



## Povzetek projekta Po kreativni poti do znanja 2016/2017 za namen objave in predstavitve na spletni strani sklada

### 1. Polni naslov projekta: Razvoj tehnologije trirazsežnega tiskanja magnetov

- V katero področje na prvi klasifikacijski ravni KLASIUS-P se uvršča projekt glede na vsebinsko zasnovu (neustrezno področje izbršite):

5 - Tehnika, proizvodne tehnologije in gradbeništvo

**2. V sodelovanju z:** (navede se univerza oz. samostojni visokošolski zavod, ki je prijavil projekt in članica, ki je nosilka projekta ter partnerja – podjetja, ki je/sta vključena v projekt)

Fakulteta za tehnologijo polimerov

Magneti Ljubljana, d.d.

### 3. Besedilo:

- Opredelite problem, ki se je razreševal tekom izvajanja projekta

Tehnologija injekcijskega brizganja iz ekonomskega vidika ni več najbolj primerna za izdelavo manjših serij plastomagnetov zaradi visokih stroškov orodij ter časa potrebnega za njihovo izdelavo. Na področju plastomagnetov je zato potreben razvoj in implementacija novih tehnologij za izdelavo malih serij izdelkov. Glede na svetovne smernice in napovedi nove industrijske revolucije dodatnih tehnologij izdelav (3D tisk), ki omogoča hitro izdelavo maloserijskih proizvodov, smo ocenili, da predstavlja 3D tisk plastomagnetov novo tehnološko priložnost z veliko dodano vrednostjo. Na področju izdelave plastomagnetov pa še uporabe te tehnologije nismo zasledili tako v raziskovalnem kot tudi v industrijskem okolju.

Namen projekta je bil razvoj tehnologije 3D tiska plastomagnetov po postopku tehnologije neprekinjenega ciljnega nalaganja (Fused Deposition Modeling), pri katerem filament iz plastomagneta prihaja v neprekinjenem toku skozi ekstrudersko šobo printerja. Na tem mestu se filament ogreje nad temperaturo tališča oziroma nad temperaturo tečenja, šoba pa ga po slojih nanaša na podlago.

- Opišite potek reševanja problema oz. kratek povzetek projekta

Plastomagneti, ki so kompoziti sestavljeni iz polimerne matrice in magnetnih delcev, z letno stopnjo rasti več kot 10 % in visoko dodano vrednostjo so zagotovo eden izmed produktov prihodnosti. Omejitve priprave plastomagnetov z obstoječimi tehnologijami predstavljajo kompleksne strukture produktov, maloserijska proizvodnja, veliki stroški orodij in relativno velika poraba energije. Alternativno so študenti Fakultete za tehnologijo polimerov in Fakultete za strojništvo Univerze v Mariboru skupaj z delovnimi in pedagoškimi mentorji videli v 3D tiskanju plastomagnetov. Ker filament za 3D tiskanje ni komercialno dostopen, smo ga morali razviti sami. Uspelo jim je razviti fleksibilen plastomagnetni filament, s katerim se lahko natisne magnetne kompleksnih oblik z domala identičnimi magnetnimi lastnostmi, kot jih imajo obstoječi produkti pripravljeni s tehnologijo injekcijskega brizganja.

- Navedite in opišite rezultate projekta ter njihov doprinos k družbeni koristnosti

Širša družbena korist rezultatov projekta se kaže v dejstvu, da bi uporaba v projektu razvite tehnologije 3D tiska plastomagnetov doprinesla k:

- Skrajšanju časa razvoja novih izdelkov, ki vsebujejo plastomagnete (motorji, senzorji, aktuatorji, ...);
- Bistveno bi se znižali stroški razvoja (odpade izdelava testnih orodij za brizganje) kot tudi končne proizvodnje (odpade izdelava dragih (ca. 10.000 do 100.000 eurov) večgnezdnih orodij za injekcijsko brizganje);

- Manjši izmet, manjša poraba el. energije, znižanje izpustov CO<sub>2</sub> in posledično manjša obremenitev okolja;
- Vse zgornje ugotovitve pa bi v končni fazi vplivale na nižjo, konkurenčnejšo ceno končnih izdelkov;
- Smotnejša poraba vhodnih surovin (plastomagnetni vsebujejo ob polimernem vezivu tudi več kot 90% magnetnega prahu narejenega iz redkozemeljskih elementov (zlitine iz sistema Nd-Fe-B). Redkozemeljski elementi so podvrženi zelo velikim cenovnim nihanjem, ki je povezano z monopolom kitajskih rudnikov na svetovnem tržišču;
- Manjša poraba el. energije 3D tiskalnikov v primerjavi z napravami za brizganje plastike,
- Nova tehnologija bo omogočila vzpostavitev zdravju prijaznejše proizvodnje magnetnih izdelkov, saj so konvencionalne tehnologije povezane z visokimi emisijami hrupa v delovnem okolju.

Ocenjujemo, da je uspešna realizacija ciljev zastavljenih v našem projektu doprinesla ne samo nova znanja in izkušnje študentom in podjetju, ki so vključeni v projekt ampak, bodo ti rezultati širše družbeno koristni, saj je bila v našem projektu razvita tehnologija 3D tiskanja magnetov kar bo predstavljalo nov revolucionaren način izdelave elektromotorjev, generatorjev in drugih senzorjev ter odprla možnost izdelave izdelkov, kakršnih na tržišču še nismo videli. Prav tako ocenjujemo, da obstaja velik potencial v razširitvi kroga kupcev na manjša podjetja in tudi posameznike svobodnih poklicev (inovatorji, umetniki, modelarji,...) ter izobraževalne institucije (šole, univerze, ...) ki pri svojem delu uporabljajo 3D tiskalnike in bi jim tisk magnetnih materialov zelo razširil spekter uporabne vrednosti njihovih produktov.

#### 4. Priloge:

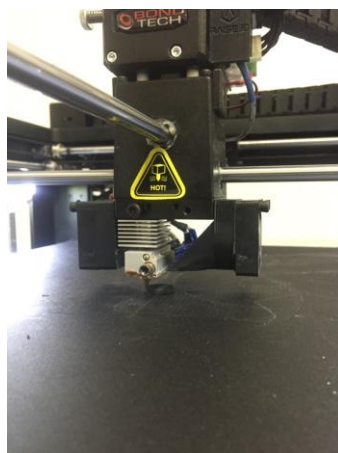


a)



b)

Slika 1: Izdelava filamenta iz granulata plastomagnetov na dvopolžnemekstruderju



Slika 2: Prikaz poteka 3D tiska plastomagnetov



a)



b)

Slika 3: Primeri 3D tiskanih plastomagnetov enostavnih (a) in bolj kompleksnih oblik (b)

## Povzetek projekta Po kreativni poti do znanja 2016/2017 za namen objave in predstavitve na spletni strani sklada

### 1. Polni naslov projekta: Optimizacija enakomerne porazdeljenosti temperaturnih razmer v pečici s pomočjo umetne inteligence

- V katero področje na prvi klasifikacijski ravni KLASIUS-P se uvršča projekt glede na vsebinsko zasnovo (neustrezno področje izbršite):

5 - Tehnika, proizvodne tehnologije in gradbeništvo

### 2. V sodelovanju z: (navede se univerza oz. samostojni visokošolski zavod, ki je prijavil projekt in članica, ki je nosilka projekta ter partnerja – podjetja, ki je/sta vključena v projekt)

Fakulteta za tehnologijo polimerov Slovenj Gradec

Gorenje gospodinjski aparati d.d.

### 3. Besedilo:

- Opredelite problem, ki se je razreševal tekom izvajanja projekta

Za kakovostno in ponovljivo peko je zelo pomembno, da so temperaturne razmere v pečici dobro nadzorovane in homogene. Ko uporabnik pečice nastavi želeno temperaturo peke, se pečica segreje na to temperaturo, le-ta pa se mora ohranjati vse do konca peke oz. do ponastavitve. Zelo pomembno je, da je želena temperatura enakomerno porazdeljena po celotni pečici in je posledično enakomerna tudi peka. Temperaturne razmere v predelu za peko se razlikujejo med modeli pečic, meritve pa kažejo, da prihaja do določenih odstopanj celo med istimi modeli pečic. Seveda so to minimalna odstopanja, ki pa se opazijo le pri najbolj zahtevni peki. Razvojni oddelki podjetij, ki proizvajajo pečice, se trudijo dosežati čim bolj enakomerno temperaturno porazdeljenost v prostoru za peko. Zaradi kompleksnosti problema je učinkovitost inženirskih determinističnih pristopov omejena in še vedno prihaja do razmeroma visokih temperaturnih razlik na različnih predelih v pečici. V okviru projekta smo se ukvarjali z optimizacijo delovanja pečice oz. z iskanjem ustreznega režima prižiganja in ugašanja grelcev za doseg čim enakomernjše temperature znotraj prostora za peko.

- Opišite potek reševanja problema oz. kratek povzetek projekta

Projekt smo izvedli z namenom, da razvijemo sistem, ki bo sposoben poiskati optimalno rešitev preklapljanja grelcev v pečici s ciljem minimizacije temperaturnih razlik v prostoru za peko. V okviru projekta smo razvili inteligentni sistem, ki za reševanje kompleksnega problema enakomerne porazdeljenosti temperatur v pečici uporablja umetno inteligenco. Metode umetne inteligence so se v preteklosti izkazale kot učinkovite pri reševanju kompleksnih inženirskih problemov. Uporabili smo skupinsko inteligenco, natančneje optimizacijo z rojem delcev. Razvita in izdelana je bila konstrukcija, na katero se namestijo temperaturni senzorji, in sicer tako, da so enakomerno porazdeljeni po celotnem prostoru za peko. Razvito umetno inteligenco smo preko elektronskih komponent povezali z grelci v pečici in ji omogočili upravljanje grelcev. Nameščeni temperaturni senzorji v fazi učenja umetni inteligenci zagotavljajo povratno informacijo o dejanskih temperaturnih razmerah v posameznem delu pečice. Razvit inteligentni sistem je mogoče povezati s poljubnim modelom pečice ter izvesti fazo učenja oz. iskanja optimalne rešitve. Rešitev, ki jo predlaga sistem, predstavlja optimalne parametre preklapljanja grelcev v pečici.

- Navedite in opišite rezultate projekta ter njihov doprinos k družbeni koristnosti

V okviru projekta smo razvili in izdelali konstrukcijo, na katero se namestijo temperaturni senzori, in sicer tako, da so enakomerno porazdeljeni po nadzorovanem delu prostora za peko. Konstrukcija je izdelana iz toplotno odpornega polimera, ki zagotavlja obstojnost konstrukcije v pečici, hkrati pa se minimizira vpliv konstrukcije na zajemanje temperature iz termočlenov.

Razvili in izdelali smo sistem, ki omogoča natančen monitoring temperaturnih razmer v pečici ter aplikacijo za grafično prikazovanje opravljenih meritev.

Razvili smo delujoč inteligentni sistem, ki ga preko elektronskih komponent povežemo z grelci v pečici tako, da lahko le-ta z njimi upravljata, nameščeni temperaturni senzori pa v postopku učenja umetne inteligence zagotavljajo informacijo o dejanskih temperaturnih razmerah v posameznem delu pečice. Takšen sistem lahko povežemo s poljubnim modelom pečice in poženemo postopek iskanja optimalnega delovanja grelcev pečice.

V okviru projekta smo v omejenem časovnem obdobju učili razvit inteligentni sistem z namenom iskanja izboljšane rešitve delovanja pečice. Rešitev, ki jo sistem predlagal, predstavlja 12,38 % izboljšano oceno temperaturne porazdeljenosti v pečici. Dobljena rešitev potrjuje učinkovitost delovanja sistema in je praktično uporabna za model pečice, ki smo ga uporabljali v okviru projekta. Do tega rezultata je sistem prišel v tretji generaciji razvoja, za kar je sistem potreboval približno mesec dni učenja. Za rešitve, ki bodo blizu optimalne in bodo predstavljale še večjo izboljšavo delovanja pečice predvidevamo, da bo potrebnih vsaj 50 generacij učenja sistema.

S projektnim delom se je razvil sistem, ki omogoča minimizacijo temperaturnih razlik v pečici. Z uporabo rezultatov projekta se bo zmanjšala poraba električne energije v številnih gospodinjstvih, to pa vsekakor izkazuje pomembno družbeno korist. Manjša poraba električne energije pri uporabi pečice pomeni manjše stroške za gospodinjstva, posledično pa vpliva na zmanjšanje onesnaževanja okolja, ki nastaja pri proizvodnji električne energije. Prav tako se z večjo temperaturno natančnostjo pečice poveča zadovoljstvo uporabnikov. Rezultat optimalnega delovanja pečice je tudi zmanjšanje odpada hrana, ki je posledica nepravilnega pečenja.

#### 4. Priloge:

- Slikovno gradivo: Priložite vsaj dve sliki npr. sliko končnega produkta, sliko študentov pri delu na projektu, sliko s sestankov ipd. Pri pošiljanju slik bodite pozorni, v kolikor gre za končni produkt, da bo zadoščeno zahtevam glede informiranja in obveščanja (ustrezni logotipi itd.).







