

Sušení před zpracováním na 3D tiskárně je **důležité pro stabilizaci kvality každého tisku** (bez ovlivnění podmínkami skladování). Při skladování mimo obal, po delší době tisku, kdy je cívka v místnosti, v přítomnosti dlouho používaného silikagelu, ale i při dlouhodobém skladování v obalu, který netěsní perfektně, nasaje materiál vlhkost. Některé polymery pohlcují vlhkost pouze povrchově, ale hygroskopické materiály absorbují vlhkost do celé struktury. Proto byly materiály rozděleny na **stupnici 1-5** (1 – není nutno sušit, 5 – potřeba vždy). Viz sloupec „**Nutnost sušit**“ v Tabulce 1.

V průběhu zpracování vlhkých hygroskopických materiálů při teplotě tání atakují molekuly vody jednotlivé řetězce, které jsou náhodně **nevratně zkráceny**. Reakce probíhá na náhodném místě polymerního řetězce, tím vzniká směs řetězců o různé délce (krátké, dlouhé, půlené) a to způsobí nestabilitu zpracování, nehomogenost struktury a finálních vlastností. Nutnost sušit polymer je dána strukturou polymeru, především typem chemické vazby tvořící řetězec polymeru.

Pro sušení je třeba použít **zařízení s přesnou termoregulací** (ideálně laboratorní sušárnu) – před samotným sušením celého návínu vložte pouze malý vzorek filamentu pro otestování funkčnosti. V případě, že je materiál o poznání měkčí nebo ztratí svůj původní tvar, snižte teplotu sušení. V případě ztráty transparentnosti použijte jiné zařízení.

Po sušení nesmí být cívka umístěna do prostředí bez kontrolované hodnoty relativní vlhkosti. **Proces chladnutí** musí probíhat **v exsikátoru** (případně v jiné těsnící nádobě s obsahem silikagelu). Pokud je horká cívka umístěna do prostředí s vyšší vlhkostí, může zpět absorbovat vlhkost asi během 10 minut. A to i na vyšší hodnotu vlhkosti, než byla před sušením. Cívka by neměla být ponechána v sušicím zařízení po jeho vypnutí, protože v prostředí se stále nachází odpařená vlhkost, jež se může stejným způsobem dostat zpět do filamentu.

Obsah vlhkosti v materiálu ovlivňuje výsledné vlastnosti, dochází k náhodnému krácení polymerních řetězců a tím:

- především ke **snížení mechanických vlastností** (= MV), materiál je křehčí, případně příliš flexibilní,
- k častému výskytu **stringování** (jemné vlásky při přejezdu trysky),
- k **poklesu** teplotní a chemické **odolnosti**,
- k **oozingu** (hromadění materiálu na okrajích trysky, což může vést k uvolnění a kontaminaci výtisku),
- k **ucpání trysky** z důvodu hromadění degradovaného materiálu,
- k **nestabilitám** v průběhu tisku způsobeným výskytem náhodně dlouhých řetězců,
- ke snížení průtoku materiálu, tedy **under-extrusion**, což způsobuje špatnou adhezi mezi vrstvami, díry ve vrstvách nebo chybějící části vrstev.

Nutno podotknout, že teplota sušení je přesně daná typem polymeru. V případě nastavení nižší teploty nemůže být sušen polymer delší dobu za stejného výsledku (např. Flexfill TPU 98A nebude efektivně vysušen při 50 °C po dobu 24 hodin). Pokud je nastavena nízká teplota, je pouze podporován efekt absorpce vlhkosti, protože rychlost difúze kapalin se zvyšuje s rostoucí teplotou. Pro účinné odpařování molekul vody z polymeru musí být řetězce mírně rozvolněné. Toho je dosaženo nad danou teplotou, většinou teplotou skelného přechodu. Nicméně proces extruze filamentu ovlivňuje teplotní odolnost filamentu, a tak by např. u PLA při 80 °C došlo k deformaci struny, nesmí být překročena teplota 50 °C. Proto je sušení specifikované tabulkou níže.

Tabulka vznikla na základě hodnot stanovených pomocí analyzátoru vlhkosti před sušením a po sušení v laboratorní sušárně. Vliv vlhkosti je popsán experimentálními výsledky při 3D tisku vlhkých a vysušených filamentů.

Pozn. Pro materiál Flexfill TPU doporučujeme maximálně 3 cykly sušení po dobu 3 hodin, následně může docházet k tepelné degradaci projevující se žloutnutím.

Pro materiály Nylon nesmí teplota sušení překročit 80 °C, jinak dochází k oxo-degradaci polymeru.

Pro PLA je určena stejná úroveň nutnosti sušení jako pro Nylon, protože k hydrolytické degradaci samotných řetězců v přítomnosti vlhkosti zkrátka dochází. Následně se jedná pouze o pohled uživatele, zda projevy degradace ovlivňují používání jeho výtisku.

Materiál by měl být dlouhodobě skladován v prostředí s vlhkostí od 5 do 20 %, při teplotě do 25 °C. Molekuly vody pasivně difundují z polymeru do silikagelu. Čím vyšší je koncentrace absorbované vlhkosti, tím menší má schopnost udržet filament „v suchu“. Proto je po určité době potřeba silikagel přesušit za podmínek uvedených v tabulce 1.

Společnost Fillamentum nenese zodpovědnost za obsah vlhkosti ve filamentu, neručí za nefunkčnost materiálu v důsledku nevhodného tisku a nedodržení doporučených podmínek pro zpracování. Společnost nezodpovídá za nevratné poškození filamentu v případě použití nevhodného zařízení pro sušení, chladnutí, nebo skladování.

Doporučení pro zpracování

Sušení filamentů před zpracováním na 3D tiskárně

Tabulka 1: Doporučené podmínky pro sušení produktů Fillamentum

MATERIÁL	MINIMÁLNÍ DOBA SUŠENÍ	TEPLOTA SUŠENÍ	NUTNOST SUŠIT	OBSAHEM VLHKOSTI JE ZPŮSOBENO:
ABS EXTRAFILL	2 h	80 °C	2	nestabilita procesu
ASA EXTRAFILL	2 h	80 °C	3	nestabilita procesu, u Metallic Grey nízká adheze vrstev
CPE CF112 CARBON	5 h	75 °C	5	stringování, MV, oozing
CPE HG100	5 h	75 °C	5	stringování, MV, pokles teplotní a chemické odolnosti, bublinky, „napěněný“ vzhled výtisku
FLEXFILL PEBA 90A	5 h	70 °C	5	stringování, MV, bublinky, nízká adheze vrstev, nízká adheze k podložce, kvalita povrchu
FLEXFILL TPE 90A	2 h	80 °C	2	/
FLEXFILL TPE 96A	2 h	80 °C	2	/
FLEXFILL TPU 92A	3 h	80 °C	5	stringování, under-extrusion, ucpání trysky
FLEXFILL TPU 98A	3 h	100 °C	5	stringování, under-extrusion, ucpání trysky
FLUORODUR	2 h	80 °C	1	/
HIPS EXTRAFILL	3 h	70 °C	1	/
NONOIEN®	2 h	70 °C	2	stringování, MV
NYLON AF80 ARAMID	4 h	80 °C	5	MV, změna odstínu
NYLON CF15 CARBON	4 h	80 °C	5	stringování, MV
NYLON FX256	3 h	80 °C	5	stringování, MV, bublinky
OBC 905	2 h	80 °C	1	/
ORCA®	>5 h	80 °C	5	stringování, MV, pokles teplotní a chemické odolnosti
PC/ABS	4 h	80 °C	5	stringování, MV, vzhled povrchu
PETG	4 h	65 °C	5	stringování, MV, bublinky, prskání, „napěněný“ vzhled, under-extrusion
PETG HFFR	4 h	65 °C	5	stringování, MV, under-extrusion
PLA CRYSTAL CLEAR	4 h	50 °C	5	stringování, MV, ucpání trysky, optická čistota
PLA EXTRAFILL	3 h	50 °C	5	stringování, MV
PORTHCURNO	>5 h	80 °C	5	stringování, MV, pokles teplotní a chemické odolnosti, bublinky
PP 2320	2 h	80 °C	1	/
SILIKAGEL	24 h	120 °C	5	snížená účinnost pro stabilizaci vlhkosti filamentu
TIMBERFILL®	2 h	50 °C	5	stringování, MV
VINYL 303	2 h	70 °C	1	/