

**SAVREMENE TEHNOLOGIJE U FUNKCIJI IZBORA
IDEJNOG RJEŠENJA NOVOG PROIZVODA**

**MODERN TECHNOLOGIES IN THE FUNCTION OF SELECTIONS
CONCEPTUAL DESIGN OF A NEW PRODUCT**

V. prof. dr. Amra Talić – Čikmiš
Amir Durmić, dipl. inž. maš.

V. prof. Nedeljko Vukojević
Doc. dr. Fuad Hadžikadunić

Mašinski fakultet Univerziteta u Zenici
Bosna i Hercegovina

REZIME

Savremene CAD/CAE tehnologije koje su u upotrebi u zadnje desetljeće donose mnogostruke prednosti u razvoju i odabiru idejnog rješenja novog proizvoda, kao i poboljšanju već postojećih. Suštinski, cilj je smanjiti razvojno vrijeme novog proizvoda, a doći do kvalitetnog i upotrebljivog proizvoda u što kraćem vremenu uz što manje troškove, kako u pripremi tako i izradi istog.

U radu je na primjeru dozirnog poklopca boce, izvršena analiza četiri moguća rješenja, i to koristeći se draft analizom i simulacijom brizganja plastike do upotrebe FDM sistema za brzu izradu prototipa (rapid prototyping technology- RP), a kao konačni rezultat napravljen je prototip novog idejnog rješenja dozirnog poklopca boce.

Ključne riječi: razvoj novog proizvoda, CAD/CAE, metodičko konstruiranje, numerička simulacija, RP tehnologija

ABSTRACT

Modern CAD / CAM technologies that are in use in the last decade bring multiple benefits in the development and selection of the conceptual design of a new product, as well as improving existing ones. Essentially, the goal is to reduce the development time of new products, and reach the quality and usable product in the shortest possible time with the minimum cost, both in the preparation and implementation production.

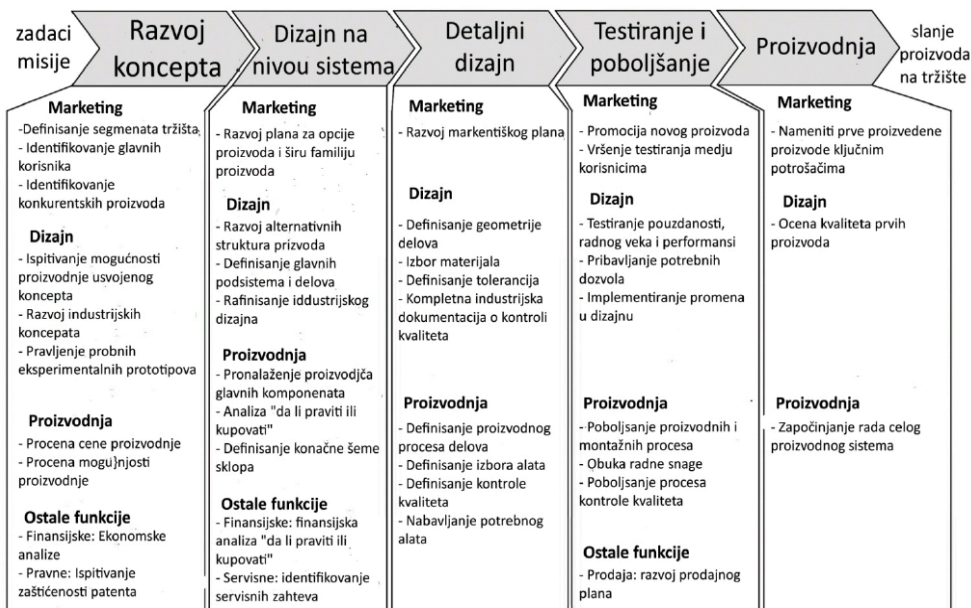
In this paper four possible solutions are analyzed for the example of dosing cap bottles using draft analysis and simulation of plastic injection molding to the use FDM system for RP - technology. Final result is prototype made by new conceptual design of the dosing cap bottles.

Keywords: new product development, CAD / CAE, methodical construction, numerical simulation, rapid prototyping technology

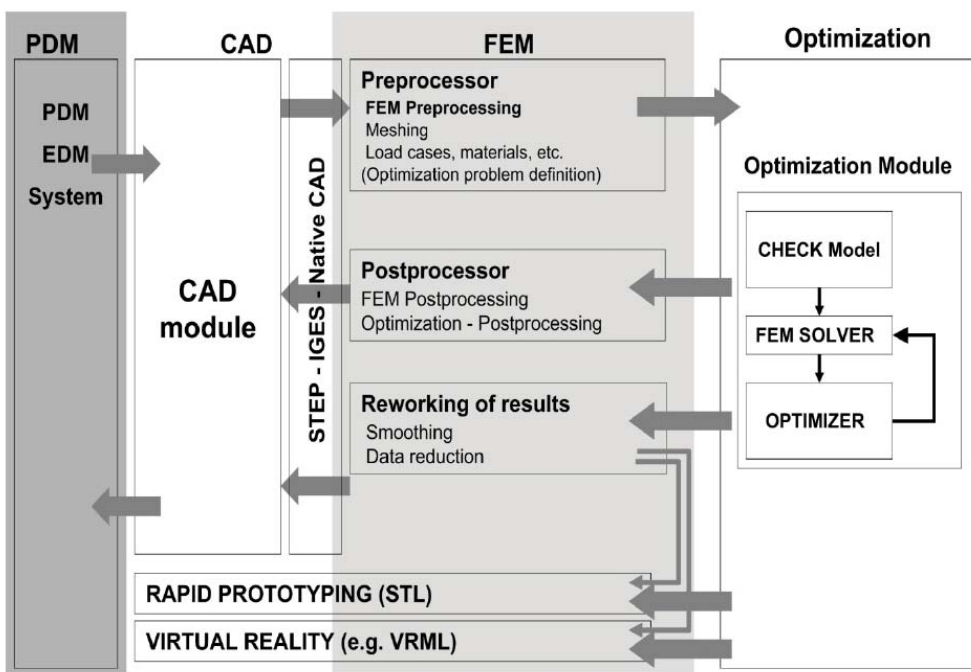
1. RAZVOJ PROIZVODA

Korištenje informacionih tehnologija pri dizajniranju prije svega omogućava poboljšanje produktivnosti dizajnera automatizacijom više ponavljajućih i zamornih aspekata dizajna, a poboljšavajući preciznost dizajna modela i izbor optimalnog i kvalitetnog rješenja iz većeg broja mogućih rješenja. Nove tehnike su razvijene u pokušaju da se prevaziđu ograničenja u konvencionalnoj praksi, naročito kada su u pitanju složenije forme i funkcije.

Integrirani pristup CAx alatima i njihovo korištenje su neophodni prilikom razvoja proizvoda, omogućavaju primjenu jedinstvenih zahtjeva tokom raznih faza razvoja, kao i razvoja cjelokupnog sistema uključujući industrijski dizajn, tehnički dizajn i proizvodnju[1,2].



Slika 1. Proces razvoja proizvoda[1]



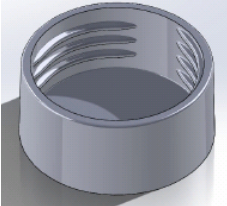


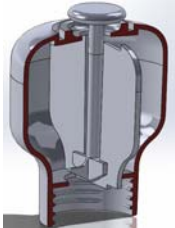



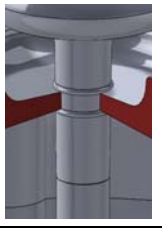
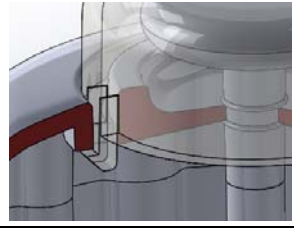
Slika 2. Integracija alata u razvoju proizvoda[1]

2. RAZVOJ IDEJNOG RJEŠENJA DOZIRNOG POKLOPCA

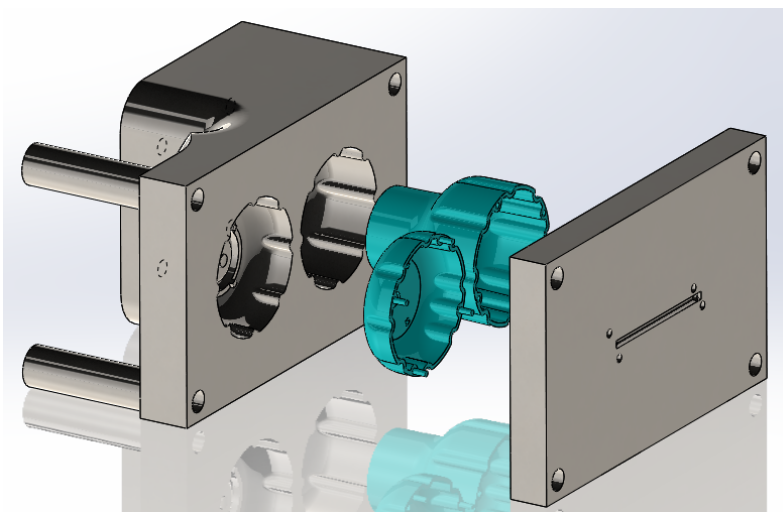
2.1. Modeliranje proizvoda

Za inovativni model poklopca modeliranje će se vršiti korištenjem SolidWorks interfejsa, a najlakše je početi model od nečega što spada u zahtjeve i generalno je poznato ukoliko takvo nešto postoji. Jedan od zahtjeva za ovaj proizvod je da odgovara PET bocama sa prečnikom grla 28mm. To znači da je pogodno početi model od klasičnog poklopca za ove boce koji ima poznat tip navoja i dubinu. Dalji postupak dizajna opisan je u tabeli (Tabela 1)

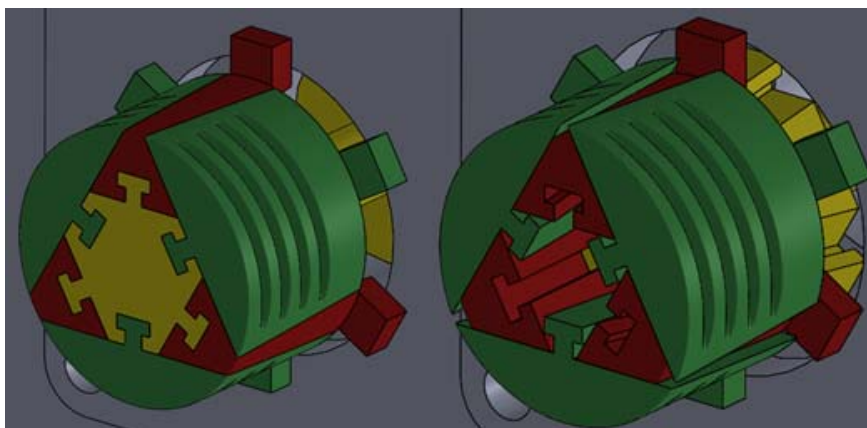
Tabela 1. Faze razrade dijelova dizajna disperznog poklopca[2]

		
<p>Klasični poklopac za PET boce sa prečnikom grla 28mm.</p>	<p>Poklopac mora imati komoru iznad dijela sa navojem u kojoj će se nalaziti koncentrirani prah i između ta dva dijela nalaziti će se otvor koji će biti zatvoren aluminijskom folijom naknadno presovanom na plastični dio pri povišenoj temperaturi</p>	<p>Kao i na većini komercijalnih disperznih poklopaca, unutar komore se nalazi pokretni dio koji treba pokida aluminijsku foliju dejstvom korisnika.</p>
		
<p>Zbog oblika pokretni dio mora biti iz dva dijela. Jedan je donji klin koji prekida foliju i gornji je u obliku dugmeta na koje korisnik djeluje. Pomijeranje klina prema položaju dugmeta je 5mm što je dovoljno za prekidanje folije po četiri linije.</p>	<p>Zbog zatvorenosti, komora se mora izraditi iz dva odvojena dijela koji će također omogućiti sklapanje poklopca.</p>	<p>Zbog vizuelnog izgleda kao i zbog toga što će se poklopac odvrtni sa boce, po obodu se dodaje 8 udubljenja.</p>
		
<p>Gornji i donji dio je potrebno spojiti. To se može uraditi stavljanjem pinova na četiri mjesta na gornjem dijelu koji se uklapaju u odgovarajuće rupe na donjem dijelu. Ovi pinovi su konični sa uglom od jednog stepena koji će omogućiti sklapanje a također i vadenje iz kalupa. Pinovi su veći za 0,2mm po prečniku od otvora i sklapanje će se morati obaviti sa nešto većom temperaturom donjeg dijela. Razlika prečnika 0,2mm je dovoljna da omogući čvrsti spoj ali ne i da napravi deformaciju na donjem dijelu.</p>	<p>Za sprječavanje istresanja praha iz poklopca kao i za zaštitu od pomijeranja klina uslijed inercijalnih sila pri transportu i oštećivanja membrane, otvor kod dugmeta se smanjuje na +0,1mm veličinu i na dugme se dodaju dva prstena koji će definirati položaj dugmeta.</p>	<p>U žlijeb oko dugmeta postavlja se transparentni poklopac koji je sa gornjim dijelom vezan preko tri zuba. Ovaj poklopac sprječava pritiskanje dugmeta prilikom transporta.</p>

Prilikom dizajna od ključne važnosti je prilagoditi model procesu proizvodnje plastičnih dijelova kojom će biti izrađeni dijelovi. U ovom slučaju svi plastični dijelovi se izrađuju metodom brizganja plastike u kojoj ne smiju postojati negativni uglovi vađenja dijela iz kalupa što bi značilo uništavanje komponente (slika 3). Prema tome, sve površine na komponentama moraju imati pozitivan ugao prema jednom od dva kalupa što bi značilo neometano izbacivanje dijela iz kalupa. SolidWorks u svom okruženju nudi validaciju dizajna plastičnih komponenti koji se izrađuju brizganjem pomoću draft analize koja detektuje pozitivne i negativne uglove u odnosu na pravac izvlačenja dijela.



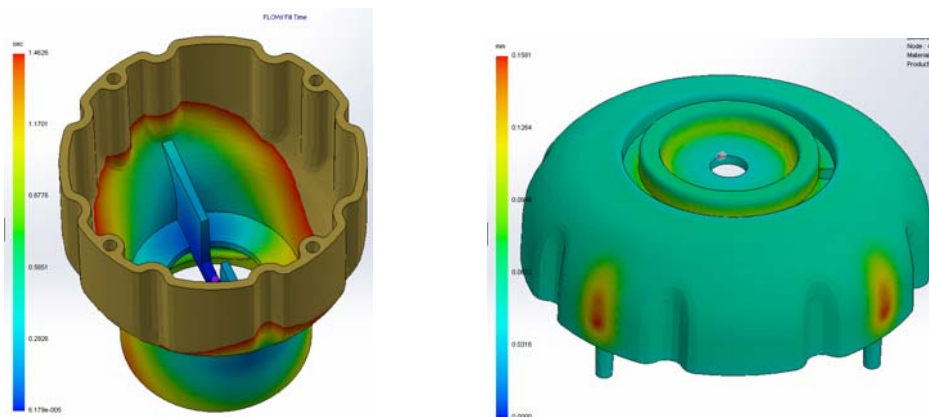
Slika 3. Prikaz kalupa sa odlijevkom u SolidWorsku



Slika 4. Model padajuće jezgre u SolidWorks-u (žuta – centralni klin, zelena – padajući elementi sa urezanim navojem, crvena – pomoćni padajući elementi)

U kalupu je ostavljen prostor za kanal za brizganje i sa druge strane za padajuću jezgru sa šest nezavisnih elemenata i centralnim klinom. Kao i kod kalupa, dizajn padajuće jezgre počinje od već modeliranog poklopca, jer se njegov negativni otisak mora urezati na elemente padajuće jezgre (slika 4).

2.2. Predprocesiranje, simulacija i analiza u SolidWorks-u



Slika 5. Rezultati simulacije brizganja na donjem i gornjem dijelu poklopca

Ono što je jedan od osnovnih zadataka ovih simulacija je da se otkriju u ranoj fazi razvoja proizvoda problematična područja u dizajnu. Prilikom brizganja polimera u kalup, polipropilena u ovom slučaju, njegova temperatura je oko 230°C. Nakon što se dio izvadi iz kalupa njegova temperatura se snižava na sobnu temperaturu. Problem ovdje je što polimer (kao i većina materijala) ima veću specifičnu zapreminu pri povišenoj temperaturi nego na sobnoj temperaturi i prilikom hlađenja odljevak se neće smanjiti ravnomjerno na svim mjestima osim ako mu je debljina stijenke konstantna.

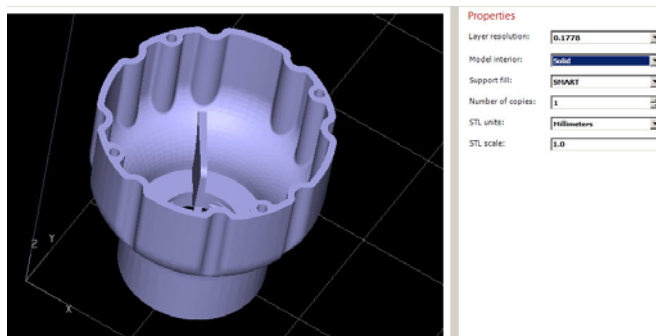
U ovom slučaju problematična mjesta su prikazana na slici 5, gdje je materijal očito zadebljan zbog završetka rupe od pinova za spajanje. Rješenje ovog problema bi bilo u jednostavnom produblivanju rupe ali zbog male veličine skupljanja (maksimalno 0,26 mm) ovaj defekt će biti skoro neprimjetan na površini tako da ga nije potrebno uklanjati.

3. BRZA IZRADA PROTOTIPA

Prototipom se nazivaju pred-serijski proizvodi najčešće namijenjeni za ispitivanje i testove prije prelaska u serijsku proizvodnju. U principu, jedan prototip ne mora niti tehnički niti vizualno odgovarati gotovom serijskom proizvodu, ali mu služi kao osnova, odnosno prototip. Prototip se dizajnira da testira i isproba nove dizajne da bi poboljšao funkcionalnost pomoću systemske analize ili korisnika. Koristi se da pruži specifikacije za realni, funkcionalni sistem umjesto za teoretski ili virtualni sistem što je slučaj kod simulacija [17].

3.1. G-code postprocesiranje za FDM sistem brze izrade prototipa (RP)

Nakon generisanja STL modela sa površinskom mrežom, sljedeći korak je izrada CMB datoteke koja predstavlja definiciju puta za mlaznice pisača. Potrebno je prvo izabrati odgovarajuće parametre, kao što su: razlučivost slojeva, vrsta modela unutarnjeg punjenja i vrsta materijala podloge. Također, treba odrediti optimalnu orijentaciju modela u zavisnosti od željenih mehaničkih karakteristika modela, potrošnje materijala i vremena izrade prototipa. Napravljena je varijacija parametara za rezoluciju sloja između 0,1778 i 0.254 mm, pri čemu parametar za model unutarnjeg punjenja je zadržao solid varijaciju, budući model ima veoma malu debljinu zida. U tom slučaju, parametar za model unutarnjeg punjenja nema veliki utjecaj za 3D tisak (slika 6).



Slika 6. Definisanje RP parametara prije 3D printanja[3]

3.2. Izrada prototipa funkcionalnih dijelova

Kako su zahtjevi postavljeni u ovom radu testiranje konceptualnog rješenja, bitno je odabrati odgovarajući RP tehnologiju koja omogućava izradu funkcionalnih dijelova. Za izradu modela korištena je FDM tehnologija bazirana na SDE sistemu. Ona omogućava najveću rezoluciju u srednjoj klasi RP FDM sistema. Korišteni 3D pisac Dimension Elite, koji omogućava dobru rezoluciju štampanja i to u veličinama sloja 0,254 mm za brži i 0,178 mm za spori, precizniji režim. Završni dijelovi mogu zahtijevati uklanjanje materijala, ukoliko pri dizajnu za prototip nije ostavljen dovoljan zazor dijelova koji se sklapaju. Izvršena je provjera funkcije novog dizajna dozirnog poklopca (slika 7). Unutar komore je umjesto praha postavljen crni fluid. Sklopljeni poklopac je postavljen na transparentnu bocu sa vodom, koja ima prečnik grla 28 mm, zatim se prototip aktivira, pri čemu dolazi do miješanja fluida sa vodom.



Slika 7. Testiranje prototipa

4. ZAKLJUČAK

Razvojem i primjenom CAD/CAE programa, uz pravilno korištenje, može se učiniti razvoj novog proizvoda veoma brzim, mnogo sigurnijim i relativno jeftinim procesom (uz pretpostavku da firma posjeduje neki od softvera čija cijena nije mala). Može se sagledati niz prednosti koje daje primjena tih tehnologija, a sve u cilju kvalitetnijeg proizvoda i njegovog bržeg plasiranja na tržištu.

5. LITERATURA

- [1] Ristić M., : Virtualni razvoj proizvoda, seminarski rad – doktorske studije, Mašinski fakultet, Univerzitet u Nišu, 2011.
- [2] Durmić, A.: Razvoj i dizajn idejnog rješenja disperzionog poklopca uz korištenje CAD-CAE računarskih tehnologija, diplomski rad, Mašinski fakultet, Univerzitet u Zenici, 2014.
- [3] Talić-Čikmiš A., Durmić A., Šljivić M., Stanojević M.: The process of developing conceptual design of a product using rapid prototyping technology“, 18th International Research/Expert Conference TMT 2014., pp. 329-332, Budapest, Hungary, 10-12 Septembar, 2014., ISSN 1840-4944