



# ELEKTROTEHNIČKO DRUŠTVO ZAGREB

✉ BERISLAVIĆEVA 6, 10000 ZAGREB ☎ +385 (0)1 48 35 902, 48 35 903, 48 72 504 📠 +385 (0)1 48 14 344  
● e-mail: edz-nadam@zg.t-com.hr; nada@edz.hr ● IBAN HR0923600001101452183



## Projekt "Primjena 3D tehnologija u srednjim strukovnim školama"

Suvremeni zahtjevi tržišta postavljaju sve strože zahtjeve pred procese razvoja i proizvodnje. Uz zahtjev za povišenje kvalitete proizvoda i razine fleksibilnosti pri razvoju i proizvodnji, istodobno se nameću zahtjevi za sniženje troškova, a posebice za skraćivanje vremena razvoja i proizvodnje. Dodatni trend koji je sve uočljiviji u pojedinim segmentima tržišta je napuštanje masovne proizvodnje u korist maloserijske, a vrlo često i pojedinačne (personalizirane) proizvodnje.

Kako bi se udovoljilo takvim zahtjevima na tržištu, od druge polovine 80-ih godina prošlog stoljeća razvijaju se i primjenjuju suvremeni postupci aditivne proizvodnje. Glavna je značajka tih postupaka dodavanje materijala, najčešće sloj po sloj, do izrade cijelog proizvoda. Takvo načelo proizvodnje omogućuje pravljenje vrlo komplicirane geometrije proizvoda koju bi drugim, klasičnim postupcima proizvodnje bilo vrlo teško ili nemoguće načiniti. Dodatna je značajka aditivnih postupaka da se u načelu proizvodnja obavlja izravno na opremi za aditivne postupke na osnovi 3D računalnog modela proizvoda, bez potrebe za dodatnim alatima.

Povijesno gledajući, suvremeni postupci aditivne proizvodnje prošli su nekoliko faza s obzirom na njihovu primjenu. U začetku primjene ti su se postupci uglavnom koristili za *brzu* izradu prototipova (e. *Rapid Prototyping* – RP). Sljedeći je korak u primjeni suvremenih aditivnih postupaka brza izrada čitavih alata i kalupa ili njihovih ključnih elemenata (e. *Rapid Tooling* – RT). Riječ je o primjeni postupaka aditivne proizvodnje za izradu polimernih, keramičkih ili metalnih alata i kalupa koji zbog načela slojevite gradnje omogućuju bitno skraćivanje vremena proizvodnje geometrijski najzahtjevnijih dijelova alata i kalupa. Daljnji razvoj materijala koji se primjenjuju pri suvremenim postupcima za aditivnu slojevitou proizvodnju doveo je do izravne maloserijske ili pojedinačne proizvodnje gotovih proizvoda (e. *Rapid Manufacturing* – RM, *Direct Digital Manufacturing* – DDM). Riječ je o postupcima koji omogućuju proizvodnju bez potrebe za dodatnim alatima, stoga su u slučajevima pojedinačne proizvodnje ili maloserijske proizvodnje najčešće jedino razumno rješenje.

Nakon dugogodišnjega snažnog razvoja i proširene primjene RP/RT/RM postupaka, 2009. godine konstituirana je međunarodna komisija *ASTM International Committee F42 za postupke aditivne proizvodnje*, a njezin je prvi zadatak bio terminološki definirati te postupke. Kako pojam *brzo* pri uporabi aditivnih postupaka ima relativno značenje, definiran je pojam aditivne proizvodnje (e. *Additive Manufacturing* – AM) kao krovni pojam. Međunarodna komisija *ASTM International Committee F42* definira aditivnu proizvodnju kao *proces povezivanja materijala pri pravljenju objekata izravno iz 3D računalnih modela, najčešće sloj na sloj, što je suprotno suptraktivnom načinu proizvodnje*. Sinonimi su: aditivna izrada, aditivni procesi, aditivne tehnike, aditivna slojevita proizvodnja, slojevita proizvodnja, izrada slobodnih oblika.

Jedna od glavnih prednosti razvoja i primjene postupaka aditivne proizvodnje, suradnja je stručnjaka iz različitih područja na zajedničkim projektima, što omogućuje dodatan napredak na tom polju. Takvi projekti omogućuju uključivanje novih stručnjaka koji nalaze svoj interes u novom području istraživanja i imaju drukčije poglede na rješavanje postavljenih problema, što otvara potpuno nove vidike. Uz interdisciplinarnost, koja zahtijeva maksimalno iskorištavanje potencijala postupaka aditivne proizvodnje, ne smije se smetnuti s uma ni odgovarajuće obrazovanje budućih stručnjaka, koji će inovativnim i kreativnim idejama pomicati granice mogućnosti razvoja i proizvodnje novih proizvoda. Takve pomake mogu im omogućiti jedino postupci aditivne proizvodnje.

Nažalost, institucije za formalno obrazovanje (srednje škole i fakulteti) još nisu spremne maksimalno iskoristiti nove aditivne postupke kao edukacijsko i didaktičko pomagalo. Jedan od izazova u budućnosti je promijeniti postojeće paradigme konstruiranja i proizvodnje, jer AM postupcima moguće je ostvariti gotovo sve – alati nisu više uvijek potrebni, sklopovi se mogu načiniti kao jedna komponenta, proizvodi se sada mogu načiniti od dva ili više materijala u jednom ciklusu. Pojava jeftinijih sustava za aditivne postupke povećava dostupnost tih postupaka širem krugu obrazovnih ustanova, ali i većem broju pojedinaca, pa se može očekivati da će aditivni postupci i njihova primjena u budućnosti promijeniti način razmišljanja većine, a time i način obrazovanja novih stručnjaka.

Uvažavajući te činjenice, Elektrotehničko društvo Zagreb, u suradnji s Fakultetom strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Zagrebu (Centar za aditivne tehnologije), prijavilo je Ministarstvu znanosti, obrazovanja i sporta RH projekt "Primjena 3D tehnologija u srednjim strukovnim školama" u okviru natječaja za dodjelu bespovratnih sredstava projektima udruga u području izvaninstitucionalnog odgoja i obrazovanja djece i mladih u školskoj godini 2015./2016.

Glavni cilj projekta je kroz primjenu suvremenih aditivnih tehnologija – trodimenzionalnog ispisa (3DP) i trodimenzionalnog skeniranja, osigurati modernizaciju kurikulumu u srednjim strukovnim školama i to u području tehnike, matematike, informatike i prirodoslovlja. Uvođenje suvremenih i inovativnih sadržaja u nastavni program strukovnih škola unutar postojećeg sustava omogućit će učenicima i njihovim nastavnicima stjecanje suvremenih kompetencija i pristupa najnovijim tehnologijama te podizanje zapošljivosti i osobnih znanja i vještina. U okviru projekta, u dvije srednje strukovne škole; I. tehničkoj školi Tesla i Prirodoslovnoj školi Vladimira Preloga, bit će uspostavljeni i opremljeni Praktikum za aditivne tehnologije u kojima će učenici tih škola stjecati dodatna znanja i vještine iz primjene suvremenih tehnologija u razvoju i proizvodnji. Učenici će znanja stečena tijekom provedbe projekta koristiti u budućem radu ili daljnjem obrazovanju, a znanja i kompetencije koje će tijekom projekta steći nastavnici, prenositi će ih budućim generacijama učenika. Uspostavljanje i opremanje Praktikuma, osigurati će se visoka kvaliteta obrazovanja i kontinuirano stručno usavršavanje nastavnika.

U okviru projekta, čija je provedba započela krajem listopada 2015. godine, provedena je teorijska i praktična edukacija nastavnika dviju navedenih škola. Edukaciju su provodili zaposlenici Fakulteta strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Zagrebu u prostorijama i s opremom Centra za aditivne tehnologije. U prosincu 2015. godine izvršena je nabava opreme za opremanje Praktikuma u obje škole, i to za svaku školu: 3D pisač MakerBot Replicator 2X, 3D skener MakerBot Digitizer, te početni paket materijala za 3D ispis. Tijekom prve polovice siječnja 2016. izvršena je nabava i prijenosnih računala, koja će se koristiti uz 3D pisane i 3D skenere. Svu navedenu opremu, Elektrotehničko društvo Zagreb, tijekom siječnja 2016. godine donirati će školama kako bi one mogle opremiti svoje Praktikum i krenuti s edukacijom svojih učenika. Kako bi nastavnici škola mogli što kvalitetnije i na sustavan način prenositi znanja i vještine s područja aditivnih tehnologija svojim učenicima, do kraja veljače 2016. projektom je planiran završetak

pripreme stručnog priručnika, kojeg će pripremiti djelatnici Fakulteta strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Zagrebu. Do završetka provedbe projekta, osim edukacije učenika na području 3D tiskanja i 3D skeniranja, kao kruna projekta, održati će se učeničko natjecanje, a Elektrotehničko društvo Zagreb je za natjecatelje pripremio i prigodne nagrade.

Svi sudionici na projektu zahvaljuju Ministarstvu znanosti, obrazovanja i sporta RH na financiranju provedbe ovog projekta.

Voditelj projekta  
Prof. dr.sc. Damir Godec

