

**3D ŠTAMPA DELA ZA NADOGRAĐNJU INDUSTRIJSKOG ROBOTA U OKVIRIMA
INDUSTRIJE 4.0****3D PRINTING OF AN INDUSTRIAL ROBOT UPGRADE PART IN INDUSTRY 4.0
FRAMEWORK**Vladimir Malenov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – Osnovni cilj ovog rada jeste implementacija Industrije 4.0 u tehnologiji 3D štampe na primeru izrade dela za nadogradnju robota. Na osnovu zahteva za traženim proizvodom, navedeni su svi elementi sistema koje koristi 3D štampač. Prikazani su elementi na 3D štampaču koji su omogućili da projektant i operater budu dislocirani od uređaja, a preko kojih vrše kontrolu proizvodnje traženog dela. Kao krajnji rezultat dobijen je proizvod koji zadovoljava sve zahteve, a nastao je upravljanjem 3D štampača bez kontakta sa projektantom.

Ključne reči: Industrija 4.0, 3D štampa, Aditivna proizvodnja

Abstract – The main goal of this paper is the implementation of Industry 4.0 in 3D printing technology on the example of creating a work for upgrading robots. Based on the required product requirements, all elements of the system used by the 3D printer are listed. The elements on the 3D printer are shown, which enabled the designer and the operator to be dislocated from the device, through which they performed control during the production of the required part. The end result is a product that meets all requirements and was created by managing a 3D printer without contact with the designer.

Keywords: Industry 4.0, 3D printing, Additive manufacturing

1. UVOD

Pravovremena digitalizacija poslovnih funkcija firme i procesa u različitim privrednim delatnostima utiče na to da se odluke donose brzo i da se na strateški način sagledaju mogućnosti inovativnih rešenja u cilju blagovremenog donošenja ispravnih odluka u poslovanju. Implementacija digitalnih rešenja u poslovanju utiče na revaluaciju konkurentne pozicije kompanije. Prvi put Industrija 4.0 pojavljuje se 2011. godine, a zvanično se u upotrebu uvodi 2013. godine od strane Nemačke Akademije Nauka i Inženjerstva u radu "Industry 4.0 Manifesto".

Tranzicija sa postojećih informativnih rešenja na nova. Pametna rešenja predstavljaju radikalnu promenu u pogledu industrijskog razumevanja poslovanja.

NAPOMENA:

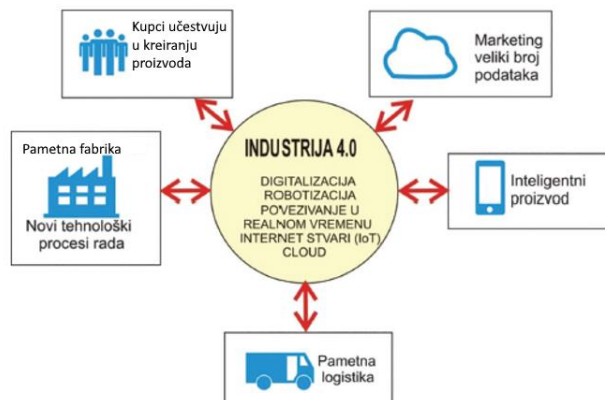
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Mijodrag Milošević, vanr. prof.

Koncepcija ovog rada je usmerena ka cilju da se predstave prednosti i objasni pojam industrije 4.0, a zatim i prikaže mogućnost implementacije na primeru izrade modela upotrebom 3D štampe od same porudžbine do gotovog proizvoda.

2. ČETVRTA INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA

Industrija 4.0 podrazumeva digitalizaciju i umrežavanje svih funkcija unutar fabrike i izvan nje, gde u proizvodnim procesima rade roboti umesto ljudi. To je stvaranje pametne fabrike (smart factory) koja koristi informacione tehnologije za upravljanje proizvodnjom i poslovnim procesima koji su dati na slici 1.

Osnovni cilj jeste postići dominaciju na tržištu ostvarivanjem poboljšanog kvaliteta, nižih troškova i fleksibilnije proizvodnje



Slika 1. *Koncept industrije 4.0 kao doprinosi pojeftinjenju personalizovanih proizvoda.*

2.1. Koncept industrije 4.0

Koncepcija koja obuhvata digitalizaciju, robotizaciju, vertikalnu i horizontalnu komunikaciju, kibernetičke sisteme, proširenu stvarnost i internet stvari, stvorice potpuno novi proizvodni sistemi. Takvi sistemi će moći da odgovore zahtevima personalizovanih proizvoda po želji kupca a da pritom imaju nižu cenu. Proizvodi u cilju praćenja, nadzora pravilnog rada i servisiranja imaju stalnu vezu sa isporučiocem. Iako je jedan od većih prigovora na koncept Industrije 4.0 dehumanizacija, to je delimično tačno jer će takav pristup doneti velike promene u zapošljavanju, ali i promene potrebnog znanja zaposlenog koji će nastaviti da radi. To se dešavalo kod

svih industrijskih revolucija, a to pokazuje da su se nakon toga otvarala nova radna mesta koja zahtevaju nova znanja za potrebe proizvodnje. Tako se može očekivati i u ovom slučaju a predviđa se da će se povećati potreba za novim kreativnim poslovima za nova zanimanja koja sada još možda ne postoje.

2.3. Tehnologije koje transformišu industrijsku proizvodnju

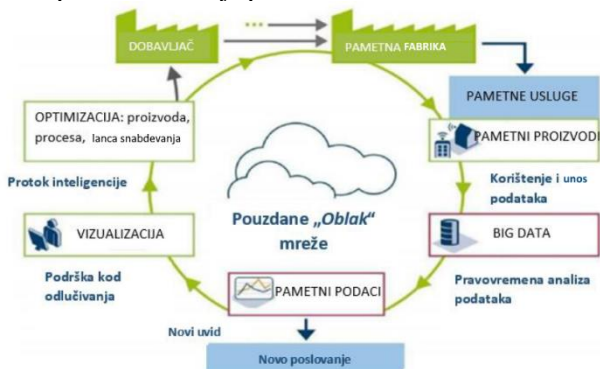
U nastavku ovog dela objašnjena je svaka tehnologija koja prati razvoj Industrije 4.0:

Internet stvari: sve više objekata koji nas okružuju imaju internet vezu tako da će biti povezani međusobno kao i sa korisnicima IoT aplikacije zahtevaju prilagođavanje klasične industrije kako bi tehnologija stvorila prilike za nastajanje novih industrija i pružanje obogaćenih i novih korisničkih iskustava i usluga

Računarstvo u oblaku: predstavlja deo informacione tehnologije (IT), model koji omogućava pristup deljenim bazama resursa, kao što su računarske mreže, unos i obradu podataka, umrežavanje aplikacija i usluga. Računarstvo u oblaku omogućava korisnicima i preduzećima sa različitim računarskim mogućnostima navedene mogućnosti.

Veliki podaci: praktična vrednost svih velikih setova podataka je primena analitike nad podacima u cilju dobijanja željenih rezultata. Veliki podaci predstavljaju bitan deo Industrije 4.0. jer sistemi i mašine u proizvodnom procesu generišu velike setove podataka tokom svog višegodišnjeg rada.

Pametna fabrika: označava fleksibilan sistem koji može samostalno izvršiti optimizaciju performansi preko šire mreže, prilagoditi se i učiti iz novih potreba u realnom ili približno realnom vremenu te samostalno upravljati celokupnim procesima proizvodnje. Na slici 2 je prikazan koncept funkcionisanja pametne fabrike.



Slika 2. Koncept pametne fabrike.

3. ADITIVNA PROIZVODNJA

Kompanije ulažu u ovu tehnologiju kako bi poboljšale svoj kvalitet proizvoda i održale korak sa revolucijom Industrije 4.0. Evolucija kod 3D tehnologija bila je od vitalnog značaja za izradu prototipova [1]. Proizvođači se sada mogu osloniti na napredni softver za proizvodnju složenih trodimenzionalnih objekata pre nego što pređu u fazu masovne proizvodnje. Pre ove tehnologije, izrađivali su se kalupi čija izrada je bila složena i nije tako brzo mogla da izrađuje prototipove u meri kojoj danas to čini tehnologije 3D štampe.

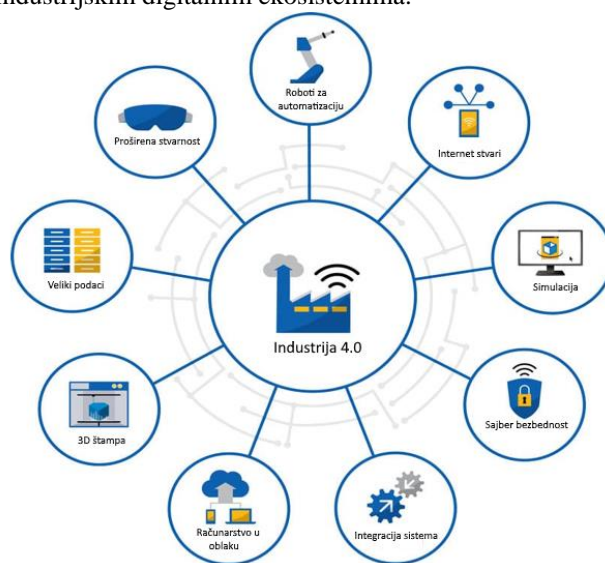
3.1. Aditivna proizvodnja u Industriji 4.0

Prototip i testiranje proizvoda nalazi se u ranim fazama razvoja u Industriji 4.0. sa 23% prototipova koji su proizvedeni 3D štamptom. Integracija 3D štampe omogućava kompanijama da razviju interakcije koje omogućavaju fleksibilnost, prilagodljivost i poboljšanu izvedbu krajnjih proizvoda

3.2. Mogućnosti 3D štampe u okviru Industrije 4.0

U srcu Industrije 4.0 nalazi se digitalna transformacija a na slici 3 su komponente koje je čine a jedna od njih je i 3D štampa.

U procesu transformacije, uspešna industrijska preduzeća će postati prava digitalna preduzeća sa fizičkim proizvodima, proširenim digitalnim interfejsima i inovativnim uslugama zasnovanim na podacima. Ova digitalna preduzeća će raditi zajedno sa kupcima i dobavljačima u industrijskim digitalnim ekosistemima.



Slika 3. Komponente Industrije 4.0.

4. TEHNOLOGIJA 3D ŠTAMPE I MOGUĆNOSTI NJENE PRIMENE U PROIZVODNJI

Za razliku od tradicionalnih metoda proizvodnje, aditivna proizvodnja predstavlja tehnologiju koja omogućava proizvodnju delova iz slojeva [2]. Za proizvodnju je potreban 3D CAD model dela koji se proizvodi i 3D štampač za aditivnu proizvodnju. 3D CAD model se podeli na slojeve koji predstavljaju površine na koje će biti nanet materijal. Debljina sloja zavisi od parametara procesa i tipa materijala. Kompletan proces formiranja sloja se odvija u jednoj ravni.

4.1 Značaj aditivne proizvodnje za kompanije

Savremene proizvodne kompanije koje žele da unaprede svoju konkurentnost na tržištu prisiljene su da unapređuju postojeće procese kao i da uvode savremene tehnologije u proizvodnju kako bi bili konkurentni pa je potreba za novim pristupima razvoja proizvoda velika. Svaki proizvod koji kompanija ponudi je rezultat poslovnih aktivnosti koje su temelj opstanka kompanije a on mora zadovoljiti ekonomske aspekte, savremene pristupe, dostupnost i mogućnost prilagođavanja tržišnim uslovima. Proces razvoja i redizajna proizvoda, kao jedna

od fundamentalnih poslovnih aktivnosti svake proizvodne kompanije, predstavlja veoma skupu aktivnost koja ponekad uprkos ulozenom trudu i sredstvima ne rezultuje zeljenim ishodom.

5. PROCES IZRADE DELA ZA NADogradnju ROBOTA ADITIVNOM METODOM

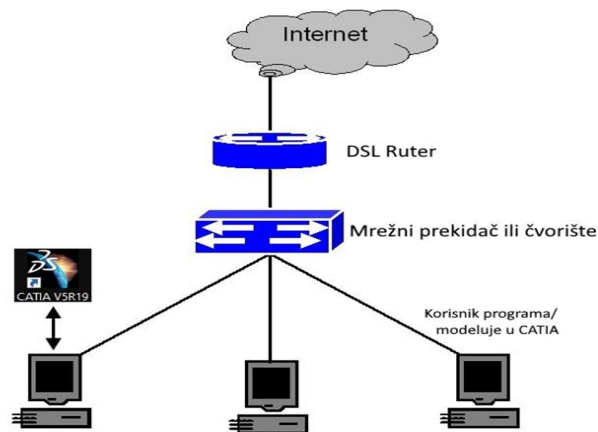
Kao u svim proizvodnim delatnostima, izrada kreće od naručioca a zatim po redosledu faze koje su prethodile pre samog procesa štampanja dela za nadogradnju robota. Prvi korak je prikupljanje tehničke dokumentacije, zatim projektovanje proizvoda u programu CATIA, generisanje G koda, priprema i štampa posredstvom 3D štampača. U ovom poglavlju je detaljno predstavljen proces pripreme i proizvodnje traženog dela implementacijom Industrije 4.0 u 3D štampi.

5.1 Projektovanje dela za nadogradnju robota primenom oblak tehnologija

Oblak tehnologija ima umrežene računare koji čine jednu virtuelnu celinu gde su svim konektovanim učesnicima u projektovanju proizvoda dostupni alati koji su zajednički. Na slici 4 prikazan koncept korišćenja računarskog oblaka pri izradi zupčanika u programskom sistemu CATIA koji se nalazi na udaljenom računaru.

Da bi se primenila ova koncepcija neophodni su sledeći resursi: veza sa internetom, DLS ruter, mrežna

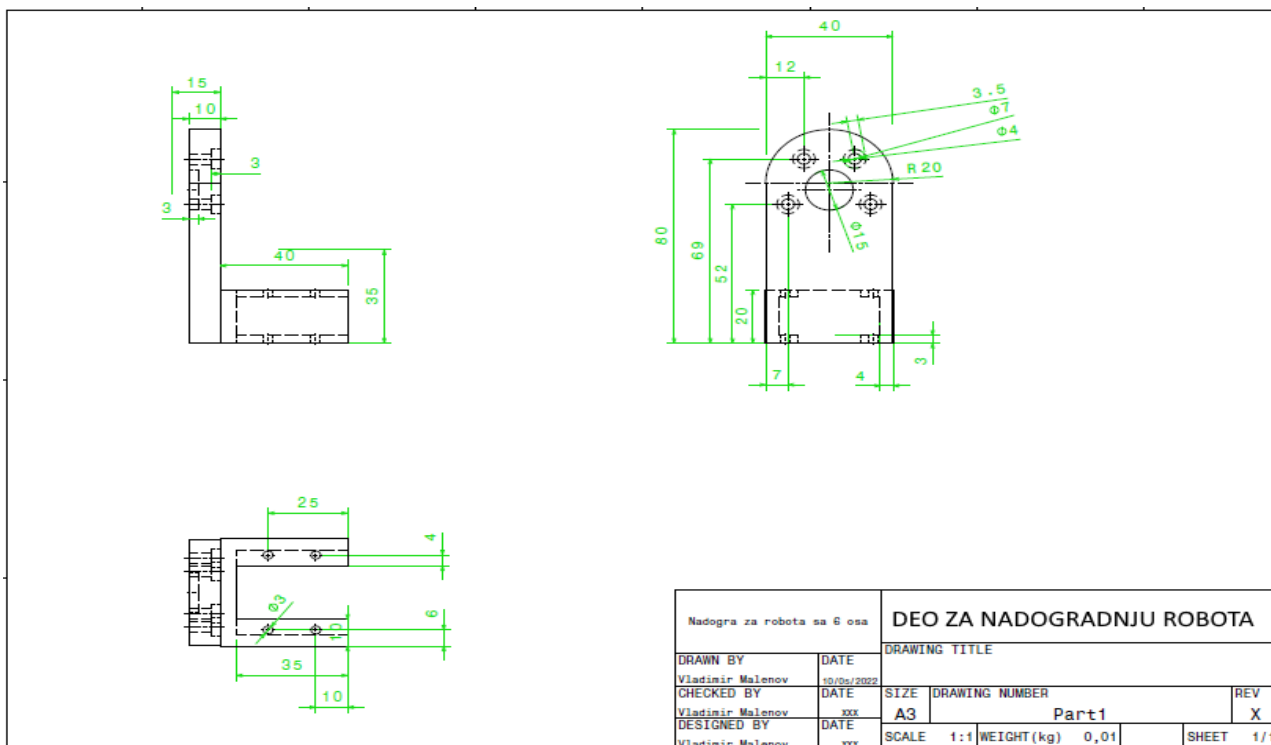
infrastruktura i računari koji su umreženi i mogu da rade sinhrono u realnom vremenu [3].



Slika 4. Korišćenje programskog sistema CATIA u okruženju računarskog oblaka.

5.2 Definisane tehničke dokumentacije dela za nadogradnju robota

Od naručioca je dobijena skica dela, koja uključuje i potrebne dimenzije. Na slici 5 prikazan je tehnički crtež dela koji je potrebno izraditi.



Slika 5. Tehnički crtež dela za nadogradnju robota.

5.3 Definisane i konfiguracija štampača za izradu dela za nadogradnju robota

Odabrani modela 3D štampača koji je korišten je jedan od osnovnih i manje zahtevnih štampača jer izradak nije složen i zadovoljava tražene karakteristike proizvoda u pogledu tehničkih karakteristika.

Uređaj ima displej na kome u realnom vremenu pokazuje podatke potrebno vreme izrade, temperaturu ekstrudera i temperaturu podloge, pokazuje brzinu štampanja i koordinate po kojima se kreće a koje se dobijaju očitavanjem koda.

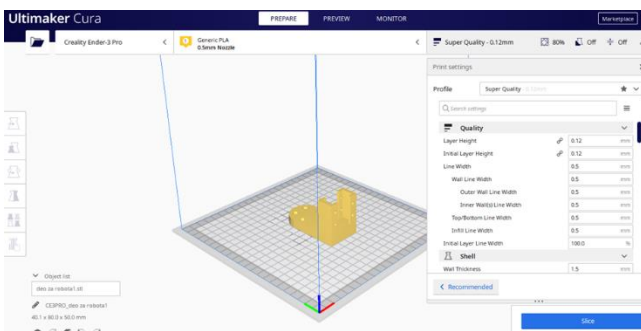
Uređaj je konektovan na internet tako da se podaci mogu pratiti na mobilnom telefonu, računaru ili tabletu na drugom mestu kao što je prikazano na slici 6.



Slika 6. Konektovan 3D štampač na tabletu.

5.4 Priprema izrade dela za nadogradnju robota primenom 3D štampe i podešavanje parametara rada štampača

Za izradu traženog dela koristi se program CURA u kome se podešavaju parametri rada, izbor filameta, izbor temperature, brzinu štampe, odnosno ispune modela, izbor veličine dizne kroz koje će prolaziti filament itd. Na slici 7 prikazano je podešavanje parametara rada u programu CURA.



Slika 7. Podešavanje parametara rada 3D štampača u programu CURA.

5.5 Proces izrade dela za nadogradnju robota

Navedeni parametri štampe se čuvaju u oblaku odakle se prenose na 3D štampač. Podacima se u realnom vremenu prenose na 3D štampač koji očitava G kod.

Svi parametri koji se nalaze na displeju 3D štampača su u realnom vremenu vidljivi i preko oblaka. Sve greške i nedostaci u štampi se beleže u bazi podataka u cilju poboljšanja i unapređenja buduće izrade modela. Na slici 8 se vidi proces štampanja dela za nadogradnju robota.



Slika 8. Proces štampe.

6. ZAKLJUČAK

Savremeni pristup upravljanja proizvodnjom pokazuje da ima sposobnost da funkcioniše na daljinu, da nije potrebno konstantno prisustvo ljudi za mašinom. Mašina korišćenjem pametnih tehnologija sama može da unapredi proizvodnju, otkloni potencijalne nedostatke i da može samostalno da uči prikupljanjem procesnih informacija. Na datom primeru je pokazano da je moguća postepena implementacija Industrije 4.0 u tehnologiji 3D štampe i da ne mora biti trenutna i sveobuhvatna što se može primeniti i na ostalim proizvodnim delatnostima po fazama a da je benefit dugoročan. Zaključak master jeste da ovakav pristup savremenim tehnologijama primenjiv na mala i srednja preduzeća u oblasti 3D štampe kao i da postoji dosta prostora za unapređenja ove tehnologije.

7. LITERATURA

- [1] Alan Topčić, Edin Cerjaković: “Izrada prototipa”, Tuzla, 2014.
- [2] Dejan Movrin: “Optimizacija parametara postprocesiranja u tehnologiji vezivne 3D štampe”, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2017.
- [3] Konstantinos Paraskevoudis, Panagiotis Karayannis and Elias P. Koumoulos: “Real-Time 3D Printing Remote Defect Detection”, Processes, MDPI, 2020.

Kratka biografija:



Vladimir Malenov rođen je u Beogradu 1993.god., Master inženjer rudarstva.

Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva–Proizvodno mašinstvo, odbranio je 2022. godine.
kontakt: vmalenov@gmail.com