

# Jak probíhá výroba filamentu neboli tiskové struny?

Rozhovor s Gabrielou Solovskou a Janem Přindišem

Klasické „špulky“ s navinutou tiskovou strunou zná snad každý, kdo se s FDM 3D tiskem někdy setkal. V internetových i kamenných obchodech můžeme vybírat z řady typů materiálů (PLA, ABS, HiPS, PVA, ...) a všemožných barev. Nabízí se nám různé značky, ať už zavedené, nebo nové. Zdálo by se, že výrobců tiskových strun bude velké množství, a to i u nás. Zdání ale někdy klame. Výrobce materiálů pro FDM tiskárny můžeme totiž v naší republice spočítat na prstech jedné ruky. A kde se o tiskových materiálech dozvědět více než právě u jejich výrobce? Vyrázil jsem tedy za jedním z našich nejznámějších výrobců do Mladče. Ano, tušíte správně, to je ta vesnice, kde sídlí výrobce tiskových strun označovaných logem PM – Plasty Mladeč.

V útulné kanceláři, vybavené mimo jiné i 3D tiskárnami, mne přijali obchodní referentka Gabriela Solovská a vedoucí výroby, chemik Jan Přindiš, se kterými jsem následně strávil příjemné dopoledne vyplněné nejen povídáním o plastech, tiskových strunách a řadě dalších věcí kolem 3D tisku, ale také exkurzí napříč provozy, kde se tiskové struny vyrábí. Dozvěděl jsem se mnoho zajímavých věcí, o které bych se s vámi na následujících řádcích rád podělil.

## Jak to všechno začalo? Jak se zemědělské družstvo stane výrobcem tiskových strun pro 3D tiskárny?

Co se zpracování plastů týče, museli bychom se vrátit asi do roku 1992, kdy začalo naše družstvo spolu-

pracovat s Fatrou Napajedla, kde rušili část své výroby. Vedlo to mimo jiné k tomu, že jsme od nich odkoupili staré stroje a začali jsme zde vyrábět záchodové splachovací komplety. Pokračovalo to spirálami do kalendářů a různými trubkami a trubičkami. Trubičky pro rybáře přitom vyrábíme dodnes. Zajímavé je, že i přes různé krize jsme se nikdy nedostali do ztráty.

S výrobou tiskových strun pro

3D tiskárny jsme začali na přelomu let 2012 a 2013. A jak už to bývá, byla to vlastně náhoda. Tento směr se ale záhy ukázal jako velice perspektivní. Získali jsme peníze, mohli jsme investovat do nových technologií a věnovat se také více „vývoji“. Aktuálně vidíme naši budoucnost právě v tiskových materiálech pro 3D tiskárny.

## Můžete nám prozradit, jaká „náhoda“ vás zavedla směrem k materiálům pro 3D tisk?

(Smích.) To bylo koncem roku 2012. Taková trochu krizová situace... seděl jsem u počítače a nevěděl, co zadat do výroby. Procházel jsem poptávky a narazil na firmu z Karlových Varů,





## Rozhovor: Jak probíhá výroba filamentu neboli tiskové struny?

kteřá poptávala výrobu plastové struny o průměru 3 mm z materiálů ABS a PLA. Již dříve jsme vyráběli svařovací dráty z PVC, takže výrobu „drátu“ bychom zvládli. ABS by nebyl problém, říkám si, ale co je to to PLA? Chvilí jsem zjišťoval, o co se jedná, a dohledal, že jde o materiál na struny do 3D tiskáren. Kontaktoval jsem onu firmu a začali jsme s výrobou. Psal se rok 2013 a začátky byly z dnešního pohledu úsměvné. Z té doby je také na různých diskuzních RepRap fórech kritika našich médií. Dnes je již vše jinak a naše média jsou naopak hodnocena velmi kladně. Postupně jsme inovovali technologie a jsme držiteli certifikace ISO 9001:2009. Dnes je naše

výroba zaměřena na tiskové struny nejvyšší kvality.

### A co zemědělství? Jste ještě „zemědělské“ družstvo?

Jistě. Není to tak, že bychom se transformovali na zpracovatele plastů. Stále se věnujeme živočišné i rostlinné výrobě. Naše „plastikářská divize“, mohu-li to tak nazvat, je v celkovém kontextu jen malou částí celého družstva.

### Jaký z vašich plastikářských výrobků by se ještě mohl uplatnit na školách?

Napadá mě jeden, který nachází uplatnění nejen na školách, a to zavěšovací lišty z PVC. To jsou ta-

kové ty plastové nasouvací profily, které se používají pro zavěšování různých nástěnných plakátů. Podobné jsou pak celé komplety (rámovací profily) nebo třeba hřbetní spojovací profily pro svázání volných listů papíru (od 2 do 60). Tyto naše výrobky využívá např. výrobce školních didaktických pomůcek MediaDIDA.

### Kolik výrobců strun do 3D tiskáren u nás vlastně je? Máte zmapovanou konkurenci?

Samozřejmě máme. Reálným konkurentem je především jeden výrobce... nemusím ho jmenovat, že? (*Smích.*)

### Asi neznámějšími materiály pro 3D tisk jsou ABS a PLA. O co je dnes větší zájem?

V dnešní době pomalu, ale jistě zaujímá první místo PLA. Je to proto, že s tímto materiálem se tiskne výrazně snáze, vlivem tepelné roztažnosti se nekroučí tolik jako ABS a je celkově pevnější. Na druhou stranu, PLA poměrně brzy měkne, takže je třeba dávat pozor na teplotu, při které se bude výtisk používat. Na bázi PLA je ale již k dispozici celá řada kompozitních materiálů, u kterých je třeba problém s malou tepelnou odolností odstraněn.

### Jaké další materiály, mimo ABS a PLA, pro 3D tisk nabízíte?

Nově máme v nabídce **POM** (polyoxymethylen; objevuje se též jako acetal, dobře známý acetalový plast je např. Delrin, který se používá k výrobě plastových ložisek a ozubených kol). Jde o konstrukční materiál do jisté míry podobný nylonu, je velice pevný, houževnatý a otěruvzdorný s velmi nízkým třením. Jeho využití je vhodné všude tam, kde potřebujeme nějaký namáhaný funkční prototyp či finální součástku. Tisk s tímto materiálem je obdobný jako tisk s ABS, včetně problému smršťování při chladnutí.

Dále je naší výrobní novinkou **PMMA** (polymethylmethakrylát), jinak dobře známé plexisklo. Tento materiál je velice dobře odolný proti povětrnostním vlivům a je dobře propustný pro světlo. Dá se přitom trvale používat i při teplotě kolem 80 °C. Navíc se z našeho PMMA skutečně hezky tiskne, nekroučí se tolik jako ABS.

Do třetice je naším relativně novým materiálem **PP** (polypropylen). Polypropylen je zajímavý třeba tepelnou odolností. Určitě máte v kuchyni nějakou plastovou nádobu, do které můžete nalít horkou vodu – s největší pravděpodobností bude právě z PP.



Obr. 1:  
Základní vstupní surovina – granulát odpovídajícího plastu, zde PLA



## Rozhovor: Jak probíhá výroba filamentu neboli tiskové struny?

Mimo tyto tři jsou to ale třeba i materiály jako **PET** (polyethylentereftalát), jinak asi nejznámější materiál na láhve (PET láhve), ve vodě rozpustný materiál pro tisk podpor **PVA** (polyvinylalkohol) a na závěr třeba ještě **HiPS** (High Impact Polystyrene).

**A co klasické ABS nebo PLA? Můžeme se i zde těšit na něco „nového“? Třeba na nějaký ten „kompozitní materiál“?**

Poslední dobou je velice oblíbené **ABS-T**. To se svými vlastnostmi liší od našeho klasického ABS, a to

směrem k lepšímu – lépe se z něj tiskne, a to i větší objekty.

S kompozitními materiály si již hrajeme delší dobu. Nově jsme navázali spolupráci třeba s Technickou univerzitou v Liberci nebo brněnským Polymerinstitutem. Více ale zatím prozrazovat nebudu.

**Takže se můžeme těšit třeba i na to „tepelně odolnější“ PLA? Nebo na nějaký elektricky vodivý, magnetický, „dřevěný“ či elastický materiál?**

Určitě je na co se těšit, ale jak jsem již řekl, více prozrazovat nebudu.

**Co vás dovedlo k polymerům jako POM, PMMA či PP? Je to spíše na základě aktuálních trendů v oblasti 3D tisku, nebo konkrétní požadavky zákazníků, třeba na základě ankety, kterou máte na webu?**

Je to určitá kombinace. Částečně to pramení ze sledování trendů v oboru, ale i zákazníci se svými požadavky udávají určitý směr. Samozřejmě je tu ve hře i vlastní invence a inovace. Já sám rád s různými materiály experimentuji, hodně mě to baví. Obecně se dá říct, že problematika tiskových materiálů je vždy velkou měrou o konkrétní aplikaci. Strunu můžete vyrobit z kdečeho, ale musí pro to být ten správný důvod.

Pokud bych měl být konkrétní, tak HiPS byl na základě požadavků zákazníků a PP takříkajíc „vlastní iniciativa“.

Anketa na webu přinesla především požadavky zákazníků na nové barvy. Některé nejžádanější jsme zařadily do výrobního programu (např. bronzová či zlatá nebo transparentní barvy jako je transparentní červená a transparentní modrá, u ABS-T třeba černá).

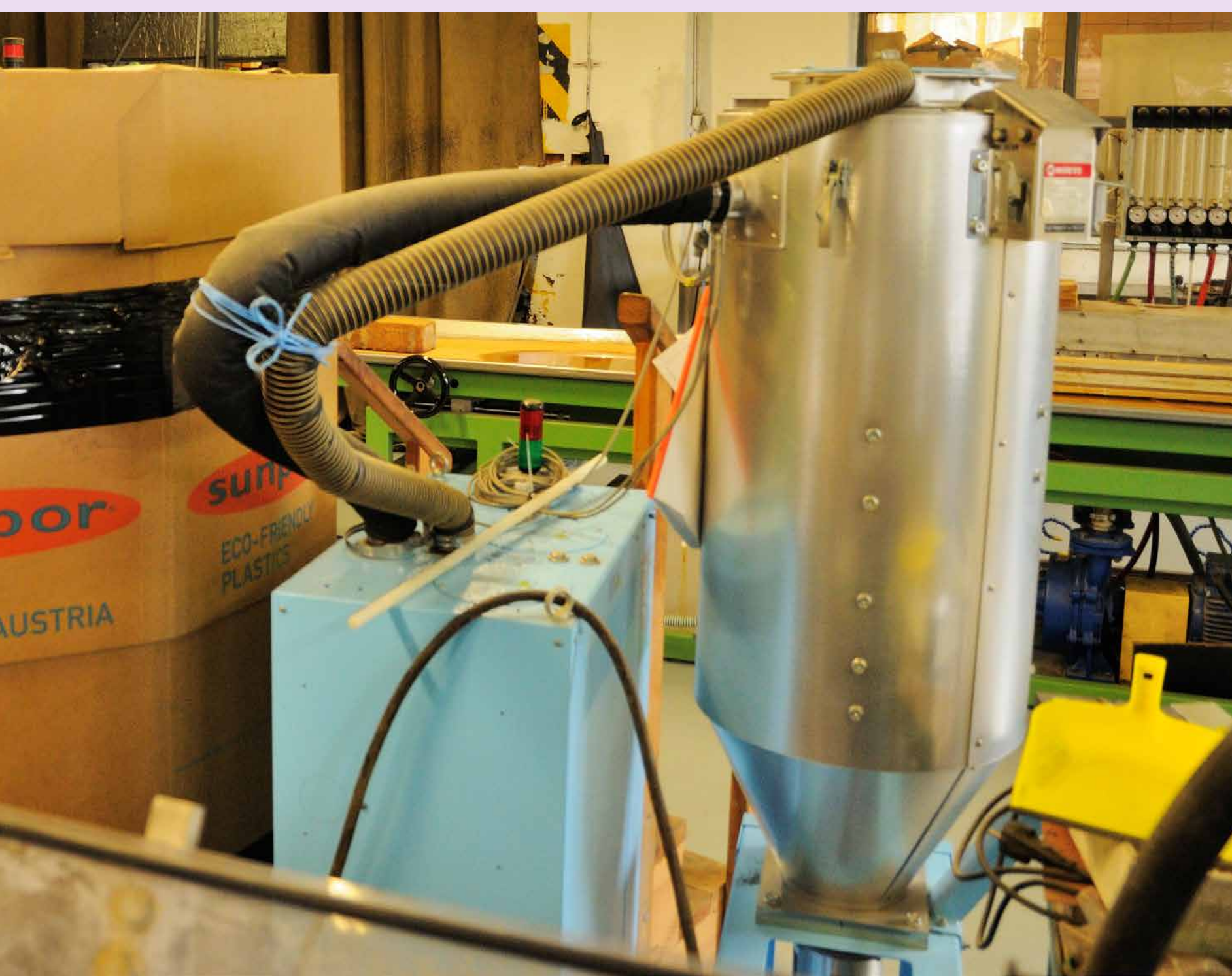
**Když jsme se dostali k barevnosti, souvisí nějak vlastnosti finálního materiálu s barevností? Má nějaký**

**reálný základ třeba tvrzení, že vaše černé PLA je pevnější než vaše stříbrné PLA?**

To je poměrně komplexní problematika. Pokud k základnímu materiálu (polymeru) něco přidáme, třeba nějaký barevný pigment, vždy určitým způsobem pozměníme jeho vlastnosti. Stává se, že přijde zákazník, potřebuje větší množství tiskového materiálu a na barevnosti mu nezáleží. Pak doporučuji materiály v naturální podobě bez pigmentu.

**Tajemstvím každého výrobce jsou určitě jednotlivé „přísady“, které se při zpracování finálního materiálu používají. Jak vlastně taková příprava „materiálu“ pro tiskové struny probíhá?**

V našem případě je základem konkrétní polymer od určitého dodavatele. Různí výrobci nabízejí různé materiály. Jeden výrobce vám nabídne třeba 15 typů ABS. Vy si musíte vybrat „ten správný“ pro vaše účely, nebo mu zadat, aby „nakompoundoval“ směs materiálu přesně podle vašich požadavků. Pak se k tomuto základnímu materiálu u nás při zpracování ještě „něco“ přidá, typickým příkladem jsou různé „barvičky“. To si můžeme ukázat přímo ve výrobě, kam se půjdeme podívat.



Obr. 2:  
Sušička na sušení  
granulátu

# Rozhovor: Jak probíhá výroba filamentu neboli tiskové struny?

## A co tiskárny? Na čem své výrobky testujete?

Přímo zde používáme RepRap tiskárny, ale máme řadu externích spolupracovníků, kteří mají profesionální „průmyslové“ 3D tiskárny. Takže než se něco dostane do naší nabídky, probíhá testování na celé řadě tiskáren.

Do budoucna plánujeme pořídit nějakou větší „profi“ 3D tiskárnu,

ale po pravdě řečeno, pro vývoj a testování je pro nás v první fázi RepRap výhodou – tam máte naprosto vše pod svojí kontrolou.

## Jaká je skladba vašich odběratelů? Jsou to spíše koncoví uživatelé, nebo distributoři?

Většina výroby jde k velkoodběratelům – distributorům. Nebráníme se ale ani prodeji „napřímo“ maloobtě-

ratelům. Tam je ovšem třeba počítat s relativně dlouhými dodacími lhůtami. Pokud chcete 2 kg materiálu, asi na ně nebudete chtít čekat 14 dní. Ale i to se může do budoucna změnit, protože rozšiřujeme náš tým o další osobu, která se bude věnovat právě distribuci našich výrobků. Každopádně maloobchodní prodej je zatím okrajovou záležitostí.

## Pokud budu chtít vaše tisková média rychle, kterého z vašich distributorů mi doporučíte?

Distributorů je více, obrátit se můžete například na JRC. U nich najdete prakticky celý náš běžný sortiment.

## Kde všude se s vašimi médii můžeme setkat? Je to i mimo naši republiku?

Vyvážíme tiskové struny do řady zemí, nejvíce do Polska. Tady na mapě máme vlaječky – kde je červená, tam máme odběratele.

## Koukám, že je to prakticky celá Evropa. Dokonce i takové země jako Turecko! Tak to klobouk dolů... Distribuce do tolika zemí jistě vyžaduje kvalitní balení. Jak jsou vaše materiály baleny?

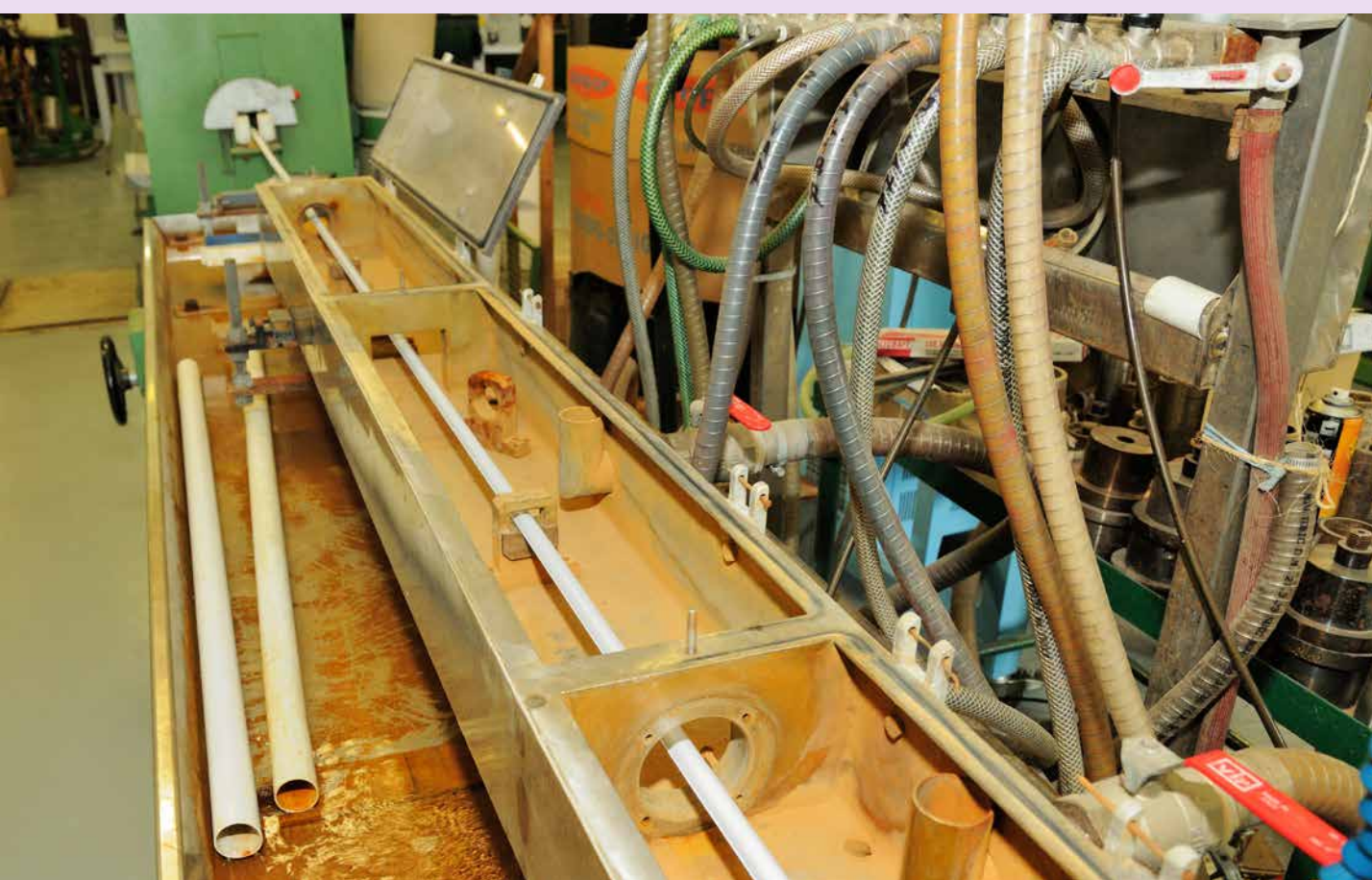
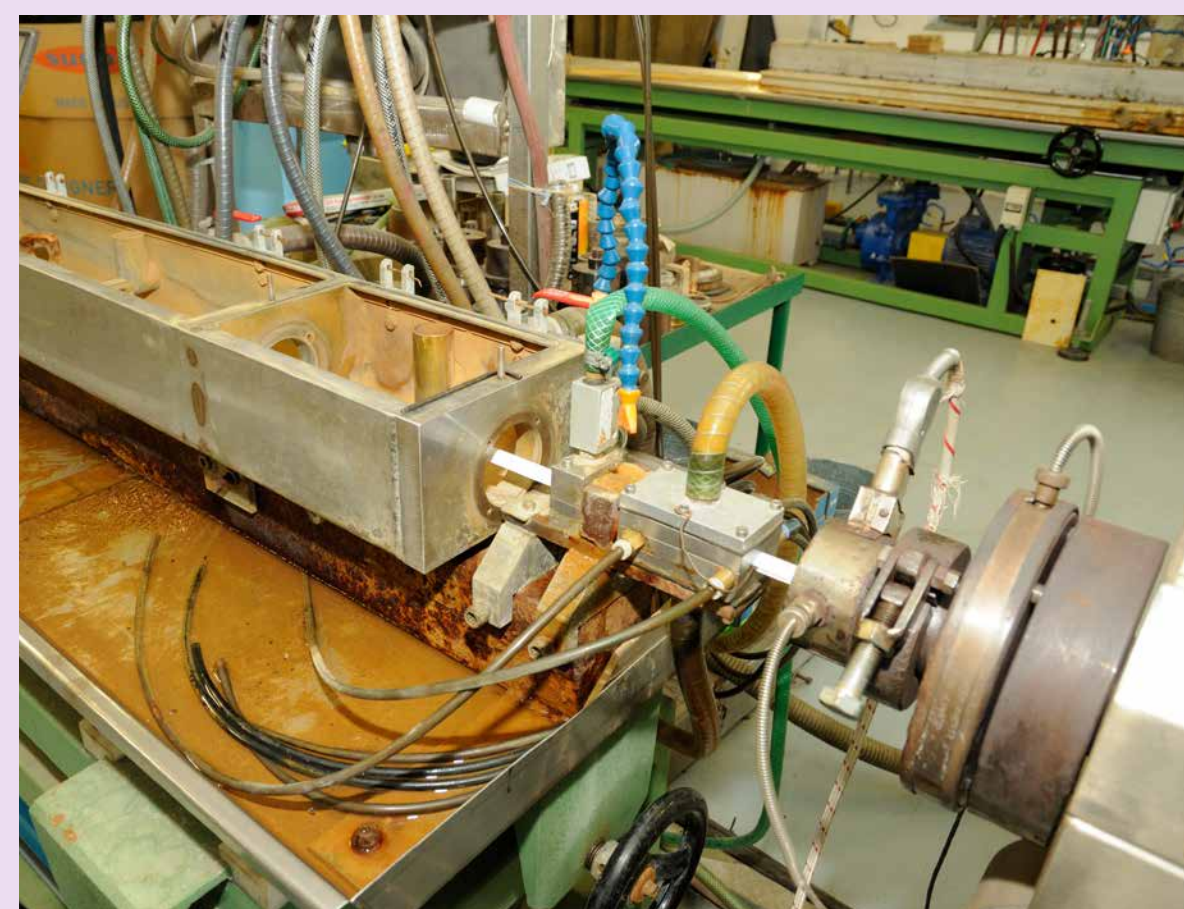
Balení je poměrně klasické, na plastové špulce ve smršťovací fólii a pa-

pirové krabičce. Aktuálně řešíme kvalitnější vakuové balení. Samozřejmě, že pokud materiál vybalíte a necháte ho někde ve vlhku, nedělá mu to většinou dobře. Zvláště některé materiály poměrně hodně absorbují vodu a při tisku to pak dělá problémy. Stačí ale dát špulku na hodinu do trouby nastavené na 50 °C a je po problémech.

Teď si dovolím otázku „na tělo“, která souvisí s diskuzí na jednom z RepRap fór. Jsou vaše výrobky prodávány i pod jinými značkami než Plasty Mladeč? Pokud ano, prozradíte, jaké značky to jsou? Prozradit mohu to, že naše výrobky jsou skutečně prodávány i pod jinými značkami než Plasty Mladeč. O které konkrétní značky se ale jedná prozradit nemohu, jde o obchodní tajemství.

## S nástupem SLA/DLP se nabízí možnost vstoupit na trh také s fotopolymerními koktejly pro tuto 3D tiskovou technologii. Je to pro vás obchodně zajímavé?

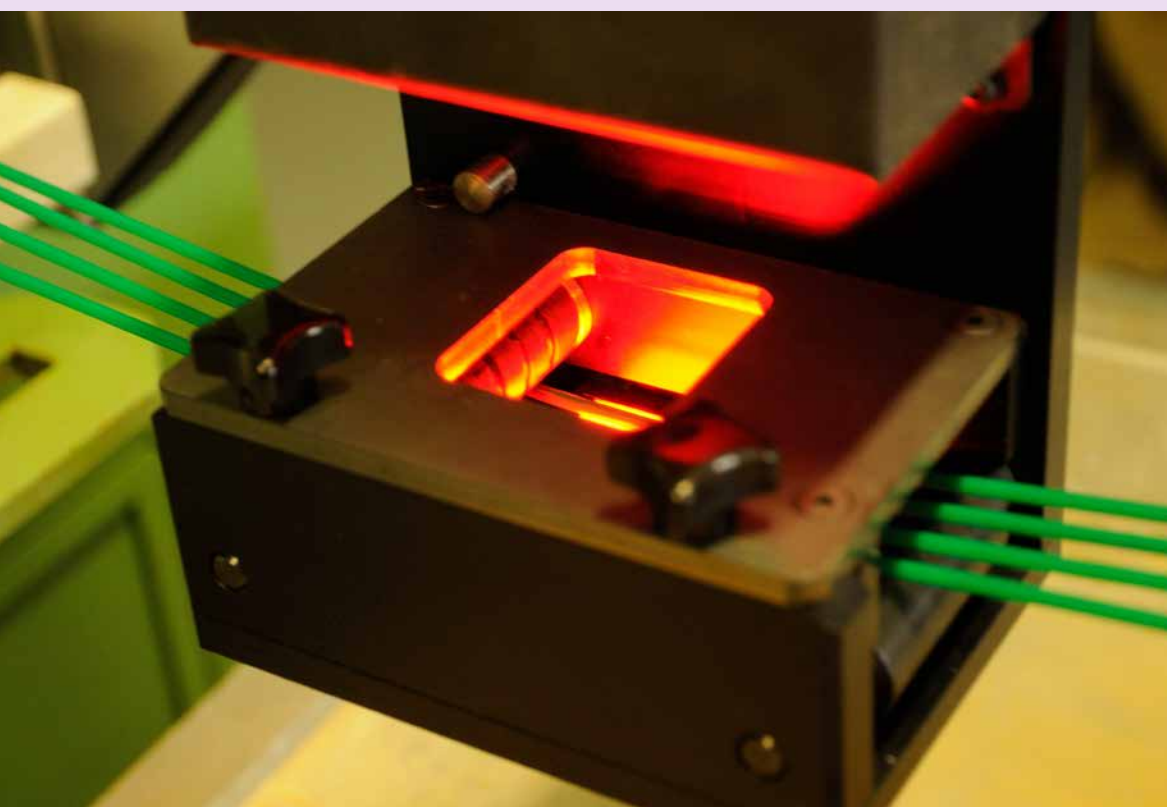
Je třeba si uvědomit, že z hlediska zpracování jde o hodně odlišnou problematiku a potenciálních zákazníků je zatím podstatně méně než u FDM/FFF tiskové technologie.



► Obr. 3: Mísicí zařízení, kde se vysušený granulát ve správném poměru smísí např. s barvivovým koncentrátem

▲ Obr. 4: Ukázka vytlačování roztaveného materiálu z extrudéru (na fotografii linka na výrobu závěsných lišt)

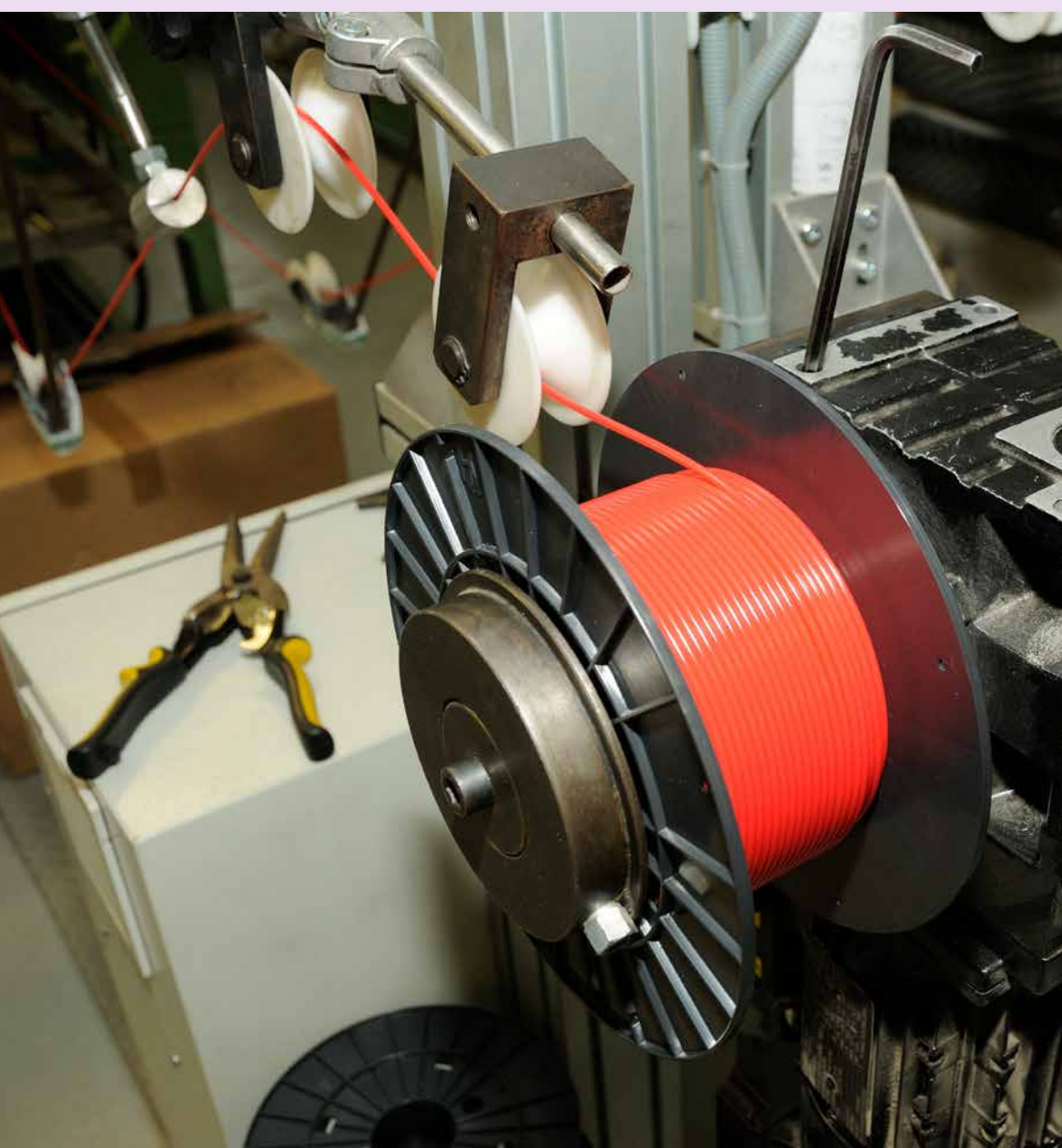
◀ Obr. 5: Ukázka chlazení vytlačeného filamentu (na fotografii obdobná linka na výrobu závěsných lišt)



Obr. 6:  
Kontrola průměru ochlazeného filamentu



Obr. 8:  
Balení filamentu navinutého na špulku



Obr. 7:  
Navíjení filamentu na špulku



Obr. 9:  
Zabalené špulky s filamenty ve skladu

Ale jak se říká, nikdy neříkej nikdy... uvidíme.

**Mohli bychom se nyní podívat přímo do výroby?**

Samozřejmě, pojdte za mnou, rádi vás provedeme.

Vyrazili jsme krátkou chodbou do skladu a pak dále do výrobní haly, kde je vedle sebe instalováno několik výrobních linek. Základní vstupní surovinou je granulát odpovídajícího plastu, např. PLA (obr. 1). Granulát je nejprve třeba správně vysušit. Následuje tedy sušička (obr. 2). Vysušený granulát pokračuje do mísicího zařízení, kde se ve správném poměru smísí s určitou přísadou, např. barvivovým koncentrátem (obr. 3). Odtud putuje směs do tavicí komory extrudéru, ze které je pomocí rotujícího „šneku“ materiál vytlačován v roztavené podobě přes vytlačovací hlavu s „maskou“ odpovídajícího tvaru. V případě struny jde o kruhový otvor určitého průměru (obr. 4). Jakmile je materiál vytlačen ven, je třeba ho zchladit (obr. 5). Ochlazená struna prochází několika dalšími částmi linky, kde dochází např. ke kontrole jejího průměru (obr. 6). Když je vše v pořádku, pokračuje plastová struna dál do navíjecí stanice, kde je automaticky na-

vinuta na špulky (obr. 7). Špulky se následně balí dle požadavků odběratele a putují do skladu (obr. 8 a 9), odkud se expedují.

Na první pohled to vše vypadá jednoduše, ale jak poslouchám výklad, je jasné, že v každém kroku se skrývá velké „know-how“ vykoupené hodinami testování a optimalizací i vlastního originálního vývoje. Je tedy pochopitelné, že si své „know-how“ výrobce bedlivě střeží. Proto také nemůžeme otisknout fotografie s detailními pohledy na celé výrobní linky. Představu si ale můžete udělat z linky na výrobu závěsných lišt, která má obdobné části jako linky určené k výrobě tiskových strun.

**Děkuji za příjemný rozhovor s exkurzí ve vašich provozech. Za celou redakci vám přeji, aby se červené vlaječky, indikující země vašich odběratelů, trvale usídlily nejen v Evropě, ale rovnou na celém glóbu ve všech světadílech.**

**V časopise e-Mole nyní používáme především vaše média. Nutno říci, že k naší plné spokojenosti. Na závěr tedy děkuji také za podporu časopisu e-Mole. Díky spolupráci s vámi můžeme na přič školami šířit nejen informace o 3D tisku, ale přímo různé vytištěné 3D výukové pomůcky.**