

IZRADA 3D MODELA KUĆIŠTA CENTRIFUGALNE PUMPE

3D MODEL CONSTRUCTION OF THE CENTRIFUGAL PUMP HOUSING

Hršak B.¹, Golubić S.¹, Carek D.¹

¹Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvatska

Sažetak: Prikazana je izrada 3D modela kućišta centrifugalne pumpe na temelju postojećeg 2D nacrtu gotovog proizvoda primjenom sinkrone tehnologije 3D modeliranja, i reverzibilnog inženjeringa. Na temelju kreiranog 3D modela, predložene su moguće modifikacije postojeće izvedbe proizvoda. Provedene su analize zakrivljenosti površina, Bézierove krivulje modela i 3D geometrije. Prikazana je i mogućnost vizualizacije gotovog 3D modela na Web stranicama u cilju prezentiranja proizvoda budućim kupcima primjenom Web3D tehnologije.

Ključne riječi: centrifugalna pumpa, 3D modeliranje, Bézierove krivulje, CAD, Solid Edge ST2, brza izrada prototipa, reverzibilni inženjering

Abstract: The paper presents the creation of a 3D model of the pump housing on the basis of an existing 2D drafting of the final product using synchronous technology, 3D modeling, and reverse engineering. Based on the created 3D model, possible modifications to the existing product design have been proposed. The analyses of the surface curvature, Bézier curves of the model, and 3D geometry were performed. The possibility of visualization of the finished 3D model on a web site is shown so as to present the product to prospective customers by using Web3D technology.

Key words: centrifugal pump, 3D modeling, Bézier curves, CAD, Solid Edge ST2, rapid prototyping, reverse engineering

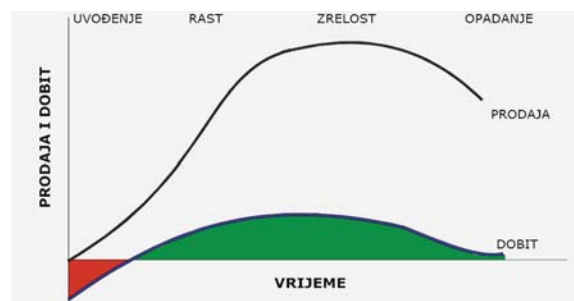
1. UVOD

Svaki proizvod ima životni ciklus na temelju kojeg se određuje strategija koja se primjenjuje u svakoj od faza [1]. Faze životnog ciklusa proizvoda:

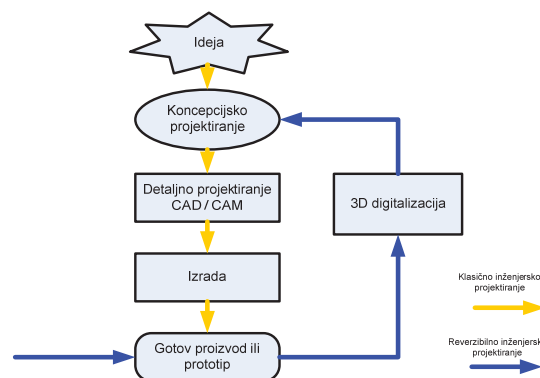
- uvođenje proizvoda na tržište
- rast proizvoda
- zrelost proizvoda
- odumiranje (opadanje) proizvoda

U fazi zrelosti prodaja proizvoda nastavlja rasti, ali samo u prvom dijelu te faze. U drugom dijelu dolazi do opadanja prodaje zbog zasićenja tržišta (slika 1.). Novi konkurenti, kojih je sve više, kopiranjem vodećeg proizvoda i nižim cijenama osvajaju dio tržišta. Stoga je

potrebno redizajnirati proizvod – napraviti reverzibilni inženjering (slika 2.).



Slika 1. Životni ciklus proizvoda [1]



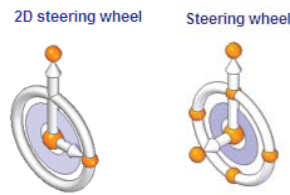
Slika 2. Klasično i RE (reverzibilno) projektiranje [2]

Na temelju spomenutih činjenica prikazana je izrada 3D modela kućišta centrifugalne pumpe na temelju 2D nacrtu poprečnih presjeka postojećeg proizvoda.

2. SINKRONA TEHNOLOGIJA MODELIRANJA

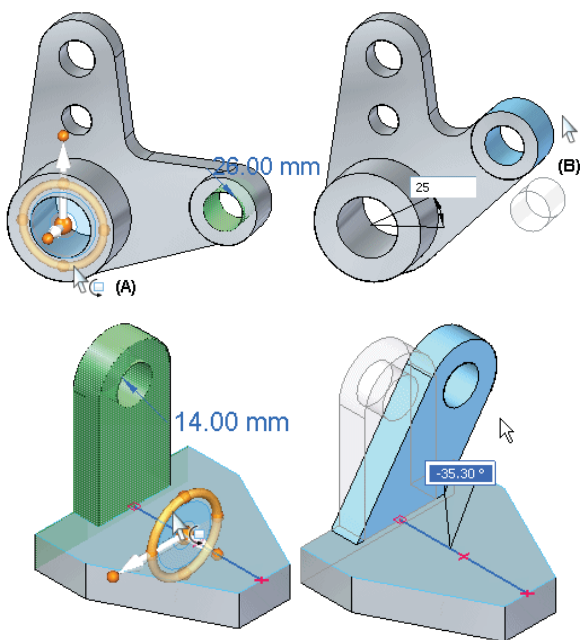
Za izradu 3D modela korišten je programski alat Solid Edge ST2 (sinkrona tehnologija).

Sinkrona tehnologija kombinira brzinu i fleksibilnost izravnog modeliranja uz preciznu kontrolu dimenzija i zadržavanje parametarskih odnosa kojima je opisan kreirani model. Na slici 3. prikazan je upravljač izravnog modeliranja - Steering Wheel, karakterističan upravo za sinkronu (ST) tehnologiju.



Slika 3. Upravljač izravnog modeliranja [3]

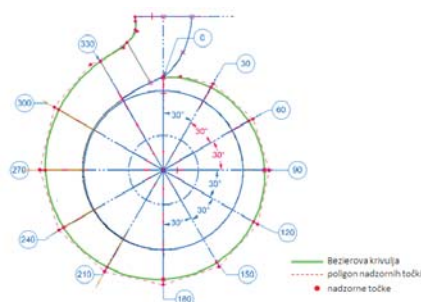
Ovaj proces 3D modeliranja omogućuje da se određene CAD dizajnerske aktivnosti mogu odraditi i do 100 puta brže od klasičnog pristupa, baziranog na kronološkom (povijesnom) zapisu faza i postupaka izrade modela (slika 4.).



Slika 4. Mogućnosti direktnog modificiranja modela [3]

3. IZRADA 3D MODELA KUĆIŠTA CENTRIFUGALNE PUMPE

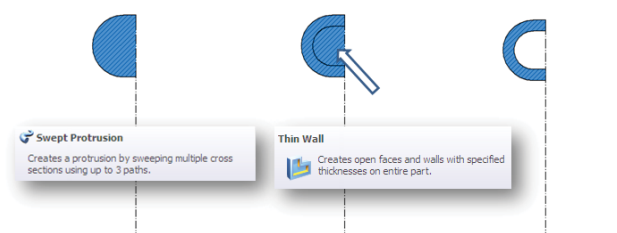
Postojeći 2D nacrt sastoji se od poprečnog presjeka kućišta pumpe na kojem su označeni i kotirani radijalni presjeci svakih 30 stupnjeva. Ravnine presjeka definirane su prema kutu koji zatvaraju s ravninom YZ referentnog koordinatnog sustava (slika 5.).



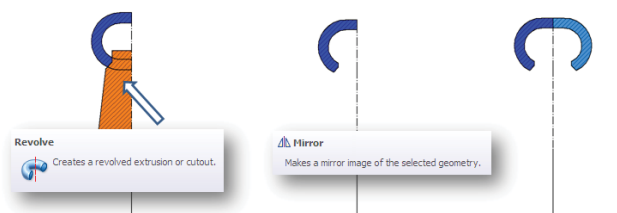
Slika 5. Osnovna skica za početak modeliranja Svaki presjek ima zajedničko obilježje – presjek kružnog prstena (smanjuje zazor između kućišta pumpe i rotora,

te dijeli ulazni dio od izlaznog) koji se nastavlja na polilinije. Polilinije se sastoje od kružnih lukova na koje se tangencijalno nastavljaju ravne linije, tvoreći tako površinu koja se sa svakim presjekom povećava, krenuvši od 0° do 360°. Svi presjeci su povezani Bèzierovom krivuljom koja će se koristiti kao putanja za dodavanje materijala.

Zbog složenosti rješenja i boljeg objašnjenja opisan je postupak nastajanja 3D modela u jednoj presječnoj ravnini. Za skicu presjeka koja će služiti za "dodavanje materijala" optimalnim se pokazao poluprofil pumpe (puni, bez detalja). Bitno je da skica ima barem 2 oštra brida zbog ispravnog mapiranja profila. Nakon "dodavanja materijala" po putanji slijedi izrada ljsuke (slika 6.) i oduzimanje materijala rotacijom profila i zrcaljenje svih kreiranih značajki modela (slika 7.).



Slika 6. "Dodavanje materijala" po putanji i izrada ljsuke

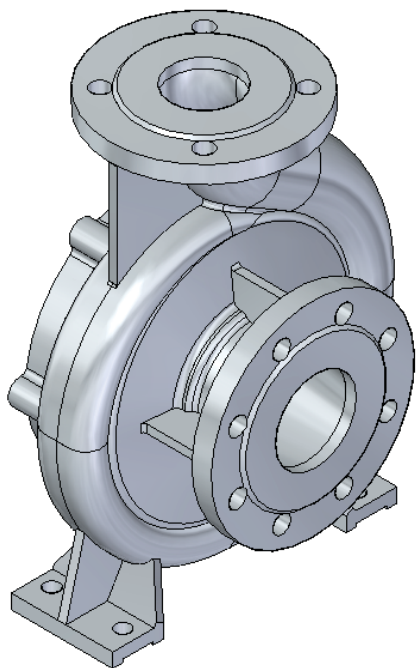


Slika 7. "Oduzimanje materijala" rotacijom i zrcaljenjem 3D modela

Zatim slijedi dodavanje materijala rotacijom - različiti profil za prednju i zadnju stranu (slika 8.). Ovim postupkom izrađen je 3D model koji potpuno odgovara zadanim i kotiranim poprečnim presjecima. Time je riješen glavni problem 3D modeliranja kućišta centrifugalne pumpe. Ostatak modeliranja bi se mogao svrstati pod nadogradnju detalja klasičnim postupcima.



Slika 8. Dodavanje materijala rotacijom

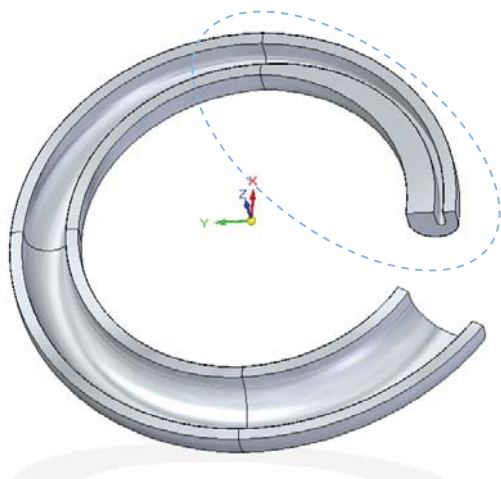


Slika 9. 3D model kućišta centrifugalne pumpe

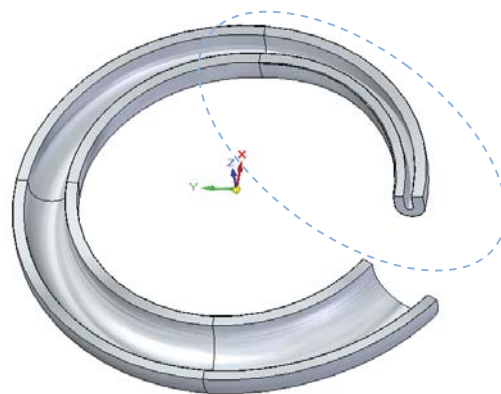
4. ANALIZE 3D MODELA

4.1. Promjena profila poprečnog presjeka 0° - 90°

Tijekom 3D modeliranja uočeno je odstupanje u debljini stijenke kućišta na baznom spiralnom dijelu od 0° do 90°, što otežava izradu 3D modela (slika 10.). Kako je za pumpu važan unutarnji profil, potrebno je da vanjski profil prati unutarnji s konstantnom debljinom stijenke od 8 mm, te bi se i taj dio tada mogao oblikovati "dodavanjem materijala" (punog profila) po putanji i zatim izradom ljuske. Time bi se ubrzalo 3D modeliranje, smanjila bi se veličina datoteke i postigla uniformnost prilikom modeliranja. Na taj način bi se upotrebom Bèzierove krivulje kao putanje i poprečnih presjeka profila osnovni spiralni dio mogao oblikovati u jednom potezu, što bi olakšalo parametrisiranje modela (slika 11.).



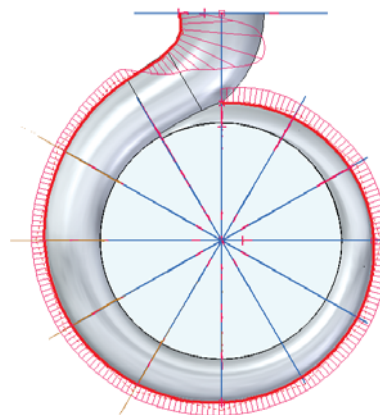
Slika 10. Postojeći 3D model



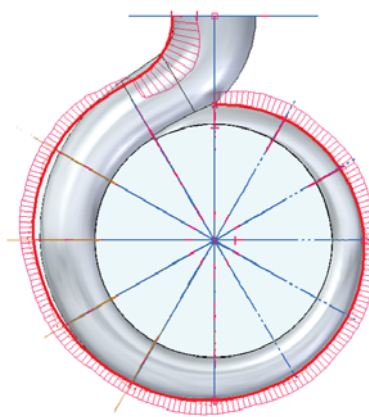
Slika 11. Prijedlog modifikacije 3D modela

4.2. Analiza zakrivljenosti krivulje

Prilikom modificiranja Bèzierove krivulje moguće je prikazati zakrivljenost direktno na krivulji u obliku zraka normalnih na krivulju čija veličina (duljina zrake) predstavlja zakrivljenost u nekom mjerilu [4]. Primjer takvog prikaza zakrivljenosti je prikazan na slici 12. Ne ulazeći u promjenu površine poprečnog presjeka spiralnog dijela kućišta, već samo u modificiranje oblika profila, kao "vodilja" može biti novo kreirana krivulja na slici 13.



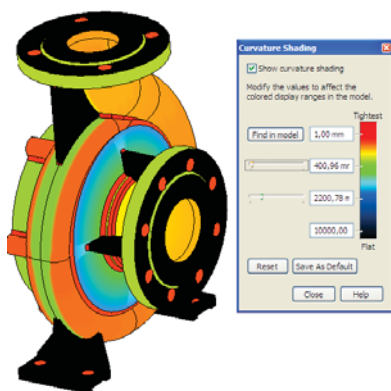
Slika 12. Analiza zakrivljenosti Bèzierove krivulje postojećeg modela



Slika 13. Analiza zakrivljenosti modificirane Bèzierove krivulje

4.3. Analiza zakrivljenosti površina

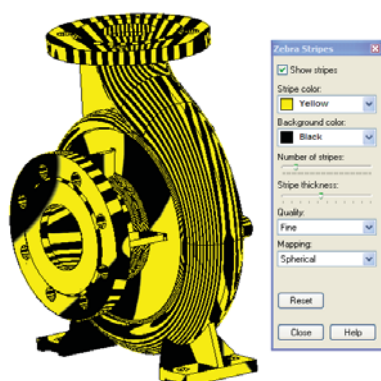
Prilikom rada sa zakrivljenim površinama, za analizu i redizajn 3D modela korisno je upotrijebiti alat za sjenčanje u ovisnosti o zakrivljenosti površine da bi se uočili diskontinuiteti i infleksije (slika 14.).



Slika 14. Sjenčanje 3D modela

4.4. Analiza zakrivljenosti "zebra" uzorkom

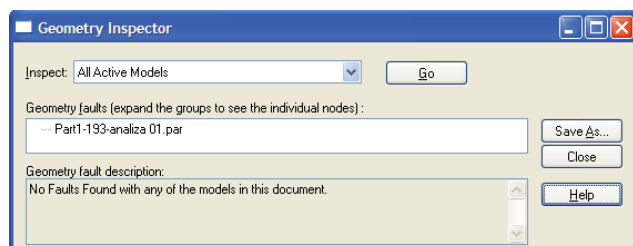
Tehnika "zebra" uzorkom primjenjuje se za analizu složenijih 3D oblika. Način na koji šrafure prelaze preko bridova ukazuje na razinu kvalitete površina na svakoj strani brida (slika 15.).



Slika 15. Analiza površina "zebra" uzorkom

4.5. Kontrola geometrije 3D modela

Za kraj postupka 3D modeliranja "pokrenut" je alat za kontrolu geometrije - *Geometry Inspector* koji nije pronašao ni jednu pogrešku na kreiranom 3D modelu kućišta centrifugalne pumpe (slika 16.).



Slika 16. Kontrola geometrije modela

5. VIZUALIZACIJA 3D MODELA

5.1. Foto realistični prikaz

3D vizualizacija modela od velike je pomoći jer može prikazati i "oživjeti" projekt.

Kako bi se proizvod što bolje predstavio kupcima, treba izraditi fotorealistični prikaz 3D modela (renderiranje). Fotorealistični prikaz modela kućišta centrifugalne pumpe izrađen je u programu *Solid Works PhotoView 360* (slika 17.).



Slika 17. 3D model u okruženju programa Solid Works PhotoView 360

5.2. Primjena Web3D tehnologije

U globalno tržišnom okruženju vrlo važno je proizvod predstaviti i ponuditi kupcima putem internetskih stranica (web katalogi, internet prodaja itd.) u nekom interaktivnom obliku (Web3D tehnologija), čime taj proizvod postaje dostupan cijelom svijetu (slika 19.).



Slika 19. Mogućnost rotacije 3D modela u Web pregledniku

6. ZAKLJUČAK

U životnom ciklusu proizvoda, u fazi "pada" prodaje, potrebno je modificirati proizvod. Funkcionalnom modifikacijom proizvod se prilagođava novim potrebama kupaca, što je najčešće vezano uz redizajniranje proizvoda. Napretkom proizvodne tehnologije važnu

ulogu prilikom konstruiranja i redizajniranja proizvoda ima projektiranje pomoću računala. Kako bi se proces modificiranja proizvoda uklopio u aktivnosti po principu "konkurentnog inženjeringa" i tehnologije brze izrade prototipa, nužno je izraditi njegov 3D CAD model.

Odabirom programskog alata *Solid Edge ST2* sa sinkronom tehnologijom kao CAD programskog paketa za izradu 3D modela kućišta centrifugalne pumpe, primjenom Bèzierovih krivulja i reverzibilnog inženjeringa, izrađen je 3D model koji potpuno ispunjava postavljene zahtjeve:

- dimenzije modela odgovaraju kotiranim elementima postojećeg 2D nacрта
- 3D model nema nepravilno spojenih bridova
- jako je smanjena veličina njegovog digitalnog zapisa

Time je 3D model upotrebljiv za daljnju analizu, redizajn, brzu izradu prototipa, za predstavljanje na web stranicama i fotorealistični prikaz, kako bi gotov proizvod - centrifugalna pumpa bila konkurentna i udovoljila bi zahtjevima tržišta.

7. LITERATURA

- [1] Grbac, B. Osvajanje ciljnog tržišta. Sveučilište u Rijeci, 2005.
- [2] Aleksandrović, S.: Proizvodne tehnologije.
<http://www.mfkg.kg.ac.rs/index2.php>
- [3] Programski alat Solid Edge ST2 – Help
- [4] <http://www.fsb.hr/geometrija.broda/300/310/gb317.htm>