

MOGUĆNOST PRIMENE RAČUNARSKOG PROJEKTOVANJA I 3D ŠTAMPE ZA RAZVOJ PROIZVODA

Ivan Bilić¹, Biljana Gemović², Vladimir Blanuša³

Rezime: Računarsko projektovanje tokom prethodnih godina je postalo praktično nezamenljivo. 3D štampa je tehnologija proizvodnje trodimenzionalnih objekata koja ima široku primenu, pogotovo nakon drastičnog smanjenja troškova izrade i usvajanja novih tehnologija. U radu je predstavljen kompletan proces razvoja jednog proizvoda putem kompjuterskog projektovanja i 3D štampe.

Cilj rada je da se primenom programskog paketa AutoCad izvrši projektovanje konkretnog proizvoda. Predmeti projektovani kao 3D modeli će se, primenom metode stapanjem istopljenog filameta (FDM), fizički realizovati, te će se izvršiti funkcionalna analiza prednosti i nedostataka za pojedine varijante proizvoda kako bi se došlo do konačne verzije proizvoda.

Ključne reči: Računarsko projektovanje, 3D štampa, razvoj proizvoda

POSSIBILITY OF APPLYING COMPUTER AIDED DESIGN AND 3D PRINTING FOR PRODUCT DEVELOPMENT

Abstract: Computer-aided design has become practically irreplaceable in recent years. 3D printing is a technology for the production of three-dimensional objects that is widely used, especially after the drastic reduction of production costs and the adoption of new technologies. The paper presents the complete process of developing a product through computer design and 3D printing.

The goal of this work is to design a specific product using the AutoCad software package. Objects designed as 3D models will be physically realized using the Fused Deposition Modeling (FDM) method, and a functional analysis of advantages and disadvantages will be performed for individual product variants in order to arrive to the final version of the product.

Key words: Computer aided design, 3D printing, product development

1. UVOD

U svetu stalno vlada potreba za novim proizvodima široke potrošnje. Zbog velike konkurencije potrebno je brzo projektovanje i izrada novog proizvoda. Računarsko projektovanje je tokom prethodnih godina postalo praktično nezamenljivo zbog brzine rada i lakoće izmena i promena u procesu projektovanja i razvoja proizvoda.

Napretkom 3D štampača, troškovi proizvodnje na njima su smanjeni dovoljno da budu dostupni potrošačima [1]. Zbog toga se javila mogućnost da se modeli proizvoda projektovanih putem računara brzo i lako izrade na 3D štampaču kako bi se karakteristike proizvoda mogle proveriti i testirati.

Cilj rada je da se primenom programskog paketa AutoCad izvrši projektovanje konkretnog proizvoda. Predmeti projektovani kao 3D modeli će se, primenom metode stapanjem istopljenog filameta (FDM), fizički realizovati, te će se izvršiti funkcionalna analiza prednosti i nedostataka za pojedine varijante proizvoda kako bi se došlo do konačne verzije proizvoda. Proizvod čije je projektovanje i izrada prikazana u ovom radu je držač za mobilni telefon.

2. RAČUNARSKO PROJEKTOVANJE I 3D ŠTAMPA

Razvoj tehnike i tehnologije je doprineo velikom napretku industrijske proizvodnje. Najveći uticaj imao je razvoj računara i informatike, koji je omogućio automatizaciju procesa i postupaka u raznim fazama industrijske proizvodnje. Savremeni razvoj proizvoda podrazumeva primenu raznih softverskih alata, među kojima su od velikog značaja Computer Aided Design (CAD), koji

¹ Nastavnik veština, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, bilic@vtsns.edu.rs

² Profesor strukovnih studija, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, gemovic@vtsns.edu.rs

³ Profesor strukovnih studija, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, blanus@vtsns.edu.rs

podrazumevaju aktivnosti konstruisanja i projektovanja primenom računara [2]. Programski paketi za izradu grafičkih rešenja pružaju veoma moćne alate za izradu i vizuelizaciju u procesu razvoja i prezentovanja proizvoda od ideje do realizacije.

3D modelovanje je veoma složena oblast. Modelovanje je kombinacija dizajnerskih veština sa matematikom i fizikom. 3D modeli su zasnovani na poligonima postavljenim u prostoru na koje utiču drugi faktori kao što su ambijent i osvetljenje [3].

3D štampa je moderna tehnologija proizvodnje trodimenzionalnih objekata. Sama tehnologija je danas na dohvat ruke i za nekoliko godina prešla je put od eksperimentalne faze do tehnologije koja je danas nezamenljiva u industriji i proizvodnji. Sa stalnim razvojem i usavršavanjem tehnologije našla je primenu u različitim granama industrije, medicini, umetnosti... Koristi se za štampanje delova od metala, keramike, polimera...

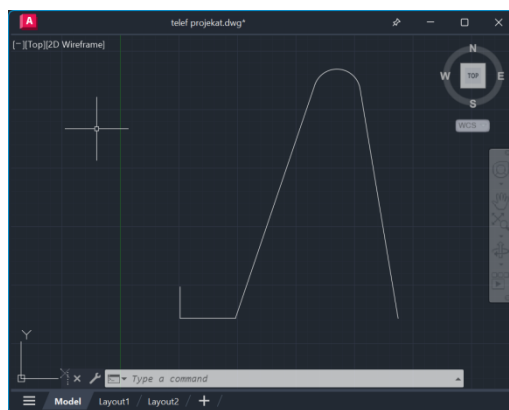
3D štampači su male mašine sa numeričkim upravljanjem u tri dimenzije (ose: x, y i z). U 3D štampi objekat se kreira sukcesivnim nanošenjem slojeva materijala. Softver prvo pretvori 3D model u tanke slojeve, a potom generiše instrukcije štampaču koje zavise od toga kako 3D štampač radi i koje materijale koristi. 3D štampači kao materijal za izradu modela mogu da koriste tečnost, prah ili čvrsti materijal. Ono što je potpuno sigurno jeste da najveću primenu imaju štampači koji formiraju 3D model stapanjem istopljenog filameta (FDM). Ova vrsta štampača je našla najveću komercijalnu i industrijsku primenu isključivo zbog niske cene štampača i potrošnog materijala (razne vrste polimera; PLA, ABS, TPU, PETG...).

U proizvodnji stapanjem filamenata, model nastaje ekstrudiranjem malih perli ili niti materijala koje se stvrdnjavaju i formiraju slojeve. Filament od termoplasta, se dovodi u glavu mlaznice (ekstruder) 3D štampača koja zagreva materijal i uključuje i isključuje protok. Ova vrsta 3D štampe je donekle ograničena u pogledu oblika koji se mogu proizvesti. Štampač prvo štampa jedan sloj, pomeranjem glave štampača prema gore, prelazi na štampanje sledećeg sloja i tako sve dok ne izradi ceo komad [4].

Nedostatak ove tehnologije predstavlja lošiji kvalitet površine izrađenih delova. Upravljanje tehnološkim parametrima u procesu pripreme modela za štampu vrši se uz pomoć specijalizovanih programskih paketa, u okviru kojih se podešavaju tehnološki parametri kao što su debljina sloja, strategija štampe, gustina štampe, temperatura glave ekstrudera, vrsta materijala za štampu, itd. Podešavanjem navedenih parametara utiče se na proces štampe koji je direktno odgovoran za kvalitet i tačnost štampe.

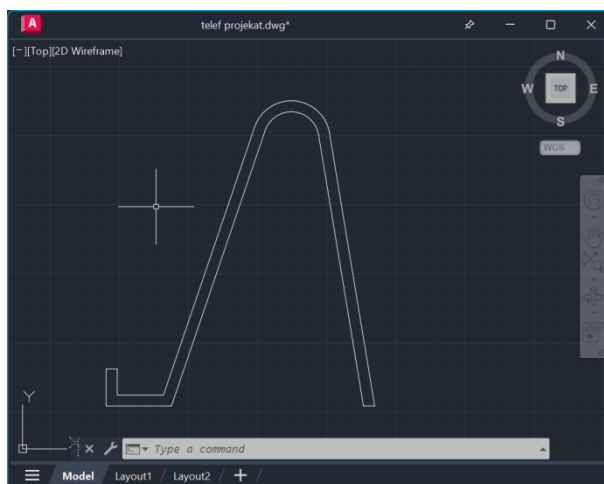
3. PROJEKTOVANJE 3D MODELA

Prvi korak u izradi je modelovanje u nekom softveru za 3D modelovanje. Modelovanje je rađeno na osnovu dimenzija prosečnog mobilnog telefona u AutoDesk AutoCad programu. Nacrtna je kontura držača pomoću alata za 2D crtanje: Line, Poliline, Filet, Trim, Extend (slika 1).



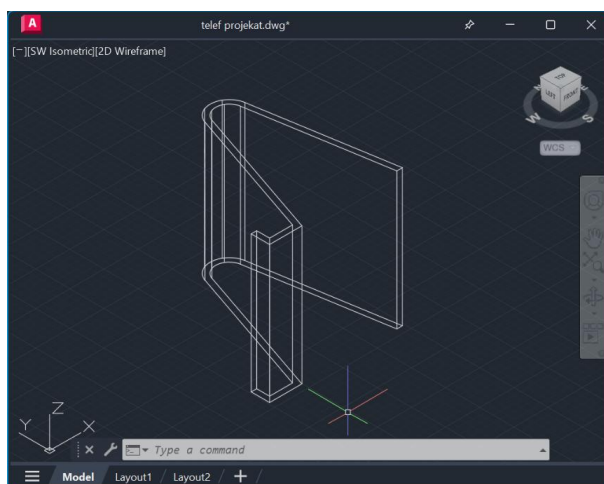
Slika 1 – Kontura držača

Nakon toga je dodata debljina držaču pomoću alata Offset kao i objedinjavanje objekta komandom Region (slika 2).



Slika 2 – Profil držača

Zatim se dodaje treća dimenzija predmeta komandom Extrude (slika 3).

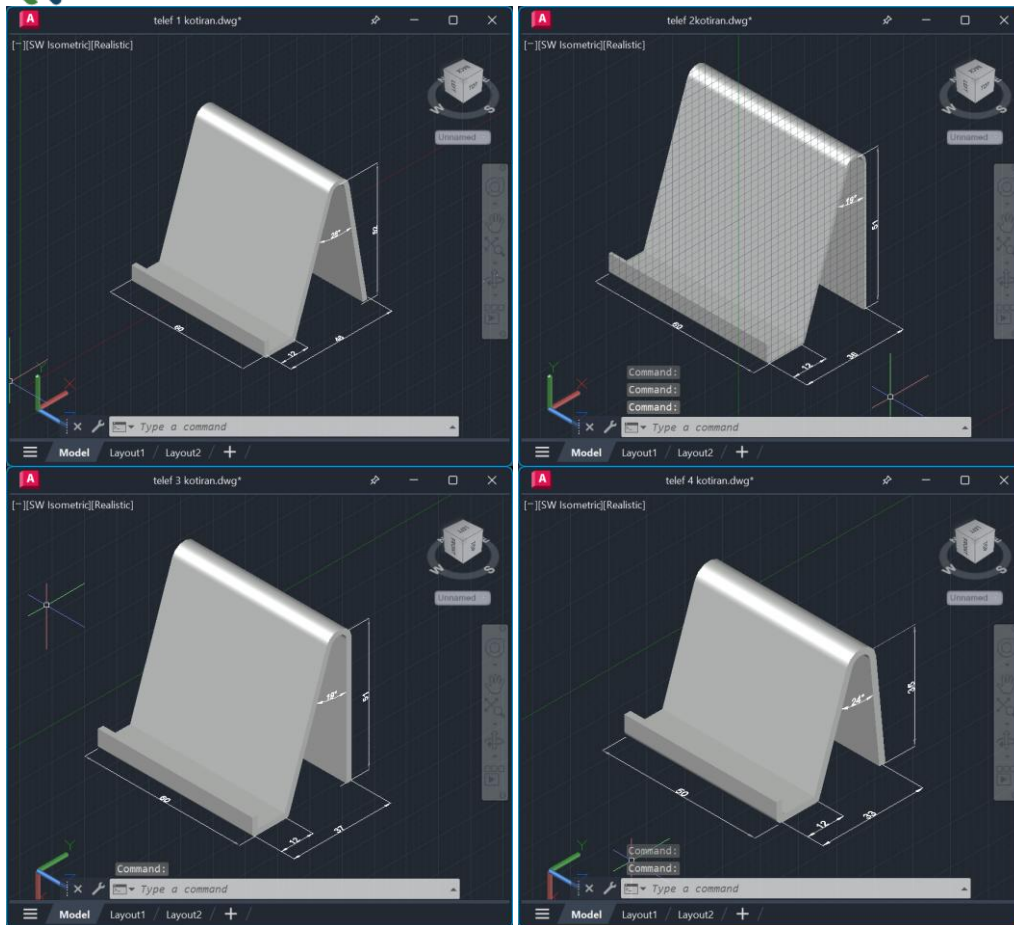


Slika 3 – Gotov model držača

Izvršeno je projektovanje nekoliko varijanti držača (slika 4) sa različitim dimenzijama i uglovima da bi se testiranjem došlo do finalnog modela proizvoda. Dimenzije su date u tabeli 1.

Tabela 1 – Dimenzije držača

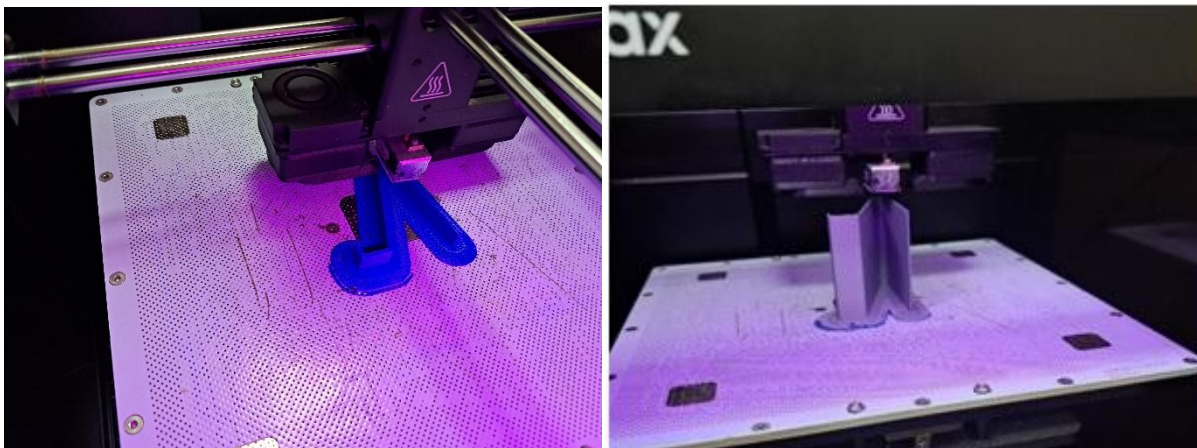
Držač	Dužina [mm]	Širina [mm]	Visina [mm]	Debljina [mm]	Ugao [°]
Varijanta 1	60	48	52	2	28
Varijanta 2	60	38	51	2	19
Varijanta 3	60	37	51	1	19
Varijanta 4	50	33	35	2	24



Slika 4 – Prikaz modela u softveru za projektovanje

4. IZRADA 3D MODELA

3D štampa projektovanog modela držača mobilnog telefona izvršena je primenom 3D štampača „ZORTRAX M250 PLUS“ sa dimenzijama radne zapremine (maksimalne mere modela) 200x200x180 mm. Za izradu modela je korišćena ABS plastika, prevashodno jer je velikoserijska proizvodnja konačnog modela predviđena da se radi ABS plastikom metodom brizganja. Izrađen je jedan komad od svakog modela radi testiranja u praksi. Štampanje jednog modela je trajalo od 1,5 do 3 sata u zavisnosti od dimenzija i debljine modela. U tabeli 2 dati su parametri koji su korišćeni prilikom 3D štampe, a na slici 5 prikazani su neki od modela prilikom štampe u 3D štampaču.

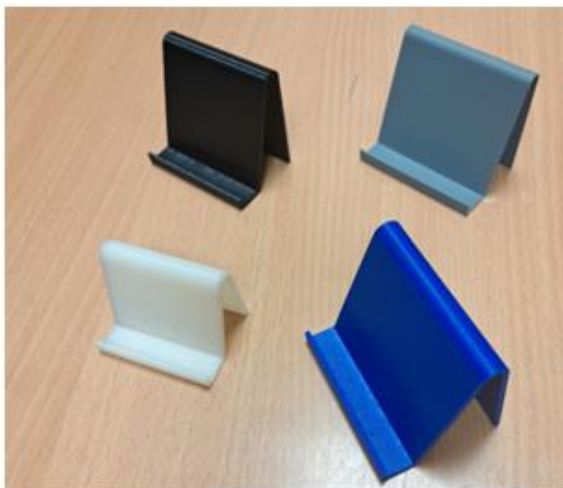


Slika 5 – Štampanje modela

Tabela 2 – Parametri 3D štampe

Kvalitet	Temperatura ekstrudera	Gustina modela	Debljina sloja	Vreme štampe	Masa
„Normal“	230 °C	80%	0,09 mm	120-180 min	14-17 g

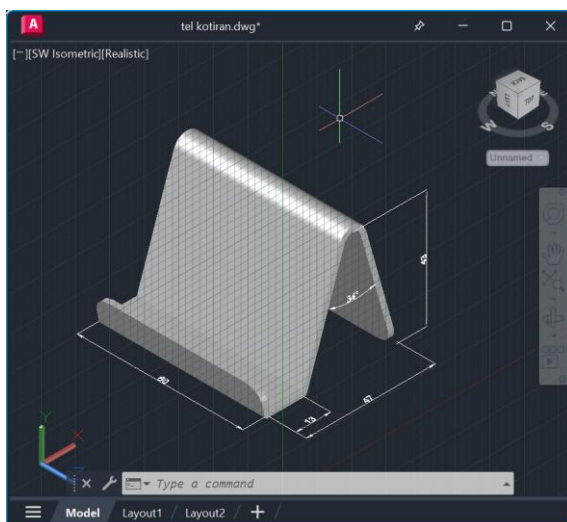
Izgled gotovih i očišćenih (od pomoćne konstrukcije) modela je dat na Slici 6. Štampani su različitim bojama radi lakšeg raspoznavanja prilikom predstojećeg testiranja.



Slika 6 – Modeli izrađeni na 3d štampaču

5. ZAVRŠNO MODELOVANJE

Testiranje modela nije podrazumevalo nikakvu proveru mehaničkih osobina. Testirano je da li pojedini modeli mogu da vrše funkciju držanja različitih telefona u uspravnom i horizontalnom položaju. Prilikom testiranja primećeno je da se na nekim modelima telefoni lakše prevrću, odnosno da neki modeli ne mogu da zadrže telefon u uspravnom položaju. Nakon testiranja u praksi i potrebnih merenja, radi otklanjanja nedostataka, izvršene su izmene i projektovanje konačnog modela ranije opisanim postupkom, kome su dodate zaobljene ivice jer je uočeno da su u razvojnim modelima bile oštre, slika 7 i 8. U tabeli 3 date su dimenzije konačnog modela.



Slika 7 – Prikaz konačnog modela u AutoCad-u



Slika 8 – Izgled otštampanog konačnog modela

Tabela 3 – Dimenzije držača

Držač	Dužina [mm]	Širina [mm]	Visina [mm]	Debljina [mm]	Ugao [°]
Konačna varijanta	60	47	43	2	34

6. ZAKLJUČAK

Nakon projektovanja i štampanja modela ovog proizvoda može se reći da računarsko projektovanje proizvoda i izrada modela metodom 3D štampe znatno ubrzava razvoj i testiranje novih proizvoda.

Testiranje upotrebljivosti četiri varijante proizvoda je pokazalo da vizuelni prikaz modela nije dovoljan za utvrđivanje podobnosti proizvoda. Opravdana je izrada modela 3D štampom koji su testirani. Testiranjem razvojnih varijanti i promenom dimenzija došlo se do konačne varijante proizvoda koja je upotrebljiva.

Prednost FDM metode 3D štampe je to što je cena sirovine pristupačna, pa iako dosta materijala otpada na pomoćnu konstrukciju te neki od modela budu uništeni tokom testiranja ili budu neupotrebljivi zbog loše konstrukcije, proizvodnja modela metodom 3D štampe je isplativa. Ograničenje ove metode 3D štampe je vremenski period potreban za štampu koji zavisi od oblika i veličine modela, a u konkretnom slučaju je relativno dugačak, ukupno oko 10 sati za četiri razvojne varijante. Štampanje mora neprekidno da se nadgleda jer postoji mogućnost upetljavanja sirovine.

Može se zaključiti da je ovakav način razvoja proizvoda neophodan radi postizanja konkurentnosti na tržištu. Dalji razvoj proizvoda prikazanog u radu je moguć, a jedan od pravaca u kom se može ići je razvoj držača za tablet i slične veće uređaje.

7. LITERATURA

- [1] Woern, A.; Byard, D.; Oakley, R.; Fiedler, M.; Snabes, S.: *Fused Particle Fabrication 3-D Printing: Recycled Materials, Optimization and Mechanical Properties*", Materialis, Basel, 2018.
- [2] <https://media.visokatehnicka.edu.rs/2020/12/Materijal-sa-X-predavanja.pdf>, februar 2025.
- [3] Gemović, B.: *Kompjuterske animacije – elektronski materijal za studente*, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Novi Sad, 2022.
- [4] *How Selective Heat Sintering Works*, <https://thre3d.com/how-it-works/powder-bed-fusion/selective-heat-sintering-shs>, mart 2023.