

# Ekonomске prednosti upotrebe 3D printanja i suvremenizacija obučarske industrije

---

Lazar, Karolina

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:544927>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-18**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER  
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



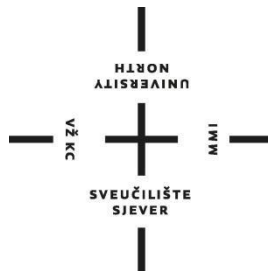
DIPLOMSKI RAD br.058-MMD-2022

**EKONOMSKE PREDNOSTI UPOTREBE 3D  
ISPISA I SUVREMENIZACIJA OBUĆARSKE  
INDUSTRIJE**

Karolina Lazar 0117210467

Varaždin, srpanj 2022.

**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**  
**Studij Multimedije**



DIPLOMSKI RAD br.058-MMD-2022

**EKONOMSKE PREDNOSTI UPOTREBE 3D  
ISPISA I SUVREMENIZACIJA OBUĆARSKE  
INDUSTRIJE**

Student:

Karolina Lazar,  
mat.br. 0117210467

Mentor:

doc. dr. sc. Andrija Bernik

Varaždin, srpanj 2022.



# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za multimediju	
STUDIJ	diplomski sveučilišni studij Multimedija	
PRISTUPNIK	Karolina Lazar	MATIČNI BROJ 0117210467
DATUM	05.07.2022.	KOLEGIJ 3d modeliranje za videoigre
NASLOV RADA	Ekonomske prednosti upotrebe 3D printanja i suvremenizacija obućarske industrije	
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Economic advantages of using 3D printing and modernization of the shoe industry	
MENTOR	doc.dr.sc. Andrija Bernik	ZVANJE Docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. izv.prof.dr.sc. Dean Valdec - predsjednik 2. izv.prof.dr.sc. Emil Dumić - član 3. doc.dr.sc. Andrija Bernik - mentor 4. doc.art.dr.sc. Robert Geček - zamjenski član 5. _____	

## Zadatak diplomskog rada

BROJ	058-MMD-2022
OPIS	<p>U ovom diplomskom radu bit će predstavljena primjena aditivne proizvodnje. Primjena aditivne proizvodnje koristi se u više podsektora industrije, obućarska industrija je jedna od industrija gdje je sve veća potražnja za upotrebom i primjenom 3D ispisa. Kod takvog načina proizvodnje naglasak je na upotrebi novih i pametnih materijala. Tehnologije aditivne proizvodnje uključuju 3D ispis, 3D skeniranje, povezane prilagođene i samostalne softvere. 3D ispis jedan je od najpreciznijih načina proizvodnje obuće i zahtijeva kontrolirane uvijete obrade i postavke za pravilan rad, te se zbog tog razloga traži optimalna kvaliteta proizvoda, snage i sirovine. U radu će biti odrađeno istraživanje utjecaja 3D ispisa na suvremenizaciju obućarske industrije.</p> <p>U radu je potreno: 1. Definirati prednosti i nedostatke 3D ispisa 2. Analizirati primjenu tehnologije 3D ispisa u području dizajna obuće 3. Definirati ulogu primjene aditivne proizvodnje prema održivosti okoliša 4. Analizirati troškove i isplativnost aditivne proizvodnje</p>

ZADATAK URUČEN

POTPIS MENTORA



## **Zahvala**

U ove dvije turbulentne godine naučila sam jako puno o sebi i ljudima koji me okružuju. Naučila sam da se sve može kad se to želi, naučila sam da je strpljenje vrlina.

Hvala mojoj sestri Ivani koja mi je najveća potpora i moja zvijezda vodilja koja ni u jednom trenutku nije sumnjala u mene. Hvala mojoj mami i Mariju koji su tu za mene svaki dan.

Hvala mojim prijateljicama Alimiri, Nataši , Dadi i Sandri što su mi dvije godine čuvale mjesto i srdačno me dočekale kad sam se vratila na treninge i bile mi potpora tijekom ovog studiranja.

Zahvaljujem se tvornici Jelen Professional na pruženoj podršci i mogućnosti za daljnje školovanje.

Hvala svim profesorima, a posebno profesoru Andriji Berniku na nesebičnom dijeljenju svojeg znanja i pomoći tijekom studiranja.

## **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 obučarstva 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.

Obučarska industrija napreduje vrlo brzo, tržište koje se zadnjih godina uveliko 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 obučarske tehnologije.

Razvojem i suvremenizacijom tehnologije, digitalizaciji različitih grana industrije dolazi do pojave novih inovativnih materijala koji su sve prisutniji i traženiji. U obučarskoj industriji sve je veća potražnja za 3D ispisanom obućom. 3D ispis jedan je od najpreciznijih načina proizvodnje obuće i zahtijeva kontrolirane uvjete obrade i postavke za pravilan rad, te se zbog tog razloga traži optimalna kvaliteta proizvoda, snage i sirovine.

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

## **Abstract**

Nowadays, great attention is paid to product quality, speed of model development, meeting environmental goals, reducing material consumption, lower electricity consumption and a number of other factors that directly affect economic changes that directly affect all branches of technology, including the footwear sector. which has been on the rise in recent years because more and more attention is being paid to quality-made footwear, which is due to the protection of the feet due to the type of work performed, foot diseases and other factors that are becoming more and more common.

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 footwear production technologies in the future is the application of additive manufacturing, which changes the future with its approach to production and factories and directly affects the economic development and modernization of footwear technology.

With the development and modernization of machines, the digitalization of various branches of industry, new innovative materials are emerging that are increasingly present and in demand. In the footwear industry, there is an increasing demand for 3D printed footwear. 3D printing is one of the most precise methods of footwear production and requires controlled processing conditions and settings for proper operation, and for this reason optimal product quality, power and raw materials are required.

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



## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. 3D ispis .....	2
2.1. Pojam i vrijednost primjene tehnologije 3D ispisa u kreativnoj industriji.....	10
2.2. Analiza primjene tehnologije 3D ispisa u području dizajna poznatih svjetskih brendova.....	12
2.3. Pregled ranijih istraživanja vezanih za primjenu 3D ispis .....	20
3. Istraživanje.....	24
3.1. Definiranje problema .....	24
3.2. Cilj istraživanja .....	25
3.3. Istraživačka pitanja.....	25
3.4. Hipoteze .....	26
3.5. Metodologija .....	26
3.6. Postupak .....	26
4. Rezultati istraživanja.....	27
4.1. Hipoteza 1 .....	43
4.2. Hipoteza 2 .....	44
5. Zaključak .....	46
Literatura.....	48

## 1. Uvod

Novi trendovi koji su nametnuti od tržišta, konkurencije u globalnom ponašanju potrošača nadmeću zahtjeve u obućarskoj industriji koja je jedna od najprestižnijih i najstarijih sektora na svijetu. 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]

Neke od svjetskih poznatih brendova koji koriste 3D ispis su Nike, Adidas, Reebok i New Balance koji su u svojim počecima 3D ispis koristili samo za izradu prototipova. Ovi poznati brendovi razinu upotrebe 3D ispisa dižu na novu razinu te tako taj način izrade koriste za masovnu prilagodbu uložnih tabanica, izradu potplata, inovativnih pomoćnih, osnovnih materijala te tom upotrebom nadmeću dizajn koji je teško slijediti. Upotreba 3D ispisa daje mogućnost proizvodnje različitih vrsta stilova obuće. [1]

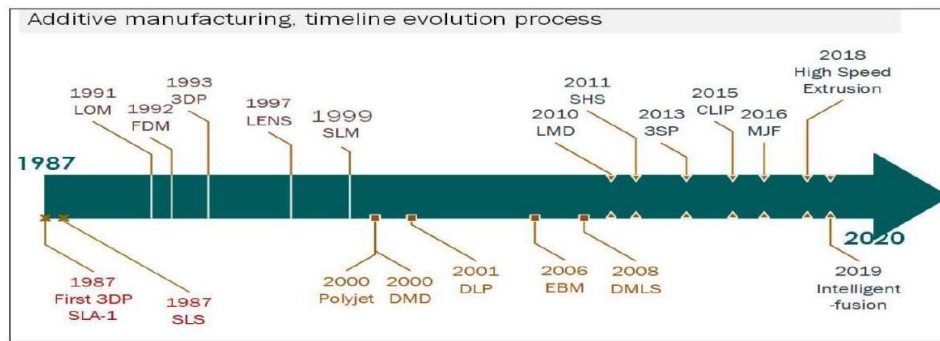
Aditivna tehnologija zadnjih godina napreduje u sve većem je usponu te daje mogućnost izrade prototipova ili izrade manjih serija što je cjenovno prihvatljivije od standardne izrade i razvoja. Ova vrsta tehnologije ima prednost brze izrade prototipova, olakšava vizualizaciju ideja, brzinu ispisa i široku primjenu materijala koji se koriste za izradu modela. 3D ispis omogućuje uklanjanje pogrešaka i dobru pripremu modela prije proizvodnje finalnog proizvoda. [1]

## 2. 3D ispis

Razvoj aditivne proizvodnje počinje od 1980. godine, aditivna proizvodnja definira se kao proces spajanja materijala izrade dijelova iz podataka 3D modela, najčešće slojem za slojem. U razdoblju od 1960.godine do 1990. Godine objavljeno je nekoliko znanstvenih radova, jedan od patenta Wyn Kelly Swainson je formiranje trodimenzionalne figure interferencijom dviju zraka zračenjem u dvokomponentnom mediju. Japanac Hideo Kodama objavio je znanstveni rad 1981.godine u kojem je opisao metode izrade plastičnih dijelova spajanjem tankih slojeva fotopolimera. Suosnivač tvrtke „3D Systems“ Charles W.Hull 1984.godine prijavio je patent pod naslovom „Metoda i uređaji za izradu trodimenzionalnih objekata stereolitografijom“.Razvoj i pokretanje komercijalizacije 3D ispisa duguje se tvrtki „3D Systems“. [2]

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 kao što je DLP (Digital Light Processing). Značajni dio je izum metalnih procesa što je dalo mogućnosti ispisa metalnih dijelova, a ne samo polimera. Cijene tehnologije bile su visoke, a to je u tom razdoblju ograničilo upotrebu i primjenu u industriji. [2]

U Wohlersovom izvješću iz 2001. godine 41% proizvedenih modela bili su funkcionalni, vizualna pomagala za inženjering 27 %, a prototipova i alata je bilo više od 23 %. Nekoliko godina kasnije 2009.godine formiran je odbor F42 za standardizaciju AM tehnologije od strane razvijачa standarda ASTM i ISO. Ta inicijativa rezultirala je ASTM F2792-09, godine 2015. zamijenjen je nazivom ASTM 52900-15 te se tom izmjenom počinje koristiti termin „ aditivna proizvodnja “. Nakon isteka patenta FDM demokratiziran je 3D ispis, a to je bio i razlog smanjenju cijena pisачa tijekom sljedećih faza. [2]



Slika 1. Aditivna proizvodnja , razvoj procesa na vremenskoj skali

Kako bi se određeni AM postupak formirao u konačni 3D ispis osnovni proces je pretvorba datoteke CAD modela u format STL (Stereo Lithography) koja se izreže , a zatim se sloj po sloj formira u konačni 3D. Standard ASTM 52900 -15 klasificiran je u sedam kategorija koje dijele iste principe s različitom primjenom i karakteristikama. [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. Izvješće Wohlers-a iz 2019. godine s podacima zastupljenosti primjene AM tehnologije u području industrije, mode, umjetnosti, zrakoplovstva i medicine je proizvodnja finalnih dijelova 28,4 % , a izrada funkcionalnih dijelova prototipa 27,9 % . [2]

AM tehnologija omogućava brzu i efikasnu proizvodnju 3D objekta na temelju računalno potpomognutog dizajna CAD , računalno potpomognute proizvodnje CAM ili nekih drugih alata za izradu digitalnog dizajna. [7]

Ljepilo kao kemijski spoj nije potreban kod trodimenzionalnog tiska na tekstil što je dodatna prednost za kvalitetu, zdravlje i prozračnost. U tekstilnoj i modnoj industriji velika se pozornost posvećuje upotrebi 3D ispisa jer nudi individualnu prilagodbu potrošača pomoću 3D skenera i omogućuje stvaranje kompleksnih i složenih struktura.

Jedan od problema s kojim se susreću korisnici 3D tiska je upotreba sirovina koja imaju određena ograničenja naspram tradicionalnim tekstilima. [7]

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. Na tržištu postoji nekoliko vrsta 3DP materijala: smola, guma, keramika, srebro, željezo, titan, plastika, ali svaki od tih materijala nije prikladan za tekstilne primjene. Kod upotrebe i dorade tekstila najčešće se koristi termoplast polimeri akrilonitril budadienstien (ABS), termoplastični poliuretani (TPU), polilaktid (PLA), polikaprolakton (PCL), polistiren (PS), polipropilen (PP) i polietilen tereftalat modificirani glikolom (PETG). Polimeri imaju svoje karakteristike koje tekstilu smanjuju propusnost zraka i ne daju dobru udobnost što stvara problem prilikom korištenja. Grothe i ostali autori istraživačkog članka koji se temeljni na ispitivanju pamuka temeljenog na metodi dvodimenzionalnog pletenja za trodimenzionalni tisak na odjeći istraživali su primjenu i upotrebu smole za 3D ispis na različitim tekstilnim podlogama čija je površina bila glatka što se pokazalo da nije pogodno za tisak jer se print ne prijanja na njega i sama tekstilna podloga je bila predebela. U drugom istraživanju istraživali su adhezijska svojstva PLA i najlona za tisak na pamučnim tkaninama. PLA je u ovim rezultatima pokazao dobre karakteristike prijanjanja s visokim temperaturama kod ispisa, te prilikom izrade hidrofobiranih tekstilnih vlakana pamuka pokazuje bolju adheziju od hidrofobiranih polimera. [7]

Istraživanje otpornosti na abraziju vodljivim PLA materijalima nanesenim na tkanine putem FDM tiska provedeno je od strane autora Eutionnat-Diffo. U njihovom izvješću navodi se da je 3D ispisana vodljiva tkanina u ravnom tkanju pokazuje dobru otpornost na abraziju. Testirana je tkanina s najnižom temperaturom tiska s najvećom gustoćom tkanja. U odnosu na netiskanu tkaninu pokazuje višu otpornost na habanje i manji gubitak težine nakon abrazije. [7]

Za dvodimenzionalni ispis strukture na prednapregnuti tekstilni materijal Schmelzeisen je u svom istraživanju koristio 3DP tehnologiju. Nakon završetka ispisa struktura je promijenila opseg u smjerovima x,y,z što se prikazuje kao problem prilikom ispisa kompleksnih trodimenzionalnih tekstura i geometrije. Nova metoda za proizvodnju cipela istraživana je od strane istraživača s MIT-a. Na rastegnuti dio tekstila nanesen je dvodimenzionalni uzorak koji je pušten nakon tiskanja , što se pokazalo kao prednost u skraćivanju ciklusa kod proizvodnje obuće. [7]

Izazov koji se pojavljuju kod upotrebe 3DP 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. Veliki dio 3D ispisanih nosivih odjevnih predmeta spada u umjetnička djela ili visoku modu. Razvojem tehnologije i novim istraživanjima poboljšat će se proizvodnja materijala za 3D ispis , pa tako i udobnost i kvaliteta. [7]

Industrijsku proizvodnju obuće zadnjih godina od početka pandemije pogodio je nedostatak radne snage, nedostatak materijala, protok robe i dugi rok isporuke potrebnih materijala za izradu obuće. Nažalost i kod pravilnog i dugoročnog planiranja proizvodnje dolazi do zastoja proizvodnje zbog trenutne situacije se svakoj proizvodnji, razvoju pristupa studiozno kako bi se smanjila nepotrebna potrošnja materijala. [1]

Aditivni način proizvodnje AM tehnologija (eng. Additive Manufacturing) pokazala se kao tehnologija koja omogućuje kontrolirati i postizati ciljeve proizvođača i potrošača. 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. Budućnost svih grana industrije je aditivna proizvodnja koja oblikuje novi pristup prema tržištu, proizvodima i proizvodnji.[1]

Konvencionalna proizvodnja je skuplja, nepraktična, vremenski period je puno duži što otežava ponudu novih proizvoda. Međunarodni proizvođači vide potencijal upotrebe 3D ispisa zbog mogućnosti brzog plasiranja na tržište i prilagodbe troškova konvencionalnih troškova proizvodnje obuće (Hoover i Lee 2015.) 3D ispis izrade obuće mogao bi postati jedna od prvih kategorija potrošačke robe s masovnom prilagodbom. [1]

Trendovi kao što je 3D ispis obuće, pune cipele u kombinaciji s 3D skeniranjem stopala postali su sve popularniji. Takva kombinacija daje mogućnost izrade obuće koja se vrlo dobro prilagođava stopalu i daje bolje medicinske pogodnosti poput bolje raspodjele apsorpcije pomoću uložnih tabanica. Proces izrade punih cipela je novi način koji još uvijek ima velikih nepoznanica i mali broj upotrebe s obzirom na to da je sam ispis može biti neispravan. Ručno otkrivanje kvara je lako izvedivo kada je u pitanju mala proizvodnja, kod ispravljanja grešaka u masovnoj proizvodnji potrebni je automatizirani sustav za otkrivanje tih grešaka. Istraživanje vezano za automatizirano otkrivanje grešaka 3D ispisane obuće pomoću modela autokodera temeljenih na konvolucijskim neuronskim mrežama potvrđuje takvu metodologiju. Kontrola kvalitete jedna je od najvažnijih procesa proizvodnje obuće. Područje detekcije anomalija otkriva se nizom tehnika kao što je pretpostavka ulazni podaci mogu biti predstavljeni u komprimiranom obliku gdje su neispravni podaci pokazuju značajnu razliku u prikazu. PCA je jedna od tehnologija kojom se ispituje kvaliteta i metoda je koja se koristi za smanjenje dimenzionalnosti. Nedostatak primjene PCA je linearno preslikavanje. Glavna tematika ovog istraživanja je otkrivanje radnih nedostataka 3D ispisanog stopala na temelju slike. Za potrebe istraživanja usporedba se radila na dva para prototipa bijele i narančaste boje. Autokoder je korišten za otkrivanje obuće s printom. Nedostaci na bijelom prototipu dodani su digitalno, dok je narančasti prototip bio neispravna verzija obuće. Uz pomoć takvih analiza može se donijeti odluka da li obuća sadrži nedostatke ili da li je moguće takvu proizvoditi. Obuća koja je imala stvarne nedostatke imala je prosječnu točnost od 85% što pokazuje na pozitivnu primjenu takve metode. [10]

U narednim godinama potreba za istraživanjem strategije za povećanjem kapaciteta, interakcije novih tehnologija, sinergije i parametarski dizajn strategije su na kojima se

rade mnoga istraživanja. Aditivna tehnologija daje velike mogućnosti dizajnerima gdje se kao najveća prednost navodi velika razina geometrijske slobode. Za strategiju masovne proizvodnje parametarski dizajn predstavlja se kao potencijal jer se mogu primijeniti u bilo kojem području zbog svoje lake prilagodbe svakom korisniku. Smatra se da svaki proizvod na koji utječe ergonomski aspekt može imati ekonomskih koristi od ovog pristupa. Dizajnirati lagane dijelove uz poštivanje ergonomskih pravila cilj je takve metodologije kako bi proizvodi bili kompatibilni s masovnom prilagodbom strategije. [11]

Temelj nove digitalne proizvodnje je upotreba aditivne proizvodnje koja daje veliku mogućnost povećanja operativne i korisničke učinkovitosti. Aditivna tehnologija također se smatra pokretačem kružnog gospodarstva koji ima cilj smanjenja potrošnje resursa i daje mogućnost povećanja poslovnih prilika. Proizvodnja bez otpada i smanjenje zalihe materijala neki su od potencionalnih primjera poboljšanja u proizvodnom procesu. Aditivni način proizvodnje igra ključnu ulogu u tvrtkama jer pomaže kod transformiranja poslovnih modela i kod dizajniranja novih proizvoda. Aspekt održivosti važan je u fazi planiranja i projektiranja. Proizvodnja je ključna za gospodarstvo EU-a i osigurava milijune radnih mjesta te doprinosi oko 20 % BDP-a. Industrije proizvodnje pokazuju znati rast u području produktivnosti što ujedno i poboljšava optimizaciju rada i smanjuje troškove. Sve veća primjena i upotreba digitalnih tehnologija poboljšava inovativnost procesa i proizvoda. Digitalna tehnologija i njena primjena pomogle su kod primjene i upotrebe umjetne inteligencije (AI), upotrebe robotike i primjene 3D ispisa koji se smatra kao radikalna tehnologija koja služi za temelju transformaciju proizvodnje kao novu digitalnu industriju. Aditivna tehnologija daje doprinos kružno gospodarstvu koji ima cilj produženja životnog vijeka proizvoda, također se aditivna tehnologija smatra pokretačem održivosti što je usko povezano s načelima CE. AM tehnologija može potaknuti stvaranje novih poslovnih prilika i njenom upotrebom se može ostvariti konkurentna prednost kod potrošača jer daje mogućnost personaliziranih proizvoda i usluga. Iako aditivna proizvodnja ima velikih ekonomskih potencijala nije u upotrebi u svim industrijama. Industrije koje koriste aditivnu proizvodnju još je u velikim postocima koriste samo za izradu prototipova umjesto da svoje poslovne aktivnosti temeljen na aditivnoj

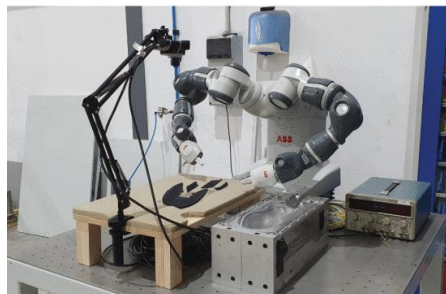


proizvodnji. Njezina slaba primjena je nedostatak znanja o modelima i mogućnostima koje se dobivaju od te tehnologije. Kružno gospodarstvo smatra se pokretačem održivosti i CE se predstavlja kao pokretač radikalne održivosti i radikalna promjena s ciljem očuvanja vrijednosti resursa u sustavu i eliminaciji otpada koji se proizvodi. Čista proizvodnja, obnovljiva energija, projektiranje trajnijih proizvoda i uklanjanje otrovnih kemikalija metode su kružnog gospodarstva. Glavni cilj istraživanja vezanog za kružnu ekonomiju omogućenom aditivnom proizvodnjom potencijale prilike i ključni aspekti održivosti je razumijevanje strategije koje daje aditivna tehnologija. Za potrebe istraživanja pregledana je literatura sa ključnim riječima kao što je aditivna proizvodnja, 3D ispis i kružno gospodarstvo. U drugoj fazi istraživanja fokus je bio usmjeren na pronalaženje i isticanje ključnih aspekata održivosti prilikom planiranja strategije CE-a koji omogućuje primjena aditivne tehnologije. Istraživanjem postojeće literature i strategije CE-a aditivna tehnologija predstavljena je kao original koji podržava strategiju koju daje kružno gospodarstvo. Aditivna tehnologija doprinosi lokalnom recikliranju i proizvodnji recikliranih materijala. Aspekt održivosti i potencijal učinkovitosti proizvodnih procesa i temeljac kružnog gospodarstva primjer je upotreba aditivne tehnologije. [17]

Studije i članci vezani za 3D ispis analizom predstavljaju aditivnu tehnologiju kao optimističnu u proizvodnji u budućnosti. Industrijska revolucija jedan je od termina koji se koristi kada se spominje aditivna proizvodnja. Prednosti koje daje aditivna proizvodnja je “kretanje” dizajna pomoću digitalnih datoteka koje se mogu ispisati bilo gdje uz pomoć pisača koji mogu zadovoljiti projektne parametre. [6]

U trenutnoj industrijskoj automatizaciji postoji rastući trend koji je u potrazi za poboljšanim performansama što se tiče poboljšanja vremena proizvodnje, ponovljivosti ili preciznosti u odrađivanju složenih zadataka. Karakteristika masovne proizvodnje u industriji obučje je velika potrošnja materijala i slaba automatizacija proizvodnih linija. Neke tehnologije poput 3D ispisa, direktnog brizganja ili 3D lijepljenje povećavaju potražnju za automatizacijom i suvremenizacijom industrije obučje. 3D lijepljenje smanjuje troškove same proizvodnje, smanjuje vrijeme isporuke i uklanja neke od tradicionalnih operacija u samom procesu izrade obučje. Prije svega ovaj način

proizvodnje poboljšava performanse proizvoda i daje mogućnost novih stilova ili dizajna. Upotreba robota sa dvije ruke kod takve proizvodnje je neophodna zbog samog transporta savitljivih komada i poboljšanja njihovog pozicioniranja tijekom proizvodnje. Industrijski zadaci postaju sve složeniji i teži te je samim tim potreba za robotikom postala veća i cilj je da je što sličnija aktivnostima ljudskog bića. Nedostatak prilikom korištenja robota s dvije ruke ili robota koji koristi više sustava su koordinacija, putanja i ograničenje. Istraživanje je provedeno s robotom ABB IRB 14000 koji je dizajniran za sastavljanje manjih dijelova s dvostrukom rukom koja uključuje dva prsta. Prednost ovog robota je siguran rad u proizvodnom okruženju s ljudima. Današnja proizvodnja obučee je uglavnom ručna samo određeni proizvodni postupci koriste specijalizirane strojeve. Tvornice koje su cjenovno srednjeg razreda još uvijek koriste ručnu izradu obučee. Metodologija ovog rada sastoji se od generiranja sekvenci, strategije stabla odlučivanja i analize rezultata. Za potrebe istraživanja razmatrana su dva modela cipela proizvođača 1 čiji se model koristio za obuku za razvoj matematičkog modela, dok se model potrošača 2 koristio kao provjera matematičkog modela potrošača 1. Podaci koji su relevantni za odlučivanje su prosječno i minimalno vrijeme slijeda te ispravno izvođenje kretanja svake ruke koja izvršava svoju operaciju. Ova dva modela obučee sastoje se od četiri krojna dijela. Tri krojna dijela sarice i lub primaju se jednom rukom, a oglava se prima s dvije ruke. Razlika kod ova dva modela je veličina krojnih dijelova i njihov položaj. Za potrebe istraživanja krojni dijelovi su bili raspoređeni u ladice s nasumičnim položajem i orijentacijom krojnih dijelova. Za svaku ladicu odabrano je 30 pokreta koje robot mora izvršiti kako bi došlo do optimalnih rezultata. Model za istraživanje je uspješno završen izračunima prosječnih vremenskih slijedova. [12]



Slika br 2. Robot s dvije ruke

## 2.1. Pojam i vrijednost primjene tehnologije 3D ispisa u kreativnoj industriji

Razvoj i dizajn proizvoda vežu se za razvoj tehnologije i znanost. Razvojem inovativnih proizvoda i materijala za 3D ispis otkriva se veliki razvojni potencijal u tradicionalnoj proizvodnji obuće i na ostale industrije kao što su filmska industrija, kostimografija, umjetnost, dekoracija, oglašavanje i ostale grane industrije. 3D ispis je vrsta tehnologije koja svojim brzim razvojem i napretkom mijenja pristup razvoju tehnologije izrade modela. Veliki i nagli skok u dizajnu prepisuje se sve većem broju primjene 3D ispisa koji omogućava svakoj generaciji stalno usavršavanje. Primjena 3D ispisa u posljednjih 10 godina se značajno razvija. Revolucija razvoja dolazi zbog manjih i lakše prenosivih 3D pisaa, a upotreba i primjena aditivne proizvodnje je sve dostupnija tvrtkama u različitim industrijama. S obzirom na to da sve veći broj kupaca ima potražnju za personaliziranim proizvodima, upravo aditivna proizvodnja daje mogućnost da se u što kraćem roku ispoštuje želja kupca. [5]

3D ispis usvaja aditivni proizvodni proces, a tehnika izvođenja je na bazi sloj po sloj. Svi pisaači 3D koriste 3D-CAD softver pomoću kojeg se stvara tisuće presjeka svakog proizvoda koji tvore proizvod i određuju kako će koji proizvod biti konstruiran. 3D ispis mijenja model i prodaju masovne proizvodnje u tradicionalnoj proizvodnoj industriji i stvara novu točku gospodarskog rasta te izravno utječe na pretvorbu masovne proizvodnje u prilagodbu malih serija. Taj način proizvodnje direktno daje mogućnost korisnicima da sudjeluju u idejama i realizaciji modela ili proizvoda. [5]

Tehnologija 3D ispisa smatra se pogodna za znanstvena istraživanja jer se smatra da će biti zastupljena u svim granama industrije. Evolucija veza za razvoj i primjenu 3D ispisa je vidljiva jer sve veći broj korisnika ulazi na tržište. Literatura vezana za ovu vrstu tehnologije je ograničena. U samim počecima upotreba 3D ispisa nije bila namijenjena kao alternativa za tradicionalni način proizvodnje već se koristila kao pomoć kod brze izrade prototipova i lansiranja na tržište. Visoki troškovi nabave, tekući troškovi i troškovi održavanja neki su od ekonomskih prepreka, a popraćeni su nedostatkom relevantne obuke u obrazovanju. Unatoč istraživanjima koja su odrađena znanstvenici ističu

nedovoljno poznavanje ekonomskih i poslovnih aspekata ove vrste tehnologije. Precizno razumijevanje poslovnih modela navodi se kao veliki nedostatak kod analize isplativosti ove tehnologije. Prihodi poslužitelja 3D ispisa porasli su za 36 % u 2017. godini na ukupno 2,995 milijardi američkih dolara. Analitičari smatraju da će ova industrija narasti na 22,7 milijardi američkih dolara, a prihodi od usluga biti polovica veličine cjelokupnog tržišta do 2022. godine. Glavno ograničenje je brzi tempo poboljšanja tehnologije 3D ispisa jer tehnološki napredak rezultira odgađanjem usvajanja tehnologije zbog izbjegavanja ulaganja u zastarjelu tehnologiju. [14]

U posljednjih pet desetljeća ekonomska globalizacija povezana je s porastom globalnog lanca vrijednosti *Global value chain* (GVC). GVC koordinira i kontrolira međunarodnu industriju, a izazove koje predstavlja su povezivanje globalnog gospodarstva i napredovanje u određenim industrijama te suočavanje s konkurentskim pritiscima. Razvoj i napredovanje tehnologije unutar iste industrije ovisi o financijskim mogućnostima, te zbog toga neke tvornice postaju visoko automatizirane, napredne i tehnološki povezane s internetskim kanalima, dok tvornice koje su financijski ograničene dalje pružaju usluge koje se provode na tradicionalni način što nekad ne zadovoljava svakog potrošača. Digitalna ekonomija vrlo je neujednačena i ima razoran utjecaj na gospodarski razvoj. Postavlja se nekoliko pitanja vezanim za korist GVC-a od početka digitalne ekonomije jer utjecaj na sve tvornice nije isti, da li su tvornice koje su u blizini gdje digitalna tehnologija u porastu u prednosti, da li su vještine i znanje zaposlenika na dovoljnoj razini neka su od pitanja koja su tema istraživanja. Atletska obuća i elektronika su industrije koje imaju široku primjenu digitalne tehnologije i automatizacije radnih mjesta i opskrbnih lanaca. Kina je vodeći primjer ovih dviju industrija i dobar je primjer velikih tehnoloških varijacija. Prednost globalnog lanca vrijednosti je usporedba unutar industrija. Troškovi sirovina i rada u naglom su porastu, a ubrzan tehnološki razvoj izazvan digitalnom ekonomijom potiče poznate svjetske brendove kao što su Nike, Adidas, Apple i Foxconn na razvoj automatizacije. Promjene u opskrbnom lancu sportske obuće nametnuti su zbog razvoja tehnologije, robotske automatizacije i primjene 3D ispisa uključujući tehnologije digitalne ekonomije kao što je umjetna inteligencija ili e-trgovina. Utjecaj za promjenama

također je nametnut od strane potrošača i društva. Adidas osim aditivne proizvodnje i 3D ispisa u proizvodnoj liniji koristi robote i kompjuterizirano pletenje kako bi proizvodio obuću za trčanje prilagođenu potrebama europskih i američkih tržišta. Obje grane industrije imaju problem s porastom troškova rada i sirovine. Automatizacija kao takva predstavlja potencijal u razvijenim gospodarstvima, ali stvarni doseg u transformaciji opskrbnih lanaca u širokoj potrošnji dodatno ostaje upitan. Potrebe potrošača vjerojatno će povećati potrebu za automatizacijom kao strateškom alternativom što će dovesti do regionalizacije. [15]



Slika 5. Autorske fotografije sa sajma Lineapelle, Milano 2022. godina

## **2.2. Analiza primjene tehnologije 3D ispisa u području dizajna poznatih svjetskih brendova**

Najpoznatiji obućarski trendovi zbog primjene AM tehnologije proizvode vrhunske, udobne i personalizirane modele koji zbog materijala pružaju udobnost što je želja svakog potrošača. Tvornica Nike je procijenila da je isplativost izrade prototipova 10 % koristeći 3D ispis (Hannibal i Knight 2018.) [1]

Aditivna tehnologija daje mogućnost dizajnerima, konstruktorima i modelarima da promiču granice, koje se standardnim tehnologijama ne mogu napraviti zbog ograničenja koje nadmeću kalupi, potplati ili ostali materijali koji se koriste u obućarskoj industriji. Globalna industrija obuće ima problem zbog brzog rasta i primjene 3D ispisa pa tako „male“ industrije koje nemaju financijsku mogućnost ni educirane ljude sve više zaostaju te zbog toga nemaju što ponuditi tržištu. [1]

Američki startup Feetz jedan je od proizvođača koji je svoj proizvodni proces prilagodio AM tehnologiji te u potpunosti tiska obuću od recikliranog materijala te je tako smanjio količinu ugljičnih tvari u proizvodnji za 60 % (Sculpteo 2019. ) Belgijski proizvođač masovno proizvodi 3D ispisane ortopedске uloške i time mijenja svijet atletike. Nekoliko proizvođača poput francuskog Erama omogućili su kupcima tiskanje personalizirane obuće u trgovinama. Prva trgovina otvorena je u studenom 2019.godine , proizvođača Casca i nudi obuću s 3D ispisom. Jedan od najistaknutijih proizvođača obuće je Meksička industrija obuće koja je stara više od 400 godina i deveta je u svijetu po proizvodnji obuće (GTO Footwear 2019.). [1]

U istraživanju autora *Desirée Ukobitz & Rita Faullant (2021) Leveraging 3D Printing Technologies: The Case of Mexico's Footwear Industry, Research-Technology Management, 64:2, 20-30, DOI: 10.1080/08956308.2021.1864919* napravljena je analiza upotrebe 3D ispisa u meksičkoj industriji modne obuće. Ispitivanje je provedeno s tvornicama koje koriste 3D ispis, anketirano je 114 tvornica modne industrije obuće. Kroz kombinirano istraživanje kvantitativne ankete , javnih baza podataka i udruga industrije obuće iz Meksika prikupljeni su podaci od travnja 2018.godine do ožujka 2019.godine. Većina ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju bili su na rukovodećim pozicijama 62 % ispitanika. 3D ispis koristi 41,2 % ispitanika, dok 78,1 % tvornica usvaja 3D ispis u procesima razvoja i dizajna obuće. 3D ispis se u tvornicama koristi u različite svrhe, 18,4 % ispitanika ovog istraživanja koristi ga kako bi saznali tržišne trendove ili novosti na platformama kao što je 3dshoes.com ili thingiverse.com koje prezentiraju budućnost 3D ispisa. Već broj ispitanika 39, 5 % 3D ispis koristi u fazi razvoja, a 38,6 % ispitanika koristi 3D ispis samo za projektiranje. Također manji dio tvornica koristi ovaj

način tehnologije u fazi nabave 6,1 % gdje se neki pomoćni materijali poput đonova, potpetica tiskaju unutar same tvornice. Faza komercijalizacije i isporuke također je zastupljena ovom tehnologijom, samo 9,6 % tvornica je koriste za te svrhe. Zbog ove nove tehnologije koja još nije u potpunosti zaživjela 28,1 % tvornica koristi 3D ispis u marketinške svrhe. Autori ovog rada smatraju da 3D ispis u meksičkoj modnoj industriji nije još u punom potencijalu u svim fazama. [1]

Istražitelji provedeno u meksičkim tvornicama sugerira na to da je u posljednjih pet godina se smanjila nesigurnost kod upotrebe 3D ispisa. Tvrtke koje su u potpunosti usvojile primjenu 3D ispisa smatraju da ispunjava sva njihova očekivanja, također smatraju da su troškovi nabave i održavanja niža prepreka kod upotrebe te vrste tehnologije. Kod manjih poduzeća troškovi nabave i održavanja su malo veći zahvat pa to smatraju i preprekom, približna cijena trošenja za korištenje aditivne tehnologije je 25 000 USD, maksimalni iznos potrošen na instalaciju 3D ispisa je 500.000 USD, a najmanji iznos je 500 USD. U ovom istraživanju pokazano je da korisnici koji nisu usvojili ili ne usvajaju aditivnu tehnologiju drugačije percipiraju upotrebu 3D ispisa. Pomoću 3D ispisa meksičke tvornice izrađuju funkcionalne dijelove kako što su uložne tabanice, potplat, gornjište, remence, trake, vezice i ostale pomoćne materijale. [1]

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 %. [4]

U istraživanju provedenom 2020.godine od strane autora Adul Adulyanukosol i Thanin Silpcharu u članku Footwear Design Strategies for the Thai Footwear Industry to Be Excellent in the World Market istraživana je strategija dizajna obuće, a način istraživanja bio je mješovite metode kvantitativnog i kvalitativnog proučavanja. U ispitivanju je sudjelovalo 500 dizajnera koji su predstavili svoje dizajne kako bi se pridružili nagradnom natječaju te su tako dobiveni kvantitativni podaci polustrukturiranog intervjua. U istraživanju se koristila metoda (SEM) , a strategija dizajna obuće sastojala se od četiri čimbenika dizajn, analiza tržišta, informacijska tehnologija i inovacija. Rezultati ovih



analiza pokazuju da bi dizajn obuće mogao pridonijeti organizacijskoj strategiji za poduzeća. [4]

Najveći proizvođači obuće su Amerika koja zauzima 38,2 % tržišta, i Europa koja zauzima 38,1 % tržišnog udjela. Manji udio tržišta zauzima azijsko-pacifička regija 19,7% , dok stopa Tajlandske proizvodnje i izvoza obuće u blagom padu. U istraživanju provedenom od strane Tajlandskog instituta za tekstil 2014.godine vrijednost izvoza je smanjila za 3,34 % u odnosu na stopu rasta. Godine 2014. vrijednost izvezenog proizvoda je bila 713,40 milijuna USD. Izvozno tržište SAD-a palo je za 5,8 % u 2010.godini. S obzirom na to da je proizvodnja sandala pala u odnosu na 2013. godinu s 92,25 % na 77, 77% u 2017. godinu to predstavlja problem za tajlandsku industriju obuće. Industrija obuće je velika grana koja pridonosi veliki novac tajlandskom području te samim time ima veliku ulogu u tajlandskom gospodarstvu. Nedostatak visokostručnih dizajnera i tehnologije u samoj realizaciji i projektiranju dovodi do pada izvoza i proizvodnje. Da bi se pratilo tržište organizacija je dužna stvarati inovacije koje su alat za konkurentsku prednost i stvaranje profita i povećanja tržišnog udjela pojedine tvrtke. [4]

Da bi tajlandska industrija obuće doživjela uspon mora uspostaviti odgovarajuću marketinšku prednost i tako pratila konkurenciju. Potrebe kupaca se mijenjaju iz dana u dan i sve više pažnje se posvećuje samom dizajnu. Uspon i povećanje izvoza može se postignuti time da se dizajn, kvaliteta, inovativnost prilagode potrebama kupca. Također tvrtke moraju povećati iznos novaca koji ulažu u istraživanje i razvoj. [4]

Kako bi se povećala konkurentska prednost treba postojati suradnja s različitim fazama i dionicama proizvodnje. Koncept održivog razvoja trebao bi biti uključen u organizaciju jer je to vrlo značajno u samom rastu i razvoju. Ovo istraživanje napravljeno je kako bi istaknulo strategiju dizajna obuće za tajlandsku industriju i plasiranje na svjetsko tržište. Dizajn i istraživanje bitni su čimbenici u industriji obuće. Dizajner/konstruktor i cijeli tim dužni su prilikom osmišljavanja novog proizvoda voditi računa o nizu faktora kao što je funkcija, ergonomija, moda, potreba potrošača i mogućnost izrade s obzirom na mogućnosti proizvodne linije svake tvornice. Znanost i tehnologija bitni su u poticanju



razvoja inovacija i temelje se na sposobnostima tvrtke na sam razvoj , proizvodnju , marketing i prodaju. [4]

Već dugi niz godina potplat od polimera za obuću dostupni su za korištenje, a napredak koji je prisutan u korištenju aditivne proizvodnje daje mogućnost boljeg dizajna, lakšeg proizvodnog procesa, više slobode i mogućnosti za boljom prilagodbom. Veća pažnja kod izrade obuće usmjerena je na 3D ispis potplata koji daju bolju apsorpciju prilikom kretanja. Istraživanje provedeno u znanstvenom radu „*Development of a Design Approach for Individualised 3D-Printed Cellular Polymeric Shoes Soles* „ baziraju se na razvoju pristupa dizajnu individualiziranih 3D ispisanih potplata od čeliskog polimera. To ispitivanje zahtijeva poznavanje i način aditivnog procesa proizvodnje, materijale koji su se primjenjuju i rešetkastu strukturu. U tom radu temeljni sloj bazira se na sloju praha, a proizvodnji proces u radu je selektivno lasersko sinteriranje. Materijal koji je odabran i korišten je poliamid 12 i termoplastični poliuretan koji je prikladan za ovaj način tiska i izradu potplata. Aditivna proizvodnja daje mogućnost korištenja rešetkaste strukture , pa tako 3D ispisani potplati mogu računati pogrešan položaj stopala ili promjene u hodanju zbog različitih čimbenika. Svaka ta prilagodba mijenja se ili odabire pravilnim ispisom i materijalima s prikladnom strukturom rešetaka. Vrlo je bitna kvaliteta srednjeg dijela potplata jer štiti stopalo od terena po kojem se kreće i pomoću dobrog potplata mogu se poboljšati performanse trkača ili drugih korisnika. Najčešće korišteni procesi su selektivno lasersko sinteriranje (SLS) i digitalna obrada svijetla (DLP), a materijali koje su koristili u ovom istraživanju se poliamid (PA) i termoplastični poliuretan (TPU). Potplat je jedan od važnijih dijelova obuće koji utječe na samu funkcionalnost i kvalitetu obuće, a na sama svojstva potplata utječe nekoliko faktora , a neki od njih su namjena za koju ju napravljen, veličina stopala, oblik stopala, deformacije , težina, hod, sigurnost i primjena te se prilikom dizajna i izrade potplata mora poznavati tržište i korisnici kojima je namijenjen određeni model potplata. Zbog složene konstrukcije koja mora zadovoljavati određene norme i potrebe aditivni proizvodni proces uglavnom je ograničen na primjenu SLD i DLP. [8]

Obuća se sastoji od gornjišta, donjišta i ugradbenih materijala. Gornjište obuće drži stopalo na mjestu, donji dio se sastoji od potplata i međupotplata. Udobnost kod obuće također daje uložna tabanica i temeljna tabanice. Međupotplat je dio obuće koji je namijenjen da štiti stopalo od reakcija koje nastaju prilikom hodanja po tlu, a donji dio potplata najčešće je izrađen od materijala koju su otporni na habanje, u izravnom su dodiru s tlom te pružaju prijanjanje za sve površine. Prilikom 3D ispisa međupotplat je najčešće izrađen od rešetkaste strukture kod kojih je sila reakcije tla raspoređena cijelom dužinom potplata kako bi se smanjio utjecaj tla na stopalo. [8]

Brend Nike je jedan od najrazvijeniji i najnaprednijih proizvođača obuće koji prednjači u korištenju 3D ispisa na gornjištu sportske obuće. Nike je 2013. godine razvio prve modele nogometnih tenisica izrađenih s 3D ispisom „Nike Vapor LaserTalon“ i tenisice za ragbi „Vapor Laser Talon“. [3]



Slika 3. Nike Vapor LaserTalon

Nakon uspjeha koji je postignut s lansiranjem prvih linija godinu dana nakon toga lansirane su elitne tenisice za trčanje „Vapor Carbon 2014 “ i tenisice za nogomet „VaporHyperAgility“. Dvije godine nakon toga Nike je najavio strateško partnerstvo s dobro razvijenom IT tvrtkom Hewlet-Packardom korištenje HPJet Fusion3D pisača za poboljšanje učinkovitosti izrade prototipova cipela i učinkovitost smanjenja troškova. Iz godine u godinu Nike je razvijao i poboljšao se u primjeni 3D ispisa i već je 2018.godine

na tržište plasirao tenisice za trčanje Flyprint i koristi tehnologiju (SDM) za izradu gornjišta obuće sistemom modeliranje čvrstog taloženja. [3]

Primjenu 3D ispisa počelo je koristiti sve više brendova pa je tako i Adidas 2015.godine predstavio svoju prvu tenisicu za trčanje „Futurecraft 3D “ u limitiranom izdanju „3D Runner“ , a na tržište je lansirana 2016.godine. 3D ispis daje mogućnost prilagodbe strukturi stopala, što dodatno pomaže kod načina spajanja gornjišta i donjišta sa šupljim međupotplatom koji je izrađen 3D ispisom. [3]

Južnoafrička kompanija Andromeda u ožujku 2016.godine na tržište je lansirala limitiranu seriju tenisica „UA Architech“ . Za Američkog plivača Michaela Phelps-a iste su godine napravili 3D ispisane tenisice. Godine 2017. na tržište su lansirali tenisice „The ArchiTech Futurist“ koje imaju potplat izrađen tehnikom 3D ispisa s isprepletenom mrežnom strukturom koja pruža bolju stabilnost, amortizaciju uz gornjište te zadovoljavaju sve tehničke i funkcionalne zahtjeve stopala. [3]

Reebok je tehnologiju 3D crtanja u počecima koristio za precizno crtanje krojnih dijelova na cipeli kako ne bi trebao koristiti kalupe. Ovu vrstu tehnologije je patentirao Reebok , a prednost te vrste tehnologije je nanos slojeva koji omogućuje brzo stvaranje personalizirane obuće bez dodatnih izrada alata za kalupe ili potplat, što smanjuje financijske rashode, a tenisice imaju potplat koji apsorbira udarce prilikom hodanja i 3D ispisane vezice koje integriraju vanjski potplat s gornjištem obuće i tako daju dodatnu udobnost stopalu. [3]

Li Ning je 2018.godine u Parizu na tjednu mode prezentirao seriju „Reignited“ gdje je glava konstrukcija potplata izvođena tehnologijom 3D ispisa, a gornjište obuće izrađeno je od prozirne plastike što djeluje moderno i tehnološki napredno. [3]

Sve više brendova koji proizvode sportsku obuću na svjetskoj razini, pa i srodne kompanije koje proizvode sportske proizvode provode slična istraživanja vezana za proizvodnju i upotrebu 3D ispisa i sve više u proizvodni proces uključuju aditivnu tehnologiju. [3]

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 koji im pružaju tehnologiju pisača i materijal (TPE) koji je potreban za potrebe 3D pisača. [8]

Polimerni materijali su termoplastični i duroplasti, koji su dostupni u raznim oblicima poput smole, prahova, filamenta ili filmova. Tehnologija ispisa polimera temelje se na različitim pristupima spajanja spojeva koji se izvode na nekoliko načina:

- Optički
- Pomoću svjetla
- Kemijski
- Mehanički
- Toplinski

TPU ima mogućnost velikog trganja, ima dobru otpornost na habanje, visoku dinamičko opterećenje i dobru otpornost na toplinu. Materijali koji se najčešće koriste kod procesa 3D ispisa gornjišta obuće ili potplata su DLP i SLS. [8]

Tvornice Adidas i Carbon su tvornice koje u svojem svakodnevnom proizvodnom procesu koriste 3D ispis, prvi su koji su proizveli obuću koja ima ispisani 3D srednji potplat koji osigurava optimiziranu apsorpciju koja daje dobru amortizaciju u području pete i osigurava glatki prijelaz od područja pete do područja prstiju. Željeni efekt kontrole povrata energije postigli su rešetkastom strukturom mreže koja daje željeni efekt za stopalo. Kako bi neprestano poboljšali svoje proizvode Adidas komunicira s potrošačima i prikuplja podatke pomoću kojih svaku novu liniju poboljšava i prilagođava sportašima ili ostalim korisnicima. Prednost 3D ispisanog potplata je povećana fleksibilnost i smanjena težina, koja dodatno povećava kvalitetu i zahtjeve obuće za sportaše. [8]

New Balance je u suradnji s Nervous System-om izradio međupotplate na temelju prikupljenih biomehaničkih informacija sportaša. Svaka tvornica koja dobije povratnu

informaciju potrošača, korigira uočene i zabilježene nedostatke te na temelju tih podataka ponavlja dizajn i prilagođava ga potrebama potrošačima. Za ispis međupotplata koriste TPU I SLS proces koji daju dobru fleksibilnost, smanjenu težinu, a imaju i dalje funkciju izdržljivosti. [8]

### **2.3. Pregled ranijih istraživanja vezanih za primjenu 3D ispis**

Inovacije koje pruža 3D ispis smanjuje vrijeme izlaska na tržište što je prednost kod izrade prototipova u usporedbi s konvencionalnim metodama izrade obuće. Jedna od većih prednosti je sloboda prilikom dizajniranja, ušteda materijala i funkcionalnost. [8]

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 dizajniranjem rešetkastih struktura međupotplata. [9]

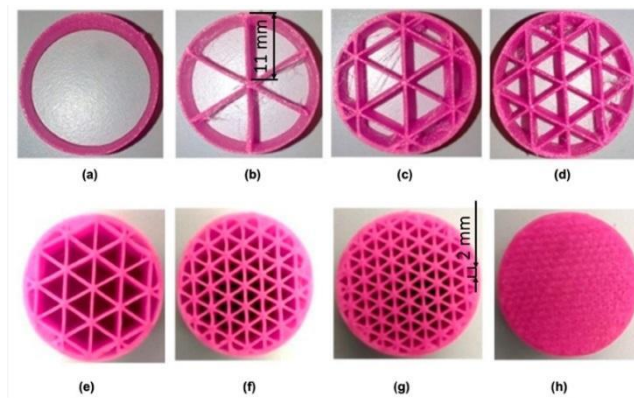
Kako u modnoj industriji tako i u obućarskoj industriji sve veći broj tvrtka udaljava se od upotrebe prirodne kože i u svoj asortiman materijala uvrštavaju mekani termoplastični uretan (TPU) koji je otporan na abraziju, trošenje i primjenjiv je u većini industrija. U skladu sa zahtjevima koje nalažu 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. Fotopolimerizacija u kadi jedna je od najpopularnijih metoda 3D ispisa u obućarskoj industriji. Ova vrsta tehnologije bazira se na smolama DLS ili Carbonova digitalna sinteza svjetla, stereolitografija i digitalna

obrada svjetla. U proizvodnom procesu izrade 3d ispisanih potplata također se koriste tehnologije temeljene na prahu Multi Jet Fusion (MJF) i Selective laser Sintering (SLS). Ova dva načina proizvodnje najčešće se u obućarstvu koriste za proizvodnju uložnih tabanica, dok se tehnologija na bazi smole koristi za izradu međupotplata. U istraživačkom radu *Custom Shoe Sole Design and Modeling Toward 3D Printing* istraživali su tri različita rešetkasta uzorka dizajnirana istom debljinom stijenke i količinom materijala temeljenog na DSL 3D ispisu. Prema individualnim specifikacijama izrađeni su međupotplati u skladu sa stopalom. Ispitivanje se vršilo pod različitim uvjetima opterećenja i aktivnosti kako bi procjena učinkovitosti viskoelastičnih rešetaka bila točna. Rezultati su pokazali da na fizička svojstva utječe vrsta uzoraka s istom svojstvima i količinom materijala. Autori ovog istraživačkog rada smatraju da ispis međupotplata pruža veću potporu, udobnost prema individualnoj obući kao što je obuća za sport ili obuća namijenjena za bolesna stopala. Također daljnjom analizom smatraju da će se izrada međupotplata poboljšati korištenjem 4D ispisa koji bi sve te nedostatke odnosno vertikalne udarne sile mogao preusmjeriti u horizontalne čime bi se postigla ekonomičnosti prilikom trčanja po različitom terenu ili uvjetima. 3D ispis učinkovita je promjena u izradi međupotplata, te je ovo istraživanje donijelo nove inovacije u industriji proizvodnje obuće. [9]

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. [13]

Zbog tih parametara aditivna proizvodnja dobiva na vrijednosti jer daje mogućnost brze izrade i personalizirane prilagodbe. Tehnika Fused Filament Fabrication (FFF) zaslužena je za rješavanje problema zbog širokog raspona materijala i geometrijske slobode, što je prednost u usporedbi s konvencionalnim proizvodnim procesima. Od strane Tang-a i suradnika predložena je metoda dizajna koja je posvećena dijabetičarima, a temeljena je na optimizaciji i raspodjeli naprezanja u kontaktnoj površini stopala i uložne tabanice. U

istraživanju prilagođene obuće s poboljšanom udobnošću fokus je na razvoju metodologije koja omogućuje jednostavnu automatsku proizvodnju umetaka različite gustoće koje se koriste za povećanje udobnosti. [13]



Slika 4. Tiskani uzorci, za testove kompresije, s različitim gustoćama punjenja (trokutasta mreža): (a) 0 %; (b) 10%; (c) 15 %; (d) 20%; (e) 25%; (f) 40 %; (g) 50%; (h) 100% (dimenzije u mm).

U prvom koraku ovog istraživanja odabrani je materijal TPU filament koji je korišten za ispis umetka različitih gustoća i strukture mreže. Kompresijsko ponašanje različitih struktura varira s obzirom na gustoću punjenja. Dobiveni rezultati pokazuju da je materijal koji je korišten i veličina ćelija dobra za upotrebu kao uložak. Nakon utvrđenih rezultata osam pari različitih umetaka ispisano FFF tehnikom ugrađeno je u uložnu tabanicu papučice koja je izrezana laserom kako bi imala šupljinu za umetanje umetka koji su bili napravljeni od gustom mrežom u sredini i većom na periferiji. Nekoliko ispitanika procijenilo je udobnost prototipova papučice i originala papučice koji su testirani na udarno opterećenje. Svojstva testiranja udarca bili su povezana sa sposobnošću promicanja udobnosti, apsorpcije udaraca, promicanja udobnosti i povrata energije te je zaključeno da su svi testirani prototipovi papučice imali bolje rezultate od originalnih papučice što se tiče maksimalnog usporavanja i ta vrijednost je bila niža od referentne vrijednosti (oko  $270 \text{ ms}^{-2}$ ), a minimum koji je dosegnut je oko  $160 \text{ ms}^{-2}$  u umetcima koji su sadržavali veću gustoću u sredini. Raspon koji se preporučuje za takvu vrstu obuće je od  $120\text{-}160 \text{ ms}^{-2}$ . Preporučeni raspon kod testiranja povrata energije je  $32\text{-}50 \%$  i ovi prototipovi papučice

pokazali su vrijednost u ovom rasponu. Ispitanici smatraju da je primjer prototipa udobniji od originala, ali kao glavni razlog se ne navode samo umetci nego generalno cijela izvedba, što pokazuje da je udobnost subjektivna percepcija i potreba za biomehaničkom prilagodbom obuće može se riješiti ovom metodom. Ova studija je pokazala da ne postoji idealan uložak jer su potrebe potrošača različite, ali uz pomoć ove metode može se udobnost povećati na visoku razinu. [13]

U odnosu na druge vrste odjevnih predmeta kvalitetna obuća mora zadovoljavati niz zahtjeva u pogledu udobnosti i funkcionalnosti. Uložne tabanice su dijelovi obuće koji čine glavni kontakt stopala s obućom i glavni zadatak uložnih tabanica je ispravljanje problema prilikom deformiranog stopala, olakšavaju izbjegavanje ozljeda i pomažu kod pravilnog hodanja i obavljanja različitih aktivnosti. Materijali koji se koriste za izradu uložaka imaju važnu ulogu jer utječu na plantarnu i dorzalnu fleksiju gležnja i maksimalnu fleksiju koljena tijekom hodanja. Potplat obuće najčešće je izrađen od termoplastične gume, poliuretana, EVA, vulkanizirane gume ili od kože. Zahvaljujući 3D ispisu i CAD alatima proizvodnja potplata izrađuje se upravo tom tehnologijom. S obzirom na to da je tvrdoća potplata bitan čimbenik kod obuće provedena su mnoga ispitivanja pritiska stopala i tvrdoća potplata. Rešetkasta struktura može stvarati poteškoće kod procesa dizajna, pa su zbog toga razloga istraživači razvili sučelje u programskom jeziku Visual Basic koji je temeljeno na API funkcijama u SolidWorks. To je razvijeno kao pomoć u automatskom generiranju složenih modela s rešetkastom strukturom. Poznavanje biomehanike stopala obavezno je kod istraživanja ili dizajna obuće. Uz poznavanje biomehanike stopala za potrebe istraživanja također je bitno razumijevanje biomehanike stopala putem mjerenja tlaka jer je plantarni pritisak stopala polje koje se nalazi između stopala i potporne površine tijekom svakodnevnih aktivnosti. Da bi se razumjelo ponašanje između lijevog i desnog stopala istraživanje se uvijek provodi s definicijom razlike desnog i lijevog stopala. Korak koji je bitan od takvog istraživanja je stvaranje krivulja za generiranje površina područja pritiska na potplat u svrhu definiranja uvjeta opterećenja. Dijagram plantarnog pritiska uvezen je korištenjem CAD softvera, a potrebno skaliranje je napravljeno kako bi odgovaralo osobi koja je prisustvovala testu. Na temelju



podataka i matematičke metode optimiziran je raspored materijala unutar zadanog projektnog prostora za zadani skup opterećenja, a cilj je maksimiziranje performansi sustava. Ova vrsta metode i personalizacije pomaže kod poboljšanja proizvoda i daje mogućnost smanjenja troškova, a tvornicama nudi održivi rast s personaliziranim proizvodima i uslugama s profitabilnim ishodom. [16]

### **3. Istraživanje**

U nastavku rada prikazano je istraživanje koje je provedeno.

#### **3.1. Definiranje problema**

Od prve upotrebe 3D printeri na dnevnoj bazi unapređuju kvalitetu života, bez obzira na granu industrije u kojoj se koriste. Zbog svog neprestanog razvoja i poboljšanja na bolje 3D ispis neprestano se razvija i sve više je primjenjiv u proizvodnji obuće. 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. Prilikom upotrebe 3D ispisa količinu otpada je moguće smanjiti. Upotreba 3D ispisa mogla bi djelomično ugroziti male proizvođače koji su financijski ograničeni i nisu spremni na nove tehnologije što zbog ne obrazovanog kadra što zbog kupnje printera. Primjena 3D ispisa u obućarskoj industriji i njegov način rada relativno su novi pojam u Republici Hrvatskoj i većina tvornica koje proizvode obuću rade na tradicionalni način. 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 procese prilagodili aditivnom načinu proizvodnje u prednosti su naspram manjih proizvođača jer su brži i diktiraju dizajn koji je teško pratiti ako je baza proizvodnje ostala na tradicionalnom načinu. Pojam 3D ispisa još nije dovoljno poznat u obućarskoj industriji i potencijalnim kupcima. Jedan od većih problema je obrazovanje i poznavanje te vrste tehnologije.

### **3.2. Cilj istraživanja**

Proizvodi široke potrošnje u budućnosti zbog 3D ispisa biće 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 kod proizvodnje obuće. Da bi potencijalni kupci bili upoznati s novitetima i tehnologijama trebaju se educirati ili poznavati nove tehnologije. Tehnologija u obućarskoj industriji diljem Hrvatske još uvijek nije kao na svjetskoj razini. Najčešće što se nudi je obuća koja je izrađena na tradicionalni način, bez primjene aditivne tehnologije. 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 obućarstvu. Literatura koja je na raspolaganju vrlo malo sadrži informacija vezanih za ovu vrstu tehnologije , pa je i to jedan od razloga zbog kojeg kupci nisu dovoljno upućeni. Ovo istraživanje je provedeno kako bi se ispitalo da li su potencijalni kupci upoznati s novim tehnologijama i mogućnostima koje se dobivaju primjenom aditivne proizvodnje odnosno koje sve prednosti nosi 3D ispis. Cilj istraživanja je istražiti koliko je tehnologija 3D ispisa poznata u Hrvatskoj i zainteresiranost ispitanika za korištenje te tehnologije.

### **3.3. Istraživačka pitanja**

Istraživanje se temelji na istraživačkom pitanju :

P1. Koliko je poznat pojam 3D ispis u obućarskoj industriji?

P2. Smatrate li da upotreba 3D ispisa može unaprijediti kvalitetu obuće?

P3. Smatrate li da ste premalo informirani o upotrebi 3D ispisa?

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. Na temelju odgovora analizirat će se mišljenje većine koje će poslužiti za raspravu i zaključak diplomskoga rada.

### **3.4. Hipoteze**

H1. Potencijalni kupci nisu dovoljno educirani o primjeni 3D ispisa u obučarskoj industriji

H2. Potencijalni kupci upoznati su s tehnologijom 3D ispisa

### **3.5. Metodologija**

Na temelju istraživanja primjene i upotrebe 3D ispisa i definiranja istraživačkih pitanja, za provjeru istraživanja odabrana je metoda anketnog upitnika koji se provodio putem interneta gdje je cilj prikupiti što veći broj ispitanika. Nakon provedene ankete, prikupljeni podaci će se statistički obraditi kako bi se prikazali rezultati istraživanja i zaključak.

### **3.6. Postupak**

Prikupljanje podataka provedeno je putem Google Forms obrasca. Za prikupljanje ispitanika koristile su se društvene mreže, mail i usmena predaja ispitanicima. Primarni cilj ove ankete je bio prikupiti odgovore svih generacija iz različitog područja Republike Hrvatske. Anketa je provedena u periodu od 30.kolovoza.2022. do 12.rujna.2022. Na anketna pitanja odgovorilo je 110 ispitanika. Obzirom na to da su hipoteze jasno definirane i postavljene unaprijed ,pomoću statističkih podataka i analize , provest će se kvantitativno istraživanje.

#### 4. Rezultati istraživanja

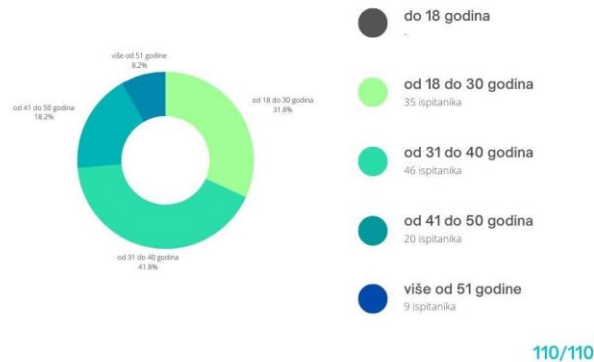
U ispunjavanju ankete sudjelovalo je 75 žena (58,2%) i 35 muškaraca (31,8%) . Struktura ispitanika prikazana je na Grafikonu 1.



Grafikon 1. Spol ispitanika

Dobna struktura ispitanika nije bila ograničena pa su tako mogli sudjelovati mlađi od 18 godina pa sve do osoba sa 51 i više godina. Dob ispitanika podijeljena je u 5 kategorija. Najviše ispitanika koji su ispunili anketu starosne je dobi od 31 do 40 ,njih 46 ili 41, 8 % u dobnoj skupini od 18 do 30 godina sudjelovalo je 35 ili 31,8 ispitanika , manji postotak ispitanika bio je starosne dobio od 41 do 50 godina njih 20 ili 18,2 % , najmanji broj ispitanika dobne starosti više od 50 godina njih 9 ili 8,2 %. U anketi nije sudjelovala ni jedna osoba starosti do 18 godina. Struktura ispitanika prikazana je na Grafikonu 2.

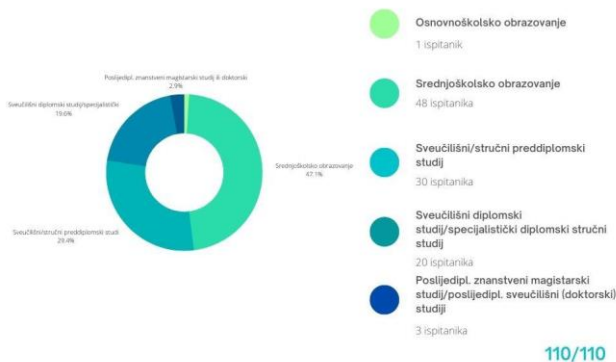
## Dobna skupina



Grafikon 2. Dobna skupina

Istraživanje je obuhvatilo ispitanike različite razine obrazovanja. Razina obrazovanja koja je postignuta kod ispitanika daje zadovoljavajuće rezultate. Srednjoškolsko obrazovanje ima 48 (47,1%) , zatim slijedi njih 30 (29,4 %) ispitanika koji imaju Sveučilišni/stručni preddiplomski studij. Sveučilišni diplomski studij /specijalistički diplomski stručni studij kao stupanj obrazovanja odabralo je 20 (19,6%) ispitanika. Zatim slijede ispitanici koji su završili doktorat (poslijediplomski studij) njih 3 (2,9 %). Ispitanici kojih je najmanje su oni koji su završili osnovnu školu 1 (1%). Struktura ispitanika prema postignutom obrazovanju prikazana je u Grafikonu 3.

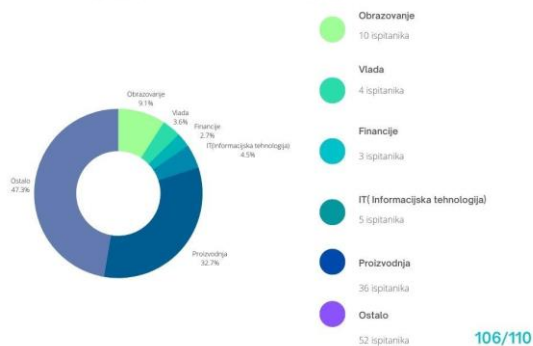
## Koji je stupanj Vašeg obrazovanja?



Grafikon 3. Stupanj obrazovanja

Na anketno pitanje vezano za gospodarsku granu u kojoj su ispitanici zaposleni najveći broj ispitanika odabrao je odgovor ostalo njih 52 (47,3 %), njih 36 ( 32,7%) radi u proizvodnji, u sektoru obrazovanja zaposleno je 10 (9,1%) ispitanika. Manji broj ispitanika zaposlen je u grani Informacijske tehnologije njih 5 (4,5 %), u grani vlade 4 ( 3,6 %) ispitanika, a grana koja je kod ispitanika najmanje zastupljena je područje financija njih 3 (2,7%). Struktura ispitanika prema gospodarskoj grani u kojoj su zaposleni prikazana je u Grafikonu 4.

## U kojoj gospodarskoj grani radite?



Grafikon 4. Gospodarska grana u kojoj su zaposleni

Od ukupnog broja ispitanika 89 ispitanika ispunilo je anketno pitanje vezano za zanimanje. Najveći broj ispitanika kao svoje zanimanje naveli su Ekonomist/ Ekonomistkinja njih 8. Inženjer/inženjerka dizajna obuće navelo je također njih 8. Ostala struktura ispitanika prema zanimanju prikazana je u tablicama 1, 2 i 3.

Zanimanje	Broj ispitanika
Ekonomist	8
Grafički dizajner	3
Komercijalist	2
Nastavnik	2
Fizioterapeut	2
Magistar ekonomije	2
Kuhar	2
Službenik	1
Autoelektričar	1
DVO	1
Staklo bruslač	1
Referent prodaje	1
Prometni tehničar	1
Krojač	1
Elektromonter	1
Komercijalni zastupnik	1
Kozmetičar	1
Inženjer dizajna obuće	8
Medijski tehničar	1

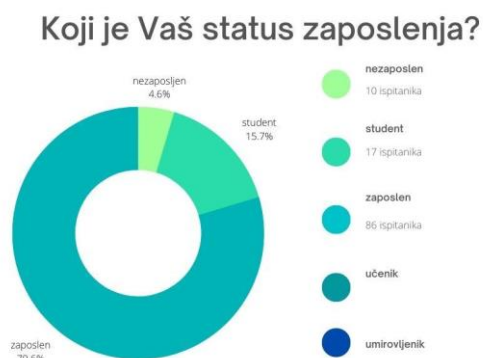
Zanimanje	Broj ispitanika
Vrtlar	1
Šivač	1
Tehničar za mehatroniku	1
Autoelektričar	1
Dipl.oecg	1
Poslovni savjetnik	1
Diplomirani ekonomist	1
Med.sestra	1
Tekstilni tehničar	1
Diplomirani inženjer građevinarstva	1
Krovopokriivač	1
Planer	1
Obučarski tehničar	1
Strojarski tehničar	1
Skladištar	1
Dizajner tekstila	1
Sistemska i mrežni operator	1
Tekstilni i modni dizajn/kostimografija	2
Programer	1

Zanimanje	Broj ispitanika
Magistar edukacije matematike	1
Privostupnica fizioterapije	1
Dostavljač	1
Konobar	1
Student	2
Administrator	1
Marketing	1
EKT	1
Kuharica	1
Kemijski tehničar	1
Stolar	1
Inženjer građevine	1
Tehničar za vozila	1
Frizer	1
Varioc	1
Trgovac	1
Farmaceutski tehničar	1
Profesorica	3
Upravni pravnik	1

Odgovornica	1
Elektrotehničar	1
Pravnik	1
Pediker	1
Nastavnik stručno teorijskih sadržaja u srednjoj školi	1
Autoelektričar	1

Tablica 1,2 i 3 Zanimanje ispitanika

Među ispitanicima najviše je zaposlenih 86 (79,6%) , nadalje slijede ispitanici koji su studenti njih 17 (15,7). Ne zaposljenih je 10 ( 4,6%). Struktura ispitanika prema statusu zaposlenja prikazana je u Grafikonu 5.

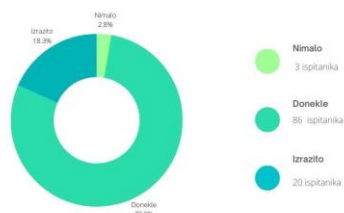


108/110

Grafikon 5. Status zaposlenja ispitanika

Sljedeće pitanje baziralo se na praćenju novih trendova i tehnologije njih 86 (79,9 %) prati nove tehnološke trendove i tehnologije. Izrazito prati njih 20 ( 18,3%) , dok je njih 3 (2,8%) ne prati nove tehnološke trendove i tehnologiju. Struktura ispitanika prema zainteresiranosti prema novim tehnologijama prikazana je u Grafikonu 6.

### Da li pratite nove tehnološke trendove i tehnologije?



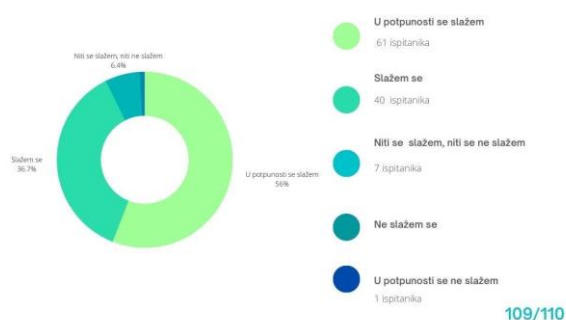
109/110

Grafikon 6. Praćenje tehnoloških trendova i tehnologija



U anketnom pitanju vezanom za važnost razvoja i napredovanja tehnologije u budućnosti njih više od polovice se slaže u potpunosti njih 61 (56%). Također tvrdnju da se slažu da je bitan razvoj za budućnost odabralo je njih 40 (36,7%). S ovim anketnim pitanjem nit se slaže, niti se ne slaže njih 7 (6,4%), a samo 1 (0,9%) ispitanik se u potpunosti ne slaže. Struktura ispitanika prema slaganju s činjenicom o razvoju i napredovanju prikazana je u Grafikonu 7.

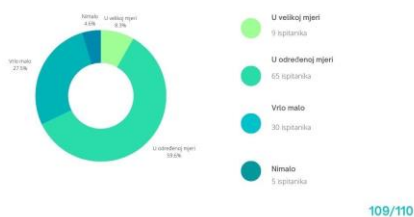
### Smatrate li da je razvoj i napredovanje tehnologije važan za budućnost?



Grafikon 7. Napredovanje i tehnologija

Na anketno pitanje poznavanja tehnologije 3D ispisa njih 65 (59,6%) u određenoj je mjeri upoznato s ovom vrstom tehnologije, zatim slijedi njih 30 (27,5%) koji su vrlo malo upoznati. U velikoj mjeri upoznat je manji dio ispitanika njih 9 (8,3%). Ispitanici koji nisu nimalo upoznati u manjem su broju samo njih 5 (4,6%). Struktura ispitanika o poznavanju 3D ispisa prikazana je u Grafikonu 8.

### Jeste li upoznati s tehnologijom 3D ispisa?



Grafikon 8. Poznavanje tehnologije 3D ispisa

Sljedeće pitanje odnosi se na poznavanje procesa izrade 3D ispisa. Kao potvrdu svog poznavanja ponuđeni su odgovori Da ili Ne. Veća polovica ispitanika njih 89 (83,2%) je upoznato s tim da je 3D ispis proces aditivne proizvodnje i da nastaje dodavanjem sloja po sloja i da na taj način nastaje fizički predmet. Njih 18 (16,8%) ne poznaje način ove tehnologije. Struktura ispitanika o poznavanju procesa aditivne proizvodnje prikazana je u Grafikonu 9.

Jeste li znali da je 3D ispis proces aditivne proizvodnje koji nastaje dodavanjem materijala sloj po sloj i tako nastaje fizički predmet?



107/110

Grafikon 9. Proces aditivne tehnologije

Anketno pitanje koje se odnosi na poznavanje detaljnih mogućnosti 3D ispisa, s tom tvrdnjom se slaže veći dio ispitanika njih 46 (42,2 %), U potpunosti se s tom tvrdnjom slaže 35 ispitanika (32,1%). Nit se slaže, nit se ne slaže s tom tvrdnjom 27 ispitanika (24,8%). U potpunosti se ne slaže ili se ne slaže 2 ispitanika (0,9%). Struktura ispitanika o poznavanju upotrebe 3D ispisa prikazana je u Grafikonu 10.

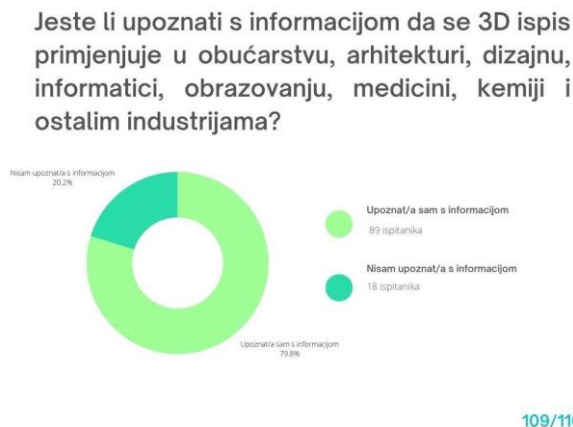
Smatrate li da mogućnost upotrebe 3D ispisa znatno skraćuje vrijeme izrade i povećava kvalitetu izrade modela i prototipa?



109/110

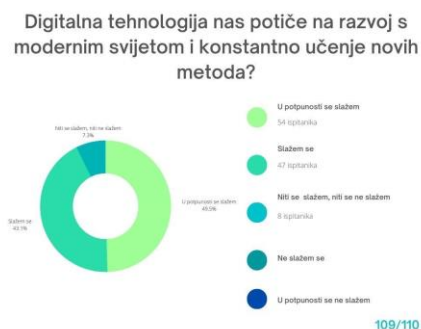
Grafikon 10. Mogućnosti upotrebe 3D ispisa

Na pitanje vezano za poznavanje područja primjene 3D ispisa 89 ispitanika (79,8% ) upoznato je sa informacijom da se 3D ispis primjenjuje u obučarstvu, arhitekturi dizajnu itd. Manji dio ispitanika nije upoznat s tom informacijom 18 (20,2%) ispitanika. Struktura ispitanika o poznavanju primjene 3D ispisa u različitim industrijama prikazana je u Grafikonu 11.



Grafikon 11. Primjena 3D ispisa u industrijama

Digitalna tehnologija nas potiče na razvoj i učenje u potpunosti se slaže 54 ispitanika (49,5) , malo manji broj se slaže s tom tvrdnjom 47 (43,1%). Njih 8 ispitanika (7,3%) nit se slaže, niti se ne slaže s tom tvrdnjom. U ovom anketnom pitanju ni jedan ispitanik nije sa negacijom odgovorio na ovo pitanje. Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 12.



Grafikon 12. Digitalna tehnologija

Daljnijim anketnim pitanjima dobili su se odgovori o poznavanju koje 3D ispis daje dizajnerima koji ga koriste, u određenoj mjeri ovu činjenicu poznaje 59 ispitanika (54,1%), u velikoj mjeri 31 ispitanik (28,4%), manji broj nije upoznati s time njih 17 ispitanika (15,6%) , a samo 2 ispitanika (1,8%) nisu upoznati. Struktura prikazana je u Grafikonu 13.

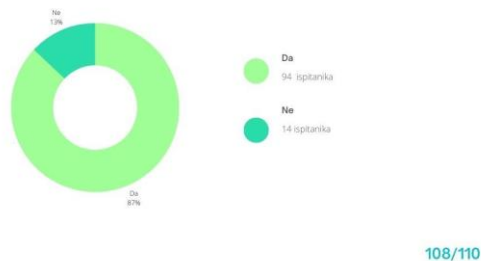
Jeste li upoznati s time da 3D ispis u boji daje inženjerima razvoja i dizajnerima mogućnost jasnog uvida u tijek postupaka, mogućnost lakog uočavanja greški i brzog razvoja?



Grafikon 13. Mogućnosti 3D ispisa

Daljnjom analizom od ukupno 110 ispitanika, njih 94 ispitanika (87%) su upoznati s tim da je pomoću 3D ispisa moguća jednostavna izrada kompleksnih i jednostavnih dijelova , samo njih 14 ispitanika (13%) nije upoznato s time. Struktura ispitanika o poznavanju jednostavne izrade kompleksnih i jednostavnih dijelova prikazana je u Grafikonu 14.

Jeste li upoznati s činjenicom da tehnologija 3D ispisa omogućuje jednostavnu izradu kompleksnih i jednostavnih dijelova?



Grafikon 14. Mogućnost izrade 3D ispisa

Veći dio ispitanika u ovoj anketi susrelo se s proizvodima koji su izrađeni 3D ispisom, njih 69 ispitanika (63,3%) , dok se njih 40 ispitanika (36,7%) nije susrelo sa takvim proizvodima. Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 15.

Jeste li se ikad susreli s proizvodima izrađenima tehnologijom 3D ispisa?

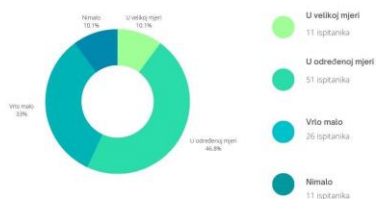


109/110

Grafikon 15. Struktura ispitanika i susretanje s proizvodima izrađenima 3D ispisom

U određenoj mjeri s principom rada 3D ispisa upoznato je njih 51 ispitanik (46,8%). Ispitanici koji smatraju da vrlo malo poznaju princip rada 3D ispisa je 26 ispitanika (33%). Podjednaki broj ispitanika njih 11 (10,1%) smatra da u velikoj mjeri i nimalo ne poznaju princip rada. Struktura ispitanika o poznavanju principa rada 3D ispisa prikazana je u Grafikonu 16.

Jeste li upoznati s principom rada 3D ispisa?

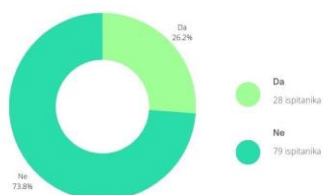


109/110

Grafikon 16. Poznavanje rada 3D ispisa

Primjena 3D ispisa u obučarskoj industriji je relativno nepoznata ispitanicima čak njih 79 ispitanika (66,4%) nisu upoznati s tim da se 3D ispis primjenjuje u obučarstvu, dok je 28 ispitanika (26,2%) odabralo potvrdni odgovor. Struktura ispitanika o poznavanju primjene 3D ispisa u obučarskoj industriji prikazana je u Grafikonu 17.

Da li Vam je poznata primjena 3D ispisa u obučarskoj industriji?

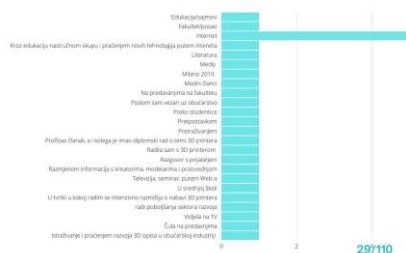


107/110

Grafikon 18. Primjena 3D ispisa u obučarskoj industriji

Vežano za anketno pitanje da li je poznata primjena 3d ispisa u obučarstvu , anketa je sadržavala pitanje kako su ispitanici došli do te informacije. Najveći broj ispitanika do te informacije je došao putem interneta, fakulteta, sajma, pretraživanjem ili radom na 3D printeru. Na ovo pitanje odgovorilo je 29 ispitanika od njih 110. Struktura ispitanika prema prikupljanju informacija prikazana je u Grafikonu 18.

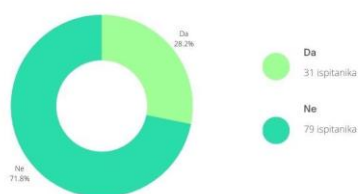
Ako Vam je poznata primjena 3D ispisa u obučarskoj industriji , kako ste došli do te informacije?



Grafikon 18. Informacije o 3D ispisu

3D ispis daje mogućnost izrade potplata koji mogu zadovoljavati specifična svojstva koja moraju zadovoljavati potrebe norme kao što je otpornost na toplinu, vodoodbojnost i uljeotpornost. Veći broj ispitanika ne zna za tu informaciju njih 79 ispitanika (71,8%) , a 31 ispitanika (28,2%) nije znalo za te mogućnosti. Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 19.

Da li ste upoznati s informacijom da 3D ispis omogućuje izradu potplata sa specifičnim svojstvima kao što je visoka otpornost na toplinu, vodoodbojnost i uljeodpornost?

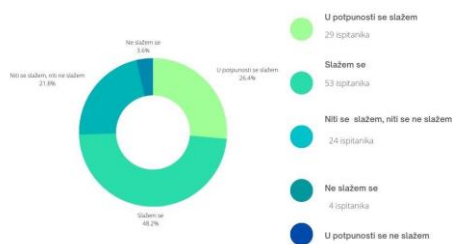


110/110

Grafikon 19. Izrada potplata

Veliki broj ispitanika u anketi smatra da upotreba 3D ispisa može unaprijediti kvalitetu obuće njih 53 ispitanika (48,2%) se slaže, njih 29 ispitanika (26,4 %) se u potpunosti slaže. Da 3D ispis može unaprijediti kvalitetu obuće niti se ne slažem, niti se slažem 24 ispitanika (21,8%). Vrlo mali broj ispitanika njih 4 (3,6%) se ne slaže s time. Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 20.

Smatrate li da upotreba 3D ispisa može unaprijediti kvalitetu obuće?

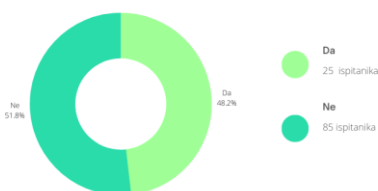


110/110

Grafikon 20. Kvaliteta obuće

Među ispitanicima njih 85 (51,8% ) nije koristilo usluge 3D ispisa, samo njih 25 (48,2 % je koristilo usluge 3D ispisa. Struktura ispitanika o korištenju usluga 3D ispisa prikazana je u Grafikonu 21.

Jeste li koristili usluge 3D ispisa?

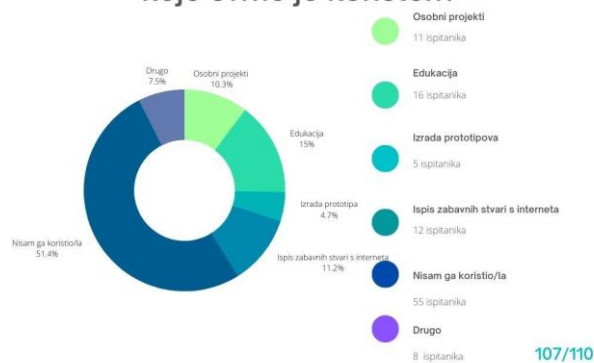


110/110

Grafikon 21. Usluge 3D ispisa

Veći broj ispitanika nije se nikad susreo s 3D printerom njih 55 ( 51,4%) . U svrhu edukacije susrelo se s njim 16 ispitanika ( 15%). Za ispis zabavnih stvari s interneta koristilo ga je 12 ispitanika (11,2 %). Za realizaciju osobnih projekata koristilo ga je 11 ispitanika (10,3%). U druge svrhe koristilo ga je 8 ispitanika (7,5%), dok je 5 ispitanika (4,7%) 3D ispis koristilo za izradu prototipova. Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 22.

Ako ste ikad susreli s 3D printerom u koje svrhe je korišten?



107/110

Grafikon 22. 3D printer



Sljedeće pitanje veže se na poznavanje i mogućnosti 3D ispisa pomoću kojeg se izrađuju dijelovi obuće pa i cijela obuća, u određenoj mjeri upoznato je 39 ispitanika (35,5%). Neki od ispitanika njih 37 (33,6%) su vrlo malo upoznata s tim podatkom, u velikoj mjeri je upoznato 10 ispitanika (9,1%), a čak 24 ispitanika (21,8%) nije nimalo upoznato s tim. Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 23.

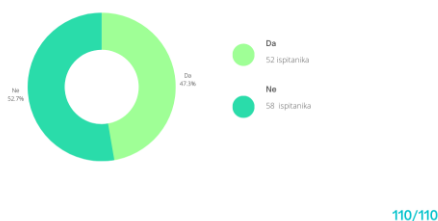
Da li ste upoznati s informacijom da se pomoću 3D ispis izrađuju dijelovi obuće pa čak i cijela obuća?



Grafikon 23. Izrada obuće pomoću 3D ispisa

Više od polovice ispitanika njih 58 (53,6%) smatra da obuća proizvedena pomoću 3D ispisa nema iste kvalitete kao i obuća, dok njih 52 (46,4%) smatra da je obuća ispisana 3D ispisom iste kvalitete. Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 24.

Smatrate li da obuća ispisana 3D ispisom ima istu kvalitetu kao i obuća izrađena na tradicionalan način?



Grafikon 24. Kvaliteta obuće

Iako većina ispitanika smatra da obuća koja se izradi pomoću 3D ispisa nije iste kvalitete kao i obuća izrađena na tradicionalni način njih 88 (80.0%) bi koristili usluge za izradu personalizirane obuće, samo mali dio ispitanika njih 22 (20,0%) ne bi koristilo tu uslugu. Struktura ispitanika o mogućnostima korištenja usluge 3D ispisa prikazana je u Grafikonu 25.

Kada bi bili u mogućnosti da koristite usluge 3D ispisa, da li bi ih koristili za izradu personalizirane obuće?

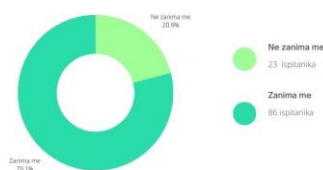


110/110

Grafikon 25.korištenje 3D ispisa za izradu personalizirane obuće

Na pitanje vezano za interes u vezi 3D ispisa među ispitanicima njih 86 (79,1%) interesira primjena 3D ispisa, manji dio ispitanika ne zanima njih 23 (20,9%). Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 26.

Koliko Vas je zanima primjena 3D ispisa?



109/110

Grafikon 26. Zanimanje vezano za primjenu 3D ispisa

Veći broj ispitanika čak njih 60 ( 55%) smatra da bi mogli prepoznati obuču koja je izrađena pomoću 3D ispisa ili obuču koja je napravljena na tradicionalan način. Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 27.

Da li bi mogli prepoznati razliku između printane obuće i tradicionalne obuće?

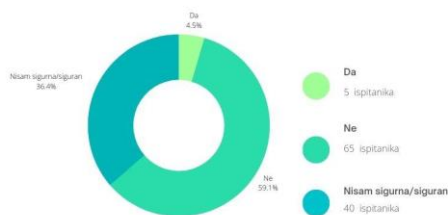


109/110

Grafikon 27. Razlika između tradicionalne i 3D ispisane obuće

Također da bi se dobili još dodatni podaci jedno od pitanja je bilo da li ispitanici u svom ormaru imaju obuču izrađenu tehnologijom 3D ispisa. Veći broj ispitanika 65 (59,1%) odgovorilo je da u nema, njih 5 (4,5%) izjasnilo se pozitivno odnosno s odgovorom da, a ostatak ispitanika njih 40 (36,4%) nije sigurno da imaju neki par obuće koji je izrađen pomoću 3D ispisa. Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 28.

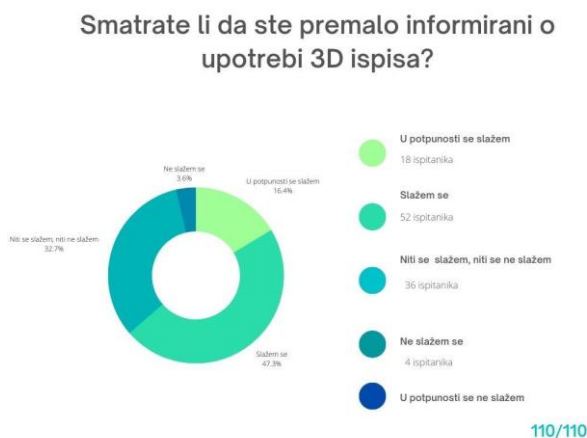
Da li u svom ormaru imate obuču koja je izrađena tehnologijom 3D ispisa?



110/110

Grafikon 28. Obuća izrađena 3D ispisom

Zadnje pitanje u anketi bilo je usmjereno na informiranost o samoj tehnologiji, 52 ispitanika se slažu da su premalo informirani u vezi tehnologije 3D ispisa. U potpunosti se slaže s ovim pitanjem 18 ispitanika (16,4%). Samo 4 ispitanika (3,6%) se ne slažu s tim pitanjem, dok 36 ispitanika (32,7%) nit se slaže, niti se ne slaže s tim pitanjem. Struktura ispitanika prikazana je u Grafikonu 29.



Grafikon 29. Informiranost ispitanika o upotrebi 3D ispisa

#### 4.1. Hipoteza 1

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. Istraživanja su potkrepljena dobrim rezultatima koje u svom proizvodnom procesu primjenjuje nekoliko svjetskih proizvođača. Digitalizacija i suvremenizacija obučarske industrije smatra se kao proces koji daje mogućnost brzih manipulacija, poboljšanja proizvodnje i povećanja kvalitete proizvoda. 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 smatra ne smatra da obuća proizvedena na ovaj način ima kvalitetu kao što ima obuća izrađena na tradicionalni način. Ovim odgovorima potvrdila se sumnja vezana za poznavanje ove vrste tehnologije u ovom podneblju. 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. Odgovorima na anketna pitanja većina ispitanika ne posjeduje obuću koja je izrađena cijela ili djelomično tehnologijom 3D ispisa. 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. Daljna istraživanja mogla bi dati odgovore i mogućnost promjene odnosno edukacije ljudi i upoznavanja s novim tehnologijama.

#### **4.2. Hipoteza 2**

Potencijalni kupci u budućnosti ispitanici su ove ankete. Prilikom anketiranja veliki dio pitanja bio je usmjeren na poznavanju tehnologije 3D ispisa.- 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. Mnoga istraživanja na temu 3D ispisa dokazala su da je korištenje te tehnologije budućnost industrije obuće, arhitekture, umjetnosti ili medicine. 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 smatra 92,7 % ispitanika. Izrada kompleksnih i jednostavnih dijelova omogućena je upravo zbog korištenja aditivne tehnologije i 92,7 % ispitanika slaže se s tom činjenicom što dodatno

potvrđuje da su kupci upoznati s tehnologijom 3D ispisa. 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. Da bi proizvod bio plasiran na tržište potrebna su testiranja. Dizajneri i inženjeri u prednosti su kada koriste aditivnu tehnologiju jer mogu testirati više verzija u kratkom vremenskom periodu. Rezultati ovih prednosti su brže lansiranje proizvoda na tržište. Ovom anketom potvrđeno je hipoteza 2 gdje je većina ispitanika koristila usluge 3D ispisa, susrela se s proizvodima proizvedenim ovom tehnologijom i poznaju proizvodni proces tehnologije 3D ispisa.

## 5. Zaključak

Razvoj tehnologije i mogućnosti koje nam daje 3D ispis u naglom je porastu zadnjih godina. Vodeći proizvođači u industriji obuče sustavom automatizacije i suvremenizacije opremili su proizvodne pogodne i na dnevnoj bazi poboljšavaju svoje proizvode kako bi se što više približili željama i potrebama kupaca. 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 obuče. Svjetski proizvođači već dugi niz godina na tržište lansiraju obuču izrađenu ovom tehnologijom. Proizvođačima je bitna količina korisnika i njihovo zadovoljstvo, pa tako većina njih nudi uslugu personalizirane obuče 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. Također mali dio potencijalnih kupaca u Hrvatskoj je upoznat s obučom koja je proizvedena aditivnom proizvodnjom. Da bi ova vrsta tehnologije postala poznatija trebalo bi ljude educirati o novim tehnologijama i njegovim prednostima. Nažalost mali broj proizvođača ima mogućnost suvremenizirati tvornice robotima ili novim 3D printerima. Zbog cjelokupne situacije koja je nastala zadnjih dvije godine mnogi proizvođači imaju problem s nabavom repromaterijala i sirovina potrebnih za proizvodnju obuče. Upotreba 3D ispisa daje mogućnost da si proizvođači izrade potrebne dijelove obuče i s tom mogućnošću u prednosti su u odnosu na male proizvođače odnosno one koji ne koriste ovaj način tehnologije. U ovom diplomskom radu istraživanje se baziralo na temu 3D ispisa u obučarskoj industriji i njegovu primjenu. Naglasak u istraživanju daje se na personalizaciju obuče kako bi svaki pojedinac imao prilagođenu obuču obzirom na potrebe. Velika pažnja posvećuje se izradi potplata, uložnih tabanica i uložaka koji su u direktnom kontaktu sa stopalom. Brendovi kao što je Nike ili Adidas na tržište iz godine u godinu lansiraju sportsku obuču koja ima performanse koje zadovoljavaju potrebe

vrhunskih sportaša. S obzirom na to da sve veći broj potrošača ima potrebu za što kvalitetnom obućom, upotreba 3D ispisa i 3D skenera daje mogućnost izrade obuće za pojedinca. S ekonomske strane istraživanja navode veliki broj prednosti i smanjenja cijene proizvodnje. Smanjenje otpada cilj je svakog pojedinca pa tako i velikih proizvođača i u pravo aditivna proizvodnja daje 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 obućarskoj industriji i sve veći broj korisnika ima potrebu za kupnjom obuće koja je napravljena po njihovim zahtjevima. U ovom diplomskom radu napravljena je anketa pomoću koje se provjeravala potreba za obućom izrađenom aditivnom proizvodnjom i samim poznavanjem 3D ispisa. Potreba za 3D ispisom vjerojatno nije svakodnevna, ali neki specijalizirani projekti i proizvodi u budućnosti će sigurno zahtijevati upotrebu aditivne proizvodnje. Tradicionalni način proizvodnje neće izumrijeti zbog malih proizvođača koji zbog određenih razloga neće sljedećih nekoliko godina prijeći na aditivnu proizvodnju, ali iz godine u godinu zbog zahtjeva kupaca 3D ispis postat će sve bitniji zbog trenutnog ekološkog stanja i potreba kupaca. Prednosti koje nosi aditivna proizvodnja u odnosu na tradicionalni način rada je brzina prelaska s jednog projekta na drugi. Razina kreativnosti, mogućnosti i ideja upotrebom 3D ispisa se povećava što ujedno i daje razliku između proizvođača do proizvođača.



## Literatura

[1] Autori: Desirée Ukobitz & Rita Faullant- Leveraging 3D Printing Technologies: The Case of Mexico's Footwear Industry, Pristupljeno: 16.07.2022.

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/08956308.2021.1864919>

[2] Autori: Rajae JEMGHILI; Abdelmajid AIT TALEB, Khalifa MANSOURI - Additive Manufacturing Progress as a New Industrial Revolution, Pristupljeno: 16.07.2022.

[https://www.researchgate.net/profile/Rajae-Jemghili/publication/348498438\\_Additive\\_Manufacturing\\_Progress\\_as\\_a\\_New\\_Industrial\\_Revolution/links/611fd2851ca20f6f86382640/Additive-Manufacturing-Progress-as-a-New-Industrial-Revolution.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rajae-Jemghili/publication/348498438_Additive_Manufacturing_Progress_as_a_New_Industrial_Revolution/links/611fd2851ca20f6f86382640/Additive-Manufacturing-Progress-as-a-New-Industrial-Revolution.pdf)

[3] Autori: Taisheng Gong<sup>1,2</sup> and Luping Kang, Application Analysis of 3D Printing Technology in Design Field: Taking Shoe Design as an Example. Pristupljeno : 17.07.22.

<https://www.hindawi.com/journals/sp/2021/5662460/>

[4] Autori : Adul Adulyanukosol i Thanin Silpcharu; Footwear Design Strategies for the Thai Footwear Industry to Be Excellent in the World Market; Pristupljeno :23.07.2022.

<https://www.mdpi.com/2199-8531/6/1/5>

[5] Autori: Zong Liyong, Kuang Xia ; Study of Impact of 3D Printing Technology and Development on Creative Industry ; Pristupljeno : 23.07.2022.

[https://www.researchgate.net/publication/330342903\\_Study\\_of\\_Impact\\_of\\_3D\\_Printing\\_Technology\\_and\\_Development\\_on\\_Creative\\_Industry](https://www.researchgate.net/publication/330342903_Study_of_Impact_of_3D_Printing_Technology_and_Development_on_Creative_Industry)

[6] Autori: Dr. Hartmut Stahl Öko-Institut e.V.;3D Printing – Risks and Opportunities; Pristupljeno: 23.7.2022.

[https://reinhardbuetikofer.eu/wp-content/uploads/2014/02/3D-printing\\_report\\_final-20131205\\_ohneBilder.pdf](https://reinhardbuetikofer.eu/wp-content/uploads/2014/02/3D-printing_report_final-20131205_ohneBilder.pdf)

**[7] Autori: Ya-Qian Xiao, Chi-Wai Kan Review on Development and Application of 3D-Printing Technology in Textile and Fashion Design ; Pristupljeno: 02.09.2022.**

<https://www.mdpi.com/2079-6412/12/2/267>

**[8] Autor: Johannes Kepler ; Universitat Linz; Development of a Design Approach for Individualised 3D-Printed Cellular Polymeric Shoe Soles: Pristupljeno : 03.08.2022.**

<https://epub.jku.at/obvulihs/content/titleinfo/6966696/full.pdf>

**[9] Autori:Ali Zolfagharian, Mohammad Lakhi; Sadegh Ranjbar i Mahdi Bodaghi ; Custom Shoe Sole Design and Modeling Toward 3D Printing: Pristupljeno: 06.08.2022.**

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8600303/>

**[10] Towards individualized shoes: Deep learning-based fault detection for 3D printed footwear ; Autori: Markus Kreutza, Alexander Bottjer , Markus Trappb, Michael Lutjen , Michael Freitag ; Pristupljeno : 17.8.2022.**

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827122002499>

**[11] Optimization Methodology for Additive Manufacturing of Customized Parts by Fused Deposition Modeling (FDM). Application to a Shoe Heel; Autori: Amabel Garcia-Dominguez, Juan Claver, Miguel A. Sebastian ; Pristupljeno . 30.8.2022.**

<https://www.mdpi.com/2073-4360/12/9/2119>

**[12] Robotic Pick-and-Place Time Optimization: Application to Footwear Production ; Autori. Jorge Borell Mendez, Carlos Perez-Vidal ,Jose Vinvente Segura Heras, Juan Jose Perez-Hernandez; Pristupljeno :13.09.2022.**

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9253522>

**[13] Towards Customized Footwear with Improved Comfort; Autori: Rafaela Teixeira, Carlos Coelho , João Oliveira, Joana Gomes, Vera Vaz Pinto , Maria Jose Ferreira, João Miguel Nóbrega, Alexandre Ferreira da Silva, Olga Sousa Carneiro; Pristupljeno: 31.08.2022.**

<https://www.mdpi.com/1996-1944/14/7/1738/htm>

[ 14 ] Business model design for novel technologies in nascent industries: An investigation of 3D printing service providers ; Autori: Patrick Holzmann, RobertJ.Breitenecker, Erich J. Schwarz, Patrik Gregori ;Pristupljeno : 01.09.2022.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162520310192>

**[15] Global Value Chains, Industrial Hubs, and Economic Development in the Twenty-first Century; Autori: Gary Gereffi and Xinyi Wu ; Pristupljeno : 1.9.2022.**

[https://www.researchgate.net/profile/Gary-Gereffi/publication/343588156\\_Global\\_Value\\_Chains\\_Industrial\\_Hubs\\_and\\_Economic\\_Development\\_in\\_the\\_21st\\_Century/links/5f330a6f299bf13404baba8e/Global-Value-Chains-Industrial-Hubs-and-Economic-Development-in-the-21st-Century.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gary-Gereffi/publication/343588156_Global_Value_Chains_Industrial_Hubs_and_Economic_Development_in_the_21st_Century/links/5f330a6f299bf13404baba8e/Global-Value-Chains-Industrial-Hubs-and-Economic-Development-in-the-21st-Century.pdf)

**[16] Advanced technologies for shoe sole production,Autori: Tatjana Spahiu, Henrique Almeida,Rita M. T. Ascenso,Liliana Vitorino, Anabela Marto; Pristupljeno : 03.09.2022.**

[https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2020/14/mateconf\\_icmmen20\\_01012.pdf](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2020/14/mateconf_icmmen20_01012.pdf)

[17] Circular economy enabled by additive manufacturing: potential opportunities and key sustainability aspects, Autori: Mariia Kravchenko , Daniela C.A. Pigosso , Tim C. McAloone; Pristupljeno : 10.9.2022.

<https://www.designsociety.org/publication/42504/Circular+economy+enabled+by+additive+manufacturing%3A+potential+opportunities+and+key+sustainability+aspects>

## Popis slika:

**Slika 1.** Autori: Rajae JEMGHILI; Abdelmajid AIT TALEB, Khalifa MANSOURI - Additive Manufacturing Progress as a New Industrial Revolution, Pristupljeno: 16.07.2022.

[https://www.researchgate.net/profile/Rajae-Jemghili/publication/348498438/Additive\\_Manufacturing\\_Progress\\_as\\_a\\_New\\_Industrial\\_Revolution/links/611fd2851ca20f6f86382640/Additive-Manufacturing-Progress-as-a-New-Industrial-Revolution.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rajae-Jemghili/publication/348498438/Additive_Manufacturing_Progress_as_a_New_Industrial_Revolution/links/611fd2851ca20f6f86382640/Additive-Manufacturing-Progress-as-a-New-Industrial-Revolution.pdf)

**Slika 2.** Robotic Pick-and-Place Time Optimization: Application to Footwear Production ; Autori. Jorge Borell Mendez, Carlos Perez-Vidal ,Jose Vinvente Segura Heras, Juan Jose Perez-Hernandez; Preuzeto: 25.9.2022.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9253522>

**Slika 3.** Nike Use 3D Printing to Manufacture the Vapor Laser Talon Football Shoe; Preuzeto 24.7.2022

<https://www.shapeways.com/blog/archives/1938-nike-use-3d-printing-to-manufacture-the-vapor-laser-talon-football-shoe.html>

**Slika 4.** Tiskani uzorci, za testove kompresije, s različitim gustoćama punjenja (trokutasta mreža): (a) 0 %; (b) 10%; (c) 15 %; (d) 20%; (e) 25%; (f) 40 %; (g) 50%; (h) 100% (dimenzije u mm).; Preuzeto 31.8.2022.

<https://www.mdpi.com/1996-1944/14/7/1738/htm>

Slika 5. Autorske fotografije sa sajma Lineapelle , Milano 2022.

## Popis tablica

Tablica 1, 2 i 3 Zanimanje ispitanika

## **Popis grafikona**

Grafikon 1. Spol ispitanika

Grafikon 2. Dobrna skupina

Grafikon 3. Stupanj obrazovanj

Grafikon 4. Gospodarska grana u kojoj su zaposleni

Grafikon 5. Status zaposlenja ispitanika

Grafikon 6. Praćenje tehnoloških trendova i tehnologija

Grafikon 7. Napredovanje i tehnologija

Grafikon 8. Poznavanje tehnologije 3D ispisa

Grafikon 9. Proces aditivne tehnologije

Grafikon 10. Mogućnosti upotrebe 3D ispisa

Grafikon 11. Primjena 3D ispisa u industrijama

Grafikon 12. Digitalna tehnologija

Grafikon 13. Mogućnosti 3D ispisa

Grafikon 14. Mogućnost izrade 3D ispisa

Grafikon 15. Struktura ispitanika i susretanje s proizvodima izrađenima 3D ispisom

Grafikon 16. Poznavanje rada 3D ispisa

Grafikon 18. Primjena 3D ispisa u obučarskoj industriji

Grafikon 18. Informacije o 3D ispisu

Grafikon 19. Izrada potplata

Grafikon 20. Kvaliteta obuče

Grafikon 21. Usluge 3D ispisa

Grafikon 22. 3D printer

Grafikon 23. Izrada obuće pomoću 3D ispisa

Grafikon 24. Kvaliteta obuće

Grafikon 25. korištenje 3D ispisa za izradu personalizirane obuće

Grafikon 26. Zanimanje vezano za primjenu 3D ispisa

Grafikon 27. Razlika između tradicionalne i 3D ispisane obuće

Grafikon 28. Obuća izrađena 3D ispisom

Grafikon 29. Informiranost ispitanika o upotrebi 3D ispisa

# Prilog

## Anketni upitnik

Poštovana/i, ispunjavanje upitnika u potpunosti je anonimno te će se dobiveni rezultati koristiti isključivo u svrhu istraživanja vezanog uz diplomski rad. Cilj ankete je ispitati koliko je tehnologija 3D ispisa poznata u Hrvatskoj, te zainteresiranost Hrvatske za korištenje iste.

Hvala Vam što ste odlučili podijeliti svoje mišljenje!

### 1. Spol

▷ Muško

▷ Žensko

### 2. Dobna skupina

▷ do 18 godina

▷ od 18 do 30 godina

▷ od 31 do 40 godina

▷ od 41 do 50 godina

▷ više od 51 godine

### 3. Koji je stupanj Vašeg obrazovanja?

▷ Osnovnoškolsko obrazovanje

▷ Srednjoškolsko obrazovanje

▷ Sveučilišni/stručni preddiplomski studij

▷ Sveučilišni diplomski studij/specijalistički diplomski stručni studij

▷ Poslijedipl. znanstveni magistarski studij/poslijedipl. sveučilišni (doktorski) studiji

### 4. U kojoj gospodarskoj grani radite?

▷ Obrazovanje

▷ Vlada

▷ Financije

▷ IT( Informacijska tehnologija)

▷ Proizvodnja

▷ Ostalo

5. Koje je vaše zanimanje?

6. Koji je Vaš status zaposlenja?

▷ nezaposlen

▷ učenik

▷ student

▷ zaposlen

▷ umirovljenik

7. Da li pratite nove tehnološke trendove i tehnologije?

▷ Nimalo

▷ Donekle

▷ Izrazito

8. Smatrate li da je razvoj i napredovanje tehnologije važan za budućnost?

▷ U potpunosti se slažem

▷ Slažem se

▷ Niti se slažem, niti ne slažem

▷ Ne slažem se

▷ U potpunosti se ne slažem

9. Jeste li upoznati s tehnologijom 3D ispisa?



- ▷ U velikoj mjeri
- ▷ U određenoj mjeri
- ▷ Vrlo malo
- ▷ Nimalo

10. Jeste li znali da je 3D ispis proces aditivne proizvodnje koji nastaje dodavanjem materijala sloj po sloj i tako nastaje fizički predmet?

- ▷ Da
- ▷ Ne

11. Smatrate li da mogućnost upotrebe 3D ispisa znatno skraćuje vrijeme izrade i povećava kvalitetu izrade modela i prototipa?

- ▷ U potpunosti se slažem
- ▷ Slažem se
- ▷ Niti se slažem, niti ne slažem
- ▷ Ne slažem se
- ▷ U potpunosti se ne slažem

12. Jeste li upoznati s informacijom da se 3D ispis primjenjuje u obučarstvu, arhitekturi, dizajnu, informatici, obrazovanju, medicini, kemiji i ostalim industrijama?

- ▷ Upoznat/a sam s informacijom
- ▷ Nisam upoznat/a s informacijom

13. Digitalna tehnologija nas potiče na razvoj s modernim svijetom i konstantno učenje novih metoda?

- ▷ U potpunosti se slažem
- ▷ Slažem se
- ▷ Niti se slažem, niti ne slažem
- ▷ Ne slažem se
- ▷ U potpunosti se ne slažem

14. Jeste li upoznati s time da 3D ispis u boji daje inženjerima razvoja i dizajnerima mogućnost jasnog uvida u tijek postupaka, mogućnost lakog uočavanja greški i brzog razvoja?

- ▷ U velikoj mjeri
- ▷ U određenoj mjeri
- ▷ Vrlo malo
- ▷ Nimalo

15. Jeste li upoznati s činjenicom da tehnologija 3D ispisa omogućuje jednostavnu izradu kompleksnih i jednostavnih dijelova?

- ▷ Da
- ▷ Ne

16. Jeste li se ikad susreli s proizvodima izrađenima tehnologijom 3D ispisa?

- ▷ Da
- ▷ Ne

17. Jeste li upoznati s principom rada 3D ispisa?

- ▷ U velikoj mjeri
- ▷ U određenoj mjeri
- ▷ Vrlo malo
- ▷ Nimalo

18. Da li Vam je poznata primjena 3D ispisa u obučarskoj industriji?

- ▷ Da
- ▷ Ne

19. Ako Vam je poznata primjena 3D ispisa u obučarskoj industriji, kako ste došli do te informacije?

20. Da li ste upoznati s informacijom da 3D ispis omogućuje izradu potplata sa specifičnim svojstvima kao što je visoka otpornost na toplinu, vodoodbojnost i uljeodpornost?

- ▷ Da
- ▷ Ne

21. Smatrate li da upotreba 3D ispisa može unaprijediti kvalitetu obuće?

- ▷ U potpunosti se slažem
- ▷ Slažem se
- ▷ Niti se slažem, niti ne slažem
- ▷ Ne slažem se
- ▷ U potpunosti se ne slažem

22. Jeste li koristili usluge 3D ispisa?

- ▷ Da
- ▷ Ne

23. Ako ste ikad susreli s 3D printerom u koje svrhe je korišten?

- ▷ Osobni projekti
- ▷ Edukacija
- ▷ Izrada prototipa
- ▷ Ispis zabavnih stvari s interneta
- ▷ Nisam ga koristio/la
- ▷ Drugo

24. Da li ste upoznati s informacijom da se pomoću 3D ispis izrađuju dijelovi obuće pa čak i cijela obuća?

- ▷ U velikoj mjeri
- ▷ U određenoj mjeri
- ▷ Vrlo malo
- ▷ Nimalo

25. Smatrate li da obuća ispisana 3D ispisom ima istu kvalitetu kao i obuća izrađena na tradicionalan način?

- ▷ Da
- ▷ Ne

26. Kada bi bili u mogućnosti da koristite usluge 3D ispisa, da li bi ih koristili za izradu personalizirane obuće?

- ▷ Da
- ▷ Ne

27. Koliko Vas je zanima primjena 3D ispisa?

- ▷ Ne zanima me
- ▷ Zanima me

28. Da li bi mogli prepoznati razliku između printane obuće i tradicionalne obuće?

▷ Da

▷ Ne

29. Da li u svom ormaru imate obuću koja je izrađena tehnologijom 3D ispisa?

▷ Da

▷ Ne

▷ Nisam sigurna/siguran

30. Smatrate li da ste premalo informirani o upotrebi 3D ispisa?

▷ U potpunosti se slažem

▷ Slažem se

▷ Niti se slažem, niti ne slažem

▷ Ne slažem se

▷ U potpunosti se ne slažem

IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, KAROLINA LAZAR (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom EKONOMSKE PREDNATI UPOSREDE 30 USIKA I SVEUČILIŠTE SJEVER (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Karolina Lazar

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, KAROLINA LAZAR (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom EKONOMSKE PREDNATI UPOSREDE 30 USIKA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

I SVEUČILIŠTE SJEVER I NDUSRIJE

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Karolina Lazar

(vlastoručni potpis)