

UNAPREĐENJE KVALITETA I INKLUZIVNOSTI NASTAVE UPOTREBOM 3D TEHNOLOGIJA

IMPROVING THE QUALITY AND INCLUSIVENESS OF TEACHING USING 3D TECHNOLOGIES

Amra Talić-Čikmiš, dr.sc.
Lamija Mešeljević, dipl.ing.maš.
Mašinski fakultet, Univerzitet u Zenici
Zenica

Harun Zadić, Alšida Klanco, Spahić Sanita, Azra Husagić
Mašinski fakultet, Univerzitet u Zenici
Zenica

REZIME

U 3D tehnologije danas se svrstavaju 3D modeliranje, 3D printanje i 3D skeniranje. Svaka od ovih tehnologija ima svoju primjenu u raznim oblastima proizvodnje, konstruiranju i inženjerskim analizama. Iz tog razloga je od izuzetnog značaja da studenti na tehničkim fakultetima steknu vještine koje će im omogućiti znanja za postizanje konkurentnosti pojedinca u savremenom poslovnom okruženju. Upotreba 3D tehnologija u nastavi ima svoju ulogu ne samo u mogućnosti vizualizacije predmeta, nego je u konkretnom slučaju odigrala ulogu razvoja inovativnosti i kreativnosti pri razvoju i razradi ideja na primjeru projekata na nastavnom predmetu Industrijski dizajn i ergonomija. Tradicionalne tehnike u nastavi i obrazovanju sve više postaju primarni vid edukacije, dok digitalni izvori znanja, te mogućnosti koje oni pružaju, sve više imaju veliku i nezamjenjivu ulogu u nadogradnji znanja, sposobnosti i vještina pojedinaca, jer je tehnologija postala nezaobilazan oblik obrazovanja i kao takva bi trebala biti utkana u sve obrazovne procese.

Ključne riječi: 3D modeliranje, 3D printanje, obrazovni proces.

ABSTRACT

3D technology today includes 3D modeling, 3D printing and 3D scanning. Each of these technologies has its application in various areas of production, construction and engineering analysis. For this reason, it is of utmost importance that students at technical faculties acquire skills that will enable them to gain the knowledge to achieve individual competitiveness in a modern business environment. The use of 3D technology in teaching has its role not only in the ability to visualize subjects, but in this specific case it has played a role in the development of innovation and creativity in the development and elaboration of ideas, for example projects in the subject Industrial Design and Ergonomics. Traditional techniques in teaching and education are increasingly becoming the primary form of education, while digital sources of knowledge and the opportunities they provide are increasingly playing a large and irreplaceable role in upgrading the knowledge, abilities and skills of individuals, because technology has become an unavoidable form of education and as such should be woven into all educational processes.

Keywords: 3D modeling, 3D printing, educational process.

1. UVOD

Proces razvoja proizvoda predstavlja slijed koraka i aktivnosti, koji se poduzimaju da bi se zamislio, oblikovao i komercijalizirao proizvod. Većina ovih koraka i aktivnosti je pretežno intelektualna i organizacijska, a manje fizička. Dobro definisan proces razvoja proizvoda uveliko doprinosi [1]:

- osiguranju kvaliteta – jasno definisan proces određuje faze kroz koje razvoj prolazi i omogućava postavljanje kontrolnih tačaka proizvoda te se pridržavanjem planiranog razvoja osigurava i kvaliteta razvijenog proizvoda.
- koordinaciji – jasan proces razvoja proizvoda određuje uloge pojedinih sudionika u razvoju te usklađuje kad vremenski nastupa angažman odredne grupe i s kojim drugim sudionikom moraju razmjenjivati informacije i materijale.
- planiranju – proces razvoja proizvoda definiše završetak svake od pojedinih faza razvoja, čime se definiše tempo i rokovi čitavog razvojnog projekta.

Osnovni cilj projektovanja industrijskih proizvoda, je osigurati *upotrebnu vrijednost*. Ona se postiže primjenom konstrukcije koju odlikuje *tehnička funkcionalnost*. O tome brine autor ili inženjeri raznih struka vodeći računa o prikladnosti za proizvodnju u planiranoj količini koju zovemo *tehnološkičnost*. Prilagodbu čovjeku i prikladnost za rukovanje ili upotrebu zovemo *ergonomičnost*. Konačno, sekundarni cilj je i ostvarenje profita prodajom kroz *tržišnu vrijednost*, koju uz navedeno podiže i dopadljiv izgled ili *estetsko oblikovanje*, a prodaji doprinosi i privlačno, praktično, informativno pakovanje, odnosno *rješenje pakovanja*. Danas je, uz sve prethodno navedeno, postalo nužno već kod projektovanja uvažiti i sve ekološke zahtjeve i mjere za olakšanje reciklaže. Na kraju, treba riješiti čitav niz elemenata (karakteristične boje, logotip, slogan, prospekt i druge elemente marketinga), odnosno treba obratiti računa na *grafički dizajn*.

3D skeniranje i 3D printanje su savremene tehnologije koje nalaze sve širu primjenu u različitim granama ljudske djelatnosti. Sa tog aspekta je oformljen laboratorij iDEALAB pri Univerzitetu u Zenici s ciljem da se stvori kreativni prostor za rad namijenjen studentima i mladim istraživačima koji je opremljen neophodnim resursima (3D printeri, 3D skener, mikrokontrolerske platforme, i sl.). Laboratorij iDEALab za cilj ima da sistemski potiče i usmjerava kreativnost, inovativnost i proaktivnost studenata i istraživača, da afirmira njihov talenat i jača njihove sposobnosti, stvarajući sadržajnije veze između Univerziteta u Zenici i okruženja [2].

Na predmetu Industrijski dizajn i ergonomija pristupilo se razvoju novih originalnih ideja osmišljavanja proizvoda uz korištenje resursa koji se nalaze u studentskom inovativnom centru iDEALab-u koji je na Univerzitetu u Zenici osnovan s ciljem da se stvori kreativni prostor za rad namijenjen studentima i mladim istraživačima.

Pristup u ovim primjerima je bio malo drugačiji značenju riječi “dizajn”, jer mu se pristupilo sa umjetničke strane nastojeći doći do drugačijih originalnih izvedbi spajanjem različitih geometrijskim oblika i njihovom kombinacijom.

2. 3D DIGITALIZACIJA MODELA I PRINTANJE

2.1. 3D modeliranje elemenata u SolidWorks-u

Modeli su pripremljeni u programu SolidWorks 2024 koristeći standardne funkcije za parametarsko modeliranje. U okviru zadatka na predmetu Inženjerski dizajn i ergonomija, studenti su razvili set šahovskih figura, parfemsku bočicu koja može biti ujedno i privjesak za ključeve, te šolju i odgovarajuću kašikicu sa motivom psa haskija.

Proces modeliranja [3] seta šahovskih figura je započet definisanjem osnovnih oblika postolja figure korištenjem naredbi Revolve i Extrude, čime je formirana cilindrična baza. Zatim su uvezene siluete životinja (pčela-pješak, nosorog-top, konj-skakač, jastreb-lovac, lav-kralj,

lavica-kraljica) u vektorskom formatu koje su postavljene na frontalnu ravan modela. Ove konture su u modelu ekstrudirane kao zasebna tijela pomoću Extruded Boss/Base, čime su dobile volumen i naglašenu konturu, Slika 1.



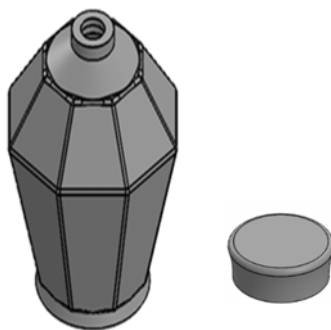
Slika 1. 3D modeli figurica šaha

Za model šolje, Slika 2., gdje je trebalo istaknuti uši, rep i druge izdvojene elemente, korištene su komande Loft, Sweep ili Assembly, ako se elementi modeliraju kao posebne komponente. Modeli su dizajnirani kao dvobojne figure: baza i reljefni motiv se štampaju u kontrastnim bojama i spajaju putem press-fit spojeva.



Slika 2. 3D model glave haskija na šolji, kašikica i drška šolje

Na Slici 3. prikazan je model bočice parfema sa geometrijom u obliku isječenog rotacionog poliedra, sa navojem na vrhu. Model bočice je dizajniran kao spoj estetske forme i funkcionalnosti, uz korištenje alata za precizno modeliranje i primjenu navoja. Korištene su u SW osnovne naredbe skiciranja osnove, Revolve, Faceting, te dodavanje navoja i posebno je izrađen dio koji služi kao zatvarač bočice. Da bi se dobio poligonalni izgled umjesto glatke površine, koristila se opcija Split Lines duž stranice bočice. Donji dio bočice ima prstenasto ojačanje radi stabilnosti pri stajanju na ravnoj površini, a ujedno služi i kao estetski element. Modeli su zatim eksportovani u STL format i pripremljeni za štampu u softveru Ultimaker Cura, uz optimizaciju radi minimizacije potreba za potporom.



Slika 3. 3D model bočice parfema

2.2. 3D printanje CAD modela na Ultimaker 3D printeru

Tehnologija 3D printanja predstavlja jednu od značajnih inovacija u savremenoj proizvodnji, omogućavajući izradu predmeta sloj po sloj direktno iz digitalnog modela. Ova aditivna metoda, za razliku od tradicionalnih postupaka koji uključuju rezanje, bušenje ili lijevanje, zasniva se na dodavanju materijala, čime se postiže visoka efikasnost, smanjenje otpada i mogućnost proizvodnje veoma složenih oblika.

Najrasprostranjenija i najpristupačnija metoda 3D printanja plastike jeste FDM (Fused Deposition Modeling), poznata i kao FFF (Fused Filament Fabrication). Ova tehnologija funkcioniše tako što se plastični filament, najčešće izrađen od materijala poput PLA-a, ABS-a ili PETG-a, zagrijava i topi u mlaznici printera, a zatim se sloj po sloj nanosi na radnu površinu. Na taj način nastaje čvrst objekat koji se gradi odozdo prema gore. FDM tehnologija je naročito popularna u kućnim radionicama, obrazovanju i među hobistima zbog svoje jednostavnosti i pristupačne cijene.

Materijali koji se koriste u 3D printanju plastike obuhvataju širok spektar termoplasta. PLA (polilaktična kiselina) je biorazgradiv, lako se koristi i pogodan je za početnike. ABS (akrilonitril-butadien-stiren) je čvršći i otporniji na toplotu, dok PETG kombinuje karakteristike oba materijala. Za tehnički zahtjevnije primjene koriste se najlon, TPU (termoplastični poliuretan) i polikarbonat, koji omogućavaju izradu fleksibilnih i izdržljivih dijelova. Iako ima mnoge prednosti, 3D printanje plastike ima i određena ograničenja. Vrijeme izrade može biti relativno dugo, naročito kod većih objekata, a površina modela ponekad zahtijeva dodatnu obradu kako bi bila potpuno glatka. Također, preciznost izrade može varirati u zavisnosti od korištene tehnologije i kvaliteta printera.

Nakon završetka modeliranja dijelova u SolidWorks 2024, izvršena je provjera da li je model zatvoren (manifold), bez otvora ili grešaka koje bi onemogućile 3D štampanje.

Model je prebačen u STL format korištenjem sljedećih parametara:

- Rezolucija: Fine
- Jedinice: milimetri (mm)
- Deviation tolerance: 0.01 mm
- Angle tolerance: 5°

STL fajl je potom importovan u Ultimaker Cura softver, koji je službeni slicer za Ultimaker 3D štampe. U Cura-i su izvršene sljedeće pripreme:

- Orijentacija modela je prilagođena kako bi se reduciralo korištenje potporne strukture i poboljšala stabilnost tokom štampe.
- Definisani su parametri štampe u skladu sa zahtjevima modela i karakteristikama Ultimaker štampača:
- Debljina sloja (Layer height): 0.1 – 0.2 mm (zavisno od željene rezolucije).

- Popunjenost (Infill): 20–40%, u zavisnosti od funkcionalnih zahtjeva.
- Materijal: PLA, uz odgovarajuću temperaturu ekstrudera i grijane podloge.
- Brzina štampe: 50–70 mm/s.
- Support structure: uključen po potrebi, sa postavkom “Touching buildplate”.
- Build plate adhesion: Brim ili skirt, radi poboljšanja prijanjanja modela.

Na osnovu ovih podešavanja generisan je G-kod, koji je potom prebačen na Ultimaker štampač putem USB-a. Prije početka štampe izvršeno je nivelisanje radne površine i provjera kalibracije ekstrudera. Gotovi modeli prikazani su na Slici 4.



Slika 4. Konačni modeli

3. ZAKLJUČAK

Primjenom savremenih tehnologija kao što su 3D printanje i programi za CAD modeliranje poput SolidWorks-a, omogućava se studentima da teorijska znanja o funkcionalnosti, oblikovanju i prilagođenosti proizvoda čovjeku pretoče u konkretne fizičke prototipove, te se kroz praktičan rad upoznaju sa osnovama industrijskog dizajna i ergonomije.

Svaki od razvijenih proizvoda – od šahovskih figura do šolje i bočice parfema – predstavlja spoj funkcionalnosti, estetske privlačnosti i korisničkog komfora, što su osnovni ciljevi ergonomskog pristupa u dizajnu. 3D printanje omogućava brzu izradu i evaluaciju modela koji se mogu fizički testirati, držati u ruci i analizirati u kontekstu korisničkog iskustva. Time se

značajno unapređuje proces interaktivnog dizajniranja, povećava angažovanost studenata i razvijaju vještine neophodne za savremeno inženjersko dizajniranje sa fokusom na krajnjeg korisnika.

Ergonomija, kao nauka o prilagođavanju proizvoda ljudskim potrebama, bila je ključni aspekt u svakom projektu. Posebna pažnja posvećena je obliku, veličini i načinu rukovanja predmetima, kako bi se osiguralo da proizvodi ne samo vizuelno zadovolje korisnika, već i olakšaju svakodnevnu upotrebu. Korištenjem 3D modeliranja u SolidWorks-u omogućena je precizna kontrola nad svakim detaljem dizajna, dok je 3D printanje omogućilo brzu izradu fizičkih prototipova koji su služili za testiranje i dalju optimizaciju ergonomskih svojstava.

Industrijski dizajn u ovom kontekstu nije bio ograničen samo na vizuelni izgled, već je podrazumijevao promišljanje o funkciji, materijalu i načinu proizvodnje. Kroz ovakav pristup, studenti su razvijali proizvode koji odgovaraju realnim potrebama korisnika, a istovremeno su naučili kako kreativne ideje pretvoriti u konkretne i funkcionalne objekte[4,5]. Kroz praktičan rad, studenti bolje razumijevaju odnose ergonomskih zahtjeva i tehničkih ograničenja dizajna. Ovaj spoj estetike, tehnologije i ljudskog faktora predstavlja suštinu industrijskog dizajna i ergonomije u savremenom inženjerskom obrazovanju.

4. REFERENCE

- [1] Ognjanović, M. *Inovativni razvoj tehničkih sistema*, Mašinski fakultet Beograd, 2014.
- [2] Talić-Čikmiš A., Imamović A., *Izazovi današnjice s aspekta primjene 3D tehnologija za poticaj i razvoj poduzetničkih i inovativnih ideja kod studenata*, 6th International Scientific and Professional Conference., #The Challenges of Today, ŠIBENIK 5th – 7th October 2023.
- [3] Dassault Systems, *SolidWorks users guide*, Solid Works Cooperation, 2024.
- [4] Šimšir E., Yavuz I., *Use of 3D Printers in Engineering Education: Example of a Technical Drawing lesson*, Bilsel International Gordion Science Researches Congress, 29-30 September 2023.
- [5] Banjanin B., Pal M., Dimovski V., Adamović S., Lilić A., *3D Printing in the Education of Graphic Engineering and Design Students*, <https://doi.org/10.24867/GRID-2020-p51>