

pinami materiálů (pigmentů) identifikovanými v uměleckém díle. Materiálová mapa se získává při vysokém prostorovém rozlišení, což umožňuje výjimečnou detekovatelnost.

Významným nástrojem je také výpočtová tomografie (CT, *Computed Tomography*). CT je ideální pro 3D zobrazování soch. Použitím „skeneru na míru“ CT kombinuje výhody pokročilého zobrazování RTO s robotickou základnou, která poskytne maximální

flexibilitu při skenování konkrétních oblastí uměleckého díla.

Nutno podotknout, že tým InsightArt je tým fyziků a techniků, nikoliv historiků umění. Teprve ti na základě předložených dat posuzují pravost obrazu, popř. účel pozdějších přemaleb. Například u uvedeného díla *La Crau* s výhledem na *Montmajour* zmíněný náčrt ženské postavy výrazně zvyšuje pravděpodobnost, že jde o originál. Falzifikátů

obrazů Vincenta van Gogha je mnoho, ale nelze předpokládat, že by si falzifikátor na plátne nejprve načrtl ženskou postavu a teprve potom ji přemaloval, zatímco van Gogh to z úspěšných důvodů dělal poměrně často.

Více o analýze díla *La Crau* s výhledem na *Montmajour*, které je v soukromé sbírce, zájemci najdou na <https://insightart.eu/gallery/case-study/>.

Petr V. Liška

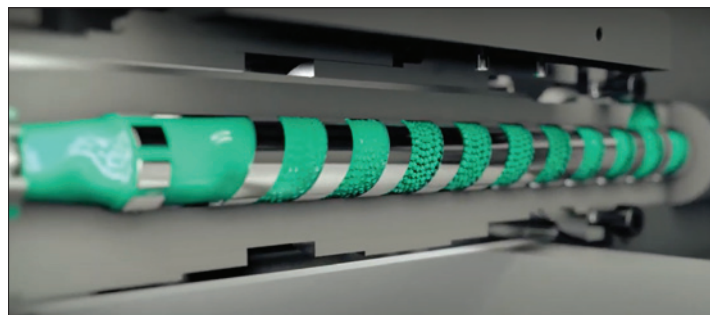
## Aditivní výroba snímačů přiblížení

Aditivní výroba neboli 3D tisk proniká i do výroby součástí a zařízení pro průmysl. Uplatní se hlavně při zhotovování velmi složitých tvarů, které nelze vyrobit konvenčními postupy, nebo ve výrobě malých sérií produktů.

Velmi lákavé je produkovat 3D tiskem také snímače s vestavěnou elektronikou. Od 3D tisku snímačů však až dosud odrazovala problematická integrace elektroniky. Průlom zaznamenal Fraunhoferův ústav IPA (*Institut für Produktionstechnik und Automatisierung*), který dokončil výzkumný projekt ve spolupráci s výrobcem strojů na zpracování plastů ARBURG a výrobcem snímačů Balluff. Tato trojice firem se zaměřila na 3D tisk indukčních snímačů přiblížení používaných k bezkontaktní detekci kovových předmětů či k určování jejich vzdálenosti.

Indukční snímače jsou standardně dodávány ve válcových kovových pouzdech, do nichž je vestavěna cívka, deska s obvody a konektor. Právě válcový tvar pouzdra

mi zpomalujícími hoření. Experti se rozhodli pro polybutylentereftalát (PBT), což je semikrystalický termoplast ze skupiny polymerů na bázi polyesteru. Výzkumný tým zvolil prů-



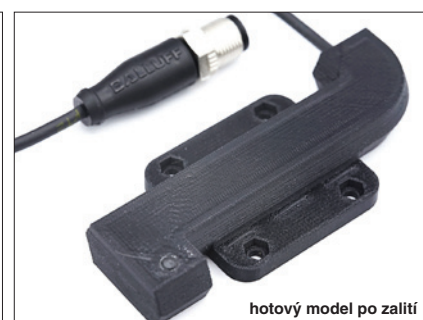
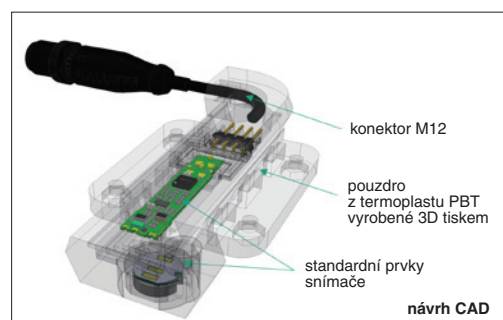
Obr. 1. Plastifikační šroub v přístroji freeformer pro přípravu plastu k nanášení

kopnické řešení, protože tento materiál ještě nikdy nebyl použit pro 3D tisk.

Pro výrobu pouzdra snímače bylo použito zařízení pro 3D tisk společnosti Auburg s názvem *freeformer*. V tomto přístroji je plast

ty jsou do dutin vkládány během 3D tisku tak, že freeformer automaticky přeruší tisk v přesně dané vrstvě a do vytvořených dutin se vloží cívka, deska s obvody i konektor.

V samostatném procesu se pak uvnitř pouzdra zhotoví stříbrné dráhy vodičů. K dokončení procesu se jen dotisknou dutiny a poté se zalijí polyuretanem. Tak bylo vyrobeno více než 30 demonstračních modelů snímačů, které byly podrobeny zkouškám. Součásti musely odolat změnám teploty a vibracím, musely být vodotěsné a projít testem elektrické izolace. Konstruktivní návrh i výrobní postup byly dále optimalizo-



Obr. 2. Demonstrační model snímače vyrobeného 3D tiskem v různých fázích výroby

znemožňuje používat indukční snímače ve specifických úlohách, třeba na prstech robotických ramen. Proto vyvstala otázka: Proč nezhotovit pouzdro z plastu 3D tiskem a přizpůsobit tak jeho tvar dané úloze? A přesně toho se podařilo dosáhnout ve výzkumném projektu Integrace elektronických funkcí v aditivně vyráběných součástech.

Pouzdro snímače je nutné vyrobit z plastu s vysokou dielektrickou pevností a vlastnost-

dávčován ve formě granulátu, který se taví pomocí plastifikačního šroubu a pak je tryskou vypouštěn ve tvaru drobných kapiček, které přesně umísťuje na základnu na pohyblivém nosiči. Postup 3D tisku s použitím zařízení *freeformer* ukazuje videozáznam: <https://www.youtube.com/watch?v=IeKQluYDFKo>.

Tímto způsobem je nanášena vrstva po vrstvě a vytištěno pouzdro snímače s příslušnými dutinami. Elektronické komponenty

vány, až se podařilo vyrobit snímače, které zkouškám vyhověly.

Na tomto výzkumném projektu odborníci pracovali několik měsíců. Dalším krokem je prozkoumat možnosti, jak v budoucnu využít také vodivé plasty k 3D tisku součástí pro různé oblasti použití.

(ev)

[Tiskové materiály Fraunhofer IPA]