idővel romlik. Az eltömődött fúvóka/hotend megoldásáról szóló cikket és a hotend PTFE-csövének cseréjéről szóló útmutatót a help.prusa3d.com tudásbázisban találja.



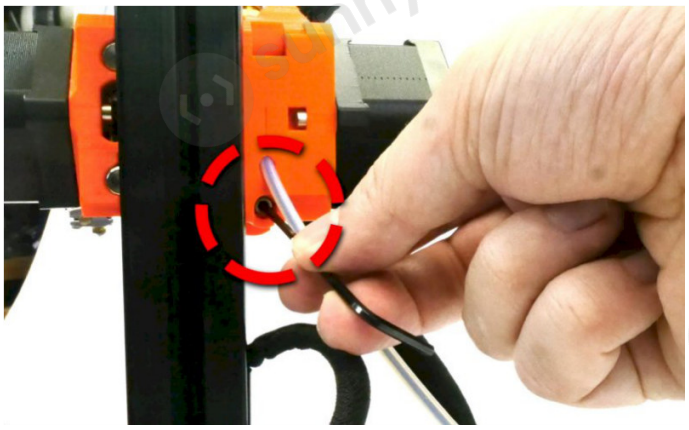
1. Az első cső az extruderbe vezet, és kézzel kihúzható. Ha nehezen választható le, lehet, hogy meg kell lazítani az extruderben lévő M3×12 csavart. Lásd a „How to access and clean the extruder-pulley (MINI)” cikket a help.prusa3d.com oldalon.
2. A második cső az extruderből a nyomtatófejbe vezet. Az anyákat 10-es kulccsal lazítsa meg – ugyanezt az eljárást alkalmazza, ha a filament betöltés vagy eltávolítás közben ebben a csőben szorul be.
3. Vegye ki a fő PTFE-csövet (a 2. lépés szerint), és egyúttal távolítsa el a csőcsatlakozót az extruderben vagy a nyomtatófejben, hogy hozzáférjen a harmadik és a negyedik csőhöz. Ezeket csak akkor kell ellenőrizni, ha a filament nem tud szabadon átjutni rajtuk.

11.11 Eltömődött / beszorult extruder

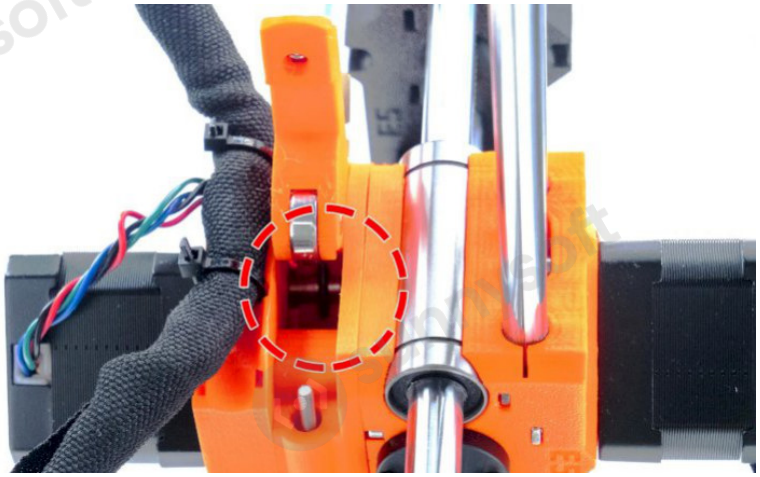
Az extruderben beszorult anyag nehézségeket okozhat nyomtatás közben vagy új filament betöltésekor.

Az extruder jobb oldalán (elölről nézve), közvetlenül a PTFE-cső alatt egy csavar található. Ennek lazításával vagy meghúzásával szabályozza az idler szorítását. Ha a csavart teljesen kiveszi, kinyithatja az idler ajtaját az extruder bal oldalán – a nyomtatófejnek ekkor az X tengely ellenkező oldalán kell lennie.





Az idler kinyitása után könnyen megtisztíthatja mindkét adagoló fogaskereket, és eltávolíthatja az extruderben megakadt filamentmaradékokat. Javasoljuk, hogy a fogaskerekeket időnként ellenőrizze, és távolítsa el a szennyeződéseket.



Nyitott idler – belül látható a betöltött filamentszál

11.12 A fúvóka tisztítása

Figyelmeztetés

Ezen eljárások közben ne érintse meg a fúvókát – nagyon forró, és égési sérülést okozhat!

Megjegyzés

A könnyebb tisztításhoz mozgassa a nyomtatófejet egészen felülre: **LCD menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**. Így jobban hozzáfér a hotendhez.

11.12.1 A fúvókából csak kevés filament jön ki

Ha a filament nem halad át egyenletesen az extruderen, és a fúvókából csak kis mennyiség jön ki, először ellenőrizze, hogy a hotend ventilátora megfelelően működik-e, és hogy a hőmérséklet helyesen van-e beállítva (PLA 215 °C, ASA 260 °C, PETG 230 °C). Ellenőrizze azt is, hogy a filament megfelelően van-e betöltve az extruderbe.

Ha ez nem segít, a következőképpen járjon el:

1. Fűtse fel a fúvókát a nyomtatni kívánt filamentnek megfelelő hőmérsékletre. Töltse be a filamentet, és alulról toljon a fúvókába egy akupunktúrás tűt (a nyomtatóhoz mellékelve) vagy egy vékony drótot (0,3–0,35 mm) 1–2 cm mélységig. Javasoljuk kesztyű használatát – a megolvadt anyag váratlanul kifolyhat.
2. Az LCD-menüben válassza a **Load filament** menüpontot, és ellenőrizze, hogy a filament megfelelően nyomódik-e ki.
3. Tolja be újra az akupunktúrás tűt vagy a drótot a fúvókába, és ismételje meg az eljárást néhányszor. Amint a filament megfelelően nyomódik ki, a fúvóka tiszta.

11.12.2 A fúvókából nem jön ki filament

Ha látja, hogy a filament áthalad a fő PTFE-csövön, de a fúvókából nem jön ki, a hotend nagy valószínűséggel eltömődött. A teljes tisztításhoz a következőképpen járjon el:

1. Fűtse fel a fúvókát a nyomtatni kívánt filamentnek megfelelő hőmérsékletre. Töltse be a filamentet, és alulról toljon a fúvókába egy akupunktúrás tűt (a nyomtatóhoz mellékelve) vagy egy vékony drótot (0,3–0,35 mm) 1–2 cm mélységig. Javasoljuk kesztyű használatát – a megolvadt anyag váratlanul kifolyhat.
2. Az LCD-menüben válassza a **Load filament** menüpontot, és ellenőrizze, hogy a filament megfelelően nyomódik-e ki.
3. Tolja be újra az akupunktúrás tűt vagy a drótot a fúvókába, és ismételje meg az eljárást néhányszor. Amint a filament megfelelően nyomódik ki, a fúvóka tiszta.

11.13 A fúvóka cseréje

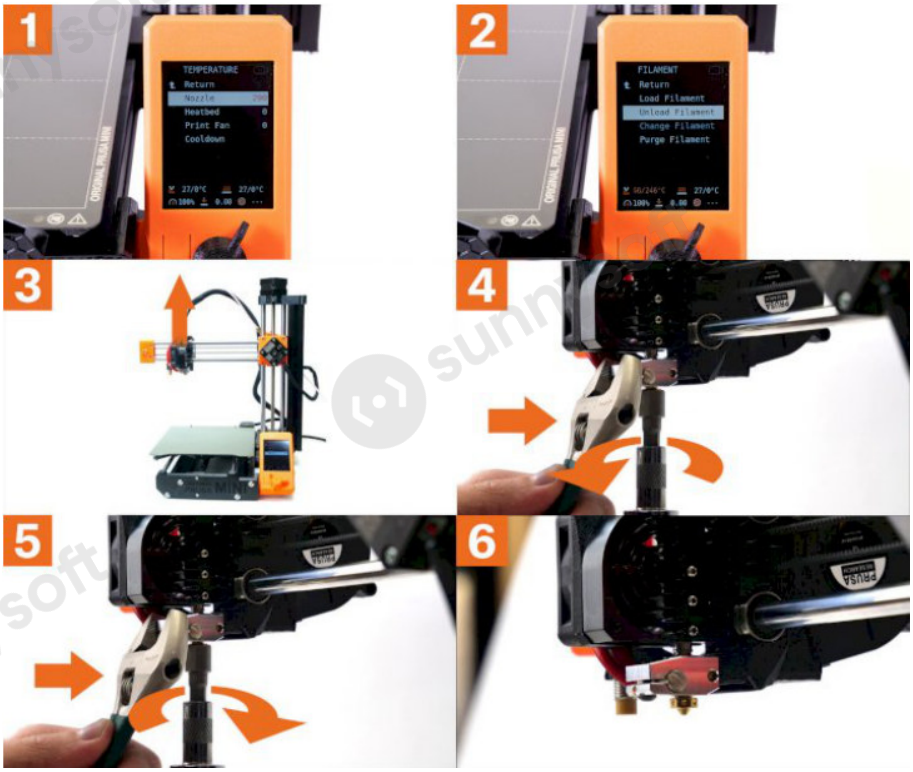
Megjegyzés

Ha Olsson Ruby fúvókát cserél, először olvassa el a gyártójának (3DVerkstan) utasításait, különben megsérülhet.

Figyelmeztetés

FIGYELEM: A felforrósodott alkatrészek súlyos égési sérülést okozhatnak! Legyen különösen óvatos a hotend termisztorának kivezetései körül – könnyen letörnek.

Szüksége lesz egy 16-os kulcsra (vagy állítható kulcsra) a fűtőblokk megtartásához, valamint fogóra vagy 7-es dugókulcsra a fúvókához. Készítsen elő egy nem gyúlékony alátétet (pl. tányért vagy alufóliát), amelyre a forró fúvókát leteszi. A csere előtt távolítsa el a filamentet.



1. Fűtse fel a fúvókát 280 °C-ra (**LCD menu** – **Settings** – **Temperature** – **Nozzle**). A fúvóka felfűtése ehhez az eljáráshoz elengedhetetlen!
2. Mozgassa a nyomtatófejet a lehető legmagasabbra (**LCD menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**). Ezután kapcsolja ki a nyomtatót.
3. Tartsa meg a fűtőblokkot a 16-os kulccsal (vagy állítható kulccsal).
4. Fogóval vagy 7-es dugókulccsal csavarja ki a fúvókát (balra forgatva lazul). Figyelem, a fúvóka még forró! Tegye a nem gyúlékony alátétre.
5. Amíg a hotend még forró, és a fűtőblokkot a kulccsal tartja, csavarja be az új fúvókát, és húzza meg finoman, de szorosan. Ne alkalmazzon túlzott erőt! A fúvóka és a fűtőblokk között körülbelül 0,5 mm-es hézagnak kell maradnia – a fúvóka így a heatbreakre fekszik fel, és tömít.
6. Töltse be a filamentet, és már nyomtathat is.

Figyelmeztetés

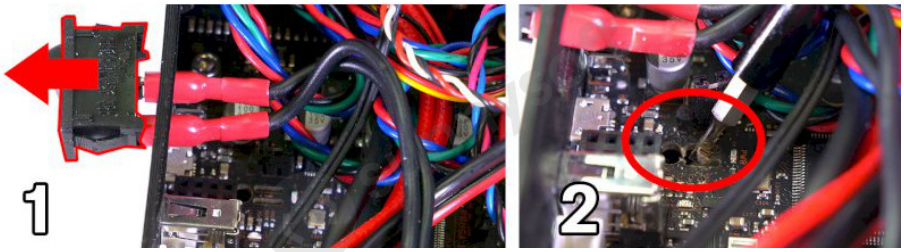
A fúvóka az egész eljárás során forró, és égési sérülést okozhat! Legyen óvatos a hotend termisztorának kivezetései körül – könnyen letörnek.

A heatbreak könnyen elhajlik – ne alkalmazzon túlzott erőt! A fúvóka cseréje után futtassa le az első réteg kalibrálását!

11.14 Aláíratlan firmware feltöltése

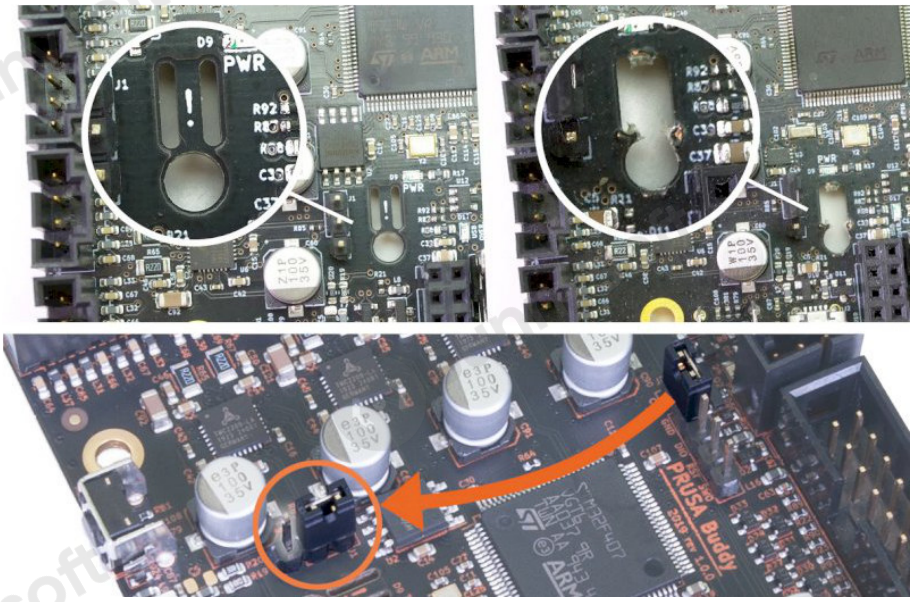
A gyártó nagyon komolyan veszi a biztonságot. Minden kiadás előtt a firmware intenzív tesztelésen megy át, amely ellenőrzi, hogy minden biztonsági funkció helyesen működik. Ha valamelyik érzékelő értéke kilép a normából, a fűtés leáll, hogy a nyomtató és környezete ne károsodjon. A közösségi firmware-verzióknál ezeknek a biztonsági funkcióknak a jelenléte nem ellenőrizhető.

A hivatalos firmware privát kulccsal van aláírva, és a nyomtató frissítés előtt ellenőrzi ezt az aláírást. Ha saját (vagy közösségi) aláíratlan firmware-t szeretne feltölteni, ki kell törnie a plombát (appendix) a Buddy alaplapon, és a jumpert a megfelelő helyzetbe kell áthelyeznie. Ezzel egyúttal megszűnik az elektronikára vonatkozó garancia. Először húzza ki a főkapcsolót, hogy hozzáférjen a plombához (1). Ezután vékony csavarhúzóval óvatosan törje ki a középső részt (2) – nézze meg a fejezet fényképeit! Ellenőrizze a plomba felett lévő három tüskét is – a jumpernek az alaplap közepéhez közelebbi két tüskén kell lennie. Ha a jumper másik tüskepáron van, helyezze át az alábbi kép szerint. Ha a jumper hiányzik, indítás előtt pótolja.



Figyelmeztetés

A Buddy alaplap plombájának kitörése VISSZAFORDÍTHATATLAN, és A NYOMTATÓ ELEKTRONIKÁJÁRA VONATKOZÓ GARANCIA MEGSZŰNÉSÉHEZ vezet. Ha kitöri a plombát, a gyártó elhárít minden felelősséget a nyomtató és/vagy környezete bármilyen károsodásáért (pl. tűz esetén).



Kitöretlen (balra) és kitört plomba (jobbra), a jumper helyes elhelyezése (alsó fénykép)

12. Filamentszenzor (opcionális tartozék)

Az Original Prusa MINI+ nyomtatóhoz opcionális tartozékként mechanikus IR filamentszenzor vásárolható. A szenzort annak a PTFE-csőnek a végére kell felszerelni, amelyen keresztül a filament a nyomtatóba kerül, és csatlakoztatni kell az alaplaphoz. Egyszerű mechanizmussal érzékeli, hogy be van-e töltve a filamentszál. A szenzor révén a nyomtató képes szüneteltetni a nyomtatást, amikor a filament elfogy. Az új szál betöltése után a nyomtatás folytatható.



A telepítési útmutatót a help.prusa3d.com oldalon találja.

12.1 Amikor elfogy a filament

Ha rendelkezik az opcionális filamentszenzorral, a filament elfogyása már nem jelent elrontott nyomtatást. Amikor a filament elfogy, a nyomtató automatikusan szünetelteti a nyomtatást, kitolja a heatbreakből a hátralévő néhány centimétert, és eltávolítja a nyomtatófejet a nyomattól. A nyomtató felszólítja a tekercs cseréjére és az új szál betöltésére. A betöltés közben kinyomott filamentet fogóval távolítsa el. Ezután folytathatja a nyomtatást.

Ha nincs filamentszenzora, előfordulhat, hogy a filament elfogyása után a szál maradéka a fő PTFE-csőben marad, és az extruder nem tudja kitolni. Kulccsal csavarja le az anyát a fő PTFE-csövön, és válassza le a csövet az extruderről. Ezután húzza ki a szálat kézzel – ne felejtse el előbb előfűteni a fúvókát! A PTFE-cső leválasztásának pontos menetét a 11.10. fejezetben találja (PTFE-csövek).

12.2 Hibás szenzorjelzések és hibakeresés

Ha problémába ütközik a filamentszenzorral, például helytelen (vagy véletlenszerű) érzékelést tapasztal, győződjön meg arról, hogy a szenzor megfelelően van csatlakoztatva. A help.prusa3d.com oldalon található összeszerelési útmutató lépései szerint (Original Prusa MINI+ assembly – Building your MINI+ – 27. Connecting the filament sensor) nyissa ki az elektronika burkolatát. Ellenőrizze, hogy a szenzor megfelelően van-e csatlakoztatva, és nem sérült-e a kábelezés. Ha a problémák továbbra is fennállnak, forduljon a gyártó műszaki támogatásához.

13. Gyakran ismételt kérdések és hibaelhárítás

Megjegyzés
A 4.3 firmware-verziótól a MINI+ hiba esetén hibaképernyőt jelenít meg a probléma rövid magyarázatával. A képernyő tartalmazza a help.prusa3d.com oldalon található megfelelő cikk hivatkozását és egy QR-kódot is, amelyet mobiltelefonjával beolvasva rögtön megnyithatja a súgóoldalt.

13.1 Ferde X tengely

Ha a Mesh Bed Leveling sikertelen, két lehetséges oka van: hibás SuperPINDA szonda vagy ferde X tengely. A ferdeség általában a helytelen összeszerelés következménye. Lazítsa meg a három csavart, amelyekkel a Z tengely teljes szerkezete az Y tengelyhez (fűtött tárgyasztal) van rögzítve. Rögzítse újra a Z tengely szerkezetét az összeszerelési útmutató szerint. Ügyeljen a két rész helyes illeszkedésére.

Amikor a nyomtató újra össze van szerelve, mozgassa a Z tengelyt (a fúvókát) a nyomtatólap közelébe úgy, hogy a fúvóka ne érintse a lapot. Ezután kézzel, óvatosan mozgassa a nyomtatófejet balról jobbra, és figyelje, hogy a fúvóka mindig azonos távolságot tart-e a laptól.

Kis eltérések megengedettek – a nyomtató a Mesh Bed Leveling funkció révén képes ezeket kompenzálni.

A hibás SuperPINDA szonda könnyen felismerhető. Amikor a **Calibration** menüből elindítja a Mesh Bed Levelinget, a szonda tetején piros LED világít. Ha

valamelyik mozgás közben kialszik, vagy egyáltalán nem gyullad ki, a szonda vagy a kábele hibás lehet. A részleteket a help.prusa3d.com oldalon találja – Original Prusa MINI+ – Troubleshooting – XZ-axis skew correction.

13.2 A nyomtató nem olvassa be az USB-meghajtót

Ha a nyomtató nem tudja beolvasni az USB-meghajtót, először próbálja meg újraindítani. Ha az „Error mounting USB drive" hiba jelenik meg, az USB-meghajtó valószínűleg inkompatibilis fájlrendszerű (pl. exFAT), vagy túl nagy. Próbáljon kisebb (pl. 4–16 GB), FAT32 fájlrendszerre formázott USB-meghajtót. A támogatott méretekről és a formázásról többet a help.prusa3d.com oldalon talál, az Original Prusa MINI+ – About your printer – SD cards and USB drives részben.

Az USB-meghajtó behelyezése után két gyakori helyzet fordulhat elő:

Az USB-meghajtó behelyezése után nem lehet belépni a Print menübe

- Először indítsa újra a nyomtatót.
- Használjon egyetlen partícióval és FAT32 fájlrendszerrel rendelkező USB-meghajtót.
- Próbáljon másik USB-meghajtót.
- Ha több USB-meghajtót is kipróbált, és egyiket sem ismeri fel a nyomtató, az alaplap lehet hibás. Forduljon a gyártó műszaki támogatásához.

Az USB-meghajtót felismeri, de a listában nem jelenik meg egyetlen fájl sem

- Győződjön meg arról, hogy kompatibilis G-code fájlt használ.
- Győződjön meg arról, hogy a fájl teljesen és helyesen került a meghajtóra (Windows alatt a meghajtó kihúzása előtt használja a biztonságos eltávolítás funkciót).
- Próbáljon másik USB-meghajtót és másik G-code fájlt.
- Próbálja meg a fájlt valami egyszerűre átnevezni, pl. „print.gcode".

13.3 Laza szíjak az X és/vagy az Y tengelyen

Ellenőrizze, hogy mindkét szíj megfelelően feszes-e. A laza szíjak nyomtatási hibákat okoznak, vagy teljesen lehetetlenné teszik a nyomtatást.
A legegyszerűbb ellenőrzés egy kerek objektum kinyomtatása – ha valamelyik szíj nincs megfelelően megfeszítve, az eredmény tökéletes kör helyett szabálytalan alak lesz. Az Y tengely szíja a fűtött tárgyasztal alatt található, az X tengely szíja a nyomtatófejet mozgatja. Részletes útmutatót a help.prusa3d.com oldalon talál, az Original Prusa MINI+ – Using the printer – Printer maintenance – Adjusting belt tension (MINI+) részben.

13.4 A PTFE-csőben beszorult filament

Ha a filament a nyomtató bármely pontján beszorul, általában könnyen eltávolítható. Járjon el a 11.11. fejezet (Eltömődött / beszorult extruder) szerint – válassza le a fő PTFE-csövet, állapítsa meg, hol szorult be a filament, és a megfelelő módon távolítsa el.

13.5 Az X tengely kiindulási helyzetének keresése (homing) sikertelen

A leggyakoribb ok a nyomtatófejből az extruderbe vezető kábelek, amelyek útban vannak. Amikor a nyomtatófej a nyomtató jobb oldalán a Z tengely szerkezetéhez közelít, figyelje, hogy a kábelek nem akadályozzák-e a mozgásban.

Építőkészlet
Ha építőkészlettel rendelkezik, győződjön meg arról, hogy az extruderből a nyomtatófejbe vezető kábeleknek elegendő játékuk van. Ha túl rövidek, a nyomtatófej nem feltétlenül jut el az X tengely végéig.

13.6 Fűtési hibák

Ha a nyomtató piros képernyővel és fűtéssel kapcsolatos hibával áll le, ellenőrizze a fűtőelemek és a termisztorok bekötését. A részleteket a help.prusa3d.com oldalon találja.

13.7 Ventilátorhibák

Ha a nyomtató leáll, és a ventilátorokkal kapcsolatos hibát jelenít meg, ellenőrizze a nyomtatófej mindkét ventilátorának (hotend-ventilátor és nyomtatási ventilátor) bekötését. A részleteket a help.prusa3d.com oldalon találja.

13.8 Visszatérés régebbi firmware-verzióra

Néhány esetben szükség lehet a régebbi firmware-verzióra való visszatérésre. Másolja a régebbi firmware fájlját egy FAT32 fájlrendszerre formázott USB-meghajtóra. Helyezze a meghajtót a nyomtatóba, nyomja meg a reset gombot, és amint a képernyőn megjelenik az Original Prusa MINI+ logó, nyomja meg egyszer a forgatógombot. Ezzel megnyílik a firmware-feltöltés képernyője. Válassza a **Flash** lehetőséget, hogy a meglévő firmware-t az USB-meghajtón lévő verzió felülírja.

13.9 A fúvóka beleütközik a lapba és hasonló problémák

Ha problémái vannak az első réteg kalibrálásával vagy a Mesh Bed Levelinggel, ellenőrizze újra a nyomtató bekötését. Győződjön meg arról, hogy az elektronikadobozba vezető összes kábel megfelelően van csatlakoztatva.

Építőkészlet
Ha a MINI+ építőkészlet-változatával rendelkezik, győződjön meg arról, hogy a SuperPINDA szonda a megfelelő helyzetben van. Ha a szonda túl magasan vagy túl alacsonyan van, problémákat okozhat a kalibrálásnál és a Selftestnél is.

14. Haladó hibaelhárítás

14.1 Hardver

Hiba esetén a MINI+ hibaképernyőt jelenít meg a probléma rövid magyarázatával, a gyártó tudásbázisában található cikk hivatkozásával és egy QR-kóddal (lásd a 6.3. fejezetet). A hardver haladó hibaelhárítására és az alkatrészek cseréjére vonatkozó útmutatók online, a help.prusa3d.com oldalon érhetők el.

14.2 Nyomtatási minőség

Ha a nyomatok nem felelnek meg az elképzeléseinek, vagy súlyos minőségi hibákat mutatnak (elcsúszott rétegek, ghosting, alulextrudált részek), meg kell találni az okot, és el kell hárítani. A gyártó tudásbázisában, a help.prusa3d.com oldalon az Original Prusa MINI+ Troubleshooting részben részletes útmutatókat talál a nyomtatási minőség problémáinak megoldására, képekkel és az adott nyomtatótípusra vonatkozó utasításokkal.

15. Gyártó és támogatás

Műszaki támogatást, a kézikönyv aktuális változatát, a firmware-t, a PrusaSlicert és további információkat a gyártó weboldalain talál.
Gyártó: Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Csehország
Web: www.prusa3d.com
Támogatás: help.prusa3d.com, support@prusa3d.com
E-mail: info@prusa3d.com

Importőr
Sunnysoft s.r.o.
Kovanecká 2390/1a
190 00, Praha 9 - Libeň
www.sunnysoft.hu

IMPRIMANTĂ 3D
Original Prusa MINI+

Ghid de printare 3D



Manual de utilizare

Înainte de a utiliza produsul, citiți cu atenție acest manual și păstrați-l. Respectați toate instrucțiunile de siguranță; astfel vă protejați pe dumneavoastră și pe cei din jur. Nerespectarea instrucțiunilor poate duce la pagube materiale sau la vătămări. Păstrați manualul pentru consultări ulterioare.

Cuprins

1 Instrucțiuni de siguranță 5

1.1 Amplasarea și utilizarea de bază 5
1.2 Siguranța electrică 6
1.3 Pericole mecanice 6
1.4 Risc de arsuri 7
1.5 Utilizarea corectă a plăcilor de printare cu două fețe 7
1.6 Lucrul cu filamentele 8
1.7 Exonerarea de răspundere 8

2 Simbolurile de pe produs 8

3 Date tehnice 9

4 Introducere 10

4.1 Ghid rapid înainte de prima printare 11
4.2 Simbolurile folosite în manual 11

5 Glosar de termeni 12

6 Manipularea și transportul imprimantei 14

6.1 Deconectarea sursei de alimentare 14
6.2 Cum contactați asistența tehnică 15
6.3 Ecranele de eroare 15
6.4 Despachetarea, asamblarea și prima pornire 16

7 Prima dumneavoastră printare 16

7.1 Comenzile de bază 17
7.2 Actualizarea firmware-ului 17
7.3 Pregătirea plăcilor flexibile de printare 18
7.4 Asistentul de calibrare (Wizard) 19
7.5 Selftest 19
7.6 Încărcarea și descărcarea filamentului 19
7.7 Calibrarea primului strat (First Layer Calibration) 21
7.8 Lista de verificare 23
7.9 Pornirea primei printări 23
7.10 Îndepărtarea printului 24
7.11 Verificări și acțiuni după încheierea printării 24

8 Funcții avansate **25**
8.1 Structura meniului . . . 25
8.2 Principiul calibrării automate a patului (Mesh Bed Leveling) . . . 26
8.3 Restabilirea setărilor din fabrică . . . 26
8.4 Conexiuni de rețea . . . 26

9 Printarea propriilor modele **27**
9.1 Obținerea unui model pentru printare . . . 27
9.2 Crearea propriului model . . . 28
9.3 Ce este un fișier G-code? . . . 29
9.4 PrusaSlicer . . . 29
9.5 Importul obiectelor în PrusaSlicer . . . 30
9.6 Utilizarea suporturilor . . . 31
9.7 Viteza de printare vs. calitatea printării . . . 32
9.8 Umplerea (infill) . . . 33
9.9 Bordura (brim) . . . 33
9.10 Printarea obiectelor mari . . . 34
9.11 Printarea obiectelor multicolore . . . 35
9.12 Felierea și exportul . . . 36

10 Ghidul materialelor **36**
10.1 PLA . . . 37
10.2 PET/PETG . . . 38
10.3 ASA/ABS . . . 39
10.4 PC (policarbonat) și PC Blend . . . 40
10.5 PVB . . . 41
10.6 Materiale flexibile . . . 42

11 Întreținerea periodică **43**
11.1 Plăcile flexibile de printare . . . 43
11.2 Placa flexibilă cu PEI TEXTURAT, acoperit cu pulbere, pe ambele fețe . . . 45
11.3 Placa flexibilă cu PEI NETED pe ambele fețe . . . 46
11.4 Placa flexibilă cu PEI SATINAT pe ambele fețe . . . 47
11.5 Îmbunătățirea aderenței . . . 47
11.6 Profilurile plăcilor de printare . . . 47
11.7 Rulmenții . . . 48
11.8 Ventilatoarele . . . 48
11.9 Roțile de antrenare ale extruderului . . . 48
11.10 Tuburile PTFE . . . 49

11.11 Extruder înfundat / blocat 50
11.12 Curățarea duzei 51
11.13 Înlocuirea duzei 52
11.14 Încărcarea firmware-ului nesemnat 54

12 Senzorul de filament (accesoriu opțional) 55
12.1 Când se termină filamentul 55
12.2 Citiri eronate ale senzorului și depistarea defecțiunii 56

13 Întrebări frecvente și rezolvarea problemelor 56
13.1 Axa X deviată 56
13.2 Imprimanta nu citește unitatea USB 57
13.3 Curele slăbite ale axei X și/sau ale axei Y 57
13.4 Filament blocat în tubul PTFE 58
13.5 Căutarea poziției inițiale a axei X (homing) eșuează 58
13.6 Erori de încălzire 58
13.7 Erori ale ventilatoarelor 58
13.8 Revenirea la o versiune mai veche de firmware 58
13.9 Duza lovește placa și probleme asemănătoare 59

14 Rezolvarea avansată a problemelor 59
14.1 Hardware 59
14.2 Calitatea printării 59

15 Producător și asistență 59

1. Instrucțiuni de siguranță

Fiți foarte atenți la manipularea imprimantei 3D. Este un echipament electric cu piese mobile și încălzite.

1.1 Amplasarea și utilizarea de bază

Avertisment

Asigurați-vă că imprimanta este amplasată și utilizată într-un loc potrivit, pentru a preveni eventualele riscuri.

- Acest echipament este destinat exclusiv utilizării în interior. Nu expuneți echipamentul la apă sau zăpadă. Contactul cu apa și cu alte lichide poate duce la deteriorarea electronicii, la scurtcircuite și la alte tipuri de defecțiuni. Utilizați imprimanta întotdeauna într-un mediu uscat.
- Amplasați imprimanta într-un loc sigur și uscat. Suprafața trebuie să fie orizontală și stabilă — ideală este o masă de lucru. În jurul imprimantei trebuie să rămână cel puțin 30 cm de spațiu liber. Dacă în apropierea imprimantei se află obstacole, acestea pot afecta funcționarea ei sau pot provoca uzura excesivă a învelișului cablurilor ori chiar a cablurilor. Cablurile uzate pot reprezenta un risc (electrocutare, incendiu).
- Asigurați-vă că niciuna dintre fantele de ventilație și niciunul dintre ventilatoare nu sunt blocate. Imprimanta are încorporată monitorizarea turației ventilatoarelor, însă în unele cazuri (asamblare incorectă, componente deteriorate, firmware neoficial) monitorizarea poate să nu funcționeze corect. Răcirea insuficientă poate duce la supraîncălzire și la deteriorarea gravă a imprimantei (risc de deteriorare a electronicii, incendiu).
- Asigurați-vă că imprimanta este amplasată astfel încât să nu se poată răsturna sau cădea pe podea. Dacă imprimanta a suferit deteriorări fizice, nu o utilizați — piesele deteriorate ale imprimantei pot reprezenta un risc pentru siguranță.
- Adaptorul de alimentare și cablurile trebuie amplasate astfel încât nimeni să nu se poată împiedica de ele, să calce pe ele sau să le deterioreze în alt mod. Asigurați-vă că cablul nu este deteriorat. Dacă este, încetați imediat utilizarea echipamentului și înlocuiți cablul. Cablurile deteriorate reprezintă un risc pentru siguranță — există pericol de electrocutare.
- Nu lăsați imprimanta pornită nesupravegheată! Imprimanta dispune de monitorizare a temperaturii și de o serie de funcții inteligente pentru creșterea siguranței, însă la o utilizare contrară instrucțiunilor din acest manual sau la defectarea unor componente poate apărea risc de incendiu.

1.2 Siguranța electrică

Avertisment

Pentru a evita riscul de electrocutare, respectați instrucțiunile următoare.

- Imprimanta poate fi alimentată numai de la o priză standard de 230 V AC / 50 Hz sau 110 V AC / 60 Hz. Nu folosiți niciodată surse alternative; acestea pot provoca probleme sau chiar deteriorarea imprimantei.
- Nu utilizați niciodată imprimanta dacă cablurile ei de alimentare sunt deteriorate în orice fel — fie că este vorba despre cablul de rețea, cablul de alimentare care leagă adaptorul de imprimantă sau cablurile imprimantei înseși. Cablurile deteriorate pot provoca electrocutare.
- La scoaterea cablului de alimentare din priză nu trageți de cablu, ci de ștecher; reduceți astfel riscul de deteriorare a ștecherului sau a prizei. Conectorul care intră în imprimantă are un mecanism de blocare de siguranță — deblocați-l mai întâi și numai apoi deconectați cablul de la imprimantă.
- Nu demontați niciodată sursa de alimentare a imprimantei; aceasta nu conține piese care ar putea fi reparate de o persoană necalificată. Încredințați imprimanta întotdeauna unui tehnician de service calificat. Intervențiile neautorizate asupra sursei pot duce la deteriorarea imprimantei și la risc de electrocutare.
- Echipamentul se deconectează de la rețea prin scoaterea ștecherului din priză. Priza electrică trebuie să fie ușor accesibilă.

1.3 Pericole mecanice

Avertisment

Piesele mecanice mobile ale imprimantei pot provoca răniri.

- Nu interveniți niciodată asupra componentelor interne ale imprimantei cât timp aceasta este conectată la rețeaua electrică sau este în funcțiune — există pericol de rănire din cauza pieselor mecanice sau de electrocutare.
- Nu permiteți copiilor să manipuleze imprimanta fără supravegherea unui adult — nici atunci când imprimanta nu printează.

1.4 Risc de arsuri

Avertisment

Nu atingeți piesele încălzite ale imprimantei — patul încălzit, placa de printare și piesele capului de printare. Există risc de arsuri.

Avertisment! În timpul printării, piesele capului de printare și patul încălzit pot atinge temperaturi foarte ridicate! Nu le atingeți până când printarea nu s-a încheiat și imprimanta nu s-a răcit — temperaturile actuale sunt afișate pe ecranul LCD. Atingerea pieselor încălzite poate provoca arsuri grave.

1.5 Utilizarea corectă a plăcilor de printare cu două fețe

Avertisment

Fiecare tip de placă de printare necesită o întreținere ușor diferită. Manipularea și utilizarea incorectă pot duce la deteriorarea plăcii de printare. Plăcile de printare sunt consumabile și se uzează. Citiți rândurile următoare înainte de utilizare.

Avertisment

Nu curățați niciodată cu acetonă suprafața plăcii de printare texturate sau satinate!

- Citiți informațiile despre întreținere din capitolul 11 Întreținerea periodică.
- La schimbarea plăcilor de printare, reglați din nou înălțimea duzei (Live Adjust Z) — plăcile au mici diferențe de grosime. Versiunile mai noi de firmware acceptă profiluri ale plăcilor de printare, în care se pot salva valorile de calibrare pentru o schimbare mai rapidă. Mai multe în capitolul 11 Întreținerea periodică.
- Pentru degresarea plăcii folosiți alcool izopropilic de calitate (90 % sau mai mult). Nu folosiți produse care conțin IPA doar ca unul dintre ingrediente (de exemplu dezinfectanți pentru mâini) — astfel de produse conțin de regulă și alți aditivi, care pot afecta negativ proprietățile plăcii de printare.
- Nu spălați placa sub jet de apă — tabla poate începe să ruginească.
- Nu îndepărtați folia PEI de pe suprafața plăcii.
- Înainte de prima printare, curățați placa cu un șervețel îmbibat în alcool izopropilic.

1.6 Lucrul cu filamentele

Notă
Manipulate corect, filamentele sunt simple și sigure în utilizare. Citiți recomandările următoare.

- Folosiți întotdeauna temperaturile recomandate pentru materialul ales.
- Atenție la plasticul topit — poate provoca arsuri! Dacă din duză atârnă plastic topit, nu îl îndepărtați cu mâna — folosiți un clește sau o altă unealtă.
- Unele materiale pot produce în timpul printării un miros pătrunzător — aerisiți încăperea cu regularitate.
- Manipulați filamentul așa cum este descris în capitolele următoare ale acestui manual.

1.7 Exonerarea de răspundere

Nerespectarea informațiilor din acest manual poate duce la răniri, la rezultate slabe ale printării sau la deteriorarea imprimantei 3D. Asigurați-vă că fiecare persoană care va lucra cu imprimanta cunoaște conținutul manualului și l-a înțeles corect.

Deoarece producătorul nu are control asupra condițiilor în care asamblați și utilizați imprimanta Original Prusa MINI+, acesta nu își asumă și respinge în mod expres orice răspundere pentru pierderi, răniri, pagube sau cheltuieli apărute în urma asamblării, manipulării, depozitării, utilizării sau eliminării produsului ori legate în orice fel de acestea. Informațiile din acest manual sunt furnizate fără niciun fel de garanție, explicită sau implicită.

2. Simbolurile de pe produs



Informații detaliate despre funcțiile, utilizarea corectă și întreținerea echipamentului găsiți în acest manual și online, la help.prusa3d.com.



Înainte de orice intervenție de service, imprimanta 3D trebuie deconectată de la sursa de energie electrică (adaptorul de alimentare); în caz contrar există pericol de electrocutare. Înainte de întreținerea echipamentului consultați manualul și baza de cunoștințe de la help.prusa3d.com.



La manipularea sau atingerea pieselor marcate astfel trebuie să acționați cu atenție sporită și să evitați celelalte pericole indicate prin simboluri specifice, de exemplu pericolul de suprafață fierbinte. Atingerea pieselor încălzite (patul încălzit, piesele capului de printare) poate provoca arsuri grave.



Temperatura pieselor marcate cu acest simbol poate depăși considerabil temperatura ambiantă. Atingerea unor astfel de piese cu o parte neprotejată a corpului poate provoca arsuri.



Piesele mecanice mobile neprotejate pot provoca răniri; acționați cu atenție sporită.



Nu atingeți capul de printare în timpul printării; există pericol de arsuri sau de rănire din cauza pieselor mobile.



În imediata apropiere a pieselor marcate astfel se comută curenți electrici de mare intensitate. Persoanele cu stimulator cardiac implantat sau cu alte dispozitive de control și monitorizare a funcției cardiace trebuie să acționeze cu atenție sporită și să consulte medicul curant cu privire la utilizarea imprimantei 3D.



Acest echipament este alcătuit din componente care trebuie eliminate în conformitate cu directiva privind deșeurile de echipamente electrice și electronice.

3. Date tehnice

Denumire	Original Prusa MINI+
Producător	Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Republica Cehă
E-mail de contact	info@prusa3d.com
Grupa EEE	3 (echipamente IT și/sau de telecomunicații)
Utilizarea echipamentului	numai în interior
Sursa de alimentare	adaptor AC/DC în comutație, intrare 100–240 V AC, 50/60 Hz, 2,0 A; ieșire max. 24 V, 6,67 A, 160 W
Siguranță fuzibilă	min. B16A (pentru UE)
Grad de protecție	IP20
Domeniul temperaturii de lucru	18–38 °C, numai pentru utilizare în interior
Umiditatea de lucru a aerului	85 % sau mai puțin
Filamente compatibile	numai cu diametrul de 1,75 mm
Greutatea pachetului (brut / net)	7,6 kg / 4,85 kg

Numărul de serie se află pe cadrul imprimantei și pe ambalajul exterior. Acest

echipament poate fi utilizat în siguranță numai în spații interioare, unde este protejat (în special sursa sa de alimentare și conectorul LAN) împotriva influențelor mediului exterior.

Licențiere

Imprimanta Original Prusa MINI+ face parte din proiectul RepRap, primul proiect de imprimante 3D open-source, distribuit liber sub licența GNU GPL v3. Dacă modificați unele dintre piesele noastre și doriți să le vindeți, trebuie să publicați codul sursă sub aceeași licență. Toate piesele printabile ale imprimantei sunt disponibile la www.prusa3d.com.

4. Introducere

Vă mulțumim pentru achiziționarea imprimantei 3D Original Prusa MINI+ de la Josef Průša. Încrederea dumneavoastră îi permite producătorului să investească în dezvoltarea ulterioară a imprimantei MINI+ și a altor produse din domeniul printării 3D. Original Prusa MINI+ este o imprimantă compactă, inteligentă și accesibilă ca preț. Este excelentă pentru începători, pasionați, firme, dar și pentru înființarea unei ferme de printare 3D. Citiți acest manual cu adevărat atent — fiecare capitol conține informații valoroase, care vă vor ajuta să stăpâniți corect atât operarea, cât și întreținerea periodică a imprimantei.

Cea mai nouă versiune a acestui manual o găsiți în format PDF la www.prusa3d.com. Dacă întâmpinați probleme la utilizarea imprimantei, nu ezitați să contactați producătorul la info@prusa3d.com. Acesta vă va răspunde cu plăcere la întrebări și vă va asculta ideile de îmbunătățire. Puteți vizita și baza de cunoștințe help.prusa3d.com sau forumurile de discuții forum.prusa3d.com.



Original Prusa MINI+

4.1 Ghid rapid înainte de prima printare

Citiți cu atenție capitolul 7 Prima dumneavoastră printare.

1. Amplasați imprimanta asamblată pe o suprafață plană și stabilă.
2. Porniți imprimanta, introduceți unitatea USB inclusă și actualizați firmware-ul.
3. Calibrați imprimanta conform instrucțiunilor de pe ecran.
4. Printați un obiect de probă.

4.2 Simbolurile folosite în manual

Notă
Sfaturi, recomandări sau informații importante, care vă ajută la lucrul cu imprimanta.

Avertisment
Această parte a textului este foarte importantă; citiți-o cu atenție! De ea depind atât funcționarea corectă a imprimantei, cât și siguranța utilizării ei.

Kit de asamblare
Această informație se referă la kitul de asamblare Original Prusa MINI+.

Denumirile elementelor de meniu și ale butoanelor, așa cum apar pe ecranul LCD al imprimantei, sunt culese în text cu acest font: **Settings**.

5. Glosar de termeni



1. **Placa flexibilă de printare din oțel** – există în trei variante: cu suprafață netedă, satinată și texturată, acoperită cu pulbere. Plăcile servesc drept suport pe care se formează obiectul printat. Acordați atenție capitolului despre întreținerea imprimantei, pentru a putea asigura condiții optime pentru printarea 3D.
2. **Patul încălzit (heatbed)** – se află direct sub placa flexibilă de printare. Patul încălzit asigură o aderență suficientă a printului la suprafața de printare. Atenție: nu atingeți patul încălzit când este fierbinte!
3. **Axa Y** – denumirea generală a întregului ansamblu al patului încălzit (tije netede, curea, pat etc.).
4. **Butonul de control și butonul de resetare** – butonul rotativ de control este principalul element de comandă al imprimantei. Prin rotire la dreapta/stânga alegeți elemente sau reglați valori, iar prin apăsare

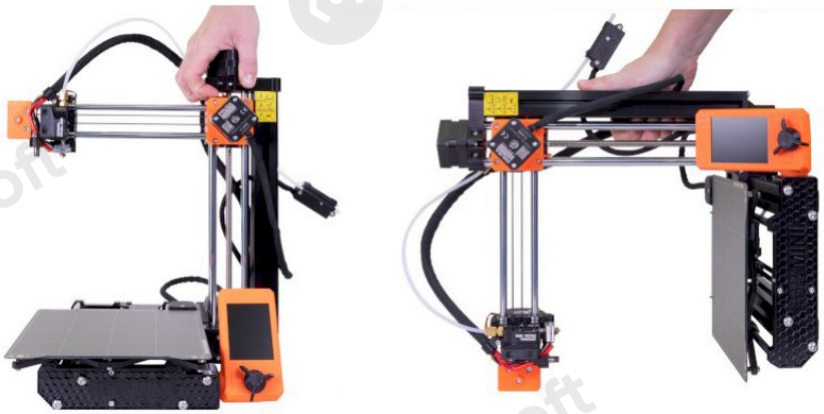
confirmați selecția. La stânga butonului de control se află butonul de resetare — apăsarea lui echivalează cu oprirea și repornirea rapidă a imprimantei. Este util, de exemplu, atunci când trebuie să întrerupeți imediat printarea.

5. **Ecranul LCD** – afișajul de comandă al imprimantei 3D. Cu butonul rotativ navigați prin meniu, iar prin apăsarea lui confirmați selecția.
6. **Întrerupătorul principal** – când imprimanta nu este în funcțiune, opriți-o cu acest întrerupător.
7. **Portul USB și portul microUSB** – portul USB servește la conectarea unităților flash (USB 2.0/3.0) cu sistem de fișiere FAT32. De pe unitatea USB se încarcă fișierul G-code cu instrucțiunile de printare sau fișierele de actualizare a firmware-ului. Portul microUSB poate fi folosit pentru controlul imprimantei cu software de la terți, de exemplu OctoPrint.
8. **Tubul PTFE principal** – conduce firul de filament de la extruder la capul de printare și la duză. Verificați din când în când dacă în el nu se adună impurități care ar împiedica trecerea liberă a filamentului.
9. **Fitingurile** – la ambele capete ale tubului PTFE principal. Dacă filamentul se blochează în tub, scoateți cu cheia (inclusă în pachetul imprimantei) fitingul și apoi tubul propriu-zis, pentru a ajunge la filament. Rețineți că tuburile PTFE sunt consumabile — calitatea lor se poate degrada în timp. Mai multe informații găsiți în capitolul despre tuburile PTFE.
10. **Ventilatorul de printare** – răcește obiectul printat și îmbunătățește calitatea printării. Turația sa (RPM) este monitorizată permanent.
11. **Capul de printare** – capul de printare ușor este alcătuit din hotend (duza de printare), sonda SuperPINDA și două ventilatoare. Pentru îmbunătățirea calității printării, componentele mai grele ale extruderului au fost mutate pe structura axei Z.
12. **Duza** – duză cu diametrul de 0,4 mm. Poate fi înlocuită cu una de alt diametru (de exemplu 0,25 mm sau 0,6 mm) pentru detalii mai fine sau pentru o viteză de printare mai mare. Este compatibilă cu duzele E3D.
13. **Axa Z** – denumirea generală a întregii structuri a axei verticale (tije netede, motorul axei Z etc.).
14. **Extruderul / motorul extruderului** – spre deosebire de imprimantele 3D MK2 sau MK3S, la MINI+ motorul extruderului este fixat pe lateralul structurii, astfel că nu se deplasează de-a lungul axei X. Roțile de antrenare împing filamentul prin tubul PTFE principal către capul de printare.
15. **Axa X** – permite, cu ajutorul unei curele, deplasarea capului de printare de la stânga la dreapta.
16. **Suportul bobinei** – trebuie amplasat lângă imprimantă astfel încât filamentul să intre în tubul PTFE de jos. Filamentul nu trebuie să se îndoaie

în unghi ascuțit.

6. Manipularea și transportul imprimantei

Transportați imprimanta Original Prusa MINI+ în modul recomandat. O puteți apuca fie de motorul axei Z, aflat sus, fie de structura axei Z — vezi fotografiile de mai jos. Nu ridicați niciodată imprimanta de cabluri sau de tuburile PTFE; s-ar putea deteriora!



6.1 Deconectarea sursei de alimentare

Avertisment

Conectorul cablului de alimentare care se cuplează la imprimantă are un mecanism de blocare — nu îl trageți cu forța! Nu trageți de cablu! Manipularea incorectă poate duce la deteriorarea conectorului sau a cablului.

Eliberați mai întâi mecanismul de blocare trăgând carcasa conectorului în direcția opusă imprimantei. Odată deblocat, puteți scoate conectorul din imprimantă.



6.2 Cum contactați asistența tehnică

Dacă întâmpinați orice problemă cu imprimanta dumneavoastră 3D MINI+, parcurgeți mai întâi ultimele capitole ale acestui manual, cu îndrumări generale pentru rezolvarea problemelor, sau vizitați baza de cunoștințe a producătorului la help.prusa3d.com. Dacă soluțiile propuse nu ajută, contactați asistența tehnică a producătorului prin e-mail la support@prusa3d.com sau prin chatul de pe site-ul prusa3d.com — fereastra de chat se află în colțul din dreapta jos.

6.3 Ecranele de eroare

Dacă imprimanta întâmpină o eroare gravă, se afișează un ecran de eroare. Informațiile de pe ecran ajută la identificarea, diagnosticarea și remedierea erorii. Acordați atenție următoarelor date de pe ecran.



1. **Denumirea erorii**
2. **Scurtă descriere** – a erorii și a pașilor următori recomandați.
3. **Codul QR** – dacă îl scanați cu telefonul, veți fi redirecționați către un articol din baza de cunoștințe cu instrucțiuni complete pentru remedierea erorii. Linkul din codul QR conține și hash-ul dispozitivului (vezi mai jos).
4. **Adresa din baza de cunoștințe** – dacă nu aveți telefonul la îndemână, puteți introduce această adresă în browserul web și deschide instrucțiunile corespunzătoare.
5. **Versiunea de firmware** – poate ajuta la diagnosticarea erorii.
6. **Hash-ul dispozitivului** – linkul inclus în codul QR poate conține un „hash al dispozitivului" opțional (poate fi activat sau dezactivat în setări). Datorită acestei informații, producătorul poate verifica dacă pe imprimantă rulează firmware-ul actual — iar dacă nu, în partea de sus a articolului se afișează o atenționare. Informația din link se stochează în baza de date a producătorului, care obține astfel o imagine mai bună asupra erorilor celor mai frecvente și a numărului de erori înregistrate de fiecare imprimantă.

6.4 Despachetarea, asamblarea și prima pornire

Imprimanta 3D Original Prusa MINI+ este disponibilă atât ca imprimantă parțial asamblată (îmbinarea a trei părți principale), cât și ca kit de asamblare, din care construiți MINI+ de la zero, șurub cu șurub. Construirea propriei imprimante este o modalitate excelentă de a afla cât mai multe despre funcționarea ei — și, datorită instrucțiunilor detaliate ale producătorului, reușește oricine. Instrucțiunile de asamblare, atât pentru imprimanta parțial asamblată, cât și pentru kit, le găsiți în baza de cunoștințe a producătorului la help.prusa3d.com. După ce ați asamblat imprimanta, reveniți aici și continuați pregătirea pentru prima printare.

Notă
Versiunea online a instrucțiunilor de asamblare o deschideți la help.prusa3d.com.

Avertisment
Înainte de a utiliza echipamentul pentru prima dată, verificați la www.prusa3d.com dacă nu este disponibilă o versiune mai nouă de firmware.

7. Prima dumneavoastră printare

Pregătirea imprimantei pentru prima printare durează aproximativ 15–30 minute (fără asamblare). Pentru ca imprimanta să funcționeze corect, acordați atenție pașilor următori.

În acest capitol veți afla cum:

1. să operați imprimanta,
2. să actualizați firmware-ul,
3. să pregătiți suprafața de printare înainte de prima printare,
4. să efectuați calibrarea inițială,
5. să încărcați filamentul,
6. să porniți prima printare.

7.1 Comenzile de bază

Întreaga configurare și operare a imprimantei se face cu un singur element de comandă — butonul rotativ (1). Prin apăsarea lui confirmați selecția.



Butonul de resetare (2) se află la stânga butonului de control. Apăsarea lui echivalează cu oprirea și repornirea rapidă a imprimantei. Este util atunci când imprimanta se comportă neașteptat sau când o printare nereușită trebuie oprită imediat.

7.2 Actualizarea firmware-ului

Imprimanta este livrată cu cea mai nouă versiune de firmware disponibilă la momentul fabricației. Totuși, vă recomandăm să verificați la www.prusa3d.com dacă nu există o versiune mai nouă — vă asigurați astfel cele mai bune rezultate posibile la printare.

Firmware-ul descărcat de pe site-ul producătorului îl încărcați astfel:

1. Descărcați fișierul de firmware corect de la www.prusa3d.com (arhivă ZIP) și dezarhivați-l.
2. Copiați fișierul .BBF pe o unitate USB formatată FAT32 — puteți folosi unitatea livrată împreună cu imprimanta MINI+.
3. Introduceți unitatea USB în portul USB al imprimantei.
4. Reporniți imprimanta cu butonul de resetare de lângă butonul rotativ.

5. Procesul de actualizare ar trebui să pornească automat.
6. Așteptați finalizarea procesului.



Notă

Pentru a forța încărcarea firmware-ului (de exemplu dacă trebuie să reveniți la o versiune mai veche), introduceți unitatea USB cu fișierul .BBF dorit, reporniți imprimanta și, în timpul pornirii, apăsați și țineți apăsat butonul rotativ.

7.3 Pregătirea plăcilor flexibile de printare

Urmați instrucțiunile pentru tipul de placă de printare ales (vezi mai jos) și pregătiți-o pentru prima printare.

În patul încălzit sunt ascunși magneți rezistenți la temperaturi ridicate, care țin pe loc plăcile flexibile de printare detașabile. Pe partea din spate a patului se află doi pini, care se potrivesc exact în decupajele plăcilor de printare. Pinii nu sunt destinați celor două orificii de pe partea opusă a plăcii! Înainte de a așeza placa pe pat, asigurați-vă că patul este curat și că pe el nu există impurități. **Nu printați niciodată direct pe patul încălzit.**

Înainte de a începe, despachetați șervețelul de curățare îmbibat în alcool izopropilic și ștergeți cu el placa de printare.



Patul încălzit și placa de printare cu suprafață texturată, acoperită cu pulbere

Pentru o bună aderență a obiectului printat este esențial ca suprafața de printare să fie curată. Mai multe informații despre pregătirea suprafeței de printare și despre produsele de curățare recomandate găsiți în capitolul 11 Întreținerea periodică.

7.4 Asistentul de calibrare (Wizard)

La prima pornire a imprimantei se lansează Asistentul (Wizard). Acesta vă ghidează prin toate testele și calibrările care trebuie efectuate înainte de a începe să printați.

Asistentul poate fi pornit și manual: **LCD menu – Calibration – Wizard**. Înainte de a porni Asistentul, nu uitați să citiți capitolul 11.1 Plăcile flexibile de printare.

Asistentul de calibrare cuprinde Selftest, Mesh Bed Leveling și calibrarea primului strat.

7.5 Selftest

Selftest este un instrument de diagnosticare alcătuit dintr-o serie de teste. Acesta descoperă cele mai frecvente probleme, de exemplu cablarea incorectă. Desfășurarea și rezultatele fiecărui pas sunt afișate pe ecranul LCD. Dacă Selftest detectează o eroare, se întrerupe și afișează cauza acesteia, pentru ca utilizatorul să o poată remedia. IMPORTANT: în timpul Selftestului, pe patul încălzit trebuie să se afle placa de printare; altfel Selftest va eșua.

Selftest cuprinde:

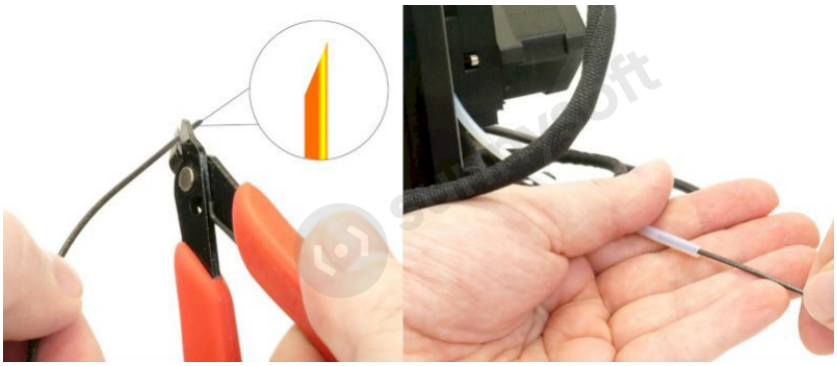
- testul extruderului și al ventilatorului de printare,
- testul axelor X, Y și Z,
- verificarea cablării corecte a patului încălzit și a hotendului.

Notă
Dacă Selftest eșuează, asigurați-vă că placa de printare este așezată corect pe patul încălzit.

7.6 Încărcarea și descărcarea filamentului

După finalizarea Selftestului puteți încărca firul de filament. Pentru calibrarea inițială și prima printare recomandăm insistent PLA — este ușor de folosit și nu necesită pași suplimentari (de exemplu aplicarea de lipici pe placa de printare). Dacă nu aveți o bobină de PLA, citiți cu atenție capitolele 10 Ghidul materialelor și 11 Întreținerea periodică, unde aflați cum se pregătește placa de printare pentru anumite materiale. De fiecare dată când încărcați un filament nou, asigurați-vă că capătul lui este tăiat ascuțit și că pe fir nu există

umflături sau alte neregularități care ar împiedica trecerea prin tubul PTFE. Bobina ar trebui să se afle la aceeași înălțime cu imprimanta, pentru ca firul să nu fie îndoit brusc.



Încărcarea filamentului

1. Tăiați capătul filamentului în vârf ascuțit. Introduceți filamentul în tubul PTFE care duce la extruder (pe partea dreaptă a imprimantei) sau în tubul PTFE scurt al senzorului de filament (accesoriu opțional).
2. Alegeți **LCD menu** – **Filament** – **Load filament** și confirmați prin apăsarea butonului.
3. Se afișează automat meniul de preîncălzire. Alegeți tipul de filament pe care doriți să îl încărcați și confirmați selecția prin apăsarea butonului rotativ.
4. Așteptați până când duza se încălzește la temperatura necesară.
5. Apăsați butonul rotativ pentru a începe încărcarea și, în același timp, împingeți filamentul în extruder până când este prins de roțile de antrenare.
6. Roțile de antrenare ale extruderului încarcă apoi filamentul automat în capul de printare. Imprimanta vă întreabă dacă culoarea plasticului extrudat este corectă. Aveți trei opțiuni: **Yes**/**No**/**Retry**. Dacă plasticul extrudat este impurificat cu culoarea filamentului anterior, alegeți **No** și imprimanta va extruda material suplimentar. Opțiunea **Retry** repetă procesul de încărcare — este utilă, de exemplu, atunci când firul s-a oprit la jumătatea tubului PTFE principal.

Notă
Imprimanta reține ce filament este încărcat chiar și după oprire. Tipul filamentului încărcat în prezent este afișat în colțul din dreapta jos al meniului LCD.

Pentru pasul următor lăsați filamentul încărcat. Dacă, din orice motiv, trebuie să schimbați filamentul înainte de calibrarea primului strat (sau în orice alt moment), procedați astfel:

Descărcarea filamentului

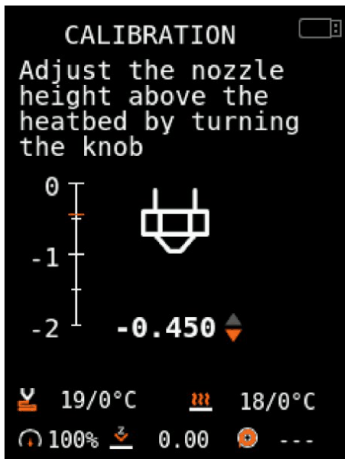
1. Alegeți **LCD menu – Filament – Unload filament**.
2. Imprimanta se preîncălzește automat la temperatura corectă; când o atinge, se aude un semnal sonor.
3. Apăsați butonul de control; astfel porniți extragerea filamentului.
4. După ce extruderul încetează să mai scoată filamentul, trageți-l manual din tubul PTFE.

7.7 Calibrarea primului strat (First Layer Calibration)

Acest proces calibrează distanța dintre vârful duzei și sondă. Puteți porni calibrarea oricând din meniul **LCD menu – Calibration – First Layer Calibration**.

Avertisment

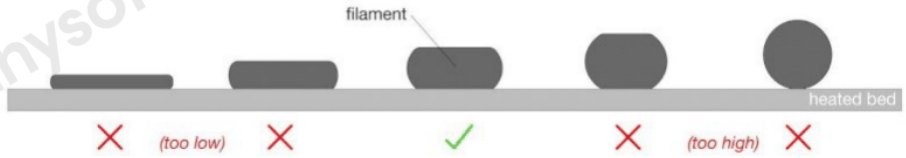
Asigurați-vă că placa de printare este curată și fără urme de grăsime — chiar și amprentele pot crea probleme. Înainte de a începe, ștergeți placa cu șervețelul inclus, îmbibat în alcool izopropilic.



După pornirea calibrării primului strat, imprimanta vă întreabă dacă filamentul este încărcat. Apoi măsoară patul cu funcția Mesh Bed Leveling (vezi capitolul 8.2 Principiul calibrării automate a patului (Mesh Bed Leveling)) și începe să printeze pe suprafața de printare un model în zigzag. Duza se va afla la înălțimea dată de setarea sondei SuperPINDA. În niciun caz nu trebuie să atingă suprafața de printare.

Începând cu versiunea de firmware 4.3.0, ecranul de reglare a înălțimii duzei are un aspect nou, cu o reprezentare simplificată a duzei. Când reglați înălțimea duzei rotind butonul în sensul acelor de ceasornic sau invers, duza de pe ecran se deplasează în aceeași direcție. Numărul de pe ecran este doar ilustrativ — valoarea de pe imprimanta dumneavoastră va fi diferită.

Urmăriți linia care se extrudează pe suprafața de printare. Se afișează automat un meniu nou — rotind butonul, reglați în el înălțimea duzei în timp real. Scopul este să reglați înălțimea duzei astfel încât plasticul extrudat să adere bine la pat și să fie vizibil ușor aplatizat.



Profilul primului strat — duză prea jos (stânga), corect (mijloc), prea sus (dreapta)

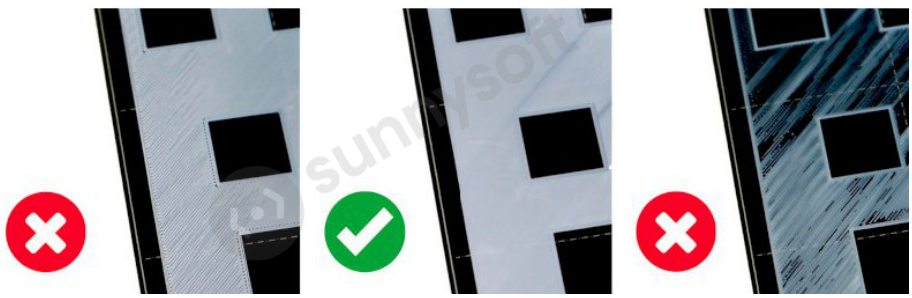
Modelul de test ar trebui să arate ca în imaginea din stânga sau din mijloc de mai jos. Imaginea din dreapta arată ambele greșeli principale deodată: duza prea sus (linii îndoite, colțuri deplasate) și duza prea jos (plasticul nu se extrudează deloc).



Ce trebuie verificat:

- Stratul de plastic extrudat este ușor aplatizat.
- Colțurile liniei în zigzag sunt ascuțite și nu se ridică de pe placă.
- Liniile sunt drepte și aderă ferm la placă.
- Dreptunghiul de la sfârșitul modelului are o suprafață uniformă, fără valuri și goluri.

Mai jos vedeți un detaliu al unui print cu defecte de calitate cauzate de înălțimea incorectă a duzei. Imaginea din mijloc arată calitatea optimă.



Compararea înălțimii primului strat — duză prea sus (stânga), înălțime optimă (mijloc), duză prea jos (dreapta)

Kit de asamblare
Dacă aveți MINI+ în varianta kit de asamblare și nu reușiți să obțineți un prim strat uniform, cauza poate fi poziționarea incorectă a sondei SuperPINDA. Consultați instrucțiunile de asamblare online pentru a vedea cum trebuie poziționată corect sonda SuperPINDA.

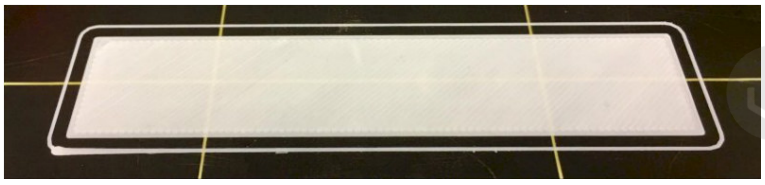
7.8 Lista de verificare

Dacă ați parcurs toți pașii descriși în capitolele anterioare, puteți începe prima printare. Înainte de a începe, parcurgeți lista finală de verificare:

1. MINI+ este complet asamblată și amplasată într-un loc potrivit.
2. Firmware-ul este actualizat la cea mai nouă versiune.
3. Toate calibrările s-au încheiat cu succes.
4. Pe patul încălzit se află o placă de printare curată, ștearsă cu șervețelul îmbibat în alcool izopropilic.
5. Filamentul este încărcat.

7.9 Pornirea primei printări

Când totul este pregătit, deschideți meniul **Print** (se afișează numai dacă este introdusă o unitate USB). Cu butonul rotativ alegeți din listă unul dintre obiectele de probă și urmăriți imprimanta. Recomandăm logoul PRUSA — pe el se vede cel mai bine cât de reușit ați reglat primul strat la calibrarea primului strat.



Așa arată primul strat la calitate ideală

Duza se preîncălzește mai întâi la 170 °C, indiferent de filamentul ales — se previne astfel scurgerea filamentului în faza inițială, care este Mesh Bed Leveling. După finalizarea Mesh Bed Leveling, imprimanta încălzește duza la temperatura corectă de printare și începe să printeze linia inițială de curățare la marginea plăcii de printare. Apoi printează fusta în jurul obiectului și, în final, obiectul propriu-zis.

Avertisment

Urmăriți cu atenție calitatea primului strat. Plasticul extrudat ar trebui să adere bine la placă. Dacă, din orice motiv, duza este prea sus, coborâți-o cu funcția **Live Adjust Z**, disponibilă în timpul printării în meniul **Tune**. A doua posibilitate este să opriți printarea, să curățați placa de printare și să porniți din nou calibrarea primului strat din meniul **Calibration**.

7.10 Îndepărtarea printului

După încheierea printării, așteptați răcirea patului încălzit. În funcție de setări, patul încălzit și placa de printare pot avea peste 100 °C și pot provoca arsuri la atingerea cu pielea neprotejată. În funcție de material, printul se poate desprinde singur după răcire. Dacă nu, scoateți placa de printare și îndoiți-o cu grijă în ambele sensuri. Apoi rotiți-o cu 90° și repetați îndoirea. Nu uitați să îndepărtați toate resturile de filament, de exemplu linia inițială de curățare, fusta și suporturile. Dacă pe placă rămâne plastic, nu îl îndepărtați cu unghiile; v-ați putea răni. Folosiți o spatulă metalică pe placa netedă sau o spatulă din plastic pe placa texturată.



Încercați să nu atingeți suprafața de printare cu degetele — amprentele pot reduce aderența printului următor.

7.11 Verificări și acțiuni după încheierea printării

După ce ați îndepărtat printul de probă de pe placa de printare, examinați-l cu atenție și verificați eventualele defecte de calitate. Obiectele printate cu tehnologia FDM/FFF nu sunt niciodată perfect netede — de regulă, straturile sunt vizibile. Există însă metode de a netezi suprafața printurilor 3D. Mai multe despre prelucrarea ulterioară (post-processing) aflați pe blogul producătorului, blog.prusa3d.com.

Avertisment

Dacă printul are defecte reale de calitate (părți lipsă, straturi deplasate, zone subextrudate), citiți capitolul 14.2 Calitatea printării de la sfârșitul acestui manual.

Asigurați-vă că placa de printare este curată și așezați-o înapoi pe patul încălzit. Puteți lăsa filamentul încărcat în duză. Dacă nu intenționați să printați alt obiect, așteptați până când duza se răcește la 50 °C și opriți imprimanta de la întrerupătorul de pe lateral.

8. Funcții avansate

8.1 Structura meniului

- Print
- Preheat
  - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
  - Cooldown
- Filament
  - Load filament
    - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
    - Cooldown
  - Unload filament
  - Change filament
  - Purge filament
- Calibration
  - Wizard
  - Live Adjust Z
  - Auto Home
  - Mesh Bed Leveling
  - Selftest
  - First Layer Calibration
  - Test Fans
  - Test XYZ-Axis
  - Test Heaters
  - Show Selftest results
- Settings
  - Temperature
    - Nozzle
    - Heatbed
    - Print fan
    - Cooldown
  - [Profile name] – se afișează dacă sunt configurate două sau mai multe profiluri de plăci de printare
  - Move Axis
    - Move X, Move Y, Move Z, Move E
  - Disable Steppers
  - Factory Reset
  - HW Setup
    - Sheet profiles
      - Profile name: Select, First Layer Calibration, Reset
  - FW Update
  - Filament sensor On / Off
  - LAN Settings
  - TZ (UTC + / -)
  - Save Crash Dump
  - Sound Mode: Once / Loud / Silent / Assist
  - Sound Volume
  - Device hash in QR On / Off
  - Language
- Info
  - System Info
  - Sensor Info
  - Version Info

8.2 Principiul calibrării automate a patului (Mesh Bed Leveling)

Calibrarea automată a patului (Mesh Bed Leveling) o porniți din meniul **LCD menu** – **Calibration**. Acest proces are loc înaintea fiecărei printări. Același proces are loc și la începutul calibrării primului strat (vezi capitolul 7.7).

Sonda SuperPINDA parcurge o rețea de 4×4 puncte distribuite pe placa de printare (indiferent dacă aceasta are suprafață texturată, acoperită cu pulbere, sau PEI netedă) și măsoară distanța până la placă. Din punctele măsurate se creează, prin interpolare, o rețea virtuală a patului. Dacă patul este ușor ondulat (vorbim despre mici imperfecțiuni apărute prin însumarea toleranțelor de fabricație sau în timpul asamblării), duza urmărește totuși cu precizie suprafața în timpul printării, conform rețelei măsurate — iar calitatea primului strat este mai bună.

8.3 Restabilirea setărilor din fabrică

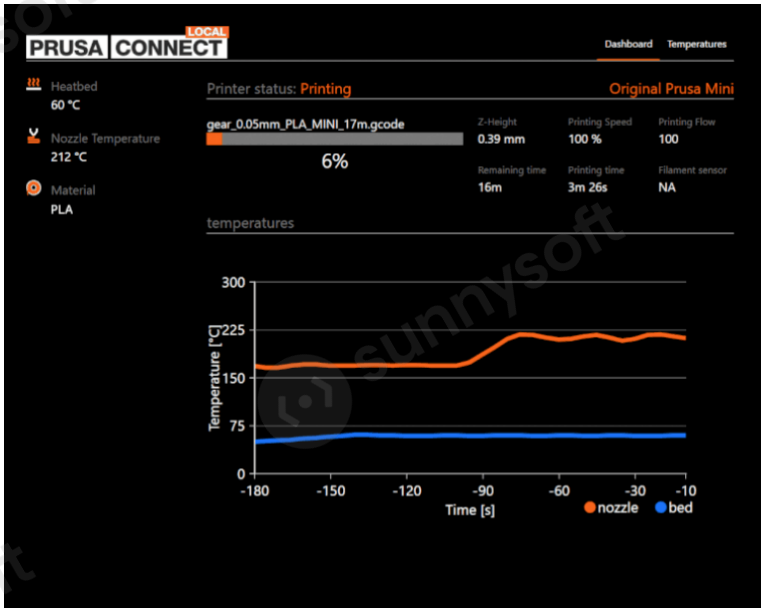
Restabilirea setărilor din fabrică se face prin **LCD menu** – **Settings** – **Factory Reset**. Astfel, toate valorile salvate revin la cele implicite.

8.4 Conexiuni de rețea

Original Prusa MINI+ are pe placa de bază o interfață Ethernet (RJ45). Prin intermediul ei puteți conecta imprimanta la rețea.

Este posibil ca unele funcții de rețea să nu fie implementate complet în versiunea de firmware livrată. Informații despre versiunile actuale de firmware publică producătorul la www.prusa3d.com și pe rețelele de socializare.

Puteți conecta imprimanta Original Prusa MINI+ la rețeaua locală (LAN) și puteți accesa informațiile de bază despre imprimantă printr-o interfață web numită PrusaConnect. Imprimanta are DHCP activat în mod implicit. În meniul **LCD menu** – **Settings** – **LAN Settings** verificați dacă imprimantei i-a fost atribuită corect o adresă IP. Apoi, pe un calculator sau un telefon mobil conectat la aceeași rețea, deschideți un browser web și introduceți în bara de adrese adresa IP a imprimantei. Se afișează informațiile de bază despre printarea în curs. În versiunea actuală, PrusaConnect funcționează numai în rețeaua locală, iar funcțiile sale vor fi extinse în edițiile următoare de firmware.



Modulul Wi-Fi (accesoriu opțional) nu este acceptat de firmware-ul implicit. Informații despre disponibilitatea modulului Wi-Fi va publica producătorul la www.prusa3d.com sau blog.prusa3d.com.

Notă
Original Prusa MINI+ este compatibilă și cu instrumentul terț pentru printare în rețea OctoPrint. Informații despre instalare și configurare găsiți pe site-ul oficial al proiectului OctoPrint.

9. Printarea propriilor modele

Odată ce imprimanta este complet calibrată și modelele de probă arată bine, veți dori probabil să printați propriile modele. Aveți mai multe posibilități — aflați mai multe în capitolele următoare.

9.1 Obținerea unui model pentru printare

Cel mai simplu mod de a începe cu printarea 3D este să descărcați modele de pe internet — de regulă sunt în formatele .3mf, .stl sau .obj. Din fericire, în domeniul printării 3D activează mulți pasionați, așa că există site-uri de pe care puteți descărca gratuit un număr mare de modele 3D gata făcute. Găsiți acolo de toate, de la un simplu zar de joc până la o figurină detaliată a unui personaj din filmul, jocul sau serialul preferat. Puteți descărca și piese mecanice, accesorii pentru modele RC, obiecte pentru casă și multe altele.

Cele mai bune modele le găsiți pe Printables.com

Printables.com (fostul PrusaPrinters) este o mare bibliotecă online de modele 3D de calitate, administrată de compania Prusa Research. Scopul ei este să reunească o comunitate mare și activă de designeri, creatori și pasionați de printare 3D — indiferent de marca de imprimantă 3D pe care o preferă. Aici se organizează regulat concursuri comunitare, cu imprimante 3D și filamente drept premii principale, și există și un sistem de recompense cu bunuri virtuale și fizice — pentru activitatea dumneavoastră ca membru acumulați puncte, pe care le puteți schimba pentru o bobină de Prusament sau alte produse.

Datorită orientării către modele de calitate, unice și utile, sunteți mereu la doar câteva clicuri de descoperirea a ceva nou de printat. Iar înainte de a descărca și printa ceva, puteți folosi vizualizatorul avansat de modele 3D încorporat, care funcționează nu doar cu fișiere STL și 3MF, ci și cu fișiere G-code. Vizitați Printables.com și descoperiți activități, concursuri, evenimente, grupuri, colecții și multe altele.

Modelele 3D sunt foarte adesea disponibile gratuit sub licența Creative Commons – Attribution – Non-Commercial (modelele nu pot fi folosite comercial și numele autorului trebuie menționat întotdeauna) sau contra unei taxe mici. Am selectat cele mai interesante site-uri:

- Printables.com (www.printables.com)
- Thingiverse
- MyMiniFactory
- Pinshape
- YouMagine
- Shapeways
- Gambody

Modelele în formatele .stl, .obj și altele asemănătoare nu pot fi însă printate 3D direct. Mai întâi trebuie „feliate" (convertite) într-un fișier G-code, care se copiază apoi pe o unitate USB. Introduceți în imprimantă unitatea USB cu proiectul feliat și alegeți în meniul **Print** modelul pe care doriți să îl printați. Aflați mai multe în capitolele 9.3 Ce este un fișier G-code? și 9.4 PrusaSlicer.

9.2 Crearea propriului model

Pentru a crea un model 3D aveți nevoie de un program specializat — un editor 3D. Există numeroase programe 3D, iar alegerea depinde de regulă de tipul de model pe care doriți să îl creați.

Pentru început, cel mai potrivit este Tinkercad — un editor online care rulează în fereastra browserului, așa că nu trebuie instalat nimic. Este gratuit, intuitiv, iar pe internet găsiți numeroase tutoriale pentru el. Tinkercad este orientat

mai ales către crearea de piese mai puțin detaliate și mai mari (de exemplu mecanice), ideale pentru printarea FFF/FDM — imprimanta dumneavoastră MINI+ le va face față cu ușurință.

Un alt instrument popular este Autodesk Fusion 360 pentru PC, Mac și iPad. Pe site-ul producătorului programului este disponibil un ghid rapid, împreună cu numeroase tutoriale video detaliate, astfel că este alegerea ideală atât pentru începători, cât și pentru profesioniști.

9.3 Ce este un fișier G-code?

Modelele 3D pe care le-ați descărcat de pe internet sau le-ați creat singuri trebuie convertite din formatul original (.stl, .obj, .3mf și altele asemănătoare) într-un fișier de instrucțiuni pentru imprimantă — așa-numitul G-code. Numai acest format este „inteligibil" pentru imprimantele 3D. Fișierul conține instrucțiuni pentru mișcarea duzei, cantitatea de filament extrudat, setările de temperatură sau turația ventilatoarelor.

Există zeci de slicere diferite, fiecare cu avantajele și dezavantajele sale. Utilizatorii imprimantelor Prusa folosesc cel mai des următoarele trei:

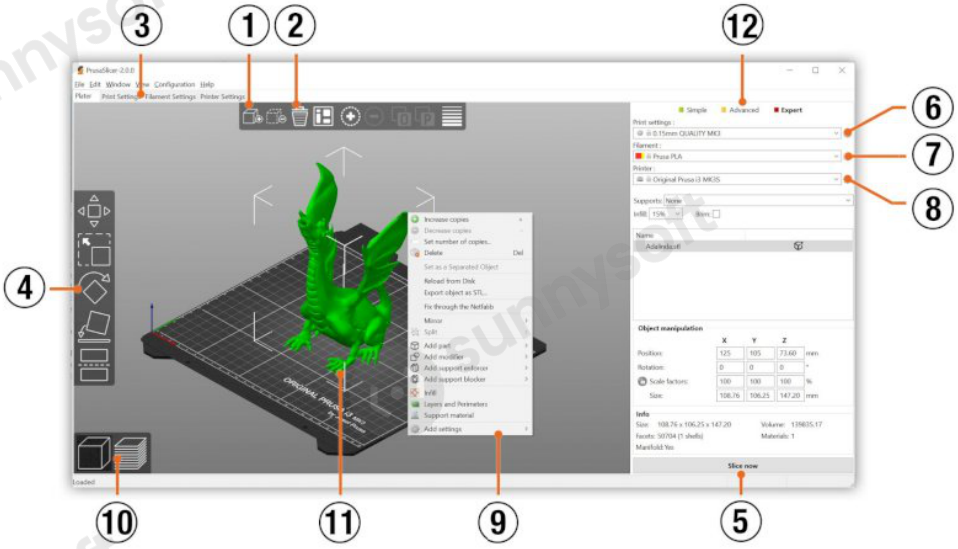
- PrusaSlicer
- Cura
- Simplify3D

9.4 PrusaSlicer

Așa cum sugerează numele, PrusaSlicer este slicerul propriu al producătorului, dezvoltat pe baza proiectului open-source Slic3r. Are o serie de funcții utile, de exemplu:

- profiluri de printare pentru peste 30 de filamente, cu actualizare automată,
- înălțime variabilă a stratului,
- suporturi și modificatori definiți de utilizator,
- setări de printare diferențiate.

Cea mai nouă versiune stabilă o puteți descărca oricând de la www.prusa3d.com. Versiunile de dezvoltare alfa/beta sunt disponibile în depozitul proiectului PrusaSlicer pe GitHub.



Interfața PrusaSlicer

1. Cu butonul **Add** încărcați un model în PrusaSlicer.
2. Butoanele **Delete** și **Delete All** elimină modelul (modelele) din PrusaSlicer.
3. Deschide setările detaliate de printare, filament și imprimantă.
4. Instrumentele **Move**, **Scale**, **Rotate**, **Place on Face** și **Cut**.
5. Butonul de feliere și generare a fișierului .gcode.
6. Setarea calității / vitezei de printare.
7. Alegerea materialului.
8. Alegerea imprimantei.
9. Clicul dreapta pe model deschide un meniu contextual.
10. Comutarea între editorul 3D și previzualizarea straturilor.
11. Previzualizarea modelului.
12. Comutarea între modurile **Simple** / **Advanced** / **Expert**.

9.5 Importul obiectelor în PrusaSlicer

După pornirea PrusaSlicer, alegeți în meniul **Printer** din partea dreaptă a ferestrei elementul **Original Prusa MINI+**. Dacă nu îl vedeți în listă, adăugați-l fie cu opțiunea **Add a new printer** din același meniu, fie prin **Configuration – Configuration Wizard**. Apoi alegeți înălțimea stratului, umplerea și materialul pe care intenționați să îl folosiți. Profilurile de filament încorporate au setări predefinite și testate. Dacă alegeți un profil greșit, printarea poate fi afectată negativ din cauza setărilor incompatibile.

PrusaSlicer permite importul obiectelor în formatele STL, OBJ, AMF și 3MF — cele mai frecvente tipuri de fișiere 3D pe care le găsiți pe internet. Le puteți fie

trage cu mouse-ul în fereastra editorului 3D, fie folosi butonul **Add...** din bara de sus.

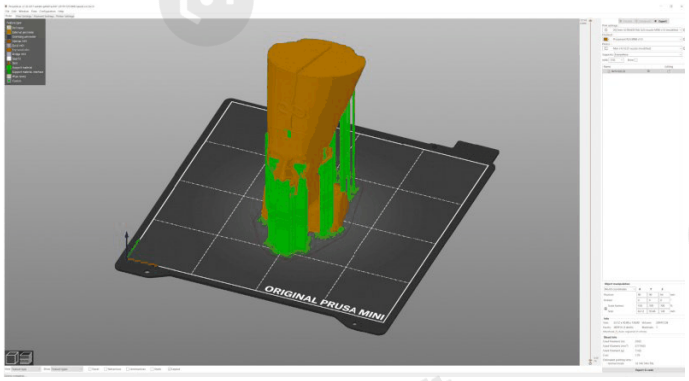
Pentru a modifica modelul, folosiți instrumentele din bara din stânga: **Move**, **Scale** și **Rotate**. Dacă obiectul este albastru, înseamnă că nu încape pe suprafața de printare. Aflați mai multe în capitolul următor. Nu există un mod universal de a așeza modelul pe suprafață — depinde de forma concretă. În general, ca bază este bine să alegeți cea mai mare suprafață plană a obiectului: cu cât baza este mai mare, cu atât aderența este mai bună. Cel mai bun rezultat îl obțineți când partea de jos a modelului este perfect plană.

9.6 Utilizarea suporturilor

Suporturile sunt structuri de susținere printate 3D (asemănătoare unei schele), care permit printarea corectă a obiectelor complexe — după încheierea printării, ele pot fi separate de print.

Multe modele pot fi printate fără suporturi — este suficient să le așezați corect pe suprafața de printare și puteți printa. Nu toate obiectele pot fi însă printate fără suporturi.

Dacă printați un obiect cu pereți înclinați sub un unghi mai mic de 45° (surplombă abruptă), surplombele s-ar putea printa incorect, iar printarea poate eșua. Există și obiecte la care imprimanta ar trebui să înceapă să printeze „în aer" — ceea ce nu este posibil. În astfel de cazuri trebuie folosite suporturi. PrusaSlicer are această funcție încorporată.



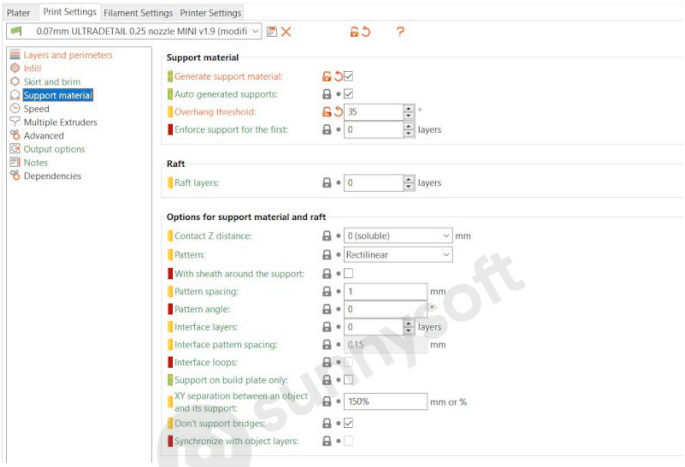
Suporturi generate automat în PrusaSlicer

Aveți de ales între trei opțiuni:

- **Numai pe placa de printare** – generează suporturi numai între obiect și suprafața de printare.
- **Numai pentru suporturile forțate** – generează suporturi numai acolo unde sunt plasați modificatori care forțează suporturile.
- **Peste tot** – generează suporturi peste tot.

Valorile implicite funcționează în majoritatea cazurilor. Dacă totuși trebuie să ajustați unde se generează suporturile, procedați astfel: deschideți fila **Print Settings** și, în coloana din stânga, faceți clic pe **Support Material**.

- Bifați câmpul **Generate support material**.
- **Overhang threshold** permite setarea unghiului minim de la care se printează suporturile. La setarea pe zero, unghiul se detectează automat. Încercați să generați suporturi cu diferite setări ale unghiului, pentru a afla care valoare se potrivește cel mai bine obiectului dumneavoastră.
- **Enforce support** pentru primele câteva straturi se folosește mai ales la modelele mici sau la cele cu bază mică, pentru ca acestea să nu se rupă sau să nu se desprindă de pe suprafața de printare în timpul printării.



Notă

Suprafețele de deasupra suporturilor au de regulă o calitate mai slabă. Înainte de a decide să folosiți suporturi, încercați să mutați sau să rotiți obiectul astfel încât să fie nevoie de mai puține suporturi sau de niciunul.

9.7 Viteza de printare vs. calitatea printării

Un obiect mic se printează în câteva minute, însă printarea modelelor mai mari durează mai mult — unele printuri durează chiar zeci de ore. Durata printării este influențată de mai mulți factori. Prima modalitate de a influența viteza este modificarea înălțimii stratului în PrusaSlicer — în fereastra din dreapta sus găsiți meniul **Print Settings**. Setarea implicită este **0.15 mm QUALITY**, dar puteți accelera printarea alegând **0.20 mm SPEED** sau chiar **0.25 mm DRAFT**. Un strat mai înalt înseamnă modele mai puțin detaliate, cu straturi mai pronunțate. Dacă preferați calitatea în locul vitezei, alegeți **0.10 mm DETAIL**. Durata printării crește considerabil, însă modelele vor arăta mai bine. Creșterea vitezei de printare poate duce la un model mai puțin detaliat.

Cele mai folosite profiluri, 0,15 mm și 0,20 mm, există în două variante:

- **Calitate (Quality)** – printare mai lentă a perimetrelor și a umplerii, calitate mai bună a suprafeței.
- **Viteză (Speed)** – printare mai rapidă a perimetrelor și a umplerii, fără o pierdere semnificativă a calității suprafeței.



Calitatea printării vs. durata printării

Viteza poate fi modificată și în timpul printării: **LCD menu** – **Tune** – **Speed**. Rotind butonul de control în sensul acelor de ceasornic, creșteți viteza de printare până la 150 %; rotindu-l în sens invers, o reduceți — minimul este 50 %. Urmăriți cum se reflectă modificarea vitezei asupra modelului printat și ajustați viteza în consecință. Această setare nu influențează accelerația, așa că modificarea vitezei nu este direct proporțională cu modificarea duratei de printare.

9.8 Umplerea (infill)

Umplerea (infill) este un alt parametru care influențează obiectul printat — în primul rând viteza de printare, rezistența și, într-o anumită măsură, aspectul printului.

Obiectele printate prin metoda FFF/FDM nu sunt pline. În interior au o anumită structură spațială — de la o simplă rețea sau hexagoane până la modele mai complexe. Scopul umplerii este mereu același: să confere obiectului o anumită rezistență. Multe modele pot fi printate cu o umplere de 10–15 %; dacă aveți nevoie de un obiect mai rezistent (de exemplu o piesă structurală), alegeți o umplere mai densă.

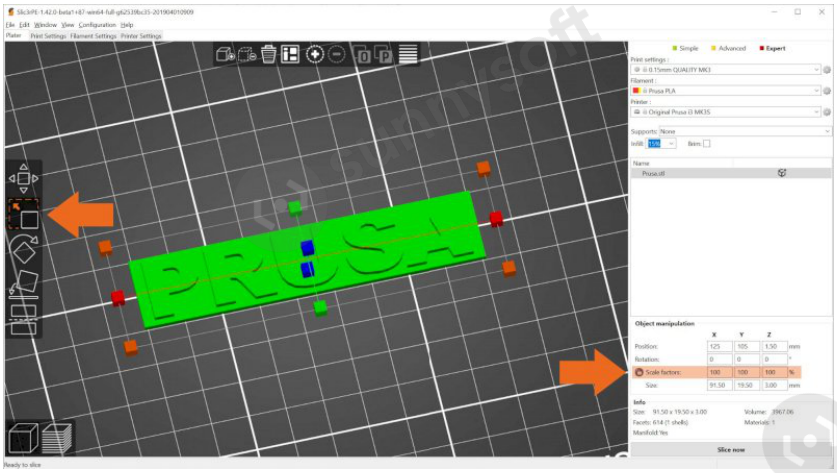
9.9 Bordura (brim)

Bordura (brim) crește aderența la suprafața de printare și reduce riscul de deformare (warping) a printului. În jurul primului strat se printează contururi suplimentare — este util mai ales atunci când modelul atinge patul doar pe o suprafață mică. În PrusaSlicer activați bordura bifând câmpul **Brim** din panoul din dreapta. După încheierea printării, bordura se îndepărtează de regulă ușor cu mâna, eventual cu o racletă sau un bisturiu.

9.10 Printarea obiectelor mari

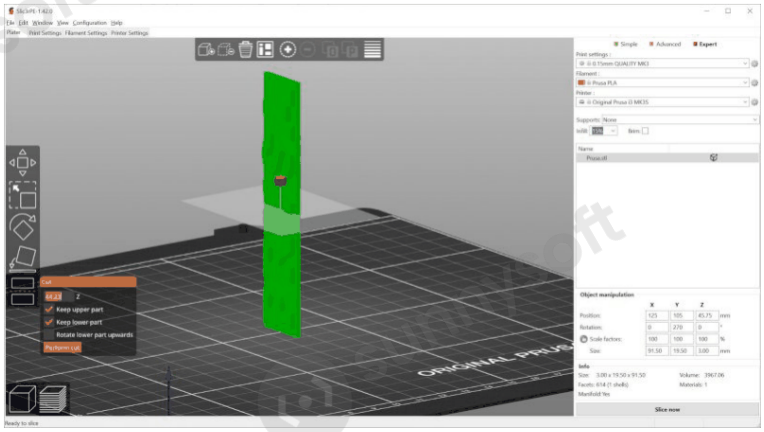
Notă
Original Prusa MINI+ are, în comparație cu Original Prusa i3 MK3S, un pat mai mic, dar cu câteva trucuri puteți printa obiecte cu adevărat mari și pe MINI+. Nu vă lăsați opriți de patul mai mic — pe blogul producătorului, blog.prusa3d.com, găsiți sfaturi despre cum se asamblează modele voluminoase din mai multe piese mai mici.

Un caz special este printarea obiectelor mai mari decât patul încălzit. Prima posibilitate este să micșorați obiectul la o dimensiune printabilă. În bara din stânga alegeți instrumentul **Scale** (sau apăsați tasta S). Apoi modificați dimensiunea obiectului cu ajutorul manipulatorului 3D (gizmo). Dacă doriți să micșorați modelul proporțional, trageți de unul dintre colțurile manipulatorului. Dimensiunea se poate modifica și de-a lungul unei singure axe, trăgând de mânerele corespunzătoare. Alternativ, puteți introduce valoarea exactă a scării în fereastra de manipulare a obiectului din colțul din dreapta jos.



Modificarea scării obiectului printat

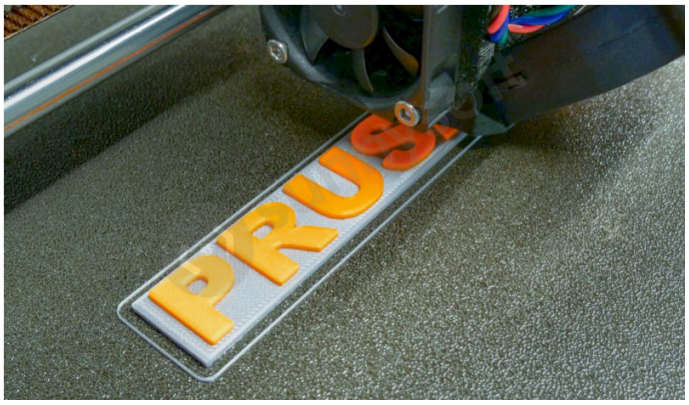
Dacă trebuie să printați un obiect care, la dimensiunea originală, nu încape pe pat, trebuie să îl tăiați în părți mai mici. În bara din stânga alegeți instrumentul **Cut** (sau apăsați tasta C). Așezați planul de tăiere în poziția dorită sau introduceți înălțimea exactă în fereastra de dialog a instrumentului **Cut**. Puteți decide dacă păstrați partea de sus, partea de jos sau ambele părți ale obiectului.



Tăierea obiectului cu instrumentul Cut

9.11 Printarea obiectelor multicolore

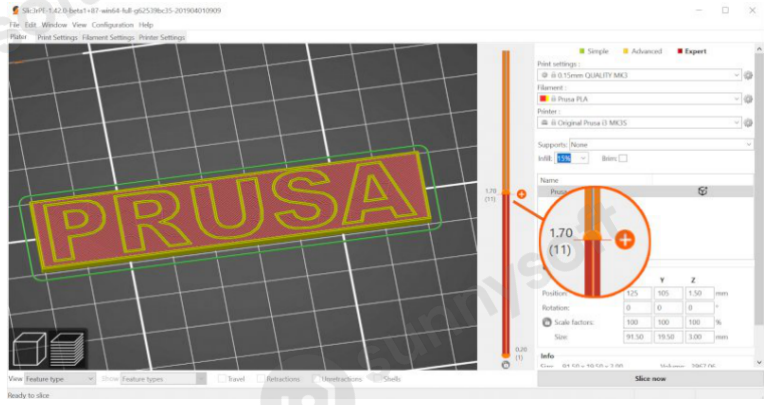
Printurile multicolore, cu schimbarea culorii pe straturi, se pot configura simplu direct în PrusaSlicer — procedura este descrisă mai jos.



Obiect multicolor printat cu funcția de schimbare a culorii din PrusaSlicer

Schimbarea culorii în PrusaSlicer

1. Comutați la previzualizarea straturilor cu butonul din colțul din stânga jos.
2. Cu glisorul din partea dreaptă alegeți stratul la care trebuie să se schimbe culoarea.
3. Faceți clic pe pictograma portocalie cu semnul plus.
4. Previzualizarea se afișează imediat. Puteți anula schimbarea culorii făcând clic pe crucea gri, care se afișează acum în locul semnului plus portocaliu.
5. Exportați fișierul G-code și puteți printa!



Configurarea schimbării culorii în PrusaSlicer

9.12 Felierea și exportul

Una dintre cele mai importante părți ale felierii este verificarea obiectului feliat în fereastra de previzualizare. Cu glisorul din partea dreaptă a ferestrei puteți parcurge pe rând toate straturile obiectului. Descoperiți astfel eventualele zone problematice — de exemplu când partea de jos a obiectului nu stă direct pe pat sau când lipsesc undeva suporturi și o parte a obiectului începe „în aer”.

Înainte de a exporta modelul ca G-code și de a-l copia pe unitatea USB, verificați-l întotdeauna în modul de previzualizare. Este cea mai bună metodă de a preveni problemele la printare.

10. Ghidul materialelor

Notă
Prezentarea completă a materialelor este disponibilă online! Din cauza spațiului limitat din acest manual, oferim doar o scurtă prezentare a celor mai populare filamente. Vizitați help.prusa3d.com/materials, unde găsiți o prezentare detaliată a marii majorități a filamentelor disponibile.

Original Prusa MINI+ poate printa din multe materiale populare. Materialele diferă prin proprietățile mecanice și optice, dar și prin dificultatea printării. Dacă sunteți la început cu printarea 3D, primul dumneavoastră filament ar trebui să fie neapărat PLA. Numai când vă limitează vreunul dintre dezavantajele PLA, a venit momentul să încercați alte filamente, de exemplu PETG sau ASA.

10.1 PLA

PLA este materialul cel mai des folosit pentru printarea 3D. Se printează ușor, iar printurile din PLA sunt foarte dure. Datorită dilatării termice reduse (printurile nu se deformează pe pat), este ideal atât pentru printarea obiectelor mari, cât și a modelelor mici și detaliate. Este singurul material cu adevărat potrivit pentru printarea cu straturi de 50 microni (rezoluția Ultradetail) și din el se pot printa miniaturi cu aspect excelent.

Avantaje

- printare ușoară, potrivit pentru începători
- printare detaliată a modelelor mici
- printare fără probleme a obiectelor mari
- aproape fără miros
- accesibil ca preț
- gamă largă de culori

Dezavantaje

- fragil și rigid
- rezistență termică scăzută (54 °C)
- prelucrare ulterioară dificilă
- nepotrivit pentru utilizare în exterior (rezistență scăzută la UV și la temperatură)

Utilizări tipice

- prototipuri
- jucării
- figurine
- bijuterii (modele mici și detaliate)
- machete de arhitectură

Sfaturi și trucuri

Se printează cel mai bine pe placa PEI netedă. La prelucrarea ulterioară a printurilor din PLA, folosiți șlefuirea umedă pentru o suprafață netedă. La șlefuirea uscată, căldura produsă prin frecare poate începe să deformeze obiectul printat. PLA se dizolvă numai în substanțe chimice precum cloroformul sau benzenul încălzit. Pentru lipirea mai multor piese este suficient adezivul instant sau acetona.

- **Temperatura duzei** – 215 °C
- **Temperatura patului** – 50–60 °C
- **Suprafața de printare** – asigurați-vă că suprafața este curată — vezi capitolul 11.1 Plăcile flexibile de printare.

10.2 PET/PETG

PETG este un alt material dintre cele mai folosite pentru printarea 3D. Este o alegere excelentă pentru printarea pieselor solicitate mecanic. Față de PLA are o rezistență termică mai mare, este mai elastic și, prin urmare, mai puțin fragil. Datorită dilatării termice reduse aderă bine la pat și nu se deformează. Printarea cu el este aproape la fel de ușoară ca cu PLA, dar, spre deosebire de PLA, oferă proprietăți mecanice mai bune. Piesele imprimantelor producătorului sunt printate chiar din PETG!

Avantaje

- rezistență termică ridicată
- printare ușoară
- deformare redusă
- tenace și durabil
- prelucrare ușoară (șlefuire)
- aproape fără miros
- suprafață lucioasă
- aderență bună între straturi
- rezistent la apă și umiditate

Dezavantaje

- nepotrivit pentru printarea modelelor mici/detaliate
- posibil stringing (fire subțiri)
- punți și surplombe mai slabe
- aderență puternică la pat
- nu poate fi netezit cu acetonă, solubil numai în substanțe chimice periculoase
- suporturile pot fi greu de îndepărtat

Utilizări tipice

- piese mecanice
- suporturi și carcase
- printuri etanșe (ghivece)

Sfaturi și trucuri

Spre deosebire de PLA, PETG necesită un pat încălzit (85 °C). Face punți mai slabe, are surplombe mai slabe și are tendința de stringing. Stringingul poate fi atenuat prin retracții mai mari și o temperatură mai mică a duzei, dar recomandăm să vă țineți de profilurile din PrusaSlicer. Răcirea printului din PETG este importantă — modelul are astfel detalii mai bune și se reduc stringingul și scurgerile. Dacă doriți însă un model cât mai rezistent, încercați să opriți ventilatorul de printare. O temperatură mai ridicată a filamentului asigură o aderență mai bună între straturi și, astfel, o rezistență mecanică mai mare. Recomandăm să printați primele câteva straturi cu ventilatorul oprit (pentru aderență) și apoi să îl porniți la jumătate din putere.

- **Temperatura duzei** – 240 °C
- **Temperatura patului** – 80–100 °C
- **Suprafața de printare** – placa texturată, acoperită cu pulbere, și placa satinată nu necesită nicio pregătire specială; mențineți-le doar curate și

fără grăsime. Pe placa PEI netedă aplicați un strat subțire de lipici solid, deoarece PETG poate adera prea puternic la suprafața plăcii, iar printul ar fi greu de desprins.

10.3 ASA/ABS

ASA și ABS sunt materiale foarte asemănătoare. ASA este în multe privințe mai bun decât ABS și poate fi considerat succesorul acestuia. ASA este rezistent la radiațiile UV și se contractă ceva mai puțin la printare. Singurul avantaj al ABS este tratarea mai ușoară a suprafeței cu acetonă. În continuare vom vorbi numai despre ASA, dar același lucru este valabil și pentru ABS.

ASA este un material rezistent și versatil. Temperatura de topire mai ridicată decât a PLA îi conferă ASA o rezistență termică excelentă — printurile nu prezintă semne de deformare până la temperaturi de aproximativ 100 °C. Din păcate, ASA are, în comparație cu PLA, o dilatare termică foarte mare, care complică printarea, mai ales la modelele voluminoase. Chiar și cu patul încălzit setat la 100 °C, printul poate începe să se deformeze și să se desprindă de pe pat. În plus, în timpul printării se degajă un miros neplăcut.

Avantaje

- rezistență ridicată la impact și uzură
- rezistență termică foarte bună
- potrivit pentru utilizare în exterior — stabil la UV
- solubil în acetonă — lipire ușoară
- poate fi netezit cu vapori de acetonă
- printuri detaliate, fără stringing
- prelucrare ușoară (de exemplu șlefuire, tăiere)

Dezavantaje

- printare mai dificilă
- tendință de deformare (printați modelele mari într-o incintă închisă)
- miros neplăcut la printare (conține stiren)

Utilizări tipice

- carcase și huse de protecție
- prototipuri
- piese de schimb
- jucării și figurine

Sfaturi și trucuri

Printarea din ASA/ABS este mult mai ușoară dacă imprimanta se află într-o incintă închisă. Patul încălzit încălzește rapid incinta și reduce șocul termic asupra filamentului extrudat. Astfel se reduc considerabil atât deformarea, cât

și separarea straturilor. Datorită acetonei, lipirea mai multor printuri este simplă: este suficient să ungeți ușor suprafețele de contact cu acetonă și să presați piesele una de alta. În plus, printurile pot fi netezite cu vapori de acetonă, obținând astfel o suprafață perfect lucioasă. Fiți atenți la manipularea acetonei!

- **Temperatura duzei** – 245–265 °C
- **Temperatura patului** – 90–100 °C (un obiect mai mare necesită o temperatură mai ridicată)
- **Suprafața de printare** – ASA și ABS funcționează cel mai bine cu placa satinată, care nu necesită nicio pregătire specială — mențineți-o doar curată și fără grăsime. Dacă printați însă ABS/ASA pe placa texturată sau netedă, aplicați pe suprafața plăcii un strat subțire de lipici solid, deoarece ASA și ABS pot adera prea puternic la aceste suprafețe, iar printul ar fi greu de desprins.

10.4 PC (policarbonat) și PC Blend

Policarbonatul (PC) este un material tehnic cu tenacitate, rezistență la tracțiune și rezistență la temperaturi ridicate excelente. Este însă foarte pretențios la printare și, de aceea, este potrivit mai ales pentru utilizatorii avansați. Acest lucru nu este valabil pentru Prusament PC Blend, care se printează mult mai ușor în comparație cu alte policarbonate.

Avantaje

- rezistență termică ridicată
- tenacitate și rezistență la tracțiune ridicate
- policarbonatul pur este transparent
- bune proprietăți de izolare electrică

Dezavantaje

- policarbonatul pur este puternic higroscopic
- temperatură ridicată a duzei și a patului
- deformare puternică, mai ales la modelele mari
- miros ușor la printare
- se recomandă un strat de separare
- preț ridicat

Utilizări tipice

Policarbonatul este potrivit mai ales pentru piese tehnice care necesită rezistență ridicată la căldură și la solicitări mecanice.

Sfaturi și trucuri

- Luați în considerare printarea într-o incintă închisă — preveniți deformarea obiectelor printate.
- În PrusaSlicer activați **Skirt**, pentru a reduce deformarea.

- În jurul obiectelor mici adăugați **Brim**.
- Nu printați în spații reci.
- **Temperatura duzei** – 275 °C
- **Temperatura patului** – 110 °C pentru primul strat, 115 °C pentru straturile următoare
- **Suprafața de printare** – cea mai bună aderență o oferă placa texturată, acoperită cu pulbere, sau placa satinată cu un strat de lipici solid. Placa satinată, acoperită cu pulbere, are o aderență bună și fără lipici; recomandăm totuși un strat de separare, pentru ca suprafața să nu se uzeze sau să nu se deterioreze.

10.5 PVB

Polivinilbutiralul (PVB) este un material conceput pentru netezire ușoară cu alcool izopropilic (IPA). Datorită transparenței, este potrivit pentru printarea vazelor, a abajururilor și a altor obiecte de design. Setările de printare sunt asemănătoare cu cele pentru PLA, iar proprietățile mecanice ale PVB sunt ușor mai bune.

Avantaje

- setări de printare asemănătoare cu PLA
- filament transparent
- ideal pentru piese de design, vaze, abajururi etc.
- netezire chimică cu IPA
- aderență excelentă la pat
- tenacitate bună (asemănătoare cu CPE)
- rezistență bună la tracțiune (asemănătoare cu PETG)
- deformare redusă (mai mică decât la PLA)
- potrivit pentru duza de 0,8 mm

Dezavantaje

- aderență mai slabă între straturi
- filament higroscopic (absoarbe umiditatea)
- preț mai ridicat

Utilizări tipice

PVB este cel mai util la printarea modelelor transparente, de exemplu bijuterii, vaze, abajururi etc.

Sfaturi și trucuri

PVB aderă bine la placa netedă sau satinată curată; pe placa texturată, acoperită cu pulbere, aderența este mai slabă. Dacă doriți să printați obiecte transparente, pe care le veți netezi cu alcool izopropilic, recomandăm o duză mai mare (0,8 mm) și, în PrusaSlicer, modul **Spiral vase**. La printarea cu mai multe perimetre, straturile vor rămâne vizibile chiar și după netezire. Păstrați filamentul uscat — PVB este predispus la absorbția umidității, ceea ce se poate reflecta asupra calității printării. Puneți de aceea filamentul întotdeauna înapoi în punga cu silicagel sau, înainte de printare, lăsați-l să se usuce 4 ore la 60 °C.

Principalul avantaj al PVB este posibilitatea netezirii cu alcool izopropilic (IPA). Modelele din PVB pot fi netezite în vapori de IPA, prin scufundare într-o baie de IPA sau prin aplicarea directă a IPA pe suprafață (cu pulverizatorul sau cu pensula). Instrucțiuni detaliate găsiți pe blogul producătorului, blog.prusa3d.com.

- **Temperatura duzei** – 215 ± 10 °C
- **Temperatura patului** – 75 °C
- **Suprafața de printare** – nu folosiți placa texturată standard, acoperită cu pulbere. PVB aderă mai bine la placa netedă sau satinată curată; placa texturată poate să nu ofere o aderență suficientă.

10.6 Materiale flexibile

Filamentele flexibile sunt foarte rezistente și elastice. În multe cazuri, plasticul dur clasic nu este potrivit pentru un anumit model. Fie că printați o husă de telefon, o carcasă pentru o cameră de acțiune sau o roată pentru o mașină RC, este mai bine să folosiți un material elastic. Aceste materiale sunt însă relativ neobișnuite, scumpe și, din cauza dificultății printării, potrivite mai ales pentru utilizatorii avansați.

Înainte de a începe să printați din Flex, curățați duza de materialul anterior. Preîncălziți mai întâi duza la cea mai ridicată temperatură la care ați printat recent. Apoi încărcați în extruder PLA, care va împinge afară tot materialul anterior. La încărcarea Flexului, slăbiți cât mai mult presiunea idlerului. Luați în considerare curățarea duzei prin metoda „Cold Pull" — instrucțiuni detaliate găsiți la help.prusa3d.com. Printați încet. Cu cât mai încet, cu atât mai bine. Viteza tipică pentru filamentele flexibile este de aproximativ 20 mm/s, iar viteza maximă recomandată se situează între 30 și 40 mm/s. La viteze mai mari există riscul de înfundare a duzei sau de înfășurare a filamentului pe roțile de antrenare. Pentru imprimantele Original Prusa recomandăm profilurile „Semiflex or Flexfill 98A" sau „Filatech FilaFlex40", care au viteza setată corect.

Avantaje

- flexibilitate și elasticitate
- deformare minimă
- aderență bună între straturi
- rezistență la abraziune

Dezavantaje

- necesită pași suplimentari la încărcarea filamentului
- pregătire și printare mai pretențioase, punți și surplombe mai slabe
- trebuie printat încet
- preț mai ridicat
- higroscopic — trebuie depozitat la loc uscat

- **Temperatura duzei** – 230–260 °C
- **Temperatura patului** – 45–65 °C (un obiect mai mare necesită o temperatură mai ridicată)
- **Suprafața de printare** – dacă printați pe placa netedă, aplicați pe ea un strat de separare (lipici solid sau bandă Kapton). Placa texturată, acoperită cu pulbere, nu are nevoie de strat de separare — printul aderă bine la ea, iar după răcire îl desprindeți ușor, fără a deteriora suprafața.

11. Întreținerea periodică

MINI+ a fost concepută de la început ca un „cal de povară" fiabil al printării. Este totuși un echipament cu piese mecanice, care necesită din când în când întreținere. Urmați instrucțiunile de mai jos, pentru ca imprimanta dumneavoastră să rămână cât mai mult timp în stare perfectă.

11.1 Plăcile flexibile de printare

Dacă obiectele printate aderă slab la placa de printare, placa trebuie curățată. Alegeți produsul de curățare corect în funcție de tipul plăcii de printare (vezi mai jos), picurați o cantitate mică pe un șervețel de hârtie curat și ștergeți cu el suprafața de printare. Cele mai bune rezultate le obțineți când placa este rece — altfel v-ați putea arde de duză sau de patul încălzit, iar alcoolul s-ar evapora înainte de a apuca să curețe ceva. Detalii găsiți în capitolul 7 Prima dumneavoastră printare.

Suprafața de printare nu trebuie curățată înaintea fiecărei printări. Important este să nu atingeți suprafața plăcii cu degetele sau cu unelte murdare.

Produsele de curățare recomandate diferă ușor în funcție de tipul plăcii de printare. Instrucțiunile pentru anumite materiale (de exemplu necesitatea unui strat de separare, pentru ca suprafața să nu se deterioreze) le găsiți în capitolul anterior.

	Utilizare corectă	Riscuri și pericole
Placa PEI netedă	• Alcoolul izopropilic 90 % sau mai mult (IPA) este cel mai bun degresant. NU FOLOSIȚI geluri dezinfectante pentru mâini și produse asemănătoare, chiar dacă pot conține IPA — de regulă conțin și componente grase și hidratante. • Apă caldă cu câteva picături de detergent de vase (dacă IPA nu îndepărtează, de exemplu, resturile de zahăr de pe placă). • Acetonă — ocazional, pentru o reîmprospătare mai temeinică a plăcii. • La printarea din FLEX folosiți lipici solid.	• IPA + PETG face ca printul să adere foarte puternic la placă, iar îndepărtarea lui poate fi extrem de dificilă. Materiale precum PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP și FLEX printați numai cu un strat de separare (lipici solid).
Placa texturată, acoperită cu pulbere	• Alcoolul izopropilic 90 % sau mai mult (IPA) — cel mai bun degresant. • Nu folosiți niciodată acetonă.	
Placa satinată, acoperită cu pulbere	• Potrivită atât pentru PLA, cât și pentru PETG. • Alcoolul izopropilic 90 % sau mai mult (IPA) — cel mai bun degresant. • La printarea din FlexFill 98A nu este nevoie de lipici solid. • Gamă largă de materiale acceptate, inclusiv cele avansate, precum PC Blend.	• Nu folosiți niciodată acetonă! • Printurile din ASA și PC Blend necesită în jurul obiectului o bordură, o fustă sau un scut. • Nu folosiți obiecte ascuțite pentru a îndepărta printul de pe suprafața plăcii!

Notă

Valorile de calibrare pot diferi ușor de la o placă de printare la alta, deoarece grosimea stratului de acoperire diferă. Dacă tocmai ați schimbat placa, verificați aspectul primului strat și, la nevoie, reglați înălțimea duzei cu funcția Live Adjust Z. Versiunile mai noi de firmware permit salvarea valorilor de calibrare în profiluri ale plăcilor de printare.

Notă

Toate plăcile de printare originale Prusa Research au două fețe.



Placa PEI netedă și placa PEI texturată, acoperită cu pulbere, și efectul lor asupra primului strat

11.2 Placa flexibilă cu PEI TEXTURAT, acoperit cu pulbere, pe ambele fețe

- suprafață rezistentă la zgârieturi și deteriorări
- textura suprafeței se transferă pe primele straturi ale printului
- setare Live Adjust Z mai tolerantă
- FLEX nu necesită lipici solid
- printurile se desprind de regulă singure după răcirea plăcii
- primul strat poate fi mai aplatizat decât la plăcile netede (vezi capitolul despre calibrarea primului strat)
- printurile din PLA cu suprafață de contact mică pot avea nevoie de bordură
- printurile din PLA cu bază mare (pe toată placa) se pot deforma
- dacă folosiți și placa PEI netedă, trebuie modificat Live Adjust Z
- nu curățați niciodată cu acetonă

Acoperirea cu pulbere aplicată direct pe metal a permis crearea unei plăci de printare foarte rezistente la deteriorări. Dacă duza încălzită se lovește de ea, metalul poate disipa căldura. În același timp, acoperirea cu pulbere conferă feței inferioare a printului o textură caracteristică.

Suprafața texturată ascunde majoritatea deteriorărilor mecanice cauzate de diverse unelte. Se pot zgâria doar vârfurile micilor proeminențe, însă astfel de zgârieturi nu se văd pe partea de jos a modelului.

Avertisment

Nu curățați niciodată cu acetonă placa texturată, acoperită cu pulbere! S-ar forma microfisuri în textura PEI, care ar duce cu timpul la degradarea suprafeței.

Această suprafață este folosită de producător în propria fermă de printare — textura caracteristică o regăsiți pe piesele printate ale imprimantei dumneavoastră.

11.3 Placa flexibilă cu PEI NETED pe ambele fețe

- ideală pentru PLA
- aderență excelentă la aproape toate materialele
- față inferioară netedă a printurilor
- chiar și detaliile mici aderă excelent
- reîmprospătați-o din când în când cu acetonă
- la printarea din PETG nu curățați cu IPA; poate fi necesar un agent de separare
- la printarea materialelor precum PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP, Flex și altele trebuie să folosiți lipici solid — vezi capitolul 10 Ghidul materialelor
- dacă folosiți și placa PEI texturată, trebuie modificat Live Adjust Z

Avertisment

Adezivul industrial cu care folia PEI este lipită de placă se înmoaie la temperaturi de peste 110 °C. La temperaturi mai ridicate, adezivul poate migra sub folie și poate forma pe suprafață mici denivelări.

Notă

Dacă sub folia PEI încep să se formeze mici bule, întoarceți simplu placa și printați pe cealaltă față. Bulele nu afectează calitatea printării și dispar după câteva zile sau săptămâni.

11.4 Placa flexibilă cu PEI SATINAT pe ambele fețe

- potrivită atât pentru PLA, cât și pentru PETG
- suprafață fin texturată
- curățați numai cu alcool izopropilic de calitate (90 % sau mai mult)
- la printarea din FlexFill 98A nu este nevoie de lipici solid
- gamă largă de materiale acceptate, inclusiv cele avansate, precum PC Blend
- întreținere ușoară și aderență bună
- nu folosiți acetonă — deteriorează rapid suprafața
- printurile din ASA și PC Blend necesită în jurul obiectului o bordură, o fustă sau un scut
- la schimbarea plăcii trebuie reglat din nou Live Z (vezi capitolul 11.6 Profilurile plăcilor de printare)
- pentru îndepărtarea printului de pe placă NU FOLOSIȚI obiecte metalice ascuțite (de exemplu o spatulă metalică)

11.5 Îmbunătățirea aderenței

În unele cazuri speciale, de exemplu la printarea unui obiect înalt cu o suprafață de contact foarte mică, poate fi nevoie să îmbunătățiți aderența. Din fericire, PEI este un polimer foarte rezistent chimic, așa că pe el se pot aplica temporar diverse substanțe care îmbunătățesc aderența, fără ca suprafața să se deterioreze. Acest lucru este valabil și pentru materialele care, în condiții normale, nu ar adera la PEI. Recomandări pentru anumite materiale găsiți în acest manual și la help.prusa3d.com.

Înainte de a aplica orice pe placă, luați în considerare funcția **Brim** din PrusaSlicer, care mărește suprafața primului strat.

11.6 Profilurile plăcilor de printare

Atât placa PEI netedă, cât și cea texturată, acoperită cu pulbere, au avantajele lor, descrise în detaliu în capitolele anterioare. Dacă le aveți pe amândouă, rețineți că după fiecare schimbare a plăcii trebuie reglată din nou înălțimea duzei (Live Z) — plăcile nu au aceeași grosime.

Pentru a nu fi necesară calibrarea primului strat după fiecare schimbare a plăcii, firmware-ul are, începând cu versiunea 4.3.0, funcția de profiluri ale plăcilor de printare. Deschideți **LCD menu** – **Settings** – **HW Setup** – **Sheet profiles**, unde găsiți lista profilurilor. Alegeți un profil și efectuați calibrarea primului strat. Valoarea Live Z se salvează astfel în profilul ales. Faceți acest lucru pentru fiecare placă pe care o aveți, iar apoi puteți comuta ușor între ele — fie în meniul profilurilor de plăci, fie direct în meniul **Settings**, unde căutați numele plăcii între paranteze drepte. Făcând clic pe element, comutați la alt profil; se afișează numai profilurile cu o calibrare validă a primului strat.

În mod implicit, în meniul profilurilor veți vedea următoarele profiluri: smooth1, smooth2, textured1, textured2, custom1, custom2. După alegerea oricăruia dintre ele se afișează următoarele opțiuni:

- **Select** – confirmă alegerea plăcii, care devine astfel cea implicită.
- **First Layer Calibration** – pornește calibrarea primului strat pentru profilul de placă ales.
- **Reset** – readuce valorile calibrării primului strat la cele din fabrică.

11.7 Rulmenții

După câteva sute de ore de printare, ar trebui să ștergeți tijele netede cu un șervețel de hârtie. Împreună cu MINI+ se livrează un tub de lubrifiant Prusa; îl puteți cumpăra și din magazinul online al producătorului, la secțiunea accesorii. Aplicați-l pe tijele netede ale tuturor axelor (X, Y, Z). Apoi deplasați manual axa X de câteva ori la stânga și la dreapta, iar din meniul imprimantei deplasați axa Z în sus și în jos. Patul încălzit deplasați-l manual înainte și înapoi pe axa Y. Instrucțiuni detaliate de întreținere găsiți la help.prusa3d.com.

Dacă aveți impresia că una dintre axe nu se mai mișcă lin, rulmenții pot fi scoși și unși din interior (trebuie scoși de pe tijele netede, deoarece altfel buza din plastic a rulmentului împiedică pătrunderea lubrifiantului înăuntru).

11.8 Ventilatoarele

La ambele ventilatoare se măsoară turația (RPM), astfel că imprimanta sesizează când un ventilator încetinește brusc — de exemplu din cauza unei bucăți de filament blocate. Dacă se afișează o eroare de ventilator, verificați dacă acesta se rotește liber și îndepărtați eventualele impurități. Nu încercați să ocoliți verificarea turației — există riscul deteriorării imprimantei.

Ambele ventilatoare trebuie verificate și curățate după câteva sute de ore de printare. Îndepărtați praful cu aer comprimat din spray, iar firele fine de plastic cu o pensetă. Nu suflați aer comprimat asupra unui ventilator în funcțiune.

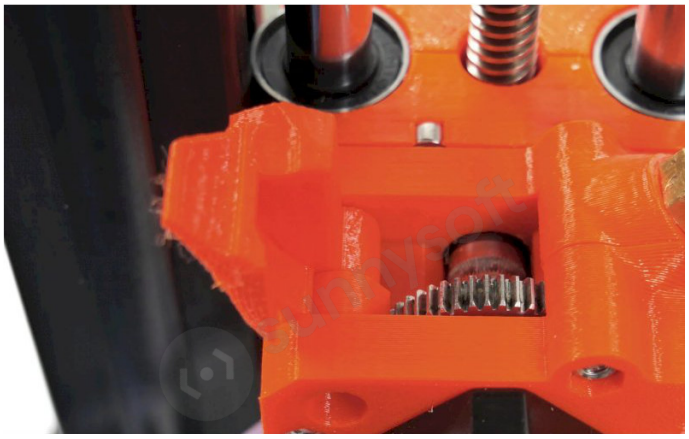
11.9 Roțile de antrenare ale extruderului

Roțile de antrenare ale extruderului nu au nevoie de niciun lubrifiant. Cu timpul, în canelurile lor se pot acumula așchii de filament, care provoacă o extrudare insuficientă. Suflați impuritățile cu aer comprimat sau folosiți o periuță mică din alamă ori o scobitoare. Folosiți orificiul de acces de pe partea superioară a extruderului. Curățați ce se poate, apoi rotiți puțin roata și continuați.

11.10 Tuburile PTFE

MINI+ are în total patru tuburi PTFE, care pot necesita din când în când o întreținere de bază. Tuburile conduc filamentul de la bobină, prin extruder, până la duză. Cu timpul, în ele se pot acumula mici așchii de filament.

Curățarea tuburilor PTFE este foarte simplă — este suficientă o doză de aer comprimat. Dacă tuburile PTFE se uzează și filamentul nu mai poate trece corect prin ele, puteți întâmpina o serie de probleme: dificultăți la încărcarea filamentului, extrudare insuficientă și altele. Producătorul a pregătit instrucțiuni online care ajută la rezolvarea problemelor cu tuburile PTFE și cu duza/hotendul. Tuburile PTFE sunt consumabile, iar calitatea lor se degradează în timp. Articolul despre rezolvarea problemei duzei/hotendului înfundat, precum și instrucțiunile de înlocuire a tubului PTFE al hotendului le găsiți în baza de cunoștințe help.prusa3d.com.



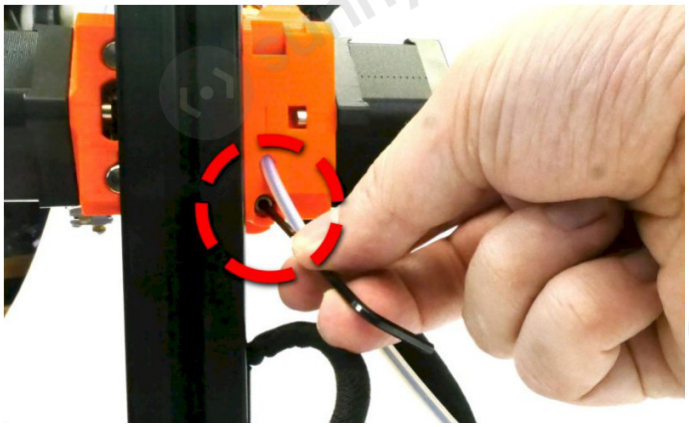
1. Primul tub duce la extruder și poate fi scos cu mâna. Dacă se deconectează greu, poate fi necesar să slăbiți șurubul M3×12 din extruder. Vezi articolul „How to access and clean the extruder-pulley (MINI)" la help.prusa3d.com.
2. Al doilea tub duce de la extruder la capul de printare. Slăbiți piulițele cu o cheie de mărimea 10 — aceeași procedură o folosiți și când filamentul se blochează în acest tub la încărcare sau la descărcare.
3. Scoateți tubul PTFE principal (conform pasului 2) și, în același timp, îndepărtați fitingul din extruder sau din capul de printare, pentru a ajunge la tuburile trei și patru. Acestea trebuie verificate numai dacă filamentul nu poate trece liber prin ele.

11.11 Extruder înfundat / blocat

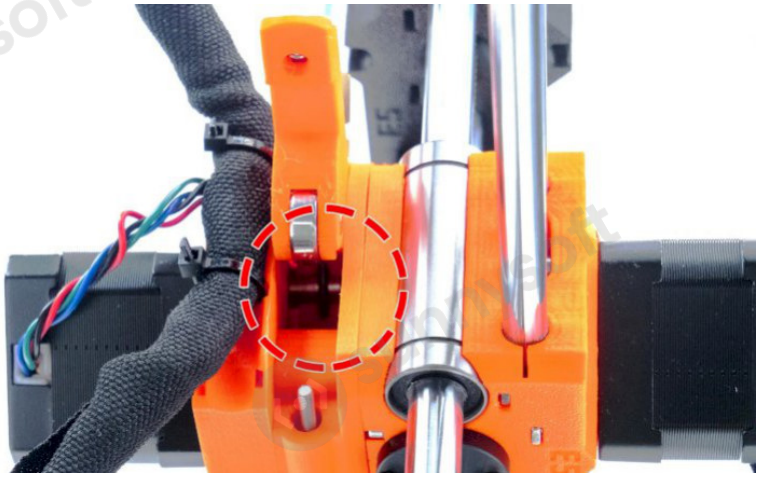
Materialul blocat în extruder poate provoca probleme la printare sau la încărcarea unui filament nou.

Pe partea dreaptă a extruderului (privit din față), direct sub tubul PTFE, se află un șurub. Slăbindu-l sau strângându-l, reglați presiunea idlerului. Dacă scoateți șurubul complet, puteți deschide ușa idlerului de pe partea stângă a extruderului — capul de printare trebuie să se afle în acel moment pe partea opusă a axei X.





După deschiderea idlerului curățați ușor ambele roți de antrenare și îndepărtați resturile de filament prinse în extruder. Recomandăm să verificați roțile din când în când și să îndepărtați impuritățile.



Idler deschis — în interior se vede firul de filament încărcat

11.12 Curățarea duzei

Avertisment

În timpul acestor proceduri nu atingeți duza — este foarte fierbinte și poate provoca arsuri!

Notă

Pentru o curățare mai ușoară, ridicați capul de printare complet în sus: **LCD menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**. Obțineți un acces mai bun la hotend.

11.12.1 Din duză iese doar puțin filament

Dacă filamentul nu trece lin prin extruder și din duză iese doar o cantitate mică, verificați mai întâi dacă ventilatorul hotendului funcționează corect și dacă temperatura este setată corect (PLA 215 °C, ASA 260 °C, PETG 230 °C). Verificați și dacă filamentul este încărcat corect în extruder.

Dacă acest lucru nu ajută, procedați astfel:

1. Încălziți duza la temperatura corespunzătoare filamentului din care doriți să printați. Încărcați filamentul și introduceți de jos în duză un ac de acupunctură (inclus în pachetul imprimantei) sau un fir subțire (0,3–0,35 mm), la o adâncime de 1–2 cm. Recomandăm să purtați mănuși — materialul topit se poate scurge pe neașteptate.
2. În meniul LCD alegeți **Load filament** și verificați dacă filamentul se extrudează corect.
3. Introduceți din nou acul de acupunctură sau firul în duză și repetați procedura de câteva ori. Când filamentul se extrudează corect, duza este curată.

11.12.2 Din duză nu iese filament

Dacă vedeți că filamentul trece prin tubul PTFE principal, dar din duză nu iese, hotendul este cel mai probabil înfundat. Pentru o curățare completă, procedați astfel:

1. Încălziți duza la temperatura corespunzătoare filamentului din care doriți să printați. Încărcați filamentul și introduceți de jos în duză un ac de acupunctură (inclus în pachetul imprimantei) sau un fir subțire (0,3–0,35 mm), la o adâncime de 1–2 cm. Recomandăm să purtați mănuși — materialul topit se poate scurge pe neașteptate.
2. În meniul LCD alegeți **Load filament** și verificați dacă filamentul se extrudează corect.
3. Introduceți din nou acul de acupunctură sau firul în duză și repetați procedura de câteva ori. Când filamentul se extrudează corect, duza este curată.

11.13 Înlocuirea duzei

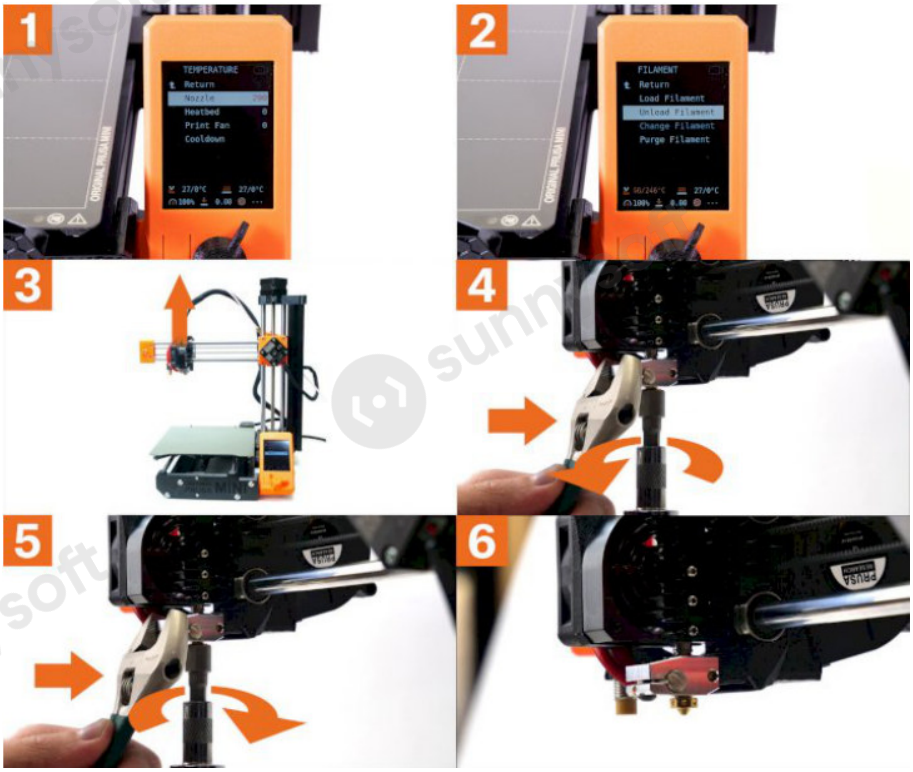
Notă

Dacă înlocuiți o duză Olsson Ruby, citiți mai întâi instrucțiunile producătorului acesteia (3DVerkstan); altfel o puteți deteriora.

Avertisment

ATENȚIE: piesele încălzite pot provoca arsuri grave! Fiți deosebit de atenți în zona firelor termistorului hotendului — se rup ușor.

Veți avea nevoie de o cheie de mărimea 16 (sau o cheie reglabilă) pentru a ține blocul de încălzire și de un clește sau o cheie tubulară de mărimea 7 pentru duză. Pregătiți un suport neinflamabil (de exemplu o farfurioară sau folie de aluminiu), pe care veți așeza duza fierbinte. Înainte de înlocuire, descărcați filamentul.



1. Încălziți duza la 280 °C (**LCD menu** – **Settings** – **Temperature** – **Nozzle**). Încălzirea duzei este indispensabilă pentru această procedură!
2. Ridicați capul de printare cât mai sus (**LCD menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**). Apoi opriți imprimanta.
3. Țineți blocul de încălzire cu cheia de mărimea 16 (sau cu cheia reglabilă).
4. Deșurubați duza cu cleștele sau cu cheia tubulară de mărimea 7 (se slăbește prin rotire spre stânga). Atenție, duza este încă fierbinte! Așezați-o pe suportul neinflamabil.
5. Cât timp hotendul este încă încălzit și blocul de încălzire este ținut cu cheia, înșurubați duza nouă și strângeți-o delicat, dar ferm. Nu folosiți forță excesivă! Între duză și blocul de încălzire trebuie să rămână un spațiu de aproximativ 0,5 mm — duza se așază astfel pe heatbreak și etanșează.
6. Încărcați filamentul și puteți printa.

Avertisment

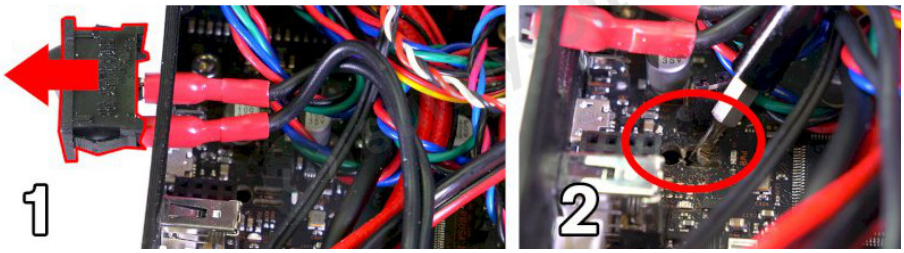
Duza este fierbinte pe toată durata procedurii și poate provoca arsuri! Fiți atenți în zona firelor termistorului hotendului — se rup ușor.

Heatbreak-ul se poate îndoi ușor — nu folosiți forță excesivă! După înlocuirea duzei, porniți calibrarea primului strat!

11.14 Încărcarea firmware-ului nesemnat

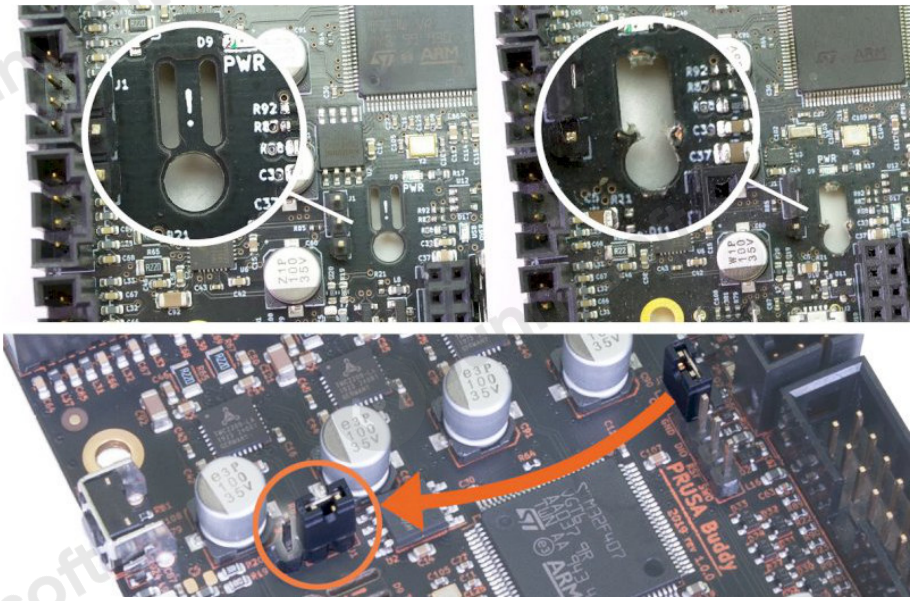
Producătorul ia siguranța foarte în serios. Înaintea fiecărei lansări, firmware-ul trece prin teste intensive, care verifică dacă toate funcțiile de siguranță funcționează corect. Dacă vreo valoare de la senzori iese din normă, încălzirea se oprește, pentru a nu se deteriora imprimanta sau împrejurimile ei. La versiunile de firmware create de comunitate, prezența acestor funcții de siguranță nu poate fi verificată.

Firmware-ul oficial este semnat cu o cheie privată, iar imprimanta verifică această semnătură înaintea actualizării. Dacă doriți să încărcați un firmware nesemnat propriu (sau creat de comunitate), trebuie să rupeți sigiliul (appendix) de pe placa de bază Buddy și să mutați jumperul în poziția corectă. Astfel se pierde în același timp garanția pentru electronică. Scoateți mai întâi întrerupătorul principal, pentru a ajunge la sigiliu (1). Apoi, cu o șurubelniță subțire, rupeți cu grijă partea din mijloc (2) — uitați-vă la fotografiile din acest capitol! Verificați și cei trei pini de deasupra sigiliului — jumperul trebuie să se afle pe cei doi pini mai apropiați de centrul plăcii. Dacă jumperul se află pe altă pereche de pini, mutați-l conform imaginii de mai jos. Dacă jumperul lipsește, adăugați-l înainte de pornire.



Avertisment

Ruperea sigiliului de pe placa Buddy este IREVERSIBILĂ și duce la PIERDEREA GARANȚIEI PENTRU ELECTRONICA IMPRIMANTEI. Dacă rupeți sigiliul, producătorul își declină răspunderea pentru orice deteriorare a imprimantei și/sau a împrejurimilor ei (de exemplu în caz de incendiu).



Sigiliu nerupt (stânga) și rupt (dreapta), poziția corectă a jumperului (fotografia de jos)

12. Senzorul de filament (accesoriu opțional)

Pentru imprimanta Original Prusa MINI+ puteți cumpăra, ca accesoriu opțional, un senzor de filament IR mecanic. Senzorul se montează la capătul tubului PTFE prin care filamentul se introduce în imprimantă și trebuie conectat la placa de bază. Printr-un mecanism simplu, detectează dacă firul de filament este încărcat. Datorită senzorului, imprimanta poate întrerupe printarea când se termină filamentul. După încărcarea unui fir nou, printarea poate continua.



Instrucțiunile de instalare le găsiți la help.prusa3d.com.

12.1 Când se termină filamentul

Dacă aveți senzorul de filament opțional, terminarea filamentului nu mai înseamnă un print ratat. Când filamentul se termină, imprimanta întrerupe automat printarea, scoate cei câțiva centimetri rămași din heatbreak și îndepărtează capul de printare de print. Vi se va cere să înlocuiți bobina și să încărcați un fir nou. Filamentul extrudat în timpul încărcării îl îndepărtați cu un clește. Apoi puteți continua printarea.

Dacă nu aveți senzor de filament, se poate întâmpla ca, după terminarea filamentului, restul firului să rămână în tubul PTFE principal, iar extruderul să nu îl poată scoate. Deșurubați cu cheia piulița de pe tubul PTFE principal și deconectați-l de la extruder. Apoi trageți firul cu mâna — nu uitați să preîncălziți mai întâi duza! Procedura exactă de deconectare a tubului PTFE o găsiți în capitolul 11.10 Tuburile PTFE.

12.2 Citiri eronate ale senzorului și depistarea defecțiunii

Dacă întâmpinați probleme cu senzorul de filament, de exemplu evaluări incorecte (sau aleatorii), asigurați-vă că senzorul este conectat corect. Urmând pașii din instrucțiunile de asamblare de la help.prusa3d.com (Original Prusa MINI+ assembly – Building your MINI+ – 27. Connecting the filament sensor), deschideți capacul electronicii. Verificați dacă senzorul este conectat corect și dacă cablajul nu este deteriorat. Dacă problemele persistă, contactați asistența tehnică a producătorului.

13. Întrebări frecvente și rezolvarea problemelor

Notă
Începând cu versiunea de firmware 4.3, în caz de defecțiune MINI+ afișează un ecran de eroare cu o scurtă explicație a problemei. Ecranul conține și un link către articolul corespunzător de la help.prusa3d.com, precum și un cod QR, pe care îl puteți scana cu telefonul mobil pentru a deschide direct pagina de ajutor.

13.1 Axa X deviată

Dacă Mesh Bed Leveling eșuează, există două cauze posibile: o sondă SuperPINDA defectă sau axa X deviată. Devierea este de regulă rezultatul unei asamblări incorecte. Slăbiți cele trei șuruburi cu care întreaga structură a axei Z este fixată de axa Y (patul încălzit). Fixați din nou structura axei Z conform instrucțiunilor de asamblare. Aveți grijă la alinierea corectă a celor două părți.

Odată ce imprimanta este reasamblată, deplasați axa Z (duza) în apropierea plăcii de printare, fără ca duza să o atingă. Apoi deplasați cu grijă, manual, capul de printare de la stânga la dreapta și urmăriți dacă duza păstrează tot timpul aceeași distanță față de placă.

Micile abateri sunt admise — imprimanta le poate compensa datorită funcției Mesh Bed Leveling.

O sondă SuperPINDA defectă se recunoaște ușor. Când porniți Mesh Bed Leveling din meniul **Calibration**, în partea de sus a sondei luminează un LED

roșu. Dacă acesta se stinge în timpul vreunei mișcări sau nu se aprinde deloc, sonda sau cablul ei pot fi defecte. Detalii găsiți la help.prusa3d.com – Original Prusa MINI+ – Troubleshooting – XZ-axis skew correction.

13.2 Imprimanta nu citește unitatea USB

Dacă imprimanta nu poate citi unitatea USB, încercați mai întâi să o reporniți. Dacă se afișează eroarea „Error mounting USB drive", unitatea USB are probabil un sistem de fișiere incompatibil (de exemplu exFAT) sau este prea mare. Încercați o unitate USB mai mică (de exemplu 4–16 GB), formatată FAT32. Mai multe despre dimensiunile acceptate și despre formatare găsiți la help.prusa3d.com, în secțiunea Original Prusa MINI+ – About your printer – SD cards and USB drives.

După introducerea unității USB pot apărea două situații frecvente:

După introducerea unității USB nu se poate accesa meniul Print

- Reporniți mai întâi imprimanta.
- Folosiți o unitate USB cu o singură partiție și cu sistem de fișiere FAT32.
- Încercați altă unitate USB.
- Dacă ați încercat mai multe unități USB și niciuna nu este recunoscută, placa de bază poate fi defectă. Contactați asistența tehnică a producătorului.

Unitatea USB este recunoscută, dar în listă nu se afișează niciun fișier

- Asigurați-vă că folosiți un G-code compatibil.
- Asigurați-vă că fișierul a fost scris pe unitate complet și corect (în Windows, înainte de a scoate unitatea, folosiți funcția de scoatere în siguranță).
- Încercați altă unitate USB și alt fișier G-code.
- Încercați să redenumiți fișierul cu un nume simplu, de exemplu „print.gcode".

13.3 Curele slăbite ale axei X și/sau ale axei Y

Verificați dacă ambele curele sunt întinse corect. Curelele slăbite provoacă erori de printare sau fac printarea complet imposibilă. Cea mai simplă verificare este printarea unui obiect rotund — dacă vreuna dintre curele nu este întinsă corect, rezultatul este o formă neregulată în loc de un cerc perfect. Cureaua axei Y se află sub patul încălzit, iar cureaua axei X deplasează capul de printare. Instrucțiuni detaliate găsiți la help.prusa3d.com, în secțiunea Original Prusa MINI+ – Using the printer – Printer maintenance – Adjusting belt tension (MINI+).

13.4 Filament blocat în tubul PTFE

Dacă filamentul se blochează oriunde în imprimantă, de regulă poate fi scos ușor. Procedați conform capitolului 11.11 Extruder înfundat / blocat — deconectați tubul PTFE principal, stabiliți unde s-a blocat filamentul și îndepărtați-l în modul corespunzător.

13.5 Căutarea poziției inițiale a axei X (homing) eșuează

Cauza cea mai frecventă sunt cablurile care duc de la capul de printare la extruder și care stau în cale. Când capul de printare se apropie de structura axei Z de pe partea dreaptă a imprimantei, urmăriți dacă mișcarea nu îi este împiedicată de cabluri.

Kit de asamblare
Dacă aveți kitul de asamblare, asigurați-vă că cablurile care duc de la extruder la capul de printare au suficient joc. Dacă sunt prea scurte, capul de printare s-ar putea să nu ajungă până la capătul axei X.

13.6 Erori de încălzire

Dacă imprimanta se oprește cu un ecran roșu și o eroare legată de încălzire, verificați conexiunile elementelor de încălzire și ale termistorilor. Detalii găsiți la help.prusa3d.com.

13.7 Erori ale ventilatoarelor

Dacă imprimanta încetează să funcționeze și afișează o eroare legată de ventilatoare, verificați conexiunile ambelor ventilatoare ale capului de printare (ventilatorul hotendului și ventilatorul de printare). Detalii găsiți la help.prusa3d.com.

13.8 Revenirea la o versiune mai veche de firmware

În unele cazuri poate fi necesar să reveniți la o versiune mai veche de firmware. Copiați fișierul cu firmware-ul mai vechi pe o unitate USB formatată FAT32. Introduceți unitatea în imprimantă, apăsați butonul de resetare și, de îndată ce pe ecran apare logoul Original Prusa MINI+, apăsați o dată butonul rotativ. Se deschide astfel ecranul de încărcare a firmware-ului. Alegeți **Flash**, pentru ca firmware-ul actual să fie suprascris cu versiunea de pe unitatea USB.

13.9 Duza lovește placa și probleme asemănătoare

Dacă aveți probleme cu calibrarea primului strat sau cu Mesh Bed Leveling, verificați din nou cablajul imprimantei. Asigurați-vă că toate cablurile care duc la cutia electronicii sunt conectate corect.

Kit de asamblare
Dacă aveți MINI+ în varianta kit de asamblare, asigurați-vă că sonda SuperPINDA este în poziția corectă. Dacă sonda este prea sus sau prea jos, poate provoca probleme la calibrare și la Selftest.

14. Rezolvarea avansată a problemelor

14.1 Hardware

În caz de defecțiune, MINI+ afișează un ecran de eroare cu o scurtă explicație a problemei, un link către articolul din baza de cunoștințe a producătorului și un cod QR (vezi capitolul 6.3). Instrucțiuni pentru rezolvarea avansată a problemelor de hardware și pentru înlocuirea pieselor sunt disponibile online la help.prusa3d.com.

14.2 Calitatea printării

Dacă printurile nu corespund așteptărilor dumneavoastră sau prezintă defecte grave de calitate (straturi deplasate, ghosting, părți subextrudate), trebuie să găsiți cauza și să o remediați. În baza de cunoștințe a producătorului de la help.prusa3d.com găsiți, în secțiunea Original Prusa MINI+ Troubleshooting, instrucțiuni detaliate pentru rezolvarea problemelor de calitate a printării, inclusiv imagini și indicații pentru tipul concret de imprimantă.

15. Producător și asistență

Asistența tehnică, versiunea actuală a acestui manual, firmware-ul, PrusaSlicer și alte informații le găsiți pe site-ul producătorului.
Producător: Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Republica Cehă
Web: www.prusa3d.com
Asistență: help.prusa3d.com, support@prusa3d.com
E-mail: info@prusa3d.com

Importator
Sunnysoft s.r.o.
Kovanecká 2390/1a
190 00, Praha 9 - Libeň
www.sunnysoft.ro

3D-DRUCKER
Original Prusa MINI+

3D-Druck-Handbuch



Benutzerhandbuch

Lesen Sie diese Anleitung sorgfältig, bevor Sie das Produkt verwenden, und bewahren Sie sie auf. Befolgen Sie alle Sicherheitshinweise; damit schützen Sie sich und Ihr Umfeld. Die Nichtbeachtung der Hinweise kann zu Sachschäden oder Verletzungen führen. Bewahren Sie die Anleitung zum späteren Nachschlagen auf.

Inhalt

1 Sicherheitshinweise 5

1.1 Aufstellung und grundlegende Verwendung 5
1.2 Elektrische Sicherheit 6
1.3 Mechanische Gefahren 6
1.4 Verbrennungsgefahr 7
1.5 Richtige Verwendung der doppelseitigen Druckbleche 7
1.6 Arbeiten mit Filamenten 8
1.7 Haftungsausschluss 8

2 Symbole auf dem Produkt 8

3 Technische Daten 9

4 Einleitung 10

4.1 Kurzanleitung vor dem ersten Druck 11
4.2 Im Handbuch verwendete Zeichen 11

5 Glossar 12

6 Handhabung und Transport des Druckers 14

6.1 Trennen der Stromversorgung 14
6.2 So erreichen Sie den technischen Support 15
6.3 Fehlerbildschirme 15
6.4 Auspacken, Montage und erste Inbetriebnahme 16

7 Ihr erster Druck 17

7.1 Grundlegende Bedienung 17
7.2 Aktualisieren der Firmware 18
7.3 Vorbereitung der Federstahl-Druckbleche 19
7.4 Kalibrier-Assistent (Wizard) 20
7.5 Selftest 20
7.6 Laden und Entladen des Filaments 21
7.7 Kalibrierung der ersten Schicht (First Layer Calibration) 22
7.8 Checkliste 24
7.9 Start des ersten Drucks 25
7.10 Entfernen des Drucks 25
7.11 Prüfungen und Maßnahmen nach dem Druck 26

8 Fortgeschrittene Funktionen **26**
8.1 Menüstruktur . . . 26
8.2 Funktionsweise der automatischen Bettkalibrierung (Mesh Bed Leveling) . . . 27
8.3 Zurücksetzen auf Werkseinstellungen . . . 28
8.4 Netzwerkanschluss . . . 28

9 Eigene Modelle drucken **29**
9.1 Ein druckbares Modell beschaffen . . . 29
9.2 Ein eigenes Modell erstellen . . . 30
9.3 Was ist eine G-Code-Datei? . . . 30
9.4 PrusaSlicer . . . 31
9.5 Importieren von Objekten in PrusaSlicer . . . 32
9.6 Verwendung von Stützen . . . 32
9.7 Druckgeschwindigkeit vs. Druckqualität . . . 34
9.8 Füllung (Infill) . . . 35
9.9 Rand (Brim) . . . 35
9.10 Drucken großer Objekte . . . 36
9.11 Drucken mehrfarbiger Objekte . . . 37
9.12 Slicen und Exportieren . . . 38

10 Materialratgeber **38**
10.1 PLA . . . 39
10.2 PET/PETG . . . 40
10.3 ASA/ABS . . . 41
10.4 PC (Polycarbonat) und PC Blend . . . 42
10.5 PVB . . . 43
10.6 Flexible Materialien . . . 44

11 Regelmäßige Wartung **45**
11.1 Federstahl-Druckbleche . . . 45
11.2 Federstahlblech mit doppelseitigem STRUKTURIERTEM pulverbeschichtetem PEI . . . 48
11.3 Federstahlblech mit doppelseitigem GLATTEM PEI . . . 49
11.4 Federstahlblech mit doppelseitigem SATINIERTEM PEI . . . 49
11.5 Verbesserung der Haftung . . . 50
11.6 Druckblechprofile . . . 50
11.7 Lager . . . 51
11.8 Lüfter . . . 51
11.9 Antriebsräder des Extruders . . . 51

11.10 PTFE-Schläuche 52
11.11 Verstopfter / verklemmter Extruder 53
11.12 Reinigung der Düse 54
11.13 Austausch der Düse 55
11.14 Flashen von unsignierter Firmware 57

12 Filamentsensor (optionales Zubehör) 58
12.1 Wenn das Filament ausgeht 58
12.2 Falsche Sensormesswerte und Fehlersuche 59

13 Häufig gestellte Fragen und Fehlerbehebung 59
13.1 Verzogene X-Achse 59
13.2 Der Drucker liest den USB-Stick nicht 60
13.3 Lose Riemen der X- und/oder Y-Achse 61
13.4 Filament im PTFE-Schlauch verklemmt 61
13.5 Die Referenzfahrt der X-Achse (Homing) schlägt fehl 61
13.6 Heizfehler 61
13.7 Lüfterfehler 61
13.8 Rückkehr zu einer älteren Firmware-Version 62
13.9 Die Düse stößt gegen das Blech und ähnliche Probleme 62

14 Erweiterte Fehlerbehebung 62
14.1 Hardware 62
14.2 Druckqualität 62

15 Hersteller und Support 63

1. Sicherheitshinweise

Seien Sie bei jeder Interaktion mit dem 3D-Drucker sehr vorsichtig. Es handelt sich um ein elektrisches Gerät mit beweglichen und beheizten Teilen.

1.1 Aufstellung und grundlegende Verwendung

Warnung

Stellen Sie sicher, dass der Drucker an einem geeigneten Ort aufgestellt und betrieben wird, um mögliche Risiken zu vermeiden.

- Das Gerät ist ausschließlich für den Betrieb in Innenräumen bestimmt. Setzen Sie das Gerät weder Wasser noch Schnee aus. Der Kontakt mit Wasser und anderen Flüssigkeiten kann zu Schäden an der Elektronik, Kurzschlüssen und anderen Arten von Schäden führen. Betreiben Sie den Drucker immer in einer trockenen Umgebung.
- Stellen Sie den Drucker an einem sicheren, trockenen Ort auf. Die Unterlage muss waagerecht und stabil sein – ideal ist eine Werkbank. Um den Drucker herum sollte ein Freiraum von mindestens 30 cm vorhanden sein. Hindernisse in der näheren Umgebung des Druckers können seinen Betrieb beeinträchtigen oder zu einem erhöhten Verschleiß der Kabelummantelung oder der Kabel selbst führen. Abgenutzte Kabel können ein Sicherheitsrisiko darstellen (Stromschlag, Brand).
- Stellen Sie sicher, dass keine der Lüftungsöffnungen und keiner der Lüfter blockiert ist. Der Drucker verfügt über eine eingebaute Überwachung der Lüfterdrehzahl; in bestimmten Fällen (fehlerhafte Montage, beschädigte Bauteile, inoffizielle Firmware) funktioniert die Überwachung jedoch möglicherweise nicht richtig. Unzureichende Kühlung kann zu Überhitzung und schweren Schäden am Drucker führen (Gefahr von Schäden an der Elektronik, Brandgefahr).
- Stellen Sie sicher, dass der Drucker so aufgestellt ist, dass er nicht umkippen oder herunterfallen kann. Verwenden Sie den Drucker nicht, wenn er mechanisch beschädigt wurde – beschädigte Teile des Druckers können ein Sicherheitsrisiko darstellen.
- Der Netzadapter und die Kabel müssen so verlegt sein, dass man nicht über sie stolpern, auf sie treten oder sie anderweitig beschädigen kann. Stellen Sie sicher, dass das Kabel nicht beschädigt ist. Ist es beschädigt, verwenden Sie das Gerät sofort nicht mehr und tauschen Sie das Kabel aus. Beschädigte Kabel stellen ein Sicherheitsrisiko dar – es besteht die Gefahr eines Stromschlags.
- Lassen Sie den eingeschalteten Drucker nicht unbeaufsichtigt! Der Drucker verfügt zwar über eine Temperaturüberwachung und eine Reihe

intelligenter Sicherheitsfunktionen, bei einer Verwendung entgegen den Anweisungen in diesem Handbuch oder beim Ausfall von Komponenten kann jedoch Brandgefahr entstehen.

1.2 Elektrische Sicherheit

Warnung

Beachten Sie die folgenden Hinweise, um das Risiko eines Stromschlags zu vermeiden.

- Der Drucker darf nur an einer Standardsteckdose mit 230 V AC / 50 Hz oder 110 V AC / 60 Hz betrieben werden. Verwenden Sie niemals alternative Stromquellen; diese können zu Fehlfunktionen oder sogar zu Beschädigungen des Druckers führen.
- Verwenden Sie den Drucker niemals, wenn seine Stromkabel in irgendeiner Weise beschädigt sind – das gilt für das Netzkabel, das Kabel vom Netzteil zum Drucker und die Verkabelung des Druckers selbst. Beschädigte Kabel können einen Stromschlag verursachen.
- Ziehen Sie das Netzkabel nicht am Kabel, sondern am Stecker aus der Steckdose; so verringern Sie das Risiko einer Beschädigung des Steckers oder der Steckdose. Der Stecker, der an den Drucker angeschlossen wird, verfügt über eine Sicherheitsverriegelung: Entriegeln Sie diese zuerst und ziehen Sie dann das Kabel vom Drucker ab.
- Zerlegen Sie niemals das Netzteil des Druckers; es enthält keine Teile, die von einer unqualifizierten Person repariert werden könnten. Übergeben Sie den Drucker immer einem qualifizierten Servicetechniker. Unsachgemäße Eingriffe in das Netzteil können zu Schäden am Drucker und zur Gefahr eines Stromschlags führen.
- Das Gerät wird durch Ziehen des Netzsteckers vom Netz getrennt. Die Steckdose muss leicht zugänglich sein.

1.3 Mechanische Gefahren

Warnung

Bewegliche mechanische Teile des Druckers können Verletzungen verursachen.

- Greifen Sie niemals in das Innere des Druckers, solange er an das Stromnetz angeschlossen oder in Betrieb ist – es besteht Verletzungsgefahr durch bewegliche Teile oder elektrischen Strom.
- Verhindern Sie, dass Kinder ohne Aufsicht eines Erwachsenen mit dem Drucker umgehen – auch dann, wenn der Drucker nicht druckt.

1.4 Verbrennungsgefahr

Warnung

Berühren Sie keine beheizten Teile des Druckers – Heizbett, Druckblech und Teile des Druckkopfs. Es besteht Verbrennungsgefahr.

Vorsicht! Während des Druckens können Teile des Druckkopfs und das Heizbett sehr hohe Temperaturen erreichen! Berühren Sie sie nicht, bis der Druckvorgang beendet und der Drucker abgekühlt ist – die aktuellen Temperaturen werden auf dem LCD-Bildschirm angezeigt. Das Berühren erhitzter Teile kann zu schweren Verbrennungen führen.

1.5 Richtige Verwendung der doppelseitigen Druckbleche

Warnung

Jede Art von Druckblech erfordert eine etwas andere Pflege. Unsachgemäße Handhabung und Verwendung kann zu Schäden am Druckblech führen. Druckbleche sind Verbrauchsmaterial und unterliegen dem Verschleiß. Lesen Sie die folgenden Zeilen, bevor Sie sie verwenden.

Warnung

Reinigen Sie die Oberfläche des strukturierten und des satinierten Druckblechs niemals mit Aceton!

- Lesen Sie die Wartungshinweise in Kapitel 11 Regelmäßige Wartung.
- Stellen Sie die Düsenhöhe (Live Adjust Z) neu ein, wenn Sie die Druckbleche wechseln – die Bleche weisen geringe Unterschiede in der Dicke auf. Neuere Firmware-Versionen unterstützen Druckblechprofile, in denen die Kalibrierwerte für einen schnelleren Wechsel gespeichert werden können. Mehr dazu in Kapitel 11 Regelmäßige Wartung.
- Verwenden Sie zum Entfetten des Blechs hochwertigen Isopropylalkohol (90 % und mehr). Verwenden Sie keine Produkte, die IPA nur als einen von mehreren Bestandteilen enthalten (z. B. Handdesinfektionsmittel) – solche Produkte enthalten in der Regel weitere Zusätze, die die Eigenschaften des Druckblechs negativ beeinflussen können.
- Waschen Sie das Blech nicht unter fließendem Wasser ab – das Blech könnte zu rosten beginnen.
- Ziehen Sie die PEI-Folie nicht von der Oberfläche des Blechs ab.
- Wischen Sie das Blech vor dem ersten Druck mit einem mit Isopropylalkohol getränkten Tuch ab.

1.6 Arbeiten mit Filamenten

Hinweis
Bei richtiger Handhabung ist die Arbeit mit Filamenten einfach und sicher. Lesen Sie die folgenden Empfehlungen.

- Verwenden Sie für das gewählte Material immer die empfohlenen Temperaturen.
- Vorsicht vor geschmolzenem Kunststoff – er kann Verbrennungen verursachen! Entfernen Sie geschmolzenen Kunststoff, der an der Düse hängt, nicht mit der Hand – verwenden Sie eine Zange oder ein anderes Werkzeug.
- Einige Materialien können beim Drucken einen stechenden Geruch entwickeln – lüften Sie den Raum regelmäßig.
- Gehen Sie mit dem Filament so um, wie es in den folgenden Kapiteln dieses Handbuchs beschrieben ist.

1.7 Haftungsausschluss

Ein Handeln entgegen den Informationen in diesem Handbuch kann zu Verletzungen, schlechten Druckergebnissen oder Schäden am 3D-Drucker führen. Stellen Sie sicher, dass jeder, der mit dem Drucker arbeitet, mit dem Inhalt des Handbuchs vertraut ist und ihn richtig verstanden hat.

Da der Hersteller die Bedingungen, unter denen Sie den Original Prusa MINI+ zusammenbauen und verwenden, nicht kontrollieren kann, übernimmt er keine Verantwortung und lehnt ausdrücklich die Haftung für Verluste, Verletzungen, Schäden oder Kosten ab, die sich aus der Montage, Handhabung, Lagerung, Verwendung oder Entsorgung des Produkts ergeben oder in irgendeiner Weise damit zusammenhängen. Die Informationen in diesem Handbuch werden ohne jegliche ausdrückliche oder stillschweigende Garantie zur Verfügung gestellt.

2. Symbole auf dem Produkt



Informationen über Funktionen, korrekte Verwendung und Wartung dieses Geräts finden Sie in diesem Handbuch und online unter help.prusa3d.com.



Vor jeder Art von Servicearbeiten muss der 3D-Drucker zuerst von der Stromversorgung (Netzadapter) getrennt werden, andernfalls besteht die Gefahr eines Stromschlags. Lesen Sie vor Wartungsarbeiten am Gerät das Handbuch und die Wissensdatenbank unter help.prusa3d.com.



Bei der Handhabung oder Berührung von Teilen, die mit diesem Symbol gekennzeichnet sind, ist besondere Vorsicht geboten; vermeiden Sie weitere Risiken, die durch andere Symbole gekennzeichnet sind, z. B. die Gefahr durch heiße Oberflächen. Das Berühren erhitzter Teile (Heizbett, Teile des Druckkopfs) kann zu schweren Verbrennungen führen.



Die Temperatur der mit diesem Symbol gekennzeichneten Teile kann die Umgebungstemperatur deutlich überschreiten. Das Berühren solcher Teile mit einem ungeschützten Körperteil kann zu Verbrennungen führen.



Ungeschützte bewegliche mechanische Teile können Verletzungen verursachen; seien Sie besonders vorsichtig.



Berühren Sie den Druckkopf während des Druckens nicht; es besteht die Gefahr von Verbrennungen oder Verletzungen durch bewegliche Teile.



In der unmittelbaren Umgebung der mit diesem Symbol gekennzeichneten Teile werden große elektrische Ströme ein- und ausgeschaltet. Personen mit einem implantierten Herzschrittmacher oder anderen Hilfsmitteln zur Steuerung und Überwachung der Herzfunktion müssen besondere Vorsicht walten lassen und die Verwendung des 3D-Druckers mit ihrem behandelnden Arzt besprechen.



Dieses Gerät besteht aus Komponenten, die gemäß der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte entsorgt werden müssen.

3. Technische Daten

Bezeichnung	Original Prusa MINI+
Hersteller	Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Prag 7, Tschechische Republik
Kontakt-E-Mail	info@prusa3d.com
EEE-Gruppe	3 (IT- und/oder Telekommunikationsgeräte)
Verwendung des Geräts	nur in Innenräumen
Stromversorgung	AC/DC-Schaltnetzteil, Eingang 100–240 V AC, 50/60 Hz, 2,0 A; Ausgang max. 24 V, 6,67 A, 160 W
Sicherung	min. B16A (für die EU)
Schutzart	IP20

Arbeitstemperaturbereich	18–38 °C, nur für den Innenbereich
Arbeitsluftfeuchtigkeit	85 % oder weniger
Kompatible Filamente	nur mit 1,75 mm Durchmesser
Paketgewicht (brutto / netto)	7,6 kg / 4,85 kg

Die Seriennummer befindet sich auf dem Druckerrahmen und auf der Verpackung. Dieses Gerät kann nur in Innenräumen sicher verwendet werden, wo es (insbesondere sein Netzteil und seine LAN-Buchse) vor äußeren Umwelteinflüssen geschützt ist.

Lizenzbestimmungen

Der Drucker Original Prusa MINI+ ist Teil des RepRap-Projekts, des ersten Open-Source-Projekts für 3D-Drucker, das unter der Lizenz GNU GPL v3 frei verfügbar ist. Wenn Sie Teile von uns verändern und weiterverkaufen möchten, müssen Sie den Quellcode unter derselben Lizenz veröffentlichen. Alle druckbaren Teile des Druckers sind unter www.prusa3d.com verfügbar.

4. Einleitung

Vielen Dank für den Kauf des 3D-Druckers Original Prusa MINI+ von Josef Průša. Ihr Kauf ermöglicht es dem Hersteller, in die Weiterentwicklung des MINI+ und weiterer Produkte im Bereich des 3D-Drucks zu investieren. Der Original Prusa MINI+ ist ein kompakter, intelligenter und preisgünstiger Drucker. Er eignet sich hervorragend für Einsteiger, Bastler, Unternehmen und für den Aufbau einer 3D-Druckfarm. Lesen Sie dieses Handbuch sorgfältig durch – jedes Kapitel enthält wertvolle Informationen, die Ihnen helfen, die Bedienung und die regelmäßige Wartung des Druckers richtig zu meistern.

Die neueste Version dieses Handbuchs finden Sie im PDF-Format unter www.prusa3d.com. Sollten bei der Verwendung des Druckers Probleme auftreten, wenden Sie sich an den Hersteller unter info@prusa3d.com. Er beantwortet gern Ihre Fragen und nimmt Verbesserungsvorschläge entgegen. Sie können auch die Wissensdatenbank unter help.prusa3d.com oder die Diskussionsforen unter forum.prusa3d.com besuchen.



Original Prusa MINI+

4.1 Kurzanleitung vor dem ersten Druck

Lesen Sie Kapitel 7 Ihr erster Druck sorgfältig durch.

1. Stellen Sie den zusammengebauten Drucker auf eine ebene und stabile Unterlage.
2. Schalten Sie den Drucker ein, stecken Sie den mitgelieferten USB-Stick ein und aktualisieren Sie die Firmware.
3. Kalibrieren Sie den Drucker nach den Anweisungen auf dem Bildschirm.
4. Drucken Sie ein Beispielobjekt.

4.2 Im Handbuch verwendete Zeichen

Hinweis
Tipps, Ratschläge oder wichtige Informationen, die Ihnen die Arbeit mit dem Drucker erleichtern.

Warnung
Dieser Teil des Textes ist sehr wichtig, lesen Sie ihn aufmerksam! Davon hängen sowohl der ordnungsgemäße Betrieb des Druckers als auch die Sicherheit seiner Nutzung ab.

Bausatz
Diese Information bezieht sich auf den Bausatz des Original Prusa MINI+.

Die Namen von Menüpunkten und Tasten, wie sie auf dem LCD-Bildschirm des Druckers angezeigt werden, sind im Text in dieser Schrift gesetzt: **Einstellungen**.

5. Glossar



1. **Federstahl-Druckblech** – gibt es in drei Varianten: mit glatter, satinierter und mit strukturierter pulverbeschichteter Oberfläche. Die Bleche dienen als Unterlage, auf der das Druckobjekt entsteht. Beachten Sie das Kapitel zur Wartung des Druckers, um optimale Bedingungen für den 3D-Druck zu gewährleisten.
2. **Heizbett (Heatbed)** – befindet sich direkt unter dem Federstahl-Druckblech. Das Heizbett sorgt für eine ausreichende Haftung des Drucks auf der Druckfläche. Vorsicht: Berühren Sie das aufgeheizte Heizbett nicht!
3. **Y-Achse** – Sammelbezeichnung für die gesamte Heizbettbaugruppe (glatte Stangen, Riemen, Heizbett usw.).

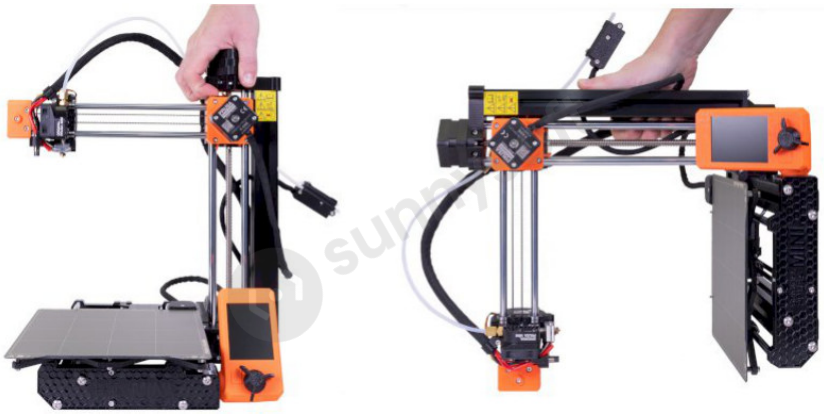
4. **Drehknopf und Reset-Taste** – der Drehknopf ist das Hauptbedienelement des Druckers. Durch Drehen nach rechts/links wählen Sie Menüpunkte aus oder stellen Werte ein, durch Drücken bestätigen Sie die Auswahl. Links neben dem Drehknopf befindet sich die Reset-Taste – ihr Drücken entspricht einem schnellen Aus- und Einschalten des Druckers. Das ist nützlich, wenn Sie z. B. einen Druck sofort abbrechen müssen.
5. **LCD-Bildschirm** – Bedienanzeige des 3D-Druckers. Mit dem Drehknopf bewegen Sie sich durch die Menüs, die Auswahl bestätigen Sie durch Drücken des Knopfes.
6. **Netzschalter** – wenn der Drucker nicht in Betrieb ist, schalten Sie ihn mit diesem Schalter aus.
7. **USB-Anschluss und microUSB-Anschluss** – der USB-Anschluss dient zum Anschließen von USB-Sticks (USB 2.0/3.0) mit dem Dateisystem FAT32. Vom USB-Stick werden der G-Code mit den Druckanweisungen oder die Dateien für die Firmware-Aktualisierung geladen. Der microUSB-Anschluss kann zur Steuerung des Druckers durch Software von Drittanbietern, z. B. OctoPrint, verwendet werden.
8. **PTFE-Hauptschlauch** – führt den Filamentstrang vom Extruder in den Druckkopf und zur Düse. Prüfen Sie von Zeit zu Zeit, ob sich darin keine Ablagerungen ansammeln, die den freien Durchgang des Filaments behindern würden.
9. **Fittings** – an beiden Enden des PTFE-Hauptschlauchs. Bleibt Filament im Schlauch stecken, entfernen Sie mit dem Schraubenschlüssel (im Lieferumfang des Druckers enthalten) die Fittings und anschließend den Schlauch selbst, um an das Filament zu gelangen. Beachten Sie, dass PTFE-Schläuche Verbrauchsmaterial sind – ihre Qualität kann mit der Zeit nachlassen. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel über PTFE-Schläuche.
10. **Drucklüfter** – kühlt das Druckobjekt und verbessert die Druckqualität. Seine Drehzahl (RPM) wird ständig überwacht.
11. **Druckkopf** – der leichte Druckkopf besteht aus dem Hotend (Druckdüse), der SuperPINDA-Sonde und zwei Lüftern. Zur Verbesserung der Druckqualität wurden die schwereren Teile des Extruders auf den Turm der Z-Achse verlegt.
12. **Düse** – Düse mit 0,4 mm Durchmesser. Sie kann gegen einen anderen Durchmesser (z. B. 0,25 mm oder 0,6 mm) ausgetauscht werden, um feinere Details oder eine höhere Druckgeschwindigkeit zu erreichen. Sie ist mit E3D-Düsen kompatibel.
13. **Z-Achse** – Sammelbezeichnung für die gesamte Baugruppe der vertikalen Achse (glatte Stangen, Z-Achsen-Motor usw.).
14. **Extruder / Extrudermotor** – im Gegensatz zu den 3D-Druckern MK2 oder MK3S ist der Extrudermotor beim MINI+ fest an der Seite des Rahmens

montiert und bewegt sich nicht entlang der X-Achse. Die Antriebsräder schieben das Filament durch den PTFE-Hauptschlauch in den Druckkopf.

15. **X-Achse** – ermöglicht über einen Riemen die Bewegung des Druckkopfs von links nach rechts.
16. **Spulenhalter** – sollte neben dem Drucker so platziert werden, dass das Filament von unten in den PTFE-Schlauch eintritt. Das Filament darf sich nicht in einem spitzen Winkel biegen.

6. Handhabung und Transport des Druckers

Tragen Sie den Original Prusa MINI+ auf die empfohlene Weise. Sie können ihn entweder oben am Motor der Z-Achse oder an der Z-Achsen-Baugruppe greifen – siehe die Fotos unten. Heben Sie den Drucker niemals an den Kabeln oder PTFE-Schläuchen an, er könnte beschädigt werden!



6.1 Trennen der Stromversorgung

Warnung
Der Stecker des Netzkabels, der in den Drucker gesteckt wird, hat eine Verriegelung – ziehen Sie ihn nicht mit Gewalt heraus! Ziehen Sie nicht am Kabel! Falsche Handhabung kann zu Schäden am Stecker oder am Kabel führen.

Entriegeln Sie zuerst die Verriegelung, indem Sie die Abdeckung des Steckers vom Drucker wegziehen. Sobald die Verriegelung gelöst ist, können Sie den Stecker aus dem Drucker herausziehen.



6.2 So erreichen Sie den technischen Support

Wenn Sie auf Probleme mit Ihrem 3D-Drucker MINI+ stoßen, lesen Sie zuerst die letzten Kapitel dieses Handbuchs mit allgemeinen Anleitungen zur Fehlerbehebung oder besuchen Sie die Wissensdatenbank des Herstellers unter help.prusa3d.com. Sollten die vorgeschlagenen Lösungen nicht helfen, wenden Sie sich per E-Mail an den technischen Support des Herstellers unter support@prusa3d.com oder über den Chat auf prusa3d.com – das Chatfenster befindet sich in der rechten unteren Ecke.

6.3 Fehlerbildschirme

Stößt der Drucker auf einen schwerwiegenden Fehler, wird ein Fehlerbildschirm angezeigt. Die Informationen auf dem Bildschirm helfen, den Fehler zu erkennen, zu diagnostizieren und zu beheben. Achten Sie auf die folgenden Angaben auf dem Bildschirm.



1. **Name des Fehlers**
2. **Kurzbeschreibung** – des Fehlers und der empfohlenen nächsten Schritte.
3. **QR-Code** – wenn Sie ihn mit dem Telefon scannen, werden Sie zu einem Artikel in der Wissensdatenbank mit einer vollständigen Anleitung zur Behebung des Fehlers weitergeleitet. Der Link im QR-Code enthält auch den Gerätehash (siehe unten).
4. **Adresse in der Wissensdatenbank** – wenn Sie kein Telefon zur Hand haben, können Sie diese Adresse in den Webbrowser eingeben und die entsprechende Anleitung öffnen.
5. **Firmware-Version** – kann bei der Diagnose des Fehlers helfen.
6. **Gerätehash** – der im QR-Code eingebettete Link kann einen optionalen „Gerätehash“ enthalten (er kann in den Einstellungen ein- oder ausgeschaltet werden). Anhand dieser Information kann der Hersteller prüfen, ob auf dem Drucker die aktuelle Firmware installiert ist – falls nicht, wird am Anfang des Artikels ein Hinweis angezeigt. Die Informationen aus dem Link werden in der Datenbank des Herstellers gespeichert, der so einen besseren Überblick darüber erhält, welche Fehler am häufigsten auftreten und wie viele Fehler bei welchem Drucker aufgetreten sind.

6.4 Auspacken, Montage und erste Inbetriebnahme

Der 3D-Drucker Original Prusa MINI+ ist sowohl als teilmontierter Drucker (Zusammenfügen von drei Hauptteilen) als auch als Bausatz erhältlich, aus dem Sie den MINI+ von Grund auf, Schraube für Schraube, aufbauen. Den eigenen Drucker selbst zu bauen ist eine hervorragende Möglichkeit, möglichst viel über seine Funktionsweise zu erfahren – und dank der ausführlichen Anleitungen des Herstellers gelingt das jedem. Die Montageanleitung für den teilmontierten Drucker und für den Bausatz finden Sie in der Wissensdatenbank des Herstellers unter help.prusa3d.com. Sobald

der Drucker zusammengebaut ist, kehren Sie hierher zurück und fahren Sie mit der Vorbereitung des ersten Drucks fort.

Hinweis

Die Online-Version der Montageanleitung öffnen Sie unter help.prusa3d.com.

Warnung

Prüfen Sie vor der ersten Verwendung des Geräts unter www.prusa3d.com, ob eine neuere Firmware-Version verfügbar ist.

7. Ihr erster Druck

Die Vorbereitung des Druckers für den ersten Druck dauert etwa 15–30 Minuten (ohne Montage). Beachten Sie die folgenden Schritte, damit der Drucker wie vorgesehen funktioniert.

In diesem Kapitel erfahren Sie, wie Sie:

1. den Drucker bedienen,
2. die Firmware aktualisieren,
3. die Druckfläche für den ersten Druck vorbereiten,
4. die Erstkalibrierung durchführen,
5. Filament laden,
6. den ersten Druck starten.

7.1 Grundlegende Bedienung

Die gesamte Konfiguration und Bedienung des Druckers erfolgt über ein einziges Bedienelement – den Drehknopf (1). Durch Drücken bestätigen Sie die Auswahl.



Die Reset-Taste (2) befindet sich links neben dem Drehknopf. Ihr Drücken entspricht einem schnellen Aus- und Einschalten des Druckers. Das ist nützlich, wenn sich der Drucker unerwartet verhält oder wenn ein fehlgeschlagener Druck sofort gestoppt werden muss.

7.2 Aktualisieren der Firmware

Der Drucker wird mit der zum Zeitpunkt der Herstellung neuesten Firmware-Version ausgeliefert. Wir empfehlen dennoch, unter www.prusa3d.com zu prüfen, ob eine neuere Version verfügbar ist – so stellen Sie die bestmöglichen Druckergebnisse sicher.

Die von der Website des Herstellers heruntergeladene Firmware flashen Sie wie folgt:

1. Laden Sie die richtige Firmware-Datei von www.prusa3d.com herunter (ZIP-Archiv) und entpacken Sie sie.
2. Kopieren Sie die .BBF-Datei auf einen FAT32-formatierten USB-Stick – Sie können den mit dem MINI+ mitgelieferten Stick verwenden.
3. Stecken Sie den USB-Stick in den USB-Anschluss des Druckers.
4. Starten Sie den Drucker mit der Reset-Taste neben dem Drehknopf neu.
5. Der Aktualisierungsvorgang sollte automatisch starten.
6. Warten Sie, bis der Vorgang abgeschlossen ist.



Hinweis

Um das Flashen der Firmware zu erzwingen (z. B. wenn Sie zu einer älteren Version zurückkehren müssen), stecken Sie einen USB-Stick mit der gewünschten .BBF-Datei ein, starten Sie den Drucker neu und halten Sie während des Starts den Drehknopf gedrückt.

7.3 Vorbereitung der Federstahl-Druckbleche

Folgen Sie den Anweisungen für den gewählten Druckblechtyp (siehe unten) und bereiten Sie das Blech für den ersten Druck vor.

Im Heizbett sind hochtemperaturfeste Magnete eingebettet, die die abnehmbaren Federstahl-Druckbleche an ihrem Platz halten. An der Rückseite des Heizbetts befinden sich zwei Stifte, die genau in die Aussparungen der Druckbleche passen. Die Stifte sind nicht dafür gedacht, in die beiden Löcher auf der gegenüberliegenden Seite des Blechs zu passen! Vergewissern Sie sich, dass das Heizbett sauber und frei von Schmutz ist, bevor Sie das Blech auflegen. **Drucken Sie niemals direkt auf das Heizbett.**

Packen Sie vor dem Start das mit Isopropylalkohol getränkte Reinigungstuch aus und wischen Sie damit das Druckblech ab.



Heizbett und Druckblech mit strukturierter pulverbeschichteter Oberfläche

Für eine gute Haftung des Druckobjekts ist es entscheidend, dass die Druckfläche sauber ist. Weitere Informationen zur Vorbereitung der Druckfläche und zu empfohlenen Reinigungsmitteln finden Sie in Kapitel 11 Regelmäßige Wartung.

7.4 Kalibrier-Assistent (Wizard)

Beim ersten Einschalten des Druckers startet der Assistent (Wizard). Er führt Sie durch alle Tests und Kalibrierungen, die vor dem ersten Druck erforderlich sind.

Sie können den Assistenten auch manuell starten: **LCD-Menü** – **Kalibrierung** – **Assistent**. Lesen Sie vor dem Start des Assistenten unbedingt Kapitel 11.1 Federstahl-Druckbleche.

Der Kalibrier-Assistent umfasst den Selftest, das Mesh Bed Leveling und die Kalibrierung der ersten Schicht.

7.5 Selftest

Der Selftest ist ein Diagnosewerkzeug, das aus einer Reihe von Tests besteht. Er deckt die häufigsten Probleme auf, z. B. eine falsche Verkabelung. Der Fortschritt und die Ergebnisse jedes Schritts werden auf dem LCD-Bildschirm angezeigt. Stellt der Selftest einen Fehler fest, wird er abgebrochen und die Ursache angezeigt, damit der Benutzer sie beheben kann. WICHTIG: Während des Selftests muss das Druckblech auf dem Heizbett liegen, sonst schlägt der Selftest fehl.

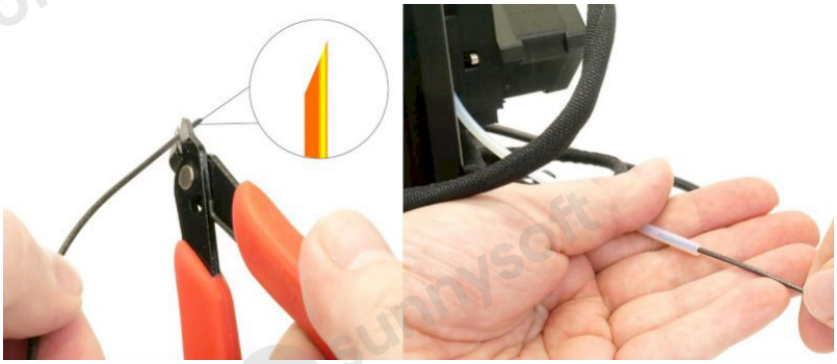
Der Selftest umfasst:

- den Test des Extruders und des Drucklüfters,
- den Test der Achsen X, Y und Z,
- die Prüfung der korrekten Verkabelung von Heizbett und Hotend.

Hinweis
Schlägt der Selftest fehl, vergewissern Sie sich, dass das Druckblech richtig auf dem Heizbett liegt.

7.6 Laden und Entladen des Filaments

Sobald der Selftest abgeschlossen ist, können Sie einen Filamentstrang laden. Für die Erstkalibrierung und den ersten Druck empfehlen wir dringend PLA – es ist einfach zu verarbeiten und erfordert keine zusätzlichen Schritte (wie das Auftragen von Klebstoff auf das Druckblech). Wenn Sie keine PLA-Spule haben, lesen Sie die Kapitel 10 Materialratgeber und 11 Regelmäßige Wartung sorgfältig durch; dort erfahren Sie, wie das Druckblech für bestimmte Materialien vorbereitet wird. Vergewissern Sie sich jedes Mal, wenn Sie ein neues Filament laden, dass sein Ende scharf abgeschnitten ist und der Strang keine Verdickungen oder anderen Unebenheiten aufweist, die den Durchgang durch den PTFE-Schlauch behindern würden. Die Spule sollte sich etwa auf der Höhe des Druckers befinden, damit sich der Strang nicht stark biegen muss.



Filament laden

1. Schneiden Sie das Ende des Filaments zu einer scharfen Spitze ab. Führen Sie das Filament in den PTFE-Schlauch ein, der zum Extruder führt (rechte Seite des Druckers), oder in den kurzen PTFE-Schlauch des Filamentsensors (optionales Zubehör).
2. Wählen Sie **LCD-Menü** – **Filament** – **Filament laden** und bestätigen Sie durch Drücken des Knopfes.
3. Das Menü zum Vorheizen wird automatisch angezeigt. Wählen Sie den Typ des zu ladenden Filaments aus und bestätigen Sie die Auswahl durch Drücken des Drehknopfes.
4. Warten Sie, bis die Düse die Zieltemperatur erreicht hat.
5. Starten Sie den Ladevorgang durch Drücken des Drehknopfes und schieben Sie gleichzeitig das Filament in den Extruder, bis es von den Antriebsrädern erfasst wird.
6. Die Antriebsräder des Extruders laden das Filament dann automatisch in den Druckkopf. Der Drucker fragt, ob die Farbe des extrudierten Kunststoffs in Ordnung ist. Sie haben drei Möglichkeiten: **Ja**/**Nein**/**Wiederholen**. Ist der extrudierte Kunststoff mit der Farbe des vorherigen Filaments verunreinigt,

wählen Sie **Nein**, und der Drucker extrudiert weiteres Material. Die Option **Wiederholen** wiederholt den Ladevorgang – das ist z. B. nützlich, wenn der Strang in der Mitte des PTFE-Hauptschlauchs zum Stillstand gekommen ist.

Hinweis

Der Drucker merkt sich das geladene Filament auch im ausgeschalteten Zustand. Der Typ des aktuell geladenen Filaments wird in der rechten unteren Ecke des LCD-Menüs angezeigt.

Lassen Sie das Filament für den nächsten Schritt geladen. Wenn Sie das Filament aus irgendeinem Grund vor der Kalibrierung der ersten Schicht (oder zu einem anderen Zeitpunkt) wechseln müssen, gehen Sie wie folgt vor:

Filament entladen

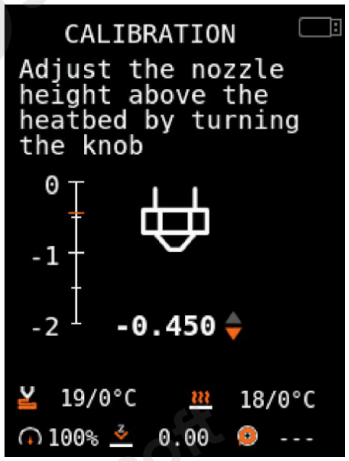
1. Wählen Sie **LCD-Menü** – **Filament** – **Filament entladen**.
2. Der Drucker heizt automatisch auf die richtige Temperatur vor; sobald sie erreicht ist, ertönt ein Signalton.
3. Drücken Sie den Drehknopf, um das Entladen des Filaments zu starten.
4. Sobald der Extruder das Filament nicht weiter herausschiebt, ziehen Sie es von Hand aus dem PTFE-Schlauch.

7.7 Kalibrierung der ersten Schicht (First Layer Calibration)

Dieser Vorgang kalibriert den Abstand zwischen der Düsenspitze und der Sonde. Sie können die Kalibrierung jederzeit über **LCD-Menü** – **Kalibrierung** – **Kalibrierung der ersten Schicht** starten.

Warnung

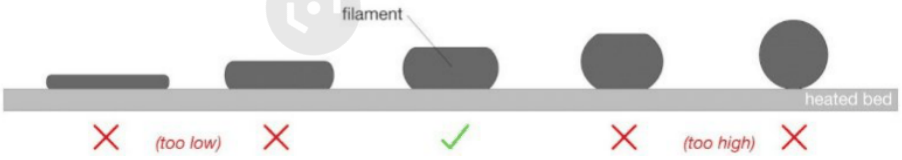
Stellen Sie sicher, dass das Druckblech sauber und fettfrei ist – selbst Fingerabdrücke können Probleme verursachen. Wischen Sie das Blech vor dem Start mit dem mitgelieferten, mit Isopropylalkohol getränkten Tuch ab.



Nach dem Start der Kalibrierung der ersten Schicht fragt der Drucker, ob Filament geladen ist. Anschließend vermisst er das Heizbett mit der Funktion Mesh Bed Leveling (siehe Kapitel 8.2 Funktionsweise der automatischen Bettkalibrierung (Mesh Bed Leveling)) und beginnt, ein Zickzackmuster auf die Druckfläche zu drucken. Die Düse befindet sich dabei in der Höhe, die durch die Einstellung der SuperPINDA-Sonde vorgegeben ist. Sie darf die Druckfläche auf keinen Fall berühren.

Ab Firmware-Version 4.3.0 hat der Bildschirm zur Einstellung der Düsenhöhe ein neues Design mit einer vereinfachten Darstellung der Düse. Wenn Sie die Düsenhöhe durch Drehen des Knopfes im oder gegen den Uhrzeigersinn einstellen, bewegt sich die Düse auf dem Bildschirm in dieselbe Richtung. Die Zahl auf dem Bildschirm dient nur zur Veranschaulichung – der Wert an Ihrem Drucker wird abweichen.

Beobachten Sie die Linie, die auf die Druckfläche extrudiert wird. Ein neues Menü wird automatisch angezeigt – durch Drehen des Knopfes stellen Sie darin die Düsenhöhe in Echtzeit ein. Ziel ist es, die Düsenhöhe so einzustellen, dass der extrudierte Kunststoff gut am Heizbett haftet und sichtbar leicht gequetscht ist.



Profil der ersten Schicht – Düse zu niedrig (links), richtig (Mitte), zu hoch (rechts)

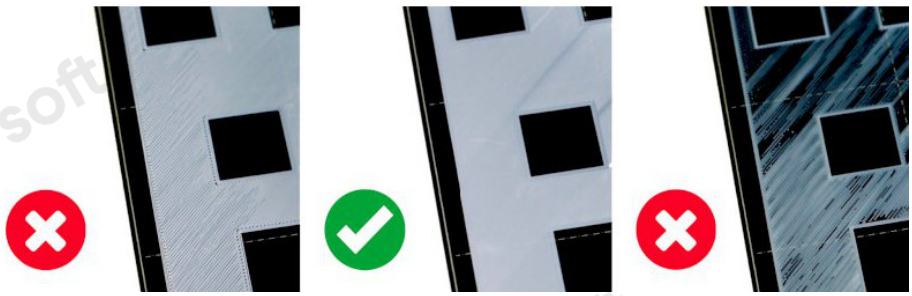
Das Testmuster sollte wie auf dem linken oder mittleren Bild unten aussehen. Das Bild rechts zeigt beide Hauptfehler auf einmal: Düse zu hoch (gebogene Linien, verschobene Ecken) und Düse zu niedrig (Kunststoff wird gar nicht extrudiert).



Was zu prüfen ist:

- Die Schicht des extrudierten Kunststoffs ist leicht gequetscht.
- Die Ecken der Zickzacklinie sind scharf und heben sich nicht vom Blech ab.
- Die Linien sind gerade und haften fest auf dem Blech.
- Das Rechteck am Ende des Musters hat eine gleichmäßige Oberfläche ohne Wellen und Lücken.

Unten sehen Sie eine Nahaufnahme eines Drucks mit Qualitätsmängeln, die durch eine falsche Düsenhöhe verursacht wurden. Das mittlere Bild zeigt die optimale Qualität.



Vergleich der Höhe der ersten Schicht – Düse zu hoch (links), optimale Höhe (Mitte), Düse zu niedrig (rechts)

Bausatz
Wenn Sie die Bausatzversion des MINI+ haben und keine gleichmäßige erste Schicht erreichen, kann die Ursache eine falsch positionierte SuperPINDA-Sonde sein. Sehen Sie in der Online-Montageanleitung nach, wie die SuperPINDA-Sonde richtig positioniert sein muss.

7.8 Checkliste

Wenn Sie alle in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Schritte durchlaufen haben, können Sie Ihren ersten Druck starten. Gehen Sie vorher die abschließende Checkliste durch:

1. Der MINI+ ist vollständig montiert und an einem geeigneten Ort aufgestellt.
2. Die Firmware ist auf die neueste Version aktualisiert.
3. Alle Kalibrierungen waren erfolgreich.
4. Auf dem Heizbett liegt ein sauberes Druckblech, das mit einem mit Isopropylalkohol getränkten Tuch abgewischt wurde.
5. Das Filament ist geladen.

7.9 Start des ersten Drucks

Wenn alles bereit ist, öffnen Sie das Menü **Drucken** (es wird nur angezeigt, wenn ein USB-Stick eingesteckt ist). Wählen Sie mit dem Drehknopf eines der Beispielobjekte aus der Liste und beobachten Sie den Drucker. Wir empfehlen das PRUSA-Logo – daran sehen Sie am besten, wie gut Sie die erste Schicht bei der Kalibrierung der ersten Schicht eingestellt haben.



So sieht die erste Schicht in idealer Qualität aus

Die Düse heizt zunächst unabhängig vom gewählten Filament auf 170 °C vor – das verhindert ein Austreten des Filaments während der Anfangsphase, dem Mesh Bed Leveling. Sobald das Mesh Bed Leveling abgeschlossen ist, heizt der Drucker die Düse auf die richtige Drucktemperatur und beginnt mit der Reinigungslinie am Rand des Druckblechs. Anschließend druckt er die Schürze um das Objekt und dann das Objekt selbst.

Warnung

Achten Sie genau auf die Qualität der ersten Schicht. Der extrudierte Kunststoff sollte gut am Blech haften. Ist die Düse aus irgendeinem Grund zu hoch, senken Sie sie mit der Funktion **Live-Adjust Z** ab, die während des Drucks im Menü **Tunen** verfügbar ist. Alternativ stoppen Sie den Druck, reinigen das Druckblech und starten die Kalibrierung der ersten Schicht im Menü **Kalibrierung** erneut.

7.10 Entfernen des Drucks

Warten Sie nach dem Ende des Drucks, bis das Heizbett abgekühlt ist. Heizbett und Druckblech können je nach Einstellung Temperaturen über 100 °C erreichen und bei Berührung mit ungeschützter Haut Verbrennungen verursachen. Je nach Material kann sich der Druck nach dem Abkühlen von selbst lösen. Falls nicht, nehmen Sie das Druckblech ab und biegen Sie es vorsichtig nach beiden Seiten. Drehen Sie es dann um 90° und wiederholen Sie das Biegen. Vergessen Sie nicht, alle Filamentreste zu entfernen, z. B. die Reinigungslinie, die Schürze und die Stützen. Bleibt Kunststoff auf dem Blech zurück, entfernen Sie ihn nicht mit den Fingernägeln, Sie könnten sich verletzen. Verwenden Sie einen Metallspachtel auf dem glatten Blech oder einen Kunststoffspachtel auf dem strukturierten Blech.



Vermeiden Sie es, die Druckfläche mit den Fingern zu berühren – Fingerabdrücke können die Haftung des nächsten Drucks verringern.

7.11 Prüfungen und Maßnahmen nach dem Druck

Sobald Sie den Beispieldruck vom Druckblech entfernt haben, sehen Sie ihn sich genau an und prüfen Sie ihn auf mögliche Qualitätsmängel. Mit dem FDM/FFF-Verfahren gedruckte Objekte sind nie vollkommen glatt – die Schichten sind in der Regel sichtbar. Es gibt jedoch Möglichkeiten, die Oberfläche von 3D-Drucken zu glätten. Mehr über die Nachbearbeitung (Post-Processing) erfahren Sie im Blog des Herstellers unter blog.prusa3d.com.

Warnung
Weist der Druck tatsächliche Qualitätsmängel auf (fehlende Teile, verschobene Schichten, unterextrudierte Stellen), lesen Sie Kapitel 14.2 Druckqualität am Ende dieses Handbuchs.

Stellen Sie sicher, dass das Druckblech sauber ist, und legen Sie es wieder auf das Heizbett. Das Filament können Sie in der Düse geladen lassen. Wenn Sie kein weiteres Objekt drucken möchten, warten Sie, bis die Düse auf 50 °C abgekühlt ist, und schalten Sie den Drucker mit dem Schalter an der Seite aus.

8. Fortgeschrittene Funktionen

8.1 Menüstruktur

- Drucken
- Vorheizen
  - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
  - Abkühlen
- Filament

  - Filament laden
    - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
    - Abkühlen
  - Filament entladen
  - Filament wechseln
  - Filament reinigen
- Kalibrierung
  - Assistent
  - Live-Adjust Z
  - Auto Home
  - Gitterbettnivellierung
  - Selbsttest
  - Kalibrierung der ersten Schicht
  - Lüfter testen
  - XYZ-Achsen testen
  - Heizungen testen
  - Selbsttest-Ergebnisse anzeigen
- Einstellungen
  - Temperatur
    - Düse
    - Heizbett
    - Drucklüfter
    - Abkühlen
  - [Profilname] – wird angezeigt, wenn zwei oder mehr Blechprofile konfiguriert sind
  - Achse bewegen
    - X bewegen, Y bewegen, Z bewegen, E bewegen
  - Schrittmotoren deaktivieren
  - Werkseinstellungen
  - HW-Setup
    - Blechprofile
      - Profilname: Auswählen, Kalibrierung der ersten Schicht, Zurücksetzen
  - FW-Update
  - Filamentsensor Ein / Aus
  - LAN-Einstellungen
  - TZ (UTC + / -)
  - Crash-Dump speichern
  - Tonmodus: Einmal / Laut / Stumm / Assist
  - Lautstärke
  - Gerätehash in QR Ein / Aus
  - Sprache
- Info
  - System-Info
  - Sensor-Info
  - Versions-Info

8.2 Funktionsweise der automatischen Bettkalibrierung (Mesh Bed Leveling)

Die automatische Bettkalibrierung (Mesh Bed Leveling) starten Sie über **LCD-Menü** – **Kalibrierung**. Dieser Vorgang wird vor jedem Druck durchgeführt. Derselbe Vorgang läuft auch zu Beginn der Kalibrierung der ersten Schicht ab (siehe Kapitel 7.7).

Die SuperPINDA-Sonde fährt ein Raster von 4×4 Punkten ab, die über das Druckblech verteilt sind (unabhängig davon, ob es eine strukturierte pulverbeschichtete oder eine glatte PEI-Oberfläche hat), und misst den Abstand zum Blech. Aus den gemessenen Punkten wird durch Interpolation ein virtuelles Netz des Heizbetts erstellt. Ist das Heizbett leicht verzogen (es handelt sich um winzige Ungenauigkeiten, die durch sich addierende Fertigungstoleranzen oder durch die Montage entstehen), folgt die Düse während des Drucks dennoch genau der Oberfläche gemäß dem gemessenen Netz – und die Qualität der ersten Schicht ist besser.

8.3 Zurücksetzen auf Werkseinstellungen

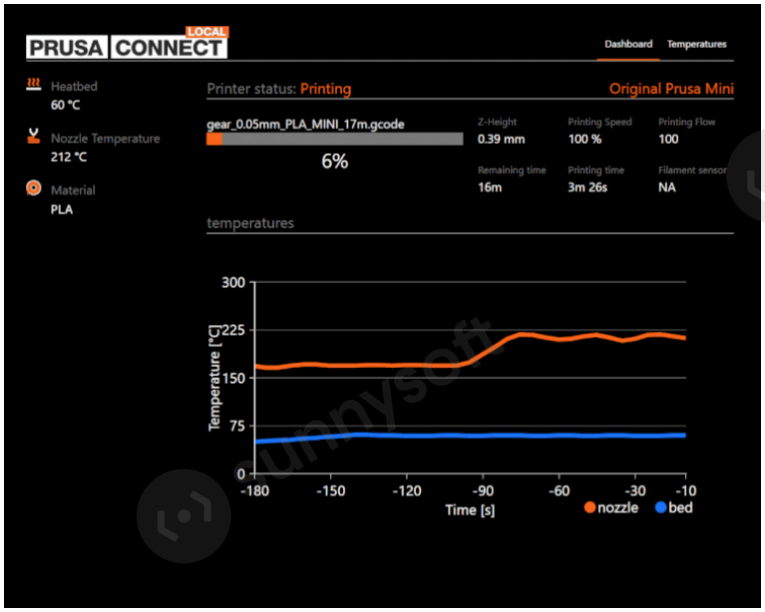
Das Zurücksetzen auf die Werkseinstellungen führen Sie über **LCD-Menü** – **Einstellungen** – **Werkseinstellungen** durch. Dadurch werden alle gespeicherten Werte auf die Standardwerte zurückgesetzt.

8.4 Netzwerkanschluss

Der Original Prusa MINI+ hat auf der Hauptplatine eine Ethernet-Schnittstelle (RJ45). Über diese können Sie den Drucker an Ihr Netzwerk anschließen.

Bestimmte Netzwerkfunktionen sind in der ausgelieferten Firmware-Version möglicherweise nicht vollständig implementiert. Informationen über aktuelle Firmware-Versionen veröffentlicht der Hersteller unter www.prusa3d.com und in den sozialen Netzwerken.

Sie können den Original Prusa MINI+ an das lokale Netzwerk (LAN) anschließen und über die Weboberfläche PrusaConnect grundlegende Informationen über den Drucker abrufen. Beim Drucker ist DHCP standardmäßig eingeschaltet. Prüfen Sie im Menü **LCD-Menü** – **Einstellungen** – **LAN-Einstellungen**, ob dem Drucker eine IP-Adresse korrekt zugewiesen wurde. Öffnen Sie dann auf einem Computer oder Mobiltelefon im selben Netzwerk einen Webbrowser und geben Sie die IP-Adresse des Druckers in die Adresszeile ein. Es werden grundlegende Informationen über den aktuellen Druckauftrag angezeigt. PrusaConnect funktioniert in der aktuellen Version nur im lokalen Netzwerk; seine Funktionen werden in weiteren Firmware-Versionen erweitert.



Das Wi-Fi-Modul (optionales Zubehör) wird von der Standard-Firmware nicht unterstützt. Informationen über die Verfügbarkeit des Wi-Fi-Moduls veröffentlicht der Hersteller unter www.prusa3d.com oder blog.prusa3d.com.

Hinweis

Der Original Prusa MINI+ ist auch mit dem Drittanbieter-Werkzeug für den Netzwerkdruck OctoPrint kompatibel. Informationen zur Installation und Einrichtung finden Sie auf der offiziellen Website des Projekts OctoPrint.

9. Eigene Modelle drucken

Sobald der Drucker vollständig kalibriert ist und die Beispielmodelle gut aussehen, möchten Sie wahrscheinlich eigene Modelle drucken. Sie haben mehrere Möglichkeiten – mehr dazu in den folgenden Kapiteln.

9.1 Ein druckbares Modell beschaffen

Der einfachste Einstieg in den 3D-Druck ist das Herunterladen von Modellen aus dem Internet – sie liegen meist in den Formaten .3mf, .stl oder .obj vor. Glücklicherweise hat der 3D-Druck viele Fans, und so gibt es Websites, von denen Sie eine große Auswahl an fertigen 3D-Modellen kostenlos herunterladen können. Dort finden Sie alles Mögliche, vom einfachen Spielwürfel bis zur detaillierten Figur aus Ihrem Lieblingsfilm, -spiel oder Ihrer Lieblingsserie. Sie können auch mechanische Teile, Zubehör für RC-Modelle, Haushaltsgegenstände und vieles mehr herunterladen.

Die besten Modelle finden Sie auf Printables.com

Printables.com (ehemals PrusaPrinters) ist eine große Online-Bibliothek hochwertiger 3D-Modelle, die von Prusa Research betrieben wird. Ihr Ziel ist es, eine große, aktive Gemeinschaft von Designern, Makern und 3D-Druck-Enthusiasten zusammenzubringen – ganz gleich, welche 3D-Druckermarke sie bevorzugen. Es gibt regelmäßige Community-Wettbewerbe mit 3D-Druckern und Filamenten als Hauptpreisen sowie ein Belohnungssystem mit virtuellen und physischen Gütern – durch aktive Mitgliedschaft sammeln Sie Punkte, die Sie gegen eine Spule Prusament oder andere Waren eintauschen können.

Dank des Fokus auf hochwertige, einzigartige und nützliche Modelle sind Sie immer nur ein paar Klicks davon entfernt, etwas Neues zum Drucken zu entdecken. Und bevor Sie etwas herunterladen und drucken, können Sie den fortschrittlichen integrierten 3D-Modellbetrachter verwenden, der nicht nur mit STL- und 3MF-Dateien, sondern auch mit G-Codes arbeitet. Besuchen Sie Printables.com und entdecken Sie Aktivitäten, Wettbewerbe, Veranstaltungen, Gruppen, Kollektionen und vieles mehr.

3D-Modelle stehen sehr oft kostenlos unter der Lizenz Creative Commons – Attribution – Non-Commercial zum Download (die Modelle dürfen nicht kommerziell genutzt werden, und der Name des Autors muss immer angegeben werden) oder gegen eine geringe Gebühr. Wir haben die interessantesten Websites ausgewählt:

- Printables.com (www.printables.com)
- Thingiverse
- MyMiniFactory
- Pinshape
- YouMagine
- Shapeways
- Gambody

Modelle in den Formaten .stl, .obj und ähnlichen können jedoch nicht direkt in 3D gedruckt werden. Zuerst müssen sie in eine G-Code-Datei „gesliced" (konvertiert) werden, die dann auf einen USB-Stick kopiert wird. Stecken Sie den USB-Stick mit dem gesliceten Projekt in den Drucker und wählen Sie im Menü **Drucken** das Modell aus, das Sie drucken möchten. Mehr dazu in den Kapiteln 9.3 Was ist eine G-Code-Datei? und 9.4 PrusaSlicer.

9.2 Ein eigenes Modell erstellen

Um ein 3D-Modell zu erstellen, benötigen Sie ein spezielles Programm – einen 3D-Editor. Es gibt eine Reihe verschiedener 3D-Programme, und die Wahl hängt in der Regel davon ab, welche Art von Modell Sie erstellen möchten.

Für den Anfang eignet sich Tinkercad am besten – ein Online-Editor, der im Browserfenster läuft, sodass keine Installation erforderlich ist. Er ist kostenlos, übersichtlich, und im Internet finden Sie zahlreiche Anleitungen dazu. Tinkercad ist vor allem auf die Erstellung weniger detaillierter und größerer (z. B. mechanischer) Teile ausgerichtet, die ideal für den FFF/FDM-Druck sind – Ihr MINI+ bewältigt sie mühelos.

Ein weiteres beliebtes Werkzeug ist Autodesk Fusion 360 für PC, Mac und iPad. Auf der Website des Programmherstellers finden Sie eine Kurzanleitung sowie zahlreiche ausführliche Video-Tutorials, sodass es eine ideale Wahl für Einsteiger und Profis ist.

9.3 Was ist eine G-Code-Datei?

3D-Modelle, die Sie aus dem Internet heruntergeladen oder selbst erstellt haben, müssen aus dem ursprünglichen Format (.stl, .obj, .3mf und ähnliche) in eine Datei mit Anweisungen für den Drucker konvertiert werden – den sogenannten G-Code. Erst dieses Format ist für 3D-Drucker „verständlich". Die Datei enthält Anweisungen für die Bewegung der Düse, die Menge des extrudierten Filaments, die Temperatureinstellungen oder die Lüftergeschwindigkeiten.

Es gibt Dutzende verschiedener Slicer, jeder mit seinen Vor- und Nachteilen. Die Besitzer von Prusa-Druckern verwenden am häufigsten diese drei:

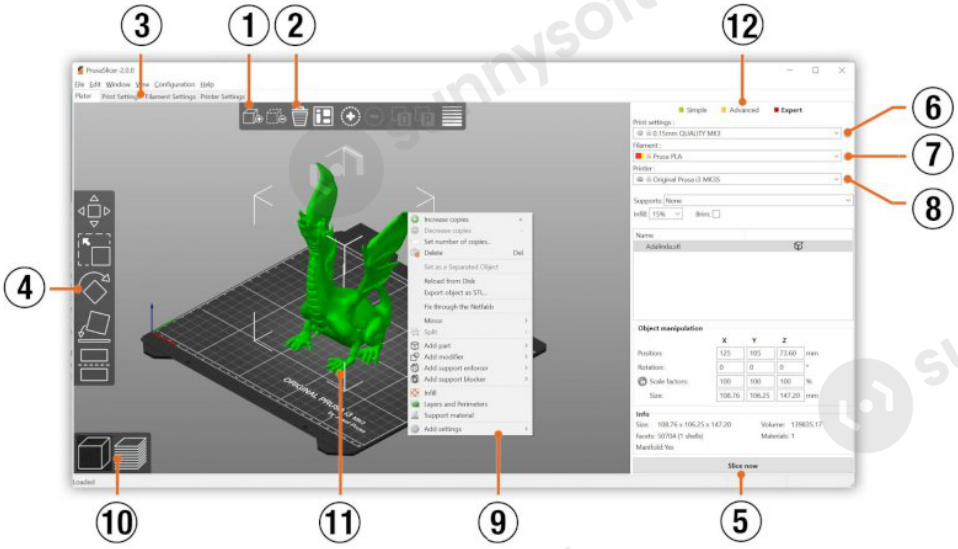
- PrusaSlicer
- Cura
- Simplify3D

9.4 PrusaSlicer

Wie der Name schon sagt, ist PrusaSlicer der eigene Slicer des Herstellers, entwickelt auf der Grundlage des Open-Source-Projekts Slic3r. Er bietet viele nützliche Funktionen, z. B.:

- Druckprofile für über 30 Filamente mit automatischer Aktualisierung,
- variable Schichthöhe,
- benutzerdefinierte Stützen und Modifikatoren,
- verschiedene Druckeinstellungen.

Die neueste stabile Version können Sie jederzeit von www.prusa3d.com herunterladen. Alpha-/Beta-Entwicklungsversionen sind im Repository des Projekts PrusaSlicer auf GitHub verfügbar.



Die Benutzeroberfläche von PrusaSlicer

1. Mit der Schaltfläche **Hinzufügen** laden Sie ein Modell in PrusaSlicer.
2. Die Schaltflächen **Löschen** und **Alle löschen** entfernen das/die Modell(e) aus PrusaSlicer.
3. Öffnet die detaillierten Einstellungen für Druck, Filament und Drucker.
4. Die Werkzeuge **Bewegen**, **Skalieren**, **Drehen**, **Auf Fläche legen** und **Schneiden**.
5. Schaltfläche zum Slicen und Erzeugen der .gcode-Datei.

6. Einstellung der Druckqualität / Druckgeschwindigkeit.
7. Materialauswahl.
8. Druckerauswahl.
9. Ein Rechtsklick auf das Modell öffnet ein Kontextmenü.
10. Umschalten zwischen 3D-Editor und Schichtvorschau.
11. Modellvorschau.
12. Umschalten zwischen den Modi **Einfach** / **Erweitert** / **Experte**.

9.5 Importieren von Objekten in PrusaSlicer

Wählen Sie nach dem Start von PrusaSlicer im Menü **Drucker** auf der rechten Seite des Fensters den Eintrag **Original Prusa MINI+**. Wird er in der Liste nicht angezeigt, fügen Sie ihn entweder über die Option **Neuen Drucker hinzufügen** im selben Menü oder über **Konfiguration** – **Konfigurations-Assistent** hinzu. Wählen Sie dann die Schichthöhe, die Füllung und das Material, das Sie verwenden möchten. Die integrierten Filamentprofile haben vordefinierte und getestete Einstellungen. Wenn Sie ein falsches Profil wählen, kann sich das aufgrund inkompatibler Einstellungen negativ auf den Druck auswirken.

PrusaSlicer kann Objekte in den Formaten STL, OBJ, AMF und 3MF importieren – das sind die gängigsten Arten von 3D-Dateien, die Sie im Internet finden. Sie können sie entweder per Drag-and-drop in das Fenster des 3D-Editors ziehen oder die Schaltfläche **Hinzufügen...** in der oberen Symbolleiste verwenden.

Verwenden Sie zur Bearbeitung des Modells die Werkzeuge in der linken Leiste: **Bewegen**, **Skalieren** und **Drehen**. Ist das Objekt blau, bedeutet das, dass es nicht auf die Druckfläche passt. Mehr dazu im nächsten Kapitel. Es gibt keine allgemeingültige Methode, ein Modell auf der Druckfläche zu platzieren – es hängt von der jeweiligen Form ab. Als Faustregel gilt, die größte ebene Fläche des Objekts als Basis zu wählen: Je größer die Basis, desto besser die Haftung. Das beste Ergebnis erzielen Sie, wenn die Unterseite des Modells vollkommen eben ist.

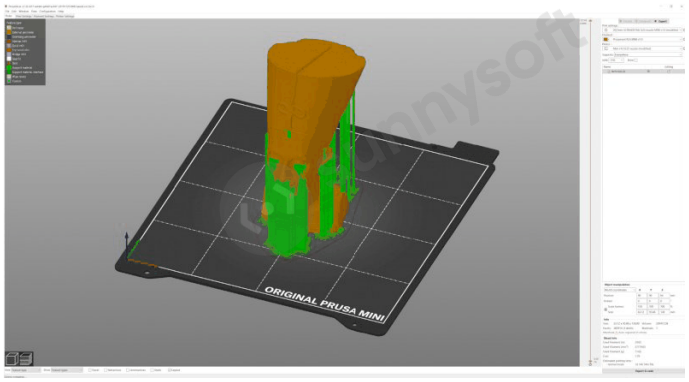
9.6 Verwendung von Stützen

Stützen sind 3D-gedruckte Stützstrukturen (ähnlich einem Gerüst), die das korrekte Drucken komplexer Objekte ermöglichen – nach dem Druck lassen sie sich vom Druck abtrennen.

Viele Modelle lassen sich ohne Stützen drucken – legen Sie sie einfach richtig auf die Druckfläche, und Sie können drucken. Nicht alle Objekte lassen sich jedoch ohne Stützen drucken.

Wenn Sie ein Objekt mit Wänden drucken, die in einem Winkel von weniger als 45° geneigt sind (steiler Überhang), werden die Überhänge möglicherweise

nicht korrekt gedruckt, und der Druck kann fehlschlagen. Es gibt auch Objekte, bei denen der Drucker „in der Luft" zu drucken beginnen müsste – was unmöglich ist. In solchen Fällen müssen Stützen verwendet werden. PrusaSlicer hat diese Funktion eingebaut.



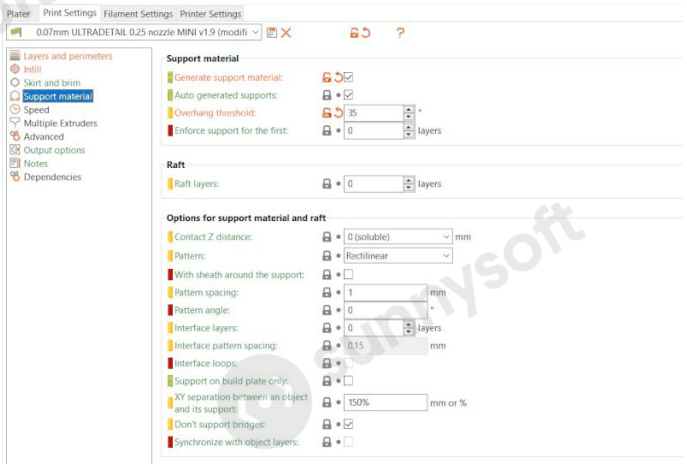
Automatisch generierte Stützen in PrusaSlicer

Sie haben drei Optionen zur Auswahl:

- **Nur auf dem Druckbett** – erzeugt Stützen nur zwischen dem Objekt und der Druckfläche.
- **Nur für Stützverstärker** – erzeugt Stützen nur dort, wo Modifikatoren zum Erzwingen von Stützen platziert sind.
- **Überall** – erzeugt Stützen überall.

Die Standardwerte funktionieren in den meisten Fällen. Wenn Sie jedoch anpassen müssen, wo Stützen erzeugt werden, gehen Sie wie folgt vor: Öffnen Sie die Registerkarte **Druckeinstellungen** und klicken Sie in der linken Spalte auf **Stützmaterial**.

- Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Stützstrukturen generieren**.
- Mit **Überhangschwellwert** legen Sie den minimalen Winkel fest, ab dem Stützen gedruckt werden. Bei der Einstellung Null wird der Winkel automatisch ermittelt. Probieren Sie verschiedene Winkeleinstellungen aus, um herauszufinden, welcher Wert für Ihr Objekt am besten geeignet ist.
- **Stützstrukturen erzwingen** für die ersten Schichten wird vor allem bei kleinen Modellen oder Modellen mit kleiner Grundfläche verwendet, damit sie während des Drucks nicht abbrechen oder sich von der Druckfläche lösen.



Hinweis

Flächen über Stützen haben in der Regel eine schlechtere Oberflächenqualität. Bevor Sie sich für Stützen entscheiden, versuchen Sie, das Objekt so zu verschieben oder zu drehen, dass weniger oder gar keine Stützen benötigt werden.

9.7 Druckgeschwindigkeit vs. Druckqualität

Ein kleines Objekt ist in wenigen Minuten gedruckt, der Druck größerer Modelle dauert jedoch länger – manche Drucke benötigen Dutzende von Stunden. Die Druckzeit wird von vielen Faktoren beeinflusst. Die erste Möglichkeit, die Geschwindigkeit zu beeinflussen, ist die Änderung der Schichthöhe in PrusaSlicer – im rechten oberen Fenster finden Sie das Menü **Druckeinstellungen**. Die Standardeinstellung ist **0.15 mm QUALITY**; Sie können den Druck jedoch mit **0.20 mm SPEED** oder sogar **0.25 mm DRAFT** beschleunigen. Eine höhere Schicht bedeutet weniger detaillierte Modelle mit deutlicher sichtbaren Schichten. Wenn Sie Qualität der Geschwindigkeit vorziehen, wählen Sie **0.10 mm DETAIL**. Die Druckzeit verlängert sich spürbar, die Modelle sehen jedoch besser aus. Eine Erhöhung der Druckgeschwindigkeit kann zu einem weniger detaillierten Modell führen.

Die am häufigsten verwendeten Profile 0,15 mm und 0,20 mm gibt es in zwei Varianten:

- **Qualität (Quality)** – langsamerer Druck der Perimeter und der Füllung, bessere Oberflächenqualität.
- **Geschwindigkeit (Speed)** – schnellerer Druck der Perimeter und der Füllung ohne nennenswerte Einbußen bei der Oberflächenqualität.



Druckqualität vs. Druckzeit

Die Geschwindigkeit kann auch während des Drucks geändert werden: **LCD-Menü** – **Tunen** – **Geschwindigkeit**. Durch Drehen des Drehknopfes im Uhrzeigersinn erhöhen Sie die Druckgeschwindigkeit auf bis zu 150 %, durch Drehen gegen den Uhrzeigersinn verringern Sie sie – das Minimum sind 50 %. Beobachten Sie, wie sich die Geschwindigkeitsänderung auf das gedruckte Modell auswirkt, und passen Sie die Geschwindigkeit entsprechend an. Diese Einstellung beeinflusst die Beschleunigung nicht, daher ist die Geschwindigkeitsänderung nicht direkt proportional zur Änderung der Druckzeit.

9.8 Füllung (Infill)

Die Füllung (Infill) ist ein weiterer Parameter, der das Druckobjekt beeinflusst – vor allem die Druckgeschwindigkeit, die Festigkeit und in gewissem Maße auch das Aussehen des Drucks.

Mit dem FFF/FDM-Verfahren gedruckte Objekte sind nicht massiv. Im Inneren haben sie eine bestimmte räumliche Struktur – von einem einfachen Gitter oder Sechsecken bis zu komplexeren Mustern. Der Zweck der Füllung ist immer derselbe: dem Objekt eine bestimmte Festigkeit zu geben. Viele Modelle lassen sich mit einer Füllung von 10–15 % drucken; wenn Sie ein stabileres Objekt benötigen (z. B. ein Konstruktionsteil), wählen Sie eine dichtere Füllung.

9.9 Rand (Brim)

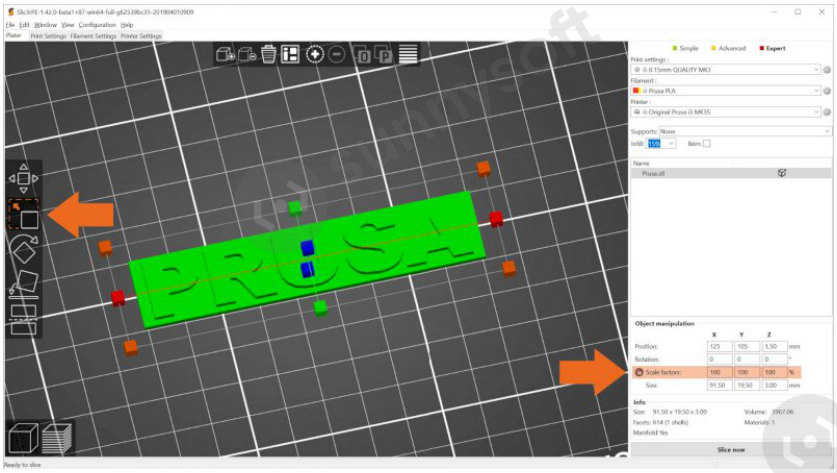
Der Rand (Brim) erhöht die Haftung auf der Druckfläche und verringert das Risiko, dass sich der Druck verzieht. Um die erste Schicht werden zusätzliche Umrisse gedruckt – das ist besonders nützlich, wenn das Modell das Heizbett nur mit einer kleinen Fläche berührt. In PrusaSlicer schalten Sie den Rand ein, indem Sie das Kontrollkästchen **Rand** in der rechten Leiste aktivieren. Nach dem Druck lässt sich der Rand in der Regel leicht von Hand entfernen, alternativ mit einem Entgratwerkzeug oder einem Skalpell.

9.10 Drucken großer Objekte

Hinweis

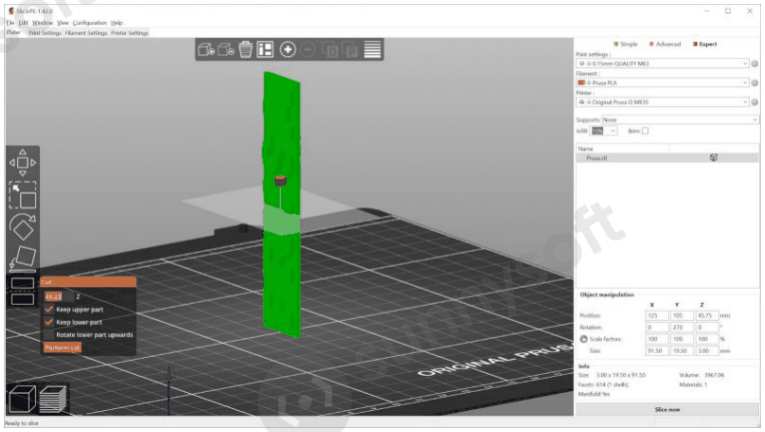
Der Original Prusa MINI+ hat im Vergleich zum Original Prusa i3 MK3S ein kleineres Heizbett, mit ein paar Tricks können Sie aber auch mit dem MINI+ wirklich große Objekte drucken. Lassen Sie sich vom kleineren Heizbett nicht aufhalten – im Blog des Herstellers unter blog.prusa3d.com finden Sie Tipps, wie Sie große Modelle aus mehreren kleineren Teilen zusammensetzen.

Ein Sonderfall ist das Drucken von Objekten, die größer als das Heizbett sind. Die erste Möglichkeit ist, das Objekt auf eine druckbare Größe zu verkleinern. Wählen Sie in der linken Leiste das Werkzeug **Skalieren** (oder drücken Sie die Taste S). Ändern Sie dann die Größe des Objekts mit dem 3D-Gizmo. Wenn Sie das Modell proportional verkleinern möchten, ziehen Sie an einer der Ecken des Gizmos. Die Größe lässt sich auch entlang einer einzelnen Achse ändern, indem Sie an den entsprechenden Griffen ziehen. Alternativ können Sie im Fenster zur Objektmanipulation in der rechten unteren Ecke einen genauen Skalierungswert eingeben.



Ändern des Maßstabs eines Druckobjekts

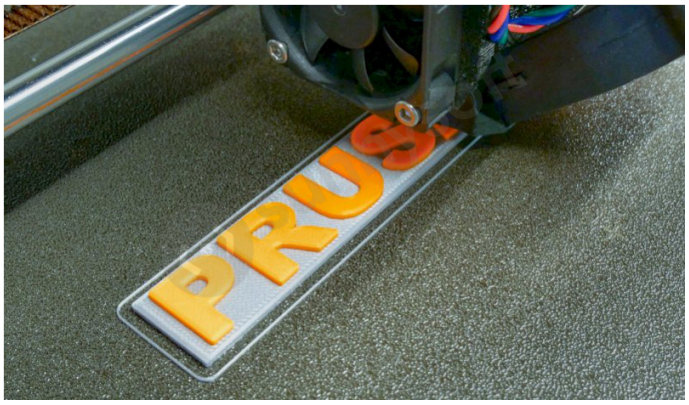
Wenn Sie ein Objekt drucken müssen, das in seiner ursprünglichen Größe nicht auf das Heizbett passt, müssen Sie es in kleinere Teile zerschneiden. Wählen Sie in der linken Leiste das Werkzeug **Schneiden** (oder drücken Sie die Taste C). Positionieren Sie die Schnittebene an der gewünschten Stelle oder geben Sie im Dialog des Werkzeugs **Schneiden** eine genaue Höhe ein. Sie können entscheiden, ob Sie den oberen Teil, den unteren Teil oder beide Teile des Objekts behalten möchten.



Zerschneiden des Objekts mit dem Werkzeug Schneiden

9.11 Drucken mehrfarbiger Objekte

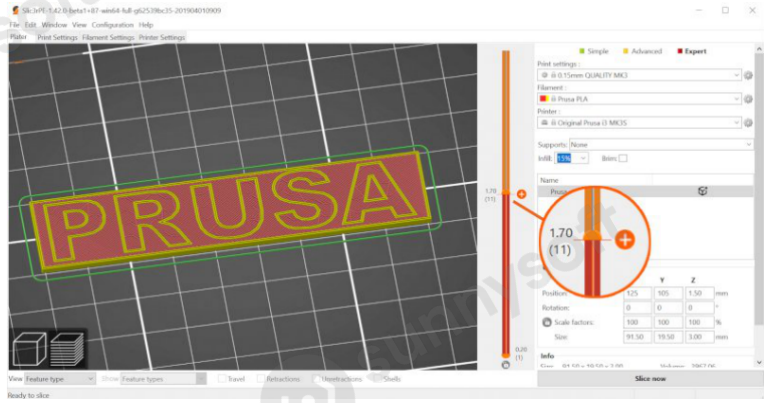
Mehrfarbige Drucke mit schichtweisem Farbwechsel lassen sich einfach direkt in PrusaSlicer einrichten – die Vorgehensweise finden Sie unten.



Mehrfarbiges Objekt, gedruckt mit der Farbwechselfunktion von PrusaSlicer

Farbwechsel in PrusaSlicer

1. Wechseln Sie mit der Schaltfläche in der linken unteren Ecke in die Schichtvorschau.
2. Wählen Sie mit dem Schieberegler auf der rechten Seite die Schicht aus, in der die Farbe gewechselt werden soll.
3. Klicken Sie auf das orangefarbene Plus-Symbol.
4. Die Vorschau wird sofort angezeigt. Sie können den Farbwechsel rückgängig machen, indem Sie auf das graue Kreuz klicken, das nun anstelle des orangefarbenen Pluszeichens angezeigt wird.
5. Exportieren Sie den G-Code, und Sie können drucken!



Einstellen des Farbwechsels in PrusaSlicer

9.12 Slicen und Exportieren

Einer der wichtigsten Teile des Slicens ist die Kontrolle des gesliceten Objekts im Vorschaufenster. Mit dem Schieberegler auf der rechten Seite des Fensters können Sie nacheinander alle Schichten des Objekts durchgehen. So entdecken Sie mögliche Problemstellen – z. B. wenn die Unterseite des Objekts nicht direkt auf dem Heizbett aufliegt oder wenn irgendwo Stützen fehlen und ein Teil des Objekts „in der Luft“ beginnt.

Bevor Sie das Modell als G-Code exportieren und auf den USB-Stick kopieren, prüfen Sie es immer im Vorschaumodus. Das ist die beste Möglichkeit, Problemen beim Drucken vorzubeugen.

10. Materialratgeber

Hinweis
Der vollständige Materialleitfaden ist online verfügbar! Aufgrund des begrenzten Platzes in diesem Handbuch bieten wir nur einen kurzen Überblick über die beliebtesten Filamente. Besuchen Sie help.prusa3d.com/materials für einen ausführlichen Überblick über die große Mehrheit der verfügbaren Filamente.

Der Original Prusa MINI+ kann mit vielen gängigen Materialien drucken. Die Materialien unterscheiden sich in ihren mechanischen und optischen Eigenschaften sowie im Schwierigkeitsgrad beim Drucken. Wenn Sie mit dem 3D-Druck beginnen, sollte Ihr erstes Filament unbedingt PLA sein. Erst wenn Sie einer der Nachteile von PLA einschränkt, ist es Zeit, andere Filamente wie PETG oder ASA auszuprobieren.

10.1 PLA

PLA ist das am häufigsten verwendete Material für den 3D-Druck. Es lässt sich leicht drucken, und PLA-Drucke sind sehr hart. Dank der geringen Wärmeausdehnung (die Drucke verziehen sich auf dem Heizbett nicht) ist es ideal für den Druck großer Objekte und für den Druck kleiner, detaillierter Modelle. Es ist das einzige Material, das sich wirklich für den Druck mit 50 Mikrometer Schichthöhe (Ultradetail-Auflösung) eignet, und es lassen sich daraus großartig aussehende Miniaturen drucken.

Vorteile

- einfach zu drucken, geeignet für Einsteiger
- detaillierter Druck kleiner Modelle
- problemloser Druck großer Objekte
- nahezu geruchlos
- preisgünstig
- große Farbauswahl

Nachteile

- spröde und unflexibel
- geringe Temperaturbeständigkeit (54 °C)
- schwierige Nachbearbeitung
- nicht für den Einsatz im Freien geeignet (geringe UV- und Temperaturbeständigkeit)

Typische Verwendung

- Prototypen
- Spielzeug
- Figuren
- Schmuck (kleine und detaillierte Modelle)
- Architekturmodelle

Tipps und Tricks

Am besten auf dem glatten PEI-Blech zu drucken. Verwenden Sie bei der Nachbearbeitung von PLA-Drucken Nassschleifen, um eine glatte Oberfläche zu erzielen. Beim Trockenschleifen kann die durch Reibung entstehende Wärme das Druckobjekt verformen. PLA ist nur in Chemikalien wie Chloroform oder heißem Benzol löslich. Zum Verkleben mehrerer Teile genügt Sekundenkleber oder Aceton.

- **Düsentemperatur** – 215 °C
- **Betttemperatur** – 50–60 °C
- **Druckfläche** – stellen Sie sicher, dass die Oberfläche sauber ist – siehe Kapitel 11.1 Federstahl-Druckbleche.

10.2 PET/PETG

PETG ist ein weiteres sehr häufig verwendetes Material für den 3D-Druck. Es ist eine ausgezeichnete Wahl für den Druck mechanisch belasteter Teile. Im Vergleich zu PLA hat es eine höhere Temperaturbeständigkeit, ist flexibler und damit weniger spröde. Dank der geringen Wärmeausdehnung haftet es gut auf dem Heizbett und verzieht sich nicht. Das Drucken ist fast so einfach wie mit PLA, im Gegensatz zu PLA bietet es jedoch bessere mechanische Eigenschaften. Die Teile der Drucker des Herstellers sind aus PETG gedruckt!

Vorteile

- hohe Temperaturbeständigkeit
- einfach zu drucken
- geringer Verzug
- zäh und widerstandsfähig
- leicht nachzubearbeiten (Schleifen)
- nahezu geruchlos
- glänzende Oberfläche
- gute Schichthaftung
- wasser- und feuchtigkeitsbeständig

Nachteile

- nicht für den Druck kleiner/detaillierter Modelle geeignet
- mögliches Fadenziehen (Stringing)
- schlechteres Bridging und schlechtere Überhänge
- starke Haftung auf dem Heizbett
- lässt sich nicht mit Aceton glätten, nur in gefährlichen Chemikalien löslich
- Stützen können schwer zu entfernen sein

Typische Verwendung

- mechanische Teile
- Halterungen und Gehäuse
- wasserdichte Drucke (Blumentöpfe)

Tipps und Tricks

Im Gegensatz zu PLA erfordert PETG ein beheiztes Bett (85 °C). Es überbrückt schlechter, hat schlechtere Überhänge und neigt zum Fadenziehen. Das Fadenziehen lässt sich durch größere Rückzüge und eine niedrigere Düsentemperatur verringern; wir empfehlen jedoch, sich an die Profile in PrusaSlicer zu halten. Es ist wichtig, den PETG-Druck zu kühlen – das Modell behält dann feinere Details, und Fadenziehen und Nachsickern werden verringert. Wenn das Modell jedoch so fest wie möglich sein soll, versuchen Sie, den Drucklüfter auszuschalten. Eine höhere Filamenttemperatur sorgt für eine bessere Schichthaftung und damit für eine höhere mechanische Festigkeit. Wir empfehlen, die ersten Schichten mit ausgeschaltetem Lüfter zu drucken (wegen der Haftung) und ihn dann mit halber Leistung einzuschalten.

- **Düsentemperatur** – 240 °C
- **Betttemperatur** – 80–100 °C

- **Druckfläche** – das strukturierte pulverbeschichtete Blech und das satinierte Blech erfordern keine besondere Vorbereitung, halten Sie sie nur sauber und fettfrei. Tragen Sie auf das glatte PEI-Blech eine dünne Schicht Klebestift auf, da PETG zu stark an der Oberfläche des Blechs haften kann und sich der Druck dann nur schwer lösen lässt.

10.3 ASA/ABS

ASA und ABS sind sehr ähnliche Materialien. ASA ist in vielerlei Hinsicht besser als ABS und kann als dessen Nachfolger angesehen werden. ASA ist UV-beständig und schrumpft beim Drucken etwas weniger. Der einzige Vorteil von ABS ist die einfachere Oberflächenbehandlung mit Aceton. Im Folgenden sprechen wir nur noch von ASA, dasselbe gilt jedoch auch für ABS.

ASA ist ein festes und vielseitiges Material. Der höhere Schmelzpunkt als bei PLA verleiht ASA eine ausgezeichnete Temperaturbeständigkeit – die Drucke zeigen bis zu Temperaturen um 100 °C keine Verformungen. Leider hat ASA im Vergleich zu PLA eine sehr hohe Wärmeausdehnung, die das Drucken vor allem bei größeren Modellen erschwert. Selbst bei einem auf 100 °C eingestellten Heizbett kann sich der Druck verziehen und vom Heizbett lösen. Außerdem entsteht beim Drucken ein unangenehmer Geruch.

Vorteile

- hohe Schlag- und Verschleißfestigkeit
- sehr gute Temperaturbeständigkeit
- für den Außeneinsatz geeignet – UV-stabil
- in Aceton löslich – leicht zu verkleben
- lässt sich mit Acetondampf glätten
- detaillierte Drucke ohne Fadenziehen
- leicht nachzubearbeiten (z. B. Schleifen, Schneiden)

Nachteile

- schwieriger zu drucken
- Neigung zum Verziehen (große Modelle in einem geschlossenen Gehäuse drucken)
- unangenehmer Geruch beim Drucken (enthält Styrol)

Typische Verwendung

- Abdeckungen und Schutzgehäuse
- Prototypen
- Ersatzteile
- Spielzeug und Figuren

Tipps und Tricks

Das Drucken mit ASA/ABS ist deutlich einfacher, wenn der Drucker in einem geschlossenen Gehäuse steht. Das Heizbett heizt das Gehäuse schnell auf und verringert den Temperaturschock für das extrudierte Filament. Dadurch werden Verzug und Schichtablösung erheblich verringert. Mit Aceton lassen sich mehrere Drucke leicht verbinden: Reiben Sie die Kontaktflächen leicht mit Aceton ein und drücken Sie die Teile zusammen. Zusätzlich können die Drucke mit Acetondampf geglättet werden, um eine perfekt glänzende Oberfläche zu erhalten. Vorsicht beim Umgang mit Aceton!

- **Düsentemperatur** – 245–265 °C
- **Betttemperatur** – 90–100 °C (ein größeres Objekt erfordert eine höhere Temperatur)
- **Druckfläche** – ASA und ABS funktionieren am besten mit dem satinierten Blech, das keine besondere Vorbereitung erfordert – halten Sie es nur sauber und fettfrei. Wenn Sie ABS/ASA jedoch auf das strukturierte oder glatte Blech drucken, tragen Sie eine dünne Schicht Klebestift auf die Oberfläche des Blechs auf, da ASA und ABS auf diesen Oberflächen zu stark haften können und sich der Druck dann nur schwer lösen lässt.

10.4 PC (Polycarbonat) und PC Blend

Polycarbonat (PC) ist ein technisches Material mit hervorragender Zähigkeit, Zugfestigkeit und Beständigkeit gegen hohe Temperaturen. Es ist jedoch sehr anspruchsvoll zu drucken und daher vor allem für fortgeschrittene Anwender geeignet. Das gilt nicht für Prusament PC Blend, das sich im Vergleich zu anderen Polycarbonaten deutlich einfacher drucken lässt.

Vorteile

- hohe Temperaturbeständigkeit
- hohe Zähigkeit und Zugfestigkeit
- reines Polycarbonat ist transparent
- gute elektrische Isolationseigenschaften

Nachteile

- reines Polycarbonat ist stark hygroskopisch
- hohe Düsen- und Betttemperatur
- starker Verzug, besonders bei großen Modellen
- leichter Geruch beim Drucken
- eine Trennschicht wird empfohlen
- hoher Preis

Typische Verwendung

Polycarbonat eignet sich vor allem für technische Teile, die eine hohe Beständigkeit gegen Hitze und mechanische Belastung erfordern.

Tipps und Tricks

- Erwägen Sie den Druck in einem geschlossenen Gehäuse – so verhindern Sie ein Verziehen der Druckobjekte.
- Schalten Sie in PrusaSlicer die **Schürze** ein, um den Verzug zu verringern.
- Fügen Sie um kleine Objekte einen **Rand** hinzu.
- Drucken Sie nicht in kalten Räumen.
- **Düsentemperatur** – 275 °C
- **Betttemperatur** – 110 °C für die erste Schicht, 115 °C für die weiteren Schichten
- **Druckfläche** – die beste Haftung bietet das strukturierte pulverbeschichtete Blech oder das satinierte Blech mit einer Schicht Klebestift. Das satinierte pulverbeschichtete Blech hat auch ohne Klebstoff eine gute Haftung; dennoch empfehlen wir eine Trennschicht, damit die Oberfläche nicht verschleißt oder beschädigt wird.

10.5 PVB

Polyvinylbutyral (PVB) ist ein Material, das für das einfache Glätten mit Isopropylalkohol (IPA) entwickelt wurde. Dank seiner Transparenz eignet es sich für den Druck von Vasen, Lampenschirmen und anderen Designobjekten. Die Druckeinstellungen sind ähnlich wie bei PLA, die mechanischen Eigenschaften von PVB sind etwas besser.

Vorteile

- Druckeinstellungen ähnlich wie bei PLA
- transparentes Filament
- ideal für Designteile, Vasen, Lampenschirme usw.
- chemisches Glätten mit IPA
- hervorragende Haftung auf dem Heizbett
- gute Zähigkeit (ähnlich wie CPE)
- gute Zugfestigkeit (ähnlich wie PETG)
- geringer Verzug (geringer als bei PLA)
- geeignet für die 0,8-mm-Düse

Nachteile

- geringere Haftung zwischen den Schichten
- hygroskopisches Filament (nimmt Feuchtigkeit auf)
- höherer Preis

Typische Verwendung

PVB eignet sich am besten für den Druck transparenter Modelle, z. B. Schmuck, Vasen, Lampenschirme usw.

Tipps und Tricks

PVB haftet gut auf einem sauberen glatten oder satinierten Blech; auf dem strukturierten pulverbeschichteten Blech ist die Haftung schlechter. Wenn Sie transparente Objekte drucken möchten, die Sie mit Isopropylalkohol glätten, empfehlen wir eine größere Düse (0,8 mm) und in PrusaSlicer den Modus **Spiralvase**. Beim Druck mit mehreren Perimetern bleiben die einzelnen Schichten auch nach dem Glätten sichtbar. Lagern Sie das Filament trocken – PVB nimmt leicht Feuchtigkeit auf, was sich auf die Druckqualität auswirken kann. Legen Sie das Filament daher immer in den Beutel mit Silikagel zurück oder trocknen Sie es vor dem Druck 4 Stunden bei 60 °C.

Der Hauptvorteil von PVB ist die Möglichkeit, es mit Isopropylalkohol (IPA) zu glätten. PVB-Modelle können in IPA-Dampf, durch Eintauchen in ein IPA-Bad oder durch direktes Auftragen von IPA auf die Oberfläche (mit Sprühflasche oder Pinsel) geglättet werden. Ausführliche Anleitungen finden Sie im Blog des Herstellers unter blog.prusa3d.com.

- **Düsentemperatur** – 215 ± 10 °C
- **Betttemperatur** – 75 °C
- **Druckfläche** – verwenden Sie nicht das standardmäßige strukturierte pulverbeschichtete Blech. PVB haftet besser auf einem sauberen glatten oder satinierten Blech; das strukturierte Blech bietet möglicherweise keine ausreichende Haftung.

10.6 Flexible Materialien

Flexible Filamente sind sehr fest und elastisch. In vielen Fällen ist klassischer harter Kunststoff für ein bestimmtes Modell nicht geeignet. Ob Sie eine Handyhülle, eine Tasche für eine Actionkamera oder ein Rad für ein RC-Auto drucken – hier ist ein flexibles Material die bessere Wahl. Diese Materialien sind jedoch relativ selten, teuer und wegen des anspruchsvollen Drucks vor allem für fortgeschrittene Anwender geeignet.

Bevor Sie mit Flex drucken, reinigen Sie die Düse vom vorherigen Material. Heizen Sie die Düse zunächst auf die höchste Temperatur vor, mit der Sie zuletzt gedruckt haben. Laden Sie dann PLA in den Extruder, das das gesamte vorherige Material herausdrückt. Lockern Sie beim Laden von Flex den Anpressdruck des Idlers so weit wie möglich. Erwägen Sie die Reinigung der Düse mit der Methode „Cold Pull" – eine ausführliche Anleitung finden Sie unter help.prusa3d.com. Drucken Sie langsam. Je langsamer, desto besser. Eine typische Geschwindigkeit für flexible Filamente liegt bei etwa 20 mm/s, die maximal empfohlene Geschwindigkeit zwischen 30 und 40 mm/s. Bei höheren Geschwindigkeiten besteht die Gefahr, dass die Düse verstopft oder

sich das Filament in den Antriebsrädern verheddert. Für Original-Prusa-Drucker empfehlen wir die Profile „Semiflex or Flexfill 98A“ oder „Filatech FilaFlex40“, in denen die richtige Geschwindigkeit eingestellt ist.

Vorteile

- Flexibilität und Elastizität
- minimaler Verzug
- gute Schichthaftung
- Abriebfestigkeit

Nachteile

- erfordert zusätzliche Schritte beim Laden des Filaments
- anspruchsvollere Vorbereitung und anspruchsvollerer Druck, schlechteres Bridging und schlechtere Überhänge
- muss langsam gedruckt werden
- höherer Preis
- hygroskopisch – muss trocken gelagert werden

- **Düsentemperatur** – 230–260 °C
- **Betttemperatur** – 45–65 °C (ein größeres Objekt erfordert eine höhere Temperatur)
- **Druckfläche** – wenn Sie auf das glatte Blech drucken, bringen Sie darauf eine Trennschicht auf (Klebestift oder Kaptonband). Das strukturierte pulverbeschichtete Blech benötigt keine Trennschicht – der Druck haftet darauf gut und lässt sich nach dem Abkühlen leicht entfernen, ohne die Oberfläche zu beschädigen.

11. Regelmäßige Wartung

Der MINI+ wurde von Anfang an als zuverlässiges „Arbeitstier“ für den 3D-Druck konzipiert. Dennoch ist er ein Gerät mit mechanischen Teilen, die von Zeit zu Zeit gewartet werden müssen. Befolgen Sie die folgenden Anweisungen, damit Ihr Drucker möglichst lange in einwandfreiem Zustand bleibt.

11.1 Federstahl-Druckbleche

Wenn die Druckobjekte schlecht auf dem Druckblech haften, muss das Blech gereinigt werden. Wählen Sie das richtige Reinigungsmittel für den jeweiligen Druckblechtyp (siehe unten), geben Sie eine kleine Menge auf ein sauberes Papiertuch und wischen Sie die Druckfläche ab. Die besten Ergebnisse erzielen Sie, wenn das Blech kalt ist – andernfalls könnten Sie sich an der Düse oder am Heizbett verbrennen, und der Alkohol würde verdampfen, bevor er etwas reinigen kann. Einzelheiten finden Sie in Kapitel 7 Ihr erster Druck.

Die Druckfläche muss nicht vor jedem Druck gereinigt werden. Wichtig ist nur, die Oberfläche des Blechs nicht mit den Fingern oder schmutzigen Werkzeugen zu berühren.

Die empfohlenen Reinigungsmittel unterscheiden sich je nach Druckblechtyp etwas. Hinweise zu bestimmten Materialien (z. B. die Notwendigkeit einer Trennschicht, damit die Oberfläche nicht beschädigt wird) finden Sie im vorherigen Kapitel.

	Korrekte Verwendung	Risiken und Gefahren
Glattes PEI-Blech	• Isopropylalkohol 90 % und mehr (IPA) ist der beste Entfetter. Verwenden Sie KEINE Handdesinfektionsgele und ähnliche Produkte, auch wenn sie IPA enthalten können – sie enthalten in der Regel auch fettende und feuchtigkeitsspendende Bestandteile. • Warmes Wasser mit einigen Tropfen Spülmittel (falls IPA z. B. Zuckerreste auf dem Blech nicht entfernt). • Aceton – gelegentlich zur gründlicheren Auffrischung des Blechs. • Verwenden Sie beim Drucken mit FLEX einen Klebestift.	• IPA + PETG bewirkt, dass der Druck sehr stark am Blech haftet und sich nur extrem schwer entfernen lässt. Drucken Sie Materialien wie PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP und FLEX nur mit einer Trennschicht (Klebestift).
Strukturiertes PEI-Blech	• Isopropylalkohol 90 % und mehr (IPA) – der beste Entfetter. • Verwenden Sie niemals Aceton.	

	Korrekte Verwendung	Risiken und Gefahren
Satiniertes PEI-Blech	• Geeignet für PLA und PETG. • Isopropylalkohol 90 % und mehr (IPA) – der beste Entfetter. • Beim Drucken mit FlexFill 98A ist kein Klebestift erforderlich. • Große Auswahl unterstützter Materialien, einschließlich anspruchsvoller Materialien wie PC Blend.	• Verwenden Sie niemals Aceton! • Drucke aus ASA und PC Blend erfordern einen Rand, eine Schürze oder einen Schild um das Objekt. • Verwenden Sie keine scharfen Gegenstände, um den Druck von der Oberfläche des Blechs zu entfernen!

Hinweis

Die Kalibrierwerte können bei den einzelnen Druckblechen leicht abweichen, da die Dicke der Oberflächenschicht unterschiedlich ist. Wenn Sie gerade das Blech gewechselt haben, prüfen Sie das Aussehen der ersten Schicht und stellen Sie die Düsenhöhe gegebenenfalls mit Live Adjust Z nach. Neuere Firmware-Versionen ermöglichen es, die Kalibrierwerte in Druckblechprofilen zu speichern.

Hinweis

Alle Original-Druckbleche von Prusa Research sind doppelseitig.



Glattes PEI-Blech und strukturiertes pulverbeschichtetes PEI-Blech und ihre Auswirkung auf die erste Schicht

11.2 Federstahlblech mit doppelseitigem STRUKTURIERTEM pulverbeschichtetem PEI

- kratz- und beschädigungsresistente Oberfläche
- die Oberflächenstruktur überträgt sich auf die ersten Schichten des Drucks
- toleranter bei der Einstellung von Live Adjust Z
- FLEX benötigt keinen Klebestift
- die Drucke lösen sich nach dem Abkühlen des Blechs in der Regel von selbst
- die erste Schicht kann stärker gequetscht sein als bei glatten Blechen (siehe Kapitel zur Kalibrierung der ersten Schicht)
- PLA-Drucke mit kleiner Kontaktfläche benötigen möglicherweise einen Rand
- PLA-Drucke mit großer Grundfläche (über das gesamte Blech) können sich verziehen
- wenn Sie auch das glatte PEI-Blech verwenden, muss Live Adjust Z geändert werden
- niemals mit Aceton reinigen

Die direkt auf das Metall aufgetragene Pulverbeschichtung ermöglichte ein Druckblech, das äußerst beschädigungsresistent ist. Stößt eine aufgeheizte Düse dagegen, kann das Metall die Wärme ableiten. Die Pulverbeschichtung verleiht der Unterseite des Drucks zugleich eine charakteristische Struktur.

Die strukturierte Oberfläche verbirgt die meisten mechanischen Beschädigungen durch verschiedene Werkzeuge. Verkratzt werden können nur die Spitzen der winzigen Erhebungen; an der Unterseite des Modells sind solche Kratzer nicht sichtbar.

Warnung

Reinigen Sie das strukturierte pulverbeschichtete Blech niemals mit Aceton! Es würden Mikrorisse in der PEI-Struktur entstehen, die die Oberfläche mit der Zeit verschlechtern.

Diese Oberfläche verwendet der Hersteller in seiner Druckfarm – die charakteristische Struktur finden Sie auf den gedruckten Teilen Ihres Druckers.

11.3 Federstahlblech mit doppelseitigem GLATTEM PEI

- ideal für PLA
- hervorragende Haftung für fast alle Materialien
- glatte Unterseite der Drucke
- auch winzige Details haften hervorragend
- von Zeit zu Zeit mit Aceton auffrischen
- beim Drucken mit PETG nicht mit IPA reinigen; ein Trennmittel kann erforderlich sein
- beim Drucken von Materialien wie PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP, Flex und anderen müssen Sie einen Klebestift verwenden – siehe Kapitel 10 Materialratgeber
- wenn Sie auch das strukturierte PEI-Blech verwenden, muss Live Adjust Z geändert werden

Warnung

Der Industriekleber, mit dem die PEI-Folie auf dem Blech befestigt ist, erweicht bei Temperaturen über 110 °C. Bei höheren Temperaturen kann der Kleber unter der Folie wandern und kleine Unebenheiten auf der Oberfläche bilden.

Hinweis

Wenn sich unter der PEI-Folie kleine Blasen bilden, drehen Sie das Blech einfach um und drucken Sie auf der anderen Seite. Die Blasen haben keinen Einfluss auf die Druckqualität und verschwinden nach einigen Tagen oder Wochen.

11.4 Federstahlblech mit doppelseitigem SATINIERTEM PEI

- geeignet für PLA und PETG
- fein strukturierte Oberfläche
- nur mit hochwertigem Isopropylalkohol (90 % und mehr) reinigen
- beim Drucken mit FlexFill 98A ist kein Klebestift erforderlich
- große Auswahl unterstützter Materialien, einschließlich anspruchsvoller Materialien wie PC Blend
- einfache Pflege und gute Haftung
- kein Aceton verwenden – es beschädigt die Oberfläche schnell
- Drucke aus ASA und PC Blend erfordern einen Rand, eine Schürze oder einen Schild um das Objekt
- beim Blechwechsel muss Live Z neu eingestellt werden (siehe Kapitel 11.6 Druckblechprofile)
- verwenden Sie KEINE scharfen Metallgegenstände (z. B. einen Metallspachtel), um den Druck vom Blech zu entfernen

11.5 Verbesserung der Haftung

In einigen Sonderfällen, z. B. beim Drucken eines hohen Objekts mit sehr kleiner Kontaktfläche, kann es nötig sein, die Haftung zu verbessern. Glücklicherweise ist PEI ein chemisch sehr beständiges Polymer, sodass Sie verschiedene haftungsfördernde Mittel vorübergehend auftragen können, ohne die Oberfläche zu beschädigen. Das gilt auch für Materialien, die unter normalen Umständen nicht auf PEI haften würden. Empfehlungen für bestimmte Materialien finden Sie in diesem Handbuch und unter help.prusa3d.com.

Bevor Sie etwas auf das Blech auftragen, erwägen Sie die Verwendung der Funktion **Rand** in PrusaSlicer, die die Fläche der ersten Schicht vergrößert.

11.6 Druckblechprofile

Sowohl das glatte als auch das strukturierte pulverbeschichtete PEI-Blech haben ihre Vorzüge, wie in den vorherigen Kapiteln ausführlich beschrieben. Wenn Sie beide besitzen, beachten Sie, dass die Düsenhöhe (Live Z) nach jedem Blechwechsel neu eingestellt werden muss – die Bleche sind nicht gleich dick.

Damit die erste Schicht nicht nach jedem Blechwechsel neu kalibriert werden muss, verfügt die Firmware ab Version 4.3.0 über Druckblechprofile. Öffnen Sie **LCD-Menü** – **Einstellungen** – **HW-Setup** – **Blechprofile**; dort finden Sie die Liste der Profile. Wählen Sie ein Profil aus und führen Sie die Kalibrierung der ersten Schicht durch. Der Live-Z-Wert wird dadurch im gewählten Profil gespeichert. Tun Sie das für jedes Blech, das Sie besitzen; danach können Sie einfach zwischen ihnen wechseln – entweder im Menü der Blechprofile oder direkt im Menü **Einstellungen**, wo Sie den Namen des Blechs in eckigen Klammern finden. Durch Klicken auf den Eintrag wechseln Sie zu einem anderen Profil; es werden nur Profile mit gültiger Kalibrierung der ersten Schicht angezeigt.

Standardmäßig sehen Sie im Profilmenü folgende Profile: smooth1, smooth2, textured1, textured2, custom1, custom2. Nach Auswahl eines Profils werden folgende Optionen angezeigt:

- **Auswählen** – bestätigt die Auswahl des Blechs, das dann zum Standard wird.
- **Kalibrierung der ersten Schicht** – startet die Kalibrierung der ersten Schicht für das gewählte Blechprofil.
- **Zurücksetzen** – setzt die Kalibrierwerte der ersten Schicht auf die Werkseinstellungen zurück.

11.7 Lager

Nach einigen hundert Druckstunden sollten Sie die glatten Stangen mit einem Papiertuch abwischen. Dem MINI+ liegt eine Tube Prusa-Schmiermittel bei; Sie können es auch im E-Shop des Herstellers in der Rubrik Zubehör kaufen. Tragen Sie es auf die glatten Stangen aller Achsen (X, Y, Z) auf. Bewegen Sie anschließend die X-Achse einige Male von Hand nach links und rechts und bewegen Sie die Z-Achse über das Druckermenü auf und ab. Das Heizbett bewegen Sie entlang der Y-Achse von Hand vor und zurück. Eine ausführliche Wartungsanleitung finden Sie unter help.prusa3d.com.

Wenn Sie den Eindruck haben, dass sich eine der Achsen nicht mehr leichtgängig bewegt, können die Lager ausgebaut und von innen geschmiert werden (sie müssen von den glatten Stangen abgenommen werden, da die Kunststofflippe des Lagers sonst verhindert, dass das Schmiermittel ins Innere gelangt).

11.8 Lüfter

Bei beiden Lüftern wird die Drehzahl (RPM) gemessen, sodass der Drucker erkennt, wenn ein Lüfter plötzlich langsamer wird – z. B. wegen eines eingeklemmten Filamentstücks. Wenn ein Lüfterfehler angezeigt wird, prüfen Sie, ob sich der Lüfter frei dreht, und entfernen Sie eventuelle Fremdkörper. Versuchen Sie nicht, die Drehzahlüberwachung zu umgehen – der Drucker könnte beschädigt werden.

Beide Lüfter sollten nach einigen hundert Druckstunden geprüft und gereinigt werden. Entfernen Sie Staub mit Druckluft aus der Dose, kleine Kunststofffäden mit einer Pinzette. Blasen Sie keine Druckluft auf einen laufenden Lüfter.

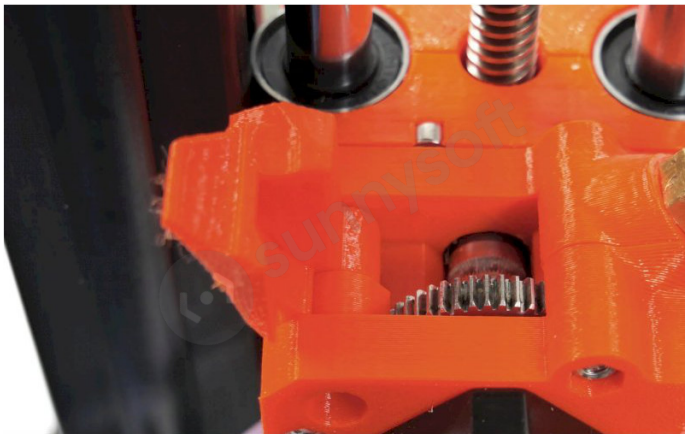
11.9 Antriebsräder des Extruders

Die Antriebsräder des Extruders benötigen keine Schmierung. Mit der Zeit können sich in ihren Rillen Filamentspäne ansammeln, die eine Unterextrusion verursachen. Blasen Sie die Verunreinigungen mit Druckluft aus oder verwenden Sie eine kleine Messingbürste oder einen Zahnstocher. Nutzen Sie die Zugangsöffnung an der Oberseite des Extruders. Reinigen Sie, was Sie erreichen können, drehen Sie dann das Rad etwas weiter und fahren Sie fort.

11.10 PTFE-Schläuche

Der MINI+ hat insgesamt vier PTFE-Schläuche, die von Zeit zu Zeit eine grundlegende Wartung erfordern können. Die Schläuche führen das Filament von der Spule durch den Extruder bis zur Düse. Mit der Zeit können sich darin kleine Filamentspäne ansammeln.

Die Reinigung der PTFE-Schläuche ist sehr einfach – eine Dose Druckluft genügt. Wenn die PTFE-Schläuche abgenutzt sind und das Filament nicht mehr richtig hindurchgleiten kann, können verschiedene Probleme auftreten: Probleme beim Laden des Filaments, Unterextrusion und andere. Der Hersteller hat Online-Anleitungen erstellt, die bei der Lösung von Problemen mit den PTFE-Schläuchen und der Düse/dem Hotend helfen. PTFE-Schläuche sind Verbrauchsmaterial, und ihre Qualität nimmt mit der Zeit ab. Den Artikel zur Behebung einer verstopften Düse/eines verstopften Hotends sowie die Anleitung zum Austausch des PTFE-Schlauchs des Hotends finden Sie in der Wissensdatenbank unter help.prusa3d.com.



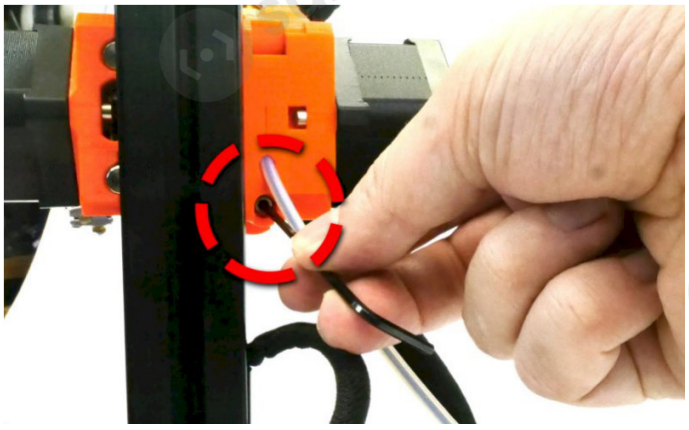
1. Der erste Schlauch führt zum Extruder und lässt sich von Hand herausziehen. Lässt er sich nur schwer lösen, müssen Sie möglicherweise die Schraube M3×12 im Extruder lösen. Siehe den Artikel „How to access and clean the extruder-pulley (MINI)“ unter help.prusa3d.com.
2. Der zweite Schlauch führt vom Extruder zum Druckkopf. Lösen Sie die Muttern mit einem Schraubenschlüssel der Größe 10 – dieselbe Vorgehensweise gilt, wenn das Filament beim Laden oder Entladen in diesem Schlauch stecken bleibt.
3. Entfernen Sie den PTFE-Hauptschlauch (wie in Schritt 2) und lösen Sie zugleich die Fittings im Extruder oder im Druckkopf, um an die Schläuche drei und vier zu gelangen. Diese müssen nur geprüft werden, wenn das Filament nicht frei durch sie hindurchläuft.

11.11 Verstopfter / verklemmter Extruder

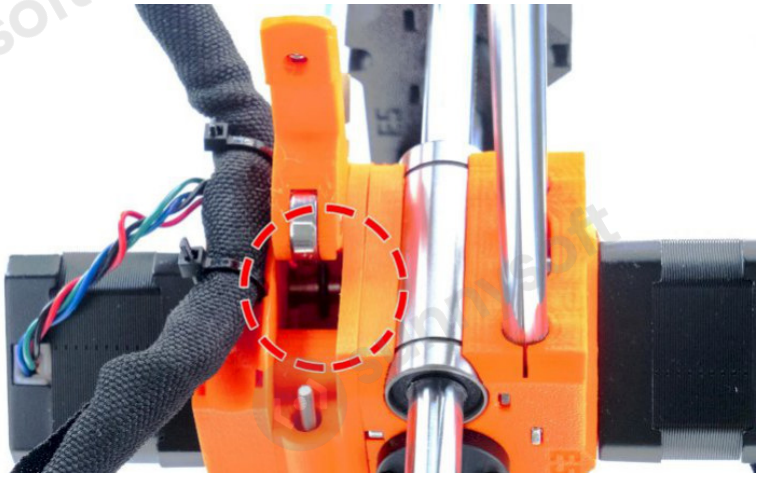
Im Extruder verklemmtes Material kann Probleme beim Drucken oder beim Laden eines neuen Filaments verursachen.

Auf der rechten Seite des Extruders (von vorn gesehen) befindet sich direkt unter dem PTFE-Schlauch eine Schraube. Durch Lösen oder Anziehen dieser Schraube regulieren Sie den Anpressdruck des Idlers. Wenn Sie die Schraube vollständig herausdrehen, können Sie die Idler-Klappe auf der linken Seite des Extruders öffnen – der Druckkopf muss sich dabei auf der gegenüberliegenden Seite der X-Achse befinden.





Nach dem Öffnen des Idlers können Sie beide Antriebsräder leicht reinigen und im Extruder hängen gebliebene Filamentreste entfernen. Wir empfehlen, die Räder von Zeit zu Zeit zu prüfen und Verunreinigungen zu entfernen.



Geöffneter Idler – im Inneren ist der geladene Filamentstrang zu sehen

11.12 Reinigung der Düse

Warnung

Berühren Sie bei diesen Vorgängen nicht die Düse – sie ist sehr heiß und kann Verbrennungen verursachen!

Hinweis

Fahren Sie den Druckkopf zur leichteren Reinigung ganz nach oben: **LCD-Menü** – **Einstellungen** – **Achse bewegen** – **Z bewegen**. So erhalten Sie besseren Zugang zum Hotend.

11.12.1 Aus der Düse kommt nur wenig Filament

Wenn das Filament nicht gleichmäßig durch den Extruder läuft und aus der Düse nur eine geringe Menge austritt, prüfen Sie zunächst, ob der Hotend-Lüfter richtig arbeitet und die Temperatur richtig eingestellt ist (PLA 215 °C, ASA 260 °C, PETG 230 °C). Prüfen Sie auch, ob das Filament richtig in den Extruder geladen ist.

Hilft das nicht, gehen Sie wie folgt vor:

1. Heizen Sie die Düse auf die Temperatur des Filaments auf, mit dem Sie drucken möchten. Laden Sie das Filament und schieben Sie von unten eine Akupunkturnadel (im Lieferumfang des Druckers enthalten) oder einen dünnen Draht (0,3–0,35 mm) 1–2 cm tief in die Düse. Wir empfehlen das Tragen von Handschuhen – geschmolzenes Material kann unerwartet herausfließen.
2. Wählen Sie im LCD-Menü **Filament laden** und prüfen Sie, ob das Filament richtig extrudiert wird.

3. Schieben Sie die Akupunkturnadel oder den Draht erneut in die Düse und wiederholen Sie den Vorgang mehrmals. Sobald das Filament richtig extrudiert wird, ist die Düse sauber.

11.12.2 Aus der Düse kommt kein Filament

Wenn Sie sehen, dass das Filament durch den PTFE-Hauptschlauch läuft, aber nicht aus der Düse austritt, ist das Hotend höchstwahrscheinlich verstopft. Für eine vollständige Reinigung gehen Sie wie folgt vor:

1. Heizen Sie die Düse auf die Temperatur des Filaments auf, mit dem Sie drucken möchten. Laden Sie das Filament und schieben Sie von unten eine Akupunkturnadel (im Lieferumfang des Druckers enthalten) oder einen dünnen Draht (0,3–0,35 mm) 1–2 cm tief in die Düse. Wir empfehlen das Tragen von Handschuhen – geschmolzenes Material kann unerwartet herausfließen.
2. Wählen Sie im LCD-Menü **Filament laden** und prüfen Sie, ob das Filament richtig extrudiert wird.
3. Schieben Sie die Akupunkturnadel oder den Draht erneut in die Düse und wiederholen Sie den Vorgang mehrmals. Sobald das Filament richtig extrudiert wird, ist die Düse sauber.

11.13 Austausch der Düse

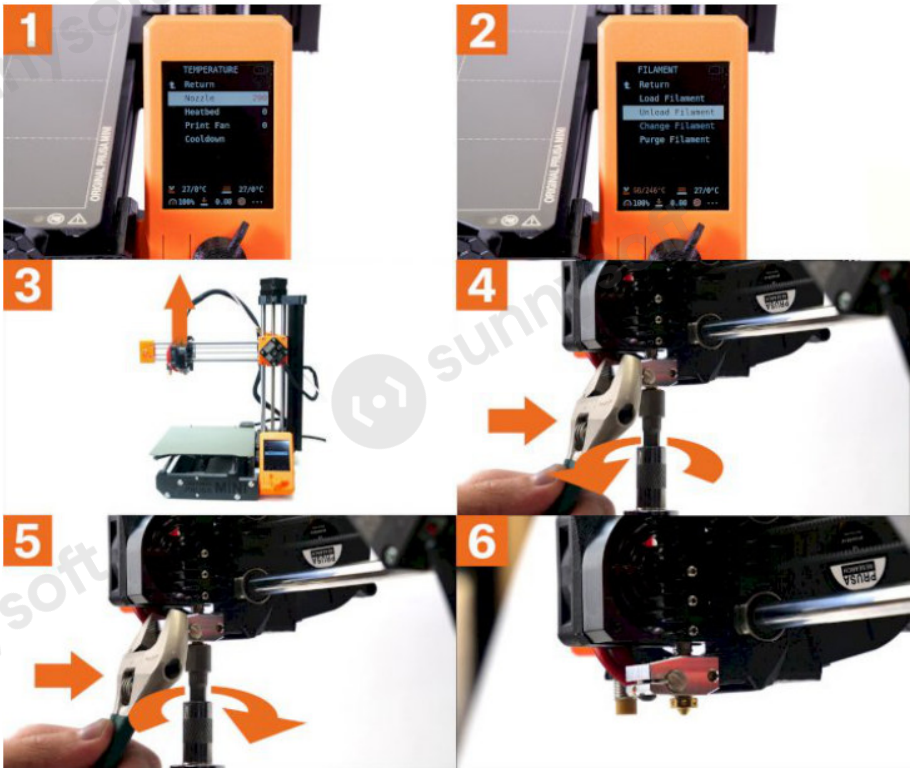
Hinweis

Wenn Sie eine Olsson-Ruby-Düse austauschen, lesen Sie zuerst die Anweisungen ihres Herstellers (3DVerkstan), andernfalls könnten Sie sie beschädigen.

Warnung

VORSICHT: Erhitzte Teile können schwere Verbrennungen verursachen! Seien Sie besonders vorsichtig in der Nähe der Thermistorleitungen des Hotends – sie brechen leicht ab.

Sie benötigen einen Schraubenschlüssel der Größe 16 (oder einen verstellbaren Schraubenschlüssel) zum Festhalten des Heizblocks sowie eine Zange oder einen Steckschlüssel der Größe 7 für die Düse. Legen Sie eine nicht brennbare Unterlage bereit (z. B. einen Teller oder Alufolie), auf der Sie die heiße Düse ablegen. Entladen Sie vor dem Austausch das Filament.



1. Heizen Sie die Düse auf 280 °C auf (**LCD-Menü** – **Einstellungen** – **Temperatur** – **Düse**). Das Aufheizen der Düse ist für diesen Vorgang unerlässlich!
2. Fahren Sie den Druckkopf so weit wie möglich nach oben (**LCD-Menü** – **Einstellungen** – **Achse bewegen** – **Z bewegen**). Schalten Sie dann den Drucker aus.
3. Halten Sie den Heizblock mit dem Schraubenschlüssel der Größe 16 (oder dem verstellbaren Schraubenschlüssel) fest.
4. Schrauben Sie die Düse mit der Zange oder dem Steckschlüssel der Größe 7 heraus (sie wird durch Drehen nach links gelöst). Vorsicht, die Düse ist noch heiß! Legen Sie sie auf die nicht brennbare Unterlage.
5. Schrauben Sie die neue Düse ein, solange das Hotend noch heiß ist und der Heizblock mit dem Schlüssel festgehalten wird, und ziehen Sie sie behutsam, aber fest an. Wenden Sie keine übermäßige Kraft an! Zwischen Düse und Heizblock muss ein Spalt von etwa 0,5 mm bleiben – die Düse sitzt dann am Heatbreak an und dichtet ab.
6. Laden Sie das Filament, und Sie können drucken.

Warnung

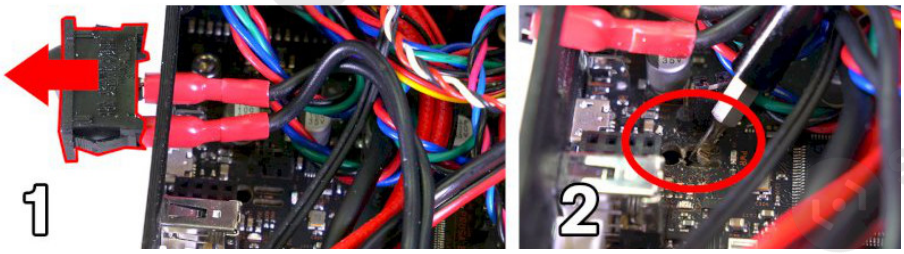
Die Düse ist während des gesamten Vorgangs heiß und kann Verbrennungen verursachen! Seien Sie vorsichtig in der Nähe der Thermistorleitungen des Hotends – sie brechen leicht ab.

Das Heatbreak lässt sich leicht verbiegen – wenden Sie keine übermäßige Kraft an! Führen Sie nach dem Düsenwechsel die Kalibrierung der ersten Schicht durch!

11.14 Flashen von unsignierter Firmware

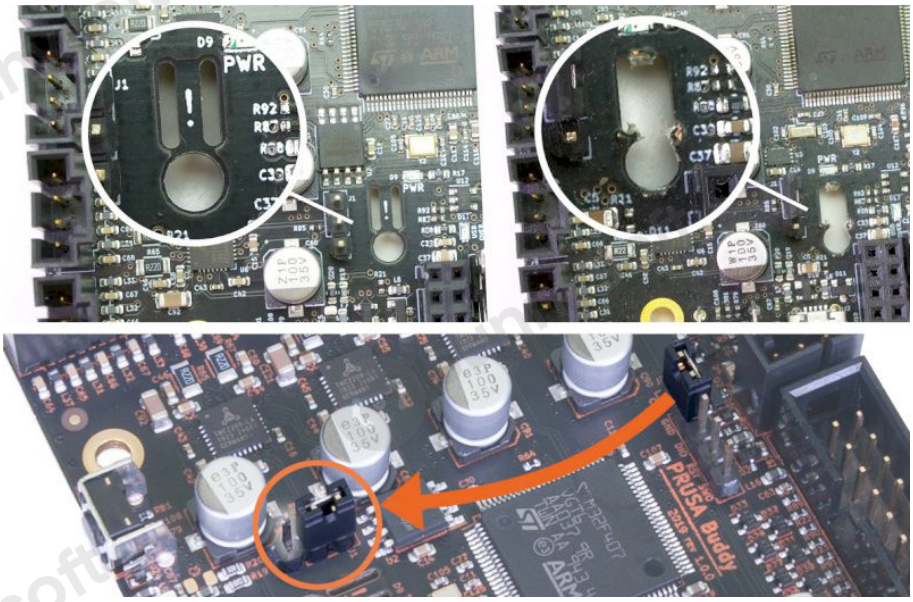
Der Hersteller nimmt die Sicherheit sehr ernst. Vor jeder Veröffentlichung durchläuft die Firmware intensive Tests, die überprüfen, ob alle Sicherheitsfunktionen richtig arbeiten. Fällt einer der Sensorwerte aus dem Normbereich, wird die Heizung gestoppt, um Schäden am Drucker und seiner Umgebung zu verhindern. Bei Community-Versionen der Firmware lässt sich das Vorhandensein dieser Sicherheitsfunktionen nicht überprüfen.

Die offizielle Firmware ist mit einem privaten Schlüssel signiert, und der Drucker prüft diese Signatur vor einer Aktualisierung. Wenn Sie eigene (oder von der Community erstellte) unsignierte Firmware flashen möchten, müssen Sie das Siegel (Appendix) auf der Buddy-Hauptplatine durchbrechen und den Jumper in die richtige Position bringen. Dadurch erlischt auch die Garantie auf die Elektronik. Ziehen Sie zuerst den Netzschalter heraus, um an das Siegel (1) zu gelangen. Brechen Sie dann mit einem dünnen Schraubendreher vorsichtig den mittleren Teil (2) heraus – sehen Sie sich die Fotos in diesem Kapitel an! Prüfen Sie auch die drei Pins über dem Siegel – der Jumper muss auf den beiden Pins näher zur Mitte der Platine sitzen. Sitzt der Jumper auf einem anderen Pinpaar, versetzen Sie ihn gemäß dem Bild unten. Fehlt der Jumper, setzen Sie ihn vor dem Start ein.



Warnung

Das Durchbrechen des Siegels auf der Buddy-Platine ist UNUMKEHRBAR und führt zum ERLÖSCHEN DER GARANTIE AUF DIE ELEKTRONIK DES DRUCKERS. Wenn Sie das Siegel durchbrechen, lehnt der Hersteller die Verantwortung für jegliche Schäden am Drucker und/oder seiner Umgebung (z. B. im Fall eines Brandes) ab.



Ungebrochenes (links) und gebrochenes Siegel (rechts), richtige Position des Jumpers (unteres Foto)

12. Filamentsensor (optionales Zubehör)

Für den Original Prusa MINI+ können Sie als optionales Zubehör einen mechanischen IR-Filamentsensor kaufen. Der Sensor wird am Ende des PTFE-Schlauchs montiert, durch den das Filament in den Drucker eingeführt wird, und muss an die Hauptplatine angeschlossen sein. Mit einem einfachen Mechanismus erkennt er, ob ein Filamentstrang eingelegt ist. Dank des Sensors kann der Drucker den Druck anhalten, wenn das Filament ausgeht. Nach dem Laden eines neuen Strangs kann der Druck fortgesetzt werden.



Eine Installationsanleitung finden Sie unter help.prusa3d.com.

12.1 Wenn das Filament ausgeht

Wenn Sie den optionalen Filamentsensor haben, bedeutet ausgehendes Filament keinen misslungenen Druck mehr. Geht das Filament aus, hält der Drucker den Druck automatisch an, schiebt die verbleibenden Zentimeter aus dem Heatbreak heraus und fährt den Druckkopf vom Druck weg. Sie werden aufgefordert, die Spule zu wechseln und einen neuen Strang zu laden.

Entfernen Sie das während des Ladens extrudierte Filament mit einer Zange. Danach können Sie den Druck fortsetzen.

Wenn Sie keinen Filamentsensor haben, kann es passieren, dass nach dem Ausgehen des Filaments ein Rest des Strangs im PTFE-Hauptschlauch verbleibt und der Extruder ihn nicht herausschieben kann. Lösen Sie mit dem Schraubenschlüssel die Mutter am PTFE-Hauptschlauch und trennen Sie ihn vom Extruder. Ziehen Sie dann den Strang von Hand heraus – vergessen Sie nicht, zuvor die Düse vorzuheizen! Die genaue Vorgehensweise zum Abnehmen des PTFE-Schlauchs finden Sie in Kapitel 11.10 PTFE-Schläuche.

12.2 Falsche Sensormesswerte und Fehlersuche

Wenn Sie Probleme mit dem Filamentsensor haben, z. B. falsche (oder zufällige) Messwerte, stellen Sie sicher, dass der Sensor richtig angeschlossen ist. Öffnen Sie gemäß den Schritten in der Montageanleitung unter help.prusa3d.com (Original Prusa MINI+ assembly – Building your MINI+ – 27. Connecting the filament sensor) die Abdeckung der Elektronik. Prüfen Sie, ob der Sensor richtig angeschlossen und die Verkabelung nicht beschädigt ist. Bestehen die Probleme weiterhin, wenden Sie sich an den technischen Support des Herstellers.

13. Häufig gestellte Fragen und Fehlerbehebung

Hinweis
Ab Firmware-Version 4.3 zeigt der MINI+ bei einem Fehler einen Fehlerbildschirm mit einer kurzen Erklärung des Problems an. Der Bildschirm enthält auch einen Link zum entsprechenden Artikel unter help.prusa3d.com und einen QR-Code, den Sie mit dem Mobiltelefon scannen können, um die Hilfeseite direkt zu öffnen.

13.1 Verzogene X-Achse

Schlägt das Mesh Bed Leveling fehl, gibt es zwei mögliche Ursachen: eine defekte SuperPINDA-Sonde oder eine verzogene X-Achse. Der Verzug ist in der Regel die Folge einer fehlerhaften Montage. Lösen Sie die drei Schrauben, mit denen die gesamte Z-Achsen-Baugruppe an der Y-Achse (dem Heizbett) befestigt ist. Befestigen Sie die Z-Achsen-Baugruppe gemäß der Montageanleitung erneut. Achten Sie auf die korrekte Ausrichtung der beiden Teile.

Sobald der Drucker wieder zusammengebaut ist, fahren Sie die Z-Achse (Düse) nahe an das Druckblech, ohne dass die Düse es berührt. Bewegen Sie dann den Druckkopf vorsichtig von Hand von links nach rechts und beobachten Sie, ob die Düse immer denselben Abstand zum Blech hält.

Geringe Abweichungen sind zulässig – der Drucker kann sie dank der Funktion Mesh Bed Leveling ausgleichen.

Eine defekte SuperPINDA-Sonde ist leicht zu erkennen. Wenn Sie das Mesh Bed Leveling aus dem Menü **Kalibrierung** starten, leuchtet oben an der Sonde eine rote LED. Erlischt sie während einer Bewegung oder leuchtet sie gar nicht, kann die Sonde oder ihr Kabel defekt sein. Einzelheiten finden Sie unter help.prusa3d.com – Original Prusa MINI+ – Troubleshooting – XZ-axis skew correction.

13.2 Der Drucker liest den USB-Stick nicht

Kann der Drucker den USB-Stick nicht lesen, starten Sie ihn zuerst neu. Wird der Fehler „Error mounting USB drive“ angezeigt, hat der USB-Stick wahrscheinlich ein inkompatibles Dateisystem (z. B. exFAT) oder ist zu groß. Versuchen Sie es mit einem kleineren, FAT32-formatierten USB-Stick (z. B. 4–16 GB). Mehr über unterstützte Größen und die Formatierung finden Sie unter help.prusa3d.com im Abschnitt Original Prusa MINI+ – About your printer – SD cards and USB drives.

Nach dem Einstecken des USB-Sticks können zwei häufige Situationen auftreten:

Nach dem Einstecken des USB-Sticks ist das Menü Drucken nicht erreichbar

- Starten Sie den Drucker zuerst neu.
- Verwenden Sie einen USB-Stick mit einer einzigen Partition und dem Dateisystem FAT32.
- Versuchen Sie einen anderen USB-Stick.
- Wenn Sie mehrere USB-Sticks ausprobiert haben und keiner erkannt wird, ist möglicherweise die Hauptplatine defekt. Wenden Sie sich an den technischen Support des Herstellers.

Der USB-Stick wird erkannt, aber in der Liste werden keine Dateien angezeigt

- Stellen Sie sicher, dass Sie einen kompatiblen G-Code verwenden.
- Stellen Sie sicher, dass die Datei vollständig und korrekt auf den Stick geschrieben wurde (verwenden Sie in Windows vor dem Abziehen des Sticks die Funktion zum sicheren Entfernen).
- Versuchen Sie einen anderen USB-Stick und eine andere G-Code-Datei.
- Versuchen Sie, die Datei in etwas Einfaches umzubenennen, z. B. „print.gcode“.

13.3 Lose Riemen der X- und/oder Y-Achse

Prüfen Sie, ob beide Riemen richtig gespannt sind. Lose Riemen verursachen Druckfehler oder machen das Drucken ganz unmöglich. Die einfachste Prüfung ist das Drucken eines runden Objekts – ist einer der Riemen nicht richtig gespannt, entsteht statt eines perfekten Kreises eine unregelmäßige Form. Der Riemen der Y-Achse befindet sich unter dem Heizbett, der Riemen der X-Achse bewegt den Druckkopf. Eine ausführliche Anleitung finden Sie unter help.prusa3d.com im Abschnitt Original Prusa MINI+ – Using the printer – Printer maintenance – Adjusting belt tension (MINI+).

13.4 Filament im PTFE-Schlauch verklemmt

Bleibt das Filament irgendwo im Drucker stecken, lässt es sich in der Regel leicht entfernen. Gehen Sie nach Kapitel 11.11 Verstopfter / verklemmter Extruder vor – trennen Sie den PTFE-Hauptschlauch ab, stellen Sie fest, wo das Filament stecken geblieben ist, und entfernen Sie es auf die entsprechende Weise.

13.5 Die Referenzfahrt der X-Achse (Homing) schlägt fehl

Die häufigste Ursache sind die Kabel, die vom Druckkopf zum Extruder führen und im Weg sind. Wenn sich der Druckkopf der Z-Achsen-Baugruppe auf der rechten Seite des Druckers nähert, achten Sie darauf, ob ihn Kabel in seiner Bewegung behindern.

Bausatz
Wenn Sie den Bausatz haben, stellen Sie sicher, dass die Kabel vom Extruder zum Druckkopf genügend Spiel haben. Sind sie zu kurz, erreicht der Druckkopf möglicherweise nicht das Ende der X-Achse.

13.6 Heizfehler

Bleibt der Drucker mit einem roten Bildschirm und einem Fehler im Zusammenhang mit der Heizung stehen, prüfen Sie die Verkabelung der Heizelemente und Thermistoren. Einzelheiten finden Sie unter help.prusa3d.com.

13.7 Lüfterfehler

Stellt der Drucker den Betrieb ein und zeigt einen Fehler in Bezug auf die Lüfter an, prüfen Sie die Verkabelung beider Lüfter des Druckkopfs (Hotend-Lüfter und Drucklüfter). Einzelheiten finden Sie unter help.prusa3d.com.

13.8 Rückkehr zu einer älteren Firmware-Version

In einigen Fällen kann es nötig sein, zu einer älteren Firmware-Version zurückzukehren. Kopieren Sie die Datei mit der älteren Firmware auf einen FAT32-formatierten USB-Stick. Stecken Sie den Stick in den Drucker, drücken Sie die Reset-Taste, und sobald auf dem Bildschirm das Logo Original Prusa MINI+ erscheint, drücken Sie einmal den Drehknopf. Dadurch öffnet sich der Bildschirm zum Flashen der Firmware. Wählen Sie **Flash**, um die vorhandene Firmware mit der Version vom USB-Stick zu überschreiben.

13.9 Die Düse stößt gegen das Blech und ähnliche Probleme

Wenn Sie Probleme mit der Kalibrierung der ersten Schicht oder mit dem Mesh Bed Leveling haben, prüfen Sie erneut die Verkabelung des Druckers. Stellen Sie sicher, dass alle Kabel, die zur Elektronikbox führen, richtig angeschlossen sind.

Bausatz
Wenn Sie die Bausatzversion des MINI+ haben, stellen Sie sicher, dass sich die SuperPINDA-Sonde in der richtigen Position befindet. Sitzt die Sonde zu hoch oder zu niedrig, kann das zu Problemen bei der Kalibrierung und beim Selftest führen.

14. Erweiterte Fehlerbehebung

14.1 Hardware

Bei einem Fehler zeigt der MINI+ einen Fehlerbildschirm mit einer kurzen Erklärung des Problems, einem Link zum Artikel in der Wissensdatenbank des Herstellers und einem QR-Code an (siehe Kapitel 6.3). Anleitungen zur erweiterten Fehlerbehebung an der Hardware und zum Austausch von Teilen sind online unter help.prusa3d.com verfügbar.

14.2 Druckqualität

Wenn die Drucke nicht Ihren Vorstellungen entsprechen oder ernsthafte Qualitätsmängel aufweisen (verschobene Schichten, Ghosting, unterextrudierte Teile), müssen Sie die Ursache finden und beheben. In der Wissensdatenbank des Herstellers unter help.prusa3d.com finden Sie im Abschnitt Original Prusa MINI+ Troubleshooting ausführliche Anleitungen zur Behebung von Problemen mit der Druckqualität, einschließlich Abbildungen und druckerspezifischer Anweisungen.

15. Hersteller und Support

Technischen Support, die aktuelle Version dieses Handbuchs, Firmware, PrusaSlicer und weitere Informationen finden Sie auf der Website des Herstellers.
Hersteller: Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Prag 7, Tschechische Republik
Website: www.prusa3d.com
Support: help.prusa3d.com, support@prusa3d.com
E-Mail: info@prusa3d.com

Importeur
Sunnysoft s.r.o.
Kovanecká 2390/1a
190 00, Praha 9 - Libeň
www.sunnysoft.cz

3D ПРИНТЕР
Original Prusa MINI+

Наръчник по 3D печат



Ръководство за потребителя

Преди да започнете да използвате продукта, прочетете внимателно това ръководство и го запазете. Спазвайте всички инструкции за безопасност; така предпазвате себе си и околните. Неспазването на инструкциите може да доведе до материални щети или наранявания. Запазете ръководството за бъдещи справки.

Съдържание

1 Инструкции за безопасност 5

1.1 Разположение и основна употреба 5
1.2 Електрическа безопасност 6
1.3 Механични опасности 6
1.4 Риск от изгаряне 7
1.5 Правилна употреба на двустранните печатни плочи 7
1.6 Работа с филаменти 8
1.7 Ограничаване на отговорността 8

2 Символи върху продукта 9

3 Технически данни 10

4 Въведение 10

4.1 Кратък наръчник преди първия печат 11
4.2 Означения, използвани в ръководството 12

5 Речник на термините 12

6 Боравене с принтера и транспортиране 14

6.1 Изключване на захранващия блок 15
6.2 Как да се свържете с техническата поддръжка 15
6.3 Екрани за грешки 15
6.4 Разопаковане, сглобяване и първо пускане 16

7 Вашият първи отпечатък 17

7.1 Основно управление 17
7.2 Актуализиране на фърмуера 18
7.3 Подготовка на гъвкавите печатни плочи 19
7.4 Съветник за калибриране (Wizard) 20
7.5 Selftest 20
7.6 Зареждане и изваждане на филамента 21
7.7 Калибриране на първия слой (First Layer Calibration) 22
7.8 Контролен списък 25
7.9 Стартиране на първия печат 25
7.10 Сваляне на отпечатъка 26
7.11 Проверки и действия след приключване на печата 26

8 Разширени функции **27**
8.1 Структура на менюто . . . 27
8.2 Принцип на автоматичното калибриране на масата (Mesh Bed Leveling) . . . 28
8.3 Възстановяване на фабричните настройки . . . 28
8.4 Мрежова връзка . . . 28

9 Печат на собствени модели **29**
9.1 Намиране на модел за печат . . . 29
9.2 Създаване на собствен модел . . . 30
9.3 Какво е файл G-code? . . . 31
9.4 PrusaSlicer . . . 31
9.5 Импортиране на обекти в PrusaSlicer . . . 32
9.6 Използване на подпори . . . 33
9.7 Скорост на печат срещу качество на печат . . . 35
9.8 Запълване (infill) . . . 36
9.9 Периферия (brim) . . . 36
9.10 Печат на големи обекти . . . 36
9.11 Печат на многоцветни обекти . . . 37
9.12 Слайсване и експортиране . . . 38

10 Наръчник за материалите **39**
10.1 PLA . . . 39
10.2 PET/PETG . . . 40
10.3 ASA/ABS . . . 42
10.4 PC (поликарбонат) и PC Blend . . . 43
10.5 PVB . . . 44
10.6 Гъвкави материали . . . 45

11 Редовна поддръжка **46**
11.1 Гъвкави печатни плочи . . . 46
11.2 Гъвкава плоча с двустранно ТЕКСТУРИРАНО прахово боядисано PEI 49
11.3 Гъвкава плоча с двустранно ГЛАДКО PEI . . . 50
11.4 Гъвкава плоча с двустранно САТЕНЕНО PEI . . . 50
11.5 Подобряване на адхезията . . . 51
11.6 Профили на печатните плочи . . . 51
11.7 Лагери . . . 52
11.8 Вентилатори . . . 52
11.9 Подаващи зъбни колела на екструдера . . . 52
11.10 PTFE тръбички . . . 53

11.11 Запушен / блокирал екструдер 54
11.12 Почистване на дюзата 55
11.13 Смяна на дюзата 56
11.14 Зареждане на неподписан фърмуер 58

12 Сензор за филамент (допълнителен аксесоар) 59
12.1 Когато филаментът свърши 59
12.2 Грешни показания на сензора и откриване на неизправност 60

13 Често задавани въпроси и отстраняване на проблеми 60
13.1 Изкривена ос X 60
13.2 Принтерът не разчита USB флаш паметта 61
13.3 Разхлабени ремъци на оста X и/или оста Y 62
13.4 Филамент, заседнал в PTFE тръбичката 62
13.5 Търсенето на изходното положение на оста X (homing) е неуспешно 62
13.6 Грешки при нагряването 62
13.7 Грешки на вентилаторите 63
13.8 Връщане към по-стара версия на фърмуера 63
13.9 Дюзата се удря в плочата и подобни проблеми 63

14 Разширено отстраняване на проблеми 63
14.1 Хардуер 63
14.2 Качество на печата 64

15 Производител и поддръжка 64

1. Инструкции за безопасност

Бъдете много внимателни при работа с 3D принтера. Това е електрическо устройство с подвижни и нагряващи се части.

1.1 Разположение и основна употреба

Предупреждение

Уверете се, че принтерът е разположен и се използва на подходящо място, за да избегнете възможни рискове.

- Това устройство е предназначено за работа само на закрито. Не излагайте устройството на вода или сняг. Контактът с вода и други течности може да доведе до повреда на електрониката, къси съединения и други видове повреди. Винаги използвайте принтера в суха среда.
- Поставете принтера на безопасно и сухо място. Основата трябва да е хоризонтална и стабилна — идеална е работната маса. Около принтера трябва да има поне 30 cm свободно пространство. Ако в близост до принтера има препятствия, това може да повлияе на работата му или да причини прекомерно износване на кабелните оплетки или на самите кабели. Износените кабели могат да представляват риск (електрически удар, пожар).
- Уверете се, че нито един от вентилационните отвори или вентилаторите не е блокиран. Принтерът има вградено следене на оборотите на вентилаторите, но в някои случаи (неправилно сглобяване, повредени компоненти, неофициален фърмуер) следенето може да не работи правилно. Недостатъчното охлаждане може да доведе до прегряване и сериозна повреда на принтера (риск от повреда на електрониката, пожар).
- Уверете се, че принтерът е разположен така, че да не може да се преобърне или да падне на земята. Ако принтерът е претърпял физическа повреда, не го използвайте — повредените части могат да представляват риск за безопасността.
- Захранващият адаптер и кабелите трябва да са разположени така, че да не може да се спъне в тях, да се стъпи върху тях или да се повредят по друг начин. Уверете се, че кабелът не е повреден. Ако е повреден, незабавно спрете да използвате устройството и сменете кабела. Повредените кабели представляват риск за безопасността — опасност от електрически удар.
- Не оставяйте включения принтер без надзор! Принтерът има следене на температурата и редица интелигентни функции за по-висока

безопасност, но при употреба, противоречаща на инструкциите в това ръководство, или при повреда на компонент може да възникне риск от пожар.

1.2 Електрическа безопасност

Предупреждение

За да избегнете риска от електрически удар, спазвайте следващите инструкции.

- Принтерът може да се захранва само от стандартен контакт 230 V AC / 50 Hz или 110 V AC / 60 Hz. Никога не използвайте алтернативни източници — те могат да причинят проблеми или дори повреда на принтера.
- Никога не използвайте принтера, ако захранващите му кабели са повредени по какъвто и да е начин — независимо дали става дума за мрежовия кабел, за кабела от адаптера към принтера или за кабелите на самия принтер. Повредените кабели могат да причинят електрически удар.
- При изваждане на захранващия кабел от контакта не дърпайте кабела, а щепсела — така намалявате опасността от повреда на щепсела или на контакта. Конекторът към принтера има предпазна застопоряваща ключалка — първо я освободете и едва след това извадете кабела от принтера.
- Никога не разглобявайте захранващия блок на принтера — той не съдържа части, които неквалифицирано лице може да поправи. Винаги предавайте принтера на квалифициран сервизен техник. Неправомерната намеса в захранващия блок може да доведе до повреда на принтера и до риск от електрически удар.
- Устройството се изключва от мрежата чрез изваждане на щепсела. Електрическият контакт трябва да е леснодостъпен.

1.3 Механични опасности

Предупреждение

Подвижните механични части на принтера могат да причинят нараняване.

- Никога не посягайте към вътрешните компоненти на принтера, докато той е включен в електрическата мрежа или работи — съществува опасност от нараняване от механични части или от електрически удар.

- Не позволявайте на деца да работят с принтера без надзор от възрастен — дори когато принтерът не печата.

1.4 Риск от изгаряне

Предупреждение

Не докосвайте нагряващите се части на принтера — нагряваемата маса, печатната плоча и частите на печатащата глава. Съществува риск от изгаряне.

Внимание! По време на печат частите на печатащата глава и печатната маса могат да се нагреят до много високи температури! Не ги докосвайте, докато печатът не приключи и принтерът не се охлади — текущите температури се показват на LCD екрана. Докосването на нагорещени части може да причини сериозни изгаряния.

1.5 Правилна употреба на двустранните печатни плочи

Предупреждение

Всеки тип печатна плоча изисква малко различна поддръжка. Неправилното боравене и употреба могат да доведат до повреда на печатната плоча. Печатните плочи са консуматив и подлежат на износване. Преди употреба прочетете следващите редове.

Предупреждение

Никога не почиствайте повърхността на текстурираната и на сатенената печатна плоча с ацетон!

- Прочетете информацията за поддръжка в глава 11 Редовна поддръжка.
- При смяна на печатните плочи отново донастройте височината на дюзата (Live Adjust Z) — плочите имат малки отклонения в дебелината. По-новите версии на фърмуера поддържат профили на печатните плочи, в които могат да се запазват калибрационните стойности за по-бърза смяна. Повече в глава 11 Редовна поддръжка.
- За обезмасляване на плочата използвайте качествен изопропилов алкохол (90 % и повече). Не използвайте препарати, в които IPA е само една от съставките (напр. дезинфектанти за ръце) — тези продукти обикновено съдържат други добавки, които могат да повлияят отрицателно на свойствата на печатната плоча.

- Не мийте плочата под течаща вода — ламарината може да започне да ръждясва.
- Не отстранявайте PEI фолиото от повърхността на плочата.
- Преди първия печат почистете плочата с кърпичка, напоена с изопропилов алкохол.

1.6 Работа с филаменти

Забележка

При правилно боравене работата с филаменти е лесна и безопасна. Прочетете следващите препоръки.

- За избрания материал винаги използвайте препоръчаните температури.
- Внимавайте с разтопената пластмаса — тя може да причини изгаряния! Ако от дюзата виси разтопена пластмаса, не я отстранявайте с ръка — използвайте клещи или друг инструмент.
- Някои материали могат да отделят силна миризма при печат — проветрявайте помещението редовно.
- Боравете с филамента така, както е описано в следващите глави на това ръководство.

1.7 Ограничаване на отговорността

Действия в противоречие с информацията в това ръководство могат да доведат до нараняване, лоши резултати при печат или повреда на 3D принтера. Погрижете се всеки, който ще работи с принтера, да е запознат със съдържанието на ръководството и да го е разбрал правилно.

Тъй като производителят не контролира условията, при които сглобявате и използвате принтера Original Prusa MINI+, той не поема отговорност и изрично отхвърля отговорност за загуби, наранявания, щети или разходи, възникнали от или свързани по какъвто и да е начин със сглобяването, боравенето, съхранението, употребата или изхвърлянето на продукта. Информацията в това ръководство се предоставя без каквато и да е гаранция, изрична или подразбираща се.

2. Символи върху продукта



Подробна информация за функциите, правилната употреба и поддръжката на устройството ще намерите в това ръководство и онлайн на страницата help.prusa3d.com.



Преди всяка сервизна намеса е необходимо първо да изключите 3D принтера от източника на електрическо захранване (захранващия адаптер), в противен случай съществува опасност от електрически удар. Преди поддръжка на устройството направете справка с ръководството и с базата знания на help.prusa3d.com.



При боравене с или докосване на така обозначените части е необходимо да се подхожда с повишено внимание и да се избягват другите опасности, посочени с конкретни символи, например опасност от гореща повърхност. Докосването на нагорещени части (нагряваема маса, части на печатащата глава) може да причини сериозни изгаряния.



Температурата на частите, обозначени с този символ, може значително да надвишава температурата на околната среда. Докосването на такива части с незащитена част на тялото може да причини изгаряния.



Незащитените подвижни механични части могат да причинят нараняване — подхождайте с повишено внимание.



Не докосвайте печатащата глава по време на печат — съществува опасност от изгаряне или нараняване от подвижни части.



В непосредствена близост до така обозначените части се включват и изключват големи електрически токове. Лица с имплантиран пейсмейкър или други устройства за управление и контрол на сърдечната дейност трябва да подхождат с повишено внимание и да се консултират с лекуващия си лекар относно използването на 3D принтера.



Това устройство е съставено от компоненти, чието изхвърляне трябва да бъде в съответствие с директивата относно отпадъците от електрическо и електронно оборудване.

3. Технически данни

Наименование	Original Prusa MINI+
Производител	Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Чешка република
Имейл за контакт	info@prusa3d.com
Група ЕЕО	3 (ИТ и/или телекомуникационно оборудване)
Употреба на устройството	само на закрито
Захранващ блок	импулсен адаптер AC/DC, вход 100–240 V AC, 50/60 Hz, 2,0 A; изход макс. 24 V, 6,67 A, 160 W
Предпазител	мин. B16A (за ЕС)
Степен на защита	IP20
Работен температурен диапазон	18–38 °C, само за употреба на закрито
Работна влажност на въздуха	85 % или по-малко
Съвместими филаменти	само с диаметър 1,75 mm
Тегло на опаковката (бруто / нето)	7,6 kg / 4,85 kg

Серийният номер се намира на рамката на принтера, както и на външната опаковка. Това устройство може да се използва безопасно само на закрито, където е защитено (особено захранващият му блок и LAN конекторът) от външни въздействия на околната среда.

Лицензионни условия

Принтерът Original Prusa MINI+ е част от проекта RepRap — първия проект за 3D принтери с отворен код, свободно разпространяван под лицензa GNU GPL v3. Ако промените някои от нашите части и искате да ги продавате, трябва да публикувате изходните файлове под същия лиценз. Всички печатаеми части на принтера са достъпни на www.prusa3d.com.

4. Въведение

Благодарим Ви, че закупихте 3D принтера Original Prusa MINI+ от Josef Průša. Вашето доверие позволява на производителя да инвестира в по-нататъшното развитие на MINI+ и на други продукти в областта на 3D печата. Original Prusa MINI+ е компактен, интелигентен и достъпен

принтер. Той е отличен за начинаещи, за любители майстори, за фирми и за създаване на ферма за 3D печат. Прочетете това ръководство наистина внимателно — всяка глава съдържа ценна информация, която ще Ви помогне да овладеете правилно работата с принтера и редовната му поддръжка.

Най-новата версия на това ръководство ще намерите във формат PDF на www.prusa3d.com. Ако при използването на принтера срещнете проблеми, не се колебайте да се свържете с производителя на info@prusa3d.com. Той с удоволствие ще отговори на въпросите Ви и ще изслуша идеите Ви за подобрения. Можете да посетите и базата знания help.prusa3d.com или дискусионните форуми forum.prusa3d.com.



Original Prusa MINI+

4.1 Кратък наръчник преди първия печат

Прочетете внимателно глава 7 Вашият първи отпечатък.

1. Поставете сглобения принтер на равна и стабилна основа.
2. Включете принтера, поставете приложената USB флаш памет и актуализирайте фърмуера.
3. Калибрирайте принтера според инструкциите на екрана.
4. Отпечатайте примерен обект.

4.2 Означения, използвани в ръководството

Забележка

Съвети, препоръки или важна информация, която ще Ви помогне при работата с принтера.

Предупреждение

Тази част от текста е много важна — прочетете я внимателно! От нея зависят както правилната работа на принтера, така и безопасността при използването му.

Комплект за сглобяване

Тази информация се отнася за комплекта за сглобяване Original Prusa MINI+.

Наименованията на елементите от менюто и на бутоните, както се показват на LCD екрана на принтера, са набрани в текста с този шрифт: **Settings**.

5. Речник на термините



1. **Гъвкава стоманена печатна плоча** – съществува в три варианта: с гладка, със сатенена и с текстурирана прахово боядисана повърхност. Плочите служат като основа, върху която се изгражда печатаният обект. Обърнете внимание на главата за поддръжка на принтера, за да можете да осигурите оптимални условия за 3D печат.
2. **Нагряваема маса (heatbed)** – намира се непосредствено под гъвкавата печатна плоча. Нагряваемата маса осигурява достатъчна адхезия на отпечатъка към печатната повърхност. Внимание: не докосвайте нагорещената маса!
3. **Ос Y** – общо наименование на целия възел на нагряваемата маса (гладки водещи оси, ремък, маса и т. н.).
4. **Бутон за управление и бутон за рестартиране** – въртящият се бутон за управление е основният елемент за управление на принтера. Чрез завъртане надясно/наляво избирате елементи или задавате стойности, а чрез натискане потвърждавате избора. Вляво от бутона за управление е бутонът за рестартиране — натискането му е равносилно на бързо изключване и включване на принтера. Полезен е например когато трябва незабавно да прекъснете печата.
5. **LCD екран** – дисплей за управление на 3D принтера. С въртящия се бутон се движите в менюто, а с натискането му потвърждавате избора.
6. **Главен превключвател** – когато принтерът не работи, изключвайте го с този превключвател.
7. **USB порт и microUSB порт** – USB портът служи за свързване на флаш памети (USB 2.0/3.0) с файлова система FAT32. От USB флаш паметта се зарежда G-code с инструкциите за печат или файловете за актуализация на фърмуера. MicroUSB портът може да се използва за управление на принтера със софтуер на трети страни, напр. OctoPrint.
8. **Главна PTFE тръбичка** – води нишката на филамента от екструдера към печатащата глава и дюзата. От време на време проверявайте дали в нея не се натрупват замърсявания, които биха попречили на свободното преминаване на филамента.
9. **Фитинги** – в двата края на главната PTFE тръбичка. Ако в тръбичката заседне филамент, с помощта на ключа (включен в комплекта на принтера) свалете фитинга, а след това и самата тръбичка, за да достигнете до филамента. Имайте предвид, че PTFE тръбичките са консуматив — качеството им може да се влоши с времето. Повече информация ще намерите в главата за PTFE тръбичките.
10. **Вентилатор за печата** – охлажда печатания обект и подобрява качеството на печата. Оборотите му (RPM) се следят постоянно.
11. **Печатаща глава** – олекотената печатаща глава се състои от hotend (печатна дюза), сонда SuperPINDA и два вентилатора. За по-добро

качество на печата по-тежките компоненти на екструдера са преместени върху конструкцията на оста Z.

12. **Дюза** – дюза с диаметър 0,4 mm. Може да се смени с друг диаметър (напр. 0,25 mm или 0,6 mm) за постигане на по-добри детайли или по-висока скорост на печат. Съвместима е с дюзите E3D.
13. **Ос Z** – общо наименование на цялата конструкция на вертикалната ос (гладки водещи оси, мотор на оста Z и т. н.).
14. **Екструдер / мотор на екструдера** – за разлика от 3D принтерите MK2 или MK3S, при MINI+ моторът на екструдера е неподвижно закрепен отстрани на конструкцията, така че не се движи по оста X. Подаващите зъбни колела избутват филамента през главната PTFE тръбичка към печатащата глава.
15. **Ос X** – с помощта на ремък позволява движението на печатащата глава отляво надясно.
16. **Държач за ролка** – трябва да е разположен до принтера така, че филаментът да влиза в PTFE тръбичката отдолу. Филаментът не трябва да се огъва под остър ъгъл.

6. Боравене с принтера и транспортиране

Пренасяйте принтера Original Prusa MINI+ по препоръчания начин. Можете да го хванете или за мотора на оста Z отгоре, или за конструкцията на оста Z — вижте снимките по-долу. Никога не повдигайте принтера за кабелите или за PTFE тръбичките — това може да го повреди!



6.1 Изключване на захранващия блок

Предупреждение

Конекторът на захранващия кабел, който се включва в принтера, има застопоряваща ключалка — не го дърпайте със сила! Не дърпайте кабела! Неправилното боравене може да доведе до повреда на конектора или на кабела.

Първо освободете ключалката, като изтеглите капачето на конектора в посока от принтера. След като ключалката е освободена, можете да извадите конектора от принтера.



6.2 Как да се свържете с техническата поддръжка

Ако срещнете каквито и да е затруднения с Вашия 3D принтер MINI+, първо прегледайте последните глави на това ръководство с общите указания за отстраняване на проблеми или посетете базата знания на производителя на help.prusa3d.com. Ако предложените решения не помогнат, свържете се с техническата поддръжка на производителя по имейл на support@prusa3d.com или чрез чата на страницата prusa3d.com — прозорецът на чата е в долния десен ъгъл.

6.3 Екрани за грешки

Ако принтерът се сблъска със сериозна грешка, се показва екран за грешка. Информацията на екрана помага грешката да бъде разпозната, диагностицирана и отстранена. Обърнете внимание на следващите данни на екрана.



1. **Наименование на грешката**
2. **Кратко описание** – на грешката и на препоръчаните следващи стъпки.
3. **QR код** – ако го сканирате с телефона си, ще бъдете насочени към статия в базата знания с пълни указания за отстраняване на грешката. Връзката в QR кода съдържа също хеш на устройството (вижте по-долу).
4. **Адрес в базата знания** – ако нямате телефон под ръка, можете да въведете този адрес в уеб браузър и да отворите съответното ръководство.
5. **Версия на фърмуера** – може да помогне при диагностицирането на грешката.
6. **Хеш на устройството** – връзката, вградена в QR кода, може да съдържа незадължителен „хеш на устройството“ (може да се включи или изключи в настройките). Благодарение на тази информация производителят може да провери дали на принтера е инсталиран актуалният фърмуер — и ако не е, в горната част на статията се показва предупреждение. Информацията от връзката се съхранява в базата данни на производителя, който така получава по-добра представа кои грешки са най-чести и колко грешки е регистрирал всеки принтер.

6.4 Разопаковане, сглобяване и първо пускане

3D принтерът Original Prusa MINI+ се предлага както като частично сглобен принтер (свързване на три основни части), така и като комплект за сглобяване, от който ще сглобите MINI+ от нулата, винт по винт. Да сглобите сами своя принтер е отличен начин да научите колкото може повече за работата му — а благодарение на подробните ръководства на производителя това е по силите на всеки. Ръководството за сглобяване както на частично сглобения принтер, така и на комплекта ще намерите в базата знания на производителя на help.prusa3d.com. След като

сглобите принтера, върнете се тук и продължете с подготовката за първия печат.

Забележка

Онлайн версията на ръководството за сглобяване ще отворите на help.prusa3d.com.

Предупреждение

Преди да започнете да използвате устройството за първи път, проверете на www.prusa3d.com дали няма налична по-нова версия на фърмуера.

7. Вашият първи отпечатък

Подготовката на принтера за първия печат отнема приблизително 15–30 минути (без сглобяването). За да работи принтерът правилно, обърнете внимание на следващите стъпки.

В тази глава ще научите как да:

1. управлявате принтера,
2. актуализирате фърмуера,
3. подготвите печатната повърхност преди първия печат,
4. извършите първоначалното калибриране,
5. заредите филамент,
6. стартирате първия печат.

7.1 Основно управление

Цялото конфигуриране и управление на принтера се извършва с един-единствен елемент за управление — въртящия се бутон (1). С натискането му потвърждавате избора.



Бутонът за рестартиране (2) е разположен вляво от бутона за управление. Натискането му е равносилно на бързо изключване и включване на принтера. Полезен е, когато принтерът се държи неочаквано или когато е необходимо незабавно да спрете неуспешен печат.

7.2 Актуализиране на фърмуера

Принтерът се доставя с най-новата версия на фърмуера, налична в момента на производството. Въпреки това препоръчваме да проверите на www.prusa3d.com дали няма налична по-нова версия — така ще си осигурите най-добрите възможни резултати при печат.

Фърмуер, изтеглен от сайта на производителя, се зарежда така:

1. Изтеглете правилния файл с фърмуер от www.prusa3d.com (ZIP архив) и го разархивирайте.
2. Копирайте файла .BBF на USB флаш памет, форматирана със файлова система FAT32 — можете да използвате флаш паметта, приложена към принтера MINI+.
3. Поставете USB флаш паметта в USB порта на принтера.
4. Рестартирайте принтера с бутона за рестартиране до въртящия се бутон.
5. Процесът на актуализация трябва да започне автоматично.
6. Изчакайте процесът да приключи.



Забележка

За принудително зареждане на фърмуера (напр. когато трябва да преминете към по-стара версия) поставете USB флаш памет с желания файл .BBF, рестартирайте принтера и по време на стартирането натиснете и задръжте въртящия се бутон.

7.3 Подготовка на гъвкавите печатни плочи

Следвайте указанията за избрания тип печатна плоча (вижте по-долу) и я подготовете за първия печат.

В нагряваемата маса са скрити високотемпературни магнити, които държат свалящите се гъвкави печатни плочи на място. В задната част на масата има два щифта, които влизат точно в изрезите на печатните плочи. Щифтовете не са предназначени за двата отвора от противоположната страна на плочата! Преди да поставите плочата върху масата, уверете се, че масата е чиста и по нея няма замърсявания. **Никога не печатайте директно върху нагряваемата маса.**

Преди да започнете, разопаковайте почистващата кърпичка, напоена с изопропилов алкохол, и избършете с нея печатната плоча.



Нагряваема маса и печатна плоча с текстурирана прахово боядисана повърхност

За добра адхезия на печатания обект е от съществено значение печатната повърхност да е чиста. Повече информация за подготовката на печатната повърхност и за препоръчаните почистващи препарати ще намерите в глава 11 Редовна поддръжка.

7.4 Съветник за калибриране (Wizard)

При първото включване на принтера се стартира Съветникът (Wizard). Той ще Ви преведе през всички тестове и калибрирания, които трябва да се извършат, преди да започнете да печатате.

Можете да стартирате Съветника и ръчно: **LCD menu** – **Calibration** – **Wizard**. Преди да стартирате Съветника, не забравяйте да прочетете глава 11.1 Гъвкави печатни плочи.

Съветникът за калибриране включва Selftest, Mesh Bed Leveling и калибриране на първия слой.

7.5 Selftest

Selftest е диагностичен инструмент, съставен от серия тестове. Той разкрива най-често срещаните проблеми, например неправилно свързани кабели. Ходът и резултатите от всяка стъпка се показват на LCD екрана. Ако Selftest открие грешка, той се прекъсва и показва причината, за да може потребителят да я отстрани. ВАЖНО: По време на Selftest върху нагряваемата маса трябва да има печатна плоча, в противен случай Selftest ще бъде неуспешен.

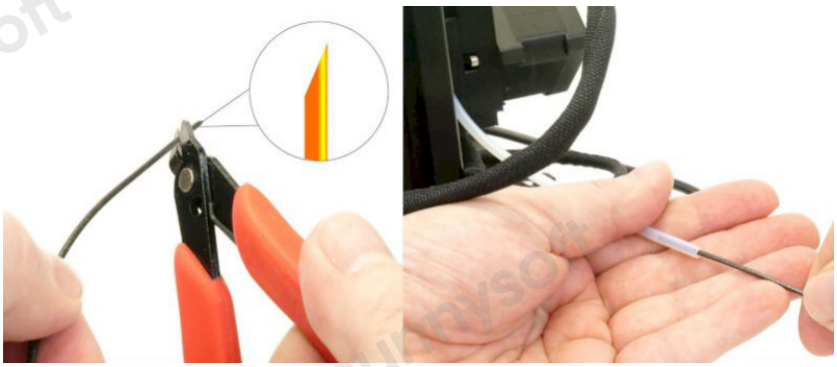
Selftest включва:

- тест на екструдера и на вентилатора за печата,
- тест на осите X, Y и Z,
- проверка на правилното свързване на нагряваемата маса и на hotend-а.

Забележка
Ако Selftest е неуспешен, уверете се, че печатната плоча е правилно поставена върху нагряваемата маса.

7.6 Зареждане и изваждане на филамента

След като Selftest приключи, можете да заредите нишка филамент. За първоначалното калибриране и за първия печат силно препоръчваме PLA — с него се работи лесно и не изисква никакви допълнителни стъпки (например нанасяне на лепило върху печатната плоча). Ако нямате ролка PLA, прочетете внимателно глави 10 Наръчник за материалите и 11 Редовна поддръжка, където ще научите как да подготвите печатната плоча за конкретни материали. Всеки път, когато зареждате нов филамент, се уверете, че краят му е отрязан остро и по нишката няма издутини или други неравности, които биха попречили на преминаването през PTFE тръбичката. Ролката трябва да е на същата височина като принтера, за да не се огъва нишката рязко.



Зареждане на филамент

1. Отрежете края на филамента до остър връх. Вкарайте филамента в PTFE тръбичката, водеща към екструдера (от дясната страна на принтера), или в късата PTFE тръбичка на сензора за филамент (допълнителен аксесоар).
2. Изберете **LCD menu** – **Filament** – **Load filament** и потвърдете с натискане на бутона.
3. Автоматично се показва менюто за предварително нагряване. Изберете типа филамент, който искате да заредите, и потвърдете избора с натискане на въртящия се бутон.
4. Изчакайте дюзата да се нагрее до необходимата температура.
5. С натискане на въртящия се бутон стартирайте зареждането и едновременно избутвайте филамента в екструдера, докато подаващите зъбни колела го захванат.
6. След това подаващите зъбни колела на екструдера автоматично зареждат филамента в печатащата глава. Принтерът ще попита дали цветът на изтласканата пластмаса е правилен. Имате три възможности: **Yes**/**No**/**Retry**. Ако изтласканата пластмаса е замърсена

с цвета на предишния филамент, изберете **No** и принтерът ще изтласка още материал. Опцията **Retry** повтаря процеса на зареждане — това е полезно например когато нишката е спряла по средата на главната PTFE тръбичка.

Забележка

Принтерът помни какъв филамент е зареден в него и след изключване. Типът на текущо заредения филамент се показва в долния десен ъгъл на LCD менюто.

За следващата стъпка оставете филамента зареден. Ако по някаква причина трябва да смените филамента преди калибрирането на първия слой (или по всяко друго време), постъпете така:

Изваждане на филамент

1. Изберете **LCD menu** – **Filament** – **Unload filament**.
2. Принтерът автоматично се нагрява предварително до правилната температура; когато я достигне, се чува звуков сигнал.
3. Натиснете бутона за управление — така стартирате изваждането на филамента.
4. След като екструдерът спре да избутва филамента навън, издърпайте го ръчно от PTFE тръбичката.

7.7 Калибриране на първия слой (First Layer Calibration)

Този процес калибрира разстоянието между върха на дюзата и сондата. Можете да стартирате калибрирането по всяко време от менюто **LCD menu** – **Calibration** – **First Layer Calibration**.

Предупреждение

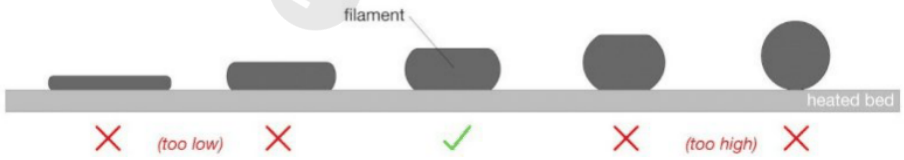
Уверете се, че печатната плоча е чиста и без следи от мазнина — проблем могат да причинят дори отпечатъци от пръсти. Преди да започнете, избършете плочата с приложената кърпичка, напоена с изопропилов алкохол.



След стартирането на калибрирането на първия слой принтерът пита дали е зареден филамент. След това измерва масата с функцията Mesh Bed Leveling (вижте глава 8.2 Принцип на автоматичното калибриране на масата (Mesh Bed Leveling)) и започва да печата зигзагообразен мотив върху печатната повърхност. Дюзата ще бъде на височина, определена от настройката на сондата SuperPINDA. В никакъв случай не трябва да докосва печатната повърхност.

От версия 4.3.0 на фърмуера екранът за настройка на височината на дюзата има нов вид с опростено изображение на дюзата. Когато регулирате височината на дюзата със завъртане на бутона по посока на или обратно на часовниковата стрелка, дюзата на екрана се движи в същата посока. Числото на екрана е само илюстративно — стойността на Вашия принтер ще е различна.

Наблюдавайте линията, която се изтласква върху печатната повърхност. Автоматично се показва ново меню — в него със завъртане на бутона донастройвате височината на дюзата в реално време. Целта е да настроите височината на дюзата така, че изтласканата пластмаса да залепва добре към масата и да е видимо леко сплескана.



Профил на първия слой — дюза твърде ниско (вляво), правилно (в средата), твърде високо (вдясно)

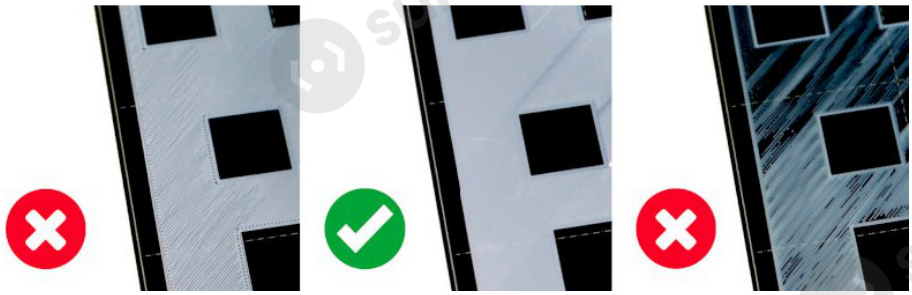
Тестовият мотив трябва да изглежда като на лявата или на средната картинка по-долу. Картинката вдясно показва двете основни грешки едновременно: дюза твърде високо (огънати линии, изместени ъгли) и дюза твърде ниско (пластмасата изобщо не се изтласква).



Какво да проверите:

- Слоят изтласкана пластмаса е леко сплескан.
- Ъглите на зигзагообразната линия са остри и не се повдигат от плочата.
- Линиите са прави и се държат здраво към плочата.
- Правоъгълникът в края на мотива има равномерна повърхност, без вълни и пролуки.

По-долу виждате детайл от отпечатък с дефекти в качеството, причинени от неправилна височина на дюзата. Средната картинка показва оптималното качество.



Сравнение на височината на първия слой — дюза твърде високо (вляво), оптимална височина (в средата), дюза твърде ниско (вдясно)

Комплект за сглобяване
Ако имате MINI+ във версия комплект за сглобяване и не успявате да постигнете равномерен първи слой, причината може да е неправилно разположена сонда SuperPINDA. В онлайн ръководството за сглобяване вижте как трябва да бъде разположена правилно сондата SuperPINDA.

7.8 Контролен списък

Ако сте преминали през всички стъпки, описани в предишните глави, можете да започнете своя първи печат. Преди да започнете, прегледайте заключителния контролен списък:

1. MINI+ е напълно сглобен и разположен на подходящо място.
2. Фърмуерът е актуализиран до най-новата версия.
3. Всички калибрирания са преминали успешно.
4. Върху нагряваемата маса има чиста печатна плоча, избърсана с кърпичка, напоена с изопропилов алкохол.
5. Филаментът е зареден.

7.9 Стартиране на първия печат

След като всичко е готово, отворете менюто **Print** (показва се само когато е поставена USB флаш памет). С въртящия се бутон изберете от списъка един от примерните обекти и наблюдавайте принтера. Препоръчваме да изберете логото PRUSA — на него най-добре ще видите колко добре сте донастроили първия слой при калибрирането на първия слой.



Така изглежда първият слой в идеално качество

Дюзата първо се нагрява предварително до 170 °C независимо от избрания филамент — така се предотвратява изтичането на филамент по време на началната фаза, която е Mesh Bed Leveling. След като Mesh Bed Leveling приключи, принтерът нагрява дюзата до правилната температура за печат и започва да печата началната почистваща линия в края на печатната плоча. След това отпечатва пола (skirt) около обекта и после самия обект.

Предупреждение

Следете внимателно качеството на първия слой. Изтласканата пластмаса трябва да залепва добре към плочата. Ако по някаква причина дюзата е твърде високо, снижете я с функцията **Live Adjust Z** (донастройка на височината на дюзата в реално време), която по време на печат е достъпна в менюто **Tune**. Другата възможност е да спрете печата, да почистите печатната плоча и да стартирате отново калибрирането на първия слой от менюто **Calibration**.

7.10 Сваляне на отпечатъка

След като печатът приключи, изчакайте нагряваемата маса да се охлади. Нагряваемата маса и печатната плоча могат в зависимост от настройките да имат температура над 100 °C и при докосване с незащитена кожа да причинят изгаряния. В зависимост от материала отпечатъкът може да се отлепи сам след охлаждане. Ако не, свалете печатната плоча и внимателно я огънете в двете посоки. След това я завъртете на 90° и повторете огъването. Не забравяйте да отстраните всички остатъци от филамент, например началната почистваща линия, полата и подпорите. Ако върху плочата остане пластмаса, не я отстранявайте с нокти — можете да се нараните. Използвайте метална шпатула върху гладката плоча или пластмасова шпатула върху текстурираната плоча.



Старайте се да не докосвате печатната повърхност с пръсти — отпечатъците от пръсти могат да намалят адхезията на следващия отпечатък.

7.11 Проверки и действия след приключване на печата

След като свалите примерния отпечатък от печатната плоча, разгледайте го внимателно и проверете за евентуални дефекти в качеството. Обектите, отпечатани с технологията FDM/FFF, никога не са идеално гладки — обикновено слоевете по тях са видими. Съществуват обаче начини повърхността на 3D отпечатъците да се изглади. Повече за допълнителната обработка (post-processing) ще научите в блога на производителя blog.prusa3d.com.

Предупреждение

Ако отпечатъкът има истински дефекти в качеството (липсващи части, изместени слоеве, недостатъчно екструдирани места), прочетете глава 14.2 Качество на печата в края на това ръководство.

Уверете се, че печатната плоча е чиста, и я поставете обратно върху нагряваемата маса. Можете да оставите филамента зареден в дюзата. Ако не планирате да печатате друг обект, изчакайте дюзата да се охлади до 50 °C и изключете принтера с превключвателя отстрани.

8. Разширени функции

8.1 Структура на менюто

- **Print**
- **Preheat**
  - **PLA**, **PETG**, **ASA**, **ABS**, **PVB**, **PC**, **HIPS**, **PP**, **Flex**
  - **Cooldown**
- **Filament**
  - **Load filament**
    - **PLA**, **PETG**, **ASA**, **ABS**, **PVB**, **PC**, **HIPS**, **PP**, **Flex**
    - **Cooldown**
  - **Unload filament**
  - **Change filament**
  - **Purge filament**
- **Calibration**
  - **Wizard**
  - **Live Adjust Z**
  - **Auto Home**
  - **Mesh Bed Leveling**
  - **Selftest**
  - **First Layer Calibration**
  - **Test Fans**
  - **Test XYZ-Axis**
  - **Test Heaters**
  - **Show Selftest results**
- **Settings**
  - **Temperature**
    - **Nozzle**
    - **Heatbed**
    - **Print fan**
    - **Cooldown**
  - **[Sheet profile]** – показва се, ако са настроени два или повече профила на печатни плочи
  - **Move Axis**
    - **Move X**, **Move Y**, **Move Z**, **Move E**
  - **Disable Steppers**
  - **Factory Reset**
  - **HW Setup**
    - **Sheet profiles**
      - **Sheet profile**: **Select**, **First Layer Calibration**, **Reset**
  - **FW Update**
  - **Filament sensor On / Off**
  - **LAN Settings**
  - **TZ (UTC + / -)**
  - **Save Crash Dump**
  - **Sound Mode: Once / Loud / Silent / Assist**
  - **Sound Volume**
  - **Device hash in QR On / Off**
  - **Language**
- **Info**
  - **System Info**
  - **Sensor Info**
  - **Version Info**

8.2 Принцип на автоматичното калибриране на масата (Mesh Bed Leveling)

Автоматичното калибриране на масата (Mesh Bed Leveling) се стартира от менюто **LCD menu** – **Calibration**. Този процес се извършва преди всеки печат. Същият процес протича и в началото на калибрирането на първия слой (вижте глава 7.7).

Сондата SuperPINDA преминава през мрежа от 4×4 точки, разположени по печатната плоча (независимо дали тя е с текстурирана прахово боядисана или с гладка PEI повърхност), и измерва разстоянието до плочата. От измерените точки чрез интерполация се създава виртуална мрежа на масата. Ако масата е леко изкривена (става дума за дребни неточности, възникнали от натрупването на производствени допуски или при сглобяването), дюзата все пак точно следва повърхността по време на печат според измерената мрежа — и качеството на първия слой е по-добро.

8.3 Възстановяване на фабричните настройки

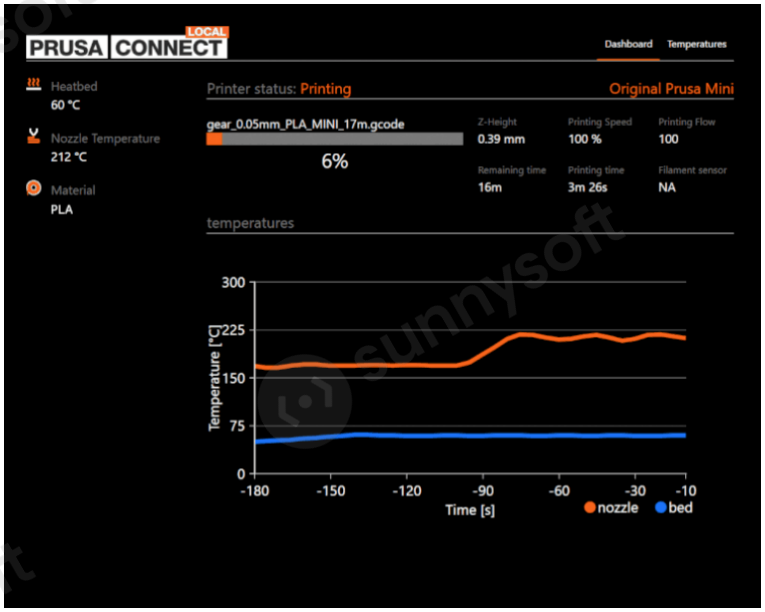
Възстановяването на фабричните настройки се извършва чрез **LCD menu** – **Settings** – **Factory Reset**. Така всички запазени стойности се връщат към стойностите по подразбиране.

8.4 Мрежова връзка

Original Prusa MINI+ има на основната платка Ethernet интерфейс (RJ45). Чрез него можете да свържете принтера към мрежа.

Някои мрежови функции може да не са напълно реализирани в доставяната версия на фърмуера. Информация за актуалните версии на фърмуера производителят публикува на www.prusa3d.com и в социалните мрежи.

Можете да свържете принтера Original Prusa MINI+ към локална мрежа (LAN) и да получите достъп до основна информация за принтера чрез уеб интерфейса PrusaConnect. Принтерът има включен DHCP по подразбиране. В менюто **LCD menu** – **Settings** – **LAN Settings** проверете дали на принтера е правилно присвоен IP адрес. След това на компютър или мобилен телефон, свързан към същата мрежа, отворете уеб браузър и въведете IP адреса на принтера в адресния ред. Ще се покаже основна информация за текущо изпълнявания печат. PrusaConnect в настоящата версия работи само в локалната мрежа, а функциите му ще бъдат разширявани в следващите издания на фърмуера.



Wi-Fi модулът (допълнителен аксесоар) не се поддържа от фърмуера по подразбиране. Информация за наличността на Wi-Fi модула производителят ще публикува на www.prusa3d.com или blog.prusa3d.com.

Забележка
Original Prusa MINI+ е съвместим и с инструмента на трети страни за мрежов печат OctoPrint. Информация за инсталирането и настройката ще намерите на официалните страници на проекта OctoPrint.

9. Печат на собствени модели

След като принтерът е напълно калибриран и примерните модели изглеждат добре, най-вероятно ще искате да печатате собствени модели. Имате редица възможности — повече ще научите в следващите глави.

9.1 Намиране на модел за печат

Най-лесният начин да започнете с 3D печата е да изтеглите модели от интернет — обикновено те са във форматите .3mf, .stl или .obj. За щастие в областта на 3D печата има много ентузиасти, така че съществуват сайтове, от които можете безплатно да изтеглите голямо количество готови 3D модели. Там ще намерите всичко възможно — от прост зар за игра до детайлна фигурка на герой от любим филм, игра или сериал. Можете да изтеглите и механични части, аксесоари за RC модели, предмети за дома и много други.

Най-добрите модели ще намерите на Printables.com

Printables.com (по-рано PrusaPrinters) е голяма онлайн библиотека с качествени 3D модели, управлявана от компанията Prusa Research. Целта ѝ е да обедини голяма активна общност от дизайнери, създатели и ентузиасти на 3D печата — независимо коя марка 3D принтер предпочитат. Тук се провеждат редовни състезания на общността с 3D принтери и филаменти като главни награди, а съществува и система за възнаграждения с виртуални и физически стоки — за активно членство събирате точки, които могат да се обменят за ролка Prusament или други стоки.

Благодарение на фокуса върху качествени, уникални и полезни модели винаги сте само на няколко клика от откриването на нещо ново за печат. А преди да изтеглите и отпечатате нещо, можете да използвате усъвършенствания вграден визуализатор на 3D модели, който работи не само с файлове STL и 3MF, но и с G-code. Посетете Printables.com и открийте активности, състезания, събития, групи, колекции и много други.

3D моделите много често са безплатни за изтегляне под лицензa Creative Commons – Attribution – Non-Commercial (моделите не могат да се използват с търговска цел и винаги трябва да се посочва името на автора) или срещу малка такса. Подбрахме най-интересните сайтове:

- Printables.com (www.printables.com)
- Thingiverse
- MyMiniFactory
- Pinshape
- YouMagine
- Shapeways
- Gambody

Моделите във формати .stl, .obj и подобни обаче не могат да се печатат на 3D принтер директно. Първо трябва да бъдат „слайснати“ (преобразувани) във файл G-code, който след това се копира на USB флаш памет. Поставете USB флаш паметта със слайснатия проект в принтера и в менюто **Print** изберете модела, който искате да отпечатате. Повече ще научите в глави 9.3 Какво е файл G-code? и 9.4 PrusaSlicer.

9.2 Създаване на собствен модел

За създаване на 3D модел е необходима специализирана програма — 3D редактор. Съществуват редица различни 3D програми и изборът обикновено зависи от това какъв тип модел искате да създадете.

За начало най-подходящ е Tinkercad — онлайн редактор, който работи в прозореца на браузъра, така че не е необходимо да се инсталира нищо.

Той е безплатен, прегледен и в интернет ще намерите много ръководства за него. Tinkercad е насочен предимно към създаването на по-малко детайлни и по-големи (напр. механични) части, идеални за печат FFF/FDM — Вашият MINI+ ще се справи с тях лесно.

Друг популярен инструмент е Autodesk Fusion 360 за PC, Mac и iPad. На сайта на производителя на програмата има кратък наръчник заедно с много подробни видеоуроци, така че това е идеален избор както за начинаещи, така и за професионалисти.

9.3 Какво е файл G-code?

3D моделите, които сте изтеглили от интернет или сте създали сами, трябва да бъдат преобразувани от първоначалния формат (.stl, .obj, .3mf и подобни) във файл с инструкции за принтера — така наречения G-code. Едва този формат е „разбираем“ за 3D принтерите. Файлът съдържа инструкции за движението на дюзата, количеството изтласкван филамент, настройките на температурите или скоростта на вентилаторите.

Съществуват десетки различни слайсери, всеки със своите предимства и недостатъци. Потребителите на принтери Prusa най-често използват тези три:

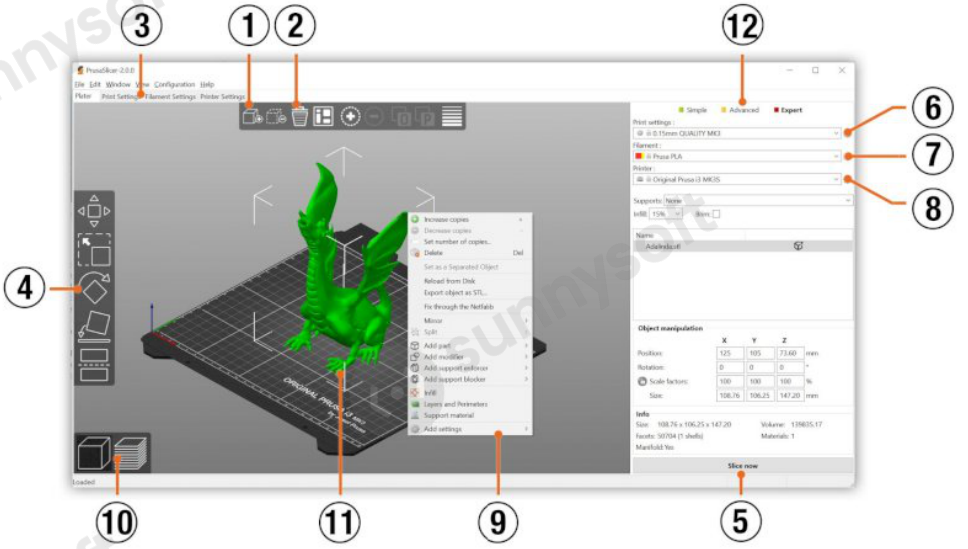
- PrusaSlicer
- Cura
- Simplify3D

9.4 PrusaSlicer

Както подсказва името, PrusaSlicer е собственият слайсер на производителя, разработен на базата на проекта с отворен код Slic3r. Той има редица полезни функции, например:

- профили за печат за повече от 30 филамента с автоматично актуализиране,
- променлива височина на слоя,
- потребителски подпори и модификатори,
- различни настройки за печат.

Най-новата стабилна версия винаги можете да изтеглите от www.prusa3d.com. Разработваните алфа/бета версии са достъпни в репозитория на проекта PrusaSlicer в GitHub.



Интерфейсът на PrusaSlicer

1. С бутона **Add** зареждате модел в PrusaSlicer.
2. Бутоните **Delete** и **Delete all** премахват модела (моделите) от PrusaSlicer.
3. Отваря подробните настройки за печат, филамент и принтер.
4. Инструменти **Move**, **Scale**, **Rotate**, **Place on face** и **Cut**.
5. Бутон за слайсване и генериране на файла .gcode.
6. Настройка на качеството / скоростта на печат.
7. Избор на материал.
8. Избор на принтер.
9. Щракване с десния бутон върху модела отваря контекстно меню.
10. Превключване между 3D редактора и прегледа на слоевете.
11. Преглед на модела.
12. Превключване между режимите **Simple** / **Advanced** / **Expert**.

9.5 Импортиране на обекти в PrusaSlicer

След стартирането на PrusaSlicer изберете в менюто **Printer** в дясната част на прозореца елемента **Original Prusa MINI+**. Ако не го виждате в списъка, добавете го или с опцията **Add a new printer** в същото меню, или чрез **Configuration** – **Configuration Wizard**. След това изберете височината на слоя, запълването и материала, който ще използвате. Вградените профили за филаменти имат предварително зададени и тествани настройки. Ако изберете неправилен профил, това може да повлияе отрицателно на печата поради несъвместими настройки.

PrusaSlicer позволява импортиране на обекти във форматите STL, OBJ, AMF и 3MF — това са най-често срещаните типове 3D файлове, които ще намерите в интернет. Можете или да ги плъзнете с мишката в прозореца на 3D редактора, или да използвате бутона **Add…** в горната лента.

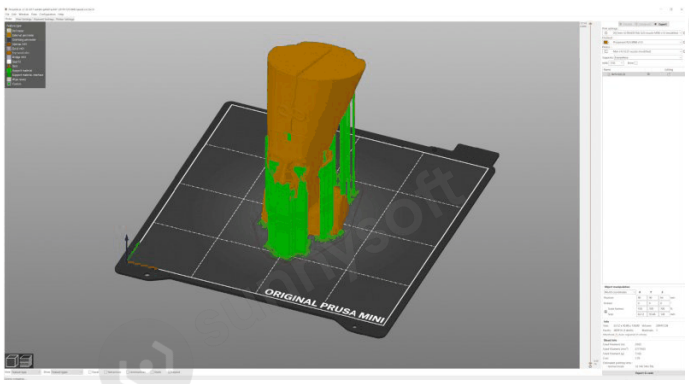
За редактиране на модела използвайте инструментите в лявата лента: **Move**, **Scale** и **Rotate**. Ако обектът е оцветен в синьо, това означава, че не се вмества в печатната повърхност. Повече ще научите в следващата глава. Няма универсален начин за разполагане на модела върху повърхността — зависи от конкретната форма. По принцип за основа е подходящо да се избере най-голямата плоска повърхност на обекта: колкото по-голяма е основата, толкова по-добра е адхезията. Най-добър резултат ще постигнете, когато долната страна на модела е идеално плоска.

9.6 Използване на подпори

Подпорите са 3D печатани поддържащи структури (подобни на скеле), които позволяват правилното отпечатване на сложни обекти — след приключване на печата те могат да се отделят от отпечатъка.

Много модели могат да се отпечатат без подпори — достатъчно е да ги поставите правилно върху печатната повърхност и можете да печатате. Не всички обекти обаче могат да се отпечатат без подпори.

Ако печатате обект със стени, наклонени под ъгъл, по-малък от 45° (стръмен надвес), надвесите може да не се отпечатат правилно и печатът може да се провали. Има и обекти, при които принтерът би трябвало да започне да печата „във въздуха“ — което не е възможно. В такива случаи е необходимо да се използват подпори. PrusaSlicer има тази функция вградена.



Автоматично генерирани подпори в PrusaSlicer

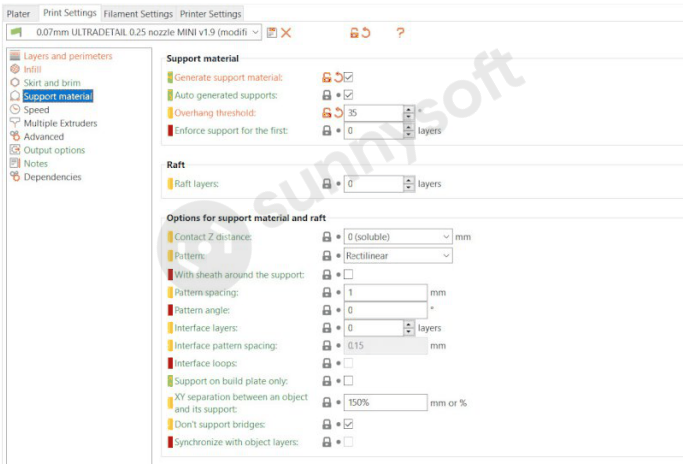
Имате избор между три възможности:

- **Само върху печатната маса** – генерира подпори само между обекта и печатната повърхност.

- **Само за принудителни подпори** – генерира подпори само там, където са поставени модификатори, налагащи подпори.
- **Навсякъде** – генерира подпори навсякъде.

Стойностите по подразбиране работят в повечето случаи. Ако обаче трябва да зададете къде да се генерират подпорите, постъпете така: отворете раздела **Print Settings** и в лявата колона щракнете върху **Support Material**.

- Поставете отметка в полето **Generate support material**.
- **Overhang threshold** позволява да зададете минималния ъгъл, от който се печатат подпори. При стойност нула ъгълът се определя автоматично. Опитайте да генерирате подпори с различни настройки на ъгъла, за да установите коя стойност е най-подходяща за Вашия обект.
- **Enforce support** за първите няколко слоя се използва главно при малки модели или модели с малка основа, за да не се отчупят или отлепят от печатната повърхност по време на печат.



Забележка

Повърхностите над подпорите обикновено са с по-лошо качество. Преди да решите да използвате подпори, опитайте да преместите или завъртите обекта така, че да са необходими по-малко подпори или никакви.

9.7 Скорост на печат срещу качество на печат

Малък обект се отпечатва за няколко минути, но печатът на по-големи модели отнема повече време — някои отпечатъци отнемат и десетки часове. Времето за печат зависи от редица фактори. Първият начин да повлияете на скоростта е промяната на височината на слоя в PrusaSlicer — в горния десен прозорец ще намерите менюто **Print Settings**. Настройката по подразбиране е **0.15 mm QUALITY**, но можете да ускорите печата с избора на **0.20 mm SPEED** или даже **0.25 mm DRAFT**. По-високият слой означава по-малко детайлни модели с по-изразени слоеве. Ако предпочитате качеството пред скоростта, изберете **0.10 mm DETAIL**. Времето за печат ще се удължи забележимо, но моделите ще изглеждат по-добре. Увеличаването на скоростта на печат може да доведе до по-малко детайлен модел.

Най-използваните профили 0,15 mm и 0,20 mm съществуват в два варианта:

- **Качество (Quality)** – по-бавен печат на периметрите и на запълването, по-добро качество на повърхността.
- **Скорост (Speed)** – по-бърз печат на периметрите и на запълването без значителна загуба на качество на повърхността.



Качество на печат срещу време за печат

Скоростта може да се променя и по време на печат: **LCD menu** – **Tune** – **Speed**. Със завъртане на бутона за управление по посока на часовниковата стрелка увеличавате скоростта на печат до 150 %, а със завъртане в обратна посока я намалявате — минимумът е 50 %. Наблюдавайте как промяната на скоростта се отразява на печатания модел и регулирайте скоростта съответно. Тази настройка не влияе на ускорението, така че промяната на скоростта не е пряко пропорционална на промяната на времето за печат.

9.8 Запълване (infill)

Запълването (infill) е друг параметър, който влияе на печатания обект — преди всичко на скоростта на печат, здравината и до известна степен на външния вид на отпечатъка.

Обектите, отпечатани по метода FFF/FDM, не са плътни. Вътре те имат определена пространствена структура — от проста мрежа или шестоъгълници до по-сложни шарки. Целта на запълването е винаги една и съща: да придаде на обекта определена здравина. Много модели могат да се печатат със запълване 10–15 %; ако Ви е необходим по-здрав обект (напр. конструктивна част), изберете по-плътно запълване.

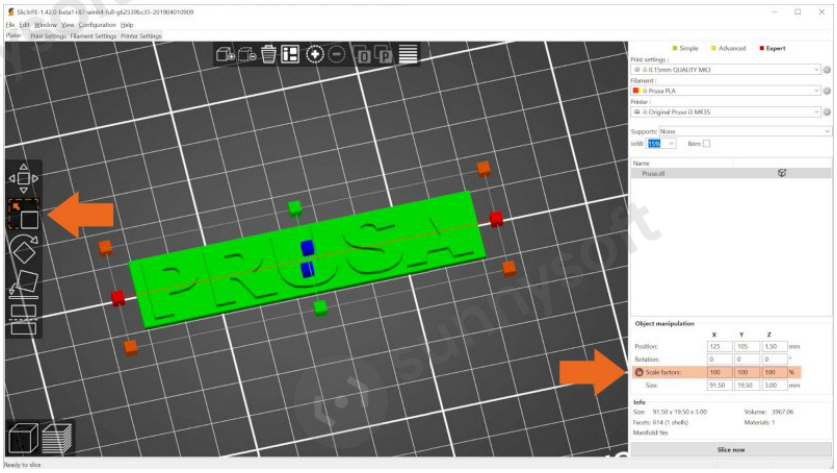
9.9 Периферия (brim)

Периферията (brim) повишава адхезията към печатната повърхност и намалява риска от изкривяване на отпечатъка. Около първия слой се отпечатват допълнителни контури — това е полезно особено когато моделът докосва масата само с малка площ. В PrusaSlicer включвате периферията с отметка в полето **Brim** в десния панел. След приключване на печата периферията обикновено се отстранява лесно с ръка, евентуално с шпатула или скалпел.

9.10 Печат на големи обекти

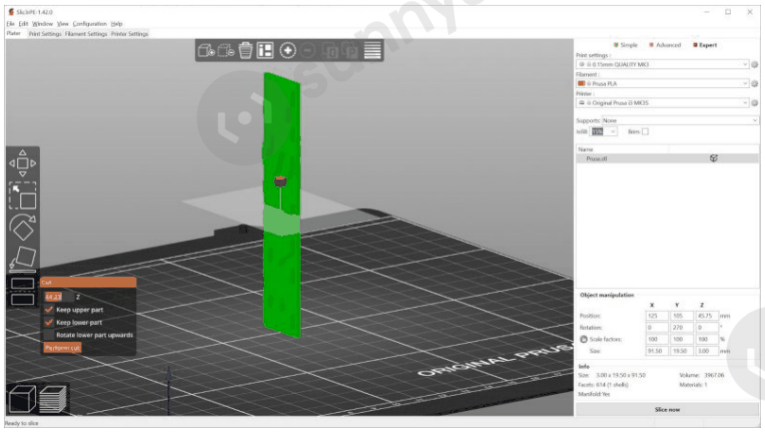
Забележка
Original Prusa MINI+ има в сравнение с Original Prusa i3 MK3S по-малка маса, но с няколко трика и на MINI+ ще отпечатате наистина големи обекти. Не позволявайте на по-малката маса да Ви спре — в блога на производителя blog.prusa3d.com ще намерите съвети как да сглобите големи модели от няколко по-малки части.

Особен случай е печатът на обекти, по-големи от нагряваемата маса. Първата възможност е да намалите обекта до печатаем размер. В лявата лента изберете инструмента **Scale** (или натиснете клавиша S). След това променете размера на обекта с помощта на 3D манипулатора (gizmo). Ако искате да намалите модела пропорционално, дръпнете един от ъглите на манипулатора. Размерът може да се променя и само по една ос чрез плъзгане на съответните ръкохватки. Алтернативно можете да въведете точна стойност на мащаба в прозореца за манипулация на обекта в долния десен ъгъл.



Промяна на мащаба на печатания обект

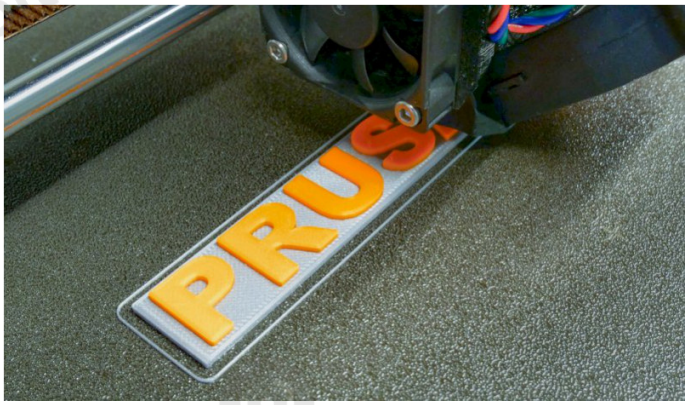
Ако трябва да отпечатате обект, който в оригиналния си размер не се вмества върху масата, трябва да го разрежете на по-малки части.
В лявата лента изберете инструмента **Cut** (или натиснете клавиша C). Поставете равнината на рязане в желаното положение или въведете точната височина в диалоговия прозорец на инструмента **Cut**. Можете да решите дали да запазите горната част, долната част или двете части на обекта.



Разрязване на обект с инструмента Cut

9.11 Печат на многоцветни обекти

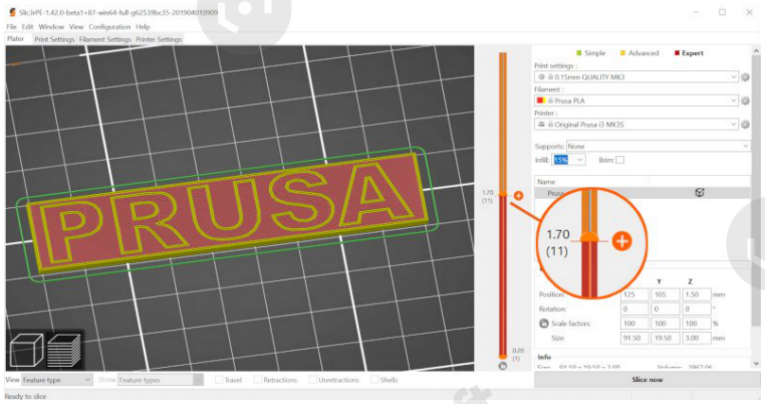
Многоцветни отпечатъци със смяна на цвета по слоеве могат да се настроят лесно директно в PrusaSlicer — вижте процедурата по-долу.



Многоцветен обект, отпечатан с функцията за смяна на цвета в PrusaSlicer

Смяна на цвета в PrusaSlicer

1. Превключете към прегледа на слоевете с бутона в долния ляв ъгъл.
2. С плъзгача от дясната страна изберете слоя, в който трябва да се смени цветът.
3. Щракнете върху оранжевата икона със знак плюс.
4. Веднага се показва преглед. Можете да отмените смяната на цвета с щракване върху сивото кръстче, което сега се показва на мястото на оранжевия знак плюс.
5. Експортирайте G-code и можете да печатате!



Настройка на смяната на цвета в PrusaSlicer

9.12 Слайсване и експортиране

Една от най-важните части на слайсването е проверката на слайснатия обект в прозореца за преглед. С плъзгача от дясната страна на прозореца можете да преминете последователно през всички слоеве на обекта. Така ще откриете възможни проблемни места — например когато долната страна на обекта не лежи директно върху масата или когато някъде липсват подпори и част от обекта започва „във въздуха“.

Преди да експортирате модела като G-code и да го копирате на USB флаш памет, винаги го проверявайте в режим на преглед. Това е най-добрият начин да предотвратите проблеми при печат.

10. Наръчник за материалите

Забележка
Пълен преглед на материалите е достъпен онлайн! Поради ограниченото място в това ръководство предлагаме само кратък преглед на най-популярните филаменти. Посетете help.prusa3d.com/materials, където ще намерите подробен преглед на огромната част от достъпните филаменти.

Original Prusa MINI+ може да печата с много популярни материали. Материалите се различават по механични и оптични свойства и по трудност на печата. Ако започвате с 3D печата, Вашият първи филамент определено трябва да бъде PLA. Едва когато някой от недостатъците на PLA Ви ограничи, е време да опитате други филаменти, като PETG или ASA.

10.1 PLA

PLA е най-често използваният материал за 3D печат. С него се печата лесно, а отпечатъците от PLA са много твърди. Благодарение на ниското топлинно разширение (отпечатъците не се изкривяват върху масата) той е идеален както за печат на големи обекти, така и за печат на дребни детайлни модели. Това е единственият материал, който е наистина подходящ за печат със слой 50 микрона (резолюция Ultradetail), и от него могат да се печатат отлично изглеждащи миниатюри.

Предимства

- лесен печат, подходящ за начинаещи
- детайлен печат на дребни модели
- безпроблемен печат на големи обекти
- почти без миризма
- достъпна цена
- широк избор от цветове

Недостатъци

- крехък и негъвкав
- ниска топлоустойчивост (54 °C)
- трудна допълнителна обработка
- неподходящ за употреба на открито (ниска устойчивост на UV лъчение и на температура)

Типична употреба

- прототипи
- играчки
- фигурки
- бижута (дребни и детайлни модели)
- архитектурни модели

Съвети и трикове

Най-добре се печата върху гладка PEI плоча. При допълнителна обработка на отпечатъци от PLA използвайте мокро шлифоване за гладка повърхност. При сухо шлифоване топлината от триенето може да започне да деформира печатания обект. PLA се разтваря само в химикали като хлороформ или нагорещен бензен. За слепване на няколко части е достатъчно секундно лепило или ацетон.

- **Температура на дюзата** – 215 °C
- **Температура на масата** – 50–60 °C
- **Печатна основа** – уверете се, че повърхността е чиста — вижте глава 11.1 Гъвкави печатни плочи.

10.2 PET/PETG

PETG е друг от най-използваните материали за 3D печат. Той е отличен избор за печат на механично натоварени части. В сравнение с PLA има по-висока топлоустойчивост, по-гъвкав е и следователно по-малко крехък. Благодарение на ниското топлинно разширение се държи добре към масата и не се изкривява. Печатът с него е почти толкова лесен, колкото с PLA, но за разлика от PLA предлага по-добри механични свойства. Частите на принтерите на производителя са отпечатани именно от PETG!

Предимства

- висока топлоустойчивост
- лесен печат
- слабо изкривяване
- жилав и издръжлив
- лесна обработка (шлифоване)
- почти без миризма
- гланцова повърхност
- добра адхезия между слоевете
- устойчив на вода и влага

Недостатъци

- неподходящ за печат на малки/детайлни модели
- възможен стрингинг (тънки нишки)
- по-лоши мостове и надвеси
- силна адхезия към масата
- не може да се изглажда с ацетон, разтворим само в опасни химикали
- подпорите може да се отстраняват трудно

Типична употреба

- механични части
- държачи и капаци
- водоустойчиви отпечатъци (саксии)

Съвети и трикове

За разлика от PLA, PETG изисква нагряваема маса (85 °C). Прави по-лоши мостове, има по-лоши надвеси и е склонен към стрингинг. Стрингингът може да се намали с по-големи ретракции и по-ниска температура на дюзата, но препоръчваме да се придържате към профилите в PrusaSlicer. Важно е отпечатъкът от PETG да се охлажда — тогава моделът има по-добри детайли и се ограничават стрингингът и изтичането. Ако обаче искате максимално здрав модел, опитайте да изключите вентилатора за печата. По-високата температура на филамента осигурява по-добра адхезия между слоевете, а с това и по-добра механична издръжливост. Препоръчваме първите няколко слоя да се печатат с изключен вентилатор (за адхезия), а след това да го включите на половин мощност.

- **Температура на дюзата** – 240 °C
- **Температура на масата** – 80–100 °C
- **Печатна основа** – текстурираната прахово боядисана плоча и сатенената плоча не изискват никаква специална подготовка — само ги поддържайте чисти и без мазнина. Върху гладката PEI плоча нанесете тънък слой лепило на стик, защото PETG може да залепне твърде силно към повърхността на плочата и отпечатъкът ще се сваля трудно.

10.3 ASA/ABS

ASA и ABS са много сходни материали. ASA в много отношения е по-добър от ABS и може да се счита за негов наследник. ASA е устойчив на UV лъчение и при печат се свива малко по-малко. Единственото предимство на ABS е по-лесната обработка на повърхността с ацетон. По-нататък ще говорим само за ASA, но същото се отнася и за ABS.

ASA е здрав и универсален материал. По-високата температура на топене в сравнение с PLA дава на ASA отлична топлоустойчивост — отпечатъците не показват признаци на деформация до температури около 100 °C. За съжаление в сравнение с PLA ASA има много високо топлинно разширение, което усложнява печата особено при по-големи модели. Дори с нагряваема маса, настроена на 100 °C, отпечатъкът може да започне да се изкривява и да се отлепя от масата. Освен това при печат се отделя неприятна миризма.

Предимства

- висока устойчивост на удар и износване
- много добра топлоустойчивост
- подходящ за употреба на открито — UV стабилен
- разтворим в ацетон — лесно слепване
- може да се изглажда с ацетонови пари
- детайлни отпечатъци без стрингинг
- лесна обработка (напр. шлифоване, рязане)

Недостатъци

- по-труден печат
- склонност към изкривяване (големите модели печатайте в затворена камера)
- неприятна миризма при печат (съдържа стирен)

Типична употреба

- капаци и защитни кутии
- прототипи
- резервни части
- играчки и фигурки

Съвети и трикове

Печатът от ASA/ABS е значително по-лесен, ако принтерът е в затворена камера. Нагряваемата маса бързо затопля камерата и намалява топлинния шок за изтласкваната нишка. Така значително се ограничават изкривяването и разделянето на слоевете. Благодарение на ацетона е

лесно да се съединят няколко отпечатъка: достатъчно е контактните повърхности леко да се намажат с ацетон и частите да се притиснат една към друга. Освен това отпечатъците могат да се изгладят с ацетонови пари и така да се получи идеално гланцова повърхност. Бъдете внимателни при работа с ацетон!

- **Температура на дюзата** – 245–265 °C
- **Температура на масата** – 90–100 °C (по-големият обект изисква по-висока температура)
- **Печатна основа** – ASA и ABS работят най-добре със сатенената плоча, която не изисква никаква специална подготовка — само я поддържайте чиста и без мазнина. Ако обаче печатате ABS/ASA върху текстурирана или гладка плоча, нанесете върху повърхността на плочата тънък слой лепило на стик, защото ASA и ABS могат да залепнат твърде силно към тези повърхности и отпечатъкът ще се сваля трудно.

10.4 PC (поликарбонат) и PC Blend

Поликарбонатът (PC) е технически материал с отлична жилавост, якост на опън и устойчивост на високи температури. Той обаче е много труден за печат и затова е подходящ главно за напреднали потребители. Това не се отнася за Prusament PC Blend, който в сравнение с другите поликарбонати се печата значително по-лесно.

Предимства

- висока топлоустойчивост
- висока жилавост и якост на опън
- чистият поликарбонат е прозрачен
- добри електроизолационни свойства

Недостатъци

- чистият поликарбонат е силно хигроскопичен
- висока температура на дюзата и на масата
- силно изкривяване, особено при големи модели
- лека миризма при печат
- препоръчва се разделителен слой
- висока цена

Типична употреба

Поликарбонатът е подходящ преди всичко за технически части, при които се изисква висока устойчивост на топлина и на механично натоварване.

Съвети и трикове

- Обмислете печат в затворена камера — така ще предотвратите изкривяването на печатаните обекти.

- В PrusaSlicer включете **Skirt**, за да ограничите изкривяването.
- Около малките обекти добавете **Brim**.
- Не печатайте в студени помещения.
- **Температура на дюзата** – 275 °C
- **Температура на масата** – 110 °C за първия слой, 115 °C за следващите слоеве
- **Печатна основа** – най-добра адхезия осигурява текстурираната прахово боядисана плоча или сатенената плоча със слой лепило на стик. Сатенената прахово боядисана плоча има добра адхезия и без лепило, но все пак препоръчваме разделителен слой, за да не се износва или повреждa повърхността.

10.5 PVB

Поливинилбутиралът (PVB) е материал, проектиран за лесно изглаждане с изопропилов алкохол (IPA). Благодарение на прозрачността си е подходящ за печат на вази, абажури и други дизайнерски обекти. Настройките за печат са подобни на тези за PLA, а механичните свойства на PVB са малко по-добри.

Предимства

- настройки за печат, подобни на PLA
- прозрачен филамент
- идеален за дизайнерски части, вази, абажури и т. н.
- химично изглаждане с IPA
- отлична адхезия към масата
- добра жилавост (подобна на CPE)
- добра якост на опън (подобна на PETG)
- слабо изкривяване (по-слабо от PLA)
- подходящ за дюза 0,8 mm

Недостатъци

- по-слаба адхезия между слоевете
- хигроскопичен филамент (поглъща влага)
- по-висока цена

Типична употреба

PVB се проявява най-добре при печат на прозрачни модели, например бижута, вази, абажури и др.

Съвети и трикове

PVB залепва добре към чиста гладка или сатенена плоча; върху текстурираната прахово боядисана плоча адхезията е по-слаба. Ако искате да печатате прозрачни обекти, които ще изглаждате с изопропилов алкохол, препоръчваме по-голяма дюза (0,8 mm) и режима **Spiral vase** в PrusaSlicer. При печат с повече периметри отделните слоеве ще останат видими и след изглаждането. Съхранявайте филамента на сухо — PVB е склонен да поглъща влага, което може да се отрази на качеството на печата. Затова винаги връщайте филамента в плика със силикагел или преди печат го изсушете 4 часа при 60 °C.

Основното предимство на PVB е възможността за изглаждане с изопропилов алкохол (IPA). Моделите от PVB могат да се изгладят в пари на IPA, с потапяне във вана с IPA или с директно нанасяне на IPA върху повърхността (с пулверизатор или четка). Подробни ръководства ще намерите в блога на производителя blog.prusa3d.com.

- **Температура на дюзата** – 215 ± 10 °C
- **Температура на масата** – 75 °C
- **Печатна основа** – не използвайте стандартната текстурирана прахово боядисана плоча. PVB залепва по-добре към чиста гладка или сатенена плоча; текстурираната плоча може да няма достатъчна адхезия.

10.6 Гъвкави материали

Гъвкавите филаменти са много здрави и еластични. В много случаи класическата твърда пластмаса не е подходяща за дадения модел. Независимо дали печатате кейс за телефон, кутия за екшън камера или колело за RC автомобил, по-добре е да използвате гъвкав материал. Тези материали обаче са относително необичайни, скъпи и поради трудността на печата са подходящи главно за напреднали потребители.

Преди да започнете да печатате с Flex, почистете дюзата от предишния материал. Първо нагрейте дюзата до най-високата температура, при която сте печатали наскоро. След това заредете в екструдера PLA, който ще изтласка целия предишен материал. При зареждането на Flex разхлабете притискането на idler-а колкото е възможно. Обмислете почистване на дюзата по метода „Cold Pull“ — подробно ръководство ще намерите на help.prusa3d.com. Печатайте бавно. Колкото по-бавно, толкова по-добре. Типичната скорост за гъвкави филаменти е около 20 mm/s, а максималната препоръчана скорост е между 30 и 40 mm/s. При по-високи скорости съществува опасност от запушване на дюзата или навиване на филамента около подаващите зъбни колела. За принтерите Original Prusa препоръчваме профилите „Semiflex or Flexfill 98A“ или „Filatech FilaFlex40“, които имат правилно настроена скорост.

Предимства

- гъвкавост и еластичност
- минимално изкривяване
- добра адхезия между слоевете
- устойчивост на абразия

Недостатъци

- изисква допълнителни стъпки при зареждане на филамента
- по-трудна подготовка и печат, по-лоши мостове и надвеси
- трябва да се печата бавно
- по-висока цена
- хигроскопичен — трябва да се съхранява на сухо

- **Температура на дюзата** – 230–260 °C
- **Температура на масата** – 45–65 °C (по-големият обект изисква по-висока температура)
- **Печатна основа** – ако печатате върху гладка плоча, нанесете върху нея разделителен слой (лепило на стик или каптонова лента). Текстурираната прахово боядисана плоча не се нуждае от разделителен слой — отпечатъкът се държи добре върху нея и след охлаждане се сваля лесно без повреда на повърхността.

11. Редовна поддръжка

MINI+ от самото начало е проектиран като надежден „работен кон“ за печат. Все пак това е устройство с механични части, които от време на време изискват поддръжка. Следвайте указанията по-долу, за да остане Вашият принтер възможно най-дълго в перфектно състояние.

11.1 Гъвкави печатни плочи

Ако печатаните обекти се държат лошо върху печатната плоча, плочата трябва да се почисти. Изберете правилния почистващ препарат според типа на печатната плоча (вижте по-долу), капнете малко количество върху чиста хартиена кърпа и избършете с нея печатната повърхност. Най-добри резултати ще постигнете, когато плочата е студена — в противен случай можете да се изгорите от дюзата или от нагряваемата маса, а алкохолът ще се изпари, преди да успее да почисти каквото и да е. Подробности ще намерите в глава 7 Вашият първи отпечатък.

Не е необходимо печатната повърхност да се почиства преди всеки печат. Важното е да не докосвате повърхността на плочата с пръсти или със замърсени инструменти.

Препоръчаните почистващи препарати се различават малко според типа на печатната плоча. Указанията за конкретните материали (напр.

необходимост от разделителен слой, за да не се повреди повърхността) ще намерите в предишната глава.

	Правилна употреба	Рискове и опасности
Гладка PEI плоча	• Изопропиловият алкохол 90 % и повече (IPA) е най-добрият обезмаслител. НЕ ИЗПОЛЗВАЙТЕ дезинфекционни гелове за ръце и подобни препарати, дори ако съдържат IPA — обикновено съдържат и мазни и хидратиращи съставки. • Топла вода с няколко капки препарат за съдове (ако IPA не отстрани напр. остатъци от захар по плочата). • Ацетон — понякога за по-дълбоко освежаване на плочата. • При печат с FLEX използвайте лепило на стик.	• IPA + PETG води до много силно залепване на отпечатъка към плочата и свалянето му може да е изключително трудно. Материали като PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP и FLEX печатайте само с разделителен слой (лепило на стик).
Текстурирана прахово боядисана плоча	• Изопропилов алкохол 90 % и повече (IPA) — най-добрият обезмаслител. • Никога не използвайте ацетон.	

	Правилна употреба	Рискове и опасности
Сатенена прахово боядисана плоча	• Подходяща за PLA и PETG. • Изопропилов алкохол 90 % и повече (IPA) — най-добрият обезмаслител. • При печат с FlexFill 98A не е необходимо лепило на стик. • Широк спектър от поддържани материали, включително напреднали, като PC Blend.	• Никога не използвайте ацетон! • Отпечатъците от ASA и PC Blend изискват около обекта периферия, пола или щит. • За сваляне на отпечатъка от повърхността на плочата не използвайте остри предмети!

Забележка

Калибрационните стойности могат да се различават малко при отделните печатни плочи, защото дебелината на повърхностния слой е различна. Ако току-що сте сменили плочата, проверете вида на първия слой и при необходимост донастройте височината на дюзата с функцията Live Adjust Z. По-новите версии на фърмуера позволяват калибрационните стойности да се запазват в профили на печатните плочи.

Забележка

Всички оригинални печатни плочи Prusa Research са двустранни.



Гладка PEI плоча и текстурирана прахово боядисана PEI плоча и влиянието им върху първия слой

11.2 Гъвкава плоча с двустранно ТЕКСТУРИРАНО прахово боядисано PEI

- повърхност, устойчива на надраскване и повреди
- текстурата на повърхността се прехвърля върху първите слоеве на отпечатъка
- по-толерантна настройка на Live Adjust Z
- FLEX не изисква лепило на стик
- отпечатъците обикновено се отделят сами след охлаждане на плочата
- първият слой може да е по-сплескан, отколкото при гладките плочи (вижте главата за калибриране на първия слой)
- отпечатъците от PLA с малка контактна площ може да се нуждаят от периферия
- отпечатъците от PLA с голяма основа (по цялата плоча) могат да се изкривят
- ако използвате и гладка PEI плоча, е необходимо да се промени Live Adjust Z
- никога да не се почиства с ацетон

Праховото покритие, нанесено директно върху метала, позволи създаването на печатна плоча, която е силно устойчива на повреди. Ако нагорещената дюза се удари в нея, металът може да разсее топлината. Същевременно праховото покритие придава на долната повърхност на отпечатъка характерна текстура.

Текстурираната повърхност скрива по-голямата част от механичните повреди, причинени от различни инструменти. Могат да се надраскат само върховете на дребните издатини, но по долната страна на модела такива драскотини не се проявяват.

Предупреждение

Никога не почиствайте текстурираната прахово боядисана плоча с ацетон! Биха се образували микропукнатини в PEI текстурата, които с времето биха причинили влошаване на повърхността.

Тази повърхност производителят използва в своята ферма за печат — характерната текстура ще намерите върху отпечатаните части на своя принтер.

11.3 Гъвкава плоча с двустранно ГЛАДКО PEI

- идеална за PLA
- отлична адхезия към почти всички материали
- гладка долна страна на отпечатъците
- и дребните детайли се държат отлично
- от време на време освежавайте с ацетон
- при печат с PETG не почиствайте с IPA; може да е необходим разделителен препарат
- при печат на материали като PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP, Flex и други трябва да използвате лепило на стик — вижте глава 10 Наръчник за материалите
- ако използвате и текстурирана PEI плоча, е необходимо да се промени Live Adjust Z

Предупреждение

Промишленото лепило, с което PEI фолиото е залепено към плочата, омеква при температури над 110 °C. При по-високи температури лепилото под фолиото може да мигрира и да образува по повърхността дребни издутини.

Забележка

Ако под PEI фолиото започнат да се образуват малки мехурчета, просто обърнете плочата и печатайте върху другата страна. Мехурчетата не влияят на качеството на печата и след няколко дни или седмици изчезват.

11.4 Гъвкава плоча с двустранно САТЕНЕНО PEI

- подходяща за PLA и PETG
- фино текстурирана повърхност
- да се почиства само с качествен изопропилов алкохол (90 % и повече)
- при печат с FlexFill 98A не е необходимо лепило на стик
- широк спектър от поддържани материали, включително напреднали, като PC Blend
- лесна поддръжка и добра адхезия
- не използвайте ацетон — бързо повреждa повърхността
- отпечатъците от ASA и PC Blend изискват около обекта периферия, пола или щит
- при смяна на плочата е необходимо отново да се донастрои Live Z (вижте глава 11.6 Профили на печатните плочи)
- за сваляне на отпечатъка от плочата НЕ ИЗПОЛЗВАЙТЕ остри метални предмети (напр. метална шпатула)

11.5 Подобряване на адхезията

В някои особени случаи, например при печат на висок обект с много малка контактна площ, може да е необходимо адхезията да се подобри. За щастие PEI е химически много устойчив полимер, така че върху него временно могат да се нанасят различни вещества, подобряващи адхезията, без повърхността да се повреди. Това се отнася и за материали, които при нормални обстоятелства не биха се задържали върху PEI. Препоръки за конкретните материали ще намерите в това ръководство и на help.prusa3d.com.

Преди да нанесете каквото и да е върху плочата, обмислете използването на функцията **Brim** в PrusaSlicer, която увеличава площта на първия слой.

11.6 Профили на печатните плочи

Както гладката, така и текстурираната прахово боядисана PEI плоча имат своите предимства, както е описано подробно в предишните глави. Ако имате и двете, имайте предвид, че след всяка смяна на плочата е необходимо отново да се донастрои височината на дюзата (Live Z) — плочите нямат еднаква дебелина.

За да не е необходимо калибриране на първия слой след всяка смяна на плочата, фърмуерът от версия 4.3.0 има функция профили на печатните плочи. Отворете **LCD menu** – **Settings** – **HW Setup** – **Sheet profiles**, където ще намерите списъка с профили. Изберете профил и извършете калибриране на първия слой. Така стойността Live Z се запазва в избрания профил. Направете това за всяка плоча, която притежавате, и след това можете лесно да превключвате между тях — или в менюто с профилите на плочите, или директно в менюто **Settings**, където търсете името на плочата в квадратни скоби. С щракване върху елемента превключвате към друг профил; показват се само профилите с валидно калибриране на първия слой.

По подразбиране в менюто с профилите ще видите тези профили: smooth1, smooth2, textured1, textured2, custom1, custom2. След избора на който и да е от тях се показват следващите възможности:

- **Select** – потвърждава избора на плочата, която става плоча по подразбиране.
- **First Layer Calibration** – стартира калибриране на първия слой за избрания профил на плоча.
- **Reset** – връща стойностите на калибрирането на първия слой към фабричните.

11.7 Лагери

След няколкостотин часа печат трябва да избършете гладките водещи оси с хартиена кърпа. Към MINI+ се доставя туба със смазка Prusa; можете да я купите и в електронния магазин на производителя в раздела за аксесоари. Нанесете я върху гладките водещи оси на всички оси (X, Y, Z). След това няколко пъти преместете ръчно оста X наляво и надясно, а с помощта на менюто на принтера движете оста Z нагоре и надолу. Нагряваемата маса местете по оста Y напред и назад с ръка. Подробно ръководство за поддръжка ще намерите на help.prusa3d.com.

Ако имате усещането, че някоя от осите не се движи плавно, лагерите могат да се извадят и да се смажат отвътре (необходимо е да се свалят от гладките водещи оси, защото иначе пластмасовият ръб на лагера пречи на смазката да проникне вътре).

11.8 Вентилатори

При двата вентилатора се измерват оборотите (RPM), така че принтерът разпознава, когато вентилаторът внезапно се забави — например заради заседнало парче филамент. Ако се покаже грешка на вентилатора, проверете дали се върти свободно и отстранете евентуалните замърсявания. Не се опитвайте да заобиколите контрола на оборотите — съществува опасност от повреда на принтера.

След няколкостотин часа печат двата вентилатора трябва да се проверят и почистят. Праха отстранете със сгъстен въздух в спрей, а дребните пластмасови нишки — с пинсета. Не насочвайте сгъстен въздух към работещ вентилатор.

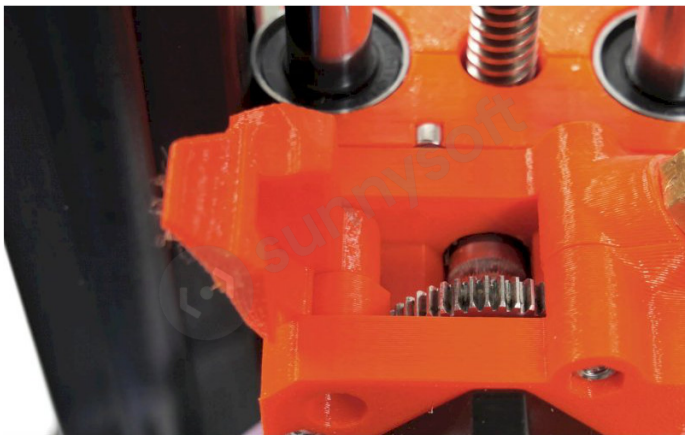
11.9 Подаващи зъбни колела на екструдера

Подаващите зъбни колела на екструдера не се нуждаят от никаква смазка. С времето в каналите им може да се образува наслояване от стърготини филамент, което причинява недостатъчна екструзия. Замърсяванията издухайте със сгъстен въздух или използвайте малка месингова четчица или клечка за зъби. Използвайте отвора за достъп в горната част на екструдера. Почистете, каквото е възможно, след това завъртете леко зъбното колело и продължете.

11.10 PTFE тръбички

MINI+ има общо четири PTFE тръбички, които от време на време могат да изискват основна поддръжка. Тръбичките водят филамента от ролката през екструдера до дюзата. С времето в тях могат да се натрупват дребни частици филамент.

Почистването на PTFE тръбичките е много просто — достатъчен е флакон със сгъстен въздух. Ако PTFE тръбичките се износят и филаментът не може да преминава правилно през тях, можете да срещнете редица проблеми: затруднения при зареждане на филамента, недостатъчна екструзия и други. Производителят е подготвил онлайн ръководства, които помагат при решаването на проблеми с PTFE тръбичките и с дюзата/hotend-а. PTFE тръбичките са консуматив и качеството им се влошава с времето. Статия за отстраняване на запушена дюза/hotend, както и ръководство за смяна на PTFE тръбичката на hotend-а ще намерите в базата знания help.prusa3d.com.



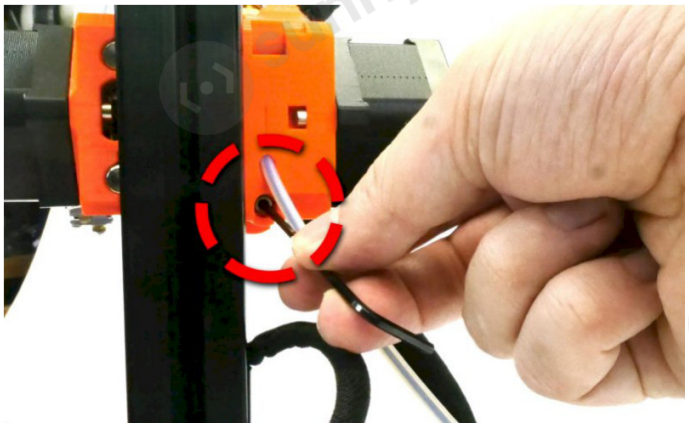
1. Първата тръбичка води към екструдера и може да се извади с ръка. Ако се отделя трудно, може да е необходимо да разхлабите винта M3×12 в екструдера. Вижте статията „How to access and clean the extruder-pulley (MINI)“ на help.prusa3d.com.
2. Втората тръбичка води от екструдера към печатащата глава. Разхлабете гайките с ключ размер 10 — същата процедура използвате, когато в тази тръбичка заседне филамент при зареждане или изваждане.
3. Извадете главната PTFE тръбичка (според стъпка 2) и същевременно отстранете фитинга в екструдера или в печатащата глава, за да достигнете до тръбички три и четири. Те трябва да се проверяват само когато филаментът не може да преминава свободно през тях.

11.11 Запушен / блокирал екструдер

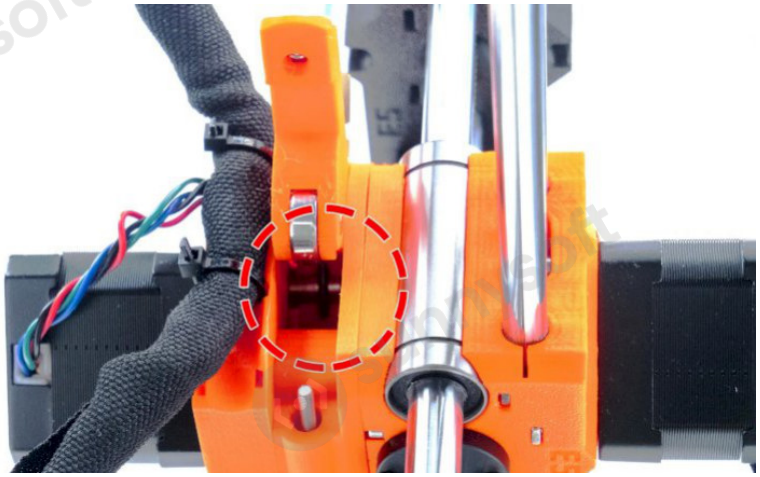
Материал, заседнал в екструдера, може да причини проблеми при печат или при зареждане на нов филамент.

От дясната страна на екструдера (гледано отпред) непосредствено под PTFE тръбичката се намира винт. С разхлабването или затягането му регулирате притискането на idler-a. Ако извадите винта напълно, можете да отворите вратичката на idler-a от лявата страна на екструдера — в този момент печатащата глава трябва да е в противоположния край на оста X.





След отварянето на idler-a лесно ще почистите двете подаващи зъбни колела и ще отстраните остатъците от филамент, задържани в екструдера. Препоръчваме от време на време да проверявате зъбните колела и да отстранявате замърсяванията.



Отворен idler — вътре се вижда заредената нишка филамент

11.12 Почистване на дюзата

Предупреждение

По време на тези процедури не докосвайте дюзата — тя е много гореща и може да причини изгаряния!

Забележка

За по-лесно почистване вдигнете печатащата глава докрай нагоре: **LCD menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**. Ще получите по-добър достъп до hotend-а.

11.12.1 От дюзата излиза само малко филамент

Ако филаментът не преминава плавно през екструдера и от дюзата излиза само малко количество, първо проверете дали вентилаторът на hotend-а работи правилно и дали температурата е настроена правилно (PLA 215 °C, ASA 260 °C, PETG 230 °C). Проверете също дали филаментът е правилно зареден в екструдера.

Ако това не помогне, постъпете така:

1. Нагрейте дюзата до температурата, съответстваща на филамента, с който искате да печатате. Заредете филамент и отдолу вкарайте в дюзата акупунктурна игла (включена в комплекта на принтера) или тънка тел (0,3–0,35 mm) на дълбочина 1–2 cm. Препоръчваме да използвате ръкавици — разтопеният материал може неочаквано да изтече.
2. В LCD менюто изберете **Load filament** и проверете дали филаментът се изтласква правилно.

3. Отново вкарайте в дюзата акупунктурната игла или телта и повторете процедурата няколко пъти. След като филаментът се изтласква правилно, дюзата е чиста.

11.12.2 От дюзата не излиза филамент

Ако виждате, че филаментът преминава през главната PTFE тръбичка, но от дюзата не излиза, hotend-ът най-вероятно е запушен. За пълно почистване постъпете така:

1. Нагрейте дюзата до температурата, съответстваща на филамента, с който искате да печатате. Заредете филамент и отдолу вкарайте в дюзата акупунктурна игла (включена в комплекта на принтера) или тънка тел (0,3–0,35 mm) на дълбочина 1–2 cm. Препоръчваме да използвате ръкавици — разтопеният материал може неочаквано да изтече.
2. В LCD менюто изберете **Load filament** и проверете дали филаментът се изтласква правилно.
3. Отново вкарайте в дюзата акупунктурната игла или телта и повторете процедурата няколко пъти. След като филаментът се изтласква правилно, дюзата е чиста.

11.13 Смяна на дюзата

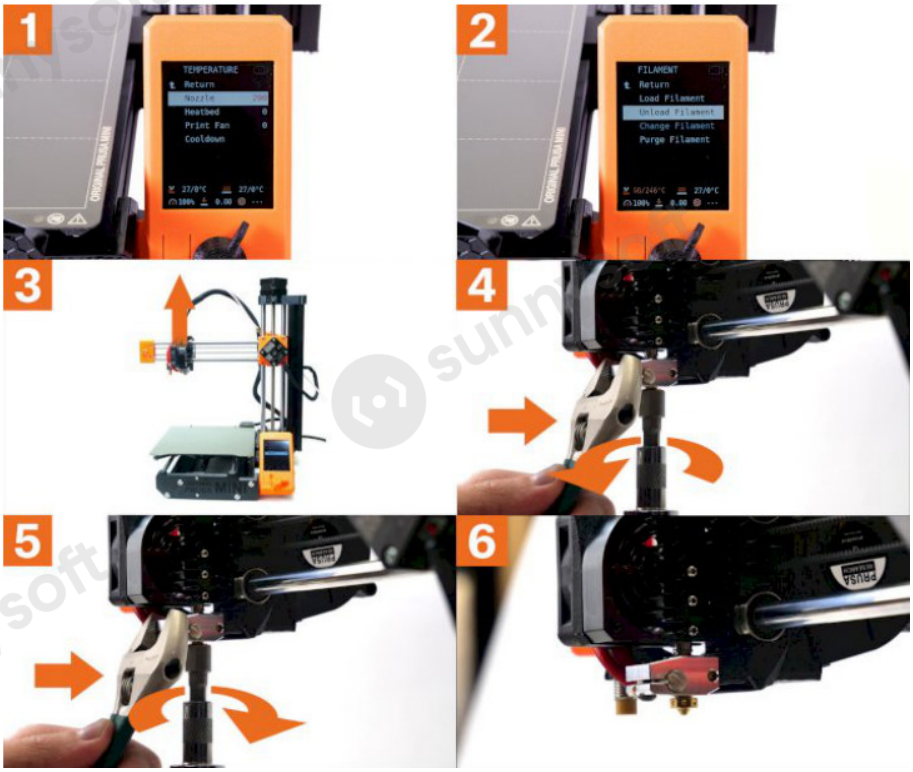
Забележка

Ако сменяте дюза Olsson Ruby, първо прочетете указанията на нейния производител (3DVerkstan), в противен случай можете да я повредите.

Предупреждение

ВНИМАНИЕ: Нагорещените части могат да причинят сериозни изгаряния! Бъдете особено внимателни около изводите на термистора на hotend-а — те се отчупват лесно.

Ще Ви е необходим ключ размер 16 (или регулируем ключ) за придържане на нагревателния блок и клещи или глух ключ размер 7 за дюзата. Подгответе си незапалима подложка (напр. чинийка или алуминиево фолио), върху която ще оставите горещата дюза. Преди смяната извадете филамента.



1. Нагрейте дюзата до 280 °C (**LCD menu** – **Settings** – **Temperature** – **Nozzle**). Нагряването на дюзата е задължително за тази процедура!
2. Вдигнете печатащата глава колкото може по-високо (**LCD menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**). След това изключете принтера.
3. Придържайте нагревателния блок с ключ размер 16 (или с регулируем ключ).
4. С клещи или с глух ключ размер 7 отвийте дюзата (разхлабва се със завъртане наляво). Внимание, дюзата все още е гореща! Оставете я върху незапалимата подложка.
5. Докато hotend-ът е все още нагорещен, а нагревателният блок е придържан с ключа, завийте новата дюза и я затегнете леко, но здраво. Не прилагайте прекомерна сила! Между дюзата и нагревателния блок трябва да остане разстояние приблизително 0,5 mm — тогава дюзата се опира в heatbreak-а и уплътнява.
6. Заредете филамент и можете да печатате.

Предупреждение

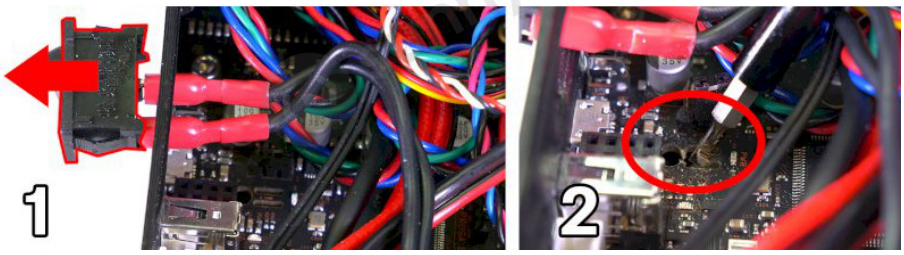
Дюзата е гореща по време на цялата процедура и може да причини изгаряния! Бъдете внимателни около изводите на термистора на hotend-а — те се отчупват лесно.

Heatbreak-ът може лесно да се огъне — не прилагайте прекомерна сила! След смяната на дюзата стартирайте калибриране на първия слой!

11.14 Зареждане на неподписан фърмуер

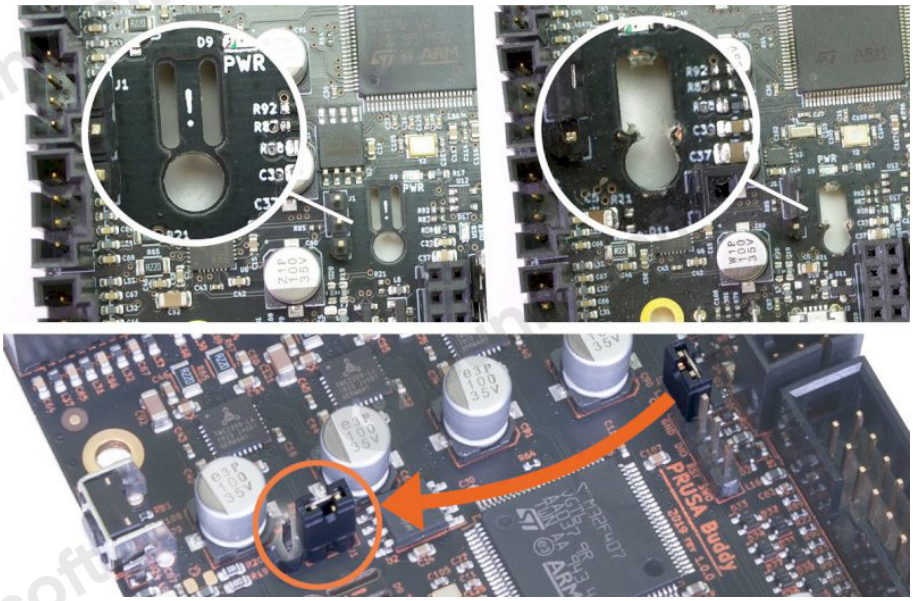
Производителят приема безопасността много сериозно. Преди всяко издание фърмуерът преминава интензивно тестване, което проверява дали всички функции за безопасност работят правилно. Ако някоя стойност от сензорите излезе извън нормата, нагряването се спира, за да не се повреди принтерът или околната среда. При общностните версии на фърмуера наличието на тези функции за безопасност не може да се провери.

Официалният фърмуер е подписан с частен ключ и принтерът проверява този подпис преди актуализацията. Ако искате да заредите собствен (или общностен) неподписан фърмуер, трябва да отчупите пломбата (appendix) на основната платка Buddy и да преместите джъмпера в правилното положение. С това същевременно отпада гаранцията за електрониката. Първо извадете главния превключвател, за да достигнете до пломбата (1). След това с тънка отвертка внимателно отчупете средната част (2) — вижте снимките в тази глава! Проверете също трите пина над пломбата — джъмперът трябва да е на двата пина, по-близки до средата на платката. Ако джъмперът е на друга двойка пинове, преместете го според картинката по-долу. Ако джъмперът липсва, поставете го преди пускането.



Предупреждение

Отчупването на пломбата на платката Buddy е НЕОБРАТИМО и води до ОТПАДАНЕ НА ГАРАНЦИЯТА ЗА ЕЛЕКТРОНИКАТА НА ПРИНТЕРА. Ако отчупите пломбата, производителят се освобождава от отговорност за каквато и да е повреда на принтера и/или на околната среда (напр. в случай на пожар).



Неотчупена (вляво) и отчупена пломба (вдясно), правилно разположение на джъмпера (долна снимка)

12. Сензор за филамент (допълнителен аксесоар)

Към принтера Original Prusa MINI+ можете да закупите като допълнителен аксесоар механичен IR сензор за филамент. Сензорът се монтира в края на PTFE тръбичката, през която филаментът се зарежда в принтера, и трябва да е свързан към основната платка. Чрез прост механизъм той открива дали е заредена нишка филамент. Благодарение на сензора принтерът може да постави печата на пауза, когато филаментът свърши. След зареждане на нова нишка печатът може да продължи.



Ръководство за монтаж ще намерите на help.prusa3d.com.

12.1 Когато филаментът свърши

Ако имате допълнителния сензор за филамент, свършването на филамента вече не означава развален печат. Когато филаментът свърши, принтерът автоматично поставя печата на пауза, избутва оставащите няколко сантиметра от heatbreak-а и отдалечава печатащата глава от отпечатъка. Ще бъдете подканени да смените ролката и да заредите нова

нишка. Филамента, изтласкан по време на зареждането, отстранете с клещи. След това можете да продължите печата.

Ако нямате сензор за филамент, може да се случи след свършването на филамента остатък от нишката да остане в главната PTFE тръбичка и екструдерът да не може да го избута навън. С ключ отвийте гайката на главната PTFE тръбичка и я отделете от екструдера. След това издърпайте нишката с ръка — не забравяйте първо да нагреете дюзата! Точната процедура за отделяне на PTFE тръбичката ще намерите в глава 11.10 PTFE тръбички.

12.2 Грешни показания на сензора и откриване на неизправност

Ако срещнете проблеми със сензора за филамент, например неправилно (или случайно) отчитане, уверете се, че сензорът е правилно свързан. Според стъпките в ръководството за сглобяване на help.prusa3d.com (Original Prusa MINI+ assembly – Building your MINI+ – 27. Connecting the filament sensor) отворете капака на електрониката. Проверете дали сензорът е правилно свързан и дали кабелите не са повредени. Ако проблемите продължават, свържете се с техническата поддръжка на производителя.

13. Често задавани въпроси и отстраняване на проблеми

Забележка
От версия 4.3 на фърмуера MINI+ при неизправност показва екран за грешка с кратко обяснение на проблема. Екранът съдържа и връзка към съответната статия на help.prusa3d.com, както и QR код, който можете да сканирате с мобилния си телефон и да отворите страницата с помощта директно.

13.1 Изкривена ос X

Ако Mesh Bed Leveling е неуспешен, има две възможни причини: неизправна сонда SuperPINDA или изкривена ос X. Изкривяването обикновено е следствие от неправилно сглобяване. Разхлабете трите винта, с които цялата конструкция на оста Z е закрепена към оста Y (нагряваемата маса). Закрепете конструкцията на оста Z отново според ръководството за сглобяване. Внимавайте за правилното прилягане на двете части.

След като принтерът е сглобен отново, преместете оста Z (дюзата) близо до печатната плоча, без дюзата да я докосва. След това с ръка внимателно местете печатащата глава отляво надясно и наблюдавайте дали дюзата запазва постоянно едно и също разстояние от плочата.

Малки отклонения са допустими — принтерът може да ги компенсира благодарение на функцията Mesh Bed Leveling.

Неизправната сонда SuperPINDA се разпознава лесно. Когато от менюто **Calibration** стартирате Mesh Bed Leveling, в горната част на сондата свети червен светодиод. Ако по време на някое движение той угасне или изобщо не светне, сондата или кабелът ѝ могат да са неизправни. Подробности ще намерите на help.prusa3d.com – Original Prusa MINI+ – Troubleshooting – XZ-axis skew correction.

13.2 Принтерът не разчита USB флаш паметта

Ако принтерът не може да разчете USB флаш паметта, първо опитайте да го рестартирате. Ако се покаже грешка „Error mounting USB drive“, USB флаш паметта вероятно има несъвместима файлова система (напр. exFAT) или е твърде голяма. Опитайте с по-малка USB флаш памет (напр. 4–16 GB), форматирана във FAT32. Повече за поддържаните размери и за форматирането ще намерите на help.prusa3d.com в раздела Original Prusa MINI+ – About your printer – SD cards and USB drives.

След поставяне на USB флаш паметта могат да възникнат две обичайни ситуации:

След поставяне на USB флаш паметта не може да се влезе в менюто Print

- Първо рестартирайте принтера.
- Използвайте USB флаш памет с един-единствен дял и файлова система FAT32.
- Опитайте с друга USB флаш памет.
- Ако сте опитали с няколко USB флаш памети и никоя не се разпознава, основната платка може да е неизправна. Свържете се с техническата поддръжка на производителя.

USB флаш паметта се разпознава, но в списъка не се показват никакви файлове

- Уверете се, че използвате съвместим G-code.
- Уверете се, че файлът е записан на флаш паметта изцяло и правилно (в Windows преди изваждането на флаш паметта използвайте функцията за безопасно премахване).
- Опитайте с друга USB флаш памет и с друг файл G-code.
- Опитайте да преименувате файла на нещо просто, напр. „print.gcode“.

13.3 Разхлабени ремъци на оста X и/или оста Y

Проверете дали двата ремъка са правилно обтегнати. Разхлабените ремъци причиняват грешки при печат или напълно правят печата невъзможен. Най-простата проверка е да отпечатате кръгъл обект — ако някой от ремъците не е правилно обтегнат, резултатът е неправилна форма вместо идеален кръг. Ремъкът на оста Y е разположен под нагряваемата маса, а ремъкът на оста X движи печатащата глава. Подробно ръководство ще намерите на help.prusa3d.com в раздела Original Prusa MINI+ – Using the printer – Printer maintenance – Adjusting belt tension (MINI+).

13.4 Филамент, заседнал в PTFE тръбичката

Ако филаментът заседне където и да е в принтера, обикновено може лесно да се извади. Следвайте глава 11.11 Запушен / блокирал екструдер — отделете главната PTFE тръбичка, установете къде е заседнал филаментът и го отстранете по съответния начин.

13.5 Търсенето на изходното положение на оста X (homing) е неуспешно

Най-честата причина са кабелите, водещи от печатащата глава към екструдера, които стоят на пътя. Когато печатащата глава се приближава към конструкцията на оста Z от дясната страна на принтера, наблюдавайте дали кабелите не пречат на движението ѝ.

Комплект за сглобяване
Ако имате комплект за сглобяване, уверете се, че кабелите, водещи от екструдера към печатащата глава, имат достатъчно свободен ход. Ако са твърде къси, печатащата глава може да не достигне до края на оста X.

13.6 Грешки при нагряването

Ако принтерът спре с червен екран и грешка, свързана с нагряването, проверете свързването на нагревателните елементи и на термисторите. Подробности ще намерите на help.prusa3d.com.

13.7 Грешки на вентилаторите

Ако принтерът спре да работи и покаже грешка, свързана с вентилаторите, проверете свързването на двата вентилатора на печатащата глава (вентилатора на hotend-а и вентилатора за печата). Подробности ще намерите на help.prusa3d.com.

13.8 Връщане към по-стара версия на фърмуера

В някои случаи може да е необходимо да се върнете към по-стара версия на фърмуера. Копирайте файла с по-стария фърмуер на USB флаш памет, форматирана във FAT32. Поставете флаш паметта в принтера, натиснете бутона за рестартиране и веднага щом на екрана се появи логото Original Prusa MINI+, натиснете веднъж въртящия се бутон. Така се отваря екранът за зареждане на фърмуер. Изберете **Flash**, за да бъде текущият фърмуер презаписан с версията от USB флаш паметта.

13.9 Дюзата се удря в плочата и подобни проблеми

Ако имате проблеми с калибрирането на първия слой или с Mesh Bed Leveling, проверете отново свързването на принтера. Уверете се, че всички кабели, водещи към кутията с електрониката, са правилно свързани.

Комплект за сглобяване
Ако имате MINI+ във версия комплект за сглобяване, уверете се, че сондата SuperPINDA е в правилното положение. Ако сондата е твърде високо или твърде ниско, може да причинява проблеми с калибрирането и със Selftest.

14. Разширено отстраняване на проблеми

14.1 Хардуер

При неизправност MINI+ показва екран за грешка с кратко обяснение на проблема, връзка към статия в базата знания на производителя и QR код (вижте глава 6.3). Ръководства за разширено отстраняване на проблеми с хардуера и за смяна на компоненти са достъпни онлайн на help.prusa3d.com.

14.2 Качество на печата

Ако отпечатъците не отговарят на очакванията Ви или показват сериозни дефекти в качеството (изместени слоеве, ghosting, недостатъчно екструдирани части), е необходимо да откриете причината и да я отстраните. В базата знания на производителя на help.prusa3d.com в раздела Original Prusa MINI+ Troubleshooting ще намерите подробни ръководства за решаване на проблеми с качеството на печата, включително картинки и указания за конкретния тип принтер.

15. Производител и поддръжка

Техническа поддръжка, актуалната версия на това ръководство, фърмуер, PrusaSlicer и друга информация ще намерите на сайта на производителя.
Производител: Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Чешка република
Уебсайт: www.prusa3d.com
Поддръжка: help.prusa3d.com, support@prusa3d.com
Имейл: info@prusa3d.com

Вносител
Sunnysoft s.r.o.
Kovanecká 2390/1a
190 00, Praha 9 - Libeň
www.sunnysoft.bg

DRUKARKA 3D
Original Prusa MINI+

Podręcznik drukowania 3D



Instrukcja obsługi

Przed rozpoczęciem użytkowania produktu uważnie przeczytaj niniejszą instrukcję i zachowaj ją. Przestrzegaj wszystkich zaleceń dotyczących bezpieczeństwa; chronisz w ten sposób siebie i swoje otoczenie. Nieprzestrzeganie zaleceń może prowadzić do uszkodzenia mienia lub obrażeń ciała. Zachowaj instrukcję do późniejszego użytku.

Spis treści

1 Zalecenia dotyczące bezpieczeństwa 5

1.1 Umieszczenie drukarki i podstawy użytkowania 5
1.2 Bezpieczeństwo elektryczne 6
1.3 Bezpieczeństwo mechaniczne 6
1.4 Ryzyko oparzeń 7
1.5 Właściwe użytkowanie dwustronnych płyt stalowych 7
1.6 Praca z filamentami 8
1.7 Wyłączenie odpowiedzialności 8

2 Symbole na produkcie 8

3 Dane techniczne 9

4 Wprowadzenie 10

4.1 Szybki przewodnik do pierwszego wydruku 11
4.2 Oznaczenia użyte w podręczniku 11

5 Słowniczek pojęć 12

6 Przenoszenie i transportowanie drukarki 14

6.1 Odłączenie zasilacza 14
6.2 Jak skontaktować się z pomocą techniczną 15
6.3 Ekrany błędów 15
6.4 Rozpakowanie, montaż i pierwsze uruchomienie 16

7 Twój pierwszy wydruk 16

7.1 Podstawowe sterowanie 16
7.2 Aktualizacja firmware 17
7.3 Przygotowanie płyt ze stali sprężynowej 18
7.4 Asystent kalibracji (Wizard) 19
7.5 Selftest 19
7.6 Ładowanie i rozładowanie filamentu 19
7.7 Kalibracja pierwszej warstwy (First Layer Calibration) 21
7.8 Lista kontrolna 23
7.9 Rozpoczęcie pierwszego wydruku 23
7.10 Zdejmowanie wydruku 24
7.11 Czynności i kontrole po zakończeniu druku 24

8 Zaawansowane funkcje **25**
8.1 Struktura menu . . . 25
8.2 Zasada automatycznej kalibracji stołu (Mesh Bed Leveling) . . . 26
8.3 Przywracanie ustawień fabrycznych . . . 26
8.4 Połączenie sieciowe . . . 26

9 Drukowanie własnych modeli **27**
9.1 Zdobycie modelu do druku . . . 27
9.2 Tworzenie własnego modelu . . . 28
9.3 Czym jest plik G-code? . . . 29
9.4 PrusaSlicer . . . 29
9.5 Importowanie modeli do PrusaSlicera . . . 30
9.6 Używanie podpór . . . 31
9.7 Prędkość druku a jakość druku . . . 32
9.8 Wypełnienie (infill) . . . 33
9.9 Brim . . . 34
9.10 Drukowanie dużych obiektów . . . 34
9.11 Drukowanie obiektów wielokolorowych . . . 35
9.12 Cięcie i eksport . . . 36

10 Przewodnik po materiałach **36**
10.1 PLA . . . 37
10.2 PET/PETG . . . 38
10.3 ASA/ABS . . . 39
10.4 PC (poliwęglan) i PC Blend . . . 40
10.5 PVB . . . 41
10.6 Materiały elastyczne . . . 42

11 Regularna konserwacja **43**
11.1 Płyty ze stali sprężynowej . . . 43
11.2 Płyta ze stali sprężynowej z dwustronną TEKSTUROWANĄ powłoką PEI . . . 46
11.3 Płyta ze stali sprężynowej z dwustronną GŁADKĄ powłoką PEI . . . 47
11.4 Płyta ze stali sprężynowej z dwustronną SATYNOWĄ powłoką PEI . . . 47
11.5 Zwiększenie przyczepności . . . 48
11.6 Profile płyt . . . 48
11.7 Łożyska . . . 48
11.8 Wentylatory . . . 49
11.9 Koła zębate ekstrudera . . . 49
11.10 Rurki PTFE . . . 49

11.11 Zatkany / zablokowany ekstruder 50
11.12 Czyszczenie dyszy 51
11.13 Wymiana dyszy 52
11.14 Wgrywanie niepodpisanego firmware 54

12 Czujnik filamentu (akcesorium opcjonalne) 55
12.1 Gdy skończy się filament 55
12.2 Fałszywe odczyty czujnika i szukanie usterki 56

13 Często zadawane pytania i rozwiązywanie problemów 56
13.1 Przekrzywiona oś X 56
13.2 Drukarka nie odczytuje pamięci USB 57
13.3 Luźne paski osi X i/lub osi Y 57
13.4 Filament zablokowany w rurce PTFE 58
13.5 Bazowanie osi X (homing) się nie powodzi 58
13.6 Błędy nagrzewania 58
13.7 Błędy wentylatorów 58
13.8 Powrót do starszej wersji firmware 58
13.9 Dysza uderza w płytę i podobne problemy 59

14 Zaawansowane rozwiązywanie problemów 59
14.1 Sprzęt 59
14.2 Jakość druku 59

15 Producent i pomoc techniczna 59

1. Zalecenia dotyczące bezpieczeństwa

Zachowaj szczególną ostrożność podczas obsługi drukarki 3D. Jest to urządzenie elektryczne z ruchomymi częściami oraz elementami nagrzewającymi się do wysokich temperatur.

1.1 Umieszczenie drukarki i podstawy użytkowania

Ostrzeżenie

Upewnij się, że drukarka jest umieszczona i użytkowana w odpowiednim miejscu, aby zapobiec potencjalnym zagrożeniom.

- To urządzenie jest przeznaczone wyłącznie do pracy wewnątrz pomieszczeń. Nie wystawiaj go na deszcz ani śnieg. Kontakt z wodą i innymi płynami może prowadzić do uszkodzenia elektroniki, zwarć i innych uszkodzeń. Zawsze używaj drukarki w suchym otoczeniu.
- Umieść drukarkę w bezpiecznym, suchym miejscu. Podłoże musi być poziome i stabilne – idealny jest stół roboczy. Wokół drukarki powinno być co najmniej 30 cm wolnego miejsca. Przedmioty znajdujące się w pobliżu drukarki mogą zakłócać jej pracę lub powodować nadmierne zużycie oplotu przewodów, a nawet samych przewodów. Zużyte przewody stanowią zagrożenie (porażenie prądem elektrycznym, pożar).
- Upewnij się, że żaden z otworów wentylacyjnych ani wentylatorów nie jest zablokowany. Drukarka ma wbudowane monitorowanie prędkości obrotowej wentylatorów, jednak w niektórych przypadkach (nieprawidłowy montaż, uszkodzenie podzespołów, nieoficjalny firmware) monitorowanie może nie działać poprawnie. Niewystarczające chłodzenie może prowadzić do przegrzania i poważnego uszkodzenia drukarki (ryzyko uszkodzenia elektroniki, pożar).
- Upewnij się, że drukarka stoi tak, aby nie mogła się przewrócić ani spaść na podłogę. Jeśli drukarka uległa uszkodzeniu mechanicznemu, nie używaj jej – uszkodzone części mogą stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa.
- Zasilacz i przewody muszą być umieszczone tak, aby nie można było się o nie potknąć, nadepnąć na nie ani uszkodzić ich w inny sposób. Upewnij się, że przewód nie jest uszkodzony. Jeśli jest, natychmiast przestań używać urządzenia i wymień przewód. Uszkodzone przewody stanowią zagrożenie – grozi porażenie prądem elektrycznym.
- Nie zostawiaj włączonej drukarki bez nadzoru! Drukarka ma monitorowanie temperatur i szereg inteligentnych funkcji zwiększających bezpieczeństwo, jednak użytkowanie niezgodne z instrukcjami zawartymi w tym podręczniku lub awaria podzespołów mogą prowadzić do zagrożenia pożarowego.

1.2 Bezpieczeństwo elektryczne

Ostrzeżenie

Przestrzegaj poniższych instrukcji, aby uniknąć ryzyka porażenia prądem elektrycznym.

- Drukarkę można zasilać wyłącznie ze standardowego gniazdka 230 V AC / 50 Hz lub 110 V AC / 60 Hz. Nigdy nie używaj alternatywnych źródeł zasilania – mogą spowodować awarię lub uszkodzenie drukarki.
- Nigdy nie używaj drukarki, jeśli którykolwiek z jej przewodów zasilających jest uszkodzony – dotyczy to przewodu sieciowego, przewodu łączącego zasilacz z drukarką oraz przewodów samej drukarki. Uszkodzone przewody mogą spowodować porażenie prądem elektrycznym.
- Wyciągając przewód zasilający z gniazdka, trzymaj za wtyczkę, nie za przewód – zmniejszysz ryzyko uszkodzenia wtyczki lub gniazdka. Wtyczka podłączana do drukarki ma zabezpieczenie: najpierw je odblokuj, a dopiero potem odłącz przewód od drukarki.
- Nigdy nie rozbieraj zasilacza drukarki – nie zawiera on żadnych części, które mógłby naprawić niewykwalifikowany pracownik. Zawsze przekaż drukarkę wykwalifikowanemu serwisantowi. Nieprofesjonalne ingerencje w zasilacz mogą prowadzić do uszkodzenia drukarki i ryzyka porażenia prądem elektrycznym.
- Urządzenie odłącza się od sieci przez wyciągnięcie wtyczki. Gniazdko elektryczne musi być łatwo dostępne.

1.3 Bezpieczeństwo mechaniczne

Ostrzeżenie

Ruchome elementy mechaniczne drukarki mogą powodować obrażenia.

- Nigdy nie sięgaj do wewnętrznych podzespołów drukarki, gdy jest podłączona do sieci elektrycznej lub pracuje – grozi uraz przez ruchome części lub porażenie prądem elektrycznym.
- Chroń drukarkę przed dostępem dzieci bez nadzoru osoby dorosłej – również wtedy, gdy drukarka nie drukuje.

1.4 Ryzyko oparzeń

Ostrzeżenie

Nie dotykaj podgrzewanych części drukarki – podgrzewanego stołu, płyty stalowej ani elementów głowicy drukującej. Grozi oparzeniem.

Uwaga! Podczas drukowania elementy głowicy drukującej i podgrzewany stół mogą nagrzewać się do bardzo wysokich temperatur! Nie dotykaj ich, dopóki druk się nie zakończy, a drukarka nie ostygnie – aktualne temperatury są wyświetlane na ekranie LCD. Dotknięcie nagrzanych elementów może spowodować poważne oparzenia.

1.5 Właściwe użytkowanie dwustronnych płyt stalowych

Ostrzeżenie

Każdy typ płyty wymaga nieco innej pielęgnacji. Nieprawidłowa obsługa i użytkowanie mogą prowadzić do uszkodzenia płyty. Płyty są materiałem eksploatacyjnym i podlegają zużyciu. Przed użyciem przeczytaj poniższe punkty.

Ostrzeżenie

Nigdy nie czyść powierzchni płyty teksturowanej ani satynowej acetonem!

- Przeczytaj instrukcje konserwacji w rozdziale 11 Regularna konserwacja.
- Przy każdej zmianie płyty ponownie wyreguluj wysokość dyszy (Live Adjust Z) – płyty różnią się nieznacznie grubością. Nowsze wersje firmware obsługują profile płyt, w których można zapisać wartości kalibracji, aby zmiana była szybsza. Więcej w rozdziale 11 Regularna konserwacja.
- Do odtłuszczania płyty używaj alkoholu izopropylowego wysokiej jakości (90 % i więcej). Nie używaj produktów, w których IPA jest tylko jednym ze składników (np. środków do dezynfekcji rąk) – zazwyczaj zawierają one dodatki, które mogą pogorszyć właściwości płyty.
- Nie myj płyty pod bieżącą wodą – blacha może zacząć korodować.
- Nie zrywaj folii PEI z powierzchni płyty.
- Przed pierwszym wydrukiem wyczyść płytę ściereczką nasączoną alkoholem izopropylowym.

1.6 Praca z filamentami

Uwaga

Przy prawidłowym postępowaniu praca z filamentami jest łatwa i bezpieczna. Przeczytaj poniższe zalecenia.

- Zawsze używaj temperatur zalecanych dla wybranego materiału.
- Zachowaj ostrożność w kontakcie z roztopionym plastikiem – może powodować oparzenia! Jeśli z dyszy zwisa roztopiony plastik, nie usuwaj go ręką – użyj szczypiec lub innego narzędzia.
- Niektóre materiały mogą wydzielać podczas drukowania intensywny zapach – regularnie wietrz pomieszczenie.
- Z filamentem postępuj tak, jak opisano w kolejnych rozdziałach tego podręcznika.

1.7 Wyłączenie odpowiedzialności

Postępowanie niezgodne z informacjami zawartymi w tym podręczniku może prowadzić do obrażeń, złych wyników druku lub uszkodzenia drukarki 3D. Zadbaj o to, aby każdy, kto będzie pracować z drukarką, zapoznał się z treścią podręcznika i prawidłowo ją zrozumiał.

Ponieważ producent nie ma kontroli nad warunkami, w których montujesz i użytkujesz drukarkę Original Prusa MINI+, nie ponosi odpowiedzialności i wyraźnie odrzuca odpowiedzialność za straty, obrażenia, szkody lub wydatki wynikające z montażu, obsługi, przechowywania, użytkowania lub utylizacji produktu albo w jakikolwiek sposób z nimi związane. Informacje zawarte w tym podręczniku są dostarczane bez jakiejkolwiek gwarancji, wyraźnej lub dorozumianej.

2. Symbole na produkcie



Szczegółowe informacje o funkcjach, prawidłowym użytkowaniu i konserwacji urządzenia znajdziesz w tym podręczniku oraz online na stronie help.prusa3d.com.



Przed jakąkolwiek czynnością serwisową należy najpierw odłączyć drukarkę 3D od źródła zasilania (zasilacza), w przeciwnym razie grozi porażenie prądem elektrycznym. Przed konserwacją urządzenia zapoznaj się z podręcznikiem i Bazą Wiedzy na help.prusa3d.com.



Podczas obsługi lub dotykania części oznaczonych w ten sposób należy zachować szczególną ostrożność i unikać innych zagrożeń określonych konkretnymi symbolami, np. zagrożenia gorącą powierzchnią. Dotknięcie nagrzanych elementów (podgrzewany stół, elementy głowicy drukującej) może spowodować poważne oparzenia.



Części oznaczone tym symbolem są nagrzewane do temperatur znacznie wyższych od temperatury otoczenia. Ich kontakt z nieosłoniętą skórą może prowadzić do oparzeń.



Nieosłonięte ruchome części mechaniczne mogą powodować obrażenia – zachowaj szczególną ostrożność.



Nie dotykaj głowicy drukującej podczas drukowania – grozi oparzeniem lub urazem przez ruchome części.



W bezpośrednim sąsiedztwie części oznaczonych tym symbolem jest naprzemiennie włączany i wyłączany prąd o wysokim natężeniu. Osoby z wszczepionym rozrusznikiem serca lub innymi urządzeniami wspomagającymi i monitorującymi pracę serca muszą zachować szczególną ostrożność i skonsultować użycie drukarki 3D ze swoim lekarzem.



To urządzenie składa się z komponentów, które należy utylizować zgodnie z dyrektywą w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego.

3. Dane techniczne

Nazwa	Original Prusa MINI+
Producent	Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Republika Czeska
Adres e-mail	info@prusa3d.com
Grupa EEE	3 (sprzęt IT i/lub telekomunikacyjny)
Użycie urządzenia	tylko wewnątrz pomieszczeń
Zasilanie	zasilacz impulsowy AC/DC, wejście 100–240 V AC, 50/60 Hz, 2,0 A; wyjście maks. 24 V, 6,67 A, 160 W
Bezpiecznik	min. B16A (w UE)
Stopień ochrony	IP20
Zakres temperatury pracy	18–38 °C, tylko do użytku w pomieszczeniach

Wilgotność powietrza podczas pracy	85 % lub mniej
Kompatybilne filamenty	tylko o średnicy 1,75 mm
Waga opakowania (brutto / netto)	7,6 kg / 4,85 kg

Numer seryjny znajduje się na ramie drukarki, a także na opakowaniu zewnętrznym. To urządzenie może być bezpiecznie używane tylko wewnątrz pomieszczeń, gdzie jest (zwłaszcza jego zasilacz i złącze LAN) zabezpieczone przed zewnętrznymi czynnikami środowiskowymi.

Licencje

Drukarka Original Prusa MINI+ jest częścią projektu RepRap, pierwszego projektu drukarki 3D o otwartym kodzie źródłowym, swobodnie rozpowszechnianego na licencji GNU GPL v3. Jeśli zmodyfikujesz jakąkolwiek z naszych części i będziesz chcieć ją dalej sprzedawać, musisz opublikować kody źródłowe na tej samej licencji. Wszystkie drukowane części drukarki są dostępne na www.prusa3d.com.

4. Wprowadzenie

Dziękujemy za zakup drukarki 3D Original Prusa MINI+ od Josefa Prusy. Twój zakup pozwala producentowi inwestować w dalszy rozwój MINI+ oraz innych produktów z dziedziny druku 3D. Original Prusa MINI+ to kompaktowa, inteligentna i przystępna cenowo drukarka. Jest świetna dla początkujących, majsterkowiczów, firm, a także do założenia farmy drukarek 3D. Przeczytaj ten podręcznik naprawdę uważnie – każdy rozdział zawiera cenne informacje, które pomogą Ci prawidłowo opanować obsługę i regularną konserwację drukarki.

Najnowszą wersję tego podręcznika w formacie PDF znajdziesz na www.prusa3d.com. Jeśli podczas użytkowania drukarki napotkasz problemy, nie wahaj się skontaktować z producentem pod adresem info@prusa3d.com. Chętnie odpowie na Twoje pytania i wysłucha pomysłów na ulepszenia. Możesz również odwiedzić Bazę Wiedzy help.prusa3d.com lub forum dyskusyjne forum.prusa3d.com.



Original Prusa MINI+

4.1 Szybki przewodnik do pierwszego wydruku

Przeczytaj uważnie rozdział 7 Twój pierwszy wydruk.

1. Postaw zmontowaną drukarkę na płaskiej i stabilnej powierzchni.
2. Włącz drukarkę, podłącz dołączoną pamięć USB i zaktualizuj firmware.
3. Skalibruj drukarkę zgodnie z instrukcjami na ekranie.
4. Wydrukuj model przykładowy.

4.2 Oznaczenia użyte w podręczniku

Uwaga
Wskazówki, porady lub ważne informacje, które pomogą Ci w pracy z drukarką.

Ostrzeżenie
Ta część tekstu jest bardzo ważna, przeczytaj ją uważnie! Zależy od niej zarówno prawidłowe działanie drukarki, jak i bezpieczeństwo jej użytkowania.

Zestaw
Ta informacja dotyczy Original Prusa MINI+ w zestawie do samodzielnego montażu.

Nazwy pozycji menu i przycisków, tak jak są wyświetlane na ekranie LCD drukarki, są w tekście złożone tym pismem: **Ustawienia**.

5. Słowniczek pojęć



1. **Płyta ze stali sprężynowej** – występuje w trzech wersjach: z powierzchnią gładką, satynową i teksturowaną (pokrywaną proszkowo). Płyty służą jako podłoże, na którym powstaje drukowany obiekt. Zwróć uwagę na rozdział o konserwacji drukarki, aby zapewnić optymalne warunki do druku 3D.
2. **Podgrzewany stół (heatbed)** – znajduje się bezpośrednio pod płytą ze stali sprężynowej. Podgrzewany stół zapewnia odpowiednią przyczepność wydruku do powierzchni druku. Uwaga: nie dotykaj rozgrzanego stołu!
3. **Oś Y** – ogólna nazwa całego zespołu podgrzewanego stołu (pręty liniowe, pasek, stół itd.).
4. **Pokrętło i przycisk reset** – pokrętło jest głównym elementem sterującym drukarki. Obracając je w prawo lub w lewo, wybierasz pozycje lub ustawiasz wartości, a naciskając potwierdzasz wybór. Po lewej stronie

pokrętła znajduje się przycisk reset – jego naciśnięcie odpowiada szybkiemu wyłączeniu i włączeniu drukarki. Przydaje się np. wtedy, gdy musisz natychmiast przerwać drukowanie.

5. **Ekran LCD** – wyświetlacz sterujący drukarki 3D. Pokrętłem poruszasz się po menu, a jego naciśnięciem potwierdzasz wybór.
6. **Przełącznik zasilania** – jeśli drukarka nie pracuje, wyłącz ją tym przełącznikiem.
7. **Port USB i port microUSB** – port USB służy do podłączania pamięci flash (USB 2.0/3.0) z systemem plików FAT32. Z pamięci USB wczytywany jest G-code z instrukcjami druku lub pliki aktualizacji firmware. Port microUSB można wykorzystać do sterowania drukarką przez oprogramowanie firm trzecich, np. OctoPrint.
8. **Główna rurka PTFE** – prowadzi filament z ekstrudera do głowicy drukującej i dyszy. Od czasu do czasu sprawdzaj, czy nie gromadzą się w niej zanieczyszczenia, które utrudniałyby swobodne przechodzenie filamentu.
9. **Złącza rurki** – na obu końcach głównej rurki PTFE. Jeśli w rurce zablokuje się filament, odkręć złącza kluczem (dołączonym do drukarki), a następnie zdejmij samą rurkę, aby dostać się do filamentu. Pamiętaj, że rurki PTFE są materiałem eksploatacyjnym – ich jakość może z czasem ulegać pogorszeniu. Więcej informacji znajdziesz w rozdziale o rurkach PTFE.
10. **Wentylator wydruku** – chłodzi drukowany obiekt i poprawia jakość druku. Jego prędkość obrotowa (RPM) jest stale monitorowana.
11. **Głowica drukująca** – lekka głowica drukująca składa się z hotendu (dyszy drukującej), czujnika SuperPINDA i dwóch wentylatorów. Aby poprawić jakość druku, cięższe części ekstrudera zostały przeniesione na konstrukcję osi Z.
12. **Dysza** – dysza o średnicy 0,4 mm. Można ją wymienić na dyszę o innej średnicy (np. 0,25 mm lub 0,6 mm), aby uzyskać lepsze detale lub wyższą prędkość druku. Jest kompatybilna z dyszami E3D.
13. **Oś Z** – ogólna nazwa całej konstrukcji osi pionowej (pręty liniowe, silnik osi Z itd.).
14. **Ekstruder / silnik ekstrudera** – w odróżnieniu od drukarek 3D MK2 i MK3S silnik ekstrudera MINI+ jest zamontowany na stałe z boku konstrukcji, więc nie porusza się wzdłuż osi X. Koła zębate ekstrudera przepychają filament przez główną rurkę PTFE do głowicy drukującej.
15. **Oś X** – umożliwia, za pomocą paska, ruch głowicy drukującej od lewej do prawej.
16. **Uchwyt na szpulę** – powinien stać obok drukarki tak, aby filament wchodził do rurki PTFE od dołu. Filament nie może zaginać się pod ostrym kątem.

6. Przenoszenie i transportowanie drukarki

Drukarkę Original Prusa MINI+ przenoś w zalecany sposób. Możesz chwycić ją za silnik osi Z u góry albo za konstrukcję osi Z – zobacz zdjęcia poniżej. Nigdy nie podnoś drukarki za przewody ani rurki PTFE – mogłoby dojść do jej uszkodzenia!



6.1 Odłączenie zasilacza

Ostrzeżenie

Wtyczka przewodu zasilającego podłączana do drukarki ma zabezpieczenie – nie wyciągaj jej na siłę! Nie ciągnij za przewód! Nieprawidłowe postępowanie może prowadzić do uszkodzenia wtyczki lub przewodu.

Najpierw odblokuj zabezpieczenie, pociągając obejmę wtyczki w kierunku od drukarki. Po zwolnieniu blokady możesz wyciągnąć wtyczkę z drukarki.



6.2 Jak skontaktować się z pomocą techniczną

Jeśli napotkasz jakiekolwiek problemy ze swoją drukarką 3D MINI+, najpierw przejrzyj ostatnie rozdziały tego podręcznika z ogólnymi wskazówkami rozwiązywania problemów lub odwiedź Bazę Wiedzy producenta na help.prusa3d.com. Jeśli proponowane rozwiązania nie pomogą, skontaktuj się z pomocą techniczną producenta e-mailem na support@prusa3d.com lub przez czat na stronie prusa3d.com – okno czatu znajduje się w prawym dolnym rogu.

6.3 Ekrany błędów

Jeśli drukarka napotka poważny błąd, wyświetli ekran błędu. Informacje na ekranie pomagają rozpoznać, zdiagnozować i usunąć błąd. Zwróć uwagę na następujące dane na ekranie.



1. **Nazwa błędu**
2. **Krótki opis** – błędu i sugerowanych dalszych kroków.
3. **Kod QR** – jeśli zeskanujesz go telefonem, zostaniesz przekierowany do artykułu w Bazie Wiedzy z pełną instrukcją usunięcia błędu. Odnośnik w kodzie QR zawiera również identyfikator urządzenia (zobacz niżej).
4. **Adres w Bazie Wiedzy** – jeśli nie masz pod ręką telefonu, możesz wpisać ten adres do przeglądarki internetowej i otworzyć odpowiednią instrukcję.
5. **Wersja firmware** – może pomóc w diagnozowaniu błędu.
6. **Identyfikator urządzenia** – odnośnik zakodowany w kodzie QR może zawierać opcjonalny „identyfikator urządzenia" (można go włączyć lub wyłączyć w ustawieniach). Dzięki tej informacji producent może sprawdzić, czy w drukarce jest zainstalowany aktualny firmware – jeśli nie, na górze artykułu pojawi się ostrzeżenie. Informacje z odnośnika są przechowywane w bazie danych producenta, który dzięki temu lepiej wie, które błędy występują najczęściej i ile błędów zarejestrowała dana drukarka.

6.4 Rozpakowanie, montaż i pierwsze uruchomienie

Drukarka 3D Original Prusa MINI+ jest dostępna zarówno w formie częściowo zmontowanej (połączenie trzech głównych zespołów), jak i w zestawie do samodzielnego montażu, z którego zbudujesz MINI+ od zera, śrubka po śrubce. Zbudowanie własnej drukarki to świetny sposób, aby dowiedzieć się o jej działaniu jak najwięcej – a dzięki szczegółowym instrukcjom producenta poradzi sobie z tym każdy. Instrukcję montażu drukarki częściowo zmontowanej oraz zestawu znajdziesz w Bazie Wiedzy producenta na help.prusa3d.com. Gdy drukarka będzie zmontowana, wróć tutaj i kontynuuj przygotowania do pierwszego wydruku.

Uwaga

Wersję online instrukcji montażu otwórz na help.prusa3d.com.

Ostrzeżenie

Przed pierwszym użyciem urządzenia sprawdź na www.prusa3d.com, czy nie jest dostępna nowsza wersja firmware.

7. Twój pierwszy wydruk

Przygotowanie drukarki do pierwszego wydruku zajmie około 15–30 minut (bez montażu). Aby drukarka działała prawidłowo, zwróć uwagę na poniższe kroki.

W tym rozdziale dowiesz się, jak:

1. sterować drukarką,
2. zaktualizować firmware,
3. przygotować powierzchnię druku przed pierwszym wydrukiem,
4. przeprowadzić początkową kalibrację,
5. załadować filament,
6. rozpocząć pierwszy wydruk.

7.1 Podstawowe sterowanie

Całą konfigurację i sterowanie drukarką wykonuje się jednym elementem – pokrętłem (1). Jego naciśnięciem potwierdzasz wybór.



Przycisk reset (2) znajduje się po lewej stronie pokrętła. Jego naciśnięcie odpowiada szybkiemu wyłączeniu i włączeniu drukarki. Przydaje się, gdy drukarka zachowuje się w niepożądany sposób lub gdy trzeba natychmiast zatrzymać nieudany wydruk.

7.2 Aktualizacja firmware

Drukarka jest dostarczana z najnowszą wersją firmware dostępną w momencie produkcji. Mimo to zalecamy sprawdzenie na www.prusa3d.com, czy nie jest dostępna nowsza wersja – zapewnisz sobie w ten sposób najlepsze możliwe wyniki druku.

Firmware pobrany ze strony producenta wgrasz w następujący sposób:

1. Pobierz właściwy plik firmware z www.prusa3d.com (archiwum ZIP) i rozpakuj go.
2. Skopiuj plik .BBF na pamięć USB sformatowaną w systemie FAT32 – możesz użyć nośnika dołączonego do drukarki MINI+.
3. Podłącz pamięć USB do portu USB drukarki.
4. Zrestartuj drukarkę przyciskiem reset obok pokrętła.
5. Proces aktualizacji powinien rozpocząć się automatycznie.
6. Poczekaj na zakończenie procesu.



Uwaga

Aby wymusić wgranie firmware (np. gdy chcesz przejść na starszą wersję), podłącz pamięć USB z wymaganym plikiem .BBF, zrestartuj drukarkę i podczas uruchamiania naciśnij i przytrzymaj pokrętło.

7.3 Przygotowanie płyt ze stali sprężynowej

Postępuj zgodnie z instrukcjami dla wybranego typu płyty (zobacz niżej) i przygotuj ją do pierwszego wydruku.

W podgrzewanym stole ukryte są wysokotemperaturowe magnesy, które utrzymują zdejmowane płyty ze stali sprężynowej na miejscu. Z tyłu stołu znajdują się dwa kołki, które dokładnie pasują do wycięć w płytach. Kołki nie są przeznaczone do dwóch otworów po przeciwnej stronie płyty! Przed położeniem płyty na stole upewnij się, że stół jest czysty i nie ma na nim żadnych zanieczyszczeń. **Nigdy nie drukuj bezpośrednio na podgrzewanym stole.**

Przed rozpoczęciem rozpakuj ściereczkę nasączoną alkoholem izopropylowym i wytrzyj nią płytę.



Podgrzewany stół i płyta z teksturowaną powierzchnią pokrywaną proszkowo

Dla dobrej przyczepności drukowanego obiektu kluczowe jest, aby powierzchnia druku była czysta. Więcej informacji o przygotowaniu

powierzchni druku i zalecanych środkach czyszczących znajdziesz w rozdziale 11 Regularna konserwacja.

7.4 Asystent kalibracji (Wizard)

Po pierwszym włączeniu drukarki uruchomi się Asystent (Wizard). Przeprowadzi Cię przez wszystkie testy i kalibracje, które trzeba wykonać przed rozpoczęciem drukowania.

Asystenta możesz uruchomić także ręcznie: **Menu LCD – Kalibracja – Asystent**. Przed uruchomieniem Asystenta nie zapomnij przeczytać rozdziału 11.1 Płyty ze stali sprężynowej.

Asystent kalibracji obejmuje Selftest, Mesh Bed Leveling i kalibrację pierwszej warstwy.

7.5 Selftest

Selftest jest narzędziem diagnostycznym składającym się z serii testów. Wykrywa najczęstsze problemy, np. nieprawidłowe podłączenie przewodów. Postęp i wynik każdego kroku są wyświetlane na ekranie LCD. Jeśli Selftest wykryje błąd, zostanie przerwany i wyświetli jego przyczynę, aby użytkownik mógł go usunąć. WAŻNE: podczas Selftestu na podgrzewanym stole musi znajdować się płyta stalowa, w przeciwnym razie Selftest się nie powiedzie.

Selftest obejmuje:

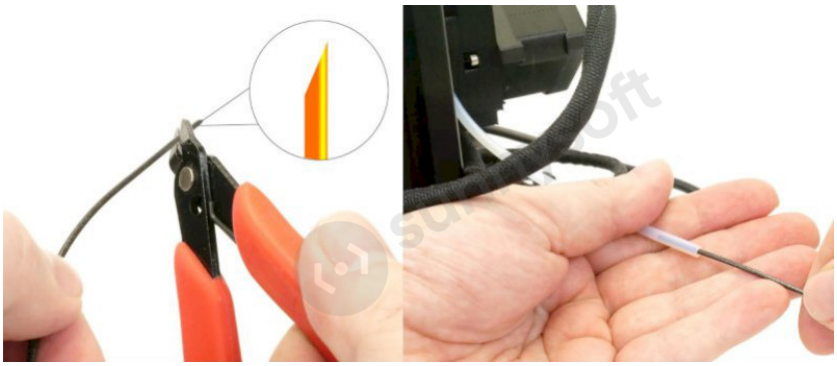
- test ekstrudera i wentylatora wydruku,
- test osi X, Y i Z,
- kontrolę prawidłowego podłączenia podgrzewanego stołu i hotendu.

Uwaga
Jeśli Selftest się nie powiedzie, upewnij się, że płyta stalowa jest prawidłowo umieszczona na podgrzewanym stole.

7.6 Ładowanie i rozładowanie filamentu

Po zakończeniu Selftestu możesz załadować filament. Do początkowej kalibracji i pierwszego wydruku zdecydowanie zalecamy PLA – jest łatwy w użyciu i nie wymaga dodatkowych czynności (np. nałożenia kleju na płytę). Jeśli nie masz szpuli PLA, przeczytaj uważnie rozdziały 10 Przewodnik po materiałach i 11 Regularna konserwacja, w których dowiesz się, jak przygotować płytę do konkretnych materiałów. Za każdym razem, gdy ładujesz nowy filament, upewnij się, że jego końcówka jest ostro ucięta, a na włóknie nie ma zgrubień ani innych nierówności, które utrudniałyby przejście

przez rurkę PTFE. Szpula powinna znajdować się na tej samej wysokości co drukarka, aby włókno nie musiało się mocno zaginać.



Ładowanie filamentu

1. Obetnij końcówkę filamentu tak, aby powstał ostry szpic. Wsuń filament do rurki PTFE prowadzącej do ekstrudera (z prawej strony drukarki) lub do krótkiej rurki PTFE czujnika filamentu (akcesorium opcjonalne).
2. Wybierz **Menu LCD** – **Filament** – **Ładuj filament** i potwierdź naciśnięciem pokrętła.
3. Automatycznie pojawi się menu nagrzewania. Wybierz rodzaj filamentu, który chcesz załadować, i potwierdź wybór naciśnięciem pokrętła.
4. Poczekaj, aż dysza nagrzeje się do wymaganej temperatury.
5. Naciśnij pokrętło, aby rozpocząć ładowanie, i jednocześnie wsuwaj filament do ekstrudera, aż chwycą go koła zębate.
6. Koła zębate ekstrudera automatycznie wprowadzą filament do głowicy drukującej. Drukarka zapyta, czy kolor wytłaczanego plastiku jest w porządku. Masz trzy opcje: **Tak**/**Nie**/**Ponów**. Jeśli wytłaczany plastik jest zabrudzony kolorem poprzedniego filamentu, wybierz **Nie**, a drukarka wytłoczy dodatkową porcję materiału. Opcja **Ponów** powtarza proces ładowania – przydaje się np. wtedy, gdy włókno zatrzymało się w połowie głównej rurki PTFE.

Uwaga
Drukarka pamięta, jaki filament jest załadowany, nawet po wyłączeniu. Rodzaj aktualnie załadowanego filamentu jest wyświetlany w prawym dolnym rogu menu LCD.

Do następnego kroku zostaw filament załadowany. Jeśli z jakiegoś powodu musisz wymienić filament przed kalibracją pierwszej warstwy (lub kiedykolwiek później), postępuj następująco:

Rozładowanie filamentu

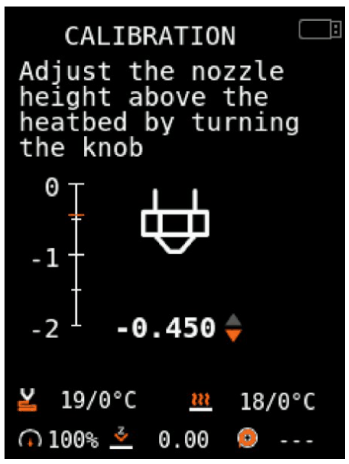
1. Wybierz **Menu LCD** – **Filament** – **Rozładuj filament**.
2. Drukarka automatycznie nagrzeje się do właściwej temperatury; gdy ją osiągnie, usłyszysz sygnał dźwiękowy.
3. Naciśnij pokrętło, aby rozpocząć wysuwanie filamentu.
4. Gdy ekstruder przestanie wysuwać filament, wyciągnij go ręcznie z rurki PTFE.

7.7 Kalibracja pierwszej warstwy (First Layer Calibration)

Ten proces kalibruje odległość między końcówką dyszy a czujnikiem. Kalibrację możesz w każdej chwili uruchomić z menu **Menu LCD** – **Kalibracja** – **Kalibracja pierwszej warstwy**.

Ostrzeżenie

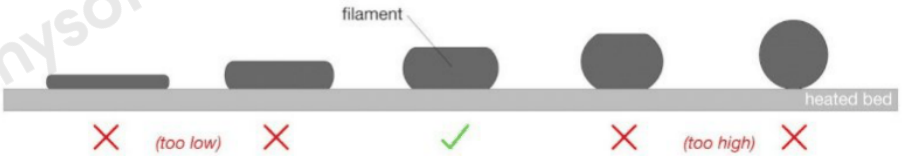
Upewnij się, że płyta jest czysta i bez tłustych śladów – problemy mogą powodować nawet odciski palców. Przed rozpoczęciem wytrzyj płytę dołączoną ściereczką nasączoną alkoholem izopropylowym.



Po uruchomieniu kalibracji pierwszej warstwy drukarka zapyta, czy filament jest załadowany. Następnie zmierzy stół funkcją Mesh Bed Leveling (zobacz rozdział 8.2 Zasada automatycznej kalibracji stołu (Mesh Bed Leveling)) i zacznie drukować na powierzchni druku wzór zygzakowaty. Dysza będzie znajdować się na wysokości określonej ustawieniem czujnika SuperPINDA. Pod żadnym pozorem nie może dotykać powierzchni druku.

Od wersji firmware 4.3.0 ekran regulacji wysokości dyszy ma nowy wygląd z uproszczonym obrazem dyszy. Gdy regulujesz wysokość dyszy, obracając pokrętło w prawo lub w lewo, dysza na ekranie porusza się w tym samym kierunku. Liczba na ekranie jest tylko ilustracyjna – wartość na Twojej drukarce będzie inna.

Obserwuj linię wytłaczaną na powierzchni druku. Automatycznie pojawi się nowe menu – obracając pokrętło, wyregulujesz w nim wysokość dyszy w czasie rzeczywistym. Celem jest ustawienie wysokości dyszy tak, aby wytłaczany plastik dobrze przylegał do stołu i był widocznie, lekko spłaszczony.



Profil pierwszej warstwy – dysza zbyt nisko (z lewej), prawidłowo (po środku), zbyt wysoko (z prawej)

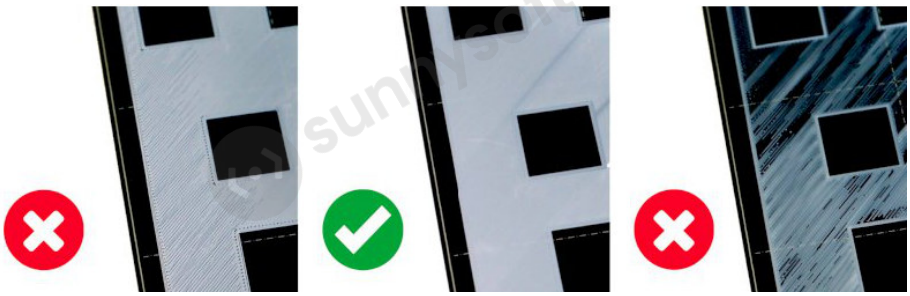
Wzór testowy powinien wyglądać jak na ilustracji po lewej lub po środku poniżej. Ilustracja po prawej pokazuje oba główne błędy jednocześnie: dysza zbyt wysoko (powyginane linie, przesunięte narożniki) i dysza zbyt nisko (plastik w ogóle nie jest wytłaczany).



Co należy sprawdzić:

- Warstwa wytłoczonego plastiku jest lekko spłaszczona.
- Narożniki zygzaka są ostre i nie odstają od płyty.
- Linie są proste i mocno trzymają się płyty.
- Prostokąt na końcu wzoru ma równą powierzchnię, bez fal i szpar.

Poniżej widzisz zbliżenie wydruku z wadami jakości spowodowanymi nieprawidłową wysokością dyszy. Ilustracja po środku pokazuje optymalną jakość.



Porównanie wysokości pierwszej warstwy – dysza zbyt wysoko (z lewej), optymalna wysokość (po środku), dysza zbyt nisko (z prawej)

Zestaw
Jeśli masz MINI+ w wersji do samodzielnego montażu i nie udaje Ci się uzyskać równej pierwszej warstwy, przyczyną może być nieprawidłowo ustawiony czujnik SuperPINDA. W instrukcji montażu online sprawdź, jak czujnik SuperPINDA powinien być prawidłowo ustawiony.

7.8 Lista kontrolna

Po wykonaniu wszystkich kroków opisanych w poprzednich rozdziałach możesz rozpocząć swój pierwszy wydruk. Zanim zaczniesz, przejrzyj końcową listę kontrolną:

1. MINI+ jest w całości zmontowana i umieszczona w odpowiednim miejscu.
2. Firmware jest zaktualizowany do najnowszej wersji.
3. Wszystkie kalibracje zakończyły się pomyślnie.
4. Na podgrzewanym stole leży czysta płyta stalowa, wytarta ściereczką nasączoną alkoholem izopropylowym.
5. Filament jest załadowany.

7.9 Rozpoczęcie pierwszego wydruku

Gdy wszystko jest gotowe, otwórz menu **Druk** (wyświetla się tylko wtedy, gdy podłączona jest pamięć USB). Pokrętłem wybierz z listy jeden z modeli przykładowych i obserwuj drukarkę. Zalecamy logo PRUSA – na nim najlepiej zobaczysz, jak udało Ci się wyregulować pierwszą warstwę podczas jej kalibracji.



Tak wygląda pierwsza warstwa w idealnej jakości

Dysza najpierw nagrzeje się do 170 °C niezależnie od wybranego filamentu – zapobiega to wyciekaniu filamentu podczas pierwszego etapu, czyli Mesh Bed Leveling. Po zakończeniu Mesh Bed Leveling drukarka nagrzeje dyszę do właściwej temperatury druku i zacznie drukować początkową linię czyszczącą na krawędzi płyty. Następnie wydrukuje skirt wokół obiektu, a potem sam obiekt.

Ostrzeżenie

Uważnie obserwuj jakość pierwszej warstwy. Wytłaczany plastik powinien dobrze przylegać do płyty. Jeśli z jakiegoś powodu dysza jest zbyt wysoko, obniż ją funkcją **Live Adjust Z** (Live Z), dostępną podczas druku w menu **Parametry**. Drugą możliwością jest zatrzymanie wydruku, wyczyszczenie płyty i ponowne uruchomienie kalibracji pierwszej warstwy z menu **Kalibracja**.

7.10 Zdejmowanie wydruku

Po zakończeniu wydruku poczekaj, aż podgrzewany stół ostygnie. Podgrzewany stół i płyta mogą mieć, w zależności od ustawień, temperaturę powyżej 100 °C i w kontakcie z nieosłoniętą skórą spowodować oparzenia. W zależności od materiału wydruk może po ostygnięciu sam się odkleić. Jeśli nie, zdejmij płytę i ostrożnie wygnij ją w obie strony. Następnie obróć ją o 90° i powtórz wyginanie. Nie zapomnij usunąć wszystkich pozostałości filamentu, np. początkowej linii czyszczącej, skirtu i podpór. Jeśli na płycie zostanie plastik, nie usuwaj go paznokciami – możesz się skaleczyć. Na płycie gładkiej użyj metalowej szpachelki, na teksturowanej – plastikowej.



Staraj się nie dotykać powierzchni druku palcami – odciski palców mogą obniżyć przyczepność kolejnego wydruku.

7.11 Czynności i kontrole po zakończeniu druku

Po zdjęciu wydruku przykładowego z płyty obejrzyj go dokładnie i sprawdź, czy nie ma wad jakości. Obiekty wydrukowane w technologii FDM/FFF nigdy nie są idealnie gładkie – zazwyczaj widoczne są na nich warstwy. Istnieją jednak sposoby wygładzania powierzchni wydruków 3D. Więcej o obróbce końcowej (post-processing) dowiesz się na blogu producenta blog.prusa3d.com.

Ostrzeżenie

Jeśli wydruk ma rzeczywiste wady jakości (brakujące części, przesunięte warstwy, miejsca z niedostateczną ekstruzją), przeczytaj rozdział 14.2 Jakość druku na końcu tego podręcznika.

Upewnij się, że płyta jest czysta, i połóż ją z powrotem na podgrzewanym stole. Filament możesz zostawić załadowany w dyszy. Jeśli nie planujesz drukować kolejnego obiektu, poczekaj, aż dysza ostygnie do 50 °C, i wyłącz drukarkę przełącznikiem z boku.

8. Zaawansowane funkcje

8.1 Struktura menu

- Druk
- Nagrzewanie
  - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
  - Chłodzenie
- Filament
  - Ładuj filament
    - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
    - Chłodzenie
  - Rozładuj filament
  - Zmiana filamentu
  - Czyszczenie
- Kalibracja
  - Asystent
  - Live Adjust Z
  - Auto bazowanie
  - Poziomowanie stołu
  - Selftest
  - Kalibracja pierwszej warstwy
  - Test wentylatorów
  - Test osi XYZ
  - Test grzałek
  - Pokaż wyniki Selftestu
- Ustawienia
  - Temperatura
    - Dysza
    - Stół
    - Wentylator wydruku
    - Chłodzenie
  - [Nazwa profilu] – wyświetlane, jeśli skonfigurowano dwa lub więcej profili płyt
  - Ruch osi
    - Ruch X, Ruch Y, Ruch Z, Ruch E
  - Wyłącz silniki
  - Ustawienia fabryczne
  - Ustawienia HW
    - Profile płyt
      - Nazwa profilu: Wybierz, Kalibracja pierwszej warstwy, Reset
  - Aktualizacja FW
  - Czujnik filamentu wł / wył
  - Ustawienia LAN
  - TZ (UTC + / -)
  - Zapisz zrzut pamięci
  - Tryb dźwięku: pojedynczy / głośny / cichy / wsparcie
  - Głośność dźwięku
  - Identyfikator urządzenia w QR wł / wył
  - Języki
- Info
  - Info systemowe
  - Info o czujnikach
  - Wersja

8.2 Zasada automatycznej kalibracji stołu (Mesh Bed Leveling)

Automatyczną kalibrację stołu (Mesh Bed Leveling) uruchomisz z menu **Menu LCD – Kalibracja**. Ta procedura jest wykonywana przed każdym wydrukiem. Ten sam proces przebiega również na początku kalibracji pierwszej warstwy (zobacz rozdział 7.7).

Czujnik SuperPINDA przechodzi po siatce 4×4 punktów rozmieszczonych na płycie (niezależnie od tego, czy ma ona powierzchnię teksturowaną pokrywaną proszkowo, czy gładką PEI) i mierzy odległość od płyty. Ze zmierzonych punktów przez interpolację powstaje wirtualna siatka stołu. Jeśli stół jest lekko pofalowany (chodzi o drobne nierówności wynikające z sumy tolerancji produkcyjnych lub z montażu), dysza mimo to podczas drukowania dokładnie podąża za powierzchnią według zmierzonej siatki – a jakość pierwszej warstwy jest lepsza.

8.3 Przywracanie ustawień fabrycznych

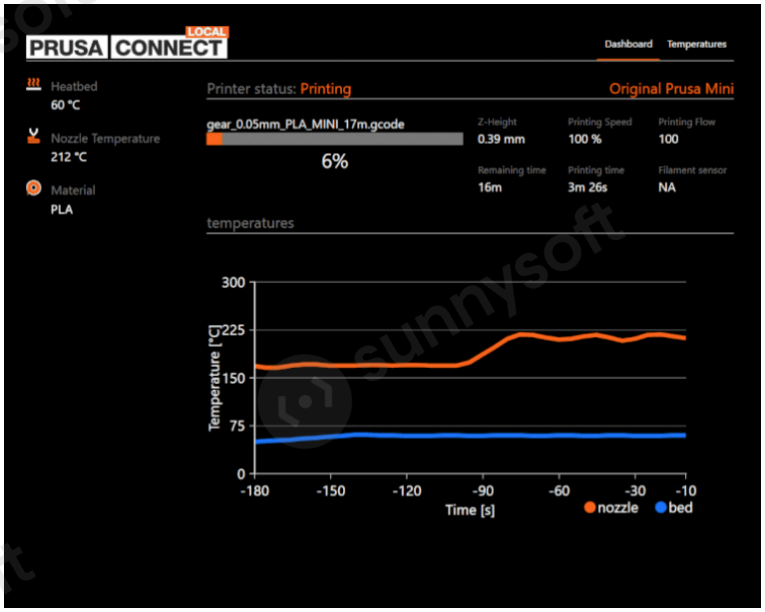
Ustawienia fabryczne przywrócisz przez **Menu LCD – Ustawienia – Ustawienia fabryczne**. Wszystkie zapisane wartości wrócą wtedy do wartości domyślnych.

8.4 Połączenie sieciowe

Original Prusa MINI+ ma na płycie głównej interfejs Ethernet (RJ45). Za jego pomocą możesz podłączyć drukarkę do sieci.

Niektóre funkcje sieciowe mogą nie być w pełni zaimplementowane w dostarczanej wersji firmware. Informacje o aktualnych wersjach firmware producent publikuje na www.prusa3d.com i w mediach społecznościowych.

Drukarkę Original Prusa MINI+ możesz podłączyć do sieci lokalnej (LAN) i mieć dostęp do podstawowych informacji o drukarce przez interfejs przeglądarkowy o nazwie PrusaConnect. Drukarka ma domyślnie włączony DHCP. W menu **Menu LCD – Ustawienia – Ustawienia LAN** sprawdź, czy drukarce został prawidłowo przypisany adres IP. Następnie na komputerze lub telefonie podłączonym do tej samej sieci otwórz przeglądarkę internetową i wpisz adres IP drukarki w pasku adresu. Wyświetlą się podstawowe informacje o bieżącym wydruku. PrusaConnect w obecnej wersji działa tylko w sieci lokalnej, a jego funkcje będą rozszerzane w kolejnych wydaniach firmware.



Moduł Wi-Fi (akcesorium opcjonalne) nie jest obsługiwany przez domyślny firmware. Informacje o dostępności modułu Wi-Fi producent opublikuje na www.prusa3d.com lub blog.prusa3d.com.

Uwaga

Original Prusa MINI+ jest również kompatybilna z narzędziem firmy trzeciej do druku sieciowego OctoPrint. Informacje o instalacji i konfiguracji znajdziesz na oficjalnej stronie projektu OctoPrint.

9. Drukowanie własnych modeli

Po pełnym skalibrowaniu drukarki i wydrukowaniu dobrze wyglądających modeli przykładowych będziesz prawdopodobnie chcieć drukować własne modele. Masz wiele możliwości – więcej dowiesz się w kolejnych rozdziałach.

9.1 Zdobycie modelu do druku

Najłatwiejszym sposobem na rozpoczęcie drukowania 3D jest pobranie modeli z Internetu – zazwyczaj występują w formatach .3mf, .stl lub .obj. Na szczęście druk 3D ma wielu entuzjastów, więc istnieją strony, z których możesz za darmo pobrać ogromną liczbę gotowych modeli 3D. Znajdziesz tam wszystko: od prostej kostki do gry po szczegółową figurkę postaci z ulubionego filmu, gry lub serialu. Możesz też pobrać części mechaniczne, akcesoria do modeli RC, wyposażenie domu i wiele innych.

Najlepsze modele znajdziesz na Printables.com

Printables.com (dawniej PrusaPrinters) to ogromna biblioteka online wysokiej jakości modeli 3D zarządzana przez Prusa Research. Jej celem jest zgromadzenie dużej, aktywnej społeczności projektantów, twórców i entuzjastów druku 3D – bez względu na to, jaką markę drukarki 3D preferują. Regularnie organizowane są konkursy społecznościowe, w których nagrodami głównymi są drukarki 3D i filamenty, a także działa system nagród wirtualnych i fizycznych – za aktywne uczestnictwo zbierasz punkty, które możesz wymienić na szpulę Prusamentu lub inne gadżety.

Dzięki skupieniu na wysokiej jakości, unikalnych i użytecznych modelach jesteś zawsze o kilka kliknięć od odkrycia czegoś nowego do wydrukowania. A zanim coś pobierzesz i wydrukujesz, możesz użyć zaawansowanej wbudowanej przeglądarki modeli 3D, która działa nie tylko z plikami STL i 3MF, ale także z G-code. Odwiedź Printables.com i odkryj aktywności, konkursy, wydarzenia, grupy, kolekcje i wiele więcej.

Modele 3D bardzo często można pobrać za darmo na licencji Creative Commons – Attribution – Non-Commercial (modele nie mogą być wykorzystywane komercyjnie i zawsze należy podać autora) lub za niewielką opłatą. Wybraliśmy najciekawsze strony:

- Printables.com (www.printables.com)
- Thingiverse
- MyMiniFactory
- Pinshape
- YouMagine
- Shapeways
- Gambody

Modeli w formatach .stl, .obj i podobnych nie można jednak bezpośrednio wydrukować na drukarce 3D. Najpierw trzeba je „pociąć" (przekonwertować) do pliku G-code, który następnie kopiuje się na pamięć USB. Podłącz pamięć USB z pociętym projektem do drukarki i w menu **Druk** wybierz model, który chcesz wydrukować. Więcej dowiesz się w rozdziałach 9.3 Czym jest plik G-code? i 9.4 PrusaSlicer.

9.2 Tworzenie własnego modelu

Do stworzenia modelu 3D potrzebujesz specjalistycznego programu – edytora 3D. Istnieje wiele różnych programów 3D, a wybór zazwyczaj zależy od tego, jaki typ modelu chcesz stworzyć.

Na początek najlepszy jest Tinkercad – edytor online działający w oknie przeglądarki, więc nie trzeba niczego instalować. Jest darmowy, przejrzysty, a w Internecie znajdziesz do niego mnóstwo poradników. Tinkercad jest

nastawiony głównie na tworzenie mniej szczegółowych i większych (np. mechanicznych) części, idealnych do druku FFF/FDM – Twoja MINI+ poradzi sobie z nimi z łatwością.

Innym popularnym narzędziem jest Autodesk Fusion 360 na PC, Mac i iPad. Na stronie producenta programu dostępny jest szybki przewodnik wraz z wieloma szczegółowymi poradnikami wideo, dlatego to idealny wybór zarówno dla początkujących, jak i dla profesjonalistów.

9.3 Czym jest plik G-code?

Modele 3D pobrane z Internetu lub stworzone samodzielnie trzeba przekonwertować z pierwotnego formatu (.stl, .obj, .3mf itp.) na plik instrukcji dla drukarki – tak zwany G-code. Dopiero ten format jest dla drukarek 3D „zrozumiały". Plik zawiera instrukcje ruchu dyszy, ilość wytłaczanego filamentu, ustawienia temperatur i prędkości wentylatorów.

Dostępnych jest wiele różnych slicerów, każdy ma swoje zalety i wady. Użytkownicy drukarek Prusa najczęściej używają tych trzech:

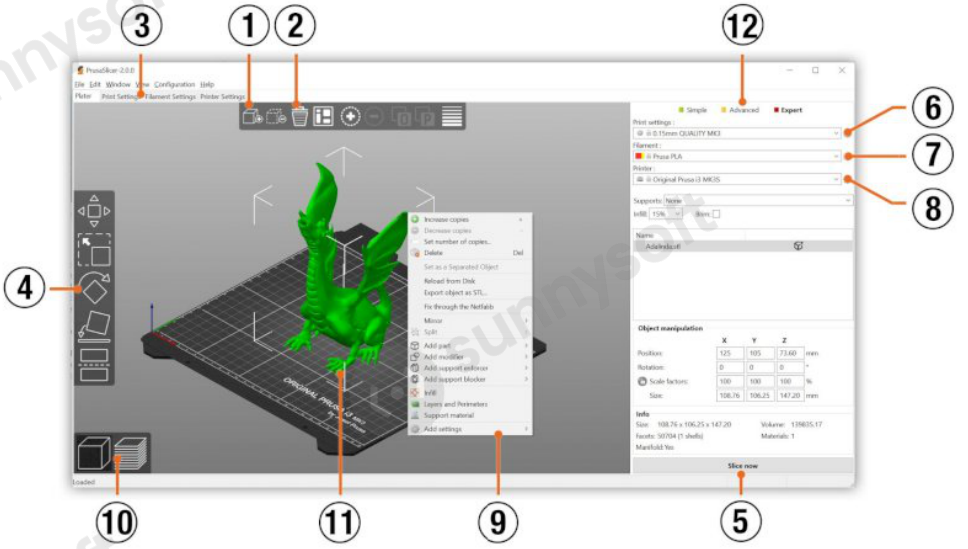
- PrusaSlicer
- Cura
- Simplify3D

9.4 PrusaSlicer

Jak sama nazwa wskazuje, PrusaSlicer jest własnym slicerem producenta, rozwijanym na bazie projektu open-source Slic3r. Ma wiele przydatnych funkcji, takich jak:

- profile druku dla ponad 30 filamentów z automatyczną aktualizacją,
- zmienna wysokość warstwy,
- własne podpory i modyfikatory,
- zróżnicowane ustawienia druku.

Najnowszą stabilną wersję możesz zawsze pobrać z www.prusa3d.com. Wersje rozwojowe alfa/beta są dostępne w repozytorium projektu PrusaSlicer na GitHubie.



Interfejs PrusaSlicera

1. Przyciskiem **Dodaj** wczytasz model do PrusaSlicera.
2. Przyciski **Usuń** i **Usuń wszystko** usuwają model(e) z PrusaSlicera.
3. Otwiera szczegółowe ustawienia druku, filamentu i drukarki.
4. Narzędzia **Przesuń**, **Skaluj**, **Obróć**, **Umieść na powierzchni** i **Przetnij**.
5. Przycisk cięcia i generowania pliku .gcode.
6. Ustawienia jakości / prędkości druku.
7. Wybór materiału.
8. Wybór drukarki.
9. Kliknięcie modelu prawym przyciskiem otwiera menu kontekstowe.
10. Przełączanie między edytorem 3D a podglądem warstw.
11. Podgląd modelu.
12. Przełączanie trybów **Prosty** / **Zaawansowany** / **Ekspert**.

9.5 Importowanie modeli do PrusaSlicera

Po uruchomieniu PrusaSlicera wybierz w menu **Drukarka** po prawej stronie okna pozycję **Original Prusa MINI+**. Jeśli nie ma jej na liście, dodaj ją opcją **Dodaj nową drukarkę** w tym samym menu lub przez **Konfiguracja – Asystent konfiguracji**. Następnie wybierz wysokość warstwy, wypełnienie i materiał, którego zamierzasz użyć. Wbudowane profile filamentów mają predefiniowane i przetestowane ustawienia. Wybór niewłaściwego profilu może, z powodu niekompatybilnych ustawień, negatywnie wpłynąć na wydruk.

PrusaSlicer pozwala importować obiekty w formatach STL, OBJ, AMF i 3MF – są to najczęściej spotykane w Internecie typy plików 3D. Możesz przeciągnąć je myszą do okna edytora 3D lub użyć przycisku **Dodaj...** na górnym pasku.

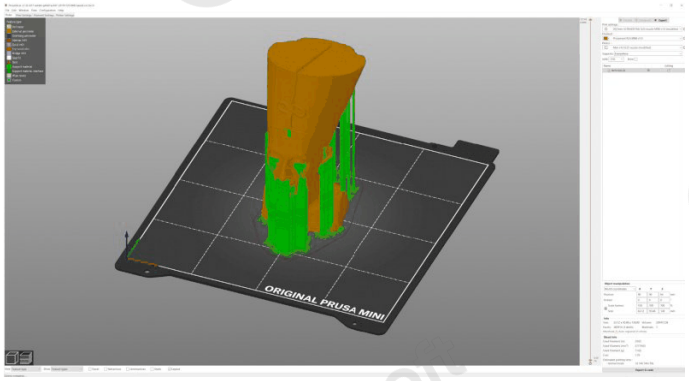
Do edycji modelu użyj narzędzi z lewego paska: **Przesuń**, **Skaluj** i **Obróć**. Jeśli obiekt ma kolor niebieski, oznacza to, że nie mieści się na powierzchni druku. Więcej dowiesz się w następnym rozdziale. Nie ma uniwersalnego sposobu ułożenia modelu na powierzchni – zależy to od konkretnego kształtu. Ogólnie jako podstawę warto wybrać największą płaską powierzchnię obiektu: im większa podstawa, tym lepsza przyczepność. Najlepszy wynik osiągniesz, gdy spód modelu jest idealnie płaski.

9.6 Używanie podpór

Podpory to drukowane w 3D struktury wspierające (podobne do rusztowania), które umożliwiają prawidłowe wydrukowanie skomplikowanych obiektów – po zakończeniu druku można je oddzielić od wydruku.

Wiele modeli można wydrukować bez podpór – wystarczy odpowiednio ułożyć je na powierzchni druku i drukować. Nie wszystkie obiekty da się jednak wydrukować bez podpór.

Jeśli drukujesz obiekt ze ścianami nachylonymi pod kątem mniejszym niż 45° (stromy zwis), zwisy mogą wydrukować się nieprawidłowo, a wydruk może się nie powieść. Są też obiekty, przy których drukarka musiałaby zacząć drukować „w powietrzu" – co jest niemożliwe. W takich przypadkach trzeba użyć podpór. PrusaSlicer ma tę funkcję wbudowaną.



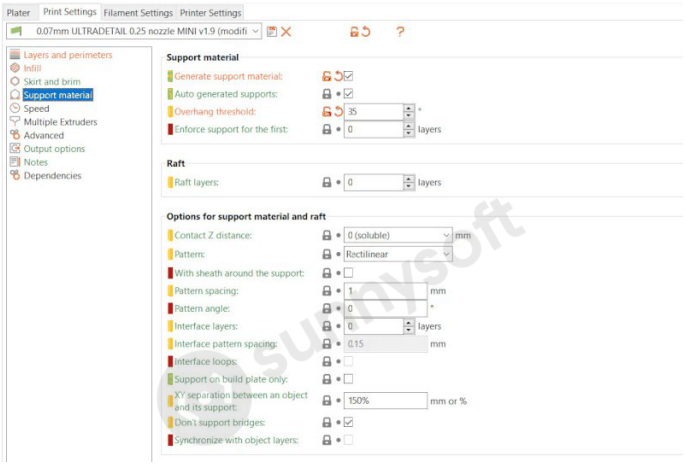
Podpory generowane automatycznie w PrusaSlicerze

Masz do wyboru trzy opcje:

- **Tylko na powierzchni stołu** – generuje podpory tylko między obiektem a powierzchnią druku.
- **Tylko dla wymuszania podpór** – generuje podpory tylko tam, gdzie umieszczono modyfikatory wymuszające podpory.
- **Wszędzie** – generuje podpory wszędzie.

Wartości domyślne sprawdzają się w większości przypadków. Jeśli jednak musisz zmienić, gdzie podpory mają być generowane, postępuj następująco: otwórz zakładkę **Ustawienia druku** i w lewej kolumnie kliknij **Materiał podporowy**.

- Zaznacz pole **Generuj materiał podporowy**.
- **Próg zwisu** pozwala ustawić minimalny kąt, od którego podpory są drukowane. Przy ustawieniu zera kąt jest wykrywany automatycznie. Spróbuj wygenerować podpory z różnymi ustawieniami kąta, aby sprawdzić, która wartość najlepiej pasuje do Twojego obiektu.
- **Wymuś podpory** dla pierwszych kilku warstw stosuje się głównie przy małych modelach lub modelach z małą podstawą, aby podczas druku nie odłamały się ani nie oderwały od powierzchni druku.



Uwaga

Powierzchnie nad podporami mają zazwyczaj gorszą jakość. Zanim zdecydujesz się użyć podpór, spróbuj przesunąć lub obrócić obiekt tak, aby potrzebne ich było mniej lub wcale.

9.7 Prędkość druku a jakość druku

Mały obiekt wydrukuje się w kilka minut, ale drukowanie większych modeli trwa dłużej – niektóre wydruki zajmują nawet kilkadziesiąt godzin. Na czas druku wpływa wiele czynników. Pierwszym sposobem wpłynięcia na prędkość jest zmiana wysokości warstwy w PrusaSlicerze – w prawym górnym oknie znajdziesz menu **Ustawienia druku**. Ustawienie domyślne to **0.15 mm QUALITY**, ale druk możesz przyspieszyć, wybierając **0.20 mm SPEED** lub nawet **0.25 mm DRAFT**. Wyższa warstwa oznacza mniej szczegółowe modele z wyraźniejszymi warstwami. Jeśli wolisz jakość od prędkości, wybierz **0.10 mm DETAIL**. Czas druku zauważalnie się wydłuży, ale modele

będą wyglądać lepiej. Zwiększenie prędkości druku może prowadzić do mniej szczegółowego modelu.

Najczęściej używane profile 0,15 mm i 0,20 mm występują w dwóch wariantach:

- **Jakość (Quality)** – wolniejszy druk obrysów i wypełnienia, lepsza jakość powierzchni.
- **Prędkość (Speed)** – szybszy druk obrysów i wypełnienia bez wyraźnej utraty jakości powierzchni.



Jakość druku a czas druku

Prędkość można zmieniać także podczas druku: **Menu LCD** – **Parametry** – **Prędkość**. Obracając pokrętło w prawo, zwiększysz prędkość druku do 150 %, obracając w lewo – zmniejszysz ją; minimum to 50 %. Obserwuj, jak zmiana prędkości wpływa na drukowany model, i odpowiednio ją reguluj. To ustawienie nie wpływa na przyspieszenie, więc zmiana prędkości nie jest wprost proporcjonalna do zmiany czasu druku.

9.8 Wypełnienie (infill)

Wypełnienie (infill) to kolejny parametr wpływający na drukowany obiekt – przede wszystkim na czas druku, wytrzymałość i do pewnego stopnia także na wygląd wydruku.

Obiekty wydrukowane w technologii FFF/FDM nie są lite. Wewnątrz mają określoną strukturę przestrzenną – od prostej kratki lub sześciokątów po bardziej skomplikowane wzory. Zadanie wypełnienia jest zawsze takie samo: nadać obiektowi określoną wytrzymałość. Wiele modeli można drukować z wypełnieniem 10–15 %; jeśli potrzebujesz wytrzymalszego obiektu (np. elementu konstrukcyjnego), wybierz gęstsze wypełnienie.

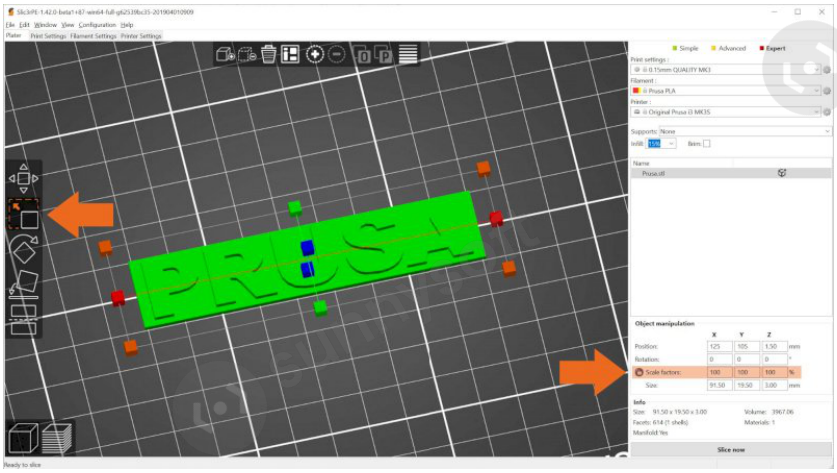
9.9 Brim

Brim zwiększa przyczepność do powierzchni druku i zmniejsza ryzyko wypaczania wydruku. Wokół pierwszej warstwy drukowane są dodatkowe obrysy – przydaje się to zwłaszcza wtedy, gdy model styka się ze stołem tylko małą powierzchnią. W PrusaSlicerze brim włączysz, zaznaczając pole **Brim** w prawym panelu. Po zakończeniu druku brim zazwyczaj łatwo oderwiesz ręką, ewentualnie skrobakiem lub skalpelem.

9.10 Drukowanie dużych obiektów

Uwaga
Original Prusa MINI+ ma w porównaniu z Original Prusa i3 MK3S mniejszy stół, ale dzięki kilku sztuczkom również na MINI+ wydrukujesz naprawdę duże obiekty. Nie pozwól, aby mniejszy stół Cię powstrzymał – na blogu producenta blog.prusa3d.com znajdziesz wskazówki, jak składać duże modele z kilku mniejszych części.

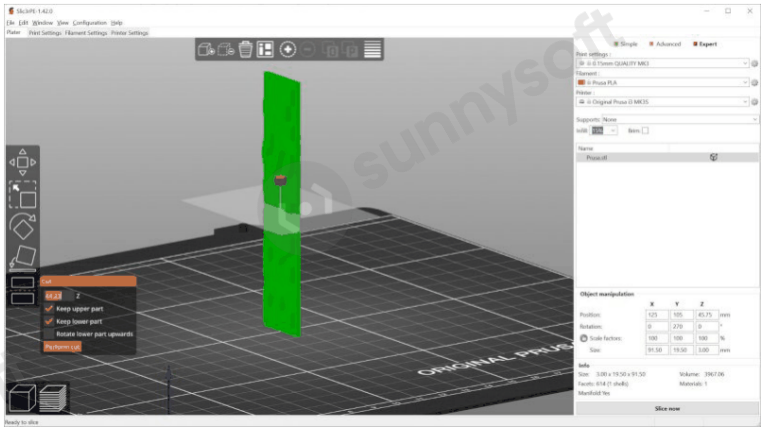
Szczególnym przypadkiem jest drukowanie obiektów większych niż podgrzewany stół. Pierwszą możliwością jest zmniejszenie obiektu do rozmiaru możliwego do wydrukowania. Z lewego paska wybierz narzędzie **Skaluj** (lub naciśnij klawisz S). Następnie zmień rozmiar obiektu za pomocą manipulatora 3D (gizmo). Jeśli chcesz zmniejszyć model proporcjonalnie, przeciągnij jeden z narożników manipulatora. Rozmiar można zmieniać także wzdłuż jednej osi, przeciągając odpowiednie uchwyty. Możesz również wpisać dokładną wartość skali w oknie manipulacji obiektem w prawym dolnym rogu.



Zmiana skali drukowanego obiektu

Jeśli musisz wydrukować obiekt, który w oryginalnym rozmiarze nie mieści się na stole, musisz pociąć go na mniejsze części. Z lewego paska wybierz

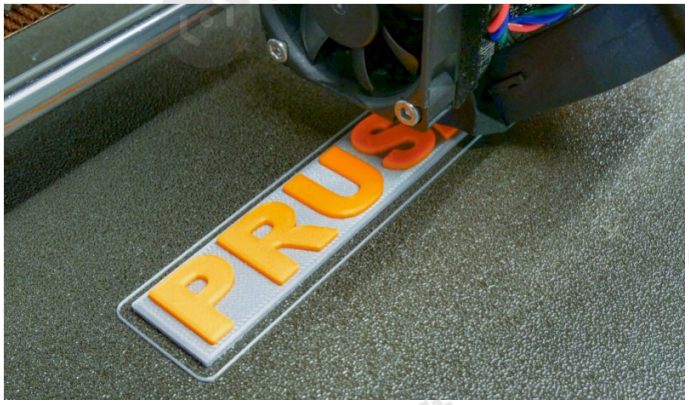
narzędzie **Przetnij** (lub naciśnij klawisz C). Ustaw płaszczyznę cięcia w wymaganej pozycji lub wpisz dokładną wysokość w oknie dialogowym narzędzia **Przetnij**. Możesz zdecydować, czy zachować górną część, dolną część, czy obie części obiektu.



Cięcie obiektu narzędziem Przetnij

9.11 Drukowanie obiektów wielokolorowych

Wydruki wielokolorowe ze zmianą koloru na kolejnych warstwach można łatwo ustawić bezpośrednio w PrusaSlicerze – postępuj według poniższych instrukcji.

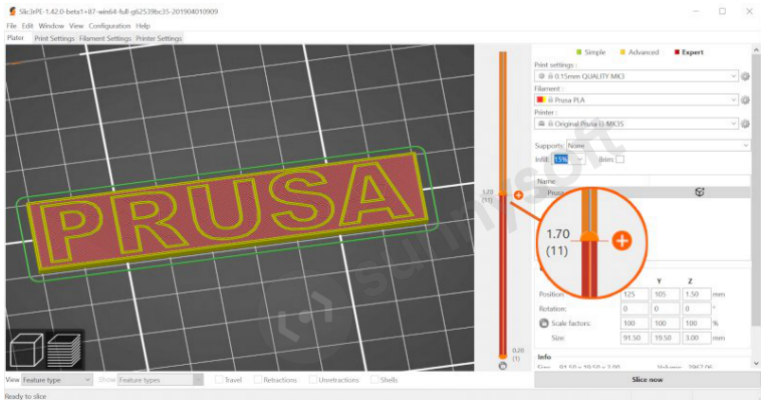


Obiekt wielokolorowy wydrukowany z użyciem funkcji zmiany koloru w PrusaSlicerze

Zmiana koloru w PrusaSlicerze

1. Przełącz na podgląd warstw przyciskiem w lewym dolnym rogu.
2. Suwakiem po prawej stronie wybierz warstwę, na której ma nastąpić zmiana koloru.
3. Kliknij pomarańczową ikonę ze znakiem plus.
4. Od razu wyświetli się podgląd. Zmianę koloru możesz usunąć, klikając szary krzyżyk, który pojawi się w miejscu pomarańczowego znaku plus.

5. Wyeksportuj G-code i możesz drukować!



Ustawienie zmiany koloru w PrusaSlicerze

9.12 Cięcie i eksport

Jedną z najważniejszych czynności podczas cięcia jest sprawdzenie pociętego obiektu w oknie podglądu. Suwakiem po prawej stronie okna możesz kolejno przejrzeć wszystkie warstwy obiektu. Odkryjesz w ten sposób potencjalnie problematyczne miejsca – np. gdy spód obiektu nie leży bezpośrednio na stole lub gdy gdzieś brakuje podpór i część obiektu zaczyna się „w powietrzu".

Przed wyeksportowaniem modelu jako G-code i skopiowaniem na pamięć USB zawsze sprawdź go w trybie podglądu. To najlepszy sposób, aby zapobiec problemom podczas druku.

10. Przewodnik po materiałach

Uwaga
Pełny przewodnik po materiałach jest dostępny online! Ze względu na ograniczone miejsce w tym podręczniku przedstawiamy tylko krótki przegląd najpopularniejszych filamentów. Odwiedź help.prusa3d.com/materials, gdzie znajdziesz szczegółowy przegląd zdecydowanej większości dostępnych filamentów.

Original Prusa MINI+ może drukować z wielu popularnych materiałów. Materiały różnią się właściwościami mechanicznymi i optycznymi oraz łatwością drukowania. Jeśli stawiasz pierwsze kroki w druku 3D, Twoim pierwszym filamentem zdecydowanie powinien być PLA. Dopiero gdy ograniczy Cię któraś z wad PLA, czas wypróbować inne filamenty, np. PETG lub ASA.

10.1 PLA

PLA jest materiałem najczęściej używanym w druku 3D. Łatwo się z niego drukuje, a wydruki z PLA są bardzo twarde. Dzięki niskiej rozszerzalności cieplnej (wydruki nie wypaczają się na stole) jest idealny zarówno do druku dużych obiektów, jak i małych, szczegółowych modeli. Jest jedynym materiałem, który naprawdę dobrze nadaje się do druku z warstwą 50 mikronów (rozdzielczość Ultradetail), i można z niego drukować świetnie wyglądające miniaturki.

Zalety

- łatwy druk, odpowiedni dla początkujących
- szczegółowy druk małych modeli
- bezproblemowy druk dużych obiektów
- prawie bez zapachu
- przystępna cena
- szeroka gama kolorów

Wady

- kruchy i nieelastyczny
- niska odporność na temperaturę (54 °C)
- trudna obróbka końcowa
- nie nadaje się do użytku na zewnątrz (niska odporność na UV i temperaturę)

Typowe zastosowanie

- prototypy
- zabawki
- figurki
- biżuteria (małe i szczegółowe modele)
- modele architektoniczne

Porady i wskazówki

Najlepiej drukuje się na gładkiej płycie PEI. Podczas obróbki wydruków z PLA stosuj szlifowanie na mokro, aby uzyskać gładką powierzchnię. Przy szlifowaniu na sucho ciepło powstające w wyniku tarcia może zacząć deformować drukowany obiekt. PLA rozpuszcza się tylko w chemikaliach takich jak chloroform lub gorący benzen. Do sklejenia kilku części wystarczy klej błyskawiczny lub aceton.

- **Temperatura dyszy** – 215 °C
- **Temperatura stołu** – 50–60 °C
- **Powierzchnia druku** – upewnij się, że powierzchnia jest czysta – zobacz rozdział 11.1 Płyty ze stali sprężynowej.

10.2 PET/PETG

PETG jest kolejnym z najczęściej używanych materiałów w druku 3D. Jest świetnym wyborem do druku części obciążonych mechanicznie.
W porównaniu z PLA ma wyższą odporność na temperaturę, jest bardziej elastyczny, a więc mniej kruchy. Dzięki niskiej rozszerzalności cieplnej dobrze trzyma się stołu i nie wypacza się. Druk z niego jest niemal tak prosty jak z PLA, ale w odróżnieniu od PLA oferuje lepsze właściwości mechaniczne. Części drukarek producenta są drukowane właśnie z PETG!

Zalety

- wysoka odporność na temperaturę
- łatwy druk
- niskie wypaczanie
- wytrzymały i trwały
- łatwa obróbka (szlifowanie)
- prawie bez zapachu
- błyszcząca powierzchnia
- dobra przyczepność warstw
- odporny na wodę i wilgoć

Wady

- nie nadaje się do druku małych/szczegółowych modeli
- możliwe nitkowanie (cienkie włókna)
- gorsze mosty i zwisy
- silne przyleganie do stołu
- nie można wygładzać acetonem, rozpuszczalny tylko w niebezpiecznych chemikaliach
- podpory mogą być trudne do usunięcia

Typowe zastosowanie

- części mechaniczne
- uchwyty i obudowy
- wydruki wodoszczelne (doniczki)

Porady i wskazówki

W odróżnieniu od PLA PETG wymaga podgrzewanego stołu (85 °C). Gorzej radzi sobie z mostami i zwisami oraz ma skłonność do nitkowania. Nitkowanie można ograniczyć większą retrakcją i niższą temperaturą dyszy, zalecamy jednak trzymać się profili w PrusaSlicerze. Chłodzenie wydruku z PETG jest ważne – model ma wtedy lepsze detale, a nitkowanie i wyciekanie są ograniczone. Jeśli jednak chcesz uzyskać jak najwytrzymalszy model, spróbuj wyłączyć wentylator wydruku. Wyższa temperatura filamentu zapewnia lepszą przyczepność warstw, a tym samym lepszą wytrzymałość mechaniczną. Zalecamy wydrukowanie kilku pierwszych warstw z wyłączonym wentylatorem (ze względu na przyczepność), a następnie włączenie go na połowę mocy.

- **Temperatura dyszy** – 240 °C
- **Temperatura stołu** – 80–100 °C

- **Powierzchnia druku** – płyta teksturowana pokrywana proszkowo i płyta satynowa nie wymagają specjalnego przygotowania, utrzymuj je tylko w czystości i bez tłustych śladów. Na gładką płytę PEI nałóż cienką warstwę kleju w sztyfcie, ponieważ PETG może przylegać do powierzchni płyty zbyt mocno i wydruk byłoby trudno zdjąć.

10.3 ASA/ABS

ASA i ABS to bardzo podobne materiały. ASA jest pod wieloma względami lepszy od ABS i można go uważać za jego następcę. ASA jest odporny na promieniowanie UV i podczas druku kurczy się nieco mniej. Jedyną zaletą ABS jest łatwiejsza obróbka powierzchni acetonem. Dalej będziemy mówić tylko o ASA, ale to samo dotyczy ABS.

ASA jest materiałem mocnym i uniwersalnym. Wyższa niż u PLA temperatura topnienia daje ASA doskonałą odporność na temperaturę – wydruki nie wykazują oznak deformacji aż do temperatur około 100 °C. ASA ma niestety w porównaniu z PLA bardzo wysoką rozszerzalność cieplną, która komplikuje druk zwłaszcza większych modeli. Nawet przy stole nagrzanym do 100 °C wydruk może zacząć się wypaczać i odklejać od stołu. Podczas druku wydziela się ponadto nieprzyjemny zapach.

Zalety

- wysoka odporność na uderzenia i ścieranie
- bardzo dobra odporność na temperaturę
- odpowiedni do użytku na zewnątrz – odporny na UV
- rozpuszczalny w acetonie – łatwe klejenie
- można wygładzać oparami acetonu
- szczegółowe wydruki bez nitkowania
- łatwa obróbka (np. szlifowanie, cięcie)

Wady

- trudniejszy druk
- skłonność do wypaczania (duże modele drukuj w zamkniętej obudowie)
- nieprzyjemny zapach podczas druku (zawiera styren)

Typowe zastosowanie

- osłony i obudowy ochronne
- prototypy
- części zamienne
- zabawki i figurki

Porady i wskazówki

Druk z ASA/ABS jest znacznie łatwiejszy, gdy drukarka znajduje się w zamkniętej obudowie. Podgrzewany stół szybko nagrzeje obudowę i zmniejszy szok termiczny wytłaczanego filamentu. Znacznie ograniczy to wypaczanie i rozwarstwianie. Dzięki acetonowi łatwo połączysz kilka wydruków: wystarczy lekko posmarować powierzchnie styku acetonem i docisnąć części do siebie. Wydruki można ponadto wygładzać oparami acetonu i uzyskać idealnie błyszczącą powierzchnię. Zachowaj ostrożność podczas posługiwania się acetonem!

- **Temperatura dyszy** – 245–265 °C
- **Temperatura stołu** – 90–100 °C (większy obiekt wymaga wyższej temperatury)
- **Powierzchnia druku** – ASA i ABS najlepiej współpracują z płytą satynową, która nie wymaga specjalnego przygotowania – po prostu utrzymuj ją w czystości i bez tłustych śladów. Jeśli jednak drukujesz ABS/ASA na płycie teksturowanej lub gładkiej, nałóż na powierzchnię płyty cienką warstwę kleju w sztyfcie, ponieważ ASA i ABS mogą przylegać do tych powierzchni zbyt mocno i wydruk byłoby trudno zdjąć.

10.4 PC (poliwęglan) i PC Blend

Poliwęglan (PC) jest materiałem technicznym o doskonałej wytrzymałości, wytrzymałości na rozciąganie i odporności na wysokie temperatury. Jest jednak bardzo wymagający w druku, dlatego nadaje się głównie dla zaawansowanych użytkowników. Nie dotyczy to Prusamentu PC Blend, który w porównaniu z innymi poliwęglanami drukuje się znacznie łatwiej.

Zalety

- wysoka odporność na temperaturę
- wysoka udarność i wytrzymałość na rozciąganie
- czysty poliwęglan jest przejrzysty
- dobre właściwości elektroizolacyjne

Wady

- czysty poliwęglan jest silnie higroskopijny
- wysoka temperatura dyszy i stołu
- silne wypaczanie, zwłaszcza dużych modeli
- lekki zapach podczas druku
- zalecana warstwa separacyjna
- wysoka cena

Typowe zastosowanie

Poliwęglan nadaje się przede wszystkim do części technicznych, od których wymaga się wysokiej odporności na ciepło i obciążenia mechaniczne.

Porady i wskazówki

- Rozważ druk w zamkniętej obudowie – zapobiegniesz wypaczaniu drukowanych obiektów.
- W PrusaSlicerze włącz **Skirt**, aby ograniczyć wypaczanie.
- Wokół małych obiektów dodaj **Brim**.
- Nie drukuj w chłodnych pomieszczeniach.
- **Temperatura dyszy** – 275 °C
- **Temperatura stołu** – 110 °C dla pierwszej warstwy, 115 °C dla kolejnych warstw
- **Powierzchnia druku** – najlepszą przyczepność zapewnia płyta teksturowana pokrywana proszkowo lub płyta satynowa z warstwą kleju w sztyfcie. Płyta satynowa pokrywana proszkowo ma dobrą przyczepność nawet bez kleju, mimo to zalecamy warstwę separacyjną, aby powierzchnia nie zużywała się ani nie uległa uszkodzeniu.

10.5 PVB

Poliwinylobutyral (PVB) jest materiałem zaprojektowanym do łatwego wygładzania alkoholem izopropylowym (IPA). Dzięki przejrzystości nadaje się do druku wazonów, kloszy lamp i innych obiektów dekoracyjnych. Ustawienia druku są podobne do PLA, a właściwości mechaniczne PVB ma nieco lepsze.

Zalety

- ustawienia druku podobne do PLA
- przejrzysty filament
- idealny do elementów dekoracyjnych, wazonów, kloszy lamp itp.
- wygładzanie chemiczne za pomocą IPA
- świetna przyczepność do stołu
- dobra wytrzymałość (podobna do CPE)
- dobra wytrzymałość na rozciąganie (podobna do PETG)
- niskie wypaczanie (niższe niż u PLA)
- odpowiedni do dyszy 0,8 mm

Wady

- niższa przyczepność między warstwami
- filament higroskopijny (wchłania wilgoć)
- wyższa cena

Typowe zastosowanie

PVB najlepiej sprawdza się w druku przejrzystych modeli, np. biżuterii, wazonów, kloszy lamp itp.

Porady i wskazówki

PVB dobrze przylega do czystej płyty gładkiej lub satynowej; na płycie teksturowanej pokrywanej proszkowo przyczepność jest gorsza. Jeśli chcesz drukować przejrzyste obiekty, które będziesz wygładzać alkoholem izopropylowym, zalecamy większą dyszę (0,8 mm) i tryb **Waza spiralna** w PrusaSlicerze. Przy druku z większą liczbą obrysów poszczególne warstwy będą widoczne nawet po wygładzeniu. Filament przechowuj w suchych warunkach – PVB jest podatny na wchłanianie wilgoci, co może odbić się na jakości druku. Dlatego zawsze wkładaj filament z powrotem do worka z żelem krzemionkowym lub przed drukiem wysusz go przez 4 godziny w temperaturze 60 °C.

Główną zaletą PVB jest możliwość wygładzania alkoholem izopropylowym (IPA). Modele z PVB można wygładzać w oparach IPA, zanurzając w kąpieli z IPA lub nanosząc IPA bezpośrednio na powierzchnię (rozpylaczem lub pędzlem). Szczegółowe instrukcje znajdziesz na blogu producenta blog.prusa3d.com.

- **Temperatura dyszy** – 215 ± 10 °C
- **Temperatura stołu** – 75 °C
- **Powierzchnia druku** – nie używaj standardowej płyty teksturowanej pokrywanej proszkowo. PVB lepiej przylega do czystej płyty gładkiej lub satynowej; płyta teksturowana może nie zapewniać wystarczającej przyczepności.

10.6 Materiały elastyczne

Filamenty elastyczne są bardzo wytrzymałe i giętkie. W wielu przypadkach klasyczny twardy plastik nie nadaje się do danego modelu. Niezależnie od tego, czy drukujesz etui na telefon, obudowę kamery sportowej czy koło do samochodu RC, lepiej użyć materiału elastycznego. Materiały te są jednak dość rzadkie, drogie i ze względu na trudność druku odpowiednie głównie dla zaawansowanych użytkowników.

Przed drukowaniem z Flexu wyczyść dyszę z poprzedniego materiału. Najpierw nagrzej dyszę do najwyższej temperatury, z jaką ostatnio drukowano. Następnie załaduj do ekstrudera PLA, które wypchnie cały poprzedni materiał. Podczas ładowania Flexu maksymalnie poluzuj docisk dźwigni dociskowej (idlera). Rozważ wyczyszczenie dyszy metodą „Cold Pull" – szczegółową instrukcję znajdziesz na help.prusa3d.com. Drukuj powoli. Im wolniej, tym lepiej. Typowa prędkość dla filamentów elastycznych to około 20 mm/s, a maksymalna zalecana prędkość wynosi od 30 do 40 mm/s. Przy wyższych prędkościach grozi zatkanie dyszy lub wkręcenie filamentu w koła zębate. Dla

drukarek Original Prusa zalecamy profile „Semiflex or Flexfill 98A" lub „Filatech FilaFlex40", które mają prawidłowo ustawioną prędkość.

Zalety

- giętkość i elastyczność
- minimalne wypaczanie
- dobra przyczepność warstw
- odporność na ścieranie

Wady

- wymaga dodatkowych czynności przy ładowaniu filamentu
- bardziej wymagające przygotowanie i druk, gorsze mosty i zwisy
- trzeba drukować powoli
- wyższa cena
- higroskopijny – trzeba przechowywać w suchych warunkach

- **Temperatura dyszy** – 230–260 °C
- **Temperatura stołu** – 45–65 °C (większy obiekt wymaga wyższej temperatury)
- **Powierzchnia druku** – jeśli drukujesz na płycie gładkiej, nałóż na nią warstwę separacyjną (klej w sztyfcie lub taśmę kaptonową). Płyta teksturowana pokrywana proszkowo nie wymaga warstwy separacyjnej – wydruk dobrze się na niej trzyma, a po ostygnięciu łatwo go zdejmiesz bez uszkodzenia powierzchni.

11. Regularna konserwacja

MINI+ została od początku zaprojektowana jako niezawodny „wół roboczy" do druku. Mimo to jest urządzeniem z częściami mechanicznymi, które od czasu do czasu wymagają konserwacji. Postępuj zgodnie z poniższymi instrukcjami, aby drukarka jak najdłużej pozostała w doskonałej kondycji.

11.1 Płyty ze stali sprężynowej

Jeśli drukowane obiekty słabo trzymają się płyty, trzeba ją wyczyścić. Wybierz odpowiedni środek czyszczący według typu płyty (zobacz niżej), nanieś niewielką ilość na czysty ręcznik papierowy i wytrzyj nim powierzchnię druku. Najlepsze wyniki osiągniesz, gdy płyta będzie zimna – w przeciwnym razie możesz poparzyć się o dyszę lub podgrzewany stół, a alkohol odparuje, zanim zdąży cokolwiek wyczyścić. Szczegóły znajdziesz w rozdziale 7 Twój pierwszy wydruk.

Nie musisz czyścić powierzchni druku przed każdym wydrukiem. Ważne jest, aby nie dotykać powierzchni płyty palcami ani brudnymi narzędziami.

Zalecane środki czyszczące różnią się nieco w zależności od typu płyty. Instrukcje dla konkretnych materiałów (np. konieczność użycia warstwy separacyjnej, aby nie uszkodzić powierzchni) znajdziesz w poprzednim rozdziale.

	Prawidłowe użytkowanie	**Ryzyka i zagrożenia**
Gładka płyta PEI	• Alkohol izopropylowy 90 % i więcej (IPA) jest najlepszym odtłuszczaczem. NIE UŻYWAJ żeli do dezynfekcji rąk ani podobnych produktów, nawet jeśli mogą zawierać IPA – zazwyczaj zawierają również substancje natłuszczające i nawilżające. • Ciepła woda z kilkoma kroplami płynu do mycia naczyń (jeśli IPA nie usunie np. resztek cukru z płyty). • Aceton – od czasu do czasu, aby dokładniej odnowić płytę. • Przy druku z FLEXu użyj kleju w sztyfcie.	• IPA + PETG sprawi, że wydruk przylgnie do płyty bardzo mocno, a jego usunięcie może być niezwykle trudne. Materiały takie jak PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP i FLEX drukuj tylko z warstwą separacyjną (klej w sztyfcie).
Teksturowana płyta proszkowa	• Alkohol izopropylowy 90 % i więcej (IPA) – najlepszy odtłuszczacz. • Nigdy nie używaj acetonu.	

	Prawidłowe użytkowanie	Ryzyka i zagrożenia
Satynowa płyta proszkowa	• Nadaje się do PLA i PETG. • Alkohol izopropylowy 90 % i więcej (IPA) – najlepszy odtłuszczacz. • Przy druku z FlexFill 98A klej w sztyfcie nie jest potrzebny. • Szeroka gama obsługiwanych materiałów, w tym zaawansowanych, jak PC Blend.	• Nigdy nie używaj acetonu! • Wydruki z ASA i PC Blend wymagają brimu, skirtu lub osłony wokół obiektu. • Nie używaj ostrych narzędzi do zdejmowania wydruków z powierzchni płyty!

Uwaga

Wartości kalibracji mogą się nieznacznie różnić między poszczególnymi płytami, ponieważ różnią się one grubością powłoki. Po zmianie płyty sprawdź wygląd pierwszej warstwy i w razie potrzeby wyreguluj wysokość dyszy funkcją Live Adjust Z. Nowsze wersje firmware pozwalają zapisywać wartości kalibracji w profilach płyt.

Uwaga

Wszystkie oryginalne płyty Prusa Research są dwustronne.



Gładka płyta PEI i teksturowana płyta PEI pokrywana proszkowo oraz ich wpływ na pierwszą warstwę

11.2 Płyta ze stali sprężynowej z dwustronną TEKSTUROWANĄ powłoką PEI

- powierzchnia odporna na zarysowania i uszkodzenia
- tekstura powierzchni przenosi się na pierwsze warstwy wydruku
- mniej wymagające ustawienie Live Adjust Z
- FLEX nie wymaga kleju w sztyfcie
- wydruki po ostygnięciu płyty zazwyczaj odklejają się same
- pierwsza warstwa może być bardziej spłaszczona niż na płytach gładkich (zobacz rozdział o kalibracji pierwszej warstwy)
- wydruki z PLA o małej powierzchni styku mogą wymagać brimu
- wydruki z PLA o dużej podstawie (na całą płytę) mogą się wypaczać
- jeśli używasz również gładkiej płyty PEI, trzeba zmienić Live Adjust Z
- nigdy nie czyścić acetonem

Powłoka proszkowa nałożona bezpośrednio na metal pozwoliła stworzyć płytę wysoce odporną na uszkodzenia. Jeśli wjedzie w nią rozgrzana dysza, metal rozproszy ciepło. Powłoka proszkowa nadaje jednocześnie spodowi wydruku charakterystyczną teksturę.

Teksturowana powierzchnia ukryje większość uszkodzeń mechanicznych spowodowanych różnymi narzędziami. Zarysować można jedynie wierzchołki drobnych wypukłości, ale takie rysy nie będą widoczne na spodzie modelu.

Ostrzeżenie

Nigdy nie czyść teksturowanej płyty pokrywanej proszkowo acetonem! Powstałyby mikropęknięcia w teksturze PEI, które z czasem doprowadziłyby do pogorszenia powierzchni.

Tej powierzchni producent używa na swojej farmie drukarek – charakterystyczną teksturę znajdziesz na drukowanych częściach swojej drukarki.

11.3 Płyta ze stali sprężynowej z dwustronną GŁADKĄ powłoką PEI

- idealna do PLA
- świetna przyczepność prawie wszystkich materiałów
- gładki spód wydruków
- nawet drobne detale świetnie się trzymają
- od czasu do czasu odnawiaj acetonem
- przy druku z PETG nie czyść IPA; może być potrzebny środek separujący
- przy druku materiałów takich jak PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP, Flex i innych musisz użyć kleju w sztyfcie – zobacz rozdział 10 Przewodnik po materiałach
- jeśli używasz również teksturowanej płyty PEI, trzeba zmienić Live Adjust Z

Ostrzeżenie

Klej przemysłowy, którym folia PEI jest przyklejona do płyty, mięknie w temperaturach powyżej 110 °C. Przy wyższych temperaturach klej może migrować pod folią i tworzyć na powierzchni drobne nierówności.

Uwaga

Jeśli pod folią PEI zaczną powstawać małe bąbelki, po prostu odwróć płytę i drukuj na drugiej stronie. Bąbelki nie mają wpływu na jakość druku i po kilku dniach lub tygodniach znikną.

11.4 Płyta ze stali sprężynowej z dwustronną SATYNOWĄ powłoką PEI

- nadaje się do PLA i PETG
- lekko teksturowana powierzchnia
- czyścić tylko alkoholem izopropylowym wysokiej jakości (90 % i więcej)
- przy druku z FlexFill 98A klej w sztyfcie nie jest potrzebny
- szeroka gama obsługiwanych materiałów, w tym zaawansowanych, jak PC Blend
- łatwa konserwacja i dobra przyczepność
- nie używaj acetonu – szybko niszczy powierzchnię
- wydruki z ASA i PC Blend wymagają brimu, skirtu lub osłony wokół obiektu
- przy zmianie płyty trzeba ponownie wyregulować Live Z (zobacz rozdział 11.6 Profile płyt)
- do zdejmowania wydruku z płyty NIE UŻYWAJ ostrych metalowych przedmiotów (np. metalowej szpachelki)

11.5 Zwiększenie przyczepności

W niektórych szczególnych przypadkach, np. przy druku wysokiego obiektu o bardzo małej powierzchni styku, może być konieczne zwiększenie przyczepności. Na szczęście PEI jest polimerem bardzo odpornym chemicznie, więc można na nim tymczasowo stosować różne substancje zwiększające przyczepność bez uszkodzenia powierzchni. Dotyczy to również materiałów, które w normalnych warunkach nie trzymałyby się PEI. Zalecenia dla konkretnych materiałów znajdziesz w tym podręczniku i na help.prusa3d.com.

Zanim nałożysz cokolwiek na płytę, rozważ użycie funkcji **Brim** w PrusaSlicerze, która zwiększa powierzchnię pierwszej warstwy.

11.6 Profile płyt

Zarówno gładka, jak i teksturowana płyta PEI pokrywana proszkowo mają swoje zalety, jak szczegółowo opisano w poprzednich rozdziałach. Jeśli masz obie, pamiętaj, że po każdej zmianie płyty trzeba ponownie wyregulować wysokość dyszy (Live Z) – płyty nie mają tej samej grubości.

Aby nie trzeba było kalibrować pierwszej warstwy po każdej zmianie płyty, firmware od wersji 4.3.0 ma funkcję profili płyt. Otwórz **Menu LCD** – **Ustawienia** – **Ustawienia HW** – **Profile płyt**, gdzie znajdziesz listę profili. Wybierz profil i przeprowadź kalibrację pierwszej warstwy. Wartość Live Z zostanie zapisana w wybranym profilu. Zrób to dla każdej posiadanej płyty, a potem możesz łatwo przełączać się między nimi – w menu profili płyt lub bezpośrednio w menu **Ustawienia**, gdzie szukaj nazwy płyty w nawiasach kwadratowych. Kliknięcie pozycji przełącza na inny profil; wyświetlane są tylko profile z ważną kalibracją pierwszej warstwy.

Domyślnie w menu profili zobaczysz następujące profile: smooth1, smooth2, textured1, textured2, custom1, custom2. Po wybraniu dowolnego z nich wyświetlą się następujące opcje:

- **Wybierz** – potwierdza wybór płyty, która stanie się domyślną.
- **Kalibracja pierwszej warstwy** – uruchamia kalibrację pierwszej warstwy dla wybranego profilu płyty.
- **Reset** – przywraca fabryczne wartości kalibracji pierwszej warstwy.

11.7 Łożyska

Po kilkuset godzinach druku wytrzyj pręty liniowe ręcznikiem papierowym. Do MINI+ dołączona jest tubka smaru Prusa; kupisz go także w sklepie internetowym producenta w dziale akcesoriów. Nałóż go na pręty liniowe wszystkich osi (X, Y, Z). Następnie kilka razy ręcznie przesuń oś X w lewo i w prawo, a z menu drukarki poruszaj osią Z w górę i w dół. Podgrzewany stół

przesuwaj ręcznie wzdłuż osi Y do przodu i do tyłu. Szczegółową instrukcję konserwacji znajdziesz na help.prusa3d.com.

Jeśli czujesz, że któraś z osi nie porusza się płynnie, łożyska można zdjąć i nasmarować od wewnątrz (trzeba je zsunąć z prętów liniowych, ponieważ plastikowa krawędź łożyska inaczej uniemożliwi smarowi dostanie się do środka).

11.8 Wentylatory

Prędkość obrotowa (RPM) obu wentylatorów jest mierzona, dzięki czemu drukarka wykryje, gdy wentylator nagle zwolni – np. z powodu zaklinowanego kawałka filamentu. Jeśli wyświetli się błąd wentylatora, sprawdź, czy obraca się swobodnie, i usuń ewentualne zanieczyszczenia. Nie próbuj omijać kontroli prędkości obrotowej – grozi uszkodzeniem drukarki.

Oba wentylatory należy po kilkuset godzinach druku sprawdzić i wyczyścić. Kurz usuń sprężonym powietrzem w sprayu, drobne plastikowe nitki pęsetą. Nie dmuchaj sprężonym powietrzem na obracający się wentylator.

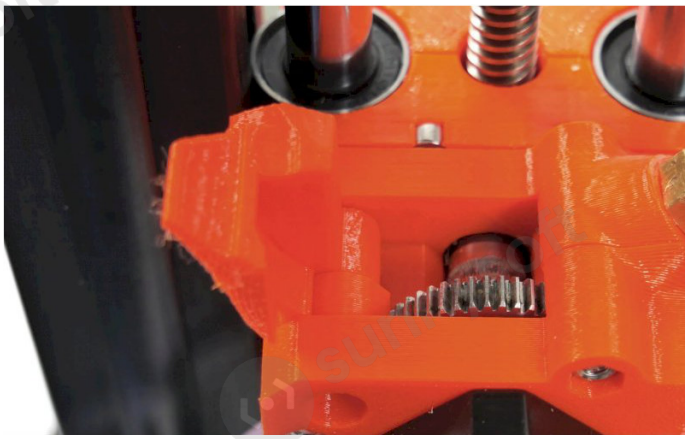
11.9 Koła zębate ekstrudera

Koła zębate ekstrudera nie wymagają smarowania. Z czasem w ich nacięciach może zbierać się pył z filamentu, który powoduje niedostateczną ekstruzję. Zanieczyszczenia wydmuchaj sprężonym powietrzem lub użyj małej mosiężnej szczoteczki albo wykałaczki. Wykorzystaj otwór rewizyjny na górze ekstrudera. Wyczyść, co się da, następnie obróć koło i kontynuuj.

11.10 Rurki PTFE

MINI+ ma łącznie cztery rurki PTFE, które od czasu do czasu mogą wymagać podstawowej konserwacji. Rurki prowadzą filament ze szpuli przez ekstruder aż do dyszy. Z czasem mogą gromadzić się w nich drobne wiórki filamentu.

Czyszczenie rurek PTFE jest bardzo proste – wystarczy puszka sprężonego powietrza. Jeśli rurki PTFE się zużyją i filament nie może przez nie prawidłowo przechodzić, możesz napotkać szereg problemów: trudności z ładowaniem filamentu, niedostateczną ekstruzję i inne. Producent przygotował poradniki online, które pomogą rozwiązać problemy z rurkami PTFE oraz dyszą/hotendem. Rurki PTFE są materiałem eksploatacyjnym i ich jakość z czasem się pogarsza. Artykuł o rozwiązywaniu problemu zatkanej dyszy/hotendu oraz instrukcję wymiany rurki PTFE hotendu znajdziesz w Bazie Wiedzy help.prusa3d.com.



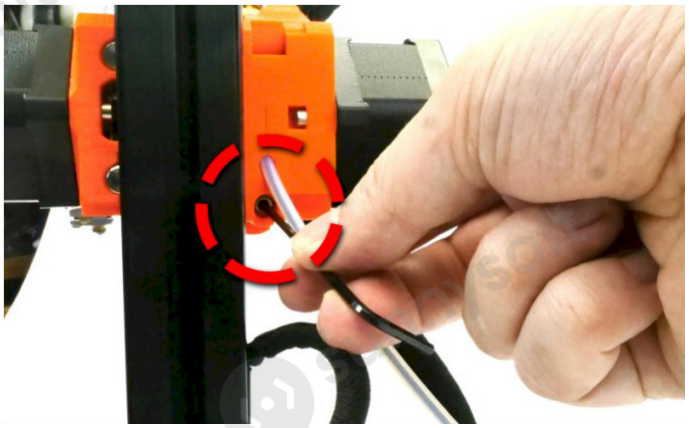
1. Pierwsza rurka prowadzi do ekstrudera i można ją wyciągnąć ręcznie. Jeśli trudno ją odłączyć, może być konieczne poluzowanie śruby M3×12 w ekstruderze. Zobacz artykuł „Jak wyczyścić kółko radełkowane ekstrudera (MINI)" na help.prusa3d.com.
2. Druga rurka prowadzi z ekstrudera do głowicy drukującej. Nakrętki poluzuj kluczem rozmiaru 10 – tak samo postępuj, gdy w tej rurce zablokuje się filament podczas ładowania lub rozładowywania.
3. Wyciągnij główną rurkę PTFE (zgodnie z krokiem 2) i jednocześnie odkręć złącza na ekstruderze lub głowicy drukującej, aby dostać się do rurki trzeciej i czwartej. Trzeba je sprawdzać tylko wtedy, gdy filament nie może przez nie swobodnie przechodzić.

11.11 Zatkany / zablokowany ekstruder

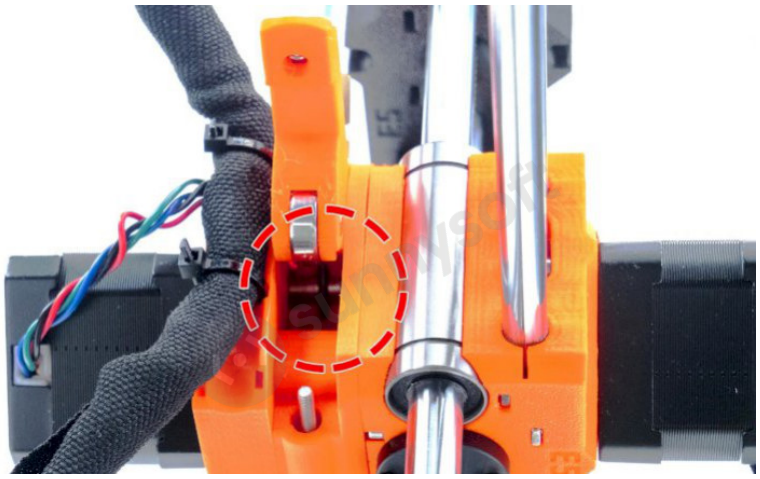
Materiał zablokowany w ekstruderze może powodować problemy podczas drukowania lub ładowania nowego filamentu.

Z prawej strony ekstrudera (patrząc od przodu), bezpośrednio pod rurką PTFE, znajduje się śruba. Jej poluzowaniem lub dokręceniem regulujesz nacisk dźwigni dociskowej (idlera). Jeśli wykręcisz śrubę całkowicie, możesz otworzyć dźwignię dociskową po lewej stronie ekstrudera – głowica drukująca musi w tym momencie znajdować się na przeciwnym końcu osi X.





Po otwarciu dźwigni dociskowej łatwo wyczyścisz oba koła zębate i usuniesz resztki filamentu zebrane w ekstruderze. Zalecamy od czasu do czasu sprawdzać koła i usuwać zanieczyszczenia.



Otwarta dźwignia dociskowa – w środku widoczny jest załadowany filament

11.12 Czyszczenie dyszy

Ostrzeżenie

Podczas tych czynności nie dotykaj dyszy – jest bardzo gorąca i może spowodować oparzenia!

Uwaga

Aby ułatwić sobie czyszczenie, przesuń głowicę drukującą całkiem do góry: **Menu LCD** – **Ustawienia** – **Ruch osi** – **Ruch Z**. Zyskasz lepszy dostęp do hotendu.

11.12.1 Z dyszy wychodzi tylko niewiele filamentu

Jeśli filament nie przechodzi przez ekstruder płynnie, a z dyszy wychodzi tylko niewielka ilość, najpierw sprawdź, czy wentylator hotendu pracuje prawidłowo i czy ustawiona jest właściwa temperatura (PLA 215 °C, ASA 260 °C, PETG 230 °C). Sprawdź również, czy filament jest prawidłowo załadowany do ekstrudera.

Jeśli to nie pomoże, postępuj następująco:

1. Nagrzej dyszę do temperatury odpowiedniej dla filamentu, którym chcesz drukować. Załaduj filament i od dołu wsuń w dyszę igłę do akupunktury (jest dołączona do drukarki) lub cienki drut (0,3–0,35 mm) na głębokość 1–2 cm. Zalecamy założenie rękawic – roztopiony materiał może niespodziewanie wyciec.
2. W menu LCD wybierz **Ładuj filament** i sprawdź, czy filament jest wytłaczany prawidłowo.
3. Ponownie wsuń w dyszę igłę do akupunktury lub drut i powtórz procedurę kilka razy. Gdy filament jest wytłaczany prawidłowo, dysza jest czysta.

11.12.2 Z dyszy nie wychodzi filament

Jeśli widzisz, że filament przechodzi przez główną rurkę PTFE, ale nie wychodzi z dyszy, hotend jest najprawdopodobniej zatkany. Aby go całkowicie wyczyścić, postępuj następująco:

1. Nagrzej dyszę do temperatury odpowiedniej dla filamentu, którym chcesz drukować. Załaduj filament i od dołu wsuń w dyszę igłę do akupunktury (jest dołączona do drukarki) lub cienki drut (0,3–0,35 mm) na głębokość 1–2 cm. Zalecamy założenie rękawic – roztopiony materiał może niespodziewanie wyciec.
2. W menu LCD wybierz **Ładuj filament** i sprawdź, czy filament jest wytłaczany prawidłowo.
3. Ponownie wsuń w dyszę igłę do akupunktury lub drut i powtórz procedurę kilka razy. Gdy filament jest wytłaczany prawidłowo, dysza jest czysta.

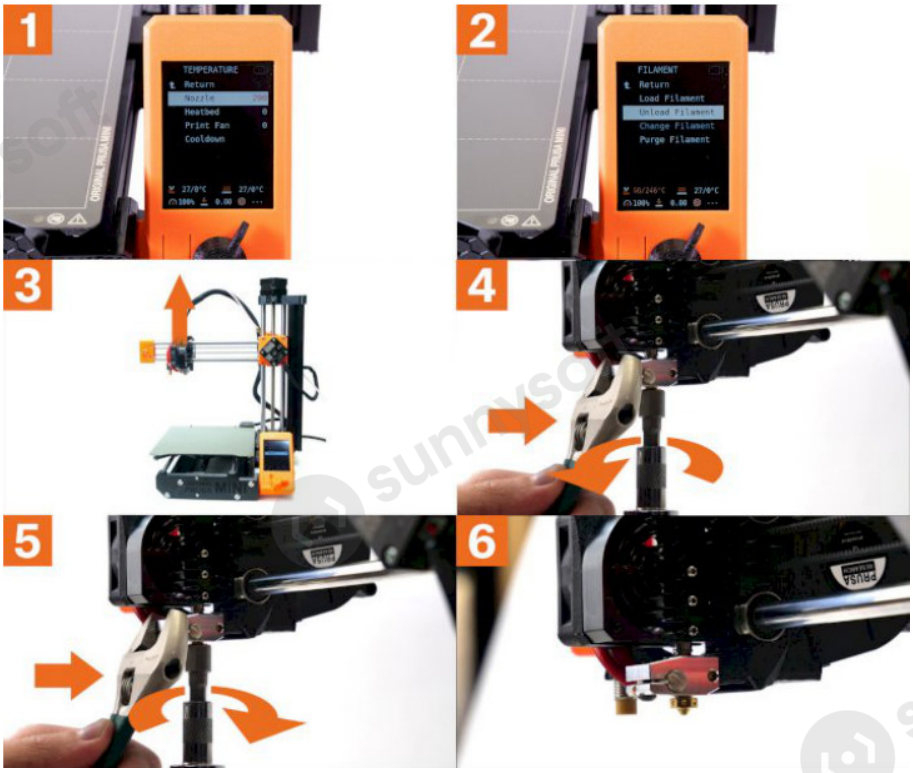
11.13 Wymiana dyszy

Uwaga
Jeśli wymieniasz dyszę Olsson Ruby, najpierw przeczytaj instrukcje jej producenta (3DVerkstan), w przeciwnym razie możesz ją uszkodzić.

Ostrzeżenie

UWAGA: rozgrzane części mogą spowodować poważne oparzenia! Zachowaj szczególną ostrożność w okolicy wyprowadzeń termistora hotendu – łatwo się odłamują.

Będziesz potrzebować klucza rozmiaru 16 (lub klucza nastawnego) do przytrzymania bloku grzejnego oraz szczypiec lub klucza nasadowego rozmiaru 7 do dyszy. Przygotuj niepalną podkładkę (np. talerzyk lub folię aluminiową), na którą odłożysz gorącą dyszę. Przed wymianą rozładuj filament.



1. Nagrzej dyszę do 280 °C (**Menu LCD** – **Ustawienia** – **Temperatura** – **Dysza**). Nagrzanie dyszy jest w tej procedurze niezbędne!
2. Przesuń głowicę drukującą jak najwyżej (**Menu LCD** – **Ustawienia** – **Ruch osi** – **Ruch Z**). Następnie wyłącz drukarkę.
3. Przytrzymaj blok grzejny kluczem rozmiaru 16 (lub kluczem nastawnym).
4. Szczypcami lub kluczem nasadowym rozmiaru 7 wykręć dyszę (odkręca się w lewo). Uwaga, dysza jest nadal gorąca! Odłóż ją na niepalną podkładkę.
5. Gdy hotend jest nadal rozgrzany, a blok grzejny przytrzymany kluczem, wkręć nową dyszę i dokręć ją delikatnie, ale mocno. Nie używaj nadmiernej siły! Między dyszą a blokiem grzejnym musi pozostać szczelina około 0,5 mm – dysza opiera się wtedy o heatbreak i uszczelnia.

6. Załaduj filament i możesz drukować.

Ostrzeżenie

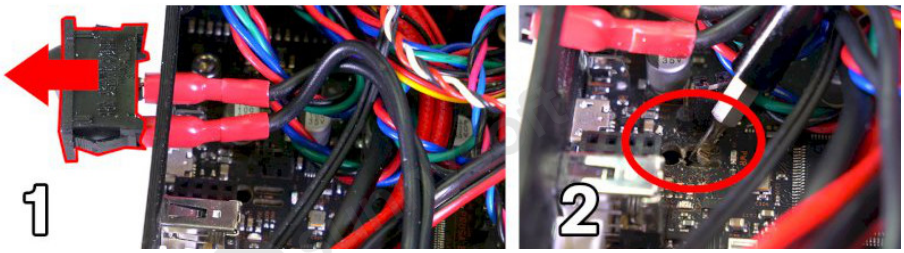
Dysza jest gorąca podczas całej procedury i może spowodować oparzenia! Zachowaj ostrożność w okolicy wyprowadzeń termistora hotendu – łatwo się odłamują.

Heatbreak można łatwo wygiąć – nie używaj nadmiernej siły! Po wymianie dyszy uruchom kalibrację pierwszej warstwy!

11.14 Wgrywanie niepodpisanego firmware

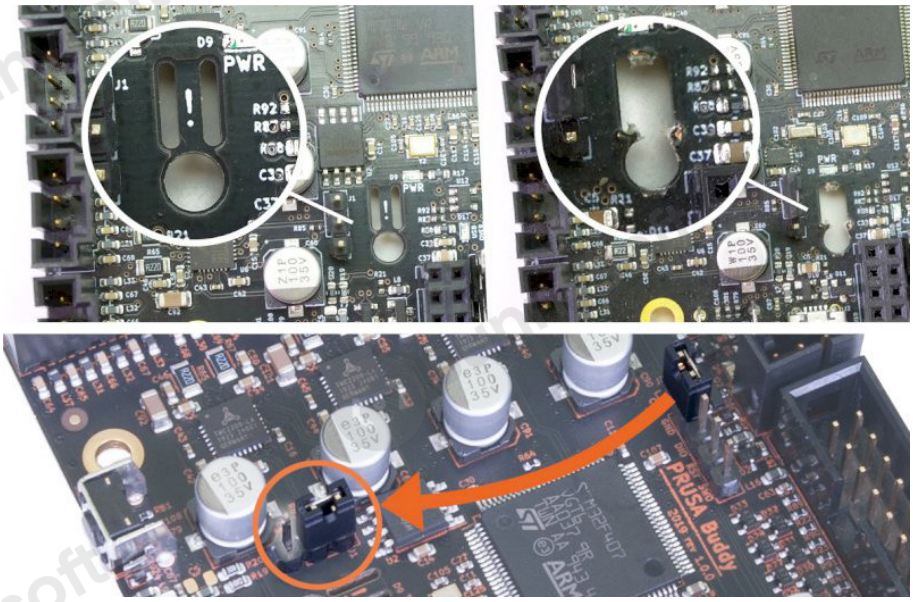
Producent traktuje bezpieczeństwo bardzo poważnie. Przed każdym wydaniem firmware przechodzi intensywne testy, które sprawdzają, czy wszystkie funkcje bezpieczeństwa działają prawidłowo. Jeśli któraś z wartości z czujników wychodzi poza normę, grzanie jest zatrzymywane, aby nie doszło do uszkodzenia drukarki ani jej otoczenia. W wersjach firmware przygotowanych przez społeczność obecności tych zabezpieczeń nie da się zweryfikować.

Oficjalny firmware jest podpisany kluczem prywatnym, a drukarka weryfikuje ten podpis przed aktualizacją. Jeśli chcesz wgrać własny (lub przygotowany przez społeczność) niepodpisany firmware, musisz wyłamać mostek (appendix) na płycie głównej Buddy i przełożyć zworkę w odpowiednią pozycję. Powoduje to jednocześnie utratę gwarancji na elektronikę. Najpierw wyciągnij przełącznik zasilania, aby dostać się do mostka (1). Następnie cienkim wkrętakiem ostrożnie wyłam środkową część (2) – spójrz na zdjęcia w tym rozdziale! Sprawdź również trzy piny nad mostkiem – zworka musi znajdować się na dwóch pinach bliżej środka płyty. Jeśli zworka jest na innej parze pinów, przełóż ją zgodnie z ilustracją poniżej. Jeśli zworki brakuje, załóż ją przed uruchomieniem.



Ostrzeżenie

Wyłamanie mostka na płycie Buddy jest NIEODWRACALNE i prowadzi do UTRATY GWARANCJI NA ELEKTRONIKĘ DRUKARKI. Jeśli wyłamiesz mostek, producent nie ponosi odpowiedzialności za jakiekolwiek uszkodzenia drukarki i/lub jej otoczenia (np. w przypadku pożaru).



Nietknięty (z lewej) i wyłamany mostek (z prawej), prawidłowe umieszczenie zworki (dolne zdjęcie)

12. Czujnik filamentu (akcesorium opcjonalne)

Do drukarki Original Prusa MINI+ możesz dokupić jako akcesorium opcjonalne mechaniczny czujnik filamentu IR. Czujnik montuje się na końcu rurki PTFE, przez którą filament wchodzi do drukarki, i musi być podłączony do płyty głównej. Za pomocą prostego mechanizmu wykrywa, czy filament jest załadowany. Dzięki czujnikowi drukarka może wstrzymać druk, gdy skończy się filament. Po załadowaniu nowego filamentu można kontynuować drukowanie.



Instrukcję montażu znajdziesz na help.prusa3d.com.

12.1 Gdy skończy się filament

Jeśli masz opcjonalny czujnik filamentu, koniec filamentu nie oznacza już nieudanego wydruku. Gdy filament się skończy, drukarka automatycznie wstrzyma druk, wysunie pozostałych kilka centymetrów z heatbreaku i odsunie głowicę drukującą od wydruku. Pojawi się komunikat o konieczności wymiany szpuli i załadowania nowego filamentu. Filament wytłoczony

podczas ładowania usuń szczypcami. Następnie możesz kontynuować drukowanie.

Jeśli nie masz czujnika filamentu, może się zdarzyć, że po skończeniu filamentu resztka włókna zostanie w głównej rurce PTFE, a ekstruder nie będzie w stanie jej wysunąć. Kluczem odkręć nakrętkę na głównej rurce PTFE i odłącz ją od ekstrudera. Następnie wyciągnij włókno ręcznie – nie zapomnij najpierw nagrzać dyszy! Dokładną procedurę odłączania rurki PTFE znajdziesz w rozdziale 11.10 Rurki PTFE.

12.2 Fałszywe odczyty czujnika i szukanie usterki

Jeśli napotkasz problemy z czujnikiem filamentu, np. nieprawidłowe (lub losowe) odczyty, upewnij się, że czujnik jest prawidłowo podłączony. Zgodnie z krokami instrukcji montażu na help.prusa3d.com (Original Prusa MINI+ – Montaż – Krok 27. Podłączenie czujnika filamentu) otwórz obudowę elektroniki. Sprawdź, czy czujnik jest prawidłowo podłączony i czy okablowanie nie jest uszkodzone. Jeśli problemy nie ustąpią, skontaktuj się z pomocą techniczną producenta.

13. Często zadawane pytania i rozwiązywanie problemów

Uwaga

Od wersji firmware 4.3 MINI+ wyświetla przy usterce ekran błędu z krótkim opisem problemu. Ekran zawiera również odnośnik do odpowiedniego artykułu na help.prusa3d.com oraz kod QR, który możesz zeskanować telefonem i od razu otworzyć stronę pomocy.

13.1 Przekrzywiona oś X

Jeśli Mesh Bed Leveling się nie powiedzie, możliwe są dwie przyczyny: wadliwy czujnik SuperPINDA lub przekrzywiona oś X. Przekrzywienie jest zazwyczaj skutkiem nieprawidłowego montażu. Poluzuj trzy śruby, którymi cała konstrukcja osi Z jest przykręcona do osi Y (podgrzewanego stołu). Przykręć konstrukcję osi Z ponownie zgodnie z instrukcją montażu. Zwróć uwagę na prawidłowe ułożenie obu części względem siebie.

Po ponownym zmontowaniu drukarki przesuń oś Z (dyszę) blisko płyty, ale tak, aby dysza jej nie dotykała. Następnie ostrożnie przesuwaj ręcznie głowicę drukującą od lewej do prawej i obserwuj, czy dysza zachowuje cały czas tę samą odległość od płyty.

Niewielkie odchylenia są dopuszczalne – drukarka jest w stanie je skompensować dzięki funkcji Mesh Bed Leveling.

Wadliwy czujnik SuperPINDA łatwo rozpoznasz. Gdy z menu **Kalibracja** uruchomisz Mesh Bed Leveling, w górnej części czujnika świeci czerwona dioda. Jeśli podczas któregoś ruchu zgaśnie lub w ogóle się nie zaświeci, czujnik lub jego przewód mogą być wadliwe. Szczegóły znajdziesz na help.prusa3d.com – Original Prusa MINI+ – Rozwiązywanie problemów – Korekta skosu XZ.

13.2 Drukarka nie odczytuje pamięci USB

Jeśli drukarka nie może odczytać pamięci USB, najpierw spróbuj ją zrestartować. Jeśli wyświetli się błąd „Błąd montowania napędu USB", pamięć USB ma prawdopodobnie niekompatybilny system plików (np. exFAT) lub jest zbyt duża. Spróbuj mniejszej pamięci USB (np. 4–16 GB) sformatowanej w FAT32. Więcej o obsługiwanych pojemnościach i formatowaniu znajdziesz na help.prusa3d.com w sekcji Original Prusa MINI+ – O drukarce – Karty SD i pamięci USB.

Po podłączeniu pamięci USB mogą wystąpić dwie typowe sytuacje:

Po podłączeniu pamięci USB nie można wejść do menu Druk

- Najpierw zrestartuj drukarkę.
- Użyj pamięci USB z jedną partycją i systemem plików FAT32.
- Spróbuj innej pamięci USB.
- Jeśli po wypróbowaniu kilku pamięci USB żadna nie jest rozpoznawana, płyta główna może być uszkodzona. Skontaktuj się z pomocą techniczną producenta.

Pamięć USB jest rozpoznawana, ale na liście nie wyświetlają się żadne pliki

- Upewnij się, że używasz kompatybilnego G-code.
- Upewnij się, że plik został zapisany na pamięci w całości i poprawnie (w Windows przed wyjęciem pamięci użyj funkcji bezpiecznego usuwania).
- Spróbuj innej pamięci USB i innego pliku G-code.
- Spróbuj zmienić nazwę pliku na coś prostego, np. „print.gcode".

13.3 Luźne paski osi X i/lub osi Y

Sprawdź, czy oba paski są prawidłowo napięte. Luźne paski powodują błędy druku lub całkowicie uniemożliwiają drukowanie. Najprostszym sprawdzeniem jest wydrukowanie okrągłego obiektu – jeśli któryś z pasków nie jest prawidłowo napięty, zamiast idealnego okręgu otrzymasz nieregularny kształt. Pasek osi Y znajduje się pod podgrzewanym stołem, pasek osi X porusza głowicą drukującą. Szczegółową instrukcję znajdziesz na help.prusa3d.com w sekcji Original Prusa MINI+ – Używanie drukarki – Konserwacja drukarki – Naciągnięcie pasków (MINI+).

13.4 Filament zablokowany w rurce PTFE

Jeśli filament zablokuje się gdziekolwiek w drukarce, zazwyczaj można go łatwo wyjąć. Postępuj zgodnie z rozdziałem 11.11 Zatkany / zablokowany ekstruder – odłącz główną rurkę PTFE, sprawdź, gdzie filament się zablokował, i usuń go w odpowiedni sposób.

13.5 Bazowanie osi X (homing) się nie powodzi

Najczęstszą przyczyną są przewody prowadzące z głowicy drukującej do ekstrudera, które stoją na drodze. Gdy głowica zbliża się do konstrukcji osi Z po prawej stronie drukarki, obserwuj, czy przewody nie blokują jej ruchu.

Zestaw
Jeśli masz zestaw do samodzielnego montażu, upewnij się, że przewody prowadzące z ekstrudera do głowicy drukującej mają wystarczający luz. Jeśli są zbyt krótkie, głowica może nie dojechać do końca osi X.

13.6 Błędy nagrzewania

Jeśli drukarka zatrzyma się z czerwonym ekranem i błędem związanym z nagrzewaniem, sprawdź podłączenie grzałek i termistorów. Szczegóły znajdziesz na help.prusa3d.com.

13.7 Błędy wentylatorów

Jeśli drukarka przestanie pracować i wyświetli błąd dotyczący wentylatorów, sprawdź podłączenie obu wentylatorów głowicy drukującej (wentylatora hotendu i wentylatora wydruku). Szczegóły znajdziesz na help.prusa3d.com.

13.8 Powrót do starszej wersji firmware

W niektórych przypadkach może być konieczny powrót do starszej wersji firmware. Skopiuj plik ze starszym firmware na pamięć USB sformatowaną w FAT32. Podłącz pamięć do drukarki, naciśnij przycisk reset, a gdy na ekranie pojawi się logo Original Prusa MINI+, naciśnij raz pokrętło. Otworzy się ekran wgrywania firmware. Wybierz **Flash**, aby nadpisać bieżący firmware wersją z pamięci USB.

13.9 Dysza uderza w płytę i podobne problemy

Jeśli masz problemy z kalibracją pierwszej warstwy lub z Mesh Bed Leveling, ponownie sprawdź okablowanie drukarki. Upewnij się, że wszystkie przewody prowadzące do obudowy elektroniki są prawidłowo podłączone.

Zestaw
Jeśli masz MINI+ w wersji do samodzielnego montażu, upewnij się, że czujnik SuperPINDA jest w prawidłowej pozycji. Jeśli czujnik jest zbyt wysoko lub zbyt nisko, może powodować problemy z kalibracją i Selftestem.

14. Zaawansowane rozwiązywanie problemów

14.1 Sprzęt

Przy usterce MINI+ wyświetla ekran błędu z krótkim opisem problemu, odnośnikiem do artykułu w Bazie Wiedzy producenta i kodem QR (zobacz rozdział 6.3). Poradniki zaawansowanego rozwiązywania problemów sprzętowych oraz wymiany części są dostępne online na help.prusa3d.com.

14.2 Jakość druku

Jeśli wydruki nie odpowiadają Twoim oczekiwaniom lub mają poważne wady jakości (przesunięte warstwy, ghosting, miejsca z niedostateczną ekstruzją), trzeba znaleźć przyczynę i ją usunąć. W Bazie Wiedzy producenta na help.prusa3d.com, w sekcji Original Prusa MINI+ Rozwiązywanie problemów, znajdziesz szczegółowe poradniki rozwiązywania problemów z jakością druku, wraz z ilustracjami i instrukcjami dla konkretnego typu drukarki.

15. Producent i pomoc techniczna

Pomoc techniczną, aktualną wersję tego podręcznika, firmware, PrusaSlicer i inne informacje znajdziesz na stronie producenta.
Producent: Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Republika Czeska
Strona WWW: www.prusa3d.com
Pomoc techniczna: help.prusa3d.com, support@prusa3d.com
E-mail: info@prusa3d.com

Importer
Sunnysoft s.r.o.
Kovanecká 2390/1a
190 00, Praha 9 - Libeň
www.sunnysoft.pl

3D-TISKALNIK
Original Prusa MINI+

Priročnik za 3D-tiskanje



Uporabniški priročnik

Preden začnete izdelek uporabljati, natančno preberite ta priročnik in ga shranite.
Upoštevajte vsa varnostna navodila; s tem varujete sebe in svojo okolico.
Neupoštevanje navodil lahko povzroči materialno škodo ali telesne poškodbe.
Priročnik shranite za poznejšo uporabo.

Vsebina

1 Varnostna navodila 5

1.1 Postavitev in osnovna uporaba 5
1.2 Električna varnost 6
1.3 Mehanske nevarnosti 6
1.4 Nevarnost opeklin 7
1.5 Pravilna uporaba obojestranskih tiskalnih plošč 7
1.6 Delo s filamenti 8
1.7 Izključitev odgovornosti 8

2 Simboli na izdelku 8

3 Tehnični podatki 9

4 Uvod 10

4.1 Hitri vodnik pred prvim tiskanjem 11
4.2 Oznake, uporabljene v priročniku 11

5 Slovar pojmov 12

6 Ravnanje s tiskalnikom in njegov prevoz 14

6.1 Odklop napajalnika 14
6.2 Kako se obrniti na tehnično podporo 15
6.3 Zasloni z napakami 15
6.4 Razpakiranje, sestavljanje in prvi zagon 16

7 Vaš prvi natis 16

7.1 Osnovno upravljanje 16
7.2 Posodobitev firmwara 17
7.3 Priprava prožnih jeklenih tiskalnih plošč 18
7.4 Čarovnik za kalibracijo (Wizard) 19
7.5 Selftest 19
7.6 Vstavljanje in odstranjevanje filamenta 19
7.7 Kalibracija prve plasti (First Layer Calibration) 21
7.8 Kontrolni seznam 23
7.9 Zagon prvega tiskanja 23
7.10 Odstranitev natisa 24
7.11 Preverjanja in opravila po končanem tiskanju 24

8 Napredne funkcije **25**
8.1 Struktura menija . . . 25
8.2 Načelo samodejne kalibracije mize (Mesh Bed Leveling) . . . 25
8.3 Obnovitev tovarniških nastavitev . . . 26
8.4 Omrežna povezava . . . 26

9 Tiskanje lastnih modelov **27**
9.1 Pridobitev modela za tiskanje . . . 27
9.2 Ustvarjanje lastnega modela . . . 28
9.3 Kaj je datoteka G-code? . . . 28
9.4 PrusaSlicer . . . 29
9.5 Uvoz predmetov v PrusaSlicer . . . 30
9.6 Uporaba podpor . . . 30
9.7 Hitrost tiskanja proti kakovosti tiskanja . . . 32
9.8 Polnilo (infill) . . . 32
9.9 Rob (brim) . . . 33
9.10 Tiskanje velikih predmetov . . . 33
9.11 Tiskanje večbarvnih predmetov . . . 34
9.12 Razrez in izvoz . . . 35

10 Vodnik po materialih **35**
10.1 PLA . . . 36
10.2 PET/PETG . . . 37
10.3 ASA/ABS . . . 38
10.4 PC (polikarbonat) in PC Blend . . . 39
10.5 PVB . . . 40
10.6 Prožni materiali . . . 41

11 Redno vzdrževanje **41**
11.1 Prožne jeklene tiskalne plošče . . . 42
11.2 Prožna plošča z obojestranskim TEKSTURIRANIM prašno lakiranim PEI . . . 44
11.3 Prožna plošča z obojestranskim GLADKIM PEI . . . 45
11.4 Prožna plošča z obojestranskim SATENASTIM PEI . . . 45
11.5 Izboljšanje oprijema . . . 46
11.6 Profili tiskalnih plošč . . . 46
11.7 Ležaji . . . 46
11.8 Ventilatorji . . . 47
11.9 Podajalna zobnika ekstruderja . . . 47
11.10 Cevke PTFE . . . 47

11.11 Zamašen / zataknjen ekstruder 48
11.12 Čiščenje šobe 49
11.13 Zamenjava šobe 50
11.14 Nalaganje nepodpisanega firmwara 52

12 Senzor filamenta (dodatna oprema) 53
12.1 Ko zmanjka filamenta 53
12.2 Napačno zaznavanje senzorja in iskanje napake 54

13 Pogosta vprašanja in odpravljanje težav 54
13.1 Nagnjena os X 54
13.2 Tiskalnik ne prebere ključa USB 55
13.3 Ohlapna jermena osi X in/ali osi Y 55
13.4 Filament, zataknjen v cevki PTFE 55
13.5 Iskanje izhodiščnega položaja osi X (homing) ne uspe 56
13.6 Napake gretja 56
13.7 Napake ventilatorjev 56
13.8 Vrnitev na starejšo različico firmwara 56
13.9 Šoba trka v ploščo in podobne težave 56

14 Napredno odpravljanje težav 57
14.1 Strojna oprema 57
14.2 Kakovost tiskanja 57

15 Proizvajalec in podpora 57

1. Varnostna navodila

Pri delu s 3D-tiskalnikom bodite zelo previdni. Gre za električno napravo z gibljivimi in ogrevanimi deli.

1.1 Postavitev in osnovna uporaba

Opozorilo

Prepričajte se, da je tiskalnik postavljen in da deluje na primernem mestu, da preprečite morebitna tveganja.

- Ta naprava je namenjena izključno uporabi v notranjih prostorih. Naprave ne izpostavljajte vodi ali snegu. Stik z vodo in drugimi tekočinami lahko povzroči poškodbe elektronike, kratke stike in druge vrste poškodb. Tiskalnik vedno uporabljajte v suhem okolju.
- Tiskalnik postavite na varno in suho mesto. Podlaga mora biti vodoravna in stabilna – idealna je delovna miza. Okoli tiskalnika naj bo vsaj 30 cm prostora. Če so v bližini tiskalnika ovire, lahko to vpliva na njegovo delovanje ali povzroči prekomerno obrabo opleta kablov ali kar samih kablov. Obrabljeni kabli lahko pomenijo tveganje (električni udar, požar).
- Prepričajte se, da nobena od prezračevalnih odprtin ali ventilatorjev ni blokirana. Tiskalnik ima vgrajeno spremljanje vrtljajev ventilatorjev, vendar v nekaterih primerih (nepravilna sestava, poškodovani deli, neuradni firmware) spremljanje morda ne deluje pravilno. Nezadostno hlajenje lahko privede do pregrevanja in resnih poškodb tiskalnika (tveganje poškodbe elektronike, požar).
- Prepričajte se, da je tiskalnik postavljen tako, da se ne more prevrniti ali pasti na tla. Če je tiskalnik utrpel fizične poškodbe, ga ne uporabljajte – poškodovani deli tiskalnika lahko pomenijo varnostno tveganje.
- Napajalnik in kabli morajo biti nameščeni tako, da se nanje ne da spotakniti, stopiti ali jih kako drugače poškodovati. Prepričajte se, da kabel ni poškodovan. Če je, napravo takoj prenehajte uporabljati in kabel zamenjajte. Poškodovani kabli pomenijo varnostno tveganje – grozi poškodba z električnim tokom.
- Vklopljenega tiskalnika ne puščajte brez nadzora! Tiskalnik ima sicer temperaturno spremljanje in vrsto pametnih funkcij za večjo varnost, vendar lahko pri uporabi, ki je v nasprotju z navodili v tem priročniku, ali ob odpovedi komponent nastane tveganje požara.

1.2 Električna varnost

Opozorilo

Da preprečite tveganje električnega udara, upoštevajte naslednja navodila.

- Tiskalnik je dovoljeno napajati samo iz standardne vtičnice 230 V AC / 50 Hz ali 110 V AC / 60 Hz. Nikoli ne uporabljajte alternativnih virov, lahko povzročijo težave ali celo poškodbe tiskalnika.
- Tiskalnika nikoli ne uporabljajte, če so njegovi napajalni kabli kakor koli poškodovani – ne glede na to, ali gre za priključni kabel, napajalni kabel od napajalnika do tiskalnika ali za kable samega tiskalnika. Poškodovani kabli lahko povzročijo električni udar.
- Pri odklapljanju napajalnega kabla iz vtičnice ne vlecite za kabel, ampak za vtič; s tem zmanjšate nevarnost poškodbe vtiča ali omrežne vtičnice. Priključek, ki vodi v tiskalnik, ima varnostno zaskočko; najprej jo sprostite in šele nato odklopite kabel iz tiskalnika.
- Napajalnika tiskalnika nikoli ne razstavljajte; ne vsebuje delov, ki bi jih lahko popravil nekvalificiran delavec. Tiskalnik vedno predajte usposobljenemu serviserju. Nestrokovni posegi v napajalnik lahko privedejo do poškodbe tiskalnika in tveganja električnega udara.
- Napravo odklopite iz omrežja tako, da izvlečete vtič. Električna vtičnica mora biti zlahka dostopna.

1.3 Mehanske nevarnosti

Opozorilo

Gibljivi mehanski deli tiskalnika lahko povzročijo poškodbe.

- Nikoli ne posegajte v notranje komponente tiskalnika, kadar je tiskalnik priključen na električno omrežje ali deluje – grozi nevarnost poškodb zaradi mehanskih delov ali električnega toka.
- Otrokom ne dovolite ravnanja s tiskalnikom brez nadzora odrasle osebe – tudi takrat, ko tiskalnik ne tiska.

1.4 Nevarnost opeklin

Opozorilo

Ne dotikajte se ogrevanih delov tiskalnika – ogrevane mize, tiskalne plošče in delov tiskalne glave. Obstaja nevarnost opeklin.

Pozor! Med tiskanjem se lahko deli tiskalne glave in tiskalna miza segrejejo na zelo visoke temperature! Ne dotikajte se jih, dokler tiskanje ni končano in se tiskalnik ne ohladi – trenutne temperature so prikazane na LCD zaslonu. Dotik segretih delov lahko povzroči hude opekline.

1.5 Pravilna uporaba obojestranskih tiskalnih plošč

Opozorilo

Vsaka vrsta tiskalne plošče zahteva nekoliko drugačno vzdrževanje. Nepravilno ravnanje in uporaba lahko privedeta do poškodbe tiskalne plošče. Tiskalne plošče so potrošni material in se obrabljajo. Pred uporabo preberite naslednje vrstice.

Opozorilo

Površine teksturirane in satenaste tiskalne plošče nikoli ne čistite z acetonom!

- Preberite informacije o vzdrževanju v poglavju 11 Redno vzdrževanje.
- Pri zamenjavi tiskalnih plošč znova nastavite višino šobe (Live Adjust Z) – plošče imajo rahla odstopanja v debelini. Novejše različice firmwara podpirajo profile tiskalnih plošč, v katere lahko shranite kalibracijske vrednosti za hitrejšo zamenjavo. Več v poglavju 11 Redno vzdrževanje.
- Za razmaščevanje plošče uporabite kakovosten izopropilni alkohol (90 % ali več). Ne uporabljajte pripravkov, ki imajo IPA le kot eno od sestavin (npr. razkužil za roke) – ti izdelki običajno vsebujejo dodatke, ki lahko negativno vplivajo na lastnosti tiskalne plošče.
- Plošče ne umivajte pod tekočo vodo – pločevina lahko začne rjaveti.
- S površine plošče ne odstranjujte folije PEI.
- Pred prvim tiskanjem ploščo očistite z robčkom, navlaženim z izopropilnim alkoholom.

1.6 Delo s filamenti

Opomba
Ob pravilnem ravnanju je delo s filamenti preprosto in varno. Preberite naslednja priporočila.

- Za izbrani material vedno uporabljajte priporočene temperature.
- Pozor na staljeno plastiko – lahko povzroči opekline! Če iz šobe visi staljena plastika, je ne odstranjujte z roko – uporabite klešče ali drugo orodje.
- Nekateri materiali lahko med tiskanjem oddajajo oster vonj – prostor redno zračite.
- S filamentom ravnajte tako, kot je opisano v naslednjih poglavjih tega priročnika.

1.7 Izključitev odgovornosti

Ravnanje v nasprotju z informacijami v tem priročniku lahko privede do poškodb, slabih rezultatov tiskanja ali poškodbe 3D-tiskalnika. Poskrbite, da bo vsak, ki bo delal s tiskalnikom, seznanjen z vsebino priročnika in jo bo pravilno razumel.

Ker proizvajalec nima nadzora nad pogoji, v katerih tiskalnik Original Prusa MINI+ sestavljate in uporabljate, ne prevzema odgovornosti in izrecno zavrača odgovornost za izgube, poškodbe, škodo ali stroške, ki so nastali ali so kakor koli povezani s sestavljanjem, ravnanjem, skladiščenjem, uporabo ali odstranjevanjem izdelka. Informacije v tem priročniku so podane brez kakršnega koli jamstva, izrecnega ali nakazanega.

2. Simboli na izdelku



Podrobnejše informacije o funkcijah, pravilni uporabi in vzdrževanju naprave najdete v tem priročniku in na spletu na strani help.prusa3d.com.



Pred kakršnim koli servisnim posegom je treba 3D-tiskalnik najprej odklopiti od vira električne energije (napajalnika), sicer grozi električni udar. Pred vzdrževanjem naprave preberite priročnik in center za pomoč na help.prusa3d.com.



Pri ravnanju z deli, označenimi s tem simbolom, ali pri dotikanju teh delov je treba biti posebej previden in se izogibati drugim nevarnostim, ki jih določajo posamezni simboli, na primer nevarnosti vroče površine. Dotik segretih delov (ogrevana miza, deli tiskalne glave) lahko povzroči hude opekline.



Temperatura delov, označenih s tem simbolom, lahko znatno presega temperaturo okolice. Dotik takih delov z nezaščitenim delom telesa lahko povzroči opekline.



Nezaščiteni gibljivi mehanski deli lahko povzročijo poškodbe, bodite posebej previdni.



Med tiskanjem se ne dotikajte tiskalne glave, grozijo opekline ali poškodbe zaradi gibljivih delov.



V neposredni bližini tako označenih delov se vklapljajo in izklapljajo veliki električni tokovi. Osebe z vsajenim srčnim spodbujevalnikom ali drugimi pripomočki za uravnavanje in nadzor delovanja srca morajo biti posebej previdne in se o uporabi 3D-tiskalnika posvetovati s svojim zdravnikom.



Ta naprava je sestavljena iz delov, ki jih je treba odstraniti v skladu z direktivo o odpadni električni in elektronski opremi.

3. Tehnični podatki

Ime	Original Prusa MINI+
Proizvajalec	Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Češka republika
Kontaktni e-naslov	info@prusa3d.com
Skupina EEO	3 (IT in/ali telekomunikacijska oprema)
Uporaba naprave	samo v notranjih prostorih
Napajalnik	stikalni napajalnik AC/DC, vhod 100–240 V AC, 50/60 Hz, 2,0 A; izhod največ 24 V, 6,67 A, 160 W
Varovalka	najmanj B16A (za EU)
Stopnja zaščite	IP20
Delovno temperaturno območje	18–38 °C, samo za uporabo v notranjih prostorih
Delovna vlažnost zraka	85 % ali manj
Združljivi filamenti	samo s premerom 1,75 mm
Masa paketa (bruto / neto)	7,6 kg / 4,85 kg

Serijska številka je na okvirju tiskalnika in tudi na zunanji embalaži. To napravo je mogoče varno uporabljati samo v notranjih prostorih, kjer je (zlasti njen napajalnik in priključek LAN) zaščitena pred zunanjimi vplivi okolja.

Licenčni pogoji

Tiskalnik Original Prusa MINI+ je del projekta RepRap, prvega projekta odprtokodnih 3D-tiskalnikov, ki se prosto širi pod licenco GNU GPL v3. Če katere od naših delov spremenite in jih želite naprej prodajati, morate izvorne kode objaviti pod isto licenco. Vsi natisljivi deli tiskalnika so na voljo na www.prusa3d.com.

4. Uvod

Zahvaljujemo se vam za nakup 3D-tiskalnika Original Prusa MINI+ Josefa Průše. Vaša naklonjenost proizvajalcu omogoča vlaganje v nadaljnji razvoj MINI+ in drugih izdelkov s področja 3D-tiskanja. Original Prusa MINI+ je kompakten, pameten in cenovno dostopen tiskalnik. Odličen je za začetnike, ljubiteljske ustvarjalce, podjetja in za postavitev farme 3D-tiskalnikov. Ta priročnik preberite zares skrbno – vsako od poglavij vsebuje dragocene informacije, ki vam bodo pomagale pravilno obvladati upravljanje in redno vzdrževanje tiskalnika.

Najnovejšo različico tega priročnika najdete v obliki PDF na www.prusa3d.com. Če pri uporabi tiskalnika naletite na težave, se ne obotavljajte in se obrnite na proizvajalca na info@prusa3d.com. Z veseljem bo odgovoril na vaša vprašanja in prisluhnil zamislim za izboljšave. Lahko obiščete tudi center za pomoč help.prusa3d.com ali forume forum.prusa3d.com.



Original Prusa MINI+

4.1 Hitri vodnik pred prvim tiskanjem

Skrbno preberite poglavje 7 Vaš prvi natis.

1. Sestavljeni tiskalnik postavite na ravno in stabilno podlago.
2. Vklopite tiskalnik, vstavite priloženi ključ USB in posodobite firmware.
3. Kalibrirajte tiskalnik po navodilih na zaslonu.
4. Natisnite vzorčni predmet.

4.2 Oznake, uporabljene v priročniku

Opomba
Nasveti, namigi ali pomembne informacije, ki vam bodo pomagale pri delu s tiskalnikom.

Opozorilo
Ta del besedila je zelo pomemben, preberite ga pozorno! Od njega je odvisno tako pravilno delovanje tiskalnika kot varnost njegove uporabe.

Komplet
Ta informacija se nanaša na komplet za sestavljanje Original Prusa MINI+.

Imena elementov menija in gumbov, kakor so prikazana na LCD zaslonu tiskalnika, so v besedilu stavljena s to pisavo: **Settings**.

5. Slovar pojmov



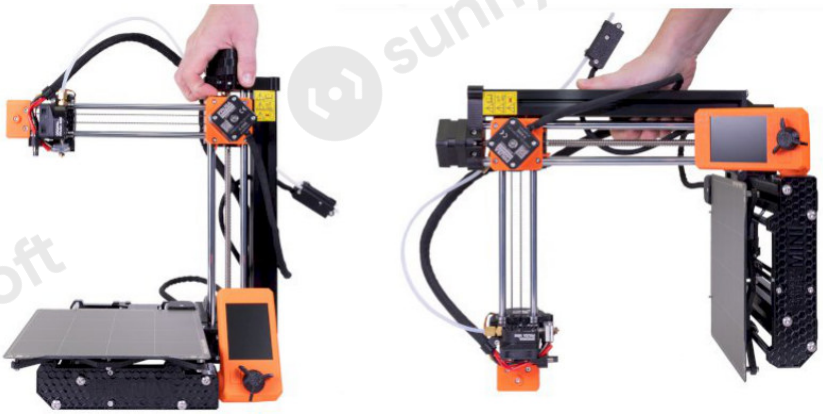
1. **Prožna jeklena tiskalna plošča** – obstaja v treh izvedbah: z gladko, satenasto in s teksturirano prašno lakirano površino. Plošče služijo kot podlaga, na kateri nastaja natisnjeni predmet. Pozorno preberite poglavje o vzdrževanju tiskalnika, da boste znali zagotoviti optimalne pogoje za 3D-tiskanje.
2. **Ogrevana miza (heatbed)** – nahaja se neposredno pod prožno jekleno tiskalno ploščo. Ogrevana miza zagotavlja zadosten oprijem natisa na tiskalno površino. Pozor: ne dotikajte se segrete mize!
3. **Os Y** – skupno ime za celoten sklop ogrevane mize (gladke palice, jermen, miza itd.).
4. **Vrtljivi gumb in gumb za ponastavitev** – vrtljivi gumb je glavni upravljalni element tiskalnika. Z vrtenjem v desno/levo izbirate elemente ali nastavljate vrednosti, s pritiskom izbiro potrdite. Levo od vrtljivega gumba

je gumb za ponastavitev – njegov pritisk ustreza hitremu izklopu in vklopu tiskalnika. Pride prav, ko morate npr. takoj prekiniti tiskanje.

5. **LCD zaslon** – upravljalni zaslon 3D-tiskalnika. Z vrtljivim gumbom se premikate po meniju, izbiro potrdite s pritiskom gumba.
6. **Glavno stikalo** – kadar tiskalnik ne deluje, ga izklopite s tem stikalom.
7. **Vrata USB in vrata microUSB** – vrata USB so namenjena priključitvi ključev USB (USB 2.0/3.0) z datotečnim sistemom FAT32. S ključa USB se nalaga G-code z navodili za tiskanje ali datoteke za posodobitev firmwara. Vrata microUSB lahko uporabite za upravljanje tiskalnika s programsko opremo tretjih oseb, npr. OctoPrint.
8. **Glavna cevka PTFE** – vodi nit filamenta iz ekstruderja v tiskalno glavo in šobo. Občasno preverite, ali se v njej ne nabirajo nesnage, ki bi ovirale prost prehod filamenta.
9. **Spojka** – na obeh koncih glavne cevke PTFE. Če se v cevki zatakne filament, s ključem (priložen je tiskalniku) odvijte spojko in nato snemite samo cevko, da pridete do filamenta. Upoštevajte, da so cevke PTFE potrošni material – njihova kakovost se lahko s časom poslabša. Več informacij najdete v poglavju o cevkah PTFE.
10. **Tiskalni ventilator** – hladi natisnjeni predmet in izboljšuje kakovost tiskanja. Njegovi vrtljaji (RPM) se nenehno spremljajo.
11. **Tiskalna glava** – lahka tiskalna glava je sestavljena iz hotenda (tiskalne šobe), sonde SuperPINDA in dveh ventilatorjev. Zaradi boljše kakovosti tiskanja so težji deli ekstruderja prestavljeni na konstrukcijo osi Z.
12. **Šoba** – šoba s premerom 0,4 mm. Zamenjati jo je mogoče za drug premer (npr. 0,25 mm ali 0,6 mm) za boljše podrobnosti ali večjo hitrost tiskanja. Združljiva je s šobami E3D.
13. **Os Z** – skupno ime za celotno konstrukcijo navpične osi (gladke palice, motor osi Z itd.).
14. **Ekstruder / motor ekstruderja** – v nasprotju s 3D-tiskalniki MK2 ali MK3S je pri MINI+ motor ekstruderja trdno nameščen ob strani konstrukcije, tako da se ne premika po osi X. Podajalna zobnika potiskata filament skozi glavno cevko PTFE v tiskalno glavo.
15. **Os X** – z jermenom omogoča premikanje tiskalne glave z leve na desno.
16. **Držalo koluta** – nameščeno naj bo ob tiskalniku tako, da filament v cevko PTFE vstopa od spodaj. Filament se ne sme upogibati pod ostrim kotom.

6. Ravnanje s tiskalnikom in njegov prevoz

Tiskalnik Original Prusa MINI+ prenašajte na priporočen način. Lahko ga primete bodisi za motor osi Z zgoraj bodisi za konstrukcijo osi Z – glejte fotografije spodaj. Tiskalnika nikoli ne dvigujte za kable ali cevke PTFE, lahko bi ga poškodovali!



6.1 Odklop napajalnika

Opozorilo

Priključek napajalnega kabla, ki se priključi v tiskalnik, ima zaskočko – ne vlecite ga na silo! Ne vlecite za kabel! Nepravilno ravnanje lahko privede do poškodbe priključka ali kabla.

Najprej sprostite zaskočko tako, da ohišje priključka povlečete v smeri od tiskalnika. Ko je zaskočka sproščena, lahko priključek izvlečete iz tiskalnika.



6.2 Kako se obrniti na tehnično podporo

Če naletite na kakršne koli težave s svojim 3D-tiskalnikom MINI+, najprej preglejte zadnja poglavja tega priročnika s splošnimi navodili za odpravljanje težav ali obiščite center za pomoč proizvajalca na help.prusa3d.com. Če predlagane rešitve ne pomagajo, se obrnite na tehnično podporo proizvajalca po e-pošti na support@prusa3d.com ali prek klepeta na straneh prusa3d.com – okno klepeta je v spodnjem desnem kotu.

6.3 Zasloni z napakami

Če tiskalnik naleti na resno napako, se prikaže zaslon z napako. Informacije na zaslonu pomagajo napako prepoznati, diagnosticirati in odpraviti. Bodite pozorni na naslednje podatke na zaslonu.



1. **Ime napake**
2. **Kratek opis** – napake in priporočenih nadaljnjih korakov.
3. **Koda QR** – če jo preberete s telefonom, boste preusmerjeni na članek v centru za pomoč s celotnim navodilom za odpravo napake. Povezava v kodi QR vsebuje tudi zgoščeno vrednost naprave (glejte spodaj).
4. **Naslov v centru za pomoč** – če nimate pri roki telefona, lahko ta naslov prepišete v spletni brskalnik in odprete ustrezno navodilo.
5. **Različica firmwara** – lahko pomaga pri diagnostiki napake.
6. **Zgoščena vrednost naprave** – povezava, vgrajena v kodo QR, lahko vsebuje neobvezno »zgoščeno vrednost naprave« (vklopiti ali izklopiti jo je mogoče v nastavitvah). Na podlagi te informacije lahko proizvajalec preveri, ali je na tiskalniku najnovejši firmware – in če ni, se na vrhu članka prikaže opozorilo. Informacija iz povezave se shrani v bazo proizvajalca, ki tako dobi boljši pregled nad tem, katere napake so najpogostejše in koliko napak je zabeležil posamezni tiskalnik.

6.4 Razpakiranje, sestavljanje in prvi zagon

3D-tiskalnik Original Prusa MINI+ je na voljo kot delno sestavljen tiskalnik (spojitev treh glavnih delov) in kot komplet za sestavljanje, iz katerega MINI+ sestavite od začetka, vijak za vijakom. Sestaviti lastni tiskalnik je odličen način, da o njegovem delovanju izveste kar največ – in po podrobnih navodilih proizvajalca to zmore vsak. Navodila za sestavljanje delno sestavljenega tiskalnika in kompleta najdete v centru za pomoč proizvajalca na help.prusa3d.com. Ko bo tiskalnik sestavljen, se vrnite sem in nadaljujte s pripravo na prvo tiskanje.

Opomba

Spletno različico navodil za sestavljanje odprete na help.prusa3d.com.

Opozorilo

Preden napravo prvič uporabite, na www.prusa3d.com preverite, ali ni na voljo novejša različica firmwara.

7. Vaš prvi natis

Priprava tiskalnika na prvo tiskanje traja približno 15–30 minut (brez sestavljanja). Da bo tiskalnik deloval pravilno, bodite pozorni na naslednje korake.

V tem poglavju boste izvedeli, kako:

1. upravljati tiskalnik,
2. posodobiti firmware,
3. pripraviti tiskalno površino pred prvim tiskanjem,
4. izvesti začetno kalibracijo,
5. vstaviti filament,
6. začeti prvo tiskanje.

7.1 Osnovno upravljanje

Celotna konfiguracija in upravljanje tiskalnika poteka z enim samim upravljalnim elementom – vrtljivim gumbom (1). S pritiskom nanj potrdite izbiro.



Gumb za ponastavitev (2) je levo od vrtljivega gumba. Njegov pritisk ustreza hitremu izklopu in vklopu tiskalnika. Koristen je, ko se tiskalnik obnaša nepričakovano ali ko je treba takoj ustaviti neuspelo tiskanje.

7.2 Posodobitev firmwara

Tiskalnik je dobavljen z najnovejšo različico firmwara, ki je bila na voljo v času izdelave. Kljub temu priporočamo, da na www.prusa3d.com preverite, ali ni na voljo novejša različica – tako si zagotovite najboljše možne rezultate tiskanja.

Firmware, prenesen s spletne strani proizvajalca, naložite takole:

1. Z www.prusa3d.com prenesite pravo datoteko firmwara (arhiv ZIP) in jo razpakirajte.
2. Datoteko .BBF prekopirajte na ključ USB, formatiran s sistemom FAT32 – lahko uporabite ključ, priložen tiskalniku MINI+.
3. Ključ USB vstavite v vrata USB tiskalnika.
4. Tiskalnik znova zaženite z gumbom za ponastavitev ob vrtljivem gumbu.
5. Postopek posodobitve bi se moral začeti samodejno.
6. Počakajte, da se postopek dokonča.



Opomba
Za vsiljeno nalaganje firmwara (npr. če morate preiti na starejšo različico) vstavite ključ USB z želeno datoteko .BBF, znova zaženite tiskalnik in med zagonom pritisnite in držite vrtljivi gumb.

7.3 Priprava prožnih jeklenih tiskalnih plošč

Sledite navodilom za izbrano vrsto tiskalne plošče (glejte spodaj) in jo pripravite na prvo tiskanje.

V ogrevani mizi so skriti visokotemperaturni magneti, ki držijo odstranljive prožne jeklene tiskalne plošče na mestu. Na zadnji strani mize sta dva zatiča, ki se natančno prilegata izrezoma v tiskalnih ploščah. Zatiča se ne smeta prilegati v luknji na nasprotni strani plošče! Preden ploščo položite na mizo, se prepričajte, da je miza čista in da na njej ni nesnage. **Nikoli ne tiskajte neposredno na ogrevano mizo.**

Preden začnete, razpakirajte čistilni robček, prepojen z izopropilnim alkoholom, in z njim obrišite tiskalno ploščo.



Ogrevana miza in tiskalna plošča s teksturirano prašno lakirano površino

Za dober oprijem natisnjenega predmeta je bistveno, da je tiskalna površina čista. Več informacij o pripravi tiskalne površine in priporočenih čistilnih sredstvih najdete v poglavju 11 Redno vzdrževanje.

7.4 Čarovnik za kalibracijo (Wizard)

Ob prvem vklopu tiskalnika se zažene čarovnik (Wizard). Vodi vas skozi vse teste in kalibracije, ki jih je treba opraviti, preden začnete tiskati.

Čarovnika lahko zaženete tudi ročno: **LCD Menu – Calibration – Wizard**. Preden čarovnika zaženete, ne pozabite prebrati poglavja 11.1 Prožne jeklene tiskalne plošče.

Čarovnik za kalibracijo vključuje Selftest, Mesh Bed Leveling in kalibracijo prve plasti.

7.5 Selftest

Selftest je diagnostično orodje, sestavljeno iz niza testov. Odkrije najpogostejše težave, na primer nepravilno priključene kable. Potek in rezultati vsakega koraka so prikazani na LCD zaslonu. Če Selftest ugotovi napako, se prekine in prikaže njen vzrok, da jo lahko uporabnik odpravi. POMEMBNO: Med Selftestom mora biti na ogrevani mizi tiskalna plošča, sicer Selftest ne uspe.

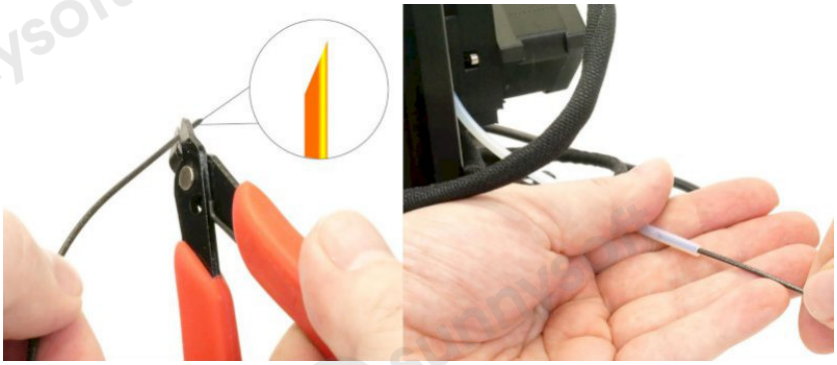
Selftest vključuje:

- test ekstruderja in tiskalnega ventilatorja,
- test osi X, Y in Z,
- preverjanje pravilne priključitve ogrevane mize in hotenda.

Opomba
Če Selftest ne uspe, se prepričajte, da je tiskalna plošča pravilno nameščena na ogrevani mizi.

7.6 Vstavljanje in odstranjevanje filamenta

Ko je Selftest opravljen, lahko vstavite nit filamenta. Za začetno kalibracijo in prvo tiskanje toplo priporočamo PLA – z njim je preprosto delati in ne zahteva dodatnih korakov (na primer nanosa lepila na tiskalno ploščo). Če nimate koluta PLA, skrbno preberite poglavji 10 Vodnik po materialih in 11 Redno vzdrževanje, kjer boste izvedeli, kako pripraviti tiskalno ploščo za posamezne materiale. Vsakič, ko vstavljate nov filament, se prepričajte, da je njegov konec ostro odrezan in da na niti ni izboklin ali drugih neravnin, ki bi ovirale prehod skozi cevko PTFE. Kolut naj bo v isti višini kot tiskalnik, da se nit ne upogiba preostro.



Vstavljanje filamenta

1. Konec filamenta odrežite v ostro konico. Filament vstavite v cevko PTFE, ki vodi v ekstruder (z desne strani tiskalnika), ali v kratko cevko PTFE senzorja filamenta (dodatna oprema).
2. Izberite **LCD Menu** – **Filament** – **Load filament** in potrdite s pritiskom gumba.
3. Samodejno se prikaže meni predgrevanja. Izberite vrsto filamenta, ki ga želite vstaviti, in izbiro potrdite s pritiskom vrtljivega gumba.
4. Počakajte, da se šoba segreje na zahtevano temperaturo.
5. S pritiskom vrtljivega gumba začnite vstavljanje in hkrati potiskajte filament v ekstruder, dokler ga ne zagrabita podajalna zobnika.
6. Podajalna zobnika ekstruderja nato filament samodejno vstavita v tiskalno glavo. Tiskalnik vas vpraša, ali je barva iztisnjene plastike v redu. Imate tri možnosti: **Yes**/**No**/**Retry**. Če je iztisnjena plastika onesnažena z barvo prejšnjega filamenta, izberite **No** in tiskalnik iztisne dodaten material. Možnost **Retry** ponovi postopek vstavljanja – to pride prav na primer takrat, ko se je nit ustavila sredi glavne cevke PTFE.

Opomba
Tiskalnik si zapomni, kateri filament je vstavljen, tudi po izklopu. Vrsta trenutno vstavljenega filamenta je prikazana v spodnjem desnem kotu LCD menija.

Za naslednji korak pustite filament vstavljen. Če morate iz kakršnega koli razloga pred kalibracijo prve plasti (ali kadar koli pozneje) filament zamenjati, postopajte takole:

Odstranjevanje filamenta

1. Izberite **LCD Menu** – **Filament** – **Unload filament**.
2. Tiskalnik se samodejno predgreje na pravo temperaturo; ko jo doseže, zapiska.
3. Pritisnite vrtljivi gumb, s tem začnete izvlek filamenta.
4. Ko ekstruder preneha izvlekati filament, ga ročno izvlecite iz cevke PTFE.

7.7 Kalibracija prve plasti (First Layer Calibration)

Ta postopek kalibrira razdaljo med konico šobe in sondo. Kalibracijo lahko kadar koli zaženete iz menija **LCD Menu** – **Calibration** – **First Layer Calibration**.

Opozorilo

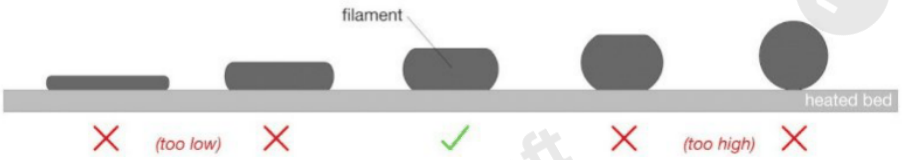
Prepričajte se, da je tiskalna plošča čista in brez sledi maščobe – težave lahko povzročijo tudi prstni odtisi. Preden začnete, ploščo obrišite s priloženim robčkom, prepojenim z izopropilnim alkoholom.



Po zagonu kalibracije prve plasti tiskalnik vpraša, ali je filament vstavljen. Nato izmeri mizo s funkcijo Mesh Bed Leveling (glejte poglavje 8.2 Načelo samodejne kalibracije mize (Mesh Bed Leveling)) in začne na tiskalno površino tiskati vijugast vzorec. Šoba bo na višini, ki jo določa nastavitev sonde SuperPINDA. Tiskalne površine se v nobenem primeru ne sme dotikati.

Od različice firmwara 4.3.0 ima zaslon za nastavitev višine šobe novo podobo s poenostavljenim prikazom šobe. Ko višino šobe prilagajate z vrtenjem gumba v smeri ali proti smeri urinega kazalca, se šoba na zaslonu premika v isti smeri. Številka na zaslonu je zgolj ilustrativna – vrednost na vašem tiskalniku bo drugačna.

Opazujte črto, ki se iztiska na tiskalno površino. Samodejno se prikaže nov meni – z vrtenjem gumba v njem v realnem času uglasite višino šobe. Cilj je nastaviti višino šobe tako, da se iztisnjena plastika dobro oprime mize in je vidno rahlo sploščena.



Profil prve plasti – šoba prenizko (levo), pravilno (v sredini), previsoko (desno)

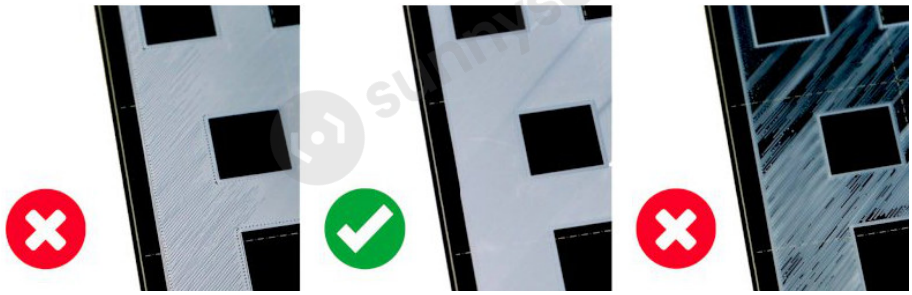
Testni vzorec bi moral biti videti kot na levi ali srednji sliki spodaj. Slika desno kaže obe glavni napaki hkrati: šoba previsoko (ukrivljene črte, premaknjeni vogali) in šoba prenizko (plastika se sploh ne iztiska).



Kaj preveriti:

- Plast iztisnjene plastike je rahlo sploščena.
- Vogali vijugaste črte so ostri in se ne dvigajo s plošče.
- Črte so ravne in se trdno držijo plošče.
- Pravokotnik na koncu vzorca ima enakomerno površino, brez valov in vrzeli.

Spodaj vidite podrobnost natisa z napakami kakovosti, ki jih je povzročila nepravilna višina šobe. Srednja slika kaže optimalno kakovost.



Primerjava višine prve plasti – šoba previsoko (levo), optimalna višina (v sredini), šoba prenizko (desno)

Komplet
Če imate MINI+ v izvedbi kompleta za sestavljanje in vam ne uspe doseči enakomerne prve plasti, je vzrok lahko nepravilno nameščena sonda SuperPINDA. V spletnih navodilih za sestavljanje preverite, kako mora biti sonda SuperPINDA pravilno nameščena.

7.8 Kontrolni seznam

Če ste opravili vse korake, opisane v prejšnjih poglavjih, lahko začnete svoje prvo tiskanje. Preden začnete, preglejte zaključni kontrolni seznam:

1. MINI+ je v celoti sestavljen in postavljen na primernem mestu.
2. Firmware je posodobljen na najnovejšo različico.
3. Vse kalibracije so uspešno opravljene.
4. Na ogrevani mizi je čista tiskalna plošča, obrisana z robčkom, prepojenim z izopropilnim alkoholom.
5. Filament je vstavljen.

7.9 Zagon prvega tiskanja

Ko je vse pripravljeno, odprite meni **Print** (prikaže se samo, ko je vstavljen ključ USB). Z vrtljivim gumbom izberite s seznama enega od vzorčnih predmetov in opazujte tiskalnik. Priporočamo, da izberete logotip PRUSA – na njem boste najbolje videli, kako dobro vam je uspelo uglasiti prvo plast pri kalibraciji prve plasti.



Tako je videti prva plast v idealni kakovosti

Šoba se najprej predgreje na 170 °C ne glede na izbrani filament – tako se prepreči iztekanje filamenta med uvodno fazo, ki je Mesh Bed Leveling. Ko je Mesh Bed Leveling opravljen, tiskalnik segreje šobo na pravo temperaturo tiskanja in začne tiskati uvodno čistilno črto ob robu tiskalne plošče. Nato natisne krilo okoli predmeta in za tem sam predmet.

Opozorilo

Skrbno opazujte kakovost prve plasti. Iztisnjena plastika bi se morala dobro oprijeti plošče. Če je šoba iz kakršnega koli razloga previsoko, jo znižajte s funkcijo **Live Adjust Z**, ki je med tiskanjem na voljo v meniju **Tune**. Druga možnost je, da tiskanje ustavite, očistite tiskalno ploščo in znova zaženete kalibracijo prve plasti iz menija **Calibration**.

7.10 Odstranitev natisa

Ko je tiskanje končano, počakajte, da se ogrevana miza ohladi. Ogrevana miza in tiskalna plošča imata lahko glede na nastavitve temperaturo več kot 100 °C in ob dotiku z nezaščiteno kožo povzročita opekline. Glede na material se natis po ohladitvi lahko odlepi sam. Če se ne, snemite tiskalno ploščo in jo previdno upognite na obe strani. Nato jo zavrtite za 90° in upogibanje ponovite. Ne pozabite odstraniti vseh ostankov filamenta, na primer uvodne čistilne črte, krila in podpor. Če na plošči ostane plastika, je ne odstranjujte z nohti, lahko bi se poškodovali. Uporabite kovinsko lopatico na gladki plošči ali plastično lopatico na teksturirani plošči.



Tiskalne površine se poskusite ne dotikati s prsti – prstni odtisi lahko zmanjšajo oprijem naslednjega natisa.

7.11 Preverjanja in opravila po končanem tiskanju

Ko vzorčni natis odstranite s tiskalne plošče, si ga pozorno oglejte in preverite morebitne napake kakovosti. Predmeti, natisnjeni s tehnologijo FDM/FFF, niso nikoli popolnoma gladki – običajno so na njih vidne plasti. Obstajajo pa načini, kako površino 3D-natisov zgladiti. Več o naknadni obdelavi (post-processing) izveste na blogu proizvajalca blog.prusa3d.com.

Opozorilo

Če ima natis resnične napake kakovosti (manjkajoči deli, zamaknjene plasti, premalo iztisnjena mesta), preberite poglavje 14.2 Kakovost tiskanja na koncu tega priročnika.

Prepričajte se, da je tiskalna plošča čista, in jo položite nazaj na ogrevano mizo. Filament lahko pustite vstavljen v šobi. Če ne nameravate tiskati naslednjega predmeta, počakajte, da se šoba ohladi na 50 °C, in tiskalnik izklopite s stikalom ob strani.

8. Napredne funkcije

8.1 Struktura menija

- Print
- Preheat
  - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
  - Cooldown
- Filament
  - Load filament
    - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
    - Cooldown
  - Unload filament
  - Change filament
  - Purge filament
- Calibration
  - Wizard
  - Live Adjust Z
  - Auto Home
  - Mesh Bed Leveling
  - Selftest
  - First Layer Calibration
  - Test Fans
  - Test XYZ-Axis
  - Test Heaters
  - Show Selftest results
- Settings
  - Temperature
    - Nozzle
    - Heatbed
    - Print fan
    - Cooldown
  - [Sheet profile] – prikaže se, če sta nastavljena dva ali več profilov tiskalnih plošč
  - Move Axis
    - Move X, Move Y, Move Z, Move E
  - Disable Steppers
  - Factory Reset
  - HW Setup
    - Sheet profiles
      - Sheet profile: Select, First Layer Calibration, Reset
  - FW Update
  - Filament sensor On / Off
  - LAN Settings
  - TZ (UTC + / -)
  - Save Crash Dump
  - Sound Mode: Once / Loud / Silent / Assist
  - Sound Volume
  - Device hash in QR On / Off
  - Language
- Info
  - System Info
  - Sensor Info
  - Version Info

8.2 Načelo samodejne kalibracije mize (Mesh Bed Leveling)

Samodejno kalibracijo mize (Mesh Bed Leveling) zaženete iz menija **LCD Menu – Calibration**. Ta postopek se izvede pred vsakim tiskanjem. Isti postopek se izvede tudi na začetku kalibracije prve plasti (glejte poglavje 7.7).

Sonda SuperPINDA prečka mrežo 4×4 točk, razporejenih po tiskalni plošči (ne glede na to, ali ima teksturirano prašno lakirano ali gladko površino PEI), in izmeri razdaljo do plošče. Iz izmerjenih točk se z interpolacijo ustvari virtualna mreža mize. Če je miza rahlo ukrivljena (gre za drobne nepravilnosti, ki

nastanejo s seštevanjem proizvodnih toleranc ali pri sestavljanju), šoba med tiskanjem kljub temu natančno sledi površini po izmerjeni mreži – in kakovost prve plasti je boljša.

8.3 Obnovitev tovarniških nastavitev

Tovarniške nastavitve obnovite prek **LCD Menu** – **Settings** – **Factory Reset**. S tem se vse shranjene vrednosti vrnejo na privzete.

8.4 Omrežna povezava

Original Prusa MINI+ ima na glavni plošči ethernetni vmesnik (RJ45). Prek njega lahko tiskalnik povežete v omrežje.

Nekatere omrežne funkcije v dobavljeni različici firmwara morda niso v celoti izvedene. Informacije o aktualnih različicah firmwara proizvajalec objavlja na www.prusa3d.com in na družbenih omrežjih.

Tiskalnik Original Prusa MINI+ lahko povežete v lokalno omrežje (LAN) in do osnovnih informacij o tiskalniku dostopate prek spletnega vmesnika PrusaConnect. Tiskalnik ima privzeto vklopljen DHCP. V meniju **LCD Menu** – **Settings** – **LAN Settings** preverite, ali je bil tiskalniku pravilno dodeljen naslov IP. Nato na računalniku ali mobilnem telefonu, povezanem v isto omrežje, odprite spletni brskalnik in v naslovno vrstico vnesite naslov IP tiskalnika. Prikažejo se osnovne informacije o trenutnem tiskanju. PrusaConnect v trenutni različici deluje samo v lokalnem omrežju, njegove funkcije pa bodo v naslednjih izdajah firmwara razširjene.



Modul Wi-Fi (dodatna oprema) v privzetem firmwaru ni podprt. Informacije o razpoložljivosti modula Wi-Fi bo proizvajalec objavil na www.prusa3d.com ali blog.prusa3d.com.

Opomba

Original Prusa MINI+ je združljiv tudi z orodjem tretje osebe za omrežno tiskanje OctoPrint. Informacije o namestitvi in nastavitvi najdete na uradnih straneh projekta OctoPrint.

9. Tiskanje lastnih modelov

Ko je tiskalnik v celoti kalibriran in so vzorčni modeli videti dobro, boste najverjetneje želeli tiskati lastne modele. Na voljo imate vrsto možnosti – več izveste v naslednjih poglavjih.

9.1 Pridobitev modela za tiskanje

Najpreprostejši način, kako začeti s 3D-tiskanjem, je prenos modelov z interneta – običajno so v formatih .3mf, .stl ali .obj. Na področju 3D-tiskanja je na srečo veliko navdušencev, zato obstajajo spletne strani, s katerih lahko brezplačno prenesete veliko število dokončanih 3D-modelov. Tam najdete vse mogoče, od preproste igralne kocke do podrobne figure lika iz priljubljenega filma, igre ali serije. Prenesti lahko tudi mehanske dele, pribor za RC modele, opremo za dom in še veliko več.

Najboljše modele najdete na Printables.com

Printables.com (prej PrusaPrinters) je velika spletna knjižnica kakovostnih 3D-modelov, ki jo upravlja družba Prusa Research. Njen cilj je združevati veliko dejavno skupnost oblikovalcev, ustvarjalcev in navdušencev nad 3D-tiskanjem – ne glede na to, katero znamko 3D-tiskalnika imajo raje. Tu potekajo redni skupnostni natečaji s 3D-tiskalniki in filamenti kot glavnimi nagradami, obstaja pa tudi sistem nagrajevanja z virtualnim in fizičnim blagom – za dejavno članstvo zbirate točke, ki jih lahko zamenjate za kolut Prusamenta ali drugo blago.

Zaradi osredotočenosti na kakovostne, edinstvene in uporabne modele ste vedno le nekaj klikov oddaljeni od odkritja česa novega za tiskanje. In preden kaj prenesete in natisnete, lahko uporabite napredni vgrajeni pregledovalnik 3D-modelov, ki deluje ne le z datotekami STL in 3MF, ampak tudi z G-codi. Obiščite Printables.com in odkrijte dejavnosti, natečaje, dogodke, skupine, zbirke in še veliko več.

3D-modeli so zelo pogosto na voljo za brezplačen prenos pod licenco Creative Commons – Attribution – Non-Commercial (modelov ni dovoljeno uporabljati komercialno in vedno mora biti navedeno ime avtorja) ali za majhno plačilo. Izbrali smo najzanimivejše spletne strani:

- Printables.com (www.printables.com)
- Thingiverse

- MyMiniFactory
- Pinshape
- YouMagine
- Shapeways
- Gambody

Modelov v formatih .stl, .obj in podobnih pa ni mogoče 3D-tiskati neposredno. Najprej jih je treba »razrezati« (pretvoriti) v datoteko G-code, ki se nato prekopira na ključ USB. Ključ USB z razrezanim projektom vstavite v tiskalnik in v meniju **Print** izberite model, ki ga želite natisniti. Več izveste v poglavjih 9.3 Kaj je datoteka G-code? in 9.4 PrusaSlicer.

9.2 Ustvarjanje lastnega modela

Za ustvarjanje 3D-modela potrebujete specializiran program – 3D-urejevalnik. Obstaja vrsta različnih 3D-programov in izbira je običajno odvisna od tega, kakšno vrsto modela želite ustvariti.

Za začetek je najboljši Tinkercad – spletni urejevalnik, ki teče v oknu brskalnika, zato ni treba ničesar namestiti. Je brezplačen, pregleden in na internetu zanj najdete veliko navodil. Tinkercad je usmerjen predvsem v ustvarjanje manj podrobnih in večjih (npr. mehanskih) delov, idealnih za tiskanje FFF/FDM – vaš MINI+ se z njimi z lahkoto spopade.

Drugo priljubljeno orodje je Autodesk Fusion 360 za PC, Mac in iPad. Na spletni strani proizvajalca programa so na voljo hitri vodnik in številna podrobna videonavodila, zato je idealna izbira tako za začetnike kot za profesionalce.

9.3 Kaj je datoteka G-code?

3D-modele, ki ste jih prenesli z interneta ali ustvarili sami, je treba iz izvirnega formata (.stl, .obj, .3mf in podobno) pretvoriti v datoteko z navodili za tiskalnik – tako imenovani G-code. Šele ta format je za 3D-tiskalnike »razumljiv«. Datoteka vsebuje navodila za premikanje šobe, količino iztisnjenega filamenta, nastavitve temperatur ali hitrosti ventilatorjev.

Na voljo je na desetine različnih slicerjev, vsak ima svoje prednosti in slabosti. Uporabniki tiskalnikov Prusa najpogosteje uporabljajo te tri:

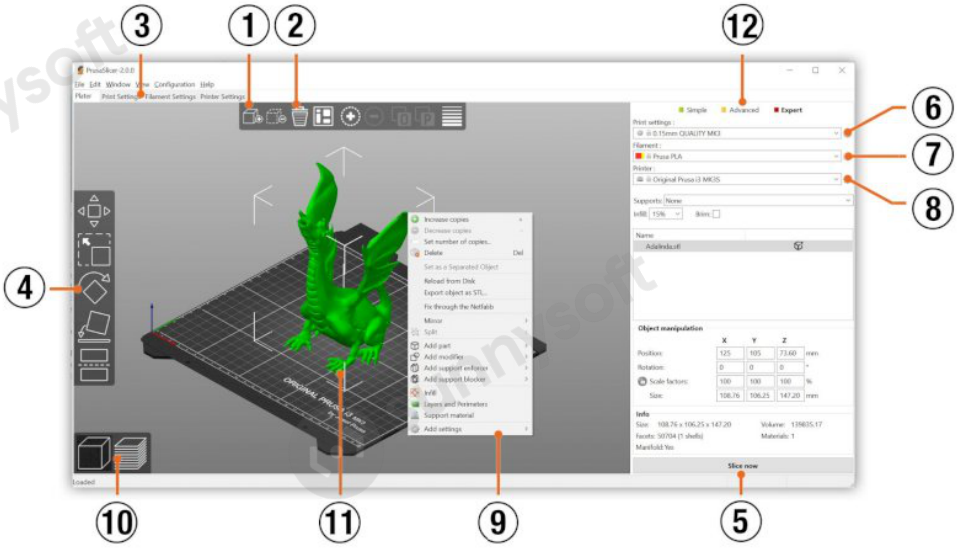
- PrusaSlicer
- Cura
- Simplify3D

9.4 PrusaSlicer

Kot pove že ime, je PrusaSlicer lastni slicer proizvajalca, razvit na podlagi odprtokodnega projekta Slic3r. Ima vrsto uporabnih funkcij, na primer:

- tiskalne profile za več kot 30 filamentov s samodejnim posodabljanjem,
- spremenljivo višino plasti,
- uporabniške podpore in modifikatorje,
- različne nastavitve tiskanja.

Najnovejšo stabilno različico lahko vedno prenesete z www.prusa3d.com. Razvojne različice alfa/beta so na voljo v repozitoriju projekta PrusaSlicer na GitHubu.



Vmesnik PrusaSlicerja

1. Z gumbom **Add** naložite model v PrusaSlicer.
2. Gumba **Delete** in **Delete All** odstranita model(e) iz PrusaSlicerja.
3. Odpre podrobne nastavitve tiskanja, filamenta in tiskalnika.
4. Orodja **Move**, **Scale**, **Rotate**, **Place on Face** in **Cut**.
5. Gumb za razrez in ustvarjanje datoteke .gcode.
6. Nastavitev kakovosti / hitrosti tiskanja.
7. Izbira materiala.
8. Izbira tiskalnika.
9. Klik z desno tipko miške na model odpre kontekstni meni.
10. Preklapljanje med 3D-urejevalnikom in predogledom plasti.
11. Predogled modela.
12. Preklapljanje med načini **Simple** / **Advanced** / **Expert**.

9.5 Uvoz predmetov v PrusaSlicer

Po zagonu PrusaSlicerja v meniju **Printer** na desni strani okna izberite element **Original Prusa MINI+**. Če ga na seznamu ne vidite, ga dodajte bodisi z možnostjo **Add a new printer** v istem meniju bodisi prek **Configuration** – **Configuration Wizard**. Nato izberite višino plasti, polnilo in material, ki ga nameravate uporabiti. Vgrajeni profili filamentov imajo vnaprej določene in preizkušene nastavitve. Če izberete napačen profil, lahko to zaradi nezdružljivih nastavitev negativno vpliva na tiskanje.

PrusaSlicer omogoča uvoz predmetov v formatih STL, OBJ, AMF in 3MF – to so najpogostejše vrste 3D-datotek, ki jih najdete na internetu. Lahko jih bodisi z miško povlečete v okno 3D-urejevalnika bodisi uporabite gumb **Add...** v zgornji orodni vrstici.

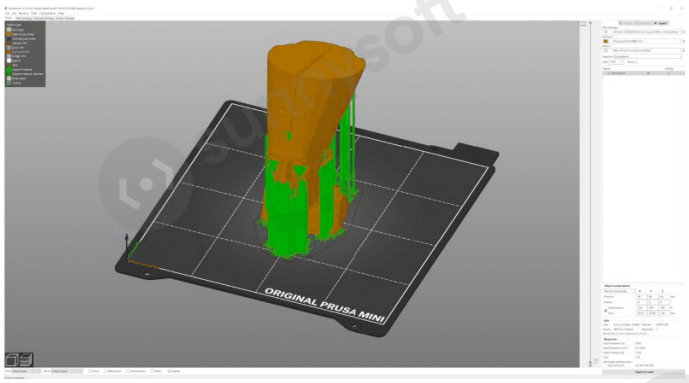
Za urejanje modela uporabite orodja v levi orodni vrstici: **Move**, **Scale** in **Rotate**. Če je predmet modre barve, to pomeni, da se ne prilega na tiskalno površino. Več izveste v naslednjem poglavju. Univerzalnega načina, kako model postaviti na površino, ni – odvisno je od konkretne oblike. Na splošno velja, da je za osnovo primerno izbrati največjo ravno površino predmeta: čim večja je osnova, tem boljši je oprijem. Najboljši rezultat dosežete, ko je spodnja stran modela popolnoma ravna.

9.6 Uporaba podpor

Podpore so 3D-natisnjene podporne strukture (podobne gradbenemu odru), ki omogočajo pravilno tiskanje zapletenih predmetov – po končanem tiskanju jih je mogoče ločiti od natisa.

Veliko modelov je mogoče natisniti brez podpor – dovolj jih je pravilno postaviti na tiskalno površino in lahko tiskate. Vseh predmetov pa ni mogoče natisniti brez podpor.

Če tiskate predmet s stenami, nagnjenimi pod kotom, manjšim od 45° (strm previs), se previsi morda ne natisnejo pravilno in tiskanje lahko spodleti. Obstajajo tudi predmeti, pri katerih bi moral tiskalnik začeti tiskati »v zraku« – kar ni mogoče. V takih primerih je treba uporabiti podpore. PrusaSlicer ima to funkcijo vgrajeno.



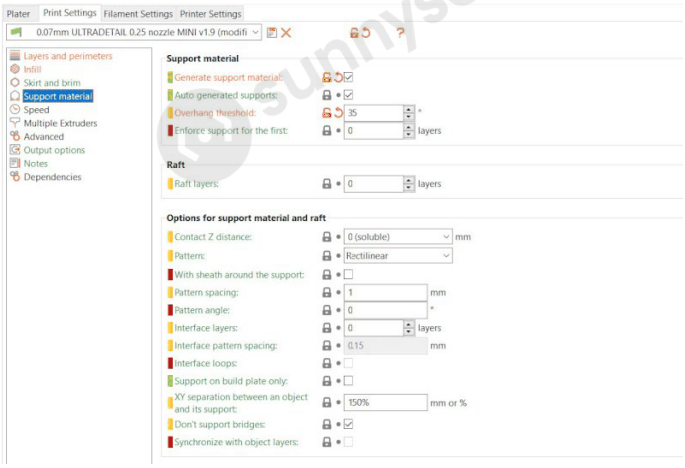
Samodejno ustvarjene podpore v PrusaSlicerju

Na izbiro imate tri možnosti:

- **Samo na tiskalni plošči** – ustvari podpore samo med predmetom in tiskalno površino.
- **Samo za vsiljene podpore** – ustvari podpore samo tam, kjer so nameščeni modifikatorji, ki vsiljujejo podpore.
- **Povsod** – ustvari podpore povsod.

Privzete vrednosti delujejo v večini primerov. Če pa morate prilagoditi, kje naj se podpore ustvarijo, postopajte takole: odprite zavihek **Print Settings** in v levem stolpcu kliknite **Support Material**.

- Potrdite polje **Generate support material**.
- **Overhang threshold** omogoča nastaviti najmanjši kot, od katerega se podpore tiskajo. Pri nastavitvi na nič se kot ugotavlja samodejno. Poskusite ustvariti podpore z različnimi nastavitvami kota, da ugotovite, katera vrednost vašemu predmetu najbolj ustreza.
- **Enforce support** za prvih nekaj plasti se uporablja predvsem pri majhnih modelih ali modelih z majhno osnovo, da se med tiskanjem ne odlomijo ali odtrgajo s tiskalne površine.



Opomba

Površine nad podporami imajo običajno slabšo kakovost. Preden se odločite za uporabo podpor, poskusite predmet premakniti ali zavrteti tako, da jih bo potrebnih manj ali sploh nobene.

9.7 Hitrost tiskanja proti kakovosti tiskanja

Majhen predmet se natisne v nekaj minutah, tiskanje večjih modelov pa traja dlje – nekateri natisi vzamejo tudi več deset ur. Na čas tiskanja vpliva vrsta dejavnikov. Prvi način, kako vplivati na hitrost, je sprememba višine plasti v PrusaSlicerju – v zgornjem desnem oknu najdete meni **Print Settings**. Privzeta nastavitev je **0.15 mm QUALITY**, tiskanje pa lahko pospešite z izbiro **0.20 mm SPEED** ali celo **0.25 mm DRAFT**. Višja plast pomeni manj podrobne modele z bolj izrazitimi plastmi. Če dajete prednost kakovosti pred hitrostjo, izberite **0.10 mm DETAIL**. Čas tiskanja se bo opazno podaljšal, modeli pa bodo videti bolje. Povečanje hitrosti tiskanja lahko privede do manj podrobnega modela.

Najpogosteje uporabljana profila 0,15 mm in 0,20 mm obstajata v dveh izvedbah:

- **Kakovost (Quality)** – počasnejše tiskanje obodov in polnila, boljša kakovost površine.
- **Hitrost (Speed)** – hitrejše tiskanje obodov in polnila brez izrazite izgube kakovosti površine.



Kakovost tiskanja proti času tiskanja

Hitrost lahko spreminjate tudi med tiskanjem: **LCD Menu** – **Tune** – **Speed**. Z vrtenjem vrtljivega gumba v smeri urinega kazalca povečate hitrost tiskanja do 150 %, z vrtenjem v nasprotni smeri jo zmanjšate – najmanj je 50 %. Opazujte, kako se sprememba hitrosti kaže na tiskanem modelu, in hitrost ustrezno prilagodite. Ta nastavitev ne vpliva na pospešek, zato sprememba hitrosti ni neposredno sorazmerna spremembi časa tiskanja.

9.8 Polnilo (infill)

Polnilo (infill) je naslednji parameter, ki vpliva na natisnjeni predmet – predvsem na hitrost tiskanja, trdnost in do neke mere tudi na videz natisa.

Predmeti, natisnjeni po metodi FFF/FDM, niso polni. V notranjosti imajo določeno prostorsko strukturo – od preproste mreže ali šestkotnikov do

zapletenejših vzorcev. Namen polnila je vedno isti: predmetu dati določeno trdnost. Veliko modelov je mogoče tiskati s polnilom 10–15 %; če potrebujete trdnejši predmet (npr. konstrukcijski del), izberite gostejše polnilo.

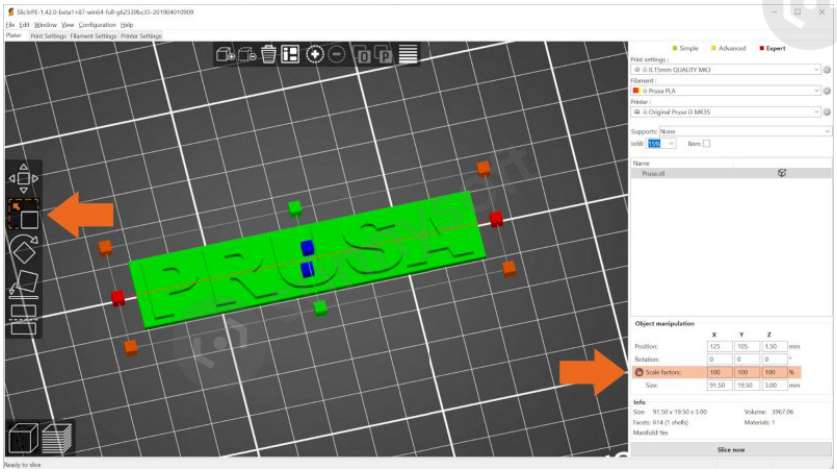
9.9 Rob (brim)

Rob (brim) povečuje oprijem na tiskalno površino in zmanjšuje tveganje zvijanja natisa. Okoli prve plasti se natisnejo dodatni obrisi – to pride prav zlasti takrat, ko se model mize dotika le z majhno površino. V PrusaSlicerju rob vklopite tako, da v desnem podoknu potrdite polje **Brim**. Po končanem tiskanju rob običajno z lahkoto odstranite z roko, po potrebi s strgalom ali skalpelom.

9.10 Tiskanje velikih predmetov

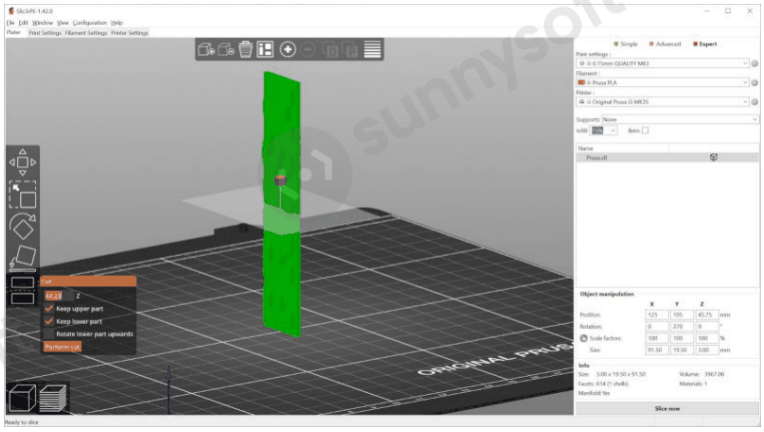
Opomba
Original Prusa MINI+ ima v primerjavi z Original Prusa i3 MK3S manjšo mizo, z nekaj zvijačami pa tudi na MINI+ natisnete zares velike predmete. Ne pustite, da vas manjša miza ustavi – na blogu proizvajalca blog.prusa3d.com najdete nasvete, kako sestaviti velike modele iz več manjših delov.

Poseben primer je tiskanje predmetov, večjih od ogrevane mize. Prva možnost je, da predmet pomanjšate na natisljivo velikost. V levi orodni vrstici izberite orodje **Scale** (ali pritisnite tipko S). Nato velikost predmeta spremenite s 3D-ročico (gizmo). Če želite model pomanjšati sorazmerno, povlecite za enega od vogalov ročice. Velikost lahko spreminjate tudi vzdolž ene same osi, tako da povlečete za ustrezne prijemke. Lahko pa vnesete natančno vrednost merila v oknu za upravljanje predmeta v spodnjem desnem kotu.



Sprememba merila tiskanega predmeta

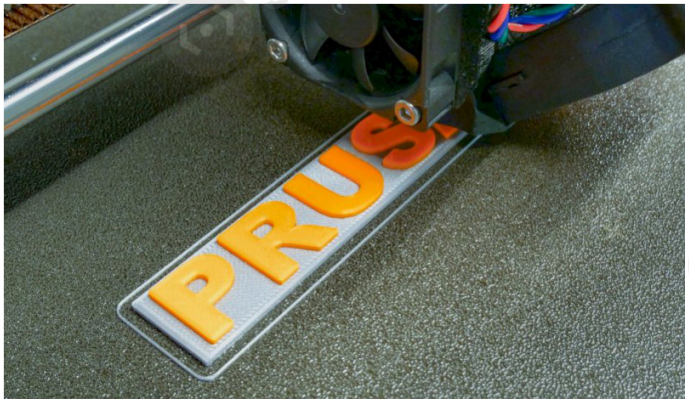
Če morate natisniti predmet, ki se v izvirni velikosti ne prilega na mizo, ga morate razrezati na manjše dele. V levi orodni vrstici izberite orodje **Cut** (ali pritisnite tipko C). Ravnino reza postavite v želeni položaj ali vnesite natančno višino v pogovornem oknu orodja **Cut**. Lahko se odločite, ali boste obdržali zgornji del, spodnji del ali oba dela predmeta.



Rezanje predmeta z orodjem Cut

9.11 Tiskanje večbarvnih predmetov

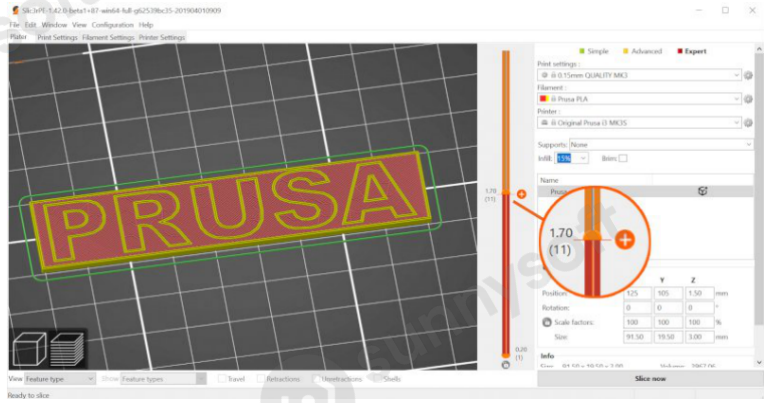
Večbarvne natise z barvo, ki se spreminja po plasteh, lahko preprosto nastavite neposredno v PrusaSlicerju – postopek glejte spodaj.



Večbarvni predmet, natisnjen s funkcijo spremembe barve v PrusaSlicerju

Sprememba barve v PrusaSlicerju

1. Preklopite v predogled plasti z gumbom v spodnjem levem kotu.
2. Z drsnikom na desni strani izberite plast, v kateri naj se barva spremeni.
3. Kliknite oranžno ikono z znakom plus.
4. Predogled se prikaže takoj. Spremembo barve lahko odstranite s klikom na sivi križec, ki je zdaj prikazan namesto oranžnega znaka plus.
5. Izvozite G-code in lahko tiskate!



Nastavitev spremembe barve v PrusaSlicerju

9.12 Razrez in izvoz

Eden najpomembnejših delov razreza je pregled razrezanega predmeta v oknu predogleda. Z drsnikom na desni strani okna lahko postopoma pregledate vse plasti predmeta. Tako odkrijete morebitna problematična mesta – na primer, ko spodnja stran predmeta ne leži neposredno na mizi ali ko nekje manjkajo podpore in se del predmeta začne »v zraku«.

Preden model izvozite kot G-code in ga prekopirate na ključ USB, ga vedno preverite v načinu predogleda. To je najboljši način, kako preprečiti težave pri tiskanju.

10. Vodnik po materialih

Opomba
Celoten pregled materialov je na voljo na spletu! Zaradi omejenega prostora v tem priročniku ponujamo le kratek pregled najbolj priljubljenih filamentov. Obiščite help.prusa3d.com/materials, kjer najdete podroben pregled velike večine razpoložljivih filamentov.

Original Prusa MINI+ zna tiskati iz številnih priljubljenih materialov. Materiali se razlikujejo po mehanskih in optičnih lastnostih ter po zahtevnosti tiskanja. Če s 3D-tiskanjem začenjate, naj bo vaš prvi filament vsekakor PLA. Šele ko vas katera od slabosti PLA omeji, je čas, da poskusite druge filamente, kot sta PETG ali ASA.

10.1 PLA

PLA je najpogosteje uporabljan material za 3D-tiskanje. Z njim se preprosto tiska in natisi iz PLA so zelo trdi. Zaradi nizke toplotne raztegljivosti (natisi se na mizi ne zvijajo) je idealen tako za tiskanje velikih predmetov kot za tiskanje drobnih podrobnih modelov. Je edini material, ki je zares primeren za tiskanje s plastjo 50 mikronov (ločljivost Ultradetail), in iz njega je mogoče tiskati odlično videti miniature.

Prednosti

- preprosto tiskanje, primeren za začetnike
- podrobno tiskanje drobnih modelov
- brezhibno tiskanje velikih predmetov
- skoraj brez vonja
- cenovno dostopen
- širok izbor barv

Slabosti

- krhek in neupogljiv
- nizka temperaturna odpornost (54 °C)
- zahtevna naknadna obdelava
- neprimeren za zunanjo uporabo (nizka odpornost proti UV sevanju in temperaturi)

Tipična uporaba

- prototipi
- igrače
- figurice
- nakit (drobni in podrobni modeli)
- arhitekturni modeli

Nasveti in zvijače

Najbolje se tiska na gladko ploščo PEI. Pri naknadni obdelavi natisov iz PLA za gladko površino uporabite mokro brušenje. Pri suhem brušenju lahko toplota, ki nastane s trenjem, začne deformirati natisnjeni predmet. PLA se topi samo v kemikalijah, kot sta kloroform ali segreti benzen. Za lepljenje več delov skupaj zadostuje sekundno lepilo ali aceton.

- **Temperatura šobe** – 215 °C
- **Temperatura mize** – 50–60 °C
- **Tiskalna podlaga** – prepričajte se, da je površina čista – glejte poglavje 11.1 Prožne jeklene tiskalne plošče.

10.2 PET/PETG

PETG je naslednji med najbolj uporabljanimi materiali za 3D-tiskanje. Je odlična izbira za tiskanje mehansko obremenjenih delov. V primerjavi s PLA ima višjo temperaturno odpornost, je prožnejši in zato manj krhek. Zaradi nizke toplotne raztegljivosti se dobro drži mize in se ne zvija. Tiskanje z njim je skoraj tako preprosto kot s PLA, v nasprotju s PLA pa ponuja boljše mehanske lastnosti. Deli tiskalnikov proizvajalca so natisnjeni prav iz PETG!

Prednosti

- visoka temperaturna odpornost
- preprosto tiskanje
- malo zvijanja
- žilav in odporen
- preprosta obdelava (brušenje)
- skoraj brez vonja
- bleščeča površina
- dober oprijem plasti
- odporen proti vodi in vlagi

Slabosti

- neprimeren za tiskanje majhnih/podrobnih modelov
- možno nitkanje (tanke nitke)
- slabše premoščanje in previsi
- močen oprijem na mizo
- ni ga mogoče zgladiti z acetonom, topen samo v nevarnih kemikalijah
- podpore se lahko težko odstranjujejo

Tipična uporaba

- mehanski deli
- držala in ohišja
- vodotesni natisi (cvetlični lončki)

Nasveti in zvijače

V nasprotju s PLA PETG zahteva ogrevano mizo (85 °C). Slabše premošča, ima slabše previse in je nagnjen k nitkanju. Nitkanje je mogoče omiliti z večjimi retrakcijami in nižjo temperaturo šobe, priporočamo pa, da se držite profilov v PrusaSlicerju. Natis iz PETG je pomembno hladiti – model ima potem boljše podrobnosti, nitkanje in iztekanje pa se omejita. Če pa želite čim trdnejši model, poskusite tiskalni ventilator izklopiti. Višja temperatura filamenta zagotovi boljši oprijem plasti in s tem boljšo mehansko odpornost. Priporočamo, da prvih nekaj plasti tiskate z izklopljenim ventilatorjem (zaradi oprijema), nato pa ga vklopite na polovično moč.

- **Temperatura šobe** – 240 °C
- **Temperatura mize** – 80–100 °C
- **Tiskalna podlaga** – teksturirana prašno lakirana plošča in satenasta plošča ne zahtevata posebne priprave, le ohranjajte ju čisti in brez maščobe. Na gladko ploščo PEI nanesite tanko plast lepila v stiku, ker se PETG lahko površine plošče oprime premočno in bi bilo natis težko sneti.

10.3 ASA/ABS

ASA in ABS sta si zelo podobna materiala. ASA je v marsičem boljši od ABS in ga je mogoče šteti za njegovega naslednika. ASA je odporen proti UV sevanju in se pri tiskanju nekoliko manj krči. Edina prednost ABS je preprostejša obdelava površine z acetonom. V nadaljevanju bomo govorili samo o ASA, isto pa velja tudi za ABS.

ASA je trden in vsestranski material. Višja temperatura tališča kot pri PLA daje ASA odlično temperaturno odpornost – natisi ne kažejo znakov deformacije do temperatur okoli 100 °C. ASA ima žal v primerjavi s PLA zelo visoko toplotno raztegljivost, ki otežuje tiskanje zlasti pri večjih modelih. Tudi z ogrevano mizo, nastavljeno na 100 °C, se natis lahko začne zvijati in odlepljati od mize. Pri tiskanju se poleg tega sprošča neprijeten vonj.

Prednosti

- visoka odpornost proti udarcem in obrabi
- zelo dobra temperaturna odpornost
- primeren za zunanjo uporabo – UV stabilen
- topen v acetonu – preprosto lepljenje
- mogoče ga je zgladiti z acetonskimi parami
- podrobni natisi brez nitkanja
- preprosta obdelava (npr. brušenje, rezanje)

Slabosti

- zahtevnejše tiskanje
- nagnjenost k zvijanju (velike modele tiskajte v zaprti komori)
- neprijeten vonj pri tiskanju (vsebuje stiren)

Tipična uporaba

- ohišja in zaščitni etuiji
- prototipi
- nadomestni deli
- igrače in figurice

Nasveti in zvijače

Tiskanje iz ASA/ABS je bistveno lažje, če je tiskalnik v zaprti komori. Ogrevana miza komoro hitro ogreje in zmanjša toplotni šok za iztisnjeni filament. S tem se bistveno omejita zvijanje in ločevanje plasti. Z acetonom je preprosto spojiti več natisov skupaj: dovolj je, da stične površine rahlo premažete z acetonom in dela stisnete skupaj. Natise je poleg tega mogoče zgladiti z acetonskimi parami in tako dobiti popolnoma bleščečo površino. Pri ravnanju z acetonom bodite previdni!

- **Temperatura šobe** – 245–265 °C
- **Temperatura mize** – 90–100 °C (večji predmet zahteva višjo temperaturo)
- **Tiskalna podlaga** – ASA in ABS delujeta najbolje s satenasto ploščo, ki ne zahteva posebne priprave – le ohranjajte jo čisto in brez maščobe. Če pa tiskate ABS/ASA na teksturirano ali gladko ploščo, na površino plošče nanesite tanko plast lepila v stiku, ker se ASA in ABS lahko teh površin oprimeta premočno in bi bilo natis težko sneti.

10.4 PC (polikarbonat) in PC Blend

Polikarbonat (PC) je tehnični material z odlično žilavostjo, natezno trdnostjo in odpornostjo proti visokim temperaturam. Je pa za tiskanje zelo zahteven, zato je primeren predvsem za napredne uporabnike. To ne velja za Prusament PC Blend, ki se v primerjavi z drugimi polikarbonati tiska bistveno lažje.

Prednosti

- visoka temperaturna odpornost
- visoka žilavost in natezna trdnost
- čisti polikarbonat je prozoren
- dobre električnoizolacijske lastnosti

Slabosti

- čisti polikarbonat je močno higroskopičen
- visoka temperatura šobe in mize
- močno zvijanje, zlasti pri velikih modelih
- rahel vonj pri tiskanju
- priporočena je ločilna plast
- visoka cena

Tipična uporaba

Polikarbonat je primeren predvsem za tehnične dele, pri katerih se zahteva visoka odpornost proti toploti in mehanskim obremenitvam.

Nasveti in zvijače

- Razmislite o tiskanju v zaprti komori – preprečite zvijanje tiskanih predmetov.
- V PrusaSlicerju vklopite **Skirt**, da omejite zvijanje.
- Okoli majhnih predmetov dodajte **Brim**.
- Ne tiskajte v hladnih prostorih.
- **Temperatura šobe** – 275 °C
- **Temperatura mize** – 110 °C za prvo plast, 115 °C za nadaljnje plasti
- **Tiskalna podlaga** – najboljši oprijem zagotavlja teksturirana prašno lakirana plošča ali satenasta plošča s plastjo lepila v stiku. Satenasta prašno lakirana plošča ima dober oprijem tudi brez lepila, kljub temu priporočamo ločilno plast, da se površina ne obrablja in ne poškoduje.

10.5 PVB

Polivinilbutiral (PVB) je material, zasnovan za preprosto glajenje z izopropilnim alkoholom (IPA). Zaradi prozornosti je primeren za tiskanje vaz, senčnikov za svetilke in drugih oblikovalskih predmetov. Nastavitve tiskanja so podobne kot pri PLA, mehanske lastnosti PVB pa so nekoliko boljše.

Prednosti

- nastavitve tiskanja podobne PLA
- prozoren filament
- idealen za oblikovalske dele, vaze, senčnike za svetilke itd.
- kemično glajenje z IPA
- odličen oprijem na mizo
- dobra žilavost (podobna CPE)
- dobra natezna trdnost (podobna PETG)
- malo zvijanja (manj kot pri PLA)
- primeren za šobo 0,8 mm

Slabosti

- slabši oprijem med plastmi
- higroskopičen filament (vpija vlago)
- višja cena

Tipična uporaba

PVB se najbolje uveljavi pri tiskanju prozornih modelov, na primer nakita, vaz, senčnikov za svetilke ipd.

Nasveti in zvijače

PVB se dobro oprime čiste gladke ali satenaste plošče; na teksturirani prašno lakirani plošči je oprijem slabši. Če želite tiskati prozorne predmete, ki jih boste gladili z izopropilnim alkoholom, priporočamo večjo šobo (0,8 mm) in v PrusaSlicerju način **Spiral vase**. Pri tiskanju z več obodi bodo posamezne plasti vidne tudi po glajenju. Filament hranite na suhem – PVB je nagnjen k vpijanju vlage, kar se lahko odraža na kakovosti tiskanja. Filament zato vedno vračajte v vrečko s silikagelom oziroma ga pred tiskanjem 4 ure sušite pri 60 °C.

Glavna prednost PVB je možnost glajenja z izopropilnim alkoholom (IPA). Modele iz PVB je mogoče zgladiti v parah IPA, s potopitvijo v kopel IPA ali z neposrednim nanosom IPA na površino (z razpršilko ali čopičem). Podrobna navodila najdete na blogu proizvajalca blog.prusa3d.com.

- **Temperatura šobe** – 215 ± 10 °C
- **Temperatura mize** – 75 °C
- **Tiskalna podlaga** – ne uporabljajte standardne teksturirane prašno lakirane plošče. PVB se bolje oprime čiste gladke ali satenaste plošče; teksturirana plošča morda nima zadostnega oprijema.

10.6 Prožni materiali

Prožni filamenti so zelo trdni in elastični. V mnogih primerih klasična trda plastika za določen model ni primerna. Ne glede na to, ali tiskate ovitek za telefon, ohišje za akcijsko kamero ali kolo za RC avto, je bolje uporabiti prožen material. Ti materiali pa so razmeroma neobičajni, dragi in zaradi zahtevnosti tiskanja primerni predvsem za napredne uporabnike.

Preden začnete tiskati iz Flexa, očistite šobo od prejšnjega materiala. Šobo najprej predgrejte na najvišjo temperaturo, pri kateri ste nazadnje tiskali. Nato v ekstruder vstavite PLA, ki iztisne ves prejšnji material. Pri vstavljanju Flexa čim bolj popustite pritisk idlerja. Razmislite o čiščenju šobe z metodo »Cold Pull« – podrobna navodila najdete na help.prusa3d.com. Tiskajte počasi. Čim počasneje, tem bolje. Tipična hitrost za prožne filamente je približno 20 mm/s, največja priporočena hitrost pa se giblje med 30 in 40 mm/s. Pri višjih hitrostih grozi zamašitev šobe ali navitje filamenta na podajalna zobnika. Za tiskalnike Original Prusa priporočamo profila »Semiflex or Flexfill 98A« ali »Filatech FilaFlex40«, ki imata pravilno nastavljeno hitrost.

Prednosti

- prožnost in elastičnost
- minimalno zvijanje
- dober oprijem plasti
- odpornost proti obrabi

Slabosti

- zahteva dodatne korake pri vstavljanju filamenta
- zahtevnejša priprava in tiskanje, slabše premoščanje in previsi
- tiskati je treba počasi
- višja cena
- higroskopičen – hraniti ga je treba na suhem

- **Temperatura šobe** – 230–260 °C
- **Temperatura mize** – 45–65 °C (večji predmet zahteva višjo temperaturo)
- **Tiskalna podlaga** – če tiskate na gladko ploščo, nanjo nanesite ločilno plast (lepilo v stiku ali kaptonski trak). Teksturirana prašno lakirana plošča ločilne plasti ne potrebuje – natis se na njej dobro drži in ga po ohladitvi zlahka snemete brez poškodbe površine.

11. Redno vzdrževanje

MINI+ je bil od začetka zasnovan kot zanesljiv tiskalni »garač«. Kljub temu gre za napravo z mehanskimi deli, ki od časa do časa zahtevajo vzdrževanje. Sledite spodnjim navodilom, da bo vaš tiskalnik čim dlje ostal v odlični kondiciji.

11.1 Prožne jeklene tiskalne plošče

Če se tiskani predmeti na tiskalni plošči slabo držijo, je treba ploščo očistiti. Izberite pravo čistilno sredstvo glede na vrsto tiskalne plošče (glejte spodaj), majhno količino kanite na čist papirnat robček in z njim obrišite tiskalno površino. Najboljše rezultate dosežete, ko je plošča hladna – sicer bi se lahko opekli ob šobo ali ogrevano mizo, alkohol pa bi izhlapel, preden bi utegnil kaj očistiti. Podrobnosti najdete v poglavju 7 Vaš prvi natis.

Tiskalne površine ni treba čistiti pred vsakim tiskanjem. Pomembno je, da se površine plošče ne dotikate s prsti ali z umazanim orodjem.

Priporočena čistilna sredstva se glede na vrsto tiskalne plošče nekoliko razlikujejo. Navodila za posamezne materiale (npr. nujnost ločilne plasti, da se površina ne poškoduje) najdete v prejšnjem poglavju.

	Pravilna uporaba	Tveganja in nevarnosti
Gladka plošča PEI	• Izopropilni alkohol 90 % ali več (IPA) je najboljše razmaščevalno sredstvo. NE UPORABLJAJTE razkužilnih gelov za roke in podobnih pripravkov, tudi če lahko vsebujejo IPA – običajno vsebujejo tudi mastne in vlažilne sestavine. • Topla voda z nekaj kapljicami detergenta za posodo (če IPA ne odstrani npr. ostankov sladkorja na plošči). • Aceton – občasno za temeljitejšo osvežitev plošče. • Pri tiskanju iz FLEXa uporabite lepilo v stiku.	• IPA + PETG povzroči, da se natis plošče oprime zelo močno in je njegova odstranitev lahko izjemno težavna. Materiale, kot so PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP in FLEX, tiskajte samo z ločilno plastjo (lepilo v stiku).
Teksturirana prašno lakirana plošča	• Izopropilni alkohol 90 % ali več (IPA) – najboljše razmaščevalno sredstvo. • Nikoli ne uporabljajte acetona.	

	Pravilna uporaba	Tveganja in nevarnosti
Satenasta prašno lakirana plošča	• Primerna za PLA in PETG. • Izopropilni alkohol 90 % ali več (IPA) – najboljše razmaščevalno sredstvo. • Pri tiskanju iz FlexFill 98A lepilo v stiku ni potrebno. • Širok nabor podprtih materialov, vključno z naprednimi, kot je PC Blend.	• Nikoli ne uporabljajte acetona! • Natisi iz ASA in PC Blenda zahtevajo okoli predmeta rob, krilo ali ščit. • Za odstranjevanje natisa s površine plošče ne uporabljajte ostrih predmetov!

Opomba

Kalibracijske vrednosti se lahko pri posameznih tiskalnih ploščah nekoliko razlikujejo, ker se razlikuje debelina površinske plasti. Če ste ravno zamenjali ploščo, preverite videz prve plasti in višino šobe po potrebi uglasite s funkcijo Live Adjust Z. Novejše različice firmwara omogočajo shranjevanje kalibracijskih vrednosti v profile tiskalnih plošč.

Opomba

Vse originalne tiskalne plošče Prusa Research so obojestranske.



Gladka plošča PEI in teksturirana prašno lakirana plošča PEI ter njun vpliv na prvo plast

11.2 Prožna plošča z obojestranskim TEKSTURIRANIM prašno lakiranim PEI

- površina, odporna proti praskam in poškodbam
- tekstura površine se prenaša na prve plasti natisa
- manj občutljiva nastavitev Live Adjust Z
- FLEX ne zahteva lepila v stiku
- natisi se po ohladitvi plošče običajno ločijo sami
- prva plast je lahko bolj sploščena kot pri gladkih ploščah (glejte poglavje o kalibraciji prve plasti)
- natisi iz PLA z majhno stično površino lahko potrebujejo rob
- natisi iz PLA z veliko osnovo (čez celo ploščo) se lahko zvijajo
- če uporabljate tudi gladko ploščo PEI, je treba spremeniti Live Adjust Z
- nikoli ne čistiti z acetonom

Prašni premaz, nanesen neposredno na kovino, je omogočil izdelavo tiskalne plošče, ki je zelo odporna proti poškodbam. Če vanjo trči segreta šoba, kovina zna toploto razpršiti. Prašna površina hkrati daje spodnji ploskvi natisa značilno teksturo.

Teksturirana površina skrije večino mehanskih poškodb, ki jih povzročijo različna orodja. Popraskati je mogoče le vrhove drobnih izboklin, na spodnji strani modela pa se take praske ne pokažejo.

Opozorilo

Teksturirane prašno lakirane plošče nikoli ne čistite z acetonom! Nastale bi mikrorazpoke v teksturi PEI, ki bi s časom povzročile poslabšanje površine.

To površino proizvajalec uporablja na svoji tiskalni farmi – značilno teksturo najdete na natisnjenih delih svojega tiskalnika.

11.3 Prožna plošča z obojestranskim GLADKIM PEI

- idealna za PLA
- odličen oprijem skoraj vseh materialov
- gladka spodnja stran natisov
- tudi drobne podrobnosti se odlično držijo
- občasno osvežite z acetonom
- pri tiskanju iz PETG ne čistite z IPA; morda je potrebno ločilno sredstvo
- pri tiskanju materialov, kot so PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP, Flex in drugi, morate uporabiti lepilo v stiku – glejte poglavje 10 Vodnik po materialih
- če uporabljate tudi teksturirano ploščo PEI, je treba spremeniti Live Adjust Z

Opozorilo

Industrijsko lepilo, s katerim je folija PEI prilepljena na ploščo, se pri temperaturah nad 110 °C zmehča. Pri višjih temperaturah lahko lepilo pod folijo potuje in na površini ustvarja drobne izbokline.

Opomba

Če se pod folijo PEI začnejo tvoriti majhni mehurčki, ploščo preprosto obrnite in tiskajte na drugo stran. Mehurčki ne vplivajo na kakovost tiskanja in po nekaj dneh ali tednih izginejo.

11.4 Prožna plošča z obojestranskim SATENASTIM PEI

- primerna za PLA in PETG
- nežno teksturirana površina
- čistiti samo s kakovostnim izopropilnim alkoholom (90 % ali več)
- pri tiskanju iz FlexFill 98A lepilo v stiku ni potrebno
- širok nabor podprtih materialov, vključno z naprednimi, kot je PC Blend
- preprosto vzdrževanje in dober oprijem
- ne uporabljajte acetona – hitro poškoduje površino
- natisi iz ASA in PC Blenda zahtevajo okoli predmeta rob, krilo ali ščit
- pri zamenjavi plošče je treba znova uglasiti Live Z (glejte poglavje 11.6 Profili tiskalnih plošč)
- za odstranjevanje natisa s plošče NE UPORABLJAJTE ostrih kovinskih predmetov (npr. kovinske lopatice)

11.5 Izboljšanje oprijema

V nekaterih posebnih primerih, na primer pri tiskanju visokega predmeta z zelo majhno stično površino, je morda treba oprijem izboljšati. PEI je na srečo kemično zelo odporen polimer, zato je mogoče nanj začasno nanesti različne snovi za izboljšanje oprijema, ne da bi se površina poškodovala. To velja tudi za materiale, ki se v običajnih okoliščinah na PEI ne bi držali. Priporočila za posamezne materiale najdete v tem priročniku in na help.prusa3d.com.

Preden na ploščo kar koli nanesete, razmislite o uporabi funkcije **Brim** v PrusaSlicerju, ki poveča površino prve plasti.

11.6 Profili tiskalnih plošč

Gladka in teksturirana prašno lakirana plošča PEI imata vsaka svoje prednosti, kot je podrobno opisano v prejšnjih poglavjih. Če imate obe, upoštevajte, da je treba po vsaki zamenjavi plošče znova uglasiti višino šobe (Live Z) – plošči nimata enake debeline.

Da ne bi bilo treba kalibrirati prve plasti po vsaki zamenjavi plošče, ima firmware od različice 4.3.0 funkcijo profilov tiskalnih plošč. Odprite **LCD Menu** – **Settings** – **HW Setup** – **Sheet profiles**, kjer najdete seznam profilov. Izberite profil in izvedite kalibracijo prve plasti. Vrednost Live Z se s tem shrani v izbrani profil. To storite za vsako ploščo, ki jo imate, in potem lahko med njimi preprosto preklapljate – bodisi v meniju profilov plošč bodisi neposredno v meniju **Settings**, kjer poiščite ime plošče v oglatih oklepajih. S klikom na element preklopite na drug profil; prikazani so samo profili z veljavno kalibracijo prve plasti.

V privzeti nastavitvi boste v meniju profilov videli te profile: smooth1, smooth2, textured1, textured2, custom1, custom2. Po izbiri katerega koli od njih se prikažejo naslednje možnosti:

- **Select** – potrdi izbiro plošče, ki postane privzeta.
- **First Layer Calibration** – zažene kalibracijo prve plasti za izbrani profil plošče.
- **Reset** – vrne vrednosti kalibracije prve plasti na tovarniške.

11.7 Ležaji

Po nekaj sto urah tiskanja bi morali gladke palice obrisati s papirnatim robčkom. K MINI+ je priložena tuba maziva Prusa; kupite ga lahko tudi v spletni trgovini proizvajalca v razdelku pribora. Nanesite ga na gladke palice vseh osi (X, Y, Z). Nato os X nekajkrat ročno premaknite levo in desno, os Z pa z menijem tiskalnika premikajte gor in dol. Ogrevano mizo po osi Y premikajte naprej in nazaj z roko. Podrobna navodila za vzdrževanje najdete na help.prusa3d.com.

Če imate občutek, da se katera od osi ne premika gladko, je mogoče ležaje odstraniti in namazati od znotraj (treba jih je sneti z gladkih palic, ker plastični rob ležaja sicer prepreči, da bi mazivo prišlo v notranjost).

11.8 Ventilatorji

Pri obeh ventilatorjih se merijo vrtljaji (RPM), zato tiskalnik zazna, ko se ventilator nenadoma upočasni – na primer zaradi zataknjenega koščka filamenta. Če se prikaže napaka ventilatorja, preverite, ali se vrti prosto, in odstranite morebitno nesnago. Ne poskušajte obiti preverjanja vrtljajev – grozi poškodba tiskalnika.

Oba ventilatorja je treba po nekaj sto urah tiskanja preveriti in očistiti. Prah odstranite s stisnjenim zrakom v razpršilu, drobne plastične nitke s pinceto. Stisnjenega zraka ne pihajte v delujoč ventilator.

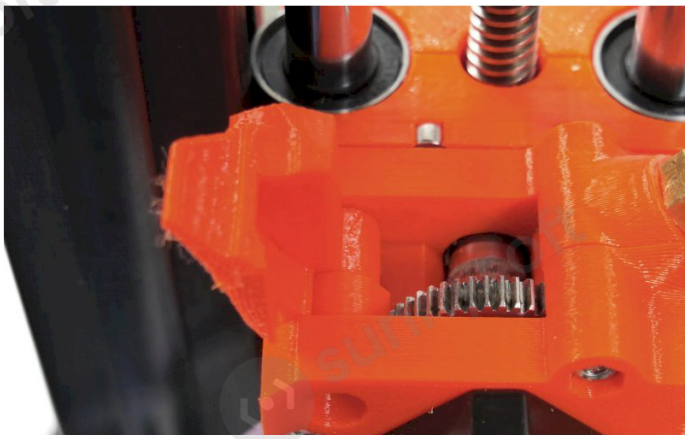
11.9 Podajalna zobnika ekstruderja

Podajalna zobnika ekstruderja ne potrebujeta maziva. S časom se v njunih utorih lahko nabere obloga drobcev filamenta, ki povzroča nezadostno ekstruzijo. Nesnago izpihajte s stisnjenim zrakom ali uporabite majhno medeninasto krtačko oziroma zobotrebec. Uporabite dostopno odprtino na zgornji strani ekstruderja. Očistite, kar gre, nato zobnik malo zavrtite in nadaljujte.

11.10 Cevke PTFE

MINI+ ima skupaj štiri cevke PTFE, ki lahko od časa do časa zahtevajo osnovno vzdrževanje. Cevke vodijo filament s koluta prek ekstruderja vse do šobe. S časom se v njih lahko nabirajo drobni ostružki filamenta.

Čiščenje cevk PTFE je zelo preprosto – dovolj je pločevinka s stisnjenim zrakom. Če se cevke PTFE obrabijo in filament skozi njih ne more pravilno prehajati, lahko naletite na vrsto težav: težave pri vstavljanju filamenta, nezadostno ekstruzijo in druge. Proizvajalec je pripravil spletna navodila, ki pomagajo pri reševanju težav s cevkami PTFE in šobo/hotendom. Cevke PTFE so potrošni material in njihova kakovost se s časom slabša. Članek o reševanju zamašene šobe/hotenda in navodila za zamenjavo cevke PTFE hotenda najdete v centru za pomoč help.prusa3d.com.



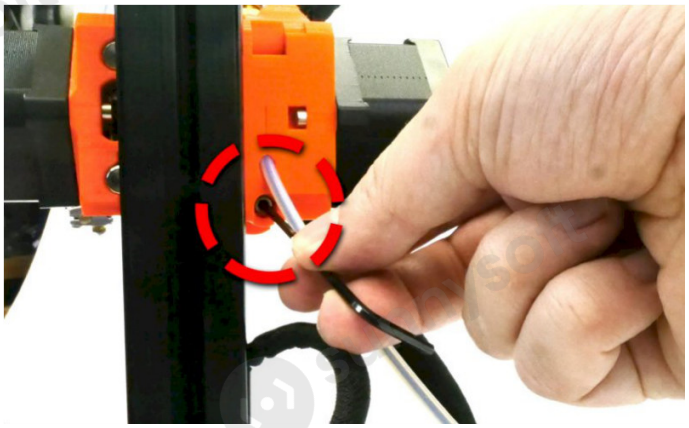
1. Prva cevka vodi v ekstruder in jo je mogoče izvleči z roko. Če se težko odklopi, bo morda treba popustiti vijak M3×12 v ekstruderju. Glejte članek »How to access and clean the extruder-pulley (MINI)« na help.prusa3d.com.
2. Druga cevka vodi iz ekstruderja v tiskalno glavo. Matici popustite s ključem velikosti 10 – isti postopek uporabite, ko se v tej cevki zatakne filament pri vstavljanju ali odstranjevanju.
3. Odstranite glavno cevko PTFE (po koraku 2) in hkrati odstranite spojko v ekstruderju ali v tiskalni glavi, da pridete do cevk tri in štiri. Ti je treba preverjati le takrat, ko filament skozi njih ne more prosto prehajati.

11.11 Zamašen / zataknjen ekstruder

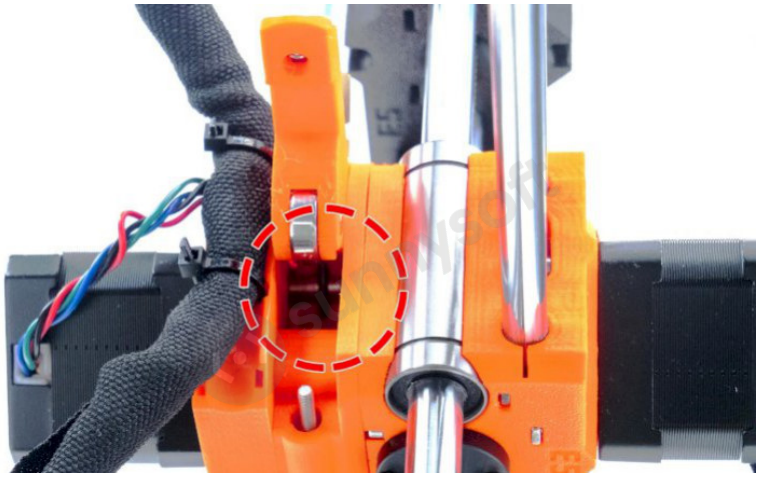
Material, zataknjen v ekstruderju, lahko povzroča težave pri tiskanju ali pri vstavljanju novega filamenta.

Na desni strani ekstruderja (gledano od spredaj) je neposredno pod cevko PTFE vijak. Z njegovim popuščanjem ali privijanjem uravnavate pritisk idlerja. Če vijak povsem odstranite, lahko odprete vratca idlerja na levi strani ekstruderja – tiskalna glava mora biti takrat na nasprotni strani osi X.





Po odprtju idlerja zlahka očistite oba podajalna zobnika in odstranite ostanke filamenta, ujete v ekstruderju. Priporočamo, da zobnika od časa do časa preverite in odstranite nesnago.



Odprt idler – v notranjosti je vidna vstavljena nit filamenta

11.12 Čiščenje šobe

Opozorilo

Med temi postopki se ne dotikajte šobe – je zelo vroča in lahko povzroči opekline!

Opomba

Za lažje čiščenje tiskalno glavo premaknite povsem navzgor: **LCD Menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**. Dobite boljši dostop do hotenda.

11.12.1 Iz šobe prihaja le malo filamenta

Če filament skozi ekstruder ne prehaja gladko in iz šobe prihaja le majhna količina, najprej preverite, ali ventilator hotenda pravilno deluje in ali je temperatura pravilno nastavljena (PLA 215 °C, ASA 260 °C, PETG 230 °C). Preverite tudi, ali je filament pravilno vstavljen v ekstruder.

Če to ne pomaga, postopajte takole:

1. Šobo segrejte na temperaturo, ki ustreza filamentu, iz katerega želite tiskati. Vstavite filament in od spodaj v šobo potisnite akupunkturno iglo (priložena je tiskalniku) ali tanko žico (0,3–0,35 mm) do globine 1–2 cm. Priporočamo uporabo rokavic – staljeni material lahko nepričakovano izteče.
2. V LCD meniju izberite **Load filament** in preverite, ali se filament iztiska pravilno.
3. Znova potisnite v šobo akupunkturno iglo ali žico in postopek nekajkrat ponovite. Ko se filament iztiska pravilno, je šoba čista.

11.12.2 Iz šobe ne prihaja filament

Če vidite, da filament prehaja skozi glavno cevko PTFE, vendar iz šobe ne prihaja, je hotend najverjetneje zamašen. Za popolno čiščenje postopajte takole:

1. Šobo segrejte na temperaturo, ki ustreza filamentu, iz katerega želite tiskati. Vstavite filament in od spodaj v šobo potisnite akupunkturno iglo (priložena je tiskalniku) ali tanko žico (0,3–0,35 mm) do globine 1–2 cm. Priporočamo uporabo rokavic – staljeni material lahko nepričakovano izteče.
2. V LCD meniju izberite **Load filament** in preverite, ali se filament iztiska pravilno.
3. Znova potisnite v šobo akupunkturno iglo ali žico in postopek nekajkrat ponovite. Ko se filament iztiska pravilno, je šoba čista.

11.13 Zamenjava šobe

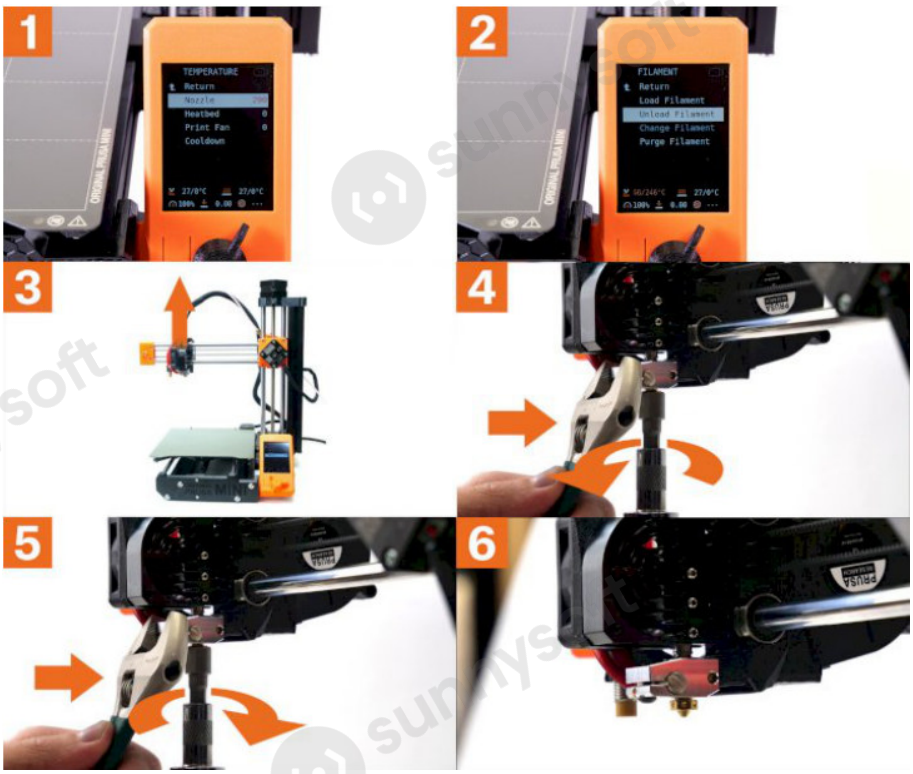
Opomba

Če menjavate šobo Olsson Ruby, najprej preberite navodila njenega proizvajalca (3DVerkstan), sicer jo lahko poškodujete.

Opozorilo

POZOR: Segreti deli lahko povzročijo hude opekline! Bodite posebej previdni v okolici priključnih žic termistorja hotenda – zlahka se odlomijo.

Potrebovali boste ključ velikosti 16 (ali nastavljivi ključ) za pridržanje grelnega bloka ter klešče ali natični ključ velikosti 7 za šobo. Pripravite si negorljivo podlago (npr. krožniček ali aluminijasto folijo), na katero boste odložili vročo šobo. Pred zamenjavo odstranite filament.



1. Šobo segrejte na 280 °C (**LCD Menu** – **Settings** – **Temperature** – **Nozzle**). Segretje šobe je za ta postopek nujno!
2. Tiskalno glavo premaknite čim višje (**LCD Menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**). Nato tiskalnik izklopite.
3. Grelni blok pridržite s ključem velikosti 16 (ali z nastavljivim ključem).
4. S kleščami ali natičnim ključem velikosti 7 šobo odvijte (popušča se z vrtenjem v levo). Pozor, šoba je še vedno vroča! Odložite jo na negorljivo podlago.
5. Dokler je hotend še segret in grelni blok pridržan s ključem, privijte novo šobo in jo privijte nežno, vendar trdno. Ne uporabljajte prevelike sile! Med šobo in grelnim blokom mora ostati reža približno 0,5 mm – šoba se tako nasloni na heatbreak in tesni.
6. Vstavite filament in lahko tiskate.

Opozorilo

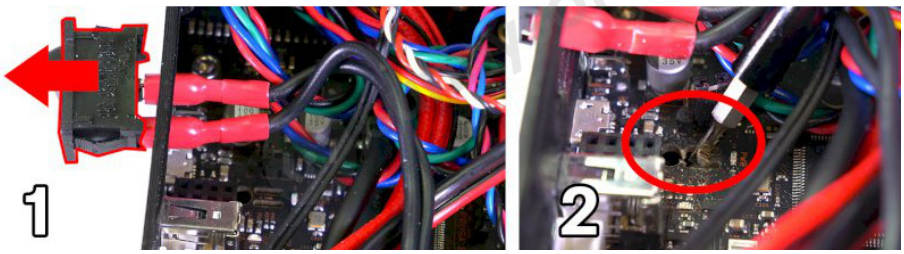
Šoba je med celotnim postopkom vroča in lahko povzroči opekline! Bodite previdni v okolici priključnih žic termistorja hotenda – zlahka se odlomijo.

Heatbreak je mogoče zlahka upogniti – ne uporabljajte prevelike sile! Po zamenjavi šobe zaženite kalibracijo prve plasti!

11.14 Nalaganje nepodpisanega firmwara

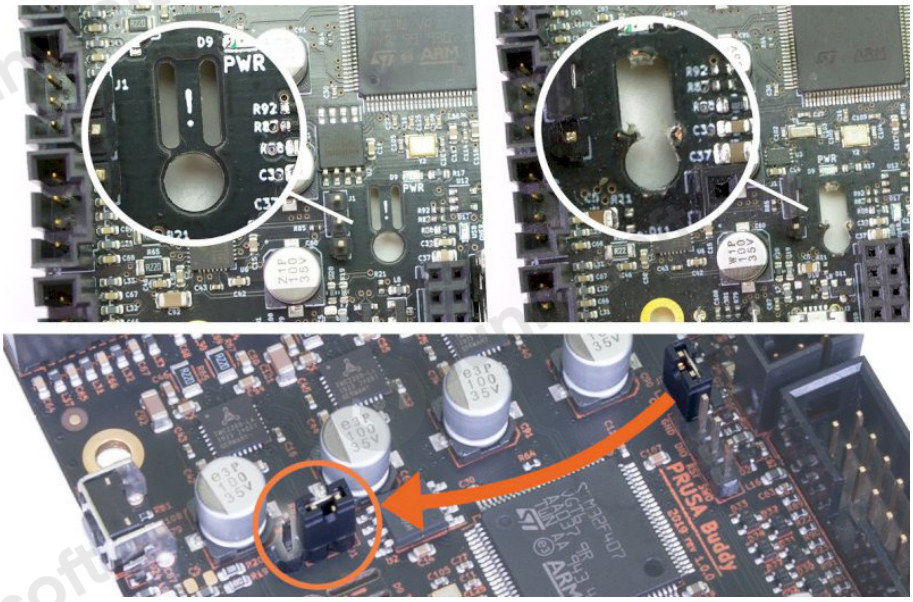
Proizvajalec jemlje varnost zelo resno. Pred vsako izdajo gre firmware skozi intenzivno testiranje, ki preverja, da vse varnostne funkcije delujejo pravilno. Če katera od vrednosti senzorjev odstopa od normale, se gretje ustavi, da ne pride do poškodbe tiskalnika ali njegove okolice. Pri skupnostnih različicah firmwara prisotnosti teh varnostnih funkcij ni mogoče preveriti.

Uradni firmware je podpisan z zasebnim ključem in tiskalnik ta podpis pred posodobitvijo preveri. Če želite naložiti lasten (ali skupnostni) nepodpisan firmware, morate odlomiti plombo (appendix) na glavni plošči Buddy in prestaviti mostiček v pravi položaj. S tem hkrati preneha veljati garancija za elektroniko. Najprej izvlecite glavno stikalo, da pridete do plombe (1). Nato s tankim izvijačem previdno odlomite srednji del (2) – oglejte si fotografije v tem poglavju! Preverite tudi tri pine nad plombo – mostiček mora biti na dveh pinih bližje sredini plošče. Če je mostiček na drugem paru pinov, ga prestavite po spodnji sliki. Če mostiček manjka, ga pred zagonom dodajte.



Opozorilo

Odlomitev plombe na plošči Buddy je NEPOVRATNA in vodi do PRENEHANJA GARANCIJE ZA ELEKTRONIKO TISKALNIKA. Če plombo odlomite, proizvajalec zavrača odgovornost za kakršno koli poškodbo tiskalnika in/ali njegove okolice (npr. v primeru požara).



Neodlomljena (levo) in odlomljena plomba (desno), pravilna namestitev mostička (spodnja fotografija)

12. Senzor filamenta (dodatna oprema)

K tiskalniku Original Prusa MINI+ lahko kot dodatno opremo dokupite mehanski IR senzor filamenta. Senzor se namesti na konec cevke PTFE, skozi katero se filament vstavlja v tiskalnik, in mora biti priključen na glavno ploščo. S preprostim mehanizmom zaznava, ali je nit filamenta vstavljena. Po zaslugi senzorja zna tiskalnik tiskanje začasno ustaviti, ko filamenta zmanjka. Po vstavitvi nove niti lahko tiskanje nadaljujete.



Navodila za namestitev najdete na help.prusa3d.com.

12.1 Ko zmanjka filamenta

Če imate dodatni senzor filamenta, pomanjkanje filamenta ne pomeni več pokvarjenega natisa. Ko filamenta zmanjka, tiskalnik tiskanje samodejno začasno ustavi, izvleče preostalih nekaj centimetrov iz heatbreaka in tiskalno glavo odmakne od natisa. Pozvani boste k zamenjavi koluta in vstavitvi nove niti. Filament, iztisnjen med vstavljanjem, odstranite s kleščami. Nato lahko tiskanje nadaljujete.

Če senzorja filamenta nimate, se lahko zgodi, da po pomanjkanju filamenta ostanek niti ostane v glavni cevki PTFE in ga ekstruder ne more izvleči. S ključem odvijte matico na glavni cevki PTFE in jo odklopite od ekstruderja. Nato nit izvlecite z roko – ne pozabite najprej predgreti šobe! Natančen postopek odklopa cevke PTFE najdete v poglavju 11.10 Cevke PTFE.

12.2 Napačno zaznavanje senzorja in iskanje napake

Če naletite na težave s senzorjem filamenta, na primer napačno (ali naključno) zaznavanje, se prepričajte, da je senzor pravilno priključen. Po korakih v navodilih za sestavljanje na help.prusa3d.com (Original Prusa MINI+ assembly – Building your MINI+ – 27. Connecting the filament sensor) odprite pokrov elektronike. Preverite, ali je senzor pravilno priključen in ali kabli niso poškodovani. Če težave ne izginejo, se obrnite na tehnično podporo proizvajalca.

13. Pogosta vprašanja in odpravljanje težav

Opomba
Od različice firmwara 4.3 MINI+ ob napaki prikaže zaslon z napako s kratko razlago težave. Zaslon vsebuje tudi povezavo na ustrezni članek na help.prusa3d.com in kodo QR, ki jo lahko skenirate z mobilnim telefonom in stran pomoči takoj odprete.

13.1 Nagnjena os X

Če Mesh Bed Leveling ne uspe, sta možna dva vzroka: okvarjena sonda SuperPINDA ali nagnjena os X. Nagnjenost je običajno posledica nepravilnega sestavljanja. Popustite tri vijake, s katerimi je celotna konstrukcija osi Z pritrjena na os Y (ogrevano mizo). Konstrukcijo osi Z znova pritrdite po navodilih za sestavljanje. Pazite na pravilno poravnavo obeh delov.

Ko je tiskalnik znova sestavljen, premaknite os Z (šobo) v bližino tiskalne plošče, ne da bi se je šoba dotikala. Nato z roko previdno premikajte tiskalno glavo z leve na desno in opazujte, ali šoba ohranja vedno enako razdaljo do plošče.

Majhna odstopanja so dopustna – tiskalnik jih zna izravnati s funkcijo Mesh Bed Leveling.

Okvarjeno sondo SuperPINDA zlahka prepoznate. Ko iz menija **Calibration** zaženete Mesh Bed Leveling, na vrhu sonde sveti rdeča dioda. Če med katerim od premikov ugasne ali se sploh ne prižge, je sonda ali njen kabel lahko okvarjen. Podrobnosti najdete na help.prusa3d.com – Original Prusa MINI+ – Troubleshooting – XZ-axis skew correction.

13.2 Tiskalnik ne prebere ključa USB

Če tiskalnik ne more prebrati ključa USB, ga najprej znova zaženite. Če se prikaže napaka »Error mounting USB drive«, ima ključ USB verjetno nezdružljiv datotečni sistem (npr. exFAT) ali je prevelik. Poskusite z manjšim ključem USB (npr. 4–16 GB), formatiranim v FAT32. Več o podprtih velikostih in formatiranju najdete na help.prusa3d.com v razdelku Original Prusa MINI+ – About your printer – SD cards and USB drives.

Po vstavitvi ključa USB lahko nastaneta dve običajni situaciji:

Po vstavitvi ključa USB ni mogoče priti v meni Print

- Najprej znova zaženite tiskalnik.
- Uporabite ključ USB z eno samo particijo in datotečnim sistemom FAT32.
- Poskusite z drugim ključem USB.
- Če ste poskusili več ključev USB in nobeden ni prepoznan, je glavna plošča lahko okvarjena. Obrnite se na tehnično podporo proizvajalca.

Ključ USB je prepoznan, vendar na seznamu ni prikazana nobena datoteka

- Prepričajte se, da uporabljate združljiv G-code.
- Prepričajte se, da je bila datoteka na ključ zapisana v celoti in pravilno (v Windows pred odstranitvijo ključa uporabite funkcijo varne odstranitve).
- Poskusite z drugim ključem USB in drugo datoteko G-code.
- Poskusite datoteko preimenovati v kaj preprostega, npr. »print.gcode«.

13.3 Ohlapna jermena osi X in/ali osi Y

Preverite, ali sta oba jermena pravilno napeta. Ohlapna jermena povzročata napake tiskanja ali tiskanje povsem onemogočita. Najpreprostejše preverjanje je natisniti okrogel predmet – če kateri od jermenov ni pravilno napet, je rezultat nepravilna oblika namesto popolnega kroga. Jermen osi Y je pod ogrevano mizo, jermen osi X premika tiskalno glavo. Podrobna navodila najdete na help.prusa3d.com v razdelku Original Prusa MINI+ – Using the printer – Printer maintenance – Adjusting belt tension (MINI+).

13.4 Filament, zataknjen v cevki PTFE

Če se filament zatakne kjer koli v tiskalniku, ga je običajno mogoče zlahka odstraniti. Sledite poglavju 11.11 Zamašen / zataknjen ekstruder – odklopite glavno cevko PTFE, ugotovite, kje se je filament zataknil, in ga ustrezno odstranite.

13.5 Iskanje izhodiščnega položaja osi X (homing) ne uspe

Najpogostejši vzrok so kabli, ki vodijo iz tiskalne glave v ekstruder in so na poti. Ko se tiskalna glava približuje konstrukciji osi Z na desni strani tiskalnika, opazujte, ali je kabli ne ovirajo pri gibanju.

Komplet
Če imate komplet za sestavljanje, se prepričajte, da imajo kabli, ki vodijo iz ekstruderja v tiskalno glavo, dovolj ohlapnosti. Če so prekratki, tiskalna glava morda ne pride do konca osi X.

13.6 Napake gretja

Če se tiskalnik ustavi z rdečim zaslonom in napako, povezano z gretjem, preverite priključitev grelnih teles in termistorjev. Podrobnosti najdete na help.prusa3d.com.

13.7 Napake ventilatorjev

Če tiskalnik preneha delovati in prikaže napako, povezano z ventilatorji, preverite priključitev obeh ventilatorjev tiskalne glave (ventilatorja hotenda in tiskalnega ventilatorja). Podrobnosti najdete na help.prusa3d.com.

13.8 Vrnitev na starejšo različico firmwara

V nekaterih primerih se je morda treba vrniti na starejšo različico firmwara. Datoteko s starejšim firmwarom prekopirajte na ključ USB, formatiran v FAT32. Ključ vstavite v tiskalnik, pritisnite gumb za ponastavitev in, ko se na zaslonu prikaže logotip Original Prusa MINI+, enkrat pritisnite vrtljivi gumb. S tem se odpre zaslon za nalaganje firmwara. Izberite **Flash**, da se obstoječi firmware prepiše z različico s ključa USB.

13.9 Šoba trka v ploščo in podobne težave

Če imate težave s kalibracijo prve plasti ali z Mesh Bed Levelingom, znova preverite priključitev tiskalnika. Prepričajte se, da so vsi kabli, ki vodijo v škatlo z elektroniko, pravilno priključeni.

Komplet
Če imate MINI+ v izvedbi kompleta za sestavljanje, se prepričajte, da je sonda SuperPINDA v pravilnem položaju. Če je sonda previsoko ali prenizko, lahko povzroča težave s kalibracijo in Selftestom.

14. Napredno odpravljanje težav

14.1 Strojna oprema

Ob napaki MINI+ prikaže zaslon z napako s kratko razlago težave, povezavo na članek v centru za pomoč proizvajalca in kodo QR (glejte poglavje 6.3). Navodila za napredno odpravljanje težav s strojno opremo in za zamenjavo delov so na voljo na spletu na help.prusa3d.com.

14.2 Kakovost tiskanja

Če natisi ne ustrezajo vašim predstavam ali kažejo resne napake kakovosti (zamaknjene plasti, ghosting, premalo iztisnjeni deli), je treba najti vzrok in ga odpraviti. V centru za pomoč proizvajalca na help.prusa3d.com najdete v razdelku Original Prusa MINI+ Troubleshooting podrobna navodila za reševanje težav s kakovostjo tiskanja, vključno s slikami in napotki za konkretno vrsto tiskalnika.

15. Proizvajalec in podpora

Tehnično podporo, aktualno različico tega priročnika, firmware, PrusaSlicer in druge informacije najdete na spletnih straneh proizvajalca.
Proizvajalec: Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Praha 7, Češka republika
Splet: www.prusa3d.com
Podpora: help.prusa3d.com, support@prusa3d.com
E-naslov: info@prusa3d.com

Uvoznik
Sunnysoft s.r.o.
Kovanecká 2390/1a
190 00, Praha 9 - Libeň
www.sunnysoft.si

3D PRINTER
Original Prusa MINI+

3D Printing Handbook



User Guide

Read this guide carefully before using the product and keep it for future reference. Follow all safety instructions; they protect you and the people around you. Failure to follow the instructions may result in damage to property or personal injury. Keep this guide for later use.

Contents

1 Safety Information **5**

1.1 Placement and basic usage 5
1.2 Electrical safety 6
1.3 Mechanical safety 6
1.4 Risk of burns 6
1.5 Proper usage of double-sided spring steel print sheets 7
1.6 Working with filaments 7
1.7 Disclaimer 8

2 Symbols on the Product **8**

3 Product Details **9**

4 Introduction **10**

4.1 Quick guide to the first print 11
4.2 Symbols used in this handbook 11

5 Glossary **12**

6 Handling and Transporting the Printer **13**

6.1 Disconnecting the power supply 14
6.2 How to contact tech support 14
6.3 Error screens 15
6.4 Unpacking, assembly and first start 15

7 Your First Print **16**

7.1 Basic controls 16
7.2 Updating the firmware 17
7.3 Preparing flexible steel sheets 18
7.4 Calibration Wizard 19
7.5 Selftest 19
7.6 Loading and unloading the filament 19
7.7 First Layer Calibration 21
7.8 Checklist 23
7.9 Starting the first print 23
7.10 Removing the print 24
7.11 After-print checks and actions 24

8 Advanced Features **25**
8.1 Menu structure . . . 25
8.2 Mesh Bed Leveling explained . . . 25
8.3 Factory reset . . . 26
8.4 Network connections . . . 26

9 Printing Your Own Models **27**
9.1 Obtaining a printable model . . . 27
9.2 Creating your own models . . . 28
9.3 What is a G-code file? . . . 28
9.4 PrusaSlicer . . . 29
9.5 Importing objects into PrusaSlicer . . . 30
9.6 Using supports . . . 30
9.7 Print speed vs. print quality . . . 32
9.8 Infill . . . 33
9.9 Brim . . . 33
9.10 Large object printing . . . 33
9.11 Printing multi-colored objects . . . 34
9.12 Slicing and exporting . . . 35

10 Material Guide **36**
10.1 PLA . . . 36
10.2 PET/PETG . . . 37
10.3 ASA/ABS . . . 38
10.4 PC (Polycarbonate) and PC Blend . . . 40
10.5 PVB . . . 41
10.6 Flexible materials . . . 42

11 Regular Maintenance **42**
11.1 Spring steel sheets . . . 43
11.2 Spring steel sheet with TEXTURED double-sided PEI . . . 45
11.3 Spring steel sheet with SMOOTH double-sided PEI . . . 46
11.4 Spring steel sheet with SATIN double-sided PEI . . . 46
11.5 Increasing the adhesion . . . 47
11.6 Steel sheet profiles . . . 47
11.7 Bearings . . . 47
11.8 Fans . . . 48
11.9 Extruder drive gears . . . 48
11.10 PTFE tubes . . . 48

11.11 Clogged / jammed extruder 49
11.12 Nozzle cleaning 50
11.13 Replacing the nozzle 51
11.14 Flashing unsigned firmware 53

12 Filament Sensor (Optional Accessory) 54
12.1 Running out of filament 54
12.2 False sensor readings and debugging 55

13 Frequently Asked Questions and Troubleshooting 55
13.1 Skewed X-axis 55
13.2 Printer cannot read the USB drive 56
13.3 Loose X- and/or Y-axis belts 56
13.4 Filament stuck in the PTFE tube 57
13.5 X-axis homing fails 57
13.6 Heating errors 57
13.7 Fan errors 57
13.8 Downgrading the firmware 57
13.9 Nozzle hitting the sheet and similar issues 58

14 Advanced Troubleshooting 58
14.1 Hardware 58
14.2 Print quality 58

15 Manufacturer and Support 58

1. Safety Information

Please be very cautious during any interaction with the 3D printer. This printer is an electrical device with moving and high-temperature parts.

1.1 Placement and basic usage

Warning

Make sure the printer is placed in a suitable location to prevent mechanical damage and potential safety risks.

- The device is for indoor use only. Do not expose the printer to rain and snow. Contact with water and water-based substances may lead to electrical failures, short circuits and other types of damage. Always keep the printer in a dry environment.
- Place the printer in a safe, dry and horizontally stable location – e.g. a workbench. There should be at least 30 cm of space around the printer. Objects in the near vicinity of the printer could affect its operation or lead to increased wear of the cable sleeves or the printer's cables themselves. Worn cables may present a safety hazard (electric shock, fire).
- Make sure none of the vents and fans are blocked. The printer has built-in fan RPM monitoring, however, in certain cases (incorrect assembly, damaged components, unofficial firmware) the monitoring may not work as intended. Insufficient cooling may lead to dangerous overheating and serious damage to the printer (risk of damage to the electronics, fire).
- Make sure the printer is placed in a location where it cannot fall or be tipped over. Do not use a printer that has been physically damaged – damaged parts of the printer may present a safety risk.
- The power adapter and its cord should be placed in a location where nobody can trip over the cable, step on it or otherwise damage it. Make sure that the cable is not damaged. If it is, stop using the device immediately and replace the cable. Damaged cables present a safety hazard – there is a danger of an electric shock.
- Do not leave the printer unattended while it is still on! While the device has temperature monitoring and a number of smart safety features, usage that conflicts with the instructions in this handbook or a failure of components may lead to a fire hazard.

1.2 Electrical safety

Warning

Please follow these instructions to avoid the risk of an electrical injury.

- The printer can only be powered from a standard household power outlet – 230 V AC / 50 Hz or 110 V AC / 60 Hz. Never connect the printer to a different power supply; it may cause malfunction or damage to the printer.
- Never use the printer when the power cords are damaged in any way – this includes the power cord, the cable leading from the adapter to the printer, and the wiring on the printer itself. Damaged cables may cause an electrical injury.
- To disconnect the power cord from the socket, pull the plug rather than the cord to reduce the risk of damage to the plug or to the AC outlet. The plug that connects to the printer has a safety locking mechanism: first unlock it, then disconnect the plug from the printer.
- Never disassemble the printer's power supply: it does not contain any parts that could be repaired by an unskilled worker. Always hand the printer over to a qualified service technician. Tampering with the power supply may lead to damage to the printer and to a risk of an electrical injury.
- The plug serves as the disconnecting element. The power outlet must be easily accessible.

1.3 Mechanical safety

Warning

Moving mechanical parts of the printer may cause an injury.

- Never reach inside the printer while it is connected to the mains or in operation – you may be risking an injury caused by the moving parts or by electrical current.
- Prevent children from handling the printer without adult supervision – even when it is not printing.

1.4 Risk of burns

Warning

Do not touch heated elements – the heatbed, the print sheet and parts of the print head. There is a risk of severe burns.

Caution! During operation, the heatbed and parts of the print head may get very hot! Do not touch them until the print is finished and the device cools down – the current temperatures are displayed on the LCD screen. Touching heated parts may lead to severe burns.

1.5 Proper usage of double-sided spring steel print sheets

Warning

Every type of spring steel print sheet requires a slightly different approach. Incorrect maintenance and usage may lead to damage to the print sheets. Print sheets are consumables and subject to wear. Please read the following lines carefully before using the sheets.

Warning

Never clean the surface of the textured and satin sheets with acetone!

- Read the maintenance instructions in chapter 11 Regular Maintenance.
- Calibrate the nozzle height (Live Adjust Z) again when you switch sheets – the sheets have slightly different thickness. Newer firmware versions support print sheet profiles, where the calibration values can be saved for quicker switching. Read chapter 11 Regular Maintenance to learn more.
- Use high-quality isopropyl alcohol (90 % or higher) to degrease the sheet. Do not use products with isopropyl alcohol as only one of the components (e.g. hand sanitizers) – these products usually contain various additives which can negatively affect the properties of the print sheet.
- Do not wash the sheet with running water – the steel may start to rust.
- Do not peel off the PEI sticker from the surface of the sheet.
- Wipe the sheet with an IPA-infused towel before the first print.

1.6 Working with filaments

Note

Working with filaments is easy and safe when handled properly. Here are some suggestions to keep in mind.

- Always use the recommended temperatures for the selected material.
- Be careful around melted plastic – it may cause burns! Do not remove melted filament hanging from the nozzle with your bare hand – use pliers or a similar tool.

- Some materials may produce prominent odors during printing – keep the room ventilated.
- Handle the filament according to the instructions in the following chapters of this handbook.

1.7 Disclaimer

Acting in conflict with the information in this handbook may lead to injuries, inferior printing results, or damage to the 3D printer. Always ensure that anyone who operates the printer knows and understands the contents of this handbook.

Since the manufacturer cannot control the conditions in which you assemble and use the Original Prusa MINI+, it does not assume responsibility and expressly disclaims liability for loss, injuries, damage, or expense arising out of, or in any way connected with, the assembly, handling, storage, use or disposal of the product. The information in this handbook is provided without any warranty, expressed or implied.

2. Symbols on the Product



Information about the functionality, correct usage and maintenance of this device can be found in this handbook and online at help.prusa3d.com.



The 3D printer must be disconnected from the power supply (power adapter) before performing any kind of service, otherwise you may be risking an electrical injury. Consult the handbook and the Knowledge base at help.prusa3d.com before performing maintenance on the device.



Extra care must be taken when handling or touching parts marked with this symbol. Avoid other risks specified by specific symbols, e.g. dangerous hot surfaces. Touching heated parts (heatbed, parts of the print head) may lead to severe burns.



The temperature of parts marked with this symbol can exceed the ambient temperature significantly. Touching such parts with an unprotected body part may lead to burns.



Unprotected moving mechanical parts may cause an injury, exercise caution.



Do not touch the print head during printing. There is a risk of injury caused by heated and/or moving parts.



Large electrical currents are switched on and off in the immediate vicinity of parts marked with this symbol. Persons with a pacemaker or other aids for controlling and monitoring heart function must exercise caution and consult their doctor about the use of this 3D printer.



This device is composed of components which must be disposed of in accordance with the waste electrical and electronic equipment directive.

3. Product Details

Title	Original Prusa MINI+
Manufacturer	Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Prague 7, Czech Republic
Contact e-mail	info@prusa3d.com
EEE group	3 (IT and/or telecommunication equipment)
Device use	indoor only
Power supply	AC/DC switching adapter, input 100–240 V AC, 50/60 Hz, 2.0 A; max. output 24 V, 6.67 A, 160 W
Fuse	min. B16A (for EU)
Protection	IP20
Working temperature range	18–38 °C, indoor use only
Working humidity	85 % or less
Compatible filaments	1.75 mm diameter only
Package weight (gross / net)	7.6 kg / 4.85 kg

The serial number is located on the printer frame and also on the packaging. This device can be safely used only indoors, where the device (especially its power supply and LAN socket) is protected against external environmental risks.

Licensing

The Original Prusa MINI+ printer is a part of the RepRap project, the first open-source 3D printer project, free to use under the GNU GPL v3 license. If you improve or alter any part of the printer and you are willing to sell it, you have to publish the source code under the same license. All 3D-printed elements of the printer can be found at www.prusa3d.com.

4. Introduction

Thank you for purchasing the Original Prusa MINI+ 3D printer from Josef Prusa! Your purchase supports the manufacturer in the further development of the MINI+ and other 3D printing devices. Original Prusa MINI+ is a compact, smart and affordable 3D printer, designed as a 3D printing workhorse and a great starter printer. Please read this handbook carefully, since all chapters contain valuable information that will help you master the operation of the printer and its regular maintenance.

The latest version of this handbook is available as a PDF download at www.prusa3d.com. In case of any printer-related problem, do not hesitate to contact the manufacturer at info@prusa3d.com. Prusa Research is glad to receive your valuable comments and tips. You can also visit the Knowledge base at help.prusa3d.com and the forums at forum.prusa3d.com.



Original Prusa MINI+

4.1 Quick guide to the first print

Read chapter 7 Your First Print carefully.

1. Place the assembled printer on a flat and stable surface.
2. Start the printer, insert the enclosed USB drive and update the firmware.
3. Follow the on-screen instructions to calibrate the printer.
4. Print a sample object.

4.2 Symbols used in this handbook

Note
Important notice, tip, hint or information that helps you print with ease.

Warning
Read carefully! This part of the text has the greatest importance – either for user safety or for proper printer service.

Assembly kit
This information is related to the Original Prusa MINI+ assembly kit.

Names of menu items and buttons, as they appear on the printer's LCD screen, are set in this typeface: **Settings**.

5. Glossary



1. **Spring steel sheet** – comes in three variants: smooth, satin and textured powder-coated. This is where the printed object appears. Please read the maintenance chapter carefully to ensure optimal conditions for 3D printing.
2. **Heatbed** – located directly under the spring steel sheet. The heatbed ensures good adhesion of the printed object to the print surface. Warning: do not touch the heatbed when it is hot!
3. **Y-axis** – the general name for the entire heatbed assembly (smooth rods, belt, heatbed etc.).
4. **Knob and reset button** – the rotational knob is the main control element of the printer: rotate it left/right to scroll through options or set values, press it to confirm your selection. There is a reset button to the left of the knob – pressing it equates to a quick toggle of the power switch. It is useful e.g. if you need to stop a running print immediately.
5. **LCD screen** – the display used for the configuration of the 3D printer. Use the knob to scroll through the menus and confirm your selection with a press of the knob.
6. **Power switch** – when the printer is not in use, turn it off using the power switch.

7. **USB port and microUSB port** – the USB port is compatible with flash drives (USB 2.0/3.0) with the FAT32 filesystem. The USB drive is used to load G-codes with print instructions or firmware files for updating the firmware. The microUSB port can be used to run third-party solutions, such as OctoPrint.
8. **Main PTFE tube** – leads the filament strand from the extruder into the print head and nozzle. Inspect it from time to time to make sure there is no debris inside that would prevent the filament strand from passing freely.
9. **Tube fitting** – on both ends of the main PTFE tube. In case filament gets stuck in the tube, use a spanner (included with the printer) to remove the fitting and then the tube itself to get access to the filament strand. Please note that PTFE tubes are consumables – their quality may degrade over time. See the chapter about PTFE tubes for more information.
10. **Print fan** – cools the printed object and improves print quality. Its speed (RPM) is monitored constantly.
11. **Print head** – the lightweight print head consists of the hotend (printing nozzle), the SuperPINDA probe and two fans. The heaviest parts of the extruder were moved onto the Z-axis tower to improve print quality.
12. **Nozzle** – a 0.4 mm nozzle. It can be replaced with another diameter (e.g. 0.25 mm or 0.6 mm) to achieve finer details or higher print speed. It is compatible with E3D nozzles.
13. **Z-axis** – the general name for the entire vertical axis assembly (smooth rods, Z-axis motor etc.).
14. **Extruder / extruder motor** – as opposed to 3D printers like the MK2 or MK3S, the extruder motor of the MINI+ is fixed on the side of the frame, so it does not move along the X-axis. The extruder drive gears push the filament through the main PTFE tube towards the print head.
15. **X-axis** – allows the movement of the belt-driven print head from left to right.
16. **Spool holder** – should be placed next to the printer, so the filament strand can enter the PTFE tube from below. The filament must not bend at an acute angle.

6. Handling and Transporting the Printer

When transporting the Original Prusa MINI+, use the recommended way of holding the device. You can either grab it by the Z-axis motor at the top, or by the Z-axis assembly – see the photos below for reference. Never hold it by the cables or PTFE tubes, damage to the printer could occur!



6.1 Disconnecting the power supply

Warning

The power supply plug that goes into your printer has a locking mechanism – do not pull it with force! Do not pull the cable! Incorrect manipulation may result in damage to the plug and/or cable.

First, unlock the mechanism by pulling the cover of the plug away from the printer. Once the mechanism is unlocked, you can pull the plug out of the printer.



6.2 How to contact tech support

If you encounter an issue with your MINI+ 3D printer, please check the last chapters of this handbook for general troubleshooting guides or visit the manufacturer's Knowledge base at help.prusa3d.com. In case the suggested solutions do not work, please contact the manufacturer's tech support via e-mail at support@prusa3d.com or via the Live chat at prusa3d.com – the chat window is in the lower right corner.

6.3 Error screens

If the printer encounters a major issue, an error screen is shown. The information on the screen can help identify, diagnose and fix the issue. Please pay attention to the following information on the screen.



1. **Name of the issue**
2. **Short description** – of the issue and suggested next steps.
3. **QR code** – if you scan it with your phone, you will be redirected to a relevant Knowledge base article with full instructions on how to fix the issue. The QR code link also contains a device hash (see below).
4. **Knowledge base URL** – if you do not have a phone at hand, you can type this URL into your web browser to open the relevant troubleshooting guide.
5. **Firmware version** – may help in diagnosing the issue.
6. **Device hash** – the URL link embedded in the QR code may contain an optional "device hash" (this can be enabled/disabled in the Settings). Including this information enables the manufacturer to check whether you are running the latest version of the firmware – and if not, a notice is shown at the top of the linked article. The information provided in the URL is stored in the manufacturer's database to help better understand which errors are the most common and how many errors each printer experienced.

6.4 Unpacking, assembly and first start

The Original Prusa MINI+ 3D printer is available as a semi-assembled model (three large parts that need to be attached together) or as an assembly kit, from which you build the MINI+ literally screw by screw. Building your own printer is a great way to learn as much as possible about how it works – and thanks to the manufacturer's detailed guides, anyone can do it. The assembly instructions for both the semi-assembled version and the kit are available in

the manufacturer's Knowledge base at help.prusa3d.com. Once your printer is assembled, return here to continue with the setup process.

Note

The online version of the assembly manual is available at help.prusa3d.com.

Warning

Before you start using the device for the first time, check www.prusa3d.com for the latest firmware version.

7. Your First Print

Preparing the printer for the first print takes about 15–30 minutes (not including assembly). Please pay attention to the following steps to ensure the machine will operate as intended.

In this chapter, you will learn how to:

1. control the printer,
2. update the firmware,
3. prepare the print surface for the first print,
4. perform the initial calibration,
5. load filament,
6. start the first print.

7.1 Basic controls

You can configure and control the entire device with a single control element: a rotational knob (1), which can be pressed to confirm the selection.



The reset button (2) is placed to the left of the control knob. Pressing the reset button equates to a quick toggle of the power switch. It is useful when the printer exhibits unexpected behavior, or when you see a failed print that needs to be stopped immediately.

7.2 Updating the firmware

The printer is shipped with the latest firmware available at the time of manufacturing. However, we recommend checking www.prusa3d.com for the latest firmware version to ensure the best possible printing experience.

To flash firmware downloaded from the manufacturer's website, please follow these steps:

1. Download the correct firmware file from www.prusa3d.com (ZIP archive) and unpack it.
2. Place the .BBF file on a FAT32-formatted USB drive – you can use the one bundled with your MINI+.
3. Insert the USB drive into the printer's USB port.
4. Restart the device using the reset button next to the knob.
5. The update process should start automatically.
6. Wait until the process is complete.



Note

To force the firmware flashing procedure (e.g. when you need to downgrade the firmware), insert a USB drive containing the desired .BBF file, restart the printer and press and hold the knob during the start-up.

7.3 Preparing flexible steel sheets

Please follow the instructions for the sheet of your choice (see below) and prepare it for the first print.

The heatbed has embedded high-temperature magnets inside, which hold the removable spring steel sheets in place. There are two pins at the rear end of the heatbed that will align perfectly with the cut-out edges of the spring steel sheets. These pins are not meant to fit into the two holes on the other side of the sheet! Make sure the bed is clean and there is no debris on it before you put on the steel sheet. **Never print directly on the heatbed.**

Unpack the IPA-infused cleaning wipe and clean the steel sheet before you start.



Heatbed and textured powder-coated steel sheet surface

To achieve the best adhesion of the printed object, it is important to keep the surface clean. Please see chapter 11 Regular Maintenance for more information about print surface preparation and recommended cleaning products.

7.4 Calibration Wizard

Once the printer starts for the first time, the Wizard will show up. It will guide you through all the tests and calibrations you need to perform in order to start printing.

The Wizard can also be started manually from **LCD menu – Calibration – Wizard**. Do not forget to read chapter 11.1 Spring steel sheets before running the Wizard.

The Calibration Wizard consists of Selftest, Mesh Bed Leveling and First Layer Calibration.

7.5 Selftest

The Selftest is a diagnostic tool and consists of a series of tests. They are designed to reveal the most common issues, such as incorrect wiring. The progress and results of each step are displayed on the LCD screen. In case any issues are found, the Selftest is interrupted and the cause of the error is shown to guide the user in troubleshooting. IMPORTANT: It is required to have the steel sheet on the heatbed before performing the Selftest, otherwise the Selftest will fail.

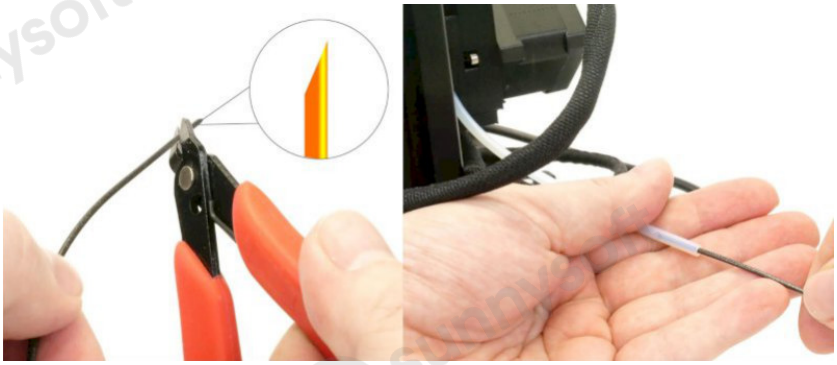
The Selftest consists of:

- extruder and print fan test,
- X, Y and Z-axis test,
- heatbed and hotend wiring check.

Note
If the Selftest fails, please ensure that the steel sheet is placed correctly on the heatbed.

7.6 Loading and unloading the filament

Once the Selftest is finished, you can load a strand of filament. We strongly suggest using PLA for the initial calibration and first print, because it is easier to use and does not require any extra steps (such as applying glue onto the steel sheet). If you do not have a spool of PLA, read chapters 10 Material Guide and 11 Regular Maintenance carefully to learn how to prepare the steel sheet for specific materials. Every time you load a new filament, make sure the tip of the strand is sharp and there are no bumps or other unwanted shapes that would prevent the filament from entering the PTFE tube. The filament spool should be kept around the same level as the printer, so the filament strand can enter the PTFE tube without excessive bending.



Loading filament

1. Cut the end of the filament strand to create a sharp tip. Insert the filament into the extruder PTFE tube (right side of the device), or into the short PTFE tube of the filament sensor (optional accessory).
2. Choose **LCD menu** – **Filament** – **Load filament** and press the button to confirm.
3. The preheat menu will be displayed automatically. Select the type of filament you wish to load and confirm the selection by pressing the control knob.
4. Wait for the nozzle to reach the target preheat temperature.
5. Press the control knob to start loading and push the filament into the extruder until the extruder drive gears grab the filament.
6. The filament is then loaded into the print head by the extruder gears automatically. The printer will ask you if the color of the extruded plastic is correct. You have three options: **Yes**/**No**/**Retry**. In case the plastic is contaminated with the previous filament's color, choose **No** and the printer will push some more material out of the nozzle. Choosing **Retry** will repeat the loading process – this is useful e.g. when the filament strand stopped mid-way in the main PTFE tube.

Note
The printer keeps track of the currently loaded filament, even when powered off. You can check the type of the currently loaded filament in the bottom right corner of the LCD menu.

For the next step, keep the filament loaded. If, for some reason, you need to change the filament before First Layer Calibration (or at any other time), follow these instructions:

Unloading filament

1. Choose **LCD menu** – **Filament** – **Unload filament**.

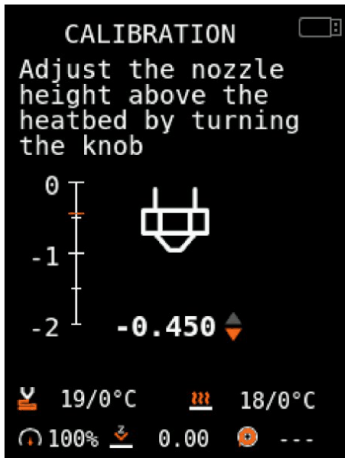
2. The printer will automatically preheat to the correct temperature; the beeper will notify you when the preheating finishes.
3. Press the control knob to start unloading.
4. Once the extruder gears stop unloading the filament, pull the filament out of the PTFE tube manually.

7.7 First Layer Calibration

This process calibrates the distance between the tip of the nozzle and the probe. You can launch the calibration at any time from **LCD menu – Calibration – First Layer Calibration**.

Warning

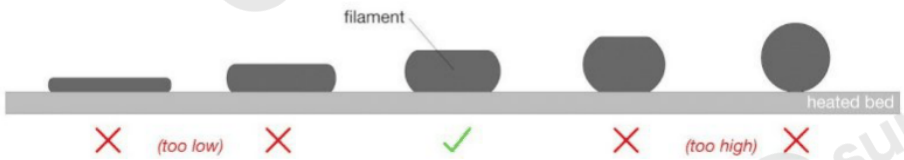
Make sure the steel sheet is clean and there is no grease on it – even fingerprints can cause an issue. Use the IPA-infused cleaning wipe that came with your printer to clean it before you start.



Once you start the First Layer Calibration, the printer will ask you whether filament is loaded. Then it will probe the bed using the Mesh Bed Leveling routine (see chapter 8.2 Mesh Bed Leveling explained) and start printing a zig-zag pattern on the print surface. The nozzle will be at the height defined by the SuperPINDA probe setting. It must not by any means touch the print surface.

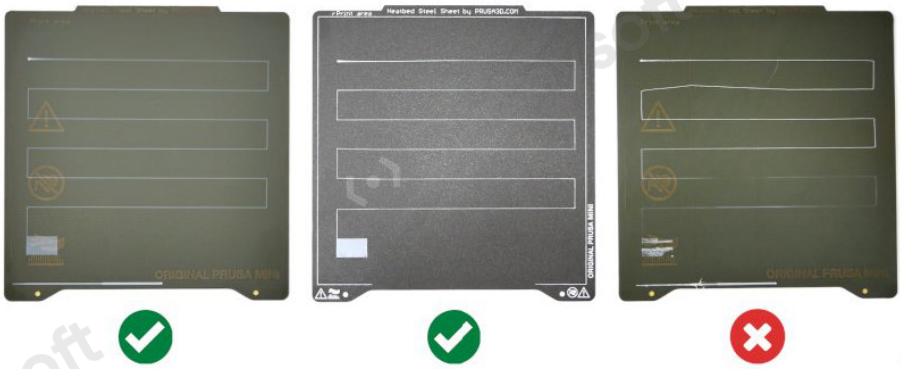
Starting with firmware 4.3.0, the nozzle height adjustment screen has a new design with a simplified depiction of the nozzle. As you adjust the height of the nozzle by rotating the knob clockwise or anti-clockwise, the nozzle on the screen follows the same movement direction. Please note that the number on the screen is for illustration purposes only – the value on your printer will be different.

Observe the line which is being extruded on the print surface. A new menu will automatically show up – use it to tune the nozzle height in real time by turning the knob. The aim is to adjust the nozzle height until the extruded plastic sticks nicely to the bed and you can see that it is slightly squished.



First layer profile – nozzle too low (left), correct (middle), too high (right)

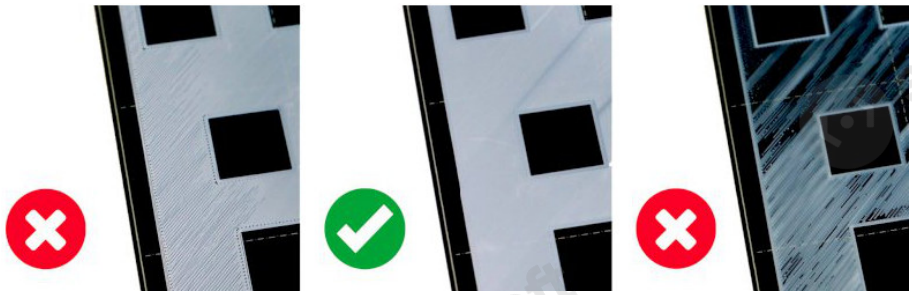
Make sure the test pattern looks like the one in the left or middle picture below. The picture on the right displays both serious issues at once: nozzle too high (bent lines, shifted corners) and nozzle too low (plastic not extruded at all).



What to check:

- The top of the extruded plastic is slightly squashed.
- The corners of the zig-zag line are sharp and do not lift from the sheet.
- The lines are straight and stay on the sheet firmly.
- The ending box has an even surface, with no waves or gaps.

Below, you can see a close-up of a print displaying quality issues caused by an incorrect nozzle height. The picture in the middle shows the optimal quality.



First layer height comparison – nozzle too high (left), optimal height (middle), nozzle too low (right)

Assembly kit
If you have the assembly kit version of the MINI+ and you have trouble reaching a consistent first layer, it might be caused by an incorrectly positioned SuperPINDA probe. Please refer to the online assembly guide to see how the SuperPINDA probe should be positioned.

7.8 Checklist

If you followed the steps described in the previous chapters, you are now ready to start your first print. Before you start, let's go through the final checklist:

1. The MINI+ is fully assembled and placed in a suitable location.
2. The firmware is updated to the latest version.
3. All of the calibration procedures were successful.
4. A clean print sheet, wiped with the IPA-infused cleaning wipe, is on the heatbed.
5. Filament is loaded.

7.9 Starting the first print

Once everything is ready, open the **Print** menu (available only when a USB drive is inserted). Use the knob to select a sample object from the list and observe the printer. We recommend choosing the PRUSA logo, because it gives you a great overview of how well you tweaked the first layer during First Layer Calibration.



You should aim for this level of quality with your first layer

The nozzle will first preheat to 170 °C regardless of the selected filament – this is to prevent oozing of the filament during the initial phase, which is Mesh Bed Leveling. Once Mesh Bed Leveling is done, the printer will heat the nozzle to the correct printing temperature and start with the initial purge line at the edge of the print sheet. Then it will print the skirt around the object and the object itself.

Warning

Pay close attention to the quality of the first layer. The extruded plastic should stick to the sheet nicely. If, for some reason, the nozzle is too high, lower it with the **Live Adjust Z** function, which is available through the **Tune** menu during an active print job. Alternatively, stop the print completely, clean the sheet and re-run First Layer Calibration from the **Calibration** menu.

7.10 Removing the print

Once the print finishes, wait for the heatbed to cool down. Depending on the settings, both the heatbed and the steel sheet may reach over 100 °C and cause burns if touched with naked skin. Depending on the material used, your print might detach automatically as the sheet cools down. If that is not the case, lift the steel sheet and carefully bend it both inwards and outwards, then rotate it by 90° and repeat the bending. Do not forget to remove all leftover pieces of filament, such as the intro purge line, the skirt and the supports. If there is any leftover plastic on the sheet, do not use your fingernails to remove it – this could lead to an injury. Instead, use a metal spatula on the smooth sheet or a plastic spatula on the textured sheet.



Try to avoid touching the print surface with your fingers – fingerprints can decrease the adhesion of the next print.

7.11 After-print checks and actions

Once the sample print is removed from the steel sheet, inspect it closely and check for possible quality issues. Please note that objects printed using FDM/FFF methods are never perfectly smooth – layers are usually visible. There are ways to make 3D printed objects smoother, though. Check the manufacturer's blog at blog.prusa3d.com to learn more about post-processing.

Warning
In case your print has actual quality issues (missing parts, shifted layers, under-extruded sections), please read chapter 14.2 Print quality at the end of this handbook.

Make sure the steel sheet is clean and put it back onto the heatbed. You can leave the filament loaded in the nozzle. If you do not plan to print another object, wait until the nozzle cools down to 50 °C and turn the printer off using the switch on the side.

8. Advanced Features

8.1 Menu structure

- Print
- Preheat
  - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
  - Cooldown
- Filament
  - Load filament
    - PLA, PETG, ASA, ABS, PVB, PC, HIPS, PP, Flex
    - Cooldown
  - Unload filament
  - Change filament
  - Purge filament
- Calibration
  - Wizard
  - Live Adjust Z
  - Auto Home
  - Mesh Bed Leveling
  - Selftest
  - First Layer Calibration
  - Test Fans
  - Test XYZ-Axis
  - Test Heaters
  - Show Selftest results
- Settings
  - Temperature
    - Nozzle
    - Heatbed
    - Print fan
    - Cooldown
  - [Profile name] – shown when two or more sheet profiles are configured
  - Move Axis
    - Move X, Move Y, Move Z, Move E
  - Disable Steppers
  - Factory Reset
  - HW Setup
    - Sheet profiles
      - Profile name: Select, First Layer Calibration, Reset
  - FW Update
  - Filament sensor On / Off
  - LAN Settings
  - TZ (UTC + / -)
  - Save Crash Dump
  - Sound Mode: Once / Loud / Silent / Assist
  - Sound Volume
  - Device hash in QR On / Off
  - Language
- Info
  - System Info
  - Sensor Info
  - Version Info

8.2 Mesh Bed Leveling explained

Mesh Bed Leveling can be found in **LCD menu – Calibration**. This procedure is performed before every print. It is also the same procedure performed at the start of First Layer Calibration (see chapter 7.7).

The SuperPINDA probe goes through a 4×4 grid pattern spread across the sheet (whether it is a textured powder-coated or smooth PEI surface does not matter) and measures the distance to the sheet. These points are interpolated and used to create a virtual mesh of the bed. If the bed is slightly warped (we

are talking about tiny imperfections introduced either by manufacturing tolerances stacking up or caused by the assembly process), the nozzle will still precisely follow the surface during printing according to the measured mesh – improving the quality of the first layer.

8.3 Factory reset

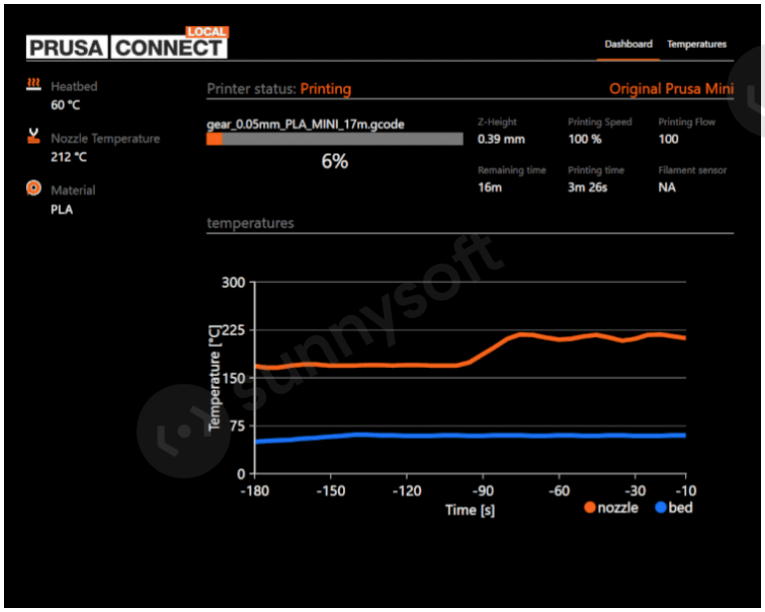
A factory reset can be performed through **LCD menu** – **Settings** – **Factory Reset**. This will reset all stored values to their defaults.

8.4 Network connections

The Original Prusa MINI+ has an Ethernet (RJ45) port on its mainboard. You can use this port to connect your printer to your network.

Please note that certain network features may not be fully available in the factory firmware. The manufacturer publishes information about updated firmware versions at www.prusa3d.com and on its social media profiles.

You can connect your Original Prusa MINI+ to the local area network (LAN) and access basic information about the printer through a web-based interface called PrusaConnect. The printer has DHCP turned on by default. Go to **LCD menu** – **Settings** – **LAN Settings** and check whether the IP address has been assigned correctly. Then, on your PC or cell phone connected to the same network, open a web browser and enter the IP address of the printer into the address field. This will allow you to see basic information about the current print job. PrusaConnect in the current version works only on the local area network and its features will be expanded in further firmware releases.



The Wi-Fi module (an optional accessory) is not supported in the default firmware. Information about Wi-Fi module availability will be published by the manufacturer at www.prusa3d.com or blog.prusa3d.com.

Note

The Original Prusa MINI+ is also compatible with a third-party tool for network printing called OctoPrint. Please refer to the official OctoPrint website for more information on setup and configuration.

9. Printing Your Own Models

Once the printer is fully calibrated and the sample models are looking good, you will probably want to print your own models. You have a number of options – read the following chapters to learn more.

9.1 Obtaining a printable model

The easiest way to get started with 3D printing is to download models from the internet – they are usually in the .3mf, .stl or .obj formats. Fortunately, 3D printing has many fans, so there are sites from which you can download a large variety of ready-made 3D models for free. These range from a simple playing die to a detailed figure from a favorite movie, game or TV series. You can also download mechanical parts, RC model accessories, household items and much more.

Get the best models at Printables.com

Printables.com (formerly PrusaPrinters) is a large online library of high-quality 3D models managed by Prusa Research. The main goal is to bring together a large active community of designers, makers and 3D printing enthusiasts – no matter which 3D printer brand they prefer. There are regular community contests with 3D printers and filaments as the top prizes and there is also a reward system with both virtual and physical goods – simply by being an active member, you can collect points and exchange them for a spool of Prusament or other merchandise.

With the focus on high-quality, unique and useful models, you are always just a few clicks away from discovering something new to print. And before you actually download and print something, you can use the advanced built-in 3D model viewer that works not only with STL and 3MF files, but with G-codes as well. Visit Printables.com and discover all sorts of activities, contests, events, groups, collections and more.

3D models are very often free to download under the Creative Commons – Attribution – Non-Commercial license (the models must not be used commercially and you must always include the name of the author), or for a small fee. We have selected the most interesting sites:

- Printables.com (www.printables.com)
- Thingiverse
- MyMiniFactory
- Pinshape
- YouMagine
- Shapeways
- Gambody

However, models in the .stl, .obj or similar formats cannot be 3D printed directly. First, they need to be "sliced" (converted) into a G-code file, which is then placed onto a USB drive. Insert the USB drive with the sliced project into the printer and select the model to print from the **Print** menu. Please see chapters 9.3 What is a G-code file? and 9.4 PrusaSlicer for more information.

9.2 Creating your own models

To create a 3D model, you need a dedicated program – a 3D editor. There are a number of various 3D programs and your choice will usually depend on what type of model you wish to create.

The easiest place to start is Tinkercad – an online editor that runs in your browser window, so no installation is required. It is free, easy to navigate, and you will find plenty of tutorials online. Tinkercad is mostly focused on creating less detailed and larger (e.g. mechanical) parts, ideal for FFF/FDM printing – your MINI+ can take care of them easily.

Another popular tool is Autodesk Fusion 360 for PC, Mac and iPad. The developer's website provides a quick guide along with detailed video tutorials, so it is an ideal choice both for beginners and professionals.

9.3 What is a G-code file?

3D models downloaded from the internet or created by yourself need to be converted from their original format (.stl, .obj, .3mf and similar) into a set of instructions for the printer called G-code. Only this file format is "readable" by 3D printers. The file contains information such as nozzle movement, the amount of filament to extrude, temperature settings or fan speeds.

There are dozens of slicers available, each with its own advantages and disadvantages. The three most commonly used slicers among Prusa printer owners are:

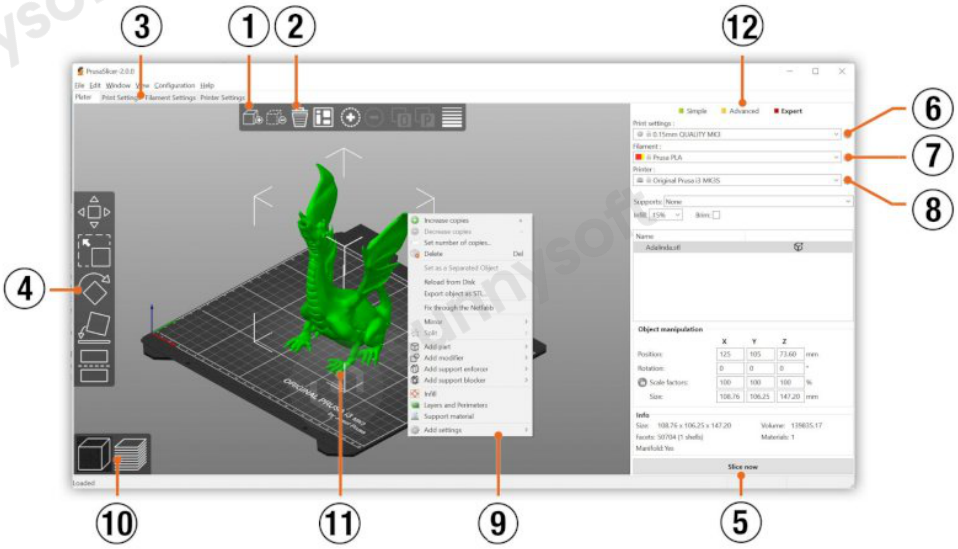
- PrusaSlicer
- Cura
- Simplify3D

9.4 PrusaSlicer

As the name suggests, PrusaSlicer is the manufacturer's own in-house developed slicer based on the open-source project Slic3r. It has many useful features such as:

- ready-to-print, auto-updating profiles for more than 30 filaments,
- variable layer height,
- custom supports and modifier meshes,
- differential print settings.

You can always download the latest stable version from www.prusa3d.com. Development alpha/beta versions are available in the PrusaSlicer project repository on GitHub.



PrusaSlicer interface

1. The **Add** button loads models into PrusaSlicer.
2. The **Delete** and **Delete All** buttons remove the model(s) from PrusaSlicer.
3. Opens the detailed settings of print, filament and printer.
4. The **Move**, **Scale**, **Rotate**, **Place on Face** and **Cut** tools.
5. The slice and generate .gcode button.
6. Quality / speed setting of the print.
7. Material selection.
8. Printer selection.
9. A right-click on the model opens a context menu.
10. Switch between the 3D editor and the layers preview.

11. Model preview.
12. Switch between the **Simple** / **Advanced** / **Expert** modes.

9.5 Importing objects into PrusaSlicer

Once you start PrusaSlicer, select **Original Prusa MINI+** in the **Printer** menu on the right side of the window. If it is not listed, you can add it either by selecting the **Add a new printer** option in the same menu or by going to **Configuration** – **Configuration Wizard**. Then select the layer height, infill and the material you want to use. Please note that the built-in filament profiles have pre-defined and tested settings. If you select a wrong profile, it may affect your print due to incompatible settings.

PrusaSlicer allows you to import STL, OBJ, AMF and 3MF object files – these are the most common types of 3D files you can find on the internet. You can either drag and drop them into the 3D editor window, or use the **Add...** button in the top toolbar.

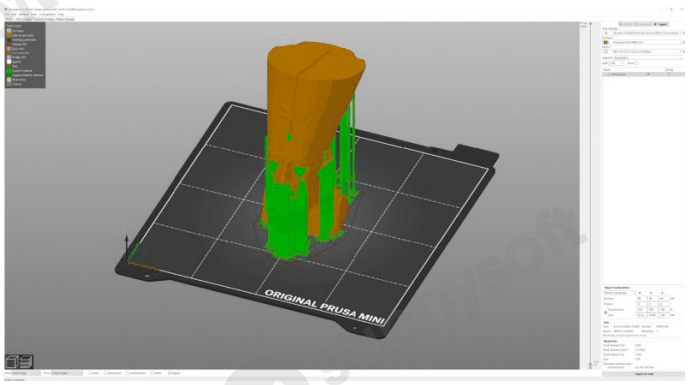
Next, use the tools in the left toolbar to **Move**, **Scale** and **Rotate** the model. If the object is blue, it means it is too big for the print platform. See the next chapter for more details. Every object is different, so there is no default orientation that would work for every object. The rule of thumb here is to select the largest flat surface of the object as the base – the bigger the base, the better the adhesion. Select a perfectly flat side of the model for the best result.

9.6 Using supports

Support material is a 3D-printed supporting structure (similar to scaffolding) used to print complex objects correctly – you can remove the support material after the print job is finished.

Many models can be printed without supports – just place them on the print bed the right way and you can start printing. However, not all objects can be printed without supports.

If you print an object with walls at an angle lower than 45° (a steep overhang), the overhangs may not be printed correctly, which can lead to a failed print. You can even find objects that would require the printer to start printing "mid-air" – which is impossible. This is where supports need to be used. PrusaSlicer has this function built in.



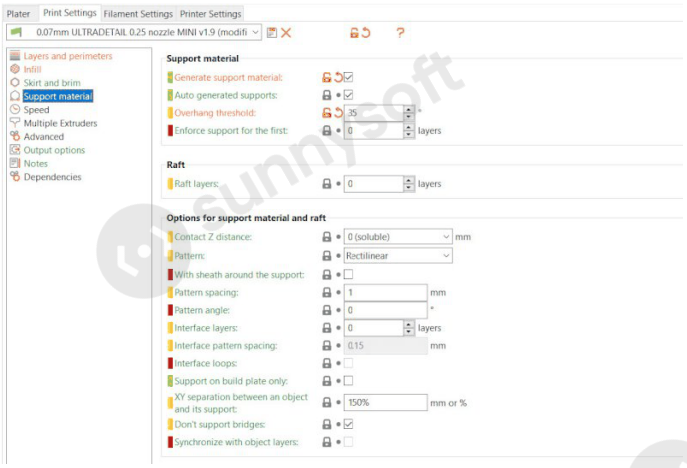
Automatically generated supports in PrusaSlicer

You can select from three options:

- **Support on build plate only** – generates supports only between the object and the build plate.
- **For support enforcers only** – generates supports only where support enforcers are placed.
- **Everywhere** – generates supports everywhere.

The default values work in the majority of scenarios. However, if you need to tweak where the supports should be generated, follow these steps: go to the **Print Settings** tab and click **Support Material** in the left column.

- Check the **Generate support material** box.
- **Overhang threshold** lets you set the minimal angle for printing the support material. Setting this item to zero lets the slicer detect the angle automatically. Try generating supports with different angle settings to find out which value works best for your object.
- The **Enforce support** option for the first few layers is used mostly with small models or models with a small base to prevent the object from breaking or tearing off the print bed during printing.



Note
Areas above supports usually have a less-than-ideal surface quality. Before you decide to use supports, try to move or rotate the object to find an orientation that requires fewer or even no supports.

9.7 Print speed vs. print quality

Printing a small object takes a few minutes, but printing larger models is more time-consuming – there are prints that take dozens of hours to finish. There are various elements affecting the print time. The first way to affect the print speed is to change the layer height in PrusaSlicer – the upper right window shows the **Print Settings** menu. The default setting is **0.15 mm QUALITY**, but you can speed up the printer by choosing **0.20 mm SPEED** or even **0.25 mm DRAFT**. Raising the layer height results in less detailed models with more prominent layers. If you prefer quality over speed, choose **0.10 mm DETAIL**. The print time will increase noticeably, however, the models will look better. Increasing the print speed may result in a less detailed model.

The most used profiles, 0.15 mm and 0.20 mm, come in two different versions:

- **Quality** – slower perimeters and infill, better surface quality.
- **Speed** – faster perimeters and infill without much sacrifice of surface quality.



Print quality vs. print time

The speed can also be changed while printing: **LCD menu** – **Tune** – **Speed**. By turning the control knob clockwise you can increase the print speed up to 150 %; turning the knob counterclockwise decreases the print speed – the minimum is 50 %. Watch the results of the increased or decreased speed on the printed model and adjust the speed accordingly. Keep in mind that acceleration is unaffected by this value, so the change in speed is not directly proportional to the change in print time.

9.8 Infill

Infill is another parameter that affects the printed object – mainly the speed of printing, structural strength and to some extent even the look of the printed object.

Objects printed with the FFF/FDM method are not solid. Instead, you can find a certain 3D pattern inside these objects – ranging from a simple grid or honeycomb to more complex shapes. The purpose of the infill remains the same: to give the object a certain level of structural strength. Many models can be printed with 10–15 % infill, but if you require the model to be stronger (e.g. a structural part), select a denser infill.

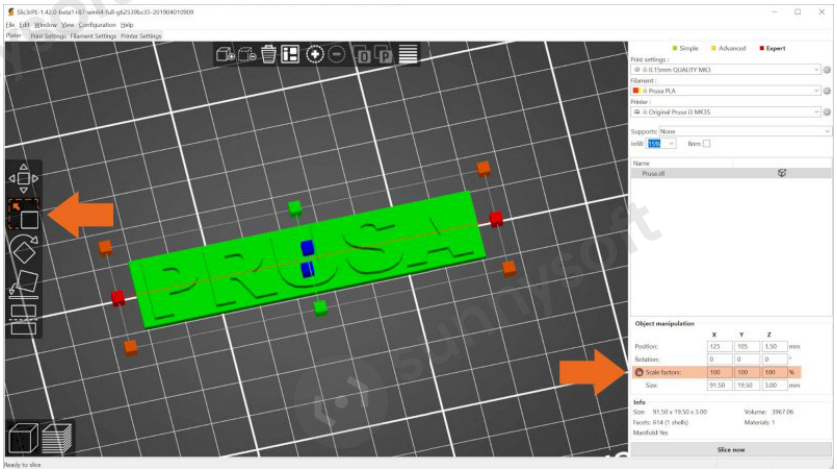
9.9 Brim

A brim is used to increase adhesion to the print bed and decrease the possibility of warping. This is done by printing extra outlines around the first layer, and it is especially useful when the footprint of the first layer is very small. You can turn it on in PrusaSlicer by ticking the **Brim** checkbox in the right panel. When the print is finished, it is usually very easy to remove the brim by hand. Alternatively, you can use a deburring tool or a scalpel.

9.10 Large object printing

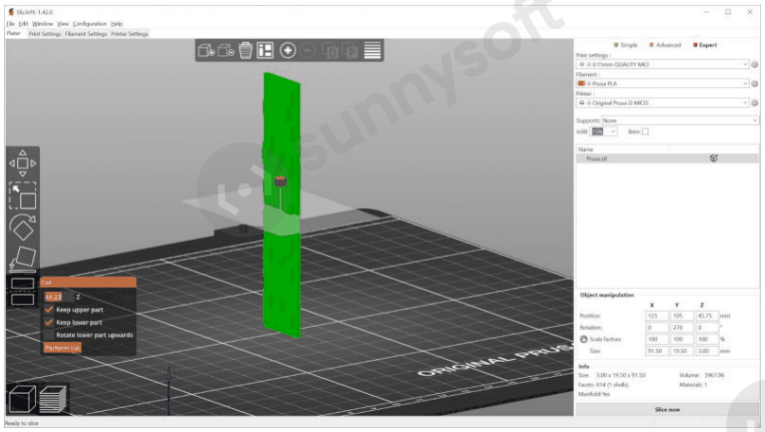
Note
The Original Prusa MINI+ has a smaller bed compared to the Original Prusa i3 MK3S, however, with some clever tricks, you can print really large objects with the MINI+ as well. Do not let the smaller print bed stop you – check the manufacturer's blog at blog.prusa3d.com to learn how to assemble large models from several smaller parts.

A special case is when you want to print objects larger than the heatbed. The first option is to resize the object to a printable size. Select the **Scale** tool from the left toolbar (or press the S key). Then use the 3D gizmo to change the scale of the object. If you want to scale the model uniformly, drag the scale gizmo by one of its corners. You can also change the size of the model along one of the axes by dragging the corresponding gizmo handles. Alternatively, you can use the object manipulation window in the bottom right corner to type in an exact scale value.



Changing the scale of a printed object

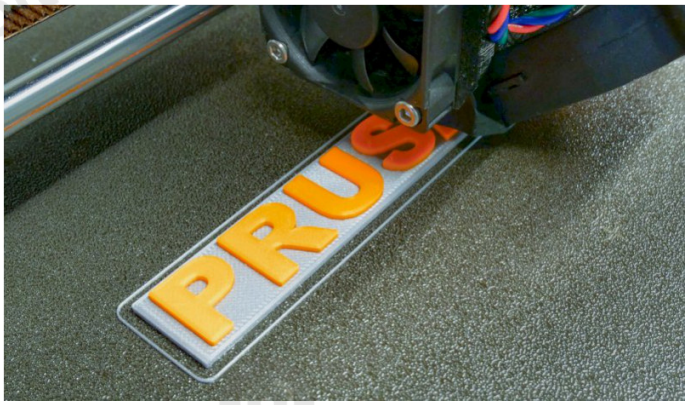
If you need to print an object that does not fit the printer at its original scale, you have to cut the object into smaller pieces. Select the **Cut** tool from the left toolbar (or press the C key). Move the cut plane to the desired position or enter a precise height into the **Cut** dialog window. You can decide whether you want to keep the upper, lower or both parts of the object.



Cutting the object with the Cut tool

9.11 Printing multi-colored objects

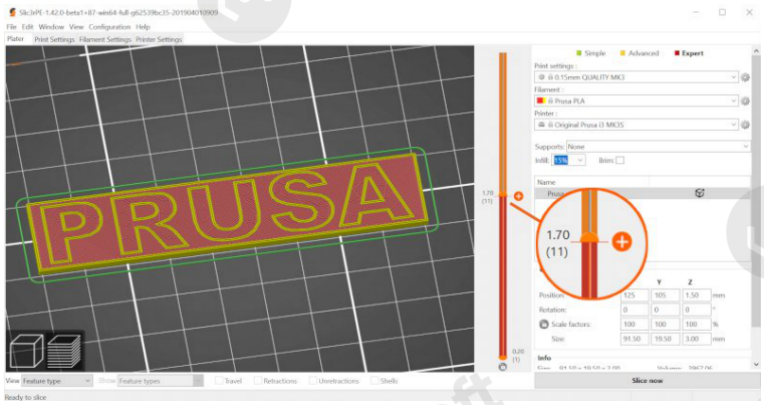
There is a simple way to create layer-based multi-colored 3D prints directly in PrusaSlicer – see the instructions below.



Multi-colored object printed using the color change feature in PrusaSlicer

Color change in PrusaSlicer

1. Switch to the layer preview using the button in the lower left corner.
2. Using the slider on the right side, select the layer where the color change should occur.
3. Click on the orange plus icon.
4. A preview is displayed instantly. You can remove the color change by clicking on the grey cross button that is now displayed instead of the orange plus button.
5. Export the G-code and you are ready to print!



Setting up a color change in PrusaSlicer

9.12 Slicing and exporting

One of the most important parts of the slicing process is the inspection of the sliced object in the preview window. Use the slider on the right side of the window to go through all the layers of the sliced object. This will help you uncover possible problematic spots – e.g. when the bottom of the object does not sit directly on the bed or when there are supports missing and some parts of the object start “mid-air”.

Before you export the model as a G-code and place it onto a USB drive, always make sure to inspect the object in the preview mode. It is the best way to prevent possible printing issues.

10. Material Guide

Note

See the full material guide online! Please note that due to the limited space in this handbook, we can offer only a short overview of the most popular filaments. Visit help.prusa3d.com/materials for a complete detailed overview of the vast majority of available filaments.

The Original Prusa MINI+ can print with many popular materials. Materials vary in both mechanical and optical properties as well as in the ease of use. If you are new to 3D printing, your first filament should definitely be PLA. Only when you are limited by some of PLA's disadvantages, it is time to try other filaments like PETG or ASA.

10.1 PLA

PLA is the most commonly used material for 3D printing. It is easy to print with, and PLA prints are very hard. It is the perfect choice for printing large objects due to its low thermal expansion (prints do not warp on the heatbed) and for printing small detailed models. It is the only material that is well suited for printing 50-micron layers (Ultradetail resolution) and it can also be used to produce great-looking miniatures.

Advantages

- easy to print, suitable for beginners
- detailed prints of small models
- trouble-free printing of large objects
- almost odorless
- affordable
- wide color selection

Disadvantages

- brittle and inflexible
- low temperature resistance (54 °C)
- difficult to post-process
- not suitable for outdoor use (low UV and temperature resistance)

Typical use

- prototypes
- toys
- figures

- jewelry (tiny and detailed models)
- architecture models

Tips and tricks

Best printed on a smooth PEI sheet. When post-processing PLA, use wet sanding to achieve a perfectly smooth surface. Without water, you will quickly start heating the plastic by friction – the object can deform locally. PLA is only soluble in chemicals like chloroform or hot benzene. The preferred option for connecting multiple parts is superglue or acetone.

- **Nozzle temperature** – 215 °C
- **Bed temperature** – 50–60 °C
- **Print surface** – make sure the surface is clean – see chapter 11.1 Spring steel sheets.

10.2 PET/PETG

PETG is another commonly used material for 3D printing. It is a great choice for printing mechanical components. Compared to PLA, it has higher temperature resistance, is more ductile and therefore less brittle. Due to its low thermal expansion it holds well on the heatbed and does not warp. Printing with it is almost as easy as with PLA, but unlike PLA, it offers better mechanical properties. Parts for the manufacturer's printers are printed from PETG!

Advantages

- high temperature resistance
- easy to print
- low warping
- tough and durable
- easy post-processing (sanding)
- almost odorless
- glossy surface
- good layer adhesion
- water and humidity resistant

Disadvantages

- not suitable for printing small/detailed models
- possible stringing (thin strands)
- poor bridging and overhangs
- strong adhesion to the print bed
- cannot be smoothed with acetone, soluble only in dangerous chemicals
- supports can be difficult to remove

Typical use

- mechanical components
- holders and cases
- watertight prints (pots)

Tips and tricks

Unlike PLA, PETG requires a heated bed (85 °C). Its bridging and overhang behavior is usually worse, plus it is prone to stringing. Stringing can be moderated with higher retractions and lower nozzle temperature, but we suggest using the PrusaSlicer profiles. It is important to cool the PETG print – this helps to keep the model detailed and prevents stringing and oozing. But if you want the model to be as tough as possible, try to turn off the print fan. Higher filament temperature improves merging between layers, which leads to better mechanical resistance. We recommend printing the first few layers with the print fan off (for better adhesion), then with the fan running at half its power.

- **Nozzle temperature** – 240 °C
- **Bed temperature** – 80–100 °C
- **Print surface** – the textured powder-coated sheet and the satin sheet require no special preparation, simply keep the surface clean and grease-free. With the smooth PEI sheet, apply a thin layer of glue stick onto the surface, because PETG may stick too well to the surface of the sheet, making the print extremely difficult to remove.

10.3 ASA/ABS

ASA and ABS are very similar materials. ASA is in many ways even better than ABS and can be considered its successor. ASA is UV stable and shrinks somewhat less when printed. The only advantage of ABS is the easier surface treatment with acetone. Going forward, we will only talk about ASA, but the same goes for ABS.

ASA is a strong and versatile material. A higher melting point than PLA gives ASA excellent heat resistance – your prints will not show signs of deformation up to around 100 °C. Unfortunately, ASA has a very high thermal expansion compared to PLA, which complicates printing, especially of larger models. Even with the heated bed set to 100 °C, the print can begin to warp and peel off the bed. The material also produces an unpleasant odor during printing.

Advantages

- high impact and wear resistance
- very good temperature resistance
- suitable for outdoor use – UV stable
- soluble in acetone – easy to glue together
- can be smoothed with acetone vapors
- detailed prints with no stringing
- easy post-processing (e.g. sanding, cutting)

Disadvantages

- difficult to print
- tendency to warp (large models should be printed in an enclosure)
- unpleasant odor during printing (contains styrene)

Typical use

- covers and protective cases
- prototypes
- replacement parts
- toys and figures

Tips and tricks

Printing with ASA/ABS is much easier when done inside an enclosure. The heated bed will quickly heat the enclosure and reduce the thermal shock on the extruded filament. As a result, both warping and layer separation are decreased significantly. Acetone makes it easy to glue multiple prints together: all you have to do is rub the contact surfaces lightly with acetone and press the parts together. In addition, prints can be smoothed with acetone vapor to give a perfectly glossy finish. Be careful when handling acetone!

- **Nozzle temperature** – 245–265 °C
- **Bed temperature** – 90–100 °C (a larger object requires a higher temperature)
- **Print surface** – ASA and ABS work best with the satin sheet, which requires no special preparation – simply keep it clean and grease-free. However, if you print ABS/ASA on a textured or smooth sheet, apply a thin layer of glue stick onto the surface of the sheet, because ASA and ABS may stick too well to these types of surfaces, making the print extremely difficult to remove.

10.4 PC (Polycarbonate) and PC Blend

Polycarbonate (PC) is a technical material with excellent toughness, tensile strength and heat resistance. However, it is very hard to print, therefore suitable mainly for advanced users. This does not apply to Prusament PC Blend, which is significantly easier to print compared to other polycarbonates.

Advantages

- high temperature resistance
- high impact toughness and tensile strength
- pure polycarbonate is transparent
- good electrical insulation properties

Disadvantages

- pure polycarbonate is highly hygroscopic
- high nozzle and bed temperature
- high warping, especially with large models
- moderate odor during printing
- application of a separation layer is recommended
- high price

Typical use

The best use of PC is for printing technical parts requiring great heat and mechanical resistance.

Tips and tricks

- Consider using an enclosure to prevent warping of the objects being printed.
- Use a **Skirt** in PrusaSlicer to reduce warping.
- Add a **Brim** around small objects.
- Do not print in cold areas.
- **Nozzle temperature** – 275 °C
- **Bed temperature** – 110 °C for the first layer, 115 °C for the remaining layers
- **Print surface** – the textured powder-coated sheet or the satin sheet with a glue stick will provide the best adhesion. Note that while the satin powder-coated sheet has good adhesion even without a glue stick, it is recommended to use a separation layer to prevent surface wear or damage.

10.5 PVB

Polyvinyl butyral (PVB) is a material designed for easy smoothing with isopropyl alcohol (IPA). Thanks to its transparency, it is suitable for printing vases, lamp shades and other design objects. Print settings are similar to PLA, while its mechanical properties are slightly better.

Advantages

- print settings similar to PLA
- transparent filament
- ideal for design parts, vases, lamp shades etc.
- chemical smoothing with IPA
- great bed adhesion
- good toughness (similar to CPE)
- good tensile strength (similar to PETG)
- low warping (lower than PLA)
- suitable for a 0.8 mm nozzle

Disadvantages

- low layer-to-layer adhesion
- hygroscopic filament (absorbs moisture)
- higher price

Typical use

The best use of PVB is for printing transparent models, such as jewelry, vases, lamp shades etc.

Tips and tricks

PVB adheres well to a clean smooth or satin sheet; the textured powder-coated sheet might not provide good adhesion. When printing transparent parts that require IPA smoothing, it is good to print with a larger nozzle diameter (0.8 mm) and with the **Spiral vase** mode on in PrusaSlicer. Printing with more perimeters will make the layers visible even after IPA smoothing. Keep the filament dry – PVB is very prone to absorbing moisture, which can affect the print quality. Always put the spool back inside the bag with silica gel or let it dry for 4 hours at 60 °C before printing.

The main advantage of PVB is the possibility of IPA smoothing. PVB models can be smoothed out with IPA fumes, by washing in an IPA bath or by direct application of IPA onto the surface (spray or brush). Detailed guides can be found on the manufacturer's blog at blog.prusa3d.com.

- **Nozzle temperature** – 215 ± 10 °C
- **Bed temperature** – 75 °C
- **Print surface** – do not use the standard textured powder-coated sheet. PVB adheres better to a clean smooth or satin sheet; the textured sheet might not provide sufficient adhesion.

10.6 Flexible materials

Flexible filaments are very strong and elastic materials. In many cases, classic hard plastics may not be suitable for printing a specific model. Whether you are printing a phone cover, an action camera case or an RC car wheel, it is better to use a flexible material. However, these materials are relatively uncommon, expensive, and suitable mostly for advanced users due to the high print difficulty.

Before you print from Flex, clean the nozzle from any previous material. Start by preheating to the highest temperature you have recently printed at. Then load PLA into the extruder to push out any previous material. When inserting Flex, loosen the pressure on the idler as much as possible. Consider using the "Cold Pull" method to clean the nozzle – see help.prusa3d.com for more details. Print slowly. The slower, the better. A typical speed for flexible filaments is around 20 mm/s, the maximum recommended speed is somewhere between 30 and 40 mm/s. With higher speeds, you risk clogging the nozzle or tangling the filament into the extruder gears. For Original Prusa printers, we recommend using the "Semiflex or Flexfill 98A" or "Filatech FilaFlex40" profiles, which have proper speed settings.

Advantages

- flexibility and elasticity
- minimal warping
- good layer adhesion
- abrasion resistance

Disadvantages

- requires extra steps to load the filament
- more demanding to prepare and print, poor bridging and overhangs
- must be printed slowly
- higher price
- hygroscopic – must be stored in a dry environment

- **Nozzle temperature** – 230–260 °C
- **Bed temperature** – 45–65 °C (a larger object requires a higher temperature)
- **Print surface** – if you print on a smooth sheet, apply a separation layer on it (glue stick or Kapton tape). The textured powder-coated sheet does not need any separation layer – the print will stick just fine and can be easily removed after cooling without damaging the surface.

11. Regular Maintenance

The MINI+ was designed as a reliable 3D printing "workhorse", however, it is still a machine with moving parts, which means it requires maintenance from time to time. Following the instructions below will ensure that your 3D printer remains in good shape for a long time.

11.1 Spring steel sheets

If the printed objects have trouble adhering to the steel sheet surface, you need to wipe the sheet clean. Choose the right cleaning product for your sheet (see below), pour a small amount of it onto a clean paper towel and wipe the print surface. The sheet should be cleaned while cold to achieve the best results – cleaning the bed when hot can lead to a potential injury, either from the heatbed or from the nozzle, and the alcohol will evaporate before it can clean anything. More details can be found in chapter 7 Your First Print.

The surface does not have to be cleaned before every print! It is just important not to touch the steel sheet with your hands or dirty tools.

The recommended cleaning products differ slightly for different types of sheets. For instructions on how to use specific materials (e.g. the need to apply a separation layer to prevent surface damage), see the previous chapter.

	Proper usage	Risks and hazards
Smooth PEI sheet	• Isopropyl alcohol 90 % or higher (IPA) is the best degreaser. DO NOT use hand sanitizers and similar products even though they may contain IPA, since they usually contain lubricants and moisturizers. • Warm water with a few drops of dish soap (in case IPA does not remove e.g. sugar residue on the sheet). • Acetone – once in a while to rejuvenate the sheet. • Use a glue stick when printing FLEX.	• IPA + PETG will cause the print to adhere very strongly to the sheet and removing it could be extremely difficult. Materials such as PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP and FLEX should be printed only with a separation layer (glue stick).
Textured powder-coated sheet	• Isopropyl alcohol 90 % or higher (IPA) – the best degreaser. • Never use acetone.	

	Proper usage	Risks and hazards
Satin powder-coated sheet	• Suitable for both PLA and PETG. • Isopropyl alcohol 90 % or higher (IPA) – the best degreaser. • No need for a glue stick when printing FlexFill 98A. • Wide range of supported materials, including advanced materials such as PC Blend.	• Never use acetone! • Prints from ASA and PC Blend require a brim, skirt or shield around the print. • Do not use sharp objects to remove the print from the sheet's surface!

Note

Calibration values might be slightly different for different steel print sheets because the coating thickness varies. If you have just switched the sheets, visually inspect the quality of the first layer and adjust the nozzle height accordingly with Live Adjust Z. Newer firmware versions have built-in steel sheet profiles to save your calibration values.

Note

All original print sheets by Prusa Research are coated on both sides.



Smooth PEI sheet and textured powder-coated PEI sheet and their effect on the first layer

11.2 Spring steel sheet with TEXTURED double-sided PEI

- scratch-proof, damage-resistant surface
- transfers its texture onto the first layers of your prints
- more forgiving Live Adjust Z setting
- no need for a glue stick with FLEX
- prints usually detach automatically once the sheet cools down
- the first layer can be more squished compared to smooth sheets (see the First Layer Calibration chapter)
- PLA prints with a small contact area may need a brim
- PLA prints with a huge footprint (across the entire sheet) may warp
- need to change Live Adjust Z if you also own the smooth PEI sheet
- never clean with acetone

The powder coating applied directly onto metal made it possible to create a build plate that is highly damage-resistant. If a heated nozzle crashes into it, the metal can dissipate the heat. The powder coating also gives the bottom surface of your prints a distinct textured look.

The textured surface hides most of the mechanical damage caused by various tools. Only the tops of the small bumps can be scratched, however, these scratches will not affect the bottom of the model.

Warning

Never clean the textured powder-coated sheet with acetone! Doing so will create microfractures in the PEI texture, which will cause the surface to deteriorate over time.

The manufacturer uses this surface on its print farm – look at the printed parts of your printer for reference.

11.3 Spring steel sheet with SMOOTH double-sided PEI

- perfect for PLA
- great adhesion with almost all materials
- smooth bottom of prints
- tiny details will stick great
- rejuvenate with acetone from time to time
- do not clean with IPA when printing with PETG; a release agent might be necessary
- you must apply a glue stick when printing materials such as PETG, ASA, ABS, PC, CPE, PP, Flex and others – see chapter 10 Material Guide
- need to change Live Adjust Z if you also own the textured PEI sheet

Warning

The industrial glue which holds the PEI sheet on the steel sheet softens when temperatures greater than 110 °C are used. If higher temperatures are used, the glue can migrate under the PEI and create slight bumps on the surface.

Note

If you notice small bubbles forming under the PEI sheet, simply flip the sheet over and print on the other side. These bubbles do not affect the print quality and will disappear after a few days or weeks.

11.4 Spring steel sheet with SATIN double-sided PEI

- suitable for both PLA and PETG
- lightly textured surface finish
- clean only with high-quality isopropyl alcohol (90 % or higher)
- no need for a glue stick with FlexFill 98A
- wide range of supported materials, including advanced materials such as PC Blend
- easy maintenance and good adhesion qualities
- do not use acetone – it causes the surface to deteriorate quickly
- prints from ASA and PC Blend require a brim, skirt or shield around the print
- the Live Z value needs to be readjusted if you switch sheets (see chapter 11.6 Steel sheet profiles)
- DO NOT use sharp metal objects (e.g. a metal spatula) to remove the print from the surface

11.5 Increasing the adhesion

In some special cases, such as printing a tall object with a very small contact area, you might need to increase the adhesion. Fortunately, PEI is a very chemically resistant polymer and you can temporarily apply various adhesion solutions onto it without damaging it. This also applies to certain materials that would not stick to PEI under normal circumstances. Material-specific instructions can be found in this handbook and at help.prusa3d.com.

Before applying anything onto the sheet, consider using the **Brim** option in PrusaSlicer, which increases the surface area of the first layer.

11.6 Steel sheet profiles

Both the smooth PEI and textured powder-coated PEI sheets have their advantages, as explained in the previous chapters. If you own both, keep in mind that swapping sheets requires an extra step: you need to calibrate the nozzle height (Live Z) every time you switch sheets – this is because the sheets have different thickness.

To avoid re-calibrating the first layer every time you switch sheets, the firmware has featured Steel Sheet Profiles since version 4.3.0. Navigate to **LCD menu** – **Settings** – **HW Setup** – **Sheet profiles** to find the list of profiles. Select a profile and perform the First Layer Calibration. This will save the Live Z value into the selected sheet profile. Do this for every sheet you own and you can then switch between them easily, either from the sheet profiles menu, or directly from the **Settings** menu – look for the name of the sheet in square brackets. Click the item to switch to another profile; only profiles with a valid First Layer Calibration are displayed.

By default, you will see the following profiles in the sheet profiles menu: smooth1, smooth2, textured1, textured2, custom1, custom2. Select any of them to display the following options:

- **Select** – confirms the selection of the sheet, which will then become the default.
- **First Layer Calibration** – starts the First Layer Calibration process for the selected sheet profile.
- **Reset** – sets the First Layer Calibration values back to the factory defaults.

11.7 Bearings

After a couple hundred hours of printing, the smooth rods should be wiped with a paper towel. The MINI+ comes with a tube of Prusa lubricant; you can also buy it in the manufacturer's e-shop in the Accessories section. Apply it onto the smooth rods of all axes (X, Y, Z). Then move the X-axis by hand left and right a couple of times and use the printer's menu to move the Z-axis up

and down. Move the heatbed back and forth on the Y-axis by hand. A detailed maintenance guide is available at help.prusa3d.com.

If you feel that one of the axes does not move smoothly anymore, the bearings can be taken out and greased on the inside (they need to be removed from the smooth rods, because the plastic lip would otherwise prevent most of the grease from getting inside).

11.8 Fans

Both fans measure the current RPM (revolutions per minute), meaning the printer can detect when a fan suddenly slows down – e.g. due to a piece of filament getting stuck in it. If you get a fan error, check that the fan can rotate freely and clear any debris that may be stuck in it. Do not try to bypass the fan checks – this could cause damage to the printer.

Both fans should be checked and cleaned every couple hundred hours of printing. Compressed air in a spray can will get the dust away and tweezers can be used for little plastic strands. Do not blow compressed air on running fans.

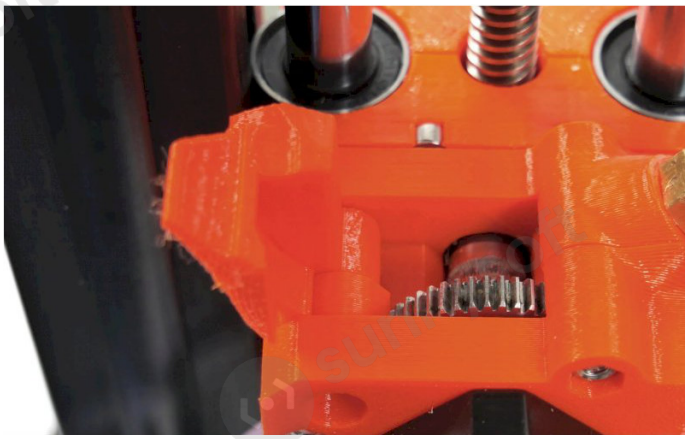
11.9 Extruder drive gears

The extruder gears do not need any lubrication. Over time, the extruder gears can suffer from a build-up of filament shavings in the grooves, which can cause under-extrusion. Use compressed air to blow the debris out, or use a small brass brush or a toothpick to clean the grooves. Use the access window on the top of the extruder assembly. Clean what you can, then rotate the gear and repeat.

11.10 PTFE tubes

The MINI+ has four PTFE tubes that may need a basic level of attention from time to time. The tubes lead the filament strand from the spool, through the extruder, all the way to the nozzle. Over time, small filament shavings can accumulate in them.

Cleaning the PTFE tubes is very easy – all you need is a can of compressed air. If the PTFE tubes in your printer wear out and the filament cannot pass through them correctly, you may encounter a number of different issues: trouble with filament loading, under-extrusion and others. The manufacturer has prepared online guides to help you troubleshoot issues with the PTFE tubes and the nozzle/hotend. Please note that PTFE tubes are consumables and their quality will degrade over time. The article on how to solve issues with a clogged nozzle/hotend and the guide on replacing the hotend PTFE tube can be found in the Knowledge base at help.prusa3d.com.



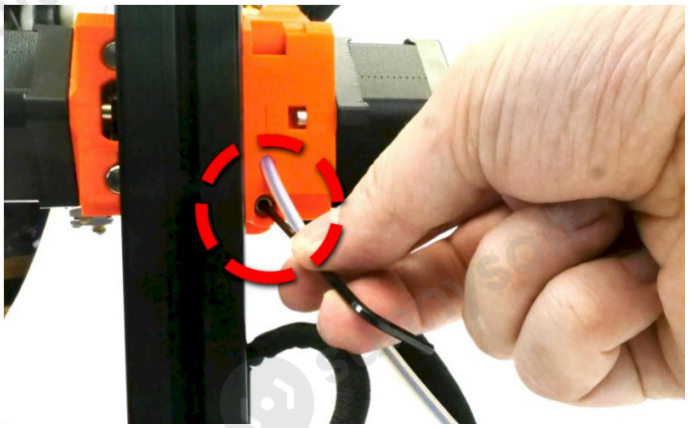
1. The first tube leads to the extruder and it can be pulled out by hand. If you have trouble disconnecting it, you might need to loosen the M3×12 screw in the extruder. Please see the article "How to access and clean the extruder-pulley (MINI)" at help.prusa3d.com.
2. The second tube leads from the extruder to the print head. Use a spanner (size 10) to loosen the nuts – the same procedure applies if the filament failed to load/unload and got stuck in this tube.
3. Remove the main PTFE tube (as described in step 2) and also undo the fittings in the extruder or in the print head to access tubes three and four. These only need to be inspected if the filament fails to pass through them.

11.11 Clogged / jammed extruder

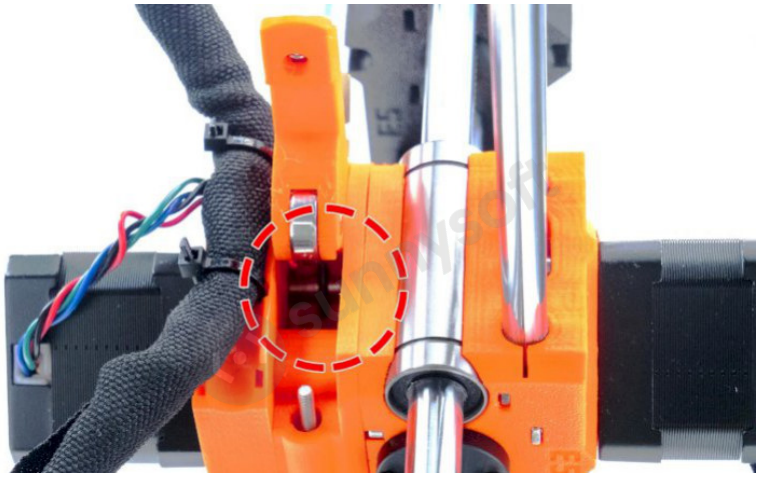
Material clogged in the extruder can cause problems with printing or with loading a new filament.

On the right side of the extruder (when viewed from the front), there is a screw right under the PTFE tube. You can use this screw to increase or decrease the idler's pressure. If you remove the screw completely, you can open the idler door on the left side of the extruder – make sure the print head is on the opposite side of the X-axis.





Opening the idler will enable you to clean both extruder gears easily and remove any filament leftovers caught in the extruder. It is advised to inspect the gears from time to time and remove any debris.



Open idler – you can see the strand of loaded filament inside

11.12 Nozzle cleaning

Warning

Do not touch the nozzle during these procedures – it is very hot and it may cause burns!

Note

To make cleaning easier, move the print head all the way up: **LCD menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**. You will gain better access to the hotend.

11.12.1 The filament is being extruded just a little

If the filament does not go through the extruder smoothly and only a small volume is coming out of the nozzle, first check that the hotend fan is working properly and that the temperature is set correctly (PLA 215 °C, ASA 260 °C, PETG 230 °C). Also check that the filament was correctly loaded into the extruder.

If that does not help, follow the instructions below:

1. Heat the nozzle according to the filament you want to print from. Load the filament and push an acupuncture needle (bundled with the printer) or a thin wire (0.3–0.35 mm) into the nozzle from below – between 1 and 2 cm deep. Wearing gloves is recommended – melted material may pour out unexpectedly.
2. Choose **Load filament** from the LCD menu and check if the filament is extruded properly.
3. Push the acupuncture needle or wire into the nozzle again and repeat these steps several times. When the filament is extruded properly, the nozzle is clear.

11.12.2 The filament is not pushed out of the nozzle

If you can see the filament passing through the main PTFE tube, yet none of the filament is coming out of the nozzle, then most likely your hotend got clogged. In order to fully clear it, please follow these instructions:

1. Heat the nozzle according to the filament you want to print from. Load the filament and push an acupuncture needle (bundled with the printer) or a thin wire (0.3–0.35 mm) into the nozzle from below – between 1 and 2 cm deep. Wearing gloves is recommended – melted material may pour out unexpectedly.
2. Choose **Load filament** from the LCD menu and check if the filament is extruded properly.
3. Push the acupuncture needle or wire into the nozzle again and repeat these steps several times. When the filament is extruded properly, the nozzle is clear.

11.13 Replacing the nozzle

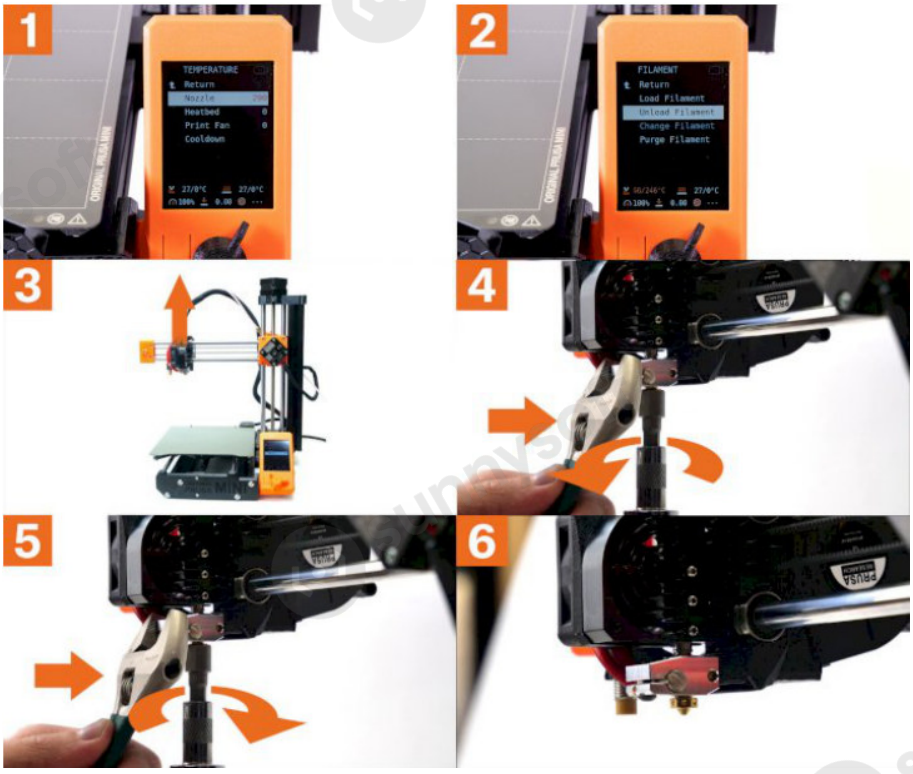
Note

If you are replacing the Olsson Ruby nozzle, please read the instructions of its manufacturer (3DVerkstan) first, otherwise you might damage it.

Warning

CAUTION: Heated parts can cause severe burns! Be extra careful around the hotend thermistor leads – you can break them off easily.

You will need a size 16 spanner (or an adjustable wrench) to hold the heater block and pliers or a size 7 socket wrench for the nozzle. Prepare a non-flammable surface (e.g. a saucer or aluminum foil) to put the hot nozzle on. Unload the filament before the replacement.



1. Heat the nozzle to 280 °C (**LCD menu** – **Settings** – **Temperature** – **Nozzle**). Heating the nozzle is essential for this procedure!
2. Move the print head all the way up (**LCD menu** – **Settings** – **Move Axis** – **Move Z**). Then turn the printer off.
3. Hold the heater block with the size 16 spanner (or the adjustable wrench).
4. Unscrew the nozzle with the pliers or the size 7 socket wrench (it loosens counterclockwise). Caution, the nozzle is still hot! Put it on the non-flammable surface.
5. While the hotend is still hot and the heater block is held with the spanner, screw in the new nozzle and tighten it gently but firmly. Do not use excessive force! A gap of approximately 0.5 mm must remain between the nozzle and the heater block – the nozzle then seats against the heatbreak and seals.

6. Load the filament and you are ready to print.

Warning

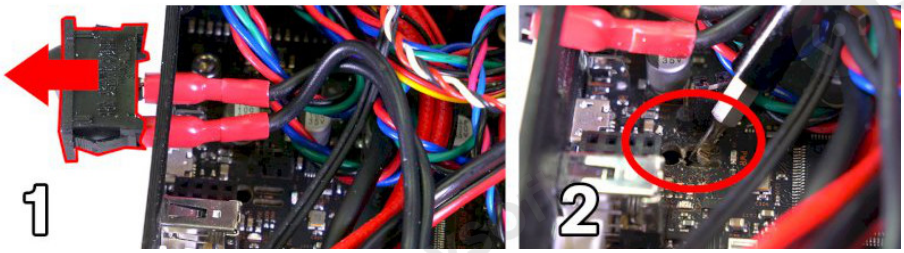
The nozzle is hot during this whole process and can cause burns! Be careful around the hotend thermistor leads – you can break them off easily.

You can bend the heatbreak easily – do not use excessive force! Run First Layer Calibration after changing the nozzle!

11.14 Flashing unsigned firmware

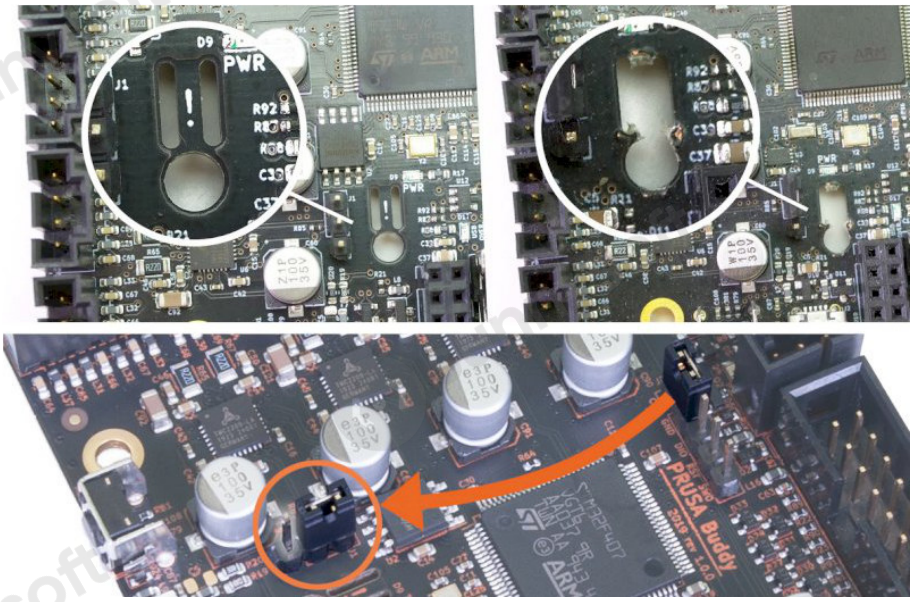
The manufacturer takes safety very seriously. Before every release, the firmware goes through intense testing to verify that all safety features work properly. If any of the sensor readings fall out of line, heating is stopped to prevent any possible damage to the printer and its surroundings. The presence of these safety features cannot be verified in community-made firmware.

Official firmware is signed with a private key and the printer verifies this signature before an update. To flash your own (or a community-made) unsigned firmware, you have to break the appendix on the Buddy board and move the jumper into the correct position. This also voids your warranty on the electronics. First, pull out the power switch to access the appendix (1). Then take a thin screwdriver and carefully break off the middle part (2) – see the pictures in this chapter! Also check the three pins above the appendix – there must be a jumper on the two pins closer to the center of the board. If the jumper is installed on a different pair of pins, move it according to the picture below. If the jumper is missing, add it before booting.



Warning

Breaking the appendix on the Buddy board is IRREVERSIBLE and VOIDS THE WARRANTY OF YOUR PRINTER'S ELECTRONICS. If you break the appendix, the manufacturer disclaims responsibility for any possible damage done to the printer and/or its surroundings (e.g. in case of a fire).



Unbroken (left) and broken appendix (right), the correct location of the jumper (lower photo)

12. Filament Sensor (Optional Accessory)

You can buy a mechanical IR filament sensor as an optional accessory for the Original Prusa MINI+. The sensor is installed onto the end of the PTFE tube where you insert the filament into the printer, and it needs to be connected to the mainboard. It uses a simple mechanism to detect whether a strand of filament is inserted or not. Thanks to the filament sensor, the printer can pause the print in case you run out of filament. Once you insert a new filament strand, you can resume the print.



Installation instructions can be found at help.prusa3d.com.

12.1 Running out of filament

In case you have the optional filament sensor, running out of filament will no longer cause a print failure. If you run out of filament, the printer will automatically pause the print, unload the remaining few centimeters from the heatbreak, and move the print head away from the print. You will be prompted to replace the spool and insert a new filament strand. Use pliers to remove

the filament extruded during the loading process. Once this is done, you can continue the current print.

If you do not have the filament sensor, it is possible that once you run out of filament, the remaining strand will be left in the main PTFE tube and the extruder will not be able to pull it out. Use a spanner to unscrew the nut on the main PTFE tube and disconnect it from the extruder. Then pull the filament strand out manually – do not forget to preheat the nozzle first! See chapter 11.10 PTFE tubes for exact instructions on how to remove the PTFE tube.

12.2 False sensor readings and debugging

If you encounter issues with the filament sensor, such as incorrect (or random) readings, please make sure that the sensor is connected properly. Follow the steps in the assembly guide at help.prusa3d.com (Original Prusa MINI+ assembly – Building your MINI+ – 27. Connecting the filament sensor) and open the electronics box cover. Inspect whether the filament sensor is connected correctly and that the wiring is not damaged. Contact the manufacturer's tech support if the issue persists.

13. Frequently Asked Questions and Troubleshooting

Note
Starting with firmware 4.3, the MINI+ displays an error screen with a short explanation of the issue it encountered. This screen also contains a link to the relevant article at help.prusa3d.com and a QR code, which you can scan with your mobile phone to open the help page directly.

13.1 Skewed X-axis

If Mesh Bed Leveling fails, there are two possible causes: a faulty SuperPINDA probe, or a skewed X-axis. The latter is usually the result of incorrect assembly. Loosen the three screws that connect the whole Z-axis assembly to the Y-axis (heatbed). Re-attach the Z-axis assembly according to the assembly manual. Pay special attention to the correct alignment of both parts.

Once the printer is reassembled, move the Z-axis (nozzle) close to the steel sheet without touching it. Then carefully move the print head from left to right by hand and observe whether the nozzle keeps the same distance from the sheet all the time.

Slight deviations are allowed, since the printer can compensate for them thanks to the Mesh Bed Leveling routine.

A faulty SuperPINDA probe can be recognized easily. When you start Mesh Bed Leveling from the **Calibration** menu, you can see a red light at the top of the probe. If it turns off during a certain movement or it does not light up at all, the probe or its cable may be defective. More details can be found at help.prusa3d.com – Original Prusa MINI+ – Troubleshooting – XZ-axis skew correction.

13.2 Printer cannot read the USB drive

If the printer cannot read the USB drive, first try restarting the printer. In case you see the error "Error mounting USB drive", your USB drive probably has an incompatible filesystem (e.g. exFAT) or may be too large. Try using a smaller FAT32-formatted USB drive (e.g. 4–16 GB). Please visit help.prusa3d.com – section Original Prusa MINI+ – About your printer – SD cards and USB drives to learn more about supported sizes and formatting options.

There are two common situations after inserting the USB drive:

The Print menu is inaccessible after inserting a USB drive

- First, restart the printer.
- Use a USB drive with a single partition and the FAT32 file system.
- Try a different USB drive.
- If you tried various USB drives and none of them is recognized, your mainboard might be defective. Contact the manufacturer's tech support.

The USB drive is recognized, but no files are shown in the list

- Make sure you are using a compatible G-code.
- Make sure the file was written onto the drive fully and correctly (use the safe remove function in Windows before you remove the USB drive).
- Try a different USB drive and a different G-code file.
- Try renaming the file to something simple, e.g. "print.gcode".

13.3 Loose X- and/or Y-axis belts

Check if both belts are properly tightened. Loose belts cause print defects or prevent proper printing altogether. The easiest way to check is to print a round object – if any of the belts is not tightened properly, the result is an irregular shape instead of a perfect circle. The Y-axis belt is located under the heatbed, the X-axis belt moves the print head. You can find a detailed guide at help.prusa3d.com, section Original Prusa MINI+ – Using the printer – Printer maintenance – Adjusting belt tension (MINI+).

13.4 Filament stuck in the PTFE tube

If a filament strand gets stuck anywhere in the printer, it is generally very easy to remove it. Follow the steps described in chapter 11.11 Clogged / jammed extruder – disconnect the main PTFE tube, inspect where the filament got stuck and proceed accordingly.

13.5 X-axis homing fails

This is most likely caused by the cables leading from the print head to the extruder getting in the way. When the print head is about to reach the Z-axis tower on the right side of the printer, pay close attention to whether any cables are blocking its way.

Assembly kit
If you have the assembly kit version, make sure that the cables leading from the extruder to the print head have sufficient leeway. If they are too short, they may prevent the print head from reaching the end of the X-axis.

13.6 Heating errors

If your printer stops with a red screen and an error related to heating, please check the wiring of the heaters and thermistors. See help.prusa3d.com for more details.

13.7 Fan errors

If your printer stops operating and displays an error related to fans, please check the wiring of both print head fans (hotend fan and print fan). See help.prusa3d.com for more details.

13.8 Downgrading the firmware

In some cases, you might need to downgrade the firmware to an older version. To do this, place the older firmware file onto a FAT32-formatted USB drive. Insert the drive into the printer, press the reset button and once the screen shows the Original Prusa MINI+ logo, press the knob once. This will open the firmware flashing screen. Select **Flash** to overwrite the current firmware with the one placed on the USB drive.

13.9 Nozzle hitting the sheet and similar issues

If you have trouble with First Layer Calibration or Mesh Bed Leveling, double-check the printer's wiring. Make sure you connected all the cables leading to the electronics box correctly.

Assembly kit
If you have the assembly kit version of the MINI+, make sure that the SuperPINDA probe is in the correct position. If the probe is too high or too low, it can cause issues with calibration and the Selftest.

14. Advanced Troubleshooting

14.1 Hardware

In case of a failure, the MINI+ displays an error screen with a short explanation of the issue, a link to the relevant article in the manufacturer's Knowledge base and a QR code (see chapter 6.3). Advanced hardware troubleshooting and part replacement guides are available online at help.prusa3d.com.

14.2 Print quality

If you feel your prints are not fully up to spec, or they display some serious quality issues (shifted layers, ghosting, under-extruded parts), you need to find the cause and fix it. In the manufacturer's Knowledge base at help.prusa3d.com, visit the Original Prusa MINI+ Troubleshooting section, where you can find detailed print quality troubleshooting guides along with illustrations and printer-specific instructions.

15. Manufacturer and Support

Technical support, the current version of this handbook, firmware, PrusaSlicer and more information are available on the manufacturer's website.
Manufacturer: Prusa Research a.s., Partyzánská 188/7A, 170 00 Prague 7, Czech Republic
Website: www.prusa3d.com
Support: help.prusa3d.com, support@prusa3d.com
E-mail: info@prusa3d.com

Importer
Sunnysoft s.r.o.
Kovanecká 2390/1a
190 00, Praha 9 - Libeň
www.sunnysoft.cz