

# Fizikalno-mehanička svojstva pređa za izradu sportske odjeće

---

Zrno, Barbara

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:201:331031>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-25**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**

**ZAVRŠNII RAD**  
**FIZIKALNO-MEHANIČKA SVOJSTVA PREĐA ZA IZRADU**  
**SPORTSKE ODJEĆE**

**Barbara Zrno**

Zagreb, rujan 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

ZAVRŠNI RAD

FIZIKALNO-MEHANIČKA SVOJSTVA PREĐA ZA IZRADU SPORTSKE  
ODJEĆE

Mentorica: Ivana Salopek Čubrić

Studentica: Barbara Zrno

izv. prof. dr. sc. Ivana Salopek Čubrić

Zagreb, rujan 2021

Ovaj rad je izrađen na Zavodu za projektiranje i menadžment tekstila pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ivane Salopek Čubrić

**Kandidatkinja:** Barbara Zrno

**Naslov rada:** Fizikalno-mehanička svojstva pređa za izradu sportske odjeće

**Naslov studija:** Tekstilna tehnologija i inženjerstvo

**Naziv smjera:** Projektiranje i menadžment tekstila

**Jezik teksta:** hrvatski

**Rad ima:**

- stranica: 37
- slika: 13
- tablica: 24

**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

Izv. prof. dr. sc. Ivana Salopek Čubrić, članica

Izv. prof. dr. sc. Goran Čubrić

Izv. prof. dr. sc. Dragana Kopitar, zamjenica člana

**Datum predaje rada:** 15. 9. 2021.

**Datum obrane rada:** 17. 9. 2021.

Zahvala i 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 izv. prof. dr. sc. Ivane Salopek Čubrić.



## SAŽETAK

Analiza svojstava pređa dostupnih na tržištu iznimno je bitna u procesu projektiranja pletiva za izradu sportske odjeće kako bi se osigurala poboljšana svojstva pletiva za definiranu namjenu. Stoga je eksperimentalni dio ovog završnog rada usmjeren na ispitivanje fizikalno-mehaničkih svojstava pređa izrađenih iz sintetskih vlakana, a koje su primarno namijenjene izradi pletiva za sportsku odjeću. Pritom je naglasak stavljen na sljedeća svojstva: finoću, uvojitost, vlačna svojstva, debljinu i otpornost na habanje. Vrijednosti navedenih svojstava međusobno su uspoređivane i komentirane u kontekstu namijenjene uporabe.

Ključne riječi: fizikalno-mehanička svojstva, finoća, promjer, broj uvoja, vlačna svojstva, dlakavost, otpornost na habanje

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2 TEORIJSKI DIO .....	2
2.1 Finoća.....	2
2.2 Uvojitost.....	3
2.3 Vlačna svojstva .....	4
2.4 Dlakavost.....	5
2.5 Otpornost na habanje .....	6
2.6 Debljina .....	7
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	8
3.1 Uzorci.....	8
3.2 Metode ispitivanja pređe .....	13
3.2.1 Finoća.....	13
3.2.3 Promjer .....	14
3.2.4 Broj uvoja .....	15
3.2.5 Vlačna svojstva .....	15
3.2.6 Dlakavost.....	16
3.2.7 Otpornost na habanje.....	17
4. REZULTATI I RASPRAVA .....	18
4.1 Rezultati ispitivanja finoće pređe .....	18
4.2 Rezultati ispitivanja promjera pređa.....	20
4.3 Rezultati ispitivanja broja uvoja pređa .....	22
4.4 Rezultati ispitivanja vlačnih svojstava pređa .....	24
4.5 Rezultati ispitivanja dlakavosti pređe .....	29
4.6 Rezultati ispitivanja otpornosti na habanje .....	33
5. ZAKLJUČAK .....	35
6. LITERATURA .....	36

## 1.UVOD

U ovom radu kroz teorijski dio, objašnjena su sva svojstva poput finoće, uvojitosti, vlačnih svojstava ,dlakavosti i otpornosti na habanje. Sav teorijski dio potkrijepljen je i ispitivanjima, kao i usporedbom rezultata ispitivanja. Prikazani su i opisani svi parametri koji bitno utječu na sam konačni tekstilni proizvod. Da bismo znali jeli neka pređa prikladna za proizvodnju pojedinog odjevnog predmeta, važno je provesti fizikalno-mehanička ispitivanja.

U eksperimentalnom dijelu ovog završnog rada provedena su ispitivanja na sedam različitih pređa, od kojih svaku karakterizira neko drugo svojstvo. Pa tako, svaka od tih pređa razlikuje se posebnošću prijenosa topline, propusnosti vode, sadržavanju antibakterijskog svojstva, kao i svojstva reciklirane pređe.

Bitno je obratiti pozornost i na mehanička svojstva poput čvrstoće i rasteznog svojstva koja su karakteristična upravo za sportsku odjeću, a koji ukazuju na izdržljivost materijala uslijed maksimalnog naprezanja, sve do nastanka puknuća ili loma



## 2 TEORIJSKI DIO

### 2.1 Finoća

Finoća pređe označava se masenim (direktnim) sustavom ili duljinskim (indirektnim) sustavom. Definira se kao omjer mase i duljine, a prema međunarodnom SI sustavu označava se mjernom jedinicom tex (Tt). Tex govori koliku masu u gramima ima pređa duljine 1000 m. Npr.  $Tt = 35 \text{ tex}$ , znači da 1000 m pređe ima masu od 35 g [1].

Također postoje i mjerne jedinice kao što su den (Td), koji pokazuje masu niti u gramima, duljine 9000 m. Den jedinicama označavaju se vrlo fine pređe, kao što su pređe za izradu ženskih čarapa, u svilarstvu i sl. S druge strane je metrička finoća Nm, čiji broj predstavlja duljinu niti u m, pređe mase 1 g. Navedene finoće određuju se pomoću sljedećih izraza: [1]

$$Tt = \frac{m}{l} \cdot 1000 \quad (1)$$

$$Td = \frac{m}{l} \cdot 9000 \quad (2)$$

pri čemu je:

Tt – finoća pređe, tex

m – masa, g

l – duljina, m

Td – finoća pređe, den

Finoća pređe eksperimentalno se određuje metodom vitice ili povjesma. [2]. S kondicioniranih se namotaka pređe primjenom vitla opsega  $1000 \pm 2,5$  mm priređuju vitice. Priređenoj vitici određuje se masa direktnim vaganjem na analitičkoj vagi, a zatim se izračunava finoća pređe [1]. Prilikom određivanja finoće na rezultate ispitivanja utječe prostor u kojem se vrše ispitivanja. Prema tome postoje točno definirani uvjeti, odnosno standardni uvjeti koji nalažu relativnu vlažnost  $HR = 65 \pm 5\%$  i temperaturu  $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 2.2 Uvojitost

Uvojitost pređe određena je brojem uvoja iskazanih duljinom jednog metra i smjeru uvijanja. Sva vlakna uvijena su oko njene zamišljene uzdužne osi pređe, a njihov smjer uvijanja može biti desni ili Z smjer i lijevi ili S smjer. S obzirom na finoću pređe, vrstu sirovine i namjenu pređe određuje se broj uvoja pređe, a iskazuje se prema Kochlin-u: [1]

$$Tm = \alpha_m \cdot \sqrt{\frac{1000}{Tt}} \quad (3)$$

pri čemu je:

$Tm$  – broj uvoja pređe, uvoja/1 m

$\alpha_m$  – koeficijent uvijanja pređe

Prema tome može se tvrditi da su uvojitost i čvrstoća međusobno ovisne, budući da se čvrstoća povećava s povećanjem broja uvoja na određenoj duljini. Takva čvrsto uvijena pređa je kompaktna, elastična, tvrda opipa, često i nemirna izgleda [3]. Tako npr. izraz

$T = 300 \text{ u/m Z}$ , govori da da pređa ima 300 uvoja po metru, Z smjera

Postoje tri metode određivanja uvojitosti pređe:

- metoda odvijanja: pređu određene duljine odvija se uz napetost od 0,5 cN/tex do uspostave potpuno paralelnog položaja vlakana u pređi (HRN ISO/DIS 17202),
- Marschikova metoda: njome se određuje broj uvoja sve do prekida pređe i
- naponska metoda: provodi se na uređaju (torziometru) novije izvedbe koji je dodatno opremljen dijelom za kontrolu napetosti pređe [1].

### 2.3 Vlačna svojstva

Djelovanjem vlačnih svojstava, tekstilni proizvodi izloženi su vanjskoj vlačnoj sili duž osnove i potke. To su pojave prilikom kojih dolazi do deformacija, produljenja, loma, puknuća, zatezanja ili nekog drugog oblika, u kojem tekstilija mijenja svoj prvobitni oblik. Do svega navedenog dolazi uslijed mehaničke deformacije [5]. Vlačna svojstva vrlo su bitna tijekom samog procesa proizvodnje, glavni faktori koji utječu na kvalitetu pređu su neravnine pređe, tanka i debela mjesta, uvijanje, čvrstoća i dr. [4].

Bitno vlačno svojstvo je čvrstoća koju karakteriziramo kao izdržljivost nekog materijala na djelovanje neke sile ili opterećenja. Na neki način sama čvrstoća povezana je i sa sirovinom pređe, kao i finoćom i dužinom vlakana [4].

Budući da govorimo o sportskoj odjeći, ona je danas u svijetu našla veliku primjenu, i upravo iz tog razloga, zahtjevi za njenim karakteristikama, funkcionalnošću i svojstvima primjene su porasla. Teži se i sve većoj kvaliteti, što znači da prilikom deformacija i istežanja uvijek dolazi do trenutne promjene oblika, ali je bitno da se materijal vrati u svoj prvotni oblik. Odjeća kao takva, mora osigurati dostatnu trajnost što se postiže tijekom samog procesa proizvodnje, u kojem se kroz različita naprezanja, istežanja i djelovanja sila provjerava zadovoljava li takav materijal očekivano svojstvo rastezljivosti da bi se mogao koristiti u proizvodnji sportske odjeće. Upravo zbog svoje iznimne rastezljivosti, uz pamučne pređe koriste se i različite sintetske pređe koje su karakteristične za takvu vrstu odjeće.

## 2.4 Dlakavost

Kada govorimo o dlakavosti pređe, time podrazumijevamo petlje ili krajeve vlakana koji strše iz pređe. Osnovni kriterij za definiranje dlakavosti pređe je broj stršećih vlakana. Dlakavost pređe ujedno utječe i na udobnost pri nošenju, pa tako pređe manje dlakavosti primjenjuju se prilikom izrade gornje odjeće. Budući da postoje i različiti čimbenici koji utječu na dlakavost pređe možemo ih podijeliti u tri skupine:

1. svojstva vlakana (duljina vlakana, udio kratkih vlakana, finoća vlakana),
2. parametri pređe ( broj vlakana u poprečnom presjeku pređe, grublje pređe imaju veću dlakavost od finijih), broj uvoja pređe (pređa s većim brojem uvoja ima manju dlakavost) i
3. parametri proizvodnje pređe (veće istezanje pređe – veća dlakavost, veća brzina vretena – veća dlakavost, veća masa trkača – manja dlakavost, veći broj uvoja na predpredilici – manja dlakavost) [5].

Također prilikom mjerenja dlakavosti pređe postoji nekoliko metoda koje se mogu koristiti, a to su:

- fotoelektrična metoda mjerenja promjera pređe,
- određivanje omjera fotoelektričnog promjera i projiciranog promjera pređe,
- brojanje stršećih vlakana pod mikroskopskim povećanjem,
- paljenje stršećih vlakana u kontroliranim uvjetima (mjeri se gubitak mase pređe, nakon paljenja i
- elektrostatička metoda [5]

## 2.5 Otpornost na habanje

Otpornost na habanje ima izravan učinak na uporabna svojstva proizvoda. Izravan učinak habanja pod djelovanjem mehaničkog trenja smanjuje kvalitetu samog proizvoda, oštećuje ga, potiče piling, blijedi, itd. Habanje je relativno pokretanje tekstilije (uzorka) spram sredstva za habanje, pri čemu uslijed trenja dolazi do trošenja tekstilnog materijala. Otpornost na habanje predstavlja otpor kojim se tekstilija suprotstavlja trošenju uslijed habanja pod određenim uvjetima [6]. Dakle pod pojmom otpornosti na habanje podrazumijevamo koliko je neki tekstilni materijal otporan na djelovanje neke sile, bez da nastanu vidljiva oštećenja.

Za otpornost na habanje najčešće se primjenjuje metoda po Martindaleu, kojom se nakon cjelokupnog procesa analizira i ocjenjuje promjena koja se dogodila prilikom habanja na tekstilnom materijalu, prema procjeni promjene izgleda, gubitku mase i određivanju razgradnje uzorka. Dobiveni rezultati takve metode ukazuju i govore, koliko je takav materijal prikladan za određenu namjenu, te o tome kolika je njena trajnost.

Postoje i dva termina koja se odnose na habanje, a to su nahabati, što označava da se proces habanja može odvijati određeno vrijeme, bez da su pritom nastala vidljiva oštećenja, te postupak prilikom kojeg dolazi do vidljivog oštećenja u obliku prekida niti ili pojave rupica i to je proces prohabavanja [6].

## 2.6 Debljina

Danas postoje razne metode i načini određivanja debljine pređe, posebice u mehaničkim tehnologijama prerade pređe, podatak o debljini iznimno je važan. Različiti parametri, opterećenja i procesi prilikom prerade pređe utječu na njen konačan izgled. U praksi naziv debljina pređe često je zamijenjen parametrom finoća pređe, o kojem je više bilo riječi na početku rada [7]. Za izračunavanje debljine pređe također se može koristiti i formula:

$$d = k \cdot \sqrt{T_t} \quad (4)$$

d – debljina pređe

k – koeficijent

T<sub>t</sub> – finoća pređe

Koeficijent k ovisi o sirovinskom sastavu, tj., o tome radi li se o pamuku, vuni ili poliamidu.

Debljinu pređe iskazujemo mjernom jedinicom mm. Upravo ta debljina govori nam koju pređu ćemo koristiti za koju namjenu, odnosno pređe finoće do 20 tex koriste se za fino rublje, fine čarape, lagane majice i sl., dok sve pređe veće finoće preko 40 tex spadaju u grublje (deblje) pređe koje se koriste za punija i masivnija pletiva, za odjeću namijenjenu hladnijim danima kao što su puloveri, džemperi, veste, kaputi i sl... [7]

Za izradu materijala za sportsku odjeću, najčešće se koriste pamučne, elastanske, viskozne, poliamidne (PA), poliesterske (PES), te različite druge filamentne sintetske pređe, upravo zbog svojih karakterističnih svojstava koje pružaju. Finoća takvih pređa iznosi od 20 do 30 tex, što nam ukazuje da su to tanje i lagane pređe, manje finoće [7].

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

Sa sedam različitih uzoraka pređa, provedeno je eksperimentalno ispitivanje fizikalno-mehaničkih svojstava, različitim tehnikama i na različitim strojnim uređajima. Sve pređe su sintetske.


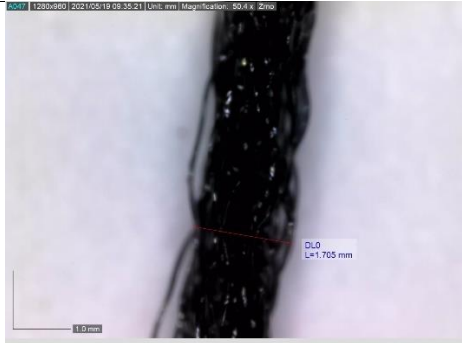
#### 3.1 Uzorci

U nastavku su opisane i korištene pređe za ispitivanje, označene oznakama Y1-Y7. Detalji su prikazani u tablicama 1-7

#### Uzorak Y1

PA (poliamid), poliamidno vlakno spada u skupinu umjetnih vlakana dobivenih ispredanjem iz taline poliamidnih polimera. Jedan od trgovačkih naziva je najlon. Takva vlakna vrlo su pogodna za izradu proizvoda izrazite elastičnosti i savitljivosti, lako se održava i ne gužva se. Nije zapaljiv, slobodno propušta zrak, brzo se suši, ima sjajnu teksturu i sl., zbog čega se i koristi za sportsku odjeću kao takvu. Nedostatak mu je nabijanje statičkim elektricitetom, te ne zadržava toplinu [8].


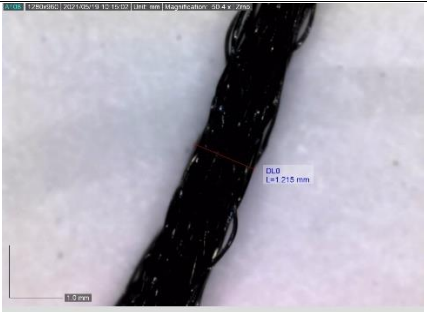
**Tab. 1:** Uzorak Y1

Oznaka uzorka: Y1		
Sirovinski sastav	100% PA 6, konvencionalna pređa	
Finoća pređe	78/24x2 dtex	

## Uzorak Y2

PES (poliester) vlakno također spada u skupinu sintetskih vlakana koje je vrlo je pogodno za izradu sportskih odjevnih predmeta, upravo zato jer ima niz pozitivnih karakteristika kao što su glatka površina, vrlo lagan, visoki stupanj otpornosti na habanje, ugodan na dodir, ima relativno nisku cijenu, ne upije mirise, vodoodbojan, otporan na moljce i druge insekticide, ne blijedi...

**Tab. 2:** Uzorak Y2



Oznaka uzorka: Y2		
Sirovinski sastav	100% PES, konvencionalna pređa	
Finoća pređe	167/34x1 dtex	



### Uzorak Y3

Reciklirana pređa je pređa izrađena od ostataka tekstilnog, ali i ekološkog otpada. Danas takve pređe dobivaju na sve većoj važnosti upravo iz razloga jer je tekstilna industrija već desetljećima glavni onečištač i zagađivač okoliša. Takav postupak uključuje kombinaciju otpada s prirodnim vlaknima kako bi se dobili različiti materijali, a u ovom slučaju pletiva [9].


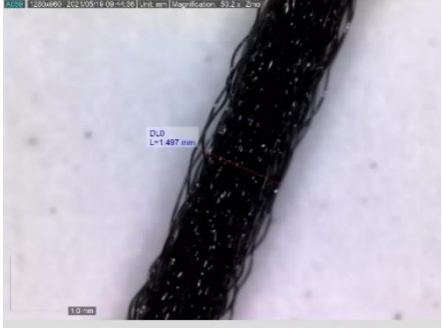
**Tab. 3:** Uzorak Y3

Oznaka uzorka: Y3		
Sirovinski sastav	100% PA 6.6, reciklirana pređa	
Finoća pređe	78/60x2 dtex	

### Uzorak Y4

Antibakterijsku obradu funkcionalne pređe karakterizira završnu obradu pletiva od prijenosa razmnožavanja štetnih mikroorganizama kao što su gljivice, bakterije i plijesni, no ne samo to nego takva obrada sprječava neugodne mirise, boje mrlja i tako pomažu i omogućuju nošnju ljudima osjetljivim na njih [10].



**Tab. 4:** Uzorak Y4

<p>Oznaka uzorka: Y4</p>		
<p>Sirovinski sastav</p>	<p>100% PA 6.6, funkcionalna pređa (antibakterijska obrada)</p>	
<p>Finoća pređe</p>	<p>78/60x2 dtex</p>	



Uzorak Y5

Propusnost vode dozvoljava upijanje određene količine vode, što bi značilo da su takvi materijali hidrofilni, a što je također jedna od značajnijih karakteristika pletiva za sportsku odjeću. Takvi materijali upijaju vodu, ne zadržavaju je nego se izravno na zraku brzo suše.

**Tab. 5:** Uzorak Y5

<p>Oznaka uzorka: Y5</p>		
<p>Sirovinski sastav</p>	<p>100% PA 6.6, funkcionalna pređa (propusnost vode)</p>	
<p>Finoća pređe</p>	<p>78/68x2 dtex</p>	

**Tab. 6:** Uzorak Y6

Oznaka uzorka: Y6		
Sirovinski sastav	100% PA 6.6, funkcionalna pređa (prijenos topline)	
Finoća pređe	78/68x2 dtex	

**Tab. 7:** Uzorak Y7

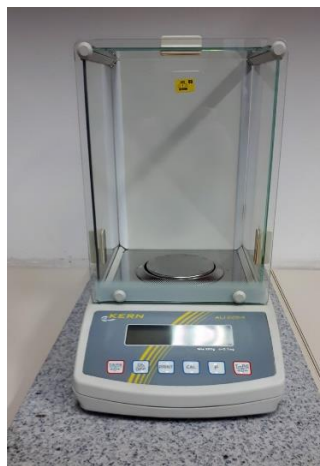
Oznaka uzorka: Y7		
Sirovinski sastav	100% PES, funkcionalna pređa (vlakno sa šupljinom)	
Finoća pređe	85/48x2 dtex	

### 3.2 Metode ispitivanja pređe

#### 3.2.1 Finoća

Prilikom određivanja finoće, provodilo se 10 mjerenja svakog uzorka pređe, duljine epruvete 1 m. Mjerenje se provodilo na način da se svaki uzorak pređe duljine 1 m vagao

na analitičkoj vagi. Na temelju dobivenih rezultata izračunala se prosječna vrijednost te tako dobila finoća svake pojedine pređe izražena u mjernoj jedinici tex.



**Sl. 1.** Analitička vaga [11]

### 3.2.3 Promjer

Promjer pređa određivan je uz pomoć Dino – Lite Pro Hr AM7000/AD7000 series, 5 megapixel mikroskopa, kojim je fotografirano po 10 mjerenja od svakog uzorka pređe. Prije početka samog mjerenja mikroskop je bilo potrebno kalibrirati, odnosno postaviti ga na određene parametre. Svaka pređa sastoji se od debljih i tanjih mjesta, i s obzirom na takvu nejednolikost tražila se prosječna debljina koja sa protezala po najvećem dijelu pređe. Proces provođenja mjerenja izvodio se na način da se svaki uzorak pređe stavljao na svijetlu površinu, te se na različitim mjestima uz pomoć mikroskopa fotografirala određena pređa, što je bilo vidljivo na zaslonu računala. Promjer je bio izražen u mm.



**Sl. 2.** Dino – Lite Pro Hr AM7000/AD7000 series, 5 megapixel

### 3.2.4 Broj uvoja

Na uređaju Torziometar marke Twister, Mesdan Lab, provodilo se ispitivanje uvojitosti pređe za svaku pređu po 10 mjerenja, također za svaku pređu određen je i smjer uvoja koji je bio lijevi tj. S smjer. Ispitivanje se provodilo na principu da se pređa duljine 0,5 m x 2 zategne, odnosno postavi napetost sve dok lampica na stroju ne zasvijetli, kada se to postigne, s ručicom se odvije pređa sve do dovođenja dviju pređa do paraleliziranog položaja. Kada su pređe dovedene u takav položaj očita se broj uvoja.



**Sl. 3.** Torziometar, Twister, Mesdan Lab, Italija [12]

### 3.2.5 Vlačna svojstva

Na uređaju Dinamometar Statimat M-tt. Textechno, ispitivana su vlačna svojstva rasteznosti od 50 mjerenja u suhom, a ispitivanje se provodilo direktno s namotka. Uređaj je potpuno automatiziran, te povezan na računalo kojem preko određenog programa koje sadrži šalje podatke. U ispisu se nalazi grafikon kao i sve ostale vrijednosti prekidnog istežanja [%] , prekidne sile [ $cN$ ], rada do prekida [ $cN \cdot cm$ ] i čvrstoće [ $cN/tex$ ].

Uređaj sadrži dvije pneumatske stezaljke od kojih je jedna fiksna (gornja), a druga je pričvršćena za klizač za rastezanje (donja). Prema definiranoj normi gornja stezaljka klizi prema donjoj, nakon čega donja nastavlja kliziti i rastezati pređu sve dok ne dođe do prekida pređe.



**Sl. 4.** Dinamometar Statimat M-tt. Textechno, Njemačka

### 3.2.6 Dlakavost

Dlakavost pređe provodila se na uređaju za mjerenje dlakavosti pređe tip G 565 tt. Zweigle, koji radi na fotometrijskom principu. Za svaku pređu izvršeno je po 5 mjerenja za četiri dužinske klase, od najmanje ( $X_1$ ), do najveće ( $X_4$ ). Mjerna duljina postavljena je na 25 m. Nakon očitano broj stršećih vlakana, izračunat je stvarni broj stršećih vlakana prema pripadajućoj tablici:

**Tab. 8:** tablica dužinskih klasa određivanja dlakavosti pređe [4]

Očitana vrijednost (stanje brojača)	Stvarni broj stršećih vlakana, n
$X_1$	$n_1 = X_1 - X_2$
$X_2$	$n_2 = X_2 - X_3$
$X_3$	$n_3 = X_3 - X_4$



	$n_4 = X_4$
--	-------------

željene  
samom  
vlakana  
detekto



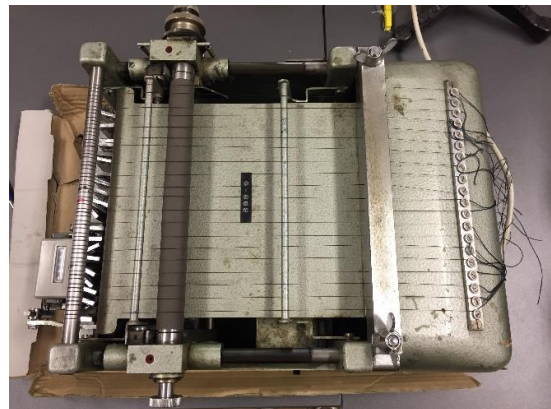
da se sastoji od četiri kanala pomoću kojih se definiraju mjerno polje koje se sastoji od fotoprijemnika. Na nu nalazi se svjetlo koje na temelju projekcije sjene strše iz tijela pređe. Prilmljeno svjetlo pomoću



**Sl. 5.** Uređaju za mjerenje dlakavosti pređe tip G 565 tt. Zweigle, Njemačka

### 3.2.7 Otpornost na habanje

Svaki uzorak od sedam pređa ispitivan je na habalici tip G550 i to po 10 mjerenja. Habalica radi na principu da se na svaku postavljenu pređu stavi uteg, koji nakon što dođe do prekida stroja, odnosno prekida pređe, pada u svoje polje i označi broj habanja koji je bio potreban do puknuća niti. Svaki prekid niti uzrokuje brusni papir omotan oko šipke koja se kreće lijevo-desno. Takav princip pokazuje kolika je maksimalna izdržljivost pojedine pređe.





## Sl. 6. Habalici tip G550

### 4. REZULTATI I RASPRAVA

U ovom završnom radu provedena su ispitivanja fizikalno-mehanička svojstva sedam uzoraka pređa, različitih karakteristika, a koja su se odnosila na:

- Finoću,
- Broj uvoja,
- Vlačna svojstva,
- Dlakavost i
- Otpornost na habanje

Prilikom svakog provedenog ispitivanja, nije bilo većih odstupanja u rezultatima mjerenja između pojedinih pređa.

#### 4.1 Rezultati ispitivanja finoće pređe

Za finoću pređe podatci pokazuju kako pređa Y6 (100% PA 6.6, funkcionalna pređa, prijenos topline) ima najmanju finoću, odnosno to je najfinija pređa od sedam ispitivanih uzoraka, a finoća iznosi 16,91 tex. U odnosu na nju pređa Y7 (100% PES, funkcionalna pređa-vlakno sa šupljinom) je najgrublja u toj skupini pređa, i njezina finoća iznosi 19,37 tex. Takva pređa ima najniže statističke vrijednosti, odnosno standardnu devijaciju 0,0002 tex i koeficijent varijacije 1,03%.

**Tab. 9:** Pojedinačni rezultati ispitivanja finoće pređe

	Uzorci						
Mjerenje	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
1	0,0181	0,0179	0,0176	0,0181	0,0188	0,0164	0,0192
2	0,0189	0,0180	0,0175	0,0180	0,0183	0,0167	0,0196

3	0,0181	0,0173	0,0177	0,0179	0,0183	0,0168	0,0190
4	0,0184	0,0179	0,0177	0,0181	0,0182	0,0167	0,0194
5	0,0183	0,0179	0,0180	0,0182	0,0183	0,0170	0,0197
6	0,0178	0,0180	0,0173	0,0180	0,0182	0,0169	0,0194
7	0,0182	0,0182	0,0170	0,0183	0,0186	0,0168	0,0193
8	0,0179	0,0182	0,0173	0,0183	0,0182	0,0171	0,0195
9	0,0178	0,0179	0,0177	0,0177	0,0184	0,0174	0,0193
10	0,0187	0,0181	0,0178	0,0179	0,0179	0,0173	0,0193
<b>Srednja vrijednost mase, g</b>	0,01822	0,01794	0,01756	0,01805	0,01832	0,01691	0,01937
<b>Srednja vrijednost finoće, tex</b>	18,22	17,94	17,56	18,05	18,32	16,91	19,37
<b>Standardna devijacija, tex</b>	0,000368	0,000255	0,000291	0,00019	0,000244	0,0003	0,0002
<b>Koeficijent varijacije, %</b>	2,02	1,42	1,66	1,05	1,33	1,77	1,03

**Tab. 10: Sumarni rezultati ispitivanja finoće pređa**

<b>Br.</b>	<b>Oznaka</b>	<b>Srednja vrijednost finoće, tex</b>	<b>Standardna devijacija, tex</b>	<b>Koeficijent varijacije, %</b>
<b>1</b>	<b>Y1</b>	18,22	0,000368	2,02
<b>2</b>	<b>Y2</b>	17,94	0,000255	1,42

<b>3</b>	<b>Y3</b>	17,56	0,000291	1,66
<b>4</b>	<b>Y4</b>	18,05	0,00019	1,05
<b>5</b>	<b>Y5</b>	18,32	0,00024	1,33
<b>6</b>	<b>Y6</b>	16,91	0,0003	1,77
<b>7</b>	<b>Y7</b>	19,37	0,0002	1,03

#### 4.2 Rezultati ispitivanja promjera pređa

U tablici su prikazani rezultati ispitivanja promjera pređe, pa tako pređa s najvećim promjerom od 1,78 mm je pređa Y5 (100% PA 6.6, funkcionalna pređa, propusnost vode), dok najmanji promjer od 1,35 mm ima pređa Y2 (100% PES, konvencionalna pređa). Kod standardne devijacije i koeficijenta varijacije odstupanja su za 0,9 mm i 6,23%.

**Tab. 11: Rezultati ispitivanja promjera pređa**

	Uzorci						
Mjerenje	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>	<b>Y4</b>	<b>Y5</b>	<b>Y6</b>	<b>Y7</b>
1	1,418	1,215	1,912	1,568	1,590	1,667	1,551

2	1,639	1,425	1,570	1,672	2,173	1,271	1,893
3	1,613	1,262	1,596	1,709	1,883	1,619	1,445
4	1,705	1,522	1,697	2,016	1,857	1,659	1,468
5	1,386	1,181	1,503	1,583	1,911	1,548	1,399
6	1,632	1,388	1,571	1,497	1,750	1,271	1,596
7	1,571	1,527	1,463	1,705	1,693	1,646	1,593
8	1,606	1,204	1,249	1,611	1,760	1,453	1,700
9	1,340	1,498	1,414	1,765	1,586	1,427	1,632
10	1,706	1,326	1,120	1,551	1,620	1,673	1,719
<b>Srednja vrijednost promjera, mm</b>	1,56	1,35	1,51	1,67	1,78	1,52	1,60
<b>Standardna devijacija, mm</b>	0,13	0,13	0,22	0,15	0,18	0,16	0,15
<b>Koeficijent varijacije, %</b>	8,47	10,02	14,70	8,87	10,18	10,44	9,21

**Tab. 12: Sumarni rezultati ispitivanja promjera pređa**

<b>Br.</b>	<b>Oznaka</b>	<b>Srednja vrijednost promjera, mm</b>	<b>Standardna devijacija, mm</b>	<b>Koeficijent varijacije, %</b>
------------	---------------	--	----------------------------------	----------------------------------

<b>1</b>	<b>Y1</b>	1,562	0,13	8,47
<b>2</b>	<b>Y2</b>	1,355	0,13	10,02
<b>3</b>	<b>Y3</b>	1,510	0,22	14,70
<b>4</b>	<b>Y4</b>	1,668	0,15	8,87
<b>5</b>	<b>Y5</b>	1,782	0,18	10,18
<b>6</b>	<b>Y6</b>	1,523	0,16	10,44
<b>7</b>	<b>Y7</b>	1,600	0,15	9,21

#### 4.3 Rezultati ispitivanja broja uvoja pređa

Kod uvojitosti pređa, rezultati pokazuju kako su pređe s najvećim brojem uvoja, pređe Y1 (100% PA 6, konvencionalna pređa), Y2 (100% PES, konvencionalna pređa) i Y6 (100% PA 6.6, funkcionalna pređa, prijenos topline) sa 90,6 u/m. Pređe Y1 i Y2 su konvencionalne pređe, a uzorak Y6 je funkcionalna kao i Y7, no za razliku od nje, Y6 pređa je i najgrublja. Najmanje uvoja ima najfinija pređa, a to je pređa Y7 (100% PES, funkcionalna pređa, vlakno sa šupljinom) od 80 u/m.

**Tab. 13: Rezultati ispitivanja broja uvoja pređa**

	Uzorci						
Mjerenje	<b>Y1</b>	<b>Y2</b>	<b>Y3</b>	<b>Y4</b>	<b>Y5</b>	<b>Y6</b>	<b>Y7</b>
1	84	84	92	82	70	74	94

2	90	96	104	80	104	88	64
3	92	72	72	78	88	104	84
4	102	104	100	84	92	80	68
5	104	76	78	84	102	84	92
6	90	102	98	78	82	110	84
7	90	102	88	92	86	86	78
8	74	96	86	92	68	84	90
9	90	90	88	82	86	104	76
10	90	84	76	92	94	92	70
<b>Srednja vrijednost broja uvoja, u/m</b>	90,6	90,6	88,2	84,4	87,2	90,6	80,0
<b>Standardna devijacija, u/m</b>	8,38	11,28	10,64	5,64	11,86	11,74	10,50
<b>Koeficijent varijacije, %</b>	9,25	12,45	12,07	6,68	13,60	12,96	13,12

**Tab. 14: Sumarni rezultati ispitivanja broja uvoja preda**

<b>Br.</b>	<b>Oznaka</b>	<b>Srednja vrijednost broja uvoja, u/m</b>	<b>Standardna devijacija, u/m</b>	<b>Koeficijent varijacije, %</b>
<b>1</b>	<b>Y1</b>	90,6	8,38	9,25

2	Y2	90,6	11,28	12,45
3	Y3	88,2	10,64	12,07
4	Y4	84,4	5,64	6,68
5	Y5	87,2	11,86	13,60
6	Y6	90,6	11,74	12,96
7	Y7	80,0	10,50	13,12

#### 4.4 Rezultati ispitivanja vlačnih svojstava pređa

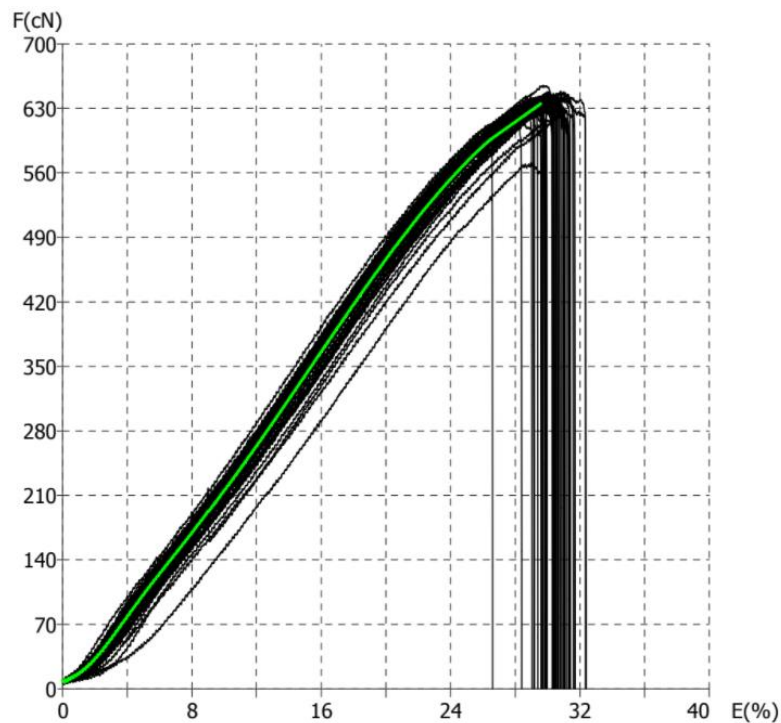
U tablici 15, prikazani su rezultati ispitivanja vlačnih svojstava i to prekidna sila, prekidno istežanje, rad do prekida i čvrstoća. Rezultati ukazuju na to da, s obzirom da su prekidna sila i rad do prekida međusobno ovisni, tako i ispitivanje pokazuje kako najveću prekidnu silu od 719,31 cN, kao i rad do prekida od 61,94 Nxc m ima pređa Y7 (100% PES, funkcionalna pređa, vlakno sa šupljinom). Za razliku od pređe uzorka Y7, pređa s najmanjom prekidnom silom i radom do prekida od 500,11 cN i 46,35Nxc m ima pređa uzorka Y5 (100% PA 6.6, funkcionalna pređa, propusnost vode). Prekidne sile preostalih pređa su u rasponu 500-720 cN.

**Tab. 15: Rezultati ispitivanja vlačnih svojstava pređa**

Br.	Oznaka	FP, cN	CV, %	Sd, cN	$\epsilon B$ , %	CV, %	Sd, %	Wr, Nxc m	CV, %	Sd, Nxc m	T, cN <i>tex</i> <sup>-1</sup>
-----	--------	-----------	----------	-----------	---------------------	----------	----------	--------------	----------	-----------------	--------------------------------------

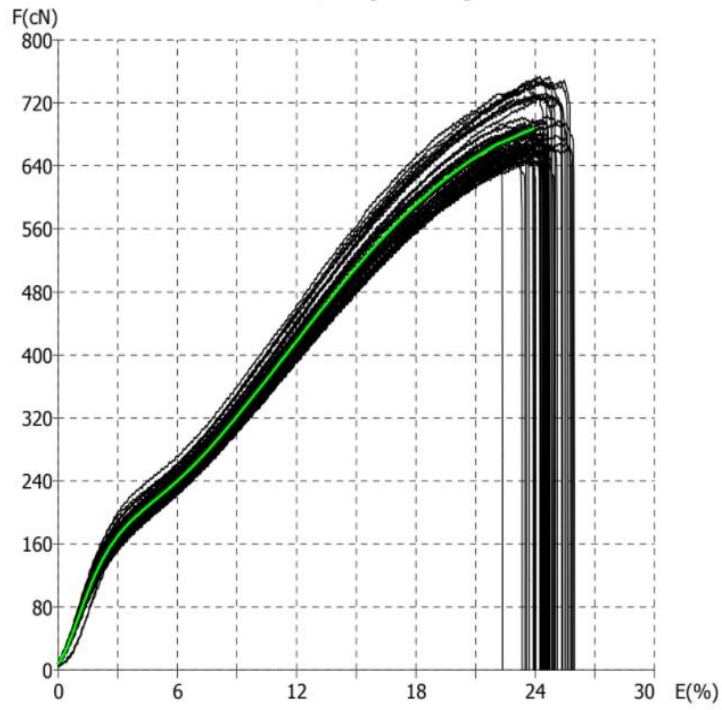
1	Y1	635,55	2,21	14,06	29,58	3,08	0,91	50,61	5,22	2,64	34,88
2	Y2	688,18	4,56	31,40	23,92	2,69	0,64	48,75	6,62	3,23	38,45
3	Y3	652,62	0,85	5,56	32,12	2,95	0,95	59,96	4,75	2,85	37,17
4	Y4	685,20	6,57	44,99	27,85	3,11	0,87	51,29	7,45	3,82	37,96
5	Y5	500,11	2,49	12,47	31,90	5,60	1,79	46,35	8,79	4,07	33,75
6	Y6	588,81	2,71	15,93	33,14	6,39	2,12	56,59	10,43	5,90	34,84
7	Y7	719,31	1,51	10,90	29,67	3,99	1,18	61,94	6,82	4,22	37,14

**Legenda:** *FP* - prekidna sila, *CV* - koeficijent varijacije, *Sd* - standardna devijacija,  $\epsilon B$  - prekidno istezanje, *Wr* - rad do prekida, *T* – čvrstoća

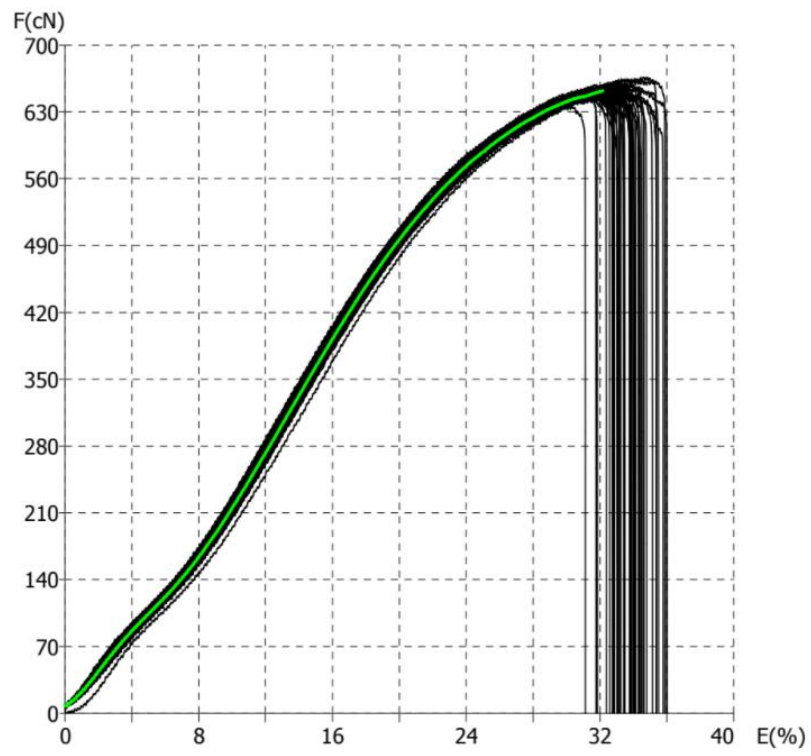


Sl. 7. Dijagram F/E uzorka pređe Y1

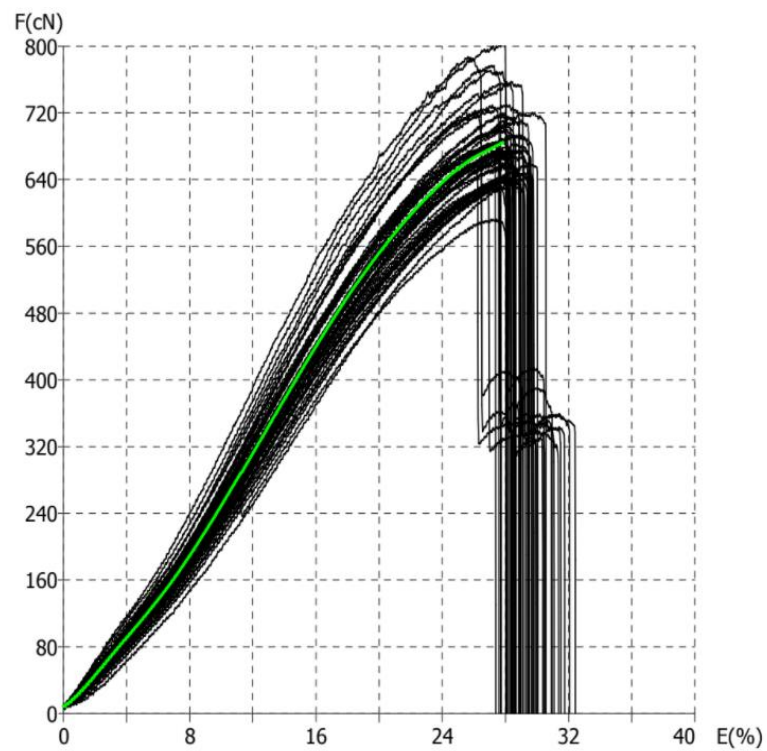




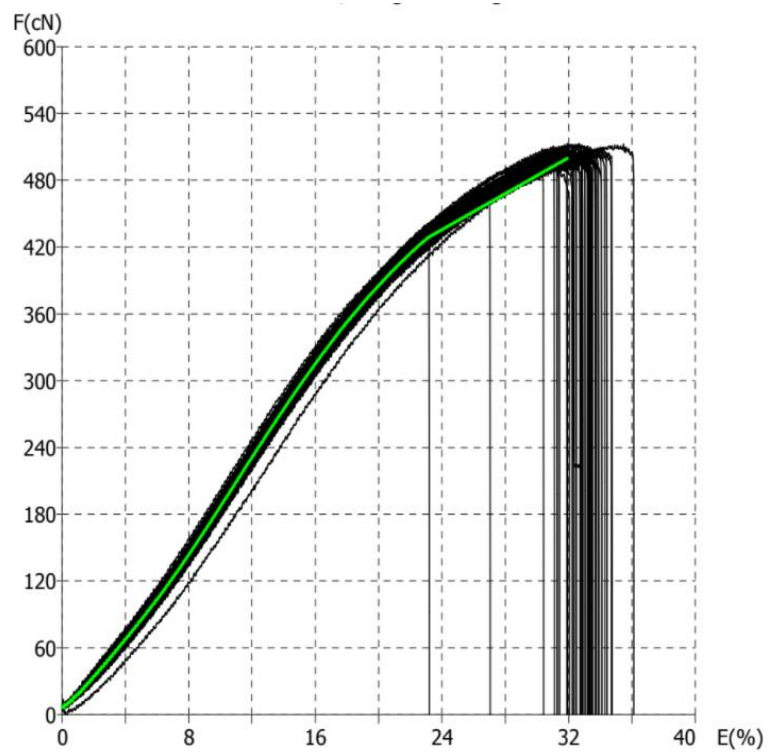
Sl. 8. Dijagram F/E uzorka Y2



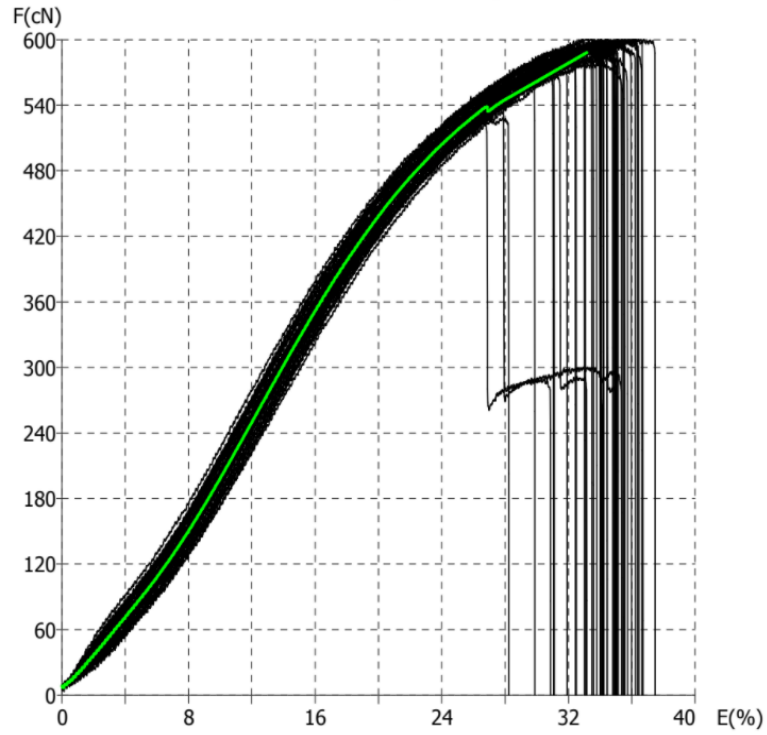
Sl. 9. Dijagram F/E uzorka Y3



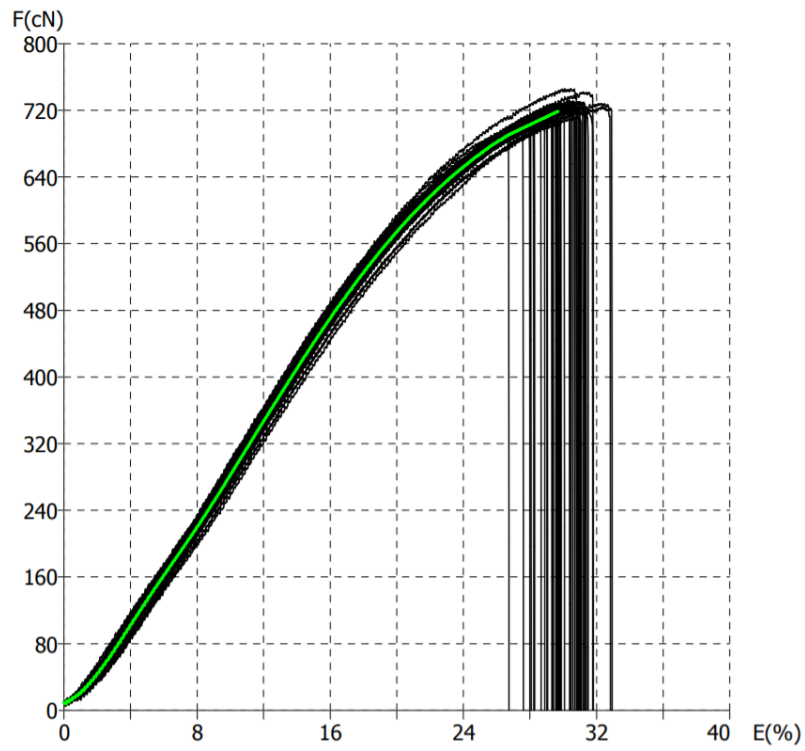
**Sl. 10.** Dijagram F/E uzorka Y4



**Sl. 11.** Dijagram F/E Y5



Sl. 12. Dijagram F/E uzorka Y6



Sl. 13. Dijagram F/E uzorka pređe Y7

#### 4.5 Rezultati ispitivanja dlakavosti pređe

Na temelju očitnog broja stršećih vlakana izračunat je stvaran broj stršećih vlakana po uzorcima, prikazan u slijedećim tablicama. U sumarnoj tablici, vidljivi su rezultati ispitivanja za tri duljinske klase. U prvoj duljinskoj klasi, najviše stršećih vlakana - 25,8 ima pređa Y2 (100% PES, konvencionalna pređa), a najmanji broj ima ujedno i najfinija pređa, tj. uzorak Y7 (100% PES, funkcionalna pređa ,vlakno sa šupljinom), a njegov broj stršećih vlakana iznosi 3,8. U drugoj duljinskoj klasi pređa Y4 (100% PA 6.6, funkcionalna pređa, antibakterijska obrada) i pređa Y6 (100% PA 6.6, funkcionalna pređa, prijenos topline) imaju jednak broj od 2,4 stršećih vlakana, a najmanje ima pređe Y1 (100% PA 6, konvencionalna pređa) od 0,2. Treća duljinska klasa prikazuje najveći broj stršećih vlakana 1,6 pređe Y4 (100% PA 6.6, funkcionalna pređa, antibakterijska obrada), dok je kod pređe Y1 (100% PA 6, konvencionalna pređa) zabilježeno da uopće nema stršećih vlakana.

**Tab. 16:** Rezultati ispitivanja dlakavosti pređe Y1

DLAKAVOST									
	Broj mjerjenja	Očitani broj stršećih vlakana, mm				Stvarni broj stršećih vlakana, mm			
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$n_4$
Y1	Dužinske klase, mm								
	1.	5	0	0	0	5	0	0	0
	2.	4	1	0	0	3	1	0	0
	3.	1	0	0	0	1	0	0	0
	4.	1	0	0	0	1	0	0	0
	5.	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\bar{x}$	2,2	0,2	0,0	0,0	2,0	0,2	0,0	0,0

**Tab. 17:** Rezultati ispitivanja dlakavosti pređe Y2

<b>DLAKAVOST</b>									
	Broj mjerjenja	Očitani broj stršćih vlakana, mm				Stvarni broj stršćih vlakana, mm			
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$n_4$
Y2	Dužinske klase, mm								
	1.	32	2	1	0	30	1	1	0
	2.	31	3	1	0	28	2	1	0
	3.	38	2	1	0	36	1	1	0
	4.	9	3	1	0	6	2	1	0
	5.	19	1	1	0	18	0	1	0
	$\bar{x}$	25,8	2,2	1,0	0,0	23,6	1,2	1,0	0,0

**Tab. 18:** Rezultati ispitivanja dlakavosti pređe Y3

<b>DLAKAVOST</b>									
	Broj mjerjenja	Očitani broj stršćih vlakana, mm				Stvarni broj stršćih vlakana, mm			
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$n_4$
Y3	Dužinske klase, mm								
	1.	11	5	2	0	6	3	2	0
	2.	6	1	1	0	5	0	1	0
	3.	4	0	0	0	4	0	0	0
	4.	3	2	1	0	1	1	1	0
	5.	5	1	0	0	4	1	0	0
	$\bar{x}$	5,8	1,8	0,8	0,0	4,0	1,0	0,8	0,0

**Tab. 19:** Rezultati ispitivanja dlakavosti pređe Y4

<b>DLAKAVOST</b>									
	Broj mjerjenja	Očitani broj stršećih vlakana, mm				Stvarni broj stršećih vlakana, mm			
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$n_4$
Y4	Dužinske klase, mm								
	1.	8	6	4	4	2	2	0	4
	2.	4	3	2	1	1	1	1	1
	3.	3	1	1	1	2	0	0	1
	4.	9	1	1	1	8	0	0	1
	5.	2	1	1	1	1	0	0	1
	$\bar{x}$	5,2	2,4	1,8	1,6	4,0	0,6	0,2	1,6

**Tab. 20:** Rezultati ispitivanja dlakavosti pređe Y5

<b>DLAKAVOST</b>									
	Broj mjerjenja	Očitani broj stršećih vlakana, mm				Stvarni broj stršećih vlakana, mm			
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$n_4$
Y5	Dužinske klase, mm								
	1.	14	4	1	1	10	3	0	1
	2.	3	1	1	0	2	0	1	0
	3.	1	1	1	1	0	0	0	1
	4.	4	0	0	0	4	0	0	0
	5.	2	0	0	0	2	0	0	0
	$\bar{x}$	4,8	1,2	0,6	0,4	3,6	0,6	0,2	0,4

**Tab. 21:** Rezultati ispitivanja dlakavosti pređe Y6

<b>DLAKAVOST</b>									
	Broj mjerjenja	Očitani broj stršećih vlakana, mm				Stvarni broj stršećih vlakana, mm			
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$n_4$
<b>Y6</b>	Dužinske klase, mm								
	<b>1.</b>	5	4	1	1	1	3	0	1
	<b>2.</b>	5	1	1	1	4	0	0	1
	<b>3.</b>	3	1	1	1	2	0	0	1
	<b>4.</b>	3	3	1	0	0	2	1	0
	<b>5.</b>	4	3	1	1	1	2	0	1
	$\bar{x}$	4,0	2,4	1,0	0,8	1,6	1,4	0,2	0,8

**Tab. 22:** Rezultati ispitivanja dlakavosti pređe Y7

<b>DLAKAVOST</b>									
	Broj mjerjenja	Očitani broj stršećih vlakana, mm				Stvarni broj stršećih vlakana, mm			
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$n_4$
<b>Y7</b>	Dužinske klase, mm								
	<b>1.</b>	2	0	0	0	2	0	0	0
	<b>2.</b>	4	1	1	0	3	0	1	0
	<b>3.</b>	2	0	0	0	2	0	0	0
	<b>4.</b>	3	0	1	0	3	-1	1	0
	<b>5.</b>	8	3	1	1	5	2	0	1
	$\bar{x}$	3,8	0,8	0,6	0,2	3,0	0,2	0,4	0,2

#### 4.6 Rezultati ispitivanja otpornosti na habanje

Prikazana tablica 23, ukazuje kako pređa Y1 (100% PA 6. konvencionalna pređa) ima najveću otpornost na habanje, od prosječno 1863 ciklusa habanja. Uzorak Y7 (100% PES, funkcionalna pređa, vlakno sa šupljinom) ima najmanji broj - samo 203 ciklusa habanja. S obzirom da je to vlakno sa šupljinama, i pri tome najveće finoće, očekivan je takav ishod rezultata.

**Tab. 23: Rezultati ispitivanja otpornosti na habanje**

OTPORNOST NA HABANJE							
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
1.	1171	956	321	184	184	211	40
2.	1432	965	399	177	190	219	118
3.	1582	1118	420	195	229	224	131
4.	1640	1280	456	240	336	233	149
5.	1689	1287	638	338	399	335	170
6.	1780	1380	643	371	410	430	194
7.	1887	1384	670	381	464	434	207
8.	1923	1392	711	585	577	451	220
9.	2657	1558	721	739	597	470	354
10.	2878	2251	970	885	905	864	456
$\bar{x}$	1863,9	1357,1	594,9	409,5	429,1	387,1	203,9



**Tab. 24: Sumarni rezultati ispitivanja otpornosti na habanje**

<b>Br.</b>	<b>Oznaka</b>	<b>Prosječni broj ciklusa</b>	<b>Standardna devijacija</b>	<b>Koeficijent varijacije, %</b>
<b>1</b>	<b>Y1</b>	1863,9	526,55	28,25
<b>2</b>	<b>Y2</b>	1357,1	368,86	27,18
<b>3</b>	<b>Y3</b>	594,9	195,27	32,82
<b>4</b>	<b>Y4</b>	409,5	247,77	60,51
<b>5</b>	<b>Y5</b>	429,1	222,36	51,82
<b>6</b>	<b>Y6</b>	387,1	198,54	51,29
<b>7</b>	<b>Y7</b>	203,9	120,27	58,98

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu su, temeljem ispitivanja provedenih u laboratoriju, prikazana različita fizikalno-mehanička svojstva sedam ispitivanih uzoraka pređa.

Na temelju provedenih mjerenja i ispitivanja utvrđeno je kako od sedam uzoraka pređa, različitih svojstava, pređa Y7, koja je 100% poliesterska, funkcionalna pređa, te vlakno sa šupljinom, ima najveću finoću. Za razliku od uzorka pređe Y7, uzorak Y6, koji je PA 6.6 pređa, sa svojstvom prijenosa topline ujedno je i najgrublja od svih ispitivanih pređa.

Uvidom u cjelokupna ispitivanja, može se zaključiti kako pređa Y5 (100% PA 6.6, funkcionalna pređa, propusnost vode) ima najveći promjer, a najmanje prekidno istežanje. Pređe Y4 (100% PA 6.6, funkcionalna pređa, antibakterijska obrada) i Y3 (100% PA 6.6, reciklirana pređa) karakterizira dodatni stupanj obrade te su u svakom ispitivanom svojstvu imale prosječne rezultate u odnosu na ostale pređe. Pa tako njihova finoća iznosi 17,56 tex za pređu Y3 i 18,05 tex za pređu Y4. U odnosu na ostale pređe, uzorci Y3 i Y4 spadaju u rastezljivije pređe, kao i čvršće pređe, s brojem uvoja većim od 84 u/m . Pređu Y2 (100% PES, konvencionalna pređa) karakterizira najmanji promjer, najveći broj uvoja, kao i najviše stršećih vlakana prve klase. Pređa Y1 (100% PA 6, konvencionalna pređa) ističe se najvećom otpornošću na habanje.

## 6. LITERATURA

- [1] Salopek Čubrić, I.: Skripta iz kolegija Projektiranje pređa, ak.god. 2020/2021, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2020
- [2] Standard HRN ISO 2060:1994 Određivanje duljinske mase metodom vitice
- [3] Čunko, M., Pezelj, E.: Tekstilni materijali, ZRINSKI d.d., Čakovec, (2002)
- [4] <https://www.gozetim.com/bs/tekstil/fiziksel-testler/iplik-mukavemeti/> pristupljeno: 31. 08. 2021.
- [5] Kopitar, D.: Skripta iz vježbi kolegija Tekstilno–mehanički procesi, ak.god. 2020/2021, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
- [6] Somogy Škoc, M.: Vježbe iz kolegija Fizikalno–mehanička ispitivanja tekstila, ak.god. 2020/2021, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
- [7] Vrljićak, Z.: Pletiva, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, (2019)
- [8] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Poliamidi> pristupljeno: 18. 08. 2021
- [9] <http://m.hr.sweater-suppliers.com/yarn/polyester-yarn/recycled-polyester-dty-yarn-300d.html> pristupljeno 18. 08. 2021
- [10] <https://www.leinuotechnology.com/hr/new-antibacterial-finishing-technology-for-textiles-668.html> pristupljeno 18. 08. 2021
- [11] [https://www.google.com/search?q=torziometar+tff&rlz=1C1KNTJ\\_hrHR969HR969&sxsrf=AOaemvIQCS0pKwucm\\_Zu2a-3M5SoBii3YA:1631195840050&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwinkuuEhvLyAhXq\\_CoKHcBG Ao0Q\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=696#imgrc=OEtr7ZdB0XsunM](https://www.google.com/search?q=torziometar+tff&rlz=1C1KNTJ_hrHR969HR969&sxsrf=AOaemvIQCS0pKwucm_Zu2a-3M5SoBii3YA:1631195840050&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwinkuuEhvLyAhXq_CoKHcBG Ao0Q_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=696#imgrc=OEtr7ZdB0XsunM) pristupljeno 09. 09. 2021
- [12] [https://www.google.com/search?q=torziometar+tff&rlz=1C1KNTJ\\_hrHR969HR969&sxsrf=AOaemvIQCS0pKwucm\\_Zu2a-3M5SoBii3YA:1631195840050&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwinkuuEhvLyAhXq\\_CoKHcBG Ao0Q\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=696#imgrc=AK3eJUCZ4gZ6lM](https://www.google.com/search?q=torziometar+tff&rlz=1C1KNTJ_hrHR969HR969&sxsrf=AOaemvIQCS0pKwucm_Zu2a-3M5SoBii3YA:1631195840050&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwinkuuEhvLyAhXq_CoKHcBG Ao0Q_AUoAXoECAEQAw&biw=1536&bih=696#imgrc=AK3eJUCZ4gZ6lM) pristupljeno 09. 09. 2021