

# Znanstveni projekt „Razvoj materijala za 3D tiskanje mikroreaktora“



Hrvatska zaklada za znanost na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije kroz program „Uspostavni istraživački projekti“ u razdoblju od tri godine, počevši od 1. srpnja 2015., financira projekt „Razvoj materijala za 3D tiskanje mikroreaktora“ – 3Dmicroreactors (eng. “*Development of materials for 3D printing of microreactors*”), UIP-2014-09-3154.

Cilj projekta je istraživanje i razvoj polimernih kompozitnih materijala za upotrebu u aditivnoj proizvodnji mili- i mikroreaktora složene strukture. Mikroreaktori su minijaturni reakcijski sustavi koji omogućavaju provođenje kemijskih reakcija u volumenu nekoliko redova veličine manjem od konvencionalnih kotlastih reaktora. Veličina mikrokanala unutar reaktora je najčešće od 10 do 100  $\mu\text{m}$ , dok reaktorski volumen najčešće iznosi do nekoliko mikrolitara. Najčešće korišteni materijal za izradu mikroreaktora je kemijski inertno i biološki kompatibilno staklo. Konvencionalni postupci izrade mikrofluidne strukture na staklenim podlogama, kao što su vlažno jetkanje ili pjeskarenje, zahtijevaju uporabu šablona, pri čemu svaki novi dizajn mikroreaktora iziskuje izradu novih šablona. Mikroreaktori mogu biti proizvedeni i od polimera, metala i keramike korištenjem raznih tehnika izrade.

U projektu 3D microreactors mikroreaktori će se izraditi aditivnom proizvodnjom, što uključuje definiranje i izradu složene geometrije i zamršene unutarnje strukture, kao što su kanali jasno definiranih dimenzija. Aditivna proizvodnja (eng. *additive manufacturing*), koja se u široj javnosti češće naziva tehnologija 3D tiska ili 3D printanje, dio je proizvodnoga strojarstva koji se bavi izradom predmeta nanošenjem čestica u slojevima – sloj po sloj. Ova tehnika je relativno jeftina, automatizirana i omogućuje laboratorijima i malim poduzećima pristup kemijsko-inženjerskim alatima poput onih u velikim industrijskim okruženjima.



SLS i FDM 3D pisači u novouređenom Laboratoriju za aditivnu proizvodnju

Postupak izrade predmeta tehnologijom 3D tiskanja sastoji se od izrade trodimenzionalnog modela u CAD programu (eng. *computer-aided design*), koji se zatim učitava u program pisača gdje se razdvaja na slojeve i nakon toga se reproducira sloj po sloj do konačnog predmeta. Jedna od glavnih prednosti ove tehnike je u jednostavnom upravljanju konstrukcijom predmeta. Osim izrade mikroreaktora, u sklopu projekta će se u građevni materijal integrirati senzori i katalizatori, a razumijevanje odnosa svojstava materijala/katalizatora i kinetike procesa omogućit će projektiranje opreme, omogućujući kombinaciju novih materijala i reakcijskih mehanizama u inovativnom dizajnu reaktora.

Budući da proces proizvodnje potrebnih dijelova traje kratko, jedan od rezultata projekta bit će i jeftini postupak izrade protočnih uređaja. Tehnologija 3D tiska omogućit će kemijskim inženjerima jednostavan dizajn i osmišljavanje

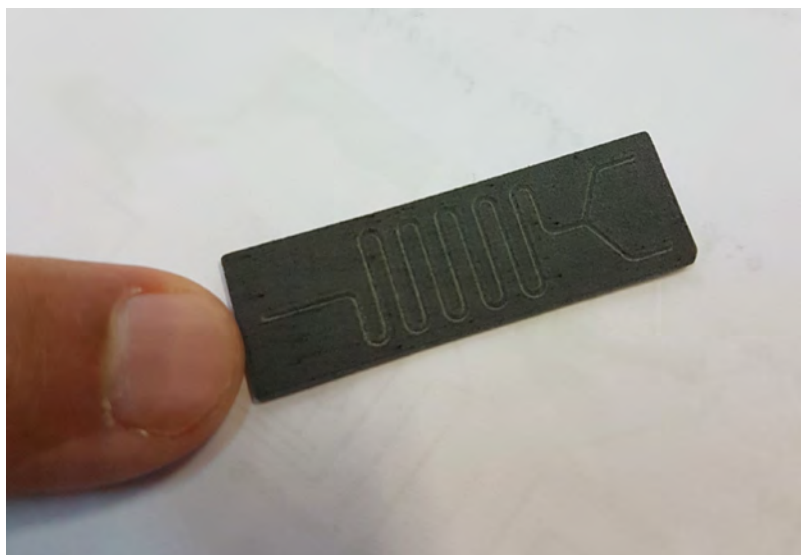
vlastitih reaktorskih sustava koji će se proizvesti pritiskom na nekoliko tipki, nasuprot dosadašnjoj proizvodnji specijaliziranih reaktora od stakla.

Radi uspješne realizacije postavljenih ciljeva projekta bilo je nužno kupiti 3D pišače, a predviđena je nabava tri vrste pišača. Pišač Zortrax M200 radi na principu taložnog srašćivanja (FDM, eng. *Fused Deposition Modeling*). Kod te vrste 3D pišača omekšani polimerni materijal u obliku niti prolazi kroz sapnicu na ekstruderu i polaže se sloj po sloj. Pišač Sinterit Lisa radi na principu selektivnog laserskog srašćivanja (SLS, eng. *Selective Laser Sintering*). Djelovanjem lasera čestice materijala se zagrijevaju na visoke temperature prilikom čega dolazi do njihovog povezivanja, a spuštanjem podloge nanosi se novi sloj praha koji se zagrijavanjem laserom povezuje na prethodni. Konačno, pišač Formlabs Form 2 radi na principu stereolitografije (eng. *Stereolithography*), u kojoj laser emitira ultraljubičastu svjetlost na sloj tekućega polimera koji uslijed toga očvršćava. U prvoj godini projekta kupljeni su FDM i SLS pišači, dok je za drugu godinu projekta predviđena nabavka stereolitografskog pišača. Za potrebe projekta uređen i novi Laboratorij za aditivnu proizvodnju u prostorima Fakulteta na Savskoj cesti 16.

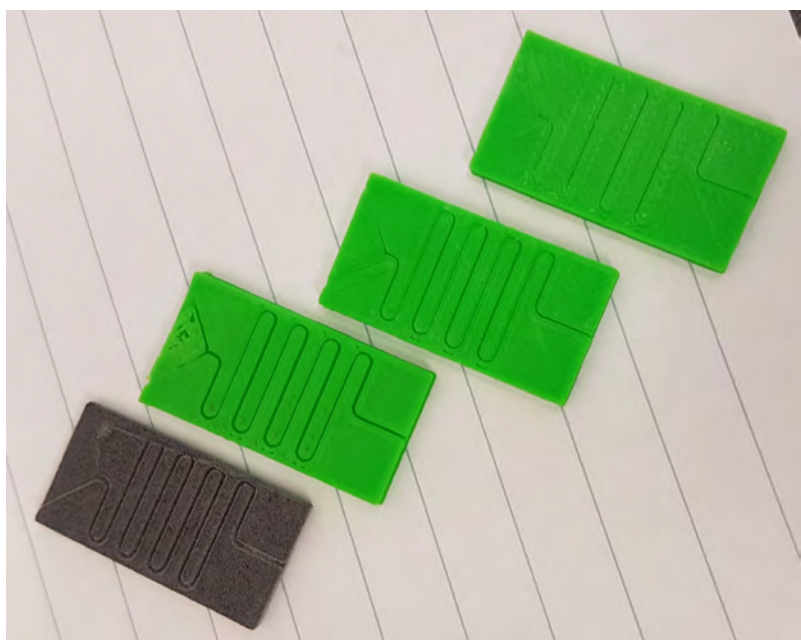
Multidisciplinarnost i interdisciplinarnost projekta osigurana je različitim područjem rada članova projektnog tima, koji su stručnjaci u brojnim područjima znanosti o materijalima i u kemijskom inženjerstvu. Na projektu sudjeluju istraživači s Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT) Sveučilišta u Zagrebu: doc. dr. sc. Domagoj Vrsaljko, glavni istraživač i voditelj projekta, dr. sc. Ivana Grčić, doc. dr. sc. Krunoslav Žižek, doc. dr. sc. Igor Dejanović, dr. sc. Irena Kereković te poslijedoktorandica dr. sc. Zana Hajdari Gretić koja je zaposlena na projektu na dvije godine. Osim njih u projekt je uključena i doktorska studentica Vedrana Lovinčić te prof. dr. sc. Cédric Guyon s Nacionalne visoke škole kemije u Parizu (Chimie ParisTech) i Instituta „Pierre-Gilles de Gennes“, čije se aktivnosti vežu uz obradu materijala plazmom, plazmom potpomognuto kemijsko napanje (PECVD) i dizajn mikoreaktora.

Planirano istraživanje od iznimne je važnosti za kemijsko i reakcijsko inženjerstvo, pri čemu primjena navedenih tehnologija pruža nove aspekte i mogućnosti u području inženjerstva materijala i ispitivanju kemijskih procesa. Ovladavanje 3D tiskanjem mikoreaktora rezultirat će ponovljivošću i brzim potencijalnim redizajnom i poboljšanjem strukture mikoreaktorskog sustava te tako omogućiti jednostavno optimiranje izrade reaktora.

**Domagoj Vrsaljko i Zana Hajdari Gretić**  
**Fotografije: Domagoj Vrsaljko**



Mikoreaktor izrađen tehnologijom 3D tiska na SLS pišaču



Mikoreaktori različitih širina kanala izrađeni na SLS pišaču (sivi) i na FDM pišaču (zeleni)