

# Brza izrada prototipa primjenom 3D štampača

Bojana Acimović, Brankica Čomić, Jovana Kolak, Tatjana Mićović, Danijela Sekerez (studenti I ciklusa studija)  
Fakultet za proizvodnju i menadžment  
Trebinje, Bosna i Hercegovina  
[acimovicbojana@gmail.com](mailto:acimovicbojana@gmail.com), [brankicacomic@yahoo.com](mailto:brankicacomic@yahoo.com), [jovanakolak@yahoo.com](mailto:jovanakolak@yahoo.com),  
[daniijela\\_s\\_90@hotmail.com](mailto:daniijela_s_90@hotmail.com)

**Sadržaj** - Današnji tempo razvoja novih proizvoda i različiti zahtjevi globalnog tržišta nameću potrebu prilagođavanja novim uslovima i neprestalno usvajanje novih tehnologija. Posljednjih godina, tehnologija brze izrade prototipa kao jedne od bitnih faza u razvoju proizvoda, uz računarom podržano konstruisanje (CAD) postala je neizostavan inženjerski alat. Brza izrada prototipa označava tehnologije kojima je moguće direktno iz digitalnog prikaza, prostornog ili trodimenzionalnog (3D) modela, napravljenog u nekom od CAD alata, stvoriti njegovu fizičku reprezentaciju i posve funkcionalan i relativno kompleksan radni prototip. U ovom radu je predstavljen postupak brze izrade prototipa primjenom 3D štampača ZPrinter 450, koji predstavlja novu tehnologiju brze izrade prototipa.

**Ključne riječi** - Brza izrada prototipa; 3D štampač; ZPrinter 450.

## I. UVOD

U inženjerstvu svaka želja ili potreba za novim proizvodom započinje idejom. Da bi se ideja pretvorila u krajnji proizvod mora proći kroz više faza od razrade koncepta, dizajna, izrade tehničke dokumentacije preko izrade prototipa, testiranja prototipa, izmjena uočenih nedostataka, izbora proizvodne tehnologije do konačne izrade proizvoda. Smanjenje vremena od ideje o proizvodu do konačne proizvodnje, a samim tim i smanjenje troškova, jedan je od važnijih faktora efikasnoog reagovanja na, sve strožije, zahtjeve tržišta.

Veliki korak u tom smjeru učinjen je razvojem i uvođenjem računarske tehnologije i CAD (engl. *Computer Aided Design*) alata u inženjerstvu. Sledećim korakom u tom pravcu može se smatrati razvoj trodimenzionalnog, digitalnog prikaza proizvoda. Izradom 3D modela pospješuje se evaluacija geometrije, olakšava ispitivanje, analiza i procjena mehaničkih svojstava modela i ubrzava proces razvoja proizvoda. Danas je modernu proizvodnju nemoguće zamisliti bez upotrebe 3D alata. Kod izrade proizvoda komplikovane geometrije i oblika klasične metode izrade prototipa predstavljaju ograničavajući faktor. Kao odgovor na sve strožije zahtjeve razvijene su tehnologije brze izrade prototipova (engl. *Rapid Prototyping – RP*) proizvoda pomoću aditivnih metoda. Ti postupci omogućuju izradu fizičkog modela, komplikovanog oblika, automatiziranim procesima direktno iz računarskih baza podataka, u vrlo kratkom vremenu.

Za razumijevanje i upotrebu tehnologija brze izrade prototipova, potrebno je znati koristiti jedan ili više alata za trodimenzionalno (3D) modeliranje.

Drugi korak je prikupljanje informacija o tehnologijama brze izrade prototipova, koje su još uvijek nedovoljno specificirane i raspršene, upoznavanje sa njihovim prednostima i nedostacima i procesom rada. Veliki nedostatak predstavljaju nedovoljno zastupljene unificirane, empirijske informacije koje bi precizno definisale mogućnosti i ograničenja RP tehnologija.

## II. RAZVOJ NOVIH PROIZVODA

Preduzeća koja računaju na dugoročnu egzistenciju, rast i razvoj moraju biti usmjerena na razvoj novih proizvoda, kao jedan od osnovnih procesa opstanka.

Razlozi uvođenja novih proizvoda su brojni, a neki od njih su [1]:

- potpunija tržišna usmjerenost,
- potpunije strukturiranje proizvodnih programa,
- kvantitativni i kvalitativni rast,
- povećanje dobiti,
- racionalnije i optimalnije korištenje kapaciteta,
- jačanje konkurentskog položaja,
- stvaranje inovacijskog duha,
- osiguravanje stabilnijeg razvoja i smanjenje rizika u poslovanju,
- bolje iskorištenje faktora proizvodnje itd.

Pod terminom „Novi proizvod” podrazumijeva se novi proizvod, poboljšanja proizvoda, modifikacije proizvoda i nove marke proizvoda koje preduzeće razvija za određeno tržište.

S obzirom koliko je proizvod nov za tržište, ali i za preduzeće pod pojmom novi proizvod se podrazumijeva [2]:

- potpuno novi proizvod (Completely New) - proizvod koji je nov za tržište, ali i za preduzeće,
- linija novih proizvoda (New Product Lines) – proizvod koji preduzeću omogućava da izađe na nova tržišta,
- nadopuna linija (Line Extensions) - proizvod koji dopunjava postojeću liniju proizvoda preduzeća,
- poboljšanja proizvoda (Changes to Augmented Products) - proizvod sa poboljšanom vrijednošću,
- repositionirani proizvod (Repositionings) - proizvod sa minimalnim promjenama, ali usmjeren novim tržištima ili tržišnim segmentima,

- proizvod proizveden sa manjim troškovima (Core Product Revision) - proizvod sličnih karakteristika uz niže troškove.

Cilj svakog preduzeća je da razvije proizvod koji će najbolje zadovoljiti potrebe kupaca i biti bolji od konkurencije. Međutim, prilikom razvoja proizvoda prisutni su brojni rizici, kao što su: loša ideja novog proizvoda, novi proizvod nije dobro dizajniran, tržište nije prihvatilo proizvod, konkurencija je razvila bolji proizvod i mnogi drugi, tako da pojedini proizvodi ne prođu ni fazu lansiranja.

Za razvoj novog proizvoda preduzeće može da usvoji jednu od tri osnovne strategije:

- tržišno povlačenje prema kojoj treba proizvoditi ono što se može prodati. Potrebe kupaca su primarna (ili jedina) osnova za uvođenje novog proizvoda,
- tehnološko guranje prema kojoj treba prodavati ono što se možete proizvesti. Novi proizvodi proizilaze iz proizvodne tehnologije, s malo obzira prema tržištu. Obaveza marketinga je da obezbijedi tržište za razvijene proizvode. Takav pogled dominira snažnom primjenom tehnologije, jednostavnošću promjena u proizvodnji, i superiornim proizvodima koji imaju „prirodnu” prednost na tržištu.
- međufunkcionalnost prema kojoj je proizvod određen koordiniranim radom između funkcija preduzeća, čiji je rezultat proizvod koji zadovoljava potrebe kupaca, koristeći postojeću tehnologiju.

Razvoj proizvoda može se odvijati u dva osnovna oblika: preduzeće može provoditi sopstveni razvoj novog proizvoda, ili ugovorom angažovati institute, samostalne istraživače, i agencije.

### III. FAZE RAZVOJA PROIZVODA

Posljednjih decenija razvijen je veliki broj različitih teoretskih modela razvoja novih proizvoda, od kojih je samo manji dio uspješno primijenjen u praksi, dok je većina doživjela manju ili veću modifikaciju, a jedan dio praksa jednostavno nije prihvatila. Najčešći razlozi modifikacije ili odbacivanja teoretskog modela za primjenu u praksi su kompleksnost i visoka cijena.

Bez obzira na pristup koji se koristi, razvoj novog proizvoda se odvija u više koraka (faza), a prema [3] razvoj proizvoda se sastoji se od šest koraka:

- Stvaranje ideje
- Izbor proizvoda
- Prethodno oblikovanje proizvoda
- Izrada prototipa
- Testiranje
- Oblikovanje konačnog proizvoda

Navedene faze razvoja proizvoda su prikazane na "Sl. 1".

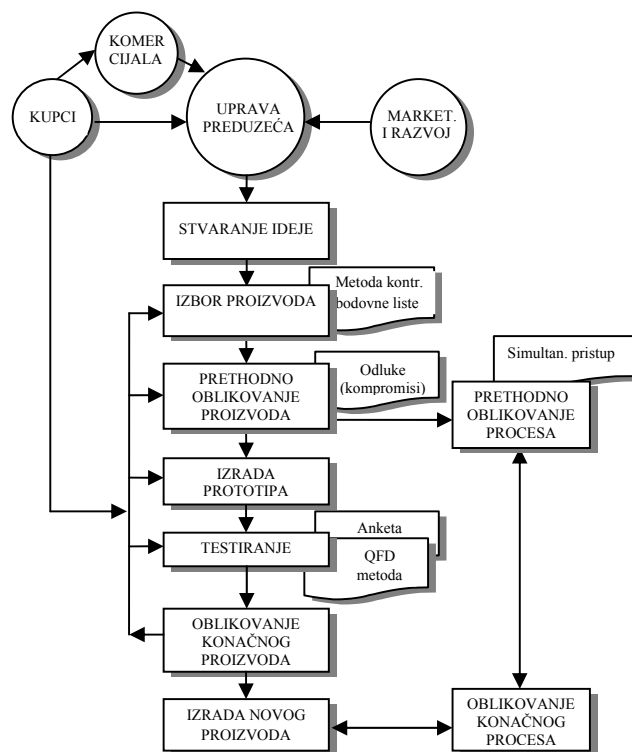
*Ideje* o novom proizvodu mogu dolaziti sa tržišta, kao potreba kupaca, ili iz tehnologije i to raspoložive, ili nove. Identifikacija potreba tržišta može voditi u razvoj novih tehnologija i/ili novih proizvoda, u cilju zadovoljenja potreba kupaca.

Za izbor proizvoda može se primijeniti metoda bodovne liste, prikazana tabelom I [3].

Sušтина bodovne liste sastoji se u tome da se svaka karakteristika proizvoda boduje jednom od ocjena: slab = 1,

dovoljan = 2, dobar = 3, vrlo dobar = 4 ili izvrstan = 5, i da joj se odredi težinski faktor (Ponder).

Ukupna količina bodova računa se po obrazcu (1).



Slika 1. Faze razvoja novog proizvoda [4]

$$R = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i \quad (1)$$

gdje su:

i – definisana karakteristika proizvoda,

x – ocjena karakteristike proizvoda, i

y – težinski faktor (ponder) karakteristike proizvoda.

TABELA I. METODA BODOVNE LISTE

Karakteristike proizvoda (i)	Ocjena karakteristike (X)					Težinski faktor ponude (Y)
	Slab (1)	Dovoljan (2)	Dobar (3)	Vrlo-dobar (4)	Izvrstan (5)	
Prodajna cijena	☹		☺			Y <sub>1</sub>
Kvalitet proizvoda					☺	Y <sub>2</sub>
Količina prodaje		☹		☹		Y <sub>3</sub>
Proizvodna kompatibilnost						Y <sub>4</sub>
Konkurentna prednost		☺				Y <sub>5</sub>
Tehnološki rizik						Y <sub>6</sub>
Usklađenost sa strategijom preduzeća					☹	Y <sub>7</sub>

*Prethodno oblikovanje proizvoda* se odnosi na razvoj najboljeg dizajna na temelju ideje o novom proizvodu i predstavlja osnovnu fazu razvoja. Zadatak prethodnog

oblikovanja se sastoji u obezbjeđenju potrebnih informacija, koje jednoznačno definišu svojstva proizvoda, odnosno konstrukciju, na osnovu koje je moguće na optimalan način proizvesti proizvod.

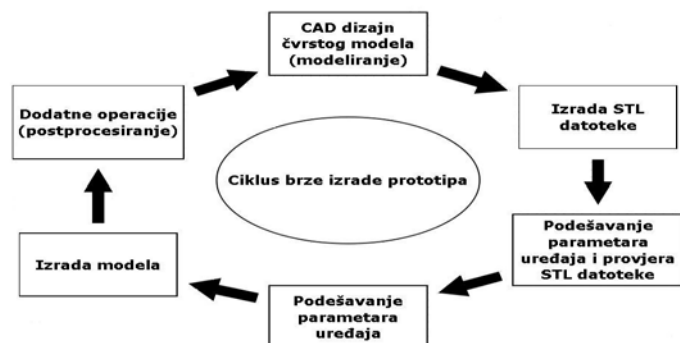
*Izrada prototipa* je veoma važna faza u razvoju proizvoda, jer osigurava da proizvod odgovara zamisli projektanta. Uobičajena definicija izrade prototipa prema [5] glasi: „Prototip je prvi ili originalni primjerak nečega što je, ili će biti, umnožavano ili razvijano”.

U fazi *konačnog oblikovanja proizvoda* radi se na izradi crteža i specifikacije proizvoda. Najprikladnija metoda za povezivanje zahtjeva kupaca sa tehničkim karakteristikama je Quality Function Deployment (QFD) metoda.

#### IV. BRZA IZRADA PROTOTIPA

Brza izrada prototipa je tehnologija kojom se, direktno iz digitalnog prikaza prostornog ili trodimenzionalnog (3D) modela izrađenog u nekom od CAD alata, proizvodi, funkcionalan i relativno kompleksan radni prototip. RP uređaji grade model, za razliku od CAM (engl. *Computer Aided Manufacturing*) tehnologija koje geometriju realizuju uklanjanjem materijala. Gradnja modela bazira se na digitalno rezanim slojevima modela koji se u fizičkom prostoru sloj po sloj lijepe u finalni oblik. Prednost gradnje u slojevima je izrada kompleksnih oblika koje je klasičnim metodama gotovo nemoguće izraditi. Primjenom RP tehnologije moguće je izgraditi komplikovane strukture unutar modela i tanke stjenke. Sve RP tehnologije (aditivnim metodama) stvaraju model, tako da nanose sloj po sloj materijala u obliku poprečnih presjeka modela u x-y ravni po z osi [6].

Da bi se izradio prototip prethodno je potrebno proći kroz proces dizajna. Nakon toga izrađuje se preliminarni dizajn u obliku skice, tehničkog crteža ili CAD, punog modela. U ovom dijelu procesa mogu se vršiti preliminarna ispitivanja pomoću računara, kao što su analiza naprezanja ili usklađenost objekata u sklopu. Nakon toga slijedi izrada prototipa pomoću kojeg se verifikuje oblik, dimenzije, tačnost i usklađenost, ili se koristi za testiranje mehaničkih svojstava. Sve greške i mane koje se uočavaju na prototipu ispravljaju se u CAD datoteci i proces izgradnje novog prototipa se ponavlja. Ciklus izrade prototipa definisan je šematskim prikazom na "Sl. 2".



Slika 2. Ciklus brze izrade prototipa

Nakon izrade čvrstog modela u CAD alatu, model je potrebno eksportirati u STL (Standard Tessellation Language) datoteku kako bi se takva datoteka pripremila za različite

tipove RP sistema. Neki sistemi mogu prihvatiti STL datoteku direktno u interni program uređaja gdje se datoteka doraduje, odnosno priprema za proces izgradnje fizičkog modela. Na tržištu postoje aplikacije za pripremu različitih CAD formata u STL datoteku. Te aplikacije služe za analizu, popravljavanje i optimizaciju 3D modela, rezanje modela na slojeve, pozicioniranje i orijentaciju modela u komori i postavljanje potporne konstrukcije. Nakon što je STL datoteka unesena u uređaj podešavaju se parametri uređaja.

#### A. Postupci izrade prototipova

Postupci brze izrade prototipova najčešće se dijele na tri glavne kategorije:

- Stereolitografija (SLA),
- Sinterovanje laserskim snopom i
- 3D štampač.

*Stereolitografija* je prva metoda brze izrade prototipova koja je razvijena 1986. godine u kompaniji 3D Systems iz SAD-a. Prototip se dobija na temelju CAD modela koji je podijeljen na slojeve. Kao materijali se koriste različite vrste fotopolimera u tekućem stanju koji su osjetljivi na ultraljubičasto zračenje. Do skrućivanja slojeva dolazi pod uticajem laserskog snopa. Dio koji se izrađuje nalazi se na platformi, koja se, nakon učvršćavanja pod uticajem laserskih zraka pomiče za 0,1 mm prema dole nakon čega slijedi, učvršćavanje drugog sloja. Nakon što su svi slojevi učvršćeni, prototip je završen. Proizvod se zatim čisti i, ako je potrebno, naknadno obrađuje kako bi se dobila površina odgovarajućeg stanja. Iz samog opisa procesa je vidljivo kako će konačni proizvod, zbog slojevite strukture, imati stepeničaste površine. Što je veća visina pomicanja platforme, stepeničasti oblik je vidljiviji. On se može smanjiti različitom orijentacijom dijela tokom proizvodnje.

*Postupak selektivnog laserskog sinterovanja* patentiran je 1989. godine takođe u SAD-u. Za sinterovanje praškastih materijala (poliamid, ostali plastomeri, metali) koristi se takođe laserski snop. Jedna od glavnih prednosti ove tehnike je mogućnost primjene različitih vrsta materijala. Proces takođe počinje od STL fajla koji je dobijen na temelju CAD modela. Nakon toga precizni mehanizam za valjanje raspoređuje praškasti materijal po platformi. Snop zraka CO<sub>2</sub> lasera prolazi po sloju praha i grije ga na temperaturu nešto nižu od tačke topljenja. Pri tome dolazi do povezivanja čestica materijala i, učvršćavanja sloja prototipa. Učvršćavanje praha zavisi od snage lasera i temperature sinterovanja materijala. Nakon toga se platforma spušta, nanosi se novi sloj praškastog materijala koji se sinteruje i tako sve dok nije gotov čitav prototip. Prototip se skida s platforme i naknadno obrađuje ako je potrebno. Ovom se tehnikom mogu proizvesti dijelovi vrlo složenih oblika. Isto kao i stereolitografija može se primijeniti u brojnim granama industrije.

3D štampa je moderna tehnologija proizvodnje trodimenzionalnih objekata. U trodimenzionalnoj štampi objekat se kreira sukcesivnim nanošenjem slojeva materijala. Trodimenzionalni ispis, a naročito ispis u boji daje inženjerima razvoja i dizajnerima mogućnost jasnog uvida u tok postupka dizajniranja, mogućnost isticanja raznih parametara, mogućnost lakog i ranog uočavanja mogućih grešaka i njihovog brzog i efikasnog ispravljanja. 3D-štampači su mini sistemi s numeričkim upravljanjem (NC) u tri ose (x, y i z). Sistemski softver najprije konvertuje 3D CAD nacrt u poprečne presjeke,

odnosno tanke slojeve debljine 0,089–0,203 mm, što se bira zavisno o tačnosti koja se želi postići [7].

Nakon toga se predmet (model) izrađuje na taj način da se u radnom prostoru u programiranim tankim slojevima nanosi specijalni prah i učvršćuje vezivnim sredstvom koje se nanosi na prah („ispisuje”) standardnim komponentama HP-ovog štampača počevši s najdonjim slojem. Takav „ispis” može biti monohromatski ili u boji. Odabirom vrste praha i punjenjem modela različitim komponentama (učvršćivačima) korisnici mogu kreirati predmete različitih svojstava zavisno o tehničkim zahtjevima koje model treba zadovoljiti (čvrstoća, elastičnost, temperaturna izdržljivost, i sl.).

3D štampa predstavlja generalno brže, jeftinije i lakše rješenje od drugih tehnologija proizvodnje 3D objekata. Omogućava izradu maketa dijelova i sklopova od više različitih materijala, različitih mehaničkih i fizičkih svojstava u jedinstvenom procesu. Ova tehnologija proizvodi modele koji vjerno oponašaju izgled i funkcionalnost proizvoda.

U poslednjih nekoliko godina 3D štampači su postali finansijski dostupni malim i srednjim preduzećima, čime se izrada prototipa pomjera iz teške industrije i u kancelarijsko okruženje.

Područja primjene 3D-štampača su: arhitektura, dizajn, informatika, edukacija, mašingradnja, aeronautika, metalurgija, modelarstvo, medicina, bio-modeliranje, molekularna hemija i dr.

Najmoderniji 3D štampači proizvode objekte od slojeva sa debljinom od nekoliko mikrona, koristeći UV-svjetlosno učitavajuće polimere. U zavisnosti od svrhe, ovi materijali mogu da budu transparentni, fleksibilni, da se ponašaju kao guma, a mogu i da imaju veću snagu, koja isto može savršeno da se koristi za modeliranje različitih komponenata mašina.

3D štampači mogli bi da promijene svijet u narednih par decenija na isti način na koji je internet to učinio u prethodnih 20 godina.

Ova tehnologija je još uvijek novost u svijetu i u razvoju tako da na kućnim verzijama nije moguće napraviti složene objekte ili pokretne dijelove. Međutim, stručnjaci prognoziraju da bi za 10 ili 20 godina svako mogao da ima 3D štampač kojim bi izrađivao predmete koje su mu potrebni. Na primjer - ako se polomi ili izgubi poklopac za bateriju mobilnog telefona, na osnovu preuzete šeme od proizvođača, može se napraviti novi, kao i igračke za djecu, kuhinjski pribor i sl.

## V. PRIMJENA ZPRINTERA 450 ZA BRZU IZRADU PROTOTIPA

### A. ZPrinter 450

ZPrinter 450 sadrži najnovije funkcije koje automatizuju i pojednostavljuju proces 3D štampanja u boji. Jednostavan je za korištenje i ima prijatan dizajn, kombinovan sa visokim performansama kompozitnih materijala. Ove karakteristike čine ZPrinter 450 najisplativijim štampačem koji je danas dostupan za brzu izradu prototipova. Potrebno je napomenuti i činjenicu da se na Zprinter - u 450 dobija precizni 450 DPI 3D model prototipa u boji pet do deset puta brže u odnosu na ostale štampače. Na ovom štampaču postoji više načina da se ostvari 3D štampanje, ali generalno se vrši u slojevima. Izgled ZPrinter - a 450 prikazan je na "Sl. 3":



Slika 3. Zprinter450

ZPrinter 450 ima mogućnost štampanja prototipova proizvoda, mapi reljefa, modela ljudskog srca, zatim arhitektonskih modela da bi građevinski radnici imali bolju vizuelnu sliku dizajna planova itd. Značajna prednost ovog štampača jeste što se modeli mogu izrađivati u boji. Osnovni dijelovi ZPrinter 450 su prikazani na "Sl. 4":



Slika 4. Glavni dijelovi Zprinter – a 450

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1- Poklopac                     | 10- postolje                    |
| 2- vezivna sredstva             | 11- lcd-ploča                   |
| 3- filter za recikliranje praha | 12- glavni meni                 |
| 4- ventilacija grijača          | 13- kontrolno dugme             |
| 5- crijevo vakuma               | 14- komora za uklanjanje pudera |
| 6- metalni okvir                | 15- crijevo za vazduh           |
| 7- poklopci za zaustavljanje    | 16- prolaz za vazduh            |
| 8- površina za gradjenje        | 17- okviri za ruke              |
| 9- servisna stanica             |                                 |

### Rad ZPrinter-a 450

Sistem 3D štampanja otkriven je na „Massachusetts Institute of Technology's“ koji je patentirao 3DP™ tehnologiju 3D štampanja. Proces 3D štampanja zahtjeva:

- 3D štampač
- Uspostavljanje datoteka za štampanje u ZPrint/ZEdit softveru
- Štampanje, uklanjanje praha i sušenje dijelova
- Primjenu post-processing materijala u dijelu za štampanje

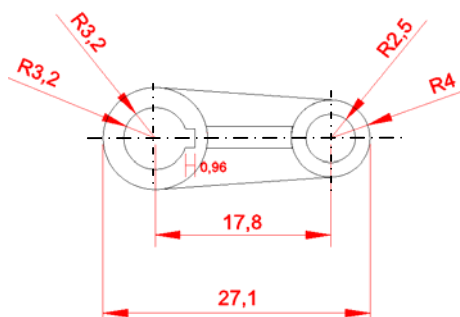
(ZPrinter 450 kompatibilan je sa većinom 3D modelovanih softverskih fajlova) koji dijelove pretvara u presjeka ili slojeve debljine 0.0035" - 0.004" (0.089 - 0.102mm).

Prije štampanja, ZPrinter 450 procjenjuje geometriju dijela i provjerava da li ima dovoljno materijala u štampaču za štampanje broja slojeva potrebnih za izradu dijela. Ako postoji dovoljno materijala štampač štampa svaki sloj, jedan iza drugog, iz dna dijela do vrha. U slučaju da nema dovoljno materijala ZPrinter 450 će zatražiti da se doda prah, vezivno sredstvo, ili da se promjeni glava za štampanje. Tokom štampanja vezivno sredstvo se pojavljuje sa visokom zasićenošću boja na ivicama stvarajući jake „školjke“ za dio ozona.

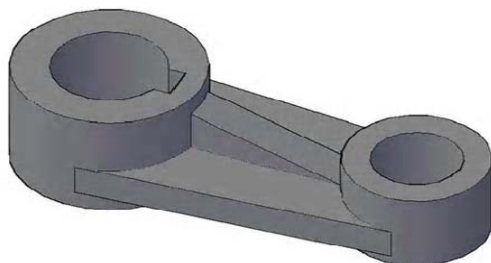
Dijelovi se štampaju sa nižim zasićenjem veziva, koji dijelu daje veću stabilnost. Kada je dio istampan, štampač se zagrijava do odgovarajuće temperature i na taj način suši izrađeni dio. Nakon završetka ciklusa sušenja, iz dijela za ruke automatski se usisava višak preostalog pudera koji se vraća u komoru za ponovnu upotrebu. Kada se dio oslobodi od pudera on je u potpunosti spreman da se izvadi iz štampača. Postoji mogućnost i post-obrade koja će predmetu dati dodatnu izdržljivost. [8]

#### B. Izrada prototipa na ZPrinteru 450

Brza izrada prototipa na ZPrinteru 450 prikazana je na primjeru poluge koja se sastoji od dvije cilindrične glavčine povezane sa ravnom pločom, po sredini ojačanom trouglastim rebrom. U glavčinama su izbušeni otvori, pri čemu je u većoj glavčini urađen i žljeb za klin. Radionički crtež poluge (2D model), urađen primjenom softvera AUTOCAD 2010, prikazan je na "Sl. 5". Na osnovu urađenog 2D modela primjenom istog softvera urađen je i 3D model prikazan na "Sl. 6":



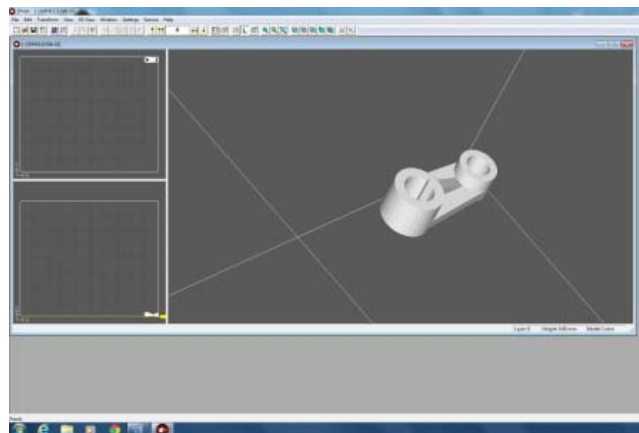
Slika 5. 2D izgled modela



Slika 6. 3D izgled modela

3D CAD model je transportovan u STL file format, koji je podržan od strane mnogih softverskih paketa. STL datoteke opisuju samo površinsku geometriju trodimenzionalnih

objekata bez zastupljenosti boja, tekstura ili drugih zajedničkih atributa CAD modela. Izgled modela u STL formatu dat je na "Sl. 7":



Slika 7. Izgled modela u STL formatu

Pomoću softvera ZEdit Pro mogu da se vrše intervencije na modelu, odnosno mogu se dodavati boje i eksperimentisati sa geometrijom, odnosno popravljati model razdvajanjem pojedinih slojeva i sl.

Za štampu se koristi Z3D print softver, pomoću koga može da se vrši manipulacija objekta prije same štampe. Dalje se proces odvija automatski, pri čemu štampač štampa sloj po sloj od specijalnog praha.

Nakon procesa štampanja objekat nije dovoljno čvrst, pa se mora infiltrirati. Za infiltriranje se koriste dvokomponentne smole i cijanov krilat. Dvokomponentne smole su jeftinije, dok je cijanov krilat skuplji, ali objekat infiltriran njime može da se obrađuje na CNC mašinama. Za sušenje objekta potrebna je 1/2 časa.

Izgled 3D modela (prototipa) poluge, koji je proizveden ZPrinterom 450 prikazan je na "Sl. 8", sa koje se vidi da prototip u potpunosti odgovara 3D modelu.



Slika 8. izgled modela proizvedenog na 3D printeru

#### ZAKLJUČAK

3D modelima može se mnogo bolje komunicirati i procenjivati dizajnerski koncepti kroz tok razvoja proizvoda, što znatno utiče na skraćivanje procesa dizajniranja, poboljšanje planiranja proizvodnje i skraćivanje vremena izlaska proizvoda na tržište. 3D štampači predstavljaju brži, jeftiniji i lakši postupak izrade prototipa u odnosu na druge tehnologije. Oni

omogućavaju izradu maketa dijelova i sklopova od materijala različitih mehaničkih i fizičkih svojstava u jedinstvenom procesu, a proizdeni modeli vjerno oponašaju izgled i funkcionalnost proizvoda.

ZPrinter 450 je 3D printer u boji sa automatizovanim procesom izrade koji štedi vrijeme i čini 3D štampu lakom i relativno jednostavnom. Idelan je za primjenu u nizu različitih oblasti, jer ima mogućnost štampanja prototipova proizvoda složene geometrije, mapi reljefa, modela ljudskog srca, arhitektonskih modela itd. Na ovom štampaču postoji više načina štampanja, ali generalno se vrši u slojevima, pri čemu je brzina štampe pet do deset puta brža u odnosu na ostale štampače.

#### Zahvalnica

Ovaj rad je nastao kao rezultat israživanja u okviru Seminarskog rada iz predmeta Upravljanje proizvodnjom, koji se na Fakultetu za proizvodnju i menadžment Trebinje, studijski program Industrijski menadžment, sluša u VII semestru.

Zahvaljujemo se doc. dr Obradu Spaiću, mr Budimirki Marinović i Radislavu Brđaninu na korisnim savjetima, sugestijama i obezbjeđenju uslova za izvođenje istraživanja.

#### LITERATURA

- [1] B. Grbac, M. Meler: Realizacija poslovne ideje – od ideje do proizvoda/usluge, Ministarstvo gospodarstva, rada i preduzetništva, Zagreb 2007.
- [2] J. Kotler: Upravljanje marketingom, 9 izdanje, Mate, Zagreb, 2001.

- [3] R. G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom, 4. izdanje, Mate, Zagreb, 1999.
- [4] O. Spaić, R. Ivanković, T. Gvozdenović, M. Ilić: Kvalitetom razvoja do kvalitetnog proizvoda, Kvalitet, časopis za unapređenje kvaliteta, ISSN 0354-2408, vol. 21, br. 7-8, str. 36-40, 2011.
- [5] A. S. Hornby, S. Wehmeier: Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English, 6th edition, Oxford University Press, Oxford, 2000.
- [6] [bib.irb.hr/datoteka/527907.Diplomski\\_rad\\_\\_Duan\\_Vrbane.pdf](http://bib.irb.hr/datoteka/527907.Diplomski_rad__Duan_Vrbane.pdf)
- [7] <http://sr.wikipedia.org/wiki/>
- [8] [www.bibus.hu/.../zcorp\\_series\\_zprinter\\_450\\_hardware](http://www.bibus.hu/.../zcorp_series_zprinter_450_hardware)

#### ABSTRACT

Contemporary pace of development of new products as well as diversification in demands of the global market have called for the need of adjustment to new conditions and continual acquisition of new technologies. Recently, the prototyping technology, being one of key stages in product design along with computer aided design (CAD), has become an essential tool in engineering. Rapid prototyping is concerned with the technologies that enable making three-dimensional solid objects from a digital model designed by means of any of CAD tools that would serve their purpose of functional and relatively complex working prototypes. The procedure of rapid prototyping by means of a ZPrinter 450 is presented in the paper.

#### **RAPID PROTOTYPING USING 3D PRINTER**

Bojana Aćimović, Brankica Čomić, Jovana Kolak, Tatjana Mićović, Danijela Sekerez (studenti I ciklusa studija)