

**UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE
DEPARTAMENTI I TEKSTILIT DHE MODËS**

DISERTACION

PËR MARRJEN E GRADËS SHKENCORE

DOKTOR

**TEMA: “STUDIMI I POTENCIALIT TË FIBRAVE
PËR TEKSTILE TEKNIKE (RAST STUDIMI)”**

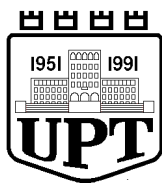
DISERTANTI

Ing. MSc. Ilda KOLA (DEROMEMAJ)

UDHËHEQËSI SHKENCOR

Prof. Dr. Genti GUXHO

Tiranë, 2017



**UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE
DEPARTAMENTI I TEKSTILIT DHE MODËS**

DISERTACION

**I PARAQITUR NGA MSc. ILDA KOLA (DEROMEMAJ)
PËR MARRJEN E GRADËS SHKENCORE
DOKTOR**

**TEMA: “STUDIMI I POTENCIALIT TË FIBRAVE PËR
TEKSTILE TEKNIKE (RAST STUDIMI)”**

UDHËHEQËS SHKENCOR: Prof. Dr GENTI GUXHO

Mbrohet me dt. 10.11.2017, përpara jurisë:

- | | |
|-------------------|---|
| 1. Kryetar | Akademik JORGAQ KAÇANI |
| 2. Anëtar | Prof. Dr. YLLI SHEHU |
| 3. Anëtar | Prof. Dr. SPIRO DRUSHKU (oponent) |
| 4. Anëtar | Prof. Dr. VLADIMIR KASEMI |
| 5. Anëtar | Prof. Asoc. Dr. ERMIRA SHEHI (oponent) |

ÇERTIFIKATË

Deklaroj se punimi që vijon është puna ime origjinale. Te gjitha të dhënat e tjera të marra nga burime të ndryshme janë cituar nëpërmjet referencave.

Ilda KOLA (DEROMEMAJ)

Babit Tim

Mirënjohje

- *Së pari, shpreh Mirënjohje dhe Falenderim të thellë për Udhëheqësin tim Shkencor Porfesor Genti Guxho, njëkohësisht edhe Përgjegjës i Departamentit të Tekstilit dhe Modës, për të gjithë ndihmën dhe mbështetjen që më ka dhënë në përmbylljen me sukses të këtij punimi! Dhe jo vetëm! Ndihma dhe përkrahja e tij e vazhdueshme kanë qenë prezente në çdo sfidë drejt rritjes time profesionale! Faleminderit shumë Profesor!*
- *Falenderoj Drejtuesit e Universitetit Politeknik të Tiranës, Akademik Jorgaq Kaçani, dhe Fakultetit të Inxhinierisë Mekanike, Prof. Dr. Andonaq Londo, që kanë bërë të mundur që unë të jem pjesë e botës akademike, si dhe kualifikimin tim të vazhduar shkencor!*
- *Falenderoj të gjithë Profesorët e Nderuar, me të cilët unë kam pasur fatin të zhvilloj formimin teorik të Shkollës së Doktoraturës. Falenderim i veçantë për Profesoresh Ermira Shehu, që përveç sa më sipër, duke qenë pjesë e Departamentit të Tekstilit dhe Modës, më ka përkrahur dhe ndihmuar në vazhdimësi!*
- *Falenderoj Projektin Erasmus+, që mundësoi zhvillimin e një pjese të studimit tim, në një nga universitetet më të mirë në rang botëror !*
- *Falenderoj Departamentin e Inxhinierisë Materiale. Tekstile dhe Kimike, në Universitetin Ghent, Belgjikë, ku u realizua edhe pjesa eksperimentale e këtij punimi, për bashkëpunimin dhe mundësinë që më dha të punoj dhe testoj në laboratorët e tyre dhe në pajisje të fjalës së fundit të teknologjisë!*
- *Një Falenderim dhe Mirënjohje e veçantë shkon për miken time më të ngushtë, Blerina Kolgjini, për të gjithë ndihmën dhe mbështetjen e saj morale dhe profesionale, përgjatë këtyre viteve, dhe për më tepër në realizimin e këtij punimi. Faleminderit Blerina që më ke duruar edhe kur unë nuk duroja veten, dhe më ke qëndruar pranë edhe në ditët e mia më të vështira! Të jam mirënjohëse!*
- *Mirënjohje për koleget e Departamentit, dhe të gjithë miqtë e mi, për mirëkuptimin dhe mbështetjen e tyre në këto vite!*
- *Falenderoj Familjen time, Bashkëshortin dhe vajzën, Amy Kola, për sakrificën e bërë që unë të përmbush këtë qëllim, dhe për mirëkuptimin e treguar gjatë këtyre viteve të vështira për ta!*
- *Dhe së fundi, por në vend të ëmbëlsirës, falenderoj vëllezërit dhe prindërit e mi, Dyzene dhe Abdul Deromemaj, të cilët më kanë sjellë në jetë, dhe më kanë bërë këtë që unë jam sot! Faleminderit që me shembullin Tuaj më keni treguar dhe mësuar se të jesh njeri i drejtë, i ndershëm dhe me zemër të madhe, nuk është dobësi, por virtyt! Ju jam Mirënjohëse përjetë Të Shtrenjtët e Mi!*

PËRMBAJTJA

ABSTRAKT	i
ABSTRACT.....	iii
LISTA E PUBLIKIMEVE.....	v
LISTA E FIGURAVE.....	vii
LISTA E TABELAVE	xii
LISTA E SHKURTIMEVE DHE SIMBOLEVE	xiv
PËRMBLEDHJE.....	xvi
Qëllimi i punimit.....	xvii
Objektivat dhe struktura e punimit.....	xviii

KAPITULLI 1

FIBRAT PËR TEKSTILE TEKNIKE.....	1
1.1 Hyrje	1
1.2 Zhvillimi i fibrave teknike	3
1.2.1 Fibrat natyrore.....	3
1.2.2 Viskoza rayon	4
1.2.3 Poliamidi dhe poliesteri	4
1.2.4 Poliolefinat.....	5
1.2.5 Fibrat me performancë të lartë	5
1.2.6 Qelqi dhe qeramikat	7
1.3 Tregu dhe aplikimet e tekstileve teknike	7
1.3.1 Sporti dhe argëtimi.....	8
1.3.2 Gjeotekstilet në inxhinerinë e ndërtimit	9
1.4 Referenca	11

KAPITULLI 2

ELEMENTET PËRBËRËS DHE APLIKIMET E BARIT ARTIFICIAL	12
2.1 Historiku i barit artificial.....	12
2.2 Elementët përbërës të barit artificial	14
2.3 Kërkesat “çelës” për sipërfaqet sportive artificiale	15

2.3.1	Kriteret e cilësisë.....	16
2.4	Aplikimet e barit artificial.....	17
2.4.1	Bari artificial për futboll	17
2.4.2	Bari artificial për tenis (sipas Standardit EN 15330)	17
2.4.3	Bari artificial për hokey	18
2.4.4	Bari artificial për rugby.....	19
2.4.5	Sipërfaqet e dizenuara për përdorime në shumë sporte (Standardi Evropian EN 15330)	19
2.4.6	Bari artificial për zbukurime (peisazhe).....	20
2.5	Referenca	21

KAPITULLI 3

VETITË FIZIKE TË FIBRAVE QË MERREN NË STUDIM 22

3.1	Polimerët që përdoren për prodhimin e fibrave filamenteve të barit artificial.....	22
3.1.1	Polietileni (PE). Struktura dhe vetitë.	22
3.1.2	Format dhe vetitë e Polipropilenit (PP).....	25
3.1.3	Poliamidi (PA)	26
3.2	Përcaktimi i vetive fizike të fibrave të marra në studim	28
3.2.1	Përcakti i hollësisë së fibrave.....	28
3.2.2	Përcaktimi i pamjes tërthore dhe gjatësore të fibrave	30
3.3	Përfundime	35
3.4	Referenca	36

KAPITULLI 4

VLERËSIMI I FORCËS PÛRKULËSE ME METODAT EGZISTUESE (FAVIMAT R DHE LISPORT 12M)..... 37

4.1	Pajisja për matjen e forcës përkulëse të një filamenti, FAVIMAT R	37
4.2	Testimi i fibrave me metodën FAVIMAT R.....	42
4.3	Analiza dhe krahasimi i rezultateve të marra nga FAVIMAT R	48
4.4	Metoda testuese që vlerëson sjelljen në përkulje të gjithë sistemit të barit artificial	52
4.4.1	Pajisja Lisport-12 metër	54
4.5	Testimi dhe rezultatet për fushat e prodhuara nga fibrat e marra në studim.....	55
4.6	Përfundime	58
4.7	Referenca	60

KAPITULLI 5**VLERËSIMI I FORCËS PËRKULËSE TË FIBRAVE ME METODËN E RE NË DMA (DYNAMIC MECHANICAL ANALYZER)..... 61**

5.1	DMA- (Dynamic Mechanical Analyzer)	61
5.1.1	Parimet themelore të DMA	62
5.2	Realizimi i testimeve me metodën e re - DMA (Dynamic Mechanical Analyzer)	66
5.3	Përcaktimi i vlerave të forcës përkulëse në pikat Onset Points 1 dhe 2.....	79
5.4	Forca përkulëse e fibrave në varësi të distancës ku kjo forcë aplikohet, e matur në metodën DMA	100
5.5	Përfundime	104
5.6	Referenca	105

KAPITULLI 6**VLERËSIMI I METODËS SË RE TESTUESE NË DMA..... 106**

6.1	Parimet e përgjithshme që përdoren në vlefshmërinë e metodës	106
6.2	Procedura e vlefshmërisë	109
6.3	Analiza e vlefshmërisë së metodës së re në DMA	110
6.4	Përfundime	120
6.5	Referenca	121

KAPITULLI 7**TESTIMI I FIBRAVE NË TEMPERATURA TË LARTA ME DMA**

7.1	Procedura testuese e fibrave në temperature të larta	123
7.2	Testimi dhe performanca e fibrave në temperatura të larta.....	125
7.3	Përfundime	136
7.4	Referenca	138

KAPITULLI 8**KONKLUZIONE DHE REKOMANDIME**

ABSTRAKT

Fibrat dhe pëlhurat teknike po konkurojnë dhe zëvendësojnë denjësisht materialet tradicionale në shumë fusha dhe aplikime në veprimtarinë e përditshme jetësore. Kjo ka rezultuar në një rritje me ritme të shpejta të kësaj fushe të industrisë tekstile, për shkak të vetive specifike që ofrohen dhe numrit të madh të aplikimeve, ku produktet e saj mund të përdoren. Vetitë e tekstileve teknike i atribuohen, në pjesën më të rëndësishme, materialit bazë, nga i cili ato përbëhen, që janë fibrat. Gama e lëndëve të para që përdoren për tekstile teknike përfshin pothuajse të gjitha llojet e fibrave që janë në përdorim, nga ato konvencionale, natyrore dhe sintetike, deri tek fibrat e performancës së lartë ose të gjeneratës së tretë.

Në skemat e shumta të klasifikimit të tekstileve teknike, një vend të rëndësishëm zë edhe grupi i tekstileve për sport dhe argëtim (*sporttech*), specifikisht sporti i futbollit, për shkak të përhapjes në rritje dhe popullaritetit global që e shoqërojnë këtë sport kaq të dashur nga njerëzit. Aplikimi kryesor i tekstileve teknike në sportin e futbollit, sikurse edhe në shumë sporte të tjera, janë fushat e barit artificial. Në 10 vjeçarin e fundit, futbollit ka tërhequr vëmendjen e trupave të ndryshme sportive, duke përfshirë këtu shoqërinë më të rëndësishme botërore të futbollit që është FIFA, e cila ka shprehur interes të veçantë dhe ka dhënë mbështetje të madhe për sistemet e fushave të barit artificial.

Fibrat dhe elementët e tjerë përbërës të këtyre sistemeve ndikojnë drejtpërdrejt në performancën e produktit përfundimtar duke pasur një impakt të madh në jetëgjatësinë e tij dhe në cilësinë e lojës. Përpara se këto produkte të hidhen në treg për përdoruesit duhet të garantohet cilësia e tyre, dhe për këtë, produktet i nënshtrohen disa testeve të çertifikuara nga FIFA. Është pikërisht ky element me të cilin përballen prodhuesit dhe garantuesit e cilësisë.

Një prej deformimet më të rëndësishme, të cilit i nënshtrohen më shumë fibrat e barit artificial gjatë përdorimit të tyre, është përkulja. Aftësia e fibrave ose filamenteve për tu rikthyer pas deformimeve të tilla si përkulja, përdredhja, shtypja, përcakton performancën dhe jetëgjatësinë e tyre dhe të gjithë sistemit të barit që ato formojnë.

Gjeografia e përdorimit të këtyre sistemeve tashmë është shtrirë edhe në vendet ku temperatura e ambientit arrin mbi 35°C. Meqenëse polimeri nga i cili formohen fibrat është LLDPE, një polimer i ndjeshëm ndaj temperaturave, lind nevoja e e testimit dhe vlerësimit të performancës së këtyre fibrave edhe në temperatura të larta. Në parantezë, egzistojnë metoda për vlerësimin e sjelljes në përkulje të fibrave, por ato janë të kushtëzuara në realizimin e testimit, vetëm në temperatura laboratorike 22±3°C.

Si rrjedhojë, lind nevoja e zhvillimit të një metode testuese për përcaktimin e performancës në përkulje të filamenteve edhe në temperatura të larta. Kjo përbën edhe qëllimin e këtij studimi.

Metoda e re e zhvilluar në pajisjen *Dynamic Mechanical Analyzer* (DMA), cilësohet e vlefshme, duke ofuar korrelacion të fortë me metodën egzistuese Favimat R ($r = 0.977$). E njëjta vlefshmëri rezulton edhe për testimin e fibrave në përkulje në temperatura të larta.

Kjo metodë ofron mundësinë e matjeve të shpejta, shumë të sakta dhe marrjen e një informacioni shumë të gjerë, lidhur me materialin që testohet. Informacioni i marrë konsiston, jo vetëm në vetitë fiziko – mekanike të materialit, por edhe për ndryshimet morfologjike që mund të ndodhin në strukturën e brendshme të tij, nën ndikimin e faktorëve të ndryshëm, kryesisht temperaturës dhe kohës.

Fjalët çelës: Fibrat teknike, LLDPE, Favimat R, DMA, vlefshmëri metode, temperatura të larta.

ABSTRACT

The more competitive nature (of the new generation) of fibres and technical materials means that they are taking over from the use of traditional materials in different fields of everyday life. The rapid growth of this field in the textile industry is as a result of inherent properties of the fibres along with the number of applications for which they can be used. The technical qualities that they exhibit and, most importantly, the core properties of the fibres make them a more viable option than the conventional natural and synthetic fibres, in spite of their high performance and being of a third generation.

In different classification tables of the technical materials, textiles such as *Sportech* take an important place in the area of sport and entertainment, and more significantly in the area of the sport of football, the popularity of which has resulted in the increased use of such textiles.

The main application of technical textiles in football is in respect of the football pitch itself. In the last 10 years, the governing bodies of football such as FIFA have developed a special interest in these fibres and have greatly supported their use with regard to artificial grass.

Fibres and their elements and compounds have a direct impact on the performance of the product which in turn determines the longevity of the product as well as enhancing the quality of the game. Before these products are presented onto the market, their quality needs to be guaranteed, and this is achieved by undergoing a number of tests certified by FIFA.

One of the most important properties of artificial fibres is the ability to bend. The ability of fibres or filaments to return to their original shape after being deformed as a result of bending, twirling and compression is crucial to the quality of performance and the subsequent longevity of the grass.

The demographic use of these fibres extends to countries where the atmospheric temperature can reach over 35 degrees Celsius. Due to the LLDPE polymer being temperature sensitive, there is the need to test these fibres in high temperatures. At present, the behaviour of the artificial grass fibre is tested in temperatures up to 22+/-3 degrees Celsius.

As a consequence of this, the need has arisen to develop a method which tests the performance of the filament in higher temperatures. This is the purpose of this study.

The new method, developed in *Dynamic Mechanical Analyzer* (DMA), is valid for the reason that it offers a strong correlation with the existing method Favimat R (of $r=0.977$). The same validity results from the bending tests in high temperature.

This method offers the possibility of making fast and accurate measurements, and also taking extended information for the tested materials (fibres). This information consists not only on the physical mechanical properties of the materials but also in the morphological changes that may occur in their structure, while being exposed to different factors, mostly temperature and time

Keywords: *Technical fibers, LLDPE, Favimat R, DMA, evaluation method, high temperatures.*

LISTA E PUBLIKIMEVE

1. **Ilda Kola**, Blerina Kolgjini; “Mechanical and hydraulic behaviour of geotextiles”. Journal of Natural and Technical Sciences (JNTS), 2015, Vol. XX(2), pp. 113-123. ISSN 2074-0867.
2. **Ilda Kola**, Lode Daelemans, Blerina Kolgjini, Stijn Rambour, Genti Guxho, Paul Kiekens; “Bending force of LLDPE monofilaments in relation with the distance of applied force”, International journal for science, technics and innovations for the industry/ MACHINES TECHNOLOGY MATERIALS, YEAR XI, Issue 5/2017, pp. 221-224, ISSN 1313-0226.
3. **Ilda Kola**, BlerinaKolgjini, Stijn Rambour, Genti Guxho, Paul Kiekens; “Influence of linear density and cross section shape of the monofilaments on their bending behaviour”, Journal of Natural and Technical Sciences (JNTS), 2017, Vol. XXII (44) pp. 147-158, Academy of Science of Albania, ISSN 24-890484, 2017.
4. **Ilda Kola**, Blerina Kolgjini, Dagmar D’Hooge, Genti Guxho, Paul Kiekens; “Comparison between new developed test method (using DMA) and the existing one for measurement of the bending force of monofilaments”, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, (An ISO 3297: 2007 Certified Organization), Vol. 6 Issue 6, June 2017, pp. 1111-1119, ISSN: 2319-8753.
5. Blerina Kolgjini, **Ilda Kola**, Ermira Shehi, Paul Kiekens; “Dimensional stability of monofilaments and the performance of artificial turf”. Journal of Natural and Technical Sciences (JNTS), 2015, Vol. XX(1), pp. 143-149. ISSN 2074-0867.
6. Blerina Kolgjini, Gustaaf Schoukens, **Ilda Kola**, Stijn Rambour, Ermira Shehi, Paul Kiekens; “Influence of heat treatment on the bending behaviour of LLDPE monofilaments” AUTEX Research Journal, Vol 14, No 3, September 2014, DOI: 10.2478/aut-2014-0021, pp187-199.
7. Genti Guxho, **Ilda Kola**; “ Tekstilet Teknike”, Botues EDLORA, Tiranë 2014 , ISBN: 978-9928-4212-2-7.
8. **Ilda Kola**, Genti Guxho; “Engineering Functions and Applications”, 5th International Textile Conference, 7 December 2012, Tirana, Albania.

9. **Ilda Kola**, Genti Guxho; “Geotextile’s properties for some applications in civil engineering”, 6th International Textile Conference, 20 November 2014, Tirana, Albania, Book of Proceedings: pp. 81-91, **ISBN: 978-9928-171-14-6**.
10. **Ilda Kola**, Blerina Kolgjini, Ermira Shehi, Paul Kiekens; “Morphological Analyses of LLDPE Monofilaments by Using Modulated DSC”, 7th International Conference of Textile, 210-11 November 2016, Tirana, Albania, Book of Proceedings: pp. 237-240, **ISBN: 978-9928-171-54-2**.
11. **Ilda Kola**, Lode Daelemans, Blerina Kolgjini, Stijn Rambour, Genti Guxho, Paul Kiekens; “Bending force of LLDPE monofilaments in relation with the distance of applied force”, V International Scientific and Technical Conference/ Engineering. Technologies. Education. Security. 31.05-01.06.2017, Valiko, Tarnovo, Bulgaria, Proceedings, Vol II, Technics and Technologies. YEAR I, ISSUE 1 (2), VOL 2, pp. 163-166, BULGARIA, 2017. **ISSN 2535-0315 (Print), ISSN 2535-0323 (Online)**.
12. Blerina Kolgjini, Gustaaf Schoukens, **Ilda Kola**, Ermira Shehi, Paul Kiekens; “Third phase structure of heat treatment monofilaments and bending behaviour”, 8th Central European Conference (CEC 2015), September 16th-18th, Zagreb, Croatia. Book of Proceedings (8th Central European Conference on Fiber-grade Polymers, Chemical Fibers and Special Textiles): pp. 14-18, **ISBN: 978-953-7105-63-1**.

LISTA E FIGURAVE

Figura 2.1.	Zhvillimi i gjeneratave të barit artificial në vitet: a) 1966 (gjenerata e parë), b) 1980 (gjenerata e dytë), c) 1996 (gjenerata e tretë).	13
Figura 2.2.	Paraqitja skematike e përbërjes së barit artificial të përdorur në futboll.	15
Figura 2.3.	Shembull i një sipërfaqeje bari për futboll.	17
Figura 2.4.	Sipërfaqe artificiale pa mbushje për përdorim në sportin e hokey-it.	18
Figura 2.5.	Sipërfaqe artificiale me ujë për përdorim në sportin e hokey-it.	18
Figura 2.6.	Sipërfaqe artificiale për rugby.	19
Figura 2.7.	Pamje e një sipërfaqeje sintetike për përdorim në shumë sporte.	20
Figura 2.8.	Bar artificial i përdorur për zbukurim (që mbulon tarracën e një ndërtese në qytet).	20
Figure 3.1.	Struktura kimike e polietilenit e formuar nga monomer i etilenit .	23
Figura 3.2.	Struktura kimike e polipropilenit të formuar nga monomeri i propilenit	25
Figura 3.3.	Struktura kimike e formave të polipropilenit.	26
Figura 3.4.	Struktura kimike e monomerit të poliamidit.	27
Figura 3.5.	Reaksioni i polikondensimit të Nylon 6.6.	27
Figura 3.6.	Pamje të përgjithshme të formave të seksionit tërthor të filamenteve të barit artificial.	31
Figura 3.7.	(a) Pamja e seksionit tërthor dhe (b) pamja gjatësore e fibrës A.	32
Figura 3.8.	(a) Pamja e seksionit tërthor (b/1) pamja gjatësore e parë nga ana e lugët dhe (b/2) Pamja gjatësore e parë nga ana e mysët e fibrës B.	32
Figura 3.9.	(a) Pamja e seksionit tërthor dhe (b) pamja gjatësore e fibrës C.	33
Figura 3.10.	(a) Pamja e seksionit tërthor dhe (b) pamja gjatësore e fibrës D.	33
Figura 3.11.	Pamja e seksionit tërthor dhe (b) pamja gjatësore e fibrës E.	33
Figura 3.12.	(a) Pamja e seksionit tërthor (b/1) pamja gjatësore e parë nga ana e lugët dhe (b/2) Pamja gjatësore e parë nga ana e mysët e fibrës F.	34
Figura 4.1.	(a) Paraqitja skematike e testimit në përkulje në pajisjen FAVIMAT R (b) Parametrat e vendosjes së mostrës.	38
Figura 4.2.	Pamje të marra gjatë testimit në përkulje në FAVIMAT R.	39
Figura 4.3.	Histerezi tipike gjatë testimit të përkuljes dinamike të monofilamenteve, i monitoruar gjatë 300 cikleve në FAVIMAT R.	39
Figura 4.4.	Grafiku i forcës përkulëse absolute të matur F (cN) në funksion të numrit të cikleve.	40

Figura 4.5.	Grafiku i forcës përkulëse relative F (%) në funksion të numrit të cikleve.	41
Figura 4.6.	Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën A.	41
Figura 4.7.	Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën B(l).	43
Figura 4.8.	Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën B(m).	44
Figura 4.9.	Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën C.	45
Figura 4.10.	Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën D.	45
Figura 4.11.	Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën E.	46
Figura 4.12.	Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën F (l).	46
Figura 4.13.	Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën F (m).	47
Figura 4.14.	Pamje e vlerave të forcës përkulëse të marra nga programi FAVIMAT R.	47
Figura 4.15.	Forcat përkulëse për ciklet 1, 100 dhe 300 të matura në favimat R kundrejt llojit të fibrës dhe densitetit linear përkatës (Tex).	49
Figura 4.16.	Pajisja e përdorur për të përcaktuar distancën e rrokullisjes së topit.	51
Figura 4.17.	Pajisja Lisport-12 metër e instaluar në Departamentin e Tekstilit, Universiteti Gent.	53
Figura 4.18.	Pajisja Lisport-12 metër e instaluar në Departamentin e Tekstilit, Universiteti Gent.	55
Figura 5.1.	Kurba klasike Tension Deformim.	62
Figura 5.2.	Moduli dhe shuarja në një material viskoelastik.	63
Figura 5.3.	Këndi i fazës për tensionin dhe deformimin.	64
Figura 5.4.	Pamje të pajisjes DMA, të vendosur në Departamentin e Tekstilit, në UGent.	66
Figura 5.5.	Paraqitje skematike e nofullës së zgjedhur për testim “Single Cantilever”.	67
Figura 5.6.	Vendosja e fibrës në testimin në përkulje në DMA.	67
Figura 5.7.	Paraqitje skematike e mënyrës punuese me forcë të kontrolluar “Controlled Force”, të pajisjes DMA.	68
Figura 5.8. a/b/c	Ndërtimi i grafikut të forcës përkulëse të fibrës kundrejt zhvendosjes në Programin UA.	70

Figura 5.9.	Parametrat e ndryshëm të ndërtimit të grafikut në <i>Programin Universal AnalysisA</i> .	71
Figura 5.10.	Gjenerimi i grafikut dhe i vlerave të dy parametrave Y, në të njëjtën kohë, në <i>Programin UA</i> .	71
Figura 5.11.	Marrja e informacionit për metodën dhe procedurën testuese në <i>Programin UA</i> .	72
Figura 5.12.	Gjenerimi i të dhënave për parametrat testues, për të gjitha pikat, nëprogramitn UA.	73
Figura 5.13.	Nxjerrja e bllokut të parametrave të matjes së realizuar në <i>DMA</i> , nga <i>Programi Universal Analysis</i> .	77
Figura 5.14.	Gjetja e vlerës së forcës përkulëse për pikat <i>Onset Points</i> 1 dhe 2 në <i>DMA</i> .	79
Figura 5.15.	Marrja e rezultateve të forcës përkulëse nëpërmjet <i>Programit Universal Analysis</i> .	80
Figura 5.16.	Ndërtimi i pikave <i>Onset Points</i> për tre matjet e fibrës A në distancën a/b/c 2 mm.	81
Figura 5.17.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës A në distancën 2 mm.	82
Figura 5.18.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës A në distancën 3 mm.	83
Figura 5.19.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës B (l) në dist. 2 mm.	84
Figura 5.20.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës B (l) në dist. 3 mm.	85
Figura 5.21.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës B (m) në dist. 2 mm.	86
Figura 5.22.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës B (m) në dist. 3 mm.	87
Figura 5.23.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës C në distancën 2 mm.	88
Figura 5.24.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës C në distancën3 mm.	89
Figura 5.25.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës D në distancën 2 mm.	90
Figura 5.26.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës D në distancën 3 mm.	91
Figura 5.27.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës E në distancën 2 mm.	92
Figura 5.28.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës E në distancën 3 mm.	93

Figura 5.29.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës F(l) në distancën 2 mm.	94
Figura 5.30.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës F(l) në distancën 3 mm.	95
Figura 5.31.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës F(m) në distancën 2 mm.	96
Figura 5.32.	Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës F(m) në distancën 3 mm.	97
Figura 5.33.	Grafiku i mbivendosjes së kurbave të forcës përkulëse për fibrat A dhe E, për distancat 2mm dhe 3mm, të matura në DMA.	101
Figura 5.34.	Grafiku i mbivendosjes së kurbave të forcës përkulëse për fibrat B (l) dhe F (l), për distancat 2mm dhe 3mm, të matura në DMA.	102
Figura 5.35.	Grafiku i mbivendosjes së kurbave të forcës përkulëse për fibrat B (m) dhe F (m), për distancat 2mm dhe 3mm, të matura në DMA.	102
Figura 5.36.	Grafiku i mbivendosjes së kurbave të forcës përkulëse për fibrat C dhe D, për distancat 2mm dhe 3mm, të matura në DMA.	103
Figura 6.1.	Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të parë të Favimat dhe OP1 të matur në distancën 2mm në DMA, për të gjitha fibrat.	112
Figura 6.2.	Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të parë të Favimat dhe OP2 të matur në distancën 2mm në DMA, për të gjitha fibrat.	112
Figura 6.3.	Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të dytë të Favimat dhe OP1 të matur në distancën 2mm në DMA, për të gjitha fibrat.	113
Figura 6.4	Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të dytë të Favimat dhe OP2 të matur në distancën 2mm në DMA, për të gjitha fibrat.	113
Figura 6.5.	Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të parë të Favimat dhe OP1 të matur në distancën 3mm në DMA, për të gjitha fibrat.	114
Figura 6.6.	Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të parë të Favimat dhe OP2 të matur në distancën 3mm në DMA, për të gjitha fibrat.	114
Figura 6.7.	Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të dytë të Favimat dhe OP1 të matur në distancën 3mm në DMA, për të gjitha fibrat.	115
Figura 6.8.	Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të dytë të Favimat dhe OP2 të matur në distancën 3mm në DMA, për të gjitha fibrat.	115

Figura 6.9.	Grafiku i mbivendosur i kurbave të forcës përkulëse të matur në të dy metodat.	118
Figura 7.1.	Metoda e realizimit të testimit të forcës përkulëse në temperaturë të lartë, në DMA.	124
Figura 7.2	Ekulibrimi dhe ruajtja e temperaturës gjatë testimit të forcës përkulëse në DMA.	124
Figura 7.3.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën A në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	125
Figura 7.4.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën A në dist. 3 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	126
Figura 7.5.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën B(l) në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	126
Figura 7.6	Grafiku i forcave përkulëse për fib. B(l) në dist. 3 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	127
Figura 7.7.	Grafiku i forcave përkulëse për fib. B(m) në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	127
Figura 7.8	Grafiku i forcave përkulëse për fib. B(m) në dist. 3 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	128
Figura 7.9.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën C në dist 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	129
Figura 7.10.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën C në distancë 3 mm, në temp. RT - 50°C.	129
Figura 7.11.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën D në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	130
Figura 7.12.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën D në distancë 3 mm, në temp. RT - 50°C.	130
Figura 7.13.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën E në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	131
Figura 7.14.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën E në dist. 3 mm, në temp. RT - 50°C.	131
Figura 7.15.	Grafiku i forcave përkulëse për fib. F(l) në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	132
Figura 7.16.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën F(l) në distancë 3 mm, në temp. RT - 50°C.	132
Figura 7.17.	Grafiku i forcave përkulëse për fib. F(m) në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.	132
Figura 7.18.	Grafiku i forcave përkulëse për fibrën F(m) në distancë 3 mm, në temp. RT - 50°C.	133
Figura 7.19.	Grafiku i marrëdhënies midis vleravetë forcës përkulëse në temperaturat 25°C dhe 50°C.	136

LISTA E TABELAVE

Tabela 1.1.	Konsumi botëror i tekstileve teknike sipas aplikimeve të tyre, 2000-2005.	8
Tabela 3.1.	Disa nga vetitë fizike të polietilenit.	23
Tabela 3.2.	Temperaturat e shkrirjes së disa polimerëve.	24
Tabela 3.3.	Disa nga vetitë fizike të polipropilenit.	25
Tabela 3.4	Disa nga vetitë fizike të poliamidit Najlon 6.6.	27
Tabela 3.5.	Karakterisrikat fizike të fibrave të marra në studim.	35
Tabela 4.1.	Forca maksimale përkulëse absolute dhe relative, për secilin cikël (1÷300), në testimin me FAVIMAT R të fibrës A.	43
Tabela 4.2.	Forca maksimale përkulëse absolute dhe relative, për secilin cikël (1÷300), në testimin me FAVIMAT R të fibrës B (I).	44
Tabela 4.3.	Vlerat e forcës mesatare dhe shmangies standarde për fibrën A.	49
Tabela 4.4.	Forca maksimale përkulëse absolute dhe shmangia standarde, për të gjitha fibrat, e matur në FAVIMAT R.	50
Tabela 4.5.	Distancat e rrokullisjes së topit të tesuara me Lisport-12m, për të gjitha fushat.	57
Tabela 5.1.	Vlerat e forcës përkulëse të matura për të gjitha pikat e zhvendosjes së fibrës.	73
Tabela 5.2.	Vlerat e forcës përkulëse të matura çdo 10 µm hap të zhvendosjes së fibrës.	75
Tabela 5.3.	Vlerat e forcës përkulëse të matura çdo 20 µm hap të zhvendosjes së fibrës.	76
Tabela 5.4.	Blloku i parametrave të matjes së realizuar në <i>DM</i> , nxjerrë nga Programi UA.	77
Tabela 5.5.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës A, në distancën 2 mm.	82
Tabela 5.6..	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës A, në distancën 3 mm.	83
Tabela 5.7.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës B (I). në distancën 2 mm.	84
Tabela 5.8.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës B (I), në distancën 3 mm.	85
Tabela 5.9.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës B (m), në distancën 2 mm.	86
Tabela 5.10.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës B (m), në distancën 3 mm.	87

Tabela 5.11.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës C, në distancën 2 mm.	88
Tabela 5.12.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës C, në distancën 3 mm.	89
Tabela 5.13.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës D, në distancën 2 mm	90
Tabela 5.14.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës D, në distancën 3 mm	91
Tabela 5.15.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës E, në distancën 2 mm	92
Tabela 5.16.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës E, në distancën 3 mm.	93
Tabela 5.17.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës F (l), në distancën 2 mm	94
Tabela 5.18.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës F (l), në distancën 3 mm.	95
Tabela 5.19.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës F (m), në distancën 2 mm.	96
Tabela 5.20.	Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës F (m), në distancën 3 mm.	97
Tabela 5.21.	Forca përkulëse në pikat <i>Onset Points</i> 1 dhe 2, për të gjitha fibrat, për distancën ku ajo është aplikuar, të matura në DMA.	98
Tabela 6.1.	Forcat përkulëse të matura në të dy metodat e përdorura.	111
Tabela 6.2.	Elementet e vijës së regresit linear që do të konsiderohen në krahasimin e metodave.	117
Tabela 7.1.	Vlerat e forcës përkulëse në pikat <i>Onset Points</i> 1 dhe 2, për dy distancat dhe tre temperaturat.	135

LISTA E SHKURTIMEVE DHE SIMBOLEVE**Shkurtime**

FIFA	Federation Internationale de Football Association
UEFA	Union of European Football Association
LLDPE	Linear Low Density Polyethylene
DMA	Dynamic Mechanical Analyzer
RT	Room Temperature
PVA	Polivinil alkool
PBI	Polibenzimidazol
HMPE	High Modulus Polyethylene
PTFE	Polytetrafluoroethylene
PPS	Poly phenylene sulfide
PEEK	Poly ether ether ketonen
USD	United States Dollars
SHBA	Shtetet e Bashkuara të Amerikë
IFAB	International Football Association Board
SBR	Styrene Butadiene Rubber
PE	Polyethylene
PP	Polypropylene
PA	Polyamide
PUR	Polyurethane rubber
ISO	International Organization for Standardization
EN	European Standard
ITF	International Tennis Federation
FIH	Federation Internationale dhe Hockey
LDPE	Low Density Polyethylene
HDPE	High Density Polyethylene
SI	Système International (International System of Units)
DMTA	Dynamic Mechanical Thermal Analysis
UA	Universal Analysis
OP	Osnset Point
GF	Geometry Factor

Simbolet

ρ	densiteti
m	masa
l	gjatësia
F	Forca
R	Rezilienca
σ	tensioni
γ	deformimi
E^*	Moduli Kompleks
E'	Moduli elastik ose i ruajtjes
E''	Moduli viskozik ose i humbjes
δ	Këndi i fazës
$\tan \delta$	shuarja
K	shtangësia
GF	Faktori gjeometrik
T	Trashësia e mostrës
Fe	Korrektimi i shtypshmërisë
A	Sipërfaqja e seksionit tërthor
I	Momenti gjeometrik
ν	Poisson's Ratio
r	Koefiçenti i korrelacionit
m	gjatësia
b	ndërprerja

PËRMBLEDHJE

Industria tekstile është një nga degët e industrisë që vazhdon të zhvillohet me ritme të shpejta, dhe një vend shumë të rëndësishëm po zënë edhe tekstilet teknike. Si të tilla konsiderohen ato materiale apo produkte tekstile, të cilat përpunohen dhe përdoren për vetitë e tyre teknike, inxhinierike ose të performancës. Numri i produkteve të tekstileve teknike dhe fushat e aplikimit të tyre po shtohen me ritme të shpejta.

Një rol shumë të rëndësishëm në vetitë dhe performancën e produktit përfundimtar, dhe në përmeshjen e funksionit të synuar të këtij produkti, luajnë fibrat ose materiali fibror nga i cili ato përbëhen. Duhet përmendur se një ndikim të caktuar në performancën e produktit ka edhe lloji i strukturës së fijos dhe pëlhurës, si edhe përmbarimet e shumta që mund ti bëhen produktit. Gama e lëndëve të para që përdoren për tekstile teknike përfshin pothuajse të gjitha llojet e fibrave, nga ato konvencionale, natyrore dhe sintetike, deri tek fibrat e performancës së lartë ose të gjeneratës së tretë, një avantazh ky, krahasuar me gamën e fibrave që përdoren për veshje. Kështu, për tekstile teknike mund të përdoren si fibrat e quajtura të luksit, psh mëndafshi, i cili përdoret në penjtë e qepjes në mjekësi, dhe deri tek fibrat e shtrenjta, me performacë të lartë, si psh. fibrat e qeramikës ose të karbonit, të cilat kanë karakteristika të shkëlqyera dhe përdoren për aplikime speciale.

Gjithashtu, fibrat dhe pëlhurat teknike po konkurrojnë dhe zëvendësojnë denjësisht materialet tradicionale në shumë fusha dhe aplikime, si psh në inxhinierinë civile, transport, aeronautikë, në fushën e mbrojtjes, në sport, etj. Këto përbëjnë dhe disa nga shkaqet e rritjes me ritme të shpejta të tekstileve teknike.

Një faktor tjetër i rëndësishëm në zhvillimin e kësaj fushe janë edhe avancimet në industrinë e polimerëve dhe mundësia e manipulimit të strukturës së fibrës që në prodhimin e saj, duke bërë të mundur arritjen e vetive të dëshiruara dhe të performancës së synuar të produktit përfundimtar. Pra mund të themi se rritja e potencialit të fibrës, si elementi bazë dhe thelbësor i një produkti tekstil, është në themel të rritjes shumë të madhe të kësaj dege të industrisë tekstile, që po konkurron ndjeshëm tekstilet për veshje dhe qëllime dekorative. Në shumë aplikime, në produktet e tekstileve teknike kombinohen mjaft mirë funksionet dhe vetitë e performancës me ato estetike dhe dekorative..

Në skemat e ndryshme të klasifikimit të tekstileve teknike, një vend të rëndësishëm zë edhe grupi i tekstileve për sport dhe argëtim (*sporttech*). Në këtë grup bëjnë pjesë tekstilet për aplikime sportive për ambiente të mbyllura dhe të hapura si, aplikim për fushat e futbollit, rugby, hokey, fusha sporti shumë përdorimshme dhe për sipërfaqe të gjelbëra zbukuruese dhe argëtimi. Fibrat dhe elementët e tjerë përbërës, janë dhe subjekt i ndarjes sipas funksionit dhe qëllimit të përdorimit të këryre tekstileve teknike.

Por, përpara së këto produkte të hidhen në treg për përdoruesit, duhet të garantohet cilësia e produktit, në terma të arritjes së funksionit dhe parametrave të synuar, të paracaktuar nga laboratorët përkatës. Është pikërisht ky element, me të cilin përballen prodhuesit dhe garantuesit e cilësisë.

Objekt i punimit janë pikërisht tekstilet teknike nga grupi i tekstileve për sport dhe argëtim dhe konkretisht, fushat sintetike / artificiale të futbollit.

Qëllimi i punimit

Qëllimi i këtij studimi është zhvillimi i një metode të re testuese për përcaktimin e forcës përkulëse të një filamenti, e cila ka avantazhe krahasuar me metodat e tjera egzistuese. Kjo metodë e re testimi do të realizohet në një pajisje, që është fjala e fundit e teknologjisë në fushën e aparateve testuese. Ajo do të ofrojë mundësinë e zhvillimit të testimeve të shpejta dhe shumë të sakta edhe në temperatura të larta dhe të ndryshueshme. Përveç vlerësimit të performancës në përkulje të fibrave që testohen, e rëndësishme është edhe mundësia e marrjes së një informacioni shumë të gjerë për materialin nga i cili ato përbëhen, duke përfshirë këtu vetitë menaike dhe ndryshimet e mundshme strukturore të tij.

Një nga deformimet, të cilave i nënshtrohen më shumë fibrat e barit artificial gjatë përdorimit të tyre, është përkulja. Aftësia e fibrave ose e filamenteve për tu rikthyer pas deformimeve të tilla si përkulja, përdredhja, shtypja, është emërtuar si “Reziliencë”.

Mungesa e reziliencës është një prej problemeve më madhore që haset në sistemin e barit artificial. Pas disa kohësh filamentet/fijet nuk qëndrojnë në pozicion normal, vertikalisht drejt, si rezultat i veprimit intensiv të topit dhe të lojtarëve gjatë ndeshjeve dhe gjatë stërvitjeve.

Vlerësimi i performancës së fushave artificiale lidhet drejtëpërdrejt me vlerësimin e resiliencës së fijeve /filamentëve si pjesë përbërëse e thekëve.

Aktualisht, vlerësimi i forcës përkulëse dhe reziliencës së fibrave bëhet nëpërmjet pajisjes Favimat R. Kjo metodë vlerëson përkuljen ciklike të një filamenti, por mund të jetë gjithashtu e aplikueshme edhe për fije.

Aparati i përdorur për këtë lloj testimi është *Favimat R* (nga Textechno) i cili është modifikuar për këtë qëllim, duke bërë të mundur përkuljen e filamentit nga një anë e nofullave të aparatit. Forca maksimale e nevojshme për përkuljen e filamentit matet vazhdimisht dhe plotohet (shënohet në kurbë) në funksion të numrit të cikleve të përkuljes. Me anën e kësaj kurbe bëhet një vlerësim fillestar i filamenteve që do të përdoren si thekë në barin artificial, për qëllime sportive. Nëpërmjet kësaj kurbe bëhet një krahasim mes tipeve të ndryshme të filamenteve dhe performancës së tyre të pritshme në realitet.

Kjo metodë redukton shumë kohën e prodhimit të produktit duke eliminuar nevojën e prodhimit të mostrave të para për testim (pra realizimin e plotë të fushës), gjithashtu krijon mundësinë e rregullimit të proçeve të prodhimit.

Gjithashtu, informacion për përcaktimin e reziliencës merret nëpërmjet llogaritjes së aspekteteve pas veprimit të aparatit të Lisport. Kjo mënyrë testimi nënkupton vlerësimin në përdorim (psh. qëndrueshmëri, fibrilizim, këputje) të barit artificial, ku dy cilindra simulojnë abrazion mekanik të sipërfaqes.

Informacioni i marrë nga ky test është kontrolluar me aparatën e ri, Lisport 12 m. Me anë të këtij aparati bëhet e mundur të vlerësohet distanca e rrokullisjes së topit para dhe pas përdorimit të fushës.

Korrelacioni mes sjelljes së përkulshmërisë dhe reziliencës së fijeve/filamenteve përdoret për vlerësimin e aplikimeve të barit artificial. Ky korrelacion mund të përdoret edhe për aplikime të tjera të fibrave termoplastike, sidomos në rastet ku veprimi i deformimit në përkulje është primar.

Duke marrë parasysh përdorimin në rritje të fushave të barit artificial, duke theksuar këtu edhe shtrirjen gjeografike të këtij përdorimi, duhet pasur parasysh që ato po përdoren edhe në vende ku temperaturat e ambjentit janë në nivele më të larta se ato të vendeve ku është përdorur tradicionalisht bari artificial. Meqenëse materiali kryesor që përdoret për pjesën e thekëve është polietileni, i cili është një polimer shumë i ndjeshëm ndaj temperaturave, kryesisht atyre të larta, është e domosdoshme të studiohet sjella në përkulje e këtyre fibrave edhe në temperatura të larta. Për të qenë në koherencë me shpejtësinë e zhvillimit të tregjeve dhe kërkesave nga konsumatorët, lind nevoja e zhvillimit të testimeve të shpejta dhe të sakta edhe në temperatura të larta.

Objektivat dhe struktura e punimit

Për të realizuar qëllimin për të cilin është ndërmarrë ky studim, duhet të arrihen disa objektiva, ndër të cilat:

- përzgjedhja e mostrave që do merren në studim dhe përcaktimi i karakteristikave të tyre dimensionale;
- vlerësimi i performancës në përkulje të fibrave me metodat egzistuese;
- zhvillimi i metodës së re testuese dhe vlerësimi i forcës përkulëse me këtë metodë;
- analiza e vlefshmërisë së metodës së re;
- testimi i fibrave në temperatura të larta me metodën e re.

Për përmbushjen e këtyre objektivave, e gjithë puna e zhvilluar në këtë punim u organizua në formën e shtatë kapitujve, ku secili prej tyre është një hap drejt kalimit në realizimin e qëllimit përfundimtar.

Në kapitullin e parë jepen disa njohuri për fibrat që përdoren për tekstilet teknike. Aty jepet një përcaktim i tekstileve teknike dhe fushat në të cilat ato ndahen. Më pas përshkruhen shkurtimisht fibrat që përdoren për tekstile teknike, duke filluar me fibrat konvencionale, artificiale dhe sintetike sintetike, deri tek fibrat e performancës së lartë.

Në kapitullin e dytë jepen disa njohuri për barin artificial dhe zhvillimin e tij. Këtu përshkruhen elementët që përbëjnë një sistem të barit artificial si llojet e sipërfaqeve të përshtatshme për fushën e futbollit. Gjithashtu paraqiten edhe këkesat kryesore dhe kriteret e cilësisë për sipërfaqet sportive artificiale. Përshkrimi vijon me disa nga aplikimet e barit artificial.

Në kapitullin e tretë bëhet përcaktimi i vetive fizike të fibrave që merren në studim. Fillimisht jepen disa njohuri për vetitë dhe karakteristikat e polimerëve që përdoren për prodhimin e fibrave të barit artificial, dhe konkretisht: polietilenin dhe format e tij, polipropilenin dhe format e tij, dhe poliamidin. Më pas përcaktohet lloji i polimerit nga i cili përbëhen fibrat, duke përcaktuar në këtë mënyrë edhe disa nga vetitë e tij, si psh densiteti, moduli, temperatura e shkrirjes, struktura e brendshme, etj. Fibrat e përzgjedhura janë të gjitha fibra të polietilenit linear me densitet të ulët (LLDPE). Në studim merren 6 (gjashtë) mostra të ndryshme. Më pas bëhet përcaktimi i hollësisë së fibrave në terma të densitetit linear (Tex), si dhe i formës së seksionit tërthor të tyre.

Në kapitullin e katërt bëhet vlerësimi i forcës përkulëse të fibrave të marra në studim, me metodat egzituese. Metodatat që konsiderohen janë: ajo e realizuar me Favimat R dhe ajo e realizuar me Lisport 12. Metoda e parë mat forcën përkulëse të një filamenti, gjatë një testimi në të cilin realizohen 300 cikle përkuljeje në një kohë prej 40 minuta. Gjatë testimit matet forca maksimale përkulëse për çdo cikël dhe më pas ndërtohet grafiku i forcës përkulëse kundrejt numrit të cikleve. Gjithashtu vlerat e forcës për çdo cikël merren edhe në formë tabele. Për çdo mostër realizohen 4 matje, të cilat pasqyrohen në tabelë, së bashku me vlerën mesatare të llogaritur.

Metoda e dytë, e realizuar në Lisport 12 metër, vlerëson performancën në përkulje të gjithë sistemit të barit artificial të përbërë nga fibrat e marra në studim. Kështu, matet distanca e rrokullisjes së topit (në metër) fillimisht në fushën e papërdorur, dhe më pas në fushën ku janë simuluar nëpërmjet Lisportit 12 metër, 3000 dhe 6000 cikle pune. Në varësi të kësaj distance, duke u bazuar në standardet e FIFA-s, bëhet edhe vlerësimi i performancës së fushës dhe fibrave që e përbëjnë atë dhe përcaktohet nëse ajo fushe është e përshtatshme ose jo për nivel ndër/kombëtar loje.

Në kapitullin e pestë praqitet zhvillimi i metodës së re të testimit dhe bëhet vlerësimi i forcës përkulëse të fibrave të testuara me këtë metodë. Kështu, si fillim paraqitet metoda e re që

përdoret për testimin e fibrave në përkulje - *Dynamic Mechanical Analyzer (DMA)*, dhe shpjegohen parametrat dhe parimi i punës së kësaj pajisjeje, shoqëruar me avantazhet dhe risitë që ajo sjell, krahasuar me metodat e tjera të testimit të fibrave.

Më pas përshkruhen parametrat e pajisjes dhe metoda testuese e përzgjedhur, për të realizuar testimin e fibrave në përkulje. Këto janë shumë të rëndësishme, sepse në varësi të tyre, pajisja përzgjedh parametrat testues që duhen marrë parasysh gjatë realizimit të testimit, si dhe parametrat ose sinjalet që ajo gjeneron në fund të testimit.

Të gjitha fibrat testohen në përkulje, në temperaturën e dhomës (RT) që përkon me temperaturën 25°C. Për testim përdoren dy distanca të aplikimit të forcës përkulëse, përkatësisht 2 mm dhe 3 mm. Për çdo mostër fibre, dhe për çdo distancë, realizohen 3 përsëritje.

Pasi realizohen matjet, ndërtohen grafikët e varësisë së forcës përkulëse kundrejt zhvendosjes, për çdo testim, dhe gjenden vlerat e forcës përkulëse në pikat më të rëndësishme të grafikut, që janë *pikat Onset Points* 1 dhe 2, të përcaktuara si pika ose forca, për të cilën ndodh një ndryshim në kurbë.

Rezultatet për vlerat e forcës përkulëse në pikat *Onset Points* 1 dhe 2 paraqiten të tabeluara për çdo fibër, si edhe në një tabelë përmbledhëse, ku llogariten edhe vlerat mesatare të tyre. Në vijim të kapitullit vlerësohet ndikimi i distancës së aplikimit të forcës, në performancën në përkulje të fibrave.

Në kapitullin e gjashtë bëhet vlerësimi i metodës së re të zhvilluar në këtë punim për matjen e forcës përkulëse të fibrave. Vlerësimi i metodës bëhet që të përcaktohet vlefshmëria dhe të bëhet sanksionimi i kësaj metode testuese, për ta bërë atë të përdorshme nga trupa të ndryshëm testues. Fillimisht jepen disa parime të përgjithshme që përdoren në vlefshmërinë e metodës si dhe procedura e vlefshmërisë. Më pas kalohet në analizën e vlefshmërisë së metodës së re.

Në procedurën e vlerësimit të metodës së re, konsiderohet “qasja krahasuese” e cila realizohet duke krahasuar rezultatet e marra nga kjo metodë, me ato të marra me anë të një metode tjetër testi, tashmë të vërtetuar, e cila është zhvilluar për të njëjtat qëllime. Krahasimi bëhet me metodën testuese Favimat R, e analizuar në kapitullin 4.

Krahasimi bëhet duke marrë në konsideratë vlerat e forcës përkulëse të matur në dy ciklet e para të metodës egzistuese Favimat, dhe vlerat e forcës përkulëse në pikat Onset Point 1 dhe Onset Point 2, të matura në dy distanca të pikës së aplikimit të forcës në metodën e re DMA.

Kështu, ndërtohen grafikët që përfaqësojnë varësinë ndërmjet forcës përkulëse të matur në metodën egzistuese referencë Favimat (X) dhe forcës përkulëse të matur në metodën e re, DMA (Y). Pasi gjenden ekuacionet e regresit linear dhe koeficienti i korrelacionit, bëhet analiza e tyre dhe përcaktohet vlefshmëria e metodës.

Në kapitullin e shtatë bëhet tesimi i fibrave në përkulje në temperatura të larta, me metodën e re, në DMA. Pasi bëhet vlefshmëria e metodës së re në kapitullin 6, ajo përdoret edhe për testimin e fibrave në përkulje, në temperaturë më të lartë se ajo e përdorur në testimet fillestare, që është 25 °C. testimi i fibrave në temperature të larta.

Testimi realizohet me të njëjtat parametra si në temperaturën e ambjentit, me përjashtim të ndryshimit të temperaturës. Përzgjidhen dy temperatura të larta testi, 50°C dhe 80°C, për arsye të ndikimeve që këto temperatura kanë në strukturën e brendshme molekulare të fibrave, dhe për rrjedhojë edhe në vetitë e tyre. Temperatura 50 °C, është më shumë e mundshme të haset në jetën reale të fushës, prandaj është edhe më e rëndësishme.

Fibrat testohen në temperaturat 50 °C dhe 80°C. Më pas ndërtohen grafikët e mbivendosur të kurbave të forcës përkulëse kundrejt zhvendosjes për çdo fibër, për çdo distance, për temperaturat 25°C, 50°C dhe 80°C. Në vazhdim gjenden vlerat mesatare të forcës në pikat Onset Points 1 dhe 2, për çdp matje, dhe këto vlera përmbledhen në një tabelë. Në përfundim bëhet vlerësimi i performancës së fibrave në temperature të larta, duke e krahasuar me atë në temperaturën e ambjentit

KAPITULLI 1

1 FIBRAT PËR TEKSTILE TEKNIKE

1.1 Hyrje

Tekstilet teknike janë një sektor shumë i rëndësishëm dhe dinamik në industrinë tekstile. Kjo industri po gjen zhvillim dhe përdorim gjithmonë e më të madh në shumë aspekte të aktivitetit jetësor. Si të tilla konsiderohen ato materiale apo produkte tekstile të cilat përpunohen dhe përdoren jo për vetitë e tyre estetike dhe dekorative, ku hyjnë tekstilet që përdoren për veshje dhe tapiceri, por për vetitë teknike, inxhinierike me performancë të lartë.

Ky mund të jetë një përshkrim i shkurtër dhe që lë vend për interpretim, sidomos në ditët e sotme, kur numri i produkteve tekstile dhe fushat e aplikimit të tyre po shtohen me ritme të shpejta. Këto produkte po kombinojnë mjaft mirë funksionet dhe vetitë e performancës me ato estetike dhe dekorative [1].

Duhet pranuar se fusha e tekstileve, materialeve, proceseve, produkteve dhe aplikimeve moderne është aq dinamike dhe me interval të gjerë, sa është e shumë e vështirë të përkufizohet dhe dokumentohet. Gjithashtu, duhen përmendur edhe diferencat midis perceptimeve kulturore dhe linguistike, se çfarë përfaqëson një tekstil teknik, në rajone të ndryshme me atë se çfarë përfaqëson ai në tregun global. Për shumë vjet, është përdorur termi “tekstile industriale” për të përfshirë produktet tekstile, që nuk ishin të destinuara për veshje, për përdorime shtëpiake dhe tapiceri. Ky është një përshkrim, i cili përdoret ende gjerësisht në SHBA, ndryshe nga Evropa dhe vendet e tjera.[2] Përdorimi i kësaj fjale duket gjithnjë e më i papërshtatshëm kur shohim zhvillimet e aplikimeve tekstile në mjekësi, higjienë, sport, transport, ndërtim, bujqësi dhe për në destinacione të tjera jo industriale. Tekstilet industriale sot shikohen më shumë si një nëngrup i një kategorie më të gjerë të tekstileve teknike, dhe me këtë term iu referohemi pikërisht produkteve tekstile, që përdoren gjatë proceseve të përpunimit (si filtrat, veshjet e makinave, shiritat e transicionit, nënshtresat abrazive etj.) ose atyre tekstileve që janë pjesë e produkteve të tjerë industriale (si komponentëve dhe kablllove elektrikë, diafragmave fleksibile, ose izoluesve akustikë dhe termikë në aplikime shtëpiake dhe industriale).

Nëse përkufizimi i tekstileve industriale nuk është akoma i përshtatshëm, gjetja e një përshkrimi dhe klasifikimi koherent dhe të pranueshëm për fushën e tekstileve teknike është akoma dhe më i vështirë. Janë propozuar shumë skema të klasifikimit. për shembull, panairi ndërkombëtar tregtar për tekstilet teknike, *Techtextil*, përcakton 12 fusha të aplikimit (ku tekstilet për aplikime industriale përfaqësojnë një grup të vetëm):

- *buildtech*: ndërtesa dhe konstruksione
- *clothtech*: komponentë teknike për këpucë dhe veshje
- *geotech*: gjeotekstile dhe ndërtim
- *hometech*: komponentë teknike për tapiceri, mobilieri dhe përdorime të tjera shtëpiake
- *indutech*: filtrime, transport, pastrim dhe përdorime të tjera industriale
- *medtech*: higjienë dhe mjekësi
- *mobitech*: automjete, anije, hekurudha dhe aviacion
- *oekotech*: mbrojtje e mjedisit
- *packtech*: paketim
- *protech*: mbrojtja e personave dhe pronës
- *sporttech*: sport dhe argëtim.

Gjetja e një termi përgjithësues për përshkrimin e të gjithë këtyre lloj tekstilësh nuk përputhet me fjalët “teknike” dhe “industriale”. Edhe termat si tekstile me performancë, tekstile funksionale, tekstile inxhinierike dhe tekstile *high-tech*, përdoren në kontekste të ndryshme, ndonjëherë me një kuptim relativisht të ngushtë (tekstile me performancë përdoret zakonisht për pëlhurat e përdorura në veshjet për aktivitete të ndryshme).

Tekstilet teknike gjithnjë e më shumë po gjejnë vendin e tyre brenda një industrie dhe tregu më të gjerë si ai i “materialeve inxhinierike fleksibile”.

Karakteristikat e performancës që shoqërojnë produktet nga fibra tradicionale mund të fillojnë nga performanca bazike në karakteristika specifike, që kërkojnë zhvillim të mëtejshëm të funksionalitetit të tyre dhe vlerë të shtuar të produktit [3].

Megjithëse tekstilet “teknike” sot, kanë tërhequr një vëmendje të madhe, përdorimi i fibrave, fijeve dhe pëlhurave për aplikime që kanë destinacion të ndryshëm nga veshjet dhe tapiceritë, nuk është një fenomen i ri. Ky fenomen nuk është i lidhur patjetër me futjen e fibrave dhe tekstileve artificiale moderne. Fibrat natyrore si pambuku, liri, juta dhe sisali janë përdorur për shekuj (dhe vazhdojnë të përdoren) në artikuj, duke filluar nga tendat dhe pëlhurat e gomuar, deri tek litarët, pëlhurat për vela lundrimi dhe për thasë. Ka dëshmi që pëlhurat me thurje dhe pa thurje, janë përdorur që në kohën e perandorisë Romake, (madje dhe më parë), për të stabilizuar zonat kënetore me qëllim ndërtimin e rrugëve. Këto janë shembuj të hershëm të atyre aplikimeve, që sot i quajmë gjeotekstile dhe gjeorrijeta.

Ajo që është relativisht e re, është njohja në rritje, në vendet e industrializuara, e potencialit ekonomik dhe strategjik të këtyre tekstileve në përpunimin industrial të fibrave dhe pëlhurave dhe në industritë përpunuese. Në disa nga tregjet më të zhvilluara, produktet teknike (nëse i përkufizojmë në mënyrë të gjerë) zënë tashmë pothuaj 50% të të gjithë aktivitetit industrial dhe të prodhimit të tekstileve[3]. Zinxhiri i prodhimit të tekstileve teknike është i gjatë dhe i ndërlikuar. Ai fillon nga prodhuesit e polimerëve për fibrat teknike, veshjet dhe membranat

speciale, dhe shkon deri tek konvertuesit dhe fabrikuesit, të cilët inkorporojnë tekstilet teknike në produktet përfundimtare, ose i përdorin ato si pjesë themelore për operacionet e tyre industriale. Qëllimi dhe rëndësia ekonomike e tekstileve teknike del jashtë vetë industrisë tekstile dhe ka ndikim pothuaj mbi çdo sferë të aktivitetit ekonomik dhe social të njerëzve.

Megjithë rritjen dhe sofistikimin e vazhdueshëm të sektorit të tekstileve teknike, rruga drejt suksesit nuk është e lehtë, dhe përpunuesit dhe konvertuesit e tekstileve teknike vazhdojnë të ndeshen me sfidat e tregut, të gërshetuara me rreziqet e një tregu të ri dhe kompleks. Përveç të tjerave, nevoja konstante për prodhimin e produkteve dhe aplikimeve të reja dhe tregu me një interval shumë të ndryshueshëm të konsumatorëve, janë gjithnjë e më kërkues dhe më të kushtueshëm.

Tekstilet teknike nuk kanë qenë kurrë një sektor i vetëm i industrisë dhe as një segment i veçantë i tregut. Ato janë zhvilluar në shumë drejtime të ndryshme me shpejtësi dhe nivel suksesi të ndryshëm. Ka një erozion të vazhdueshëm të barrierave ndërmjet përkufizimeve tradicionale të tekstileve dhe materialeve të tjerë të “inxhinierisë fleksibël”, si letra e plastika, filmat e membranat, metalet, qelqi e qeramika. [3] përbashkëta qëndron në aftësitë bazë tekstile të përpunimit të fibrave, teknikat e prodhimit të pëlhurave dhe të përmbarimit të tyre, si dhe në mënyrën si këto ndërveprojnë dhe si sillen në kombinime dhe mjedise të ndryshme.

1.2 Zhvillimi i fibrave teknike

1.2.1 Fibrat natyrore

Deri në fillim të shekullit 20^{të}, fibrat kryesore që mund të përdoreshin për aplikime teknike dhe industriale ishin pambuku dhe disa fibra të trasha vegjetale si liri, juta dhe sisali. Në përgjithësi ato përdoreshin për prodhimin e produkteve si kanavace, litarë dhe spango, dhe karakterizoheshin nga masë relativisht e madhe, rezistencë e ulët ndaj ujit dhe veprimit mikrobiologjik e kërpudhave, si dhe nga një rezistencë të ulët ndaj flakës.

Disa nga industritë rajonale të sotme të prodhimit të tekstileve teknike, janë ende sot të vendosura në vende ku kishte prodhim të madh të lirit (për shembull, Dundee, Skoci) dhe pranë porteve të mëdhenj të balenave. Pas zbulimit se vaji i balenave mund të lehtësonte filaturimin e jutës, pëlhurat e jutës filluan të përdoren në masë për thasë, mobilim, tapete, izolim çatish, mbulesa të dyshemesë prej linoleumi, spango dhe si material ndihmës në aplikime të tjera.

Megjithëse industria e jutës ra në mënyrë dramatike nga kulmi i vitit 1900, për shkak të konkurrencës nga materialet e tjerë si dhe nga importet e lira, Dundee dhe industria përreth u bë më vonë bërthama e zhvillimit të industrisë së polipropilenit në Mbretërinë e Bashkuar në vitet 1960. Në këtë periudhë polimerët artificialë treguan se mund të zëvendësonin me sukses produktet natyrore, por ishin gjithashtu me konsistente për sa i përket furnizimit dhe çmimit.

Produktet tradicionale të *sisal*-it u zëvendësuan në mënyrë të ngjashme me shpejtësi në qendrat e prodhimit të litarëve, spangos dhe rrjetave në Evropë dhe Amerikë.

Megjithëse, fibrat e leshta janë më pak të përdorshme dhe ekonomike për shumicën e aplikimeve industriale, ato ende janë me vlerë për vetitë e tyre izoluese dhe të vonimit të flakës dhe gjejnë përdorim në shumë aplikime të veshjeve për temperatura të larta dhe veshjet mbrojtëse. Mëndafshi është akoma më tepër një fibër ekzotike, e cila përdoret shumë rrallë për aplikime industriale, përveç rasteve të produkteve shumë të specializuara, si penjtë kirurgjikalë. Megjithatë, gjurmët e industrisë së hershme të mëndafshit gjenden akoma në qendrat e tezgjahimit të filamenteve teknike, si në rastin e Lionit (Francë). Industria tradicionale e mëndafshit ka kontribuar në zhvillimin e tekstileve teknike në Azi, veçanërisht në Japoni.

1.2.2 Viskoza rayon

Fibra e parë sintetike që hyri në treg, viskoza *rayon*, u zhvillua rreth vitit 1910 dhe në vitet 1920 ishte një markë tregtare si material përforcues për gomat e makinave dhe rrjedhimisht, edhe për aplikime të tjera mekanike si rripat e sigurisë, transportierët dhe tubat e gomës [3]. Uniformiteti, tenaciteti dhe moduli i elasticiteti relativisht i lartë i saj (të paktën kur është e thatë), e kombinuar me një rezistencë të mirë ndaj temperaturës, ishin ideale për tregjet që po zhvilloheshin shpejt të industrisë së automjeteve. Në një fazë shumë më të vonshme të ciklit të tyre të jetës, veti të tjera të viskozës, si absorbimi i mirë dhe aftësia e mirë për tu përpunuar nga industria e letrës me metodat e shtresimit të njomë, kontribuoi në rolin e saj si një nga fibrat e para dhe më të suksesshme të përdorura në prodhimin e tekstileve pa thurje, veçanërisht për qëllime të pastrimit dhe higjienës.

1.2.3 Poliamidi dhe poliesteri

Fibra e poliamidit (najloni), u fut në treg për herë të parë në 1939, duke shfaqur një qëndrueshmëri dhe rezistencë ndaj abrazionit të lartë, elasticitet dhe uniformitet të mirë, si dhe rezistencë ndaj lagështisë. Vetitë e shkëlqyera të absorbimit të energjisë ishin të paçmuara në produkte si litarët e alpinizmit, pëlkurat e parashutave dhe velat e lundrimit. Gomat e makinave të përforcuara me poliamid përdoren ende në vendet në zhvillim, ku cilësia e rrugëve është e ulët, si dhe në tregjet gjithnjë në rritje të makinave për terrene ku mungojnë rrugët. Kjo, ndryshe nga Evropa Perëndimore ku shpejtësia mesatare e lejuar është më e lartë dhe vetitë e rezistencës ndaj nxehtësisë të viskozës janë ende shumë të vlefshme.

Nga vitet 1950 e këtej, prodhimi botëror në rritje i poliesterit, fillimisht për veshje dhe tekstile për përdorim shtëpiak, ishte një nxitje për zhvillimin e përdorimeve inxhinierike të kësaj fibre me kosto relativisht më të ulët se viskoza dhe poliamidi. Kjo është më e vërtetë se kudo në Japoni dhe në ekonomitë në zhvillim të Azisë, përfshi dhe Kinën, ku kapacitetet prodhuese, si të

fibrave shtapel dhe filament të poliesterit, janë shumë të larta dhe bëhen kërkime të ethshme për aplikime të reja. Ndryshe nga Amerika e Veriut dhe Evropa, ku përdoren poliolefinat për aplikime me volum të madh të tekstileve teknike si p.sh. për gjeotekstilet dhe pjesën e prapme të tapeteve [4], në Azi përdoret poliesteri për arsye të kapaciteteve prodhuese dhe çmimit të tij në këtë rajon [3]. Në një nivel më pak të dukshëm, ka diferenca midis rajoneve në përdorimin e poliamidit – Evropa Perëndimore dhe Amerika e Veriut janë më shumë të orientuara nga najloni 6.6, ndërsa Azia dhe Evropa Lindore prodhojnë përgjithësisht najlon 6 – të cilat pasqyrojnë praktikatat e ndryshme përpunuese, llojet e produkteve dhe aplikimet teknike të kësaj fibre.

Një tjetër shembull është prodhimi dhe përdorimi i fibrave *Vinylon* (PVA, polivinil alkool) në Japoni, ku ato janë zhvilluar për një gamë aplikimesh industriale dhe teknike, në kohën kur ky vend kishte mungesë lëndësh të para dhe kapacitetesh të prodhimit të fibrave. Përdorimi i kësaj fibre për tekstile teknike pothuaj nuk ekziston në Perëndim.

1.2.4 Poliolefinat

Zhvillimi i fibrave poliolefine (në shumicën e rasteve fibra polipropileni dhe më pak fibra polietileni) si dhe i fijeve shirit dhe shtresa (filma) nga fibra poliolefine, në vitet 1960, ishte një tjetër zhvillim i rëndësishëm për tekstilet teknike [3]. Kostoja e ulët dhe përpunimi i lehtë i kësaj fibre, e kombinuar me densitetin e ulët dhe vetitë e mira ndaj abrazionit si dhe rezistencën ndaj lagështisë, kanë bërë të mundur futjen e shpejtë të kësaj fibre në një gamë artikujsh si thasë, çanta dhe paketime, nënshtresa të tapeteve dhe shtresa mbështetëse në tekstilet për tapiceri, si dhe litarë dhe rrjeta. Shumë nga tregjet iu rrëmbyen fibrave të jutës, por njëkohësisht u zhvilluan produkte të reja, përfshi edhe sipërfaqet sportive artificiale.

Vetitë e poliolefinave si rezistenca e dobët ndaj temperaturave dhe higroskopiciteti total u kthyen në avantazhe tek tekstilet pa thurje [4]. Në fillim këto fibra u përdorën të shoqëruara me viskozën për të parandaluar lidhjet termike, por sot polipropileni ka përfituar nga vlerësimi në rritje i kapilaritetit (ndryshe nga absorbimi) në rolin që mund të luajë në artikuj për higjienën si garzat. Së fundi, temperatura relativisht e ulët e ekstrudimit të poliolefinave është ideale për teknologjitë e reja të tjerrjes. Siç u përmend më sipër, zhvillimi i industrisë së polipropilenit u fokusua në tregjet e Evropës dhe Amerikës së Veriut. Megjithatë, kjo industri ka pasur një shtrirje në të gjithë botën, për shkak të avantazheve ekonomike dhe kapaciteteve të veta.

1.2.5 Fibrat me performancë të lartë

Llojet e mësipërme të fibrave “konvencionale”, si ato sintetike dhe ato natyrore, akoma përbëjnë mbi 95% të të gjithë fibrave organike për tekstilet teknike (d.m.th., pa fibrat e qelqit, minerale dhe metalike). Shumë nga këto fibra janë modifikuar dhe përpunuar për të përfituar veti specifike si tenacitet, gjatësi, hollësi, sipërfaqe dhe përmbarim, dhe ndonjëherë kombinohen për të dhënë

produkte hibride ose bikomponente. Megjithatë, ka pasur një kërkesë në rritje për të ashtuquajturat fibra me performancë të lartë që nga fillimi i viteve 1980, gjë që ka sjellë impulse të reja në zhvillimin e tekstileve teknike[3].

Fibrat e para të këtij lloji janë ato aramide, si fibrat *meta*-aramide me rezistencë të lartë ndaj temperaturave (të përdorura gjerësisht në veshjet mbrojtëse dhe aplikime të ngjashme) dhe fibrat *para*-aramide me qëndrueshmëri dhe modul të lartë (të përdorura në aplikime si veshje kundraplumb [5], përforcuesish të gomave të makinave, materialet e fërkimit, litarë dhe kompozite të avancuar). Nga hyrja e parë në treg e tyre në vitet 1970, kërkesa në botë për *p*-aramide arriti në pothuaj 40 000 ton/vit në fillim të viteve 2000 ndërsa për *m*-aramide, konsumi do të jetë rreth 17–18 000 ton [3]. Në vitin 2007 kapaciteti total i prodhimit të aramideve ishte rreth 55,000 ton/vit.

Aramidet, megjithëse nuk zënë shumë vend në terma të përgjithshme, përfaqësojnë një zhvillim shumë të veçantë në industrinë e tekstileve teknike. Futja e aramideve në treg, jo vetëm shpuri në një mbështetje më të madhe për industrinë e tekstileve teknike, por bëri që kërkesit dhe zhvilluesit e produkteve të reja të përqendroheshin në mundësinë (dhe praktikitetin) e përdorimit të gjeneratës së re të materialeve.

Suksesi që në fillim i aramideve ishte në kontrast me fibrat e karbonit, të cilat kanë qenë në treg që në fillim të viteve 1960, por për shkak të kostos së madhe të materialit dhe të përpunimit u përdorën vetëm në tregjet e shtrenjta, veçanërisht në industrinë e aeronautikës. Kërkesa totale botërore për fibrat e karbonit është rreth US\$10.8 miliard në 2009, me një rritje 8–10% në vit. Në fakt, tregu i tyre u tkurr në fillim të viteve 1990 për shkak të shkurtimeve në shkallë botërore në shpenzimet ushtarake.

Së fundi, fibrat karbonit nuk po përdoren vetëm në industrinë civile aeronautike por edhe për artikuj sportivë të teknologjisë së lartë dhe aplikime industriale, si fletët e turbinës për gjeneratorët e erës, dhe çisternat e përforcuara të karburantit [6]. Metodrat e reja të përpunimit dhe rritja e madhe ekonomike mund të sjellë uljen e çmimeve dhe atëherë përdorimi i tyre do të ishte në një shkallë më të madhe në aplikime si përforcues në ndërtesa dhe struktura në zonat e tërmeteve. Në vitin 2000 konsumi ishte rreth 13 000 ton/vit dhe në 2005 pothuaj 19 000 ton/vit.

Gjatë viteve 1980 u futën edhe fibra të tjera me performancë të lartë. Ato përfshijnë një gamë materialesh rezistente ndaj flakës dhe nxehtësisë, të përshtatshme për veshje mbrojtëse dhe artikuj të ngjashëm (si për shembull fibrat fenolike dhe PBI, polibenzimidazol), polietileni me modul të lartë ultra-i fortë (HMPE) për mbrojtje balistike dhe prodhimin e litarëve, dhe polimerë të qëndrueshëm kimikisht si politetrafloretileni (PTFE), (PPS) dhe polietileterketoni (PEEK) për përdorim në filtrim dhe mjedise të tjera agresive kimike [5].

Individualisht, asnjë nga këto fibra nuk ka arritur një prodhim aq të madh shitjesh sa fibrat aramide (madje as të fibrave të karbonit). Prodhimi i tyre është në shifrat disa dhjetëra ton në vit. Reçesioni industrial i fillim viteve 1990 dhe i fundit të viteve 2000, bëri që shumë prodhues të fibrave speciale të fokusoheshin në intervale më të ngushta të tregut.

1.2.6 Qelqi dhe qeramikat

Qelqi ka qenë, për vite me radhë, fibra teknike më pak e përfillur. Ai është përdorur për shumë vjet si një material i lirë izolues, si edhe si material përforcues meqë ka një plasticitet relativisht të ulët (fibra e qelqit) dhe, veçanërisht në SHBA, si material mbulues. Më vonë ai u përdor për vetitë e tij të shkëlqyera të rezistencës ndaj zjarrit dhe nxehtësisë, si një material i sofistikuar inxhinierik. Ai përdoret sot gjerësisht për aplikimet kompozite të performancës së lartë [7].

Potenciali i adoptimit të teknikave të prodhimit të kompoziteve me volum të lartë me përforcues qelqin në industrinë e automobilave si zëvendësues për pjesët dhe komponentët metalike, si dhe në industrinë përpunuese në përgjithësi për të gjithë llojet e pajisjeve industriale dhe shtëpiake, premtan një treg të mirë. Konsumi total botëror i “tekstileve” të qelqit në aplikimet teknike ishte diku tek 2.3 milion ton në vit në 1995 dhe mbi 2.9 milion ton në vitet 2000, që është mbi 20% të konsumit total të fibrave teknike.

Së fundi, janë zhvilluar fibra të ndryshme qeramike të performancës së lartë, por janë të kufizuara në aplikime të specializuara, për shkak të kostos së lartë dhe vetive të kufizuara mekanike.

1.3 Tregu dhe aplikimet e tekstileve teknike

Tregu global i tekstileve teknike po rritet si kurrë më parë. Megjithatë Shtetet e Bashkuara të Amerikës dhe Bashkimi Europian vazhdojnë të mbeten prodhuesit dhe konsumatorët kryesorë të tekstileve teknike, vendet Aziatike si Kina dhe India po bëhen kohët e fundit ëndra kryesore të prodhimit të tekstileve teknike. Rusia është gjithashtu një treg i rëndësishëm, ku konsumi i tekstileve teknike po rritet me shpejtësi të madhe. Gjithashtu, tregu i tekstileve teknike në Turqi ka filluar të zhvillohet në vitet e fundit. Shitjet në rang global të tekstileve teknike kanë qenë 126 bilion Dollarë (USD) në vitin 2010 [8].

Eksportet e tekstileve teknike në Shtetet e Bashkuara janë rritur me një rritje vjetore prej 8 përqind ndërmjet viteve 2008 dhe 2015. Eksportet amerikane të tekstileve teknike parashikohen të jenë me vlerë 85 milionë dollarë deri në vitin 2017, një rritje prej 17 përqind nga 2015 [8].

Tendencat e madhësisë dhe rritjes, për çdo fushë kryesore aplikimi për tekstilet teknike, siç përcaktohet nga organizatorët e *Techtextil*, janë dhënë në Tabelën 1.1. Tekstilet ekologjike janë identifikuar si një segment i veçantë dhe i rëndësishëm, por nuk janë shtuar në shifrat e konsumit total sepse ato janë llogaritur së bashku me tekstilet industriale (mjetet e filtrimit, mbrojtja dhe absorbimi nga derdhjet e naftës) dhe gjeotekstilet (shtresat gjeomembranë për gropat e mbeturinave toksike, tekstilet e mbrojtjes ndaj erozionit, etj.).

Tabela 1.1 Konsumi botëror i tekstileve teknike sipas aplikimeve të tyre, 2000-2005 [3]

	10 ³ ton			Milion \$ USD		
Fushat e aplikimit të tekstileve teknike	2000	2005	Rritja (%)	2000	2005	Rritja (%)
Tekstilet për transport (auto, tren, det, aero)	2 220	2 480	2.2	13 080	14 370	1.9
Produkte dhe komponentë industrialë	1 880	2 340	4.5	9 290	11 560	4.5
Tekstilet për mjekësi dhe higjienë	1 380	1 650	3.6	7 820	9 530	4.0
Tekstilet e shtëpisë dhe pajisje shtëpiake	1 800	2 260	4.7	7 780	9 680	4.5
Komponentë të veshjeve (peri qepës, ndërshtresat)	730	820	2.3	6 800	7 640	2.4
Agrikulturë, hortikulturë dhe peshkim	900	1 020	2.5	4 260	4 940	3.0
Ndërtim – ndërtesa dhe çati	1 030	1 270	4.3	3 390	4 320	5.0
Paketime dhe kontenierë	530	660	4.5	2 320	2 920	4.7
Sport dhe argëtim (përjashto veshjet)	310	390	4.7	2 030	2 510	4.3
Gjeotekstilet, inxhinieri ndërtimi	400	570	7.3	1 860	2 660	7.4
Veshje dhe tekstile mbrojtëse	160	220	6.6	1 640	2 230	6.3
Totali	11 340	13 680	3.9	60 270	72 360	3.7
Tekstilet e mbrojtjes ekologjike^a	230	310	6.2	1 270	1 610	4.9

Burimi: David Rigby Associates/Techtextil.

^a Janë llogaritur në disa nga kategoritë më sipër.

1.3.1 Sporti dhe argëtimi

Edhe nëse përjashtojmë përdorimin e tekstileve në performancën e veshjeve dhe këpucëve, ka plot mundësi për përdorim të tekstileve teknike në tregun sportiv dhe të argëtimit. Aplikimet janë të shumta dhe fillojnë nga bari artificial që përdoret për sipërfaqet sportive, në kompozitet e avancuara me fibra karboni si përforcues për raketat e tenisit, kallamat e peshkimit, shkopinjtë e

golfit, dhe biçikletat sportive [6]. Një tjetër përdorim është në pëlhurat e balonave, parashutave, mjeteve të tjera sportive të fluturimit në ajër, si dhe për pëlhurë velash.

Ritmet e rritjes janë mbi mesataren. Sektori sportiv është shumë i aftë të thithë inovacionin dhe zhvillimet e reja në fushën e fibrave, tekstileve dhe veshjeve në tekstil. Shpesh, të paktën fillimisht, këto zhvillime të reja aplikohen së pari në sport. Shumë nga produktet dhe idetë që kanë pasur qëllim tregun sportiv sot janë bërë pjesë e veshjes së modës [7].

Por, fushat e aplikimit të tekstileve teknike nuk janë të ndara në mënyrë shumë të prerë. Shume tekstile mund të klasifikohen në më shumë se një fushë, duke qenë se përdorimi i tyre është i gjerë dhe jo lehtësisht i klasifikueshëm. Kështu për shembull tapetet e prodhuar nga bari artificial mund të klasifikohen edhe tek fusha e sporteve, por edhe tek gjeotekstilet, duke qenë se ai vendoset në kontakt me dheun. Të njëjtën gjë mund të themi edhe për gjeotekstilet që përdoren në fushat e sportit, poshtë tapetit të barit artificial për mbrojtje, ose në anët dhe mesin e fushës për të realizuar një drenazhim të mirë të fushës.

1.3.2 Gjeotekstilet në inxhinierinë e ndërtimit

Megjithëse kanë treg ende të vogël në volum dhe vlerë, duke marrë parasysh ineresein dhe vëmendjen që kanë ngjallur, gjeosintetiket (që përfshijnë gjeotekstilet, gjeorretat dhe gjeomembranat), pritet të kenë shpejtësinë më të madhe të rritjes në të ardhmen [9].

Avantazhet ekonomike dhe mjedisore të tekstileve, që përdoren për përforcim, stabilizim, ndarje, drenazhim dhe filtrim, janë të provuara tashmë. Gjeotekstilet lejojnë ndërtimin e hekurudhave, rrugëve dhe argjinaturave më të pjerrëta, duke reduktuar tokën që kërkohet për ndërtim dhe duke ruajtur në maksimum mjedisin [10]. Me gjeotekstilet është zgjuar interesi për fibrat natyrore si juta, të cilat janë një material stabilizues biogradabel.

Si në rastin e tekstileve për ndërtim, një nga problemet me të cilat përballen prodhuesit e gjeotekstileve, janë kërkesat e ndryshme për sa i takon rezistencë në prerje. Nuk ka dy ndërtime që kanë të njëjtat kërkesa hidrologjike dhe gjeologjike, ose të njëjtën mënyrë vendosjeje. Prodhuesit për këtë treg duhet të zhvillojnë ekspertizën dhe të punojnë ngushtë me inxhinierët dhe konsulentët e ndërtimit, në mënyrë që të dizenojnë dhe specifikojnë produktet e duhura.

Për shkak të sipërfaqes (sasisë) së konsiderueshme të tekstilit që mund të kërkojë një projekt i vetëm, kostoja është gjithmonë problem dhe është e rëndësishme të prodhojnë një produkt që nuk i tejkalon specifikimet teknike, por që i përmbush ato.

Shumica e kërkimeve dhe zhvillimeve të ndërmarra duhet të kuptojnë më mirë karakteristikat në performancën afatgjatë të tekstileve që do të propozohen në kushte të paparashikueshme të tokës (si

ladfille dhe vendet e hedhjes së mbeturinave toksike) për shumë vjet dhe do të vazhdojnë të kryejnë punën brenda një standardi të pranuar.

Tekstilet pa thurje tashmë zënë deri në 80% të aplikimeve gjeotekstile. Kjo pjesërisht për shkak të kostos, dhe pjesërisht sepse këto struktura tekstile janë shumë të përshtatshme për qëllime filtrimi dhe ndarjen [4].

Sot interesi është fokusuar të pëlhurat “kompozite”, të cilat kombinojnë avantazhet e strukturave të ndryshme tekstile si ato nga tezgjahu, trikotazhi, pa thurje dhe materialet membranë. Këtu prodhuesit e gjeotekstilet kanë mundësinë dhe vështirësinë për të zgjedhur nga një gamë shumë e gjerë pëlhurash, për të përfutur bashkime komplementare të tyre.

1.4 Referenca

- [1] The Textile Institute, Textile Terms and Definitions, Tenth Edition, Textile Institute, Manchester, 1994.
- [2] Wellington Sears Handbook of Industrial Textiles, Technomic, Sabit Adanur, Lancaster PA (USA), 1995.
- [3] Handbook of Technical Textiles, A R Horrocks and S C Anand, Woodhead Publishing Ltd, 2000.
- [4] Handbook of Nonwovens, Edited by S. J. Russell, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2007.
- [5] High performance organic fibres for industrial applications, Man-made Textiles in India, D S Varma, 380–386, August, 1986.
- [6] Carbon fibers and their composites, Peter Morgan, Taylor and Francis Group, LLC, 2005.
- [7] Tekstilet Teknike, Genti Guxho and Ilda Kola EDLORA, Tiranë 201, ISBN: 978-9928-4212-2-7
- [8] International Trade Administration | Industry & Analysis]. Technical Textiles Top Markets Report, U.S. Department of Commerce, 2016 .
- [9] Handbook of Geosynthetics, Geosynthetic Materials Association, January 2002.
- [10] Application Guide and Specifications for Geotextiles in Roadway Applications, Jorge G. Zornberg, Nathan Thompson, February 2010.

KAPITULLI 2

2 ELEMENTET PËRBËRËS DHE APLIKIMET E BARIT ARTIFICIAL

2.1 Historiku i barit artificial

Historia e barit artificial ka filluar në mes të viteve '60 në Shtetet e Bashkuara të Amerikës, kur kompania *Astroturf* instaloi fushën e parë sintetike eksperimentale në shkollën *Moses Brown School, Providence, RI* [1]. Në 1965 *AstroTurf®* instaloi 11 600 m² sipërfaqe bari artificial (në total) për tu përdorur në futbollin amerikan në *Astrodome* në Huston. Këto fusha ishin të përbëra nga fibra najloni dhe u quajtën “gjenerata e parë” e barit artificial (Figura 2.1/a) [2].

Në Evropë, fushat e sportit për hokey ishin forca lëvizëse për instalimin e sipërfaqeve pa mbushje. Në Zvicër, fusha e parë për hokey/futboll me bar artificial u instalua në vitin 1974 në *Heerenschurli*. Kjo lloj sipërfaqeje u përdor për herë të parë për hokey, në lojrat Olimpike të vitit 1976. Ndryshe nga *Astrodome*, këta tapetë u prodhuan nga fibra polipropileni, duke ofruar sipërfaqe më të rehatshme. Fibrat e polipropilenit janë më të buta se fibrat e najlonit dhe gjithashtu edhe më të lira se ato. Të dy këto sipërfaqe tashmë quhen si “gjenerata e dytë” e barit artificial (Figura 2.1/b) [2].

Në fillimin e viteve '70, filloi të shfaqet “gjenerata e dytë” e barit artificial me material mbushës rërë. Sipërfaqet kishin tufa më të gjata, të vendosura më larg njëra-tjetrës dhe mbushja prej rëre shpërndahej ndërmjet fibrave, për të krijuar qëndrueshmëri dhe stabilitet për lojtarët. Fushat e barit artificial të gjeneratës së dytë siguronin një sipërfaqe loje më të sheshtë se bari natyral, që jepnin kontroll më të mirë të topit dhe e parandalon topin nga goditjet në drejtime të papritura [1]. Ky ishte një përmirësim i madh, sidomos për fushat e hokey-it. Sot, ka vetëm pak klube hokey-i pa një fushë artificiale. Kjo gjeneratë e fushave sintetike nuk ishin shumë të suksesshme për fushat e futbollit, të cilat shpesh instaloheshin me rërë të papërshtatshme dhe nuk mirëmbaheshin si duhet.

Për arsye se nuk plotësonin funksionet kryesore sportive që kërkoheshin për lojën e futbollit, zyrtarët e lartë të futbollit nuk e pranuan si një alternativë të zëvendësimit të barit natyror. Kështu, sipërfaqet e barit artificial me mbushje rëre, u përdoren kryesisht për stërvitje dimërore dhe në shkolla, ose si element zëvendësues në vendet ku mungonte ose ishte e parealizueshme mbjellja e barit natyror.

Zhvillimet e sipërfaqeve moderne të barit artificial, të quajtur “gjenerata e tretë” fillojnë në vitet 1997/98, kur kompania *Field Turf* shpiku dhe patentoi një teknologji të re me mbushje gomë-rërë në vend të mbushjes vetëm rërë (Figura 2.1/c) [2]. Kjo sipërfaqe ka fibra me të gjata të cilat

vendosen akoma më larg njëra-tjetrës në sipërfaqen mbështetëse. Këto fusha përbëhen nga polietileni, i cili është akoma më i butë dhe më miqësor me lëkurën, krahasuar me najlonin dhe polipropilenin. Kombinimi i fibrave dhe mbushjes siguron një sipërfaqe luajtëse komforte, rrëshqitjet e lojtarëve nuk janë më problem në këto fusha, sic ishte në ato të dy gjeneratave të tjera. Meqenëse ka mjaftueshëm hapësirë midis fibrave, takat zhyten mirë në sipërfaqe si në rastin e barit natyral, ushtron më pak tension në kyçet e lojtarëve dhe gjithashtu lejon këmbën të vendoset poshtë topit. Këto zhvillime i kanë bërë fushat e gjeneratës së tretë shumë të mira për futboll.

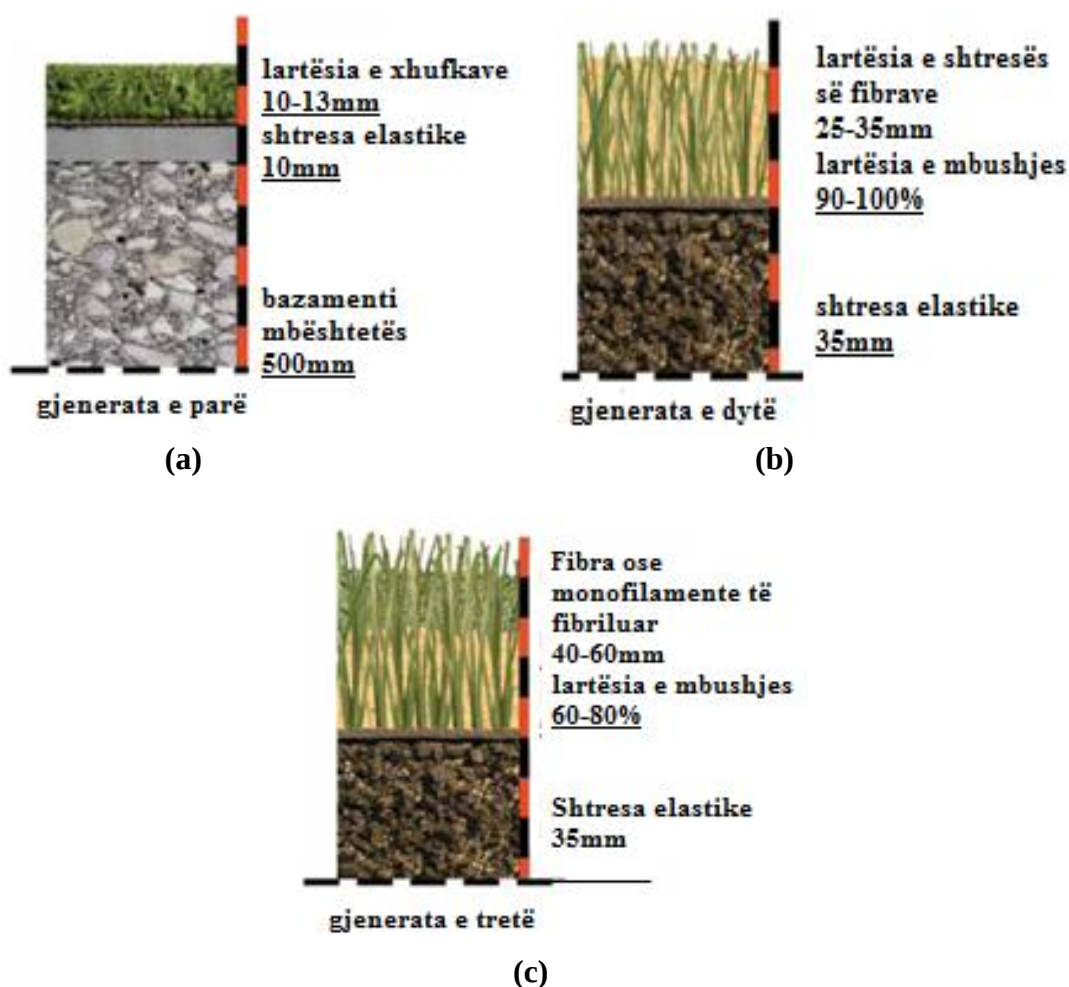


Figura 2.1. Zhvillimi i gjeneratave të barit artificial në vitet: a) 1966 (gjenerata e parë), b) 1980 (gjenerata e dytë), c) 1996 (gjenerata e tretë) [2].

Paralel me këtë, filluan të krijoheshin të tjera sisteme të barit artificial, të cilat nuk kishin elementë mbushës, dhe që riprodhojnë më realisht karakteristikat strukturore të barit natyror [3]. Ajo që vihet re në sipërfaqet pa elementë mbushës, është mungesa e zhvendosjes së kokrrizave dhe e fluturimit të tyre kur kepucët e lojtarit ose topi përplasen me sipërfaqen.

Gjenerata e katërt e barit artificial, pa material mbushës është lançuar së fundmi nga DOMO® dhe ka gjithë avantazhet e paraardhësve të tij dhe ka rezultate më të mira në testet e përdorimit dhe reziliencës. Mungesa e mbushjes së gomës e bën instalimin, mirëmbajtjen dhe riciklimin më të lehtë. Ky bar i jep lojtarit të futbollit një ndjesi natyrale shumë të mirë dhe bën të mundur futbollin me cilësi të larta teknike, në të gjitha kushtet e motit [4].

FIFA, organizata botërore e futbollit, dhe UEFA, analogia e saj evropiane, kanë orezantuar standard për barin artificial, dhe kanë si qëllim të standatdizojnë kushtet e lojës, të reduktojnë numrin e plagosjeve në lojë dhe të rrisin cilësinë e lojës. Në vitin 2001 FIFA lançoi Koceptin e Cilësisë për barin artificial (*FIFA Quality Concept for Artificial Turf*).

Në korrik të vitit 2004, Bordi i Shoqatës Ndërkombëtare të Futbollit (*International Football Association Board - IFAB*), futi sipërfaqet artificial në Ligjet e Lojës, duke prezantuar dy kategori të performancës.

2.2 Elementët përbërës të barit artificial

Zhvillimi i gjeneratës së tretë të barit artificial ka përmirësuar ndjeshëm cilësinë e lojës në sipërfaqet e fushave artificiale. Shumica e fushave të gjeneratës së tretë janë tapetë me fibra polietileni (PE), të vendosura në formë xhufkash, me mbushje gome stiren- butadien (SBR) të copëzuar, të kombinuar më rërë silici, të cilat instalohen në sipërfaqe dheu të përgatitura paraprakisht (bazamenti) [6-9].

Në varësi të bazamentit ku instalohet dhe të llojit të sportit për të cilën aplikohet fusha e barit artificial mbi bazament mund të vensosen tekstile pa thurje për absorbimin e goditjeve [1] dhe gjeotekstile për stabilizimin e dheut, mbrojtjen e tapetit si dhe filtrim të ujit dhe drenazhim më të mirë të fushës. Në Figurën 2.2 paraqiten skematikisht komponentët kryesorë përbërës të fushave të barit artificial [10], të cilët janë:

- Shtresa e thekëve prej PE (polietilen), PP (polipropilen) ose PA (poliamid).
- Shtresa mbushëse, përzierje rëre dhe kokrriza elastomeri (SBR).
- Shtresa mbështetëse (bankina) prej tekstili teknik.
- Bankina mbështetëse me Latex (SBR) ose poliuteran (PUR).

Në disa raste, bari artificial mund të përbëhet gjithashtu nga:

- Shtresë elastike prej shkume sintetike ose (granula) gome poliuretani të lidhura.
- Shtresë elastike mbështetëse prej përzierje kokrrizash gome ose minerale të lidhura me poliuretan.

Bazamenti i poshtëm konsiston në

- Shtresë mbështetëse asfalti.
- Shtresë mbështetëse minerali.
- Shtresë rëre.

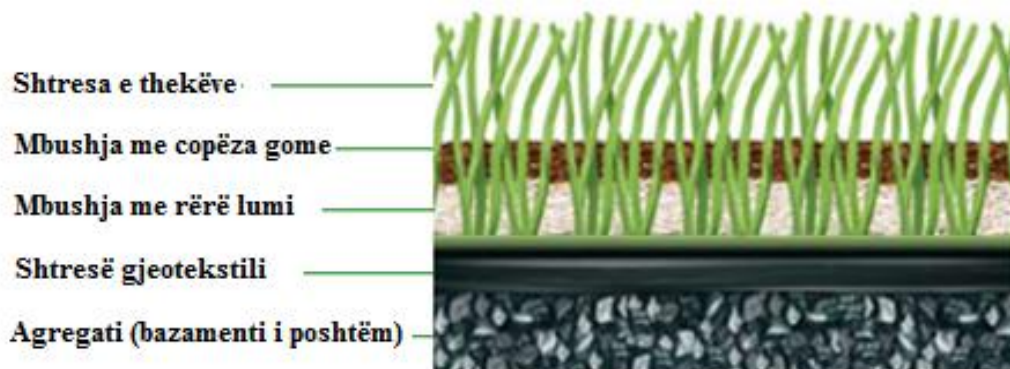


Figura 2.2. Paraqitja skematike e përbërjes së barit artificial të përdorur në futboll [10].

Sipërfaqet që konsiderohen të përshtatshme për lojën e futbollit mund të ndahen në 3 lloje kryesore:

- Tapet pa element mbushës me shtresë elastike.
- Tapet me element mbushës, pa shtresë elastike ose shtresë mbështetëse elastike
- Tapet me element mbushës me shtresë elastike ose shtresë mbështetëse elastike, me trashësi të vogël të shtresës së thekëve.

Performanca e gjithë sistemit varet nga performanca e secilit prej komponentëve dhe mënyra e prodhimit, instalimit dhe mirëmbajtjes së tyre.

2.3 Kërkesat “çelës” për sipërfaqet sportive artificiale

Kërkesat çelës për sipërfaqet sportive artificiale janë të lidhura me karakteristikat e strukturës së barit natyror dhe janë përshkruar në FIFA 2 Star dhe në librin e kërkesave për barin e futbollit. Këto standarde japin karakteristikat më të mira të fushave të futbollit me bar natyral. Metodatat testuese të përdorura për vlerësimin e sipërfaqeve sportive dhe të instalimit përshkruhen në librin e FIFA-s për Metodatat e Testimit të barit për futboll (Standartet e FIFA), Standartet ndërkombëtare (ISO) ose Standartet Europiane (Standartet EN).

Kërkesat më të rëndësishme, ose kërkesat “çelës” për tekstilet dhe filamentet e përdorur janë:

- vetitë mekanike si funksion i kohës dhe i gjërryerjeve të jashme,
- resiliencia,
- rezistenca e fibrilizimit të fijeve (fibrilizimi),
- koeficienti i fërkimit të filamenteve /fijeve.

Struktura e plotë e sipërfaqes së barit artificial duhet t’ju qëndrojë temperaturave nga -30°C deri mbi 70°C [12]. Një parametër tjetër i rëndësishëm është stabiliteti i preçesit të prodhimit të fibrave, për llojet e fibriluara dhe monofilamentet, për të siguruar veti të mira dhe të qëndrueshme të materialit.

Karakteristika të tjera të barit artificial janë ato lidhur me të gjithë strukturën, me shtresën mbushëse dhe me shtresën amortizuese, nëse është prezent.

2.3.1 Kriteret e cilësisë

Kategoritë bazë që përcaktojnë në përgjithësi performancën e sipërfaqeve të barit artificial, të përshtatshme për lojën e futbollit janë tre [11]. Këto kategori klasifikohen si :

- Jëtëgjatësia e sipërfaqes në përdorim dhe qëndrueshmëria në grisje.
- Bashkëveprimi lojtar-sipërfaqe.
- Bashkëveprimi top-sipërfaqe.

Seria e testeve përfshin :

a) Testimet në kushte Laboratori:

- Qëndrueshmëri /Jëtëgjatësi.
- Rezistenca klimaterike.
- Bashkëveprimi Lojtar sipërfaqe.
- Bashkëveprimi Top sipërfaqe.

b) Testimet në fushë:

- Testet e ndërtimit.
- Bashkëveprimi lojtar sipërfaqe.
- Bashkëveprimi top sipërfaqe.

Theksojmë se analizat në fushë bëhen 3 muaj pas instalimit të barit [11].

2.4 Aplikimet e barit artificial

Bari artificial përdoret për një sërë aplikimesh, duke përfshirë këtu aplikimet në sipërfaqe sportive, si dhe në sipërfaqe të tjera të gjelbërta, si më poshtë:

2.4.1 Bari artificial për futboll

Bari artificial e ka fituar vendin e tij botën sportive të futbollit (Figura 2.3). Liga Evropiane e Futbollit ka aprovuar luajtjen e Ligës së Kampioneve të UEFA-s (*UEFA Champions League*), kupës së UEFA-s (*UEFA Cup*), ndeshjeve kualifikuese të Kupës së Botës, dhe Kampionateve Evropiane në fusha me bar artificial. Kjo për shkak të disa vetive si më miqësor dhe i lehtë në mirëmbajtje, kursim i vendit dhe kosto e ulët e mirëmbajtjes.

FIFA gjithashtu po e promovon barin artificial për futboll. Në fillim të vitit 2001, FIFA prezantoi Konceptin e Cilësisë: një program testues gjithëpërfshirës për të zhvilluar një standard ndërkombëtar për barin artificial, për të garantuar sigurinë e lojtarëve dhe për të inkurajuar zhvillimet në industrinë e barit artificial.



Figura 2.3. Shembull i një sipërfaqeje bari për futboll.

2.4.2 Bari artificial për tenis (sipas Standardit EN 15330)

Bari artificial mund të përdoret gjithashtu në sportin e tenisit. Në mënyrë që të garantohej cilësia luajtëse e barit në aspekte të sigurisë së lojtarëve dhe sjelljes së topit, sikurse dhe cilësia e produktit, organet drejtuese të sportit kanë krijuar një sërë standardesh. Fushat e reja të instaluar duhet të kalojnë disa teste, të kryera nga trupa testimi të akredituara, në mënyrë që të miratohen për përdorim për lojërë zyrtare.

Gjatësia e fibrave e përdorur në shtresën e thekëve duhet të jetë ndërmjet 10-20 mm, me mbushje rëre, dhe fibrat duhet të prodhohen si monofilamente [1].

Mirëmbajtja është një aspekt i rëndësishëm, sidomos lidhur me përshkueshmërinë e ujit, e cila duhet të bëhet sipas kërkesave të specifikuara. Përveç standardeve Evropiane, ato duhet të jenë të akredituar nga Federata Ndërkombëtare e Tenisit (ITF).

2.4.3 Bari artificial për hokey

2.4) dhe një sipërfaqe me material mbushës ose e mbushur. Sipërfaqët pa mbushje konsiderohen nga Federata Ndërkombëtare e Hokej-it (FIH) si kategoria më e lartë (klas I). Sipërfaqet përdorën duke sprucuar sasi të mëdha uji në sipërfaqe (Figura 2.5). Gjatësia tipike e thekëve është 10-20 mm. Sipërfaqet me mbushje kanë një gjatësi më të madhe të thekëve (15-25 mm), dhe mbushen me rërë. Ato konsiderohen si klas II nga federatat e klasit të parë [1].

Sipërfaqet sintetike të dizenuara për tu përdorur në hokey duhet të jenë në konformitet me kërkesat që konsiderojnë ndërveprimin ndërmjet topit dhe sipërfaqes ku do të luhet. Për këto fusha FIH ka zhvilluar sete të ngjashme metodash testimi dhe kërkesash (FIH, 2011).



Figura 2.4. Sipërfaqe artificiale pa mbushje për përdorim në sportin e hokey-it.



Figura 2.5. Sipërfaqe artificiale me ujë për përdorim në sportin e hokey-it.

2.4.4 Bari artificial për rugby

Sipërfaqet e barit sintetik të dizenuara për t'u përdorur kryesisht për rugby (Figura 2.6) duhet të jenë në përputhje me kërkesat e mëposhtme [1]:

Fibra:	monofilament
Niveli tipik dhe lloji i mbushjes:	pjesërisht e mbushur, gomë, rërë.
Lartësia e mbushjes (%):	50-80
Gjatësia tipike e xhufkave (mm):	55-70

Copat testuese duhet të përgatiten në përputhje me standardet dhe rezultatet e testimit duhet të jenë në gamën e vlerave që kërkohet nga këto standarde.



Figura 2.6. Sipërfaqe artificiale për rugby.

2.4.5 Sipërfaqet e dizenuara për përdorime në shumë sporte (Standardi Evropian EN 15330)

Për sipërfaqet që përdoren në shumë sporte (Figura 2.7), përfitimet janë përdorimi i kufizuar i hapësirës dhe kostot e reduktuara. Për këto sipërfaqe, standardet gjithashtu egzistojnë, por këto sipërfaqe përdoren më tepër për stërvitje ose si sipërfaqe sportive në shkolla.



Figura 2.7. Pamje e një sipërfaqeje sintetike për përdorim në shumë sporte.

2.4.6 Bari artificial për zbukurime (peisazhe)

Bari artificial është ideal për njerëz me kohë të kufizuar, por që duan të shijojnë sipërfaqe të gjelbërta (Figura 2.8). Bari artificial ka pamjen e një lëndine të mirëmbajtur në mënyrë perfekte, në të gjitha stinët. Ai zgjidh problemin e qosheve me hije, tarracave oborr dhe sipërfaqeve rreth pishinave; të gjitha vendeve ku bari natyror rritet keq ose nuk rritet fare. Me bar artificial, hapësirat publike jo vetëm ruajnë një pamje të përhershme, por kostot e mirëmbajtjes gjithashtu reduktohen ndjeshëm. Bari artificial ka një jetë të gjatë dhe është kështu, një investim afatgjatë.



Figura 2.8. Bar artificial i përdorur për zbukurim (që mbulon tarracën e një ndërtese në qytet).

2.5 Referenca

- [1] Structure and long term properties of polyethylene monofilaments for artificial turf applicationf. Blerina Kolgjini, ISBN 978-90-8578-544-6, Belgium, 2012.
- [2] Deutscher Fussball-Bund, DFB-Empfehlungen für Kunststoffrasenplätze – Fragen und Antworten, 2006. http://www.dfb.de/uploads/media/DFB_Kunstrasenstudie_KF.pdf
- [3] Information from: <http://www.kestrelcontractors.co.uk/projects/whtc-4g-pitch.php>.
- [4] Astroplay, Greenfields, XL-turf, Sportisca.
- [5] A comparison of artificial turf, The Journal Of Trauma, Injury, Inflection and Critical Care Volume 57, number 6 J. Trauma; 57:1311-1314. 2004.
- [6] Patents application WO9840559 A1, Synthetic Turf, publication date: 17/09/1998.
- [7] Patents application GB 2429171 A, Artificial Turf, publication date: 21/02/2007.
- [8] Patents application US 6723412 B2, Synthetic Turf, publication date: 20/04/2004.
- [9] Patents application US 6432505B1, Diamond cross section synthetic turf filament, publication date: 13/08/2002.
- [10] Pictures reproduced from FIFA website
<http://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/footballturf/01/15/62/41/iatsmanual2012edition.pdf>
- [11] FIFA Quality Concept for Football Turf. May 2017.Available on internet
<http://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/footballturf/68/52/24/fqctestmethodmanual%28may2009%29.pdf>
- [12] Quantitation of impact attenuation of difference playground surfaces under various environmental conditions using a tri-axial accelerator. Lewis LM, Naunheim RS, Standeven 5:935-935, 1999.
- [13] EN Standard 15330

KAPITULLI 3

3 VETITË FIZIKE TË FIBRAVE QË MERREN NË STUDIM

Polimerët që përdoren kryesisht në prodhimin e fibrave ose të monofilamenteve për shtresën e barit janë polietileni (PE), polipropileni (PP), ose ko-polimerët e polipropilenit dhe poliamidi (PA) [1]. Me përjashtim të poliamidit, polimerët e mësipërm janë pjesë e familjes së poliolefinave dhe përdoren gjerësisht në aplikimet e fushave të futbollit. Poliolefinat e disponueshme komercialisht shtrihen në një gamë të gjerë peshash molekulare dhe përmbajtjesh ko-monomeri, që variojnë nga polimerë me peshë molekulare të lartë shumë viskozë (të trashë), në likuide me peshë molekulare të ulët; nga materiale të shtangët shumë kristalinë, në polimerë amorfë me module të ulët.

Polyolefinat janë një familje e madhe e polimereve dhe kjo për arsye se:

- Kanë kosto të ulët.
- Kanë më pak procese përgatitore.
- Kanë përshtatshmëri në shumë variante formash e seksionesh tërthore,

Nëpërmjet kërkimeve të shumta shkencore dhe zhvillimeve në fushën e polimerëve, varieteti i materialeve po rritet dhe poliolefinat në mënyrë të qëndrueshme, gjithnjë e më tepër po zëvendësojnë shumë polimerë të tjerë dhe materiale tradicionale të përdorura në aplikime të ndryshme.

3.1 Polimerët që përdoren për prodhimin e fibrave të barit artificial

Siç u përmend më sipër, polimerët që përdoren më tepër për prodhimin e fibrave për sistemet e barit artificial për fushat e futbollit janë, Polietileni, i cili ka edhe përdorimin më të gjerë, Polipropeni dhe Poliamidi.

3.1.1 Polietileni (PE). Struktura dhe vetitë.

Polietileni (PE) është polimeri i përdorur më gjerësisht për prodhimin e monofilamenteve të barit artificial. Ai prodhohet nga polimerizimi me shtim i monomerit të etilenit, i cili është një molekulë e qëndrueshme që polimerizohet vetëm në kontakt me katalizatorë. Katalizatorët më të zakonshëm përbëhen nga klorur titani të ashtuquajturit katalizatorët “Ziegler-Natta”. Një tjetër katalizator i zakonshëm është katalizatori “Phillips”, i marrë duke depozituar oksid kromi në silicë [2].

Polietileni egziston në shumë lloje dhe ka strukturë të atomeve të karbonit të lidhura me lidhje kovalente me hidrogjenë të varur. Variacionet e tij kryesisht rrjedhin nga zinxhirët anësorë që modifikojnë natyrën e materialit. Ai mund të kopolimerizohet me materiale të tjerë për të modifikuar ose përmirësuar veti specifike. Kështu, densiteti i polietilenit mund të manipulohet nga lloji dhe sasia e komonomerit që vepron me etilenin, për të prodhuar polimerin [3].

Ky komonomer, në kombinim me procesin e përpunimit ndikon në llojin, frekuencën dhe gjatësinë e degëzimeve që ndodhin në molekulë. Ky variacion rezulton në lloje të ndryshme polietileni [1]. Struktura e polietilenit paraqitet në Figurën 3.1, dhe disa nga vetitë në Tabelën 3.1.

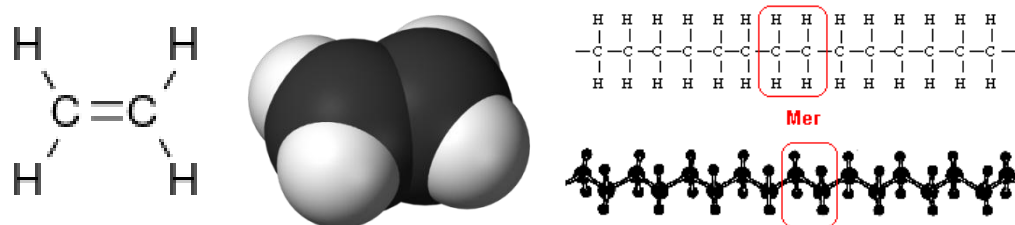


Figure 3.1. Struktura kimike e polietilenit e formuar nga monomer i etilenit (CH_2)

Tabela 3.1. Disa nga vetitë fizike të polietilenit.

Struktura	Qëndrueshmëria në tërheqje [MPa]	Moduli i elasticitetit [GPa]	Densiteti [g/cm^3]	Shënime
$\left(\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right)_n$	8 – 21	0,1 – 0,28	0,92	Densitet i ulët
	21 - 38	0,4 – 1,2	0,95	Densitet i lartë

Polietileni (PE) është një polimer i butë i përbërë nga zinxhirë fleksibël molekulash dhe një njësi e shkurtër që përsëritet, për shkak të së cilës ai ka një strukturë shumë kristaline. Polietileni prodhohet në tre lloje kryesore: Polietileni me Densitet të Ulët (LDPE - Low Density Polyethylene), Polietileni me Densitet të Lartë (HDPE - High Density Polyethylene) dhe Polietileni Linear me Densitet të Ulët (LLDPE - Linear Low Density Polyethylene)

Ndarja në grupe përcakton vetitë mekanike dhe fizike si; qëndrueshmëri, ngurtësia ose fleksibiliteti, temperatura e qelqit dhe temperatura e shkrirjes. Gjithashtu, kjo ndarje përcaktohet nga shkalla e polimerizimit dhe e funksionalitetit të merit. Shtangësia e polietilenit rritet shumë me rritjen e densitetit . Të gjitha llojet humbasin gradualisht vetitë me rritjen e temperaturës dhe shkten respektivisht në temperaturat 105°C dhe 130°C [1].

HDPE karakterizohet nga një densitet më i madh ose i barabartë me 0.941 ($0.94 - 0.97$) g/cm^3 [4]. HDPE mund të prodhohet nga katalizatorë silic kromi, katalizatorë Ziegler-Natta ose metalocen. Ai ka një shkallë të ulët degëzimesh anësore dhe në këtë mënyrë forca ndërmolekulare dhe qëndrueshmëri në tërheqje të lartë. Mungesa e degëzimeve anësore sigurohet nga zgjedhja e duhur e katalizatorit (psh katalizatorë kromi ose Ziegler-Natta) dhe kushtet e reaksionit. Ai përmban më pak se një zinxhir anësor për 200 atome karbon në zinxhirin kryesor, duke çuar në zinxhirë linearë më të gjatë, që rezultojnë në paketime të rregullta dhe kristalinitet të lartë [5]. Ky polimer është kimikisht inert dhe ka koeficient të ulët fërkimi. Ai ka shtangësi dhe modul të lartë, siç pasyrohet edhe në tabelën 3.1. HDPE është rezistent ndaj abrazionit, korrozionit, njollave dhe aromave dhe ka një temperaturë shkrirjeje rreth 135°C [4] (Tabela 3.2).

LLDPE karakterizohet nga një densitet që varion nga 0.912 - 0.930 g/cm^3 [4]. LLDPE është një polimer linear me një numër të konsiderueshëm degëzimesh anësore të shkurtra, i cili merret përgjithësisht nga ko-polimerizimi i etilenit me alfa-olefina me zinxhirë të shkurtër (për shembull 1-buten, 1-hekzane dhe 1-okten) [3]. LLDPE ka një qëndrueshmëri në tërheqje më të lartë se LDPE, si dhe shfaq një rezistencë më të lartë ndaj goditjes dhe shpimit se LDPE. Temperatura e shkrirjes është rreth 120 - 125°C [4] (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 . Temperaturat e shkrirjes së polimerëve që formojnë barin artificial

Polimeri	Temperatura e shkrirjes T_f ($^\circ\text{C}$)
Polietilen me Densitet të Lartë (HDPE)	137
Polietilen me Densitet të Ulët (LDPE)	115
Polietilen Linear me Densitet të ulët (LLDPE)	120
Polipropilen	165
Polipropilen izotaktik	175
Nylon 6,6	265

LDPE karakterizohet nga një densitet që varion nga 0.910 - 0.935 g/cm^3 [4]. LDPE ka një shkallë të lartë zinxhirësh anësorë të shkurtër dhe të gjatë, gjë që çon në paketimin jo të mirë të zinxhirëve në strukturën kristaline. Në këtë mënyrë, ai ka forca ndërmolekulare më pak të forta, që rezultojnë në qëndrueshmëri në tërheqje më të ulët dhe butësi (epshmëri) më të madhe [1]. LDPE prodhohet nga polimerizimi me radikale të lira. Shkalla e lartë e degëzimeve me zinxhirë anësorë të gjatë i jep LDPE veti unke dhe të dëshiruara në rrjedhje. Temperatura e shkrirjes së LDPE është rreth 115°C (Tabela 3.2). Ky polimer përdoret për aplikime në filma plastikë dhe mbështjellës [6].

3.1.2 Format dhe vetitë e Polipropilenit (PP)

Polipropileni (PP) ka ngjashmëri me polietilenin dhe ka një nivel kristaliniteti të ndërmjetëm midis atij të polietilenit me densitet të ulët (LDPE) dhe polietilenit me densitet të lartë (HDPE). PP formohet nga polimerizimi me shtim i propilenit (Figura 3.2) Polipropileni është normalisht i fortë dhe fleksibël, sidomos kur ko-polimerizohet me etilenin [5]. Kjo gjë e lejon polipropilenin të përdoret si një plastikë inxhinierike. Është gjithashtu polimer kristalin, dhe ka një temperaturë shkrirjeje më të lartë se polietileni, që varion nga 160 në 166°C dhe varet nga materiali ataktik dhe kristaliniteti .

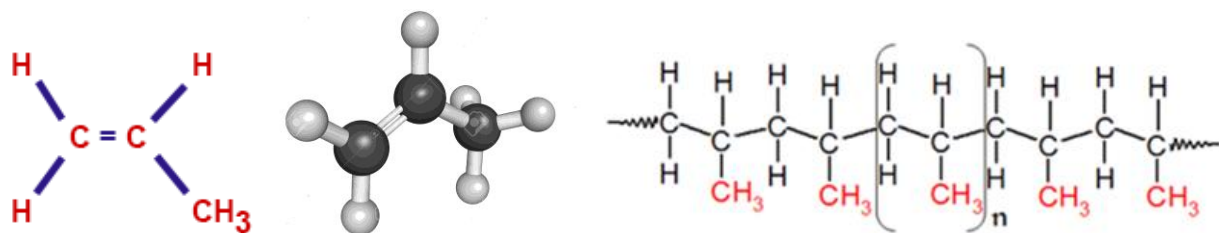


Figura 3.2. Struktura kimike e polipropilenit të formuar nga monomeri i propilenit.

Një veti speciale e polipropileni është aftësia e tij për të formuar nyje integrale me një rezistencë praktikisht të palimituar kundër pëkuljes së përsëritur. Polipropilni ka një qëndrueshmëri të lartë dhe fortësi në thyerje [7]. Disa veti të polipropilenit jepen në tabelën 3.3.

Tabela 3.3. Disa nga vetitë fizike të polipropilenit.

Struktura	Rezistenca në tërheqje [MPa]	Zgjatimi relativ në këputje [%]	Moduli i elasticitetit [GPa]	Densiteti [g/cm ³]
$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2 \end{array} \right]_n$	28 - 41	500 – 700	1,1 – 1,5	0,91

Polipropileni ekziston në tre forma: izotaktik, sindiotaktik dhe ataktik. Komercialisht, PP izotaktik është lloji kryesor.

- 1) PP Izotaktik është një polimer stereotip specifik sepse njësitë propilene shtohen nga fillimi në fund në mënyrë që grupet e tyre metile janë të gjitha në të njëjtën anë të planit të vargut polimerik. Ai kristalizohet në një formë spirale dhe shfaq veti të mira mekanike, të tilla si shtangësia dhe qëndrueshmëria në tërheqje. PP izotaktik shitet komercialisht në tri lloje kryesore produkti; homopolimer, kopolimer i rastit dhe kopolimer bllok i

mbyllur. Homopolimeri ka shtangësinë dhe pikën e shkrirjes më të lartë nga të tre llojet, dhe tregtohet në një gamë të gjerë të normave të rrjedhjes nga shkrirja.

- 2) PP Sindiotaktik prodhohet duke futur njësitë monomere në një konfigurim të alternuar. Ai nuk ka shtangësinë e formës izotaktike, por ka impakt dhe qartësi më të mirë.
- 3) PP Atatik prodhohet nëpërmjet futjes së monomerit në mënyrë të rastit. Kjo formë nuk ka kristalinitetin e dy të tjerave. Ajo përdoret kryesisht në katranet e çative dhe aplikimet ngjitëse [8].

Strukturat kimike të tre formave të polipropilenit paraqiten në Figurën 3.3. Fibrat e polipropilenit janë kryesisht homopolimere izotaktik. Homopolimeri PP kur tërhiqet dhe orientohet, jep një material me elasticitet, shtangësi dhe qëndrueshmëri në grisje të përmirësuar për shkak të vendosjes molekulare. Shumë teknologji të rëndësishme të fibrave e shfrytëzojnë qëndrueshmërinë e PP dhe janë konsumues kryesorë të polimerëve polipropilen.

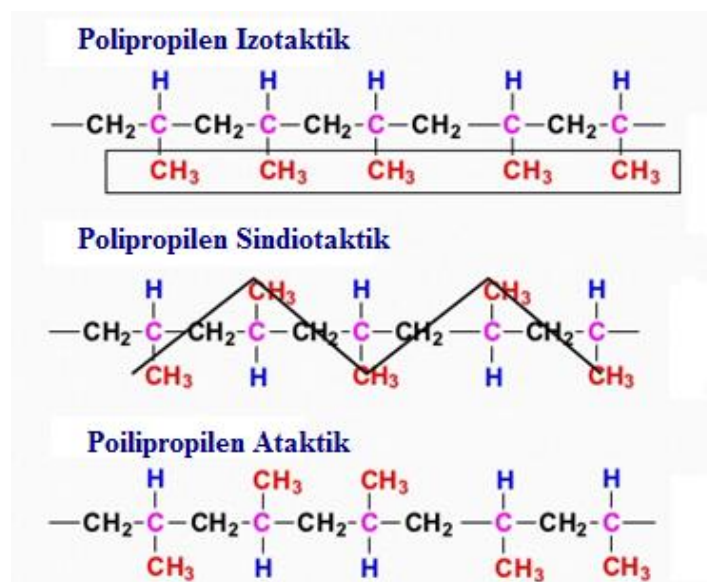
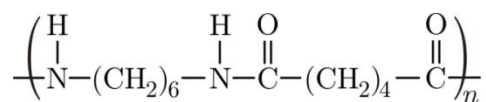


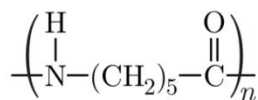
Figura 3.3. Struktura kimike e formave të polipropilenit.

3.1.3 Poliamidi (PA)

Poliamidi (PA) njihet përgjithësisht si “Najlon”. Ai përbëhet nga polimerë të cilët, në varësi të numrit të atomeve të vazhduara të carbonit në zinxhirë, emërtohen Najloni 6 dhe Najloni 6.6. Poliamidi përmban monomerë amid që lidhen nëpërmjet lidhjeve peptide (Figura 3.4), dhe formohet nga polimerizimi me kondensim [3]. Struktura e tij është më konkomplëkse se ajo e poliolefinave. Poliamidet janë polimerë kristalinë me temperatura të pikës së shkrirjes relativisht të larta (ndërmjet 200 dhe 300°C) [4] (Tabela 3.2). Në figurën 3.5 jepet reaksioni i polikondensimit të Nylon 6.6 [5].



Nylon 66



Nylon 6

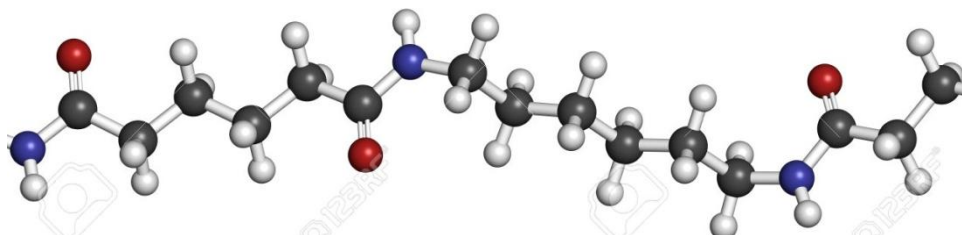


Figura 3.4. Struktura kimike e poliamidit

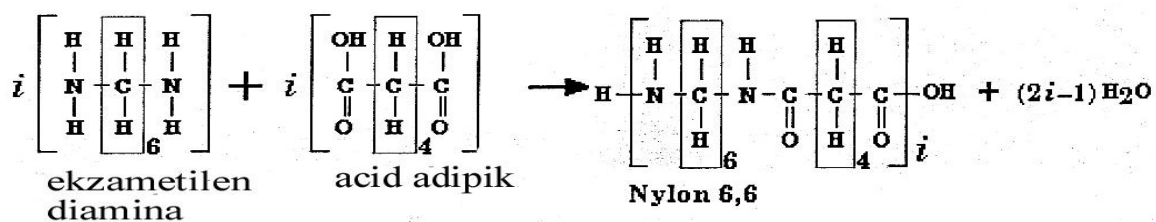


Figura 3.5. Reaksioni i polikondensimit të Nylon 6.6.

Poliamidet kanë qëndrueshmëri të mirë ndaj impaktit, për shkak të faktit se ato absorbojnë një përqindje të ujit nga atmosfera [7]. Për më tepër ato kanë një rezistencë të mirë ndaj abrazionit, që i bën të përshtatshme për përdorime teknike. Në Tabelën 3.4 jepen disa veti të Najlonit 6.6.

Tabela 3.4 Disa nga vetitë fizike të poliamidit Najlon 6.6

Struktura (najlon 6,6)	Rezistenca në tërheqje [MPa]	Zgjatimi relativ në këputje [%]	Moduli i Elasticitetit [GPa]	Densiteti [g/cm3]
$\left[(\text{CH}_2)_n - \overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}} - \text{NH} \right]$	76 - 83	60 – 300	2,8 – 3,4	1,14

3.2 Përcaktimi i vetive fizike të fibrave të marra në studim

Fibrat me përdorimin më të gjerë në prodhimin e barit artificial janë fibrat filament të polietilenit, dhe më specifikisht fibrat e polietilenit linear me densitet të ulët (LLDPE) [9]. Nisur nga ky fakt, edhe në këtë studim janë marrë në konsideratë fibra filament LLDPE. Fibrat janë prodhuar komercialisht për përdorim në fusha futbolli me bar artificial. Fibrat janë zgjedhur të ndryshme, në terma të vetive dimensionale dhe gjeometrisë së strukturës së jashtme të tyre. Për mënyrën e prodhimit dhe parametrat e procesit të fibrave testuese nuk ka informacion, duke qenë se janë prodhim komercial.

Janë marrë në studim gjashtë fibra të ndryshme filament LLDPE. Gjatë gjithë studimit ato janë emërtuar si Fibra A, Fibra B, Fibra C, Fibra D, Fibra E dhe Fibra F. Fibrat janë trajtuar në të nxehtë, në furrë me temperaturë 80°C, për një orë. Ky trajtim bëhet në mënyrë që fibrat të jenë në kushte të njëjta të prodhimit real të tapetit sportive [10]

3.2.1 Përcakti i hollësisë së fibrave

Për të gjashtë fibrat filament LLDPE të marra në studim është përcaktuar hollësia në terma të densitetit linear. Duke pasur parasysh se mënyra më e përhapur e shprehjes së densitetit linear është tex, i cili është adoptuar dhe njohur si njësi e sistemit SI në vitin 1960 [11], edhe në këtë studim është përdorur Tex për matjen dhe shprehjen e densitetit linear të filamenteve. Formula e Tex, i cili shpreh masën në gram të një gjatësie prej një kilometri fibër filament, mund të shprehet edhe në formë tjetër, duke e shprehur gjatësinë në metër dhe duke bërë shndërrime të duhura në formulë (Formula 3.1)

$$Tex = \frac{m (gr)}{l (km)} = \frac{m (gr)}{l (m)} \cdot 1000 \quad (\text{Formula 3.1})$$

Ku: m – masa e fibrës,
 l – gjatësia e fibrës.

Për të gjithë filamentet e marra në studim është gjetur densiteti linear i shprehur në Tex. Për këtë u morrën filamenete me gjatësi 1 metër dhe u peshuan në peshore elektronike duke marrë në këtë mënyrë masën në gram.

Për çdo fibër u morrën 5 mostra dhe në përfundim të matejeve për të gjitha mostrat, u gjet rezultati përfundimtar si mesatare e 5 matjeve për çdo fibër.

Nga matjet e realizuara rezultuan densitete lineare (Tex) si më poshtë:

Për fibrën A :

$$Tex = \frac{m (gr)}{l (km)} = \frac{m (gr)}{l (m)} \cdot 1000 = \frac{0.202+0.206+0.208+0.201+0.209}{5} \cdot 1000 = \frac{1.026}{5} \cdot 1000$$

$$\underline{Tex (A) = 225 \text{ gr/km}}$$

Për fibrën B:

$$Tex = \frac{m (gr)}{l (km)} = \frac{m (gr)}{l (m)} \cdot 1000 = \frac{0.223+0.235+0.218+0.228+0.221}{5} \cdot 1000 = \frac{1.125}{5} \cdot 1000$$

$$\underline{Tex (B) = 225 \text{ gr/km}}$$

Për fibrën C:

$$Tex = \frac{m (gr)}{l (km)} = \frac{m (gr)}{l (m)} \cdot 1000 = \frac{0.149+0.153+0.145+0.150+0.148}{5} \cdot 1000 = \frac{0.745}{5} \cdot 1000$$

$$\underline{Tex (C) = 149 \text{ gr/km}}$$

Për fibrën D:

$$Tex = \frac{m (gr)}{l (km)} = \frac{m (gr)}{l (m)} \cdot 1000 = \frac{0.211+0.205+0.208+0.207+0.210}{5} \cdot 1000 = \frac{1.041}{5} \cdot 1000$$

$$\underline{Tex (D) = 208 \text{ gr/km}}$$

Për fibrën E:

$$Tex = \frac{m (gr)}{l (km)} = \frac{m (gr)}{l (m)} \cdot 1000 = \frac{0.225+0.228+0.226+0.221+0.229}{5} \cdot 1000 = \frac{1.129}{5} \cdot 1000$$

$$\underline{Tex (E) = 225 \text{ gr/km}}$$

Për fibrën F:

$$Tex = \frac{m (gr)}{l (km)} = \frac{m (gr)}{l (m)} \cdot 1000 = \frac{0.209+0.206+0.207+0.204+0.205}{5} \cdot 1000 = \frac{1.031}{5} \cdot 1000$$

$$\underline{Tex (F) = 206 \text{ gr/km}}$$

Nga rezultatet e marra vihet re se densiteti linear i fibrave përgjithësisht është i ndryshëm. Megjithatë, mund të thuhet se fibrat A, D dhe F kanë vlera shumë të përafërta të Tex, përkatësisht 205, 208 dhe 206 gr/km. Fibrat B dhe E kanë të njëjtin densitet linear $\text{Tex} = 225$ gr/km, vlerë e cila nuk është shumë larg fibrave të mësipërme, kur i referohemi densitetit linear.

E vetmja fibrë që ka një ndryshim të dukshëm në hollësi nga të gjitha fibrat e tjera është fibra C me vlerë të $\text{Tex} = 149$. Duke parë vlerat e ndryshme të hollësisë së filamenteve, mbetet për të parë në vazhdim të studimit, se si këto vlera do të ndikojnë në sjelljen e filamenteve në përkulje.

3.2.2 Përcaktimi i pamjes tërthore dhe gjatësore të fibrave

Monofilamentet që përdoren për barin artificial mund të jenë me forma të ndryshme të seksionit tërthor gjë që çon edhe në pamje të ndryshme gjatësore të fibrave. Ato mund të kenë pamje të seksionit tërthor si drejtkëndore, në formë rombi, në formë të shkronjës “c” bilobale ose trilobale, etj. siç paraqiten në Figurën 3.6 [12, 13]

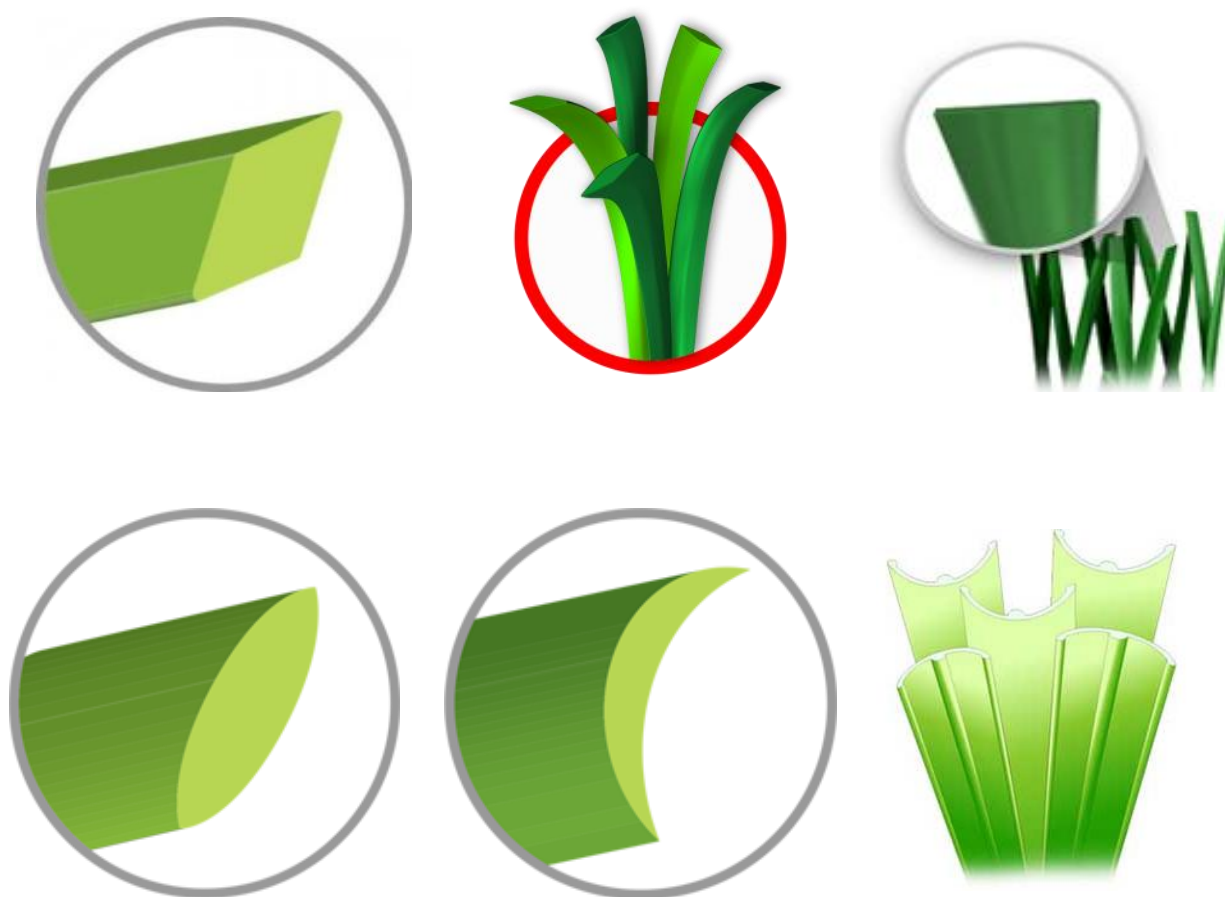
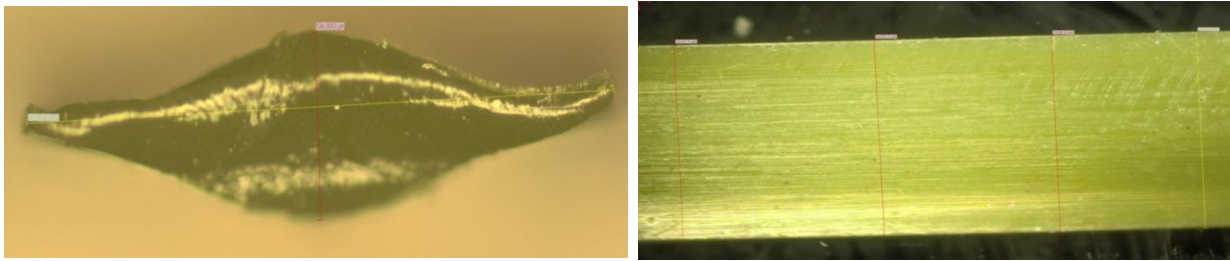
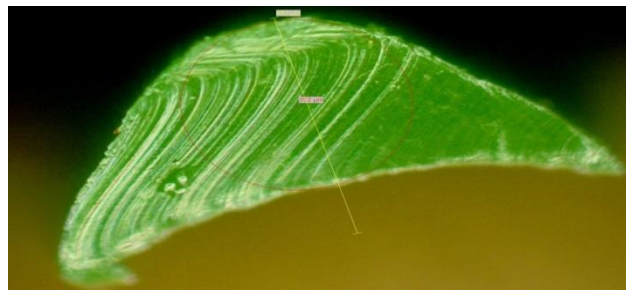
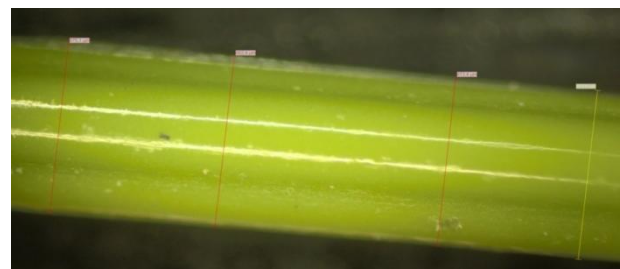


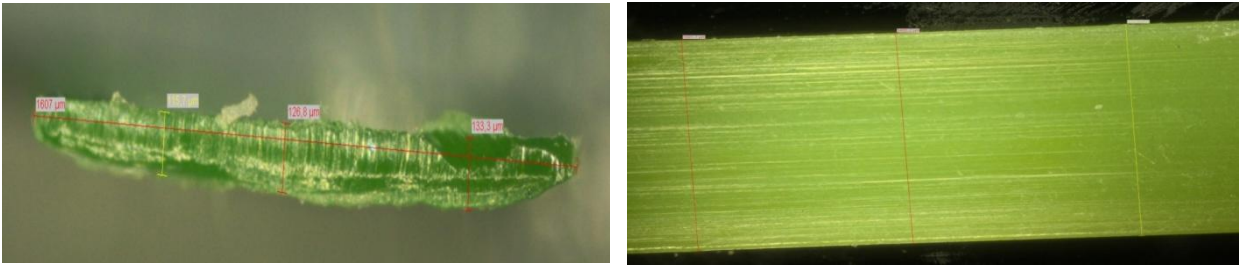


Figura 3.6. Pamje të përgjithshme të formave të seksionit tërthor të filamenteve të barit artificial.

Format jepen gjatë procesit të prodhimit ose tjerjes së monofilamenteve, nëpërmjet filierave ku shtrydhet polimeri i shkrirë. Filierat mund të kenë vrima të formavë dhe madhësive të ndryshme. Gjatë ose pas ngurtësimit filamentet tërhiqen dhe ky proces përgjithsisht realizohet për të përmirësuar vetitë klasike mekanike, si ngurtësinë dhe qëndrueshmërinë [14]. Përmirësimi i vetive mekanike vjen si rezultat i rritjes së orientimit të zinxhirëve molekularë, që formojnë strukturën e brendshme të polimerit, në drejtim të tërheqjes [3].

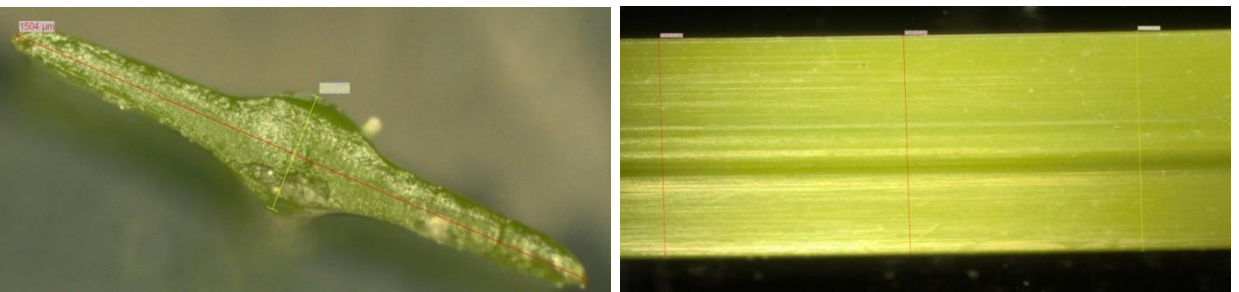
Të gjitha fibrat e marra në studim u vërtetuan në mikroskop elektronik, dhe konkretisht u vërtetuan pamjet e seksionit tërthor dhe pamjet e tyre gjatësore. Nga vërtetimet e bëra u morën pamjet e mëposhtme (Figurat 3.7-3.12). Në çdo pamje tërthore dhe pamje gjatësore, janë shënuar gjithashtu edhe permasat e fibrës (në mikrometër), të matura në mikroskop.

Fibra A**(a)****(b)****Figura 3.7.** (a) Pamja e seksionit tërthor dhe (b) pamja gjatësore e fibrës A.**Fibra B****(a)****(b/1)****(b/2)****Figura 3.8.** (a) Pamja e seksionit tërthor (b/1) pamja gjatësore e parë nga ana e lugët dhe (b/2) Pamja gjatësore e parë nga ana e mysët e fibrës B.

Fibra C

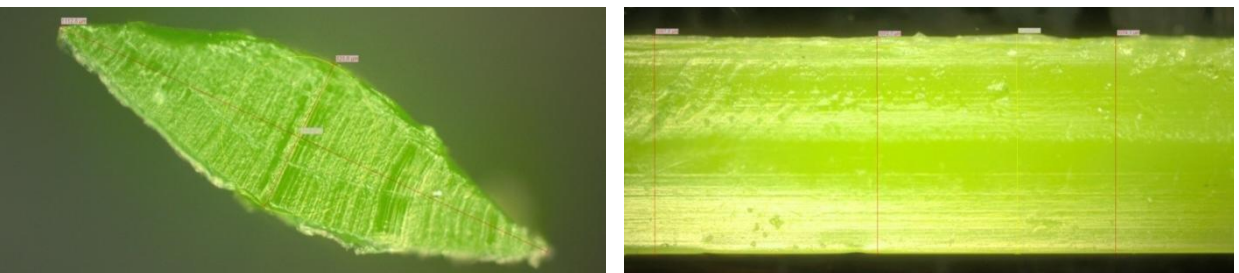
(a)

(b)

Figura 3.9. (a) Pamja e seksionit tërthor dhe (b) pamja gjatësore e fibrës C.**Fibra D**

(a)

(b)

Figura 3.10. (a) Pamja e seksionit tërthor dhe (b) pamja gjatësore e fibrës D.**Fibra E**

(a)

(b)

Figura 3.11. Pamja e seksionit tërthor dhe (b) pamja gjatësore e fibrës E.

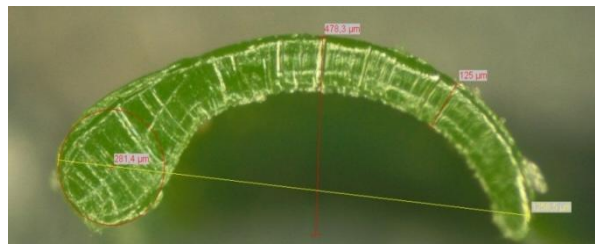
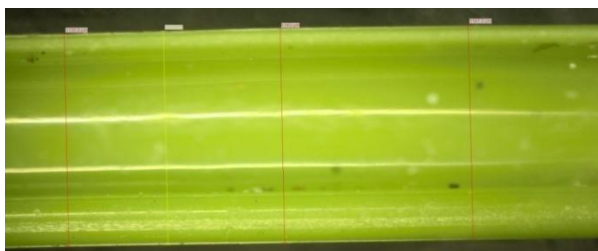
Fibra F**(a)****(b/1)****(b/2)**

Figura 3.12. (a) Pamja e seksionit tërthor (b/1) pamja gjatësore e parë nga ana e lugët dhe (b/2) Pamja gjatësore e parë nga ana e mysët e fibrës F.

Nga pamjet e mësipërme të marra në mikroskop, vëmë re se dy nga fibrat, A (Figura 3.7) dhe E (Figura 3.11), kanë pamje të seksionit tërthor afërsisht në formë rombi (diamanti), por me pak ndryshim në zgjatimet anësore. Fibra A është më e zgjatur në anë, kurse fibra E është pak më e rrumbullakosur.

Dy fibra të tjera, Fibrat B (Figura 3.8) dhe F (Figura 3.12), janë me seksion tërthor pothuajse në formë “c”, por për tu theksuar është se forma e “c” është e ndryshme nga një fibër në tjetrën. Fibra B ka seksion tërthor në formë të një “c”-je pak të mbushur nga ana e saj e lugët. Kurse fibra B, ka një si lloj topti të vogël në njërin anë të saj dhe ngjason më shumë me shkronjën “c”, duke qene se është më e thelluar në anën e lugët sesa fibra B. Këto dy fibra, duke qenë se ndryshojnë në seksionin tërthor, në dy anët e tyre kur vendosen në pajisjen testuese, do të testohen në të dy anët, të cilat do të emërtohen si ana e lugët e fibrës dhe do të shënohet me (l), dhe si ana e mysët e fibrës dhe do të shënohet me (m). Gjatë testimit do të vihet re se si performojnë këto fibra në përkulje, në dy anët e tyre.

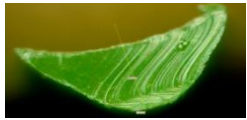
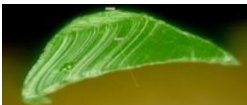
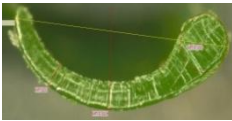
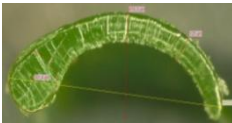
Dy fibrat e fundit, C dhe D, kanë forma të ndryshme të seksionit tërthor nga fibrat e mësipërme. Ato ndryshojnë pak edhe nga njëra tjetra, pamvarësisht se kanë një farë ngjashmërie mes tyre, për shkak të formës drejtkëndorë, që është prezente tek të dy fibrat. Fibra C (Figura 3.9) ka formë të seksionit tërthor pothuajse drejtkëndore, kurse fibra D (Figura 3.10) ka formën e një drejtkëndëshi me një topti të vogël në qendër të saj.

3.3 Përfundime

Fibrat e marra në studim janë të gjitha fibra të polietilenit linear me densitet të ulët (LLDPE). Janë fibra të marra nga prodhim komercial dhe informacioni për parametrat e procesit dhe metodat e prodhimit mbetet konfidencial.

Për të gjitha fibrat është matur densiteti linear i shprehur në Tex (Tabela 3.4) dhe vihet re që fibrat përgjithësisht kanë densitet linear të ngjashëm, me dy prej tyre që rezultojnë me të njëjtin densitet linear (B dhe E) dhe tre fibra të tjera (A, D dhe F) kanë vlerë shumë të përafërt të Tex-it. Për t'u specifikuar është se fibra C, ka një ndryshim të dukshëm të densitetit linear (Tex), dhe mbetet për t'u parë se çfarë ndikimido të ketë ky ndryshim në performancën e fibrës në përkulje. Një karakteristikë tjetër e fibrave, e përcaktuar në këtë kapitull, është pamja e seksionit tërthor të tyre. Nga vërtetimet e bëra në mikroskop, u pa se fibrat përgjithësisht ndryshojnë në pamje tërthore, megjithëse dy e nga dy, ato kanë forma të ngjashme. Kështu u pa që fibrat A dhe E kanë pamje të ngjashme të seksionit tërthor, në formë rombi (diamanti). Fibrat B dhe F, kanë pamje të ngjashme në formë të përgjithshme, duke i identifikuar si fibra me seksion tërthor në formë “c”. Megjithëse kjo pamje ndryshon nga njëra fibër tek tjetra, i njëjtë mbetet fakti që të dy këto fibra kanë dy anë, të lugët dhe të mysët, dhe duhet të testohen në të dy anët e tyre (shiko Tabela 3.4).

Tabela 3.5. Karakteristikat fizike të fibrave të marra në studim.

Mostra LLDPE	Densiteti Linear Tex	Forma e seksionit tërthor	Mostra LLDPE	Densiteti Linear Tex	Forma e seksionit tërthor
Fibra A	205		Fibra D	208	
Fibra B lugët B (l)	225		Fibra E	225	
B mysët B (m)			Fibra F lugët F (l)	206	
Fibra C	149		F mysët F (m)		

3.4 Referenca

- [1] Polyolefins in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Kenneth S. Whiteley, T., Geoffrey Heggs, Hartmut Koch, Ralph L. Mawer, Wiley-VCH, Weinheim, 2005.
- [2] Handbook of Polyethylene Structures, Properties and Applications, A. Peacock, NY 2000.
- [3] Processes of Fiber Formation, Zbigniew K. Walczak, Elsevier Science Ltd, 2002.
- [4] Polymer Data Handbook, James E. Mark, Published By Oxford University Press, 1998.
- [5] Principles of Polymerization, George Odian, John Wiley & Sons, Inc., Publication, ISBN 0-471-27400-3, USA, 2004.
- [6] Patents application EP 1672020 A1, Polyethylene Composition for Artificial Turf, publication date: 21/06/2006.
- [7] Structure and long term properties of polyethylene monofilaments for artificial turf applicationf. B. Kolgjini, ISBN 978-90-8578-544-6, Belgium, 2012.
- [8] Handbook of Nonwovens, Edited by S. J. Russell, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2007.
- [9] Patent application EP 1672020, Polyethylene composition for artifitial turf.
- [10] EN Standard, prEN15330-1 Surfaces for sports areas- Synthetic turf and needle-punched surfaces primarily designed for outdoor use-Part 1: Specification for synthetic turf, 2006.
- [11] Physical properties of textile fibres, W. E. Morton and J. W. S. Hearle, Woodhead Publishing Limited, 2008.
- [12] Patent US 6432505, Diamond cross section synthetic turf filament.
- [13] Patent application WO 2005005731, Artificial turf.
- [14] Oriented structure and anisotropy of polymer blown films: HDPE, LLDPE, LDPE” polymer. Zhang, X.M., Elkoun, S., Ajji A., Haneault, M.A.

KAPITULLI 4

4 VLERËSIMI I FORCËS PÛRKULËSE ME METODAT EGZISTUESE (FAVIMAT R DHE LISPORT 12M)

Matja e forcës përkulëse të filamenteve për bar artificial lindi si nevojë e përcaktimit të performancës së tyre përpara se të prodhohet i gjithë sistemi i barit artificial sepse:

Së pari u vertetua, teorikisht dhe praktikisht [1], që performanca e të gjithë sistemit ndikohet drejtpërsedrejti nga performanca e filamenteve.

Pas një kohe të caktuar përdorimi vihet re se bashkëveprimi top - fushë dhe lojtar -fushë në një sistem me bar artificial ndryshon ndjeshëm nga një sistem i sapo instaluar. Kjo është një çështje shumë e diskutueshme sepse bie niveli i lojës (ka lodhje te lojtarët, ka probleme me rrokullisjen e, topit etj) [2]. Degradimi i lojës, e cila vjen si pasojë e rënies së performancës së barit artificial, nga ana e tekstilistëve, shpjegohet me të ashtëquajturën “mungesë” të reziliencës së filamenteve të përdorur për aplikim në thekët e barit artificial. Rezilienca përcaktohet nga aftësia e filamentev të barit artificial për tu rikthyer përsëri në pozicionin fillestar pas largimit të forcës.

Gjatë ndërveprimit lojtar-sipërfaqe dhe top – sipërfaqe, shtresa e thekëve të barit i nënshtrohet disa lloj deformimesh si shtypje, shkarje, përkulje, përdredhje etj.[3]. Në metodat testuese egzistuese, deformimi në përkulje është konsideruar si deformimi më i rëndësishëm, meqenëse tufat e monofilamenteve nuk qëndrojnë pingul me sipërfaqen horizontale (me tapetin e tekstilit). Rezultatet lidhen me gjatësinë e lirë të monofilamentit, dhe me pikën e aplikimit të forcës përkulëse, si dhe me pozicionin e përkuljes [4].

Së dyti spese kufizon shpenzimet në kohë dhe kosto. Duke pasur avantazhin e vlersimit të forcave përkulëse në cikle të ndryshme përkulje që në filament, atëherë, paraprakisht kemi një të dhënë nëse mund të kalohet në hapin tjetër që është prodhimi i tapetit, ose jo. Në kuadër të analizës, vlersohet nëse duhet të ndërhyhet në parametrat e procesit të prodhimit të filamenteve ose edhe ndoshta në vetë strukturën e lëndës së parë.

4.1 Pajisja për matjen e forcës përkulëse të një filamenti, FAVIMAT R

Metoda e parë e përdorur për të matur forcën përkulëse të monofilamenteve është testimi në përkuljen dinamike i një filamenti të vetëm. Kjo metodë krijon mundësinë e përcaktimit të sjelljes në përkulje të fibrës së barit artificial përgjatë kohës. Metoda mat forcën përkulëse të një filamenti të vetëm ose të disa filamenteve në të njëjtën kohë, pa u influencuar nga elemente të cilët janë prezent në përdorimin në fushë reale, si për shembull materiali mbushës [4].

Pajisja që përdoret për këtë testim është Favimat R (Textechno) [5]. Kjo pajisje, në gjendjen e saj natyrale, është prodhuar për testimin e qëndrueshmërisë në tërheqje të fibrave dhe përdoret kryesisht për këtë qëllim nga laboratorit testues. Për të realizuar testimin në përkulje të fibrave, pajisja është modifikuar në Departamentin e Tekstit, në Universitetin Gent, duke e bërë atë të përshtatshme për këtë qëllim (Figura 4.1). Pasi është bërë ky modifikim, Departamenti i Tekstit në UGent, ka realizuar gjithashtu edhe vlefshmërinë e modifikimit të pajisjes dhe standadizimin e metodës.

Gjatë testimit njëra anë e filamentit fiksohet duke u kapur nga nofulla e aparatit, ndërkohë që ana tjetër i nënshtrohet një force përkulëse pingule, siç paraqitet në Figurën 4.2/a. [6].



Figura 4.1. Pajisja testuese Favimar R, e modifikuar në Departamentin e Tekstit, në Ugent.

Metoda konsiston në përkuljen ciklike të një filamentit me gjatësi të lirë prej 17.5 mm i cili përkulet në distancën 2.87 mm nga pika e kapjes nga nofulla (shiko Figurën 4.2.b). Kjo pikë përfaqëson pikën ku aplikohet forca përkulëse. Gjatësia e lirë e filamentit prej 17.5 mm korrespondon me gjatësinë mesatare të lirë të fibrës në sistemin e barit artificial. Gjatë gjithë testimit filamenti përkulet 300 herë, me një shpejtësi prej 100 mm/min. Zhvendosja minimale është 2 mm, ndërkohë që ajo maksimale është 8 mm [6].

Kohëzgjatja totale e testimit për një matje (përsëritje) është 40 minuta. Çdo testim për një filament konsiston në katër matje/përsëritje. Forca paraprake e ngarkesës është 0.01 cN [6].

Forca që nevojitet për të realizuar përkuljen, matet në pjesën avancuese dhe atë kthyesë të çdo cikli (Figura 4.3), duke rezultuar në këtë mënyrë në lakoret (loops) e histerezisë të forcës përkulëse me zhvendosjen, e monitoruar për 300 cikle (Figura 4.4).

Numri i cikleve përkulëse është i limituar në 300 për shkak të memorjes së aparatit testues. Megjithatë numri i cikleve përkulëse prej 300, shihet si një numër i kufizuar, krahasuar me operacionet reale në fushë, ky numër ciklesh realizohet për një kohë shumë të shkurtër prej 40 minutash. Kështu, ai është i pranueshëm, sepse mundësia që një filament të përkulet 300 herë në 40 minuta, në kushte reale (në fushë), është shumë e ulët.

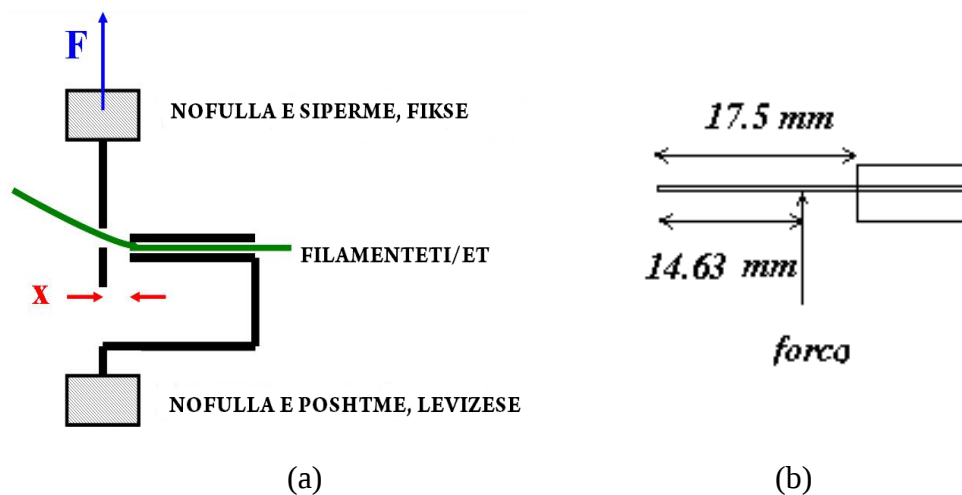


Figura 4.2. (a) Paraqitja skematike e testimit në përkulje në pajisjen FAVIMAT R (b) Parametrat e vendosjes së mostrës [University of Gent Standard PM 1301].

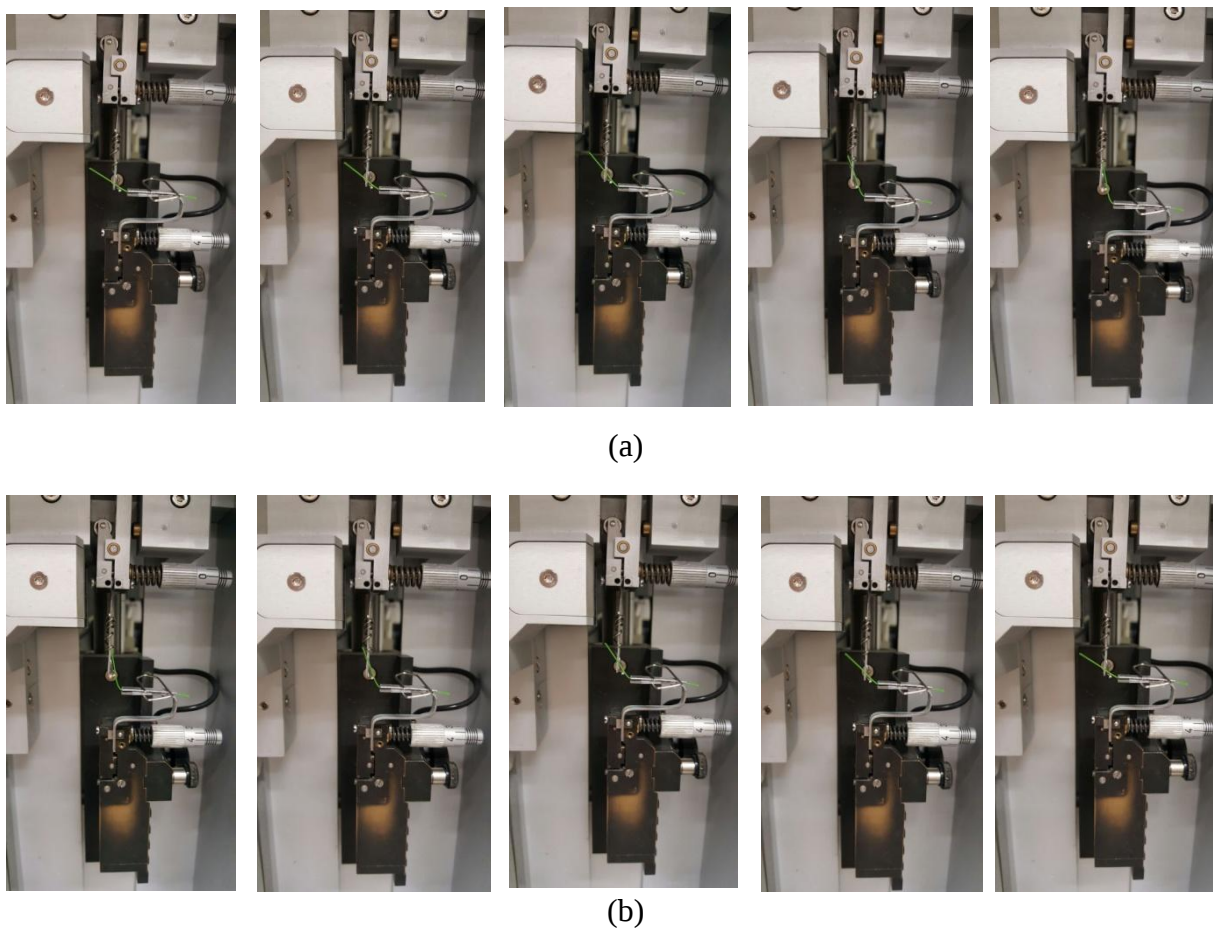


Figura 4.3. Pamje të marra gjatë testimit në përkulje a) në pjesën avancuese; b) në pjesën kthyesë, në FAVIMAT R.

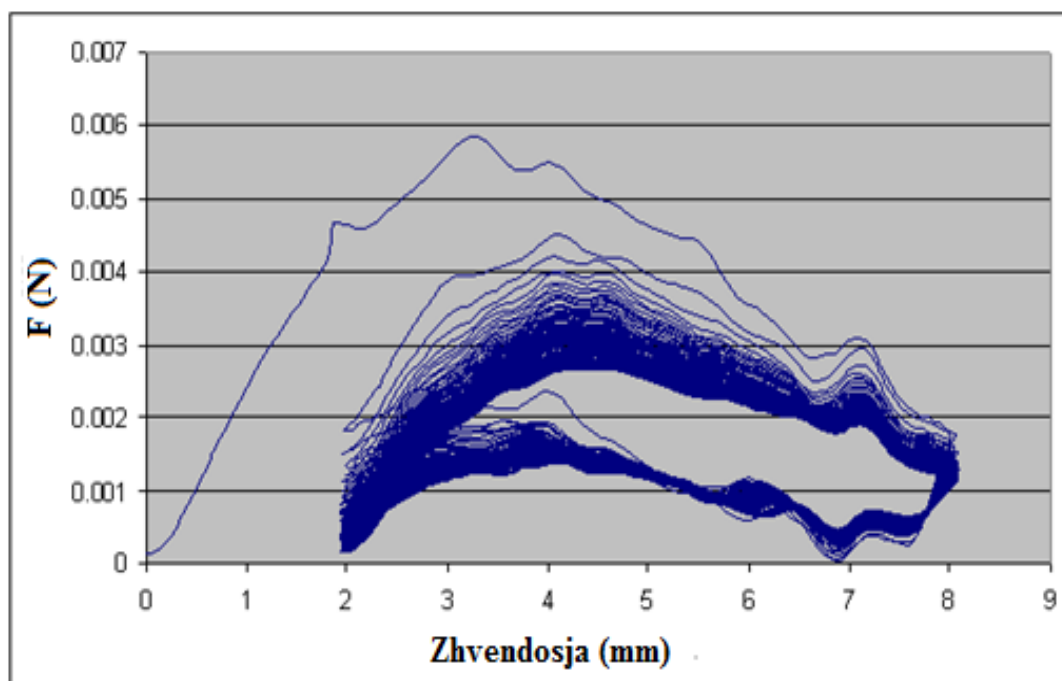


Figura 4.4. Histerezi tipike gjatë testimit të perkuljes dinamike të monofilamenteve, i monitoruar gjatë 300 cikleve në FAVIMAT R.

Rezilienca është aftësia e fibrës për tu rikthyer nga përkulja, përdredhja ose shtypja. Në këtë rast ajo shprehet si raporti midis forcës maksimale përkulëse të ciklit të fundit të përkuljes (F_{300}) dhe forcës maksimale (në pjesën avancuese të histerezisë) të ciklit të parë të përkuljes (F_1), siç tregohet në formulën 4.1 [6].

$$R (\%) = \frac{F_{300}}{F_1} * 100 \quad (4.1)$$

Një fibër ose filament, është 100% rezilient, nëse forca maksimale përkulëse në ciklin e fundit (F_{300}) është e njëjtë me forcën maksimale përkulëse në ciklin e parë (F_1).

Figura 4.4 tregon forcën përkulëse të matur kundrejt zhvendosjes. Rezultatet tregojnë se ka një reduktim më të ndjeshëm të forcës përkulëse në ciklet e para, me pas ky reduktim fillon të zvogëlohet, deri sa arrin në një vlerë pothuaj konstante në 100 ciklet e fundit.

Forca maksimale e çdo cikli përkulës, përcaktohet dhe paraqitet në një grafik. Zvogëlimi i forcë përkulëse plotohet në funksion të numrit të cikleve. Çdo testim rezulton në 2 grafikë; njëri është grafiku që paraqet forcën absolute përkulëse F (cN), në funksion të numrit të cikleve (Figura 4.5), dhe grafiku i dytë paraqet forcën relative F (%), në funksion të numrit të cikleve (forca e ciklit të parë është $F_1=100\%$, shiko Figurën 4.6).

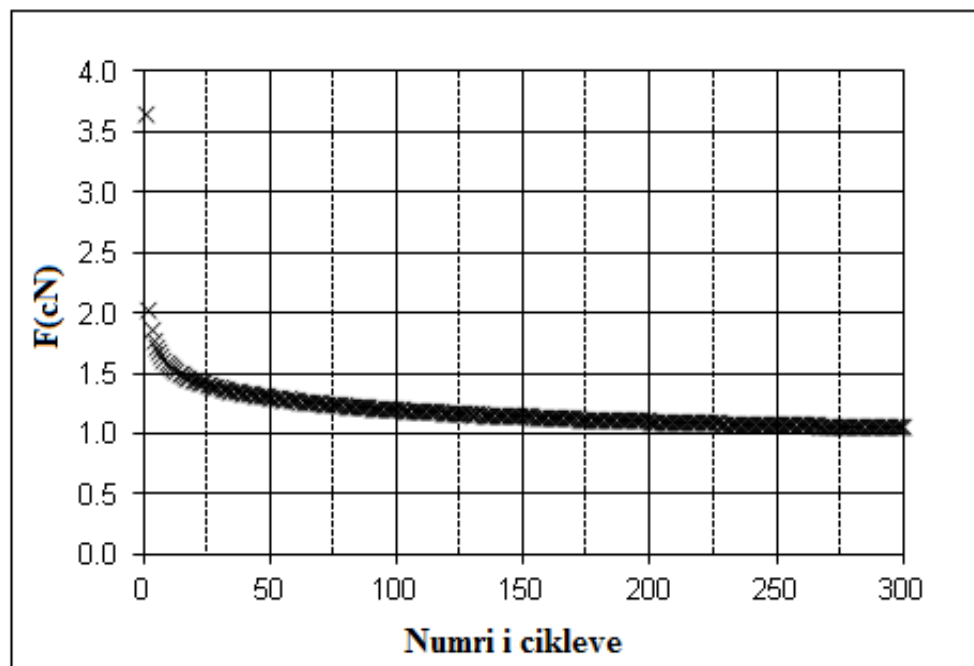


Figura 4.5. Grafiku i forcës përkulëse absolute të matur F (cN) në funksion të numrit të cikleve.

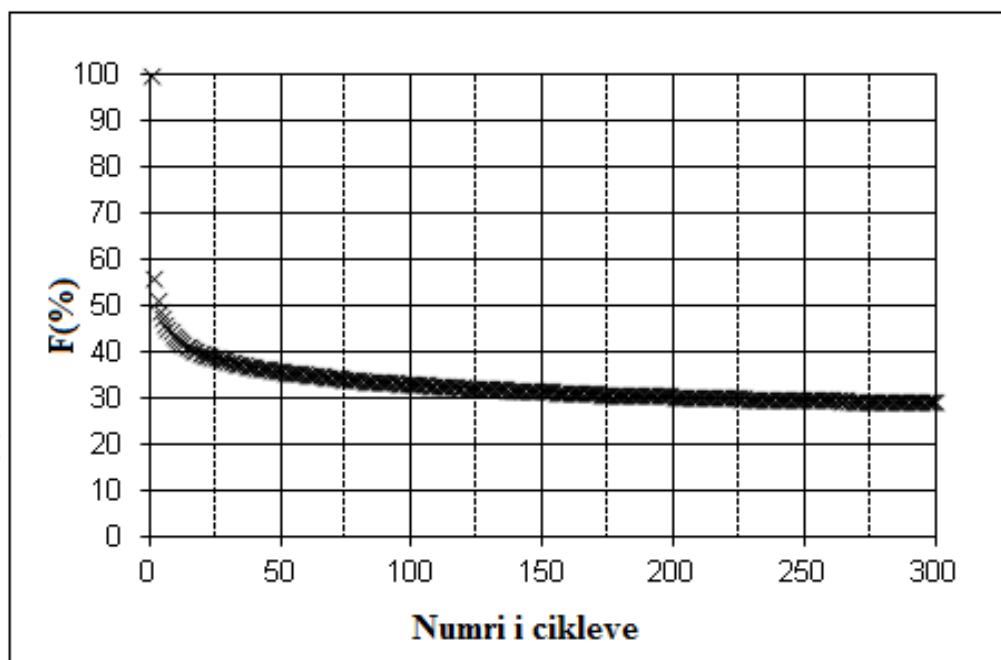


Figura 4.6. Grafiku i forcës përkulëse relative F (%) në funksion të numrit të cikleve.

Grafiku i forcës relative F (%) në funksion të numrit të përkuljeve është i rëndësishëm, sepse ky grafik është i lidhur me rritjen e distancës së rrokullisjes së topit. Rritja e distancës së rrokullisjes së topit mund të parashikohet duke përdorur vlerat e reziliencës.

Në këtë studim, vëmendja do të përqëndrohet më shumë në grafikun e forcës absolute përkulëse në funksion të numrit të cikleve. Kjo forcë do të përdoret për të bërë vlerësimin dhe krahasimin e performancës në përkulje ndërmjet fibrave të marra në studim, si dhe më tej, krahasimin me metodën e re testuese, të realizuar për matjen e forcës përkulëse nëpërmjet pajisjes testuese DMA (Dynamic Mechanical Analyzer) TA Instrument.

4.2 Testimi i fibrave me metodën FAVIMAT R

Të gjitha fibrat e marra në studim (A – F) u testuan në pajisjen Favimat R. Për secilën fibër u realizuan 4 matje (përsëritje). Siç u përmend më lart, për secilën nga fibrat marrim grafikët e forcës absolute dhe asaj relative përkulëse në funksion të numrit të cikleve. Në këta grafikë vendoset forca përkulëse maksimale mesatare e 4 matjeve të realizuara për secilën fibër për të 300 ciklet. Kjo forcë përkulëse mesatare, si ajo e shprehur në vlerë absolute, edhe ajo e shprehur në përqindje, llogariten nëpërmjet një programi.

Nga llogaritjet gjenerohet një tabelë, ku paraqiten vlerat maksimale të forcës përkulëse për të 300 ciklet, dhe për të 4 matjet e realizuara për secilën fibër. Gjithashtu, llogaritet vlera mesatare e forcës maksimale absolute F (cN) dhe asaj relative F (%) për 4 matjet. Tabela me vlerat e maksimale dhe mesatare përkulëse, për të 300 ciklet, gjenerohet për të gjitha fibrat, duke pasur parasysh që fibrat B dhe F janë testuar si në anën e lugët, dhe në atë të mysët, dhe për to kemi rezultate të veçanta. Tabelat paraqiten të shkurtuara, për shkak të numrit të madh të vlerave, duke përfshirë në to pesë ciklet e para, ciklin e 100, dhe dy ciklet e fundit. Në këtë mënyrë, jepet ideja e marrjes së vlerave për të gjitha ciklet.

Në punim janë paraqitur vetëm dy tabela për fibrat, A dhe B (shiko Tabelat 4.1 dhe 4.2). Tabelat e fibrave të tjera, të gjeneruara nga programi, janë analoge me ato të paraqitura.

Në bazë të vlerave mesatare të marra nga këto tabela, ndërtohen edhe grafikët e forcës përkulëse absolute dhe relative në funksion të numrit të cikleve, për secilën nga fibrat. Meqenëse në këtë studim ne do të referohemi forcës absolute (cN), më poshtë janë pasqyruar vetëm grafikët e kësaj force për çdo fibër (shiko Figurat 4.7 ÷ 4.14).

Tabela 4.1. Forca maksimale përkulëse absolute dhe relative, për secilin cikël (1÷300), në testimin me FAVIMAT R të fibrës A.

Testi	1	2	3	4	Mesatarja	1	2	3	4	Mesatarja
Cikli	F (cN)	F (cN)	F (cN)	F (cN)	F (cN)	F (%)	F (%)	F (%)	F (%)	F (%)
1	2.527	2.276	4.043	3.576	3.106	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	1.716	1.536	2.311	2.263	1.957	67.9	67.5	57.2	63.3	63.0
3	1.573	1.431	2.125	2.062	1.798	62.2	62.8	52.6	57.7	57.9
4	1.506	1.366	2.037	1.967	1.719	59.6	60.0	50.4	55.0	55.3
5	1.46	1.323	1.978	1.888	1.662	57.8	58.1	48.9	52.8	53.5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
100	1.176	1.061	1.544	1.472	1.313	46.5	46.6	38.2	41.2	42.3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
299	1.144	0.98	1.44	1.357	1.230	45.3	43.1	35.6	38.0	39.6
300	1.143	0.981	1.443	1.357	1.231	45.2	43.1	35.7	37.9	39.6

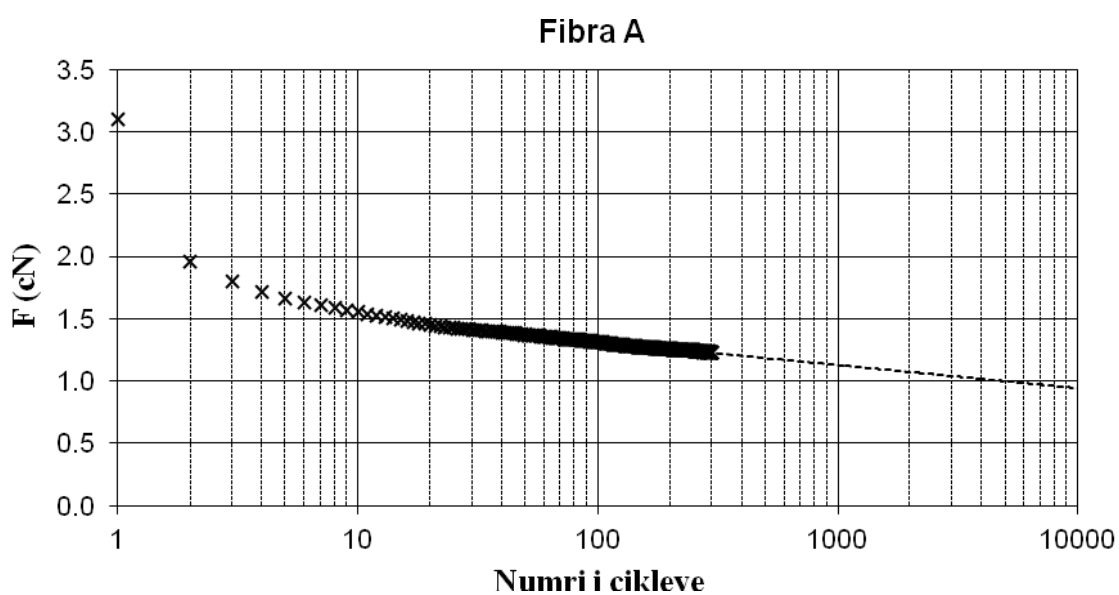
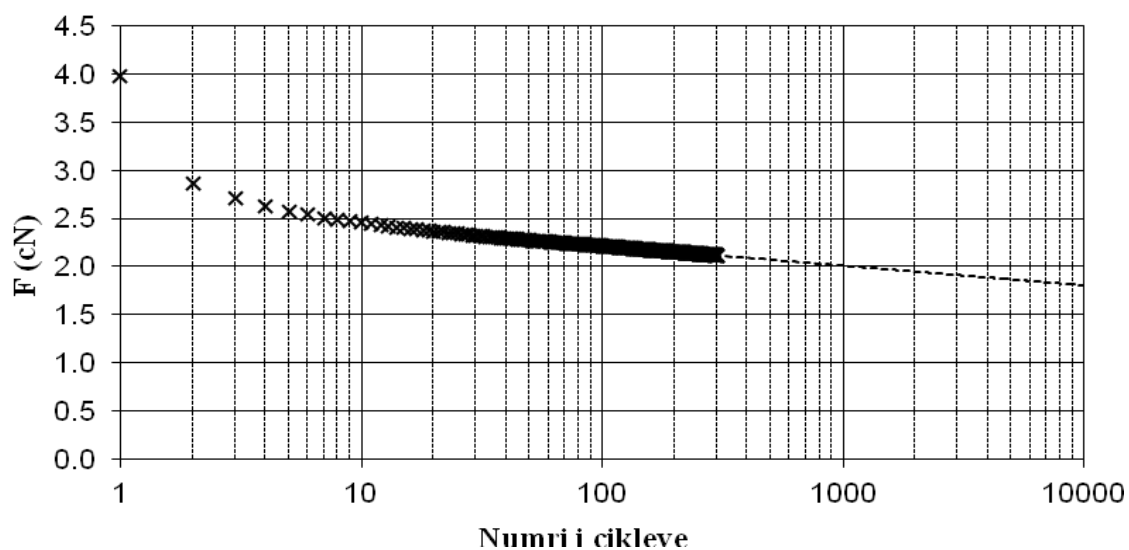
**Figura 4.7.** Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën A.

Tabela 4.2. Forca maksimale përkulëse absolute dhe relative, për secilin cikël (1÷300), në testimin me FAVIMAT R të fibrës B (I).

Testi	1	2	3	4	Mesatarja	1	2	3	4	Mesatarja
Cikli	F (cN)	F (cN)	F (cN)	F (cN)	F (cN)	F (%)	F (%)	F (%)	F (%)	F (%)
1	4.211	4.509	3.492	3.716	3.982	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	2.774	3.709	2.321	2.664	2.867	65.9	82.3	72.0	66.5	72.0
3	2.589	3.572	2.169	2.49	2.705	61.5	79.2	67.9	62.1	67.9
4	2.489	3.493	2.097	2.421	2.625	59.1	77.5	65.9	60.0	65.9
5	2.43	3.446	2.051	2.361	2.572	57.7	76.4	64.6	58.7	64.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
100	2.021	3.089	1.71	2.04	2.215	48.0	68.5	55.6	49.0	55.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
299	1.923	2.973	1.618	1.95	2.116	45.7	65.9	53.1	46.4	53.1
300	1.924	2.973	1.615	1.95	2.116	45.7	65.9	53.1	46.2	53.1

Fibra B (I)**Figura 4.8.** Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën B(I).

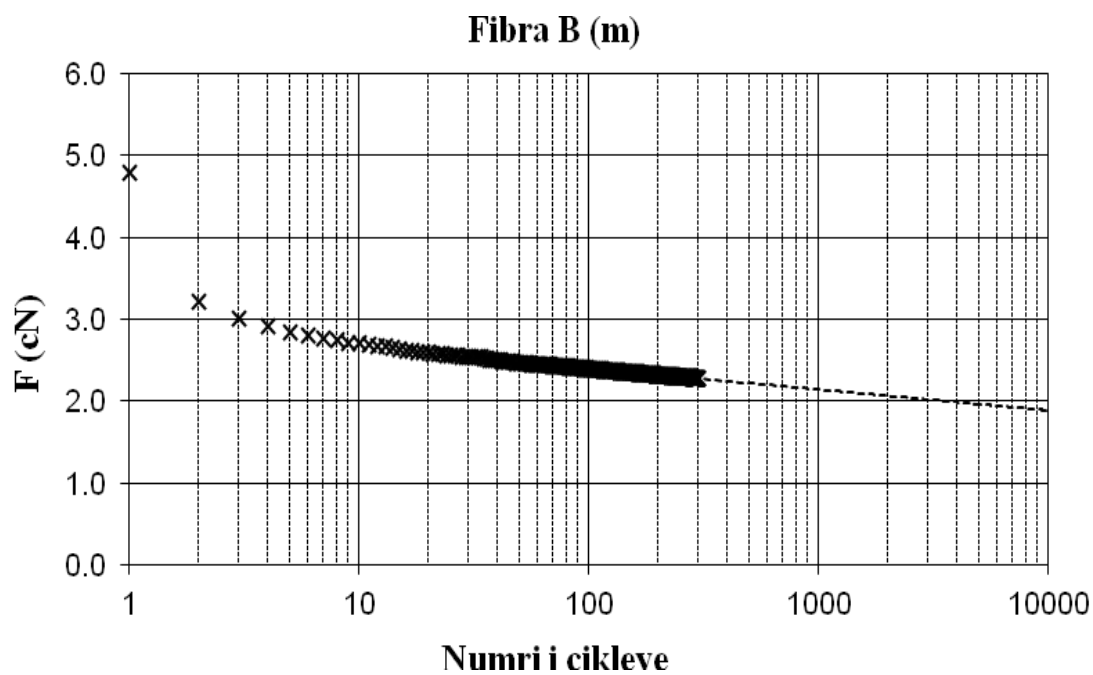


Figura 4.9. Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën B(m).

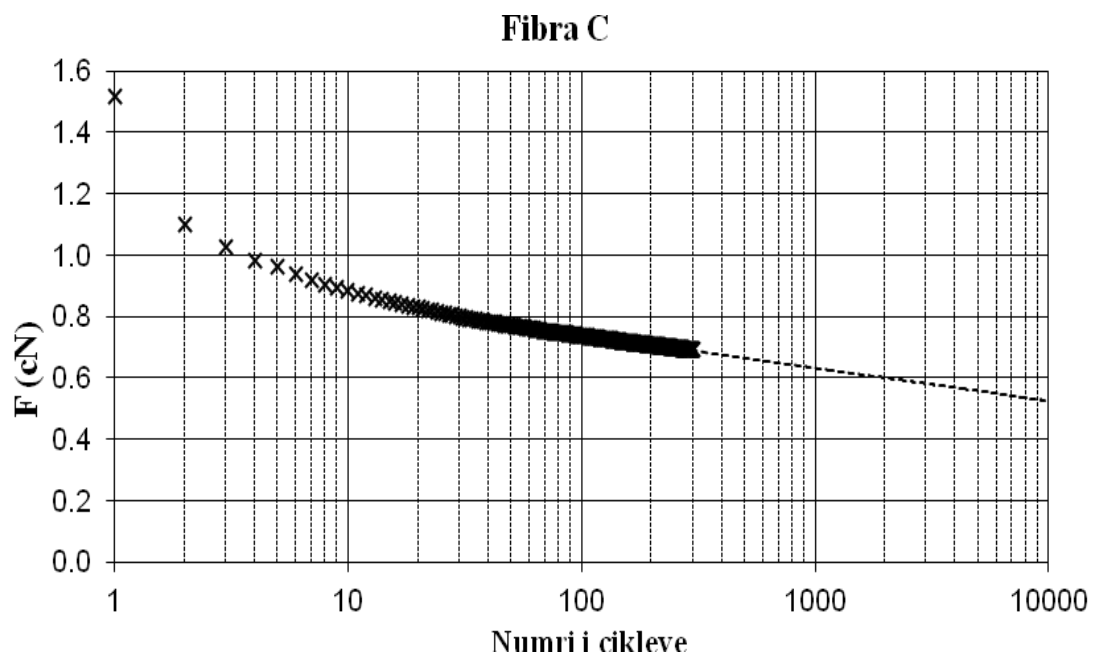


Figura 4.10. Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën C.

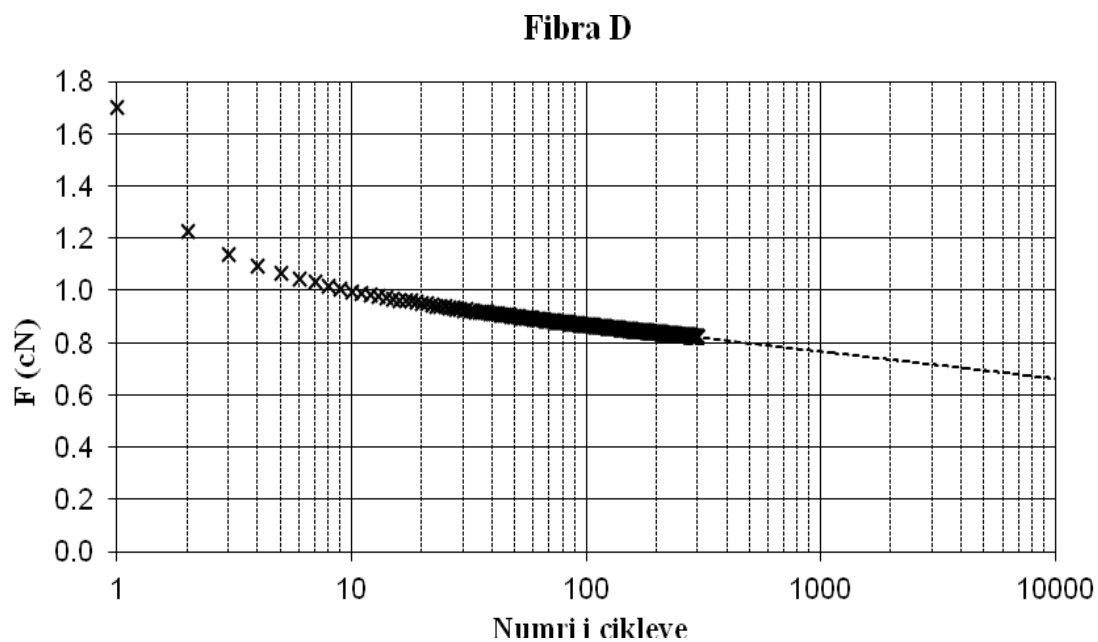


Figura 4.11. Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën D.

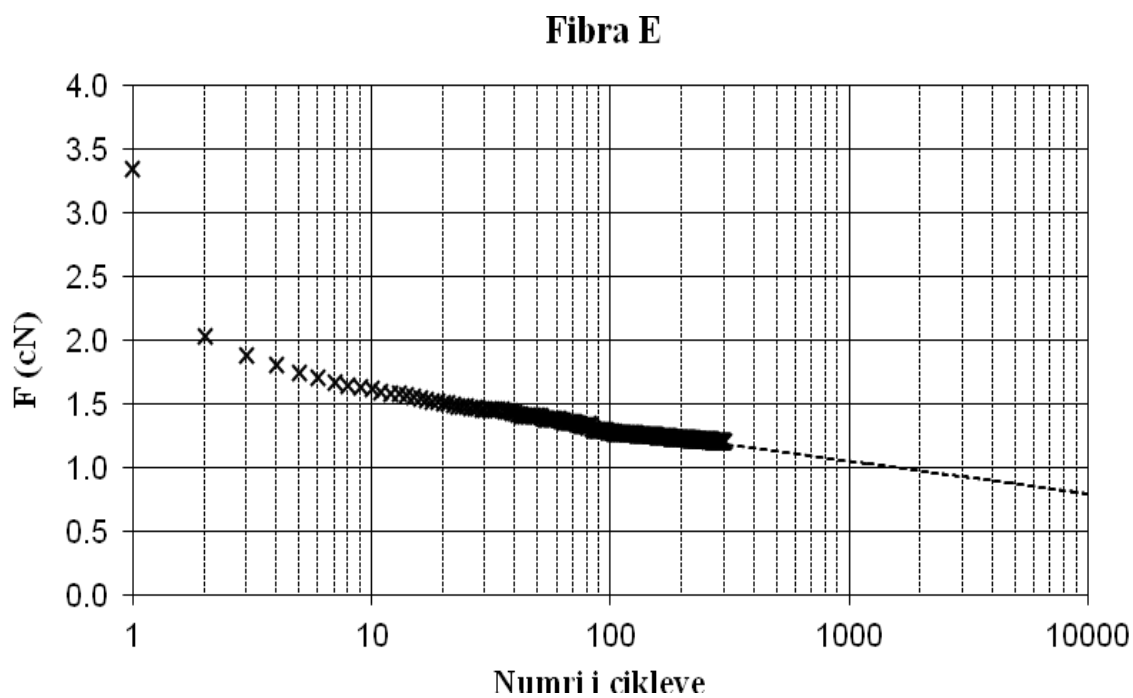


Figura 4.12. Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën E.

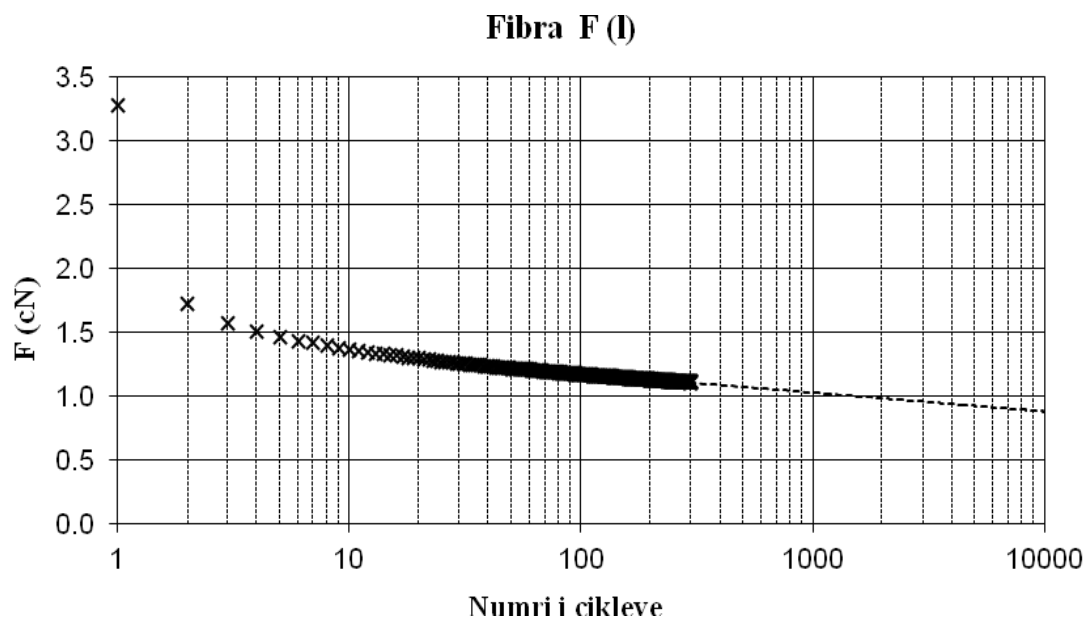


Figura 4.13. Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën F (l).

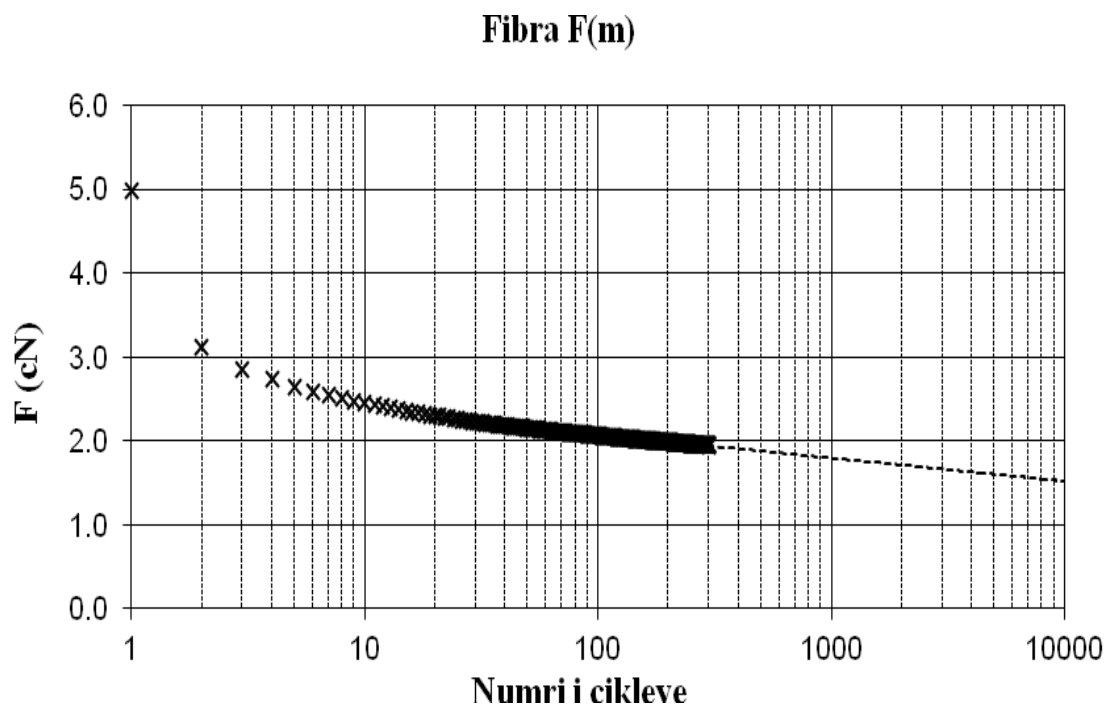


Figura 4.14. Forca përkulëse mesatare në funksion të numrit të cikleve, për fibrën F (m).

4.3 Analiza dhe krahasimi i rezultateve të marra nga FAVIMAT R

Duke analizuar vlerat e forcës përkulëse të paraqitur në tabelat dhe grafikët e mësipërm, ajo që vlen më shumë për tu theksuar është që për të gjitha fibrat kemi një ulje të ndjeshme të vlerës absolute të forcës përkulëse nga cikli i parë në të dytin. Nga cikli i dytë deri në ciklet 15-20, ka një ulje të vogël të forcës përkulëse, që është e dukshme si në tabela, edhe në grafikë. Me pas ulja është shumë e vogël deri rreth cikleve 100-150, dhe pas ciklit të 200-të, ulja është pothuaj e papërfillshme deri në ciklin e fundit. Dukë pasur parasysh uljen shumë të madhe të forcës nga cikli i parë në të dytin, dhe pas një lloj stabilizimi të reduktimit të forcës përkulëse, mund të themi se forca e matur në ciklin e dytë, duket të jetë një vlerë më reale e forcës përkulëse. Kjo mund të shpjegohet me faktin që në ciklin e dytë, forca përkulëse matet pasi fibra ka realizuar një cikël të plotë përkulës vajtje-ardhje, ndërkohë që forca e parë e matur ushtrohet në fibër direkt sapo fillon testimi.

E gjithë analiza e mësipërme vlen për secilën nga fibrat e marra në studim. Pra mund të themi që të gjitha fibrat shfaqin të njëjtin trend të ndryshimit të forcës përkulëse. Ndryshimi i forcës përkulëse nga cikli i parë në të dytin është i përafërt në vlerë, me ndryshimin nga cikli dytë deri në atë të fundit.

Nga programi, i cili përkthen në vlera gjithë testimin prej 300 ciklesh, të realizuar me Favimat R, merret edhe një tabelë përmbljedhëse (Figura 4.15) që paraqet verat e forcës mesatare përkulëse dhe të shmangies standarde për ciklin e parë, të 100-të dhe të 300-të (Tabela 4.9). E njëjta tabelë merret për të gjitha mostrat e fibrave.

Në vazhdim do të krahasohen fibrat me njëra tjetrën, si dhe do të analizohet ndikimi i parametrave të fibrave, densitetit linear dhe formës së seksionit tërthor, në performancën në përkulje të tyre. Për të realizuar këtë analizë, rezultatet e marra nga tabelat e mësipërme u përmblodhën në Tabelën 4.10. Cikli i parë, i 100-të dhe i 300-të, janë marrë në konsideratë për secilën nga fibrat, meqenëse siç u përmend më sipër, trendi i reduktimit të forcës përkulëse është i njëjtë. Në tabelën përmbljedhëse janë paraqitur vlerat e forcës përkulëse mesatare dhe vlerat e shmangies standarde si në Tabelën 4.3.

Rezultatet e forcës mesatare përkulëse të matur, të përmblledhura në Tabelën 4.4, tregojnë forca përkulëse të ndryshme për të gjitha fibrat. Forca ulet me numrin e cikleve për të gjitha fibrat, sic u analizua me lart, duke vënë re një ulje të madhe pas ciklit të parë, dhe një ulje të vogël në vlerë për ciklet 100 dhe 300. Kjo është në përputhje edhe me vërtetimet e bëra më studime të tjera, të cilat arrijnë në të njëjtin konkluzion. [7]. Gjithashtu, theksojmë se fibrat B dhe F shfaqin diferencë në vlerat e forcës përkulëse të matura në dy anët e tyre. Të dyja fibrat kanë vlerë më të lartë të forcës së matur, në testimin në anën e mysës të tyre (m).

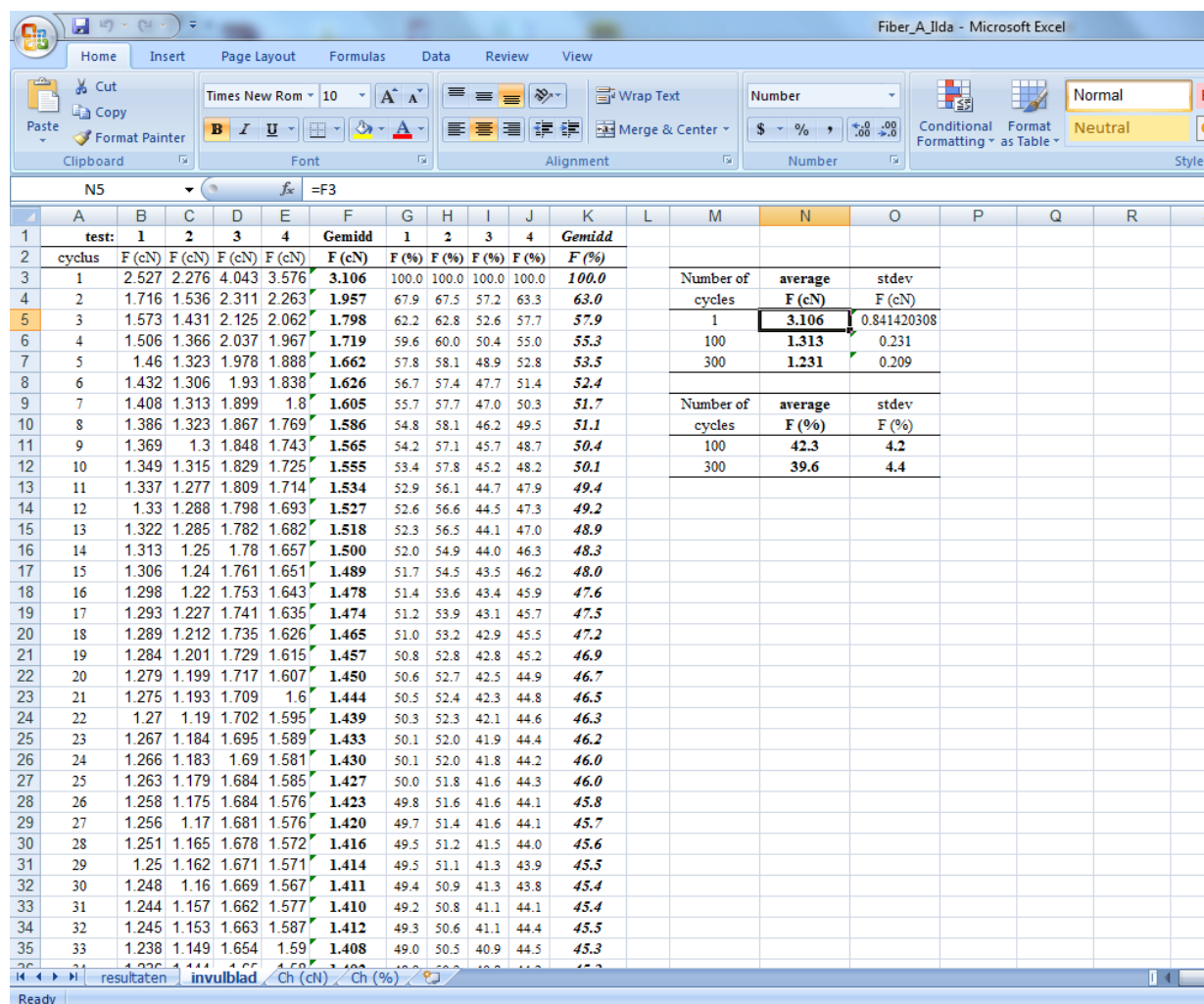


Figura 4.15. Pamje e vlerave të forcës përkulëse të marra nga programi FAVIMAT R

Tabela 4.3. Vlerat e forcës mesatare dhe shmangies standarde për fibrën A

Numri i cikleve	Forca mestare F(cN)	Shmangia standarde F(cN)
1	3.106	0.841
100	1.313	0.231
300	1.231	0.209

Për të bërë një vlerësim më të mirë dhe më të lehtë të influencës së densitetit linear dhe formës së seksionit tërthor të fibrave në performancën e tyre në përkulje ndërtojmë grafikun e forcës maksimale mesatare përkulëse kundrejt mostrës së fibrës dhe densitetit linear përkatës në terma të Tex (g/km) (Figura 4.16). Kur përmendim llojin e mostrës së fibrës, në të njëjtën kohë merret në konsideratë edhe forma e seksioni tërthor, e analizuar në kapitullin 3.

Tabela 4.4. Forca maksimale përkulëse absolute dhe shmangia standarde, për të gjitha fibrat, e matur në FAVIMAT R.

Nr i ciklit	Cikli 1		Cikli 100		Cikli 300	
Mostra	Forca mesatare F (cN)	Shmangia standarde F (cN)	Forca mesatare F (cN)	Shmangia standarde F (cN)	Forca mesatare F (cN)	Shmangia standarde F (cN)
Fibra A	3.106	0.841	1.313	0.231	1.231	0.209
Fibra B(l)	3.982	1.024	2.215	0.945	2.116	0.94
Fibra B(m)	4.798	0.918	2.392	0.494	2.28	0.462
Fibra C	1.517	0.673	0.737	0.392	0.691	0.369
Fibra D	1.702	0.276	0.868	0.111	0.823	0.108
Fibra E	3.343	0.396	1.276	0.27	1.204	0.253
Fibra F(l)	3.278	0.788	1.167	0.275	1.107	0.257
Fibra F(m)	4.982	0.688	2.061	0.261	1.945	0.24

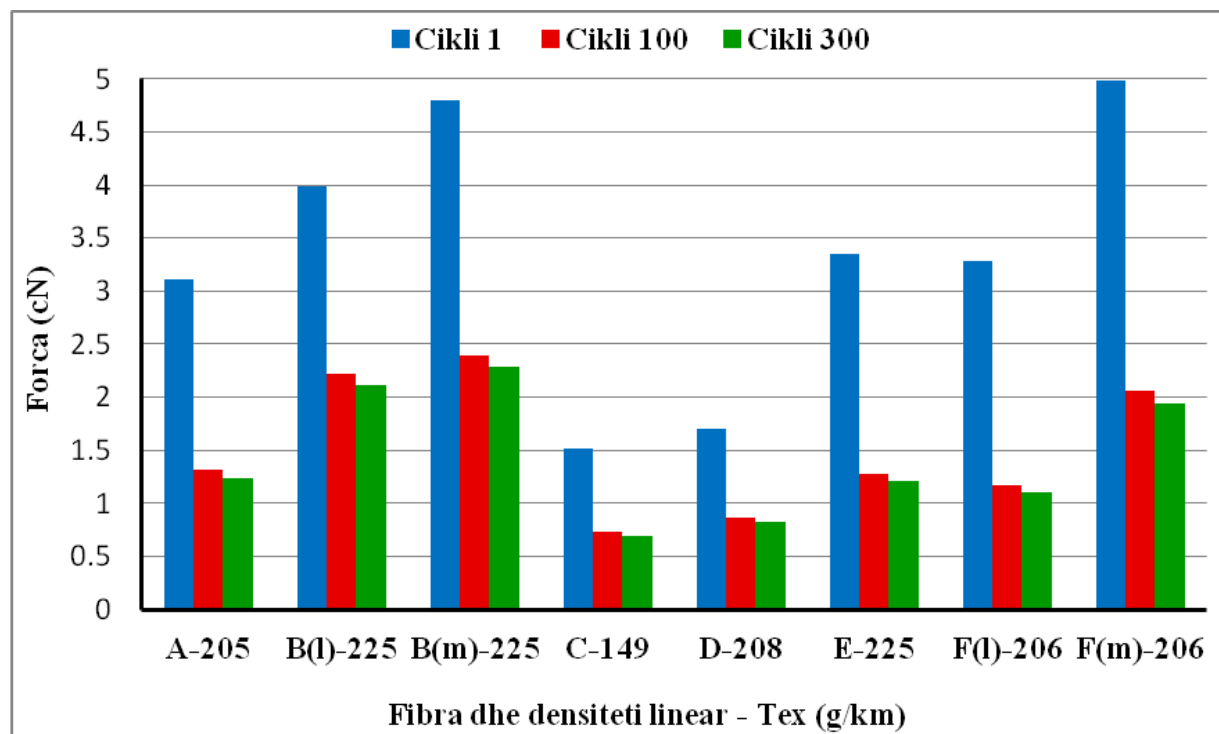


Figura 4.16. Forcat përkulëse për ciklet 1, 100 dhe 300 të matura në Favimat R kundrejt llojit të fibrës dhe densitetit linear përkatës (Tex).

Nga grafiku vëmë re se të dy fibrat me seksion tërthor në formë “c”, B dhe F, performojnë më mirë se fibrat e tjera, dhe specifikisht kur testohen në anën e tyre të mysët (m). Vlerat e forcës përkulëse të këtyre dy fibrave janë shumë të përafërta në këtë anë, duke shfaqur një diferencë të vogël, në favor të fibrës F për ciklin e parë, ndërkohë që përmbysset në ciklet 100 dhe 300 në favor të fibrës B. Kjo ngjashmëri nuk ndikohet nga densiteti linear i fibrave, i cili ndryshon pak. Kjo mund të shpjegohet me formën “c” të seksionit tërthor, e cila është shumë e ngjashme në anën e mysët të fibrave.

Nga ana tjetër, grafiku tregon një ndryshim më të ndjeshëm të vlerës së forcës përkulëse të matur në anën e lugët (l), për fibrat B dhe F (shiko Figurën 4.16). Fibra B shfaq një vlerë më të lartë të forcës përkulëse në këtë anë, dhe kjo mund të rezultojë nga diferenca që dy fibrat kanë në formën e seksionit tërthor “c”, nga ana e lugët. Diferenca mund të dallohet qartë në Figurat 3.8 (a) dhe 3.12 (a). Fibra F ka një formë më të thelluar në anën e mysët se fibra B.

Nga paragrafi 3.1.2, vihet se dy fibrat e tjera me formë të ngjashme të seksionit tërthor janë fibrat A dhe E (shiko Figurat 3.7 (a) dhe 3.11 (a)). Ato kanë të dyja pamje të seksionit tërthor në formë diamanti, por paksa të ndryshme, ku fibra A paraqitet me anë më të zgjatura se fibra E.

gjithashtu ndryshimi midis densitetit linear të këtyre dy fibrave është pothuaj i njëjtë me ndryshimin e densitetit midis fibrave B dhe F. Grafiku tregon se të dyja fibrat kanë një performancë shumë të ngjashme, me një diferencë të vogël në favor të fibrës E, forcën përkulëse të matur në ciklin e parë, e cila bëhet e papërfillshme në ciklet 100 dhe 300 (shiko Figurën 4.16).

Dy fibrat e fundit që u morën në konsideratë janë fibrat C dhe D. Siç mund të konstatohet lehtë nga grafiku në Figurën 4.16, forca përkulëse për të dyja fibrat është shumë më e ulët se ajo e fibrave të tjera. Megjithatë këto dy fibra kanë një diferencë të ndjeshme në vlerën e densitetit linear, ku fibra D është më e trashë, forca përkulëse është vetëm pak më e madhe për fibrën D për të tre ciklet. Kjo mund të dedikohet më tepër formës së seksionit tërthor, e cila është katërkëndëshe për fibrën C, dhe një lloj katërkëndëshi me një toptë të vogël në qendër për fibrën D, siç vihet re qartë në figurat 3.9 (a) dhe 3.10 (a).

Nëse konsiderohet vetëm densiteti linear i fibrave, grafiku tregon se fibrat me densitet linear (vlerë të Tex) shumë të ngjashëm, ose të njëjtë, nuk performojnë njësoj (Figura 4.16). Kështu, fibrat A, D dhe F, me vlerë të densitetit linear (Tex) përkatësisht 205, 208 dhe 206, kanë vlera të ndryshme të forcës përkulëse. Për fibrat D dhe E, megjithatë kanë të njëjtin densitet linear (Tex = 225), grafiku tregon gjithashtu performancë të ndryshme në përkulje. Së fundi mund të thuhet se fibra C, e cila ka densitetin linear më të ulët, ka performancë më të ulët se të gjithë fibrat e tjera (Figura 4.16).

4.4 Metoda testuese që vlerëson sjelljen në përkulje të gjithë sistemit të barit artificial

Performanca e fibrave të barit artificial mund të studiohet si duke testuar gjithë sistemin, edhe duke testuar fibra të veçanta ose një numër fibrash. Me metodën e përdorur më sipër (FAVIMAT R), vlerësuam performancën në përkulje për një fibër të vetme, për secilën mostër. Metoda tjetër që u përdor për vlerësimin e performancës në përkulje të fibrave të marra në studim, është testimi nëpërmjet rrokullisjes së topit, e cila përdoret në përputhje me testet standarde të rrokullisjes së topit të miratuara nga FIFA dhe UEFA. Ky testim përcakton distancën që mund të përshkojë një top përgjatë sipërfaqes. Pajisja që përdoret paraqitet në Figurën 4.17.

Topi lëshohet nga një platformë e pjerrët, dhe lejohet të rrokulliset përgjatë sipërfaqes së fushës deri sa të ndalojë. Distanca e matur është një indikator i shpejtësisë së topit, që influencon edhe cilësinë e lojës. Avancimi i topit mund të jetë i ndryshëm, në bazë të së cilit bëhet klasifikimi i sipërfaqeve luajtëse në aspektin e shpejtësisë ose ngadalësimit të topit, mbi sipërfaqe. Vlera e rrokullisjes së topit për barin natyror, do të variojë ndërmjet 4 m dhe 10 m, dhe në kushte ideale ai do të japë vlera nga 4 m në 8 m. Sa më e ulët të jetë vlera e rrokullisjes së topit, aq më e ngadaltë është fusha. Sjellja e rrokullisjes së topit lidhet me fërkimin midis topit dhe sipërfaqes

së shtresës së tufave të barit. Në sipërfaqet e sapo instaluara distanca e rrokullisjes së topit është midis vlerave limit të rekomanduara nga FIFA (ndërmjet 4-10 m). Por ky nuk është rasti për sipërfaqet e përdorura. Ndërkohë që shtresa e barit është e sheshtë, kjo influencon që topi të rrokulliset mbi distancën e rekomanduar.



Figura 4.17. Pajisja e përdorur për të përcaktuar distancën e rrokullisjes së topit

Pas një kohe të caktuar përdorimi, shtresa e tufave të barit sheshohet, duke ndikuar kryesisht në vetitë që lidhen me distancën e rrokullisjes së topit [1, 8], aftësia e shtresës së tufave të barit për tu rikthyer, për t'u kthyer në pozicionin fillestar, është çelësi për të pasur veti të mira të këtyre fushave. Siç është përmendur në kapitullin e dytë, shtresa e tufave të barit, e përbërë nga monofilamentet, thuren (kalohen, vendosen) në pjesën e pasme dhe më pas, pozicioni i tyre sigurohet duke realizuar veshjen me latex. Meqenëse fijet janë një element fiks në ndërtimin e sistemit të barit artificial, vetitë e tyre duhet të ruhen në nivel të lartë gjatë përdorimit dhe për një kohë të gjatë, në mënyrë që të përmbushin kërkesat e FIFA-s.

Për barin artificial, në mënyrë që të fitohet certifikata “1 star”, e cila korrespondon me nivele të stërvitjeve dhe të ndeshjeve në nivel kombëtar, nga FIFA, distanca e rrokullisjes së topit duhet të jetë ndërmjet vlerave 4 dhe 10 m. Në mënyrë që të fitohet certifikata nga FIFA “2 star”, certifikatë që korrespondon me nivel ndërkombëtar loje, rrokullisja e topit duhet të jetë mes vlerave 4 dhe 8 m [9]. Ky testim mund të realizohet në ambiente të jashtme, në kushte reale realizohet në një fushë të sapo instaluar, si edhe në një fushë në të cilën është luajtur për një periudhë kohë të caktuar.

Ky testim jep një indikacion të qartë të reduktimit të cilësisë së rrokullisjes së topit, por nuk mund të përdoret si kriter objektiv, për të shqyrtuar efektin e reduktimit të rrokullisjes së topit, pasi ky testim është i ndjeshëm ndaj faktorëve të jashtëm.

Këta faktorë të jashtëm, si shpejtësia dhe drejtimi i erës, pjerrësia e fushës, kushtet e lagështa ose të thata, etj., kanë një ndikim të rëndësishëm në distancën e rrokullisjes së topit. Për më tepër, rezultati i testimit varet shumë nga gjendja e monofilamenteve: testet me konfigurimin e rrokullisjes së topit të FIFA-s kanë treguar se shpejtësia e topit, dhe kështu rrokullisja e topit, ndikohet në një masë të madhe nga krehja (brushing) e fibrave. Përveç kësaj, rezultatet lidhur me sjelljen e rrokullisjes së topit do të kërkojnë kohë, muaj apo edhe vite, gjë që nuk është as praktike dhe as e mirëpritur nga prodhuesit e barit artificial.

Performanca në kushte të brendshme (laboratorike) e këtij testimi ka shumë përparësi, sidomos sa i përket rezultateve të shpejta, krahasuar me testimin e kryer në natyrë, duke shmangur gjithashtu edhe ndikimet e jashtme. Kjo është bërë e mundur, duke konsumuar (përdorur) në mënyrë artificiale mostrën, duke përdorur testimin me Lisport [10]. Ky testim simulon përdorimin dhe konsumimin e një fushe me kalimin e kohës: 5200 cikle korrespondojnë përafërsisht me 5000 orë lojë. Si rezultat i këtij testimi, merret një ide cilësore e qëndrueshmërisë së fushës, fibrilimit (të padëshiruar) të fibrave dhe sasisë së filamenteve të shkëputura. Për këtë, ai përdoret në rregulloret e FIFA-s si një mënyrë për të përgatitur mostrat për teste të tjera: rikthimi vertikal i topit, rezistenca ndaj rrotullimit, absorbimi i goditjeve, kthimi i energjisë dhe deformimi vertikal, përcaktohen para dhe pas përdorimit të Lisport. Kufijtë për fushat e trajnimit janë rritur në 20.200 cikle Lisport, për shkak të përdorimit të tyre të madh [4]

Ky test është qartazi shumë i dobishëm për të simuluar degradimin e fushës pas përdorimit për karakteristikat e përmendura. Por, meqë Lisporti i zakonshëm (1m), lejon analizën e mostrave të barit artificial të kufizuara në 0.4 me 0.8 m, është e pamundur të përcaktojë nga ana sasiore efektin e degradimit (të vëzhguar me sy) të cilësisë luajtëse të barit, në sjelljen aktuale të rrokullisjes së topit, pasi kjo mund të testohet me një mostër bari prej së paku 10 m. Për shkak të madhësisë së vogël të mostrës, dhe faktit që mostra duhet të hiqet dhe çrregullohet përpara se të bëhen teste të tilla si kthimi i topit ose absorbimi i goditjeve, mund të priten gabime në këto rezultate. Gjithashtu, kërkon prodhimin e një mostre artificiale prej 0.8 me 0.4 m, e cila është e lodhshme dhe konsumon kohë në procesin e prodhimit, pasi kompanitë që prodhojnë fije kërkojnë informacion të menjëhershëm mbi cilësinë e monofilamenteve / fibrave të tyre.

4.4.1 Pajisja Lisport-12 metër

Në mënyrë që të shmangen kufizimet e përmendura më sipër, të përmasave të mostrave për testimin e rrokullisjes së topit, të cilat duhet të jetë të paktën 10 metër, në laboratorët testues të Departamentit të Tekstilit, në Universitetin e Gentit është instaluar pajisja Lisport-12 metër (Figura 4.18). Ideja e konsumimit artificial me një Lisport-12m është e njëjtë me atë të Lisportit standard 1 metër.

Lisporti-12m i instaluar, është në përputhje me Standardin Europian [11]. Rrotullat janë proporcionale me Lisportin e vogël: 1 metër të gjera dhe me peshë 100 kg secila në vend të 30 kg

për 30 cm për Lisportin konvencional. Konfigurimi i kunjit korrespondon me standardet Evropiane. Shpejtësia mund të ndryshohet, por për këto teste shpejtësia mbahet konstante në 0.25 [m*s-1]. Një rrotull rrokulliset 40% më shpejt se rotulla tjetër. Nuk ka lëvizje tërthore dhe mostra vendoset direkt në beton, ose duke vendosur elementë të tjerë mbështetës.



Figura 4.18. Pajisja Lisport-12 metër e instaluar në Departamentin e Tekstilit, Universiteti Gent.

Avantazhi i një Lisporti-12 metër, është se ai jep mundësinë për të matur rrotullimin e topit në dy drejtime, por përsëri nevojitet prodhimi i një mostre të barit artificial. Gjithashtu nuk është e qartë nëse degradimi i barit artificial i vërejtur vizualisht pas testimit me Lisport, është për shkak të vetë fibrave, mbushjes së përdorur apo kombinimit midis mbushjes dhe fibrave. Për këtë, është e rëndësishme që të testohen shtresat e filamenteve të barit veç e veç. Kjo është me interes të veçantë për kompanitë prodhuese të fijeve artificiale.

4.5 Testimi dhe rezultatet për fushat e prodhuara nga fibrat e marra në studim

Parametri më i rëndësishëm për të testuar cilësinë e fibrave (të përdorur për thekët e barit artificial), është rrokullisja e topit [4]. Në pajisjen Lisport -12 metër, të instaluar në Departamentin e Tekstilit, Universiteti Gent, dhe në përputhje me Standardet Evropiane, janë testuar të gjitha mostrat e fushave artificiale, të përbëra nga fibrat e marra në studim.

Testimi bëhet fillimisht në mostrën e fushës së papërdorur. Më pas mostra i nënshtrohet simulimit të përdorimit ose konsumimit duke simuluar 3000 cikle me pajisjen Lisport. Pasi është bërë konsumimi i fushës me 3000 cikle, testohet përsëri rrokullisja e topit. Testimi tjetër bëhet pas 6000 cikleve simulimi me Pajisjen Lisport.

Testimi ose matja e distancës së rrokullisjes së topit në fushën e papërdorur u realizua për të gjitha mostrat e fushave, të përbëra nga fibrat përkatëse, të cilat i kemi marrë në studim. Rezultatet e marra nga testimet për të gjitha fibrat dhe për tre periudhat e testimit, janë përmbledhur në tabelën 4.5.

Nga rezultatet e paraqitura në tabelën 4.5 vihet re se fushat e prodhuara nga fibrat B dhe E kanë një performancë më të mirë se fushat e prodhuara nga fibrat e tjera. Kjo duket qartë në rezultatin e marrë nga testimi fillestar, ku ato kanë një vlerë të distancës së rrokullisjes së topit pothuaj të njëjtë. Po ashtu, edhe në testimin pas simulimit të 3000 cikleve me Lisport 12 metër, që korrespondon afërsisht me 3000 orë lojë ose me 3 vite të përdorimit dhe konsumimit të fushës [4], distanca e rrokullisjes së topit është pothuaj e njëjtë për të dy fibrat. Edhe pas 6000 cikleve të simulimit të konsumimit të fushës, fusha e prodhuar nga fibra B tregon një rritje të vogël të distancës, kurse për fushën e prodhuar nga fibra E, rritja është pothuaj e pandjeshme, gjë që tregon një performancë shumë të mirë për të dy fushat që përbëhen nga këto fibra.

Vlerat e distancës së rrokullisjes së topit të matura për këto fusha, janë brenda vlerave të lejuara nga FIFA, për marrjen e çertifikatës “2 star”, çertifikatë që korrespondon me nivel ndërkombëtar loje dhe për të cilën, rrokullisja e topit duhet të jetë mes vlerave 4 dhe 8 m [9]. Pra edhe pas 6000 orëve lojë, këto fusha i përmbushin kërkesat për të luajtur në to lojë të nivelit ndërkombëtar. Kjo tregon që fibrat B dhe E kanë reziliencë të mirë.

Gjithashtu, nga rezultatet e marra, vihet re se edhe fusha e përbërë nga fibra F, ka një performancë të mirë në testimin fillestar dhe në atë pas 3000 cikleve. Vlerat e distancës së rrokullisjes së topit për këto 2 teste janë pak më të larta se ato të fushave nga fibrat B dhe E, por përsëri këto vlera janë të mira dhe brenda vlerave të lejuara nga FIFA për nivel ndërkombëtar loje.

Pas 6000 cikleve simulimi me Lisport 12 metër, vihet re një rritje e ndjeshme e distancës së rrokullisjes së topit. Vlera e marrë nga ky testim e kalon edhe nivelin e lejuar nga FIFA për marrjen e çertifikatës “1 star”, e cila korrespondon me nivel të stërvitjeve dhe të ndeshjeve kombëtare, nivel i cili duhet të jetë ndërmjet vlerave 4 dhe 10 m [9]. Kjo mund të vijë për shkak formës së seksioni tërthor të fibrës, e cila megjithëse është e klasifikuar si formë “c” për fibrat B dhe F, përsëri forma e “c” ndryshon për të dy fibrat (shiko Kapitullin 3, Figurat 3.8/a dhe 3.12/a). Gjithashtu vihet re se edhe densiteti linear për fibrat B dhe E është i njëjtë, kurse për fibrën F është pak më i ulët, pra fibra është pak më e hollë.

Tabela 4.5. Distanca e rrokullisjes së topit të tesuara me Lisport-12m, për të gjitha fushat.

Mostra e fushës artificiale e përbërë nga fibra dhe densiteti linear përkatës (Tex):	Distanca e rrokullisjes së topit gjatë testimit (metër)		
	Fillestar	Pas 3000 cikleve	Pas 6000 cikleve
Fibra A - 205	6.3	8.5	8.7
Fibra B - 225	5.7	7.0	7.6
Fibra C - 149	8.0	NA	NA
Fibra D - 208	6.8	NA	NA
Fibra E - 225	5.74	7.05	7.09
Fibra F - 206	5.89	7.93	10.24

Fusha e prodhur nga fibra A ka një vlerë të distancës së rrokullisjes së topit, relativisht më të lartë se fibrat B, E dhe F (Tabela 4.5). Megjithatë, kjo vlerë është pothuaj e kënaqshme për testimin fillestar, kurse për testimet pas 3000 dhe 6000 cikleve është mbi vlerën e lejuar nga FIFA për çertifikatën “2 star”, por është brenda vlerave të lejuara për çertifikatën “1 star” [9]. Gjithashtu nuk ka ndonjë ndryshim të ndjeshëm midis 3000 dhe 6000 cikleve. Fibra A ka densitet linear pothuaj të njëjtë me fibrën F, dhe formë të seksionit tërthor të ngjashme me fibrën E, por me anë më të zgjatura. (shiko Figurat 3.7/a dhe 3.11/a), dhe densitet linear më të vogël se fibra E.

Nga Tabela 4.5, vihet re qartë se fushat e prodhuara nga fibrat C dhe D kanë një performancë të dobët në testimin fillestar. Fusha e prodhuar nga fibra D performon pak më mirë se ajo e prodhuar nga fibra C, por gjithsesi këto vlera të distancës së rrokullisjes së topit janë të larta për testimin fillestar. Kështu, fibra C është në limitin e lejuar nga FIFA për nivel ndërkombëtar loje. Duke marrë parasysh se ky testim realizohet në fushën e sapo instaluar, domethënë të papërdorur, dhe duke ditur se reziliencia bie me kalimin e kohës gjatë përdorimit të fushës, dhe si rrjedhojë edhe distanca e rrokullisjes së topit do të rritet mbas simulimit të konsumimit të fushës

me Lisport 12 metër, nuk u pa e nevojshme të bëhej testimi pas 3000 dhe 6000 ciklesh për këto dy fusha. Pra, mund të arrihet në një konkluzion paraprak, për sa i përket performancës jo të mirë në përkulje të këtyre dy fushave.

Fibra C, e cila shfaq edhe performancën më të dobët nga të tjerat, ka një seksion tërthor të ndryshëm nga të gjitha fibrat e tjera, në formë drejtkëndëshi (Figura 3.9/a). Gjithashtu edhe densiteti linear i saj është më i ulët nga gjithë fibra. Këta dy faktorë, të kombinuar së bashku, mund të shpjegojnë performancën më të dobët të fushës nga fibra C.

Fibra D ka densitet linear të ngjashëm me fibrat A dhe F, por seksion tërthor më të ngjashëm me fibrën A se me atë F (Figurat 3.7/a dhe 3.10/a). Për këtë edhe vlera e distancës së rrokullisjes në testimin fillestar për këtë fushë është më e përafërt me vlerën e marrë nga testimi fillestar i fushës nga fibra A.

4.6 Përfundime

Në këtë kapitull u paraqit testimi i fibrave me metodat egzistuese Favimat R, e cila vlerëson performancën në përkulje të një fibre të vetme, si dhe testimi i gjithë sistemit të barit artificial të prodhuar nga këto fibra, nëpërmjet pajisjes Lisport 12, të instaluar në Departamentin e Tekstilit, në Universitetin Gent, në Belgjikë.

Në metodën Favimat R, u realizuan 300 cikle përkuljeje, për një kohë prej 40 minutash. Për çdo mostër fibre u realizuan 4 përsëritje (matje), dhe fibrat B dhe F u testuan në dy anë.

Për çdo fibër, nga programi u gjeneruan grafikët e forcës përkulëse absolute në funksion të numrit të cikleve, si edhe një tabelë me vlerat e forcës përkulëse të çdo matjeje dhe atë mesatare, për çdo cikël.

Si përfundim, mund të thuhet që për të gjitha fibrat kemi një ulje të ndjeshme të vlerës absolute të forcës përkulëse, nga cikli i parë në të dytin. Nga cikli i dytë deri në ciklet 15-20, ka një ujle të vogël të forcës përkulëse. Më pas ulja është shumë e vogël deri rreth cikleve 100-150, dhe pas ciklit të 200-të, ulja është pothuaj e papërfillshme deri në ciklin e fundit.

Ky përfundim vlen për të gjitha fibrat e marra në studim, të cilat shfaqin të njëjtin trend të ndryshimit të forcës përkulëse.

Gjithashtu u analizua edhe ndikimi i parametrave të fibrave, densitetit linear dhe formës së seksionit tërthor, në performancën në përkulje të tyre.

Në përfundim të kësaj analize mund të thuhet se fibrat B dhe F, me seksion tërthor të ngjashëm, në formën e shkronjës “c”, performojnë më mirë se fibrat e tjera, dhe specifikisht kur testohen në anën e tyre të mysët (m).

Dy fibrat e tjera me formë të ngjashme të seksionit tërthor, në formë rombi, janë fibrat A dhe E.. Fibrat kanë një performancë shumë të ngjashme, me një diferencë të vogël në favor të fibrës E.

Për dy fibrat e fundit të konsideruara, C dhe D, u konstatua se forca përkulëse për të dyja fibrat është shumë më e ulët se ajo e fibrave të tjera, me një vlerë vetëm pak më e madhe për fibrën D. Kjo mund ti dedikohet më tepër formës së ngjashme të seksionit tërthor

Kur konsiderohet vetëm densiteti linear i fibrave, mund të dilet në përfundimin se fibrat me densitet linear (vlerë të Tex) shumë të ngjashëm, ose të njëjtë, nuk performojnë njësoj. Kështu, fibrat A, D dhe F, me vlerë të densitetit linear (Tex) përkatësisht 205, 208 dhe 206, kanë vlera të ndryshme të të forcës përkulëse. Për fibrat D dhe E, megjithëse kanë të njëjtin densitet linear (Tex = 225), grafiku tregon gjithashtu performancë të ndryshme në përkulje. Fibra C, e cila ka densitetin linear më të ulët, ka performancë më të ulët se të gjithë fibrat e tjera

Në testimin me Lisport 12 metër, matet distanca e rrokullisjes së topit në fushën e prodhuar nga secila fibrë. Testimi bëhet fillimisht në mostrën e fushës së papërdorur. Më pas mostra i nënshtrohet simulimit të përdorimit ose konsumimit, duke simuluar 3000 cikle me pajisjen Lisport, që korrespondon afërsisht me 3000 orë lojë ose me 3 vite të përdorimit dhe konsumimit të fushës, dhe përsëri testohet rrokullisja e topit. Testimi tjetër bëhet pas 6000 cikleve simulimi me Pajisjen Lisport.

Si përfundim, nga analiza e vlerave të marra gjatë testimit të gjithë sistemit të barit artificial, konstatohet se fushat e prodhuara nga fibrat B dhe E kanë një performancë më të mirë se fushat e prodhuara nga fibrat e tjera. Kjo duket qartë në rezultatin e marrë nga testimi fillestar, si edhe në testimin pas 3000 cikleve dhe 6000 cikleve të simulimit të konsumimit të fushës. Vlerat e distancës së rrokullisjes së topit të matura për këto fusha, janë brenda vlerave të lejuara nga FIFA, për marrjen e çertifikatës “2 star”, çertifikatë që korrespondon me nivel ndërkombëtar loje. Edhe fusha e përbërë nga fibra F, ka një performancë të mirë në testimin fillestar dhe në atë pas 3000 cikleve. Vlerat e distancës së rrokullisjes së topit për këto 2 testime janë brenda vlerave të lejuara nga FIFA për nivel ndërkombëtar loje. Pas 6000 cikleve simulimi me Lisport 12 metër, vihet re një rritje e ndjeshme e distancës së rrokullisjes së topit.

Fusha e prodhur nga fibra A ka një vlerë të distancës së rrokullisjes së topit, relativisht më të lartë se fibrat B, E dhe F, por të kënaqshme për testimin fillestar, kurse për testimet pas 3000 dhe 6000 cikleve, është mbi vlerën e lejuar nga FIFA për çertifikatën “2 star”.

Fushat e prodhuara nga fibrat C dhe D kanë një performancë të dobët në testimin fillestar. Fusha e prodhuar nga fibra D performon pak më mirë se ajo e prodhuar nga fibra C, por gjithsesi këto vlera të distancës së rrokullisjes së topit janë të larta për testimin fillestar, ku fibra C është në limitin e lejuar nga FIFA për nivel ndërkombëtar loje.

4.7 Referenca

- [1] Players experiences of artificial turf. Joosten T. ISSS Stadia turf summit, Amsterdam. 2003 (ISSS publication), Available from:
<http://www.iss.de/conferences/Amsterdam2003/Joosten.pdf>.
- [2] Performance artificial turf components - fibrillated tape, Sandkuehler, P., Torres, E., Allgeuer, T., Procedia Engineering; 2, 2: 3367–3372, 2010.
- [3] Developments in textile sport surfaces, Advances in carpet Manufacture, G. Schoukens, Woodhead Publishing Com., Cambridge, UK, 2009,
- [4] Structure and long term properties of polyethylene monofilaments for artificial turf applicationf. B. Kolgjini, ISBN 978-90-8578-544-6, Belgium, 2012.
- [5] International Conference on Latest Advances in High -Tech Textiles and Textiles-based Materials, G. Schoukens, S. Rambour, Belgium, 23–25 September (2009),
- [6] University of Gent Standard, “Favimat R. Bepaling van de resiliëntie – Cantilever”, PM 1301.
- [7] Influence of stretching on the resilience of LLDPE monofilaments for application in artificial turf, B. Kolgjini, G. Schoukens, P. Kiekens, Journal of Applied Polymer Science, Vol.124 (5), pp.4081–4089, 2012.
- [8] Isa sport, Kwaliteitszorg KNVB Kungras Voetbalvelden, Project number 28077000, Maart 2008.
- [9] FIFA Quality Concept, Handbook of requirements for football turf. March 2006 edition Available from:
http://www.fifa.com/documents/fifa/FQCturf/FQC_Requirements_manual_March 2016.
- [10] The securitest: apparatus to measure the interaction between foot and sport surface. Boisnard, D, 3^d Technical Forum of the International Association for Sports Surface Sciences, Mallorca, Spain, 1999
<http://www.iss.de/conferences/Mallorca1999/forum3.html>, 1999.
- [11] Surfaces for outdoor sports areas — Exposure of synthetic turf to simulated wear, EN 15306, March 2007.

KAPITULLI 5

5 VLERËSIMI I FORCËS PÛRKULËSE TË FIBRAVE ME METODËN E RE NË DMA (*DYNAMIC MECHANICAL ANALYZER*)

Ndër vetitë e ndryshme që përcaktojnë performancën e produktit përfundimtar, aftësia e shtresës së fibrave të barit artificial (thekëve) për t'iu qëndruar deformimeve të ndryshme, është vetia më e diskutuar [1, 2]. Kjo sepse shtresa e thekëve ka një ndikim të drejtpërdrejtë në distancën e rrokullisjes së topit dhe rikthimin e topit, si edhe ndikon gjithashtu në performancën e lojtarëve [3]. Forca që influencon më shumë deformimin e fibrave është forca përkulëse [4]. Një nga metodat testuese të përdorura më tepër për matjen e forcës përkulëse është FAVIMAT R [5], e shpjeguar në Kapitullin 3. Megjithë avantazhet e kësaj metode testuese, ka akoma disa kufizime si për shembull testimi në temperature të ndryshme dhe faktori kohë. Testimi në temperatura më të larta se 25°C, është shumë i rëndësishëm, duke qenë se bari artificial në kushte reale, i nënshtrohet temperaturave më të larta, që mund të influencojnë në performancën e fushës.

Një metodë e re testuese është zhvilluar në Universitetin Ghent, duke modifikuar pajisjen DMA (*Dynamic Mechanical Analyzer*), në mënyrë që të përfitohet nga avantazhet që ofron kjo pajisje. Disa nga avantazhet janë testimi në temperatura të ndryshme, kryesisht ato të larta, kursimi i kohës dhe marrja e rezultateve shumë të sakta dhe mundësia e përpunimit të rezultateve nëpërmjet Programit “*Universal Analysis*”.

5.1 DMA- (*Dynamic Mechanical Analyzer*)

Dynamic Mechanical Analysis (DMA) po shihet gjithnjë e më shumë në laboratorët analitikë, si një mjet, dhe jo si një kuriozitet kërkimor. Kjo teknikë ende trajtohet me ngurrim dhe shqetësim, ndoshta për shkak të importimit të saj nga fusha e reologjisë. Reologjia, studimi i deformimit dhe rrjedhjes së materialeve, ka një reputacion të tillë që për të kërkohet një shkallë e caktuar e sofistikimit matematikor.

DMA është emri i përgjithshëm që i jepet instrumentit që deformat mekanikisht një mostër, dhe mat përgjigjen e mostrës. Deformimi mund të aplikohet në mënyrë sinusoidale, në një mënyrë (ose hap) konstant, ose nën një shkallë të përcaktuar. Përgjigjja ndaj deformimit monitorohet si funksion i temperaturës ose kohës [6].

DMA është një teknikë që jep informacione për tranzicionet transformimit kryesore, si edhe për transformimet sekondare dhe terciare, jo lehtësisht të identifikueshme me metoda të tjera. Po

ashtu lejon karakterizimin e vetive të materialeve që ndikojnë drejtpërdrejt në performancën e materialeve.

Në varësi të personit me të cilin fitet, e njëjta teknikë mund të quhet “Dynamic Mechanical Analysis” (DMA), “Forced Oscillatory Measurements”, “Dynamic Mechanical Thermal Analysis” (DMTA), Dynamic Thermomechanical Analysis, dhe madje edhe “Dynamic Rheology”. Kjo është një funksion i zhvillimit të instrumenteve të hershme nga specialitete të ndryshme (inxhinieri, kimia, fizika e polimerëve) dhe për tregje të ndryshme.

Në këtë punim, DMA do të përdoret për të përshkruar teknikën e aplikimit të një force oshiluese ose pulsuese në një mostër.

5.1.1 Parimet themelore të DMA

DMA mund të përshkruhet thjesht si aplikimi i një force oshiluese në një mostër duke analizuar përgjigjen e materialit ndaj asaj force [6]. Nga kjo, llogariten vetitë si tendenca për rrjedhje (e quajtur Viskozitet), nga spostimi (vonesa) e fazës, dhe ngurtësia (Moduli) nga rikthimi i mostrës. Këto veti shpesh përshkruhen si aftësia për të humbur energjinë si nxehtësi (Shuarja) dhe aftësia për t'u rikthyer nga deformimi (Elasticitet). Një mënyrë për të përshkruar atë çka studiohet, është relaksimi i zinxhirëve polimerikë [7]. Një përshkrim tjetër do të ishte diskutimi i ndryshimeve që ndodhin në vëllimin e lirë të polimerit [8]. Të dyja përshkrimet lejojnë kuptimin dhe përshkrimin e ndryshimeve në mostër.

Forca e aplikuar quhet tension (stress) dhe shënohet me σ . Kur i nënshtrohet një tensioni, materiali do të shfaqë një deformim ose tërheqje, γ . Të gjithë ata që punojnë me materialet, e njohin mjaft mirë kurbën tension – deformim, siç tregohet në Figurën 5.1. Këto të dhëna tradicionalisht merren nga testimi mekanik i elasticitetit në një temperaturë fikse.

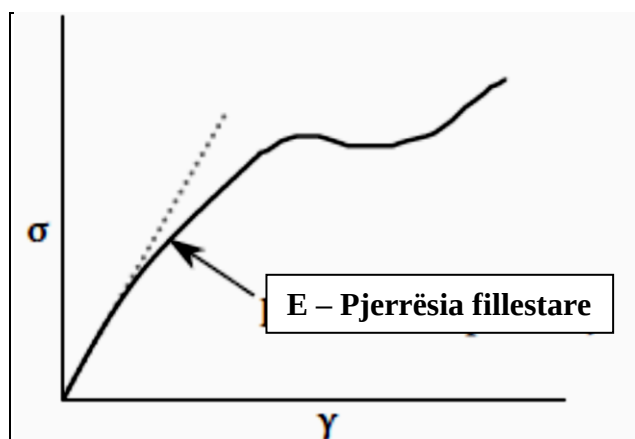


Figura 5.1 Kurba klasike Tension-Deformim

Pjerrësia e kurbës jep lidhjen e tensionit me deformimin dhe është një matje e ngurtësisë së materialit, moduli. Moduli mat rezistencën ndaj deformimit të një material, kur një forcë e jashtme aplikohet dhe varet nga temperatura dhe tensioni i aplikuar [9]. Moduli tregon se sa mirë do të punojë një material, në një aplikim të veçantë në botën reale.

Për shembull, nëse një polimer nxehet, në mënyrë që të kalojë përmes tranzicionit të qelqit dhe të ndryshojë nga gjendja e qelltë në atë të gomës, moduli shpesh do të bjerë me disa dekada [10]. (Një dekadë është një rend i madhësisë). Kjo rënie e ngurtësisë mund të çojë në probleme serioze, nëse ndodh në një temperaturë të ndryshme nga ajo që pritet.

Në DMA, moduli kompleks (E^*), përbëhet nga moduli elastik (i ruajtjes) E' , i cili mat elasticitetin ose aftësinë e materialit për të ruajtur energji, dhe moduli viskozik (i humbjes) E'' , i cili mat aftësinë e materialit për të humbur energji, në formën e nxehtësisë [6] (shiko Figurën 5.2).

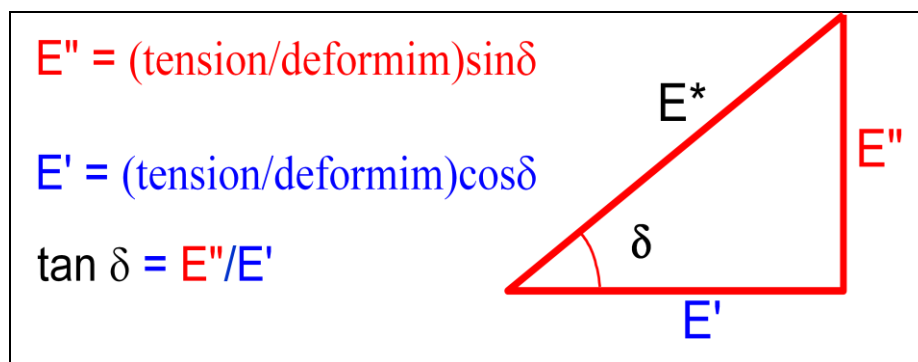


Figura 5.2. Moduli dhe shuarja në një material viskoelastik

Këto module të ndryshme lejojnë karakterizim më të mirë të materialit, sepse në këtë mënyrë mund të vlerësohet mundësia e materialit për të ruajtur energji E' , për të humbur energji E'' , dhe raporti i këtyre efekteve ($\tan \delta$), i quajtur “shuarje”. Ky raport paraqet fraksionin e energjisë që humbet gjatë çdo cikli të oshilimit [6].

Këndi i fazës δ , paraqet zhvendosjen e fazës midis tensionit dhe deformimit dhe mund të marrë vlera nga 0° – 90° C, siç paraqitet në Figurën 5.3.

Një avantazh i DMA është se mund të merret një modul çdo herë që aplikohet një valë sinusoidale. Pra, nëse ne do të kryhej një eksperiment në 1 hertz (Hz) ose 1 cikël / sekondë, do të ishte e mundur të behej rregjistrimi i një vlere të modulit në çdo sekondë. Kjo mund të bëhet kur temperatura varion në një shkallë prej 5°C – $10^\circ\text{C}/\text{min}$, në mënyrë që ndryshimi i temperaturës për cikël, nuk është i rëndësishëm. Më pas, nëpërmjet DMA, mund të rregjistrohet moduli si funksion i temperaturës mbi 200°C , për 20 –40 minuta [6].

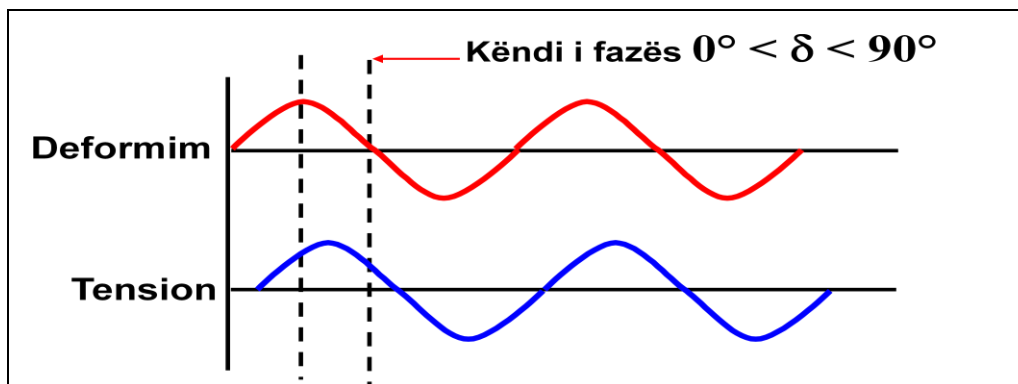


Figura 5.3 Këndi i fazës për tensionin dhe deformimin

Në qasjen tradicionale, do të duhej të kryhej eksperimenti në çdo temperaturë ose shkallë deformimi për të marrë të njëjtat të dhëna. Për gjetjen e saktë të secilës pikë të modulit ose viskozitetit, si funksion i temperaturës, kjo do të kërkonte ngrohjen e mostrës në një temperaturë, ekuilibrimin, kryerjen e eksperimentit, vendosjen e një mostre të re dhe përsëritjen në një temperaturë tjetër. Për të marrë të dhëna për të njëjtin varg temperature deri në 200°C, në këtë mënyrë do të kërkonte disa ditë pune.

Moduli është një veti e brendshme e materialit, e pavarur nga gjeometria e tij, në ndryshim nga shtangësia e materialit që është një madhësi jo karakteristike (e jashtme) që varet nga gjeometria e tij [11]. Shtangësia e mostrës K, është një nga matjet themelore të DMA.

$$\text{Shtangësia (K)} = \text{Forcë e aplikuar në mostër} / \text{amplituda e deformimit}$$

Gjatë një eksperimenti në DMA, sinjalet e papërpunuara që maten janë Forca dhe Amplituda. Shtangësia llogaritet direkt nga forca dhe amplituda kurse moduli llogaritet duke shumëzuar me faktorin gjeometrik të duhur (GF).

$$\text{Moduli} = \text{Shtangësi} * \text{Faktori gjeometrik} = K * GF$$

Nga ana tjetër, faktori gjeometrik llogaritet nga vetë pajisja dhe varet nga lloji i nofullës së përzgjedhur. Kështu, në momentin që bëhet përzgjedhja e nofullës testuese, në të njëjtën kohë, përzgjidhen indirekt edhe përmasat e mostrës që kërkohen nga aparati për të realizuar matjen përkatëse. Pasi vendosen përmasat e kërkuara, pajisja llogarit faktorin gjeometrik të duhur, të cilin më pas e përdor për llogaritjen e modulit.

Faktori gjeometrik është i ndryshëm, për nofullat e ndryshme testuese, sepse edhe përmasat e kërkuara të mostrës janë të ndryshme për nofulla të ndryshme.

Më poshtë paraqiten formulat për llogaritjen e faktorëve gjeometrikë për të gjitha llojet e nofullave në DMA [6]. Fillimisht jepen 4 llojet e nofullave më të zakonshme:

Shtypje $GF = Fe \frac{T}{A}$

Prerje $GF = \frac{3}{10} \frac{T}{A}$

Tesion $GF = \frac{L}{A}$

Tension (fibra) $GF = \frac{L}{\rho}$

ku:

T = Trashësia e mostrës (lartësia për shtypjen dhe distanca ndërmjet nofullave për prerjen)

Fe = Korrektimi i shtypshmërisë (një funksion i fortë i përmasës së mostrës dhe raportit të Poisoni-it (Poisson's ratio))

A = Sipërfaqja e seksionit tërthor

L = gjatësia e mostrës

ρ = densiteti linear i fibrës

dhe në vijim, tre nofullat e tjera më pak to njohura: me 2 konsola (Dual Cantilever), me një konsol (Single Cantilever) dhe Përkulje në Tre Pika (3- Point Bending)

Dual Cantilevër $GF = \frac{1}{F} \left[\frac{L^3}{192I} + S(1 + \nu) \frac{L}{2A} \right]$

Single Cantilever $GF = \frac{1}{F} \left[\frac{L^3}{12I} + 2S(1 + \nu) \frac{L}{2A} \right]$

3- Point Bending $GF = \left[\frac{L^3}{48I} + S(1 + \nu) \frac{L}{2A} \right]$

Ku:

L = gjatësia e mostrës (distanca ndërmjet nofullave)

I = Momenti gjeometrik (për mostrat katërkëndorë = $\frac{1}{12} T^3 W$)

A = Sipërfaqja e seksionit tërthor

ν = Poisson's Ratio

F = Faktori i nofullave (~ 0.9)

S = Faktori i rrëshqitjes (~ 1.5)

5.2 Realizimi i testimeve me metodën e re - DMA (Dynamic Mechanical Analyzer)

Metoda e re testuese u realizua duke përdorur pajisjen DMA Q 800 (*Dynamic Mechanical Analyzer*) TA Instrument (Figura 5.4). Testimi performohet duke modifikuar pajisjen DMA, e cila në formën klasike të saj është ndërtuar për të testuar qëndrueshmërinë në tërheqje të materialeve të ndryshme. Modifikimi bëhet i tillë, në mënyrë që pajisja të përdoret për të testuar në përkulje. Modifikimi është realizuar në Departamentin e Tekstilit, në Universitetin Gent.

Për testimin e fibrës në përkulje zgjidhet nofulla me një konsol ose krah “Single Cantilever”, e cila paraqitet skematikisht në Figurën 5.5. Vendorsja e mostrës për testim në nofullën e zgjedhur, bëhet e tillë që fibra të kapet nga nofulla në njërën anë, kurse ana tjetër e fibrës të jetë e lirë (shiko Figurën 5.6), në analogji me metodën testuese FAVIMAT R. DMA vendoset në mënyrën testuese “*Controlled Force*”. Një zgjedhje e tillë kushtëzohet sepse DMA Q 800, e përdorur në këtë punim, është pajisje që punon me forcë të kontrolluar (*Controlled Force*) [6] (Figura 5.7).

Forca aplikohet në një distancë të caktuar nga pika e shtrëngimit të fibrës nga nofulla. Gjatë testimit me këtë metodë të re janë përdorur dy distanca të pikës së aplikimit të forcës. Distancat e përdorura janë 2 mm dhe 3 mm. Në këtë testim matet forca përkulëse për një filament të vetëm. Testimet realizohen për të gjitha fibrat e marra në studim (A, B, C, D, E, F), karakteristikat e të cilave janë përcaktuar në kapitullin dhe të shpjeguara në kapitujt e mësipërm.



Figura 5.4. Pamje të pajisjes DMA, të vendosur në Departamentin e Tekstilit, në UGent

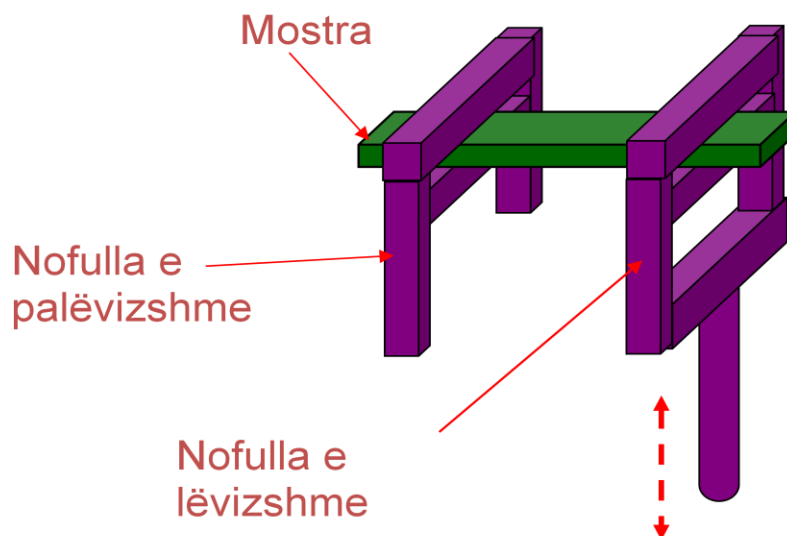


Figura 5.5. Paraqitje skematike e nofullës së zgjedhur për testim “Single Cantilever”.

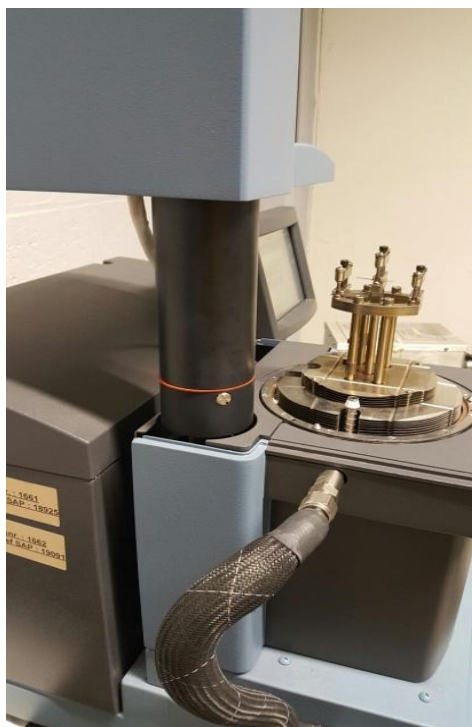


Figura 5.6 Vendosja e fibrës në testimin në përkulje në DMA.

Për secilën fibër realizohen 3 matje (përsëritje), në të dy distancat. Testimi kryhet në temperaturën e ambjentit, e cila korrespondon me temperaturën $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Fibrat B dhe F testohen në të dy anët, për të njëjtat arsye që janë spjeguar ne kapitullin e mësipërm. Për analizimin e të dhënave është përdorur Programi “*Universal Analysis*” (UA) nga *TA Instruments*. [12].

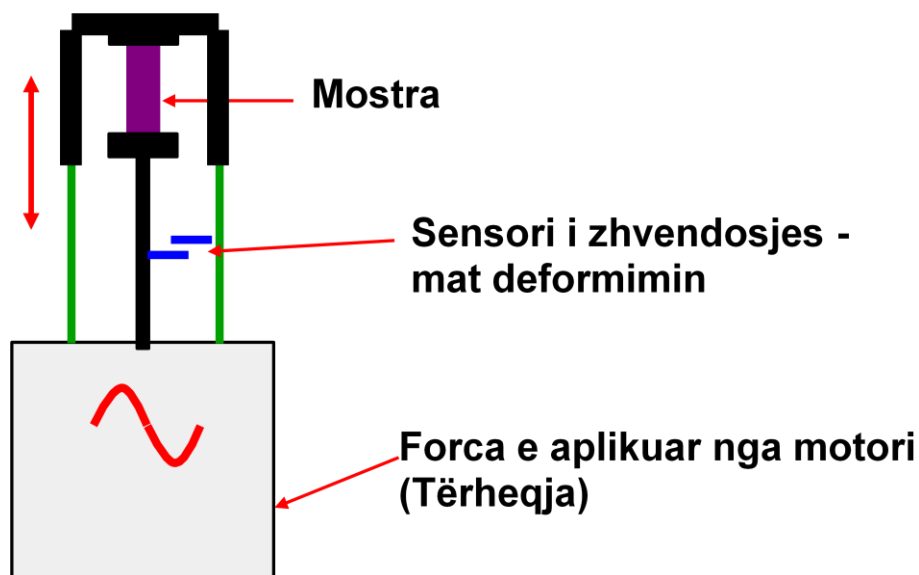


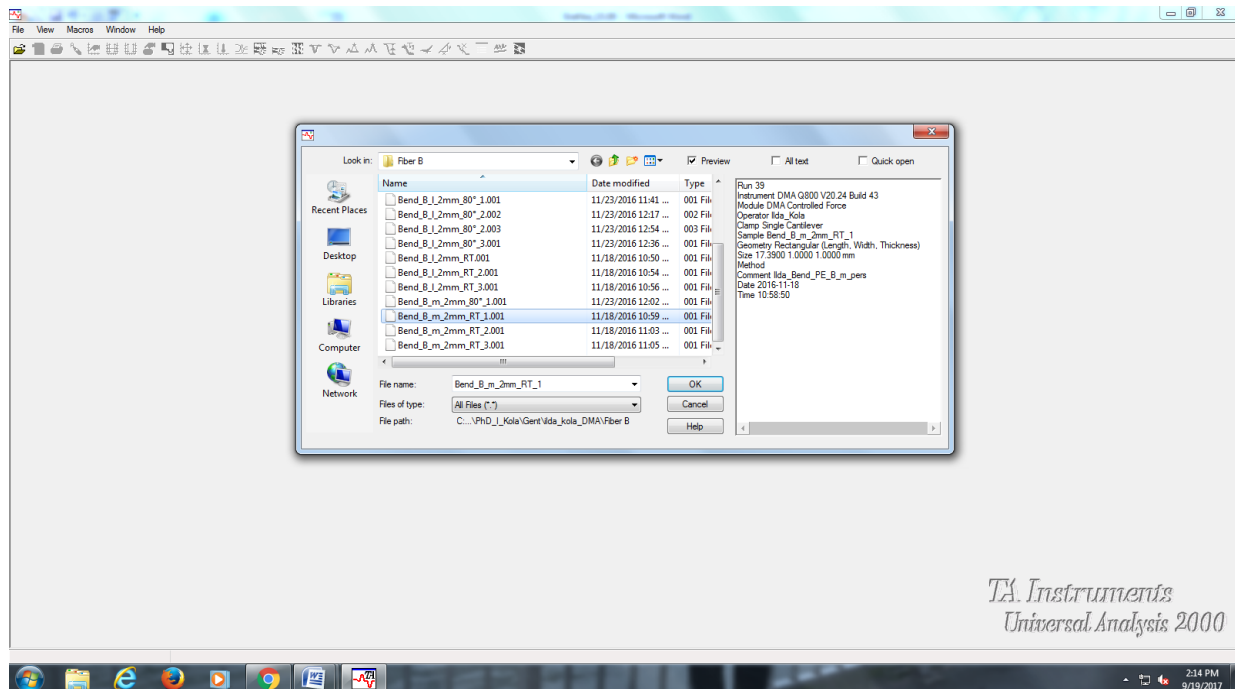
Figura 5.7. Paraqitje skematike e mënyrës punuese me forcë të kontrolluar “*Controlled Force*”, të pajisjes DMA.

Për çdo matje ndërtohet grafiku i forcës përkulëse (N) kundrejt zhvendosjes (μm) duke ndjekur hapat e treguar në Figurën 5.8. Fillimisht përzgjidhet dosja me matjen e caktuar, për të cilën do të ndërtohet grafiku (Figura 5.8/a).

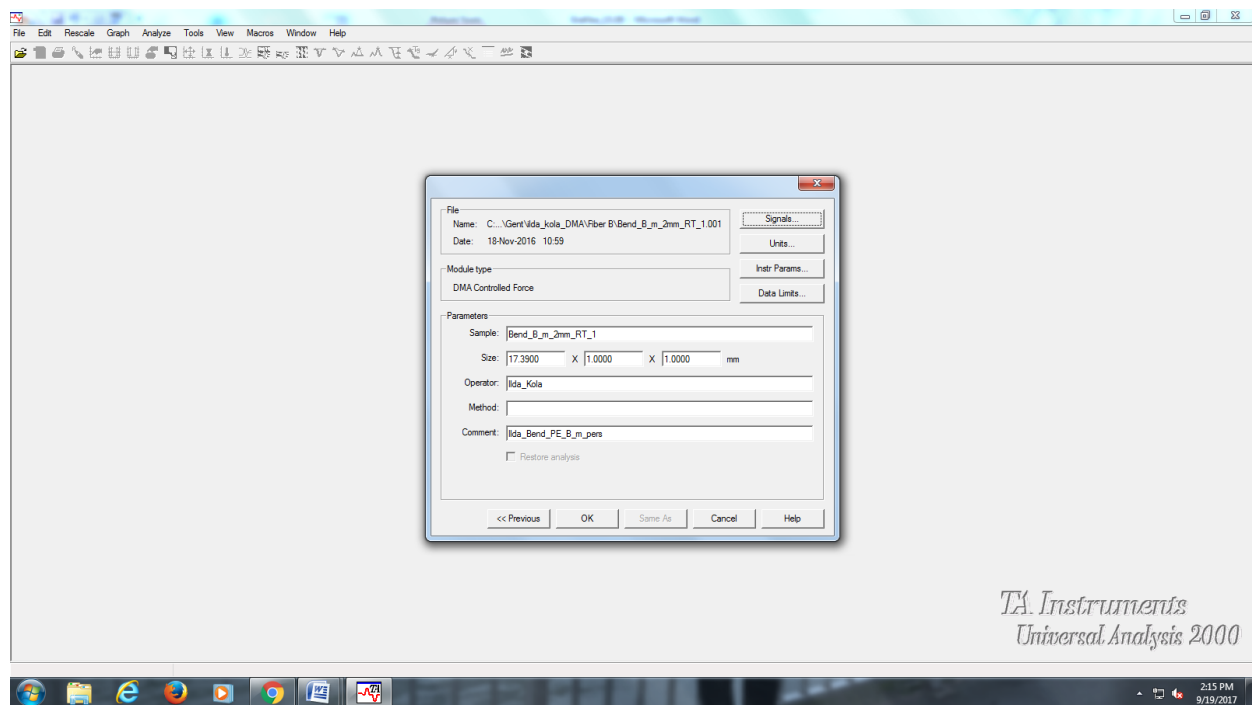
Pasi është përzgjedhur matja, në dritaren e shfaqur ne ekran, përzgjidhet kutia “signals” (Figura 5.8/b). Në dritaren që hapet, përzgjidhen parametrat ose sinjalet që do të vendosen në boshtin X dhe në boshtin Y.

Në rastin konkret, në boshtin X, përzgjidhet sinjali i zhvendosjes “displacement”, kurse në boshtin Y përzgjidhet sinjali i forcës përkulëse “Static Force”. Në dritaren e sinjaleve vihet re se ka katër boshte Y, dhe mund të përzgjidhet secili prej tyre, ose të gjithë së bashku, duke klikuar mbi sinjalet për të cilët duamk të marrim informacion.

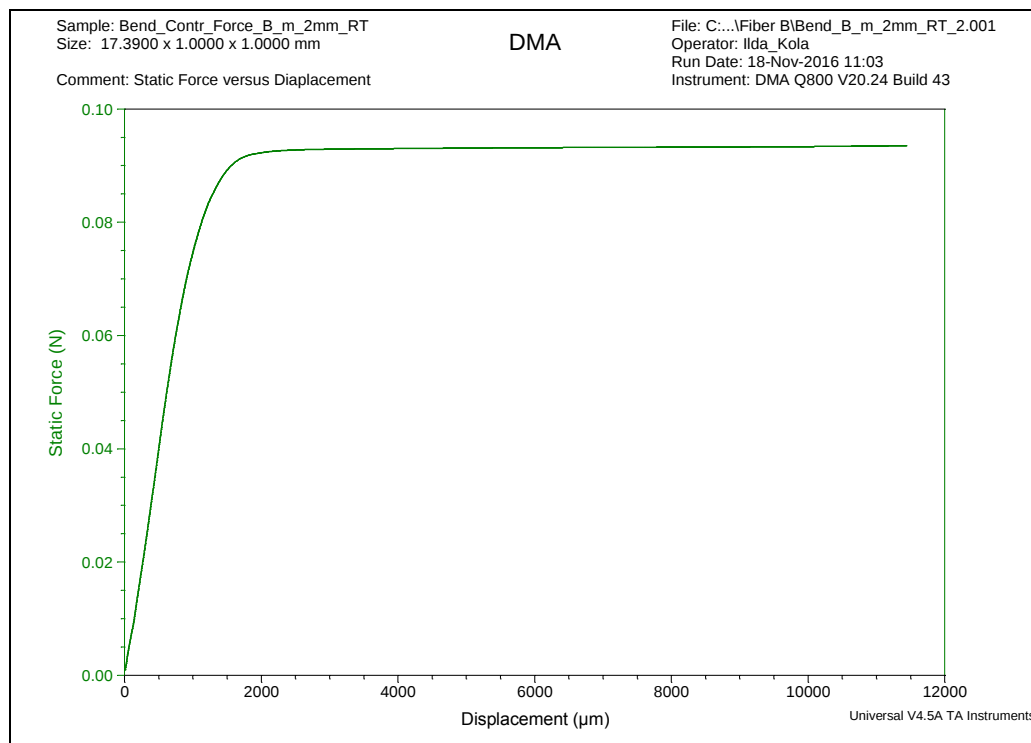
Pasi janë përzgjedhur sinjalet, në ekran do të shfaqet grafiku i ndërtuar i forcës përkulëse kundrejt zhvendosjes (shiko Figurën 5.8/c)



(a)



(b)



(c)

Figura 5.8.a/b/c. Ndërtimi i grafikut të forcës përkulëse të fibrës kundrejt zhvendosjes në *Programin UA*

Pasi ndërtohet grafiku, nëpërmjet procedurës së mësipërme, e cila është e njëjtë për të gjitha fibrat, nga programi mund të marrim të dhëna të ndryshme lidhur me matjen përkatëse.

Nga programi mund të ndërtojmë gjithashtu grafikë të ndryshëm, për disa parametra të tjerë, duke përfshirë kohën, temperaturën, tensionin (stress), tërheqjen ose deformimin (strain), shtangësinë (stiffness), modulin elasik (flexural modulus), modulin e relaksimit (relaxation modulus), etj. (Figura 5.9).

Gjithashtu, në të njëjtin grafik dhe në të njëjtën kohë, mund të marrim të dhëna dhe të ndërtojmë më shumë se një kurbë dhe deri në katër të tilla, duke përzgjedhur parametrat që dëshirojmë në boshtet Y_{1-4} (Figura 5.9).

Një shembull i ndërtimit të më shumë se një kurbe dhe i marrjes së të dhënave për forcën statike në N dhe tensionin (ngarkesën) në MPa, kundrejt tërheqjes ose deformimit në %, jepet në Figurën 5.10. Në këtë mënyrë mund të merren vlerat për dy ose me shumë parametra Y njëkohësisht, siç tregohet në Figurën 5.10.

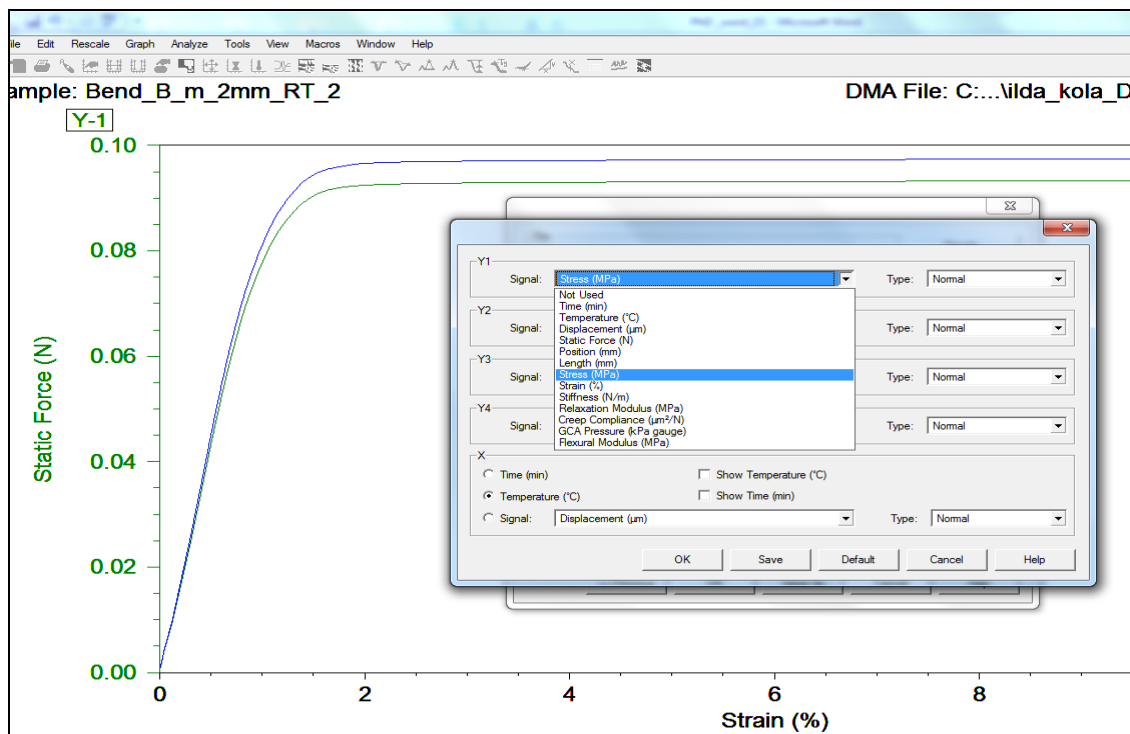


Figura 5.9. Parametrat e ndryshëm të ndërtimit të grafikut në Programin UA.

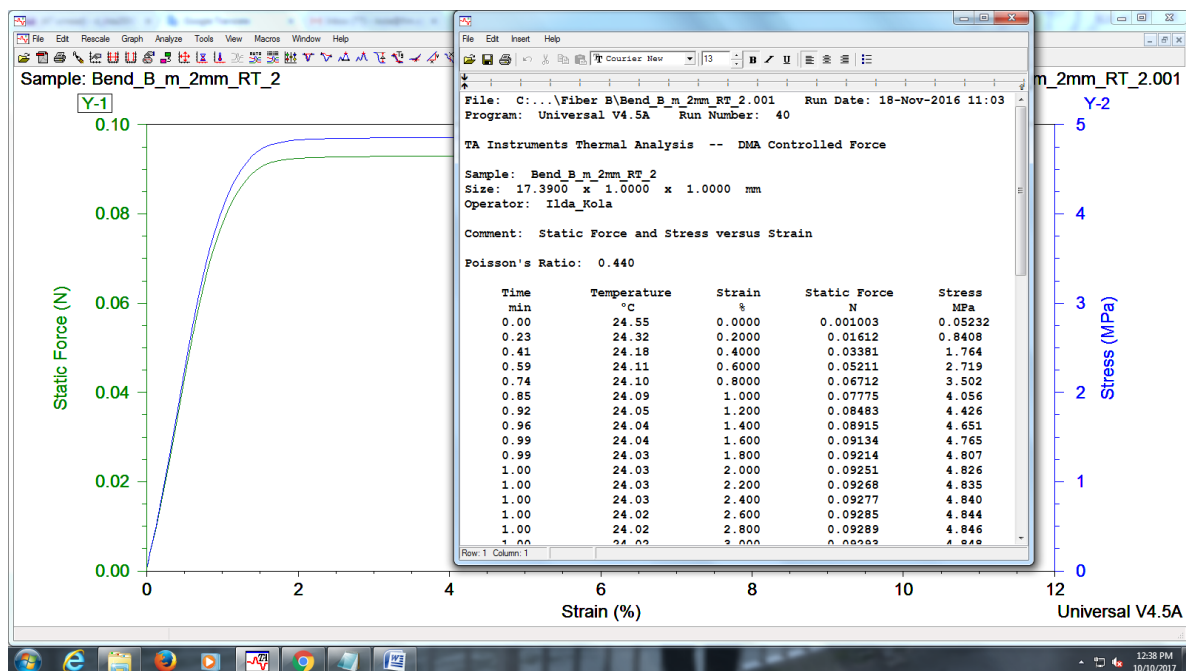


Figura 5.10. Gjenerimi i grafikut dhe i vlerave të dy parametrave Y, në të njëjtën kohë, në Programin UA.

Një informacion shumë i rëndësishëm që mund të merret nga programi që shoqëron DMA, është ai lidhur me metodën që përdoret për testim. Aty paraqitet hap pas hapi e gjithë procedura testuese, e cila zgjidhet dhe vendoset nga operatori, në varësi të testimit që kërkohet të kryhet (Figura 5.11). E njëjta metodë është përdorur për testimin e të gjitha fibrave.

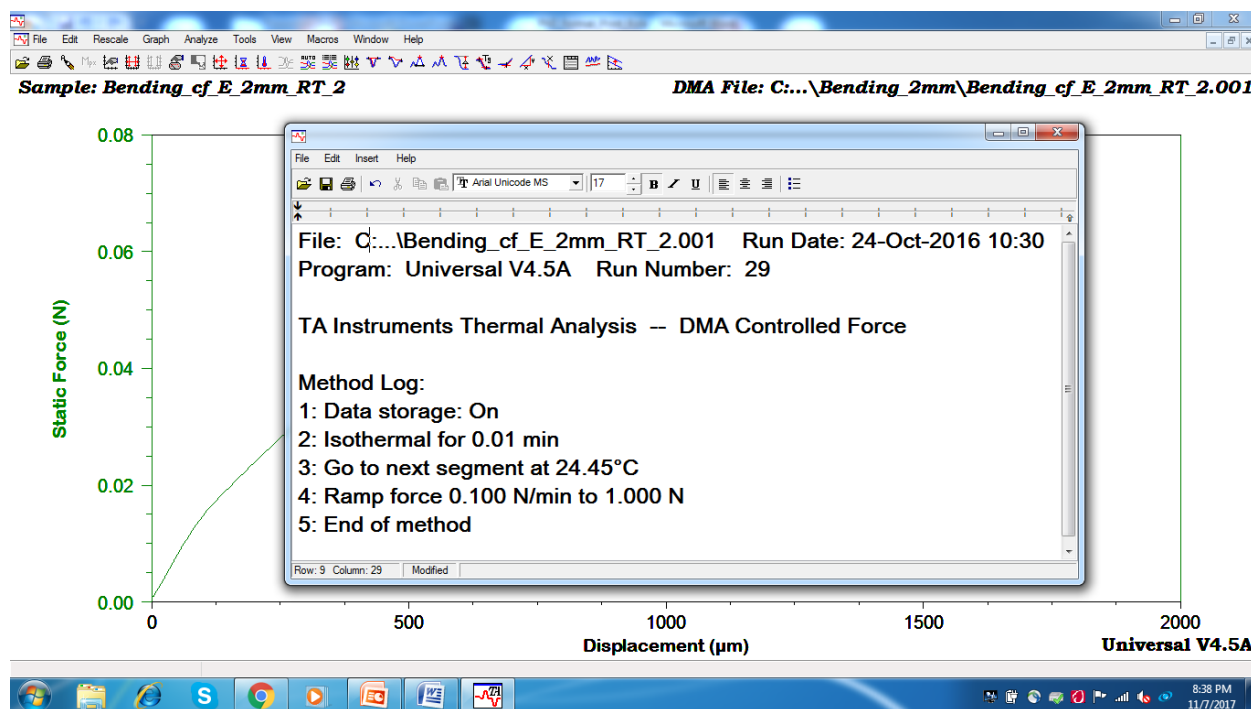


Figura 5.11. Marrja e informacionit për metodën dhe procedurën testuese në Programin UA.

Për çdo testim, një nga informacionet më të rëndësishëm që mund të merren nga programi, është ai mbi vlerat e parametrave të ndryshëm, kjo në varësi të metodës testuese që zgjidhet, llojit të morsetës që përdoret, si dhe sinjaleve që kemi vendosur në boshtet e grafikut, të cilat nga ana e tyre janë në varësi të metodës dhe nofullës së përdorur.

Në rastin e testeve të realizuara në këtë kapitull, mund të merren të dhëna për vlerën e forcës përkulëse dhe zhvendosjes, që janë edhe parametrat për të cilët ndërtohet grafiku, si edhe për kohën dhe temperaturën, në të cilën është marrë vlera përkatëse e parametrave të mësipërm (Figura 5.12). Matja e kohës dhe temperaturës, është një nga veçoritë dalluese të pajisjes DMA, duke qenë se matja e këtyre dy parametrave është në themel të punës së saj [6].

Kështu, vlerat e parametrave të ndryshëm, mund të merren për çdo pikë të zhvendosjes së fibrës, gjatë realizimit të testimit, duke gjeneruar në këtë mënyrë një numër shumë të madh të dhënash. Për shembull, për një testim të forcës përkulëse, që realizohet për një kohë prej më pak se një minute, merren 578 pika të dhënash të kohës, temperaturës, zhvendosjes dhe forcës përkulëse. Nëse analizohen këto të dhëna, konstatohet se megjithëse zhvendosja shkon deri në rreth 12.000

μm , numri më i madh i të dhënave (490 pika) merren për zhvendosjen deri në $1000 \mu\text{m}$, ku ndodhin edhe ndryshimet më të mëdha dhe më të shpeshta në forcën përkulëse. Vlerat e forcës përkulëse dhe parametrave të tjerë të matur, për të gjitha pikat e zhvendosjes, mund të paraqiten në formë tabelore, nga ku mund të bëhet një analizë më e detajuar e tyre (Tabela 5.1). Në Tabelën 5.1 paraqitet një nr shumë i reduktuar i të dhënave prej 578 pikash.

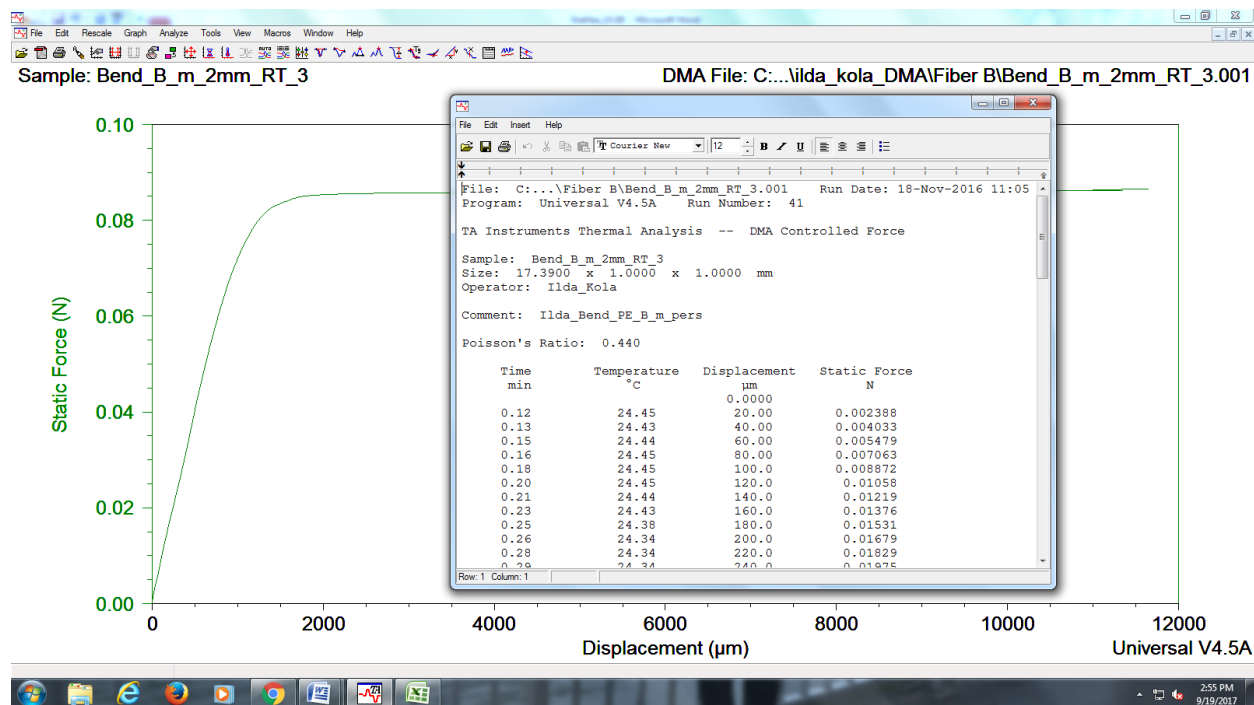


Figura 5.12. Gjenerimi i të dhënave për parametrat testues, për të gjitha pikat, nëprogramitn UA.

Tabela 5.1 Vlerat e forcës përkulëse të matura për të gjitha pikat e zhvendosjes së fibrës.

Time min	Temperature $^{\circ}\text{C}$	Displacement μm	Static Force N
0	24.57	0.710	0.001002
0	24.57	0.3203	0.001003
0	24.55	1.092	0.001003
0	24.54	1.082	0.001000
0.01	24.53	1.047	0.001000
0.01	24.52	1.629	0.001001
0.01	24.52	1.274	0.001000
0.01	24.51	1.942	0.001003
0.01	24.51	1.853	0.001001

0.01	24.50	2.022	0.001002
0.02	24.50	2.238	0.001000
0.02	24.51	2.191	0.001002
0.02	24.51	2.537	0.001003
0.02	24.51	2.648	0.001000
0.02	24.52	2.853	0.001003
0.02	24.52	3.133	0.001001
0.03	24.52	3.247	0.001003
0.03	24.53	3.241	0.001002
0.03	24.53	3.752	0.001002
0.03	24.53	3.437	0.001002
0.03	24.53	4.131	0.001001
0.03	24.53	3.522	0.001002
0.04	24.53	4.123	0.001003
0.04	24.53	3.874	0.001002
0.04	24.53	4.478	0.001001
0.04	24.52	4.390	0.001003
0.04	24.53	4.850	0.001000
0.04	24.53	4.459	0.001000
0.05	24.52	4.939	0.001003
0.05	24.52	4.665	0.001003
0.05	24.52	5.128	0.001002
0.94	24.18	1625	0.084340
0.94	24.19	1657	0.084500
0.94	24.19	1694	0.084670
0.94	24.19	1733	0.084830
0.94	24.20	1787	0.085000
0.94	24.20	1882	0.085170
0.95	24.20	2030	0.085340
0.95	24.20	2303	0.085500
0.95	24.20	2876	0.085670
0.95	24.19	4235	0.085840
0.95	24.19	7256	0.086000
0.95	24.18	11341	0.086170
0.96	24.17	10996	0.086340
0.96	24.17	11644	0.086500

Në mënyrë që të reduktojmë numrin e vlerave të marra, në program, rezultatet e vlerave të forcës përkulëse mund të merren duke e përcaktuar vetë pikën e fillimit dhe të mbarimit të zhvendosjes.

Njëkohësisht, pikat e matjes së forcës mund të reduktohen, nga: të gjitha pikat, në: vlerë të matur për çdo hap të zhvendosjes, duke e përcaktuar hapin vetë sipas kërkesës.

Tabelat e mëposhtme jepin vlerat e forcës për zhvendosjen nga 0 deri në 2000 μm , duke dhënë rezultatin e forcës së matur për çdo hap të zhvendosjes prej 10 μm (Tabela 5.2), dhe prej 20 μm (Tabela 5.3). Për shkak të numrit të madh të pikave, në tabelë janë paraqitur vlerat për zhvendosjet fillestare dhe fundore.

Tabela 5.2. Vlerat e forcës përkulëse të matura çdo 10 μm hap të zhvendosjes së fibrës.

Time min	Temperature °C	Displacement μm	Static Force N
0.11	24.46	10	0.001383
0.12	24.45	20	0.002388
0.13	24.43	30	0.003240
0.13	24.43	40	0.004033
0.14	24.44	50	0.004749
0.15	24.44	60	0.005479
0.15	24.45	70	0.006207
0.16	24.45	80	0.007063
0.17	24.45	90	0.007951
0.18	24.45	100	0.008872
0.19	24.45	110	0.009739
0.20	24.45	120	0.010580
0.21	24.45	130	0.011410
0.21	24.44	140	0.012190
0.22	24.44	150	0.012970
0.94	24.20	1850	0.085110
0.94	24.20	1860	0.085130
0.94	24.20	1870	0.085150
0.94	24.20	1880	0.085170
0.94	24.20	1890	0.085180
0.94	24.20	1900	0.085190
0.94	24.20	1910	0.085200
0.94	24.20	1920	0.085210
0.95	24.20	1930	0.085220
0.95	24.20	1940	0.085230
0.95	24.20	1950	0.085250
0.95	24.20	1960	0.085260

0.95	24.20	1970	0.085270
0.95	24.20	1980	0.085280
0.95	24.20	1990	0.085290
0.95	24.20	2000	0.085300

Tabela 5.3. Vlerat e forcës përkulëse të matura çdo 20 μm hap të zhvendosjes së fibrës.

Time min	Temperature °C	Displacement μm	Static Force N
		0	
0.12	24.45	20	0.002388
0.13	24.43	40	0.004033
0.15	24.44	60	0.005479
0.16	24.45	80	0.007063
0.18	24.45	100	0.008872
0.20	24.45	120	0.010580
0.21	24.44	140	0.012190
0.23	24.43	160	0.013760
0.25	24.38	180	0.015310
0.26	24.34	200	0.016790
0.28	24.34	220	0.018290
0.29	24.34	240	0.019750
0.30	24.35	260	0.021190
0.32	24.34	280	0.022690
0.33	24.33	300	0.024190
0.94	24.20	1800	0.085030
0.94	24.20	1820	0.085060
0.94	24.20	1840	0.085100
0.94	24.20	1860	0.085130
0.94	24.20	1880	0.085170
0.94	24.20	1900	0.085190
0.94	24.20	1920	0.085210
0.95	24.20	1940	0.085230
0.95	24.20	1960	0.085260
0.95	24.20	1980	0.085280
0.95	24.20	2000	0.085300

Në programin *TA Universal Analysis* mund të merren gjithashtu të dhëna për bllokun e parametrave të matjes, duke përfshirë këtu të dhëna për fibrën, për metodën testuese dhe për pajisjen testuese. Kjo realizohet duke klikuar në ikonën *View* në *UA Program*, dhe më pas, në nën menunë që shfaqet klikohet tek *Parameter Block*. Në ekran shfaqet faqja me të gjithë këta parametra (Figura 5.13).

Këto të dhëna mund të kopjohen në një faqe word, ose të ruhen si dokument. Blloku i parametrave që merren, paraqitet i plotë në tabelën e mëposhtme (Tabela 5.4).

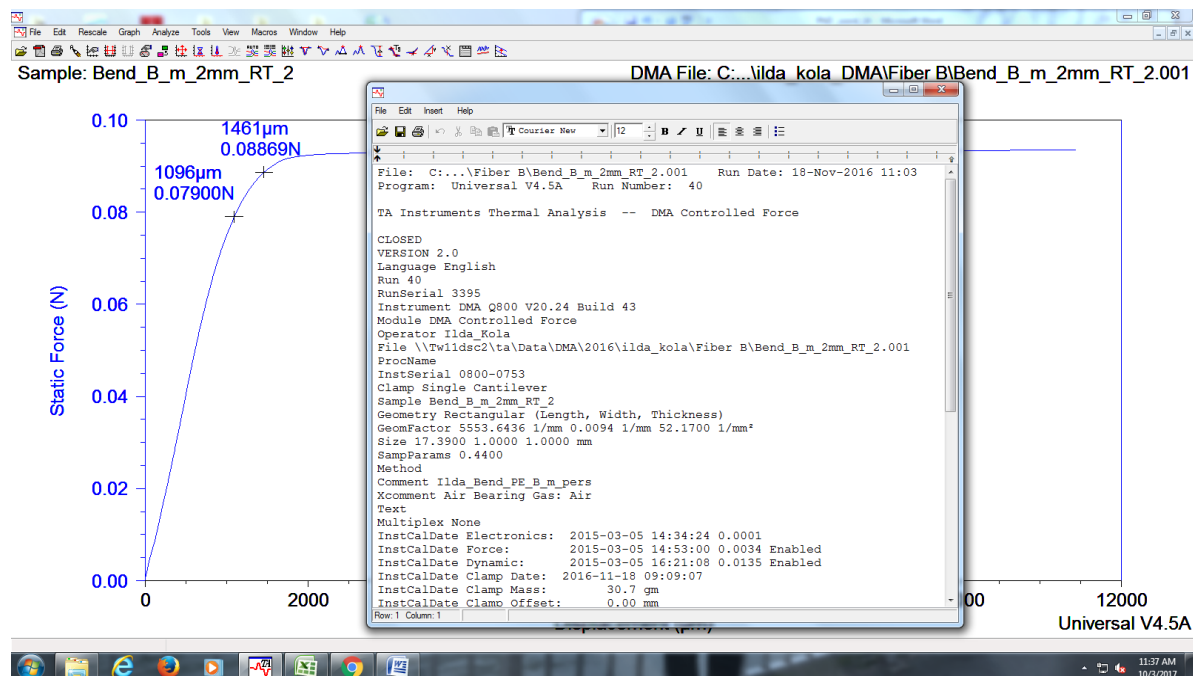


Figura 5.13. Nxjerrja e bllokut të parametrave të matjes së realizuar në DMA, nga Programi *Universal Analysis*.

Tabela 5.4. Blloku i parametrave të matjes së realizuar në DM, nxjerrë nga Programi *UA*

```

File: C:\...\\Fiber B\Bend_B_m_2mm_RT_2 Run Date: 18-Nov-2016 11:03
Program: Universal V4.5A Run Number: 40
  
```

TA Instruments Thermal Analysis -- DMA Controlled Force

```

CLOSED
VERSION 2.0
Language English
Run 40
RunSerial 3395
Instrument DMA Q800 V20.24 Build 43
Module DMA Controlled Force
  
```

Operator Ilda Kola
File \\Tëlldsc2\ta\Data\DMA\2016\ilda_kola\Fiber
B\Bend_B_m_2mm_RT_2.001
ProcName
InstSerial 0800-0753
Clamp Single Cantilever
Sample Bend_B_m_2mm_RT_2
Geometry Rectangular (Length, Width, Thickness)
GeomFactor 5553.6436 1/mm 0.0094 1/mm 52.1700 1/mm²
Size 17.3900 1.0000 1.0000 mm
SampParams 0.4400
Method
Comment Ilda_Bend_PE_B_m_pers
Xcomment Air Bearing Gas: Air
Multiplex None
InstCalDate Electronics: 2015-03-05 14:34:24 0.0001
InstCalDate Force: 2015-03-05 14:53:00 0.0034 Enabled
InstCalDate Dynamic: 2015-03-05 16:21:08 0.0135 Enabled
InstCalDate Clamp Date: 2016-11-18 09:09:07
InstCalDate Clamp Mass: 30.7 gm
InstCalDate Clamp Offset: 0.00 mm
InstCalDate Clamp Compliance: 0.937 um/N
TempCal 1 pts 158.00 156.61
Settings StaticF 0.0010 StoreStable AutoZero LengthFixed
Controls Gas 1 Event Off Sampling 0.1
AutoAnalysis Off
MacroFile
Nsig 12
Sig1 Time (min)
Sig2 Temperature (°C)
Sig3 Displacement (µm)
Sig4 Static Force (N)
Sig5 Position (mm)
Sig6 Length (mm)
Sig7 Stress (MPa)
Sig8 Strain (%)
Sig9 Stiffness (N/m)
Sig10 Relaxation Modulus (MPa)
Sig11 Creep Compliance (µm²/N)
Sig12 GCA Pressure (kPa gauge)
Date 2016-11-18
Time 11:02:31
OrgMethod 1: Data storage On
OrgMethod 2: Isothermal for 10.00 min
OrgMethod 3: Ramp force 0.1000 N/min to 1.0000

5.3 Përcaktimi i vlerave të forcës përkulëse në pikat Onset Points 1 dhe 2

Pasi janë ndërtuar grafikët e varësisë së forcës përkulëse kundrejt zhvendosjes për çdo matje, nëpërmjet Programit Universal Analysis, gjenden pikat kufi: *Onset Point* (OP) 1 dhe *Onset Point* (OP) 2, duke marrë në këtë mënyrë vlerën e forcës përkulëse dhe të zhvendosjes në këto pika. Kjo pikë kufi (*Onset Point*) përcaktohet si ndërprerja e një vije tangent fillestare me një vijë tangent fundore (shiko Figurën 5.14). *Onset Point* përcakton forcën në të cilën ndodh një ndryshim në kurbë [13]. Këto pika konsiderohen si pikat kufi të mdryshimit të sjelljes ose të deformimeve të materialit.

Pika kufi 1 (Onset Point 1) përfaqëson forcën përkulëse ku fillon deformimi, por ky deformim është akoma i kthyeshëm dhe quhet pika kufi 1. Nga *pika kufi 1 (Onset Point 1)* tek *pika kufi 2 (Onset Point 2)*, deformimi vazhdon, dhe në *pikën kufi 2 (Onset Point 2)*, mund të konsiderohet si deformimi në këputje (breaking point).

Për të tre matjet e çdo mostre fibre ndërtohet grafiku si në Figurën 5.15, dhe gjenden pikat *Onset Points* 1 dhe 2. Me pas ndërtohet grafiku, në të cilin mbivendosen kurbat e të tre matjeve së bashku me *Pikat Onset 1 dhe 2*.

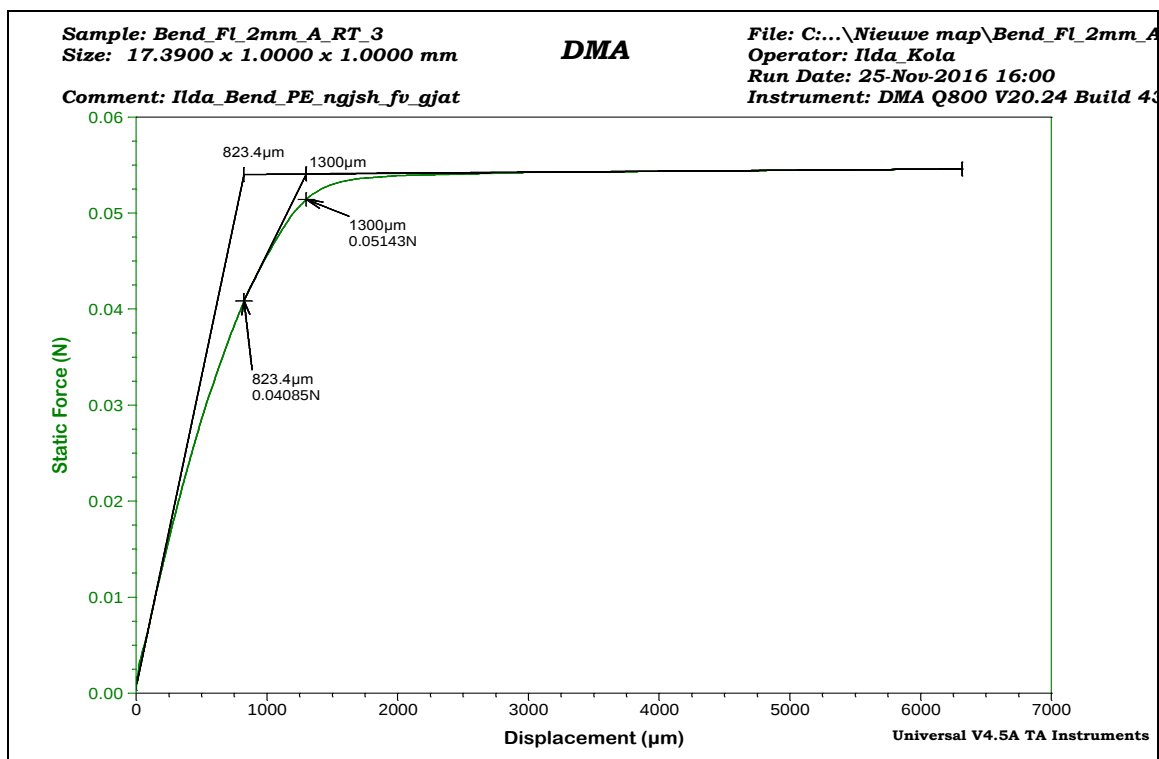


Figura 5.14. Gjetja e vlerës së forcës përkulëse për pikat kufi *Onset Points* 1 dhe 2 në DMA.

Rezultatet për vlerat e forcës përkulëse në pikat kufi Onset Points 1 dhe 2, merren më pas nëpërmjet Programit UA (Figura 5.15), të tabeluara në një faqe excel-i, nga ku llogariten edhe vlerat mesatare të tyre për çdo fibrë. Në tabelë paraqitet gjithashtu edhe koha dhe temperatura në të cilën është marrë ajo vlerë e forcës së përkuljes, që korrespondon me Onset Point 1 dhe 2. Grafikët dhe rezultatet e vlerave të pikave kufi Onset ndërtohen dhe llogariten për të dy distancat e pikës së aplikimit të forcës, 2 mm dhe 3 mm.

Në vijim paraqiten grafikët e ndërtuar për të gjitha fibrat, për të dy distancat, dhe vlerat e gjetura të Onset Points 1 dhe Onset Points 2.

Për një ilustrim të qartë, është paraqitur e plotë procedura e gjetjes së pikave kufi Onset vetëm për një nga fibrat, më saktë vetëm për fibrën A. E gjithë procedura përmblledh: - ndërtimin e grafikëve të veçantë dhe gjetjen e pikave kufi Onset 1 dhe 2 për secilën nga matjet (Figura 5.16); - ndërtimin e grafikut të mbivendosjes së kurbave të të tre matjeve (Figura 5.17); - marrjen e tabelës me vlerat përkatëse të forcës përkulëse në Pikat Onset 1 dhe 2 (Tabela 5.5).

Duke qenë se e njëjta procedurë përsëritet për të gjitha fibrat e marra në studim, në punim janë paraqitur vetëm grafikët e mbivendosjes së kurbave ku janë ndërtuar pikat Onset Points (Figura 5.18 ÷ 5.32), si edhe tabelat përkatëse me rezultatet e vlerave të forcane përkulëse në këto pika (Tabela 5.6 ÷ 5.20).

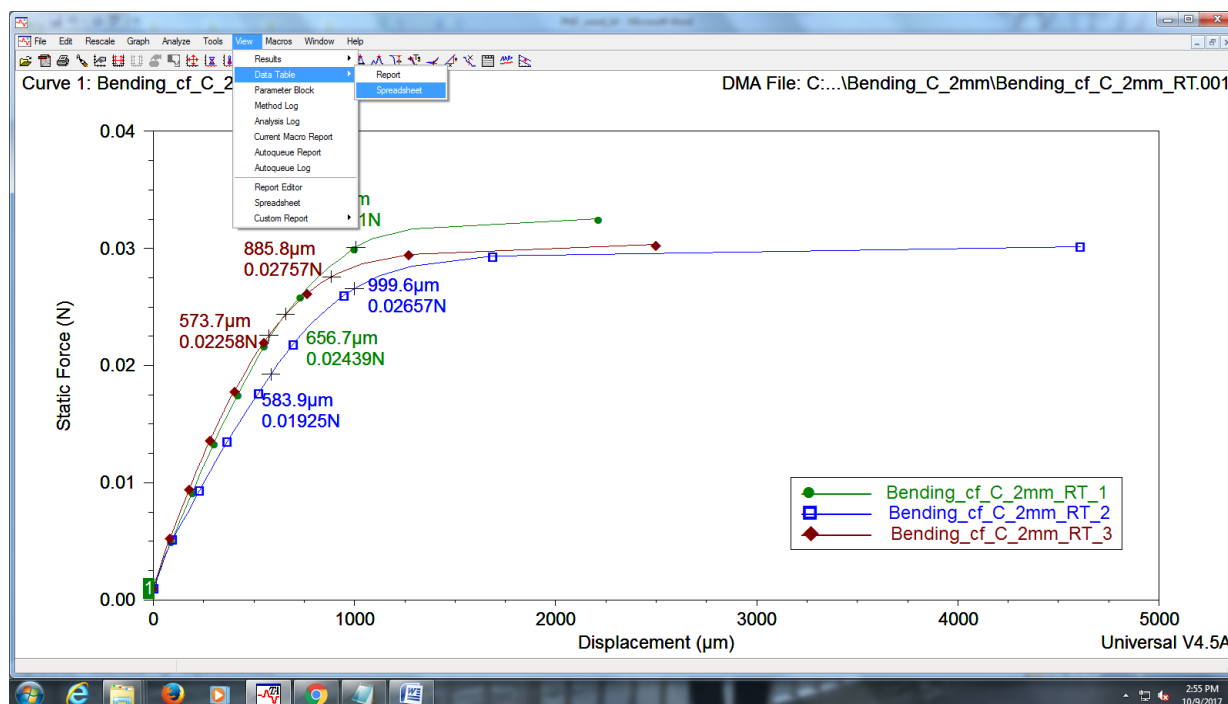
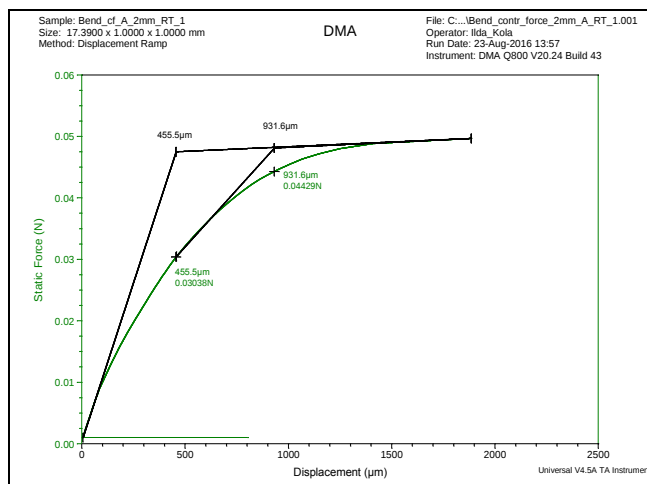
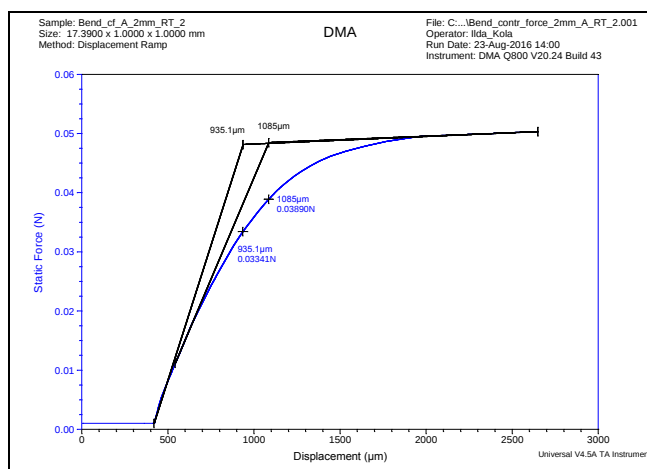


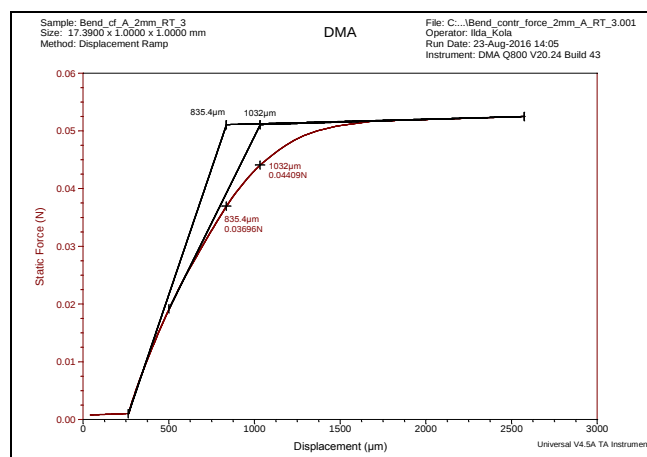
Figura 5.15. Marrja e rezultateve të forcës përkulëse nëpërmjet Programit UA



(a)



(b)



(c)

Figura 5.16.a/b/c . Ndërtimi i pikave Onset Points, për tre matjet e fibrës A, në distancën 2 mm.

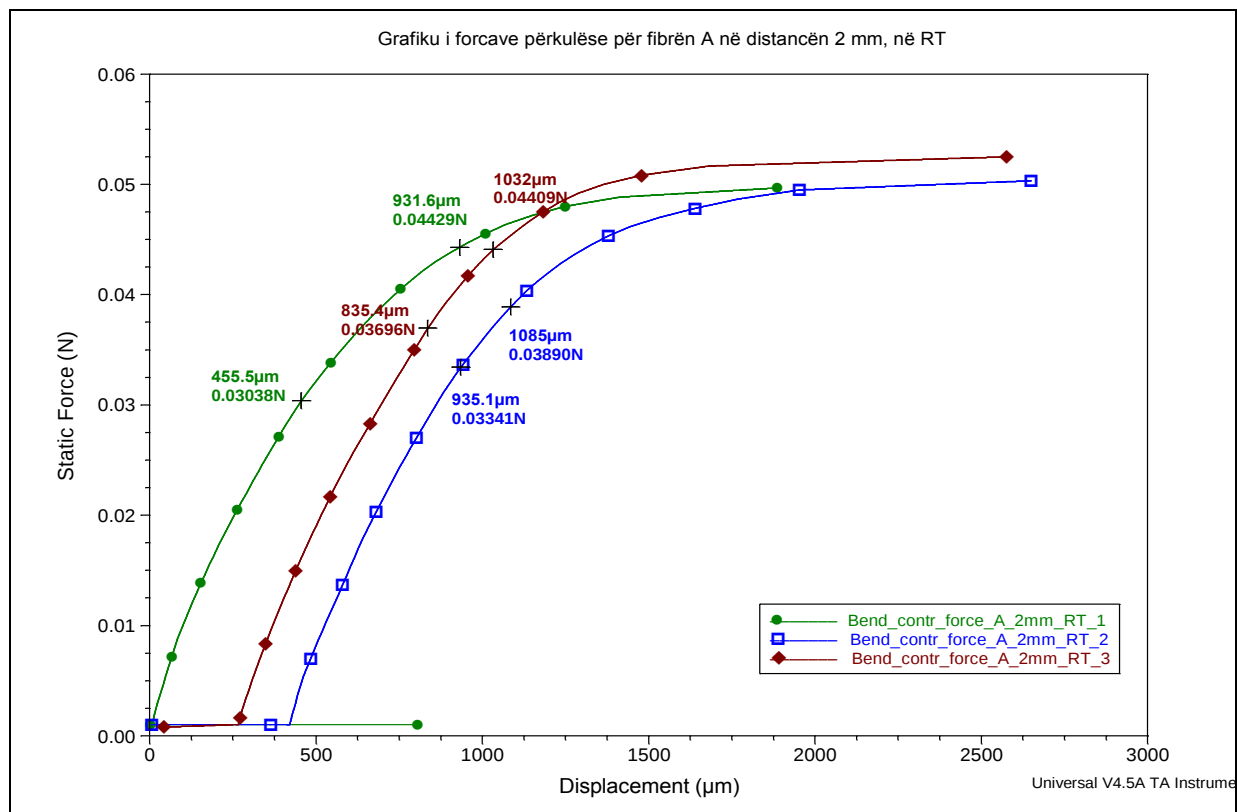


Figura 5.17. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës A, në distancën 2 mm.

Tabela 5.5. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës A, në distancën 2 mm.

Fibra A në distancën 2 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi Onset		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.44	26.56	0.03038
	(OP 2)	0.58	26.55	0.04429
Matja 2	(OP 1)	0.84	26.51	0.03341
	(OP 2)	0.90	26.50	0.03890
Matja 3	(OP 1)	0.50	26.84	0.03696
	(OP 2)	0.57	26.76	0.04409

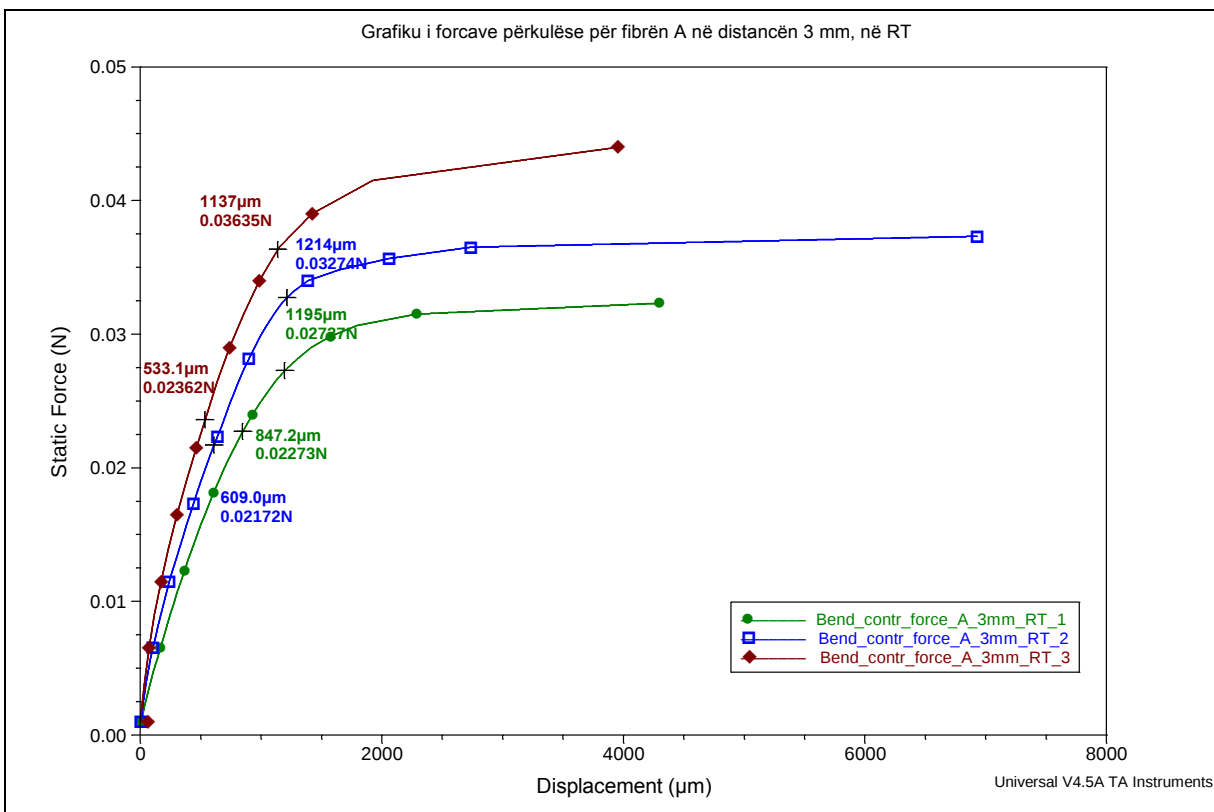


Figura 5.18. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës A, në distancën 3 mm.

Tabela 5.6. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës A, në distancën 3 mm.

Fibra A në distancën 3 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi Onset		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.34	27.35	0.02273
	(OP 2)	0.39	27.33	0.02727
Matja 2	(OP 1)	0.40	26.67	0.02172
	(OP 2)	0.51	26.31	0.03274
Matja 3	(OP 1)	0.20	25.02	0.02362
	(OP 2)	0.24	25.02	0.03635

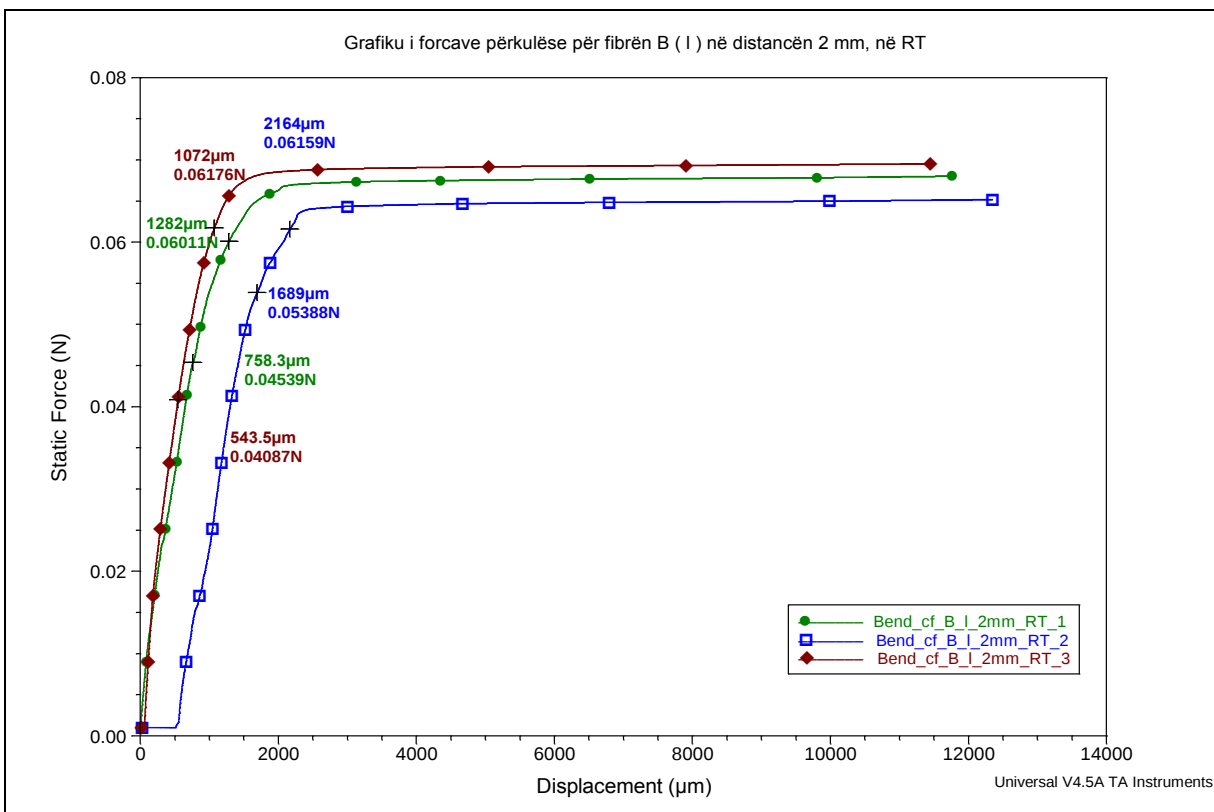


Figura 5.19. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës B (I), në dist. 2 mm.

Tabela 5.7. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës B (I), në distancën 2 mm.

Fibra B (I) në distancën 2 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi <i>Onset</i>		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.62	23.93	0.04539
	(OP 2)	0.77	23.80	0.06011
Matja 2	(OP 1)	0.62	23.86	0.05388
	(OP 2)	0.69	23.87	0.06159
Matja 3	(OP 1)	0.55	24.07	0.04087
	(OP 2)	0.76	24.04	0.06176

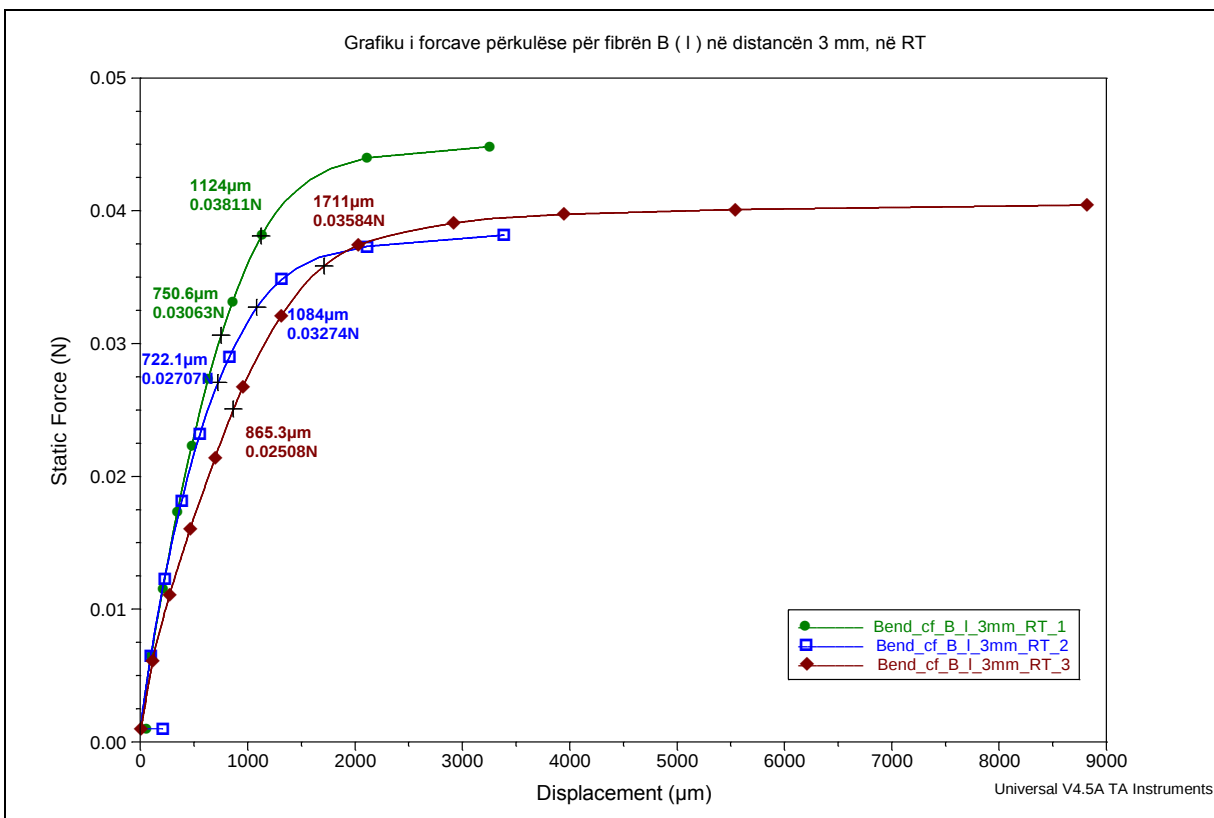


Figura 5.20. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës B (I), në dist. 3 mm.

Tabela 5.8. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës B (I), në distancën 3 mm.

Fibra B (I) në distancën 3 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi Onset		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.48	26.21	0.03063
	(OP 2)	0.55	26.24	0.03811
Matja 2	(OP 1)	0.41	26.04	0.02707
	(OP 2)	0.47	26.10	0.03274
Matja 3	(OP 1)	0.42	24.32	0.02508
	(OP 2)	0.32	24.28	0.03584

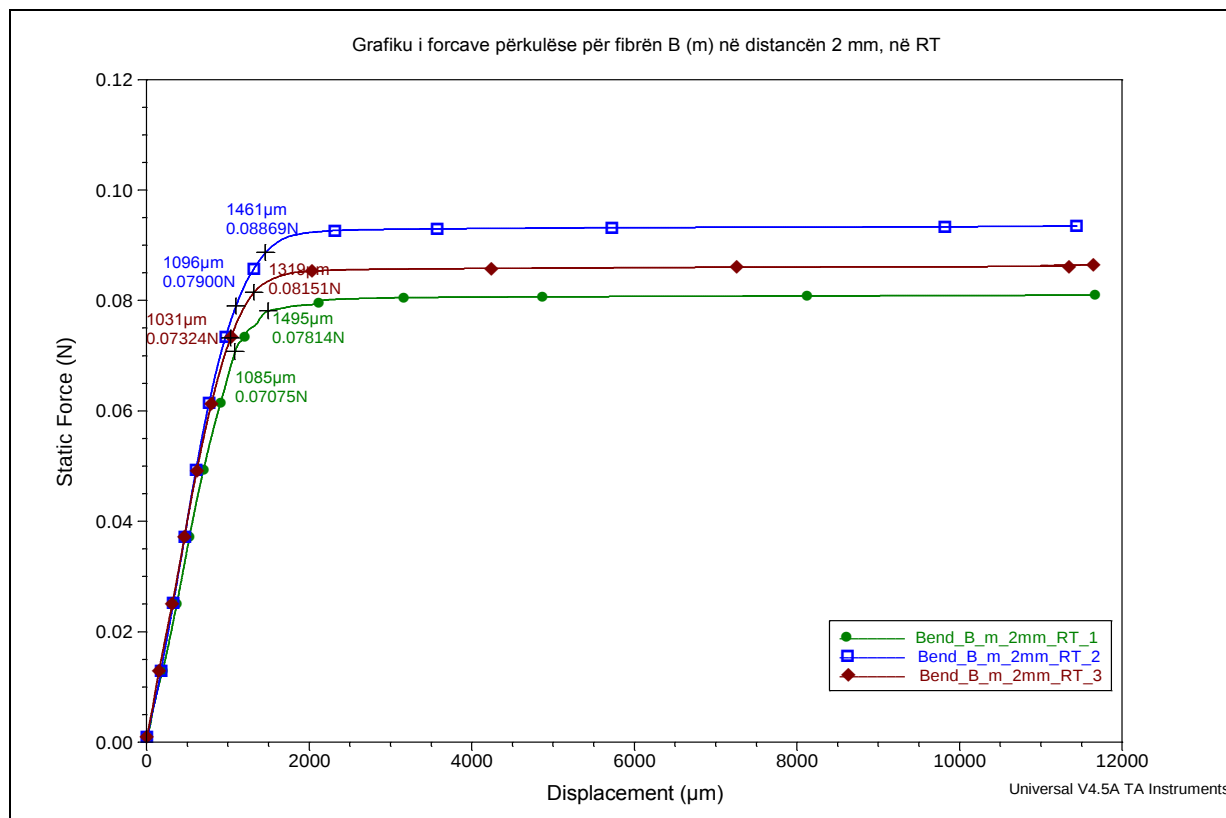


Figura 5.21. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës B (m), në dist. 2 mm.

Tabela 5.9. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës B (m), në distancën 2 mm.

Fibra B (m) në distancën 2 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi <i>Onset</i>		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.84	24.13	0.07075
	(OP 2)	0.92	24.11	0.07814
Matja 2	(OP 1)	0.86	24.09	0.07900
	(OP 2)	0.96	24.04	0.08869
Matja 3	(OP 1)	0.83	24.24	0.07324
	(OP 2)	0.91	24.22	0.08151

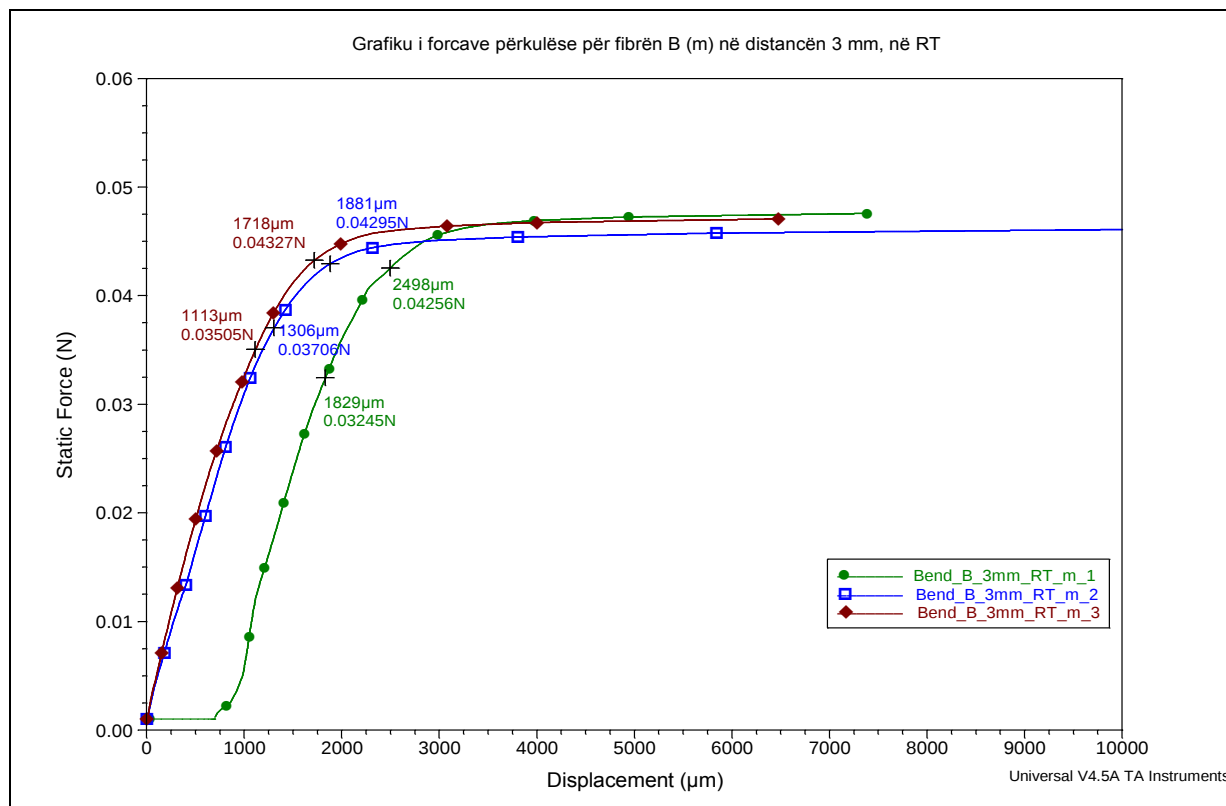


Figura 5.22. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës B (m), në dist. 3 mm.

Tabela 5.10. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës B (m), në distancën 3 mm.

Fibra B (m) në distancën 3 mm		Vlerat e parametrave në çdo pike kufi Onset		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.38	24.04	0.03245
	(OP 2)	0.49	24.06	0.04256
Matja 2	(OP 1)	0.45	24.21	0.03706
	(OP 2)	0.51	24.20	0.04295
Matja 3	(OP 1)	0.40	24.13	0.03505
	(OP 2)	0.48	24.16	0.04327

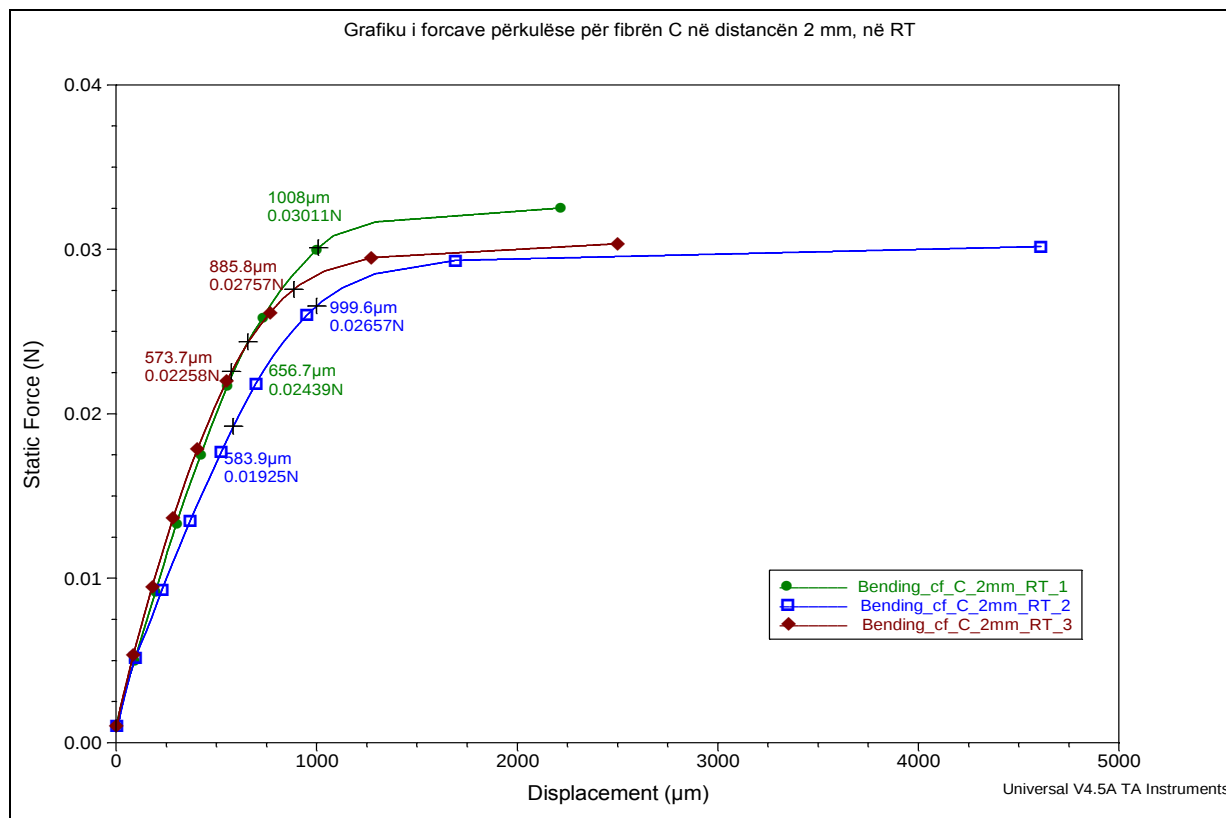


Figura 5.23. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës C, në distancën 2 mm.

Tabela 5.11. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës C, në distancën 2 mm.

Fibra C në distancën 2 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi Onset		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.36	24.25	0.02439
	(OP 2)	0.42	24.24	0.03011
Matja 2	(OP 1)	0.29	24.06	0.01925
	(OP 2)	0.36	24.04	0.02657
Matja 3	(OP 1)	0.33	24.18	0.02258
	(OP 2)	0.38	24.23	0.02757

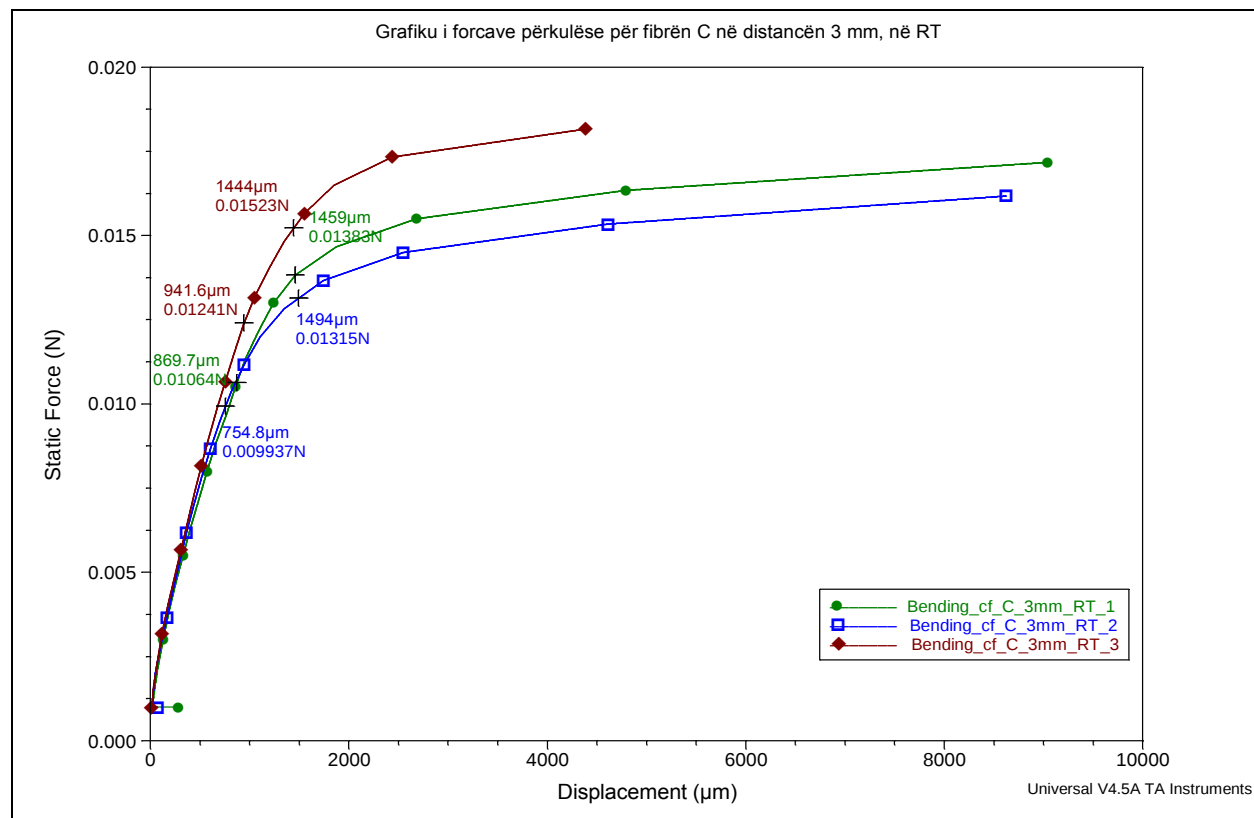


Figura 5.24. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës C, në distancën 3 mm.

Tabela 5.12. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës C, në distancën 3 mm.

Fibra C në distancën 3 mm		Vlerat e parametrave në çdo pike kufi <i>Onset</i>		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.18	23.89	0.01064
	(OP 2)	0.21	23.87	0.01383
Matja 2	(OP 1)	0.17	23.80	0.00993
	(OP 2)	0.20	23.79	0.01315
Matja 3	(OP 1)	0.19	24.28	0.01241
	(OP 2)	0.22	24.26	0.01523

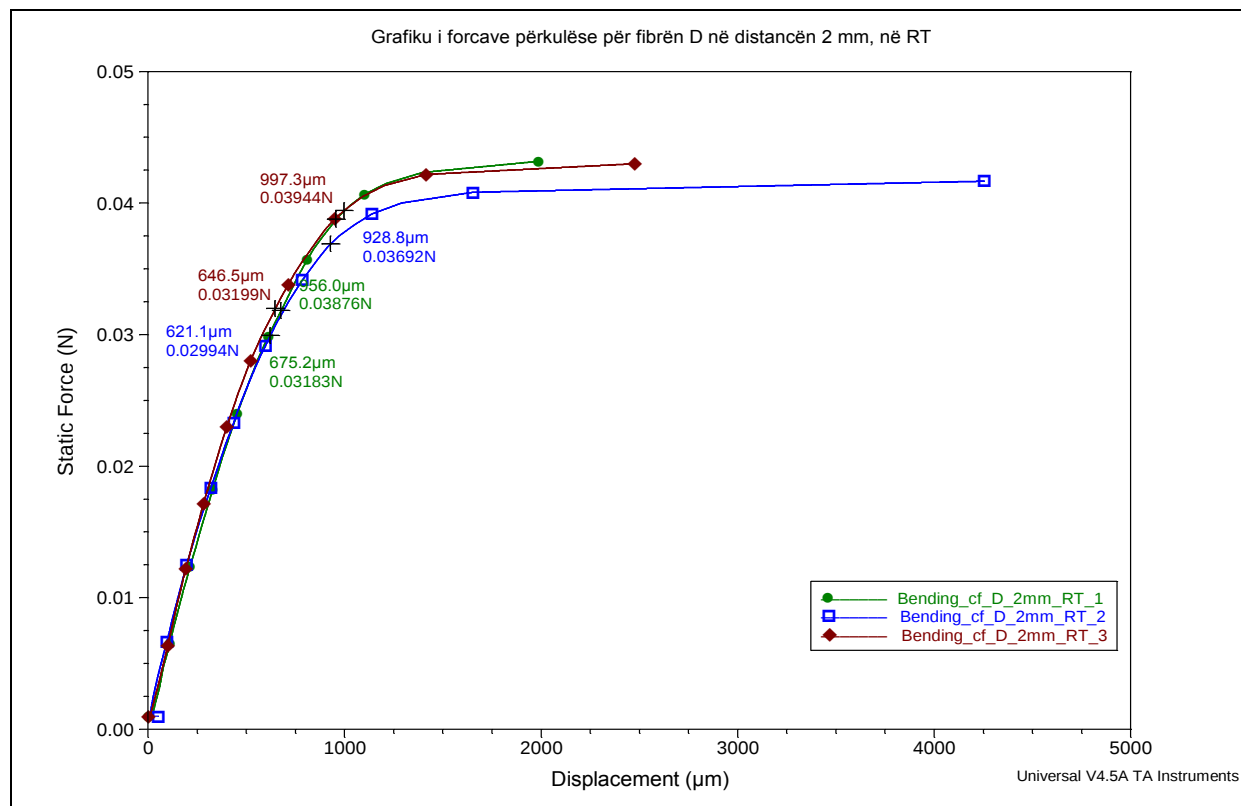


Figura 5.25. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës D, në distancën 2 mm.

Tabela 5.13. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës D, në distancën 2 mm.

Fibra D në distancën 2 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi <i>Onset</i>		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.40	24.36	0.03183
	(OP 2)	0.47	24.33	0.03876
Matja 2	(OP 1)	0.86	23.86	0.02994
	(OP 2)	0.93	23.85	0.03692
Matja 3	(OP 1)	0.97	23.81	0.03199
	(OP 2)	1.05	23.80	0.03944

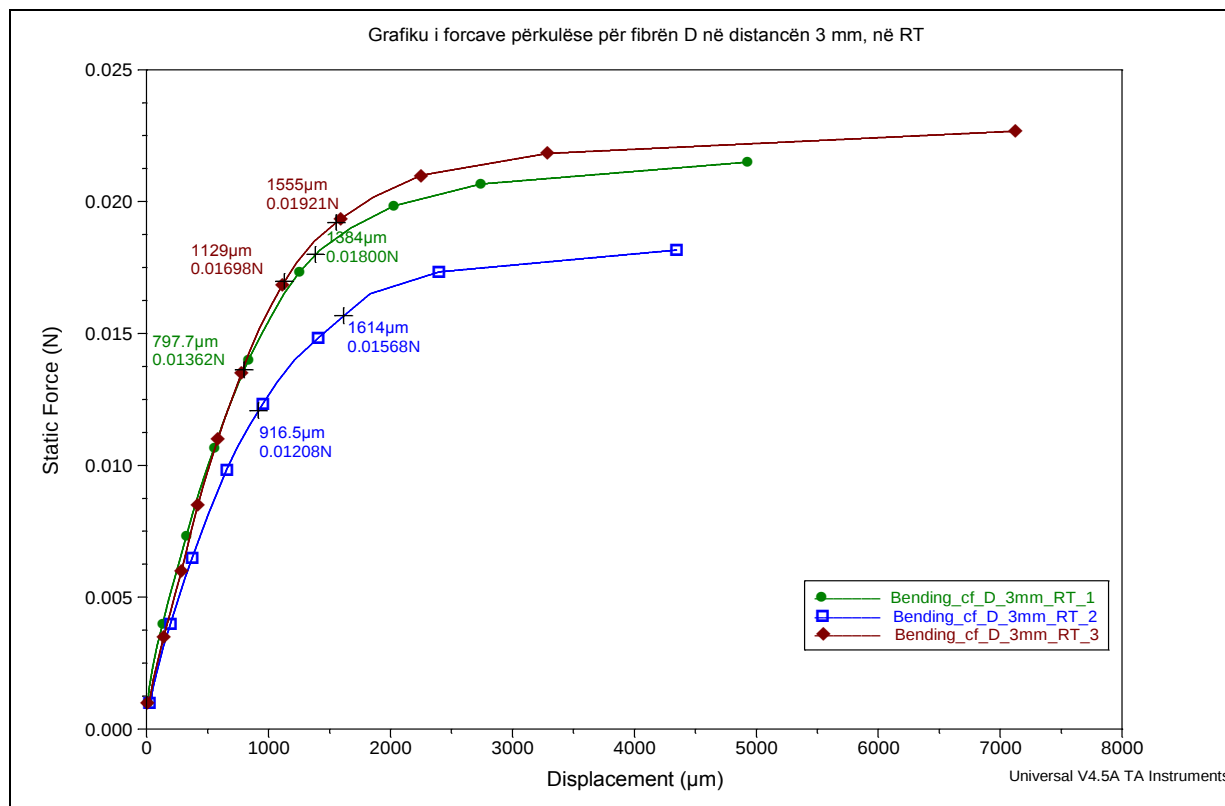


Figura 5.26. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës D, në distancën 3 mm.

Tabela 5.14. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës D, në distancën 3 mm.

Fibra D në distancën 3 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi <i>Onset</i>		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.19	24.12	0.01362
	(OP 2)	0.24	24.08	0.01800
Matja 2	(OP 1)	0.24	24.25	0.01208
	(OP 2)	0.27	24.23	0.01568
Matja 3	(OP 1)	0.27	24.16	0.01698
	(OP 2)	0.29	24.17	0.01921

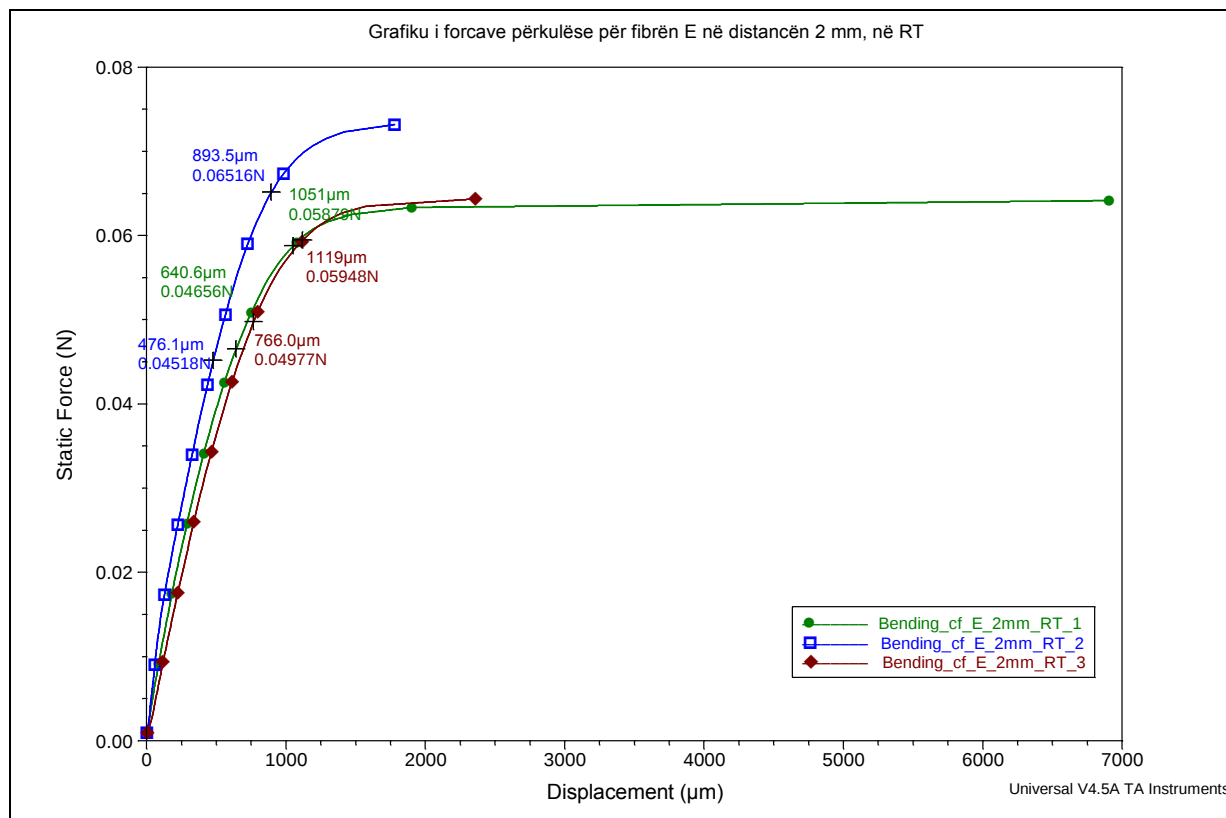


Figura 5.27. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës E në distancën 2 mm.

Tabela 5.15. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës E, në distancën 2 mm.

Fibra E në distancën 2 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi Onset		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.55	23.98	0.04656
	(OP 2)	0.68	23.95	0.05879
Matja 2	(OP 1)	0.53	24.12	0.04518
	(OP 2)	0.73	24.13	0.06516
Matja 3	(OP 1)	0.58	24.11	0.04977
	(OP 2)	0.67	24.03	0.05948

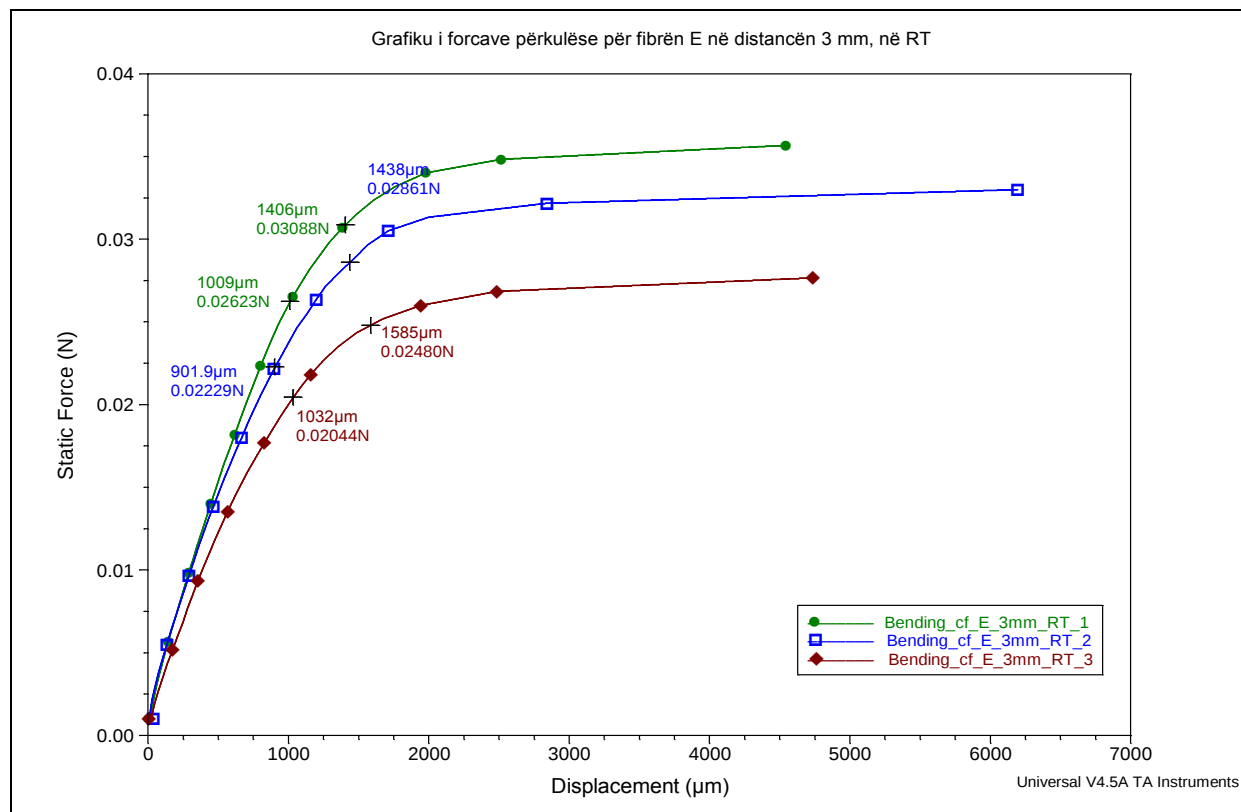


Figura 5.28. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës E, në distancën 3 mm.

Tabela 5.16. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës E, në distancën 3 mm.

Fibra E në distancën 3 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi Onset		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.42	23.80	0.02623
	(OP 2)	0.47	23.79	0.03088
Matja 2	(OP 1)	0.30	23.91	0.02229
	(OP 2)	0.36	23.85	0.02861
Matja 3	(OP 1)	0.37	24.00	0.02044
	(OP 2)	0.41	24.00	0.02480

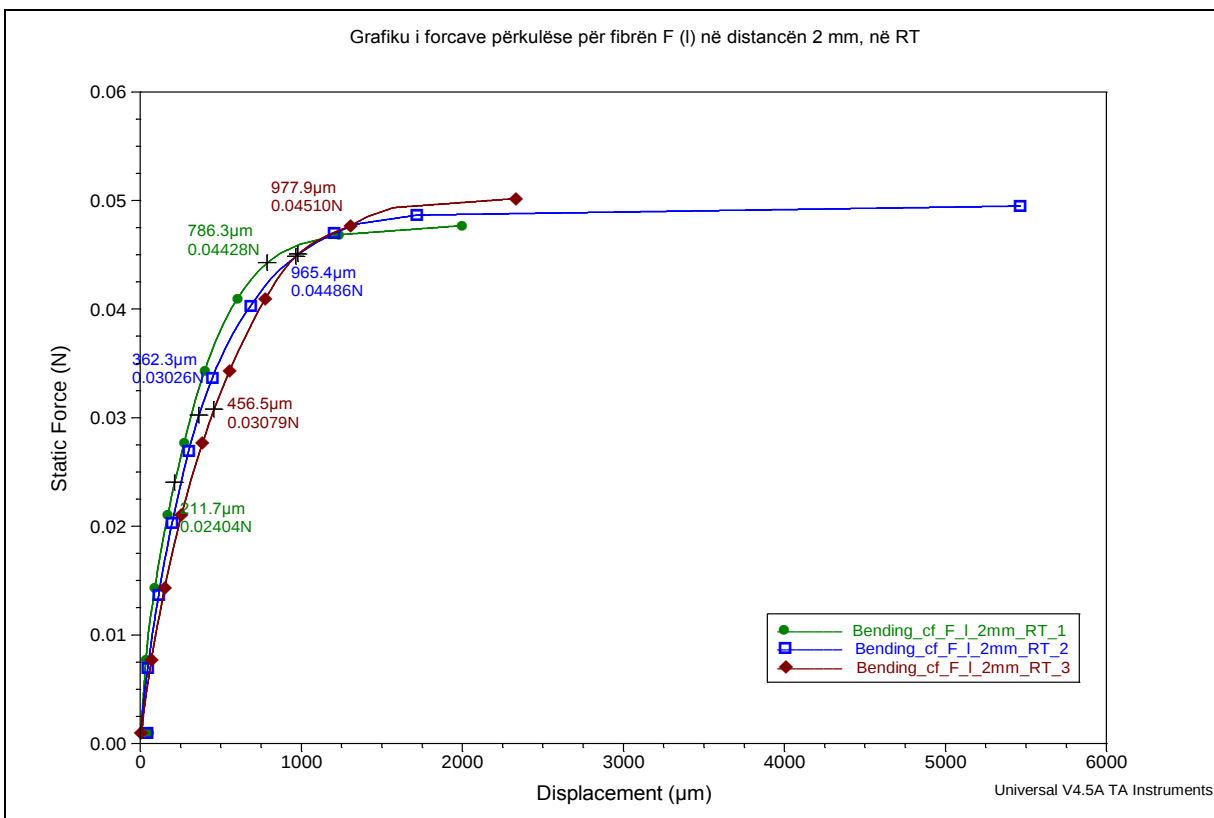


Figura 5.29. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës F(I), në distancën 2 mm.

Tabela 5.17. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës F (I), në distancën 2 mm.

Fibra F (I) në distancën 2 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi Onset		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.33	24.14	0.02404
	(OP 2)	0.53	24.18	0.04428
Matja 2	(OP 1)	0.81	23.87	0.03026
	(OP 2)	0.96	23.96	0.04486
Matja 3	(OP 1)	0.38	24.18	0.03079
	(OP 2)	0.52	24.05	0.04510

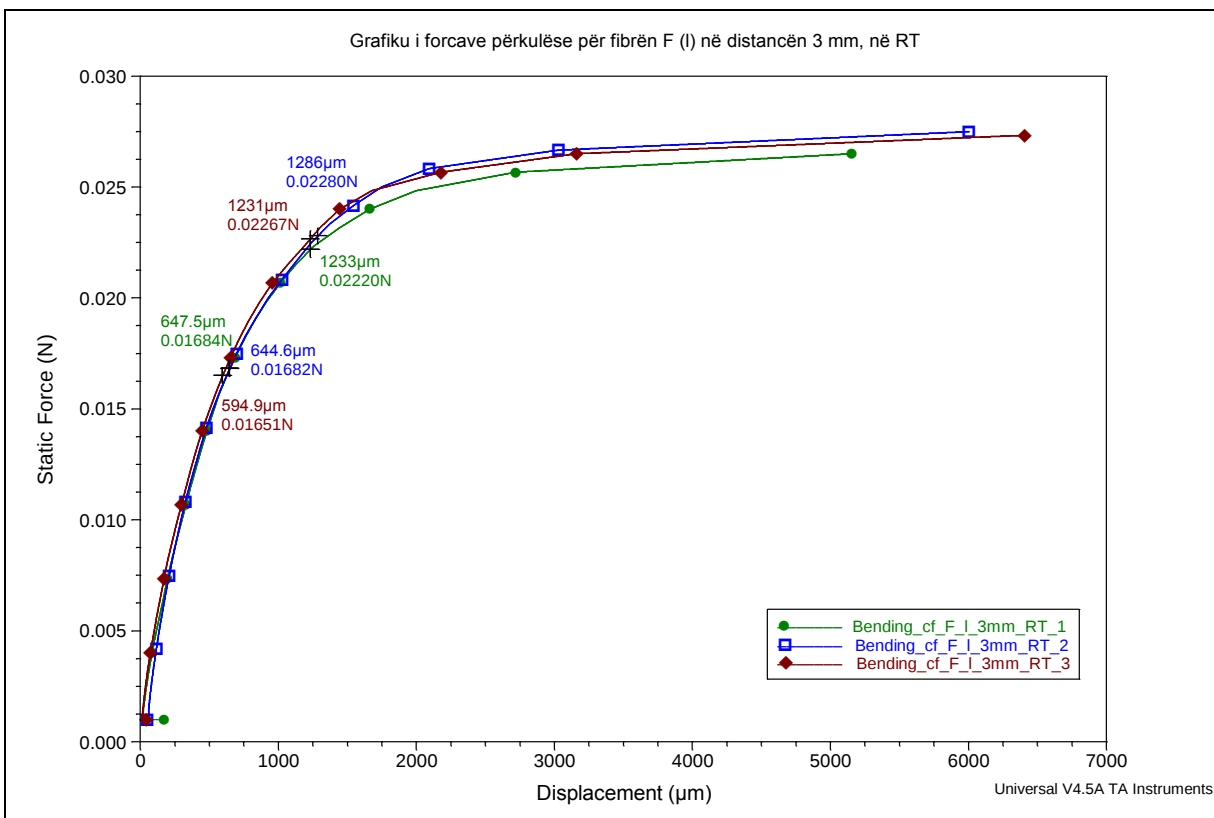


Figura 5.30. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës F(l), në distancën 3 mm.

Tabela 5.18. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës F (l), në distancën 3 mm.

Fibra F (l) në distancën 3 mm		Vlerat e parametrave në çdo pikë kufi <i>Onset</i>		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.27	24.17	0.01684
	(OP 2)	0.32	24.13	0.02220
Matja 2	(OP 1)	1.34	23.79	0.01682
	(OP 2)	1.4	23.79	0.02280
Matja 3	(OP 1)	0.24	24.16	0.01651
	(OP 2)	0.3	24.09	0.02267

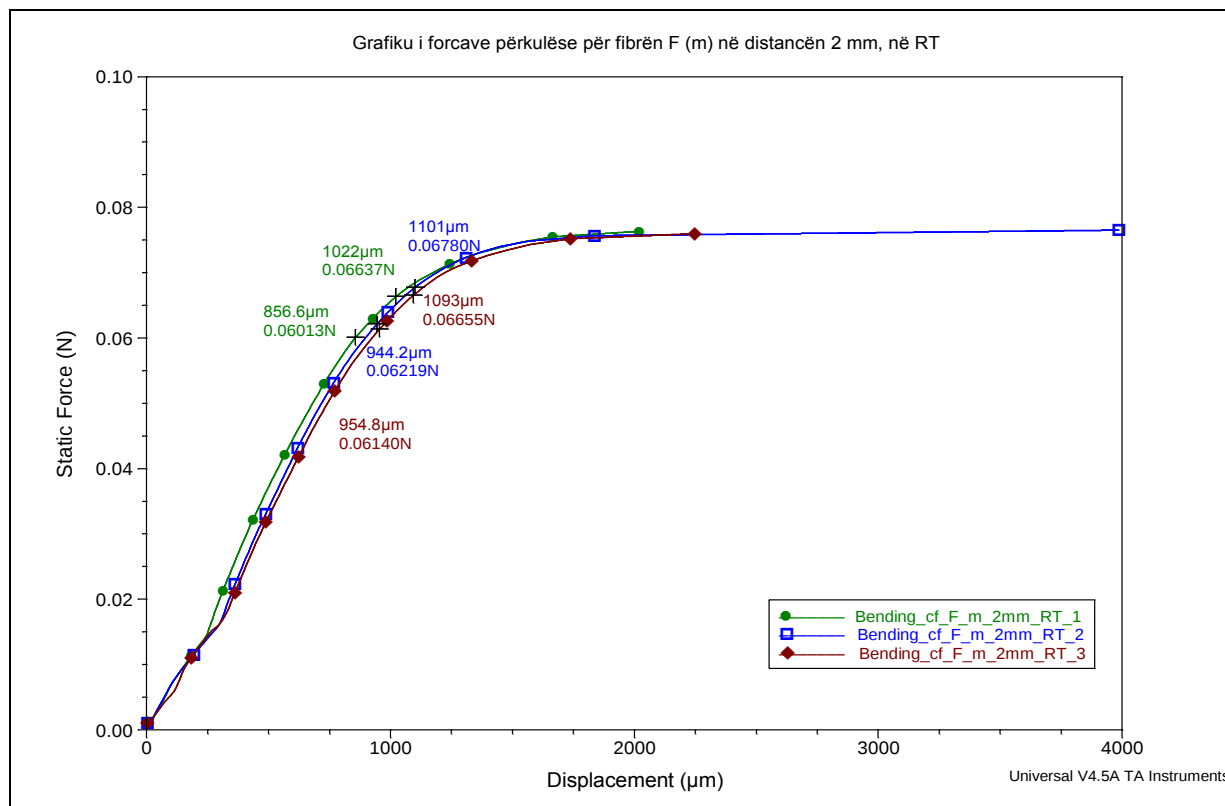


Figura 5.31. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës F(m) në distancën 2 mm.

Tabela 5.19. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës F (m), në distancën 2 mm.

Fibra F (m) në distancën 2 mm		Vlerat e parametrave në çdo pike kufi <i>Onset</i>		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.74	23.95	0.06013
	(OP 2)	0.80	23.94	0.06637
Matja 2	(OP 1)	0.83	23.97	0.06219
	(OP 2)	0.89	23.94	0.06780
Matja 3	(OP 1)	0.72	23.87	0.06140
	(OP 2)	0.77	23.84	0.06655

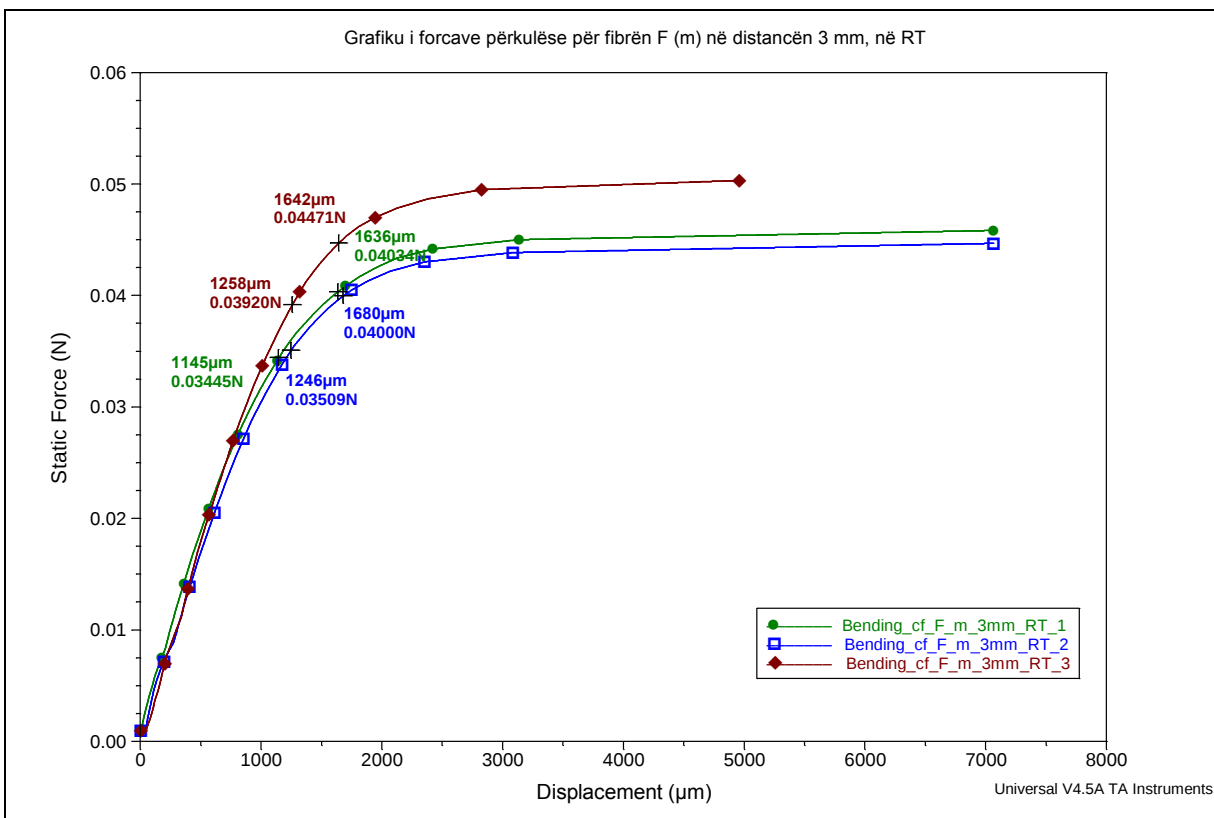


Figura 5.32. Grafiku i mbivendojes së kurbave për të tre matjet e fibrës F(m) në distancën 3 mm.

Tabela 5.20. Vlerat e forcës përkulëse për të tre matjet e fibrës F (m), në distancën 3 mm.

Fibra F (m) në distancën 2 mm		Vlerat e parametrave në çdo pike kufi\ Onset		
		Koha (min)	Temperatura (°C)	Forca Statike (N)
Matja 1	(OP 1)	0.45	24.19	0.03445
	(OP 2)	0.51	24.15	0.04034
Matja 2	(OP 1)	0.85	23.97	0.03509
	(OP 2)	0.90	23.93	0.04000
Matja 3	(OP 1)	0.92	23.97	0.03920
	(OP 2)	0.97	23.92	0.04471

Për të dhënë një pamje më të qartë, sa i takon vlerave të forcës përkulëse në pikat kufi *Onset Points* 1 dhe 2, si edhe për të bërë të mundur një krahasim më të lehtë të tyre, i përmbledhim këto vlera, dhe mesataret përkatëse të të tre matjeve, për çdo fibër, dhe për çdo distancë, në një tabelë të vetme (Tabela 5.21).

Tabela 5.21. Forca përkulëse në pikat kufi *Onset Points* 1 dhe 2, për të gjitha fibrat, për distancën ku ajo është aplikuar, të matura në DMA.

Mostra	Matja	Forca përkulëse e fibrave në distancat ku ajo aplikohet			
		2mm		3mm	
		OP 1 (N)	OP 2 (N)	OP 1 (N)	OP 2 (N)
Fibra A	Matja 1	0.03038	0.04429	0.02273	0.02727
	Matja 2	0.03348	0.03890	0.02172	0.03274
	Matja 3	0.03696	0.04409	0.02362	0.03635
	Mesatarja	0.03610	0.04243	0.02272	0.03213
Fibra B(l)	Matja 1	0.04539	0.06011	0.03063	0.03811
	Matja 2	0.05388	0.06159	0.02707	0.03274
	Matja 3	0.04087	0.06176	0.02508	0.03584
	Mesatarja	0.04669	0.06115	0.02759	0.03543
Fibra B(m)	Matja 1	0.07075	0.07814	0.03245	0.04256
	Matja 2	0.07900	0.08869	0.03706	0.04295
	Matja 3	0.07324	0.08151	0.03505	0.04327
	Mesatarja	0.07433	0.08278	0.03465	0.04291
Fibra C	Matja 1	0.02439	0.03011	0.01064	0.01383
	Matja 2	0.01925	0.02657	0.00993	0.01315
	Matja 3	0.02258	0.02757	0.01241	0.01523
	Mesatarja	0.02210	0.02807	0.01106	0.01401

Fibra D	Matja 1	0.03183	0.03876	0.01362	0.01800
	Matja 2	0.02994	0.03692	0.01208	0.01568
	Matja 3	0.03199	0.03944	0.01698	0.01921
	Mesatarja	0.03125	0.03869	0.01423	0.01764
Fibra E	Matja 1	0.04656	0.05879	0.02623	0.03088
	Matja 2	0.04518	0.06516	0.02229	0.02861
	Matja 3	0.04977	0.05948	0.02044	0.02480
	Mesatarja	0.04717	0.06121	0.02299	0.02809
Fibra F(l)	Matja 1	0.02404	0.04428	0.01684	0.02220
	Matja 2	0.03026	0.04486	0.01682	0.02280
	Matja 3	0.03079	0.04510	0.01651	0.02267
	Mesatarja	0.02835	0.04474	0.01672	0.02256
Fibra F(m)	Matja 1	0.06013	0.06637	0.03445	0.04034
	Matja 2	0.06219	0.06780	0.03509	0.04000
	Matja 3	0.06140	0.06655	0.03920	0.04471
	Mesatarja	0.06124	0.06690	0.03625	0.04168

Nga rezultatet e gjetura të vlerave mesatare të forcës përkulëse në pikat kufi *Onset Points* 1 dhe 2, të paraqitura në tabelën 5.21, vihet re se fibra me performancën më të mirë në përkulje është fibra B, e cila performon mirë në të dy anët e saj, por me pak përparësi në anën e mysët. Përparësia e fibrës B me fibrat e tjera vihet re në të dy distancat e aplikimit të forcës.

Më pas renditet fibra F, e cila ka një performancë dukshëm më të mirë në anën e mysët të saj, krahasuar me atë të lugët.

Nga vlerat e renditura në tabelë, vlerësohet se edhe fibra E ka një performancë të mirë, dhe pothuajse të njëjtë me fibrën B në anën e lugët të saj, sidomos në distancën 2 mm.

Në vazhdim renditet Fibra A, e cila megjithëse në distancën 2 mm është në disavantazh ndaj fibrës E, vihet re se në distancën 3 mm ka një performancë pothuajse të njëjtë.

Fibrat me performancën më të dobët janë fibrat D dhe C, ku kjo e fundit është fibra që shfaq vlerat më të ulëta të forcës përkulëse në pikat kufi *Onset Points* 1 dhe 2, në të dy distancat e aplikimit të forcës.

Gjithashtu, nga rezultatet e vlerave të forcës përkulëse në pikat *Onset Points* në të dy distancat, është për tu theksuar diferenca e dukshme në këto vlera, kur distanca e aplikimit të forcës ndryshon nga 2 mm në 3 mm. dhe kjo është e vlefshme për të gjitha fibrat. Në paragrafin e mëposhtën jepet ndikimi i kësaj distance në vlerat e forcës përkulëse.

Nga analiza e mësipërme e performancës së fibrave në përkulje, të tesuara me metodën e re DMA, vihet re se rezultatet janë të ngjashme me testimet e ketyre fibrave me metodën egzistues Favimat R, dhe njëkohësisht edhe me rezultatet e marra nga testimi me Lisport 12 i gjithë sistemit të barit artificial, të prodhuar nga këto fibra. Kështu, fibrat me performancë më të mirë, sipas të tre mënyrave, janë fibrat B dhe F, të ndjekura nga fibra E dhe më pas fibra A. Fibrat që mbyllin spektrin e mostrave të marra në studim, sipas performancës, janë fibrat D dhe fibra C. Për tu theksuar është fakti se fibra C shfaqet si fibra me performacë më të ulët, në të tre mënyrat e testimit.

5.4 Forca përkulëse e fibrave në varësi të distancës ku kjo forcë aplikohet, e matur në metodën DMA

Vlerat e forcës përkulëse mesatare të matura në DMA, më saktësisht në pikat *Onset Points* 1 dhe 2, për të njëjtën fibër, të paraqitura në tabelën 5.21, ndryshojnë në varësi të distancës në të cilën aplikohet forca. Kjo distancë përcaktohet si gjatësia nga pika e kapjes së fibrës nga nofulla deri në pikën ku aplikohet forca. Siç është theksuar më sipër, në këtë studim janë marrë në konsideratë dy distanca të aplikimit të forcës, 2 mm dhe 3 mm. Siç vihet re nga rezultatet e paraqitura në Tabelën 5.21, forca përkulëse reduktohet ndjeshëm, kur distanca e aplikimit të forcës ndryshon nga 2 mm në 3 mm. Të gjitha fibrat i nënshtrohen të njëjtë trend.

Për të pasur një pamje më të qartë për sjelljen e monofilamenteve të marra në studim, nën veprimin e forcës përkulëse, është bërë një krahasim i kësaj sjelljeje për dy distancat ku kjo forcë përkulëse aplikohet, duke i kombinuar fibrat dy nga dy. Kombinimi bëhet duke konsideruar vetëm formën e seksionit tërthor, dhe jo densitetin linear të fibrave (Tex). Kjo zgjedhje bëhet për arsyen se forma e seksionit tërthor është vetia fizike që influencon ndjeshëm forcën përkulëse të fibrave, siç ka rezultuar në Kapitullin 3, ku janë studiuar vetite fizike të fibrave [14].

Duke përdorur Programin *Universal Analysis*, forca përkulëse plotohet kundrejt zhvendosjes për të gjitha fibrat. Më pas, kurbat mbivendosen dy nga dy, në terma të distancës ku është aplikuar

forca dhe ngjashmërisë së seksionit tërthor të fibrave, duke e bërë me të lehtë krahasimin e sjelljes së fibrave të ngjashme në distancat 2 dhe 3 mm.

Ndërtimi i grafikëve me kurbat e mbivendosura është bërë duke kombinuar fibrën A me fibrën E, të cilat kanë formë të seksionit tërthor të ngjashme me rombin (diamantin) (Figura 5.33).

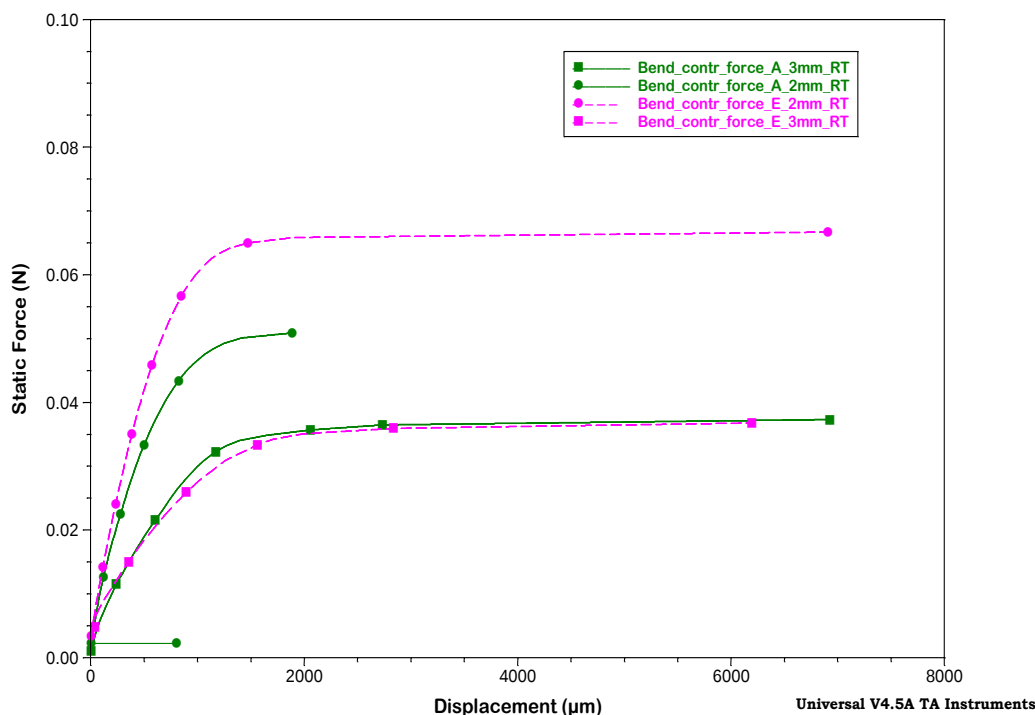


Figura 5.33. Grafiku i mbivendosjes së kurbave të forcës përkulëse për fibrat A dhe E, për distancat 2mm dhe 3mm, të matura në DMA.

Fibra B është kombinuar me fibrën F, duke qenë se të dyja fibrat kanë formë të seksionit tërthor të ngjashme me shkronjën “c” (Kapitulli 3). Meqenëse këto fibra performojnë në mënyrë të ndryshme në të dy anët e shkronjës “c”, përkatësisht në anën e lugët (l) dhe atë të mysët (m), krahasimi bëhet për të dy këto anë veç e veç (Figura 5.34 dhe 5.35).

Së fundi kombinohet fibra C me fibrën D, sepse të dy këto fibra kanë formë të seksionit tërthor të ngjashme me një katërkëndësh (Kapitulli 3), pamvarësisht një ndryshimi që vihet re me prezencën e një “topthi” të vogël, në qendër të fibrës D (Figura 5.36).

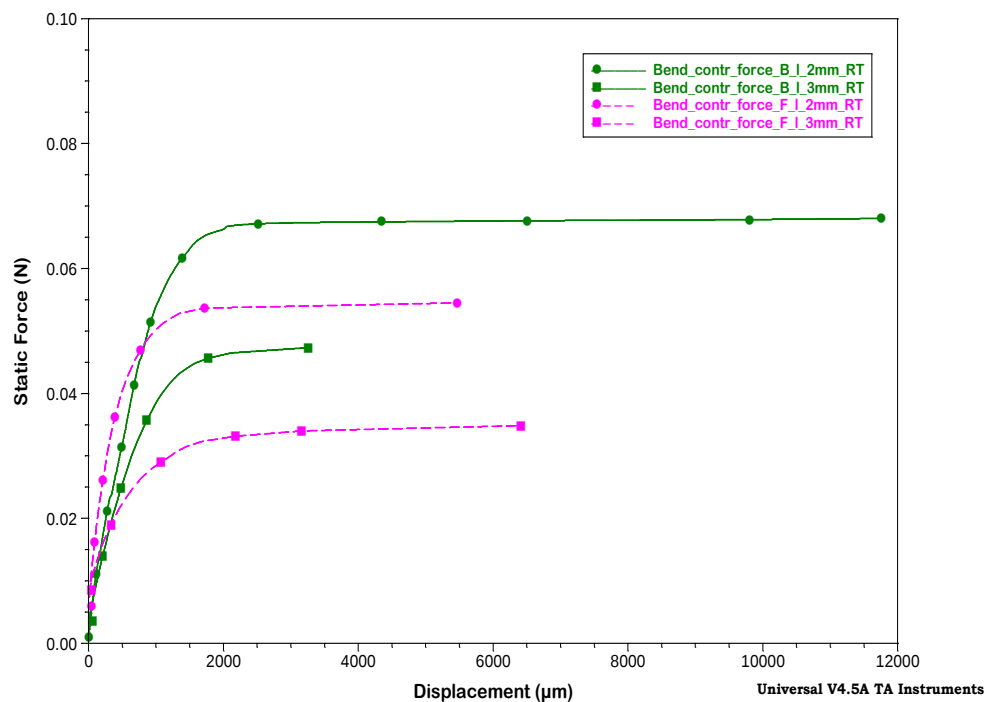


Figura 5.34. Grafiku i mbivendosjes së kurbave të forcës përkulëse për fibrat B (l) dhe F (l), për distancat 2mm dhe 3mm, të matura në DMA.

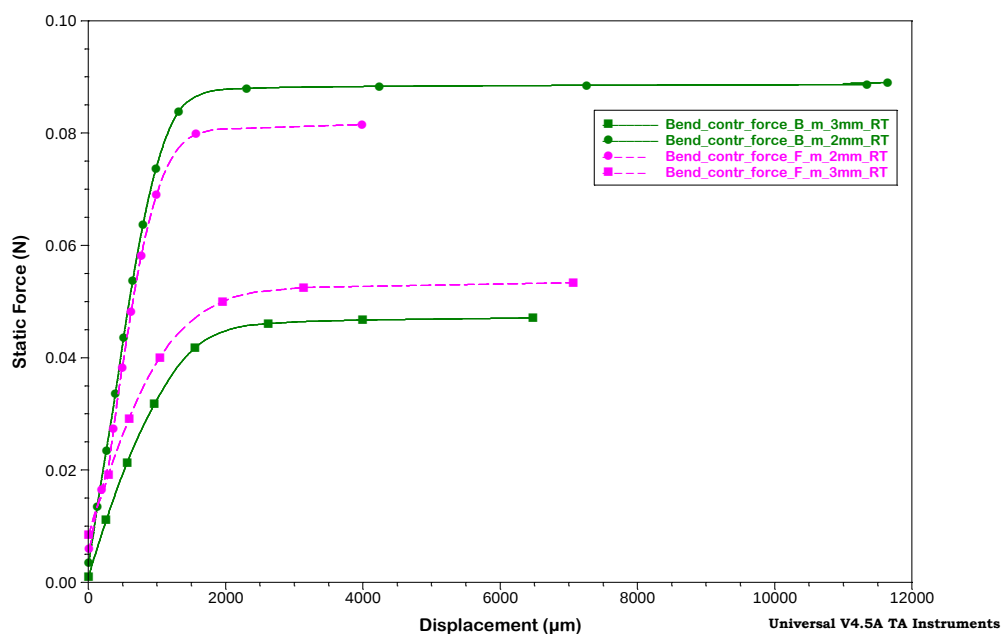


Figura 5.35. Grafiku i mbivendosjes së kurbave të forcës përkulëse për fibrat B (m) dhe F (m), për distancat 2mm dhe 3mm, të matura në DMA.

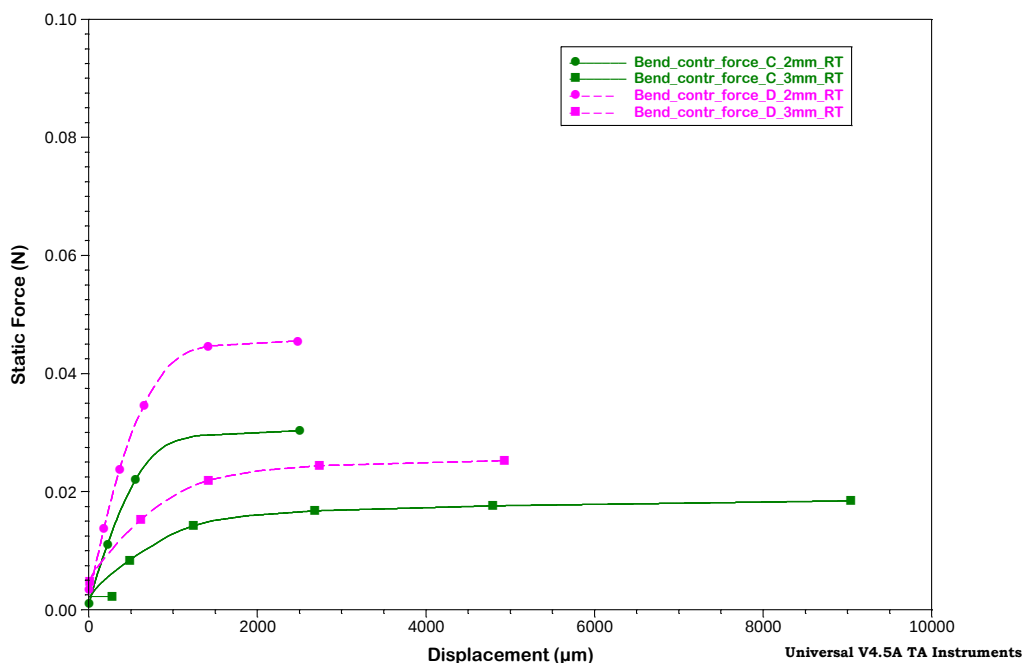


Figura 5.36. Grafiku i mbivendosjes së kurbave të forcës përkulëse për fibrat C dhe D, për distancat 2mm dhe 3mm, të matura në DMA.

Nga grafikët e mësipërm vihet re qartë se si ndryshon forca përkulëse për dy distancat e aplikimit të saj. E njëjta gjë vihet re edhe nga krahasimi i vlerave mesatare të kësaj force në pikat Onset Points në tabelën 5.21.

Kështu, për fibrat A dhe E, në Figurën 5.33, konstatohet se forca përkulëse reduktohet në distancën 3 mm, për të dy fibrat. Ato performojnë pothuajse njësoj në këtë distancë të aplikimit të forcës.

Në Figurën 5.34, konstatohet se për fibrat B dhe F që performojnë në anën e lugët, forca përkulëse në distancën 3 mm reduktohet me pothuaj të njëjtën vlerë për të dy fibrat.

Në figurën 5.35, ku janë plotuar fibrat që performojnë më mire, në anën e tyre të mysët, B dhe F, vihet re shumë qartë që këto fibra performojnë në mënyrë të ngjashme me njëra-tjetrën, në secilën distancë, dhe forca përkulëse përgjysmohet, kur distance rritet nga 2 mm në 3 mm.

Në grafikun ku janë mbivendosur kurbat e fibrave C dhe D (Figura 5.36). vihet re që ato janë fibrat që performojnë më dobët, siç dallohet lehtësisht edhe nga vlerat e forcës përkulëse statike (Tabela 5.21). Megjithatë, të dyja fibrat kanë të njëjtën sjellje të zvogëlimit të forcës kur distanca e aplikimit të forcës rritet.

5.5 Përfundime

Në këtë kapitull u paraqit metoda e re që u përdor për testimin e fibrave në përkulje - *Dynamic Mechanical Analysis (DMA)*, dhe u shpjeguan parametrat dhe parimi i punës së kësaj pajisjeje, si dhe avantazhet dhe risitë që ajo sjell, krahasuar me metodat e tjera të testimit të fibrave.

Mënyra e testimit që u përdor është “*DMA Controlled Force*”, dhe nofulla testuese “*Single Cantilever*”. Të dy këto parametra të pajisjes janë shumë të rëndësishme, sepse në varësi të tyre, pajisja përzgjedh parametrat testues që duhen marrë parasysh gjatë realizimit të testimit, si dhe parametrat ose sinjalet që ajo gjeneron në fund të testimit.

Të gjitha fibrat u testuan në përkulje, në temperaturën e dhomës (RT) që përkon me temperaturën 25°C. Për testimin në përkulje u përdorën dy distanca të aplikimit të forcës përkulëse, përkatësisht 2 mm dhe 3 mm. Për çdo mostër fibre, dhe për çdo distancë, u realizuan 3 përsëritje.

Pasi u ndërtuan grafikët e varësisë së forcës përkulëse kundrejt zhvendosjes, për çdo testim, u gjetën vlerat e forcës përkulëse në pikat më të rëndësishme të grafikut, që janë *pikat Onset Points* 1 dhe 2, të përcaktuara si pika ose forca, për të cilën ndodh një ndryshim në kurbë.

Rezultatet për vlerat e forcës përkulëse në pikat *Onset Points* 1 dhe 2 u paraqitën edhe të tabeluara për çdo fibrë, si edhe në një tabelë përmbledhëse, ku llogariten edhe vlerat mesatare të tyre. Gjithashtu u vlerësua edhe ndikimi i distancës së aplikimit të forcës, në vlerat e kësaj force.

Në përfundim të këtij kapitulli mund të thuhet se fibra me performancën më të mirë në përkulje është fibra B e ndjekur nga fibra F. Të dy këto fibra kanë formë të ngjashme të seksionit tërthor të tyre në formën e shkronjës “c”, dhe performojnë më mirë në distancën 2 mm.

Fibra E ka një performancë të mirë, dhe pothuajse të njëjtë me fibrën B në anën e lugët të saj, sidomos në distancën 2 mm. Në vazhdim renditet Fibra A, e cila megjithëse në distancën 2 mm është në disavantazh ndaj fibrës E, vihet re se në distancën 3 mm ka një performancë pothuajse të njëjtë. Edhe këto dy fibra kanë formë të ngjashme të seksionit tërthor, në formën e rombit.

Fibrat me performancën më të dobët janë fibrat D dhe C, ku kjo e fundit është fibra që shfaq vlerat më të ulëta të forcës përkulëse në pikat *Onset Points* 1 dhe 2, në të dy distancat e aplikimit të forcës.

Gjithashtu, nga analiza e rezultateve të vlerave të forcës përkulëse në pikat *Onset Points*, në të dy distancat, vlen për tu theksuar diferenca e dukshme në këto vlera, kur distanca e aplikimit të forcës ndryshon nga 2 mm në 3 mm.

Pra, një përfundim tjetër është se më rritjen e distancës së aplikimit të forcës, vlerat e forcës përkulëse reduktohen ndjeshëm për të gjitha fibrat. Në rastet e fibrave të ngjashme, reduktimi është pothuaj i njëjtë, ose me të njëjtën vlerë dhe në raste të tjera, vlera e forcës përkulëse reduktohet me pothuaj 50 % të vlerës së saj [15].

5.6 Referenca

- [1] Influence of stretching on the resilience of LLDPE monofilaments for application in artificial turf, B. Kolgjini, , G. Schoukens, P. Kiekens, Journal of Applied Polymer Science, Vol.124 (5), pp.4081–4089, 2012.
- [2] Structure and long term properties of polyethylene monofilaments for artificial turf applicationf. B. Kolgjini, ISBN 978-90-8578-544-6, Belgium, 2012.
- [3] Players experiences of artificial turf, T. Joosten, ISSS Stadia turf summit, Amsterdam. (ISSS publication), 2003, <http://www.iss.de/conferences/Amsterdam2003/Joosten.pdf>.
- [4] EN Standard, prEN15330-1, “Surfaces for sports areas- Synthetic turf and needle-punched surfaces primarily designed for outdoor use” - Part 1: Specification for synthetic turf, 2006.
- [5] University of Gent Standard, Favimat R, Bepaling van de resiliëntie – Cantilever, PM 1301.
- [6] Dynamic Mechanical Analysis, Menard, K. P., CRC Press. Taylor & Francis Group, NW, 33487-2742, 2008.
- [7] Relaxation Phenomena in Polymers, S. Matsouka, Hanser, New Work, 1992.
- [8] Failure of Plastics, W. Brostow and R. Corneliussen, Hanser, New York, 1986.
- [9] Introduction to Physical Polymer Science, L. Sperling, Academic Press, NY, 1993.
- [10] Viscoelastic Proprieties of Polimers, J. Ferry, John Wiley, New Work, 1980.
- [11] Mechanical Properties of Polymers, L. Nielsen, vol. 2, Reinhold, NY, 1965
- [12] Universal Analysis, “Advantage Software v5.5.22”, TA-Istruments, 2000.
- [13] Universal Analysis 2000, “Operator’s Manual”, PN 925809.002 Rev. J, September 2001.
- [14] Influence of linear density and cross section shape of the monofilaments on their bending behavior, I. Kola, B. Kolgjini, S. Rambour, G. Guxho, P. Kiekens, Journal of Natural and Technical Sciences (JNTS), 2017, Vol. XXI (3) Academy of Science of Albania, ISSN 24-890484, 2017.
- [15] Bending force of LLDPE monofilaments in relation with the distance of applied force, I. Kola, L. Daelemans, B. Kolgjini, S. Rambour, G. Guxho, P. Kiekens, International Journal for Science, Technics and Innovations for the Industry/ Machines Technology Materials, Year XI, Issue 5/2017, pp. 221-224, ISSN 1313-0226.

KAPITULLI 6

6 VLERËSIMI I METODËS SË RE TESTUESE NË DMA

Në kapitullin 5 u analizan të dhënat e marra lidhur me performancën e fibrave në përkulje, gjatë testimit të tyre me metodën e re të relizuar në këtë punim, nëpërmjet pajisjes DMA.

Por kjo analizë nuk mund të japë një tablo të saktë të kësaj performance, nëse kjo metodë trajtohet e vetme, dhe nuk krahasohet me të dhëna të marra nga metoda të tjera egzistuese, të cilat janë të standardizuara ose çertifikuara nga trupat përkatëse ose shoqatat e akredituara për këtë qëllim.

Kështu, pamvarësisht të gjitha matjeve të realizuara, grafikëve të ndërtuar dhe rezultateve të gjetura dhe të renditura në kapitullin e mësipërm, përsëri mbetet e paplotë puna e kryer, nëse nuk bëhet një vlerësim i saktë i metodës së re.

Vlerësimi i metodës bëhet në mënyrë që të përcaktohet vlefshmëria edhe të bëhet sanksionimi i kësaj metode testuese, për ta bërë atë të përdorshme nga trupa të ndryshëm testues.

Përcaktimi i përdorur për “vlefshmërinë”/“sanksionimin” në Standardin ISO 8402 [1] është: “konfirmimi nëpërmjet ekzaminimit ose kontrollit dhe pajisjes me dëshmi reale objektive, që kërkesat e veçanta për një përdorim me qëllim të caktuar, plotësohen”.

Ky përcaktim jep përshtypjen e veprimeve të kufizuara dhe të përcaktuara mirë (të sakta). Metodatat testuese normalisht zhvillohen për një gamë të synuar aplikimi. Referenca ndaj kërkesave të veçanta në shumë raste duhet të interpretohet në mënyrë fleksibël, pasi kërkesat mund të jenë të natyrës së përgjithshme [2].

Metodat testuese mund të jenë të sakta, ose të shoqëruara me paqartësi të mëdha. Vlefshmëria e një metode testimi, bëhet në këtë kontekst, një mënyrë për të treguar se metoda është e përshtatshme për qëllimin e saj të synuar. Përshtatshmëria për qëllimin përfshin një vlerësim dhe balancim të mundësive teknologjike, rreziqeve dhe kostove.

Më poshtë jepet një pasqyrë e shkurtër e koncepteve, qëllimeve dhe procedurave në vlefshmërinë e metodës,

6.1 Parimet e përgjithshme që përdoren në vlefshmërinë e metodës

Në procesin e vlefshmërisë bëhet një vlerësim i përfaqësimit, përsëritshmërisë dhe riprodhueshmërisë së metodës së testimit [2÷5].

Në procesin e vlefshmërisë, qëllimi përfundimtar është sigurimi se metodat e testimit janë mjaftueshëm të mira në lidhje me përfaqësueshmërinë, riprodhueshmërinë dhe përsëritshmërinë. Sa përpjekje duhet të shpenzohen për validimin duhet të vendoset rast pas rasti. Nëse përfshihen vlera të mëdha ekonomike, si dhe çështje të konsiderueshme shëndetësore, sigurie dhe mjedisore, duhet kushtuar më shumë rëndësi vlefshmërisë së metodave të testimit. Gjithashtu, duhet të merret parasysh frekuenca e përdorimit të metodës së testimit kur përcaktohet shkalla e vlefshmërisë. Pasojat totale të rezultateve të gabuara janë sigurisht më të mëdha për metodat në përdorim të gjerë, sesa për metodat e testimit të përdorura herë pas here [3÷5].

Vlefshmëria e metodave të testimit mbulon në një masë të madhe pasigurinë, përsëritshmërinë dhe riprodhueshmërinë e metodës së testimit [4]. Ndërkohë që faktorët që ndikojnë në rezultatet dhe kontribuojnë më së shumti në pasigurinë, ndryshojnë nga një sektor teknik në tjetrin, ose edhe nga një metodë testimi në tjetrën, nuk mund të jepet një zgjidhje universal [5].

Metodat e standardizuara të testimit duhet të konsiderohen të vlefshme për gamën e tyre të synuar të aplikimit, dhe në këtë mënyrë mjaftueshëm të mira për këtë qëllim, edhe pse përsëritshmëria dhe riprodhueshmëria e tyre nuk njihen në detaje. Laboratori testues duhet, megjithatë, të kontrollojë se ato e zbatojnë metodën si duhet. Për metodat e testimit jo të standardizuara, varet nga laboratorët e testimit të përcaktojnë se sa larg shkojnë në përcaktimin e nivelit të përsëritshmërisë dhe riprodhueshmërisë [5].

Për të zhvilluar një metodë testimi përfaqësuese, kërkohen njohuri të përshtatshme për përdorimin praktik të rezultateve të testimit dhe të kushteve reale të punës të objektit të testimit [2,6]. Bazuar në njohuri të tilla, mund të identifikohen vetitë "përfaqësuese" që do të përcaktohen nga testimi. Faktorët që ndikojnë në rezultatet e testimit dhe pasiguria e tyre mund të grupohen në tri kategori kryesore:

Faktorët instrumentalë dhe teknikë

- marrja e mostrave
- homogjeniteti
- metoda e testimit
- pajisja

Faktorët njerëzorë

Faktorët mjedisorë

- mjedisi i testimi

Faktorët instrumentalë dhe teknikë lidhen me karakteristikat konstruktive dhe funksionale të testimit dhe pajisjeve matëse, si dhe me procedurat e tjera teknike të përfshira në testim (p.sh. marrja e mostrave, përgatitja e mostrave, homogjeniteti i objektit të testimit).

Faktorët njerëzorë lidhen me aftësinë e stafit dhe mund të kontrollohen nëpërmjet:

- arsimimit / njohurive themelore
- në trajnime / përvojën praktike.

Faktorët mjedisorë janë të lidhur me mjedisin ku kryhet testimi. Ndër të tjera, efekti i parametrave të mëposhtëm duhet të vlerësohet dhe kontrollohet siç duhet:

- kushtet atmosferike (temperatura, presioni, lagështia)
- ndotja / kontaminimi
- karakteristika të tjera mjedisore

Efekti i parametrave të mësipërm duhet të përshkruhet në metodën e testimit ose duhet të bëhet referimi në dokumentet e tjera të aplikueshme [2]. Megjithatë, për metoda të reja testimi ky informacion shpesh nuk është i disponueshëm. Në disa raste baza e të dhënave për vlefshmërinë e metodave është kaq e madhe, saqë duhet të zbatohen metodat statistikore.

Procesi i vlefshmërisë duhet të marrë në konsideratë pasigurinë e pritur ose të kërkuar, të rezultateve të testimit dhe përdorimit të tyre të synuar.

Niveli i kërkuar i procesit të vlefshmërisë varet gjithashtu nga maturimi i metodës së testimit dhe prevalenca e përdorimit të saj. Mund të dallojmë në mes të kategorive të mëposhtme:

- metoda të reja
- metoda të përdorura nga disa laboratorë
- modifikimi i metodave të vendosura
- metoda të standardizuara.

Metodat e reja zhvillohen së pari në një laborator të vetëm, shpesh në bazë të një kërkesë të veçantë nga një klient, ose në idetë e krijuara në laborator. Ky klient nuk mund të paguajë për një vlefshmëri të gjerë fushash dhe këtë nuk mund ta bëjë as laboratorit vetë. Qëllimi i vlefshmërisë së metodave të testimit duhet të jetë gjithmonë për të demonstruar se metoda është e përshtatshme për qëllimin e synuar, dhe se rezultatet kanë një pasiguri të pranueshme [2].

Është e rëndësishme që rregullat e vlefshmërisë së metodave të testimit të mos pengojnë zhvillimin natyror teknologjik. Laboratori nuk pret (edhe pse dëshiron) ndihmë financiare të jashtme për vlefshmërinë e metodave të reja, dhe në shumë raste përpiqet të mbrojë zhvillimin e saj të ri nga shkuarja tek konkurrentët e saj, ose nga të qënurit përgjithësisht në dispozicion për të gjithë.

Kur një numër i caktuar i laboratorëve punojnë në të njëjtën zonë, mund të organizohet bashkëpunimi dhe krahasimet ndërlaboratorike. Koordinimi i aktiviteteve të tilla është një barrë ekstra ekonomike. Për të përshpejtuar procesin, nevojitet financim i jashtëm.

Procedura më e plotë e vlefshmërisë kërkohet për qëllime të standardizimit të metodave testuese. Puna e nevojshme është e konsiderueshme dhe përfshin testimin e zotësisë, përcaktimin e faktorëve që ndikojnë në pasigurinë, gamën e matjeve etj.

Metodat e standardizuara të testimit duhet të konsiderohen të vlefshme mjaftueshëm për intervalet e synuara të aplikimit [2]. Nëse nuk janë, ato duhet të tërhiqen.

Vlefshmëria e metodave të testimit konsiston në dy hapa të ndërlidhur:

- (i) përshtatshmëria e testit për zgjidhjen e problemit (nevojat e konsumatorëve)
- (ii) demonstrimin e aftësisë teknike të metodës së testimit brenda intervalit të testimit të specifikuar

Përshtatshmëria ose përfaqësueshmëria e një metode testimi është në shumë raste një atribut që është vështirë të përcaktohet, veçanërisht për testimet që lidhen me pranimin e produktit. Metodat e testimit duhet të jenë të tilla, që rezultatet e arritura, të korrelojnë me karakteristikat e performancës dhe përvojën operacionale të produktit.

6.2 Proçedura e vlefshmërisë

Si laboratorët e testimit, edhe trupat e akreditimit po kërkojnë proçedura dhe udhëzime për planifikimin dhe kontrollin e proçesit të vlefshmërisë së metodës së testimit [7÷9]. Megjithatë, diskutimi i mësipërm tregon qartë se një proçedurë e vetme nuk mund të zhvillohet. Rrjedhimisht, duhet të zhvillohet një gamë zgjedhjesh të ndryshme të teknikave të vlefshmërisë. Se sa e hollësishme do të jetë vlefshmëria, varet nga rrethanat (nevojat, kostot, mundësitë, rreziqet, etj.).

Vlefshmëria e metodës shpesh bazohet në përdorimin e kombinuar të proçedurave të vlefshmërisë. Vlefshmëria e përdorur mund të jetë "e drejtpërdrejtë" ose "krahasuese".

Pra mund të ndiqen proçedura të ndryshme për vlefshmërinë, efektivitetin dhe zbatueshmërinë e tyre, në varësi të llojit të testit të shqyrtuar. Ato mund të karakterizohen si "shkencore" ose "krahasuese":

“Qasja shkencore ”

Në qasjen shkencore, vlerësimi i përfaqësimit, përsëritshmërisë dhe riprodhueshmërisë së metodës kryhet duke iu referuar elementeve dhe karakteristikave të ndryshme konstitutive. Provat duhet të përshkruajnë përfaqësimin e vetive të zgjedhura dhe pasigurinë që lidhet me to. Kjo mund të bazohet në informacionin e botuar në literaturën shkencore dhe teknike, ose në hetimet “ad-hoc”, të kryera nga laboratorit që zhvillon metodën.

Laboratori duhet të demonstrojë që faktorët përkatës ndikues (instrumental dhe teknik, njerëzor, mjedisor) janë analizuar, dhe se ato janë nën kontroll brenda pasigurisë që lidhet me metodën [2].

"Qasja krahasuese"

Metoda e testimit vlerësohet duke krahasuar rezultatet e saj me ato të fituara me anë të një metode tjetër testimi tashmë të vërtetuar, e cila është zhvilluar për të njëjtat qëllime. Nëse kjo nuk është e mundur, karakteristikat e performancës së metodës mund të vlerësohen përmes krahasimeve ndërlaboratorike.

Metoda është "e vlefshme" nëse rezultatet e marra nga laboratorët e ndryshëm bien brenda limitit të pasigurisë të pritur. Devijimet përtej limiteve të tilla mund të tregojnë p.sh. mungesën e kontrollit të parametrave të ndikimit. Shkaqet e kësaj sjelljeje duhet të sqarohen dhe metoda duhet të ripërcaktohet në përputhje me rrethanat [2].

Krahasimi ndërlaboratorik nuk ofron gjithmonë një vlefshmëri të plotë të përfaqësimit të metodës, e cila mund të jetë e saktë dhe e qëndrueshme, edhe pse fizikisht "e gabuar".

Procedura e pranimi për metodat e testimit, të reja ose të modifikuara, ose (i) përcaktohet brenda laboratorit, ose (ii) bihet dakord ndërmjet klientit dhe laboratorit, ose (iii) pranohet nga autoritetet dhe / ose organizmat akreditues. Nevojitet një nivel më i lartë besimi kur përfshihen siguria, shëndeti dhe vlera të mëdha ekonomike.

Kalibrimi theksohet si një element i rëndësishëm në procesin e vlerësimit të metodës, por nuk është domosdoshmërisht faktori më dominues. Kuptimi i metodës së testimit me gabimet e saj sistematike dhe të rastësishme është thelbësor. Kështu, është me rëndësi të madhe, një qasje shkencore për të analizuar burimet e gabimit si dhe kompetencën e personelit që bën këtë punë.

Nevoja për metoda testimi të reja ose të përmirësuara lind kur mungon metoda, ose ato ekzistuese nuk janë të plota, të mira, ose efikase.

6.3 Analiza e vlefshmërisë së metodës së re në DMA

Forcat përkulëse të matura për secilën fibër që rezultojnë nga të dy metodat, FAVIMAT R [10, 11] dhe DMA, përmbledhen në tabelën 6.1. Për testimin me Favimat, janë marrë në konsideratë ciklet 1 dhe 2, ndërkohë që për testimin me DMA [12, 13], janë konsideruar forcat përkulëse që korrespondojnë me pikat kufi *Onset Points* 1 dhe 2, sic u tregua në paragrafin 5.1.

Në mënyrë që të krahasohet një metodë e re me një ekzistuese, rezultatet nga të dy metodat duhet të renditen në çifte (shiko Tabelën 6.1), ku çdo çift përfaqëson të njëjtën fibër.

Rezultatet nga dy metodat paraqiten edhe grafiksht, ku aksi X përfaqëson metodën ekzistuese referuese dhe aksi Y përfaqëson rezultatet e marra me metodën e re. Duke kombinuar vlerat e forcave përkulëse, të matura në të dy metodat, u krijuan 8 grafikë (shiko figurat 6.1-6.8).

Kombinimet u bënë ndërmjet vlerave të forcës së dy distancave dhe dy pikat kufi *Onset Points* [12], të metodës së re (DMA), dhe dy cikleve të para të metodës egzistuese (FAVIMAT R) [11].

Tabela 6.1. Forcat përkulëse të matura në të dy metodat e përdorura.

Mostra	Metoda testuese e përdorur					
	Testimi me FAVIMAT		Testimi me DMA			
	Forca përkulëse për secilin cikël (X)		Forca përkulëse për disancën ku është aplikuar (Y)			
	Cikli 1	Cikli 2	2mm		3mm	
	F1 (cN)	F2 (cN)	OP 1 (cN)	OP 2 (cN)	OP 1 (cN)	OP 2 (cN)
Fibra A	3.106	1.957	3.361	4.243	2.272	3.213
Fibra B(l)	3.982	2.867	4.669	6.115	2.759	3.543
Fibra B(m)	4.798	3.2175	7.433	8.278	3.465	4.291
Fibra C	1.517	1.099	2.21	2.807	1.106	1.401
Fibra D	1.702	1.226	3.125	3.869	1.423	1.764
Fibra E	3.343	2.026	4.717	6.121	2.299	2.809
Fibra F(l)	3.278	1.717	2.835	4.474	1.672	2.256
Fibra F(m)	4.982	3.116	6.124	6.69	3.625	4.168

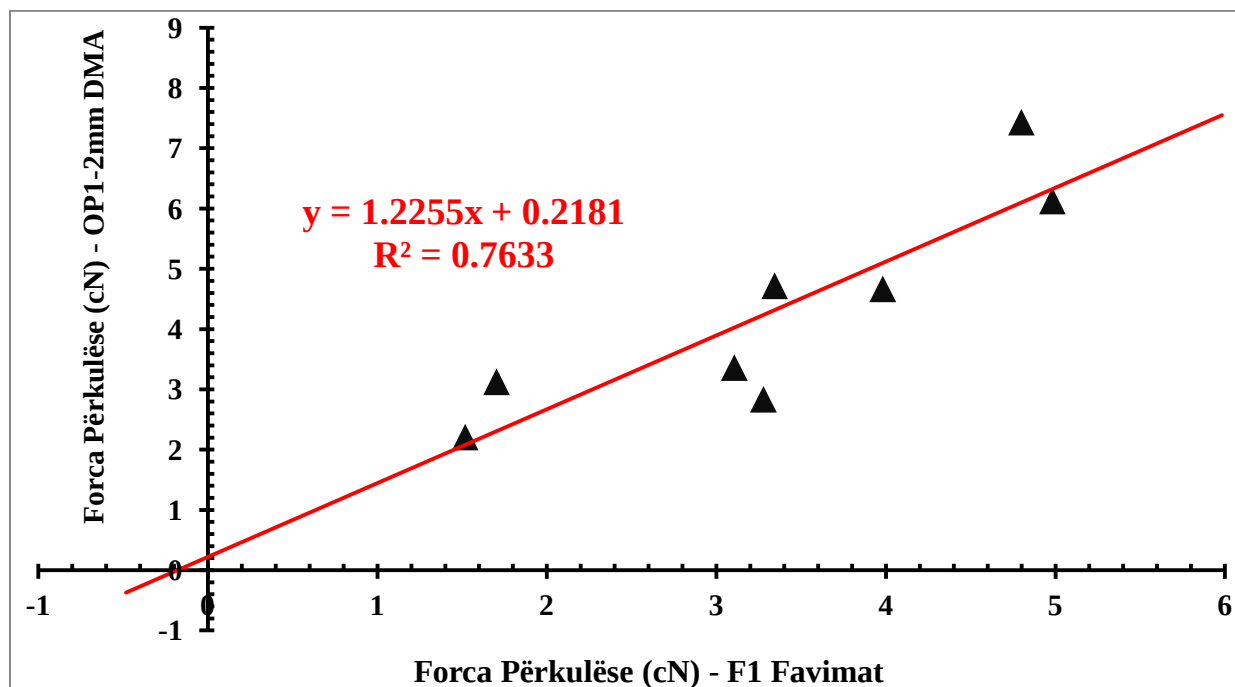


Figura 6.1. Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të parë të Favimat dhe OP1 të matur në distancën 2mm në DMA, për të gjitha fibrat.

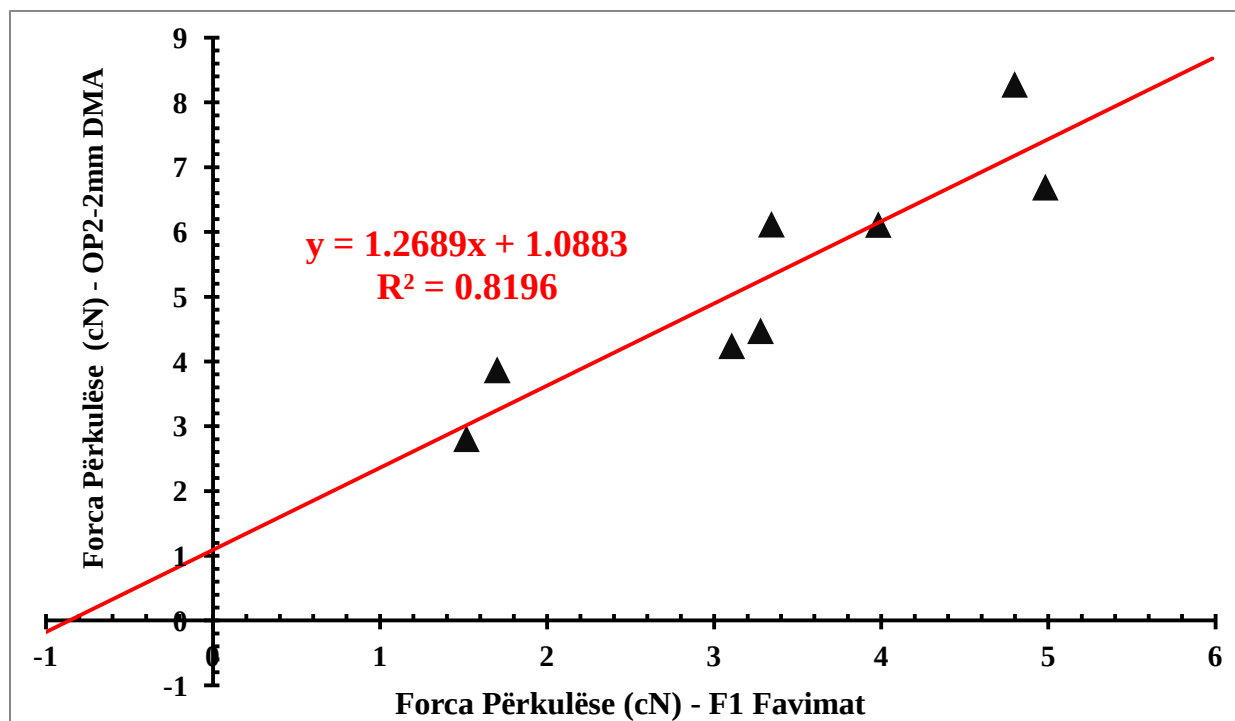


Figura 6.2. Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të parë të Favimat dhe OP2 të matur në distancën 2mm në DMA, për të gjitha fibrat.

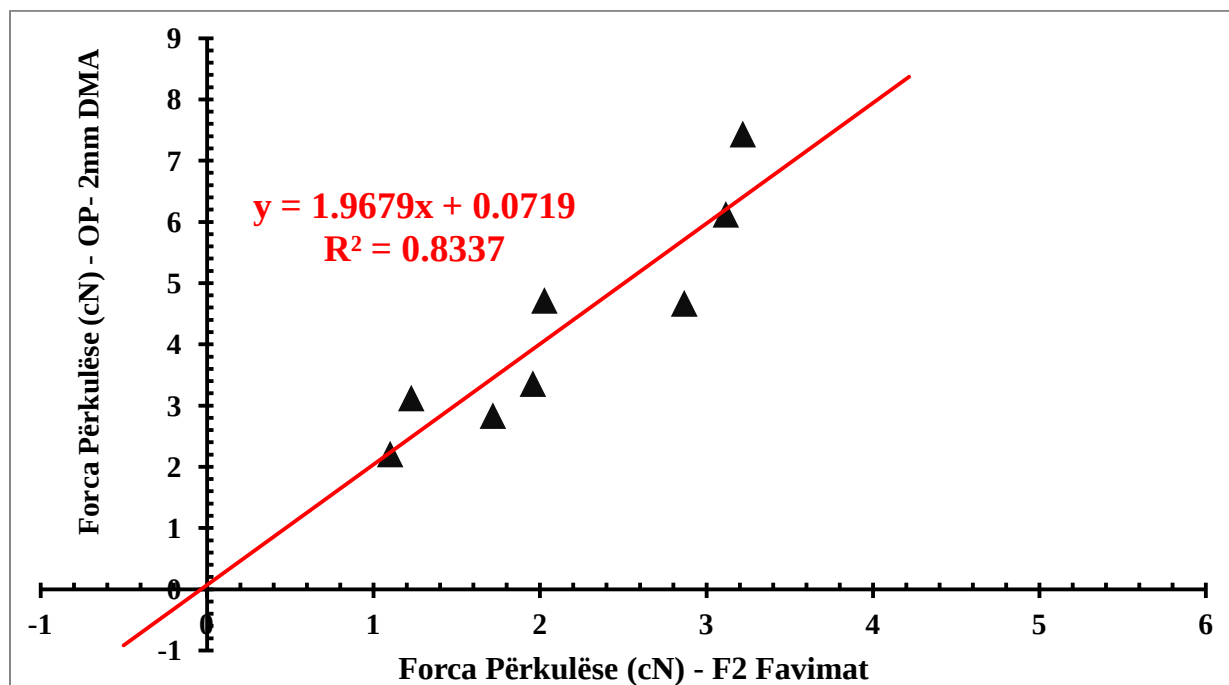


Figura 6.3. Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të dytë të Favimat dhe OP1 të matur në distancën 2mm në DMA, për të gjitha fibrat.

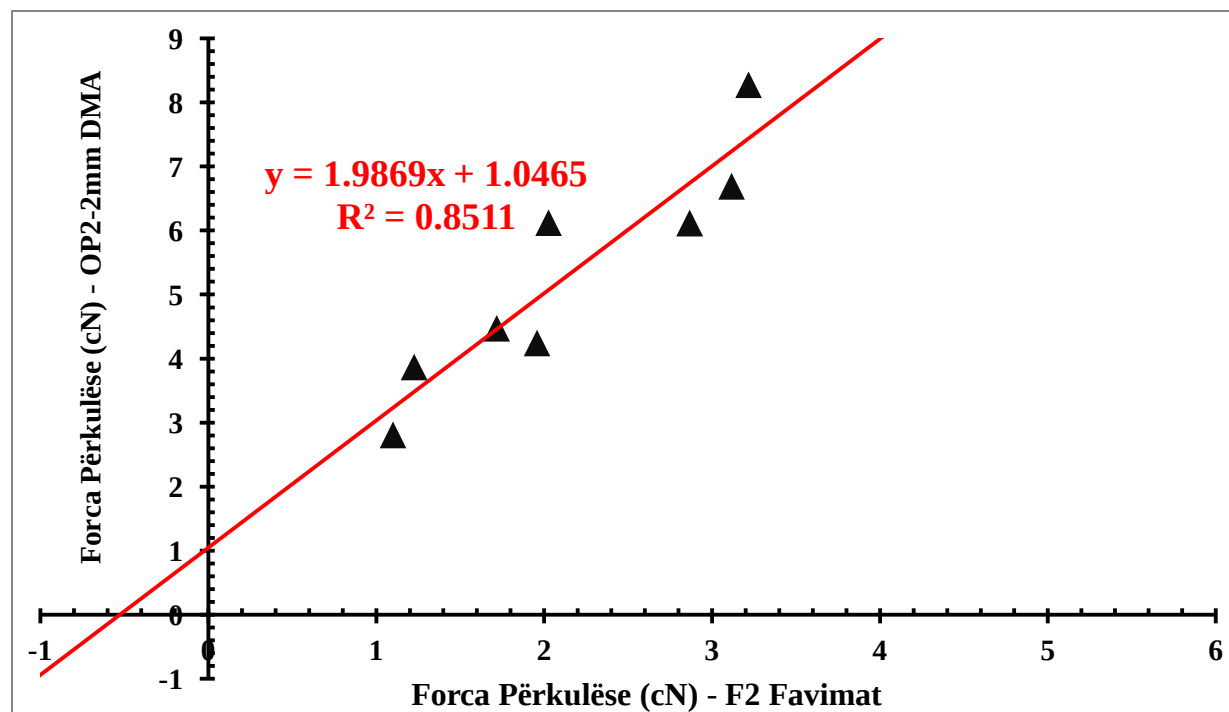


Figura 6.4. Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të dytë të Favimat dhe OP2 të matur në distancën 2mm në DMA, për të gjitha fibrat.

Në grafik, relacioni ndërmjet metodave është dhënë nga ekuacioni i regresit linear dhe koeficienti i korrelacionit ($r = \sqrt{R^2}$). Koeficienti i korrelacionit “r”, është një term statistikor dhe përdoret për të vlerësuar korrelacionin ndërmjet metodës referuese dhe metodës së re. Idealisht, “r” duhet të jetë 1 dhe mund të variojë nga +1 në -1. Një “r” e barabartë me -1 tregon një marrëdhënie perfekte lineare, negative, ndërmjet variablave. Një “r” e barabartë me 0, tregon që nuk ka marrëdhënie lineare ndërmjet variablave, dhe një “r” e barabartë me 1, tregon marrëdhënie perfekte lineare positive ndërmjet variablave [7, 8].

Koeficienti i korrelacionit influencohet vetëm nga gabimet e rastësishme dhe saktësia e metodës nuk duhet bazuar vetëm tek ai.

Regresioni linear vlerëson marrëdhënien ndërmjet dy variablave duke përshtatur (përputhur) një ekuacion linear me të dhënat e marra. Një vijë e regresit linear ka një ekuacion të formës $y = mx + b$, ku x - është variabla e pavarur dhe y - është variabla e varur [9]. Në këtë ekuacion “m” ndikohet nga pjerrësia dhe tregon gabimin proporcional, ndërkohë që “b” përfaqëson ndërprerjen (vlerën e y kur x = 0) dhe tregon gabimin konstant; të dy përfaqësojnë gabimin sistematik. Për të vlerësuar vijën e regresit linear duhen konsideruar pjerrësia dhe ndërprerja. Pjerrësia “m” duhet të jetë ndërmjet 0.900 dhe 1.100, ndërkohë që ndërprerja duhet të jetë afër zeros [9].

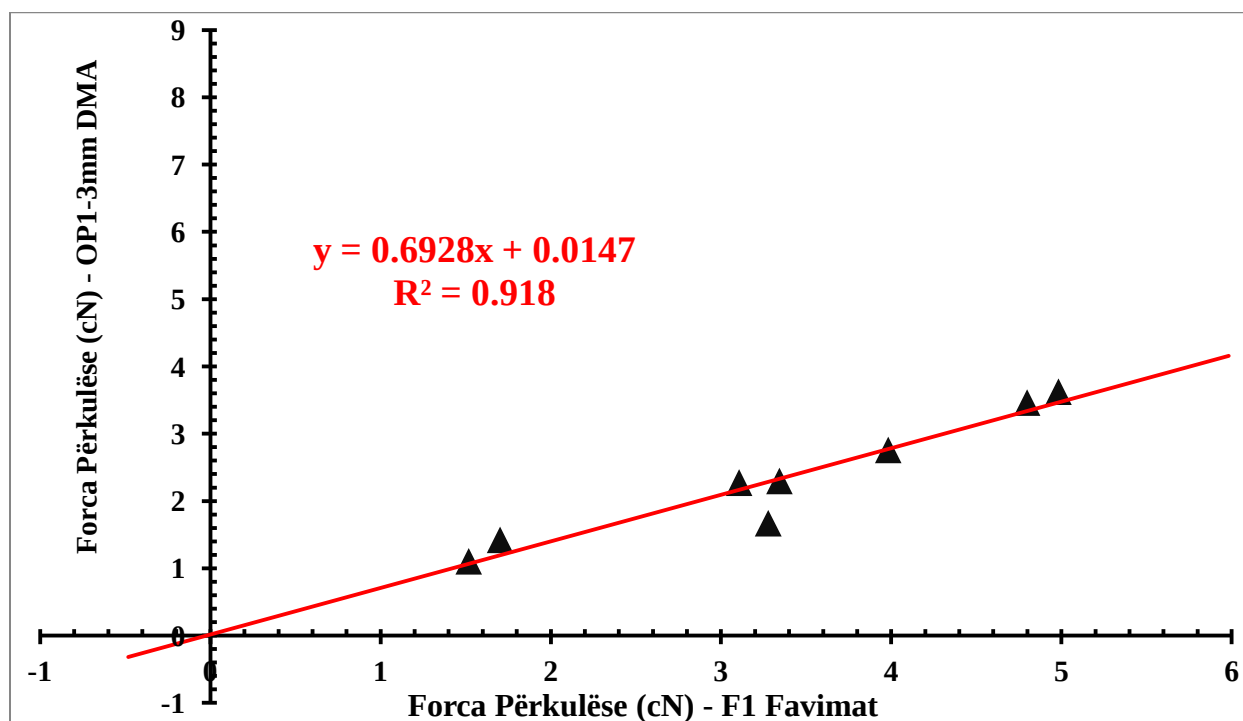


Figura 6.5. Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të parë të Favimat dhe OP1 të matur në distancën 3mm në DMA, për të gjitha fibrat.

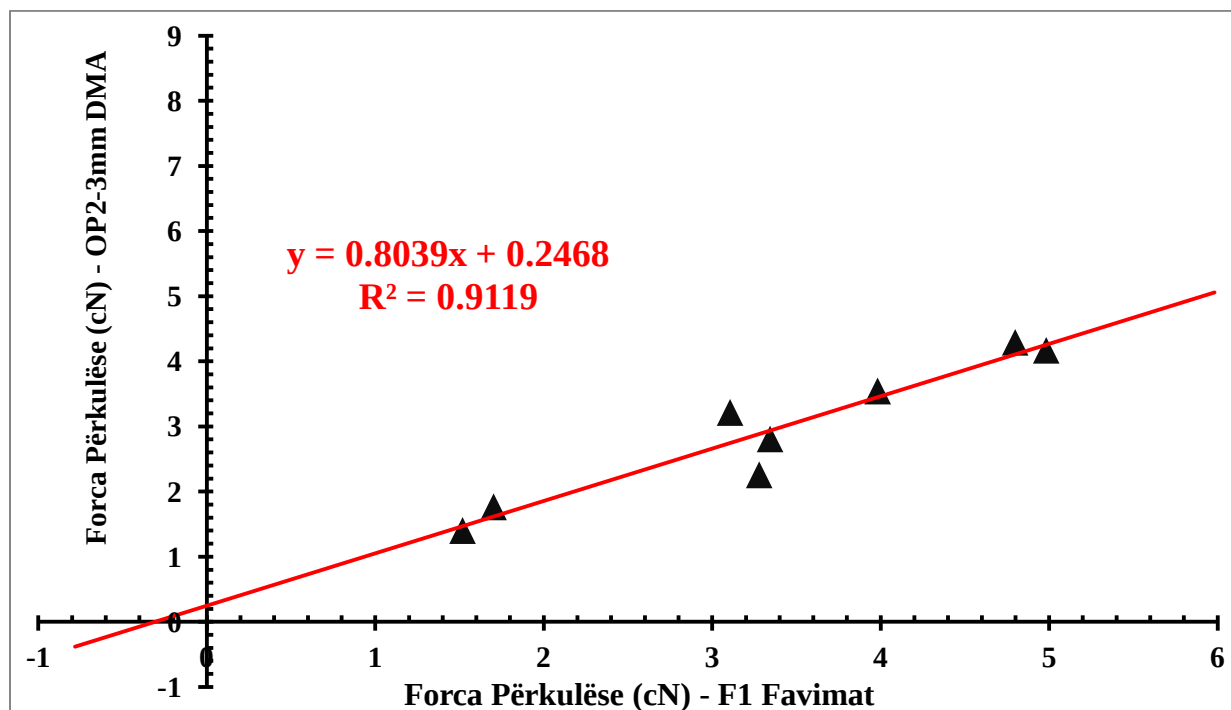


Figura 6.6. Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të parë të Favimat dhe OP2 të matur në distancën 3mm në DMA, për të gjitha fibrat.

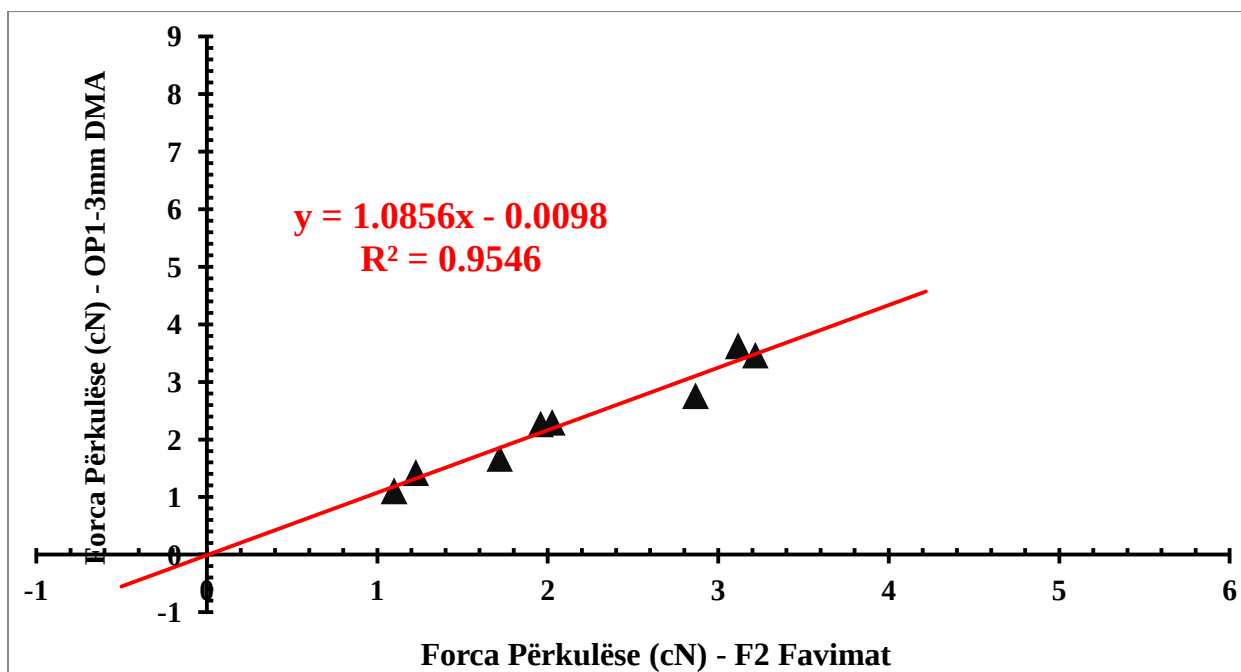


Figura 6.7. Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të dytë të Favimat dhe OP1 të matur në distancën 3mm në DMA, për të gjitha fibrat.

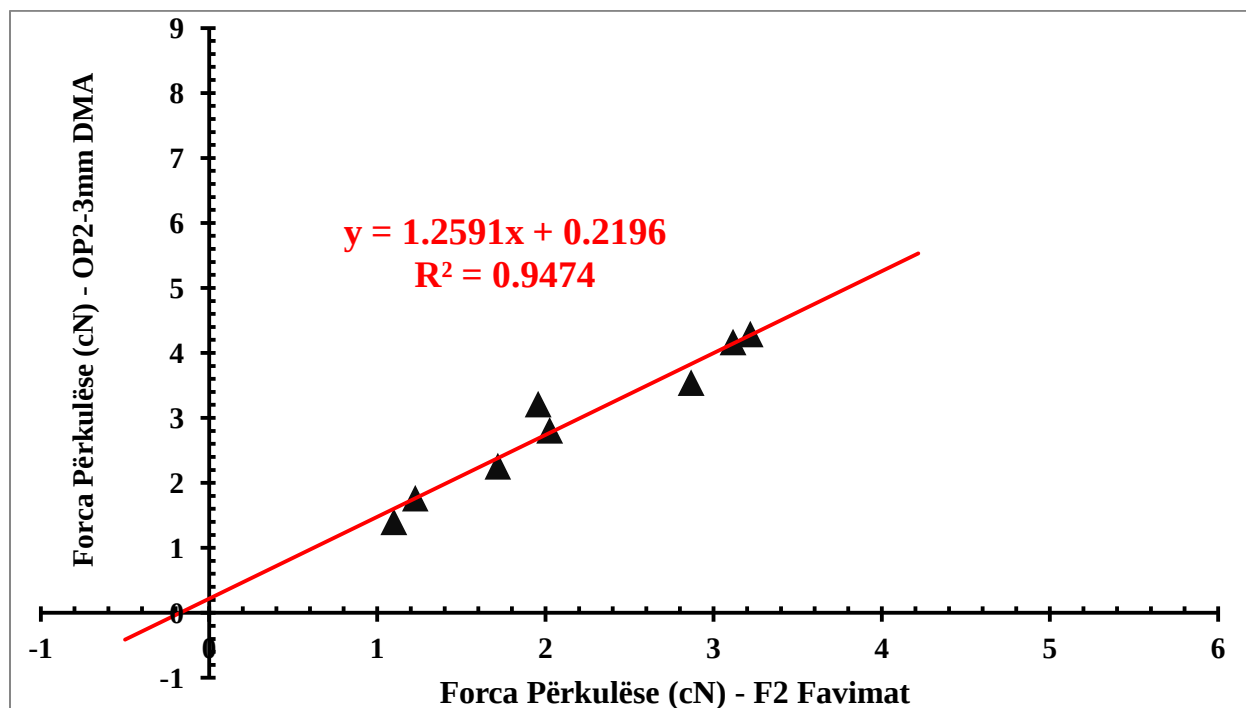


Figura 6.8. Grafiku që përfaqëson korrelacionin ndërmjet forcës përkulëse të ciklit të dytë të Favimat dhe OP2 të matur në distancën 3mm në DMA, për të gjitha fibrat.

Të gjitha rezultatet nga grafikët e mësipërm, duke përfshirë ekuacionin e vijës së regresit linear, koeficientin e korrelacionit “r”, pjerrësinë “m” dhe ndërprerjen “b”, janë paraqitur në Tabelën 6.2. Kjo realizohet në mënyrë që të bëhet një krahasim më i mirë i grafikëve të ndërtuar dhe të gjendet korrelacioni më i fortë ndërmjet dy metodave krahasuese.

Nga të dhënat e përmbledhura në Tabelën 6.2, vërehet se grafikët 6.1 – 6.4, nuk tregojnë një korrelacion të mirë ndërmjet metodave, kjo duke u bazuar në vlerat e koeficientit të korrelacionit dhe ekuacionit të vijës së regresit linear, që do të thotë vlerat e pjerrësisë dhe ndërprerjes. Vlerat për këta grafikë nuk janë të afërta me vlerat e përmendura në shpjegimin teorik të bërë me sipër, për sa i përket vlerave të “r”, “m” dhe “b”.

Të gjithë këta grafikë përfaqësojnë varësinë ndërmjet forcës përkulëse të matur në metodën egzistuese referencë Favimat (X) dhe forcës përkulëse të matur në distancën e aplikimit të forcës prej 2 mm në metodën DMA (Y). Këto marrëdhënie jo të forta, mوند të shpjegohen me diferencën ku është aplikuar forca, e cila ndryshon nga 2.87 mm në Favimat, në 2 mm në DMA.

Grafikët e tjerë, 6.5 – 6.8 (shiko Tabelën 6.2), përfaqësojnë varësinë ndërmjet të njëjtave forca të matura në Favimat dhe forcave të matura në DMA, por në distancën e aplikimit të forcës – 3mm, e cila është shumë e përafërt me distancën e aplikimit të forcës në Favimat prej 2.87 mm. Nga të dhënat e Tabelës 6.2 vërehen vlera më të larta të koeficientit të korrelacionit në katër grafikët e fundit, por vlerat e pjerrësisë dhe ndërprerjes ndyshojnë në mënyrë të konsiderueshme.

Table 6.2. Elementet e vijës së regresit linear që do të konsiderohen në krahasimin e metodave.

Nr i grafikut	Ekuacioni i vijës së regresit linear $y = mx + b$	Pjerrësia m	Ndërprerja b	Koeficienti i korrelacionit $r = \sqrt{R^2}$
Grafiku 6.2	$y = 1.2255x + 0.2181$	1.2255	0.2181	0.8736
Grafiku 6.3	$y = 1.2689x + 1.0883$	1.2689	1.0883	0.9053
Grafiku 6.4	$y = 1.9679x + 0.0719$	1.9679	0.0719	0.9131
Grafiku 6.5	$y = 1.9869x + 1.0465$	1.9869	1.0465	0.9225
Grafiku 6.6	$y = 0.6928x + 0.0147$	0.6928	0.0147	0.9581
Grafiku 6.7	$y = 0.8039x + 0.2468$	0.8039	0.2468	0.9549
Grafiku 6.8	$y = 1.0856x - 0.0098$	1.0856	- 0.0098	0.9770
Grafiku 6.9	$y = 1.2591x + 1.0883$	1.2591	1.0883	0.9733

Dy grafikët e fundit, 6.7 dhe 6.8, kanë vlerat më të larta të “r” nga gjithë grafikët, por diferenca në vlerat e “m” dhe “b” është shumë e dukshme. Ata përfaqësojnë varësinë ndërmjet forcës përkulëse të matur në ciklin e dytë në Favimat dhe forcës përkulëse të matur në distancë të aplikimit të forcës 3 mm në DMA, specifikisht OP1 dhe OP2.

Si përfundim, koeficienti më i fortë i korrelacionit është $r = 0.9770$, sepse është më afër 1 (njëshit) [7, 8], krahasuar me vlerat e tjera.

Vlera më e mirë e pjerrësisë është $m = 1.0856$, e cila është ndërmjet vlerave 0.900 dhe 1.100, siç u shpjegua teorikisht [9]. Të gjitha vlerat e tjera janë më të larta ose më të ulëta se kjo gamë. Gjithashtu, vlera më e mirë e ndërprerjes është $b = -0.0098$, e cila është shumë më afër zeros [8]. Duke u bazuar tek këto rezultate, është e qartë se gjithë vlerat më të mira, duke përfshirë “r”, “m” dhe “b”, i përkasin grafikut 6.7. Ky grafik përfaqëson forcën përkulëse të matur në ciklin e dytë në Favimat dhe forcën përkulëse OP1 të matur në DMA, në distancën 3 mm të pikës së aplikimit të forcës. Prej këtij mund të themi se ky është korrelacioni më i fortë ndërmjet dy metodave.

Ky rezultat mund të shpjegohet në terma të distancës së aplikimit të forcës, e cila është pothuaj e njëjtë, dhe në terma të forcës përkulëse të matur. *Onset Point 1*, e matur në DMA, përfaqëson

forcën përkulëse ku deformimi fillon, por është akoma i kthyeshëm. Kjo forcë është e ngjashme me forcën përkulëse të matur në ciklin e dytë të Favimat, e cila në ndryshim nga cikli i parë, përmbush një cikël të plotë të kthyeshëm.

Një pamje e qartë e rezultateve të nxjerra nga analiza e ekuacioneve të regresit linear, të bërë më sipër, mund të shihet edhe në grafikun e vlerave të forcës përkulëse të matur për të gjitha fibrat, në të gjitha pikat e marra në analizë. Këtu përfshihen kurbat vlerat e forcës përkulëse të matur në metodën egzisruese Favimat R, për Ciklin e parë dhe të dytë, dhe vlerat e forcës përfulëse në pikat *Onset Points 1 dhe 2*, në të dy distancat, përkatësisht 2 mm dhe 3 mm. Këto kurba mbivendosen në një grafik (Figura 6.9).

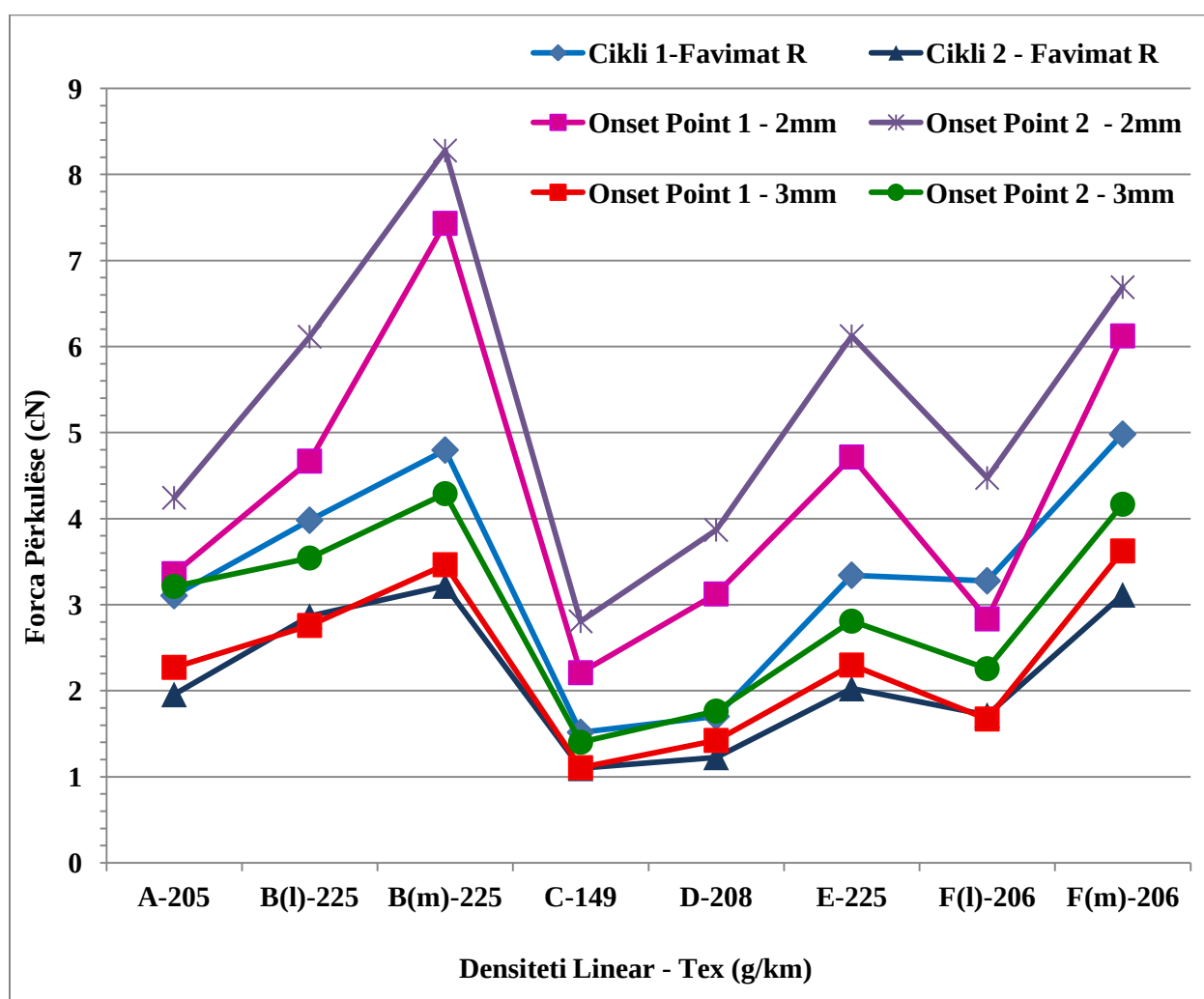


Figura 6.9. Grafiku i mbivendosur i kurbave të forcës përkulëse të matur në të dy metodat.

Nga Figura 6.9. vihet re i njëjti trend ose ligjshmëri për të gjitha kurbat, që do të thotë se edhe vlerat e forcave përkulëse, në pikat e marra në konsideratë, kanë po këtë trend. Pra duke vlerësuar grafikun, vihet re se vlerat më të larta të forcës përkulëse, në të gjitha kurbat, i përkasin fibrave B dhe F, në anën e mysët të tyre. Ato pasohen nga vlerat e forcave të fibrës B, në anën e lugët. Rendi zbritës i forcës përkulëse vijon me fibrën E dhe A, që në dy prej kurbave, kanë vlera pothuaj të njëjta. Rendi zbritës i vlerave të forcës mbyllet me fibrën D dhe më pas ajo C, e cila ka edhe vlerat më të dobëta, duke theksuar kështu, performancën më të ulët nga të gjitha fibrat.

Pra mund të themi, që fibrat shfaqin të njëjtën performancë në të dy metodat testuese, atë egzistuese, Favimat R, dhe metodën e re, DMA.

Nëse do të marrim parasysh edhe performancën e fibrave në sistemin e barit artificial, të testuar me pajisjen Lisport – 12 metër, dalim në përfundimin se e njëjta performancë demonstron edhe në këtë metodë testimi. Pra fibrat B, F dhe E, kanë performancën më të mirë, të ndjekura nga fibra A dhe përmbyllin spektrin fibrat D dhe C.

Duke ju referuar analizës së bërë më lart, për vijat e regresit linear, dhe përfundimeve të nxjerra për sa i përket vlerave që duhen marrë në konsideratë kur ato krahasohen, mund të bëjmë një analogji me rezultatet e marra nga grafiku i Figurës 6.9.

Kështu, nga grafiku vihet re se dy kurbat me përputhmërinë më të mirë: janë kurba e vlerave të forcës përkulëse të matura në ciklin e dytë, më metodën egzistuese Favimat R. dhe kurba e vlerave të forcës përkulëse në pikën kufi Onset Point të matur në distancën 3 mm, në metodën e re DMA. Vlerat e këtyre dy kurbave, janë shumë të ngjashme, dhe për disa fibra mbivendosen plotësisht në grafik, dhe për disa të tjera janë shumë të perafërta. Ajo që mund të specifikohet këtu është se për fibrat, vlerat e të cilave nuk mbivendosen, vihet re se vlerat e matura në metodën e re janë pak më të larta se ato të matura me Favimat.

Po ashtu, nga grafiku vihet re një farë përputhshmërie midis vlerave të forcës përkulëse të fibrave në pikën kufi Onset Point 2 - në distancën 3 mm, në DMA, me vlerat e forcës, të matura në ciklin e parë dhe të dytë, në Favimat.

Në analizën e vijave të regresit linear të bërë më sipër, për të tetë grafikët që përfaqësojnë vlera të ndryshme të forcave përkulëse, korrelacioni më i fortë rezultoi për grafikun 6.7, i cili përfaqëson forcën përkulëse të matur në ciklin e dytë në Favimat dhe forcën përkulëse në pikën kufi 1, (Onset Point 1) të matur në DMA, në distancën 3 mm të pikës së aplikimit të forcës.

Pra, si rrjedhojë, mund të thuhet se ka një analogji të plotë midis konkluzionit të arritur nga analiza e grafikut 6.9. dhe konkluzionit të arritur gjatë analizës së vijave të regresit linear, ku përputhshmëria më e mirë në pikat e grafikut, është pikërisht midis vlerave të forcës që shfaqin edhe korrelacionin më të mirë.

6.4 Përfundime

Në përfundim të këtij kapitulli, qëllimi i të cilit ishte të vlerësohej metoda e re e zhvilluar në këtë punim, për matjen e forcës përkulëse të fibrave dhe monofilamenteve, e realizuar në Departamentin e Inxhinierisë Materiale, Tekstile dhe Kimike, në Universitetin Ghent. Vlerësimi i metodës bëhet në mënyrë që të përcaktohet vlefshmëria dhe të bëhet sanksionimi i kësaj metode testuese, për ta bërë atë të përdorshme nga trupa të ndryshëm testues.

Në procedurën e vlerësimit u konsiderua “qasja krahasuese” që është një nga mënyrat që përdoret për vlefshmërinë e një metode të re, e cila realizohet duke krahasuar rezultatet e marra nga kjo metodë, me ato të marra me anë të një metode tjetër testimi, tashmë të vërtetuar, e cila është zhvilluar për të njëjtat qëllime. Në rastin konkret krahasimi u bë me metodën testuese Favimat R, e zhvilluar, vlerësuar dhe standardizuar në të njëjtin Departament.

Krahasimi u bë duke marrë në konsideratë vlerat e forcës përkulëse të matur në dy ciklet e para të metodës egzistuese Favimat, dhe vlerat e forcës përkulëse në pikat Onset Point 1 dhe Onset Point 2, të matura në dy distanca të pikës së aplikimit të forcës në metodën e re DMA .

Kështu, u ndërtuan grafikët, të cilët përfaqësojnë varësinë ndërmjet forcës përkulëse të matur në metodën egzistuese referencë Favimat (X) dhe forcës përkulëse të matur në metodën e re, DMA (Y).

Në grafik, relacioni ndërmjet metodave jepet nga ekuacioni i regresit linear dhe koeficienti i korrelacionit ($r = \sqrt{R^2}$). Koeficienti i korrelacionit “r”, vlerëson korrelacionin ndërmjet metodës referuese dhe metodës së re. Idealisht, “r” duhet të jetë 1 dhe mund të variojë nga +1 në -1.

Vija e regresit linear ka një ekuacion të formës $y = mx + b$, ku x - është variabla e pavarur dhe y - është variabla e varur. Në këtë ekuacion “m” ndikohet nga pjerrësia dhe tregon gabimin proporcional, ndërkohë që “b” përfaqëson ndërprerjen (vlerën e y kur $x = 0$) dhe tregon gabimin konstant; të dy përfaqësojnë gabimin sistematik. Për të vlerësuar vijën e regresit linear u konsiderohen pjerrësia dhe ndërprerja, ku pjerrësia “m” duhet të jetë ndërmjet 0.900 dhe 1.100, ndërkohë që ndërprerja duhet të jetë afër zeros.

Nga analiza e ekuacioneve, u arrit në përfundimin se korrelacioni më i fortë dhe përputhshmëria më e mirë ndërmjet dy metodave testuese, ishte ai midis vlerave të forcës përkulëse të matur në ciklin e dytë, në metodën egzistuese dhe vlerave të forcës përkulëse në pikën kufi 1 (Onset Point 1), e aplikuar në distancën 3 mm, në metodën e re DMA.

Në përfundim, nga e gjithë analiza për vlerësimin e metodës, dalim në konkluzionin se metoda e zhvilluar në këtë punim është e vlefshme, dhe mund të përdoret për vlerësimin e forcës përkulëse të fibrave.

6.5 Referenca

- [1] ISO 8402 (1994), Quality management and quality assurance – vocabulary, 1994.
- [2] Validation of Test Methods, EL1545/96, Eurolab, European Federation of National Associations of Measurement, Testing and Analytical Laboratories, No 4/96, 1996.
- [3] Guide to the expression of uncertainty in measurement, BIPM/IEC/IFCC ISO/IUPAC/IUPAP/OIML 1995.
- [4] Expression on uncertainty in quantitative testing, EAL-G 23, 1996.
- [5] Guide an assessment and reporting of compliance with specification, based on measurements and tests in a laboratory, ILAC, 1996.
- [6] A view on the assessment of the technical competence of testing laboratories, Nordtest Technical Report, Forstén Jarl, 1991.
- [7] Introduction to Statistics, D. M. Lane, Online Edition, Rice University, Chapter 4, Describing Bivariate Data, Available at http://onlinestatbook.com/Online_Statistics_Education.pd.
- [8] Statistical Analysis in Analytical Method Validation IVT, E. Webster (Khlebnikova), Peer Reviewed, Dec 16, 2013.
- [9] Method Validation, R. Molinar, Emory University, Atlanta, GA 2013, Available at, https://www.aacc.org/~media/files/meetings-and-events/resources-from-past-events/conferences/2013/professional-practice/april-28/mv_method_validation_apr_2013.
- [10] Development in textile sports surfaces, G. Schoukens, In: K. K. Goswami, Advanced in Carpet Manufacture, Cambridge Woodhead Publishing in Textiles, ltd, 2009.
- [11] University of Gent Standard, “Favimat R. Bepaling van de resilientie – Cantilever”, PM 1301.
- [12] Dynamic Mechanical Analysis, K. P. Menard, CRC Press. Taylor & Francis Group, NW, International Standard Book Number-13:978-1-4200-5312-8, 2008.
- [13] Universal Analysis 2000, “Operator’s Manual”, PN 925809.002 Rev, J. Issued September 2001.

KAPITULLI 7

7 TESTIMI I FIBRAVE NË TEMPERATURA TË LARTA ME DMA

Përdorimi i fushave të barit artificial në sporte dhe në sipërfaqe të tjera ka ardhur duke u rritur gjithmonë e më shumë [1]. Kjo rritje pasqyrohet si në aspektin e numrit të përdorimeve ashtu edhe në gjeografinë e instalimit të këtyre sipërfaqeve. Gjithashtu fushat e barit artificial kanë qenë subjekt i përmirësimeve të mëdha dhe të vazhdueshme përgjatë viteve [2,3]. Kështu, nëse instalimet fillestare të tyre janë bërë në vende me temperatura të ajrit jo shumë të larta, kohët e fundit sipërfaqet sintetike të barit po instalohen gjithnjë e më tepër, edhe në vende ku temperatura e ajrit klasifikohet e lartë.

Përdorimi më i madh i fushave të barit artificial është në sportin e futbollit, dhe futboli ka qenë dhe mbetet sporti më popullor në botë. Për këtë arsye, edhe gjeografia e përdorimit të fushave të futbollit, duke përfshirë këtu edhe ato sintetike me bar artificial, është globale. Gjithsesi, shumë vende të nxehta janë skeptike në instalimin e fushave me bar artificial.

Temperaturat e larta janë një nga problemet e sotme të botës së futbollit. Ato kanë ndikim jo vetëm tek sportistët, tek të cilët mund të shaqen në formën e problemeve shendetësore dhe të performancës së tyre në lojë, por edhe tek sistemi i fushave të barit artificial, duke ndikuar në performancën e fibrave dhe të gjithë sistemit [4].

Meqenëse fushat me bar artificial prodhohen kryesisht nga fibra filament të polietilenit linear me densitet të ulët, dhe ky polimer është i ndjeshëm ndaj temperaturave të larta [5-7], lind nevoja e testimit të performancës së këtyre fibrave edhe në temperatura të larta.

Në këtë mënyrë, u zhvillua dhe vlerësua metoda e re e testimit në përkulje, nëpërmjet pajisjes DMA. Një nga arsyet për zhvillimin e kësaj metode të re ishte zgjerimi i gamës së temperaturave të testimit. Pajisja DMA ka një avantazh shumë të madh krahasuar me mënyrat e tjera testuese që përdoren për vlerësimin e forcës përkulëse të fibrave, sepse mund të realizojë teste edhe në temperatura të larta [8].

Pasi u realizuan matjet e forcës përkulëse të të gjitha fibrave në temperaturën e ambientit me metodën e re DMA, dhe pasi u analizua vlefshmëria e kësaj metode, e cila rezultoi të jetë e suksesshme, një sfidë tjetër që mbetet për tu provuar dhe vlerësuar, është testimi i fibravë të marra në studim, në temperatura të larta.

7.1 Proçedura testuese e fibrave në temperature të larta

Në Kapitullin 5 u realizua testimi i fibrave në përkulje me metodën e re DMA, në temperaturën e ambjentit (25°C). Në këtë kapitull do paraqiten testimet e realizuara në temperatura më të larta se ajo e ambjentit. Kështu, u zgjodhën 2 temperatura testimi, 50°C dhe 80°C. Kjo përzgjedhje u bë sepse LLDPE, i cili ka edhe një temperaturë shkrirjeje relativisht të ulët, rreth 120°C, është një polimer i ndjeshëm ndaj temperaturave të larta [7].

Temperaturat deri në 50°C janë vlera që arrihen në shumë vende ku synojnë të instalohen ose janë instaluar tashmë sistemet e fushavë të barit artificial. Kjo temperaturë është thuajse normale për vendet e nxehta dhe shfaqet gjatë pjesës më të madhe të vitit në këto vende. Në muajt e pikut, temperatura e ajrit në vendet e nxehta mund të arrijë deri në 70°C në diell. Kjo nënkupton që edhe sistemet e barit artificial, ju nënshtrohen këtyre temperaturave.

Një arsye që u përzgjedh temperatura 50°C u zgjodh sepse ky polimer është i qëndrueshëm dhe nuk ka ndryshime të strukturës së brendshme deri në temperaturën 40°C [7]. Mbas kesaj temperature, fillojnë ndryshimet lëvizjet molekulare, duke shkaktuar ndryshime në strukturën e brendshme, dhe për rrjedhojë edhe në vetitë mekanike të polimerit, një ndër të cilat është edhe qëndrueshmëria në përkulje. Kjo do të pasqyrohet me ndryshimet në vlerat e forcës përkulëse.

Temperatura tjetër prej 80°C, u përzgjedh për të parë se si do të performojnë fibrat e LLDPE në këto temperature, duke qenë se për këto fibra vlerësohet se mund të punojnë deri në 65-70°C. Pas kesaj temperature, duke qenë se lëvizjet molekulare shtohen shumë, çrregullimi në strukturën e brendshme rritet, duke rezultuar në humbje të ndjeshme në vetitë e tyre. Pra ato shfaqin një rënie të ndjeshme në performancë, që në rastin konkret do të paqyrohet me ndryshime të mëdha në vlerat e forcës përkulëse.

Pra testimi i fibrave do të kryhet në këto dy temperatura. Metoda që përdoret për testim është e ngjashme me atë të përdorur në kapitullin 5. Ndryshimi qëndron në proçedurën testuese, sepse në këtë rast, vendoset fillimisht temperatura që duhet të arrihet, pra 50°C, dhe 80°C,. Pasi është arritur ekuilibri i kesaj temperature, mostra lihet në këtë mjedis izotermal për 10 min, në mënyrë që të stabilizohen lëvizjet e brendshme molekulare (Figura 7.1). Pas këtij hapi, realizohet testimi i forcës përkulëse në fibër.

Parametrat e tjerë të testimit janë të njëjtë me ata të pershkruar në kapitullin 5. Pra përdoret nofulla “single cantilever”, dhe pajisja vendoset në mënyrën testuese “DMA Controlled Force”.

Pajisja DMA është e pajisur më një furrë të mbyllur, e cila jo vetëm realizon arritjen e temperaturës së kërkuar, por edhe e ruan të pandryshueshme këtë temperaturë gjatë gjithë kohës së testimit (Figura 7.2).

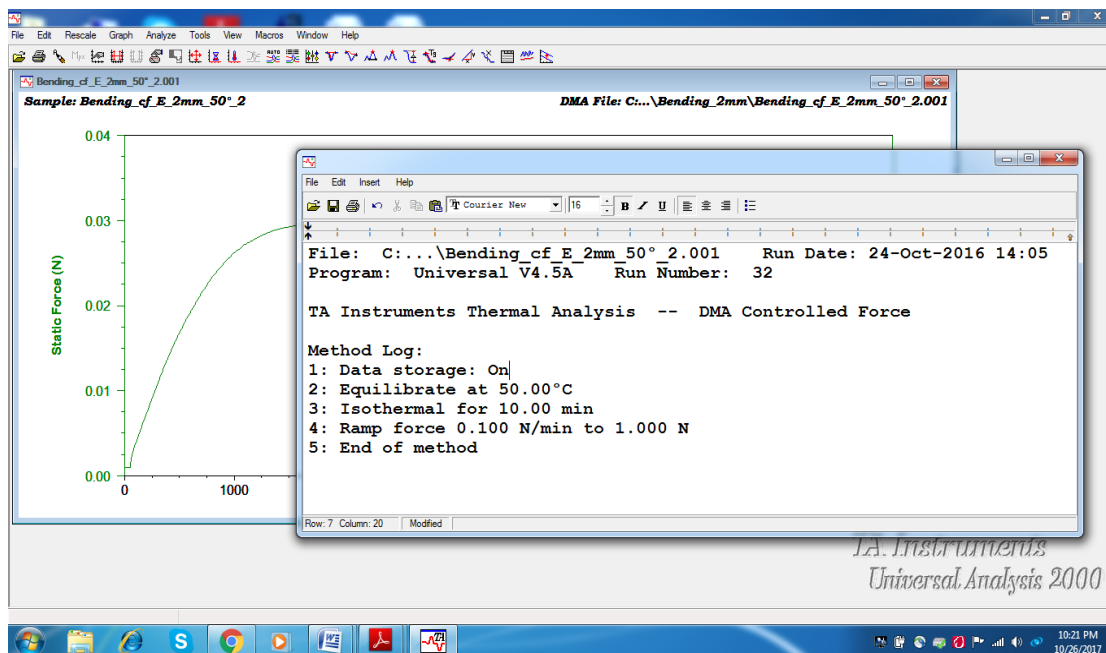


Figura 7.1. Metoda e realizimit të testimit të forcës përkulëse në temperaturë të lartë, në DMA.

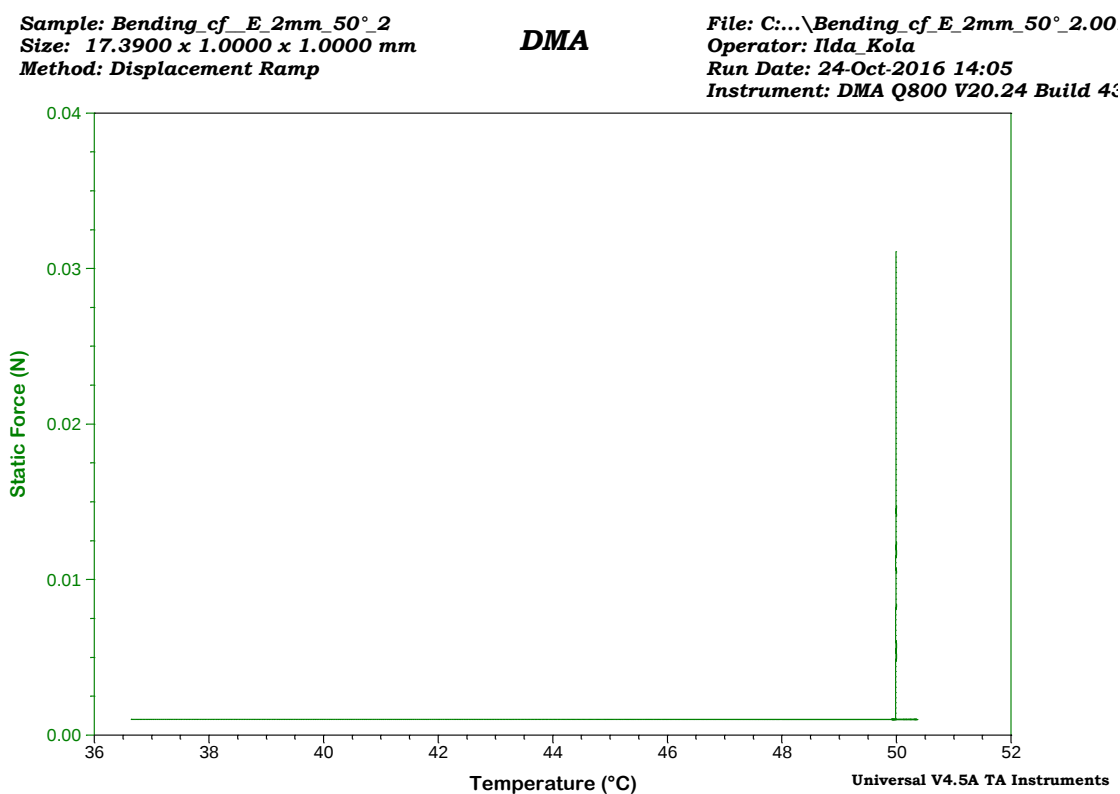


Figura 7.2 Ekuilibrimi dhe ruajtja e temperaturës gjatë testimit të forcës përkulëse në DMA

7.2 Testimi dhe performanca e fibrave në temperatura të larta

Procedura testuese e përshkruar më sipër është e njëjtë për të gjitha fibrat. Testimi realizohet në dy distanca të aplikimit të forcës, 2 mm dhe 3 mm, sikurse u veprua edhe në testimin e fibrave në temperaturën 25°C, në Kapitullin 5. Të gjitha fibrat u testuan në të dy temperaturat e përzgjedhura, 50°C dhe 80°C. Fibrat A dhe B u testuan në dy temperaturat, në të dy distancat, kurse fibrat e tjera u testuan në dy temperaturat vetëm në distancën 2 mm, kurse në distancën 3mm, testimi u realizuar vetëm në temperaturën 50°C. Fibrat B dhe F testohen në të dy anët.

Për çdo matje u kryen 3 përsëritje. Pasi u realizuan të gjitha testimet, u ndërtuan kurbat e forcës përkulëse kundrejt zhvendosjes për çdo matje. Ndërtimi i kurbave bëhet duke ndjekur të njëjtën procedurë, të sqaruar në Kapitullin 5. Kurbat ndërtohen për të gjitha matjet, për të dy distancat dhe për të dy temperaturat.

Duke pasur edhe kurbat e ndërtuara për matjet në temperaturën 25°C, ndërtojmë grafikët e mbivendosur të kurbave të marra për secilën fibrë, në njërën nga distancat, për të tre temperaturat. Kjo realizohet për fibrën A dhe B, për të cilat ndërtohen grafikët e mbivendosur të forcës përkulëse, në tre temperatura, për të dy distancat e aplikimit të forcës (Figura 7.3 ÷ 7.8).

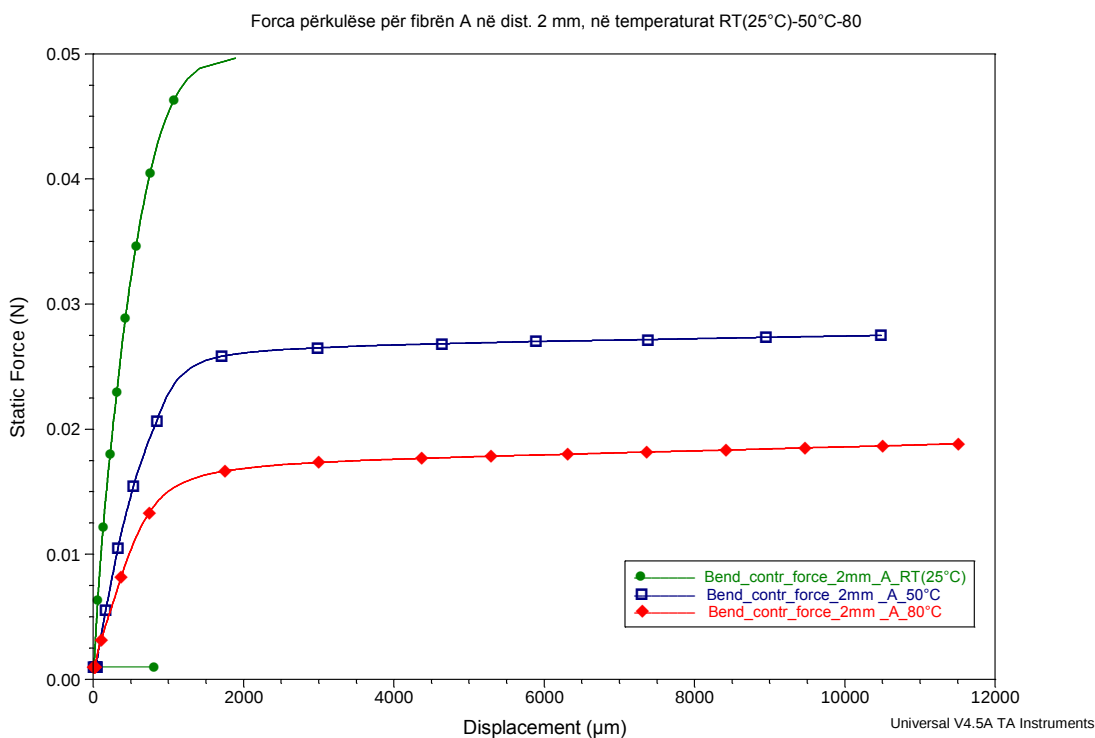


Figura 7.3. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën A në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.

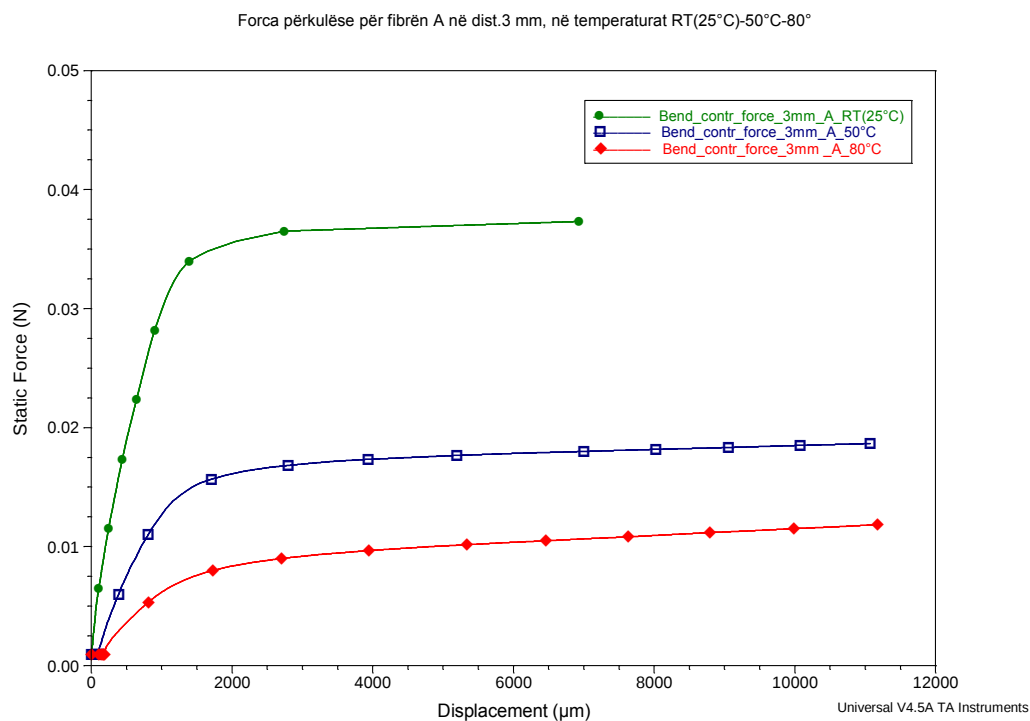


Figura 7.4. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën A në dist. 3 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.

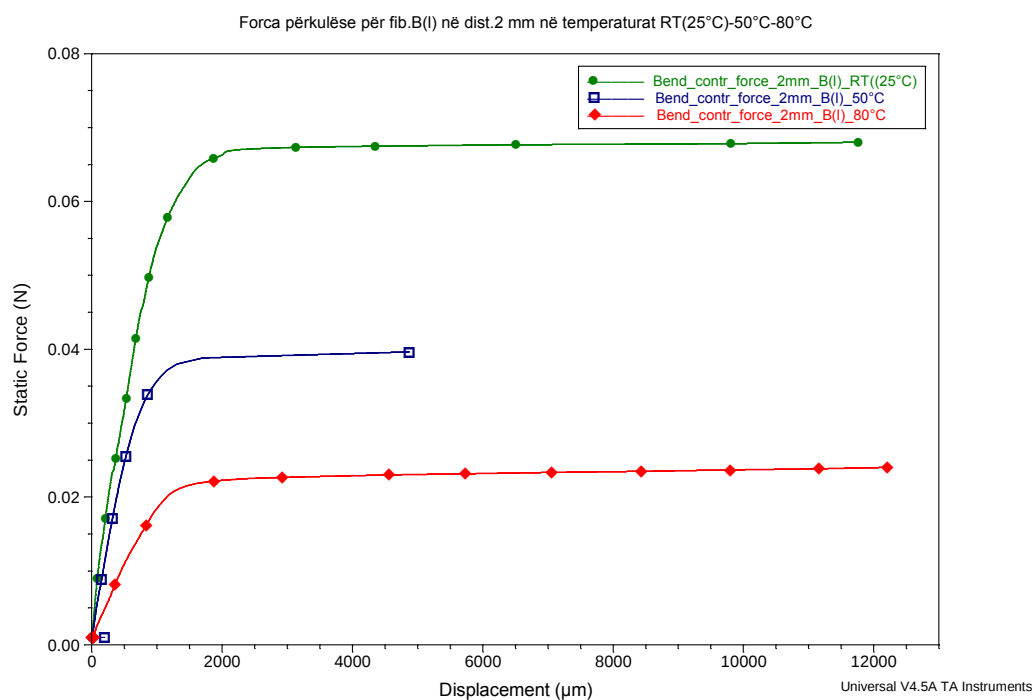


Figura 7.5. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën B(l) në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.

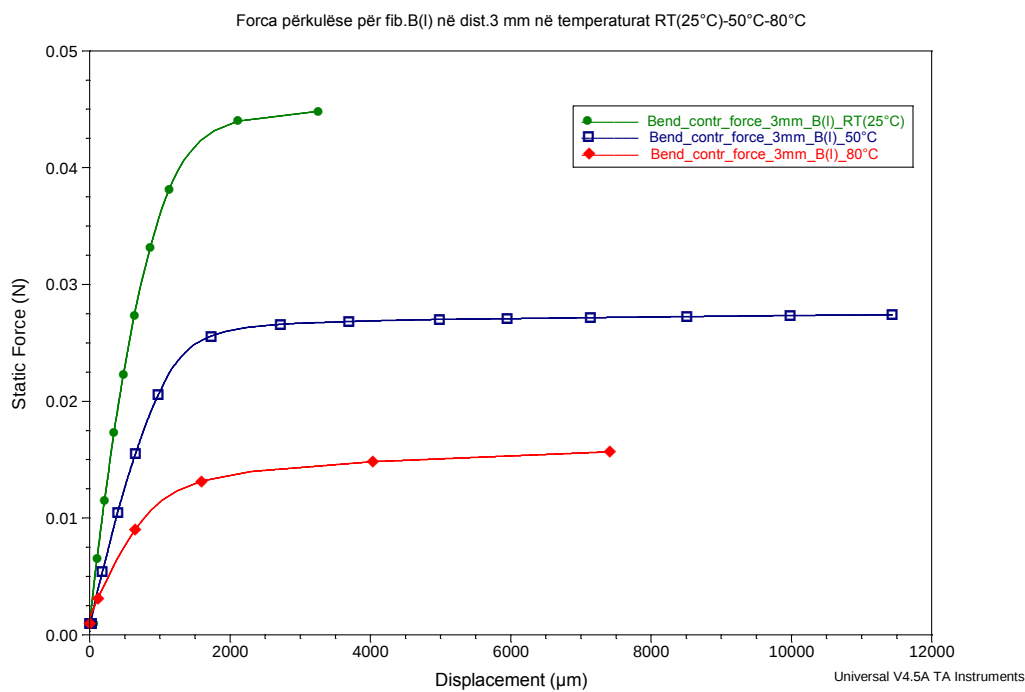


Figura 7.6 Grafiku i forcave përkulëse për fib. B(l) në dist. 3 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.

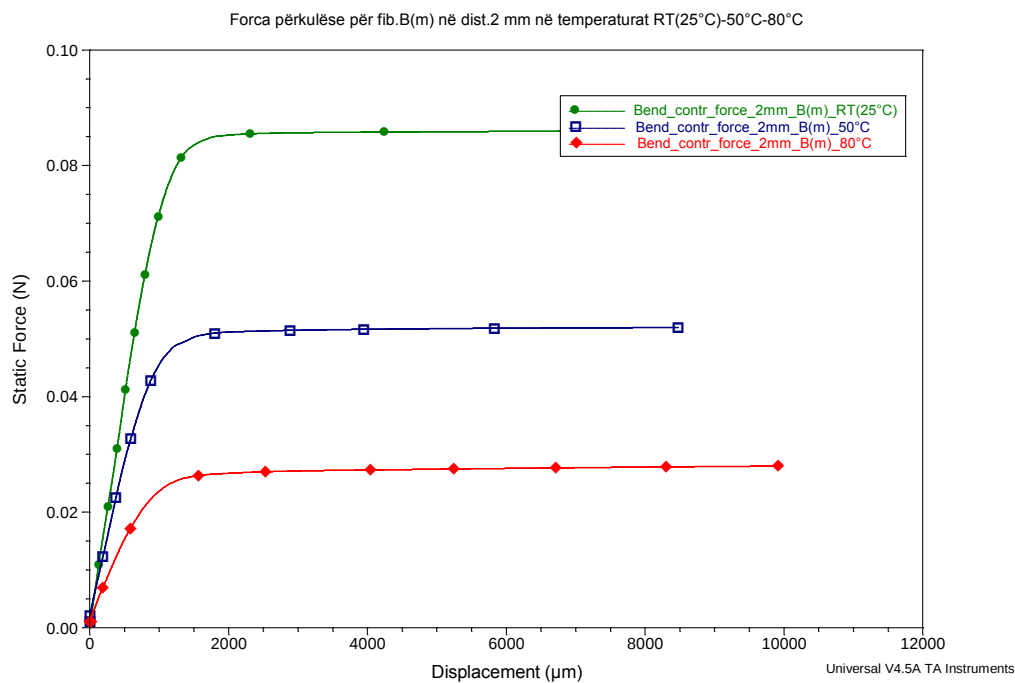


Figura 7.7. Grafiku i forcave përkulëse për fib. B(m) në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.

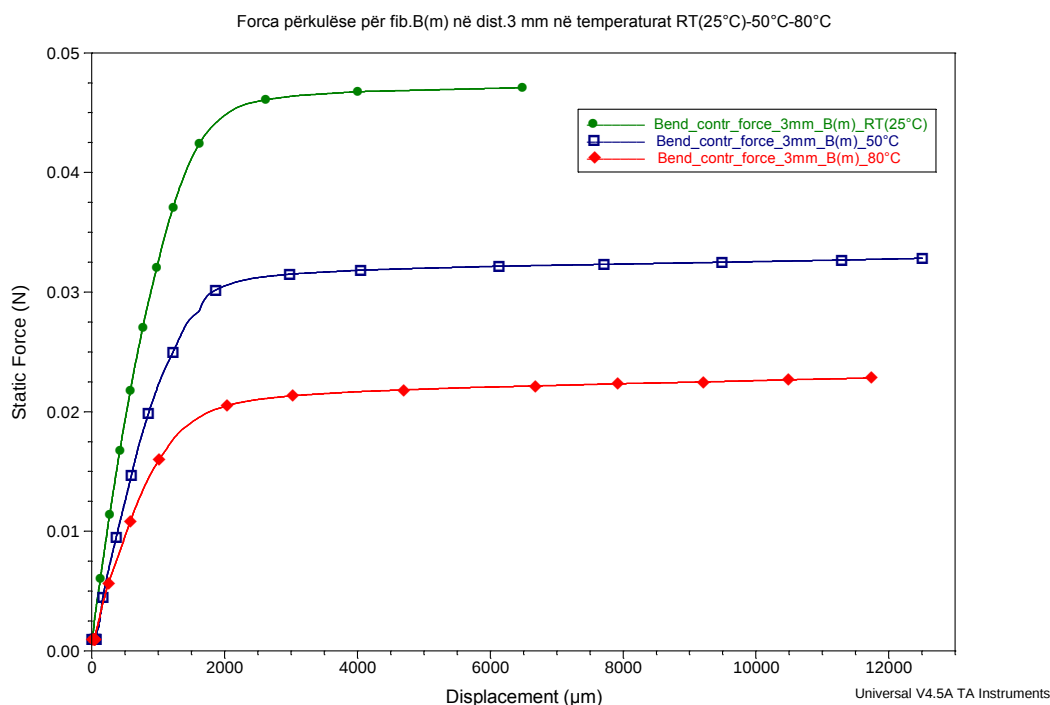


Figura 7.8 Grafiku i forcave përkulëse për fib. B(m) në dist. 3 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.

Nga grafikët e mësipërm mund të bëhet një krahasim i performancës së fibrave në përkulje, në të 3 temperaturat dhe në të dy distancat. Për t'u theksuar është, se vihet re një rënie e ndjeshme e vlerës së forcës përkulëse me rritjen e temperaturës. Mund të themi se kjo vlerë pothuajse përgjysmohet në temperaturën 50°C, dhe ka një rënie shumë të madhe në temperaturën 80°C. E njëjta gjë mund të thuhet për të dy fibrat në të dy distancat.

Ajo që mund të vlerësohet tjetër, është se edhe në temperaturat e larta, forca përkulëse është më e lartë në distancën e aplikimit të forcës prej 2 mm. Gjithashtu fibra B shfaq vlera më të larta të forcës në anën e mysët, edhe në temperaturat 50°C dhe 80°C, në analogji me matjet në temperaturën e dhomës. Për të dy distancat vlen i njëjti përfundim.

Për fibrat e tjera C, D, E dhe F, grafikët e mbivendosur do të përmbajnë kurbat e forcës përkulëse në tre temperature, vetëm për matjet në distancën 2 mm (Figura 7.9; 7.11; 7.13; 7.15;). Kurse në grafikët e ndërtuar për këto fibra në distancën 3 mm, do të mbivendosen vetëm dy kurba, ato të ndërtuara për testimin në 25°C dhe në 50°C. (Figura 7.10; 7.12; 7.14; 7.16).

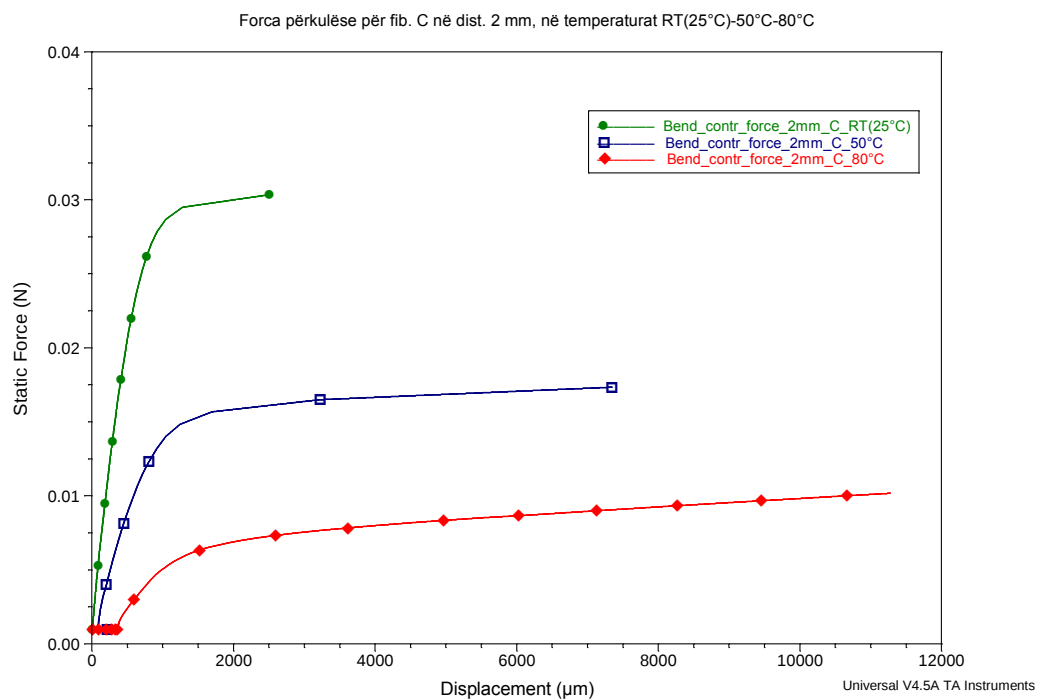


Figura 7.9. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën C në dist 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.

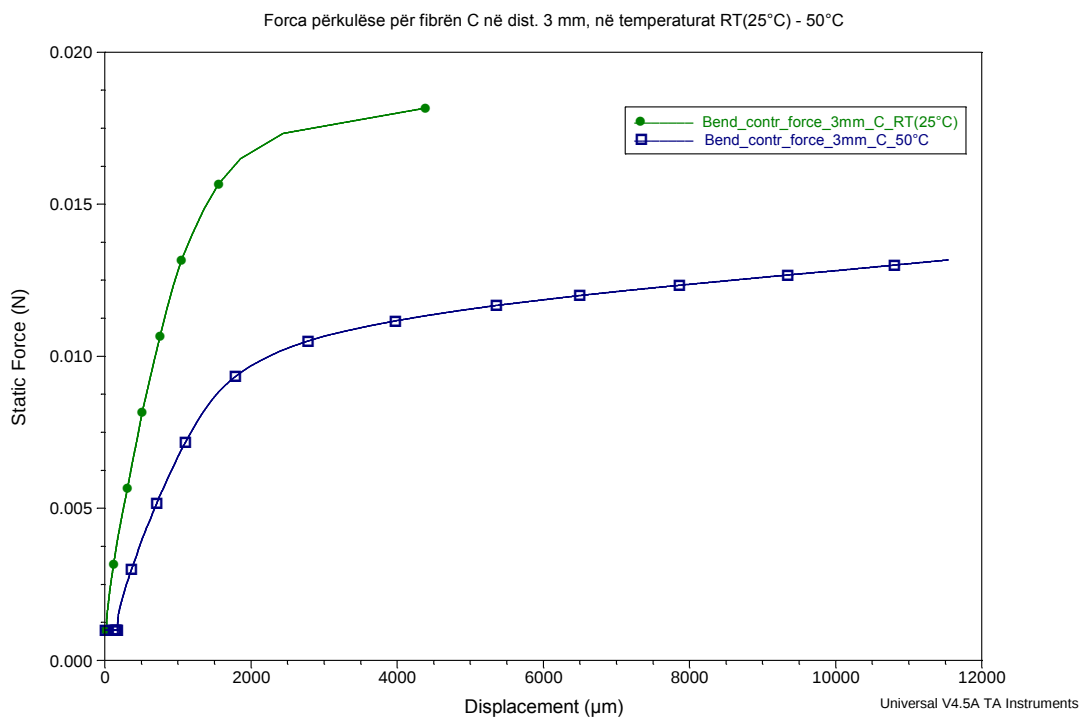


Figura 7.10. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën C në distancë 3 mm, në temp. RT - 50°C.

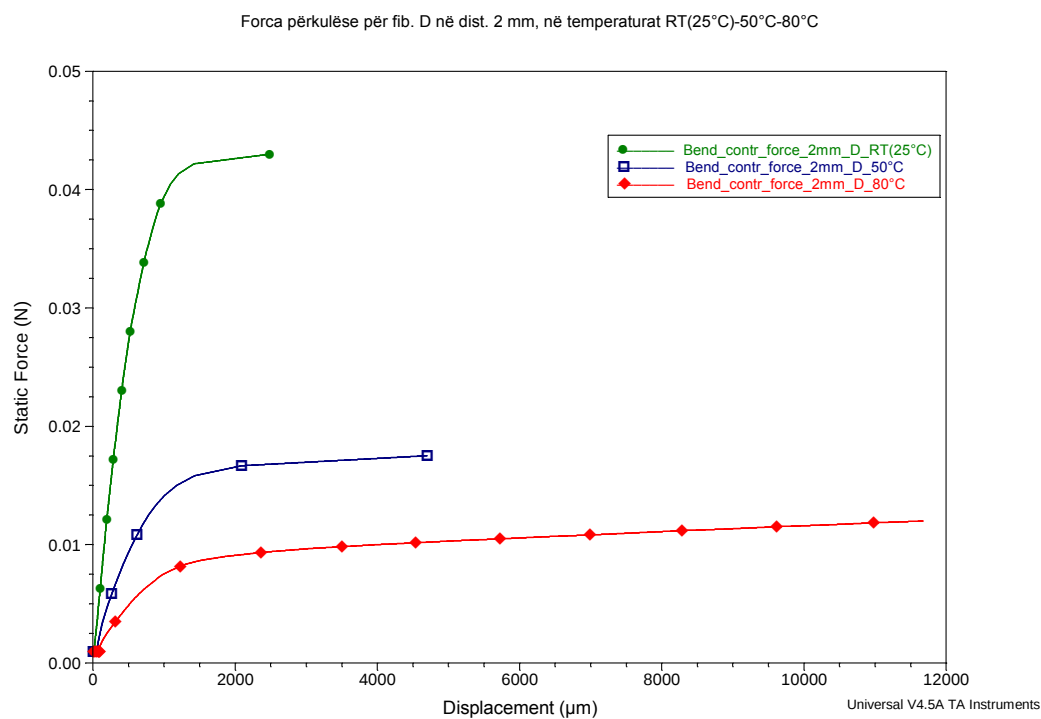


Figura 7.11. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën D në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.

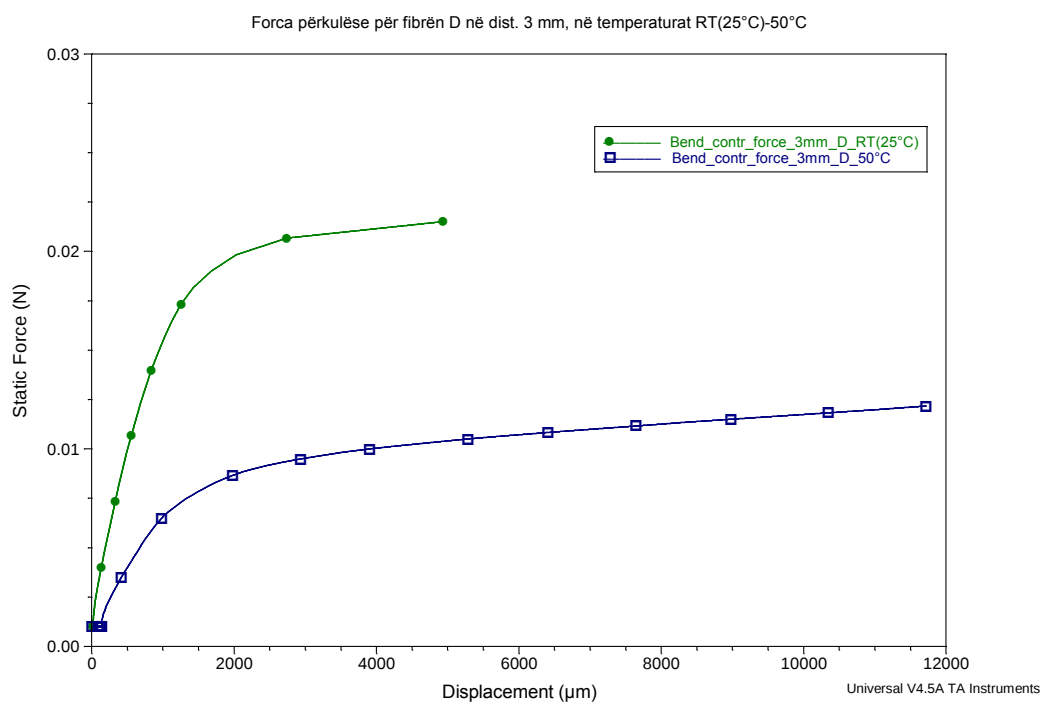


Figura 7.12. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën D në distancë 3 mm, në temp. RT - 50°C.

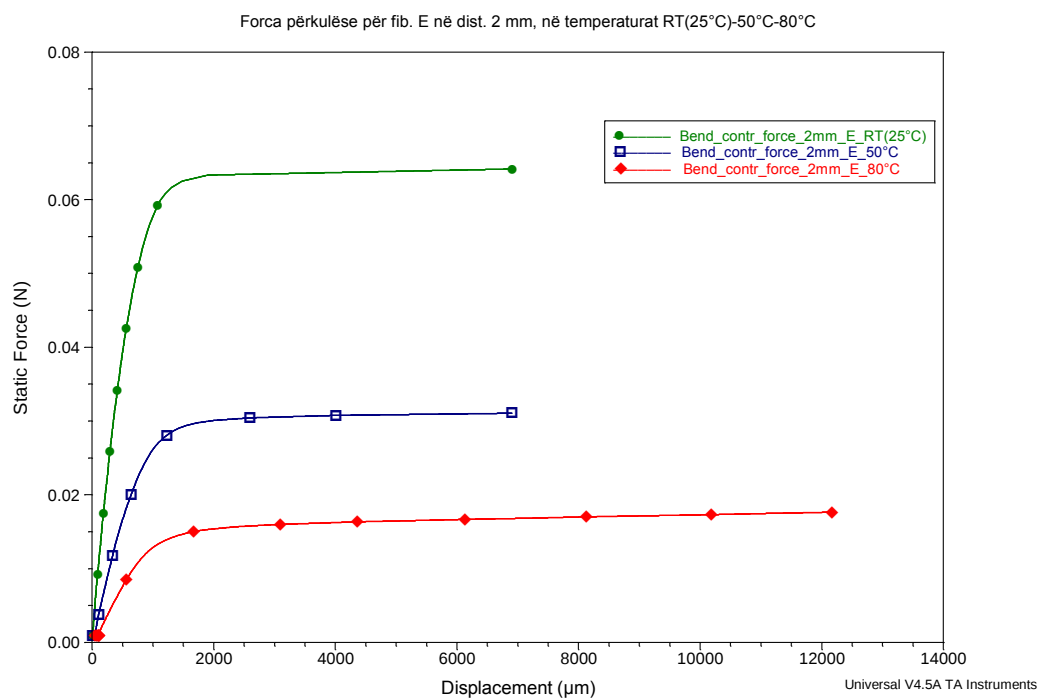


Figura 7.13. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën E në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.

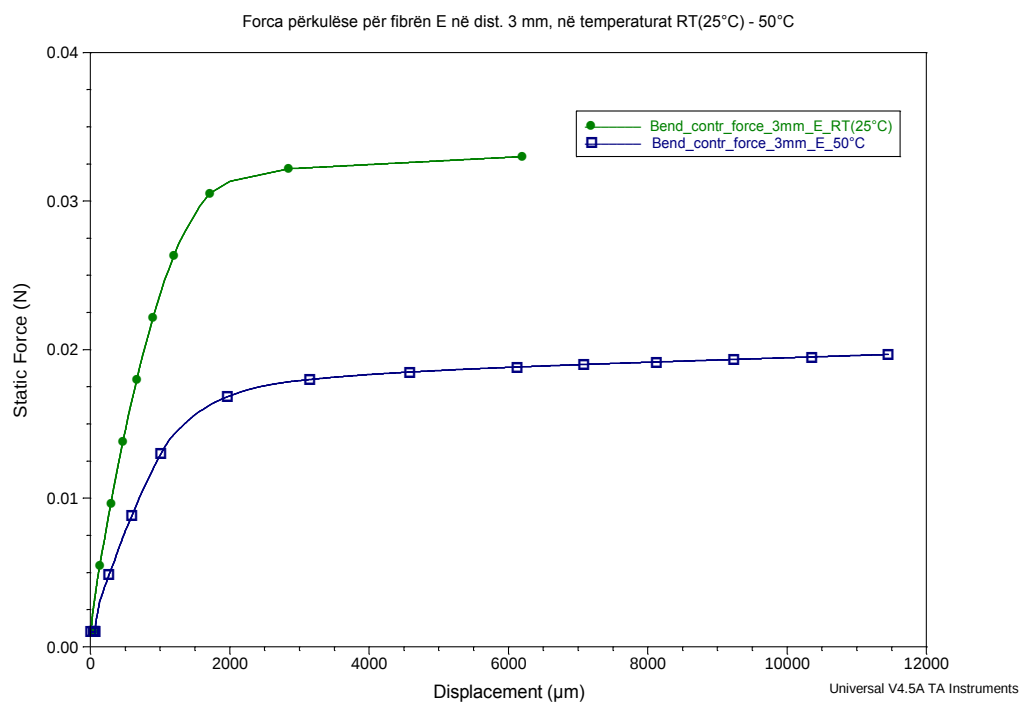


Figura 7.14. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën E në dist. 3 mm, në temp. RT - 50°C.

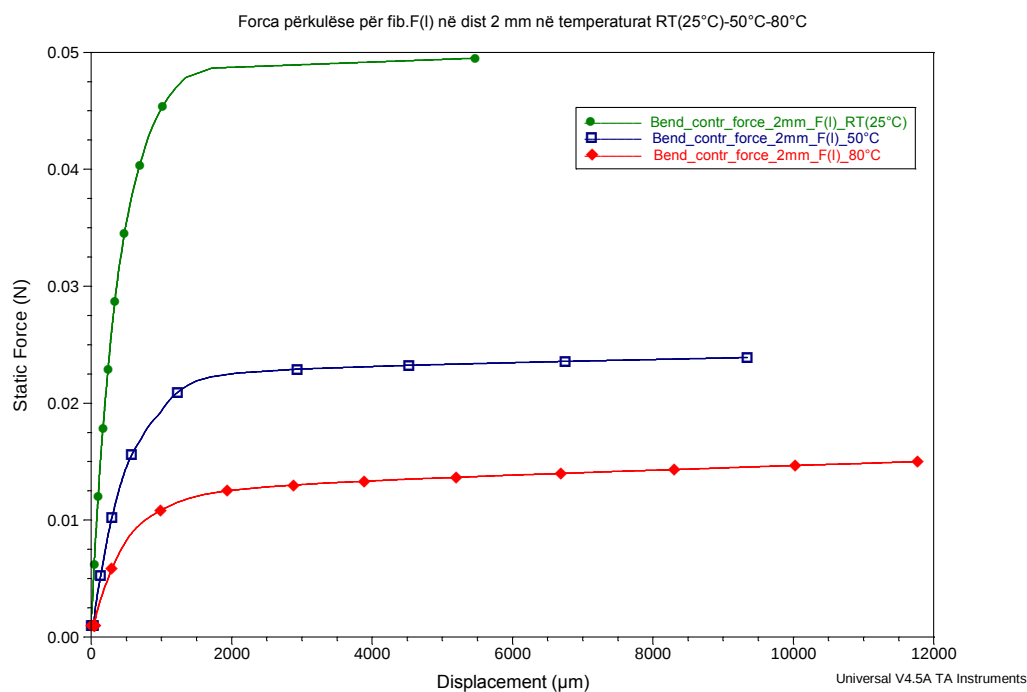


Figura 7.17. Grafiku i forcave përkulëse për fib, F(l) në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C..

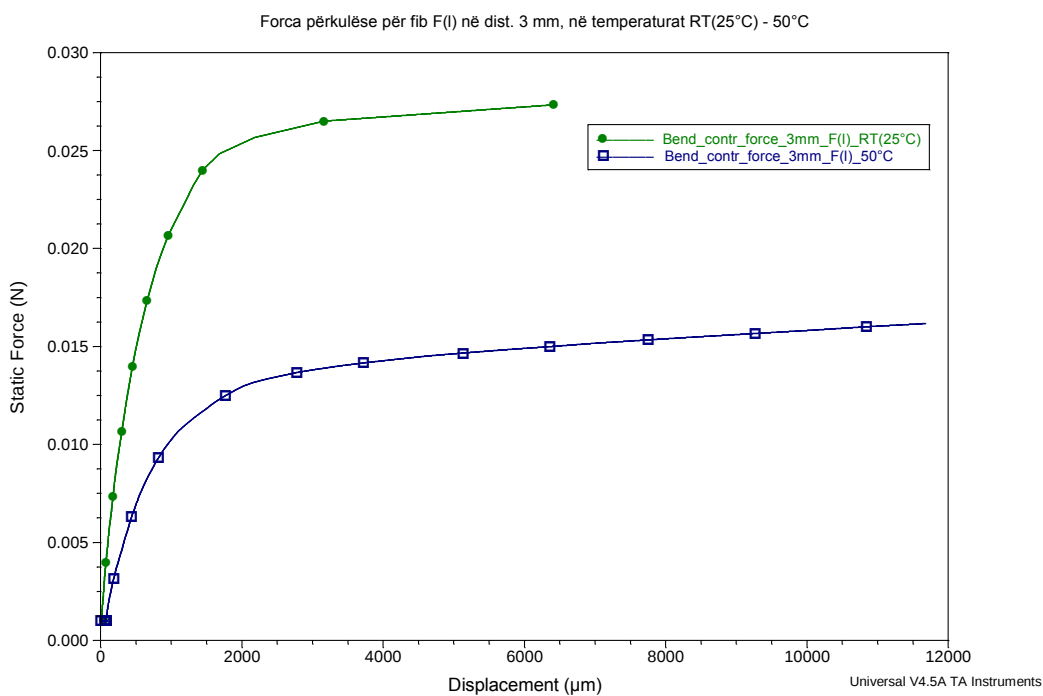


Figura 7.16. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën F(l) në distancë 3 mm, në temp. RT - 50°C.

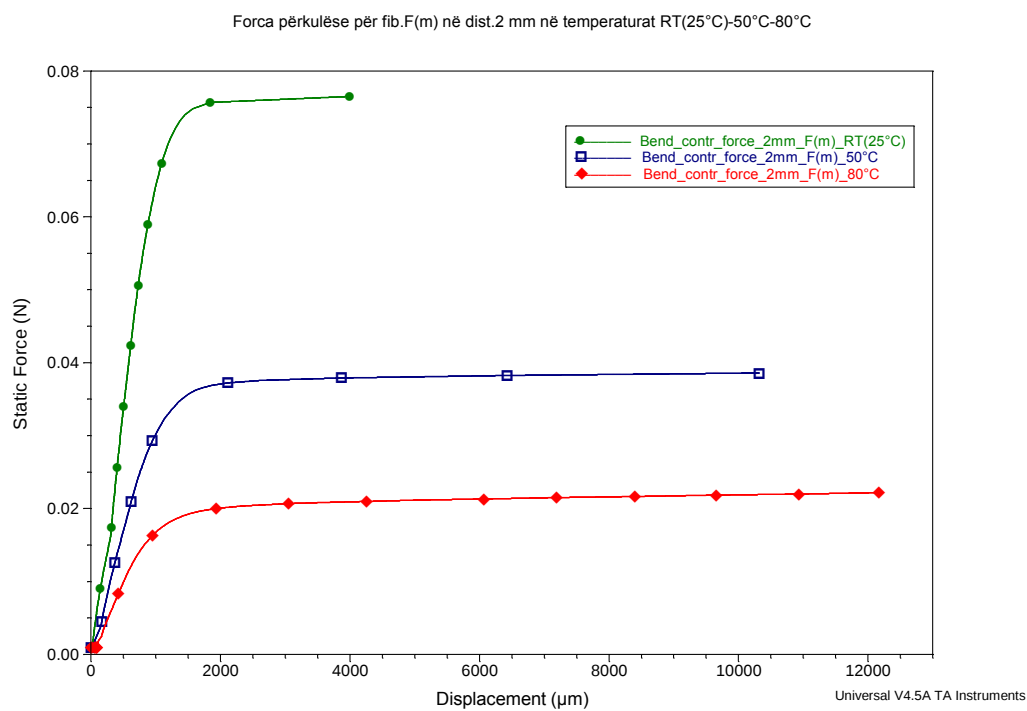


Figura 7.17. Grafiku i forcave përkulëse për fib. F(m) në dist. 2 mm, në temp. RT - 50°C - 80°C.

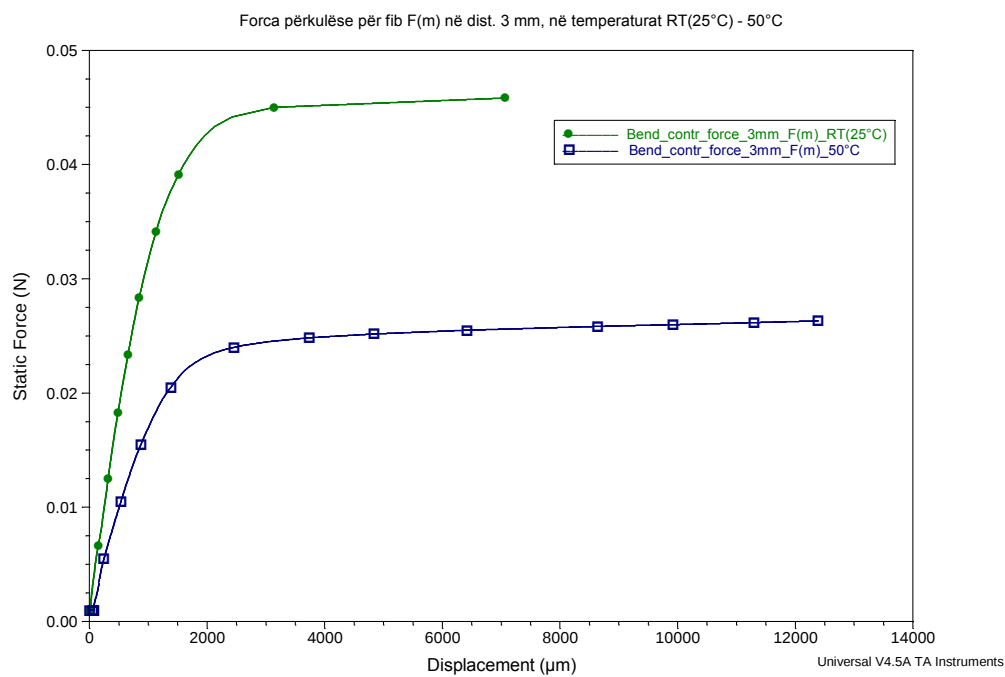


Figura 7.18. Grafiku i forcave përkulëse për fibrën F(m) në distancë 3 mm, në temp. RT - 50°C.

Edhe në grafikët e mësipërm, për fibrat C, D, E dhe F, vihet re e njëjta ligjësi e ndryshimit të forcës përkulëse, sikurse për fibrat A dhe B. Ulja e vlerave të forcës përkulëse është shumë e ndjeshme kur kalohet nga temperatura e dhomës në temperaturën 50°C.

Me aq sa mund të dallohet nga grafikët, për të gjitha fibrat, dhe për të dy distancat, vihet re një ulje e vlerës së forcës me pothuaj 50% të saj, nga vlerat e marra në temperaturën 25°C në ato të marra në temperaturën 50°C. Dhe po kështu, një ulje tjetër prej pothuaj 50%, në vlerat e forcës të matura në temperaturën 80°C krahasuar me ato të marra në temperaturën 50°C.

Edhë për fibrat C, D, E dhe F, vihet re se vlerat më të larta të forcës shfaqen në distancën 2 mm. Fibra F performon më mirë në anën e saj të mysët edhe për temperaturat 50°C dhe 80°C.

Për të bërë një krahasim më të saktë të vlerave të forcës në temperaturat e ndryshme, veprohet njësoj si në kapitullin 5. Kështu, për të gjitha fibrat gjenden vlerat e forcës në pikat kufi Onset Points 1 dhe 2. Proçedura realizohet duke ndërtuar më parë kurbat e forcës përkulëse, si më lart, për të tre përsëritjet e çdo matjeje. Më pas ndërtohen në secilën kurbë pikat kufi Onset Points 1 dhe 2, dhe gjenden vlerat e forcës në këto pika. Për çdo tre vlera gjendet mestarja e tyre. E njëjta proçedurë realizohet për çdo fibër, për çdo distancë dhe për çdo temperaturë.

Të gjitha vlerat mesatare të pikave kufi Onset Point 1 dhe 2, për të gjitha fibrat, për distancat 2mm dhe 3mm, dhe për temperaturat 25°C, 50°C dhe 80°C përmbledhen në një tabelë (Tabela 7.1).

Duke parë vlerat mund të thuhet të njëjtat konkluzione sikurse edhe nga grafikët, por me një saktësi më të madhe. Gjithashtu me të gjitha vlerat e marra të tabelës mund të ndërtohet grafiku i varësisë midis vlerave të marra në dy temperaturat, për të cilat kemi matje të plota, dhe të vihet re nëse ka ndonje korrelacion midis tyre.

Kështu, në figurën 7.19 paraqitet grafiku i varësisë së vlerave të forcës përkulëse të matura në temperaturën 25°C (X), dhe atyre të forcës përkulëse të matura në temperaturën 50°C (Y). Në grafik vendosen të gjitha vlerat e matura të forcës në pikat kufi Onset Points 1 dhe 2, në të dy distancat 2 mm dhe 3 mm. Kjo vlen për të dy temperaturat.

Nga grafiku shihet se marrdhënia midis vlerave të forcës në dy temperaturat është lineare dhe se ka një korrelacion të mirë linear midis tyre. Kjo e përforcon idenë e funksionimit të mirë të metodës së re edhe në temperatura të larta.

Tabela 7.1. Vlerat e forcës përkulëse në pikat kufi Onset Points 1 dhe 2, për dy distancat dhe tre temperaturat.

Mostra e fibrës	Pikat Kufi (Onset Points)	Forca Përkulëse (cN) për të dy distancat, në Temperaturat					
		RT (25°C)		50°C		80°C	
		2 mm	3mm	2 mm	3mm	2 mm	3mm
Fibra A	OP 1	3.361	2.272	1.944	1.119	1.178	0.61
	OP 2	4.243	3.213	2.586	1.466	1.43	0.83
Fibra B(l)	OP 1	4.669	2.759	3.055	1.636	1.571	1.057
	OP 2	6.115	3.543	4.058	2.184	2.024	1.332
Fibra B(m)	OP 1	7.433	3.465	3.919	2.268	2.083	1.448
	OP 2	8.278	4.291	5.090	2.980	2.568	1.866
Fibra C	OP 1	2.21	1.101	1.188	0.768	0.559	NA
	OP 2	2.8076	1.401	1.453	1.044	0.785	NA
Fibra D	OP 1	3.125	1.423	1.162	0.636	0.599	NA
	OP 2	3.869	1.764	1.5086	0.858	0.827	NA
Fibra E	OP 1	4.717	2.299	2.159	1.064	1.124	NA
	OP 2	6.121	2.809	2.8496	1.588	1.438	NA
Fibra F(l)	OP 1	2.835	1.672	1.39	0.863	0.836	NA
	OP 2	4.474	2.2556	1.984	1.228	1.153	NA
Fibra F(m)	OP 1	6.124	3.625	3.028	3.028	1.649	NA
	OP 2	6.69	4.168	3.517	3.518	1.904	NA

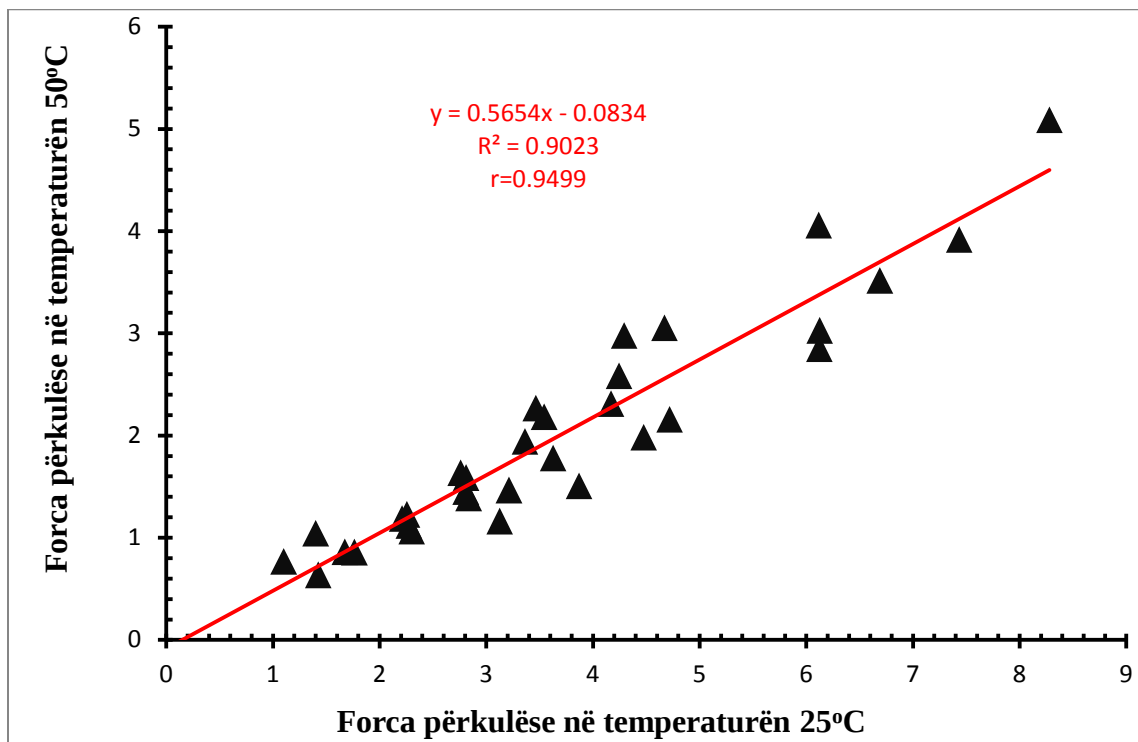


Figura 7.19 Grafiku i marrëdhënies midis vlerave të forcës përkulëse në temperaturat 25°C dhe 50°C

7.3 Përfundime

Meqenëse performanca e fibrave në temperatura të larta është shumë e rëndësishme sepse lidhet direkt me performancën e gjithë sistemit të sipërfaqes së barit artificial, në këtë kapitull u realizua testimi i fibrave në temperatura të larta.

Testimi u realizua me të njëjtat parametra si në temperaturën e ambientit, por me një ndryhim në metodën testuese. Në këtë rast shtohen dy hapa në metodë dhe përkatësisht ekuilibrimi në temperaturën e kërkuar dhe stabilizimi i fibrës në këtë temperaturë, për një kohë të caktuar. Temperatura arrihet dhe mbahet në pajisjen DMA, nëpërmjet furrës.

U përzgjedhën dy temperatura të larta testimi, 50°C dhe 80°C, për arsye të ndikimeve që këto temperatura kanë në strukturën e brendshme molekulare të fibrave, dhe për rrjedhojë edhe në vetitë e tyre. Temperatura 50 °C, është më shumë e mundshme të haset në jetën reale të fushës, prandaj është edhe më e rëndësishme.

Testimi i të gjitha fibrave u realizua në temperaturën e dhomës (Kapitulli 5), në 50 °C dhe në 80°C. Fibrat A dhe B u testuan në të tre temperaturat, në të dy distancat e aplikimit të forcës, 2

mm dhe 3 mm. kurse fibrat C, D, E dhe F u testuan në të tre temperaturat në distancën 2 mm dhe në RT dhe 50°C, në distancën 3 mm.

Më pas u ndërtuan grafikët e mbivendosur të kurbave të forcës përkulëse kundrejt zhvendosjes për çdo fibrë, për çdo distancë dhe për tre ose 2 temperatura, sipas rastit.

Me pas u gjetën vlerat mesatare të forcës në pikat kufi Onset Points 1 dhe 2, për çdp matje, dhe këto vlera u përmbledhën në një tabelë.

Nga analiza e grafikëve dhe e tabelës u vu re se fibrat e ulin ndjeshëm performancën, me rritjen e temperaturës. Kështu, vlerat e forcës ulen me pothuaj 50% në matjet në temperaturën 50°C, krahasuar me temperaturën 25°C. Gjithashtu edhe në temperaturën 80°C, vlerat e forcës reduktohen me pothuaj 50%, krahasuar me ato në temperaturën 50 °C. E njëjta ligjësi vlen për të gjitha fibrat dhe për të dy distancat.

Gjithashtu, fibra që shfaq performancën më të mirë është fibra B, e ndjekur nga fibra F dhe me pas ajo E. fibrat më performancën më të dobët janë fibrat D dhe C, me vlerat më të ulëta. Ky përfundim është në analogji të plotë me performancën e fibrave në temperaturën 25 °C, për të cilën u analizua edhe vlefshmëria e metodës.

Së fundi u ndërtua grafiku i varësisë midis vlerave të forcës përkulëse në të gjitha pikat dhe në të dy distancat në temperaturën 25°C dhe atyre në temperaturën 50°C. Nga grafiku u vu re një korrelacion i mirë linar midis vlerave të forcës në dy temperaturat, duke përforcuar idenë e vlefshmërisë së metodës së re edhe në temperature të larta.

7.4 Referenca

- [1] Maintenance: cost benefits, C. Young, Sport SURF 7th workshop, Loughborough, 2009, <http://www.sportsurf.org/workshops/7/CY.pdf>.
- [2] ASGi, Association Turf Installers, valid form webpage <http://www.asgi.us/public-library> visited 10/03/2017.
- [3] [Artificial Grass Market Study – 2007, valid from webpage http://www.asgi.us/59.htm](http://www.asgi.us/59.htm) visited 10/03/2017.
- [4] Players experiences of artificial turf, T. Joosten, ISSS Stadia turf summit, Amsterdam. (ISSS publication), 2003, <http://www.issd.de/conferences/Amsterdam2003/Joosten.pdf>.
- [5] Introduction to Physical Polymer Science, 2nd ed., L. Sperling, Academic Press, NY, 1993.
- [6] Viscoelastic Properties of Polymers, J. Ferry, John Wiley, New York, 1980.
- [7] Handbook of Polyethylene Structures, Properties and Applications, A. Peacock, NY 2000.
- [8] Dynamic Mechanical Analysis, Menard, K. P., CRC Press. Taylor & Francis Group, NW, 33487-2742, 2008.

8 KONKLUZIONE DHE REKOMANDIME

Tekstilët teknike po gjejnë përdorim gjithnjë e më të madh në fusha të ndryshme të veprimtarisë së përditshme jetësore. Kjo për shkak të vetive të tyre specifike dhe numrit në rritje të aplikimeve të tyre në fushat e ndryshme ku ato përdoren. Vetitë e këtyre tekstileve i atribuohen, në pjesën më të rëndësishme, materialit bazë, nga i cili ato përbëhen, që janë fibrat. Ato përbëjnë edhe shkakun që ndikon drejtpërdrejt në këtë interes kaq të madh për këtë degë të industrisë tekstile, duke qenë se ofrojnë avantazhin e përfshirjes së të gjithë gamës së fibrave që janë në përdorim, si dhe të mundësisë së marrjes së vetive speciale të synuara për përdorimin përfundimtar. Kjo gjë, bëhet e mundur nëpërmjet modifikimit të strukturës së brendshme të fibrave, që në etapat e para të prodhimit të tyre.

Një nga fushat e aplikimit të tekstileve teknike është ajo e sportit dhe argëtimit, dhe duke qenë se futbollit është sporti më popullor dhe me shtrirjen gjeografike më të madhe, krahasuar me sportet e tjera, pikërisht ky sport ka ngjallur edhe interesin më të madh, i fokusuar në fushat e futbollit/fushat sintetike.

Karakteristikat e performancës që shoqërojnë fushat e barit artificial varen kryesisht nga fibrat sintetike nga të cilat ato prodhohen, ku veçohet LLDPE. Fibrat dhe elementët e tjerë përbërës të fushave sintetike ndikojnë në performancën e produktit përfundimtar dhe kanë një impakt të madh në cilësinë e lojës së futbollit. Garantimi i cilësisë së sistemit të barit artificial, për të gjitha llojet e mundshme të deformimit dhe kushteve atmosferike, duhen bërë që në etapat e para të prodhimit të tij. Një nga proceset bazë të prodhimit të fushës sintetike është prodhimi i filamenteve dhe testimi i performancës së tyre.

Testimi që në fibër përbën avantazh krahasuar me testimin e gjithë sistemit, sepse mund të ndërhyhet për përmirësimin e performancës së tyre që në etapat e hershme të prodhimit, duke shmangur në këtë mënyrë kosto të tepërta në vlerë monetare dhe në kohë. Metodët egzistuese të testimit të fibrës, si për shembull Favimat R, realizojnë testimin e sjelljes në përkulje të fibrave vetëm në temperaturën e ambjentit.

Në jetën reale, fushat e futbollit janë nën ndikimin e temperaturave më të larta se ajo e kushteve laboratorike. Polimeri fibërformues për elementet e barit artificial është LLDPE, dhe duke qenë se ky polimer është shumë i ndikueshëm nga temperaturat e larta, lind nevoja e testimit të fibrave edhe në temperatura të larta.

Një metodë e re testimi u zhvillua në këtë studim, në Departamentin e Tekstilit, në Universitetin Gent, në Belgjikë. Kjo metodë konsiston në përdorimin e pajisjes DMA, e cila mundëson

testimin edhe në temperatura të larta. Pajisja u modifikua për të bërë të mundur testimin e fibrave në përkulje.

Në këtë studim u morën në shqyrtim fibra të polietilenit linear me densitet të ulët (LLDPE), nga prodhues komercial. Karakteristikat fizike dimensionale janë të rëndësishme për testimin në DMA, pasi ndikojnë në parametrat e testimit. Për këtë u përcaktua hollësia e fibrave, në terma të densitetit linear të shprehur në Tex, dhe forma e seksionit tërthor të tyre.

Nga analiza e rezultateve të vlerave të marra nga testimi me metodën egzistuese, Favimat R vlerësohet se që për të gjitha fibrat ka një ulje të ndjeshme të vlerës absolute të forcës përkulëse, nga cikli i parë në të dytin. Në ciklet e tjera të përkuljes ($3 \div 300$) nuk ka ndryshime të ndjeshme të forcës përkulëse.

Fibrat me seksion tërthor të ngjashëm performojnë në mënyrë të ngjashme. Pra forma e seksionit tërthor ka ndikim në performancën në përkulje të fibrave. Nuk mund të thuhet e njëjta gjë për ndikimin e densitetit linear. Fibrat me densitet linear shumë të ngjashëm, ose të njëjtë, nuk performojnë njësoj, por fibra me densitetin linear më të ulët, ka performancë më të ulët se të gjithë fibrat e tjera.

Pasi u testua edhe i gjithë sistemi i barit artificial me Lisport 12 metër, u konstatua se fibrat që performojnë më mirë në testimin individual, kanë të njëjtën performancë edhe në testimin e gjithë sistemit. Po kështu, edhe fibrat me performancën më të dobët kanë të njëjtën ligjësi.

Nga analiza e vlerave të forcës përkulëse të marra nga testimi i fibrave me metodën e re, në pajisjen *Dynamic Mechanical Analysis (DMA)*, u konstatuan të njëjtat ligjshmëri të ndryshimit të performancës së fibrave në përkulje, si në metodat egzistuese.

Në konsideratë u morën vlerat e forcës përkulëse në pikat kufi, në të cilat ndodh ndryshim në sjelljen e materialit, pra pikat ku deformimi është i kthyeshëm dhe i pakthyesëm, që janë cilësuar si pikat kufi (*Onset Points*) 1 dhe 2.

Një ndikim të madh në vlerat e forcës përkulëse në pikat e marra në konsideratë, ka distanca nga kapja e fibrës në nofull deri tek pika ku aplikohet forca, e cila varion nga 2 mm në 3 mm. Me rritjen e distancës së aplikimit të forcës, vlerat e forcës përkulëse reduktohen. Në rastet e fibrave të ngjashme, reduktimi është pothuaj i njëjtë, ose me të njëjtën vlerë, dhe në raste të tjera, vlera e forcës përkulëse reduktohet me pothuaj 50 % të vlerës së saj.

Një pikë e rëndësishme në këtë studim është vlefshmëria e metodës së re. Në procedurën e vlerësimit u konsiderua “qasja krahasuese” që është një nga mënyrat që përdoret për vlefshmërinë e një metode të re, e cila realizohet duke krahasuar rezultatet e marra nga kjo metodë, me ato të marra me anë të një metode tjetër testimi, tashmë të vërtetuar, e zhvilluar për të njëjtat qëllime. Në grafikët e ndërtuar, të cilët përfaqësojnë varësinë ndërmjet forcës përkulëse të matur në metodën egzistuese referencë Favimat (X) dhe forcës përkulëse të matur në metodën e re, DMA (Y), merret në konsideratë relacioni ndërmjet metodave, që jepet nga ekuacioni i

regresit linear dhe koeficienti i korrelacionit ($r = \sqrt{R^2}$). Koeficienti i korrelacionit “r”, vlerëson korrelacionin ndërmjet metodës referuese dhe metodës së re. Idealisht, “r” duhet të jetë 1.

Vija e regresit linear ka një ekuacion të formës $y = mx + b$, ku x - është variabla e pavarur dhe y - është variabla e varur. Në këtë ekuacion “m” ndikohet nga pjerrësia dhe tregon gabimin proporcional, ndërkohë që “b” përfaqëson ndërprerjen (vlerën e y kur $x = 0$) dhe tregon gabimin konstant; të dy përfaqësojnë gabimin sistematik. Për të vlerësuar vijën e regresit linear u konsiderohen pjerrësia dhe ndërprerja, ku pjerrësia “m” duhet të jetë ndërmjet 0.900 dhe 1.100, ndërkohë që ndërprerja duhet të jetë afër zeros.

Korrelacioni më i fortë dhe përputhshmëria më e mirë ndërmjet dy metodave testuese, është midis vlerave të forcës përkulëse të matur në ciklin e dytë, në metodën egzistuese dhe vlerave të forcës përkulëse në pikën kufi Onset Point 1, e aplikuar në distancën 3 mm, në metodën e re DMA. Në këtë korrelacion $r = 0.977$ ku vlera idealja është $r = 1$, $m = 1.0856$ ndërkohë që në rastin ideal “m” duhet të jete midis 0.1 dhe 1.1, dhe $b = -0.0098$ ku në rastin ideal “b” duhet të jetë sa më afër zeros.

Në raport me analizën teorike të vlefshmërisë dhe analizën e vlerave të korrelacionit të përfutuara në këtë punim, konkludojmë se metoda e zhvilluar në këtë studim është e vlefshme dhe mund të përdoret për vlerësimin e forcës përkulëse të fibrave.

Përmbushja e qëllimit të studimit u finalizua me testimin e fibrave në temperatura të larta. Ligjshmëria e sjelljes së fibrave në përkulje në këto temperatura është e njëjtë me sjelljen në temperaturën e ambientit, si dhe ka një korrelacion linear të mirë midis vlerave të forcës përkulëse në temperaturat të larta më ato në temperaturën e ambientit. Kjo përforcon idenë e vlefshmërisë së metodës së re edhe në temperature të larta.

Pra, në përfundim të studimit u arrit qëllimi për zhvillimin e një metode të re testuese, e cila vlerëson sjelljen në përkulje të fibrave edhe në temperatura të larta.

Metoda e re, e zhvilluar në këtë studim, përveç avantazhit të testimit në temperatura të larta ka edhe avantazhe të tjera, të cilat ofrohen pikërisht nga pajisja që përdoret, që është DMA. Nëpërmjet kësaj pajisjeje realizohen matje të shpejta, shumë të sakta dhe merret një informacion shumë i gjerë lidhur me materialin që testohet. Nëpërmjet saj merret informacion, jo vetëm për vetitë fiziko – mekanike të materialit, por edhe për ndryshimet morfologjike që mund të ndodhin në strukturën e brendshme të tij, nën ndikimin e faktorëve të ndryshëm, kryesisht temperaturës dhe kohës.

Gjithësesi, pamvarësisht rezultateve të marra në këtë studim një sugjerim do të ishte zgjerimi i gamës së testimeve edhe për fibra të llojeve të tjera si për shembull LDPE, HDPE, PA, PP.

Një sugjerim tjetër mund të jetë edhe shtimi i numrit të testimeve duke pasur parasysh numrin e mostrave dhe numrin e përsëritjeve për çdo testim.

Përdorimi i mënyrave të tjera testuese si për shembull, testime në lodhje në përkulje, testime të tjera të natyrës reologjike (psh. creep recovery).

Testime të më shumë se një filamenti.

Zgjerimin e gamës së temperaturave të testimit .

Testime në laboratorë të ndryshëm nga persona të ndryshëm dhe krahasim të rezultateve ndërlaboratorike.