

Svojstva materijala za izradu sportske odjeće

Zrno, Barbara

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Textile Technology / Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:599935>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-07**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Svojstva materijala za izradu sportske odjeće

Barbara Zrno

Zagreb, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

DIPLOMSKI RAD
Svojstva materijala za izradu sportske odjeće

Prof. dr. sc. Ivana Salopek Čubrić

Barbara Zrno
0117230923/TTI-PMT

Zagreb, rujan 2024.

DIPLOMSKI RAD

Kandidat: Barbara Zrno

Naslov rada: Svojstva materijala za izradu sportske odjeće

Naslov studija: Tekstilna tehnologija i inženjerstvo

Naziv smjera: Projektiranje i menadžment tekstila

Jezik teksta: hrvatski

Rad ima:

- stranica: 57
- slika: 21
- tablica: 14

Institucija u kojoj je rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet

Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

Članovi povjerenstva: Prof. dr. sc. Vesna Marija Potočić Matković, predsjednica

Prof. dr. sc. Ivana Salopek Čubrić, članica

Izv. prof. dr. sc. Goran Čubrić, član

Izv. prof. dr. sc. Anita Tarbuk, zamjenica člana

Datum predaje rada:

Datum obrane rada:

DIPLOMA THESIS

Candidate: Barbara Zrno

Title of work: Properties of materials for making sportswear

Title of study: Textile technology and engineering

Name of course: Textile design and management

Text language: Croatian

The paper has:

- **page:** 57
- **picture:** 21
- **table:** 14

Institution where the work was done: University of Zagreb Faculty of Textile
Technology

Department for textile design and management

Committee members: Prof. Ph.D. Vesna Marija Potočić Matković, president

Prof. Ph.D. Ivana Salopek Čubrić, member

Assoc. prof. Ph.D. Goran Čubrić, member

Assoc. prof. Ph.D. Anita Tarbuk, deputy member

Date of submission of work:

Date of thesis defense:

SAŽETAK

Karakteristike pletenih materijala koji se koriste za izradu sportske odjeće imaju važan utjecaj na udobnost nošenja, kao i na trajnost proizvoda. U uvodnom dijelu ovog diplomskog rada bit će dan pregled prethodnih istraživanja koja su usmjerena na materijale za izradu sportske odjeće, kao i na samu sportsku odjeću. Eksperimentalni dio rada bit će usmjeren na određivanje temeljnih karakteristika seta odabranih pletenih materijala koji se koriste za izradu sportske odjeće te ispitivanje vlačnih svojstava pletiva primjenom različitih metoda ispitivanja. U konačnici, bit će provedena rasprava dobivenih rezultata i dani zaključci o utjecaju parametara pređe i pletiva na vlačna svojstva sportskih materijala. Temeljem dobivenih mjerenja uočit će se utjecaj plošne mase i debljine pletiva, kao i razlika ponašanja pletiva namjenjenog za sportsku odjeću u suhom i mokrom stanju. Svi dobiveni podaci i mjerenja bit će statistički obrađeni kao, tablično i grafički prikazani, te tekstualno potkrijepljeni. Utjecaj promatranih svojstava sportske odjeće referiran ja na područje nogometa te pletiva pogodnih za njihovu izradu. Primarni cilj rada je prikazati i usporediti rezultate mjerenja i donijeti zaključak o boljim karakteristikama određenog pletiva koje trebaju podlijegati zahtjevima sportske odjeće.

Ključne riječi: nogomet, materijal, pređa, pletivo, svojstvo

ABSTRACT

The characteristics of the knitted materials used to make sportswear have an important influence on the comfort of wearing, as well as on the durability of the product. An overview of previous researches will be given in the introductory part of this thesis, focused on materials for making sportswear, as well as on sportswear itself. The experimental part of the work will be focused on determining the basic characteristics of a set of selected knitted materials used for the production of sportswear and testing the tensile properties of knitwear using different test methods. Finally, the obtained results will be discussed and conclusions will be drawn about the influence of yarn and knitting parameters on the tensile properties of sports materials. condition. All obtained data and measurements will be statistically processed, presented in tables and graphics, and supported by text. The influence of the observed properties of sports clothing referred to the field of football and the fabrics suitable for their production. The primary goal of the work is to present and compare the results of the measurements and reach a conclusion about the better characteristics of a particular knit that should be subject to the requirements of sportswear.

Keywords: football, material, yarn, knitted fabric, property

Financiranje

Rad studentice Barbare Zrno financirala je Hrvatska zaklada za znanost projektom HRZZ IP-2020-02-5041 Tekstilni materijali za povećanu udobnost u sportu voditeljice prof. dr. sc. Ivane Salopek Čubrić.



Sadržaj:

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. Povijest materijala za nogometne majice	2
2.1.1. Poliester.....	3
2.1.2. Poliamid.....	4
2.1.3. Elastomerna vlakna	5
2.2. TEHNOLOGIJA IZRADE NOGOMETNIH MAJICA	6
2.3. KARAKTERISTIKE SPORTSKE ODJEĆE	7
2.4. KOJI JE NAJBOLJI MATERIJAL ZA NOGOMETNI DRES?.....	9
2.4.1. Razumijevanje potreba nogometaša	9
2.4.2. Tradicionalni materijali za nogometne dresove.....	9
2.4.3. Uspon performansi pletiva.....	9
2.4.4. Najbolji materijal za nogometni dres	10
2.4.5. Zaštita od vremenskih nepogoda	10
2.4.6. Cijena.....	10
2.5. Vrste materijala.....	11
2.5.1. Materijal koja upija vlagu	11
2.5.2. Prozračni materijali	12
2.5.3. Izdržljivi materijali	12
2.5.4. Rastezljivi i fleksibilni materijali	13
2.6. RAZVOJ NOGOMETNOG DRESA KROZ POVIJEST	14
2.7. KARAKTERISTIKE HRVATSKOG DRESA	16
2.8. EKOLOŠKA ODRŽIVOST	16
3. EKSPERIMENTALNI DIO	17
3.1. Materijali	17
3.1.1. Temeljni prepleti	18
3.2. Metode ispitivanja pletiva.....	22
3.2.1. Plošna masa pletiva.....	22
3.2.2. Debljina pletiva.....	24
3.2.3. Određivanje prekidne sile i prekidnog istezanja pletiva	25
4. REZULTATI I RASPRAVA	27

4.1 Rezultati ispitivanja plošne mase pletiva	27
4.2 Rezultati ispitivanja debljine pletiva	29
4.3 Rezultati ispitivanja vlačnih svojstava pletiva	32
5. ZAKLJUČAK.....	55
6. LITERATURA.....	56

1. UVOD

Pletiva predstavljaju jednu od najznačajnijih struktura tekstilnih plošnih proizvoda. Zbog svojih iznimnih svojstava karakteriziranih visokom udobnošću pri nošenju, postaju omiljena odjeća posebice sportaša. Pogodna su za široku primjenu, mogu se rastezati po duljini i širini nakon čega se vraćaju u svoj prvobitni položaj, a dodatno svojstvo elastičnosti dovodi do prijanjanja odjeće uz tijelo.

Razvojem sporta javlja se i povećana potreba za sportskom odjećom. Proučavanjem ljudskog tijela istražuju se, a potom i stvaraju poboljšane preformanse pređe, ali u konačnici i cjelokupne sportske odjeće. Neprestano se teži uklopiti dizajn, koji danas ima velik utjecaj na društvo, s osnovnim karakteristikama pletiva poput izdržljivosti, udobnosti, sposobnosti apsorpcije vlage (znoja) i sl. Sportska odjeća uglavnom se proizvodi od sintetskih vlakana, i dalje su ponajviše zastupljena ona od poliester (PES) ali primjenjuju se i druga vlakna poput elastana (EL) i poliamida (PA). Takva vlakna pružaju niz mehaničkih svojstava poput apsorpcije vlage, jačine materijala, visokog stupnja istežljivosti i elastičnosti, ugodnosti, otpor gužvanju i dr. Tijekom vanjske aktivnosti odjeća bi trebala nositelja zaštititi i od vanjskih utjecaja poput sunca, kiše, vjetra, snijega o čemu je bitno razmišljati ovisno za koju sportsku aktivnost se odjeća proizvodi.

Sportske aktivnosti, a tako i sportska odjeća dobivaju na sve većoj važnosti, posebice kako bi se zadovoljili kriteriji sportaša što se postiže napretkom tehnologija i neprestanim proučavanjem svojstava pređa kojim bi se unaprijedila svojstva pletiva. Budući da je važno da se svaki sportaš, u ovom slučaju nogometaš nesmetano kreće po terenu potrebno je osigurati maksimalnu udobnost dresa. Sve više počinju se primjenjivati i pametna tehnologija koja prati pokrete i naprezanja sportaša čime prenosi signale i daje povratnu informaciju u pogledu prilagodbe treninga prema pojednom igraču.

U ovom radu provedene su tri metode ispitivanja pletiva, a to su određivanje plošne mase pletiva, debljine pletiva i vlačnih svojstava pletiva. Temeljem tih svojstava uspoređivano je pet uzoraka i odabir onog najprikladnijeg za izradu sportske odjeće.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Povijest materijala za nogometne majice

Materijali namijenjeni za nogometne majice razvijali su se uz samu igru kroz dugu povijest. Započelo je s jednostavnim pamučnim materijalima i nastavilo s visokotehnološkim sintetskim materijalima. Značajne promjene u materijalima korištenim za nogometne majice rezultat su dugogodišnjih ispitivanja i istraživanja [1].

Od ranih dana nogometa korišteni su voluminozni vuneni dresovi koji su sami po sebi bili glomazni, skloni skupljanju i gubitku oblika nakon pranja. Budući da su u to vrijeme postojala ograničenja kako tehnološka tako i u smanjenoj mogućnosti istraživanja oko pronalaska pogodnog materijala zbog kojeg razloga je vuna imala široku primjenu [1].

Odmakom vremena, razvojem igre i profesionalnosti nogometa postalo je jasno da je za nogometne majice potreban lagani i izdržljiviji materijal. Nakon te spoznaje, dvadesetih godina prošlog stoljeća prelazi se na pamuk koji je vrlo prozračan i koji upija znoj. Međutim uočeni su i nedostaci pamuka kao takvog u pogledu skupljanja i blijedenja nakon višestrukih pranja [1].

Četrdesetih i pedesetih godina prošlog stoljeća u dizajn nogometnih košulja počela su se primjenjivati sintetska vlakna poput akrila i poliamida. Takva vlakna pokazala su se otpornija na izdržljivost tijekom tjelesne aktivnosti čime su i dalje zadržavala svoj oblik. U odnosu na pamučna vlakna bila su mnogo čvršća, pružila su bolja svojstva što se tiče propuštanja vlage, i time održavajući igrače suhima tijekom igre [1].

Od 1970-ih godina, poliesterski materijali, zavaljujući svojoj trajnosti i svojstvu brzog sušenja, postali su jedan od vodećih materijala za nogometne majice i idealan izbor za nogometne momčadi diljem svijeta [1].

Napretkom tehnologija, krajem 20. stoljeća uvode se nova vlakna poput elastanskih. Njihova svojstva pružala su dodatnu elastičnost, a time i veću pokretljivost i udobnost nošenja kod igrača [1].

U posljednja dva desetljeća tehnologije uvelike napreduju što je rezultiralo značajnim napretkom i postizanjem željenih preformansi sportske odjeće. Osnovne karakteristike takve odjeće podrazumijevaju dobra taktilna svojstva, rastezljivost, toplinsku izolaciju, brzu apsorpciju tekućine, sposobnost isparavanja vode. Pritom odjeća (dres) ostane suha, osigura se prijenos znoja s kože na vanjsku površinu i zatim se isti brzo raspršiti. Danas su komercijalno dostupna pletiva koja su naslojena, a ujedno i estetski atraktivna, prozračna, ali i definirana sa željenim karakteristikama protiv vanjskih elemenata [2].

Danas su nogometne majice dizajnirane na način da bi zadovoljile osnovne zahtjeve sporta, što je ključno u materijalu izrade od kojeg su dresovi napravljeni. U nastavku poglavlja opisani su najčešći materijali koji se koriste u izradi sportske odjeće.

2.1.1. Poliester

Poliesterska vlakna (PES) imaju izvrsna mehanička svojstva, zbog čega imaju područje široke primjene. To su čvrsta vlakna kod kojih se čvrstoća gotovo ne smanjuje niti u mokrom stanju. U odnosu na druga umjetna vlakna PES vlakna su kruta, otpornija na svijanje, imaju slabu sklonost gužvanju te zadržavaju svoj oblik tijekom uporabe. Takva vlakna vrlo slabo upijaju vlagu i zadržavaju vodu što omogućuje lako pranje takvog proizvoda i brzo sušenje. Zbog male reprize (upijanja vlage) mehanička svojstva se također gotovo ne mijenjaju u mokrom stanju. Poliesterska vlakna vrlo su otporna na električnu vodljivost kao i na toplinu. Jedan od glavnih nedostataka je slaba adsorptivnost vlage. Ciljanim modificiranjem svi nedostaci poliesterskih vlakana mogu se ukloniti, pa je danas moguće proizvoditi cijeli niz različitih tipova vlakana poboljšanih svojstava [3].

Poliesterska vlakna od poli(etilen-tereftalata) (PET) spadaju u najvažniji tip poliesterskih vlakana. Takva vlakna imaju vrlo široku primjenu, vrlo često koriste se u mješavini s drugim prirodnim ili umjetnim vlaknima. U mješavini sa poliesterom, prirodnim i umjetnim celuloznim vlaknima dolazi do povećanja otpornosti na gužvanje, postiže lakše održavanje i njega pri čemu ostaje prihvatljiva apsorptivnost vlage, te stvaranju ugodnog opipa [3].



Slika 2.1.1.. Poliesterski materijal [4]

2.1.2. Poliamid

Poliamidna vlakna (PA) karakterizira i trgovački naziv Naylor, a vrlo su značajna u proizvodnji. Poliamidna vlakna odlikuju se izvrsnim mehaničkim svojstvima, a poliamidi koji imaju najveću primjenu i komercijalno značenje su PA 6 i PA 6.6 [3].

PA 6.6 karakterizira ga visoki stupanj elastičnosti i otpor na savijanje zbog čega se materijali izrađeni od takvih vlakana gotovo ne gužvaju. Čvrstoća vlakana u mokrom stanju smanjuje se za oko 5 do 10%, dok se prekidno produljenje povećava za 5 do 25%. Vlakna se mogu teksturirati termo-mehaničkim postupcima i oblikovati u željeni oblik proizvoda. Stoga se poliamidna vlakna pretežito proizvode kao vrlo rastezljiva i elastična teksturirana pređa, zbog čega se i primjenjuje za sportsku odjeću. Za razliku od PES vlakana, poliamidna vlakna imaju puno bolju sposobnost upijanja vlage, no udobnost koju takva vlakna pružaju nije dostatna. Danas kao također i PES vlakna tako i PA vlakna podliježu postupcima modificiranja, odnosno poboljšanja svojstava kao primjerice poboljšanje termofiziološke udobnosti, poboljšanje estetskih karakteristika i sl. [3].



Slika 2.1.2.. Poliamidni materijal [5]

2.1.3. Elastomerna vlakna

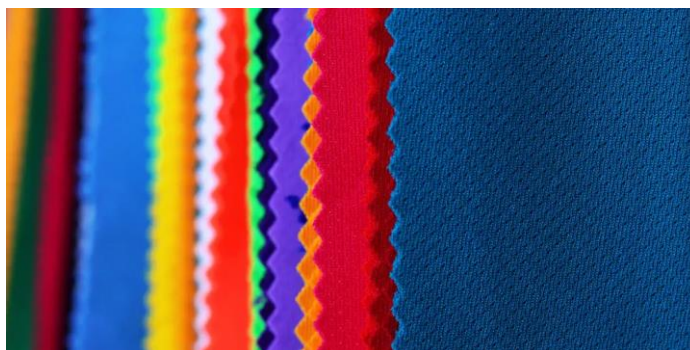
Elastomerna vlakna označavaju vrlo rastezljiva vlakna, veoma velike sposobnosti elastičnog oporavka u prvobitno stanje nakon rastezanja. Posebice su pogodna za sportsku odjeću jer već s vrlo malim u mješavini s drugim vlaknima pružit će materijalu visoki stupanj elastičnosti i udobnosti. Najznačajniji predstavnici elastomernih vlakana su elastanska i elastodienska [3].

Elastanska vlakna (EL)

Budući da elastanska vlakna spadaju u skupinu elastomernih vlakana također i ona imaju svojstva izvrsne rastezljivosti i elastičnosti zbog čega se mogu rastezati na trostruku duljinu, a da pritom prestankom djelovanja sile rastezanje materijal se u potpunosti mora vratiti na početnu duljinu, odnosno elastičnost oporavka da bude potpun 100%. Danas je primjena elastana vrlo prisutna, te već malim udjelom elastana u odjevnim predmetima jer pridonose elastičnosti i stabilnosti oblika odjevnog predmeta tijekom nošenja. Elastanska vlakna poznata su i pod jednim od najpoznatijih trgovačkih naziva Lycra, i Spandex. Za postizanje karakteristične elastične rastezljivosti vrlo su bitni kruti i meki segmenti koji tvore elastansko vlakno. Upravo zbog prisustva mekih segmenata omogućena je elastičnost, dok kruti segmenti dovode do povratka u prvobitno stanje, tj. prestanka razvlačenja. Neke od prednosti takvih vlakana su otpornost na znoj, masnoće, Sunčevo svjetlo, toplinu, mogu se dobro održavati pranjem, vrlo su lagana, u standardnoj atmosferi upiju 1,0 do 1,3% vlage, imaju malu čvrstoću, no taj nedostatak nadoknađuju velikom elastičnošću i velikim prekidnim istezanjem. Imaju vrlo široko područje primjene te udio elastanskih vlakana u proizvodima u pravilu relativno je mali, jer je dovoljno da osigura prijanjanje odjevnog predmeta uz tijelo i trajno zadrži takav oblik. Omogućuju veliku udobnost i laku pokretljivost prilikom izvođenja tjelesnih aktivnosti [3].

Elastodienska vlakna (ED)

Prema ISO 2076 [6] od elastodienskih vlakana također se zahtijeva velika rastezljivost i potpuni elastični oporavak nakon istezanja 300%. Slična su gumenim vlaknima, imaju gumasti izgled i mastan opip, slabo postojana na Sunčevo svjetlo čime vremenom postaju slaba i krta. Upotrebljavaju se u iste svrhe kao i elastomerna vlakna, no zbog svojih izraženih boljih svojstava sve više izbacuju elastanska vlakna [3].



Slika 2.1.5 Materijal s elastanskim vlaknima [8]

2.2 TEHNOLOGIJA IZRADE NOGOMETNIH MAJICA

Tehnologija izrade nogometnih majica uvelike je napredovala posljednjih godina. Kako je praćenje sportaša postalo vrlo uobičajeno u nogometu, neke majice sada imaju džepove za kardio monitore ili GPS uređaje za praćenje. Takvi uređaji omogućuju trenerima da prate kondiciju igrača i cjelokupnu izvedbu, potencijalno smanjujući rizik od ozljeda, te da u skladu s tim prilagode režime treninga. Ostala poboljšanja uključuju korištenje antimikrobnih materijala za sprječavanje mirisa, kao i integriranu kompresiju za poboljšanje protoka krvi i smanjenje umora mišića. U međuvremenu, pripijene majice izrađene od hidrofobnog materijala vrlo su učinkovite u uklanjanju znoja s tijela, održavajući igrača suhim. Proizvođači također koriste reciklirane materijale za izradu održivih nogometnih majica, što je trend za koji se očekuje da će se nastaviti i u budućnosti [7].

Takva razmišljanja potaknula su i australski istraživački tim koji je razvio uređaj pogodan za nogomet i druge sportske treninge kako bi se izbjegle moguće ozlijede primjerice za vrijeme naglog usporavanja, brze promjene smjera ili naglog doskoka. Intelligent Knee Sleeve sastoji se od jednostavnog elastičnog rukava, koji sadrži jednokratni senzor, a postavlja se preko čašice koljena. Senzor je osmišljen kao mjerač naprezanja, rasteže se u trenutku kada nositelj savije koljeno, a električni otpor unutar senzora se smanjuje [2].

Senzori kao već uobičajni dijelovi sportske odjeće moraju biti bezopasni i postavljeni u pletivo kako ne bi utjecali i odvratili pozornost nositelja od aktivnosti. Piezoelektrična vlakna označavaju vlakna koja stvaraju električni potencijal kada su pod naprezanjem, te upravo takva vlakna smatraju se pogodnima za umetanje u sportske majice čime ukazuju na indikaciju brzine disanja. Prirodna vlakna poput svile donekle mogu pokazati takve rezultate, ali sintetički polimeri poput polipropilen (PP), polivinilden fluorid (PVDF) i polietilen (PET) mogu se prikazati u obliku svojstava koje imaju piezoelektrična vlakna [8].

2.3 KARAKTERISTIKE SPORTSKE ODJEĆE

U nastavku su opisane glavne karakteristike koje bi trebali zadovoljiti materijali za izradu sportske odjeće.

Dizajn- osim sportske funkcije, sva sportska odjeća, u ovom slučaju nogometni dres ujedno predstavlja i modni izraz, posebice danas u doba brendiranja i predstavljanja određenog kluba. Vođeni time proizvođači se trude uskladiti svrhu materijala sa estetskim izgledom dresa [8].

Udobnost-prilikom izvršavanja određenih sportskih aktivnosti zadnja stvar koju sportaš želi je neudobna odjeća koja odvlači pažnju i stvara nelagodu. Pri tome bitno je da su takvi odjevni predmeti mekani, ali i podatni, kao i otporni na istezanje i ničime ne ometaju kako bi se imala potpuna pokretljivost u izvođenje aktivnosti [8].

Masa i otpornost na djelovanje sila-tijekom vježbanja i sportskih aktivnosti odjeća je pod određenim silama i opterećenjima zbog čega je potrebno da je izrađena od čvršćih vlakana. Masa odjeće također ima utjecaj u izvedbi aktivnosti jer dodatna težina oduzima energiju, kao i što utječe na pogoršavanje rezultata i izvedbe [8].

Regulacija vlage-vrlo je bitno da funkcionalna sportska odjeća bude prozirna kako bi prenosila vlagu kao što je znoj s tijela na vanjski sloj materijala. Primjerice ako odjeća to ne čini utjecaj će da nositelju postane prevruće ili prehladno, čime se mogu uzrokovati ozlijede poput grčeva i istegnuća mišića [8].

Kao što je spomenuto postoji mnogo parametara koji utječu na konačni proizvod, pa tako svaki proizvođač pokušava ujediniti sve i postići željeni učinak. Zahtjevi dizajna sportske odjeće za određenim performansama potaknuli su dizajnere na osmišljavanje estetski ugodne kao i ergonomski održive asortimane koji ujedinjaju dizajn, funkcionalnost sa komponentama „pametnog“ materijala. Vodeći dizajneri ugrađuju mikrovlakna, prozračnija pletiva, rastezljivija vlakna što ujedinjaju zajedno u cjelokupni proizvod. Jedan od glavnih sinonima sportske odjeće je karakteristika udobnosti. U aktivnoj odjeći za vanjsku upotrebu, u ovom slučaju za nogometne dresove, odjeća bi trebala imati sposobnost i zaštititi nositelja od nekih vanjskih utjecaja kao što je primjerice sunce, kiša, vjetar, ali i takvo pletivo trebalo bi osigurati i održavanje toplinske ravnoteže između viška topline koju nositelj proizvede tijekom aktivnosti i odjeće čija bi uloga bila raspršivanje iste te topline kao i znoja [2].

Razvojem tehnologija postigle su se i željene karakteristike za dobivanje zadovoljavajućeg pletiva. Svojstva koja su poželjna da sportski predmet sadržava su rastezljivost, brza apsorpcija tekućine, sposobnost isparavanje vode, upravljanje vlagom koja je izravno povezana s udobnošću i prijenos znoja s kože na vanjsku površinu i brzo raspršivanje. Komercijalno su dostupna visoko funkcionalna presvučena i laminirana pletiva koja sadržavaju željene karakteristike protiv vanjskih elemenata i koja su dizajnirana upotrebom mikroporoznih ili hidrofilnih membrana kojim se vrši prijenos vodene pare [2].

2.4 KOJI JE NAJBOLJI MATERIJAL ZA NOGOMETNI DRES?

Kada je riječ o izboru najboljeg materijala za izradu nogometnog dresa, važno je uzeti u obzir nekoliko čimbenika. Od izdržljivosti do udobnosti materijala od kojeg se izrađuje, jer upravo karakteristike materijala uvelike mogu utjecati na sami učinak igrača na terenu [9].

2.4.1. Razumijevanje potreba nogometaša

Prije samog odabira prikladnog pletiva za izradu nogometnog dresa, najvažnije je razumjeti specifične potrebe nogometaša. Nogomet je okarakteriziran kao sport visokog inteziteta koji od igrača zahtijeva brzo kretanje i ulaganje puno energije. Temeljem toga zahtjevi dresa podrazumijevaju da on bude prozračan, lagan, i sposoban odvoditi vlagu kako bi igrači ostali hladni i suhi za vrijeme cijele nogometne utakmice. Istodobno dresovi moraju biti izdržljivi kako bi podnijeli sva naprezanja i fizičke zahtjeve sporta [9].

2.4.2. Tradicionalni materijali za nogometne dresove

Kroz samu povijest dresovi su se najčešće izrađivali od materijala kao što su pamuk, poliester i poliamid. Iako su takvi materijali izdržljivi i relativno jeftini imaju i svoje nedostatke potrebne za moderne dresove kao što primjerice pamuk može upiti znoj, no time postaje teži i neudobniji za nošenje. Poliester i poliamid više upijaju vlagu, ali isto tako mogu biti manje prozračni i mogu zadržati toplinu što u konačnici dovodi do nelagode tijekom kretanja igrača [9].

2.4.3. Uspon performansi pletiva

Praćenjem zahtijeva i potreba igrača sve više je postala popularna uporaba visokokvalitetnih pletiva u sportskoj odjeći. Temeljem tih zahtijeva došlo je do poboljšanja i dovođenja ravnoteže između upijanja vlage, prozračnosti i izdržljivosti, što ih čini idealnim za izradu nogometnih dresova [9].

2.4.4. Najbolji materijal za nogometni dres

Nakon opsežnog istraživanja i testiranja, tvrtka Healy utvrdila je da su materijali izrađeni iz mješavine poliesterskih i elastanskih pređa najbolji za nogometni dres. Naime, dodavanje elastanske pređe pruža rastezljiv i prijanjajući osjećaj, pritom i neograničeno kretanje na terenu. S druge strane korištenje poliesterske pređe omogućava izdržljivost i optimalna svojstva upijanja vlage. Mješavina takvih vlakana predstavlja savršenu kombinaciju upijanja vlage, prozračnosti i fleksibilnosti što ju karakterizira kao idealan izbor nogometaša [9].

2.4.5. Zaštita od vremenskih nepogoda

Ovisno o kojem se geografskom području radi, za neke je vrlo važna zaštita od vremenskih uvjeta što može biti opasno za igrače. Postali su dostupni i materijali koji su vodootporni i otporni na vjetar i tako pružaju određenu zaštitu igraču tijekom trčanja na terenu [8].

2.4.6. Cijena

Isto tako vrlo važan čimbenik je i cijena pletiva. Ako određeno pletivo ima višu cijenu od konkurenata, trebalo bi značiti da sadrži bolje performanse ili ima prodajnu prednost koja ga čini privlačnijim za izradu sportske odjeće [8].

Također postoje brojni unutarnji i vanjski čimbenici koji utječu na održivost pletiva. Neki od unutarnjih čimbenika uključuju vrstu, kvalitetu, finoću, debljinu, strukturu i posebnu funkcionalnost pređe. Istaknuto je kako su pletiva od mješavine vune manje udobna za razliku od onih izrađenih od sintetskih mikrovlakana, koja posebice imaju izvrsna svojstva prijenosa vlage, upijanja i dimenzijske stabilnosti. Povećanjem finoće pređe, povećava se i krutost samog pletiva. Međutim pletiva koja sadrže bambusovu pređu imaju nisku toplinsku vodljivost, dok propusnost zraka se pokazala puno bolja u odnosu na pamučna vlakna. Pritom se može zaključiti da struktura pletiva ujedno utječe i na njegovu izvedbu, posebice u smislu poveznice udobnosti s vlagom ili toplinom [8].

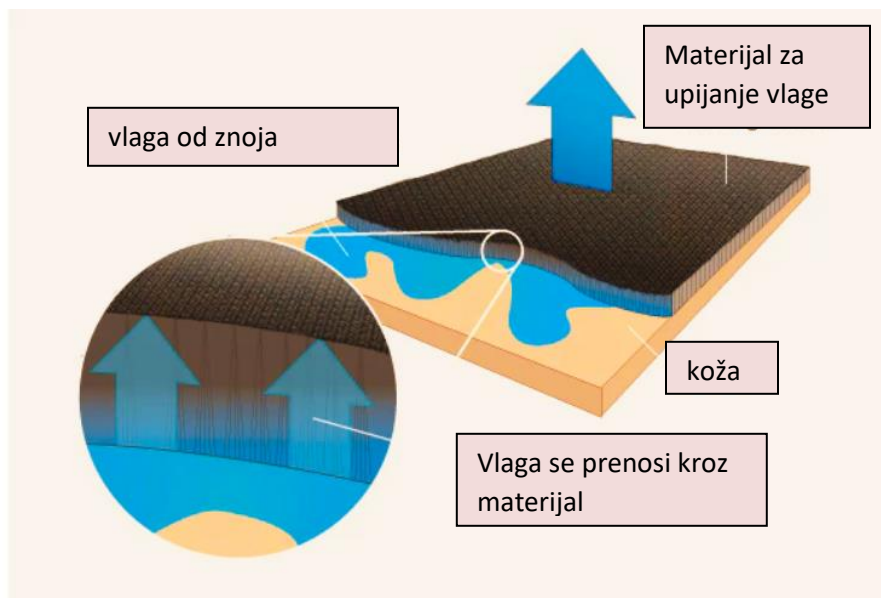
Što se tiče vanjskih čimbenika oni uključuju izloženost konstantnoj sunčevoj svjetlosti, jakim hladnim uvjetima i mjerenja svojstava i utjecaja pletiva u mokrom i suhom stanju što je obrađeno i ispitano u ovom radu. Najvažnije od svega je uzeti u obzir učinak interakcije ljudskog tijela i pletiva. Pokazalo se kako sportska odjeća treba imati mogućnost apsorpcije znoja, odvod vlage s kože, spriječiti prekomjerni gubitak tjelesne topline, osigurati optimalnu mikroklimu između kože i odjeće te pružiti udobnost nositelju [8].

2.5 Vrste materijala

2.5.1. Materijal koja upija vlagu

Ovi materijali dizajnirani su za brzo odvođenje znoja s tijela, omogućujući mu što brže isparavanje. Tehnologija upijanja vlage osim što doprinosi da sportaši ostanu suhi i pruži im udobnost, već ujedno i onemogućava razmnožavanje bakterija i mirisa te pomaže u regulaciji njihove tjelesne temperature [10].

Učinkovitim upravljanjem vlagom, takvi materijali smanjuju rizik od trenja i iritacije kože, omogućujući sportašima da se usredotoče isključivo na svoju izvedbu. Svakom dizajneru sportske odjeće ključno je poznavanje materije i tehnoloških znanosti čime će sportašu omogućiti najbolje od sebe [10].



Slika 2.5 Upijanje znoja [10]

2.5.2. Prozračni materijali

Pravilno strujanje zraka mijenja pravila igre u sportskoj odjeći. Prozračni materijali najpogodniji su u osiguravanju da se optimalnih uvjeta kako se sportaši ne bi pregrijali tijekom intenzivnih treninga. Kako bi se omogućilo slobodno strujanje zraka i tako sprječavajući nakupljanje znoja i topline na tijelu dizajnirani su i osmišljeni prozračni materijali. Takvi materijali najčešće sadržavaju i mrežicu za optimizaciju cirkulaciju zraka i pružajući potrebnu udobnost [10].

2.5.3. Izdržljivi materijali

Odabir izdržljivih vlakana od iznimne je važnosti posebice za svrhe poput pojačane tjelesne aktivnosti u kojima se zahtijeva što manje trošenje i habanje te da nakon pranja i dalje zadrži svoj prvobitan izgled. Kvaliteta materijala ogleda se u dugovječnosti sportske odjeće [10].

2.5.4. Rastezljivi i fleksibilni materijali

Iznimno rastezljivi materijali vrlo su cijenjeni i prihvaćeni za odjeću za sportske namjene. Ovi materijali pružaju sportašima nesmetano kretanje bez ikakvih napora, a istodobno pružajući potrebnu fleksibilnost i udobnost potrebnu za izvođenje dinamičnih pokreta. Ako se radi o skoku, sprintu, istežanju ili pak nekom drugom dinamičnijem pokretu odjeća koja omogućava fleksibilnost i rastežanje doprinosi poboljšanoj izvedbi sportaša. Isto tako ako se kretanje odvija bez ikakvih ograničenja to će doprinijeti sprječavanju ozljeda, dopuštajući tako tijelu nesmetano kretanje [10].

Sportska odjeća zauzima veliku ulogu u postignućima sportaša. Na značajke sportske odjeće utječu termodinamička, aerodinamička i/ili hidrodinamička svojstva materijala, ali i sam dizajn. Razvojem materijala visokih performansi sve veći naglasak stavlja se na visoka aerodinamička i apsorpcijska svojstva, propusnost zraka i vode, čvrstoću i prijanjanje. Ovisno o razini profesionalnosti sportaša i namjeni uporabe, sportsku odjeću moguće je svrstati u četiri skupine, a to su: funkcionalna, ležerna, osnovna i modna. Funkcionalna sportska odjeća odnosi se na odjeću visokih svojstava koja omogućuju posebnu funkcionalnost poboljšanih performansi temeljenu napretkom i razvojem tehnologija. Ležerna sportska odjeća namijenjena je za nošenje kod kuće kada ne dolazi do pojačane tjelesne aktivnosti i znojenja. Osnovna sportska odjeća karakteristična je privlačnijim dizajnom, dok je modna sportska odjeća rezultat suradnje dizajnera i sportskih brendova gdje je osnovna značajka staviti naglasak na moderan dizajn [11].

Osnovne karakteristike i svojstva koje sportska odjeća treba zadovoljiti su: toplinska (termoregulacija), dimenzijska stabilnost, propusnost zraka i vodene pare, udobnost (praktičnost), čvrstoća i trajnost, jednostavno održavanje (njega), funkcionalnost dizajna. Ovisno o vrsti sporta zahtjevi materijala kao takvog razlikuju se jedan od drugog pri čemu se i odabiru vlakna određenih svojstava [11].

2.6 RAZVOJ NOGOMETNOG DRESA KROZ POVIJEST

Kroz daleku povijest značenje nogometnih dresova nije imalo veliku ulogu. Igrači su bili odjeveni u bijele majice kratkih rukava, a ekipe su se raspoznavale prema različitim bojama kapa koje su nosili. Sve je trajalo do 1870. godine i početkom osnivanja engleskog FA Cup natjecanja. Takvo natjecanje izazvalo je brojnu publiku i neviđenu medijsku pažnju. Euforija je potaknula navijače da počnu nositi majice kako bi se razlikovala ekipa od ekipe. Boje su birali na osnovi klubova ili škola kojeg je ekipa predstavljala. Dresove različitih boja nosile su bogatije ekipe, dok su one siromašnije ekipe nosile obične bijele majice. Kroz početke igrači su sami financirali troškove nabave dresova sve dok nije prešao na profesionalnu razinu u kojoj su klubovi osiguravali potrebnu opremu igračima. Dresovi koji su se nosili početkom dvadesetog stoljeća izrađivali su se od izdržljivih, prirodnih vlakana od kojih je najčešće bio pamuk, a proizvodili su se u različitim bojama. Najčešće viđen dizajn na dresu bile su široke vertikalne i horizontalne crte što je postao vrlo popularan dizajn. Tridesetih godina dvadesetog stoljeća u Velikoj Britaniji započelo je postavljanje brojeva na dresove koje su označavali poziciju igrača na terenu i to se ubrzo proširilo u ostatku svijeta [12].

Sredinom dvadesetog stoljeća prirodni materijal zamjenjuju laganiji sintetski materijali. Osamdesetih godina dolazi do većeg razvoja u kojem velike sportske kompanije započinju prikazivati svoj logo i masovnijom proizvodnjom i izmjenom dresova. Probijanjem velikih kompanija na tržište započelo je doba u kojem dres više ne predstavlja samo odjevni predmet nego i promociju određene kompanije. I dalje se proizvodnja odvijala sintetskim vlaknima, ponajviše se koristio izdržljivi poliester male mase [12].



Slika 2.6 Dizajn hrvatskog nogometnog dresa kroz povijest [13]

2.7 KARAKTERISTIKE HRVATSKOG DRESA

Hrvatski dres, uz svoj vizualno moderni dizajn karakteriziralo je i pletivo od kojeg je izrađen. Za proizvodnju korišten je materijal za izradu plastičnih boca, reciklirani poli(etilen-teraftalat) (PET). Za izradu jednog nogometnog dresa upotrijebi se 13 plastičnih PET boca, što znači da je utrošeno 96% recikliranog PET-a. Dres je 23% lakši i 20% čvršći, a korištenjem specijalne laserske tehnike za izradu rupica potiče se hlađenje tijela igrača. Zanimljiva činjenica je ta da je poznata sportska kompanija Nike u programu izrade pletiva za izradu nogometnih dresova za 2012. godinu iskoristila čak oko 16 milijuna PET boca ponajviše prikupljenih na odlagalištima Tajlanda i Japana [12].

Tijekom igre dres uvelike doprinosi igraču na utjecaju njegove igre i izvedbi utakmice regulirajući i pritom održavajući temperaturu tijela optimalnom tijekom cijele utakmice. U kombinaciji posebne Nike Dri-Fit tehnologije, mrežice i prethodno spomenutih laserski izrezanih otvora koji djeluju kao ventilacija koja omogućava direktno hlađenje dijelova tijela koje je u tom trenutku igraču najpotrebnije [14].

Nike Dri-FIT tehnologija pogodna je jer daje mogućnost prijenosa znoja s kože na vanjski sloj dresa s kojeg brže isparava. Isto tako laserski dobivene rupice i mrežica osiguravaju dovoljnu prozračnost prepoznajući dio tijela na kojem se stvara najviše topline. Sve navedeno utječe na bolju izvedbu igrača tijekom koje se osjećaju puno ugodnije što smanjuje prekomijerno znojenje, na što zapravo djeluje i potiče samo pletivo koje kontrolira znoj i omogućava dulje hlađenjem [14].

2.8 EKOLOŠKA ODRŽIVOST

Zanimljivo je kako je vodeća svjetska kompanije Nike primijenila način iskorištenja plastičnih boca čime je doprinijela i zaštiti okoliša. Izradili su nogometni dres od recikliranih plastičnih boca, za koji im je u prosijeku bilo potrebno 18 plastičnih boca. Hlače su se sastojale od 100%-tnog poliestera, dok je gornji dio bio izrađen od 96% -tnog poliestera. Takvom brigom i osviještenošću Nike je s deponija preusmjerio 2 milijarde plastičnih boca čime su utjecali na ekološku održivost i osviještenost potrošača [14].

3. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu diplomskog rada ispitana su fizikalno-mehanička svojstva materijala za izradu nogometnih dresova. Ispitivanja su provedena na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu u Zagrebu, na Zavodu za projektiranje i menadžment tekstila.

3.1 Materijali

Za potrebe ispitivanja korišteno je pet uzoraka različitog sirovinskog sastava i različitih prepleta prikladnih za izradu sportske odjeće. Uzorci F10 i F11 sadržavaju mješavinu poliestera (PES) i elastana (EA) što pridaje na većoj rastezljivosti materijala kao takvog. Ostali uzorci F15, F16 i F17 sastoje se od 100% poliesterske pređe.

U tablici 1 dani su podaci o sirovinskom sastavu materijala čija su svojstva ispitana za ovaj diplomski rad, o deklariranoj plošnoj masi i vrsti prepleta iz kojeg je pletivo izrađeno.

Tablica 1. Uzorci pletiva

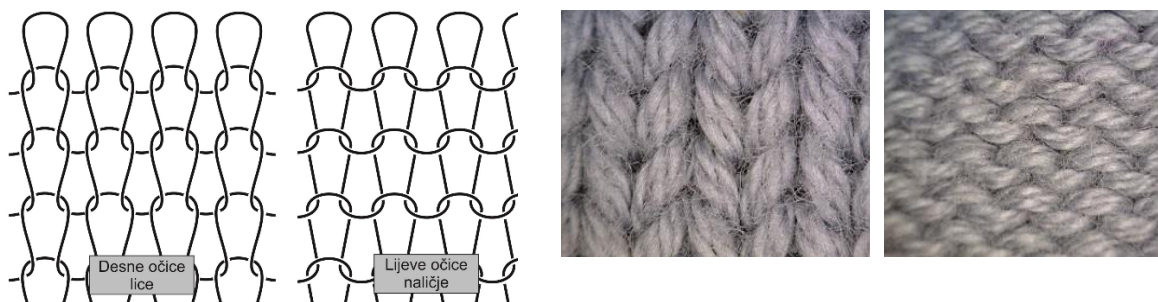
Oznaka uzorka	Sirovinski sastav	Deklarirana plošna masa, g/m ²	Preplet
F10	92% PES, 8% EA	197	desno-lijevi
F11	84% PES, 16% EA	180	desno-lijevi
F15	100% PES	126	desno-desni
F16	100% PES	150	Interlok
F17	100% PES	130	Interlok

3.1.1 Temeljni prepleti

Za izradu pletenih odjevnih predmeta koristi se oko 80% kulirnih i 20% osnovinih pletiva. Sva pletiva mogu se izraditi u različitim prepletima ili uzorcima i na taj se način na tržištu pojavljuju najrazličitije vrste pletiva. Ovisno o izgledu očica, kulirna pletiva mogu se podijeliti u tri grupe: desno-lijeva, desno-desna i lijevo-lijeva [15].

Desno-lijeva pletiva

To su pletiva u čijoj su temeljnoj strukturi na jednoj strani vidljive desne očice, a na drugoj lijeve. Takva pletiva još se nazivaju pletiva s jednim licem ili jednostrana pletiva. Zbog svoje desne površine koja najčešće oblikuje lice proizvoda najčešće se nazivaju desno-lijeva pletiva [15]. Na slici 3.1.1. prikazana je struktura očica i izgled desno-lijevog prepleta s lica i naličja.



Slika 3.1.1 Struktura očica i izgled pletiva (D-L) [15]

Desno-desna pletiva

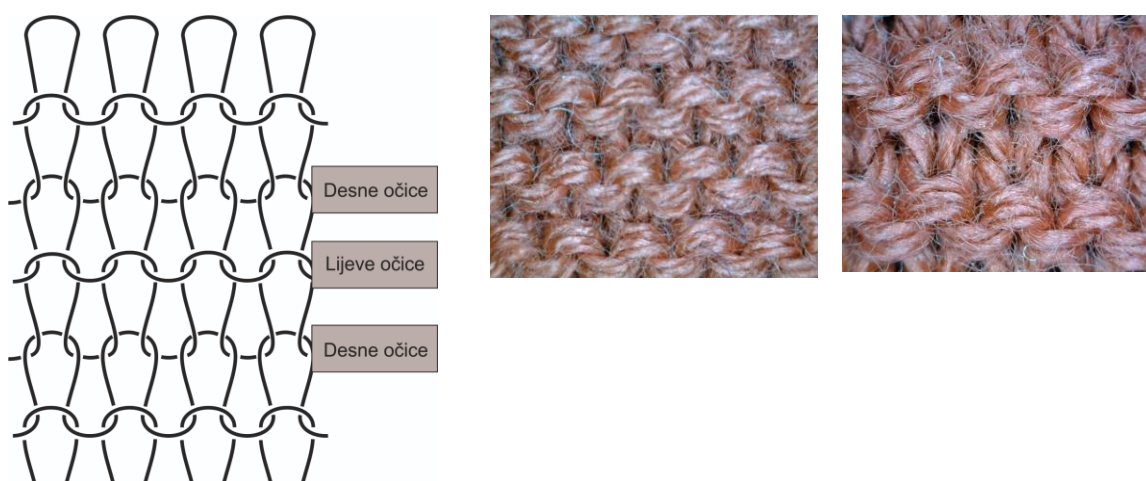
Karakteriziraju takva pletiva kod kojih se u jednom redu očica naizmjenično isprepliću desna i lijeva očica. Također nazivaju se još pletiva s dva lica ili dvostrano desna, upravo zbog toga jer u skupljenom stanju pletiva vidljive su samo desne očice koje prekrivaju lijeve te su samo one vidljive [15]. Slika 3.1.2 prikazuje strukturu očica i izgled desno-desnog kulirnog pletiva.



Slika 3.1.2 Struktura očica i izgled pletiva (D-D) [15]

Lijevo-lijeva pletiva

Kod takvih pletiva u smjeru nizova naizmjenice se isprepliću lijeve i desne očice. Osim naziva lijevo-lijeva pletiva koristi se još naziv i pletiva s dva naličja ili dvostrano lijeva. Naziv proizlazi sukladno tome jer su u skupljenom pletivu s obje strane vidljive samo lijeve očice koje prikrivaju desne [15]. Na slici 3.1.3 prikazana je struktura očica i uzorak pletiva s lica i naličja dvostrano lijevog pletiva.



Slika 3.1.3 Struktura očica i izgled pletiva (L-L) [15]






Osim navedenih temeljnih prepleta, postoje i interlok pletiva koja spadaju u posebnu grupu desno-desnih kulirnih pletiva. Za njih je karakteristično da su na obje površine vidljive desne očice, ili se u smjeru redova pletiva neprestano izmjenjuju nekim redosljedom desne i lijeve očice. U odnosu na desno-desna pletiva, kod interlok pletiva nizovi očica izmjenjuju se jedan iza drugog [15].



Slika 3.1.4 Interlok pletiva [15]

U nastavku rada, u tablici 2 prikazane su fotografije uzoraka pletiva namijenjenih za izradu sportske odjeće, a korištenih za ispitivanje fizikalno-mehaničkih svojstava. Svaki od ispitivanih uzoraka izrađen je različitim prepletom što će utjecati na pojedinu metodu tijekom ispitivanja. Na dodir, uzorak F10 vrlo je mekan, elastičan i rastezljiv u smjeru nizova kao i redova očica. Uzorak F11 kompaktniji je, čvršći, mekan i također vrlo rastezljiv i elastičan. F15 uzorak vizualno raspored očica je takav da je rupičasto raspoređen što omogućava bolji prodor i cirkulaciju vodene pare. Jedan je od laganijih uzoraka, rastezljiviji u smjeru redova pletiva, te grublji u odnosu na ostale uzorke. Uzorak F16 krući je u odnosu na prethodna tri uzorka, rasteže se više u smjeru redova očica. S obzirom da je uzorak F17 izrađen iz istog interlok prepleta kao i uzorak F16 ima ista svojstva kao i on osim što je F17 uzorak hrapaviji i više matiran za razliku od uzorka F16 koji ima najsjajniju površinu.

Tablica 2. Fotografije uzoraka

F10	 A circular, light-colored fabric sample with the handwritten label "F10" in the upper center.
F11	 A circular, light-colored fabric sample with the handwritten label "F11" in the upper center.
F15	 A circular, light-colored fabric sample with a distinct woven texture and the handwritten label "F15" in the upper center.
F16	 A circular, light-colored fabric sample with a distinct woven texture and the handwritten label "F16" in the upper center.
F17	 A circular, light-colored fabric sample with a distinct woven texture and the handwritten label "F17" in the upper center.

3.2 Metode ispitivanja pletiva

U ovom diplomskom radu, ispitana su i analizirana svojstva materijala namijenjenih izradi odjeće za nogomet. Primijenjene metode ispitivanja pletiva su određivanje:

- Plošne mase pletiva
- Debljine pletiva
- Vlačnih svojstava pletiva.

Pri izračunavanju plošne mase i debljine pletiva uzoraka računala se srednja vrijednost (\bar{X}), standardna devijacija (SD), koeficijent varijacije (CV), te granična pogreška (GP). Svi podaci dobiveni su izračunom u Excel tablici.

3.2.1 Plošna masa pletiva

Prema normi HRN ISO 3801:2003 [16] plošna masa je definirana kao masa četvornog metra plošnog tekstila izražena u gramima. Njena vrijednost iskazuje se mjernom jedinicom g/m^2 . Plošna masa pletiva može se odrediti eksperimentalno mjerenjem površine uzorka analiziranog pletiva i njene mase. Analizirani uzorak se obreže na određene dimenzije i odredi se njegova površina, a potom vaganjem na analitičkoj vagi odredi i masa izražena u gramima [g].

Kružni rezač uzoraka talijanske tvrtke Mesdan Lab sadržava četiri oštrice koje režu uzorak na površini od 100 cm^2 i dubini od 5 mm. Rezač funkcionira na principu da se postavi na površinu uzorka, ispod kojeg se nalazi podmetač koji sprečava prodor oštrica rezača određene površine na kojoj se izvodi ispitivanje. Nakon što je rezač postavljen, jačim pritiskom ruke i kružno okretanjem rezača lijevo-desno dolazi do kružno izrezanog uzorka. Tako izrezan uzorak, postavlja se u analitičku vagu proizvođača Kern ALJ 220-4 koja ima vrlo visoku preciznost vaganja od 0,0001 g.

Po završetku vaganja, dobiveni rezultati izraženi su u mjernoj jedinici gram (g), a plošna masa izražava se u g/m^2 zbog čega je potrebno primijeniti dolje niže navedenu formulu i tako izračunati plošnu masu uzorka.

Slika 3.2.1 prikazuje kružni rezač (lijevo) i analitičku vagu (desno) za potrebe ispitivanja plošne mase pletiva.



Slika 3.2.1. Ispitivanje plošne mase pletiva (kružni rezač i analitička vaga)

Za dobivanje plošne mase uzorci su pripremljeni i izrezani pomoću kružnog rezača promjera 140 mm, površine 100 cm^2 . Za svaki uzorak provedena su tri mjerenja. U tablici 5. prikazani su pojedinačni rezultati mjerenja svih uzoraka.

Plošna masa uzoraka izračunala se uz pomoć jednadžbe prema izrazu 1:

$$m_A = m_k \cdot 100 \text{ [g/m}^2\text{]} \quad (1)$$

gdje su:

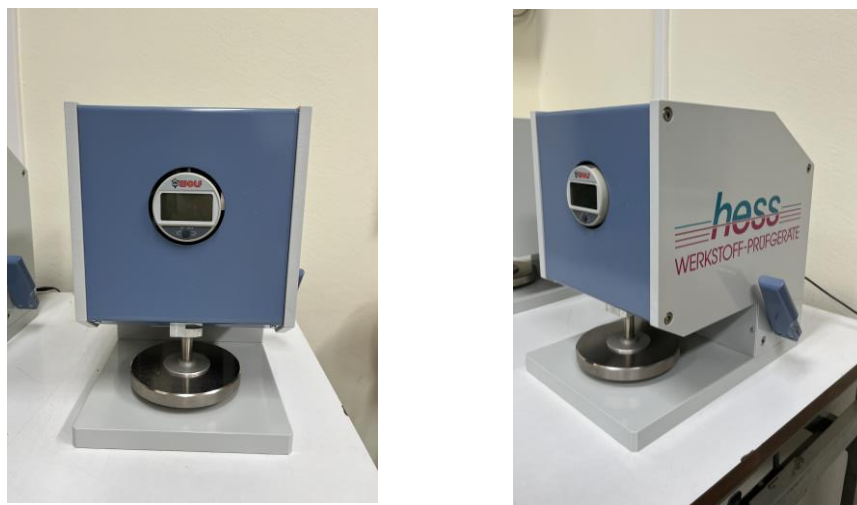
m_A – plošna masa ispitivanog uzorka pletiva [g/m^2]

m_k – masa kondicionirane epruvete veličine 100 cm^2 [g]

3.2.2 Debljina pletiva

Prema normi HRN EN ISO 5084:2003 [17] debljina je definirana kao razmak između dvije metalne paralelne ploče koje su međusobno razdvojene nekim plošnim proizvodom, u ovom slučaju pletivom koje se nalazi pod određenim pritiskom. Mjerni uređaj koji se koristi za određivanje debljina pletiva (D_p) zove se debljinomjer. Debljina se određuje tako da se jedan ravan, nezgužvan sloj pletiva stavi između potisnih pločica debljinomjera i uz određeni pritisak gornje ploče mjeri se debljina pletiva koja odgovara razmaku između potisnih ploča. Djelovanjem određene sile, pletivo se tlači. Ovisno o pritisku kojim se djeluje na pletivo, mjerni rezultat se direktno prikazuje na uređaju za vrijeme provođenja mjerenja. Mjerni uređaj ima visoku preciznost mjerenja koja iznosi 0,01 mm. U svrhu ovog diplomskog rada mjerenje debljine pletiva provedeno je 10 puta na različitim dijelovima većeg uzoraka pletiva, a sila mjernog pritiska iznosila je 1 kPa/20cm².

Na slici 3.2.2. prikazan je DM 2000-Wolf, mjerni uređaj za mjerenje debljine tekstilnih plošnih proizvoda Njemačkog proizvođača.



Slika 3.2.2 Mjerenje debljine pletiva (Debljinomjer)

3.2.3 Određivanje prekidne sile i prekidnog istezanja pletiva

Za ispitivanje prekidne sile i istezanja pletiva korišten je dinamometar Statimat M njemačke tvrtke Textechno, a ispitivanje je vršeno u skladu s normom HRN ISO 2062:2003 [18]. Dinamometar je potpuno automatiziran mikroprocesorski upravljani koji radi po principu konstante brzine istezanja. Opremljen je računalnim sistemom Testcontrol koji daje statičko vrednovanje mjernih podataka i podešavanja uvjeta ispitivanja. Ispis računalnog programa sadrži sljedeće podatke koji su korišteni u ispitivanju: sila istezanja (1000 N), razmak između stezaljki (iznosi 100 mm), brzinu istezanja (100 mm/min), pred opterećenje (0,00 N) i broj mjerenja (5).

Dinamometar sadrži dvije stezaljke čiji je razmak za ispitivanje ovog diplomskog rada iznosio 100 mm. Unutar gornje stezaljke umetne se uzorak te se učvrsti i za donju stezaljku. Usljed toga pokrene se Dinamometar, a donja stezaljka započne kretanje prema dolje. Računalni program od trenutka istezanja uzorka bilježi parametre: prekidno istezanje (%), silu prekida (cN), rad do prekida (N*cm), čvrstoću (cN/mm) i vrijeme do prekida (s). Kada dođe do puknuća uzorka, računalni program očitava sve rezultate te ih i grafički ispiše. Za svaki uzorak materijala provedeno je pet ispitivanja u suhom, pet u mokrom stanju i za svaki u smjeru reda i niza očica. Da bi se dobili uzorci u mokrom stanju identično su napravljeni kao i oni u suhom, no bilo ih je potrebno umočiti u prethodno pripremljenu umjetnu otopinu znoja.

Slika 3.2.3.1 prikazuje mjerni uređaj Dinamometar sa računalnim sistemom za ispitivanje vlačnih svojstava pletiva. Na slici 3.2.3.2 vidljiv je tijek procesa rada stezaljki Dinamometra od istezanja do puknuća ispitivanog uzorka pletiva.



Slika 3.2.3.1 Dinamometar Statimat M njemačke tvrtke Textechno



Slika 3.2.3.2 Tijek ispitivanja vlačnih svojstava pletiva

4. REZULTATI I RASPRAVA

U sklopu ovog poglavlja prikazani su rezultati provedenih ispitivanja.

4.1 Rezultati ispitivanja plošne mase pletiva

U tablici 3 prikazani su pojedinačni rezultati ispitane plošne mase pletiva za tri mjerenja na svih pet uzoraka i izračunati određeni statistički parametri, dok su u tablici 4 prikazani svi sumarni rezultati statističkih podataka tablice 3.

Tablica 3: Pojedinačni rezultati ispitivanja plošne mase

Mjerenje	UZORAK				
	F10	F11	F15	F16	F17
1	1,9647	1,8118	1,2666	1,5278	1,2803
2	1,9510	1,8121	1,2376	1,5504	1,2850
3	1,9583	1,7869	1,2622	1,5502	1,2780
X, g/m²	195,80	180,36	125,55	154,28	128,11
SD, g/m²	0,6855	1,4463	1,5629	1,2991	0,3568
CV, %	0,3501	0,8019	1,2448	0,0842	0,2785
GP	0,0170	0,0359	0,0388	0,0323	0,0089

Legenda: X – srednja vrijednost, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije,
GP – granična pogreška

Tablica 4: Sumarni rezultati ispitivanja plošne mase pletiva

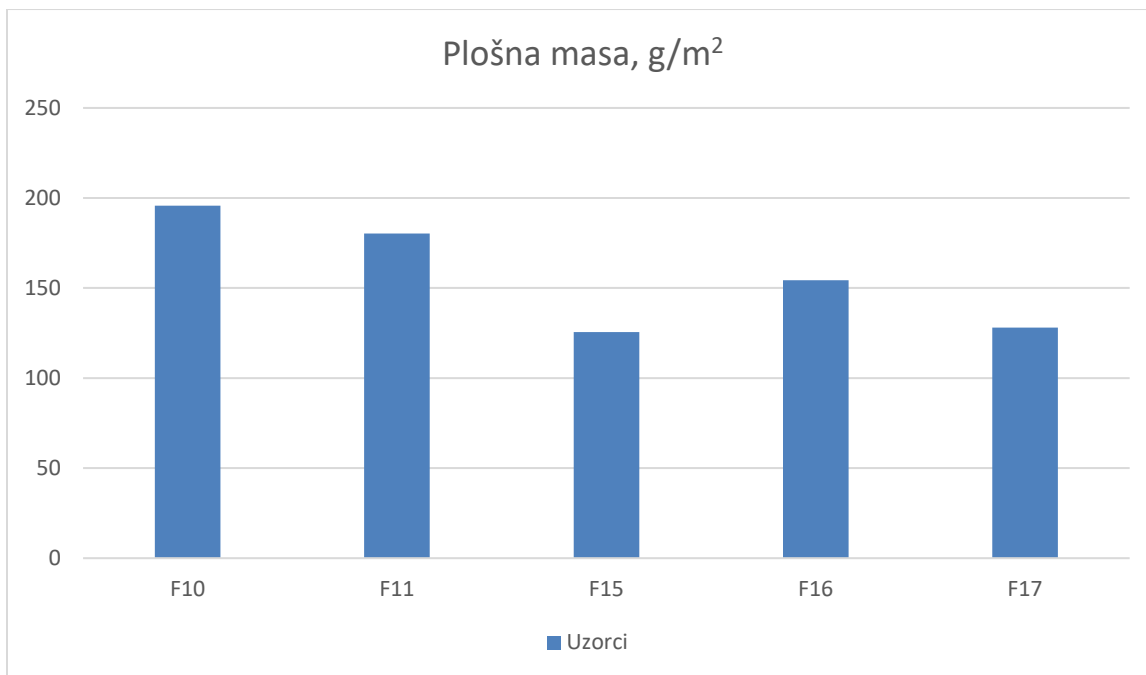
Broj	Oznaka	X, g/m ²	SD, g/m ²	CV, %	GP
1	F10	195,80	0,6855	0,3501	0,0170
2	F11	180,36	1,4463	0,8019	0,0359
3	F15	125,55	1,5629	1,2448	0,0388
4	F16	154,28	1,2991	0,0842	0,0323
5	F17	128,11	0,3568	0,2785	0,0089

Legenda: X – srednja vrijednost, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije, GP – granična pogreška

Provedena su tri mjerenja plošne mase za svih pet uzoraka pletiva čime najveću prosječnu plošnu masu od 195,80 g/m² ima F10 uzorak, koji u sebi sadrži mješavinu poliesterskog i elastanskog vlakna, a izrađen je u desno-lijevom prepletu. Također uzorak F11 koji je istog sirovinskog sastava i iste vrste prepleta kao i uzorak F10, ima visoku plošnu masu od 180,36 g/m² što ukazuje na to da će takvi uzorci, s vrlo gustim rasporedom očica, imati i veću masu. Uzorci F15, F16 i F17 u potpunosti su izrađeni od poliesterskog vlakna. Uzorak F15, u kojem je zbijenost očica vidljivo najmanja, ima i najmanju plošnu masu od svega 125,55 g/m². No, u pogledu standardne devijacije i koeficijenta varijacije ima najveće rezultate od 1,5629 g/m² i 1,2448%. Navedeno ukazuje da je kod tog pletiva raspršenost pojedinačnih rezultata mjerenja najveća.

Odstupanja granične pogreške nalaze se u rasponu između 0,008 i 0,038 što nam govori da su mjerenja vrlo precizno izmjerena, te da su dobiveni rezultati reprezentativni i u skladu s deklariranom plošnom masom prikazanoj u tablici 3.

Slika 4.1.1 prikazuje dijagram sa određenim rasponom srednjih vrijednosti izračunate plošne mase uzoraka.



Slika 4.1.1 Dijagram srednje vrijednosti plošne mase uzoraka

4.2 Rezultati ispitivanja debljine pletiva

U tablici 5. prikazane su debljine pletiva, kao i statistički pokazatelji podataka pojedinačnih uzoraka za provedenih svih 10 mjerenja. Tablica 6 prikazuje sumarne rezultate dobivene izračunom provedenog mjerenja iz navedene tablice.

Tablica 5: Pojedinačni rezultati ispitivanja debljine pletiva

Mjerenje	UZORAK				
	F10	F11	F15	F16	F17
1	0,54	0,47	0,55	0,42	0,50
2	0,53	0,46	0,55	0,42	0,51
3	0,52	0,46	0,56	0,42	0,51
4	0,54	0,45	0,56	0,43	0,51
5	0,54	0,46	0,55	0,43	0,51
6	0,55	0,46	0,55	0,43	0,54
7	0,54	0,46	0,55	0,44	0,52
8	0,54	0,46	0,55	0,43	0,50
9	0,54	0,46	0,55	0,42	0,50
10	0,54	0,47	0,56	0,42	0,51
X, mm	0,538	0,461	0,553	0,426	0,511
SD, mm	0,0079	0,0057	0,0048	0,0070	0,0120
CV, %	1,4662	1,2313	0,8735	1,6413	2,3429
GP	0,0056	0,0041	0,0035	0,0050	0,0086

Legenda: X – srednja vrijednost, SD – standardna devijacija, CV – koeficijent varijacije,
GP – granična pogreška

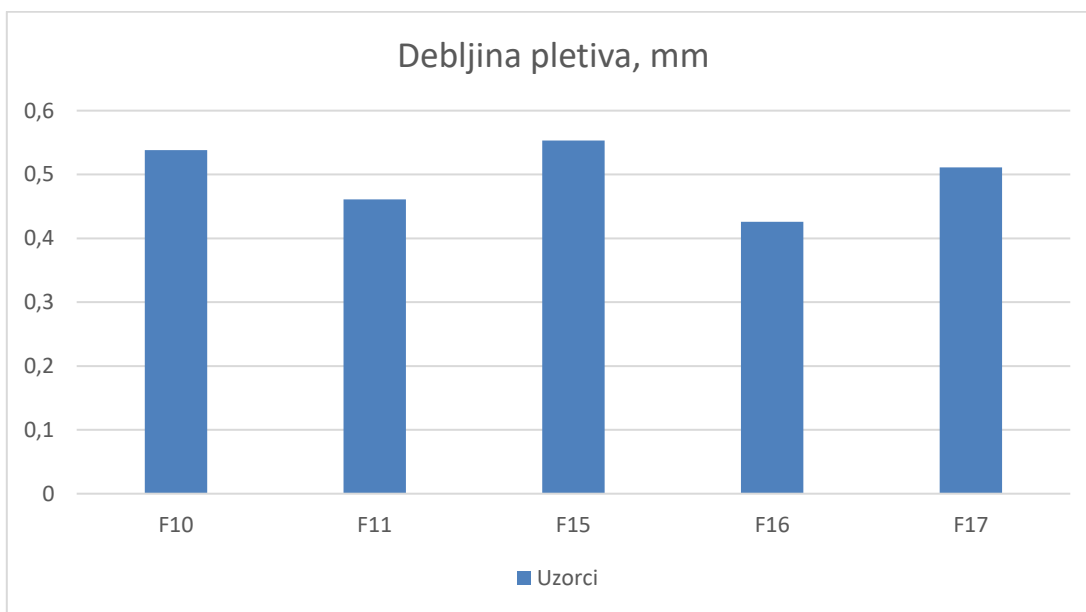
Tablica 6: Sumarni rezultati ispitivanja debljine pletiva

Broj	Oznaka	X, mm	SD, mm	CV, %	GP
1	F10	0,538	0,0079	1,4662	0,0056
2	F11	0,461	0,0057	1,2313	0,0041
3	F15	0,553	0,0048	0,8735	0,0035
4	F16	0,426	0,0070	1,6413	0,0050
5	F17	0,511	0,0120	2,3429	0,0086

Na temelju prikazanih rezultata u tablici 5. vidljivo je kako su varijacije u debljini svih uzoraka približno jednake, od čega se ipak uzorak F15 prosječne debljine 0,553 mm ističe kao onaj najdeblji. U odnosu na njega, uzorak F16 karakterizira najmanja debljina od 0,426 mm. Ostali uzorci također se nalaze u rasponu od 0,4 do 0,6 mm.

Kod ostalih statističkih rezultata, standardne devijacije i koeficijenta varijacije uzorak F15 ima najmanju standardnu devijaciju od 0,005 mm, kao i najmanji koeficijent varijacije od 0,87%. Kao uzorak s najvećim statističkim rezultatima pokazao se uzorak F17 sa 0,012 mm standardna devijacija, a koeficijent varijacije je iznosio 2,34%. Granična pogreška svih uzoraka iznosi ispod 0,008 što također i u ovom slučaju ukazuje na vrlo precizno mjerenje.

Prikazani grafikon na slici 18 predstavlja prosječnu srednju vrijednost debljine pletiva.



Slika 4.2.1 Dijagram srednjih vrijednosti debljine pletiva

Dijagram prikazan na slici 4.2.1 vrlo slikovito prikazuje malu razliku prosječne debljine između uzoraka F10, F11, F15, F16 i F17.

4.3 Rezultati ispitivanja vlačnih svojstava pletiva

U nastavku rada prikazane su tablice s rezultatima ispitivanja vlačnih svojstava pletiva. Svaka tablica kreirana je ovisno radi li se o suhom ili mokrom stanju, te ovisno o smjeru ispitivanja (niz/red očica). Budući da se radilo o velikom broju očitanih vrijednosti vlačnih svojstava svakog uzorka, temeljem toga uzimale su se prosječno izračunate vrijednosti na temelju kojih su formirane tablice.

Ispod navedenih tablica također nalaze se i očitani dijagrami za prekidnu silu (N), prekidno istežanje (%) i potrebno vrijeme do prekida (s). Na prikazanim dijagramima uspoređivao se odnos pojedinog svojstva u suhom i mokrom stanju, jedan u smjeru nizova, a drugi u smjeru redova očica.

U tablici 7 navedene su prosječne vrijednosti vlačnih svojstava pletiva koja su ispitivana u suhom stanju, u smjeru redova očica.

Tablica 7: Vlačna svojstva pletiva ispitana u suhom stanju u smjeru redova očica

Uzorak	F10	F11	F15	F16	F17
Prekidna sila, N	280,5479	234,1317	224,3164	323,0950	241,6503
Prekidno istežanje, %	241,37	262,01	230,79	216,67	202,91
Rad do prekida, N cm	1804,60	1769,91	1522,23	2265,20	1348,68
Čvrstoća, cN/mm	280,55	234,13	224,32	323,10	241,65
Vrijeme do prekida, s	144,90	157,28	139,63	130,53	121,90

Također tablica 8 isto kao i prethodna tablica prikazuje vlačna svojstva pletiva ispitana u suhom stanju, ali u smjeru nizova očica.

Tablica 8: Vlačna svojstva pletiva ispitana u suhom stanju u smjeru nizova očica

Uzorak	F10	F11	F15	F16	F17
Prekidna sila, N	475,8248	321,9532	389,3377	561,5869	386,1319
Prekidno istezanje, %	158,21	204,72	71,54	93,78	95,80
Rad do prekida, N cm	2247,36	2016,09	1059,73	1911,30	1067,61
Čvrstoća, cN/mm	475,82	321,95	389,34	561,59	386,13
Vrijeme do prekida, s	95,00	122,95	43,67	56,91	59,21

Tablica 9 odnosi se na prikaz vlačnih svojstava pletiva ispitanih u umjetno pripremljenoj otopini znoja, odnosno u mokrom stanju, u smjeru redova očica.

Tablica 9: Vlačna svojstva pletiva ispitana u mokrom stanju u smjeru redova očica

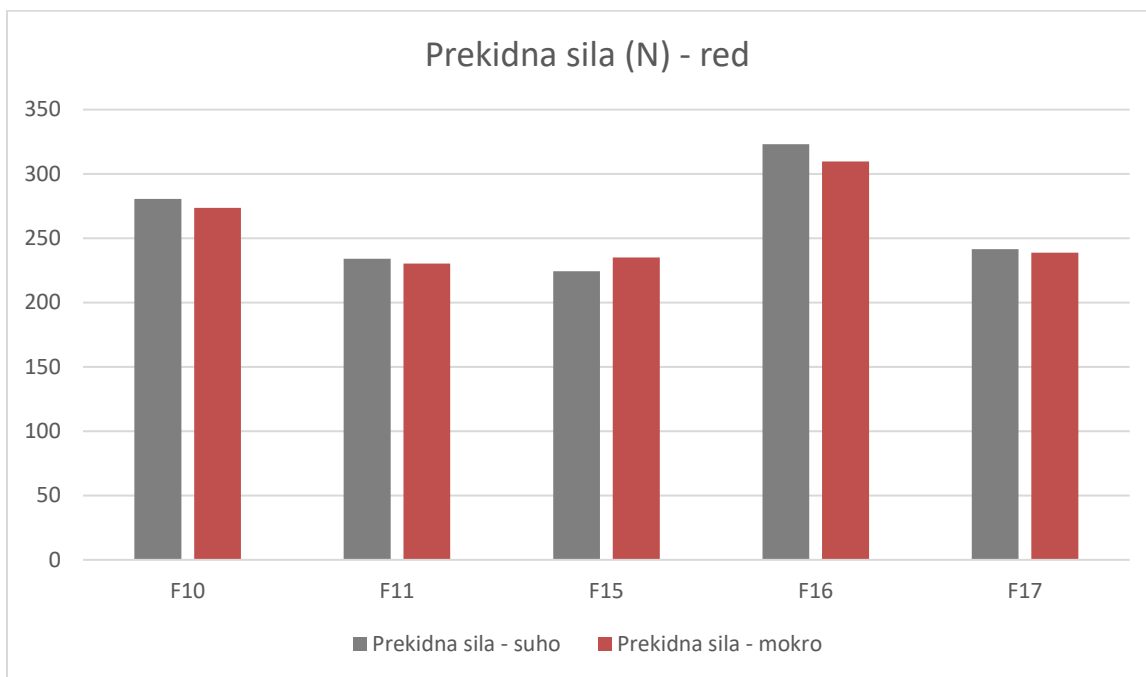
Uzorak	F10	F11	F15	F16	F17
Prekidna sila, N	273,5346	230,4195	235,0262	309,7492	238,7532
Prekidno istezanje, %	257,45	268,95	241,33	240,43	221,90
Rad do prekida, N cm	1795,18	1722,59	1577,02	2019,26	1321,24
Čvrstoća, cN/mm	273,53	230,42	235,03	309,75	238,75
Vrijeme do prekida, s	157,21	163,65	146,55	123,05	133,95

Mjerni rezultati dani u tablici 10 predstavljaju vlačna svojstva pletiva koja su ispitana u mokrom stanju, u smjeru nizova očica.

Tablica 10: Vlačna svojstva pletiva ispitana u mokrom stanju u smjeru nizova očica

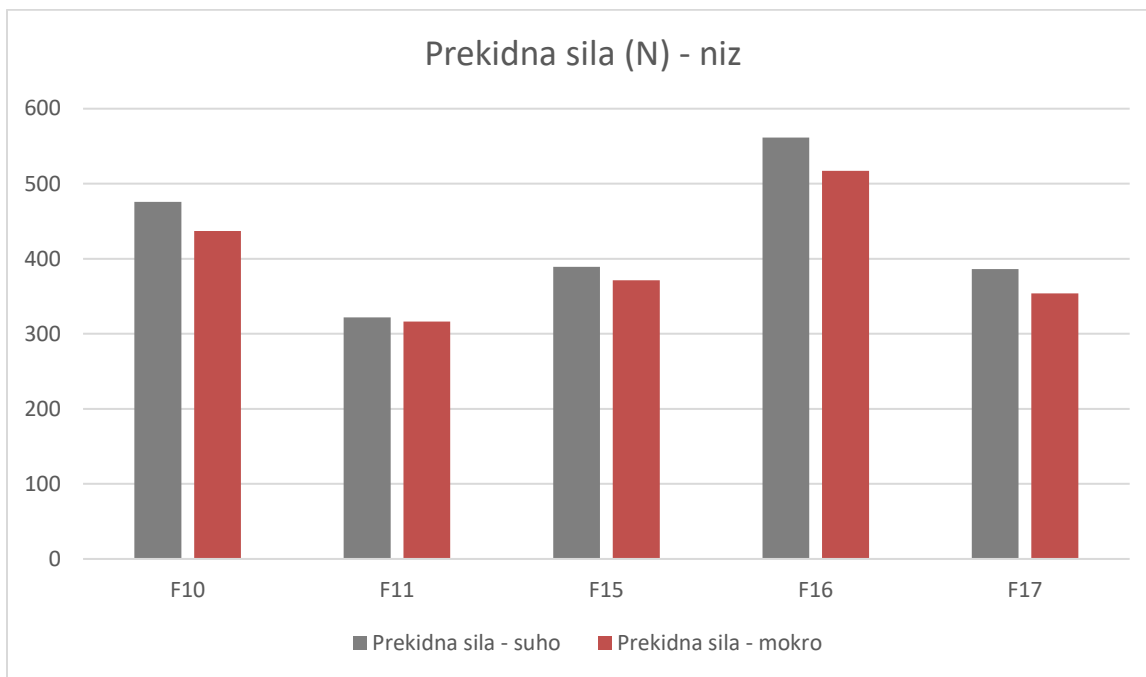
Uzorak	F10	F11	F15	F16	F17
Prekidna sila, N	437,0091	316,1904	371,1906	517,3812	354,0525
Prekidno istezanje, %	157,49	206,47	74,33	88,47	93,55
Rad do prekida, N cm	1943,98	1921,10	986,58	1558,09	927,03
Čvrstoća, cN/mm	437,01	316,19	371,19	517,38	354,05
Vrijeme do prekida, s	95,36	123,95	47,84	55,19	58,39

Slike 4.3.1 i 4.3.2 predočuju grafički prikaze prekidne sile (N) u suhom i mokrom stanju u smjeru redova očica (slika 4.3.1) i u smjeru nizova očica (slika 4.3.2), koji su prethodno tablično prikazani.



Slika 4.3.1 Prekidna sila u suhom i mokrom stanju u smjeru redova očica

Na grafičkom prikazu može se vidjeti kako je prekidna sila u suhom stanju gotovo kod svih uzoraka pletiva ponešto veća, osim kod uzorka F15 kod kojeg je slučaj da je prekidna sila veća u mokrom stanju.

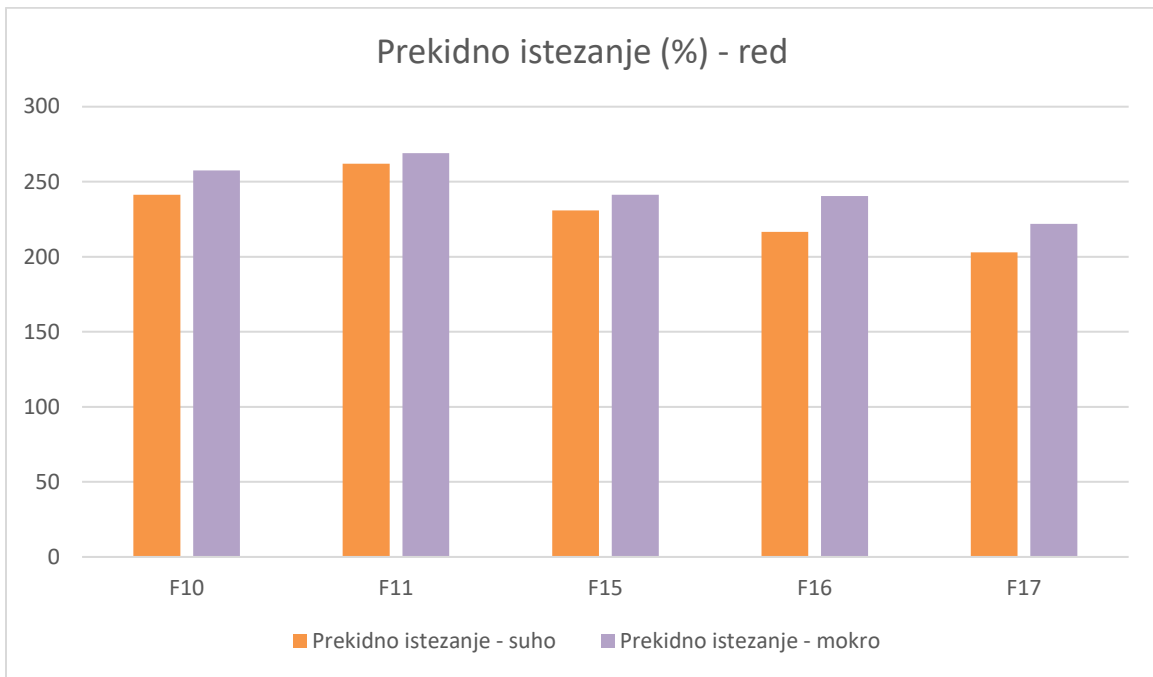


Slika 4.3.2 Prekidna sila u suhom i mokrom stanju u smjeru nizova očica

Uočavamo kako je prekidna sila u smjeru nizova očica kod svih ispitanih uzoraka veća u suhom stanju.

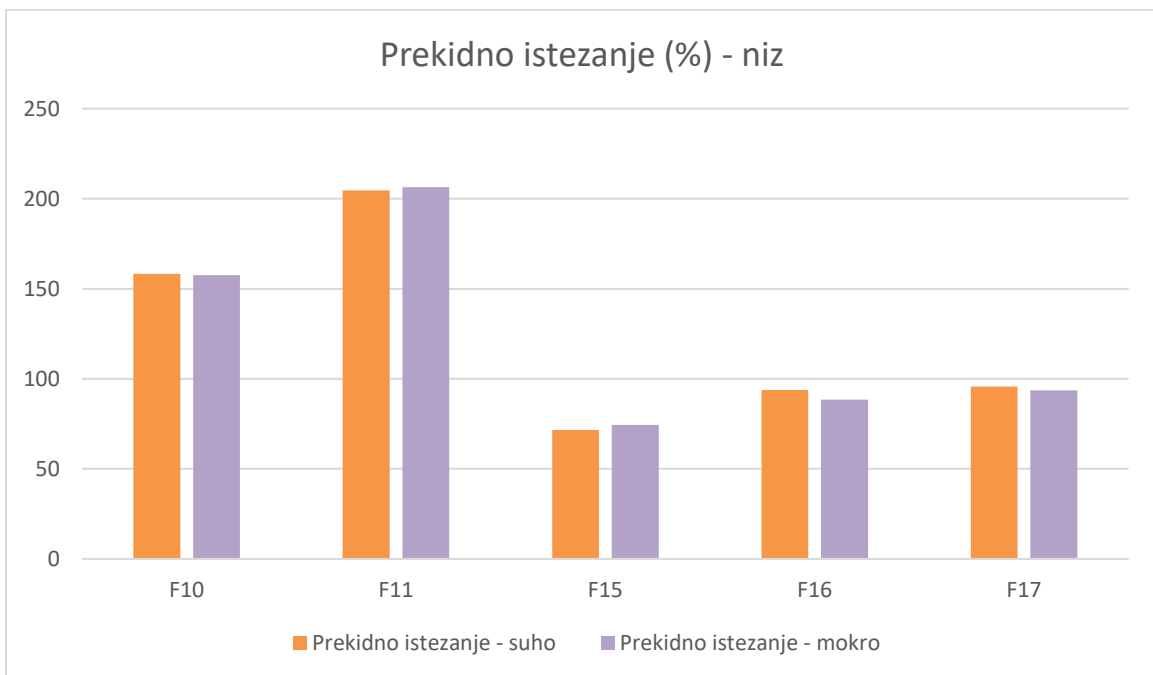
Temeljem grafičkih prikaza prekidne sile vidimo da svi uzorci (jedino osim spomenutog uzorka F15 u smjeru redova) imaju veću prekidnu silu u stanju kada su uzorci suhi, i to i u smjeru nizova i u smjeru redova očica.

Slijedeće fotografije slika 4.3.3 i 4.3.4 grafički predložuju usporedbu prekidnog istezanja u suhom i mokrom stanju uzoraka izraženog u postotku.



Slika 4.3.3 Prekidno istežanje u suhom i mokrom stanju u smjeru redova očica

Što se tiče prekidnog istežanja u smjeru redova očica uočavamo da su svi uzorci F10, F11, F15, F16 i F17 imali povećano istežanje dok su se nalazili u mokrom stanju.

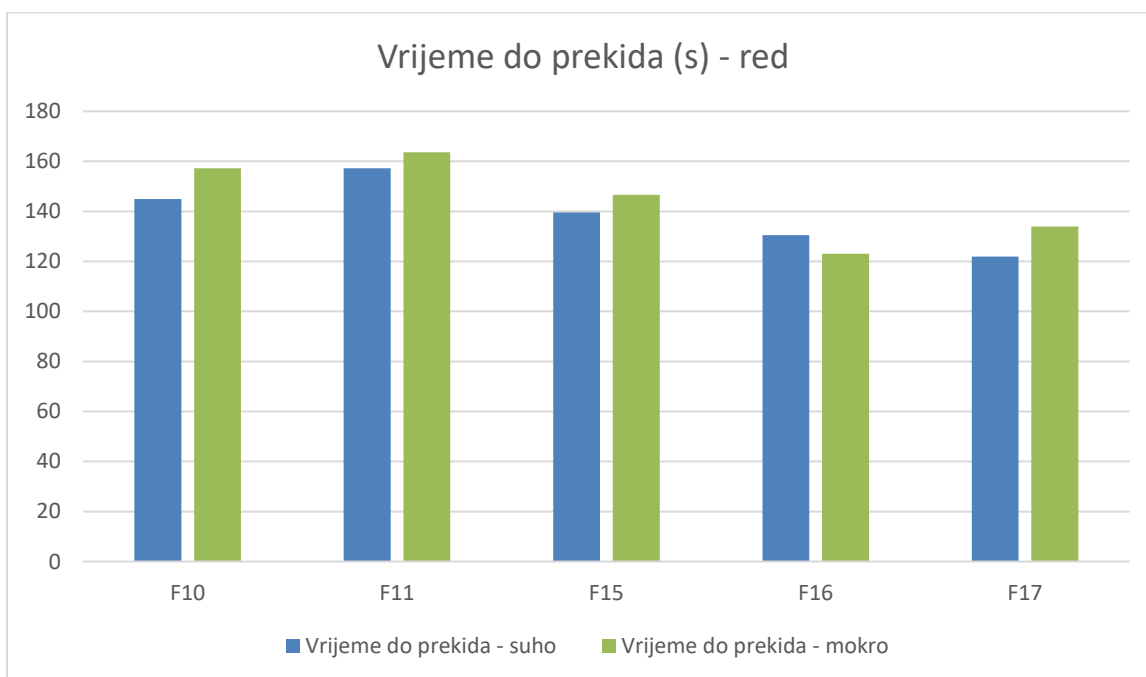


Sika 4.3.4 Prekidno istežanje suhom i mokrom stanju u smjeru nizova očica

Kada pogledamo prekidno istežanje u smjeru nizova očica možemo zaključiti kako dolazi skoro do neznatne razlike, no minimalno povećanje vidljivo je kod uzoraka u mokrom stanju.

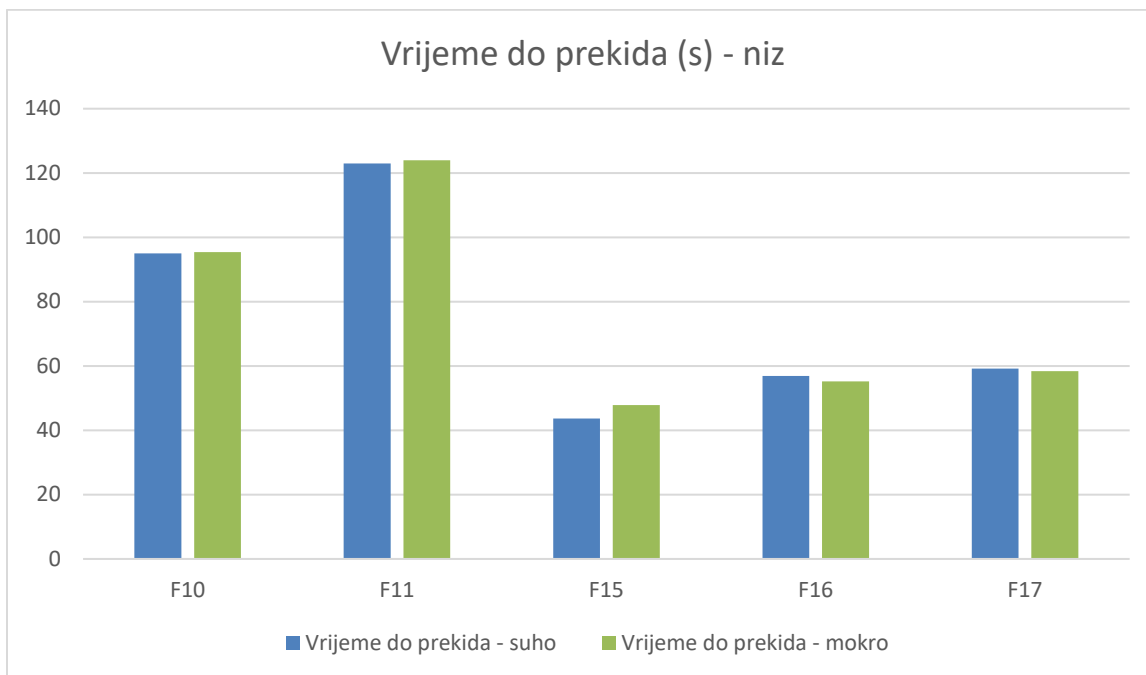
Karakteristično je kako su izmjerene iznimno male razlike između pojedinih uzoraka kod prekidnog istežanja u smjeru nizova očica, dok su malo veće razlike uočljive kod uzoraka u smjeru redova očica. Bitno je uočiti i napomenuti kako uzorak F11 prednjači u oba smjera.

Slike 4.3.5 i 4.3.6 grafički prikazuju potrebno vrijeme do prekida (s), odnosno vrijeme uslijed kojeg dolazi do puknuća epruvete uzorka.



Slika 4.3.5 Vrijeme do prekida u suhom i mokrom stanju u smjeru redova očica

Najveće postignuto istegnućesve sve do prekida u smjeru redova vidljivo je kod uzorka F11 u mokrom stanju, dok je najmanje vidljivo kod uzorka F16. Za razliku od drugih uzoraka koji imaju vrijeme do prekida veće u mokrom stanju, jedini uzorak koji ima veće vrijeme do prekida u suhom stanju je F16.

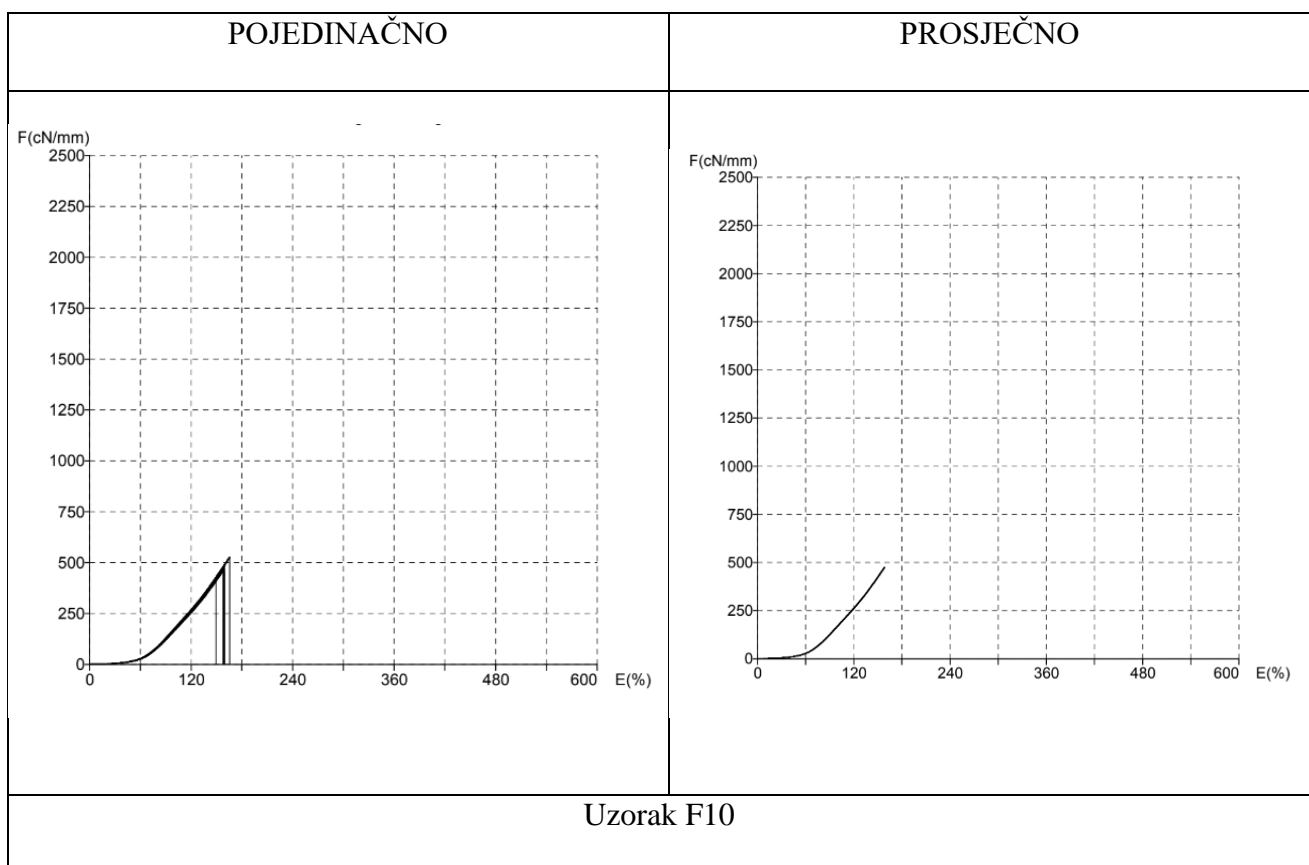


Slika 4.3.6 Vrijeme do prekida u suhom i mokrom stanju u smjeru nizova očica

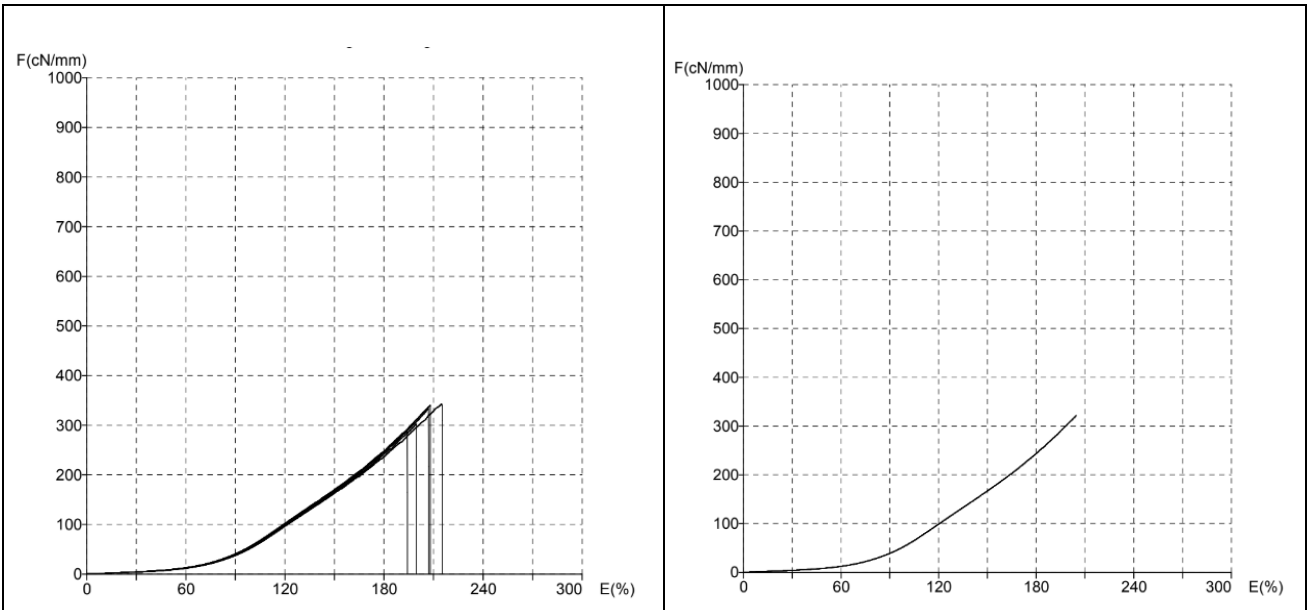
Iz grafičkog prikaza uočavamo sličnu situaciju kao i kod prethodno navedenog dijagrama. Također i u smjeru nizova očica najveće vrijeme do prekida ima uzorak F11 u mokrom kao i u suhom stanju. Isto tako odnos vremena do prekida uzoraka u mokrom stanju prednjači u odnosu na one u suhom stanju, osim obrnute situacije kod uzoraka F16 i F17 gdje je vrijeme do prekida veće u suhom stanju.

U nastavku su dani grafički prikazi F/E dijagrama pojedinačnih vrijednosti i prosječnih vrijednosti vlačnih svojstava uzoraka pletiva mjerenih u suhom i mokrom stanju, u smjeru nizova i redova.

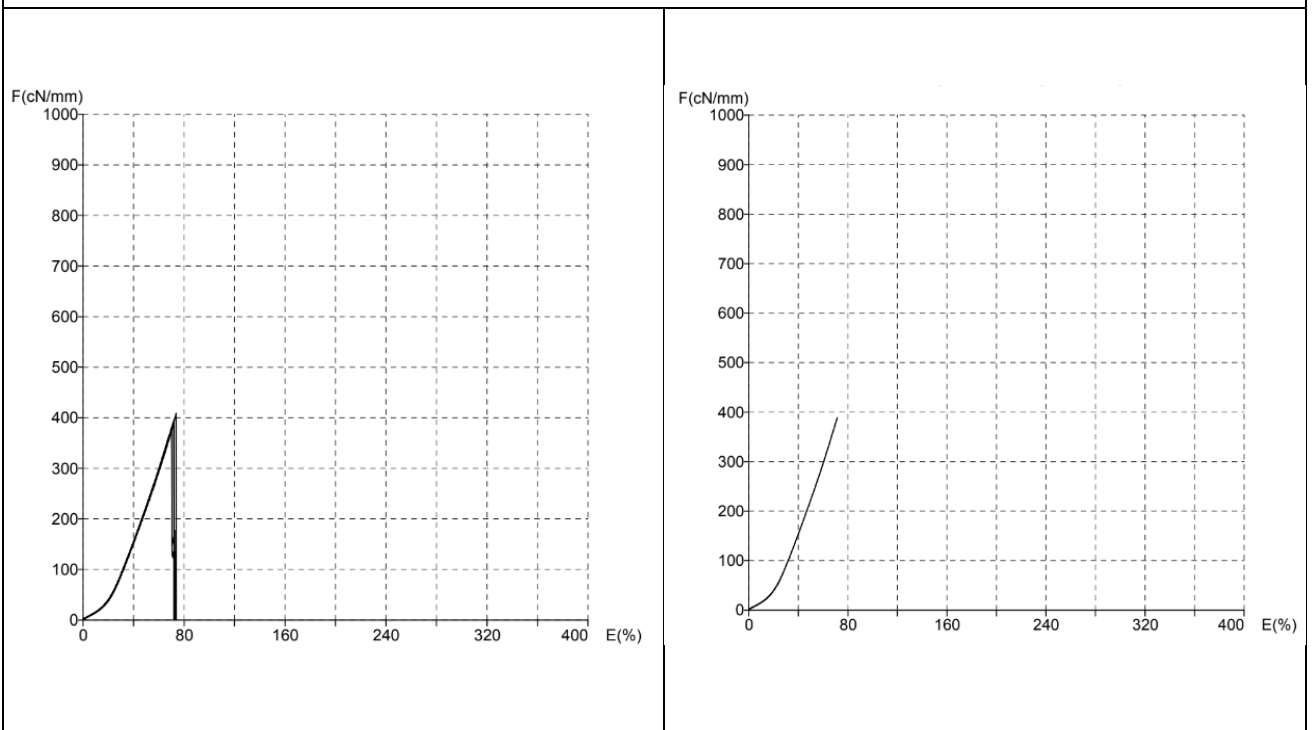
Tablica 11. Grafički prikazi F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti (lijevo) i prosječnih vrijednosti (desno) vlačnih svojstava uzoraka pletiva u suhom stanju u smjeru nizova očica.



Nastavak tablice

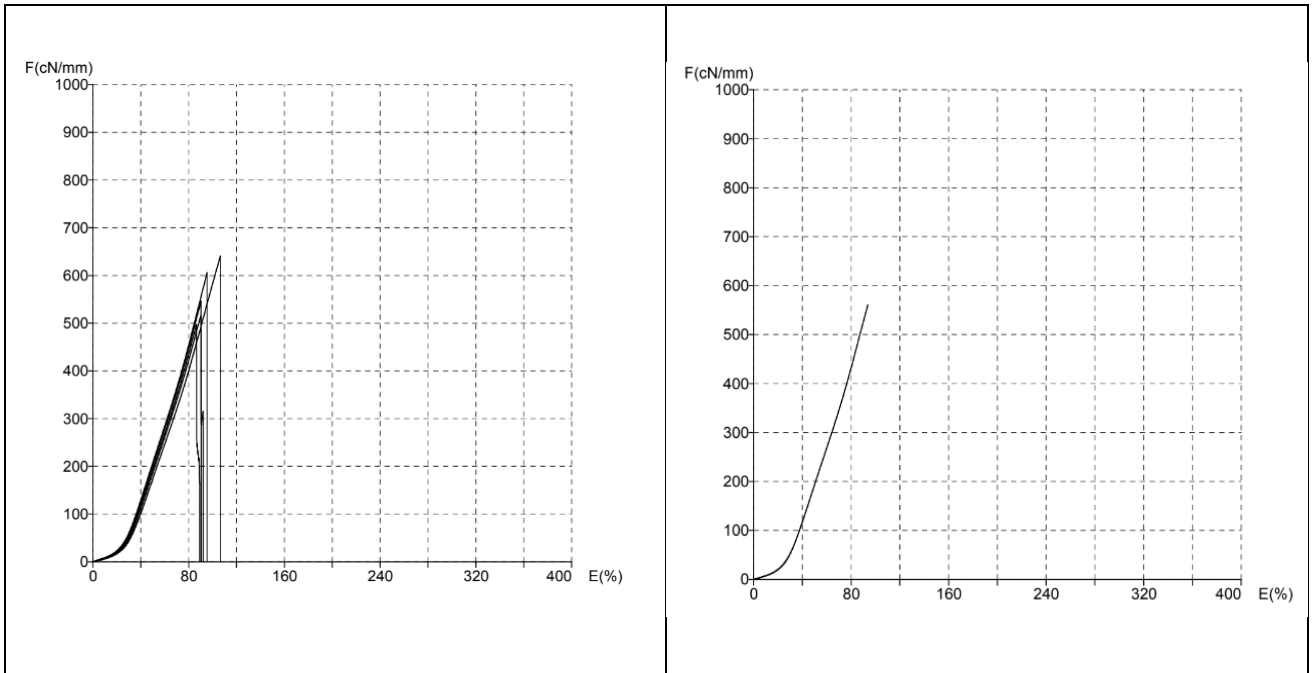


Uzorak F11

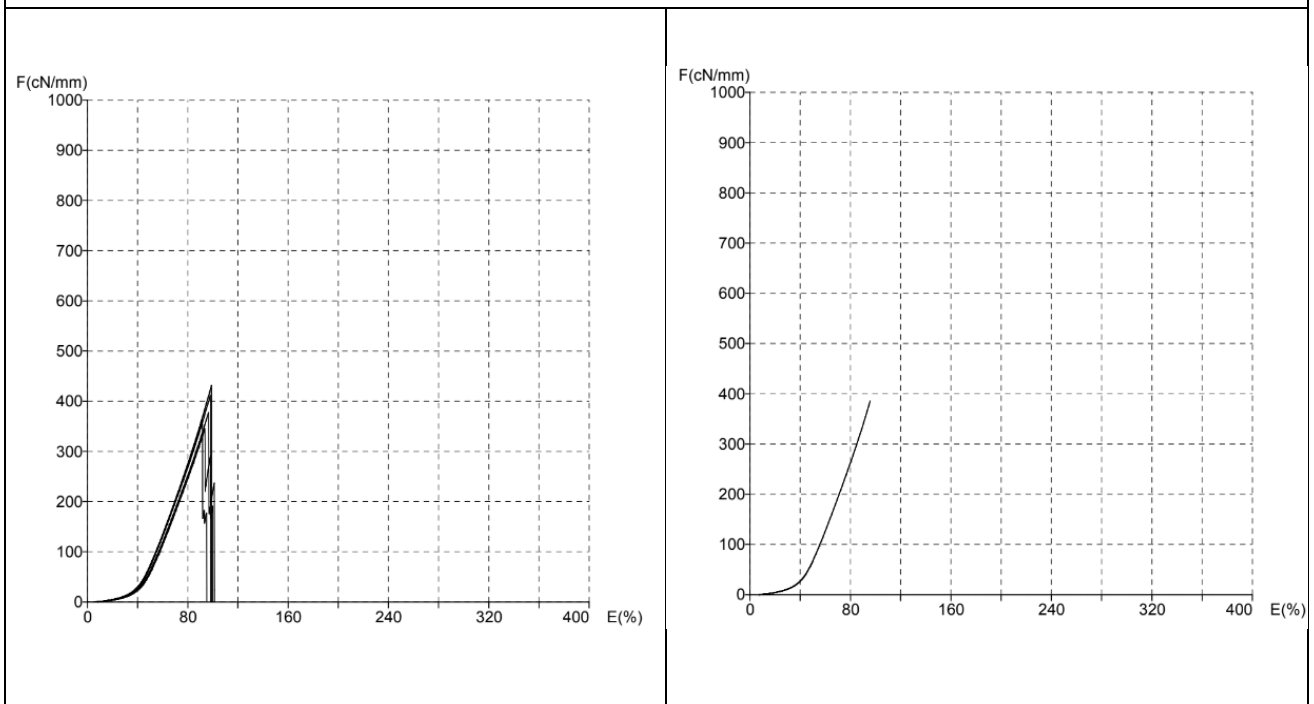


Uzorak F15

Nastavak tablice

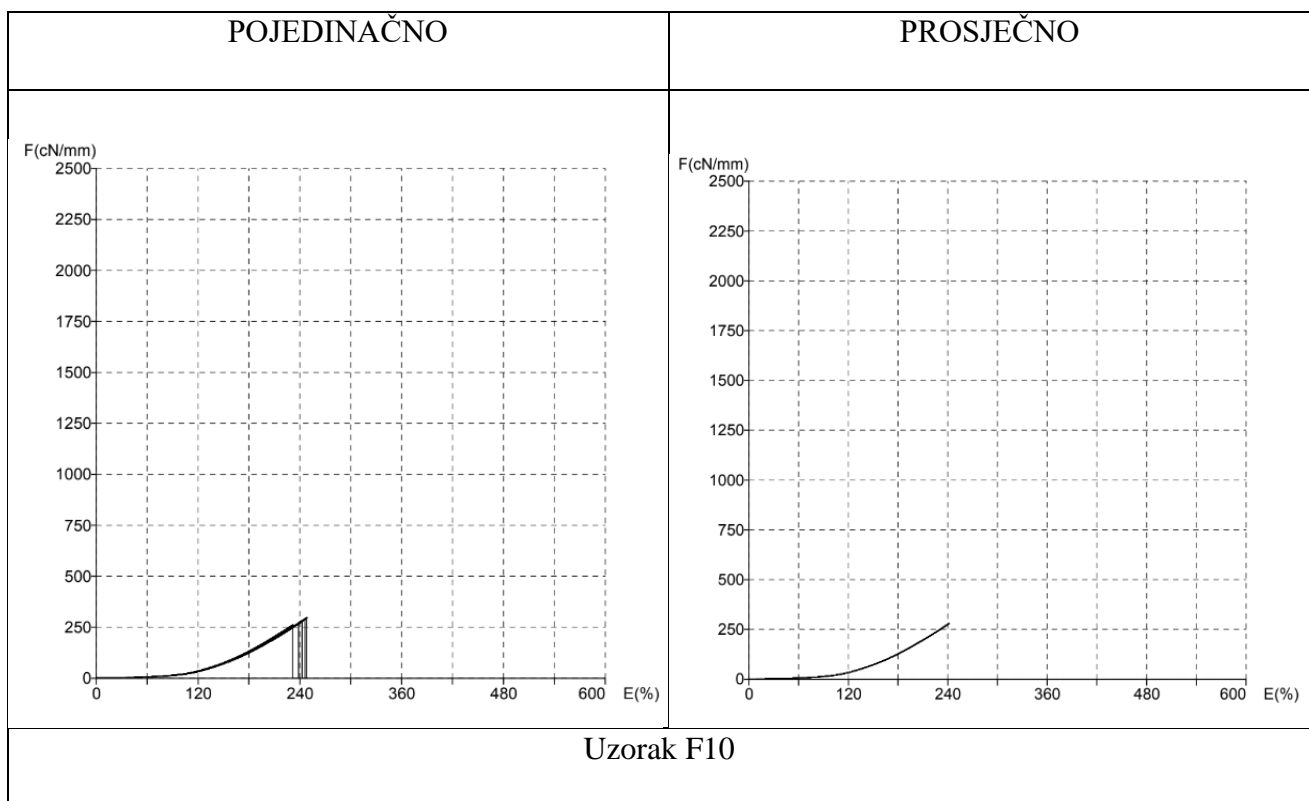


Uzorak F16

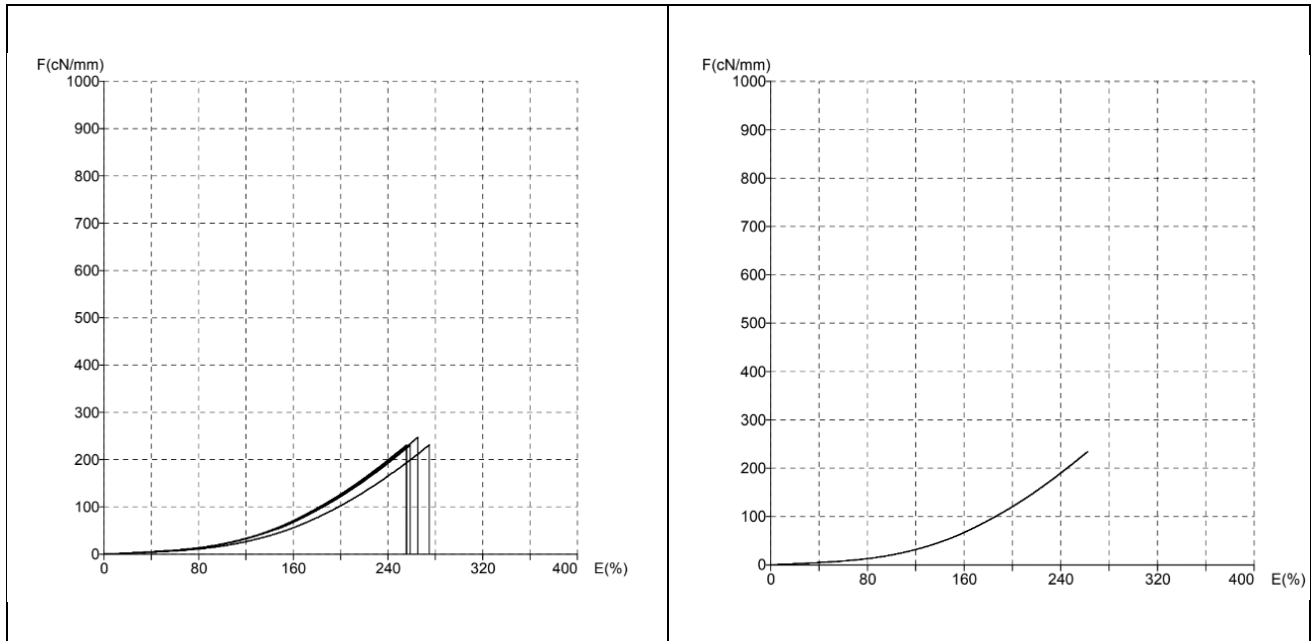


Uzorak F17

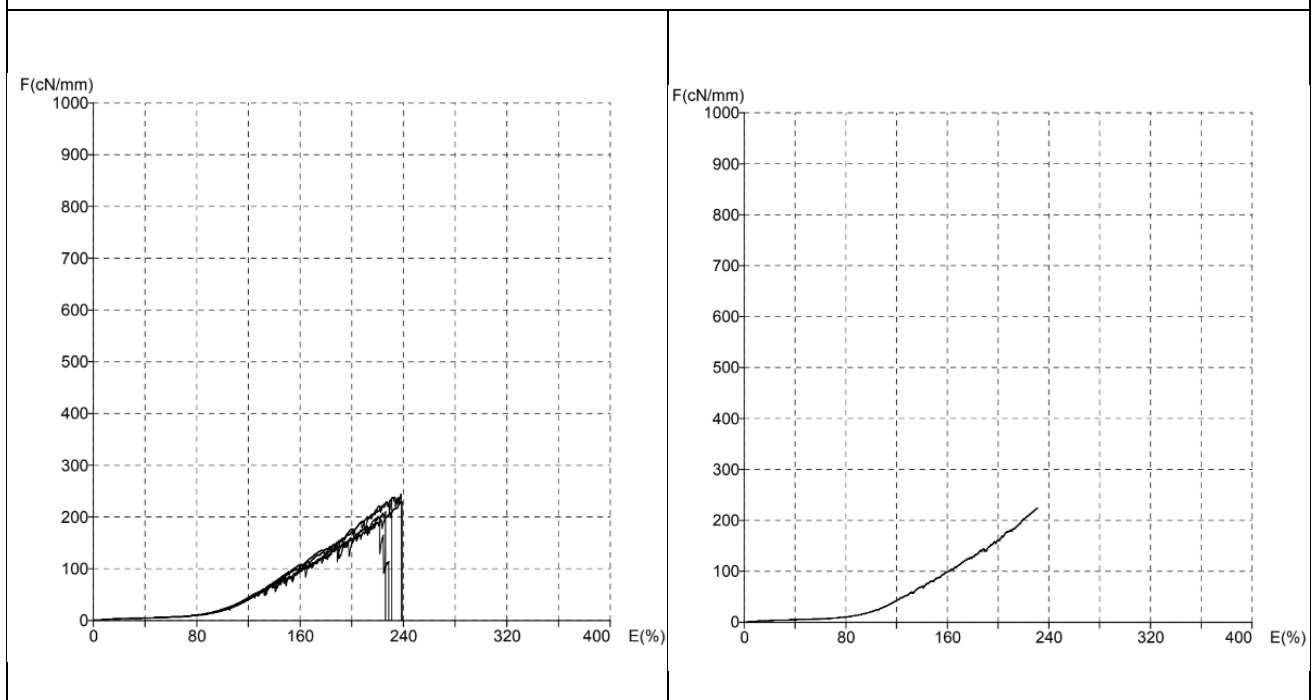
Tablica 12. Grafički prikazi F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti (lijevo) i prosječnih vrijednosti (desno) vlačnih svojstava uzoraka pletiva u suhom stanju u smjeru redova očica



Nastavak tablice

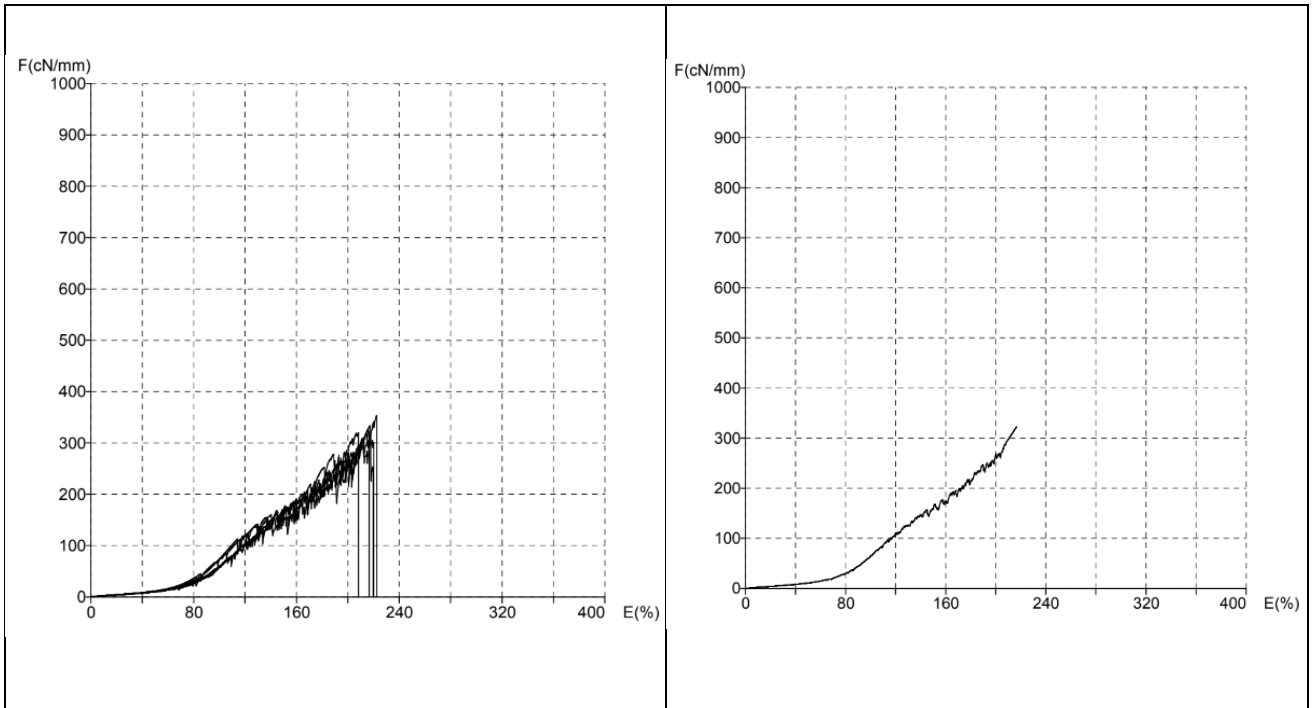


Uzorak F11

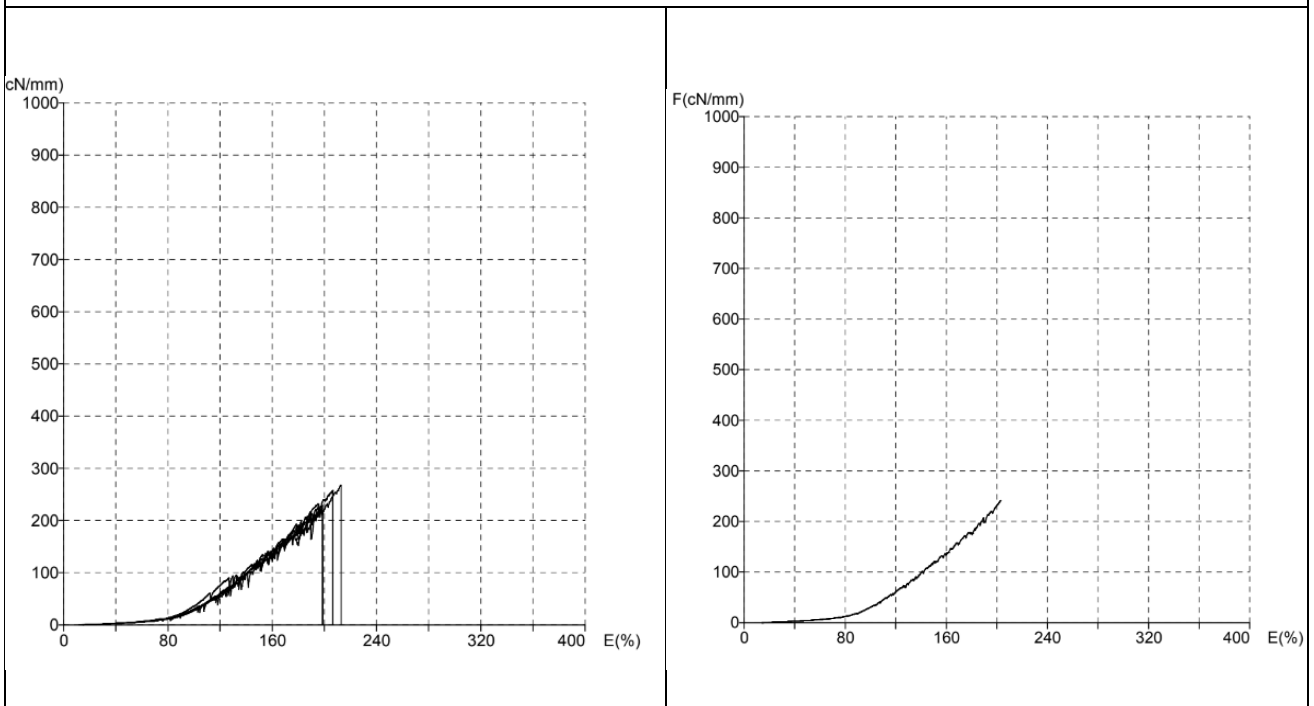


Uzorak F15

Nastavak tablice

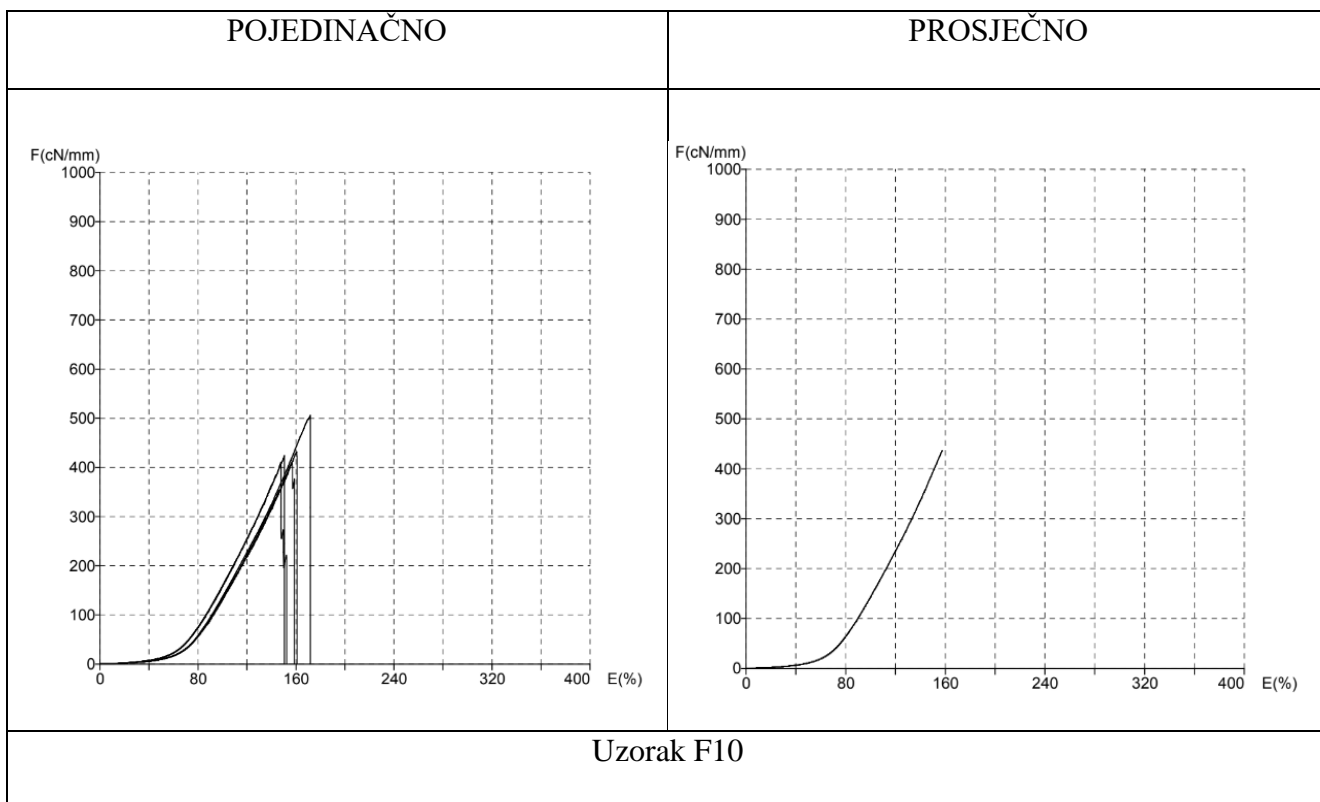


Uzorak F16

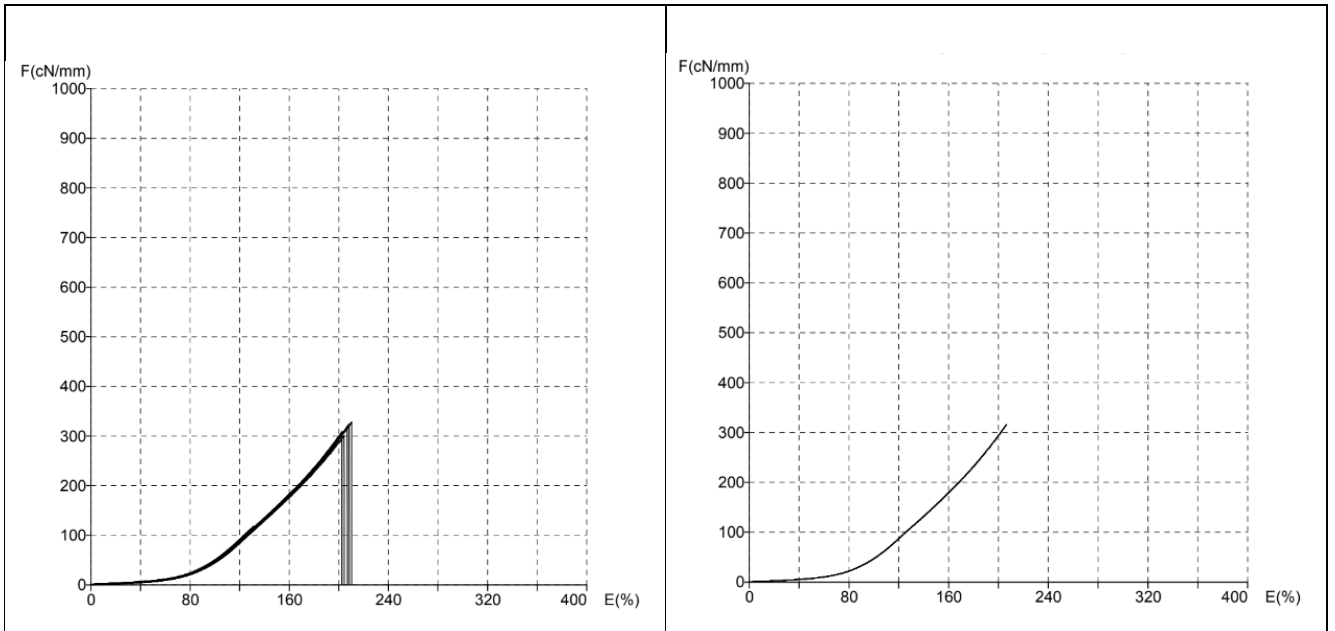


Uzorak F17

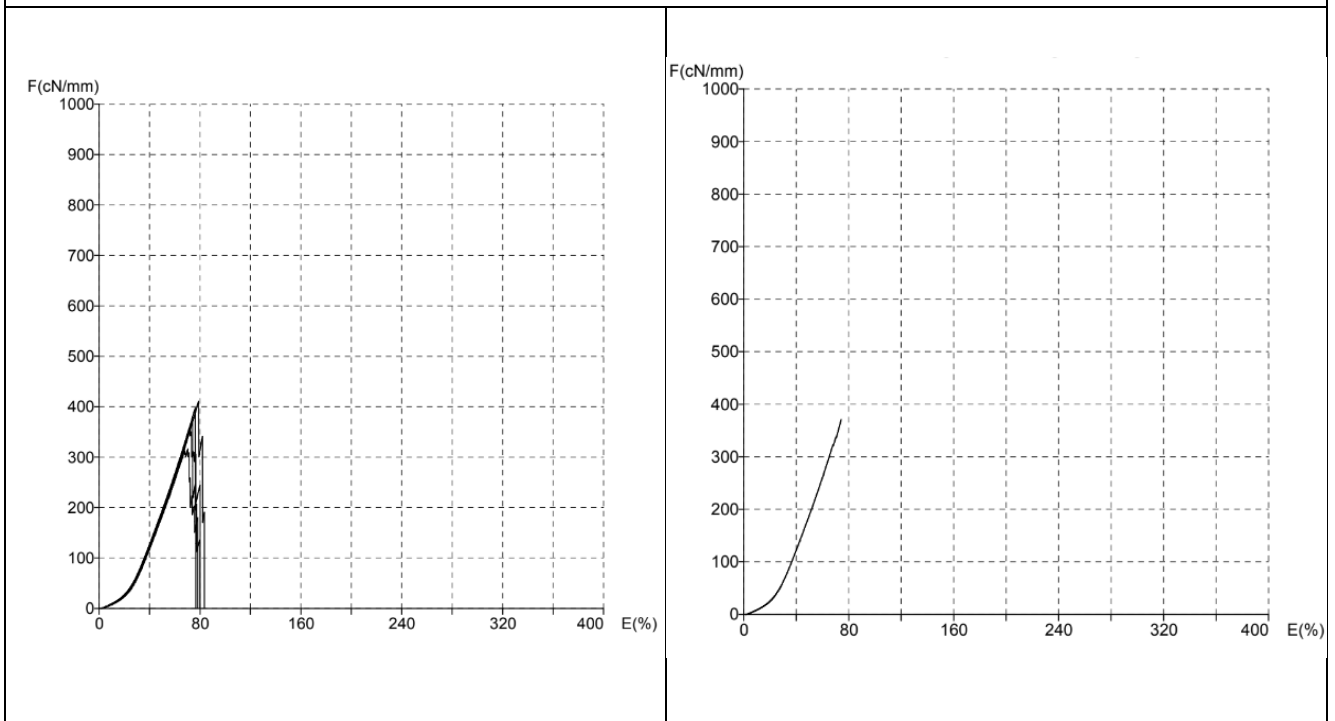
Tablica 13. Grafički prikazi F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti (lijevo) i prosječnih vrijednosti (desno) vlačnih svojstava uzoraka pletiva u mokrom stanju u smjeru nizova očica



Nastavak tablice

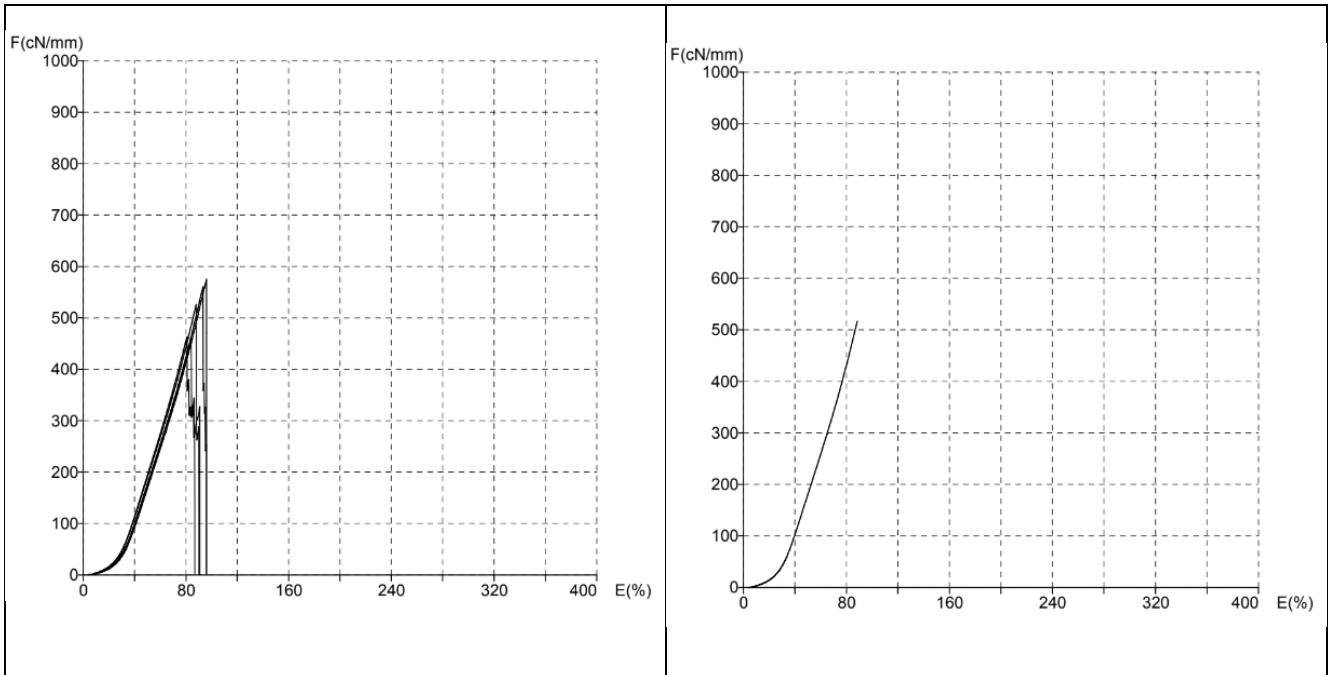


Uzorak F11

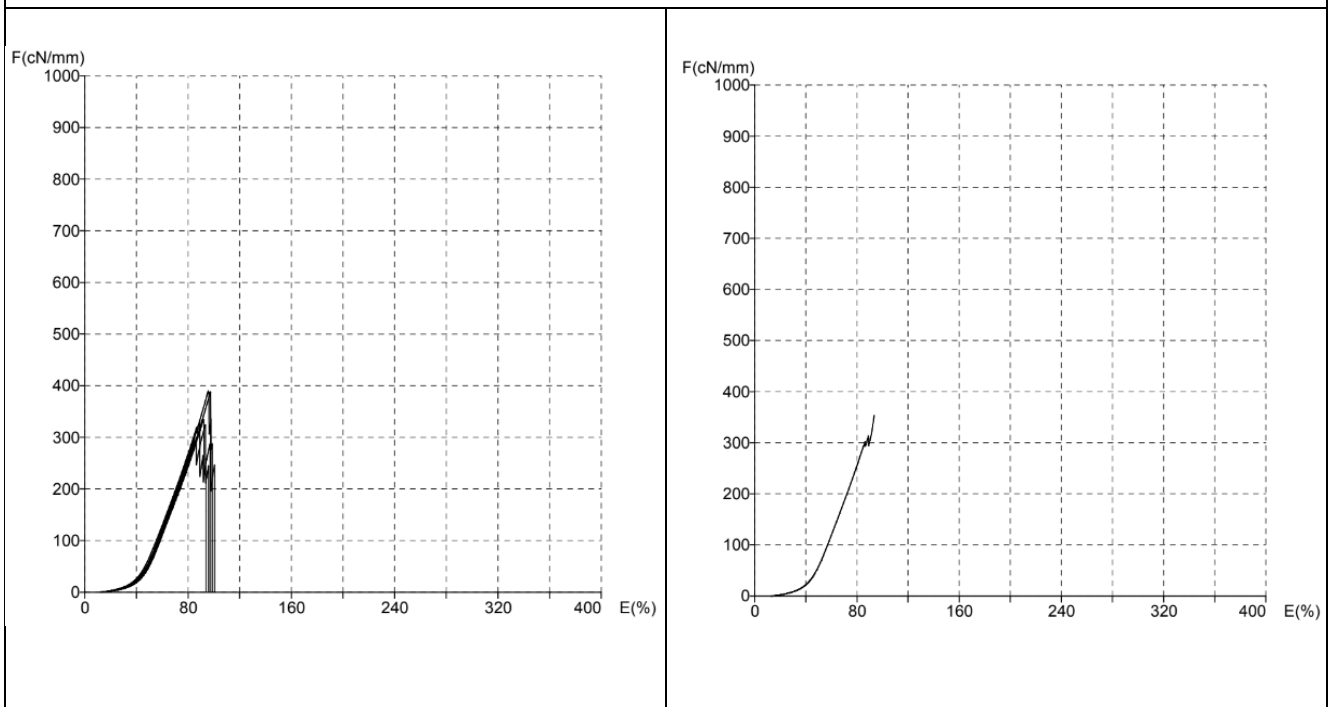


Uzorak F15

Nastavak tablice

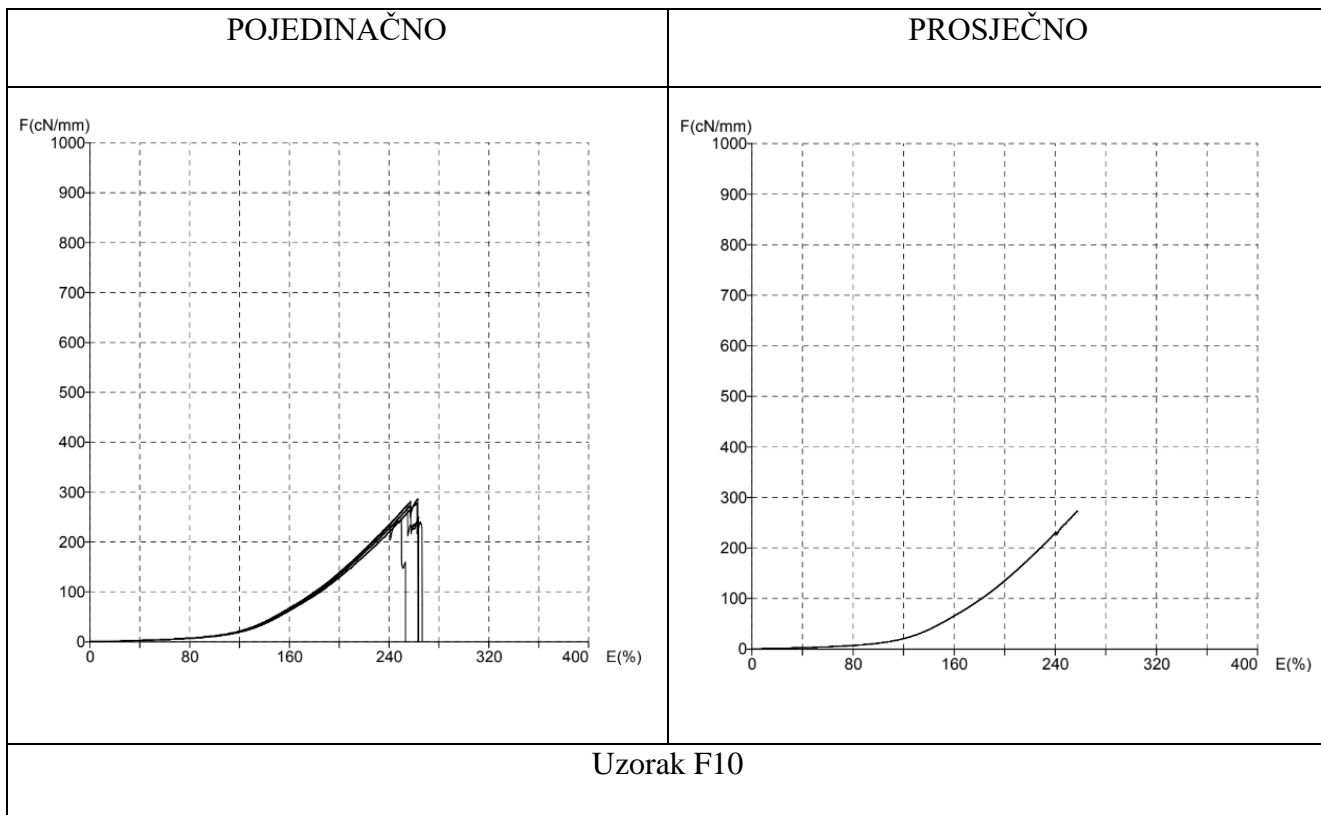


Uzorak F16

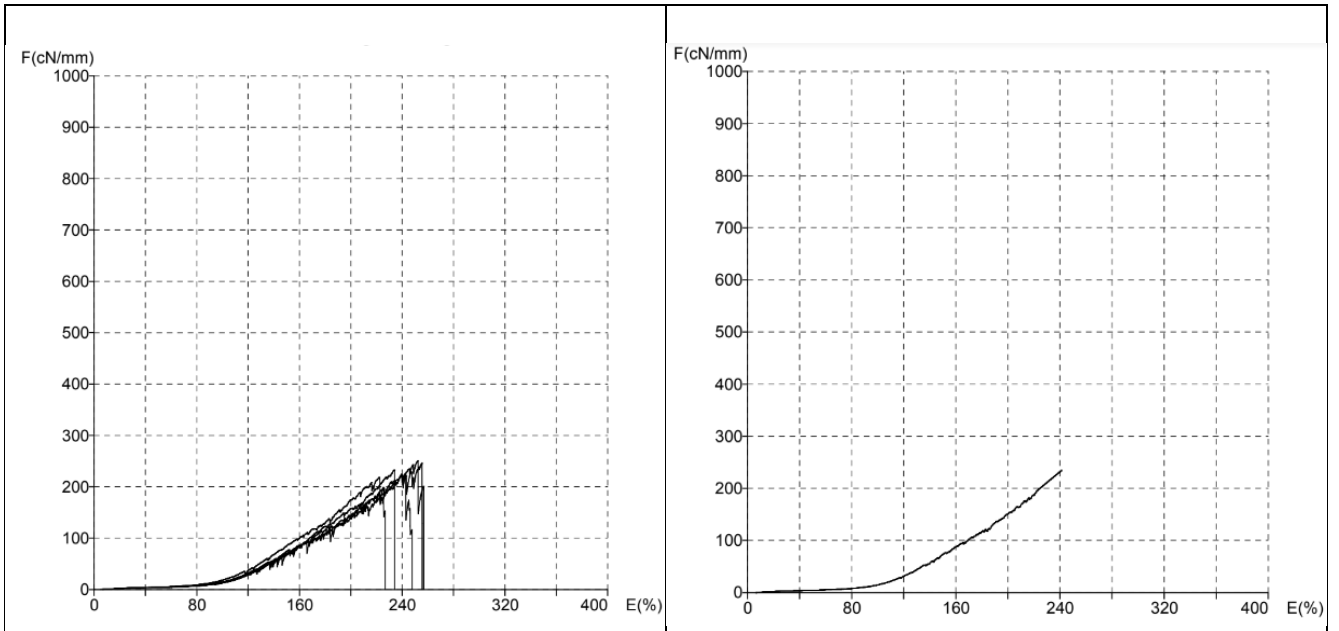


Uzorak F17

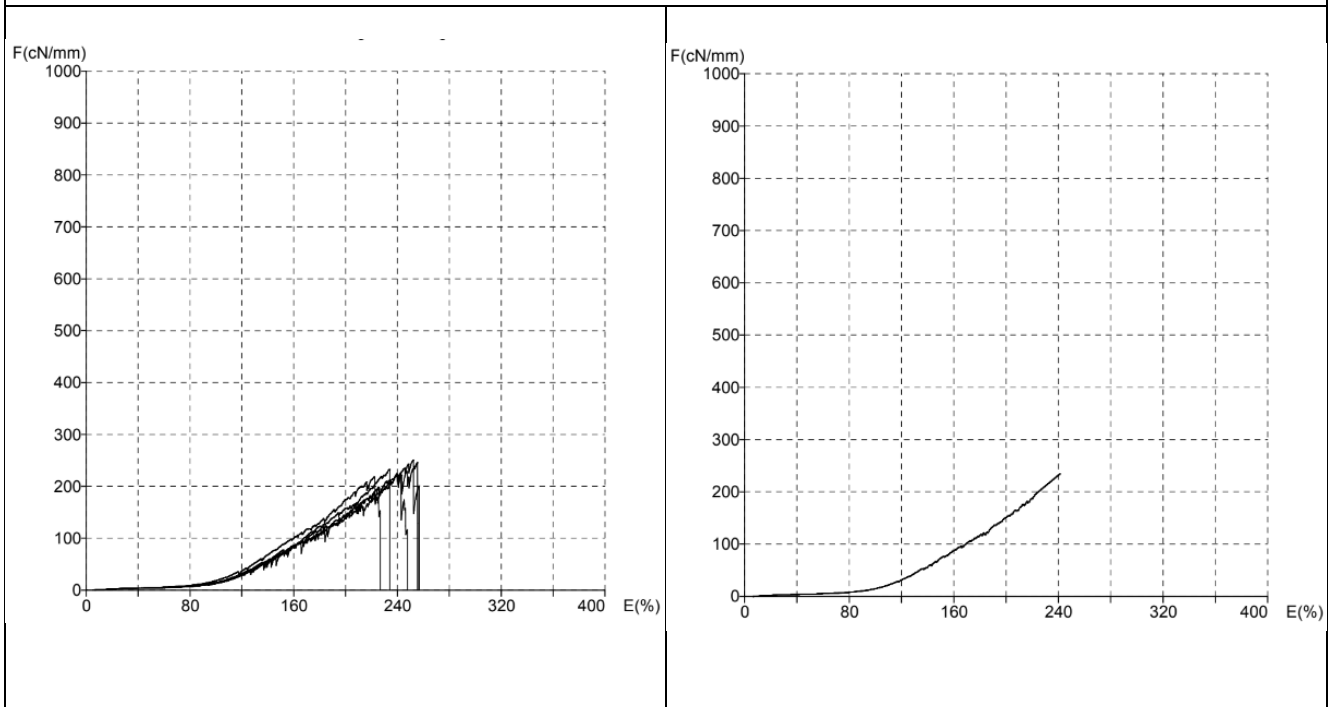
Tablica 14. Grafički prikazi F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti (lijevo) i prosječnih vrijednosti (desno) vlačnih svojstava uzoraka pletiva u mokrom stanju u smjeru redova očica



Nastavak tablice

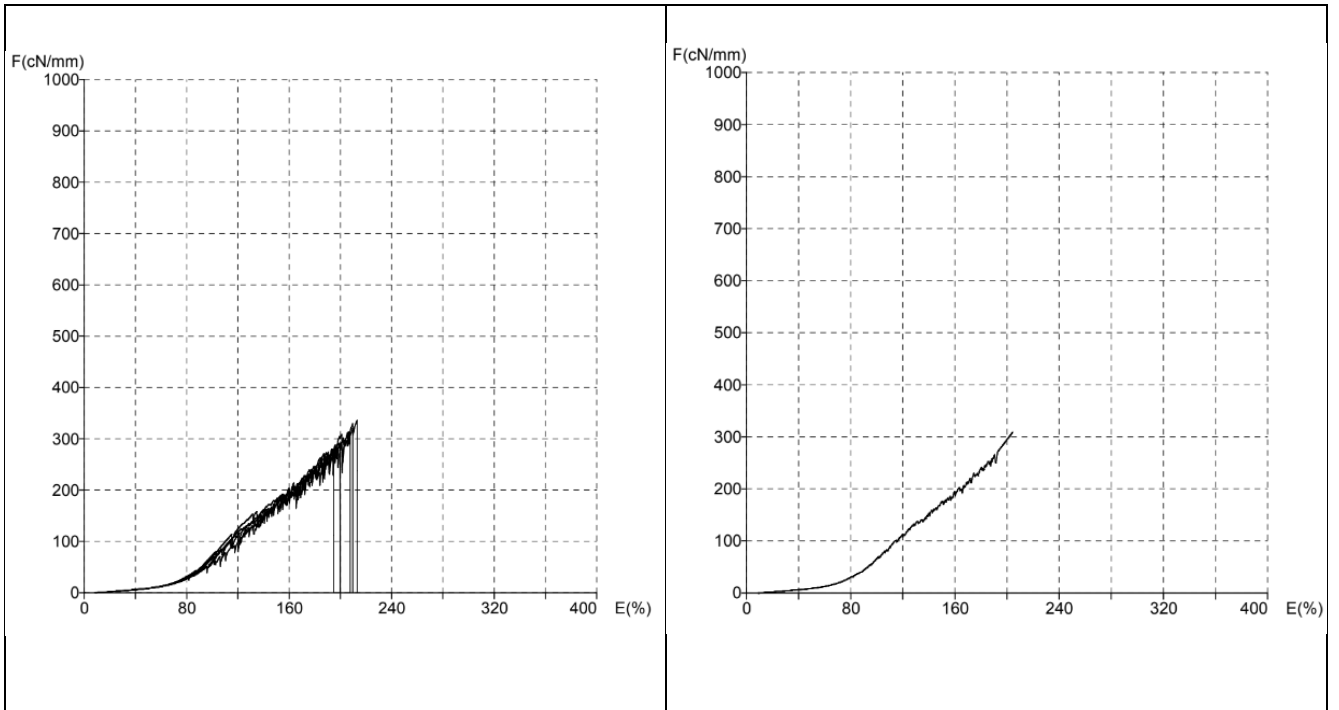


Uzorak F11

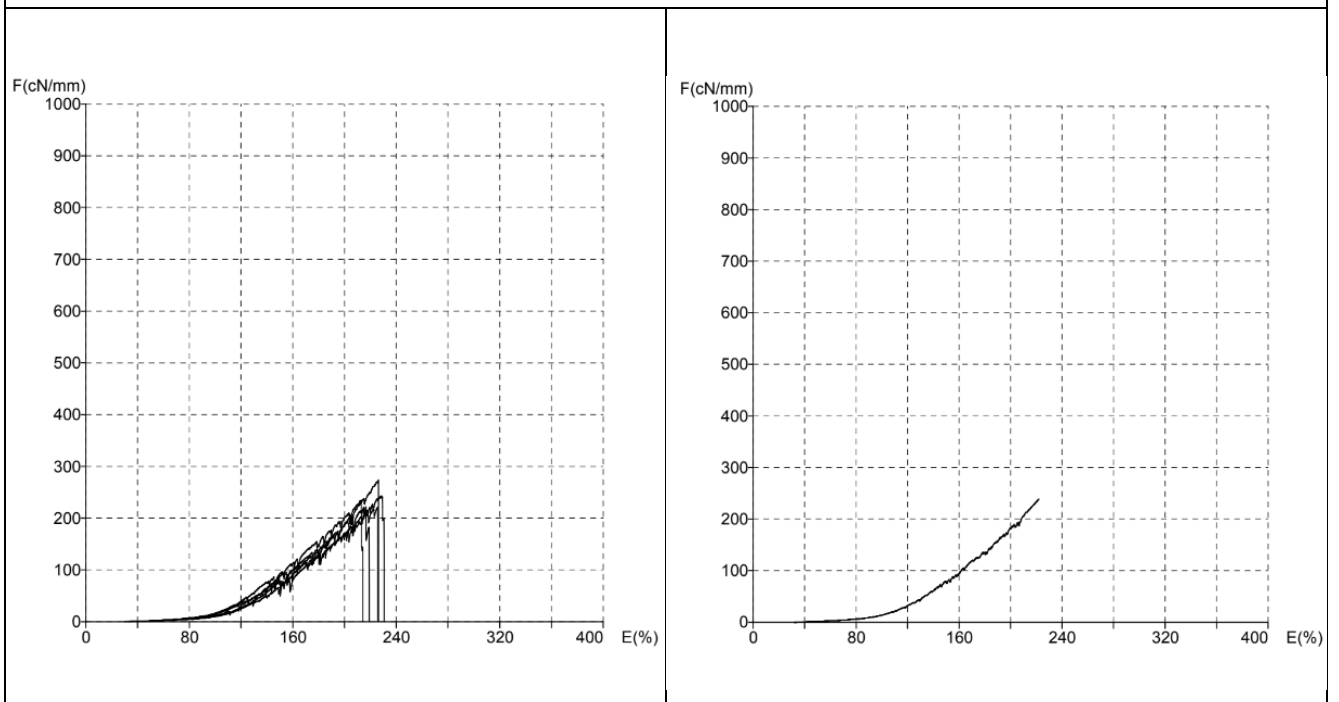


Uzorak F15

Nastavak tablice



Uzorak F16



Uzorak F17

U nastavku su komentirani rezultati za vrijednosti prekidne sile, prekidnog istezanja i vremena do prekida.

Prekidna sila

Vrijednosti prekidne sile pletiva ispitanih u suhom stanju u smjeru redova očica su u rasponu 224-323 N. Najveću prekidnu silu ima uzorak F16, dok najmanju ima uzorak F15. Razlika u prekidnim silama između ta dva uzorka je 44,20 %. Tako značajna razlika pokazuje da će ponašanje ispitivanih pletiva pri korištenju biti znatno drugačije kada budu izloženi djelovanju sila, kao što je to slučaj u direktnom srazu nogometaša tijekom treninga ili utakmice.

Vrijednost prekidne sile pletiva ispitanih u mokrom stanju u smjeru redova je u rasponu 230-309 N. Najveću prekidnu silu ima uzorak F16, dok najmanju ima uzorak F11. Razlika u prekidnim silama između ta dva uzorka je 34,35%.

Uspoređujući podatke, vidljivo je kako su kod uzoraka u suhom stanju, u smjeru niza prekidne sile puno veće, što je slučaj i kod uzoraka u mokrom stanju. Raspon prekidne sile ispitanih pletiva u suhom stanju u smjeru redova očica kao što je prethodno navedeno iznosi 224-323 N.

Vrijednost prekidne sile pletiva ispitanih u suhom stanju u smjeru nizova je u rasponu 321-561 N. Najveću prekidnu silu ima uzorak F16, dok najmanju ima uzorak F11. Razlika u prekidnim silama između ta dva uzorka je 74,77%.

Vrijednost prekidne sile pletiva ispitanih u mokrom stanju u smjeru nizova je u rasponu 316-517 N. Najveću prekidnu silu ima uzorak F16, dok najmanju ima uzorak F11. Razlika u prekidnim silama između ta dva uzorka je 63,61%.

Prikazani podatci potvrđuju ranije navedeno kako su vrijednosti prekidne sile ispitanih pletiva u smjeru redova očica su manje i njihove vrijednosti idu do oko 300 N, dok u smjeru nizova vrijednosti idu preko 500 N u suhom i mokrom stanju.

Prekidno istežanje

Vrijednosti prekidnog istežanja pletiva ispitanih u suhom stanju u smjeru redova očica su u rasponu 202-262 %. Najveće prekidno istežanje ima uzorak F11, dok najmanje ima uzorak F17. Razlika u prekidnom istežanju između ta dva uzorka je 29,70%.

Vrijednost prekidnog istežanja pletiva ispitanih u mokrom stanju u smjeru redova očica su u rasponu 221-268 %. Najveće prekidno istežanje ima uzorak F11, dok najmanje ima uzorak F17. Razlika u prekidnim silama između ta dva uzorka je 21,27%.

Vrijednost prekidnog istežanja pletiva ispitanih u suhom stanju u smjeru nizova očica su u rasponu 71-204 %. Najveće prekidno istežanje ima uzorak F11, dok najmanje ima uzorak F15. Razlika u prekidnim silama između ta dva uzorka je 187,32%.

Vrijednost prekidnog istežanja pletiva ispitanih u mokrom stanju u smjeru nizova očica su u rasponu 74-206 %. Najveće prekidno istežanje ima uzorak F11, dok najmanje ima uzorak F17. Razlika u prekidnim silama između ta dva uzorka je 178,38%.

Rezultati dobiveni mjerenjem ukazuju kako prekidno istežanje u suhom i u mokrom stanju u smjeru redova, kao i nizova imaju vrlo približne rezultate, no razlika je vidljiva. Isto tako može se učiti da je vrijednost prekidnog istežanja prosiječno u postotku veća u mokrom stanju u oba smjera očica. Uzorak F11 okarakteriziran je kao uzorak s najvećim prekidnim istežanjem.

Vrijeme do prekida

Iznosi vremena do prekida pletiva ispitanih u suhom stanju u smjeru redova očica su u rasponu 121-157 s. Najveće vrijeme do prekida ima uzorak F11, dok najmanje ima uzorak F17. Razlika u vremenima prekida između ta dva uzorka je 29,75 %.

Vremena do prekida pletiva ispitanih u mokrom stanju u smjeru redova očica su u rasponu 123-163 s. Najveće vrijeme do prekida ima uzorak F11, dok najmanje ima uzorak F16. Razlika u vremenima prekida između ta dva uzorka je 32,52 %.

Vremena do prekida pletiva ispitanih u suhom stanju u smjeru nizova očica su u rasponu 43-122 s. Najveće vrijeme do prekida ima uzorak F11, dok najmanje ima uzorak F15. Razlika u vremenima prekida između ta dva uzorka je 183,72 %.

Vremena do prekida pletiva ispitanih u mokrom stanju u smjeru nizova očica su u rasponu 47-123 s. Najveće vrijeme do prekida ima uzorak F11, dok najmanje ima uzorak F15. Navedeno predstavlja razliku od 161,70 % između ta dva uzorka.

Dobiveni rezultati ukazuju kako uzorak F11 ima najveće vrijeme do prekida, što znači da ima sposobnost najvećeg istežanja u odnosu na druge ispitivane uzorke. Posebice tijekom povlačenja nogometnog dresa bitan je stupanj rastezljivosti i elastičnosti za što bi upravo uzorak F11 bio pogodan.

5. ZAKLJUČAK

Svakodnevnim istraživanjem, tehnološkim razvojem i unapređenjem svojstava vlakana i svojstava materijala, performanse sportske odjeće dobivaju na sve većoj važnosti. Udobnost pri nošenju i apsorpcija vlage jedni su od glavnih zahtjeva sportske odjeće, a posebice nogometne. Provedenih ispitivanja različitih uzoraka pletiva koja se koriste za izradu sportske odjeće pokazala su da su razlike između, naizgled vrlo sličnih materijala, značajne. Što se tiče plošne mase F10 uzorak okarakteriziran je kao onaj s najvećom, dok uzorak F15 ima najmanju plošnu masu i ujedno i najveću debljinu. Kao najtanje pletivo istaknuo se uzorak F16. Mjerenja vlačnih svojstava potvrdila su postojanje razlika između prekidnih sila u suhom i mokrom stanju, što je bitno za sportsku odjeću jer se sportaši znoje i na taj način se čvrstoća materijala mijenja. Od ispitanih uzoraka pletiva, najveću prosječnu prekidnu silu u suhom i mokrom stanju, i to u oba smjera, ima uzorak F16. Istaknuti je uzorak izrađen od poliesterske pređe, u interlok prepletu i ima masu 150 g/m^2 . Za navedeni uzorak se može očekivati da će imati bolju trajnost u korištenju te da će biti otporniji na djelovanje različitih sila. S obzirom na ispitano, taj bi uzorak bio pogodniji za izradu sportske odjeće.

6. LITERATURA

- [1] <https://www.kickitshirts.com/blog/what-material-are-football-shirts-made-from/> pristupljeno 15.04.2024.
- [2] Sishoo R.: Textiles in sports, The Textile institute, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England, 2005.
- [3] Čunko, R., Andrassy M.: Vlakna, Zrinski d.d., Zagreb, 2005.
- [4] <https://zenskehelanke.rs/poliester/?v=5fc810cf6260> pristupljeno 15.04.2024.
- [5] [nylon-fabric.webp \(1007x628\) \(apparelmbags.com\)](https://www.nylon-fabric.webp(1007x628)(apparelmbags.com)) pristupljeno 15.04.2024
- [6] HRN EN ISO 2076 Tekstil -- Umjetna vlakna -- Generički nazivi (ISO 2076:2021)
- [7] Hayes S. G., Venkatraman P.: Materials and technology for sportswear and performance apparel, Taylor & Francis Group, London, New York, 2016.
- [8] <https://midwestworld.com/what-fabric-is-best-for-sportswear-a-simple-guide/> pristupljeno 06.05.2024.
- [9] <https://www.healysport.com/hr/a-which-is-the-best-material-for-a-football-jersey.html> pristupljeno 06.05.2024.
- [10] <https://www.fittdesign.com/blog/the-impact-of-fabric-selection-on-sportswear-performance> pristupljeno 24.07.2024.
- [11] Stojanović S., Geršak J.: Textile materials intended for sportswear, University of Niš, Faculty of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, University of Maribor, Tekstil 68 (4-6) 72-88, 2019.
- [12] Boršić S.: Primjena polimernih materijala u nogometu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2014.
- [13] <https://www.24sata.hr/sport/pogledajte-ih-sve-koji-vam-je-najljepši-dres-hrvata-u-povijesti-713855> [8] pristupljeno 24.07.2024.

[14] [Ovo su karakteristike novog dresa hrvatske reprezentacije \(dnevnik.hr\)](#) pristupljeno 24.07.2024.

[15] Salopek Čubrić, I., Pavlović, Ž. Projektiranje pletiva, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2021.

[16] HRN ISO 3801:2003 Tekstil - Tkanine - Određivanje mase po jedinici duljine i mase po jedinici površine (ISO 3801:1977)

[17] HRN EN ISO 5084:2003 Tekstil - Određivanje debljine tekstila i tekstilnih proizvoda (EN ISO 5084:1996)

[18] HRN ISO 2062:2003 Tekstil - Pređa s namotka - Određivanje prekidne sile i prekidnog istezanja metodom pojedinačnog mjerenja (ISO 2062:1993)