

PREDNOSTI UPOTREBE 3D ISPISA I SUVREMENIZACIJA OBUĆARSKE INDUSTRIJE

ADVANTAGES OF USING 3D PRINTING AND MODERNIZATION OF THE SHOE INDUSTRY

Karolina Lazar¹, Andrija Bernik²

¹Jelen Professional

²University North

SAŽETAK

U današnje vrijeme velika pažnja se posvećuje kvaliteti proizvoda, brzini izrade razvoja modela, ispunjavanju ekoloških ciljeva, smanjenju potrošnje materijala, manjoj potrošnji električne energije i nizu drugih faktora utječu na ekonomske promjene koje izravno utječu na sve grane tehnologije pa tako i na sektor obućarstva koji je zadnjih godina u velikom usponu jer se sve veća pažnja posvećuje kvalitetno izrađenoj obući, što zbog zaštite stopala zbog vrste posla koji se obavlja, bolesti stopala i ostalih čimbenika koji su sve prisutniji. Obućarska industrija napreduje vrlo brzo, tržište koje se zadnjih godina uvelike promijenilo zbog pandemije zadaje nove izazove i potrebe. Jedan od ključnih tehnologija proizvodnje obuće u budućnosti je primjena aditivne proizvodnje koja svojim pristupom proizvodnji i tvornicama mijenja budućnost i utječe na ekonomski razvitak i suvremenizaciju obućarske tehnologije.

Ključne riječi: aditivna tehnologija, 3D ispis, usvajanje tehnologije, industrija obuće

ABSTRACT

Nowadays, great attention is paid to product quality, the speed of model development, meeting environmental goals, reducing material consumption, lower electricity consumption, and a number of other factors that affect economic changes that directly affect all branches of technology, including the footwear sector, which is in recent years on the rise because more and more attention is being paid to quality footwear,

which is due to the protection of the feet due to the type of work performed, foot diseases and other factors that are increasingly present. The shoe industry is progressing very quickly, the market that has changed a lot in recent years due to the pandemic poses new challenges and needs. One of the key technologies of footwear production in the future is the application of additive manufacturing, which, with its approach to production and factories, changes the future and affects the economic development and modernization of footwear technology.

Keywords: additive technology, 3D printing, technology adoption, footwear industry

1. UVOD

1. INTRODUCTION

Tržišna konkurencija je sve veća u industriji obuće. Logistici i razvoju se posvećuje velika pozornost koja dovodi do digitalizacije i primjene 3D ispisa koji je sve prisutniji kod izrade različite vrste obuće. Na globalnoj razini predviđa se da će upotreba 3D ispisa do 2029. godine u industriji modne obuće donijeti prihod od 6 milijardi USD. [1] Značajan razvoj modne industrije obućarstva i uspon modnih trendova teži za održivim materijalima, kvalitetom proizvoda, minimalizacijom troškova što je ujedno i zahvat koji nameće konstantno praćenje dinamike tržišta, brzo reagiranje i potiče ubrzan izlazak na tržište zbog kraćeg vijeka određenih proizvoda. Novi načini izrade obuće omogućavaju manje troškove, poboljšavaju performanse, procese proizvodnje i time izravno utječu na ekonomske prednosti primjene aditivne proizvodnje. [1]

Aditivna tehnologija daje mogućnost brze izrade prototipova, olakšava vizualizaciju ideja, brzinu ispisa i široku primjenu materijala koji se koriste za izradu modela. 3D ispis omogućuje uklanjanje pogrešaka i dobru pripremu modela prije proizvodnje finalnog proizvoda. [1]

2. ADITIVNA 3D PROIZVODNJA

2. ADDITIVE 3D MANUFACTURING

AM Additive manufacturing ili aditivna proizvodnja definira se kao proces spajanja materijala izrade dijelova iz podataka 3D modela, najčešće slojem za slojem. Faza rasta i primjene aditivne tehnologije počinje 2000.godine pa traje sve do 2009.godine. Taj period je okarakterizirao poboljšanje primarnih procesa i pojavu novih tehnologija. [2] Zbog širokog spektra upotrebe i mogućnosti koji pruža aditivna tehnologija smatra se tehnološkim trendom. Inovaciju koju donosi upotreba AM tehnologije uveliko smanjuje troškove izrade alata, smanjuje vrijeme proizvodnje, smanjuje količinu otpada i smanjuje proizvodnu liniju. Velika prednost AM tehnologije je izrada proizvoda i mehaničkih dijelova unutarnjih i vanjskih s važnom integriranom funkcijom. [2] Prednost aditivne proizvodnje je široka primjena različitih tehnologija, upotreba pametnih materijala i izrada jednostavnih i kompleksnih konačnih proizvoda. Industrije koje koriste 3D ispis prihvaćaju tehnologije, novu primjenu materijala i održavaju konkurentsku prednost u promjenjivom tržišnom okruženju. Proizvodnja novih pametnih materijala zadnjih godina zastupljena je u raznim industrijama. Kombinacija tekstila i 3D ispisa nudi nove mogućnosti stvaranja pametnih materijala uz zadržavanje kvalitete i uvjeta koji svaki materijal za određenu industriju mora ispunjavati. Izazov koji se pojavljuje kod upotrebe ove tehnologije je dobivanje fleksibilnosti tkanine i udobnost prilikom nošenja. Iako je zadnjih godina upotreba 3D printa postigla veliki napredak još je potrebno dosta vremena da se svi uvjeti zadovolje. Neki dizajneri i znanstvenici stvorili su strukture lančanih oklopa za proizvodnju fleksibilne tkanine, ali kao najveći problem se spominje udobnost zbog ograničenja sirovina, odnosno teško je postići strukturu materijala kao kod tradicionalnog tekstila.[3] Diljem svijeta obuća

je jedna od najvažnijih proizvoda gospodarskog sustava. Stopa rasta naglo raste pa je tako u 2013.godini bila 3,9 %, 2014.godine 4,1 % uz kontinuirani rast godišnje od 2015.godine do 2018.godine od 4,9 % do 5,5 %. Potrebe kupaca se mijenjaju iz dana u dan i sve više pažnje se posvećuje dizajnu. Uspon i povećanje izvoza može se postignuti time da se dizajn, kvaliteta i inovativnost prilagode potrebama kupca. Također tvrtke moraju povećati iznos novaca koji ulažu u istraživanje i razvoj. [4] Sve više brendova koji proizvode sportsku obuću na svjetskoj razini, pa i srodne kompanije koje proizvode sportske proizvode provode istraživanja vezana za proizvodnju i upotrebu 3D ispisa i sve više u proizvodni proces uključuju aditivnu tehnologiju. [5] Zbog svoje popularnosti AM tehnologija je sve prisutnija u sportskoj industriji. Ovaj način proizvodnje se ne koristi samo kod profesionalne obuće za sportaše već je i plasirano nekoliko linija za obuću namijenjenu za slobodno vrijeme. Vodeći proizvođači poput Adidasa, Nike ili New Balance surađuju s tvrtkama koje pružaju tehnologiju pisača i materijal (TPE) koji je potreban za potrebe 3D pisača. [6]

2.1. PRIMJENA TEHNOLOGIJE 3D ISPISA

2.1. APPLICATION OF 3D PRINTING TECHNOLOGY

3D ispis daje mogućnost proizvodnje novih modela obuće s integracijom digitalne proizvodnje i upotrebu novih materijala. Ova tehnologija trenutno olakšava proizvodnju sportske obuće. Iako ova vrsta tehnologije ima niz prednosti upotreba 3D ispisa u obućarskoj industriji ima određena ograničenja zbog prilagodbe za masovnu proizvodnju u koju je uključeno nelinearno ponašanje materijala i dizajna kako bi bile zadovoljene zahtjevne potrebe tržišta. Rešetkasta struktura međupotplata s 3D ispisom je metoda koja se provodi za poboljšanje udobnosti obuće pojedinca s indeksom težine i različitim aktivnostima uz odabir odgovarajućeg materijala koji ima visoko elastično svojstvo koje zadovoljava zahtjeve potrošača, a analiza učinaka rešetke na smanjenje naprezanja na plantarni pritisak provedena je početnim stvaranjem različitim dizajnanjem

rešetkastih struktura međupotplata. [7] Kako u modnoj industriji tako i u obučarskoj industriji sve veći broj tvrtka udaljava se od upotrebe prirodne kože i u svoj asortiman materijala uvrštavaju mekani termoplastični uretan (TPU) koji je otporan na abraziju, trošenje i primjenjiv je u većini industrija. U skladu sa zahtjevima koje nalažu određene norme TPU ispunjava zahtjeve za medicinske proizvode što se tiče citotoksičnosti i senzibilizaciji kože. TPU je materijal koji osim mekoće i fleksibilnosti ima veliku sposobnost na temperaturu do 80°C te je upravo zbog toga praktičan za industrijsku upotrebu. Kod procjene kvalitete obuće velika pažnja se posvećuje udobnosti. Zadnjih nekoliko godina potreba za udobnom i kvalitetnom obućom se povećava. Udobnost je teška za definiranje jer je subjektivna i sama percepcija udobnosti ovisi o pojedincu. Unutarnja mekoća, toplinska udobnost, težina i apsorpcija udaraca su neki od parametara koji se povezuju s percepcijom udobnosti obuće. [8]

3. DEFINIRANJE PROBLEMA I CILJ ISTRAŽIVANJA

3. DEFINING THE PROBLEM AND RESEARCH OBJECTIVE

Aditivna proizvodnja nudi mogućnost izrade prototipova personaliziranog dizajna potplata, uložnih tabanica ili dijelova obuće. Aditivni način proizvodnje daje mogućnosti stvaranja organske strukture što je prednost u odnosu na tradicionalni način izrade obuće. Jedan od razloga zbog kojeg sve veći broj proizvođača koristi 3D ispis je održivost i ekološka prihvatljivost. Primjena 3D ispisa u obučarskoj industriji i njegov način rada relativno su novi pojam u Republici Hrvatskoj i većina tvornica koje proizvode obuću rade na tradicionalni način. Cilj istraživanja je istražiti koliko je tehnologija 3D ispisa poznata u Hrvatskoj i zainteresiranost ispitanika za korištenje te tehnologije. Prikupljanje podataka provedeno je putem Google Forms obrasca. Za prikupljanje ispitanika koristile su se društvene mreže, mail i usmena predaja ispitanicima. Suvremenizacija strojeva u industriji obuće poprilično sporo napreduje jer je to grana gospodarstva u koju se ne ulažu veliki novci. Strani proizvođači na svjetskom tržištu koji koriste 3D ispis i koji su svoje proizvodne

procesne prilagodili aditivnom načinu proizvodnje u prednosti su naspram manjih proizvođača jer su brži i diktiraju dizajn koji je teško pratiti jer je baza proizvodnje ostala na tradicionalnom načinu. Pojam 3D ispisa još nije dovoljno poznat u obučarskoj industriji i potencijalnim kupcima. Jedan od većih problema je obrazovanje i poznavanje te vrste tehnologije. Proizvodi široke potrošnje u budućnosti zbog 3D ispisa bit će personalizirani i proizvedeni prema zahtjevu kupca što proizvođačima daje mogućnost izrade radikalnih dizajna i brzo plasiranje na tržište. Neki od problema upotrebe 3D ispisa su vrijeme izrade i cijena koja je nedostižna za male proizvođače. Primjena 3D ispisa daje mogućnosti proizvođačima obuće da istraže proizvodne mogućnosti i prednosti koje su specifične za aditivnu tehnologiju. Neki od bitnih čimbenika kod primjene aditivne proizvodnje su prilagodba, brzina izrade i poboljšanje proizvoda odnosno personalizacija za potrebe pojedinaca. Poznavanje 3D ispisa i potreba za njegovim korištenjem još nije u potpunosti upotrijebljena u proizvodnji obuće. Iako se iz godine u godinu pojavljuju pametni materijali, za potrebe Hrvatskog tržišta još uvijek je potražnja za "poznatim" materijalima. Što se tiče samog dizajna također se ostaje na osnovnom jednostavnom dizajnu što uzročno posljedično postavlja pitanje da li su potencijalni kupci dovoljno upoznati i informirani o primjeni i kvaliteti 3D ispisa u obučarstvu. Ovo istraživanje je provedeno kako bi se ispitalo da li su potencijalni kupci upoznati s novim tehnologijama i mogućnostima koje daje primjena aditivne proizvodnje odnosno koje sve prednosti nosi 3D ispis.

4. REZULTATI

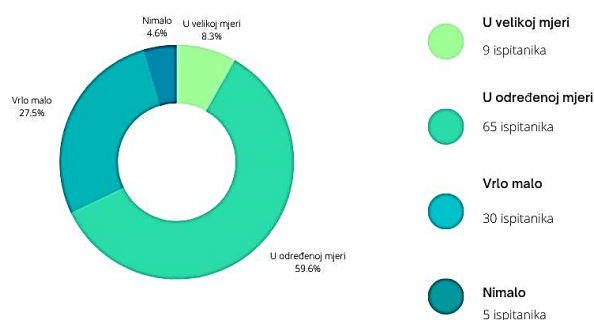
4. RESULTS

Polazeći od problema istraživanja i definiranog cilja, postavljene su hipoteze kojima se želi provjeriti da li je pojam 3D ispisa u obučarskoj industriji poznat ispitanicima i smatraju li da li su dovoljno informirani u upotrebi 3D ispisa. Koliko je poznat pojam 3D ispis u obučarskoj industriji? Smatrate li da upotreba 3D ispisa može unaprijediti kvalitetu obuće? Smatrate li da ste premalo informirani o upotrebi 3D ispisa? H1. Potencijalni kupci nisu dovoljno educirani

o primjeni 3D ispisa u obučarskoj industriji H2. Potencijalni kupci upoznati su s tehnologijom 3D ispisa. Na anketna pitanja odgovorilo je 110 ispitanika. Obzirom na to da su hipoteze jasno definirane i postavljene unaprijed, pomoću statističkih podataka i analize, provedeno je kvantitativno istraživanje. Proučavanjem literature koja se bavi istraživanjima vezanima za tehnologiju 3D ispisa obilježena je pozitivnim rezultatima vezanima za primjenu i korištenje iste tehnologije. Mnoga istraživanja provedena su u različitim segmentima proizvodnje obuće i upotrebu 3D printera kao osnovnih alata koji će se koristiti u budućnosti kod proizvodnje cijele obuće ili dijelova za obuću. Hipoteza 1 tvrdi da su potencijalni kupci nisu dovoljno educirani o primjeni 3D ispisa u obučarskoj industriji. Provedbom istraživanja i analizom rezultata ova hipoteza je potvrđena. Na pitanja vezana o poznavanju i primjeni 3D ispisa u obučarskoj industriji većina ispitanika nije upoznata s primjenom 3D ispisa. Također veliki dio ispitanika nije upoznat s informacijom da 3D ispis omogućuje izradu potplata sa specifičnim svojstvima. Na pitanje vezano za primjenu 3D ispisa za proizvodnju cijele obuće ili samo dijelova obuće veći broj ispitanika smatra da nije dovoljno informiran o tome što dodatno potvrđuje ovu hipotezu. Također više od polovice ispitanika ne smatra da obuća proizvedena na ovaj način ima kvalitetu kao što ima obuća izrađena na tradicionalni način. S obzirom da ljudi nisu dovoljno educirani i ne poznaju prednosti ove vrste tehnologije postoji problem da će trebati duže vrijeme kako bi se potreba za modernizacijom u industriji obuće na našim prostorima povećala. Zbog tih odgovora na pitanje postavlja se dodatno pitanje da li smo dovoljno educirani i da li je nedovoljno poznavanje ove tehnologije problem što u Hrvatskoj ima mali broj tvornica koji koriste 3D ispis. Daljnja istraživanja mogla bi dati odgovore i mogućnost promjene odnosno edukacije ljudi i upoznavanja s novim tehnologijama. Veći broj ispitanika se susreo s tehnologijom 3D ispisa u različitim granama kao što je školovanje, edukacije, posao ili preko interneta što potvrđuje hipotezu da su potencijalni kupci upoznati s tehnologijom 3D ispisa, ali ne znaju da se ta vrsta tehnologije uveliko primjenjuje i koristi u izradi obuće ili dijelova obuće. Prilikom anketiranja veliki dio

pitanja bio je usmjeren na poznavanju tehnologije 3D ispisa. Više od 80% ispitanika poznaje proces i tehnologiju 3D ispisa. Njih 77,7 % ispitanika smatra da primjena 3D ispisa povećava kvalitetu izradu prototipa i modela. Digitalna tehnologija potiče na razvoj i sve više je bitna u različitim granama industrije to smatra 92,7 % ispitanika. Veći broj ispitanika u anketi susreli su se s proizvodima izrađenima s 3D ispisom. Ranija istraživanja potvrdila su da aditivna tehnologija poboljšava izradu obuće, što smatra i 74,7 % ispitanika ankete. Ovom anketom potvrđena i je hipoteza 2 gdje je većina ispitanika koristila usluge 3D ispisa, susrela se s proizvodima proizvedenim tom tehnologijom i poznaju proizvodni proces tehnologije 3D ispisa.

Jeste li upoznati s tehnologijom 3D ispisa?



Slika 1 Grafički prikaz poznavanja 3D ispisa

Figure 1 Graphic representation of knowledge of 3D printing

4. ZAKLJUČAK

4. CONCLUSION

Sve veća pažnja posvećuje se kvaliteti i brzini lansiranja na tržište. Ranija istraživanja koja su provedena na temu 3D ispisa pokazuju prednosti upotrebe i primjene ove tehnologije. Također neka od istraživanja pokazuju i probleme s kojima se susreću proizvođači koji nemaju dovoljno veliki budžet i ne mogu pratiti nove tehnologije što zbog ekonomije što zbog kadra koji nije dovoljno educiran za ovu vrstu tehnologije. Digitalizacija sama po sebi daje stotine mogućnosti i zadnjih godina promijenila je način izrade i kvalitetu obuće. Svjetsko proizvođači već dugi niz godina na tržište lansiraju obuću izrađenu ovom tehnologijom. Proizvođačima je bitna količina

korisnika i njihovo zadovoljstvo, pa tako većina njih nudi uslugu personalizirane obuće upravo zahvaljujući 3D ispisu. Industrijska grana obučarstva u Hrvatskoj još nije spremna za korištenje ove tehnologije. Jedan od razloga je cijena koštanja nabavke 3D printera, a drugi razlog je manjak školovanog kadra koji poznaje način rada i potrebe kupaca. S ekonomske strane istraživanja navode veliki broj prednosti i smanjenja cijene proizvodnje. Smanjenje otpada cilj je svakog pojedinca pa tako i velikih proizvođača i upravo aditivna proizvodnja daju mogućnost smanjenja otpada što je i glavni cilj svih grana industrija na globalnoj razini. Prema istraživanjima koja su provedena 3D ispis je budućnost i sve više će se koristiti u obučarskoj industriji i sve veći broj korisnika ima potrebu za kupnjom obuće koja je napravljena po njihovim zahtjevima.

5. REFERENCE

5. REFERENCES

- [1.] Ukobitz, D., & Faullant, R. (2021). Leveraging 3D Printing Technologies: The Case of Mexico's Footwear Industry: Mexico's fashion footwear industry serves as an example of how companies in traditional sectors that adopt 3D printing can realize benefits along their value chain. *Research-Technology Management*, 64(2), 20-30., DOI/PDF/10.1080/08956308.2021.1864919
- [2.] Jemghili, R., Taleb, A. A., & Mansouri, K. (2020, December). Additive manufacturing progress as a new industrial revolution. In 2020 IEEE 2nd International Conference on Electronics, Control, Optimization and Computer Science (ICECOCS) (pp. 1-8). IEEE., DOI:10.1109/ICECOCS50124.2020.9314623
- [3.] Xiao, Y. Q., & Kan, C. W. (2022). Review on Development and Application of 3D-Printing Technology in Textile and Fashion Design. *Coatings*, 12(2), 267., DOI.ORG/10.3390/COATINGS12020267
- [4.] Adulyanukosol, A., & Silpcharu, T. (2020). Footwear design strategies for the Thai footwear industry to be excellent in the world market. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(1), 5., DOI.ORG/10.3390/JOITMC6010005
- [5.] Gong, T., & Kang, L. (2021). Application Analysis of 3D Printing Technology in Design Field: Taking Shoe Design as an Example. *Scientific Programming*, 2021., DOI.ORG/10.1155/2021/5662460
- [6.] Heiml, E. (2021). Development of a Design Approach for Individualised 3D-Printed Cellular Polymeric Shoe Soles/Author Eva Heiml, BSc., URN:NBN:AT:AT-UBL:1-47159
- [7.] Zolfagharian, A., Lakhi, M., Ranjbar, S., & Bodaghi, M. (2021). Custom shoe sole design and modeling toward 3D printing. *International Journal of Bioprinting*, 7(4), DOI:10.18063/IJB.V7I4.396
- [8.] Teixeira, R., Coelho, C., Oliveira, J., Gomes, J., Pinto, V. V., Ferreira, M. J., ... & Carneiro, O. S. (2021). Towards customized footwear with improved comfort. *Materials*, 14(7), 1738., DOI.ORG/10.3390/MA14071738

AUTORI · AUTHORS



• **Karolina Lazar** - Završila je Diplomski sveučilišni studij Multimedija na Sveučilištu Sjever u Varaždinu. Trenutno radi u tvornici obuće Jelen Professional kao voditelj odjela razvoja. Interesi u razvoju

i primjeni novih tehnologija u obučarskom sektoru.

Korespondencija · Correspondence

karolina.lazar@jelen.hr



• **doc.dr.sc. Andrija Bernik** - istraživač iz područja društvenih znanosti. Zaposlen je na Sveučilištu Sjever na odjelu Multimedije gdje poučava 3D računanu grafiku i teme vezane za izradu računalnih igara.

Korespondencija · Correspondence

abernik@unin.hr