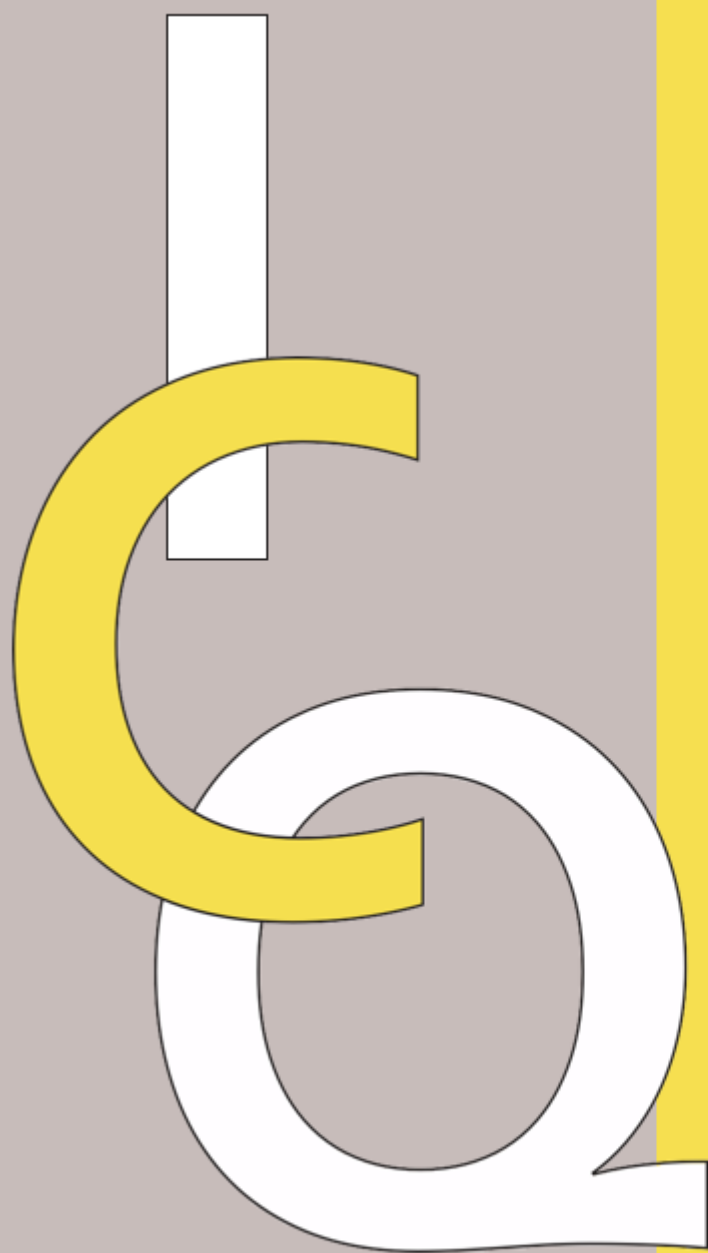


ZBORNIK RADOVA



20
21



09-11. jun



Република Србија
Министарство просвете, науке и
технолошког развоја

Zbornik radova / Proceedings

JUSK ICQ 2021 / UASQ ICQ 2021

Izdavač / Publisher:

JUSK - Jedinstveno Udruženje Srbije za Kvalitet
UASQ - United Association of Serbia for Quality, Belgrade, SERBIA

Urednik / Editor:

Prof. dr Valentina Marinković

Editorial Office:

JUSK / UASQ
Kneza Miloša St. 9/II, 11000 Belgrade, Serbia.
Phone/Fax: +381 11 32 36 266
E-mail: jusk@mts.rs
Web: www.jusk.rs

Za izdavača / For publisher:

Zoran Pendić
Andrijana Milošević Georgiev

Štampa (elektronska verzija) / Printed by (electronic version):

JUSK / UASQ
Kneza Miloša St. 9/II, 11000 Belgrade, Serbia.
Phone/Fax: +381 11 32 36 266
E-mail: jusk@mts.rs
Web: www.jusk.rs

Tiraž / Circulation: 300

ISBN: 978-86-89157-16-1

Note: All the manuscripts are not be returned.

This Publication is publication science character.

Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia has financially supported this edition.

Zahvaljujemo se Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkom razvoju što su podržali ovaj skup.

Thanks to Ministry of Education, Science and Technology Development for the support.

Uredništvo/Editorial Board

SADRŽAJ

DETALJNI PROGRAM.....	3
TALENTS' DEVELOPMENT CHALLENGES IN THE 4 th INDUSTRIAL REVOLUTION ERA.....	10
POLJOPRIVREDA 4.0 – IZAZOVI U KVALITETU	11
BIOFARMACEUTSKI ASPEKTI RAZVOJA FARMACEUTSKIH PROIZVODA.....	13
HEMIJSKI I MIKROBIOLOŠKI KRITERIJUMI VALIDACIJE ČIŠĆENJA TOKOM PROIZVODNJE DIJETETSKIH PROIZVODA	19
COVID 19 - MANAGEMENT OF PUBLIC PROMOTIONAL ACTIVITIES IN PHARMACIES.....	25
PROMENA LEGISLATIVNIH ZAHTEVA U VEZI SA LANCEM SNABDEVANJA LEKOVIMA: PRIMER DROGERIJA U SRBIJI U PRVOJ POLOVINI XX VEKA	31
VALIDATION OF CHROMATOGRAPHIC METHODS IN CLINICAL LABORATORIES	37
PREANALYTICAL AND ANALYTICAL QUALITY CONTROL OF QPCR	43
HEMOLYSIS INDEX: CURRENT RECOMMENDATIONS AND CONCERNS	49
BIAS IN MEDICAL BIOCHEMISTRY- WHAT LABORATORY PROFESSIONALS NEED TO KNOW?.....	55
ANALIZA KONKURENTNOSTI DOMAĆE PRIVREDE U GLOBALNOM TRŽIŠNOM OKRUŽENJU	63
SARADNJA U DIGITALNOM POSLOVNOM OKRUŽENJU PREDUSLOV ZA POSTIZANJE KONKURENTNOSTI I POSLOVNE IZVRSNOSTI	71
BEZBEDNOST INFORMACIJA KAO ZNAČAJAN ELEMENT OSTVARIVANJA POSLOVNE IZVRSNOSTI PREDUZEĆA	80
MODEL ZA UNAPREĐENJE POSLOVANJA DOMAĆIH PREDUZEĆA U FUNKCIJI RAZVOJA KONKURENTSKE SPOSOBNOSTI	89
ALGORITAM ZA PRIMENU 3D ŠTAMPE U PROJEKTOVANJU ILI MODIFIKACIJI PROIZVODA.....	94
PRIMER REALIZACIJE UZORKA POMOĆU 3D ŠTAMPE I ANALIZA PROBLEMA U KVALITETU	102
KONCEPT PROAKTIVNOG KUPCA KAO OSNOVA KONKURENTNOSTI SAVREMENOG PREDUZEĆA.....	108
ULOGA CRM-A U RAZVOJU KONKURENTNOSTI DOMAĆIH PREDUZEĆA	114
KORPORATIVNA DRUŠTVENA ODGOVORNOST I SAVREMENO POSLOVANJE	119
KVALITET 4.0 JE VIŠE OD PRIMENE TEHNOLOGIJA INDUSTRIJE 4.0	124
PANDEMIC'S THREATS TO ORGANIZATION.....	134
PODRŠKA ŠKOLAMA U SPROVOĐENJE SANITARNO-HIGIJENSKIH MERA ZA PREVENCIJU COVID-19 U ŠKOLSKOJ SREDINI	140
SIX SIGMA APLICATION FOR REDUCING UNIVERSITY STUDENTS DROPOUT	145
RECOMMENDATION AND MACHINE LEARNING METHODS IN E-LEARNING	153

DETALJNI PROGRAM

JUSK – JEDINSTVENO UDRUŽENJE SRBIJE ZA KVALITET



uz podršku i pomoć više domaćih i međunarodnih institucija i organizacija,
obeležavaju 59. godinu postojanja i rada JUSK-a,
organizuju i pozivaju Vas da učestvujete na:

**XVII MEĐUNARODNOJ KONVENCIJI O
KVALITETU JUSK ICQ - 2021**

09 - 11. jun 2021. u Beogradu

NAUČNI ODBOR / SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. dr Valentina MARINKOVIĆ, Univerzitet u Beogradu - Farmaceutski fakultet, Beograd.
Prof. dr Vidosav MAJSTOROVIĆ, Univerzitet u Beogradu - Mašinski fakultet, Beograd - Doc.
dr Bojana KNEŽEVIĆ, KBC Zagreb, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska - Dr
Ina HEINE, RWTH University at Aachen, Germany - Prof. dr Jasmina ĐEĐIBEGOVIĆ,
Farmaceutski fakultet u Sarajevu, Bosna i Hercegovina - Doc. dr Ahmed NOVO, Medicinski
fakultet Univerziteta u Sarajevu, Bosna i Hercegovina – Dr sci. Ljijana VUJOTIĆ, Univerzitet u
Beogradu - Medicinski fakultet, Beograd - Prof. dr Tatjana ŠIBALIJA, Metropolitan Univerzitet,
Beograd – Doc. dr sci. Davor J. KORČOK, AbelaPharm Beograd - Prof. dr Bato
KAMBEROVIĆ, FTN, Novi Sad - Prof. dr Milorad Kilibarda, Univerzitet u Beogradu -
Saobraćajni fakultet, Beograd - Mr Zoran PENDIĆ, JUSK, Beograd - Prof. dr Gordana
UŠĆEBRKA, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad – Prof. dr Dejan ĐORĐEVIĆ, Tehnički fakultet,
Zrenjanin, Univerzitet u Novom Sadu - Prof. dr Dragan ČOČKALO, Univerzitet u Novom Sadu
- Prof. dr Cariša Bešić, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka Čačak - Prof. dr
Nada MAJKIĆ SINGH, Društvo medicinskih biohemičara, Beograd.

ORGANIZACIONI ODBOR / ORGANIZING COMMITTEE

Dr sci. med. Andrijana MILOŠEVIĆ GEORGIEV, Univerzitet u Beogradu - Farmaceutski
fakultet, Beograd/Menadžer Konferencija - Gordana DOJČINOVIĆ, JUSK, Beograd/Menadžer
finansija - Nada TRŠIĆ MILANOVIĆ, AbelaPharm, Beograd - Srđan BOGETIĆ, Beogradska
poslovna škola, Beograd - Sanja JOVIĆ, Apoteka Beograd, Beograd - Milovan LUKOVIĆ,
Kompanija "Sloboda", Čačak - Ivica MARJANOVIĆ, Ministarstvo odbrane, sektor za materijalne
resurse, vojna kontrola kvaliteta – Stana DIMITRIJEVIĆ, Enološka stanica Vršac - Ivan
VELIKINAC, Pharmanova, Obrenovac – Dragan MATIĆ, Intermehanika, Smederevo - Goran
UŠENDIĆ, Gemont, Beograd - Boris LAŠTRO, Direkcija za mere i dragocene metale - Nikola
DOKMANOVIĆ, JUSK, Beograd - Prof. dr Dragan ŽIKIĆ, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

[Mesto održavanja](#)

Konferencija će biti održana u svečanoj sali Saveza inženjera i tehničara, ul. Kneza Miloša 9,
11000 Beograd.

[Zvaničan jezik](#)

Zvanični jezici Konvencije su engleski i srpski.

[Radovi i Zbornik](#)

Radovi će biti objavljeni u Zborniku (sa ISBN/ COBISS.SR-ID brojem), bilo da su na
engleskom ili srpskom jeziku.

Korespodencija – Sekretarijat ICQ Konvencije

Gordana Dojčinović, JUSK;

Andrijana Milošević Georgiev, Univerzitet u Beogradu – Farmaceutski fakultet;

Kneza Miloša 9

11000 Beograd

Mob.: +381 64 1135593;

E - mail: jusk@mts.rs ili office@jusk.rs;

Web site: www.jusk.rs; www.journal.jusk.rs;

Plan Konferencije

Datum: 09. jun / Sreda	On line Link za pristup: https://pharmacybg.webex.com/pharmacybg/j.php?MTID=mcebc292b69e401183ac55eb4f8e09d60
Vreme	Rad / tema
10:00 - 11:30	Sesija 1: OKRUGLI STO <i>BUDUĆNOST UDRUŽENJA ZA KVALITET</i>

Datum: 10. jun / Četvrtak	Mesto: Svečana Sala Saveza inženjera i tehničara Srbije, ul. Kneza Miloša 9, Beograd
---------------------------	--

Registracija učesnika: 09:00 – 09:45 Svečana Sala Saveza inženjera i tehničara Srbije, ul. Kneza Miloša 9, Beograd

Vreme	Rad / tema
9:45 - 10:00	Otvaranje ICQ 2021
10:00 - 11:30	<p><u>Sesija 1: Plenarna predavanja:</u></p> <p>1. Ernest Vlačić, University of Applied science ALGEBRA, Zagreb, Hrvatska „<i>IZAZOVI RAZVOJA TALENATA U ERI 4.0 INDUSTRIJSKE REVOLUCIJE</i>“</p> <p>2. Gordana Ušćebrka, Dragan Žikić, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad „<i>POLJOPRIVREDA 4.0 - IZAZOVI U KVALITETU</i>“</p>
11.30- 12.00	Svečani koktel
12.00- 14.30	<p><u>Sesija 2: NTK - FARMACIJA</u> Predsedavajući Konferencije: Doc. dr sci. Davor J. Korčok, predsednik Naučno-tehničkog komiteta za farmaciju Prof. dr Brižita Đorđević, Univerzitet u Beogradu - Farmaceutski fakultet Prof. dr Dušanka Krajnović, Univerzitet u Beogradu - Farmaceutski fakultet Prof. dr Nataša Jovanović Lješković, Farmaceutski fakultet Novi Sad</p> <p>1. Marija Ilić, „<i>BIOFARMACEUTSKI ASPEKTI RAZVOJA FARMACEUTSKIH PROIZVODA</i>“</p> <p>2. Nada Tršić Milanović, Davor J. Korčok, „<i>HEMIJSKI I MIKROBIOLOŠKI KRITERIJUMI VALIDACIJE ČIŠĆENJA TOKOM PROIZVODNJE DIJETETSKIH PROIZVODA</i>“</p> <p>3. Svetlana Stojkov, Milica Stojanović, Nataša Jovanović Lješković, Jasmina Arsić, „<i>COVID 19 – UPRAVLJANJE JAVNOPROMOTIVNIM AKTIVNOSTIMA U APOTEKAMA</i>“</p>

	4. Jasmina Arsić, Dušanka Krajnović, Aleksandra Arsić, <i>„PROMENA LEGISLATIVNIH ZAHTEVA U VEZI SA LANCEM SNABDEVANJA LEKOVIMA: PRIMER DROGERIJA U SRBIJI U PRVOJ POLOVINI XX VEKA“</i>
13.30- 15.00	Pauza
	ON LINE Link za pristup Sesiji 3: https://pharmacybg.webex.com/pharmacybg/j.php?MTID=m22f7aa566d512a84d9398fcd4ba15e71
15:00 - 17:30	Sesija 3: NTK - AKREDITOVANE LABORATORIJE - 16. KONFERENCIJA Predsedavajući Konferencije: Prof. dr Nada Majkić-Singh, Društvo medicinskih biohemičara Srbije, Beograd Prim. dr Zorica Šumarac, Centar za medicinsku biohemiju, Klinički Centar Srbije, Beograd Asistent dr sci. Neda Milinković, Katedra za medicinsku biohemiju, Univerzitet u Beogradu - Farmaceutski fakultet, Beograd 1. Tamara Gojković , Univerzitet u Beogradu - Farmaceutski fakultet <i>"VALIDACIJA HROMATOGRAFSKIH METODA U BIOHEMIJSKOJ LABORATORIJI"</i> 2. Miron Sopić , Univerzitet u Beogradu - Farmaceutski fakultet <i>"PREANALITIČKA I ANALITIČKA KONTROLA KVALITETA QPCR"</i> 3. Vera Lukić , Zavod za zdravstvenu zaštitu radnika železnice Srbije <i>"INDEKS HEMOLIZE: TRENUTNE PREPORUKE I NEDOUMICE"</i> , 4. Neda Milinković , Univerzitet u Beogradu - Farmaceutski fakultet <i>"BIAS U MEDICINSKOJ BIOHEMIJI – ŠTA LABORATORIJSKO OSOBLJE TREBA DA ZNA?"</i>

Datum: 11. jun / Petak	Mesto: Svečana Sala Saveza inženjera i tehničara Srbije, ul. Kneza Miloša 9, Beograd
-------------------------------	---

Registracija: 09:00 – 10:00

Vreme	Rad / tema
10:00 - 12:00	Sesija 1: NTK – RAZVOJ POSLOVNE IZVRSNOSTI I KONKURENTNOST DOMAĆIH PREDUZEĆA 13. KONFERENCIJA Predsedavajući Konferencije: Prof. dr Cariša Bešić, redovni profesor, Tehnički fakultet, Čačak Prof. dr Dejan Đorđević, redovni profesor, TF Mihajlo Pupin, Zrenjanin Prof. dr Marijana Vidas Bujanja, redovni profesor, Beogradska poslovna i umetnička akademija strukovnih studija Prof. dr Dragan Čočkalović, redovni profesor, TF Mihajlo Pupin, Zrenjanin Dr sci. Srđan Bogetić, profesor strukovnih studija, Beogradska poslovna i umetnička akademija strukovnih studija

	<p>1. Dejan Đorđević, Dragan Čočkalović, Srđan Bogetić, Cariša Bešić, <i>„ANALIZA KONKURENTNOSTI DOMAĆE PRIVREDE U GLOBALNOM TRŽIŠNOM OKRUŽENJU“</i></p> <p>2. Marijana Vidas Bujanja, Iva Bujanja, <i>„SARADNJA U DIGITALNIM USLOVIMA POSLOVANJA PREDUSLOV ZA POSTIZANJE KONKURENTNOSTI I POSLOVNE IZVRSNOSTI“</i></p> <p>3. Srđan Bogetić, Zorana Antić, <i>„BEZBEDNOST INFORMACIJA KAO ZNAČAJAN ELEMENT OSTVARIVANJA POSLOVNE IZVRSNOSTI PREDUZEĆA“</i></p> <p>4. Cariša Bešić, Snežana Bešić, Ibrahim Jusufrić, Jasmina Velisavljević, <i>„MODEL ZA UNAPREĐENJE POSLOVANJA DOMAĆIH PREDUZEĆA U FUNKCIJI RAZVOJA KONKURENTSKE SPOSOBNOSTI“</i></p> <p>5. Dragoljub Tanović, Aleksandar Kovačević, Miloš Vorkapić, Aleksandar Vujović, <i>„ALGORITAM ZA PRIMENU 3D ŠTAMPE U PROJEKTOVANJU I MODIFIKACIJI PROIZVODA“</i></p> <p>6. Miloš Vorkapić, Aleksandar Stajčić, Ivana Mladenović, Toni Ivanov, <i>„PRIMER REALIZACIJE UZORKA POMOĆU 3D ŠTAMPE I ANALIZA PROBLEMA U KVALITETU“</i></p> <p>7. Iva Bujanja, <i>„KONCEPT PROAKTIVNOG KUPCA KAO OSNOVA KONKURENTNOSTI SAVREMENOG PREDUZEĆA“</i></p> <p>8. Mihalj Bakator, Dejan Đorđević, Dragan Čočkalović, Sanja Stanisavljev, Dragana Milosavljev, <i>„ULOGA CRM-A U RAZVOJU KONKURENTNOSTI DOMAĆIH PREDUZEĆA“</i></p> <p>9. Milenko Čeha, Nikola Čeha, <i>„KORPORATIVNA DRUŠTVENA ODGOVORNOST I SAVREMENO POSLOVANJE“</i></p>
12:00 - 14:00	Pauza
14.00 - 16.30	<p>Sesija 2: GODIŠNJA JUSK KONFERENCIJA – NTK UPRAVLJANJE KVALITETOM U ZDRAVSTVU Predsedavajući Konferencije: Mr Zoran Pendić, redovni član IAS, Razvojni centar SITS, Beograd Dr med. Ljiljana Jovanović, spec. epidemiologije, Ministarstvo zdravlja RS, Beograd Dr sci. med. Dragana Jovanović, Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, Beograd Dr sci. med. Branislava Matić, Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, Beograd Milica Đekić, dipl. inž., Cyber Defense Magazine, NYC, USA, Subotica Prof. dr Nikola Jančev, Akademija strukovnih studija, Šabac</p> <p>1. Zoran Pendić, Sanja Polak, Bojana Jakovljević, Dragana Jovanović, Marko Polak, Olivera Čosović, Ljiljana Vujotić, Ljiljana Jovanović, Željko Marković, <i>„KVALITET 4.0 JE VIŠE OD PRIMENE TEHNOLOGIJA INDUSTRIJE 4.0“</i></p> <p>2. Ljiljana Jovanović, Dragana Jovanović, Branislava Matić, <i>„PROTOKOL O VODI I ZDRAVLJU KAO PLATFORMA ZA PREDUZIMANJE MERA ZASTITE ZDRAVLJA U USLOVIMA EPIDEMIJE COVID-19“.</i></p>

**ALGORITAM ZA PRIMENU 3D ŠTAMPE U PROJEKTOVANJU ILI MODIFIKACIJI
PROIZVODA****ALGORITHM FOR USING 3D PRINTING IN
DESIGNING OR PRODUCT MODIFICATION**

Dragoljub Tanović¹, Aleksandar Kovačević¹, Miloš Vorkapić², Aleksandar Vujović¹

¹Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Republika Srbija,

dtanovic@mas.bg.ac.rs, akovacevic@mas.bg.ac.rs, vujovicaco98@gmail.com

²Univerzitet u Beogradu, IHTM-CMT, Beograd, Republika Srbija,

worcky@nanosys.ihtm.bg.ac.rs

Sažetak: U radu prikazan je algoritam koji omogućava primenu 3D štampe u projektovanju ili modifikaciji proizvoda. Aditivna proizvodnja, ili tehnologija 3D štampe, podrazumeva izradu proizvoda složene geometrije u relativno malim količinama. 3D štampa omogućuje realizaciju modela prema digitalnom prikazu, a njena primena je ogromna u različitim proizvodnim granama. Glavne prednosti 3D štampe su: ušteda energije, smanjenje otpada, smanjenje upotrebe većeg broja alata, kao i optimizacija dizajna. Tehnologija 3D štampe radi na principu dodavanja materijala u slojevima. Model se formira od slojeva rastopljenog materijala koji se odmah hladi i očvršćava. Polazni materijal za izradu modela je polilaktična kiselina (PLA). Na mehaničke karakteristike realizovanog modela od PLA utiču različite promenljive kao što su: prečnik brizgaljke, debljina definisanog sloja, procentualna vrednost ispune, geometrija ispune, veličina uzorka, brzina punjenja i temperatura proizvodnje. Cilj ovog rada je da se prikaže algoritam kao deo procedure i aktivnosti kontrole pri realizaciji različitih modela. Time se projektantu daje mogućnost da realizuje nov proizvod, ispravi greške na postojećem proizvodu i na kraju modifikuje proizvod prema zahterima krajnjih korisnika.

Ključne reči: *Kvalitet, 3D štampa, PLA, brizgaljka, Algoritam, Kontrola, Konkurentnost*

Abstract: The paper presents an algorithm that allows the application of 3D printing in the design or modification of products. Additive manufacturing, or 3D printing technology, involves the production of complex geometry in relatively small quantities. 3D printing enables the realization of models according to digital display, and its application is enormous in various production branches. The main advantages of 3D printing are: energy saving, waste reduction, reducing the use of more tools, as well as design optimization. 3D printing technology works on the principle of adding material in layers. The model is formed from layers of molten material that is immediately cooled and solidified. The starting material for the model is polylactic acid (PLA). The mechanical characteristics of the realized model from PLA are influenced by various variables such as: injection diameter, thickness of defined layer, percentage of fill, fill geometry, sample size, fill rate and production temperature. The goal of the work is to present the algorithm as part of the procedure and control activities for the implementation of different models. This gives the designer the opportunity to realize a new product, correct errors on an existing product and ultimately modify the product according to the wishes of the user.

Key Words: *Quality, 3D printing, PLA, Nozzle, Algorithm, Control, Competitiveness*

1. UVOD

Pojava aditivne proizvodnje (engl. Additive Manufacturing - AM) prema ASTM International [1], deklariše se kao: aditivna proizvodnja, brza izrada prototipova ili 3D štampa.

Cilj ovog rada je da se prikaže koliki je značaj aditivne proizvodnje (AP) u dizajniranju novih proizvoda, ali i da se napravi algoritam kojim bi se istakao značaj tehnologije 3D štampe u projektovanju novih ili modifikaciji postojećih proizvoda.

AP predstavlja alat koji nudi nove oblike konkurentnosti jer može da udovolji zahtevima različitih korisnika, što dovodi do brzog odgovora organizacije na poslovnu izvrsnost [2]. AP označava proizvodnju plastičnih delova u malim ili srednjim količinama, a to je ekonomski izvodljivo za mala i srednja preduzeća. S tim u vezi, AP ima uticaj na tri važna elementa: konkurentnost, potrošnju energije i trajanje uloženi sredstava [3]. Dakle, može se konstatovati da je AP postala proizvodni metod koji je neophodan za konkurentnost.

3D štampa je veoma jednostavna i jeftinija od drugih metoda brze izrade prototipova, pa može imati primenu u arhitekturi, biomedicini, automobilizmu, modi i obrazovanju [4,5]. Aditivna proizvodnja je revolucionarna i korisna je za životnu sredinu zbog smanjene količine otpadnog materijala, transporta i uklanjanja ambalaže [6]. Uopšteno, tehnologija 3D štampe se može uključiti u različitim fazama razvoja proizvoda, kao i u različitom obimu u toku procesa proizvodnje, a sve sa ciljem da se zadovolje krajnje potrebe i želje kupaca.

U tom pravcu, Pen i dr. [7] ukazali su da proizvodi dobijeni ovom tehnologijom nemaju iste mehaničke osobine kao proizvodi koji se proizvode u tradicionalnim tehnološkim procesima. Glavni parametri pomoću kojih se poredi pomenute tehnologije su: optimizacija energije, smanjenje fizičkog otpada, smanjenje upotrebe većeg broja alata, kao i optimizacija dizajna.

Primena 3D tehnologije štampanja dovodi do porasta poslovnih aktivnosti, veće profitabilnosti i veće konkurentnosti organizacije. Drugim rečima, strateški gledano, 3D štampa omogućava savremenim

organizacijama da postignu kvalitetan razvoj poslovanja i na taj način korporativni uspeh.

2. ADITIVNA PROIZVODNJA

Aditivna proizvodnje (AP) omogućava realizaciju proizvoda jednostavne i složene geometrije [8] u relativno malim količinama. Takođe, AP omogućava povoljnu izradu alata i kalupa koji se koriste u masovnoj proizvodnji, pogotovo kada je reč o vazduhoplovnoj industriji i razvoju kompleksnih mehaničko-električnih proizvoda [9]. Vazduhoplovne kompanije uveliko koriste AP u realizaciji novih rešenja u cilju smanjenja težine aviona i troškova pri zameni skupih materijala [10].

U poređenju sa tradicionalnom proizvodnjom (TP) AP predstavlja revolucionarni napredak, jer se delovi realizuju prema digitalnom prikazu i time su isključeni mašinska obrada, kovanje i livenje [11]. U prilog ovome, Harris [12] je ispitao mogućnosti AP, odnosno njenu primenu u različitim industrijskim sektorima kao i uticaj AP u proizvodnim sistemima kako bi omogućili brzu i masovnu proizvodnju.

Prema Zhang i dr. [13] definisane su prednosti i nedostaci AP. Među prednostima ističu se: 1) realizacija složenih geometrijskih oblika sa kompleksnim unutrašnjim strukturama; 2) mogućnost jednostavne promene modela pomoću 3D programa, tj. skraćuje se vreme između iterativnih promena na dizajnu i lansiranja proizvodnje; 3) niski početni troškovi u postavljanju sistema, tj. postoji jednostavnija manipulacija alatom i opremom (jedan alat kod 3D štampača); 4) jednostavna distribucija formata, a to podrazumeva da se proizvod može brzo realizovati pomoću standardizovanih 3D programa i 5) upotreba bio razgradivih materijala, tj. vodi se računa o životnoj sredini.

Što se tiče nedostataka, oni se ogledaju u sledećem: 1) mala brzina štampe što je čini nepovoljnom za masovnu proizvodnju; 2) mala radna površina, tj. i dalje se izrađuju delovi po segmentima; 3) niska ujednačenost kvaliteta proizvodnje zbog

procesa izrade delova „sloj po sloj”, 4) kvalitet, trajnost i toletancije uređaja za 3D štampu i 5) problemi vezani za briga o intelektualnom vlasništvu i bezbednosti autorskih sadržaja.

Međutim, AP ima i svoja ograničenja. Vayre i dr. [14] ukazali su da postoje dva glavna ograničenja. Prvo, brizgaljka ostaje paralelna sa vertikalnom osom, a to dovodi do sudara između brizgaljke i modela. Drugo, podešavanjem brzine brizgaljke dolazi do razlike u visini materijala koji se nanosi. AP je dovela do mogućnosti da se realizuju virtuelni modeli u pravi opipljiv objekat. Konceptualni CAD model se na računaru realizuje kao 3D objekat na štampaču [15].

3. 3D ŠTAMPA – UREĐAJ I MATERIJALI

3D štampanje omogućava brojne izmene modela na zahtev kupca pre puštanja u proizvodnju. Ove izmene je jednostavno realizovati pomoću nekog CAD programa, a to pojednostavljuje komunikaciju sa naručiocem proizvoda.

Međutim, Cupar i dr. [16] za štampanja pomoću 3D štampača ukazuju da je potrebno napredno tehničko znanje u pripremi, zadavanju parametara i sam postupak realizacije štampe.

Zajednička osobina svih 3D štampača je u tome da oni rade na principu dodavanja materijala u slojevima. Model se formira od slojeva rastopljenog materijala koji se odmah hladi i očvršćava.

U 3D štampi najzastupljeniji su termoplastični materijali: poliaktička kiselina (PLA) i akrilonitril butadien stiro (ABS). PLA predstavlja materijal koji se dobija iz obnovljivih izvora kao što su: kukuruzni skrob ili šećerna trska [17]. To je ekološki termoplastični poliester jer se prirodno razgrađuje u spoljašnjim uslovima [18]. Može se proizvesti na osnovu već postojeće opreme za kalupovanje ili izlivanjem plastike, što ga čini relativno jeftinim za proizvodnju [19] i obično je dostupan u velikoj paleti boja, tj. može da se obrađuje mašinski.

Prema Patrick i Simpson [20], PLA je najperspektivniji polimer zbog svojih mehaničkih svojstava, termoplastične obradivosti i bioloških svojstava, kao što su biokompatibilnost i biorazgradivost. Ima

primenu u industriji ambalaže [21], biomedicinskim naukama [22], automobilske i elektro-industriji [23].

Glavna ograničenja PLA su visoka lomljivost, niska žilavost i rastezljivost [24, 25]. Nažalost, projektanti su ograničeni po pitanju izbora materijala. Danas su sve više u upotrebi termoplastični poliuretanski materijali TPE i TPU [26] koji prilikom štampanja imaju veću elastičnost od PLA i ABS.

PLA postaje tečan na temperaturi od 150°C do 160°C, zatim se zagreje do tačke topljenja (od 210°C do 230°C) i na kraju ohladi. Ciklus je ponovljiv, a to znači da nema značajne degradacije i gubitaka u materijalu.

Najčešći problem koji se javlja pri 3D štampanju je začepljenje brizgaljki tokom štampanja. Ukoliko je reč o starijem filamentu on vremenom postaje krt i može da se pokida pre ulaska u glavu štampača [27].

4. ALGORITAM PRIMENE 3D ŠTAMPE

Razmatranje i formiranje algoritma nastalo je iz potrebe da se zadovolje kupčeve želje kroz modifikaciju postojećeg proizvoda ili izradu novog proizvoda. Ovo je idealan način da se usaglasi dizajn proizvoda sa realnim potrebama potrošača. Pošto je algoritam vezan za 3D štampu, kontrola svih procesa je veoma bitna. Algoritam primene 3D štampe u realizacija modela dat je na slici 1.

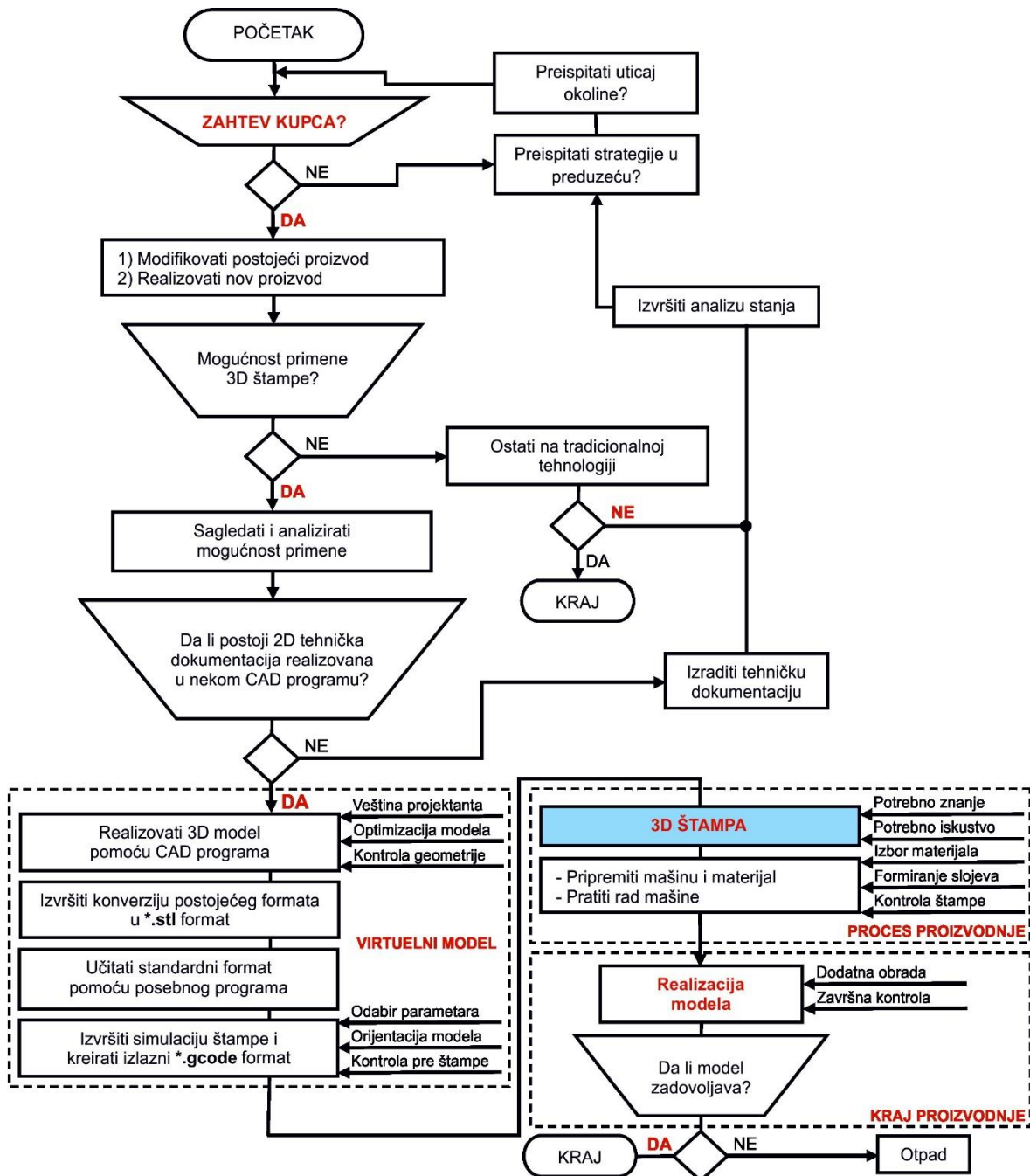
Algoritam počinje „zahtevom kupca”. Kupac ima potrebu da iskaže svoj stav kroz želju za modifikacijom postojećeg proizvoda ili za realizacijom novog proizvoda. Ukoliko su obe streane saglasne, razmatra se primena aditivne tehnologije, tj. 3D štampa. Ukoliko kupac ne iskazuje svoj stav ili želje i ukoliko ne daje predloge to postaje ozbiljno pitanje za organizaciju. S tim u vezi, organizacija bi trebalo da preispita definisane strategije ili da izvrši analizu tržišta.

Primena 3D štampe, može da predstavlja prepreku ili prednost za modifikaciju ili realizaciju novog proizvoda. Ukoliko ne postoje uslovi za primenu nove, onda se ostaje na tradicionalnoj

tehnologiji, tj. obrada se i dalje vrši u obradnim centrima. U slučaju da postoji mogućnost za 3D štampom, sagledavaju se i analiziraju segmenti dalje primene.

Sve ovo ima smisla ukoliko u organizaciji postoji tehnička dokumentacija realizovana u

nekom od CAD softverskih paketa. Ukoliko ne postoji, organizacija mora odmah da deluje po tom pitanju i izvrši analizu stanja pokrivenosti tehničkom dokumentacijom.



Slika 1. Algoritam za primenu 3D štampe u projektovanju ili modifikaciji proizvoda

Realizacija virtuelnog modela počinje na osnovu postojećih 2D crteža i njihovom konverzijom u 3D modele ili kroz direktno

crtanje 3D modela. Ovde je bitno napomenuti koliki značaj ima veština projektanta, da osmisli model, optimizuje glavne parametre i

da permanentno kontroliše geometriju.

U tom pravcu, metodologija izrade i kontrole virtuelnog 3D modela se odvija u sledećim koracima (videti sliku 1) [28, 29]:

1. Model se realizuje pomoću nekog od CAD softverskog paketa (Catia, Solid Edge, Solid Works, Pro/ENGINEER). U našem slučaju model je realizovan u Catia.
2. Zatim se 3D model uvozi kao ***stl**. datoteka u specijalizovani (posebni) program Ultimaker Cura, čime se podešavaju operativni parametri sistema. STL datoteka je standardni format za 3D štampanje i omogućava dobru čitljivost u mnogim 3D programima [30]. STL datoteka objekta uvodi se u računarsku platformu MATLAB kako bi se izvukli relevantni podaci o konturi objekta [31]. STL datoteka stvara skupove trouglova kako bi se predstavili CAD modeli [32,33].
3. Ovi podaci o realizovanom virtuelnom 3D modelu spisom često ukazuju da postoje netačnosti i oštećenja kada je reč o zakrivljenim površinama. Zbog toga se vrši dodatna mašinska obrada krivine fizičkog/gotovog modela [34].
4. Nakon odgovarajućih podešavanja i simulacije štampanja uz pomoć programa Ultimaker Cura, generiše se G kod u ekstenziji ***gcod** koji 3D štampač prepoznaje. G kod je standardni format koji opisuje putanju alata (brizgaljke kod 3D štampe), tj. kodiraju se: 1) kretanje glave štampača duž x,y i z pravaca, 2) količina istisnutog materijala i 3) brzina kretanje glave. Tokom ovog koraka, G kod učitava se u štampač i objekt je spreman za proizvodnju. Ovo je faza u kojoj dolazi do realizacije 3D modela [35,36].

Prema Bose i dr. [37], za postizanje što bolje preciznosti i rezolucije na 3D štampačima, potrebno je da bude što bolji odabir parametara, pravilna orijentacija modela i kontrola štampe po slojevima. U programu Ultimaker Cura postoji virtuelni prikaz trajektorije alata pri izradi svakog pojedinačnog sloja.

Radna površina grafičkog okruženja Ultimaker Cura daje trodimenzionalni izgled modela. U njemu se zadaju parametri štampanja. 3D štampač mora da podrži datoteku koja je projekovana da se model prevede u odgovarajući format [38].

Prednost ***stl**. datoteke ogleda se u tome što ga većina CAD aplikativnih softvera podržava i pojednostavljuje geometriju delova smanjenjem njegovih osnovnih komponenti. Nedostaci ***stl**. datoteke ogledaju se u gubitku željene rezolucije štampača koji se uglavnom odnosi na debljinu svakog sloja [32].

S tim u vezi, štampač mora da podržava datoteku koja je projekovana da se model prevede u odgovarajući format [33].

Pripremljen virtuelni model je ulazni element u procesu proizvodnje. Pre početka štampe mora se odabrati materijal i definisati parametri. Kada se uređaj pusti u rad, operater mora permanentno da vrši kontrolu štampe, tj. pravilno formiranje i slepljivanje slojeva duž z ose. Proces 3D štampanja uključuje topljenje termoplastičnog materijala kroz zagrejanu brizgaljku.

Na kraju procesa proizvodnje, pri realizaciji modela, vrši se dodatna kontrola geometrije i površina. Ukoliko postoji potreba, model se dodatno doraduje kako mehanički, tako i hemijski. Uz takav tretman, dobija se prototip koji po veličini, obliku i dimenzijama može da parira originalu dobijenog u obradnim centrima.

Postoji značajna razlika u vizuelnom prikazu i realizovanom modelu, odnosno kvalitet površine izrađenog modela zavisi od parametara štampača i od prostorne orijentacije. Efekat je izraženiji ukoliko se izabere veća debljina sloja radi uštede vremena za štampanje [hhh]. Takođe, složeni modeli ne mogu da postignu visokokvalitetnu rezoluciju u jednoj orijentaciji.

Ukoliko model ne zadovoljava pomenute kriterijume smešta se u otpad. U algoritmu otpad se ne posmatra kao trajno izgubljeni material, već kao resurs koji može da se reciklira i ponovo upotrebljava.

5. ZAKLJUČAK

Uspeh jedne organizacije je neminovan ako ona ide u korak sa trendovima koje diktiraju vodeće kompanije, institucije i stručnjaci.

Generalno, za svaku organizaciju postoji velika opasnost da li da uvede novu tehnologiju ili usavrši postojeću tehnologiju. Na osnovu algoritma, primenom 3D tehnologije brže se obrađuju informacije na relaciji proizvođač/kupac, skraćuje se vreme

odluke, ubrzavaju se strategije u donošenju odluka i povećava konkurentnost na tržištu.

3D štampa omogućava projektantu da odabere tehnologiju koja odgovara tačno njegovim potrebama i ispunjava zahteve kupaca. Međutim, kvalitet u potpunosti zavisi od odabranih parametara i materijala.

Upotreba AP predstavlja dobru strategiju za organizacije koja su tehnološki orijentisane: u slučaju kada konkurenti nude sličan (ili kvalitetniji) proizvod po nižim cenama i kada preduzeće ima kvalitetno istraživanje i razvoj. U poređenju sa TP, ne koristi se metal kako polazna sirovina, a to znači da realizovani 3D model omogućava znatnu uštedu u potrošnji energije i materijala.

U realizaciji modela trebalo bi da se zadrže svi elementi predhodnog projektovanja i da se ispita ekonomičnost realizacije prototipa primenom AP (nove). Kroz prototip (ili modifikovani model) analiziraju se svi proizvodi iz proizvodnog programa, uočavaju se prednosti ili mane i na kraju donose se optimalne odluke. Modeli koji ne ispunjavaju uslove kvaliteta odlažu se u otpad koji kasnije mogu da se recikliraju i ponovo upotrebe.

3D tehnologijom moguće je: izvršiti brzu promenu na postojećem proizvodu, izvršiti eksperimente na postojećem dizajnu i omogućiti prilagođavanje organizacije konceptu brze izrade prototipova.

Dalji razvoj novih proizvoda trebalo bi da bude fokusiran na mogućnost izrade određenih delova/sklopova pomoću 3D štampača.

Nažalost, većina mašina za 3D štampu se i dalje patentira i unapređuje. Ipak, bez obzira na modifikacije u AP, većina organizacija koja primenjuju tehnologiju 3D štampe postaju konkurentnija i tržišno održiva.

ZAHVALNOST

Ovaj rad je delom nastao u okviru projekata TR-35035 i TR-32008 od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Republike Srbije.

REFERENCE

- [1] ASTM F2792, *Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies*, ASTM, 2014.
- [2] Vinodh, S., Sundararaj, G., Devadasan, S. R., Kuttalingam, D., and Rajanayagam, D.

Agility through rapid prototyping technology in a manufacturing environment using a 3D printer. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol. 20, No. 7, pp. 1023-1041, 2009.

[3] Niaki, M. K. and Nonino, F. Impact of additive manufacturing on business competitiveness: A multiple case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol. 28, No. 1, pp.56-74, 2017.

[4] Schelly, C., Anzalone, G., Wijnen, B. and Pearce, J.M. Open-source 3-D printing technologies for education: Bringing additive manufacturing to the classroom. *Journal of Visual Languages & Computing*, Vol. 28, pp. 226-237, 2015.

[5] Achillas, C., Tzetzis, D. and Raimondo, M.O. Alternative production strategies based on the comparison of additive and traditional manufacturing technologies. *International Journal of Production Research*, Vol. 55, No. 12, pp. 3497-3509., 2017.

[6] Gebler, M., Uiterkamp, A.J.S. and Visser, C. A global sustainability perspective on 3D printing technologies. *Energy Policy*, Vol. 74, pp. 158-167, 2014.

[7] Pan, A.Q., Huang, Z.F., Guo, R.J. and Liu, J. Effect of FDM process on adhesive strength of polylactic acid (PLA) filament, *Key Engineering Materials*, Vol. 667, pp. 181-186. 2016.

[8] Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O. and Garrett, B. *Could 3D Printing Change the World*, Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing, Atlantic Council, Washington, DC, 2011.

[9] Lu, B., Li, D. and Tian, X. Development trends in additive manufacturing and 3D printing. *Engineering*, Vol. 1, No. 1, pp. 85-89, 2015.

[10] Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. and Harnisch, M. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, Vol. 9, No. 1, pp. 54-89. 2015.

[11] Shah, R. and Ward, P.T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of operations management*, Vol. 21, No. 2, pp. 129-149, 2003.

[12] Harris, I.D. Additive Manufacturing: A Transformational Advanced Manufacturing Technology-Additive manufacturing

- represents a new paradigm and offers a range of opportunities for design, functionality, and cost. *Advanced Materials and Processes*, Vol. 170, No. 5, pp. 25, 2012.
- [13] Zhang, L., Dong, H. and Saddik, A. E. From 3D sensing to printing: A survey. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM)*, Vol. 12, No. 2, pp. 1-23, 2015.
- [14] Vayre, B., Vignat, F. and Villeneuve, F. Designing for additive manufacturing. *Procedia CIRP* Vol. 3, pp. 632–637, 2012.
- [15] Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O. and Garrett, B. (2011). Could 3D printing change the world? *Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing*, Atlantic Council, Washington DC, 2011.
- [16] Cupar, A., Pogačar, V. and Stjepanović, Z. Shape verification of fused deposition modelling 3D prints. *International journal of information and computer science*, Vol. 4, pp. 1-8, 2015.
- [17] Stephens, B., Azimi, P., El Orch, Z. and Ramos, T. Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers. *Atmospheric Environment*, Vol. 79, pp. 334-339, 2013.
- [18] de Ciurana, J., Serenó, L. and Vallès, È. Selecting process parameters in RepRap additive manufacturing system for PLA scaffolds manufacture. *Procedia Cirp*, Vol. 5, pp. 152-157, 2013.
- [19] Gupta, B., Revagade, N. and Hilborn, J. Poly (lactic acid) fiber: An overview. *Progress in polymer science*, vol. 32, No. 4, pp. 455-482, 2007.
- [20] Petrick, I. J. and Simpson, T. W. 3D printing disrupts manufacturing: how economies of one create new rules of competition. *Research-Technology Management*, Vol. 56, No. 6, pp. 12-16, 2013.
- [21] Sinclair, R. G. The case for polylactic acid as a commodity packaging plastic. *Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry*, Vol. 33, No. 5, pp. 585-597, 1996.
- [22] Nampoothiri, K. M., Nair, N. R. and John, R. P. An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research. *Bioresource technology*, Vol. 101, No. 22, pp. 8493-8501, 2010.
- [23] Water, J. J., Bohr, A., Boetker, J., Aho, J., Sandler, N., Nielsen, H. M. and Rantanen, J. Three-dimensional printing of drug-eluting implants: preparation of an antimicrobial polylactide feedstock material. *Journal of pharmaceutical sciences*, Vol. 104, No. 3, pp. 1099-1107, 2015.
- [24] Ljungberg, N. and Wesslén, B. Preparation and properties of plasticized poly (lactic acid) films. *Biomacromolecules*, Vol. 6, No. 3, pp. 1789-1796, 2005.
- [25] Ehrig, F. *Mechanical Properties of 3D Printed PLA Test Specimen*. 14th International Symposium on Bioplastics, Biocomposites, and Biorefining Conference, 31 May-3 June 2016, 2016.
- [26] Ala'aldin Alafaghani, A. Q. and Ablat, M. A. Design consideration for additive manufacturing: fused deposition modelling. *Open Journal of Applied Sciences*, Vol. 7, pp. 291-318, 2017.
- [27] Petersen, E. and Pearce, J. Emergence of home manufacturing in the developed world: Return on investment for open-source 3-D printers. *Technologies*, Vol. 5, No. 1, pp. 7, 2017.
- [28] Farin, G., Hoschek, J. and Kim, M. S. (Eds.). *Handbook of computer aided geometric design*. Elsevier, 2002.
- [29] Zivanovic, S.T., Popovic, M.D., Vorkapic, N.M., Pjevic, M.D. and Slavkovic, N.R. An overview of Rapid Prototyping Technologies using Subtractive, Additive and Formative Processes. *FME Transactions*, Vol. 48, No. 1, pp. 246-253, 2020.
- [30] Wong, K. V. and Hernandez, A. A review of additive manufacturing. *ISRN Mechanical Engineering*, 2012.
- [31] Shaikh, S., Kumar, N., Jain, P. K. and Tandon, P. Hilbert curve based toolpath for FDM process. In *CAD/CAM, Robotics and Factories of the Future* (pp. 751-759). Springer, New Delhi, 2016.
- [32] Stroud, I. and Xirouchakis, P. C. STL and extensions. *Advances in Engineering Software*, Vol. 31, No. 2, pp. 83-95, 2000.
- [33] Eragubi, M. Slicing 3D CAD model in STL format and laser path generation. *International journal of innovation, management and technology*, Vol. 4, No. 4, pp. 410, 2013.
- [34] Ngo, T. D., Kashani, A., Imbalzano, G., Nguyen, K. T. and Hui, D. Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Composites Part B: Engineering*, Vol. 143, pp. 172-196, 2018.
- [35] Lu, B., Li, D., and Tian, X. Development

trends in additive manufacturing and 3D printing. *Engineering*, Vol. 1, No. 1, pp. 85-89, 2015.

[36] Zeltmann, S. E., Gupta, N., Tsoutsos, N. G., Maniatakos, M., Rajendran, J. and Karri, R. Manufacturing and security challenges in 3D printing. *Jom*, Vol. 68, No. 7, pp. 1872-1881, 2016.

[37] Bose, S., Vahabzadeh, S. and Bandyopadhyay, A. Bone tissue engineering using 3D printing. *Materials today*, Vol. 16, No. 12, pp. 496-504, 2013.

[38] Dimitrios, C., Mastorakis, N. and Kechagias, J. The Impact of Temperature Changing on Dimensional Accuracy of FFF process. *International Journal of Applied Physics*, Vol. 1, pp. 1-5, 2016.

[39] Nyman, H. J. and Sarlin, P. From bits to atoms: 3D printing in the context of supply chain strategies. *47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 4190-4199). IEEE, 2014.

[40] Soares, J. S., Moore Jr, J. E. and Rajagopal, K. R. Constitutive framework for biodegradable polymers with applications to biodegradable stents. *Asaio Journal*, Vol. 54, No. 3, pp. 295-301, 2008.

[41] Wang, W. M., Zanni, C. and Kobbelt, L. Improved surface quality in 3D printing by optimizing the printing direction. *Computer graphics forum*, Vol. 35, No. 2, pp. 59-70, 2016.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

005.6(082)(0.034.2)

МЕЂУНАРОДНА конвенција о квалитету (17 ; Београд ; 2021)

Zbornik radova [Elektronski izvor] / ICQ [XVII Međunarodna konvencija o kvalitetu] 2021, 09-11. jun, [2021, Beograd] ; [urednik Valentina Marinković]. - [Beograd] : JUSK - Jedinstveno Udruženje Srbije za Kvalitet = Belgrade : UASQ - United Association of Serbia for Quality, 2021 ([Beograd] : JUSK = Belgrade : UASQ). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) : tekst, slika ; 12 cm

Sistemska zahtevi: Nisu navedeni. - Tiraž 300. - Napomene i bibliografske reference uz tekst. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-89157-16-1

a) Управљање квалитетом -- Зборници

COBISS.SR-ID 40213257