

# Doporučení pro tisk Filament PM PA-CF Jet a PA-GF Jet (plněný PA12)

PA-CF Jet a PA-GF Jet jsou plněné polyamidy 12 – PA-CF Jet se 17 % uhlíkových vláken, PA-GF Jet s 30 % skelných vláken. Oproti čistému PA Jet jsou na tisk výrazně přívětivější: vlákno snižuje smrštění i sklon ke kroucení a zlepšuje rozměrovou stabilitu. Jsou to inženýrské materiály na funkční díly – ozubená kola, kluzná pouzdra, držáky, přípravky a díly v náročném provozu – tam, kde rozhoduje tuhost, rozměrová stálost a teplotní odolnost. Společně mají abrazivní vlákno, kvůli kterému je tvrzená tryska povinná.

## Co od těchto profilů čekat – a co ne

**Toto není čistý PA Jet** – a to je dobře. Výztuž z PA12 dělá podstatně klidnější materiál: méně se krouť, lépe drží rozměr a odpouští drobné chyby. Náš profil je odladěný výchozí bod pro konkrétní kombinaci hardwaru (viz níže), který dává spolehlivé výsledky na funkční díly. **Není to ale univerzální profil pro každou geometrii** – u každého tisku zvažte, zda je model pro plněný PA12 vhodný, a případně nastavení doupřave.

**Čekejte:** tuhé a rozměrově stabilní funkční díly, výbornou mezivrstvou pevnost, matný technický povrch a menší warping než u čistého PA12.

**Nečekejte:** že warping zmizí úplně. Plněný PA12 se krouť méně než čistý, ale stále se krouť – zejména v rozích a u velkých plochých dílů. Důkladné nalepení a brim jsou nutnost, ne volitelný doplněk. Dále nečekejte vizuální perfekci jako u PLA ani tisk bez tvrzené trysky (mosaznou trysku abrazivní vlákno zničí během jedné dvou cívek).

## PA-CF Jet vs PA-GF Jet: v čem se liší

Oba jsou plněný PA12 a většinu nastavení mají společnou. Liší se v několika věcech, které rozhodují, který zvolit pro konkrétní díl.

### Co mají společné

- PA12 báze, abrazivní vlákno → **tvrzená tryska povinná** u obou.
- Uzavřená a předeřtá komora, podložka 100–110 °C, lepidlo Magigoo PA.
- Oba se v rozích krouť a vyžadují důkladné nalepení a brim.
- Vlhkost snášejí lépe než čistý PA12 – vlákno nahrazuje část hygroskopického polymeru.

### PA-CF Jet (17 % uhlíku)

- Nižší tisková teplota než GF.
- Matný, grafitově černý povrch – hezký technický vzhled, dobře skrývá vrstvy.
- Vysoká tuhost a rozměrová stabilita, nižší hmotnost.
- Dle TDS: rázová houževnatost 8,3 kJ/m<sup>2</sup>, pevnost v ohybu 1546 MPa.

### PA-GF Jet (30 % skla)

- Vyšší tisková teplota (více plniva, vyšší nároky na tavení).
- Světlejší, mírně hrubší „technický“ povrch.
- Téměř dvojnásobný podíl plniva → **ještě abrazivnější** než CF.
- Výrazně tvrdý a pevný materiál; i přes vyšší podíl plniva se v rozích krouť, lepení a brim jsou u větších dílů zásadní.
- Dle TDS: rázová houževnatost 13,4 kJ/m<sup>2</sup>, pevnost v ohybu 1700 MPa – tedy vyšší než CF. Vyšší hodnoty plynou z většího podílu plniva.

## ⚠ Zlatá pravidla pro tisk PA-CF / PA-GF Jet ⚠

Než se pustíte do tisku, projděte si tato pravidla. Platí pro oba plněné materiály a jejich dodržení rozhoduje o tom, zda dostanete pevný funkční díl.

### 1. Tvrzená tryska je povinná

Uhlíkové i skelné vlákno jsou tvrdá a brusná. Mosaznou trysku obrousí během jedné dvou cívek – zvětší se průměr, rozhodí se průtok i rozměry. PA-GF Jet s 30 % skla je ještě agresivnější než CF.

**Postup:** používejte trysku z kalené oceli nebo s tvrzeným povrchem, minimálně 0,4 mm. Naše profily jsou odladěné pro 0,4 mm tvrzenou trysku.

### 2. Sušení: ano, ale bez paniky

Plněný PA12 přijímá vlhkost pomaleji a snáší ji lépe než čistý PA12. Přesto vlhká struna při tisku prská, dělá bublinky ve stěnách a ztrácí mezivrstvou pevnost – jen to není ta drama jako u neplněného PA.

**Postup:** sušte při **85 °C po dobu 8–12 hodin** před tiskem a po vysušení udržujte filament v suchu (dry box). Klasická sušička filamentu nebo vyhřívaný box postačí; teplota 85 °C je pro plněný PA12 ideální.

### 3. Komora předeheřtá

Plněný PA sice warpuje méně, ale teplá a homogenní komora pořád pomáhá rozměrové stálosti, hlavně u větších dílů a v rozích.

**Postup:** u H2S nechte ustálit aktivní komoru na ~60 °C. U Prusa Core One (pasivní komora) tiskněte se zavřenými dvířky a nechte stroj prohřát z podložky (heat soak) – počítejte s delším předeheřevem.

### 4. Adheze: Magigoo PA (případně Magigoo HT)

Plněný PA12 na holém PEI dobře nedrží a v rozích se zvedá. Magigoo PA je lepidlo vyvinuté přímo pro nylony. Pozor: nad ~100–110 °C podložky začíná Magigoo PA ztrácet část lepivosti – proto podložku držte spíš u 100–110 °C, ne výš. Pro vyšší teploty podložky nebo náročné díly lze použít Magigoo HT.

**Postup:** naneste na studenou až vlažnou podložku a nechte 2–3 minuty zaschnout. U velkých plochých dílů je adheze nejcitlivější místo – přidejte brim, naneste lepidlo v dostatečné vrstvě a hlídejte rohy. Pokud díl zvedá, sjedte s podložkou k 100 °C nebo zkuste hladký PEI s tekutým lepidlem.

### 5. Chlazení: AUX vypnutý, mírný ofuk objektu naopak pomáhá

Tady je klíčový rozdíl proti čistému PA Jet. U neplněného PA ofuk škodí; plněný PA12 mírné chlazení snese a profituje z něj – vlákno drží tvar. Naše profily jedou part cooling kolem 10–30 % a až 40 % na převisích, což zlepšuje detail a převisy, aniž to shodí pevnost.

**AUX (boční) ventilátor ale vždy 0 %** – asymetrický boční proud chladného vzduchu díl zkroutí. TDS u obou materiálů uvádí „ofuk Ne“; to je psané konzervativně pro otevřené tiskárny. Na vyhřáté komoře je mírný part fan ověřeně lepší (potvrzeno na H2S i u srovnatelných plněných PA12).

### 6. Po tisku nechte pomalu vychladnout

I plněný PA se při prudkém ochlazení může pokroutit nebo odtrhnout od podložky.

**Postup:** po dokončení nechte tiskárnu zavřenou, dokud teplota podložky neklesne pod 40 °C. Díl si tím udrží rozměrovou přesnost i maximální pevnost.

## Pro jaké tiskárny je profil odladěný

Nabízíme profily pro dvě platformy, které jsme prověřili v praxi. Obě dávají spolehlivé výsledky, každá má své silné stránky.

### Systém 1: Bambu Lab H2S (0,4 mm tvrzená tryska)

Volba pro maximální mechanickou pevnost, produkční tisk a velké funkční díly.

- **Výhody:** aktivně vyhřívaná komora vytváří homogenní horké prostředí, ve kterém plněný PA kroutí nejméně. Zvládnete i velké díly a dlouhé tisky.
- **Tvrzená tryska:** nutnost kvůli abrazivnímu vláknu; spolehlivě taví materiál i při vyšších teplotách potřebných pro GF.
- **Omezení:** aktivní komora a vyšší teploty kladou větší nároky na stroj při dlouhých tiscích.
- **Podložka:** Engineering nebo Textured PEI s Magigoo PA.

### Systém 2: Prusa Core One (0,4 mm tvrzená tryska)

Spolehlivá volba pro menší a středně velké technické díly, kde záleží na detailu a přesných tolerancích – ozubená kola, snap-fity, tenkostěnná pouzdra.

- **Výhody:** pasivní komora s vysokou tepelnou stabilitou dává předvídatelné a opakovatelné výsledky.
- **Tvrzená tryska:** nutnost kvůli abrazi; 0,4 mm dává dobrý detail a rozměrovou přesnost.
- **Omezení:** pasivní komora potřebuje delší přehřev; u velkých dílů (nad ~150 mm) je riziko warpingu vyšší – o to důležitější je brim a důkladné lepení.
- **Podložka:** Prusa Satin nebo Textured plate s Magigoo PA.

## Klíčové parametry tisku

Tabulka shrnuje základní parametry. Tam, kde se hodnota liší podle materiálu, jsou uvedené obě; jinak platí společně. Přesné rychlosti, retrakci a další detaily najdete přímo ve staženém profilu – průběžně je doladujeme.

| Parametr                | PA-CF Jet                                                        | PA-GF Jet             |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Teplota trysky          | 250–270 °C (dop. 265)                                            | 270–290 °C (dop. 280) |
| Teplota podložky        | 100–110 °C                                                       |                       |
| Komora                  | H2S ~60 °C (aktivní) / Core One ~55 °C (pasivní)                 |                       |
| Sušení filamentu        | 85 °C / 8–12 h, poté udržovat v suchu                            |                       |
| Adhezivum               | Magigoo PA (případně Magigoo HT)                                 |                       |
| Tvrzená tryska          | povinná – abrazivní vlákno                                       |                       |
| Ofuk objektu (part fan) | 10–30 %, převisy až 40 %                                         |                       |
| AUX ventilátor          | 0 %                                                              |                       |
| Max. objemový průtok    | 8 mm <sup>3</sup> /s (0,4 mm); snižovat dle složitosti geometrie |                       |
| Brim                    | 5–10 mm (u velkých dílů nutnost)                                 |                       |
| Chladnutí po tisku      | v zavřené komoře pod 40 °C                                       |                       |

## Každý díl si zaslouží drobné doladění

Profil je spolehlivý odrazový bod – pro konkrétní díl může být potřeba upravit některé parametry. Nejčastější drobné úpravy:

- **Velké ploché díly (nad 150×150 mm):** zvyšte brim, naneste lepidlo v dostatečné vrstvě, dbejte na důkladný předehřev komory a hlídejte rohy – tady warping vzniká nejčastěji.
- **Malé detailní díly:** snižte rychlost vnějších stěn pro lepší povrch.
- **Díly s velkými převisy:** overhang fan lze dočasně mírně zvýšit, ale jen pro konkrétní tisk.
- **Díly vyžadující extrémní přesnost:** proveďte rozměrovou kalibraci – vytiskněte kostku 20×20×20 mm, změřte posuvným měřítkem a nastavte kompenzaci smrštění. Plněný PA se smršťuje méně než čistý, ale kalibrace se u přesných dílů vyplatí.

U produkční série stejného dílu doporučujeme nejdříve vytisknout testovací kus, ověřit rozměry a funkci, a teprve potom spustit plný tisk.

## Shrnutí

PA-CF Jet a PA-GF Jet jsou prémiové inženýrské materiály pro funkční díly – a oproti čistému PA12 přívětivější na tisk. Když dodržíte těchto pár zásad, dostanete díly, které vydrží roky v náročném provozu:

- **Tvrzená tryska** – povinná, oba materiály jsou abrazivní.
- **Sušení 85 °C / 8–12 h** – po vysušení udržovat filament v suchu.
- **Komora předehřátá**, dvířka zavřená.
- **Magigoo PA na podložku 100–110 °C** (případně Magigoo HT), u velkých dílů brim a hlídat rohy.
- **AUX 0 %**, mírný part fan (10–30 %) je u plněného PA naopak v pořádku.
- **Po tisku pomalu vychladnout** v zavřené komoře pod 40 °C.

S našimi profily a dodrženími zásadami získáte z plněného PA Jet tuhé, rozměrově stabilní a teplotně odolné funkční díly – ložiska, ozubená kola, držáky, přípravky.

**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.