

Doporučení pro tisk Filament PM ESD PETG

ESD PETG je vodivý kompozit na bázi PETG s přidavkem uhlíkových sazí, který poskytuje ochranu proti elektrostatickému výboji (ESD). Používá se pro výrobu pouzder, držáků a nástrojů v elektronickém průmyslu, montážních pracovištích, čistých prostorech a všude tam, kde běžné plastové díly mohou poškodit citlivou elektroniku statickou elektřinou. Tisk z ESD PETG je v základu podobný klasickému PETG, ale uhlíkové saze a zachování ESD vlastností přinášejí specifické nároky.

Co od tohoto profilu čekat – a co ne

Není to univerzální profil pro všechny geometrie – uhlíkové saze činí materiál křehčím než klasické PETG, hlavně po delší expozici vlhkosti. U každého tisku je potřeba zvážit, zda je daný model pro ESD PETG vhodný, a případně upravit nastavení.

Čekejte od tohoto profilu: vodivé výtisky s ESD vlastnostmi, dostatečnou mechanickou pevnost pro funkční pouzdra a držáky, dobrou rozměrovou přesnost a černý matný povrch.

Nečekejte: vizuální perfekci jako u klasického PETG, vysokou rázovou houževnatost (kompozit je křehčí).

⚠ Zlatá pravidla pro úspěšný tisk ESD PETG ⚠

Než se vrhnete na tisk, projděte si tato pravidla. Jejich dodržení rozhoduje o tom, zda dostanete funkční vodivý díl, nebo zničený povrch dílu a ucpaný extruder.

1. Tvrzená tryska je doporučena

Uhlíkové saze v ESD PETG jsou abrazivní. Standardní mosazná tryska se časem opotřebí (řádově desítky hodin tisku) a je náchylná k ucpávání během retrakcí.

Postup: Používejte **trysku z tvrzené oceli (Hardened Steel)**, u Pruse například ObXidian. Profil pro Bambu je odladěn na 0,4 mm, profil pro Prusu na 0,6 mm.

2. Sušení podle stavu filamentu

ESD PETG absorbuje vzdušnou vlhkost stejně jako klasické PETG. Suchý filament tiskne hladce, vlhký filament praská a může způsobit zlomení křehkého materiálu při zavádění.

Postup: Pokud je filament čerstvý z balení nebo byl uložen v suchu, sušení obvykle není nutné. Pokud byl filament delší dobu na vzduchu nebo se **láme při ohnutí** či zavádění, sušte jej **65 °C po dobu 4–6 hodin**. Pro silně navlhlý materiál až 8–12 hodin.

3. Bambu Lab: filament mimo AMS

Uhlíkové saze postupně zaprašují mechanismus AMS – znečišťují senzory, dráhy a kuličková ložiska. **Tisk PETG ESD může vést k chybám podávání nebo poškození AMS.**

Postup: Filament zavádějte z **externího držáku** mimo AMS systém. Pro tisk to znamená manuální výměnu filamentu, ale zachová to AMS dlouhodobě v provozu.

4. Adheze: separační vrstva chrání podložku

ESD PETG má extrémně silnou adhezi k holým PEI povrchům. Bez separační vrstvy hrozí trvalé poškození podložky – kusy povrchové úpravy se vám vytrhnou s dílem.

Postup: Vždy nanášejte separační vrstvu na **studenou podložku** – tyčinkové lepidlo, 3DLac, Dimafix nebo Magigoo. Pro Bambu doporučujeme texturovaný PEI plát, pro Prusu satin nebo texturovaný plát.

5. Maximální průtok nezvyšovat

Profil je odladěný na bezpečný objemový průtok, při kterém se kompozit stihne rovnoměrně prohřát na ESD vodivé hodnoty. Vyšší průtok znamená studenější tavenina, horší soudržnost vrstev a sníženou vodivost.

Postup: Pokud je tisk pomalejší, než byste si přáli, **nezvyšujte rychlost** – kompozit potřebuje čas na prohřátí. Optimální rychlost tisku je 30–60 mm/s. Nižší rychlost umožňuje rovnoměrné prohřátí taveniny a tvorbu stabilní vodivé perkolační sítě sazí – vyšší rychlost vede ke studenější tavenině a horším ESD vlastnostem, trhání povrchů.

6. Po tisku očistit spodní stranu

Separční vrstva tvoří na spodní straně dílu izolační film, který v případě ESD aplikací snižuje vodivost styčné plochy.

Postup: Po odstranění výtisku otřete spodní stranu izopropylalkoholem (IPA), aby byla zajištěna vodivost i na spodní ploše. To je důležité zejména u dílů, které mají být uzemněné nebo vedou ESD náboj.

7. AUX ventilátor doporučujeme vypnutý

Boční ventilátor vytváří asymetrický teplotní gradient v dílu, který může narušit rovnoměrnou soudržnost vrstev a tím i kontinuitu vodivé sítě uhlíkových sazí.

Pro jaké tiskárny je profil odladěný

Nabízíme profily pro dvě platformy, které jsme v praxi prověřili. Obě dávají spolehlivé výsledky.

Systém 1: Bambu Lab P1S / P1P (0,4 mm tvrzená tryska)

Profil je odladěn pro řadu Bambu Lab P1. Volba pro středně velké funkční ESD díly, pouzdra a jiné vodivé komponenty.

- **Výhody:** Uzavřená komora P1S stabilizuje teplotu a omezuje kroucení. Výborná povrchová kvalita s 0,4 mm tryskou.
- **0,4 mm tvrzená tryska:** Detailní výtisky, ESD pouzdra s drobnými prvky a otvory.
- **Omezení:** Filament musí být zaveden mimo AMS – uhlíkové saze zaprášují mechanismus. Multi-color tisk s ESD PETG nedoporučujeme.
- **Podložka:** doporučujeme texturovaný PEI plát se separční vrstvou (lepidlo, 3DLac, Dimafix).

Systém 2: Prusa XL / Core One (0,6 mm tvrzená tryska)

Profil je odladěn na XL s 0,6 mm tvrzenou tryskou (ObXidian), ale obecně platí pro všechny Nextrudery s 0,6 mm tryskou. Volba pro větší funkční díly s prioritou spolehlivosti.

- **Výhody:** Větší tryska 0,6 mm minimalizuje riziko ucpání. Stabilní podávání u Nextruderu při dodržení postupu zavádění.
- **0,4 mm na Prusa:** Kompozit s uhlíkovými sazemi se v 0,4 mm tryskách Nextruderu opakovaně ucpává / zalamuje. 0,6 mm dává znatelně spolehlivější výsledky. Je doporučena.
- **Specifický krok – vlastní Filament:** Pro spolehlivé zavedení filamentu si v menu tiskárny vytvořte vlastní materiál (Custom Filament) s teplotou zavádění **285 °C**. Standardní PETG profil (230 °C) je pro tento kompozit nedostatečný a vede k cvakání extruderu nebo chybě zavedení.
- **Omezení křehkosti:** Před zavedením odstříhněte konec filamentu pod úhlem 45°. Pokud se filament láme při ohýbání, nejprve jej vysušte.
- **Podložka:** doporučujeme satin nebo texturovaný plát se separční vrstvou.

Klíčové parametry tisku

Následující tabulka shrnuje základní parametry, které platí pro oba profily. Přesné rychlosti, průtok a další detailní nastavení najdete přímo ve staženém profilu – my je průběžně doladujeme na základě praxe, takže vždy aktuální hodnoty máte v profilu samotném.

Parametr	Hodnota
Teplota trysky	270–290 °C
Teplota podložky	80–90 °C
Sušení filamentu (při potřebě)	65 °C / 4–6 h
Tryska	tvrzená ocel (Hardened Steel)
Adhezivum	3DLac / Dimafix / lepidlo
Podávání	externě, mimo AMS
Rychlost tisku	30–60 mm/s
Chlazení	minimální (0–20 %)
AUX ventilátor	0 %
Post-processing	očistit spodní stranu IPA

Každý díl si zaslouží drobné doladění

Tento profil není a nemůže být dokonalý pro každou geometrii. Je to spolehlivý odrazový bod – pro konkrétní díl může být potřeba upravit některé parametry. Nejčastější drobné úpravy, které můžete sami provést:

- **Větší ESD pouzdra:** zvýšte počet perimetrů pro lepší pevnost a vyšší ESD vodivost přes celou stěnu.
- **Tenkostěnné díly:** zvažte snížení rychlosti pro lepší soudržnost vrstev a stabilní vodivost.
- **Díly s otvory na šrouby:** počítejte s mírně menší tolerancí – kompozit má nižší flexibilitu než klasické PETG.
- **Díly vyžadující rozměrovou přesnost:** vytiskněte kalibrační kostku 20×20×20 mm, změřte posuvným měřítkem, případně upravte % velikosti (shrinkage compensation).

Pokud tisknete produkční sérii stejného dílu, doporučujeme vytisknout jednotlivý testovací kus, ověřit rozměry, ESD vodivost a funkčnost, a teprve potom spouštět plný tisk.

Shrnutí

ESD PETG je specializovaný materiál pro elektroniku a ESD aplikace. Není to filament pro každého, ale s dodržением níže uvedených zásad získáte spolehlivé vodivé výtisky:

- **Tvrzená tryska** – uhlíkové saze časem ničí mosaz.
- **Sušení podle stavu filamentu** – pokud se láme, sušte 65 °C / 4–6 h.
- **Podávání filamentu mimo AMS** – chrání to mechanismus.
- **Separační vrstva povinně** – chrání PEI před poškozením.
- **Po tisku očistit spodní stranu IPA** – pro plnou ESD vodivost.
- **AUX ventilátor vypnutý** na 0 %.

S našimi profily a dodržáním těchto zásad získáte z ESD PETG funkční vodivé díly pro elektroniku, montážní pracoviště a ESD ochranné aplikace.

Jeden poslední tip: každý profil je živý dokument. Pokud máte zkušenosti s konkrétními typy dílů nebo najdete lepší kombinaci parametrů pro vaši aplikaci, dejte nám vědět. Rádi profily vylepšujeme.