Formulari – F3

UNIVERSITETI I PRISHTINËS
"HASAN PRISHTINA"
FAKULTETI I INXHNIERISË MEKANIKE
Rruga Agim Ramadani, Ndërtesa e Fakulteteve Teknike, 10 000 Prishtinë, Republika e Kosovës
Tel: +383 38 552 126 ext. 101 * E-mail: fim@uni-pr.edu * www.fim.uni-pr.edu

Nr. Prot.: 1691
Datë: 18/07/2022

RAPORT VLERËSIMI TË DORËSHKRIMIT TË PUNIMIT TË DIPLOMËS MASTER

FAKULTETI	Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike
Departamenti/Programi	Prodhimtari dhe automatizim/ Inxhinieri Industriale me menaxhment
Titulli i punimit	**Teknologjia e përpunimit të mbrojtësit të rrotave të punuar nga materialet kompozite** *Angl. "Wheel guard processing technology made from composite materials"*
Kandidati	Bch. **GENTIANA SALIHU**
Mentori	Prof.dr. Hysni Osmani
Aprovimi i projekt propozimit në Këshillin e Fakultetit	Datë: 25.10.2021 – mbledhja e Këshilit
	Vendimi Nr.: 1431/2-8, dt.27.10.2021

Vlerësimi i dorëshkrimit.

Punimi (dorëshkrimi i punimit) me titull "**Teknologjia e përpunimit të mbrojtësit të rrotave të punuar nga materialet kompozite**", i kandidates Gentiana Salihu, është punuar në gjithsej 66 faqe teks të formatit A4, ku janë përfshirë 61 figura. Punimi është strukturuar në 6 kapituj, bashkangjitur këtu përfundimin dhe literaturën e shfrytëzuar me 10 njësi bibliografike. Metodologjia e përdorur për strukturimin e punimit është e konceptuar mbi baza shkencore dhe shumë të përshtatshme edhe nga ana didaktike. Shtjellimi i materies në secilin kapitull është bërë me mjaft kujdes, duke bërë konkretizimin në mënyrë shumë profesionale dhe shkencore.

Problematika e përzgjedhur e kandidates lidhur me zgjedhjen e teknologjisë së përpunimit të mbrojtësit të rrotave të punuar nga materialet kompozite është shtjelluar me mjaft kujdes dhe me hollësi duke përdorur të dhënat konkrete: nga literatura bashkëkohore lidhur me përdorimin dhe përpunimin e materialeve kompozite. Në mënyrë të veçantë janë analizuar dhe studiuar karakteristikat kryesore të materialeve kompozite si dhe arsyet e përdorimit të tyre në fusha të ndryshme inxhinierike, e në rastin konkret në përpunimin e mbrojtësit të rrotave, i cili me mjaftë sukses është realizua në Sh.P.K. "FORMA" në Bresalc. Duke u nisur nga fakti se materialet kompozite punohen nga matrica apo mbushësi dhe nga fibrat apo përforcuesit, janë analizuar hollësisht disa raste të kombinimit të mbushësit dhe përforcuesit, duke përdorur teori dhe shprehje të ndryshme për llogaritjen e karakteristikave të kompoziteve, me qëllim të përfitimit të materialeve kompozite me veti optimale dhe mjaftë të përshtatshme për prodhimin e qarkut punues të pompës së ujit.

Mbështetur në problematikën e shqyrtuar në këtë punim, komisioni është i mendimit se metodologjia e zbatuar, përkatësisht ndërlidhja dhe përpunimi i të dhënave të fituara lidhur me

mbrojtësin e rrotave të punua nga materialetr kompozite, paraqet një kontribut profesional dhe shkencor të kandidates, andaj punimi i masterit me titull: "**Teknologjia e përpunimit të mbrojtësit të rrotave të punuar nga materialet kompozite**", i kandidates Gentiana Salihu i dorëzuar për vlerësim, i përmbush kushtet dhe kriteret e një punimi të masterit.

Konkluzioni i Komisionit

Në bazë të vlerësimit të punimit të masterit me titull: "**Teknologjia e përpunimit të mbrojtësit të rrotave të punuar nga materialet kompozite**", i kandidates Gentiana Salihu, bachelore e inxhinierisë mekanike, Komisioni sjellë këtë

K o n k l u z i o n

Punimi i masterit me titull: "**Teknologjia e përpunimit të mbrojtësit të rrotave të punuar nga materialet kompozite**", i kandidates Gentiana Salihu, bachelore e inxhinierisë mekanike, i përmbush parakushtet metodologjike, profesionale-shkencore dhe etike si temë për punim të masterit.
Punimit i është bashkëngjitur edhe Deklarata e studentit për punë autentike.
Kandidatja e ka realizua praktikën profesionale në lëmin e ngushtë në të cilën e ka punua temen e masterit, gjë që e ka dëshmua me dorëzimin e ditarit të praktikës tek anëtarët e komisionit dhe Vërtetimit për kryerjen e praktikës. Një pjesë e konsiderueshme e punës praktike dhe hulumtuese është paraqitur edhe në punimin e masterit. Punimi i kandidates është kontrollua edhe me programin e ngjashmërisë.

Prandaj, në mbështetje të Statutit të Universitetit të Prishtinës dhe në mbështetje të Rregullores për studime master, Komisioni për vlerësim, unanimisht dhe me kënaqësi i:

P r o p o z o n

Këshillit të Fakultetit të Inxhinierisë Mekanike në Prishtinë, të miratojë Raportin për vlerësimin e punimit për master me titull: "**Teknologjia e përpunimit të mbrojtësit të rrotave të punuar nga materialet kompozite**", i kandidates Gentiana Salihu, bachelore e inxhinierisë mekanike, dhe të bëjë procedimin e mëtejmë, përkatësisht të formojë Komisionin për mbrojtje dhe të caktojë datën për mbrojtje publike të punimit.

Prishtinë: _15 /07 /2022_ Komisioni:

1. Prof. dr. Nexhat Qehaja_____- mentor
2. Prof. dr. Hysni Osmani_____- anëtar
3. Prof. dr. Mirlind Bruçi_____- anëtar

P.S. Numri i faqeve shtohet sipas nevojës.

UNIVERSITETI I PRISHTINËS "HASAN PRISHTINA"

FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE

PROGRAMI: PRODHIMTARI, INXHINIERI INDUSTRIALE ME MENAXHMENT

PUNIM DIPLOME

MASTER

"Teknologjia e përpunimit të mbrojtësit të rrotave të punuar nga materialet kompozite"

Mentori: Kandidati:

Prof. Dr. Hysni OSMANI Bsc. Gentiana SALIHU

Prishtinë

2022

UNIVERSITY OF PRISHTINA "HASAN PRISHTINA"

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

PROGRAM: MANUFACTURING AND INDUSTRIAL ENGINEERING WITH MANAGEMENT

MASTER

THESIS

"Wheel guard processing thechnology made from comcposite materials"

Mentor: Candidate:

Prof. Dr. Hysni OSMANI Bsc. Gentiana SALIHU

Prishtinë

2022

Faleminderimi

Faleminderimi i takon Zotit për shëndetin dhe vullnetin që të arrijë këtë sukses. Faleminderoj familjen dhe shoqërinë për mbështetjen gjatë studimeve. Faleminderoj mentorin Prof. Dr. Hysni OSMANI për kontributin e dhënë për përfundimin me sukses të këtij punimi.

Përmbledhja

Synimi kryesor i këtij punimi është hulumtimi i faktorëve të përpunimit për prodhimin e detaleve të ndryshme nga kompozitet.

Objektivat e punimit kanë qenë që sa më hollësisht të trajtohet procesi i përpunimit që nga hapat e parë e deri në përfundimin apo finalizimin e produktit, ku edhe do të jetë i gatshëm për përdorimin e tij.

Është treguar i tërë procesi i prodhimit të një produkti të caktuar i cili përdorët për mbrojtjen e rrotave tek transporti hekurudhor, për të njëjtin proces është analizuar dhe është bërë analiza statike përmes softuerit ANYS.

Falët kyçe: ***fibra qelqi, kompozite, laminim, injektim*** *etj.*

Përmbajtja

1 HYRJE 1

2 HISTORIKU I KOMPOZITEVE 2

2.1 Fushat e përdorimit të materialeve të përbëra 4

2.1.1 Fusha Detare 4

2.1.2 Sistemet hekurudhore 4

2.1.3 Fuqia e erës 5

2.1.4 Industria e Aviacionit 5

2.1.5 Industria Ushtarake 5

2.1.6 Sektori i Ndërtimit 5

2.1.7 Paisje sportive 6

2.1.8 Industria Automobilistike 6

3 METODAT E PËRPUNIMIT 7

3.1 Metoda e formimit me presion 8

3.2 Metoda e mbështjelljes së fijeve 9

3.3 Metoda e laminimit me dorë 11

3.4 Metoda e Pultrudimit 13

3.5 Proceset e transferimit të rrëshirës me asistencë vakum 14

3.6 Transferimi me rrëshirë të asistuar nga vakumi VARIM 15

3.7 Transferimi i filmit rrëshirë (Resin Film Infusion-RFI) 16

3.8 Formimi i transferimit të rrëshirës në kallëp- RTM 17

3.8.1 Kallëpi 19

3.8.2 Përforcimi 19

3.8.3 Pompa 20

3.8.4 Rrëshira 20

4 FAKTORËT QË NDIKOJN NË CILËSIN E PJESËS MBROJTËSE TË RROTAVE TË TRENIT **Error! Bookmark not defined.**

4.1 Përgatitja e kallëpit 22

4.1.1 Lyerja e kallëpit me agjent pastrimi 23
4.1.2 Lyerja e kallëpit me agjent për mbylljen e kallëpit 24
4.1.3 Lyerja e kallëpit me agjent lirimi 25
4.2 Prerja e fibrave të qelqit 26
4.3 Shtrirja e Rrëshirës 27
4.4 Vendosja e Fibrave të qelqit 29
4.5 Rregullimi i parametrave në makinën për injketim 30
4.5.1 Rregullimi dhe pastrimi i pompës së peroksidit 32
4.5.2 Rregullimi dhe pastrimi i pompës se rrëshirës 33
4.5.3 Rregullimi i presionit ne motorin e ajrit 34
4.5.4 Rrjedhja e masës së lëngët 34
4.6 Injektimi 35
4.7 Heqja e pjesës nga forma 37
4.8 Kontrolli i pjesës 38
4.9 Prerja dhe gërryerja 39
4.10 Kontrolli i prerjes 40
4.11 Hapja e vrimave 41
4.12 Përgatitja e pjesës për mbushje 43
4.13 Përmirisimi me mbushje me rrëshirë akrilike 44
4.14 Kontrolli pas vendosjes së fillerit 45
4.15 Ngjyrosja 45
4.16 Kontrolli përfundimtar 46
4.17 Paketimi 47
5 ANALIZA STRUKTURORE E PJESËS PËRMES SOFTUERIT ANSYS 48
5.1 Zgjedhja e materialit 48
5.2 Ndarja e trupin në mesh 50
5.3 Fiksimi i trupit 51

5.4 Ngarkimi i trupit 52
5.5 Deformimi i trupit 52
6 PËRFUNDIMI 55
7 LITERATURA 56

Lista e figurave

Figura 2.1 Prodhimi i pjesës së anijes me transferim të rrëshirës me vakum [5] 4
Figura 2.2 Përdorimi i materialeve kompozite tek turbinat me erë [4]..... 5
Figura 2.3 Aplikimi i kompoziteve në industrinë automobilistike [8]..... 6
Figura 3.1 Metoda e formimit me presion 9
Figura 3.2 Mbështjellja e fijeve 10
Figura 3.3 Laminimi me dorë [3]..... 12
Figura 3.4 Metoda e Pultrusionit[2]..... 13
Figura 3.5 Metoda VARIM [7]..... 16
Figura 3.6 Metoda RFI..... 17
Figura 3.7 Përhapja e rrëshirës në kallëp [6] 20
Figura 4.1 Kallëpi për formësmin e pjesës a) pjesa anësore e kallëpit, b) pjesa e mesme e kallëpi dhe c) 3 pjesët e kallëpit 22
Figura 4.2 Agjenti i pastrimit të kallëpit Reiniger Mikon R-45 23
Figura 4.3 a) agjenti i pastrimit, b) pastrimi i anës së majtë të kallëpit dhe c) pastrimi i anës së djathtë të kallëpit..... 24
Figura 4.4 Agjenti për mbylljen e kallëpit Versiegler Mikon 699 MC 24
Figura 4.5 Lyerja e anës se majtë të kallëpit, b) lyerja e pjesës së mesme të kallëpit dhe c) lyerja e anës së djathtë të kallëpit..... 25
Figura 4.6 Agjenti i lirimit Mikon 705 MC 25
Figura 4.7 a) Lyerja e anës së mjatë të kallëpit me agjent lirimi, b) lyerja e pjesës së mesme të kallëpit dhe c) lyerja e anës së djathtë të kallëpit 26
Figura 4.8 a) Matja dhe b) Prerja e fibrave të qelqit në formë të pëlhurës 27
Figura 4.9 a) Izolimi i kallëpit me ngjitës dhe b) izolimi i kallëpit me gumë 27
Figura 4.10 Përgaditja e Rrëshirës a) rrëshira me ngjyrë, b) shtimi i ngurtësuesit dhe c) materiali i përzier mirë 28
Figura 4.11 Vendosja e Rrëshirës në kallëp a) ana e majtë e kallëpit, b) pjesa e mesme e kallëpit dhe c) ana e djathtë e kallëpit 29
Figura 4.12 a) Pjesa anësore e kallëpit e plotësuar me fibra b)vendosja e fibrave në pjesën e mesme të kallëpit dhe c) mbyllja e kallëpit..... 30
Figura 4.13 a) Makina për injektim dhe b) karakteristikat e saj 31
Figura 4.14 Kutia e dirigjimit 32
Figura 4.15 Siguresa e cila lidhë pompën e rrëshirës dhe peroksidit..... 33

Figura 4.16 Valvolat që shërbejnë për pastrimin e pompës së peroksidit 33
Figura 4.17 Valvolat që shërbejnë për pastrimin e pompës së rrëshirës..... 34
Figura 4.18 Valvoat që shërbejnë për procesn e injektimit 35
Figura 4.19 a) Mbyllja e kallëpit, b) kthimi i kallëpit të mbyllur në anën tjetër dhe c) pamja e kallëpit nga ana tjetër..... 36
Figura 4.20 a)Vendosja e gypit për heqjen e ajrit në kallëp dhe b) mbyllja e gypit për injektim..... 36
Figura 4.21 Vendosja e gypit të injektimit nga makina në kallëp 37
Figura 4.22 a) Largimi i gypit te vakumit dhe b) gypit të injektimit 37
Figura 4.23 a) Heqja e anës së majtë të kallëpit, b) heqja e anës së djathtë të kallëpit dhe c) heqja e pjesës së ngurtësuar nga kallëpi..... 38
Figura 4.24 Kontrolli i pjesës pas heqjes nga kallëpi a) nga pjesa e sipërme dhe b) nga pjesa e poshtme . 39
Figura 4.25 Largimi i pjesëve të tepërta në produkt nga a) pjesa e sipërme dhe b) pjesët anësore 39
Figura 4.26 Hapja e kanalit me anë të shablloneve a) shablloni për vrimën dhe b) hapja e kanalit 40
Figura 4.27 Kontrolli i hapjes së kanalit dhe prerjes 40
Figura 4.28 Burgjitë që përdren për hajen e vrimave 41
Figura 4.29 Vendosja e shabllonit dhe shenjëzimi për hapjen e vrimave..... 41
Figura 4.30 a)Hapja e vrimave me burgji përmes shabllonit dhe b) hapja e vrimave pa shabllon 42
Figura 4.31 a) Hapja e filetove me dorë b) filetot e hapura 42
Figura 4.32 a) Buloni, b) vendosja e bulonit dhe c) lyerja e bulonit me material ngjitës..... 43
Figura 4.33 a) Gërryerja e pjesës dhe b) mbushja me kit 43
Figura 4.34 a) Përgaditja e fillerit dhe b) vendosja në veglën për spërkatje..... 44
Figura 4.35 a) Vendosja e fillerit b) pjesa pas vendosje se fillerit..... 44
Figura 4.36 a) Ngjyra, b) tretësi dhe c) raportet zyrtare për përzierjen e ngjyrës me tretës 45
Figura 4.37 a) Vendosja e ngjyrës në veglën për ngjyrosje dhe b) pistolete mbushur me ngjyrë 45
Figura 4.38 a)Pastrimi i pjesës para ngjyrosjes dhe b) ngjyrosja 46
Figura 4.39 a)Kontrolla e ngjyrosjes së pjesës, b) pjesa pas tharjes nga ngjyrosja 46
Figura 4.40 a) Matja dhe prerja e materialit për mbështjellje b) izolimi i pjesës dhe c) vendosja e pjesës në paket..... 47
Figura 5.1 Bartja e detalit në programin ANSYS 48
Figura 5.2 Zgjedhja e materialit..... 49
Figura 5.3 Zgjedhja e materialit dhe e parametrave 49
Figura 5.4 Parametrat e materialit te zgjedhur..... 50
Figura 5.5 Ndarja e trupit në mesh..... 51
Figura 5.6 Fiksimi i trupit 51

Figura 5.7 Ngarkesa e trupit me forcë 52
Figura 5.8 Deformimi total 53
Figura 5.9 zgjatimi i trupit 53
Figura 5.10 Elasticiteti i trupit 54
Figura 5.11 Deformimi i trupit vetëm në drejtim të aksit Y 54

1 HYRJE

Për prodhimin e një produkti kompozit përdoren shumë lloje të metodave të përpunimit të cilat janë cekur edhe në punim siç janë, duke filluar nga metoda më e thjesht që është laminimi me dorë, mbështjella e fijeve, formimi me presion, pultrusioni, RTM etj. Në procesin e prodhimit të detalit të cilin e kemi analizuar përdoret metoda e përpunimit RTM[1].

Për realizimin e kësaj metode të përpunimit është e domosdoshme të jenë kallëpi i cili përbëhet nga matrica dhe patrica, mirëpo në rastin tonë kallëpi përbëhet nga tri pjesë: patrica, matrica dhe pjesa e brendshme e kallëpit. Nga kjo mund të themi se forma e kallëpit është i varur nga forma e produktit i cili do të prodhohet, gjithashtu pjesë tjetër e rëndësishme edhe makina për procesin e metodës së injektimit të rrëshirës e cila duhet të përdoret me një kujdesi të madhe.

Produkti kompozit i cili kërkohet të prodhohet duhet ti nënshtrohet disa proceseve prodhuese, varësisht nga produkti ndryshon edhe radhitja e procesit prodhues. Mirëpo zakonisht fillojmë nga përgatitja e kallëpit i cili duhet të pastrohet mirë, pastaj të bëhet prerja e fibrave të qelqit, vendosja e fibrave të qelqit në kallëp, mbyllja e kallëpit, lidhja e kallëpit me makinën për injektim, mbushja me rrëshirë, tharja e rrëshirës në kallëp, hapja e kallëpit dhe proceset tjera finalizuese siç janë: prerja, shpimi, frezimi, ngjyrosja dhe paketimi.

Me zhvillimin e teknologjisë është bërë edhe një lehtësim për inxhinierët e rinj, të cilët mund të parashohin analiza për materiale dhe procese të ndryshme prodhuese. Përmes souftwerëve të ndryshëm në ditët e sotme mundësohet analizimi dhe simulimi i metodave të përpunimit, më saktësisht në këtë punim duke përdorur softuerin Ansys është bërë analiza statike e pjesës.

[1] RTM-Resin Transfer Molding- Metoda e injektimit të rrëshirës në kallëp

2 HISTORIKU I KOMPOZITEVE

Kompozit quajmë formimin e një makrostrukture të pandashme nga kombinimi i dy ose më shumë materialeve të ndryshme. Materialet e ndërtimit të kompozitit zakonisht janë: përforcimet dhe matrica.

Si material perforcues perdoren fibrat te cilat mund të jenë në formën e grimcave ose granulave. Fibrat të cilat përdoren për përforcime janë të ndryshme, ato klasifikohen ne: fibra të qelqit, fibra të karbonit, fibra të aramidit etj.

Materialet e fazës matricore janë përgjithësisht të vazhdueshme, ato klasifikohen: matrica polimerike, matrica metalike, matrica betoni etj.[7]

Kompozitet ekzistojnë edhe në natyrë, një copë druri është një kompozit, me fibra të gjata celuloze të mbajtura së bashku nga një substancë e quajtur linjinë. Kompozitet formohen duke kombinuar dy ose më shumë materiale që kanë veti mjaft të ndryshme dhe ato nuk treten ose përzihen me njëra-tjetrën. Materialet e ndryshme në përbërje punojnë së bashku për t'i dhënë përbërësve veti unike.

Njerëzit kanë përdorur materiale kompozite për mijëra vjet në zona të ndryshme. Përdorimet e para të kompoziteve datojnë që nga viti 1500 para Krishtit, kur Egjiptianët e hershëm dhe kolonët Mesopotamianë përdorën një përzierje balte dhe kashte për të krijuar ndërtesa të forta dhe të qëndrueshme. Kombinimi i baltës dhe kashtës në një bllok tullash i siguron asaj një veti të fortë kundër shtypjes, plasaritjes dhe përkuljes. Kashta vazhdoi të siguronte përforcim të produkteve antike të përbërë, përfshirë qeramikën dhe varkat. Në vitin 1200 pas Krishtit, Mongolet shpikën harkun e parë nga kompozitet duke përdorur një kombinim të kockave dhe drurit.

Për shkak të përparësive të tyre, siç janë pesha e lehtë dhe e fortë, shumë nga arritjet më të mëdha në materialet kompozite ishin rezultat i nevojave të kohës së luftës. Gjatë Luftës së Dytë Botërore, shumë materiale kompozite u zhvilluan dhe u zhvendosën nga laboratori në prodhimin aktual.

Zhvillimi dhe nevoja për materiale kompozite gjithashtu rezultojnë në industrinë e polimerëve të përforcuar me fibra (FRP)[2]. Deri në vitin 1945, më shumë se 7 milion paund u përdorën për fibrave të qelqit në produkte të ndryshme, kryesisht për aplikime ushtarake. Materialet e përbëra vazhduan të zhvilloheshin pas luftës dhe u rritën me shpejtësi gjatë viteve 1950.

Inovatorët e materialeve kompozite po përpiqeshin ambiciozisht të fusnin kompozite në tregje të tjera si hapësira ajrore, ndërtimi dhe transporti. Shpejt përfitimet e kompoziteve, veçanërisht

[2] FRP- fiber-reinforced polymer- Polimer i përforcuar me fibra

rezistenca e tyre ndaj korrozionit, u bënë të njohura për sektorin publik. Një ndër industritë që përfitoi dukshëm nga kjo ishte industria e transportit ujor. Detali i parë kompozit i anijeve komerciale u prezantua në 1946.

Një detal i plotë automobili u bë nga kompozitet dhe u testua në 1947. Kjo çoi në zhvillimin e Chevrolet Corvette të vitit 1953. Ardhja e epokës së automobilave krijoi disa metoda të reja për formimin, të tilla si formimi i kompresimit me materialet BMC[3] dhe SMC[4]. Të dy teknikat u shfaqën si metoda dominuese e formimit për industrinë e automobilave dhe industritë e tjera. Në fillimin e viteve 1950, u zhvilluan metodat e prodhimit të tilla si mbështjellja e fijeve në shkallë të gjerë, pultrusion dhe formimi i qeseve vakum.

Në vitet 1960, tregu detar u bë konsumatori më i madh i materialeve të kompozite. Në 1961, fibra e parë e k arbonit u patentua dhe disa vjet më vonë u bë e disponueshme në treg. Në vitet 1970 industria e kompozitave filloi të zhvillohet edhe më tepër. Shumë rrëshira më të mira dhe fibra përforcuese u zhvilluan gjatë kësaj periudhe për aplikime të kompoziteve.

Në vitet 1970, tregu i automobilave tejkaloi tregun detar si tregu numër një - pozicion që ruan sot. Gjatë fundit të viteve 1970 dhe fillimit të viteve 1980, kompozitet u përdorën për herë të parë në aplikimet e infrastrukturës në Azi dhe Evropë. Ura e parë për këmbësorë e gjitha e punuar nga kompozitet u instalua në Aberfeldy, Skoci, në vitet 1990. Në këtë periudhë, u ndërtua kuverta e parë e urës me beton të përforcuar në McKinleyville, West Virginia, dhe kuverta e parë e urës automobilistike me të gjitha përbërjet u ndërtua në Russell, Kansas. Kompozitet vazhdojnë të gjejnë zbatime edhe sot.

Nanomaterialet përfshihen në fibra dhe rrëshira të përmirësuara të përdorura në kompozitet e reja. Nanoteknologjia filloi të përdoret në produktet tregtare në fillimin e viteve 2000. Nanotubat e karbonit me shumicë mund të përdoren si përforcim i përbërë në polimere për të përmirësuar vetitë mekanike, termike dhe elektrike të produktit me shumicë.

Në ditët e sotme, industria e kompoziteve është ende në zhvillim, me pjesën më të madhe të rritjes tani përqëndruar rreth energjisë së rinovueshme. Krahët e helikave të turbinave me erë, vazhdimisht shtrëngojnë kufijtë e madhësisë dhe kërkojnë materiale të përparuara kompozite, për shembull, inxhinierët mund të projektojnë për të përshtatur kompozitet bazuar në kërkesat e performancës, duke e bërë helikën nga kompozitet shumë të fortë në një drejtim duke përafruar fibrat, por më e dobët në një drejtim tjetër ku forca nuk është aq e rëndësishme. Inxhinierët

3 BMC-Bulk moulding compound-është një material polimer termoset i përforcuar me fije qelqi të gatshme për kallëp, I përdorur kryesisht në formimin me kompresion,

4 SMC-Sheet moulding compound-është një material poliestër i përforcuar me fibra qelqi të gatshme i përdorur në formimin me presion.

gjithashtu mund të zgjedhin veti të tilla si rezistenca ndaj nxehtësisë, kimikateve dhe motit duke zgjedhur një material të duhur matricë.

Në vitet e fundit, një vetëdije në rritje mjedisore dhe vetëdija për nevojën për zhvillim të qëndrueshëm kanë rritur interesin për përdorimin e fibrave natyrore si përforcime në përbërjet për të zëvendësuar fijet sintetike.[6]

2.1 Fushat e përdorimit të materialeve të përbëra

Materialet kompozite përdoren gjerësisht në shumë sektorë për shkak të kombinimit të vetive të tyre si dendësia e ulët dhe fortësia e lartë.

Tregu global i kompoziteve po rritet me rreth 10% çdo vit. Tregu global pritet të dyfishohet në 10 vitet e ardhshme.

2.1.1 Fusha Detare

Kah fundi i viteve 1940, filluan të prodhoheshin anijet e para nga kompozitet. Sot, përafërsisht 90% të jahteve motorike dhe varkave me vela nën 50 metra janë bërë me materiale kompozite. Prodhimi në përgjithësi bëhet me metodën e transferimit të rrëshirës me vakum.

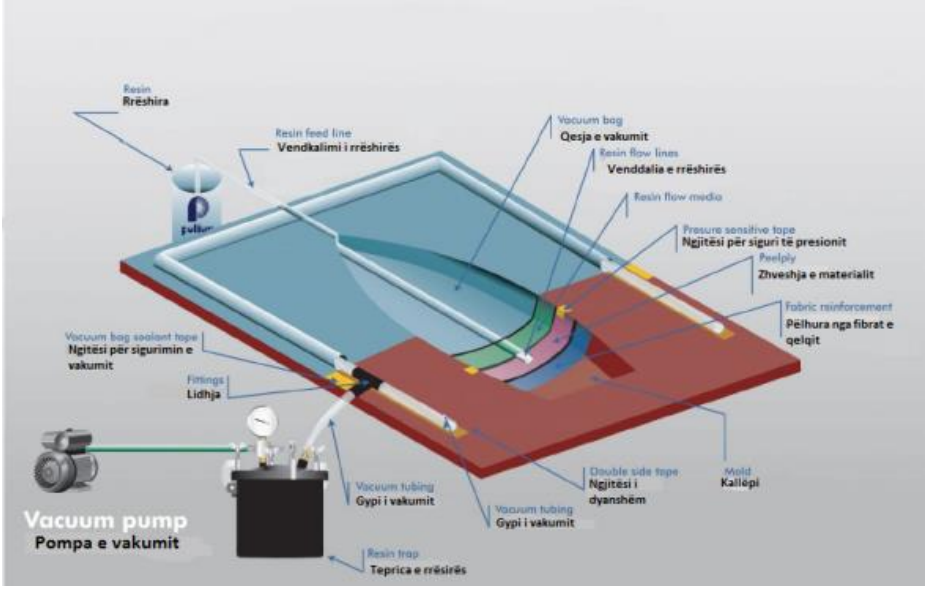


Figura 2.1 Prodhimi i pjesës së anijes me transferim të rrëshirës me vakum [5]

2.1.2 Sistemet hekurudhore

Shumë pjesë të brendshme dhe të jashtme të trenave, metrove dhe tramvajeve me shpejtësi të lartë prodhohen nga materiale kompozite. Trenat që bëhen më të lehtë si rezultat i përdorimit të materialeve kompozite mund të arrijnë shpejtësi më të larta.

2.1.3 Fuqia e erës

Prodhimi i helikave të turbinave me erë nga kompozitet, filloi në vitet 1970, i cili po rritet çdo vit. Tregu, i cili ishte 9.4 miliardë dollarë në 2005, pritet të arrijë në 935 miliardë dollarë në vitin 2020. Prodhimi në përgjithësi bëhet me metodën e transferimit të rrëshirës me vakum.

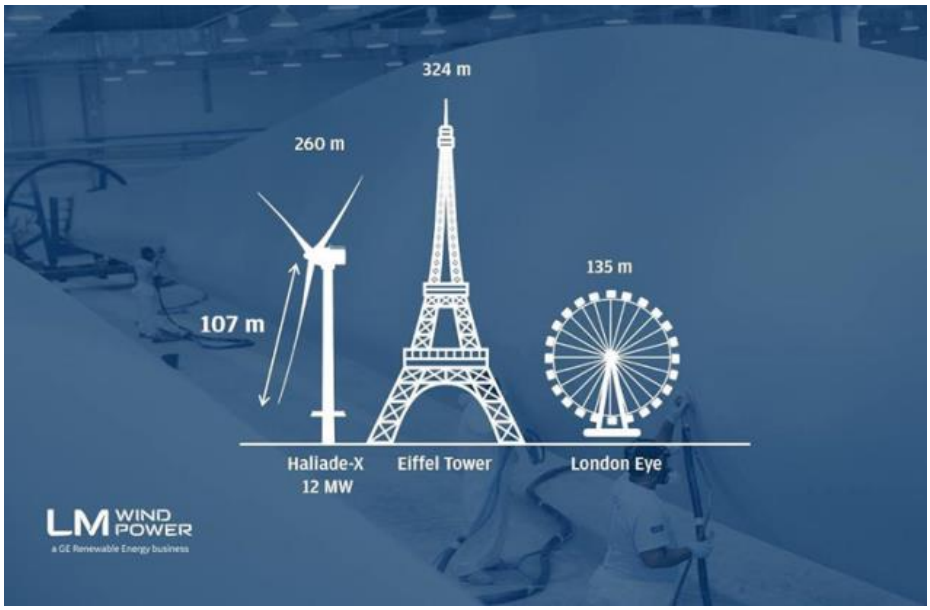


Figura 2.2 Përdorimi i materialeve kompozite tek turbinat me erë [4]

2.1.4 Industria e Aviacionit

Avionët Concorde të prodhuar në mes të viteve 1970 është përdorur 8% e materialit kompozit. Kurse 50% e avionëve të sotëm Boeing 787 dhe Airbus A350 janë bërë nga materiale kompozite. Me përdorimin e materialeve të kompozite në anije kozmike dhe raketa, rrezet janë rritur ndjeshëm. Përveç kësaj, materialet kompozite përdoren gjerësisht në aeroplanë lufte dhe helikopter.

2.1.5 Industria Ushtarake

Kompozitet përdoren në shumë produkte ushtarake që plotësojnë nevojat e industrisë së mbrojtjes si mbrojtëse forca të blinduara, helmeta etj. Në veçanti, materialet e përforcimit të tilla si qelqi Aramid dhe S2 përdoren gjerësisht për shkak të rezistencës së tyre të lartë në goditje.

2.1.6 Sektori i Ndërtimit

Materialet kompozitet preferohen në shumë aplikime ndërtimore për qëllime strukturore dhe estetike. Në shumë vende, posaçërisht urat për këmbësorë janë ndërtuar nga këto materiale. Shumë produkte të infrastrukturës të përdorura në tubacione të tilla si tuba me diametra të ndryshëm,

pusetat, mbulesat e puseve, elementet kufitarë, rrjetat dhe sipërfaqet e ndjeshme prodhohen nga materiale kompozite.

2.1.7 Paisje sportive

Materialet kompozite përdoren në parqe uji, sisteme pishinash dhe terrenesh për fëmijë.

Gjithashtu ato përdoren edhe në shumë pajisje sportive të tilla si shkopinj golfi dhe hokej, raketa tenisi, shufra peshkimi etj.

2.1.8 Industria Automobilistike

Pjesët e para të automjeteve tregtare u prodhuan në fillim të viteve 1950. Sot, pjesët nga kompozitet preferohen për shumë automjete me klasië të lartë, veçanërisht automjetet F1[5]. Shumë pjesë të automjeteve të rënda si autobusët, kamionët dhe automjetet bujqësore janë bërë gjithashtu nga kompozitet. Automjetet më të lehta jo vetëm që ulin konsumin e karburantit por gjithashtu rrisin diapazonin e automjetit dhe kapacitetin tërheqës të ngarkesës.[88]

Figura 2.3 Aplikimi i kompoziteve në industrinë automobilistike [8]

[5] F1-Formula, automjetet e shpejta që përdren në sektorin e sportit

3 METODAT E PËRPUNIMIT

Qëllimi kryesor i çdo metode të përpunimit të kompoziteve është që matricën dhe përforcuesin ta sjell së bashku në formën e duhur dhe në një mënyrë të tillë që të ketë sa më pak porozitet.

Faktorë të tillë si vëllimi i fibrave, viskoziteti i rrëshirës dhe gjeometria e produktit ndikojnë të gjithë në rezultatin e pjesës së përfunduar, pa marrë parasysh se cila metodë e përpunimit përdoret. Duke ndryshuar vetëm një nga parametrat e përpunimit është e mundur të ndikohet apo ndryshohet pastaj në një ose më shumë nga parametrat e tjerë. Pasi që këta faktorë lidhen me njëri-tjetrin për një proces të caktuar është e mundur të prodhohen me sukses pjesë me cilësi të lartë.

Karakteristikat e fortësisë dhe ngurtësisë në një detal nga kompozitet vijnë kryesisht nga fibrat, duke e bërë një pjesë me vëllim të lartë të fibrave (Vf) shumë të dëshirueshëm. Sidoqoftë, ndërsa sa më shumë që të rritet vëllimi i fibrave, porozitetі i montimit të fibrave para vendosjes së rrëshirës zvogëlohet dhe aftësia e rrëshirës për të depërtuar në tufat e fibrave dhe hapësirat ndërmjet tyre ulet. Kjo mund të rezultojë në bllokimin e ajrit dhe formimin e poreve ose në një shpërndarje të pabarabartë të rrëshirës në të gjithë pjesën, të dyja këto mund të ndikojnë në rezultatin përfundimtar. Përzgjedhja e duhur e parametrave të përpunimit mund të maksimizojë përmbajtjen e fibrave për secilën metodë të përpunimit.

Viskoziteti dhe kinetika janë kritike për rrëshirat termosete të cilat janë të ndërlidhura (ngurtësuara) pas vendosjes së rrëshirës dhe formësimit të pjesës. Sa më i ulët viskoziteti, aq më lehtë është që rrëshira të rrjedhë dhe ti ngopë fibrat.

Kinetika e ngurtësimit është e rëndësishme në atë që viskoziteti rritet kur ndodh tharja. Kinetika gjithashtu ndikon në efikasitetin e procesit. Nëse tharja zgjat shumë, atëherë duhet më shumë kohë për të prodhuar secilën pjesë.

Shumë rrëshira janë zhvilluar posaçërisht për secilin proces të veçantë, jo vetëm për tiparet e tyre të mira të përpunimit, por edhe për vetitë e dëshirueshme fizike.

Nxehtësia shpesh përdoret për të ulur viskozitetin. Megjithatë, ekziston një shkëmbim: rritja e temperaturës gjithashtu rrit shkallën e ngurtësimit (tharjen), e cila mund të rrisë viskozitetin.

Gjeometria e pjesës gjithashtu ndikon në përshkueshmërinë e montimit të fibrave. Secila teknikë e përpunimit ka një element të rrjedhës së matricës. Ndërsa gjeometria bëhet më e komplikuar, bëhet më e vështirë për të detyruar të rrjedh rrëshirën brenda ose jashtë fushave të

caktuara. Brinjët dhe tiparet e dizajnit me trashësi të ndryshme mund të pengojnë lëvizjen e rrëshirës përmes pjesës. Gjeometria e pjesës shpesh mund të përcaktoj procesin më të mirë. Prania e brinjëve ose e një tjetër sipërfaqe e pabarabartë, një prerje tërthore të vazhdueshme ose një qendër e zbrazët të gjitha sugjerojnë përdorimin e një procesi mbi tjetrin.

Megjithëse ka variacione brenda secilës, ka gjashtë metoda kryesore të përdorura për të prodhuar kompozite të matricës termoset: formimi i me presion, mbështjellja e fijeve, laminimi me dorë, injektimi me vakum, pultrusion dhe formimi i transferimit të rrëshirës (RTM). Secila metodë ka gdhendur një vend të bazuar në parametrat e mësipërm, si dhe nivelin e dëshiruar të prodhimit dhe cilësinë e nevojshme.

Çdo proces ka pikat e forta dhe të dobëta që i bëjnë ato të përshtatshme apo më pak të përshtatshme për aplikime të veçanta. Formimi me injektim, një metodë tjetër e përpunimit të kompoziteve, përdoret kryesisht me matrica termoplastike.

3.1 Metoda e formimit me presion

Formimi me presion është një proces i saktë dhe potencialisht i shpejtë për prodhimin e pjesëve të përbëra me cilësi të lartë në një gamë të gjerë vëllimesh. Materiali vendoset manualisht ose në mënyrë automatike në kallëpe.[6]

Materiali i cili është vendosur paraprakisht në një kallëp të nxehtë, atëherë kallëpi mbyllet dhe shtyp materialin në atë mënyrë që ngarkesa detyrohet ta mbushë kallëpin. Kallëpi dyanësh jep një përfundim të mirë dhe lejon ndryshimin e trashësisë dhe praninë e brinjëve dhe variacione të tjera në të dy anët. Rritja e sasisë së fibrave, dhe fraksioni i vëllimit të fibrave, zvogëlon aftësinë e rrëshirës për të rrjedhur. Shpejtësia e mbylljes së kallëpit, temperatura, presioni dhe zona e bazës së kallëpit që zë ngarkesa duhet të rregullohen për të siguruar që kallëpi të mbushet. Është e rëndësishme të mbyllet kallëpi me një shpejtësi që është mjaft e ulët për të lejuar që materiali të rrjedhë lehtë. Ndryshimi i zonës që zë ngarkesa ndryshon distancën që duhet të rrjedhë materiali. Në përgjithësi, presione më të larta duhet të përdoren në fraksione me vëllim më të lartë të fibrave dhe për forma më komplekse.[5]

Ky proces prodhon pjesë komplekse me rezistencë të lartë, në një larmi të gjerë madhësish. Përbërësit zakonisht përpunohen nga formimi i kompresimit dhe përfshijnë parapërgatitjet termosetuese, termoplastikën e përforcuar me fibra, kompozitet e tilla si: SMC, BMC dhe kaseta termoplastike të copëtuara.[6]

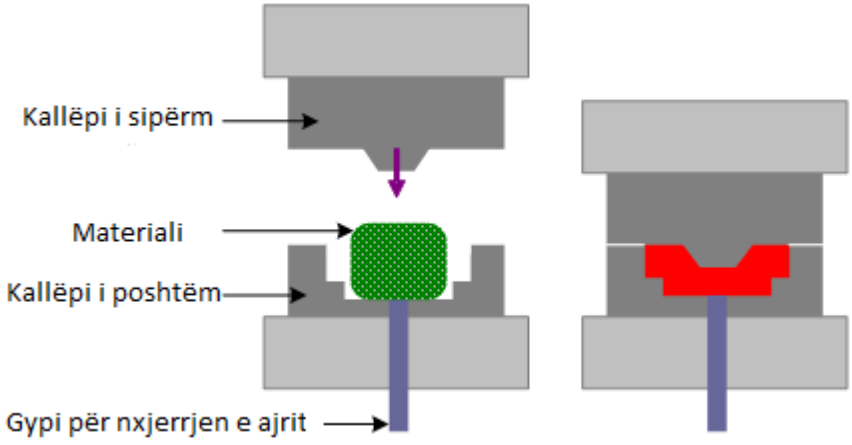


Figura 3.1 Metoda e formimit me presion

3.2 Metoda e mbështjelljes së fijeve

Kjo metodë zakonisht përdoret për pjesë të zbrazëta siç janë tubacionet dhe rezervuarët. Mbështjellja e fibrave është një metodë e vazhdueshme e fabrikimit që mund të jetë shumë e automatizuar dhe e përsëritshme, me kosto relativisht të ulëta materiale. [6]

Hapat e procesit të metodës janë më poshtë.

- Fibrat e mbështjellura me mbështjellje kalojnë përmes një vaske me rrëshirë
- Fijet që kanë thithur rrëshirë mbështillen në orientimin (këndin) e dëshiruar nga një mekanizëm lëvizës në tambur që rrotullohet rreth boshtit të tij me një shpejtësi të caktuar.
- Pasi të kenë arritur trashësinë ose numrin e dëshiruar të shtresave , procesi përfundon.
- Tharja bëhet në temperaturë dhome dhe në furrë.[7]

Procesi i mbështjelljes së fibrave përdor një tambur rrotullues për të mbështjellë fijet me rrëshirë. Procesi fillon duke tërhequr një numër të fibrave nëpër një banjë rrëshire, duke përdorur një distancë të shkurtër të lagur. Ata pastaj tërhiqen mbi një rul tjetër i cili ndihmon forcimin e rrëshirës në tufat e fibrave dhe ndihmon në heqjen e rrëshirës dhe porozitetit të tepërt. Ky proces i përpunimit përdor një banjë rrëshire për të bashkuar rrëshirën dhe përforcimin. Pas largimit të fibrave nga banja përdoret një pajisje fshirëse për të kontrolluar sasinë e rrëshirës që mbetet, sasia e rrëshirës ndikohet gjithashtu nga tensioni në fije.

Tensioni gjithashtu mund të luajë një rol në pjesën e përfunduar, nëse është shumë e lartë, rrëshira mund të nxirret nga shtresat e para në tambur ndërsa shtohen shtresat pasuese, gjë që jep

një shpërndarje të pabarabartë të rrëshirës nëse është shumë e ulët, atëherë përmbajtja e fibrave do të jetë gjithashtu e ulët.

Është e rëndësishme që rrëshira të mos ketë një viskozitet shumë të lartë ose shumë të ulët. Një viskozitet shumë i ulët do të lejojë që rrëshira të dëmtohet nga pjesa pasi i nënshtrohet procesit të mbështjelljes. Një viskozitet shumë i lartë do të parandalojë lagështimin e mirë në banjë dhe kërkon rritjen e kohës së qëndrimit në mënyrë që të rezultojë një proces më i ngadaltë. Rrëshira duhet të ketë një jetëgjatësi prej disa orësh në mënyrë që të mbajë vaskën në gjendje të lëngshme para përfundimit të një mbështjelljeje të madhe.[5]

Kemi 2 mënyra të mbështjelljes:

1. Mbështjellja normale: Metoda në të cilën fijet e fibrave janë mbështjellë në një kënd prej 90 shkalle në krahasim me tamburin

2. Mbështjëllja në formë spirale: Ndërsa tamburi rrotullohet me një shpejtësi konstante, udhëzuesi i fibrave lëviz paralelisht me tamburin për të dhënë këndin spiral.

Mbështjellja e fibrave është një metodë e mbështjelljes nga një skaj në tjetrin, i përdorur zakonisht në prodhimin e enëve nën presion. Çdo rrëshirë termoset (epoksi, poliester, vinilester, fenolik) mund të përdoret në këtë metodë. Fibrat e vazhdueshme të mbështjellura në një tambur përdoren si material përforcues. Pëlhura në formë të fibrave nuk përdoren.[7]

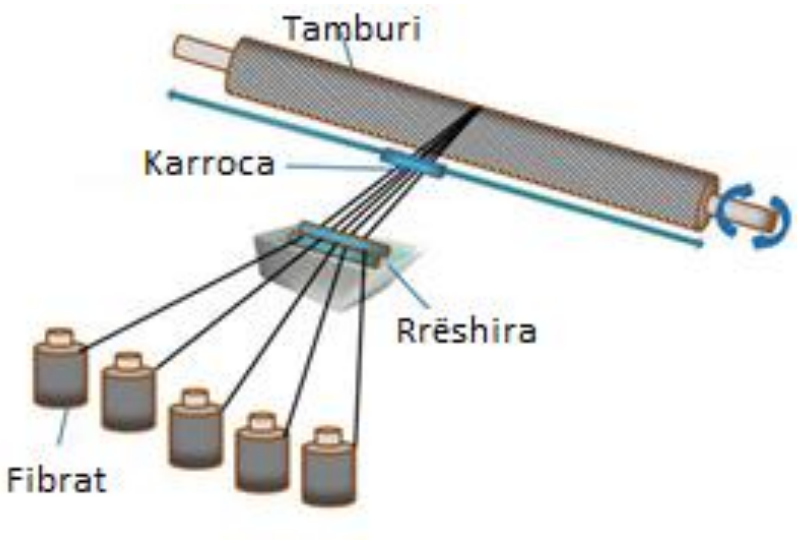


Figura 3.2 Mbështjellja e fijeve

Përparësitë

- Mbështjellja e materialit është një metodë e shpejtë dhe ekonomike
- Raporti i rrëshirës mund të kontrollohet më mirë sesa metoda e laminimit me dorë
- Kostoja minimizohet pasi që fibrat në shufër nuk përpunohen përmes një procesi të dytë dhe nuk kthehen në pëlhurë.
- Ngarkesa të ndryshme mund të plotësohen nga struktura.

Disavantazhet

- Zona e aplikimit është e kufizuar në pjesë me formë konvekse.
- Tamburi i mbështjellësit për pjesë të mëdha mund të jetë e shtrenjtë
- Mund të jetë e nevojshme të përpunohet pjesa pas prodhimit për të marrë një sipërfaqe të lëmuar të jashtme.
- Rrëshira me viskozitet të ulët zakonisht përdoren në prodhim. Kjo shkakton probleme të ndryshme dhe ulje të vetive mekanike.[7]

3.3 Metoda e laminimit me dorë

Metoda e laminimit me dorë bazohet në pëlhura (fibra) të vendosura manualisht në një kallëp me rul ose furçë me rrëshirë. Pastaj, pëlhurat e ngopura me rrëshirë lihen të thahen në temperaturën e dhomës dhe presionin atmosferik ose nën temperatura dhe presione të ndryshme. Ndërsa rrëshirat mund të vendosen në pëlhura në shtresa, rrëshira mund të aplikohet në shumë shtresa në të njëjtën kohë në varësi të vetive të pëlhurës.

Çdo rrëshirë termoset (epoksi, poliester, vinilester, fenolik) mund të përdoret në këtë metodë. Fibrat e njohura si fibrat e qelqit, karbonit, aramidit mund të përdoren si material përforcues. Mirëpo pëlhurat e rënda siç janë pëlhurat me fibra aramidi janë shumë vështirë të zhyten.[7]

Fakti që kallëpi ka vetëm një anë e bën të vështirë marrjen e një Vf të lartë, pasi petëzimi nuk mund të kompresohet. Ana e vetme e kallëpit gjithashtu kufizon gjeometritë e mundshme që mund të prodhohen.

Viskoziteti është i lidhur në formën e pjesës në një farë mase. Nëse ka brinjë të pjerrëta duhet pasur shumë kujdes për të siguruar që rrëshira të ketë një viskozitet mjaft të lartë për ta mbajtur atë të mos dalë jashtë armaturës.

Nëse rrëshira fillimisht aplikohet në mënyrë të barabartë, distancat e përhapjes janë në rendin e trashësisë së shtresës. Sidoqoftë, nëse rrëshira bëhet shumë e trashë, atëherë mund të shfaqen probleme gjatë përhapjes.[5]

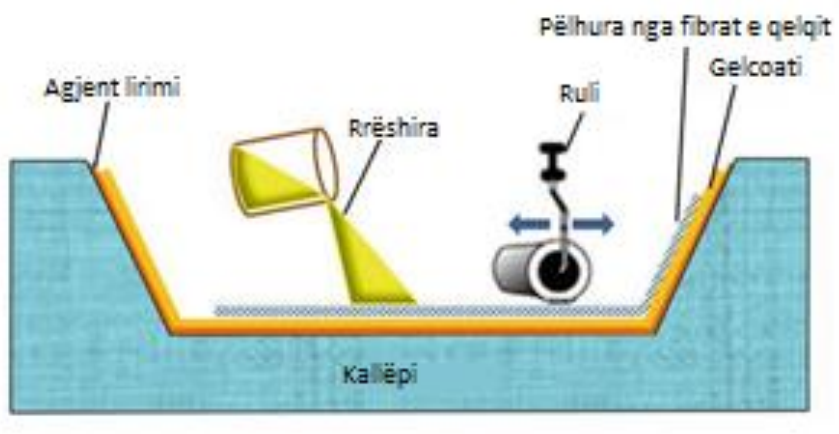


Figura 3.3 Laminimi me dorë [3]

Përparësitë

- Shumë e lehtë për tu mësuar dhe zbatuar
- Kosto e ulët, veçanërisht në përdorimin e rrëshirave të ndezura në temperaturën e dhomës
- Është shumë e lehtë të furnizosh materiale të përshtatshme për këtë metodë
- Dendësia më e lartë e fibrave dhe përdorimi i vazhdueshëm (i gjatë) i fibrave krahasuar me metoda tjera.

Disavantazhet:

- Metoda varet shumë nga shkathtësia e personit që kryen petëzimin.
- Është shumë e vështirë të arrihet "Dendësia Volumetrike e Fibrës" së lartë.
- Nëse dëshironi të mbani shkallën e rrëshirës të ulët, mund të ndodhin nivele të larta të boshllëqeve të ajrit.
- Dendësia dhe viskoziteti i rrëshirave të përdorura në këtë metodë janë të ulëta. Këto lloj rrëshirash janë më të dëmshme për shëndetin e njeriut sesa rrëshirat molekulare të rënda.
- Pa sisteme të shtrenjta ventilimi, është e vështirë për Poliesterin dhe vinilesterin të mbajnë përqendrimin e lagështisë në ajër brenda kufijve ligjorë.[7]

3.4 Metoda e Pultrudimit

Metoda e Pultrudimit është një proces i vazhdueshëm dhe i automatizuar që mundëson prodhim me kosto të ulët dhe me vëllim të lartë. Në këtë metodë, në përgjithësi fijet e ngopura me rrëshirë tërhiqen përmes një gome dhe prodhohen shufra profili me gjeometri të ndryshme të prerjes tërthore.[7]

Pultrudimi, përdor një vaskë rrëshire për të bashkuar rrëshirën dhe përforcimin. Përforcimi i cili shpesh mund të jetë në formë pëlhure, tërhiqet përmes një ene e cila përmban rrëshirë. Pas largimit nga vaska me rrëshirë tërhiqet përmes një paraformeri që jep formën e përgjithshme të pjesës së dëshiruar. Pastaj tërhiqet përmes një gome që përfundon duke u formuar. Ngurtësimi inicohet dhe përfundohet nga ngrohësit

Përmbajtja e lartë e fibrave merret duke siguruar së pari lagështimin e mirë në vaskën e rrëshirës. Kjo kontrollohet nga viskoziteti i rrëshirës dhe koha e qëndrimit në vaskë. Pasi fibrat të largohen nga vaska, paraformuesit shpërndajnë dhe kompaktojnë armaturën, ndihmojnë që forca e rrëshirës të futet në të dhe të hiqet rrëshira e tepërt. Ky është hap i fundit, së bashku me forcën tërheqëse, që përcakton sasinë e rrëshirës në pjesën e përfunduar.

Gjeometritë janë shirita të gjata, zakonisht kanë një prerje tërthore konstante dhe zakonisht janë solide, megjithëse është e mundur që përmes përdorimit të disa trukeve me vidhën të merren të ndryshme trashësitë dhe prerjet tërthore.

Profilet e prodhuara në përgjithësi janë ato që janë konstante përgjatë gjatësisë.

Viskoziteti duhet të jetë në një diapazon të duhur si në proceset e tjera. Nëse është shumë e ulët, ajo do të kullojë nga armatura para se të hyjë në gyp. Nëse është shumë e lartë dhe rrëshira nuk do të mund t'i zhyt siç duhet fibrat nëse nuk rritet koha e qëndrimit në vaskë.

Jetëgjatësia e enës së rrëshirës duhet të jetë e gjatë, por ajo duhet të ngurtësohet shpejt në temperatura të ngritura.[5]

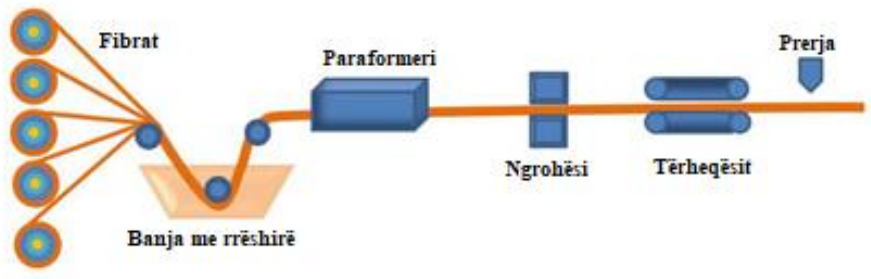


Figura 3.4 Metoda e Pultrusionit[2]

Përparësitë:

- Pultrusioni është një proces i vazhdueshëm dhe automatik që lejon prodhim të shpejtë dhe me kosto të ulët.
- Raporti i rrëshirës mund të kontrollohet me saktësi.
- Është më ekonomike sepse fijet përdoren në formë pëlhure.
- Performancat strukturore të produkteve që përbëhen nga fibra të lëmuara dhe raporte të vëllimit të lartë të fibrave mund të jenë të larta.

- **Disavantazhet:**
- Është i kufizuar në prodhimin e pjesëve vetëm me prerje tërthore fikse.
- Përdorimi i kallëpeve të nxehta është një faktor i rritjes së kostos.[7]

3.5 Proceset e transferimit të rrëshirës me asistencë vakum

(VARIM[6], VARTM[7])

Me kërkesën gjithnjë në rritje për ritme më të shpejta të prodhimit, industria ka përdorur procese alternative të fabrikimit për të zëvendësuar laminim me dorë, si dhe ka inkurajuar fabrikuesit për të automatizuar ato procese kudo që të jetë e mundur.[6]

Në literaturë, ekzistojnë metoda të ndryshme të bazuara në transferimin e rrëshirës në mjedisin vakum dhe të emërtuara me emra të ndryshëm. Megjithëse ka disa ndryshime të vogla midis tyre, logjika themelore e procesit dhe hapat janë si më poshtë:

1. Pëlhura (fijet) e thata grumbullohen në një kallëp.
2. Pëlhura të petëzuar, janë të izoluar nga jashtë duke përdorur një film plastik vakumi dhe ngjitës të dyanshëm si në metodën "Vacuum Bagging" (qese vakumi).
3. Një film ndarës dhe një shtresë shpërndarëse rrëshire vendosen në pëlhurë të petëzuar.
4. Me ndihmën e vakumit, rrëshira lejohet të depërtojë në pëlhura të thata të grumbulluara.
5. Në përgjithësipërdoren rrëshira epoksi, poliester dhe vinilester.
6. Fibrat e njohura konvencionale mund të përdoren në këtë metodë.
7. Këto metoda japin rezultate më të mira kur përdoren shtresat e fibrave që janë të qepura paraprakisht së bashku.
8. Përveç kësaj, në prodhimin e kompoziteve sandviç, ato mund të aplikohen edhe në materiale thelbësore.[7]

[6] VAIRM-Vacuum Assisted Resin Infusion Molding Process- Forma e transferimit të rrëshirës në vakum
[7] VARTM-Vacuum Assisted Resin Transfer Molding-Forma e transferimit të rrëshirës me vakum ky proces përfshin përdorimin e një vakumi për të lehtësuar rrjedhjen e rrëshirës në një shtresë fibrash që gjendet brenda një kallëpi të mbuluar nga një qese vakumi.

3.6 Transferimi me rrëshirë të asistuar nga vakumi VARIM

Transferimi i rrëshirës me ndihmën e vakumit është një metodë e përdorur në prodhimin e pjesëve të mëdha të kompoziteve me cilësi të lartë.

Hapat e procesit mund të përmblidhen si më poshtë:

1. Sipërfaqja e kallëpit është e mbuluar me një agjent çlirimi.
2. Pëlhura të thata (fibra) ose një material paraformues vendosen në një kallëp në një sekuencë të caktuar.
3. Filmi ndarës dhe filmat shpërndarës të rrëshirës vendosen në pëlhurë.
4. Duke përdorur një najlon plastik vakumi (film) dhe ngjitës të dyanshëm, pëlhurat e fibrave izolohen nga mjedisi i jashtëm përreth.
5. Me ndihmën e vakumit, rrëshira lejohet të depërtojë plotësisht në pëlhurat e thata të grumbulluara dhe materiali lihet të ngurtësohet.[7]

Materialet e përdorura gjatë transferimit të rrëshirs dhe funksionet e tyre

- Filmat për mbushjen e vakumit mbyllen në buzë të kallëpit me shirit ngjitës të qeseve me vakum për të krijuar një sistem të mbyllur.
- Shiritat mbyllës të qeseve anësore të dyfishtë përdoren për të siguruar një vulë të ngushtë në vakum midis qeses dhe sipërfaqes së mjetit.
- Materialet për lëshimin e veglave përdoren për të lëshuar produktin lehtësisht nga mjetet dhe për të marrë një përfundim të butë të sipërfaqes. Për këtë qëllim, përdoren ose filma vetë-ngjitës Teflon ose agjentë të lirimit të lëngjeve. Në situata të caktuara, filmat Teflon gjithashtu mund të zgjidhin përkohësisht problemet e porozitetit të mjetit.
- Një shtresë shumë e depërtueshme e quajtur "mjedisi i shpërndarjes së rrëshirës" i vendosur në pjesën e sipërme të kallëpit përhap rrëshirën shpejt mbi shtrirjen anësore të pjesës.
- Pëlhura Bleeder / breather (aerator) janë pëlhura jo të dendura lejojnë largimin e ajrit dhe të paqëndrueshëm nga brenda qeses së vakumit gjatë gjithë ciklit të shërimit. Ata gjithashtu thithin rrëshirë të tepërt të pranishme në disa shtresa të përbëra.[7]

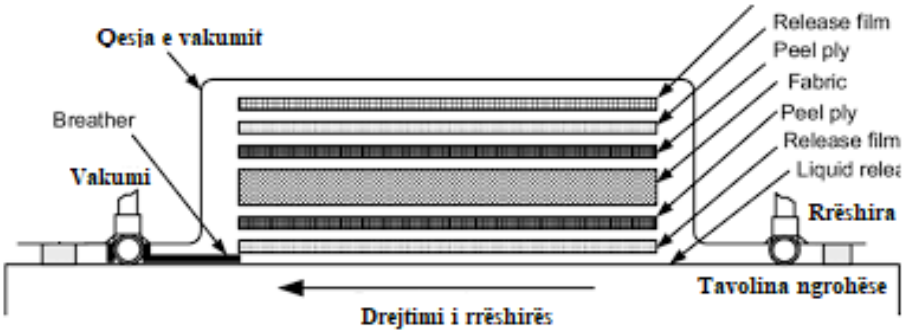


Figura 3.5 Metoda VARIM [7]

3.7 Transferimi i filmit rrëshirë (Resin Film Infusion-RFI)

Në këtë metodë, një film rrëshirë gjysmë i ngurtë depozitohet së pari në kallëp. Pastaj pëlhurat grumbullohen brenda kallëpit. Në fund, nxehtësia i jepet pjesës së vakumuar në një mënyrë (kallëpi mund të nxehet drejtpërdrejt ose të vendoset në furrë), duke lejuar që rrëshira të shkrihet dhe të depërtojë në material.

Zakonisht në këtë metodë përdoren rrëshira epoksi. Mund të zbatohet me të gjitha materialet prej pëlhure / fibre dhe bërthamë. Sidoqoftë, për shkak të temperaturave të larta të përpunimit në këtë metodë, disa procese të veçanta duhet të ndiqen kur përdoren materialet e PVC si bërthamë.[7]

Përparësitë:

- Mund të merret raport i lartë i fibrave volumetrike dhe struktura të ulëta të pavlefshme (të tilla si flluska ajri).
- Është një metodë e dobishme për sa i përket shëndetit, sigurisë në punë dhe pastrimit.
- Filmat polimer gjysmë të ngurtë të përdorur zakonisht prodhojnë prodhim me kosto më të ulët sesa parapërgatitjet.
- Mungesa e ndonjë materiali tjetër në të gjithë trashësinë midis rrëshirës dhe fibrave të thata zvogëlon rrezikun e zonës jo të depërtuar të rrëshirës.

Disavantazhet:

- Nuk ka zona të gjera të aplikimit përveç aviacionit
- Gjithmonë nevojitet një furrë dhe vakum
- Forma dhe materialet e përdorura duhet të jenë në gjendje të përballojnë temperaturën e përpunimit të filmit rrëshirë (60-100 ° C).

- Strukturat kryesore duhet të jenë rezistente ndaj temperaturës dhe presionit të procesit [7]

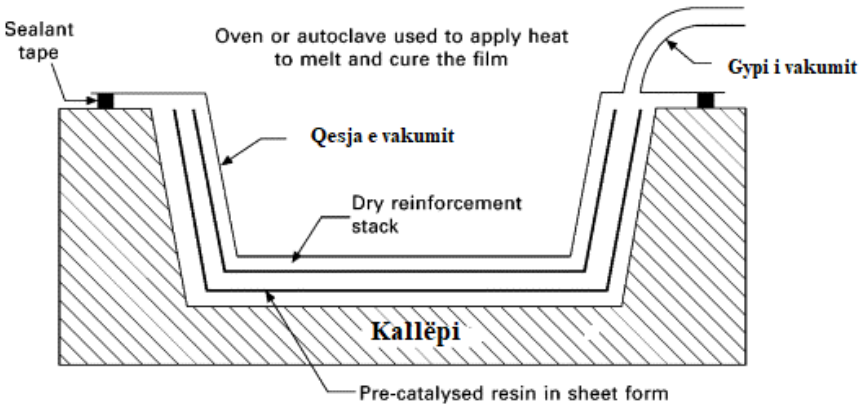


Figura 3.6 Metoda RFI

3.8 Formimi i transferimit të rrëshirës në kallëp- RTM

Formimi i transferimit të rrëshirës nuk është një proces i ri. Ai është përdorur në një formë ose në një tjetër që nga fillimi i viteve 1940. Sidoqoftë, përdorimi i tij ishte i kufizuar deri në vitet 1970 për shkak të mungesës së rrëshirave dhe pajisjeve të përshtatshme. Në vitet 1980 u zhvilluan preformat e fibrave dhe rrëshirat me viskozitet të ulët që lejuan prodhimin e gjeometrive dhe pjesëve më komplekse për aplikime më të ndryshme. Kjo, e kombinuar me investime të ulëta kapitale dhe lirimin e paqëndrueshme, ka përmirësuar në mënyrë dramatike popullaritetin e RTM.

Procesi i RTM fillon duke vendosur përforcues, në formën të pëlhurave të orientuara si duhet, në një zgavër të Kallëpit dy anësh. Pastaj kallëpi mbyllet dhe rrëshira injektohet derisa fijet të ngopen dhe forma të mbushet. Rrëshira lejohet të ngurtësohet dhe pjesa e përfunduar hiqet nga kallëpi dhe procesi përsëritet. RTM përdor katër përbërës: kallëpin, paraformën e armaturës, pompën e rrëshirës dhe rrëshirën.

Opsionet e materialit:

- Rrëshirë: Zakonisht përdoren rrëshira epoksi, poliester, vinilester dhe fenolik. Sidoqoftë, rrëshirat me temperaturë të lartë mund të përdoren gjithashtu në temperatura të larta të përpunimit.
- Fibrat: Çdo fibër mund të përdoret. Pëlhura / fijet e qepura ofrojnë avantazhe në transportin dhe transferimin e rrëshirës.

- Bërthama: Nuk është një metodë e përshtatshme për përdorimin e bërthamave me hapësira boshe. Për shkak se qelizat boshe mbushen me rrëshirë dhe presioni i aplikuar bën që struktura thelbësore të përkeqësohet.[7]

Përfitimet kryesore:

- Shpejtësia e prodhimit është e lartë
- Raporti i rrëshirës së fibrave dhe sasia e pavlefshme mund të kontrollohen në mënyrë të përsosur. Kështu, mund të merren produkte me raport të lartë të fibrave dhe boshllëqe të ulëta të ajrit.
- Rregullimi i dimensionit / tolerancës së pjesëve në formë komplekse është shumë i mirë
- Të gjitha pjesët janë të së njëjtës cilësi
- E favorshme për sa i përket shëndetit dhe sigurisë pasi prodhohet në një mjedis të mbyllur
- Kërkon një fuqi punëtore më të ulët se disa metoda.
- Të dy sipërfaqet e materialit dalin të lëmuara.[7]

Fakti që ky proces përdor një kallëp të mbyllur ofron disa përparësi.

- Së pari, mund të prodhohen forma komplekse. Çdo ndryshim në gjeometri, të tilla si brinjë dhe zona me trashësi të ndryshme, mund të formohen drejtpërdrejt pa marrë parasysh se ku ndodhen në pjesë.
- Së dyti, forma e mbyllur prodhon një përfundim të butë në të dy anët e pjesës. Së treti, emetimi i lëndëve të paqëndrueshme, të tilla si stireni në poliester, zvogëlohet shumë gjatë përpunimit.
- Së fundmi, normat e prodhimit mund të jenë mjaft të larta për pjesët e automobilave. Këta faktorë e bëjnë RTM-në shumë tërheqëse si nga pikëpamja e prodhimit ashtu edhe nga pikëpamja ekonomike. [7]

Disavantazhet kryesore:

- Format e dyfishtë janë të kushtueshëm dhe duhet të jenë mjaft të ngurtë për të përmbushur presionin. Kjo rrit peshën e saj.
- Prodhimi në përgjithësi është i kufizuar në pjesë të vogla. Pra, i kushtueshëm, dizajni i formës është i vështirë.
- Pjesët e mbetura që nuk depërtojnë në rrëshirë shkaktojnë mbeturina të shtrenjta.[3]
- Distancat e lagura janë të gjata, duke kërkuar vëllim më të ulët të fibrave dhe përdorimin e rrëshirave me viskozitet të ulët të cilat mund të kenë veti mekanike më pak të dëshirueshme. Këto kufizime janë duke u kapërcyer nga përparimet e vazhdueshme në pajisjet dhe kiminë e rrëshirës.[5]

3.8.1 Kallëpi

Procesi kërkon një kallëp të dyanshëm në formën e pjesës. Fakti që RTM është një proces me presion të ulët, lejon që kallëpet të ndërtohen nga materiale të tjera përveç çelikut, shpesh nga kompozitet dhe alumini. Kallëpet shpesh nxehen për të ulur viskozitetin dhe për të rritur shpejtësinë e ngurtësimit. Përdorimi i këtyre materialeve alternative të kallëpit lejon kosto më të ulët të veglave në krahasim me formimin me ngjeshje dhe injektim, dhe lejon prodhuesit që kallëpet e tyre ti ndërtojnë vet.

Kallëpet janë aspekti më kritik i procesit. Kur forma e pjesës bëhet më e ndërlikuar, pozicioni i hyrjeve të rrëshirës dhe daljet mund të përcaktojnë nëse kallëpi do të mbushet në mënyrë korrekte. Përvoja ka treguar se injektimi i rrëshirës në rajone me përmbajtje më të lartë të fibrave ndihmon në përhapjen sa më të leht të saj. Vendosja e valvolave për nxjerrjen e ajrit në zonat ku ajri mund të bllokohet mund të eliminojë njollat e thata.[5]

3.8.2 Përforcimi

Komponenti i dytë i procesit RTM është përforcimi. Ka shumë lloje të fibrave në dispozicion, të tilla si qelqi E, qelqi C, qelqi S, karboni dhe aramidat. Këto përforcime mund të shtresohen dhe kombinohen në mënyrë të tillë që vetitë e rezistencës së fibrave dhe konfigurimeve të ndryshme të shfrytëzohen më së miri.

Përmbajtja e fibrave prej 5-55% nuk është e pazakontë. Në disa aplikacione, pastrimi me korrent përdoret gjithashtu për të ndihmuar rrëshirën të ecë përpara. Në përgjithësi, merren kompzite me një trashësi muri prej 2-10 mm dhe një raport fibrash prej 20-30%. Është gjithashtu e dobishme të kemi një rrëshirë me viskozitet të ulët për të ndihmuar në mbajtjen e presioneve dhe për të ndihmuar në përhapje sa më të mirë.

Në një nivel prodhimi, përforcimet zakonisht bëhen paraforma. Një paraformë është thjesht përforcim në të cilin fijet janë orientuar, formuar dhe mbajtur në formën përfundimtare me një lidhës. Një teknikë për të bërë një paraformë është bashkimi i shtresave prej pëlhure. Një teknikë tjetër, e përdorur për pjesë jo strukturore, hedh një kombinim të fibrave të copëtuara dhe lidhëses në formën e pjesës. Kur lidhësi ngurtësohet, fibrat mbahen së bashku në atë formë. Përdorimi i paraformave lehtëson shumë trajtimin e armaturës dhe vendosjen e tij në kallëpe, e cila nga ana tjetër përshpejton prodhimin.[5]

3.8.3 Pompa

Shumica e pajisjeve në metodën RTM përqendrohen në pompën e zhvendosjes pozitive. Zakonisht ka dy rezervuarë, një për rrëshirë dhe një për katalizator. Kapacitetet e matjes janë të ndërtuara në pajisje për të përpjesëtuar saktë të dyja përbërësit. Komponentët më pas bashkohen dhe përzihen në një mikser statik të vendosur pikërisht në pjesën e sipërme të kallëpit. Në disa raste rezervuarët mbajtës mund të nxehen në mënyrë që të ulin viskozitetin. Rezervuarët tretës zakonisht përfshihen për të shpëlarë rrëshirën e katalizuar nga vijat midis shkrepjeve.[5]

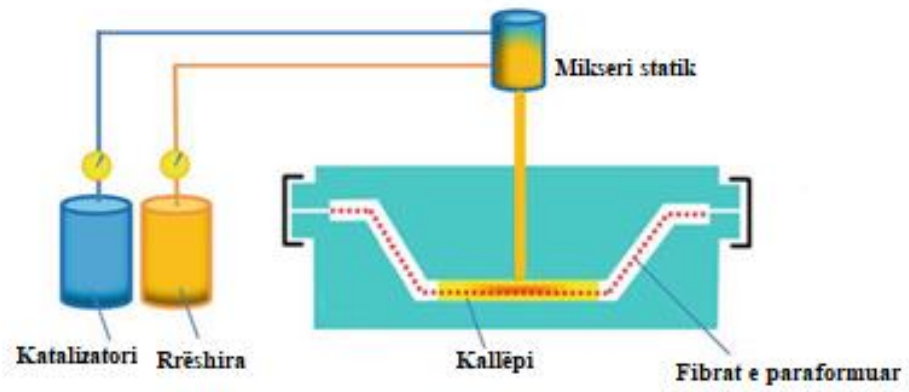


Figura 3.7 Përhapja e rrëshirës në kallëp [6]

3.8.4 Rrëshira

Pasi që armatura të jetë në vend, kallëpi mbyllet dhe rrëshira injektohet në zgavrën e kallëpit. Metoda RTM kërkon përdorimin e një rrëshire me viskozitet të ulët, kjo ndihmon në njomjen e fijeve të fibrave dhe në rrjedhjen sa më të lehtë të rrëshirës. RTM mbështetet shumë në forcat kapilare për të futur rrëshirën në tufat e fibrave. Viskoziteti më i ulët lejon gjithashtu përdorimin e presioneve më të ulëta të injektimit dhe shpejtësive më të larta të injektimit, gjë që nga ana tjetër lejon përdorimin e pompave më të vogla dhe veglave më të lehta.

Kur kallëpi është i plotë, ai mbyllet dhe rrëshira lejohet të ngurtësohet. Duhet pasur kujdes që të sigurohet që kinetika e rrëshirës të përputhet me pjesën që prodhohet. Nëse shkalla e ngurtësimit është shumë e shpejtë, kallëpi nuk do të jetë i plotë para se të bëhet mbyllja dhe pjesa do të prishet. Nëse shkalla e ngurtësimit është shumë e ngadaltë, atëherë shkalla e prodhimit zvogëlohet. Pasi rrëshira të jetë ngurtësuar, pjesa mund të hiqet nga kallëpi dhe procesi të përsëritet.[5]

4 PROCESI I PRODHIMIT TË MBROJTËSIT TË RROTAVE TË TRENIT

Për një produkt apo detal të prodhuar nga materiali kompozit duhet të mirren parasysh një sër faktorësh të cilët ndikojn dukshëm në cilësine tij, pasi që faktorët janë të shumtë ne kemi marr faktorë duke u bazuar në procesin prodhues me metodën RTM të pjesës mbrojtëse të rrotave të trenit, është bërë analiza e secilit faktor i cili ndikon.

Hapat e procesit të përpunimit janë

- Përgatitja e kallëpit,
- Prerja e fibrave të qelqit,
- Shtrirja e Rrëshirës,
- Vendosja e Fibrave të qelqit,
- Injektimi
- Heqja e pjesës nga forma
- Kontrolli preliminar
- Prerja dhe gërryerja
- Kontrolli i prerjes
- Hapja e vrimave
- Kontrolli i prerjes
- Hapja e vrimave
- Përgatitja e pjesës për mbushje
- Mbushjes me rrëshirë akrilike
- Kontrolli pas vendosjes së fillerit
- Ngjyrosja
- Kontrolli përfundimtar

4.1 Përgatitja e kallëpit

Prodhimi i pjesëve nga materialet kompozite bëhet përmes formave të cilat konstruktohen dhe ndërtohen në bazë të modelit. Kur fillojmë me prodhimin e pjesës së pari duhet ta bëjmë përgatitjen e kallëpit i cili është ndërtuar paraprakisht.

Për të pasur një pjesë sa më të mirë duhet ti kushtohet shumë rëndësi pastrimit të kallëpit, pastrimi duhet të bëhet me kujdes që të mos mbetet asnjë mbetje nga pjesët e prodhuara më herët që nga kjo rrjedh se njëri ndër faktorët e parë dhe të rëndësishëm për cilësinë e pjesës është pastrimi i kallëpit.

Pastrimi i kallëpit bëhet për arsye që kur prodhohet pjesa e re të ketë sa më pak prezencë të ajrit brenda saj si dhe të nxirret sa më lehtë nga forma pas përfitimit të pjesës.

a)

b)

c)

Figura 4.1 Kallëpi për formësmin e pjesës a) pjesa anësore e kallëpit, b) pjesa e mesme e kallëpi dhe c) 3 pjesët e kallëpit

4.1.1 Lyerja e kallëpit me agjent pastrimi

Lyerja e kallëpit me agjent pastrimi Reiniger Mikon R-45[8] është shumë i nevojshëm në mënyrë që të largohen të gjitha mbetjet në kallëp nga prodhimi paraprak i pjesëve.

Figura 4.2 Agjenti i pastrimit të kallëpit Reiniger Mikon R-45

Pastrimi me këtë komponent bëhet vetëm me një shtresë e cila me anë të një lecke të pastër vendoset mbi formën në një sasi të mjaftueshme sa të mbulohet e tërë forma. Tharjen së pari e bëjmë me një leckë të thatë e pastaj forma duhet të qëndroj nga 15 deri 20 [min] për tharje të tërësishme.

a)

[8] Reiniger Mikon R-45 – është agjent I cili përdoret për pastrimin e formave

b)

c)

Figura 4.3 a) agjenti i pastrimit, b) pastrimi i anës së majtë të kallëpit dhe c) pastrimi i anës së djathtë të kallëpit

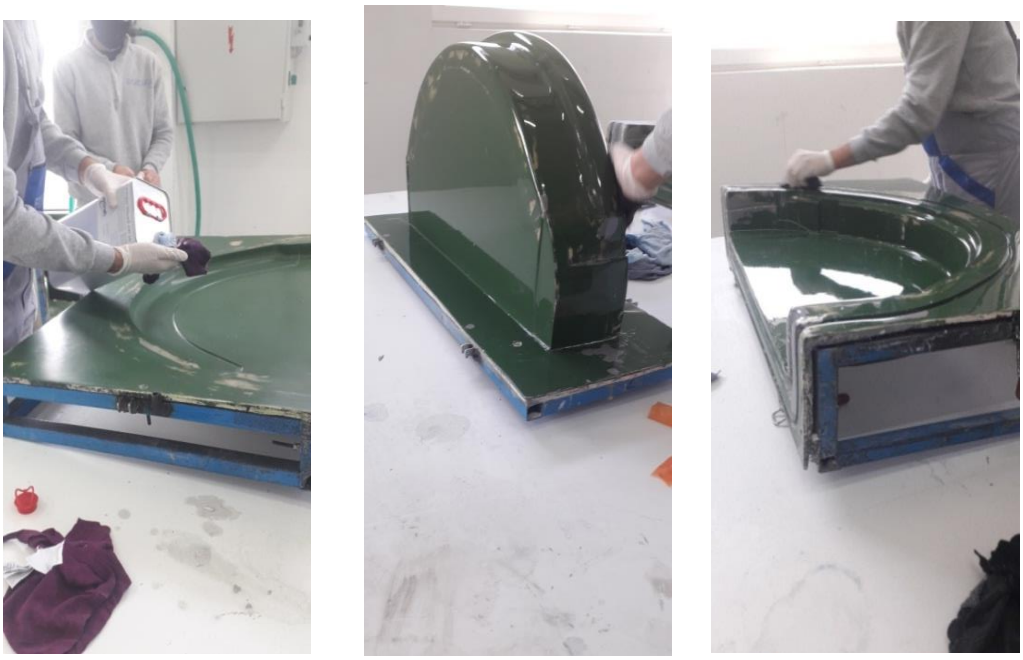
4.1.2 Lyerja e kallëpit me agjent për mbylljen e kallëpit

Lyerja e kallëpit me Mikon 699 MC[9] bëhet për arsye që të bëhet mbyllja sa më e mirë e kallëpit ku do të kryhet procesi i injektimit.

Figura 4.4 Agjenti për mbylljen e kallëpit Versiegler Mikon 699 MC

[9] Mikon 699 MC- është agjent i cili ndihmon që mbyllja e formës të bëhet më mirë.

Me anë të këtij komponenti forma duhet të pastrohet në dy shtresa, ku pas secilës shtresë forma duhet të qëndroj për tharje 15-20 [min]. Pastrimi bëhet në mënyrë të njëjtë si më pastruesin paraprak, pra me ë të një lecke të pastër deri sa të mbulohet tërësisht forma.



a) b) c)

Figura 4.5 Lyerja e anës se majtë të kallëpit, b) lyerja e pjesës së mesme të kallëpit dhe c) lyerja e anës së djathtë të kallëpit

4.1.3 Lyerja e kallëpit me agjent lirimi

Lyerja me agjent lirimi Mikon 705 MC[10] bëhet për arsye që pasi të përfitohet pjesa, nxjerrja e saj të bëhet sa më e lehtë. Nxjerrja sa më e lehtë e pjesës nga forma është shumë e rëndësishme, sepse kur nxirret pjesa lehtësisht atëherë kemi shumë më pak dëmtime në pjesë por edhe në kallëp.

Figura 4.6 Agjenti i lirimit Mikon 705 MC

[10] Mikon 705 MC- është agjent i cili ndihmon që pas përfitimit të pjesës ajo te hiqet më leht.

Vendosja e këtij materiali bëhet në tri shtresa, me anë të leckës së pastër, gjithashtu pas çdo shtrese forma duhet të qëndroj 15-20 [min] për tharje.

a)

b)

c)

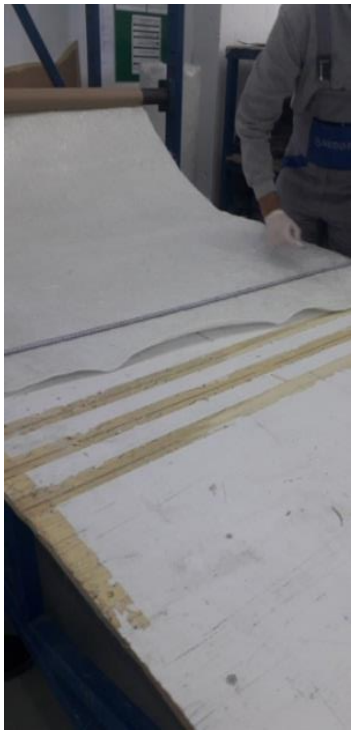
Figura 4.7 a) Lyerja e anës së mjatë të kallëpit me agjent lirimi, b) lyerja e pjesës së mesme të kallëpit dhe c) lyerja e anës së djathtë të kallëpit

4.2 Prerja e fibrave të qelqit

Fibrat e qelqit zakonisht i gjejmë në formë të pëlhurave në rrollne. Së pari materiali i nevojshëm i fibrave të qelqit shpaloset në tavolinën për prerje. Duke vazhduar kështu me matjen e fibrave me anë të metrës dhe me anë të një shenjësuesi (laps) vendosen pikat me dimensionet e nevojshme.

Pas matjes bëhet prerja e fibrave më anë të gërshërëve pneumatike, ku kontrollohet edhe një herë dhe më pas marrim fibrat e nevojshme të qelqit kurse pjesët tjera palosen në rafte.

a)



b)

Figura 4.8 a) Matja dhe b) Prerja e fibrave të qelqit në formë të pëlhurës

4.3 Shtrirja e Rrëshirës

Së pari bëhet izolimi i formës në ato pjesë ku nuk është e nevojshme që të vendoset rrëshira. Izolimi i kallëpit bëhet përmes izoluesve special që përdoren për izolim.

a)

b)

Figura 4.9 a) Izolimi i kallëpit me ngjitës dhe b) izolimi i kallëpit me gumë

Vazhdohet më pastaj me përgatitje të rrëshirës (Gelcoat[11]-it), ku merret 500 [ml] rrëshirë dhe i shtohet 30% ngurtësues (Herta[12]). Ky lloj i rrëshirës të cilin e kemi përdor nuk ka nevojë që ti shtohet ngjyrë. Rrëshirëa me ngurtësues duhet të përzihet mirë dhe kjo sasi duhej të vendoset menjëherë në kallëp, ashtu që kjo përzierje të mos filloj të ngurtësohet.

a)

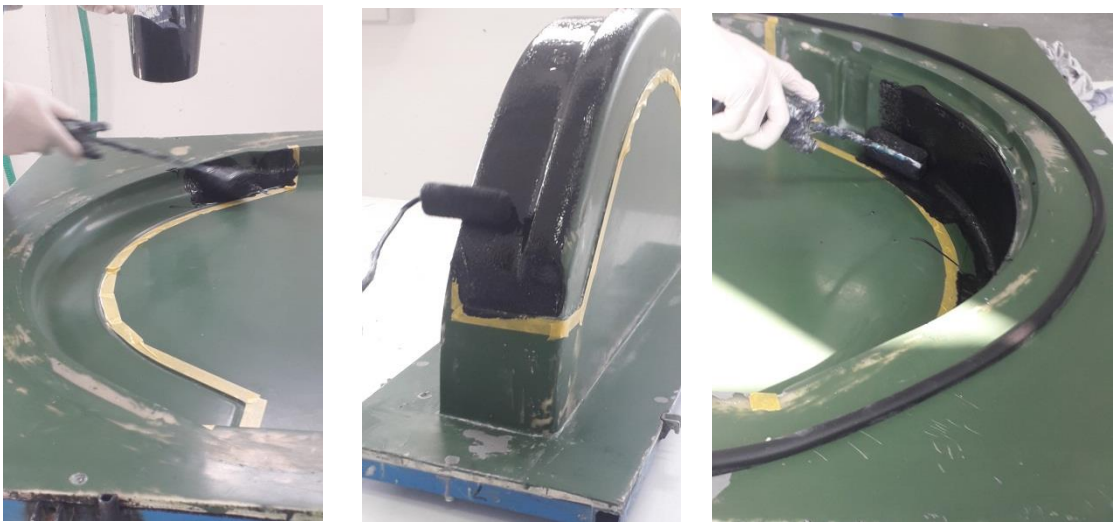
b)

c)

Figura 4.10 Përgaditja e Rrëshirës a) rrëshira me ngjyrë, b) shtimi i ngurtësuesit dhe c) materiali i përzier mirë

Rrëshira duhet të vendoset përmes një vegle për shtrirjen sa më të lehtë, në tri pjesët e kallëpit në një shtresë të mjaftueshëm. Kallëpi duhet të qëndroj 15-20 [min], varësisht nga temperatura. Nëse temperaturat e ambientit janë më të larta atëher ngurtësimi bëhet më shpejt sesa kur temparturat janë të ulta. Pas përfundimit të shtrirjes së Rrëshirës hiqen shiritat izolues dhe pastrohet kallëpi me aceton nga rrëshira në ato pjesë ku nuk nevojitet.

[11] Gelcoat-Rrëshira që përdoret për formësimin e pjesës
[12] Herta- është komponent i cili ndihmon rrëshirën të ngurtësohet

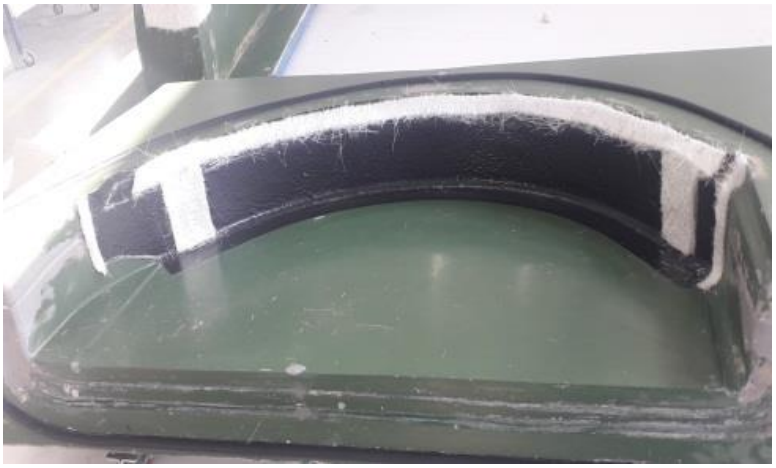


a) b) c)

Figura 4.11 Vendosja e Rrëshirës në kallëp a) ana e majtë e kallëpit, b) pjesa e mesme e kallëpit dhe c) ana e djathtë e kallëpit

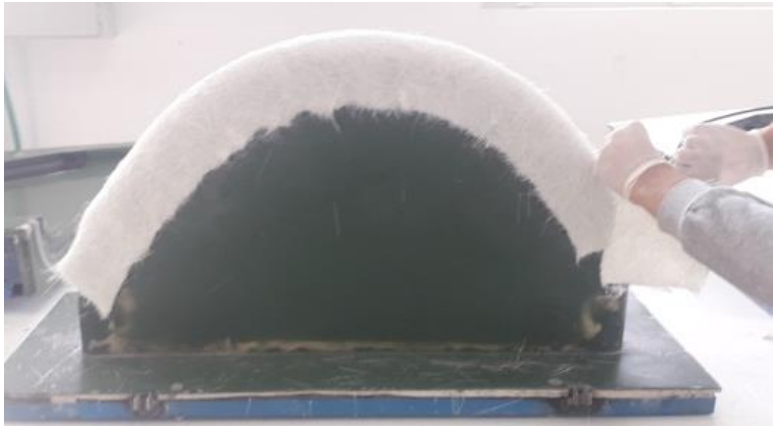
4.4 Vendosja e Fibrave të qelqit

Pasi të jetë tharë mjaftueshëm rrëshira, fillojmë me vendosjen e fibrave të qelqit Mate 40[13] në formë. Vendosja e fibrave të qelqit bëhet së pari në pjesen e mesme të kallëpit, kurse në pjesët anësore të kallëpit vetëm plotësohen në disa pjesë me fibra të qelqit. Dhe pas vendosjes së fibrave të qelqit në kallëp atëherë bëhet edhe bashkimi i tri pjesëve të kallëpit.



a)

[13] Mate 40- është lloj i fibrave të qelqit



b)

c)

Figura 4.12 a) Pjesa anësore e kallëpit e plotësuar me fibra b)vendosja e fibrave në pjesën e mesme të kallëpit dhe c) mbyllja e kallëpit

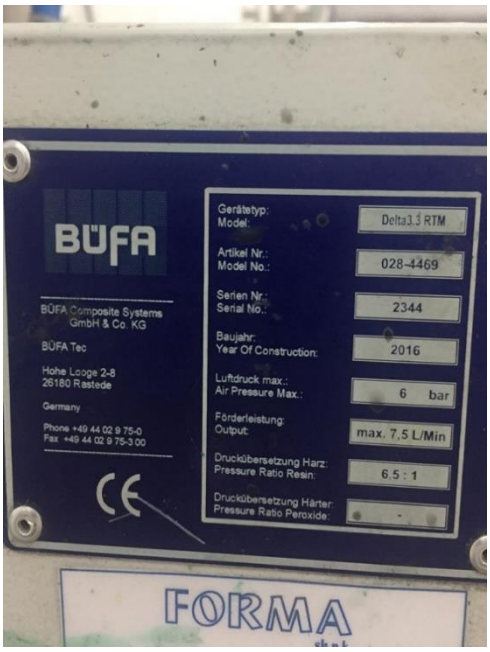
4.5 Rregullimi i parametrave në makinën për injketim

Makina e cila përdoret për injektim është e prodhuar nga BUFA me numër serik 2344, me karakteristika e treguar si në figurën e më poshtme.

Makina për injektim përbëhet nga këto pjesë si në vijim:

1. Kutia dirigjuese,
2. Gypat për përcjelljen e masës lëngëse,
3. Pompa e rrëshirës,
4. Pompa e peroxidit,
5. Motori i ajrit,
6. Motori për rregullimin e temperaturës,
7. Barometrat (rregullatorët),
8. Pompa ,

9. Valvolat rregulluese.



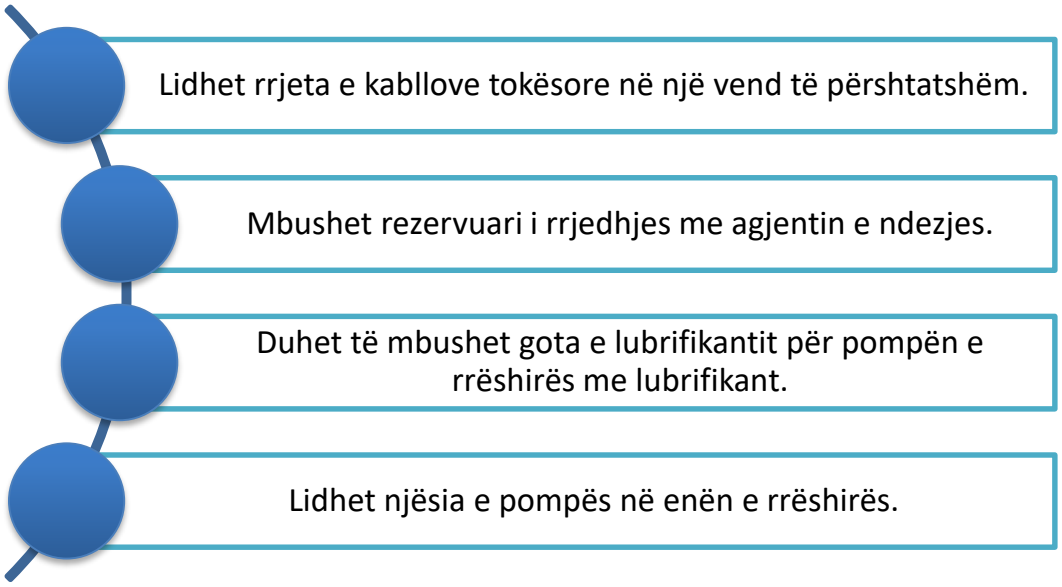
a) b)

Figura 4.13 a) Makina për injektim dhe b) karakteristikat e saj

Para aktivizimit të makinës për injektim duhet të bëhet përgatitja e makinës dhe kontrolli i të gjithë pjesëtarëve të makinës, si:

- Të bëhet gati Ajri i kompresuar: 7 bar maksimum
- Të kontrollohet gypi i ajrit të kompresuar i cili ka diametër të paktën = 13 mm
- Të kontrollohet temperatura minimale 18 ° C
- Zgjedhja e përdoruesve, viskoziteti deri në 30 mPas

Përgatitja e makinës kalon nëpër këto hapa si më poshtë:



Në figurën e më poshtme është treguar kutia e dirigjimit të makinës për injektim e cila ka barometrin me të cilin përcillet presioni nëpër gypat në të cilët kalon rrëshira, përveç barometrit kutia e dirigjimit ka edhe ndërprerësi kryesor të makinës, rregullatorin për sasinë e lëngut, dhe ndërprerësi për aktivizimi dhe de aktivizimin e masës së lëngët.

Figura 4.14 Kutia e dirigjimit

4.5.1 Rregullimi dhe pastrimi i pompës së peroksidit

Para se të filloj procesi i injektimit duhet të bëhet pastrimi i pompës dhe cila bën thirrjen sasinë e lëngjeve që bëhet injektimi sa më mirë:

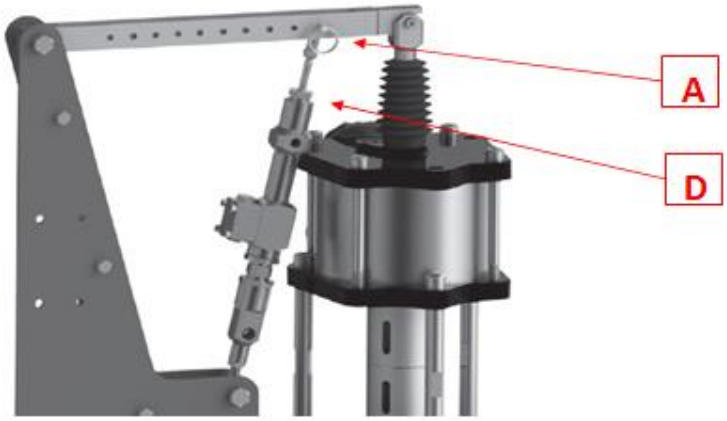


Figura 4.15 Siguresa e cila lidhë pompën e rrëshirës dhe peroksidit

a) Pompa e peroksidit duhet të shkëputet nga pompa e rrëshirës duke hequr siguresën A. Kjo siguresë lidh pompën e peroksid me krahun e levës së pompës rrëshirë.

b) Koka e përzierjes mbahet mbi një enë të zbrazët dhe në drejtm të tokës.

c) Hapja e valvulave kryesore B (siç tregohet në figurë) në mënyrë që të dalë më lirë. Ashtu edhe valvula C për peroksidin duhet të hapet

d) Pas kësaj, fillon aktivizimin manual të pompës së peroksidit duke tërhequr dhe shtypur në pistonin e pompës D për largimin e ajrit dhe mbylljes. Lëvizja e pompës duhet të jetojë shumë lehtë. Nëse lëvizja është në rregull, atëherë kontrolloni nëse të gjitha valvulat janë të hapura në anën e presionit, filtri dhe peroksidimi duhet të pastrohet ose të ketë bllokim tjetër në një tjetër. Përsëritësit lëvizin dhe pompojnë derisa peroksidojnë rrjedhën pa ajër nga koka e përzierjeve.

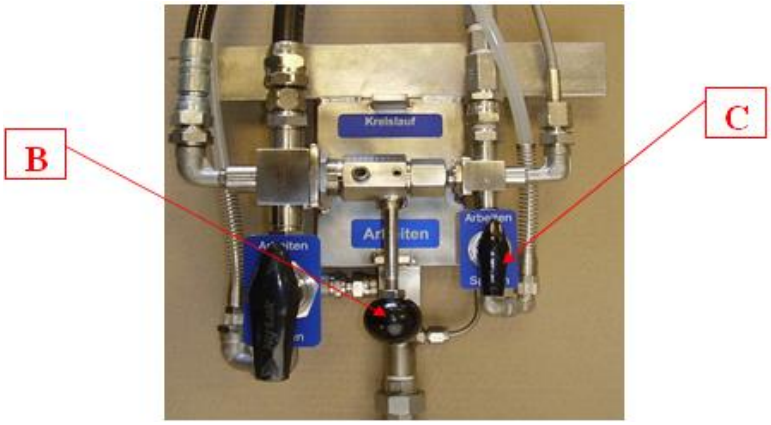


Figura 4.16 Valvolat që shërbejnë për pastrimin e pompës së peroksidit

4.5.2 Rregullimi dhe pastrimi i pompës se rrëshirës

Hapat për pastrimin e pompës së rrëshirës:

a) Pompa e peroksidit duhet të shkëputet nga pompa e rrëshirës, duke larguar siguresën e cila i lidh këto pompa,

b) Vendosja e pajisjeve të thithjes së rrëshirës në enën e rrëshirës,

c) Mbajtja e kokës dhe përzierjes mbi një zbrazët dhe në fuqinë e tokës,

d) Vendosja e presionit të ajrit në pompën e rrëshirës në përafërsi. 1 bar dhe pastaj ngadalë bëhet hapja e valvulëve kryesore e cila bënë furnizim me ajër të ngjeshur të pompës rrëshirë.

e) Pompa tani fillon të thith. Hapja e valvulave E dhe C tregohet në figurën e mëposhtme, mundësitë që bëjnë rrëshqitjen e mundshme të mbarimit të lirshëm.

f) Heqja e materialit mbetet në kokën e përzierjes bëhet përmes pastrimit me aceton duke hapur valvul E përdredhje valvula C është e hapur.

g) Pas përfundimit të pastrimit bëhet lidhja e pompës së peroksidit A.

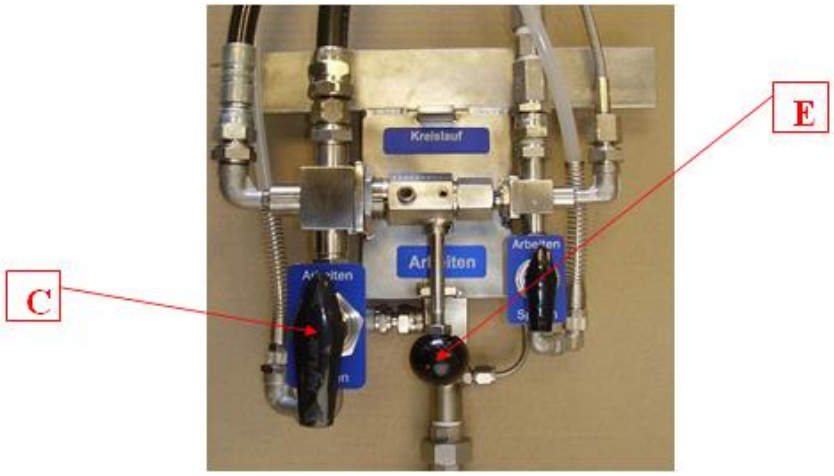


Figura 4.17 Valvolat që shërbejnë për pastrimin e pompës së rrëshirës

4.5.3 Rregullimi i presionit ne motorin e ajrit

Rregullimi i presionit

Presioni i ajrit në motorin nuk duhet të jetë më pak se 1.5 bar përndryshe motori i ajrit nuk do të funksionojë në mënyrë të barabartë d.m.th me luhatje. Duhet ti kushtojm rëndësi presionit të përforcuesit duhet të qarkullojë në mes të 8-9 bar në instrumentin e pahapur. Luhatjet e presionit nuk duhet të jenë më shumë se 2 bar. Nëse luhatjet janë më shumë, sistemi i perforcuesit duhet të rregullohet.

4.5.4 Rrjedhja e masës së lëngët

Para çdo procesi të injektimit kërkohet që të aktivizohet rrjedha e rrëshires dhe perforcuesit përmes procesit të qarkullimit dhe transportimit të materialit të freskët në kokën e përziersit. Kjo arrihet duke aktivizuar motorin e ajrit dhe me hapjen e valvolave.

Kohëzgjatja e procesit të rrjedhës së masës së lëngjeve varet nga materiali dhe makina.

Për të injektuar ose mbushur, duhet të bëhet hapja e kombinimit të valvuleve B, si dhe të dy valvuleve E dhe C të tregohet në figurën e mëposhtme.

Pas përfundimit të injektimit, duhet të bëhet mbyllja e valvulës kryesore dhe mbyllja e motorit të ajrit. Të gjitha valvulat e tjera mbeten të hapura për lehtësimin e linjat e injektimit.

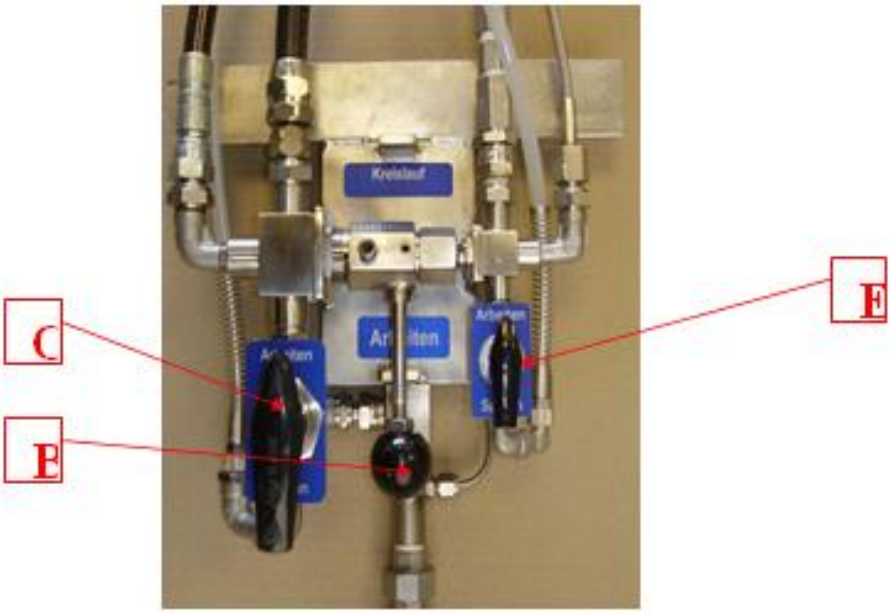


Figura 4.18 Valvoat që shërbejnë për procesn e injektimit

4.6 Injektimi

Për të filluar me procesin e injektimit duhet që së pari ti mbyllim të gjitha pjesët e formës me shumë kujdes dhe duhet kontrolluar që mos të ketë hapësira ku mundet të depërtoj ajri. Pasi të vërtetohet që forma është e mbyllur në mënyrë të duhur, atëherë forma duhet të kthehet në anën tjetër në mënyrë që të vendoset gypi për injektim.

a) b) c)

Figura 4.19 a) Mbyllja e kallëpit, b) kthimi i kallëpit të mbyllur në anën tjetër dhe c) pamja e kallëpit nga ana tjetër

Gypi për injektim kur të vendoset duhet ta mbyllim pastaj ta vendosim gypin për krijimin e vakumit, pra për ta hequr ajrin brenda formës. Përmes gypit të injektimit testohet se a ka prani të ajrit brenda formës, nëse verifikohet që nuk ka sasi të ajrit atëherë fillohet me përgatitjen e makinës për fillimin e injektimit.

a) b)

Figura 4.20 a)Vendosja e gypit për heqjen e ajrit në kallëp dhe b) mbyllja e gypit për injektim

Së pari në makinë kontrollojmë a ka sasi të mjaftueshme të rrëshirës në rezervuarin e saj, gjithashtu duhet kontrollohet edhe sasia e acetonit i cili shërben për pastrimin e makinës pas përfundimit të procesit të injektimit. Marrim gypin e injektimit nga makina dhe e vendosim në formë,

pastaj kur të kontrollohet që gypi është i vendosur mirë atëherë duhet të fillohet me procesin e injektimit.

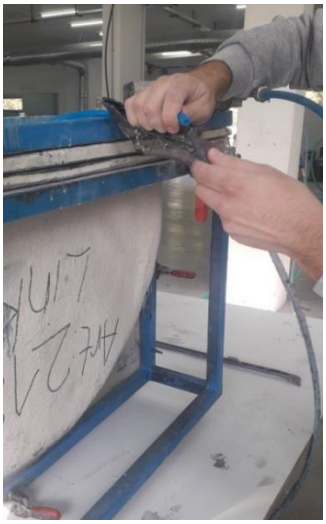


Figura 4.21 Vendosja e gypit të injektimit nga makina në kallëp

Pasi të përfundohet procesi i injektimit bëhet pastrimi i makinës me aceton në mënyrë automatike, pasi që makina e përfundon pastrimin atëherë ç'kyçet makina dhe heqim gypin e injektimit. Kallëpi duhet të qëndrojë diku rreth 2 deri në 3 orë në mënyrë që pjesa brenda saj të ngurtësohet mirë. Gjatë kohës së tharjes së pjesës në kallëp nuk duhet asesi që të hiqet gypi i vakumit, ai hiqet vetëm pasi që pjesa është e gatshme për tu nxjerr.

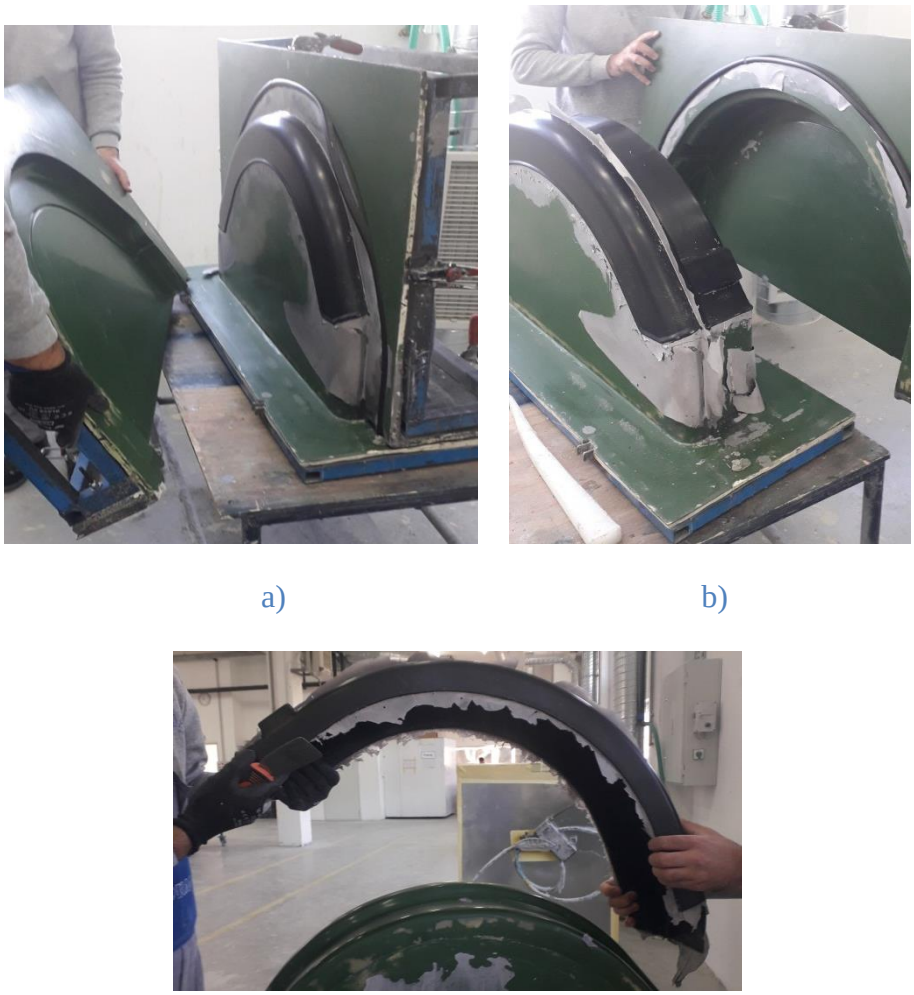
4.7 Heqja e pjesës nga forma

Kur pjesa është e gatshme, atëherë fillojmë së pari ta heqim gypin e vakumit i cili duhet patjetër që të jetë i vendosur deri sa të vendoset të hiqet pjesa nga forma.

a) b)

Figura 4.22 a) Largimi i gypit te vakumit dhe b) gypit të injektimit

Për heqjen e pjesës duhet ti hapim format dhe të largohen me shumë kujdes, në mënyrë që mos të dëmtohet as pjesa e as kallëpi gjatë këtij procesi. Pas heqjes së tërësishme të pjesës nga kallëpi, pjesa duhet të vazhdoj me procedurat e tjera të përpunimit.



a) b)

c)

Figura 4.23 a) Heqja e anës së majtë të kallëpit, b) heqja e anës së djathtë të kallëpit dhe c) heqja e pjesës së ngurtësuar nga kallëpi

4.8 Kontrolli i pjesës

Pasi që kemi nxjerr pjesën nga kallëpi, pjesa kalon në procesin e kontrollës. Pjesës i kryhet kontrolli vizual se a ka prani të ajrit në pjesë, zakonitsh pjesa kontrollohet në mënyrë vizuale pasi që është e thjeshtë të identfikohet prania e ajrit në pjesë.

Nëse në pjesë nuk identifikohet prani e ajrit atëherë pjesa lejohet të vazhdohet në procedura tjera të mëtutjeshme. Në rast ku identifikohet sasi e ajrit në pjesë, produkti duhet të vlerësohet se a mund të përpunohet ajo pjesë apo jo.

a) b)

Figura 4.24 Kontrolli i pjesës pas heqjes nga kallëpi a) nga pjesa e sipërme dhe b) nga pjesa e poshtme

4.9 Prerja dhe gërryerja

Kur pjesa e kalon procesin e kontrollës ajo kalon pastaj në repartin e prerjes ku duhet të largohen pjesët e tepërta në produkt.

a) b)

Figura 4.25 Largimi i pjesëve të tepërta në produkt nga a) pjesa e sipërme dhe b) pjesët anësore

Së pari fillohet me heqjen e copëzave të cilat nuk janë të nevojshme, e me pas vazhdohet me gërryerjen anësore të pjesës. Prerja dhe gërryerja e pjesës bëhet me veglat përkatëse.

Gjithashtu gjatë këtij procesi bëhet edhe hapja e kanalit në pjesën e sipërme të pjesës. Hapja e këtij kanali kryhet përmes shabllonëve të cilat janë punuar më herët në bazë të vizatimit teknike.

a) b)

Figura 4.26 Hapja e kanalit me anë të shablloneve a) shablloni për vrimën dhe b) hapja e kanalit

4.10 Kontrolli i prerjes

Kur në pjesë janë përfunduar prerjet dhe hapja e kanalit, pjesa kthehet prap në repartin e kontrollës.

Pjesa kontrollohet tërësisht si dhe kontrollohet hapja e kanalit dhe kalon në procedurat të tjera. Edhe kontrolla e prerjes kryhet në mënyrë vizuale dhe dokumentohet në sistemin BDE[14].

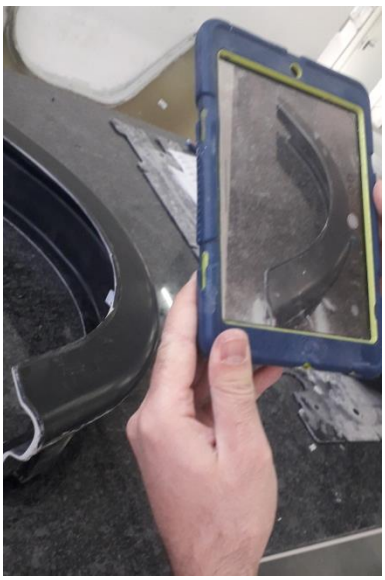


Figura 4.27 Kontrolli i hapjes së kanalit dhe prerjes

[14] Sistemi BDE – është sistem ku regjistrohen gjitha të dhënat e secilit hap prodhues

4.11 Hapja e vrimave

Në pjesën e cila është prodhuar është e nevojshme të hapen 4 Vrima M18. Zakonisht hapja e vrimave bëhet me anë të burgjive.

Figura 4.28 Burgjitë që përdren për hajen e vrimave

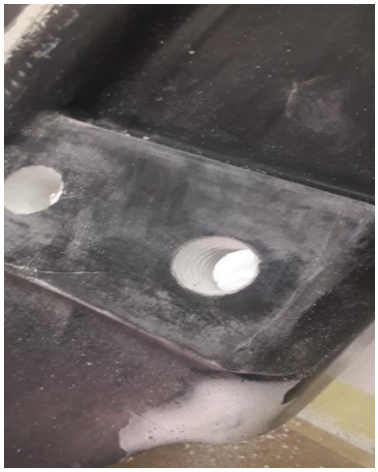
Edhe hapja e vrimave bëhet përmes shabllonëve të cilat janë punuar më herët. Para se të hapen vrimat së pari vendosen shabllonët dhe fiksohen mirë në mënyrë që hapja e vrimave të jetë sa më e saktë. Në fillim hapja e vrimave bëhet me një burgji me dimension më të vogël pra 6 [mm] dhe më pas vazhdohet hapja me burgjinë me dimension 18 [mm].

Figura 4.29 Vendosja e shabllonit dhe shenjëzimi për hapjen e vrimave

a) b)

Figura 4.30 a)Hapja e vrimave me burgji përmes shabllonit dhe b) hapja e vrimave pa shabllon

Pas hapjes së vrimave vazhdohet me hapjen e filetove me dorë me anë të veglës përkatëse.



a) b)

Figura 4.31 a) Hapja e filetove me dorë b) filetot e hapura

Në fund merret buloni lyhet me një material i cili ndihmon në shtrëngimin e bulonit në pjesë. Bulonin e vendosim nga ana e poshtme e pjesës.

a) b)

c)

Figura 4.32 a) Buloni, b) vendosja e bulonit dhe c) lyerja e bulonit me material ngjitës

4.12 Përgatitja e pjesës për mbushje

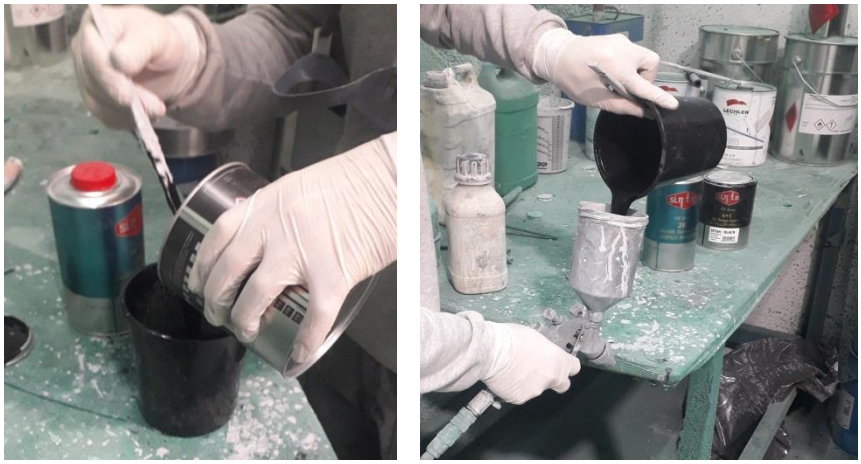
Gjatë këtij procesi pjesa gërryhet me veglën përkatëse pastaj mbushet me kit aty ku pjesa mund të ketë mundësi futjen e ajrit. Pas mbushjes me kit pjesa duhet të qëndroj të thahet 20 [min], pastaj gërryhet prap dhe vazhdohet me procedura tjera.

a) b)

Figura 4.33 a) Gërryerja e pjesës dhe b) mbushja me kit

4.13 Përmirisimi me mbushje me rrëshirë akrilike

Së pari bëhet përgatitja e materialit për filler[15], bëhet përzierja e fillerit me tretës përkatës në bazë të raporteve të përgatitjes.



a) b)

Figura 4.34 a) Përgaditja e fillerit dhe b) vendosja në veglën për spërkatje

Filleri përzihet mirë dhe vendoset në enën për filler dhe ajo pastaj vendoset në pistoletë. Pistoleta për vendosjen e fillerit është e ndryshme nga pistoleta e cila përdoret për ngjyrosje.

a) b)

Figura 4.35 a) Vendosja e fillerit b) pjesa pas vendosje se fillerit

Pasi të përfundon vendosja e fillerit atëherë pjesa prapë duhet të qëndroj për tharje deri në 2 orë.

Pas tharjes së pjesës, pjesa duhet të gërryhet prapë me letër gërryese 400.

[15] Filler primer – është komponent mbushës me bazë rrëshire akrilike, siguron efekt të lartë mbushës dhe rezistencë të fortë kimike dhe fizike

4.14 Kontrolli pas vendosjes së fillerit

Kur të përfundon i gjithë procesi i vendosjes së fillerit dhe gërryerja prapë e pjesës pjesa kalon në procedurën e kontrollit.

Ky kontroll ka për qëllim të kontrolloj së a ka ndonjë problem tek vendosja e fillerit dhe kontrollohet pjesa se a ka prani të ajrit.

4.15 Ngjyrosja

Fillojmë me përgatitjen e ngjyrës në bazë të raporteve zyrtare për përzierjen e ngjyrave me përforcues. Ngjyra duhet të përzihet mirë para se të aplikohet në pjesë dhe gjithashtu duhet të kullohet edhe njëherë qe të jetë sa më e njëtrajtshme.

a) b) c)

Figura 4.36 a) Ngjyra, b) tretësi dhe c) raportet zyrtare për përzierjen e ngjyrës me tretës

Ngjyra pastaj vendoset në enën e cila i montohet pistoletës për ngjyrosje.

a) b)

Figura 4.37 a) Vendosja e ngjyrës në veglën për ngjyrosje dhe b) pistolete mbushur me ngjyrë

Vendosim pjesën në tavolinë në kabinën për ngjyrosje dhe së pari e pastrojmë pjesën në mënyrë që mos të ketë prani të pluhurit. Pasi të kemi bërë të gjitha përgatitjet e nevojshme atëherë fillohet me ngjyrosje. Pas aplikimit të ngjyrës në pjesë ajo duhet të qëndroj në tharje diku përreth 2 orë.

a) b)

Figura 4.38 a)Pastrimi i pjesës para ngjyrosjes dhe b) ngjyrosja

4.16 Kontrolli përfundimtar

Pas përfundimit të perfitimit të pjesës kalon tek kontrolli përfundimtar ku pjesa kontrollohet në tërësi dhe kalohet pastaj në procesin e paketimit.

a) b)

Figura 4.39 a)Kontrolla e ngjyrosjes së pjesës, b) pjesa pas tharjes nga ngjyrosja

4.17 Paketimi

Kur pjesa e kalon procesin e kontrollës përfundimtare, pjesës duhet ti bëhet paketimi. Së pari duhet prerë materialin me të cilin mbështillet pjesa, pastaj e mbështjellim pjesën mirë në mënyrë që gjatë transportimit mos të dëmtohet. Dhe krejt në fund vendoset në paket dhe bëhet mbyllja e paketës.

a) b) c)

Figura 4.40 a) Matja dhe prerja e materialit për mbështjellje b) izolimi i pjesës dhe c) vendosja e pjesës në paket

5 ANALIZA STRUKTURORE E PJESËS PËRMES SOFTUERIT ANSYS

Programi ANSYS për analizë strukturore është një program i cili na lehtëson punën e zgjedhjes së problemeve.

Bartja e skedarit nga programi SolidWorks në programin ANSYS ku përmes të cilit mund të bëjmë analiza të ndryshme, ne me këtë program kemi bërë analizën e deformimit, zgjatmit dhe elasticitetit të trupit në mënyrë profesionale që na oforon programi. Hapi i parë që ne e bejmë është bartja e skedarit dhe këtu ne caktojmë pikën zero të sistemit kordinativ si dhe gjithashu në këtë rast kemi mundësin edhe të ndërhyjmë në detalin e vizatuar në rast se ka nevojë. Në rastin tonë pozitën e sistemit kordinativ nuk e ndryshojmë të treguar si në figurën 51.

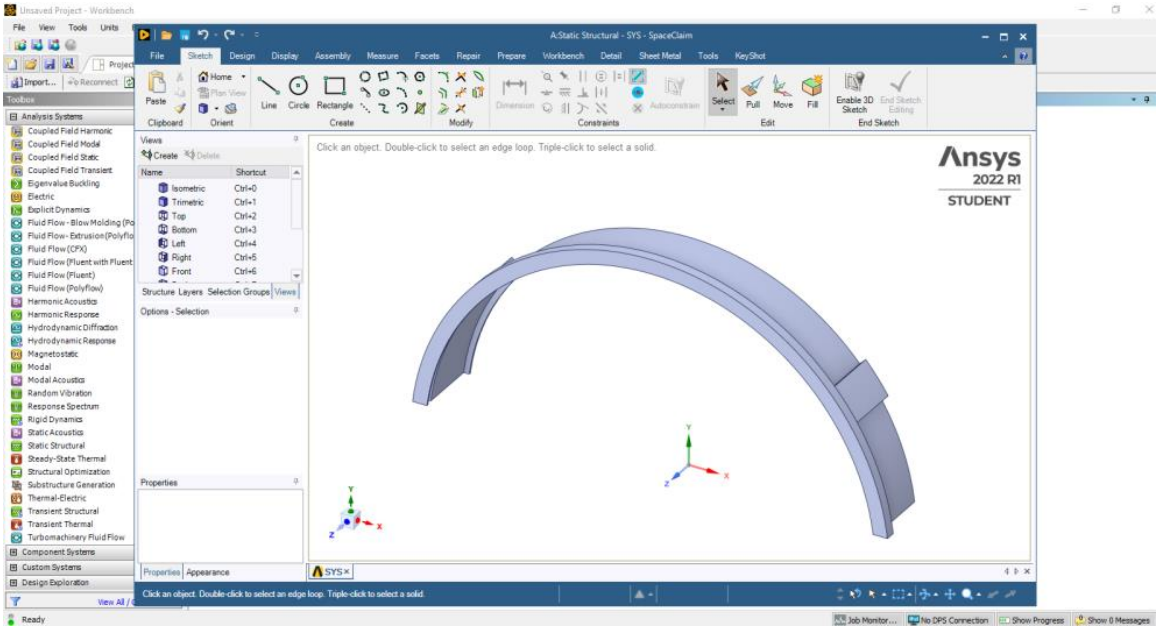


Figura 5.1 Bartja e detalit në programin ANSYS

5.1 Zgjedhja e materialit

Pas bartjes së skedarit atëherë vazhdojmë me hapat tjerë, hapi tjetër i rëndësishëm është zgjedhja e materialit, ku për secilin material veq e veq progami i posedon parametat. Në rastin tonë zgjedhim materialin PCB lamiate, Epoxy/Glass fiber dhe në bazë të zgjedhjes së këtij lloji të materialit atëherë në mënyrë automatike programi i gjeneron parametrat e tjerë siq janë temperatura, densiteti etj.

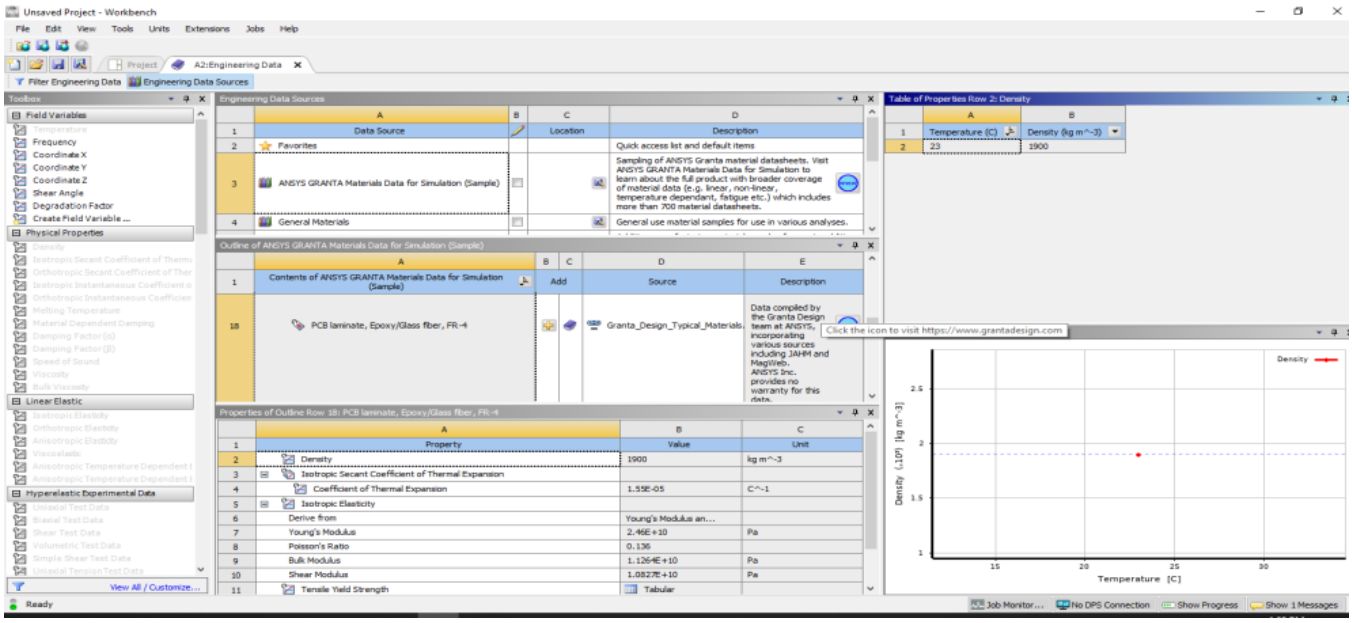


Figura 5.2 Zgjedhja e materialit

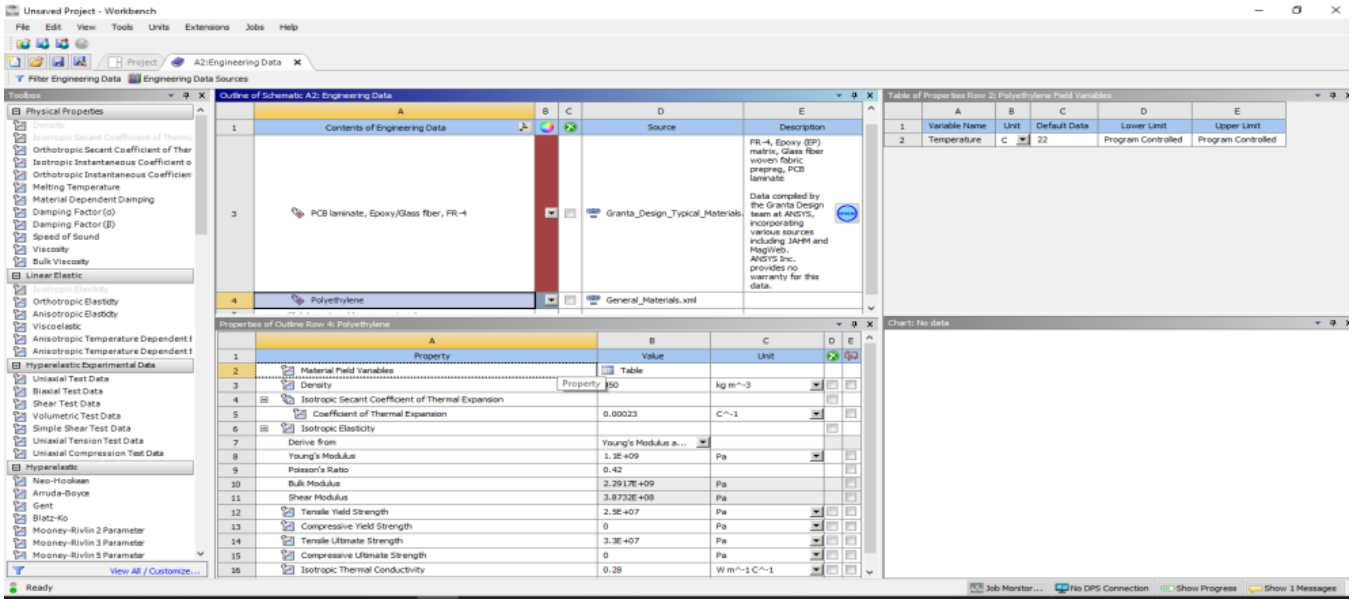
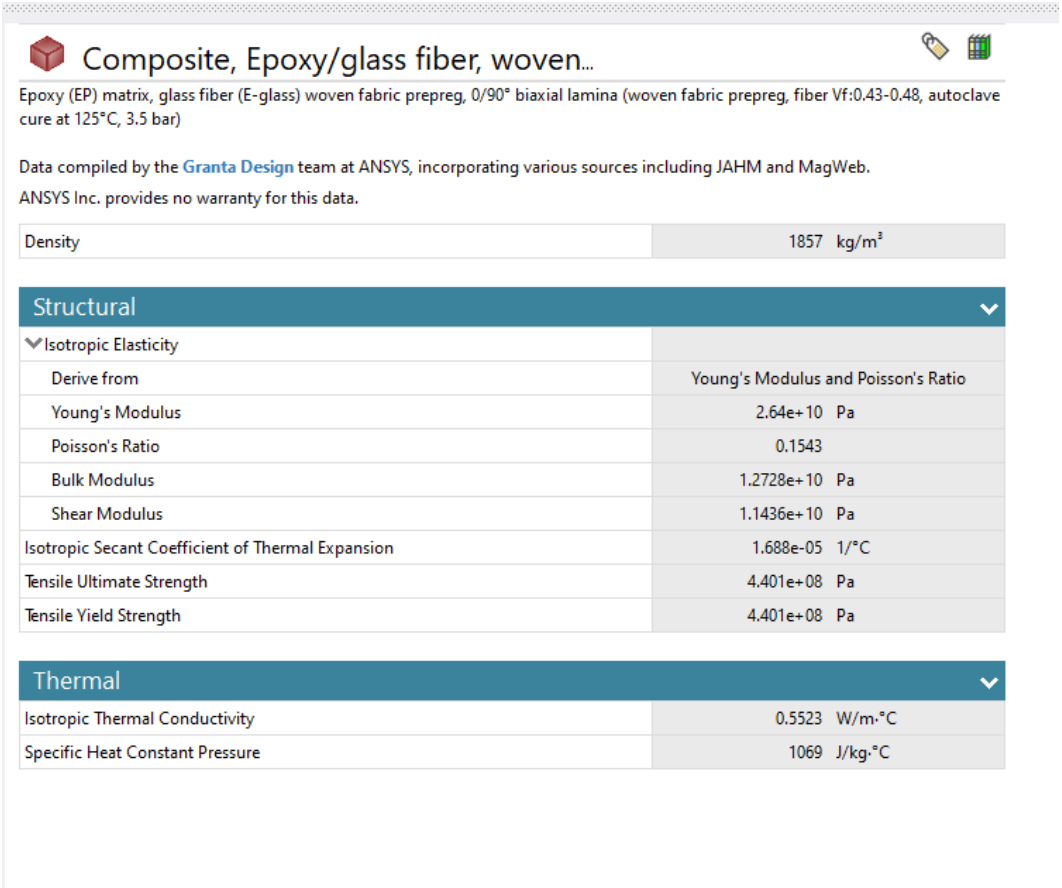


Figura 5.3 Zgjedhja e materialit dhe e parametrave



Composite, Epoxy/glass fiber, woven...

Epoxy (EP) matrix, glass fiber (E-glass) woven fabric prepreg, 0/90° biaxial lamina (woven fabric prepreg, fiber Vf:0.43-0.48, autoclave cure at 125°C, 3.5 bar)

Data compiled by the Granta Design team at ANSYS, incorporating various sources including JAHM and MagWeb.
ANSYS Inc. provides no warranty for this data.

Density	1857	kg/m³
Structural		
Isotropic Elasticity		
Derive from	Young's Modulus and Poisson's Ratio	
Young's Modulus	2.64e+10	Pa
Poisson's Ratio	0.1543	
Bulk Modulus	1.2728e+10	Pa
Shear Modulus	1.1436e+10	Pa
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	1.688e-05	1/°C
Tensile Ultimate Strength	4.401e+08	Pa
Tensile Yield Strength	4.401e+08	Pa
Thermal		
Isotropic Thermal Conductivity	0.5523	W/m·°C
Specific Heat Constant Pressure	1069	J/kg·°C

Figura 5.4 Parametrat e materialit te zgjedhur

5.2 Ndarja e trupin në mesh

Ndarjen e trupit e bejemë në ndarje shumë të vogla në forma trekëndëshe dhe madhësia e këtyre ndarjeve është shumë e vogel diku reth 3[mm] dhe trupi është ndarë në 6744 pjesë kurse sipërfaqja totale e analizuar është gjthsej 18672 [mm²].

Forma e ndarjeve të trupit mundë të jetë edhe në forma katërkëndëshe mirpo ne jemi percaktu për formën trekëndëshe

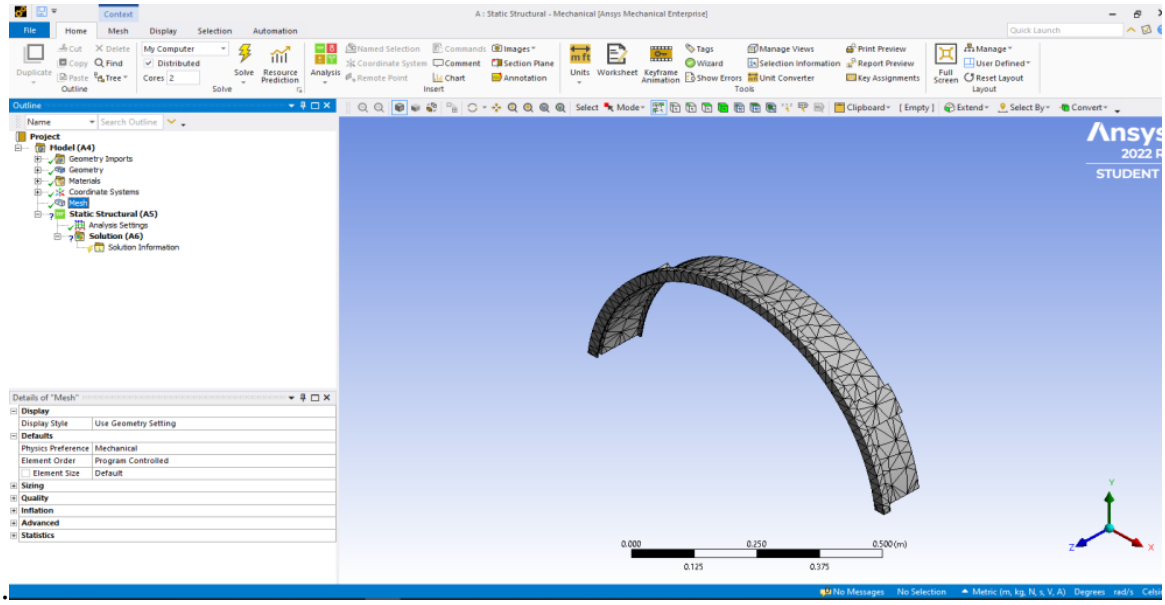


Figura 5.5 Ndarja e trupit në mesh

5.3 Fiksimi i trupit

Fiksimi i trupi gjeometrik bëhet në dy pjesë ku në program shihen me ngjyrë vjollce.

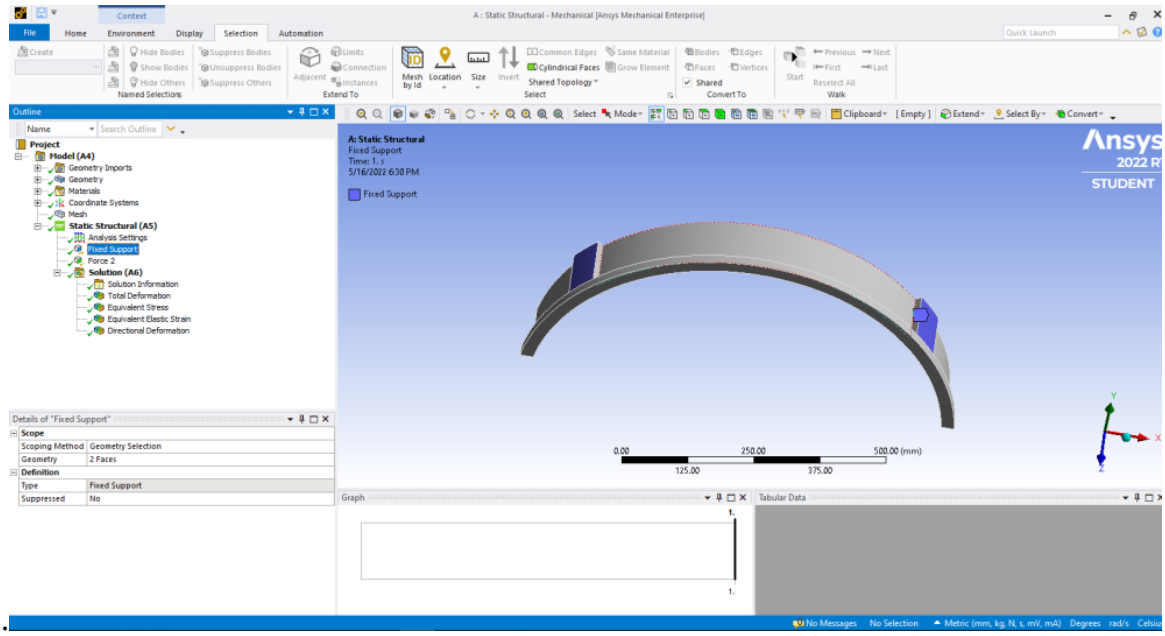


Figura 5.6 Fiksimi i trupit

5.4 Ngarkimi i trupit

Pasi që trupi fiksohet atëher trupi ngarkohet me forcë të supozuar të cilen e kemi marr F= 100[N], dhe e cila vepron në drejtim të aksit Y. Sipërfaqet e detalit të cilat janë hijezuar me ngjyrë të kuqe paraqesin veprimin e ngarkeses në trup.

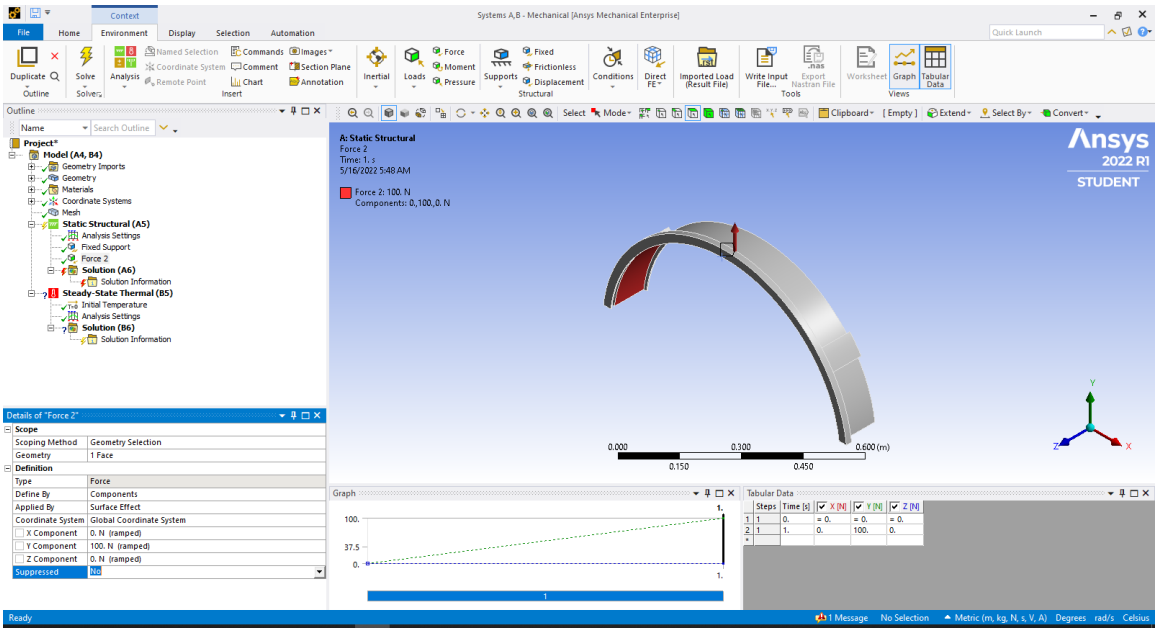


Figura 5.7 Ngarkesa e trupit me forcë

5.5 Deformimi i trupit

Në figurën 59 shihet deformimi total i trupit ku për kohën 1 [s] deformimi maksimal ka vlerën 2.45[mm]. Shtresat e trupit të cilat kanë marrë ngjyrë të kuqe aty pra paraqitet deformimi maksimal i trupit, kurse shtresat e trupit të cilat janë me ngjyrë të kaltërt paraqesin deformimin minimal.

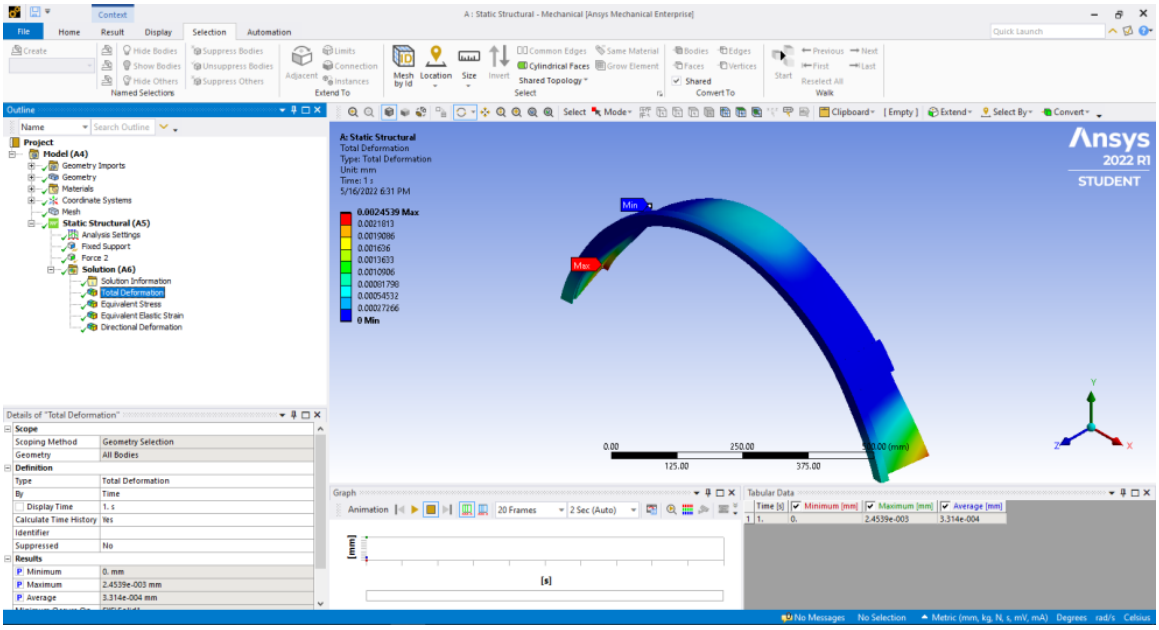


Figura 5.8 Deformimi total

Zgjatimi maksimal i trupit është 0.468 [Mpa] kurse ai minimal 0.00155 [Mpa]

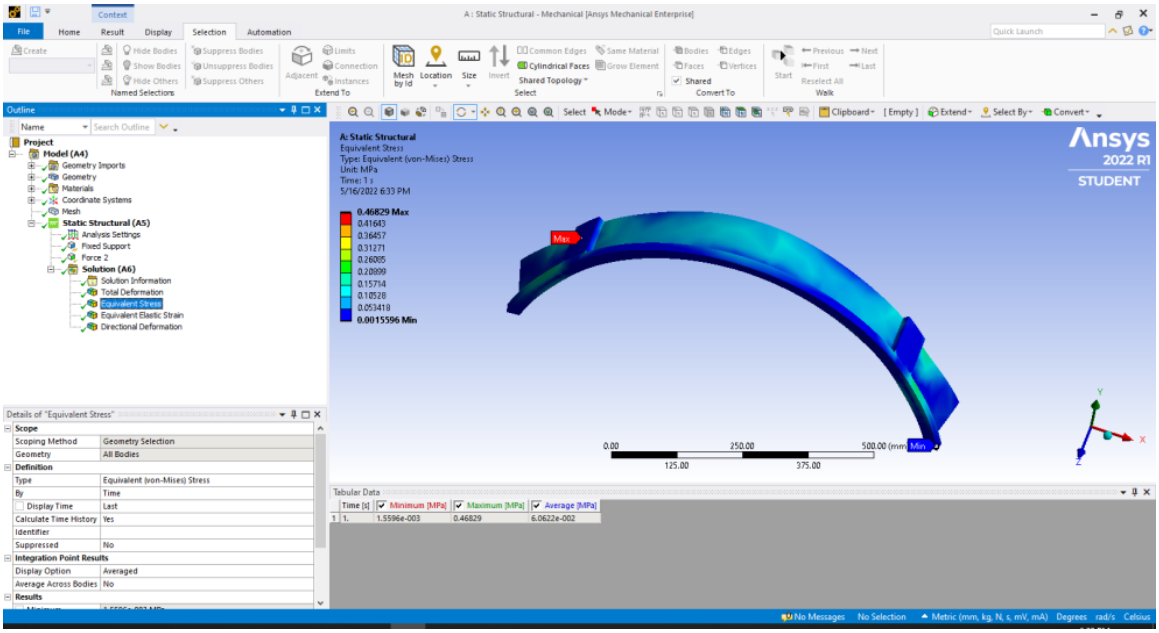


Figura 5.9 zgjatimi i trupit

Elasticiteti i maximal i trupit është 2.3678-006[mm/mm], kurse ai minmal është 1.745-008[mm/mm]

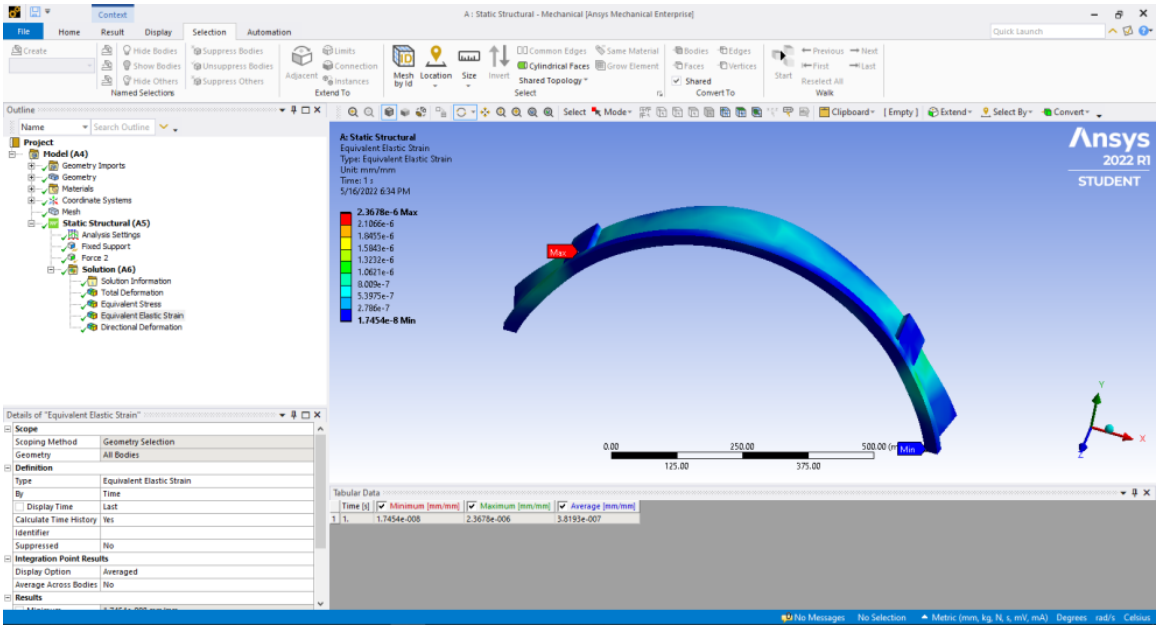


Figura 5.10 Elasticiteti i trupit

Deformimi maksimal i trupit në drejtim të aksit y është 8.25[mm] kurse deformimi minimal është -6.23-005[mm]

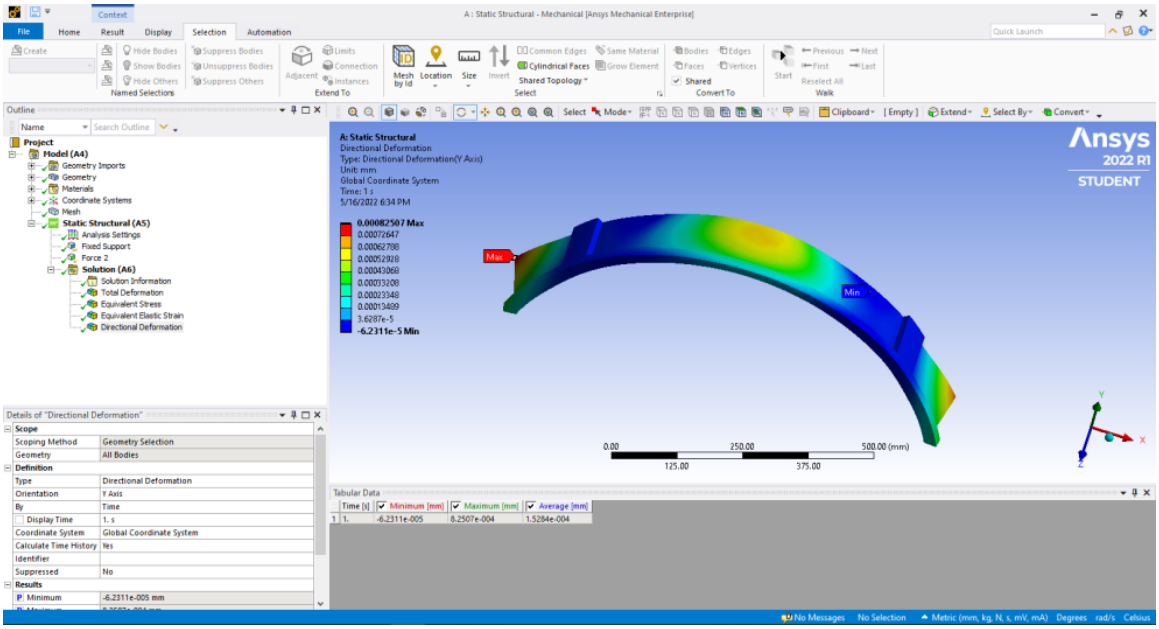


Figura 5.11 Deformimi i trupit vetëm në drejtim të aksit Y

6 PËRFUNDIMI

Për përfitimin e një cilësie më të mirë të pjesës të përfituara nga kompozitet duhet të shqyrtohen dhe të merrenn parasysh faktorët të cilët ndikojnë në cilësi, faktorët janë të shumtë duke filluar nga zgjedhja e metodës së përpunimit varësisht nga forma gjeometrike e trupit, nga përgaditja adekuate e formës apo kallëpit, zgjedhja e materialit (rreshirës dhe llojit të fibrave), mirëmbajtja e materialit i cili duhet të ketë një ambient konstant si nga mbrojtja e rrezeve të diellit dhe lagështisë së ajrit, rregullimi i parametrave si presioni i ajrit në motor, presioni i përforcuesit, sasia e përzierjes së rreshirës me përforcues, sasia e prurjes së rrëshirës, rregullimi i temperaturës.

Faktorë tjetër kryesor është edhe mbyllja e formës dhe largimi i ajrit të mbetur nga mbrendësia e formës në mënyrë që të përfitohet një vakum mbrenda, kjo ndikon dukshëm në cilesinë e pjesës, gjithashtu është e rëndësishme edhe koha e ngurtësimit të pjesës e cila është e varur nga temperatura e ambientit dhe lagështia e ajrit dhe pastaj largimi i pjesës nga kallëpi e cila duhet të nxirret me kujdes të madh në mënyrë që mos të dëmtohet pjesa ë përfituar dhe as kallëpi.

Gjithashtu edhe gjatë prerjes, mbushjes, hapjes së vrimave, ngjyrosjes dhe kontrollit duhet shqyrtohen faktorët të cilësisë së pjesës të cilet janë të shumtë.

Përmes programit Ansys kemi berë një analize strukturore ku kemi nxjerrë deformimin total ku me nje ngarkes të supozuar në drejtim të aksit Y, janë berë analizat e deformitit të pjesës në drejtim të aksit Y, elasticitetit si dhe zgjatimi. Pasi që programi ka qenë një version studentor ai ka qen i limituar.

7 LITERATURA

[1] MANUFACTURING AND PROCESSING OF COMPOSITE MATERIALS, Dr. Osama Mohammed Elmardi Suleiman Khayal, Nile Valley University, Dept. of Mechanical Engineering, Sudan

[2] RESIN TRANSFER MOLDING PROCESS MONITORING AND CONTROL, C. William Lee and Brian P. Rice

The University of Dayton Matthew B. Buczek and David C. Mason Aerospace Service and Controls, Inc.

[3] ANALYSIS OF THE RESIN TRANSFER MOLDING (RTM) PROCESS FOR FRP AND ITS PROCESS SIMULATION FUNDAMENTALS, S. Caba and M. Kocha Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Kunststofftechnik, Germany

[4] RESIN TRANSFER MOLDING PROCESS OPTIMIZATION, Lin MY, Murphy MJ, Hahn HT

This article was submitted to:COMPOSITES PART A APPLIED SCIENCE AND MANUFACTURING

U.S. Department of Energy April 2000

[5] KOMPOZIT ÜRETIM YÖNTEMLERI

[6] https://www.intechopen.com/books/composite-and-nanocomposite-materials-from-knowledge-to-industrial-applications/introduction-to-composite-materials

[7] https://www.intechopen.com/books/composite-and-nanocomposite-materials-from-knowledge-to-industrial-applications/introduction-to-composite-materials

[8] http://kompozithayalleri.com/kompozit-malzemelerin-kullanim-alanlari/

[9] SHKENCA DHE TEKNOLOGJIA E MATERIALEVE, Teuta Dilo, Tiranë 2012

[10] TEKNOLOGJIA E PERPUNIMIT TE MATERIALEVE POLIMERE, prof.dr Hysni Osmani, Prishtinë 2010