

IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE LAKTOFRIZA TIP RBV – 300

THE PRODUCTION OF THE PROJECT DOCUMENTATION OF A MILK COOLING TANK TYPE RBV – 300

Tomislav Pavlic, Ivan Novosel, Domagoj Trojko

Stručni članak

Sažetak: U ovom je radu obrađena tema izrade 3D modela i 2D dokumentacije laktofriza tip RBV 300. Modeliranje pojedinih dijelova opisano je kroz nekoliko koraka koji su kasnije spojeni u više zasebnih sklopova te su objedinjeni u zajedničku cjelinu. Izrađena je 2D dokumentacija te primjeri fotorealističnih prikaza dijelova i sklopova.

Ključne riječi: laktofriz, SolidWorks, 3D modeliranje, dio, sklop

Professional papers

Abstract: This final paper deals with the topic of the production of 3D models and 2D documentation of the milk cooling tank type RBV 300. Modeling of individual components is described in several steps which were later combined into more discrete components and are integrated into one common unit. There were made 2D documentation and examples of photorealistic display parts and assemblies.

Key words: milk cooling tank, SolidWorks, 3D modeling, part, assembly

1. UVOD

Tema rada je izrada projektne dokumentacije laktofriza tip RBV 300, proizvod tvrtke Elektrotehnika d.o.o. U radu su navedeni materijali od kojih se izrađuju dijelovi, te je opisan proces proizvodnje laktofriza. Izrađen je 3D model laktofriza i njegovih dijelova, također je napravljena tehnička dokumentacija sklopa i visokorezolucijske slike. Laktofriz ili kako se još naziva rashladni bazen za mlijeko je mljekarska oprema koja se koristi u industriji mlijeka. Njegov zadatak je hlađenje i čuvanje mlijeka. Laktofrizi se izrađuju u različitim oblicima. Mogu biti: okrugli, četvrtasti, cilindrični, na pokretnim kolicima ili laktofriz – cisterne. Izgled ovisi o zapremini to jest kapacitetu mlijeka koje se pohranjuje u laktofriz. Na tržištu postoje mnogi proizvođači, ali u većini slučajeva laktofrizi su u mnogo čemu slični. Kapaciteti mogu varirati od 100 pa sve do 6000 litara mlijeka, a laktofrizi – cisterne se proizvode i do 12000 litara. Izrađuju se od nehrđajućeg čelika sa vrlo dobrom izolacijom radi maksimalne učinkovitosti i štednje energije [1].



Slika 1. Različite izvedbe laktofriza [1]

2. LAKTOFRIZ TIP RBV 300

Rashladni bazen za mlijeko – laktofriz tip RBV 300 kapaciteta je 300 litara za 2 ili 4 mužnje. Otvorenog je tipa i proizveden sa direktnim principom ekspresnog hlađenja (brzina hlađenja prikazana u Tablici 1.). Laktofriz (Slika 2.) je proizveden od nehrđajućeg čelika W.Nr. 1.4301 (AISI 304) s ekološkom poliuretanskom izolacijom visoke kvalitete radi maksimalne učinkovitosti i štednje energije. Prilagođen je za rad na vrlo visokim ambijentalnim temperaturama. Visoko učinkovit agregat laktofriza je zatvorenog tipa sa hermetičkim kompresorom (sa svim potrebnim zaštitama) i koristi potpuno ekološki rashladni medij R 404A.

Hlađenje kondenzatora agregata je zračno. Električno napajanje može biti 230V/50Hz monofazno ili 400V/50Hz trofazno. Elektronsko upravljanje se sastoji od kontrolera s digitalnim pokazivačem temperature koji je programabilan. Također ima integriran elektronski termostat, te program za intervalno miješanje mlijeka (radi održavanja jednake masnoće mlijeka).

Tabela 1. Brzina hlađenja mlijeka

| Tip laktofriza | Maksimalni kapacitet (litara) | Broj mužnji | | Napajanje 50 Hz (faza/V) | | Brzina hlađenja (litara/h) |
|----------------|-------------------------------|-------------|---|--------------------------|-------|----------------------------|
| | | 2 | 4 | 1/230 | 3/400 | |
| RBV 300 | 300 | x | | x | - | 133 |
| RBV 300 | 300 | | x | x | - | 73 |

2.1. Princip rada laktofriza RBV-300

Mlijeko dolazi u laktofriz temperature 30 – 35 °C. Laktofriz se pali tek kada se ispuni 20 % njegovog kapaciteta. Pri standardnim uvjetima, laktofriz ohladi pola nominalnog kapaciteta za jedan sat do sat i petnaest minuta. Kada je mlijeko ohlađeno na 4 °C hlađenje se isključuje.

Ako temperatura mlijeka u laktofrizu poraste iznad 5 °C, elektronski termostat pali miješalicu svakih petnaest minuta i ona miješa tri minute. Elektronski termostat ponavlja proces te samim time održava temperaturu mlijeka u laktofrizu.



Slika 2. Laktofriz TIP RBV 300 [3]

2. PRORAČUN - KARAKTERISTIKE LAKTOFRIZA PREMA KAPACITETU

Laktofriz RBV 300 ima elektromotor s reduktorom koji radi na 230 V. Broj okretaja u minuti je 30 - 36, a snaga mu je 100 W, okretni moment je 6.5 Nm. Laktofriz RBV 300, nominalnog kapaciteta 300 litara, raden za 2 mužnje.

Napajanje laktofriza je jednofazno, 230 V, 50 Hz. Priključna snaga je 1940 W, dok je rashladna snaga 4000 W. Laktofriz RBV 300 koji je predviđen za 4 mužnje ima isto napajanje, ali priključna i rashladna snaga su drugačije, manje su. Tako je priključna snaga 1067 W dok rashladna je 2200 W. Kako se povećavaju kapaciteti laktofriza, povećavaju se priključna i rashladna snaga te laktofrizi koji su predviđeni za dvije mužnje, imaju veće snage od predviđenih za četiri mužnje.

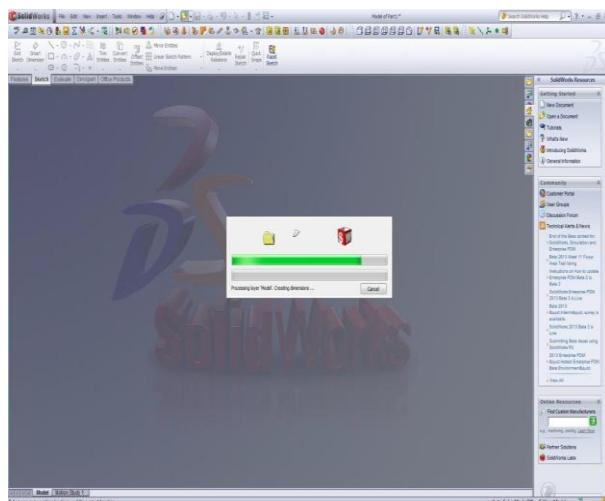
Brzina hlađenja mlijeka također se razlikuje po kapacitetu laktofriza, tako da laktofrizi predviđeni za 2 mužnje imaju veću brzinu hlađenja od laktofriza predviđenih za 4 mužnje. Tablica 2. prikazuje karakteristike laktofriza.

Tabela 2. Prikaz karakteristika laktofriza[3]

| Tip | Nom. kap. (lit.) | Broj mužnji | | Napajanje 50 Hz (faza/V) | | Prijkl. snaga (W) | Rashl. snaga (W) | Brzina hlađenja (lit./h) | Težina (kg) |
|---------|------------------|-------------|---|--------------------------|-------|-------------------|------------------|--------------------------|-------------|
| | | 2 | 4 | 1/230 | 3/400 | | | | |
| RBV300 | 300 | x | | x | | 1940 | 4000 | 133 | 129 |
| RBV300 | 300 | | x | x | | 1067 | 2200 | 73 | 123 |
| RBH400 | 400 | x | | x | | 2121 | 4480 | 149 | 168 |
| RBH400 | 400 | | x | x | | 1166 | 2464 | 82 | 161 |
| RBH500 | 500 | x | | x | x | 2380 | 5645 | 188 | 176 |
| RBH500 | 500 | | x | x | x | 1309 | 3105 | 103 | 169 |
| RBH650 | 650 | x | | x | x | 2870 | 7350 | 245 | 205 |
| RBH650 | 650 | | x | x | x | 1579 | 4042 | 135 | 198 |
| RBH800 | 800 | x | | | x | 3430 | 9150 | 304 | 240 |
| RBH800 | 800 | | x | | x | 1837 | 5033 | 167 | 233 |
| RBH1000 | 1000 | x | | | x | 4440 | 11988 | 398 | 283 |
| RBH1000 | 1000 | | x | | x | 2442 | 6593 | 219 | 272 |
| RBH1200 | 1200 | x | | | x | 5000 | 13700 | 453 | 315 |
| RBH1200 | 1200 | | x | | x | 2750 | 7535 | 250 | 302 |
| RBH1400 | 1400 | x | | | x | 5800 | 15890 | 525 | 350 |
| RBH1400 | 1400 | | x | | x | 3200 | 8780 | 291 | 338 |
| RBH1600 | 1600 | x | | | x | 6860 | 18300 | 615 | 382 |
| RBH1600 | 1600 | | x | | x | 3773 | 10065 | 338 | 370 |

3. KONVERZIJA POSTOJEĆIH 2D NACRTA U 3D MODEL

U današnjoj proizvodnji koriste se mnogi CAD programi za dobivanje 2D radioničkih crteža ili 3D modela. Neki dijelovi laktofriza TIP RBV 300 napravljeni su koristeći programski alat AutoCAD. Konverzija 2D radioničkih crteža tih dijelova u 3D model (Slika 3.) izvršila se otvaranjem datoteke spremljene u dxf formatu u SolidWorks-u te uzimanjem parametara koji su potrebni, dobila se skica – *Sketch* koja se oblikuje u 3D model u formi *Sheet Metal*.



Slika 3. Konverzija modela iz datoteke u SolidWorks [4]

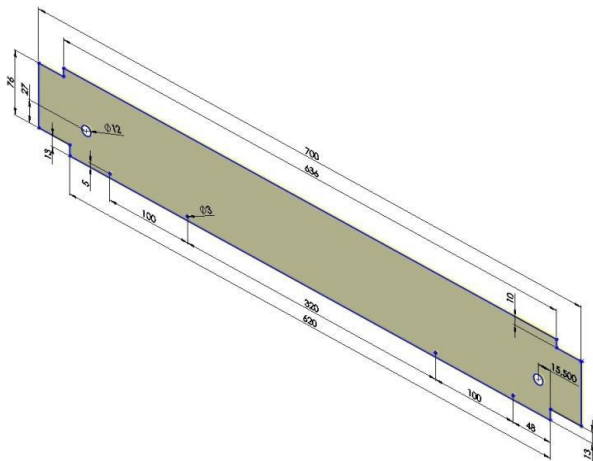
4. IZRADA 3D MODELA LAKTOFRIZA TIP RBV 300

Prikupljeni podaci postojećeg laktofriza (mjerjenja, fotografije, skice) osnova su za izradu 3D modela laktofriza TIP RBV 300. Sklop laktofriza je izrađen iz više zasebnih podsklopova poput: postolja, kutija s oprugom, sklop ventila za pražnjenje (pipe), sklop termostata i motora. Zbog toga se u sklop laktofriza ubacuju i ostali sklopovi kao odvojeni dijelovi. Ostali dijelovi ubacivani su u sklop opcijom sklop (*eng. Assembly*).

4.1. Postolje laktofriza

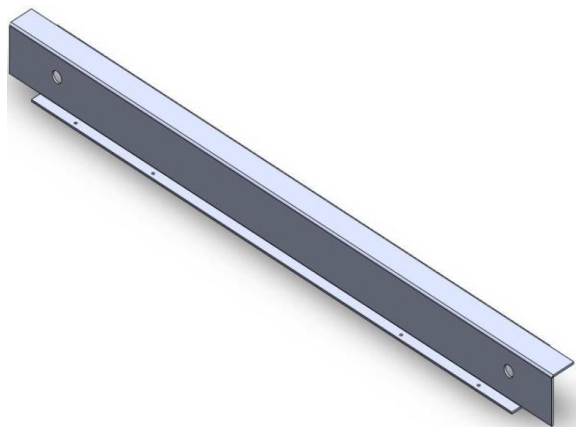
Konverzijom postojećih 2D nacrtu u 3D model dobivena je pozicija postolja laktofriza.

Nakon izrade skice – *Sketch* u formi *Sheet Metal* koristi se naredba *Sketched Bend* za modeliranje limova. Opcijom *razvlačenje* (*eng. Flatten*) može se dobiti razvijena širina lima i prikazane su linije savijanja (Slika 4.).



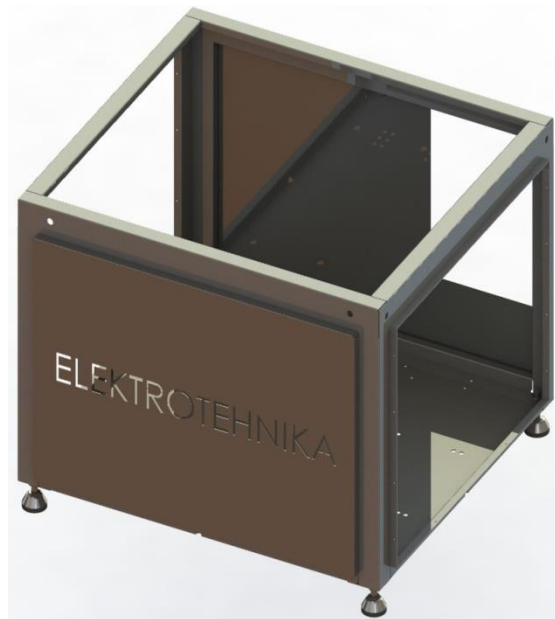
Slika 4. Skica - *Sketch* stranice postolja [4]

Pomoću raspoloživih alata za modeliranje limova u formi *Sheet Metal* oblikovan je trodimenzionalni model stranice postolja (Slika 5.).



Slika 5. 3D model stranice postolja [4]

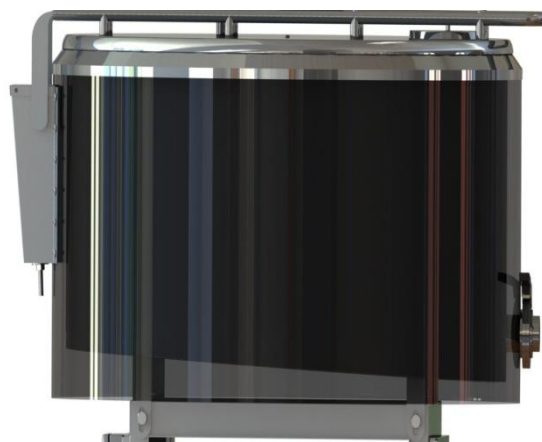
Kada su izrađeni ostali dijelovi postolja spajaju se u sklop. U sklopu postolja (Slika 6.) korištena je opcija zavarivanje (*eng. Weldments*). Pomoću te naredbe moguće je postavljati zavare na predviđena mjesta.



Slika 6. Sklop postolja laktofriza [4]

4.2. Središnji dio laktofriza

3D modeliranjem izrađeni su dijelovi koji sačinjavaju središnji dio laktofriza (Slika 7.). Zatim je izvršeno sastavljanje sklopa. Svi dijelovi zajedno povezuju se naredbom spajanje (*eng. Mate*). Poveznice moraju biti točno definirane kako ne bi došlo do raspadanja sklopa.

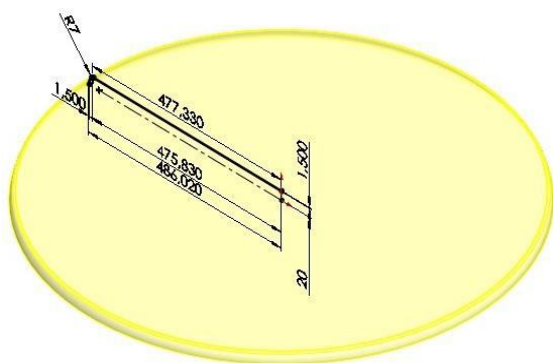


Slika 7. Središnji dio laktofriza [4]

4.3. Poklopac laktofriza

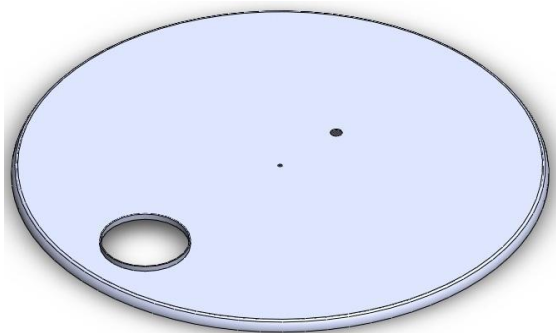
Oblikovanje poklopca laktofriza (Slika 8.) započinje naredbom (*eng. Revolve*) prema napravljenoj skici. Zatim se oblikuju provrti koji se izrezuju opcijom oduzimanje materijala (*eng. Extruded Cut*). Kada su izbušeni provrti

na poklopcu, na velikom provrtu dodan je rub izvlačenjem materijala (eng. *Boss-extrude*).



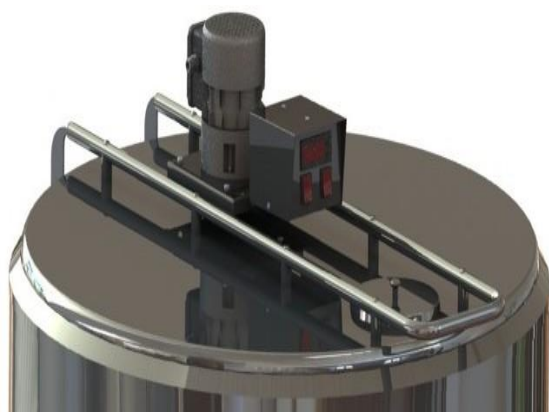
Slika 8. Sketch velikog poklopca [4]

Koristeći opcije (eng. *Chamfer*) oblikuje se skošenje i (eng. *Fillet*) da se zaobli unutarnji promjer otvora za mali poklopac dobiva se konačni izgled velikog poklopca kojeg prikazuje slika 9.



Slika 9. 3D model velikog poklopca [4]

Kada su izrađeni svi dijelovi poklopca laktofriza, spajaju se u zaseban sklop. Slika 10. prikazuje sklop poklopca laktofriza.



Slika 10. Sklop poklopca laktofriza [4]

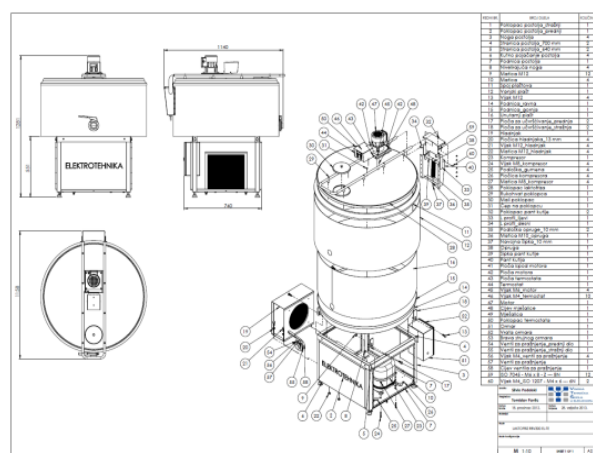
Nakon 3D modeliranja svih dijelova laktofriza obavlja se njihovo spajanje i definiranje pokretnih i nepokretnih dijelova, te renderiranje dijelova u programu *PhotoView 360*. Slika 11. prikazuje 3D modela laktofriza TIP RBV 300.



Slika 11. 3D model laktofriza TIP RBV 300 [4]

5. GENERIRANJE 2D TEHNIČKE DOKUMENTACIJE ZA POTREBE UNAPREĐENJA PROIZVODNJE

Pomoću 3D modela sklopa (laktofriza TIP RBV 300) veoma brzo se izrađuje polazna odgovarajuća 2D dokumentacija namijenjena izradi novog uređaja. Odabirom projekcija i ispravnim rasporedom na odgovarajući format crteža omogućujemo automatsko kotiranje 2D crteža. Generirani 2D crtež kompatibilan je s njegovim 3D modelom, a promjenom dimenzija u 2D crtežu automatski se mijenja i oblik 3D modela.



Slika 12. 2D dokumentacija (N/T/B) i rastavljeni prikaz (eng. *Explode-IZO*) laktofriza TIP RBV 300 [4]

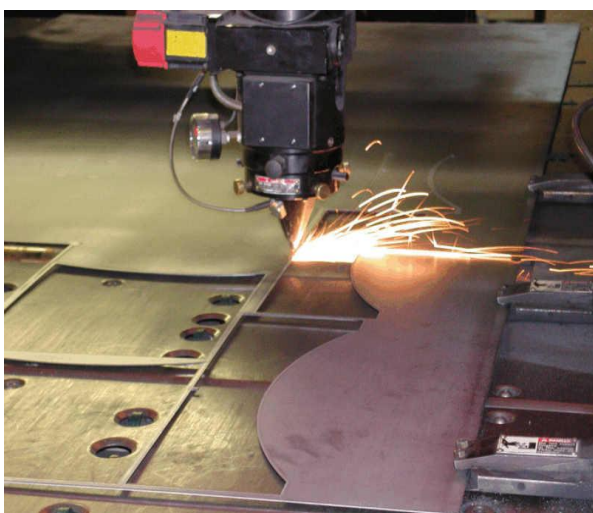
6. PROIZVODNI PROCES LAKTOFRIZA RBV 300

Laktofriz RBV 300 se proizvodi u pogonu tvrtke Elektrotehnika d.o.o. Većinu dijelova tvrtka proizvodi sama na svojim strojevima, a neki dijelovi kao što su: nivelirajuće noge, termostat, kompresor, hladnjak kupljeni su proizvodi.

Kupljeni proizvodi se u toku proizvodnje spajaju na laktofriz. Najviše dijelova laktofriza izrađuje se na CNC laseru za rezanje limova. Prvo se vakumskom sisaljkom digne ploča lima (najveće dimenzije koje stanu na laser su 2500x1500 mm) i stavi na laser. Laser ima CNC upravljanje i povezan je sa računalom iz kojeg se šalje program te po putanjama programa laser reže lim. Na slici 13. prikazan je CNC Laser Amada LASMAC LC 2415 A3.



Slika 13. CNC Laser Amada LASMAC LC 2415 A3 [7]



Slika 14. Rezanje lima CNC laserom [8]

Vakumski nosač limova (slika 15.) kreće se po kliznim vodilicama, koje su spojene za željeznu konstrukciju na stropu proizvodne hale. Služi za lakši prijenos velikih i teških ploča lima do strojeva.



Slika 15. Vakumski nosač pločastih materijala [7]

Kada se na laseru izrežu dijelovi limova, tada se na CNC savijačici ili stroju za kružno savijanje limova oblikuju konačni dijelovi laktofriza. Dijelovi postolja (podnica postolja i stranice), pant kutija, ploče limova koje se koriste za pričvršćivanje termostata i električnog motora, savijaju se na CNC savijačici. Na slici 16. prikazana je CNC savijačica.



Slika 16. CNC savijačica [7]

CNC savijačice imaju gornje i donje prizme (slika 17.) koje se koriste za savijanje. Njihovom promjenom mijenja se i radijus koji je potreban na dijelu koji se savija[9].



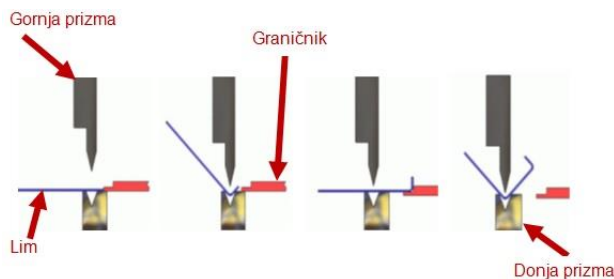
Slika 17. Gornje i donje prizme [7]

Slika 18. prikazuje savijanje lima na CNC savijačici.



Slika 18. Prikaz savijanja lima na CNC savijačici [10]

Kako bi se dobila pozicija, ploča lima treba se savijati najčešće više puta, pa se mora na više načina stavljati na CNC savijačicu. Ploča lima stavlja se do graničnika te gornja prizma pritišće lim u utor donje prizme. Na slici 19. prikazan je postupak kutnog savijanja lima na CNC savijačici.



Slika 19. Prikaz kutnog savijanja lima na CNC savijačici [10]

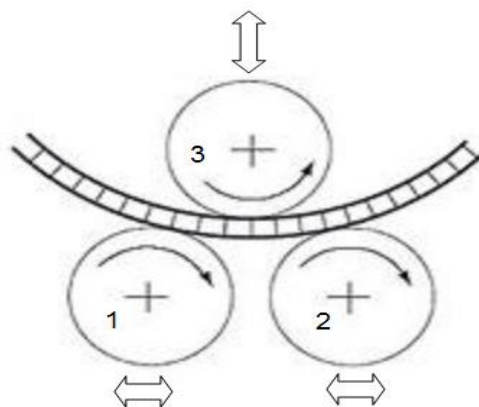
Vanjski i unutarnji plašt oblikuju se u kružni oblik na stroju za kružno savijanje limova (slika 20.).



Slika 20. Stroj za kružno savijanje limova [11]

Stroj za kružno savijanje limova ima tri paralelno postavljena valjka za valjanje cilindričnih plašteva. Dva donja valjka (1 i 2) su pogonska i služe kao oslonac, dok je treći valjak malo veći te nema svoj pogon. Osim

rotacije veliki valjak može se vertikalno pomicati i tako određuje radijus savijanja lima. Pogon je mehanički odnosno okretni moment se s elektromotornog pogona prenosi na spojku, zatim na pogon kojim se regulira brzina i smjer rotacije te na pogonske valjke. Vertikalno pomicanje većeg valjka može se ostvariti mehanički – navojnim vretenom i maticom kod konstruktivno jednostavnijih strojeva ili hidraulički kod većih strojeva koji zahtijevaju postizanje većih sila savijanja. Kod standardnih alatnih strojeva za valjanje cilindričnih plašteva duljina valjaka ne prelaze 4000 mm. Promjeri valjaka variraju prema debljini lima koji se savija, te radijusu na koji se lim savija [10]. Slika 21. prikazuje kretanje valjaka.



Slika 21. Prikaz kretanja valjaka [10]

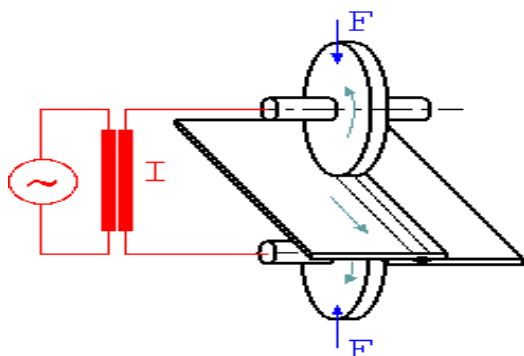
Podnice laktofriza (gornja i ravna) zavaruju se jedna za drugu. Ravna podnica je manjeg promjera i ona se elektrootporno šavno (kolutno) zavaruje za gornju podnicu. Podnice se još točkasto zavaruju s punktom 40x40 mm. Kada su podnice spojene jedna za drugu one se zavaruju na ploče za učvršćivanje koje su spojene s postoljem. Na slici 22. prikazan je NC stroj za šavno zavarivanje.



Slika 22. NC stroj za šavno zavarivanje [11]

Elektrootporno zavarivanje (slika 23.) koristi se za preklopno zavarivanje gornje i ravne podnice. Pomoću elektroda u obliku koluta (diska), koji zavarivane

podnice pritišću s objiju strana i istovremeno se rotiraju, a preko njih na mjestu dodira, neprekidno ili u prekidima, protječe električna struja zavarivanja. Nastali zavareni spoj je neprekidan niz preklopnih točkastih zavara (vodonepropusni var) ili niz međusobno razmaknutih točkastih zavara (isprekidano zavarivanje) [12].



Slika 23. Šavno elektrootporno zavarivanje [13]

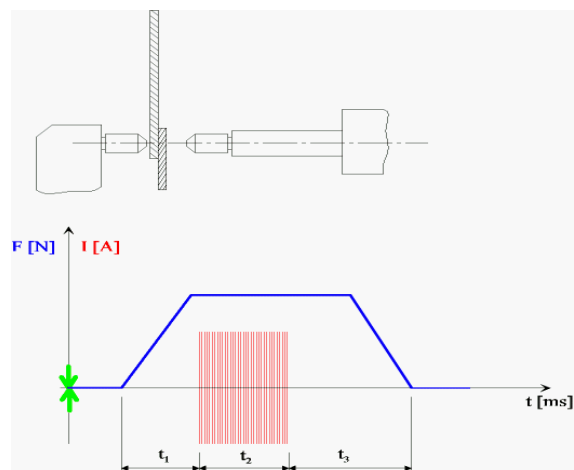
Točkasto zavarivanje ili točkasto elektrootporno zavarivanje je preklopno zavarivanje taljenjem dvaju dijelova (gornje i ravne podnice) stegnutih između dviju elektroda, kroz koje se dovodi električna struja. Na dodirnom se mjestu obaju podnica koji se zavaruju stvara Jouleova toplina koja rastali materijal i talina se izmiješa. Nastali var ima oblik točke, a presjek mu je u obliku leće [13]. Na slici 24. prikazan je NC stroj za točkasto zavarivanje.



Slika 24. NC stroj za točkasto zavarivanje [7]



Slika 25. Prikaz točkasto zavarenog spoja [14]

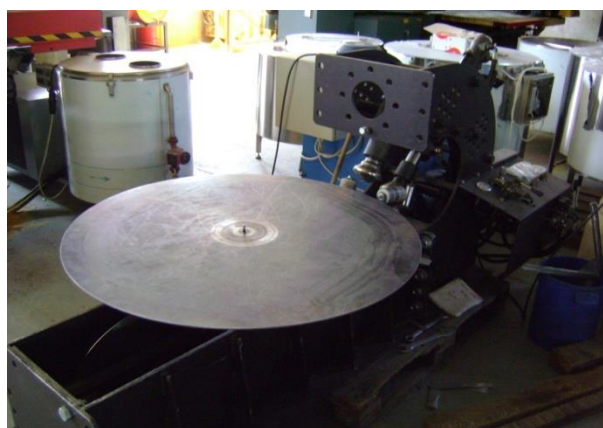


Slika 26. Skica točkastog zavarivanja [13]

Spoj plaštova reže se škarama za rezanje limova (slika 27.), a poklopac laktofriza te mali poklopac se režu na laseru. Poslije slijedi savijanje na stroju za savijanje okruglih dijelova (slika 39.).



Slika 27. Škare za rezanje limova [7]



Slika 28. Stroj za savijanje okruglih dijelova [7]

Kada se vanjski i unutarnji plašt spoje na spoj plaštova tada između njih ostane praznina. Ta praznina se puni poliuretanskom izolacijom (slika 29.) tako da se kalup laktofriza okrene naopačke te se sa CNC strojem za punjenje poliuretanskom izolacijom (slika 30.) puni kalup.



Slika 29. Punjenje kalupa poliuretanskom izolacijom [14]



Slika 30. CNC stroj za punjenje poliuretanskom izolacijom [11]

6. ZAKLJUČAK

Korištenjem CAD programa pojednostavljuje se izrada laktofriza, smanjuju troškovi razvoja, ubrzava rad, omogućuje stvaranje 3D modela, izrada dokumentacije te se može stvoriti fotorealistični prikaz proizvoda koji daje jasan prikaz izrade proizvoda u stvarnosti. Prikazani su postupci izrade pojedinačnih dijelova i montažnih sklopova. Zbog mnogo pojedinačnih dijelova nije prikazan postupak modeliranja svih elemenata. Izdvojeni su složeniji dijelovi i montažni sklopovi za 3D modeliranje.

Izrađeni 3D model doprinosi poboljšanju izrade laktofriza TIP RBV 300. Poboljšan je vanjski izgled i pregled unutrašnjosti laktofriza. 3D model laktofriza može se upotrebljavati za daljnju analizu, poboljšanja i za izradu prototipa.

7. LITERATURA

- [1] <http://www.elektrotehnika.hr/index.php?page=laktofriz-tip-rbk> (Dostupno: 28.10.2012.)
- [2] <http://www.agroklub.com/> (Dostupno: 28.10.2012.)
- [3] <http://www.elektrotehnika.hr/uploads/katalozi/rbv.pdf> (Dostupno: 28.10.2012.)
- [4] Elektrotehnika d.o.o. Križevci; 24.08.2012.
- [5] Elektrotehnika d.o.o. Križevci; 28.08.2012.
- [6] Elektrotehnika d.o.o. Križevci; 04.09.2012.
- [7] Elektrotehnika d.o.o. Križevci; 07.09.2012.
- [8] www.enravingmachinesite.com (Dostupno: 25.02.2013.)
- [9] http://pmi.vihn.net/auction/Files/3_39338_Braka%20Final.pdf (Dostupno: 16.02.2012.)
- [10] http://moodle.tesla.hr/pluginfile.php/717/mod_resource/content/1/Alatni_strojevi_1_-_1_dio.pdf (Dostupno: 25.02.2013.)
- [11] <http://www.elektrotehnika.hr/index.php?page=proizvodnja> (Dostupno: 28.10.2012.)
- [12] Hercigonja Eduard, Strojni elementi 1, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- [13] http://hr.wikipedia.org/wiki/Elektrootporno_zavarivanje (Dostupno: 26.09.2012.)
- [14] Elektrotehnika d.o.o. Križevci;

Kontakt autora:

Pavlic Tomislav, mag.ing.mech.

Visoka tehnička škola u Bjelovaru
Trg E. Kvaternika 4, 43000 Bjelovar
043/241-204, tpavlic@vtsbj.hr

Novosel Ivan, bacc. ing. el.

Elektrotehnika d.o.o
Ulica Nikole Tesle 16, 48260 Križevci
048/682-789, ivan.novosel@elektrotehnika.hr

Domagoj Trojko, mag. ing. graph. tech.

Sveučilište Sjever
104.brigade 3
42000 varaždin
domagoj.trojko@unin.hr