



Univerzitet u Nišu
Tehnološki fakultet u Leskovcu



Tatjana I Šarac

**Analiza parametara drapiranja u zavisnosti od strukture
i konstrukcije tkanih tekstilnih materijala**

Doktorska disertacija

Leskovac, 2016.



University of Niš
Faculty of Technology Leskovac



Tatjana I Šarac

**Draping Parameter Analysis depending on the Structure
and Construction of Weaved Textile Materials**

PhD Thesis

Leskovac, 2016.

Podaci o doktorskoj disertaciji

Mentor: Dr Jovan Stepanović, redovni profesor,
Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet, Leskovac

Naslov: Analiza parametara drapiranja u zavisnosti od strukture i
konstrukcije tkanih tekstilnih materijala

Rezime: Drapiranje se može opisati kao fenomen formiranja nabora kada je tkanina opterećena sopstvenom masom, bez uticaja spoljašnjih sila. Sposobnost drapiranja materijala ima direktan uticaj na izgled i funkcionalnost odevnih predmeta. Aktuelna saznanja ukazuju da su istraživači uglavnom objašnjavali fenomen drapiranja na osnovu mehanikih svojstava tekstilnih materijala. Međutim, u cilju optimizacije proizvodnje tkanih materijala neophodno je pravilno predvideti njihove strukturne i konstrukcijske karakteristike. Zato je drapiranje definisano u zavisnosti od parametara strukture i konstrukcije tkanih tekstilnih materijala. Pri tome je posebna pažnja usmerena na analizi uticaja gustine žica, podužne masa primenjenih pređa, utkanja osnove i potke i konstrukcije tkanina na drapiranje materijala. Novi modeli će doprineti razvoju metode predviđanja drapiranja tkanih tekstilnih materijala.

Naučna oblast: Tehnološko inženjerstvo
Naučna disciplina: Tekstilna tehnologija

Ključne reči: drapiranje, koeficijent drapiranja, tkani materijali

UDK: 667.074:677.017

CERIF klasifikacija: T 470 Tekstilna tehnologija

Tip licence Kreativne zajednice: **CC BY-NC-ND**

Data on Doctoral Dissertation

Doctoral
Supervisor:

PhD Jovan Stepanović, professor,
University of Niš, Faculty of Technology, Leskovac

Title:

Draping Parameter Analysis depending on the Structure and
Construction of Weaved Textile Materials

Abstract:

Fabric drape can be defined as a phenomenon of forming folds when the fabric is put under pressure of its own mass, but without the influence of external forces. The drape ability of material has a direct influence on appearance and functionality of the garment. Recent findings in this field indicate that researchers have mostly been defining the phenomenon of draping on the basis of the mechanical characteristics of textiles. However, in order to optimize the production process of woven materials it is necessary to properly provide for their structural and constructional characteristics. Consequently, the draping is defined depending on the parameters of the structure and the construction of woven textile materials. A special attention is focused on the analysis of the impact of the density of threads, linear density of threads, crimp of warp and weft threads and fabric structure on fabric drape. The new model will contribute to the development of methods for woven textile materials drape prediction.

Scientific
Field:

Engineering Technology

Scientific
Discipline:

Textile Technology

Key Words:

draping, drape coefficient, woven materials

UDC:

667.074:677.017

CERIF
Classification:

T 470 Textiles Technology

Creative
Commons
License Type:

CC BY-NC-ND

Cilj rada

Aktuelna saznanja ukazuju da su istraživači uglavnom objašnjavali fenomen drapiranja na osnovu mehaničkih svojstava tekstilnih materijala. Međutim, mehaničke karakteristike tkanina su uslovljene svojstvima vlakana i pređa, vrstom prepletaja i gustinom žica, ali i uslovima njene izrade na razboju. Pri tome je poznato, da posle skidanja tkanine sa razboja dolazi do relaksacije i uzajamnog uravnoteženja napregnutosti u žicama oba sistema što dovodi do izvesne rekonstrukcije strukture tkanine. Zato su istraživanja u ovom radu usmerena na povezivanju parametara strukture i konstrukcije tkanih tekstilnih materijala sa parametrima drapiranja.

Budući da sposobnost drapiranja materijala ima direktan uticaj na izgled i funkcionalnost odevnog predmeta, rezultati istraživanja su usmerena razvoju nove metode projektovanja drapiranja tkanih tekstilnih materijala. Drapiranje je definisano u zavisnosti od parametara strukture i konstrukcije tkanih materijala.

Svrha ovog modela je da doprinese preciznom projektovanju drapiranja. Time će biti pojednostavljena i usavršena tehnička priprema proizvodnje tkanih materijala i ostvariće se uslovi za isključivanje probnih serija, što će doprineti uštedi energije i sirovine. Dobijeni rezultati koristiće se za dalja istraživanja i usavršavanja u oblasti projektovanja tkanih struktura.

Sadržaj rada

Doktorska disertacija se sastoji iz nekoliko delova:

U prvom delu su analizirane aktuelne metode projektovanja drapiranja tkanina, kao i identifikacija uzročnika pojave odstupanja stvarnih od projektovanih vrednosti.

U drugom delu rada je razvijena nova metoda projektovanja drapiranja tkanih materijala. Posebna pažnja je posvećena određivanju parametara drapiranja i karakteristika koji definišu relativnu gustinu žica u tkaninama (podužna masa pređe, zapreminska masa vlakana, koeficijent pakovanja vlakana u pređi, raport prepletaja, broj promena efekata žica u raportu, položaj vezivnih tačaka u raportu prepletaja i koeficijent fleksibilnosti primenjenih pređa).

Treći deo rada obuhvata eksperimentalno određivanje parametara strukture i konstrukcije tkanih tekstilnih materijala. Analiziran je neophodan broj raznovrsnih tkanih materijala koji su formirani u proizvodnim uslovima rada na savremenim tkačkim mašinama. Tkani materijali se razlikuju po parametrima strukture, konstrukcije i sirovinskog sastava. U sledećem delu su prikazani rezultati ispitivanja fenomena drapiranja u zavisnosti od

parametara strukture i konstrukcije tkanina, Rezultati će poslužiti za određivanje pojedinih elemenata strukture kao i za proveru predložene metode projektovanja parametara drapiranja tkanina.

U završnom delu su precizirani zaključci o postignutom rešenju zadanog problema.

Naučni doprinos rada

Predviđanje ponašanja tkanih materijala u toku izrade gotovih odevnih predmeta i u toku eksploatacije ima značajne ekonomske prednosti u smislu uštede vremena i materijala, što je jedan od činioca povećavanja konkurentnosti na tržištu.

Rezultati istraživanja su ukazali da gustine osnovinih i potkinih žica, primenjene pređe osnove i potke, utkanje žica i konstrukcije tkanina utiču na svojstvo drapiranja tkanina. Izborom parametara strukture i konstrukcije tkanina može se uticati na drapiranje materijala, saglasno budućoj nameni i svojstvima koja se od odevnog predmeta zahtevaju.

Dobijeni rezultati su doprineli da se razvije nova metoda za predviđanje drapiranja tkanih tekstilnih materijala za odevnu industriju.

Sadržaj

1. Uvod.....	9
2. Teorijske osnove	11
2.1 Osnovne metode procenjivanja drapiranja.....	11
2.1.1 Dvodimenzionalno i trodimenzionalno drapiranje	11
2.1.2 Objektivna i subjektivna procena drapiranja	23
2.2. Parametri koji utiču na drapiranje tkanina	24
2.2.1 Drapiranje i mehaničke osobine tkanina.....	24
2.2.2 Drapiranje tkanina u zavisnosti od vremena drapiranja.....	27
2.2.3 Drapiranje tkanina u zavisnosti od dužine uzorka koji se drapira	28
2.2.4 Uticaj pranja na drapiranje tkanina	30
2.2.5 Drapiranje višeslojnih tkanina i tkanina sa šavovima.....	32
2.2.6 Statičko i dinamičko drapiranje	34
2.3 Modelovanje profila drapiranja tkanine.....	37
2.3.1 Modelovanje profila drapiranja tehnikom uklapanja polarnih koordinata	37
2.3.2 Predviđanje profila drapiranja pomoću mehaničkih osobina tkanine iz regresione analize	42
2.4 Metode za simulaciju drapiranja tkanine	44
2.5 Strukturne i konstrukcione karakteristike tkanina	45
2.5.1 Pređe za formiranje tkanina	46
2.5.2 Podužna masa pređe.....	46
2.5.3 Upredenost pređe	47
2.5.4 Gustina žica u tkaninama	47
2.5.5 Površinska masa tkanine	48
2.5.6 Konstrukcija (prepletaj) tkanina	48
2.6 Geometrijske metode projektovanja gustine žica u tkaninama.....	49
2.6.1 Projektovanje gustina žica u tkanama.....	49
2.6.1.1 Polazni postupak projektovanja gustina žica u tkaninama	49
2.6.1.2 Uticaj podužne mase pređe na gustinu žica u tkanini	53
2.6.1.3 Uticaj sirovinskog sastava pređe na gustinu žica u tkaninama	54
2.6.1.4 Uticaj konstrukcije tkanine na gustinu osnovinih i potkinih žica	56
2.6.1.5 Koeficijent konstrukcije tkanina sa jednako vezujućim žicama u raportu prepletaja.....	59

2.6.1.6	Koeficijent konstrukcije žica u tkaninama neuravnoteženih po gustini	63
2.6.1.7	Projektovanje relativne gustine tkanine	66
3.	Eksperimentalni deo.....	68
3.1	Cilj i zadaci ispitivanja.....	68
3.2	Primenjeni eksperimentalni materijali i metode ispitivanja.....	68
3.2.1	Primenjene tkanine.....	69
3.2.2	Primenjene metode i standardi.....	77
3.2.3	Uređaji – aparati za ispitivanje	82
3.2.4	Klimatski uslovi ispitivanja	83
3.3	Rezultati ispitivanja	84
3.3.1	Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanine.....	98
3.3.2	Zavisnost koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala koji se drapira kod sirovih tkanina.....	100
3.3.3	Zavisnosti koeficijenta drapiranja od površinske mase gotovih tkanina	103
3.3.4	Zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske mase, zapreminske i masene ispunjenosti sirovih tkanina	108
3.3.5	Zavisnost koeficijenta drapiranja od propustljivosti vazduha tkanine.....	109
3.3.6	Zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti drapiranog uzorka	115
3.4	Diskusija rezultata.....	119
3.4.1	Uticaj gustine žica na drapiranje tkanina	119
3.4.2	Uticaj podužne mase na drapiranje tkanina	120
3.4.3	Uticaj prepletaja na drapiranje tkanina	121
3.4.4	Uticaj sirovinskog sastava na drapiranje tkanina.....	125
3.4.5	Predviđanje drapiranja pamučnih tipova tkanina.....	126
4.	Zaključak.....	130
5.	Literatura.....	133
6.	Spisak tabela	139
7.	Spisak slika	142

1. Uvod

Strukturno rešenje tkanina je u uskoj vezi sa njihovim svojstvima. Analizom pojedinih parametara i njihovim upoređivanjem mogu se naći određene zavisnosti koje daju pregled međusobnih veza strukturnih elemenata tkanina. Pri tome, poseban problem predstavljaju heterogene karakteristike polaznih materijala (vlakna i pređe) koji definišu strukturne i mehaničke karakteristike tkanina.

Sposobnost drapiranja materijala je svojstvo koje nesumnjivo definiše kvalitativnu karakteristiku tkanina i dizajn odevnih proizvoda. Savremeni modni trendovi i savremene tehnologije nameću sve više zahteva tekstilnoj industriji. Novi i funkcionalniji tekstilni materijali, savremene metode izrade odeće, konkurencija u svetu mode i odevanja su faktori koji nameću tekstilnoj industriji izrade odeće stalne promene i prilagođavanje zahevima tržišta.

Drapiranje je važan faktor pri prezentovanju estetike i funkcionalnosti tekstilnih materijala i proizvoda. Uopšteno, drapiranje se može opisati kao fenomen formiranja nabora kada je tkanina opterećena sopstvenom masom, bez uticaja spoljašnjih sila. Drapiranje tkanine zavisi od strukturnih i mehaničkih karakteristika tkanine, kao i od raznih spoljnih uticaja iz okoline. Oblik drapirane tkanine se menja vremenom zbog uticaja gravitacije na uzorak. Promene u drapiranju tkanine pod uticajem vremena pokazuju da koeficijent drapiranja raste eksponencijalno sa vremenom. Treba uzeti u obzir i da pri svakom novom drapiranju materijal zauzima različitu konfiguraciju. Razlozi ovog nepredvidljivog oblikovanja pri drapiranju tkanine leže u pomenutim parametrima tkanine uključujući njihovu nehomogenu strukturu, oblik objekta preko koga se tkanina drapira, veličinu drapiranog uzorka itd..

Kao numerički pokazatelj sposobnosti drapiranja tekstilnih materijala koristi se koeficijent drapiranja. Dugogodišnje studije drapiranja su donele neke zaključke. Tako npr. na koeficijent drapiranja najveći uticaj ima krutost tkanine. Takođe je ustanovljeno da koeficijent drapiranja zavisi, pored mehaničkih, i od strukturnih karakteristika tkanine kao što su: vrsta pređe, sirovinski sastav, primenjeni prepletaj, gustina tkanine itd...

Iako se navodi u literaturi da je koeficijent drapiranja nedovoljan parametar za detaljno opisivanje pojma drapiranja zbog njegove kompleksne pojave, on je značajan parametar za dobijanje modela drapiranja. Izrada verodostojnog modela drapiranja u velikoj meri može biti korisna za industriju odeće.

Model drapiranja može biti direktan pokazatelj ponašanja nekog tekstilnog materijala i njegove pogodnosti za izradu tekstilnih proizvoda. Procena parametara drapiranja je jednako važna za proizvođače tekstila i eksperte u kompjuterskoj grafici. Za virtuelnu kompjutersku simulaciju drapiranja tekstilnog materijala, neophodno je izraditi verodostojan model tkanine koji je definisan njenim parametrima strukture i konstrukcije.

2. Teorijske osnove

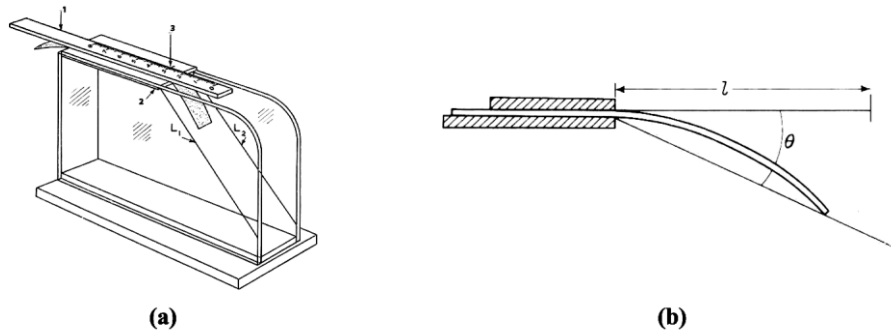
2.1 Osnovne metode procenjivanja drapiranja

Postoje dva osnovna pristupa za procenjivanje i testiranje drapiranja u tekstilnoj i odevnoj industriji. Drugim rečima, drapiranje se može klasifikovati u dve kategorije kao; dvodimenzionalno i trodimenzionalno drapiranje. Pod dvodimenzionalnim drapiranjem se podrazumeva da se tkanina savija pod uticajem sile sopstvene težine u jednoj ravni. Kod trodimenzionalnog drapiranja tkanina se deformiše formirajući nabore, pod dejstvom sopstvene težine, u više od jedne ravni. Drapiranje se može proceniti objektivnom i subjektivnom metodom. Objektivna metoda podrazumeva postojanje numeričkih parametara koji definišu drapiranje. Sa druge strane, kao estetska funkcija tkanina ili nekog odevnog predmeta, drapiranje se može proceniti i subjektivnom metodom, tj. u zavisnosti od preferencija posmatrača.

2.1.1 Dvodimenzionalno i trodimenzionalno drapiranje

Podaci iz literature ukazuju da je izučavanje mehaničkih osobina tkanine započeto krajem 19. veka kada su nemački istraživači radili na razvoj cepelina. Studiju ponašanja tekstilnih materijala pri drapiranju je započeo Pierce, objavivši rad pod nazivom „*The handle of cloth as a measurable quantity*“ u časopisu *Journal of the Textile Institute* 1930. godine [1]. U ovom radu cilj istraživanja je da se odredi krutost tkanine pri savijanju. Krutost tkanine se može dobiti pomoću parametara kao što su dužina savijanja i masa tkanine, u strogoj zavisnosti od debljine tkanine, pa je Pierce krutost pri savijanju preveo u modul savijanja koji uzima u obzir i debljinu tkanine.

Pierce je upotrebio „Metod elastične grede“ za određivanje osobina tkanine pri savijanju (Slika 1). Ponašanje uzorka tkanine se procenjuje na osnovu dužine savijanja uzorka tkanine, što u suštini predstavlja merenje ugla savijanja. Postupak se sastoji u tome što se uzorak pravougaonog oblika na jednom njegovom kraju pričvrsti između dve šipke, a drugi kraj se slobodno savija pod dejstvom sopstvene mase dok ne dostigne ugao od $41,5^\circ$. Što je veća projektovana dužina savijanja, tkanina je kruća [1, 2]. Srednja vrednost dužine savijanja se dobija nakon četiri merenja uzorka tkanine. Pomoću srednje vrednosti dužine savijanja (C), Pierce je izračunao krutost pri savijanju (G) i modul savijanja (q).



Slika 1: Dvodimenzionalno drapiranje tkanine: a) uređaj za merenje krutosti pri savijanju; b) šematski prikaz postupka merenja: l – dužina epruvete (cm), θ – ugao savijanja.

Uzorak (1) se stavlja na podlogu (2). Na uzorak se stavlja pomična pločica (3) istih dimenzija kao uzorak. Uzorak se pomiče zajedno sa pločicom dok ne dostigne ugao od $41,5^\circ$, za vreme pomicanja se savija pod dejstvom sopstvene težine. Kruće tkanine imaju veću dužinu savijanja od manje krućih tkanina [47].

Pomoću dužine (l) i ugla (θ), dobija se dužina savijanja (C):

$$C = l \cdot \left[\frac{\cos \frac{1}{2} \theta}{8 \tan \theta} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

Krutost pri savijanju tkanine se može izračunati pomoću dužine savijanja i površinske mase:

$$G = 9,807 \cdot 10^{-6} \cdot m \cdot C^3 (\mu\text{Nm}) \quad (2)$$

gde je: m - površinska masa tkanine ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$),

C – dužina savijanja (mm).

Modul savijanja se izračunava kao:

$$q = \frac{12G \cdot 10^3}{g_1^3} (\text{N} \cdot \text{m}^{-2}) \quad (3)$$

gde je g_1 debljina uzorka tkanine (mm).

Prvu jednačinu za krutost pri savijanju je napisao Pierce:

$$B = w \cdot c^3 \quad (4)$$

gde je: B – otpornost pri savijanju,

w – sila savijanja,

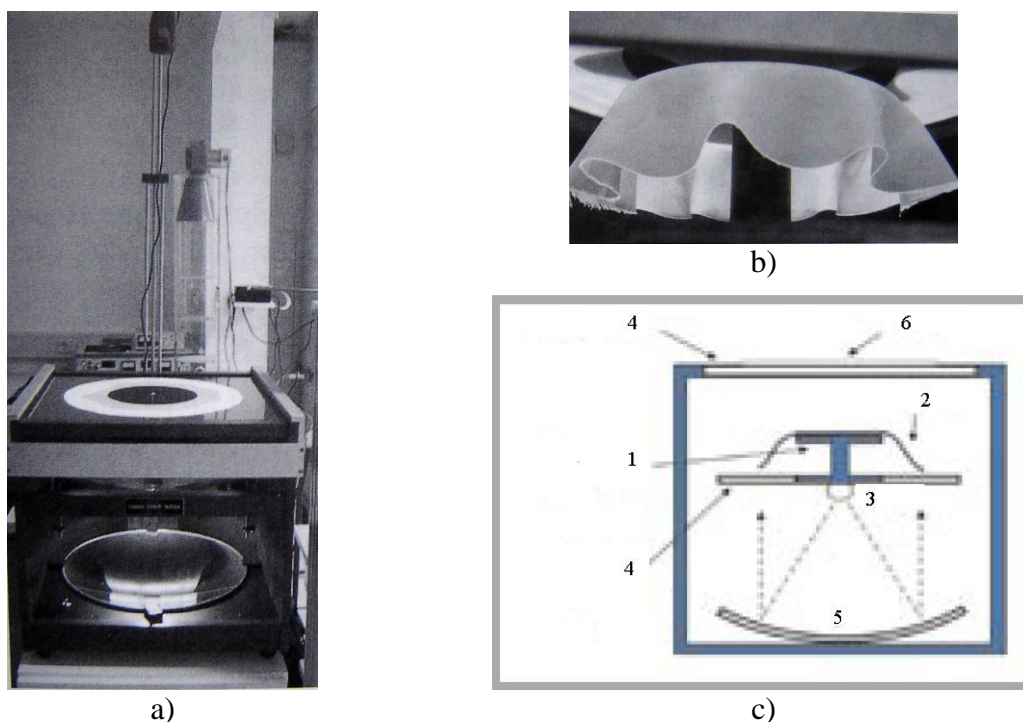
c – dužina savijanja.

Ovaj metod se još uvek koristi kao standard za merenje savijanja tkanine. Istraživanja u ovoj oblasti je nastavilo nekoliko istraživača, Behre (1961), Dahlberg (1961), Grosberg (1966, 1971, 1973), Lindberg et al. (1960, 1961) i Oloffson (1964) [1, 3]. Ovi radovi su doprineli razumevanju pojma drapiranja, međutim dvodimenzionalno drapiranje nije dovoljno da bi se objasnila kompleksnost savijanja tkanine u tri dimenzije.

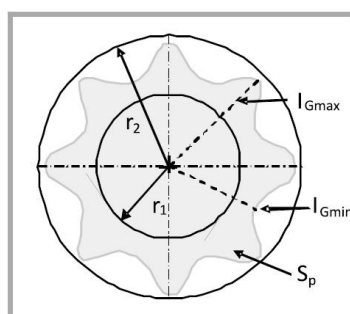
Studija trodimenzionalnog drapiranja počinje sa Chu-om (1950) kada je postavljen merni metod za drapiranje tkanine upotrebom F.R.L drapemetra. Chu je kvantifikovao drapiranje tkanine kao ne dimenzionalnu vrednost koja se naziva koeficijent drapiranja i koja se definiše kao procenat površine kruga tkanine koji je pokriven vertikalnom projekcijom drapiranog dela tkanine. Aparat je kasnije studirao Kaswell (1953), a nakon toga ga je modifikovao Chu et al (1960, 1962). Konačno je Cusick (1968) preispitao eksperimentalni metod upotrebom paralelnog izvora svetlosti koji reflektuje senku drapiranog dela tkanine, sa uzorka kružnog oblika, na parče papira (slika 2). On je takođe razvio i novi metod izračunavanja koeficijenta drapiranja merenjem mase papira.

Na slici 2 je prikazan aparat za merenje koeficijenta drapiranja Cusick drape meter, danas poznat kao konvencionalni aparat. Paralelni svetlosni snop, koji daje izvor svetlosti (3) i konkavno ogledalo (5) ispod kružnog stola za uzorak (1) projektuje senku savijenog, drapiranog uzorka (2) na prozirni papir koji se nalazi na gornjoj staklenoj ploči. Poslednjih godina se stavlja značaj na unapređenje efikasnosti i tačnosti Cusick-ovog drapemetra upotrebom digitalnog učitavanja senke drapiranog uzorka sa foto naponskih ćelija (Collier, 1991), kao i kompjuterskom analizom slika (Vangheluwe i Kiekens, 1993.).

Razvoj novih mernih tehnika pomogao je procenjivanju većeg broja kvantitativnih vrednosti za parametre drapiranja. Koeficijent drapiranja još uvek važi za primarni atribut za objašnjavanje drapiranja, ali sa druge strane, nedovoljan je za njegovo potpuno opisivanje.



Slika 2: Drapiranje tkanine na drapmetru: a) Cusick Drape Meter sa kamerom; b) oblik drapirane tkanine; c) Šematski prikaz uređaja: 1 – sto za ispitivanje drapiranja uzorka, 2 – uzorak, 3 – izvor svetlosti, 4 – gornja i donja staklena ploča, 5- konkavno ogledalo, 6 – papirni prsten



Slika 3: Projekcija drapiranog uzorka tkanine: S_p – projektovana površina drapirane tkanine, uključujući deo pokriven horizontalnim diskom, r_1 – poluprečnik horizontalnog diska, mm, r_2 – poluprečnik uzorka pre drapiranja, mm, l_{Gmax} – maksimalna amplituda nabora, cm, l_{Gmin} – minimalna amplituda nabora

Dve tkanine, na primer, sa istim koeficijentom drapiranja, mogu imati sasvim različite oblike drapiranja. Koeficijent drapiranja opisuje bilo koju deformaciju između deformisanog i nedeformisanog dela tkanine (slika 3). Izračunava se u procentima kao mera površine površinskog izbočenja drapiranog prstena tkanine i površine nedrapiranog dela. Koeficijent drapiranja se najčešće obeležava sa DC i može se izračunati pomoću formule:

$$DC = \frac{S_p - \pi r_1^2}{\pi r_2^2 - \pi r_1^2} \quad (5)$$

gde je: DC – koeficijent drapiranja,

S_p – projektovana površina drapirane tkanine, uključujući deo pokriven horizontalnim diskom (mm^2),

r_1 – poluprečnik horizontalnog diska (mm),

r_2 – poluprečnik uzorka pre drapiranja (mm).

Iz jednačine (5) se može videti da što je tkanina kruća, to je veća vrednost koeficijenta drapiranja, dok mekše tkanine, koje se lakše mogu oblikovati, imaju manje koeficijente drapiranja.

Koeficijent drapiranja se može prikazati i kao odnos masa projekcije drapiranog dela prstena tkanine i ne drapiranog prstena tkanine:

$$DC = \frac{W_2}{W_1} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (6)$$

gde je: W_1 - masa projekcije drapiranog dela prstena tkanine,

W_2 – masa projekcije ne drapiranog prstena tkanine.

Cusickov eksperimentalni metod podrazumeva uzorak tkanine prečnika 30 cm, koja visi na disku prečnika 18 cm. Uzorak prečnika 36 cm se može koristiti za krute tkanine ukoliko je njihov DC veći od 85 % kod uzorka prečnika 30 cm, dok se kod mekih tkanina može koristiti prečnik uzorka 24 cm, ako je njihov DC kod prečnika uzorka 30 cm manji od 30 % [4].

Danas se za izračunavanje koeficijenta drapiranja po Cusickovom metodu najčešće primenjuje britanski standard za određivanje drapiranja BS 5058, prema kome se uzorak tkanine prečnika 30 cm postavlja na postolje prečnika 18 cm [4, 61].

Collier et al. (1991) je dizajnirao digitalni drape metar za dobijanje koeficijenta drapiranja upotrebom foto naponskih ćelija. Upotrebljen je Cusick-ov eksperimentalni drapmetar, ali su ispod papira postavljene foto naponske ćelije za određivanje količine svetlosti koju blokira površina tkanine koja je drapirana na postolju. Digitalni ekran daje

količinu svetlosti koju su absorbovale fotovoltaične ćelije. Ovaj metod je mnogo pogodniji i tačniji nego metod iscrtavanja na papiru.

Vangheluwe i Kiekens (1993) su merili koeficijent drapiranja analizom slika. CCD kamera se montira u centru iznad drapemetra. Ova kamera šalje sliku do monitora na računaru. Kalibracija koeficijenta drapiranja sledi nakon snimanja slike sa drapemetra. Sistem analize slika štedi i vreme i papir. Koeficijent drapiranja se može odrediti precizno za nekoliko sekundi. Zato što je ovaj merni sistem efikasan po pitanju vremena.

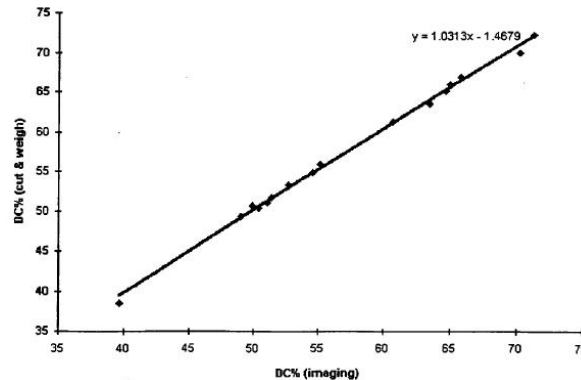
Stylios et al. (1996) je razvio novu generaciju drapmetra za merenje drapiranja bilo koje tkanine statički i dinamički u tri dimenzije upotrebom CCD kamere kao vidnog senzora. Ovaj sistem, koji se naziva Marlin Monroe Meter (M^3), se koristi za merenje ponašanja tkanine pri drapiranju bez ograničavanja tkanine na male kružne uzorke i za dokazivanje teoretski predviđenih modela. Drapirani profil uzorka se uzima i prezentuje u kompjuteru. Pored ovog, procena trodimenzionalnog drapiranja odevnih predmeta se takođe može izvesti upotrebom Moire mernog sistema (Iwasaki i Niwa, 1983; Niwa i Suda, 1984). Sistem može konvertovati sliku u digitalne podatke; npr. trodimenzionalna slika drapiranja suknje se uspešno može predvideti i prezentovati na papiru.

U novije vreme se sve više primenjuje digitalno određivanje koeficijenta drapiranja primenom raznih kompjuterskih softvera. D. Robson i C. C. Long (2000) ispituju mogućnosti primene vizuelnih sistema za automatski i za detaljan opis profila drapiranja tkanine, snimljenog direktno sa tradicionalnog drap testera, i za identifikaciju uočene veze između merenih parametara drapiranja [6]. Snimljena slika se automatski obrađuje da bi se dobila finalna slika prilagođena narednim analizama. Postupak obrade slika se sastoji u sledećem: detekcija ivica (detektuju se ivice drapiranog profila uzorka, ivice ispravljenog uzorka (pre postavljanja na postolje Cusick Drape metra i ivice kružnog postolja drape metra), binarizacija (deli se slika u binarnu verziju normiranjem), morfologija (tehnikom erozije se pojednostavljuje binarizovana slika). Pomoću funkcije analize čestica se mogu izmeriti (u pikselima) veličina i oblik kontura centralnog kruga (postolja) i profila drapiranja. Ova informacija omogućuje merenje parametara:

- koeficijent drapiranja (DC) i
- kružnost profila drapiranja ($CIRC$) koji se može izračunati formulom:
$$CIRC = 4\pi A / P^2$$
, gde je A - površina unutar granice profila, P - obim te granice.

CIRC može imati vrednost od 0 do 1, gde je $CIRC = 1$ za savršeni krug, dok ako *CIRC* teži 0 radi se o kompleksnijim profilima.

Slika 4 pokazuje visoku korelacionu vezu ($r = 0,997$) između *DC* vrednosti merenih fotografskom tehnikom i tradicionalnom metodom (cut&weigh). Korelacija pokazuje da ovaj sistem omogućuje poverljivu reprezentaciju profila drapiranja nakon procesiranja slike i procedure analize i omogućuje tačnu procenu koeficijenta drapiranja.



Slika 4: Upoređenje ručne i instrumentalne analize

Glider Ayse (1997) i Kenkare N. i Plumlee T. (2005) su predstavili metodu dobijanja koeficijenta drapiranja skeniranjem projektovane slike sa Cusick drape meter-a i obradom profila drapiranja primenom softvera Adobe Photoshop [7, 8].

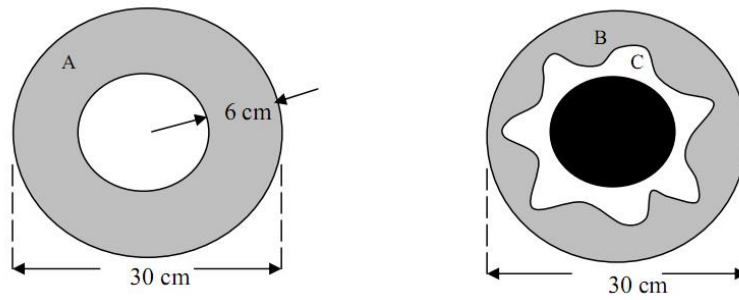
Glider Ayse je pomoću piksela na slici drapiranog i nedrapiranog dela uzorka tkanine, dobila njihove površine i koeficijent drapiranja predstavila odnosom:

$$DC = \frac{C}{A} \times 100 \quad (\%) \quad (7)$$

gde je: *A* - površina prstena uzorka tkanine bez površine postolja pre drapiranja (siva površina na slici 5),

C - je površina drapiranog dela uzorka (bela površina na slici 5).

Ova tehnika je dala zadovoljavajuće rezultate s obzirom da je podudarnost koeficijenta drapiranja dobijenog standardnom i digitalnom tehnikom veća od 99 % za sve uzorke, što se može videti iz tabele 1.

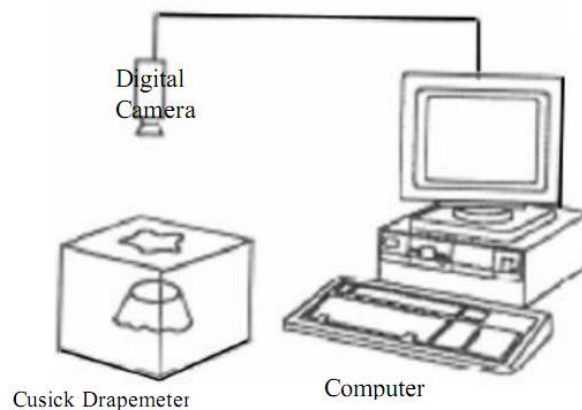


Slika 5: Grafički prikaz drapiranog uzorka tkanine

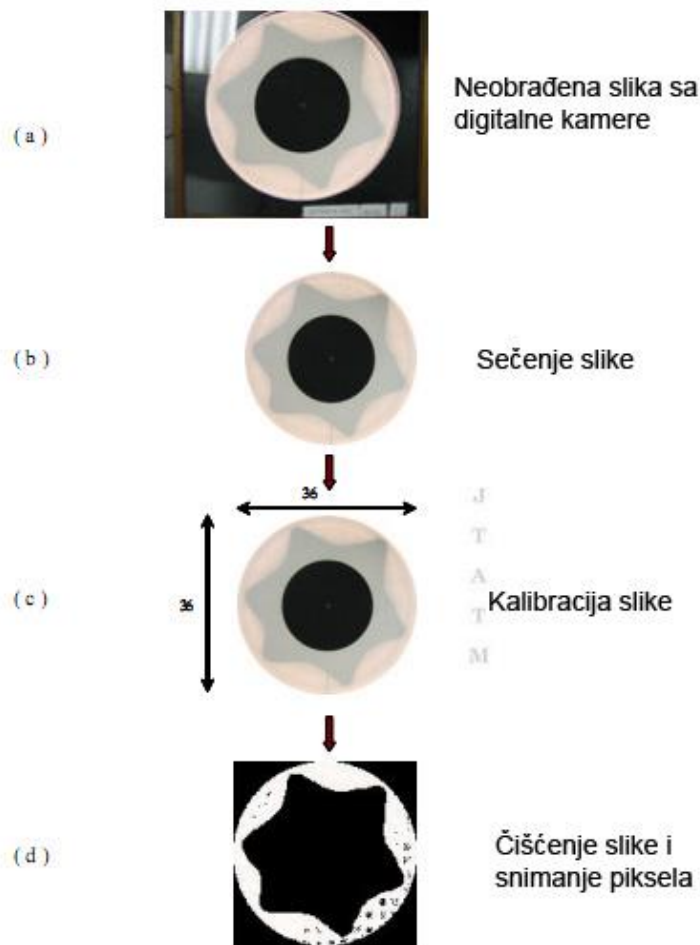
Tabela 1: Upoređenje koeficijenata drapiranja

Fabric Code	Scanned DC (%)	Manual DC (%)	Accuracy (%)
56-1	76.45	76.15	99.61
56-2	76.37	77.17	98.96
72-1	74.19	74.79	99.20
72-2	77.67	77.85	99.78
Average			99.39

Kenkare N. i Plumlee T. (2005) postavljaju digitalnu kameru iznad Cusick Drapemeter-a (slika 6) koja direktno prenosi sliku drapiranog uzorka u kompjuter, a zatim se slika obrađuje u Photoshop-u kao što je prikazano na slici 7.



Slika 6: Drapemetar sa kamerom povezanom sa kompjuterom



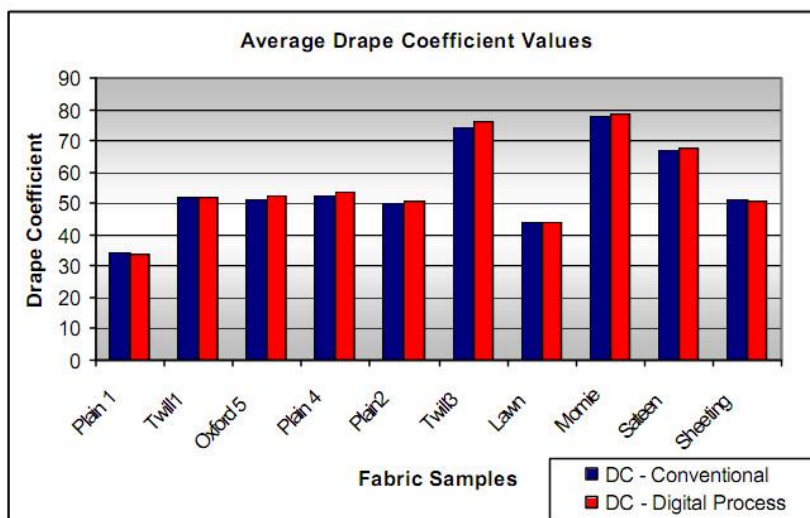
Slika 7: Postupak obrade digitalne slike u programu Adobe Photoshop

Koeficijent drapiranja se izračunava pomoću piksela slike i rezolucije slike drapiranog uzorka. Primenjena je sledeća formula za izračunavanje koeficijenta drapiranja:

$$DC = \left[\frac{\text{Broj piksela projekcije drapiranog uzorka} - \text{Broj piksela na površini postolja}}{\text{Broj piksela na površini uzorka} - \text{Broj piksela na površini postolja}} \right] \times 100 \quad (8)$$

Na slici 8 su prikazane vrednosti koeficijenata drapiranja dobijene konvencionalnom i digitalnom metodom.

Međutim, kao parametri drapiranja se smatraju i broj nabora i njihovo prostiranje na testiranom uzorku, dužina amplitude nabora, (dužina talasa između dva nabora), minimalna amplituda nabora l_{Gmin} , (najmanja razdaljina između centra kruga i krive drapiranog uzorka), i maksimalna amplituda nabora l_{Gmax} , (najveće rastojanje između centra kruga i krive drapiranog uzorka) – slika 3 [2].



Slika 8: Vrednosti koeficijenta drapiranja dobijene konvencionalnom i digitalnom metodom

Oblik i broj nabora zavise od debljine i krutosti tkanine. Jako kruta tkanina ima široke nabore, dok manje krute tkanine imaju uže nabore.

Sledeći parametar je prostiranje nabora G_p koji se izračunava prema sledećoj formuli:

$$G_p = \sum_{i=1}^n \frac{(l_{G_{\max}}^{(i)} \bar{l}_{G_{\max}})^2}{\bar{l}_{G_{\max}}^2} \quad (9)$$

$$\bar{l}_{G_{\max}} = \sum_{i=1}^n \frac{l_{G_{\max}}^{(i)}}{n} \quad (10)$$

$$\bar{l}_{G_{\min}} = \sum_{i=1}^n \frac{l_{G_{\min}}^{(i)}}{n} \quad (11)$$

gde je:

G_p – prostiranje nabora,

$\bar{l}_{G_{\max}}$ - srednja vrednost maksimalne amplitude nabora,

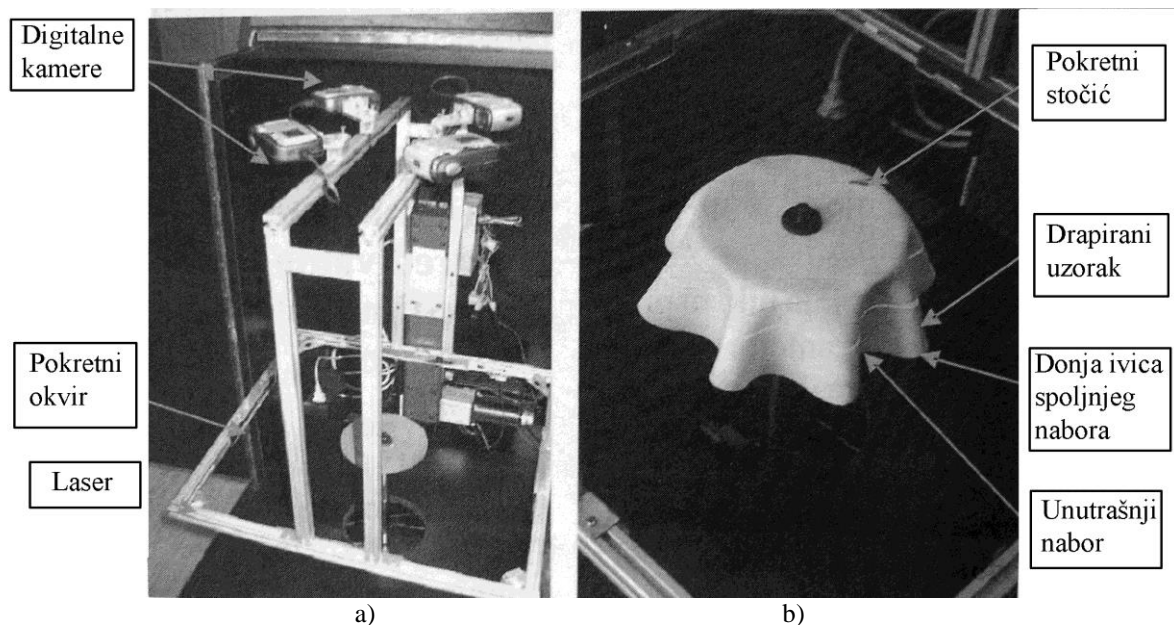
$\bar{l}_{G_{\min}}$ - srednja vrednost minimalne amplitude nabora,

$\bar{l}_{G_{\max}}^{(i)}$ - maksimalna amplituda nabora,

$\bar{l}_{G_{\min}}^{(i)}$ - minimalna amplituda nabora.

Sylvie 3D Drape tester je uređaj nove generacije namenjen za dobijanje parametara drapiranja. Razvijen je na BME – Tehnološkom i ekonomskom univerzitetu u Budimpešti. Za razliku od konvencionalnog drape meter-a, novi merni sistem je baziran na 3D geometrijskim oblicima drapiranog uzorka, pomoću fotografskih snimaka. Programski paket, koji pripada mernom uređaju, najpre rekonstruiše prostorni oblik drapirane tkanine, izračunava koeficijent drapiranja i ostale parametre. Tada pokreće simulacioni program sa promenljivim parametrima dok ne nađe simulirani oblik koji najbolje odgovara rekonstruisanom obliku.

Na slici 9a je prikazan aparat za ispitivanje drapiranja Sylvie 3D Drape Tester. Okrugla ploča za ispitivanje, odnosno sto prečnika 180 mm, pozicionirana je na sredini osnovne ploče. Uzorak tkanine kružnog oblika, prečnika 300 mm se postavlja na ploču, tako da njegovo središte bude tačno u sredini ploče. Važno je da osnovine i potkine niti u tkanini budu paralelne sa zahtevanim smerom. Ploču pokreće motor, čije kretanje reguliše računar i na taj način osigurava da se nabori tkanine uvek oblikuju pri jednakoj brzini i jednakim dinamičkim uslovima.



Slika 9: Aparat za ispitivanje drapiranja Sylvie 3D Drape Tester; a) Unutrašnjost drapre tester-a, b) linije laserskih zraka na drapiranom uzorku

Centralni deo uređaja je crna kutija (čime se osigurava da merno područje bude crno i koju kontroliše računar) u kojoj su ugrađeni laseri za osvetljavanje uzorka kroz ogledala i 4 kamare za snimanje slike. Za vreme snimanja laseri projektuju svetlosni snop na tkaninu. Slike se prenose na računar nakon svakog koraka fotografisanja.

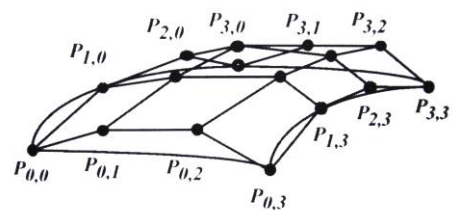
Novi sistem omogućuje pohranu i zapis krivulja oblika uzorka na različitim nivoima što je omogućeno pokretnim okvirom (koje pokreće računar) i na koji su smeštene digitalne kamere i laseri. Ovim postupkom se dobija mnogo krivih linija, ali se za određivanje koeficijenta drapiranja koristi krivulja oblika donjeg ruba drapiranog uzorka, pri čemu se donjim rubom smatra zadnja tačka spoljnjeg nabora (slika 9b).

Merni sistem omogućuje određivanje koeficijenta drapiranja na dva načina. Prvi je baziran na 4 originalne slike poprečnih preseka krivih linija (slika 10). Računarskim programom se definišu linije preklapanja laserskih zraka na drapiranom uzorku. Koeficijent drapiranja se određuje numerički prema konvencionalnoj metodi Cusick-ovog drap metra.

Kod drugog načina, koeficijent drapiranja se određuje, takođe, numeričkom interpolacijom, ali površina koja se koristi pri njegovom izračunavanju je horizontalna projekcija simulacijom dobijenog 3D drapiranog uzorka. Geometrija drapiranog uzorka se dobija Bezierovim površinskim ravnima (slika 11).

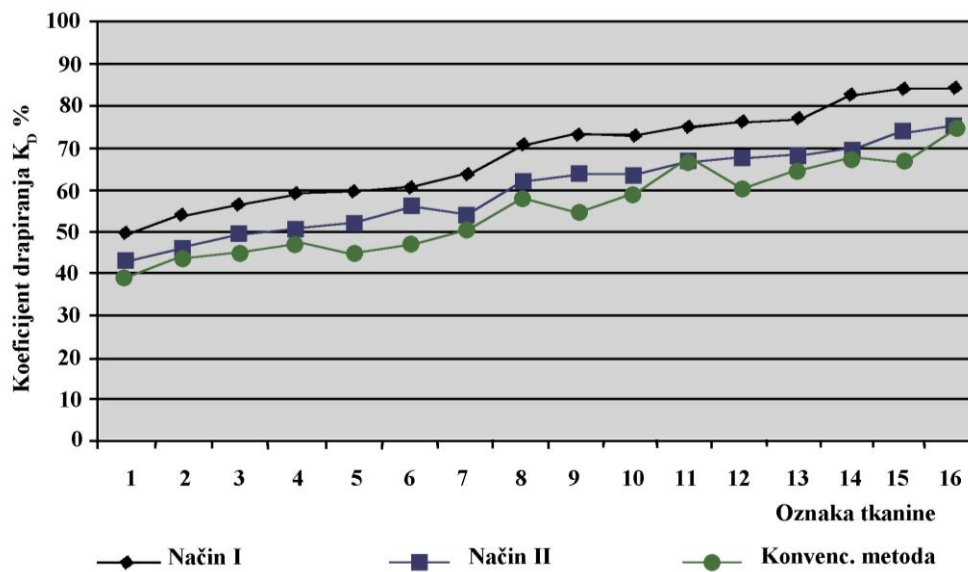


Slika 10: a) Slike poprečnog preseka krivih linija; b) Rekonstruisani poprečni presek krivih linija



Slika 11: Bezier-ove površinske ravni

Vrednosti koeficijenta drapiranja, dobijene Sylvie 3D testerom i Cusick Drape Meter-om, za 15 različitih uzoraka tkanina su prikazane na slici 12. Na osnovu datog grafika se može videti da su vrednosti koeficijenta drapiranja određene prvim načinom. (obradom slike oblika krivulje drapiranog uzorka) veće u odnosu na vrednosti koeficijenta drapiranja dobijenim drugim načinom (projekcijom neravne krajnje krivulje 3D rekonstruisanog drapiranog oblika uzorka tkanine). Ove vrednosti koeficijenta drapiranja (određene prvim i drugim načinom) su veće od koeficijenta drapiranja dobijenim pomoću Cusick-ovog drapemetra.



Slika 12: Uporedne vrednosti koeficijenta drapiranja određenog različitim metodama

2.1.2 Objektivna i subjektivna procena drapiranja

U literaturi se mogu naći i objektivno i subjektivno procenjivanje pri studiji drapiranja tkanine. Objektivna procena ocenjivanja koeficijenta drapiranja tkanine se odnosi na merenje sposobnosti drapiranja tkanine u smislu određivanja koeficijenta drapiranja, profila drapiranja, na analizu nabora sa Cusick-ovog drapmetra (1962, 1965, 1968) i simulaciju drapiranja tkanine raznim mehaničkim metodama kao što je analiza konačnih elemenata (1962, 1965, 1968). Sa druge strane, na koeficijent drapiranja takođe utiču psihološki faktori koji se odnose na subjektivnu percepciju i modu. Generalno, subjektivna procena drapiranja tkanine može dati razumevanje koje se odnosi na pojedince, mesto, običaje i modne trendove. Prema tome, subjektivna procena drapiranja tkanina ima cilj da razjasni razumevanje ljudske percepcije drapiranja tkanine.

Numerička vrednost koeficijenta drapiranja nije dovoljna da reprezentuje ponašanje tkanine pri drapiranju. Drapiranje se razlikuje čak i kada tkanine imaju istu vrednost koeficijenta drapiranja. U praksi se, upotrebom samo koeficijenta drapiranja, pojam drapiranja ne može u potpunosti objasniti. Prema tome, Cusick-ova studija drapiranja ne uključuje samo objektivno merenje numeričkih vrednosti koeficijenta drapiranja, već i subjektivnu procenu. Rangiranje profila drapiranja je tipičan primer subjektivnog merenja drapiranja tkanine: rezultati rangiranja zavise od osobe, mesta, običaja, modnih trendova itd.

Analiza nabora uobičajeno podrazumeva broj nabora, merenje dužine nabora, kao i posmatranje ponašanja tkanine pri drapiranju (Hearle, 1969).

Cusick (1962) je postavio polukružnu tkaninu od različitih vrsta pamuka i rejonu, u obliku suknje na model. Hteo je da vidi koja se suknja najbolje drapira. Rezultati su pokazali da se dobro drapiranje, dobijeno objektivnim merenjem, poklapa sa onim dobijenim subjektivnom selekcijom. Subjektivno određivanje drapiranja je često nekonzistentno. Međutim, tkanina sa najboljim drapiranjem ne mora uvek biti i najpogodnija. Studija subjektivne procene drapiranja tkanina ukazuje na to da je drapiranje tkanine takođe i psihološki fenomen koji je povezan sa ljudskom percepcijom i modnim trendovima [9].

Collier (1991) je objavio da subjektivna procena drapiranja zavisi od dužine drapiranog dela tkanine na postolju. On je sproveo eksperimente u kojima je dobio rezultate da se subjektivno drapiranje odnosi kao nepoželjno prema rezultatima objektivnog merenja. Otkrio je da rezultate mogu predvideti eksperti iz oblasti tekstila i odevanja; međutim, a takođe je ukazao da je subjektivno merenje blisko povezano sa modnim trendovima i određenim vremenskim epohama.

Ayada i Niwa (1991) su otkrili da su mehaničke osobine tkanine u bliskoj vezi sa drapiranjem tkanine. Oni su sašili 24 suknji za subjektivno procenjivanje kvaliteta i vizuelni izgled suknji. Pronašli su da su savijanje, smicanje i masa tkanine najvažniji faktori koji utiču na izgled odeće. Pored toga, dinamičko drapiranje tkanine takođe zavisi od mehaničkih osobina. Subjektivna procena dinamičkog drapiranja (Izumi i Niwa, 1985; Mamyia i Kanayama, 1985; Nia i Seto, 1986) je u visokoj korelaciji sa savijanjem i smicanjem tkanina, kao i sa opipom tkanine. Ovi rezultati ispitivanja su važni za ispunjavanje zahteva tržišta.

2.2. Parametri koji utiču na drapiranje tkanina

Drapiranje tkanina zavisi od osobina same tkanine (strukturnih, konstrukcionih i mehaničkih), kao i od spoljašnjih uticaja (vremena drapiranja, dinamičkih uslova drapiranja, uslova pranja i održavanja tkanine itd.).

2.2.1 Drapiranje i mehaničke osobine tkanina

Koeficijent drapiranja daje objektivan opis deformacije tkanine u tri dimenzije, ali studija trodimenzionalnog drapiranja nije nezavisna. Uopšteno, drapiranje tkanine je u bliskoj vezi sa krutošću tkanine (Hearle i Amirbayat, 1986). Veoma krute tkanine imaju koeficijente drapiranja blizu 100 %, a veoma labave, meke tkanine imaju koeficijent drapiranja oko 30 %.

Studija trodimenzionalnog drapiranja u smislu dobijanja koeficijenta drapiranja je empirijski povezana sa dvodimezionalnim drapiranjem preko osobina savijanja.

Chu et al. (1960) su otkrili da sposobnost drapiranja zavisi od tri osnovna parametra tkanine: Jungov modul, Y , momenat inercije I , i masa tkanine W . Iz njihove studije je dobijena jednačina u kojoj je koeficijent drapiranja u funkciji $f(YI/W)$. Kada krutost pri savijanju i masa tkanine imaju približne vrednosti, koeficijent drapiranja i ugao savijanja imaju slične vrednosti [10].

Cusick (1965) je statistički dokazao hipotezu da drapiranje tkanine uključuje prevoje u više od jednog pravca, i da deformacija zavisi od ugla smicanja A i dužine savijanja c . On je uzeo 130 uzoraka za višestruke regresije. Regresione jednačine su formulisane za odnos između koeficijenta drapiranja, dužinu savijanja i ugao smicanja [9]:

$$DC = 35.6c - 3.61c^2 - 2.59A + 0.0461A^2 + 17 \quad (\%) \quad (12)$$

gde je: c – srednja vrednost dužine savijanja za pravac osnove i pravac potke (cm),

A – srednja vrednost ugla smicanja za pravac osnove i pravac potke ($^\circ$).

U ovoj jednačini ukupna suma kvadrata regresije je najmanja kada se i c i A uzimaju kao osnovni faktori koji utiču na koeficijent drapiranja.

Mooraka i Niwa (1976) su izveli jednačinu za predviđanje drapiranja tkanina upotrebom podataka iz KES sistema i zaključili da su masa tkanine i krutost pri savijanju najvažniji faktori. U njihovoj studiji, koeficijent drapiranja se određuje kao $(B/W)^{1/3}$. Korelacioni koeficijent r među DC i $(B/W)^{1/3}$ je 0,767 što je veće od vrednosti 0,686 za DC i B . Primena kutosti pri savijanju po osnovi, potci i dijagonali u regresionoj jednačini, omogućuje preciznije određivanje DC nego primena srednje vrednosti krutosti pri savijanju u pravcu osnove, potke i dijagonale. Fizičke osobine koje u mnogome utiču na DC su osobine savijanja u relaciji sa masom i debljinom, kao i sa smicanjem. Kada je histereza savijanja i smicanja visoka, i DC će biti visok i nestabilan [3, 10].

Collier (1991) je objavio rad u kome su merena 6 parametara: krutost pri smicanju, histereza savijanja, krutost pri savijanju, histereza smicanja na $0,5^\circ$ i histereza smicanja na 5° (ova 5 parametara su određena na KES uređaju) i krutost pri savijanju (metoda elastične grede). On je otkrio da su i krutost pri savijanju dobijena merenjem na KES sistemu i metodom elastične grede, kao i histereza smicanja i debljina, značajni faktori za predviđanje

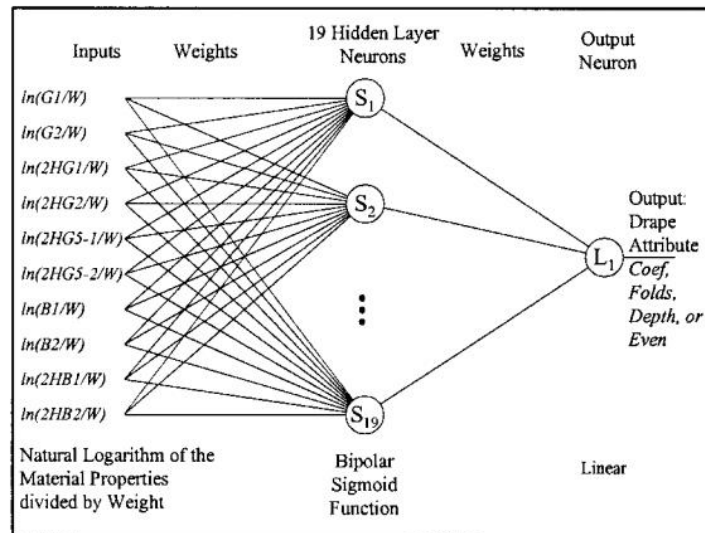
modela koeficijenta drapiranja. Međutim, histereza smicanja i krutost pri savijanju sa KES sistema objašnjavaju većinu varijacija, dok su druge dve promenljive manje važne. Zaključio je da je važnija histereza smicanja.

Niwa i Seto (1986) su objavili rad koji se bavi vezom između sposobnosti drapiranja i mehaničkih osobina tkanina. Oni su upotrebili mehaničke parametre $(B/W)^{1/3}$, $(2HB/W)^{1/3}$, $(G/W)^{1/3}$, $(2HG/W)^{1/3}$, kao nezavisne promenljive gde su: B – krutost pri savijanju, $2HB$ – histereza savijanja, W – masa po jedinici površine, G – krutost pri smicanju, i $2HG$ – histereza smicanja. Ovi parametri su dobijeni analizom savijanja tkanine metodom elastične grede i dobijanjem histereza savijanja i smicanja primenom teorije elastičnosti. Postavili su jednačinu za opisivanje koeficijenta drapiranja [11, 12].

Prema navedenim studijama, trodimenzionalno drapiranje u smislu koeficijenta drapiranja je blisko povezano sa studijom dvodimenzionalnog drapiranja preko dužine savijanja i krutosti pri savijanju. Međutim, na DC kod trodimenzionalnog drapiranja utiču i druge fizičke osobine tkanine kao što su: vučna sila, sila smicanja, masa i debljina tkanine (Hu i Chan 1998; Hu et al., 2000; Suda et al., 1984a,b; Tenabe et al., 1975). Takođe je dokazano da su mehaničke osobine u korelaciji sa subjektivnom procenom drapiranja (Okube i Akumi 1984; Yamakawa i Akiyama, 1996). Iako je studija dvodimenzionalnog drapiranja samo parcijalna mera ponašanja tkanine pri drapiranju, važan je indeks za predviđanje trodimenzionalnog ponašanja tkanine. Mnoga numerička i teorijska istraživanja drapiranja tkanina koriste dvodimenzionalno drapiranje tkanine, pomoću metode elastične grede, za proveru svojih mehaničkih modela ili tačnosti svojih softverskih programa (Gan i Steven, 1995) [3].

I. Frydrych, G. Dziworska i A. Cieslinska (2000) se bave daljim izučavanjem mehaničkih osobina tkanina i njihovim uticajem na drapiranje tkanine. Oni izučavaju krutost pri savijanju, inicijalni modul savijanja i formabilnost tkanine u pravcu osnove, potke. Rezultati pokazuju da na drapiranje tkanine najveći uticaj imaju: krutost pri savijanju u pravcu potke B_{ow} , početni modul savijanja u pravcu osnove C_{ow} i formabilnost tkanine u pravcu potke F_{FW} .

George K. Stylios, Norman J. Powell and Lu Cheng (2002) uspešno implementiraju navedene mehaničke osobine u model za predviđanje parametara drapiranja i koeficijenta drapiranja. Ovaj sistem se sastoji iz mreže veštačkih neurona (neural network) (slika 13) [12].



Slika 13: Mreža veštačkih neurona za predviđanje parametara drapiranja uz pomoć mehaničkih karakteristika tkanine

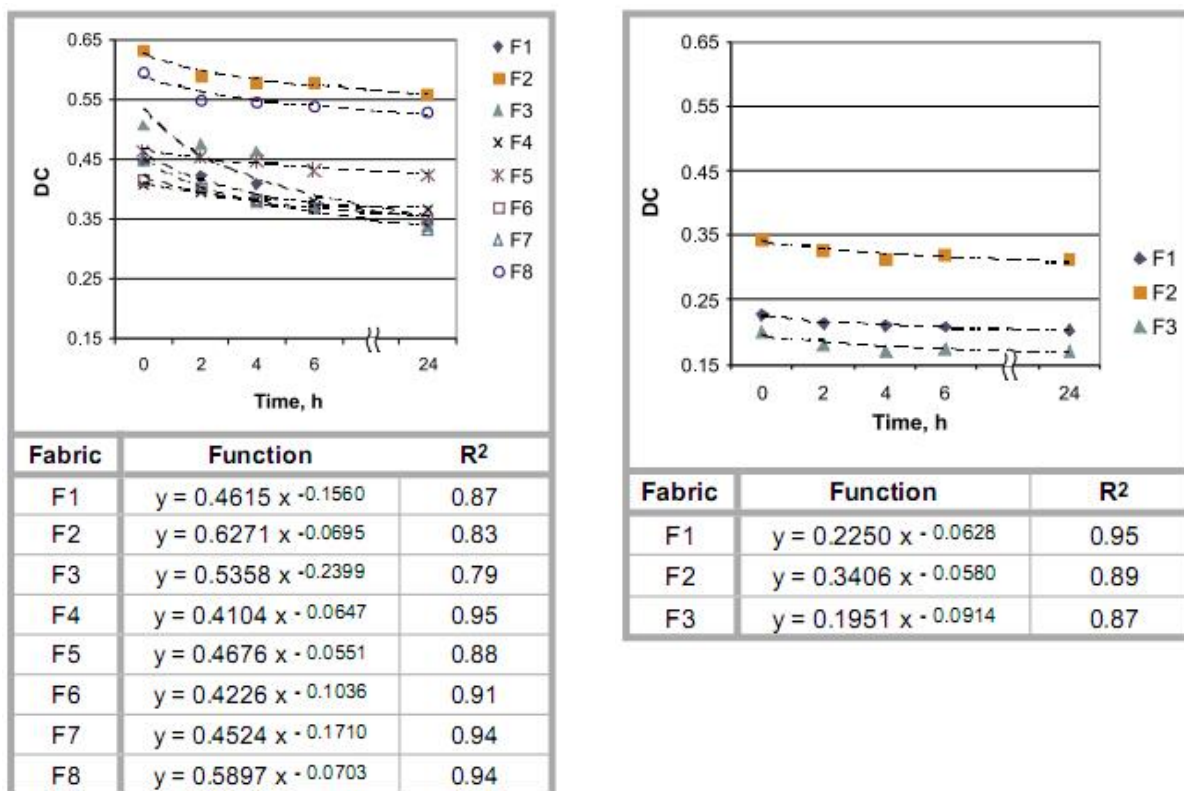
Dobijeni rezultati pokazuju visoku korelaciju između izmerenih i predviđenih vrednosti parametara drapiranja: korelacioni koeficijent između predviđenog i izmerenog koeficijenta drapiranja je 0,9953, zatim između predviđenog i izmerenog broja nabora 0,9733, između predviđene i izmerene dubine nabora 0,9868.

2.2.2 Drapiranje tkanina u zavisnosti od vremena drapiranja

U realnom životu može se primetiti da ukoliko se postavi stolnjak na sto, posle nekog vremena će on padati u neznatno drugačijoj konfiguraciji. S toga su naučnici, uzevši u obzir taj fenomen, pokušali da objasne na koji način i kako će se promeniti parametri drapiranja posle izvesnog vremenskog perioda.

Darja Žunič Lojen, Simona Jevšnik (2007) su pokušale da objasne uticaj vremena u svojoj studiji, merivši parametre drapiranja: koeficijent drapiranja, broj nabora i minimalnu i maksimalnu amplitudu, nakon 0 h, 2 h, 4 h, 6 h i 24 h nakon postavljanja tkanine na postolje Cusick drap metra [2].

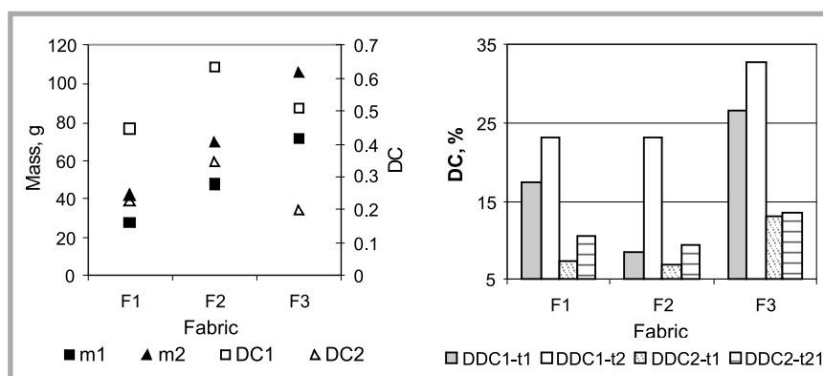
Studija je pokazala da se u svim slučajevima ispitivanih tkanina koeficijent drapiranja smanjuje nakon određenog vremenskog perioda, ali da je smanjenje koeficijenta drapiranja različito u različitim vremenskim intervalima kod različitih vrsta tkanina. Autori su doneli zaključak da procenat smanjenja koeficijenta drapiranja zavisi od strukturnih parametara tkanine, a pre svega od mase i prepletaja tkanine. Zavisnost koeficijenta drapiranja od vremena drapiranja je prikazana na slici 14.



Slika 14: Zavisnost koeficijenta drapiranja od vremena drapiranja

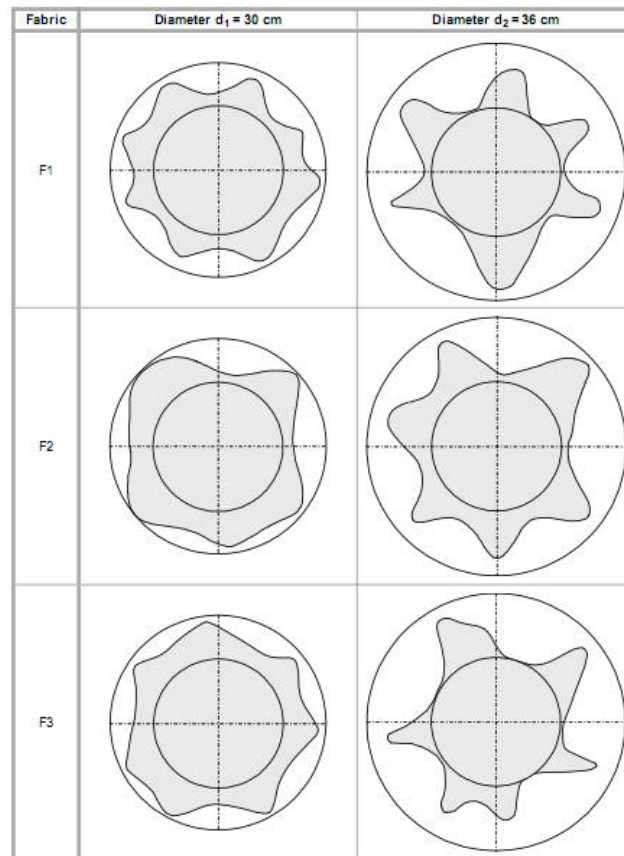
2.2.3 Drapiranje tkanina u zavisnosti od dužine uzorka koji se drapira

Darja Žunič Lojen, Simona Jevšnik (2007) su sprovele istraživanje razlike u ponašanju tkanine pri drapiranju u zavisnosti od veličine uzorka koji se drapira (slika 15). Istraživanje je sprovedeno na tkaninama sa prečnicima $d_1 = 30$ cm i $d_2 = 36$ cm, dok je u oba slučaja postojela na kome se tkanina drapira bilo prečnika 18 cm [2].



Slika 15: Razlike u koeficijentu drapiranja između uzoraka sa dva različita prečnika: m_1 – masa drapiranog dela uzorka prečnika $d_1=30$ cm (g), m_2 – masa drapiranog dela uzorka prečnika $d_2=36$ cm (g), DC_1 -koef. drapiranja uzorka $d_1=30$ cm, DC_2 -koef. drapiranja uzorka $d_2=36$ cm, ΔDC_{1-t1} -promena DC uzorka sa d_1 nakon $t_1=6$ h (%), ΔDC_{1-t2} - promena DC uzorka sa d_1 nakon $t_2=24$ h (%), ΔDC_{2-t1} -promena DC uzorka sa d_2 nakon $t_1=6$ h (%), ΔDC_{2-t2} -promena DC uzorka sa d_2 nakon $t_2=24$ h (%),

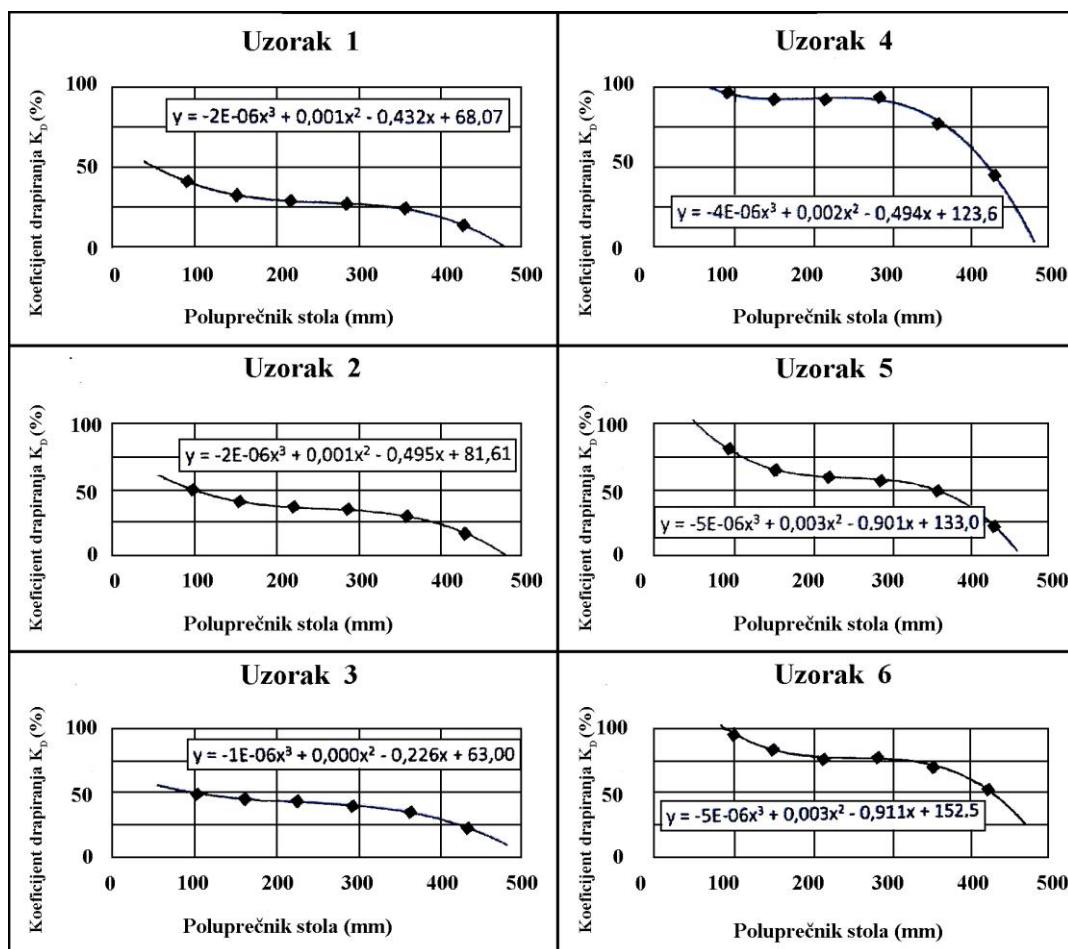
Iz rezultata prikazanih na slici 15, može se zaključiti da tkanine sa manjim prečnikom imaju veće vrednosti koeficijenta drapiranja od tkanina sa većim prečnikom, što se može povezati sa masom drapiranog dela uzorka. Uzorci sa većim prečnikom imaju veću masu dela koji se drapira, od uzoraka sa manjim prečnikom. Takođe se može zaključiti da postoje razlike između broja nabora i profila drapiranja kod tkanina sa većim i manjim prečnikom (slika 16).



Slika 16: Profili drapiranih uzoraka tkanina sa različitim prečnikom

Sa slike 15 takođe, se može zapaziti da se koeficijent drapiranja nakon određenog vremenskog perioda, više smanjuje kod tkanina sa manjim prečnikom, dok je smanjenje koeficijenta drapiranja kod tkanina sa većim prečnikom veoma malo. Ova pojava se može povezati sa masom drapiranog dela uzorka. Tkanine sa većim prečnikom imaju veću masu drapiranog dela uzorka pa samim tim tkanina odmah „padne“ pri postavljanju na drap metar, dok tkanine sa manjom masom drapiranog dela, tj. sa manjim prečnikom „padaju“ postepeno.

L. Szabo, M. Halasz (2008), su pokušali da utvrde kako se koeficijent drapiranja menja, ako se proporcionalno modifikuju sto (postolje za ispitivanje drapiranja) i tkanina. Rezultati merenja su prikazani na slici 17.



Slika 17: Koeficijenti drapiranja kao funkcija poluprečnika stola za različite tkanine

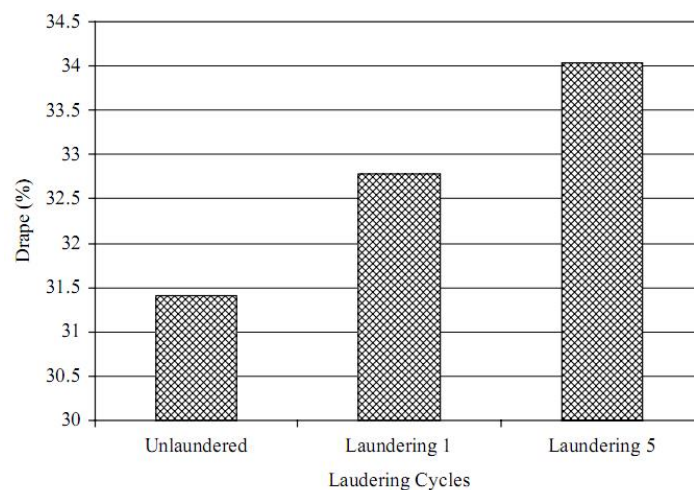
Rezultati pokazuju da se koeficijent drapiranja smanjuje kao posledica povećanja poluprečnika postolja. Što je veći poluprečnik postolja, to je manji odnos razlike između poluprečnika tkanine i poluprečnika postolja, tj. drapira se manje materijala. Koeficijent drapiranja može imati vrednost 0, nezavisno od vrste tkanine, iako se tkanina još uvek drapira. To je posledica činjenice da nabori kod te veličine već padaju ispod postolja, i javljaju se u negativnim područjima na površinskoj projekciji drapiranja tkanine. Činjenica da vrednost koeficijenta drapiranja može biti 0 dok se tkanina još uvek drapira, nameće potrebu da se ponovo razmotri definicija koeficijenta drapiranja.

2.2.4 Uticaj pranja na drapiranje tkanina

Pranje ima značajan uticaj na fizičke, mehaničke i estetske osobine tkanina. Istraživanja su pokazala da pranje menja izgled, kao i performanse tkanina. Pored toga, deterdženti i proces okretanja tkanina takođe utiču na osobine tkanina (deterdžent smanjuje površinski napon vode i njenu sposobnost da se prostire preko mokrog tekstila).

Nekoliko studija se bavilo ispitivanjem uticaja pranja na fizičke i mehaničke osobine tkanina. Godine 1991. Postle je pokazao da na mehaničke osobine tkanina utiče pranje i hemijsko čišćenje. Handu et. al. (1976) su pokazali da se i mehaničko habanje i hemijsko oštećenje tkanina javljaju kao posledica pranja. Chu et. al. (1950) je pokazao da nedoradene pamučne tkanine imaju slabije drapiranje od odgovarajućih tkanina koje su beljene. Dhingra et. al. (1989) je zaključio da nedoradene vunene tkanine imaju poboljšane osobine deformacije u pravcu osnove i potke i osobine savijanja nakon dorade. On je takođe ispitivao uticaj hemijskog čišćenja i parne prese na mehaničke osobine tkanina. Weedall et. al. (1995) su pomoću KES-F sistema ispitali mehaničke osobine tkanina. Istraživači su zaključili da je otpornost na deformaciju osnove i potke značajno smanjena sa većim brojem pranja i nošenja.

B. T. Orzada, M. A. Moore, B. J. Collier, J. Y. Chen (2009) su istraživali direktan uticaj pranja tkanina na koeficijent drapiranja tkanina [14]. Na slici 18 je prikazan efekat pranja na koeficijent drapiranja tkanina. Sa slike se može videti da se koeficijent drapiranja povećava nakon prvog ciklusa pranja i nakon pet ciklusa pranja u odnosu na neoprano tkaninu. Ovo povećanje koeficijenta drapiranja naučnici povezuju sa povećanjem podužne mase pređa u tkanini. Poznato je da mehanička agitacija za vreme procesa tkanja povećava skupljanje pamuka, pa se zbog toga povećava podužna masa tkanine.



Slika 18: Uticaj procesa pranja na koeficijent drapiranja tkanina

Ipak istraživači zaključuju da pranje nema veliki uticaj na proces drapiranja tkanina ($r = 0.72$). Prvobitne karakteristike drapiranja se zadržavaju nakon pet ciklusa pranja. Prema tome, javlja se potreba da se drapiranje tkanina ispita nakon 10, 20, ili 30 ciklusa pranja i da se u istraživanje uključi veći broj tkanina.

2.2.5 Drapiranje višeslojnih tkanina i tkanina sa šavovima

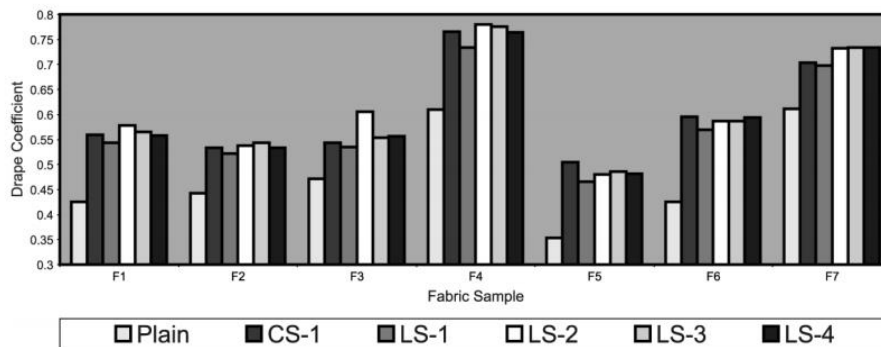
Oblik proizvedene odeće zavisi od konstrukcije odeće i ugrađenih materijala. U procesu dizajna odeće, nastaju mnogi problemi vezani za izbor pogodnih materijala, zato što oni mora da se oblikuju onako kako dizajn odevnog predmeta nalaže. Sa ove tačke gledišta, krajnji oblik proizvedene odeće zavisi od osobina svih ugrađenih materijala, tj. vrste osnovne tkanine i pomoćnih materijala (podstava, lepljiva međupodstava, konac itd.). Najvažnija ugradna komponenta odeće je lepljiva međupodstava. Ona je uglavnom nevidljiva zato što je skrivena između osnovne tkanine i podstave, ali sa druge strane, njihove osobine imaju veliki uticaj na oblik, izgled, mekoću i trajnost odeće [16, 17].

Najveće probleme sa kojima se eksperti susreću kada planiraju virtuelnu prezentaciju modne revije je kako simulirati realno ponašanje svih ugrađenih materijala u model odeće. Osnovni materijal igra najvažniju ulogu. Problem je u tome što su tkanine nelinearni i nehomogeni materijali, i oni su podvrgnuti određenim deformacijama pod uticajem spoljašnjih sila. Nažalost, procenjivanje ponašanja odeće i njenih deformacionih karakteristika na ljudskom telu, jednostavnim prepoznavanjem ili osećajem pri dodiru, je veoma teško postići sa inženjerske tačke gledišta [17].

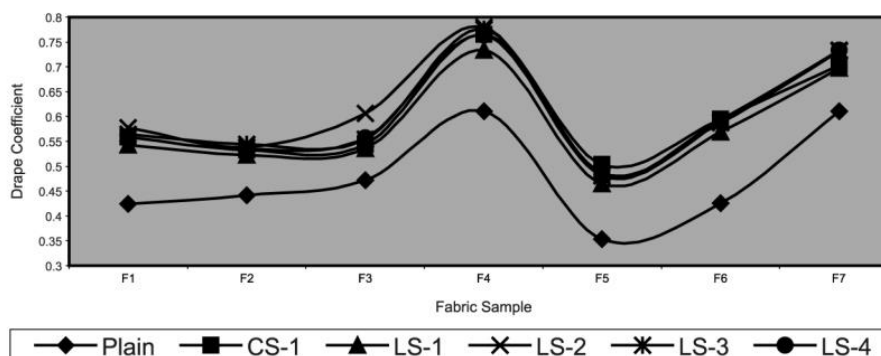
K. R. Sharma, B.K. Behera, H. Roedel, A. Schenk (2005) istražuju uticaj šavova na drapiranje tkanine, kao i uticaj međupodstave zalepljene na osnovnu tkaninu na parametre drapiranja. Za oba dela istraživanja izračunavaju koeficijente drapiranja, broj nabora, minimalnu i maksimalnu amplitudu, kao i parametar A/r , koji predstavlja odnos amplitude prema srednjoj vrednosti poluprečnika. Za ispitivanje zavisnosti parametara drapiranja od šavova na tkanini primenjene su dve vrste boda: dupli lančani bod i zrnčani bod.

Na bazi dobijenih rezultata, istraživači zaključuju da se kod tkanina sa šavovima povećava koeficijent drapiranja bez obzira na primenjenu vrstu boda. Kada se spajaju dve tkanine povećava se njena krutost na mestu spojeva, zbog savijanja delova tkanina, a i zbog primene samog šava, tj. konca za šivenje. Rezultati su prikazani na slikama 19 i 20.

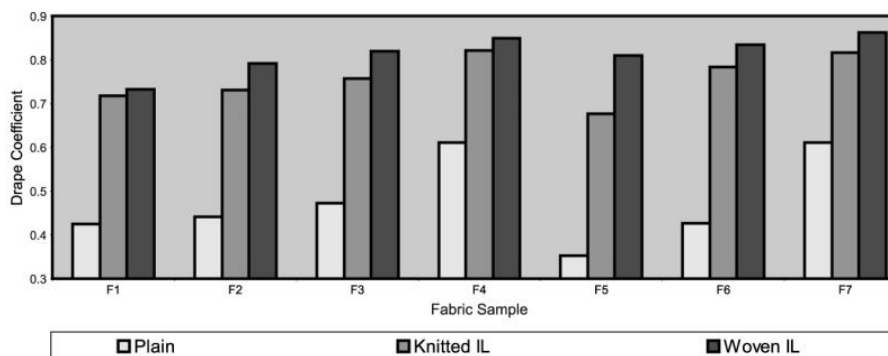
Koeficijent drapiranja tkanina se povećava kada se na tkaninu zalepi međupodstava. Kada se osnovna tkanina spoji sa lepljivom međupodstavom, postaje višeslojna i njena krutost pri savijanju i otpornost na deformacije u pravcu osnove i potke se povećavaju u svim pravcima. Pored toga, dobijaju se veće vrednosti koeficijentata drapiranja kod tkanina sa međupodstavom koja ima tkanu bazu, nego kod međupodstava koje imaju pletenu bazu. Rezultati su prikazani na slikama 21 i 22.



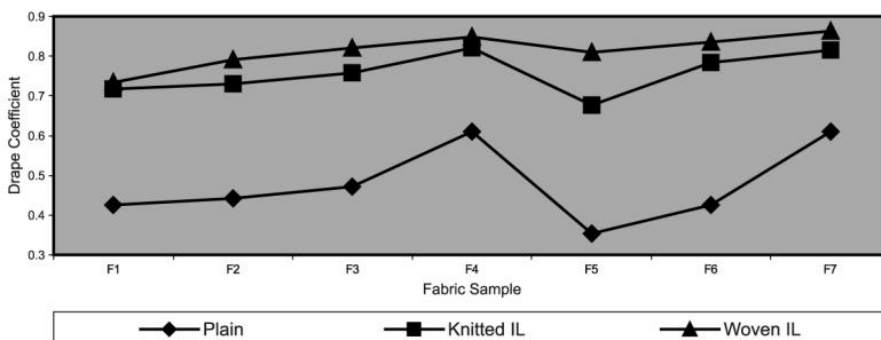
Slika 19: Uporedne vrednosti koeficijenta drapiranja kod tkanina sa i bez šavova



Slika 20: Tendencije u promeni koeficijenta drapiranja kod tkanina sa i bez šavova



Slika 21: Uporedne vrednosti koeficijenta drapiranja kod tkanina sa i bez međupodstavom



Slika 22: Trend promene koeficijenta drapiranja kod tkanina sa i bez međupodstavom

S. Jevšnik, J. Geršak (2004) izučavaju kombinaciju tkanina – međupodstava u cilju uspostavljanja numeričke simulacije i poređenja sa rezultatima dobijenim klasičnom metodom na Cusick-ovom drapmetru [17]. Rezultati pokazuju sličnost između drapiranog oblika dobijenog eksperimentalnom metodom na Cusick-ovom drapmetru i numeričkom simulacijom u ABAQUS programskom paketu.

2.2.6 Statičko i dinamičko drapiranje

Odeća i ostali predmeti od tekstilnih materijala, u stvarnom životu su u stalnoj interakciji sa dinamičkim uticajima iz okoline. Predstavljene metode opisivanja drapiranja se odnose samo na statičko drapiranje. Međutim, da bi se opisalo realno ponašanje tkanina, neophodno je izučiti njeno ponašanje u realnim uslovima. U tome mogu pomoći studije dinamičkog drapiranja.

Xu i Yao (2001) su konstruisali dinamički drap metar sa kamerom. Kod ovog sistema, postolje na kome se drapira tkanina je prečnika 12 cm, a uzorak tkanine je prečnika 24 cm. Koeficijent drapiranja (F_{S3}) se izračunava kao:

$$F_{S3} = \left[\frac{A_D - A_{S1}}{A_D - A_d} \right] \times 100 \quad (13)$$

gde, F_{S3} predstavlja odnos umanjenja površine drapiranog uzorka tkanine i površine prstena u procentima, A_D površinu uzorka (cm^2), A_{S1} površinu drapiranog dela uzorka (cm^2) i A_d površinu postolja (cm^2) [18].

Stylios i Zhu su objasnili dinamičko drapiranje i razvili M^3 merni sistem drapiranja. Za ovaj sistem je korišćeno postolje prečnika 12,7 cm i uzorak prečnika 25,4 cm. Ovaj sistem omogućava testiranje na dve različite brzine 43 min^{-1} i 86 min^{-1} i može meriti i statičke i dinamičke osobine drapiranja. Koeficijent drapiranja se izračunava po standardnoj formuli [19].

Ruckman et. al, Shyr et. al. I Wang et. al. su razvili automatski merni sistem za merenje dinamičkog drapiranja (DDAMS - Dynamic Drape Automatic Measuring System), koji se sastoji iz postolja prečnika 18 cm i uzorka tkanine prečnika 30 cm. Ovaj sistem se uklapa u britanski standard (BS), internacionalni standard (ISO), američki standard (ASTM) i kineski nacionalni standard (CNS). Ovaj sistem je baziran na radnom načelu Cusick Drape

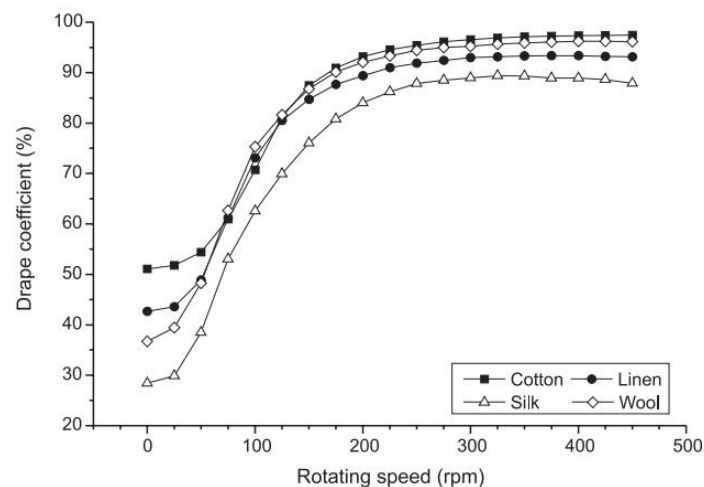
metra s tim što poseduje kontroler za podešavanje rotacione brzine od 0 do 125 min⁻¹ sa rotacijom u jednom pravcu. Ovaj instrment je, takođe, povezan sa sistemom za obradu slika sa ciljem određivanja statičkog i dinamičkog koeficijenta drapiranja [19].

Matsudaira i Yang su razvili novi dinamički Drapemetar koji može kontrolisati rotacionu brzinu od 0 do 240 min⁻¹. koji se može kretati u oba smera i izvoditi čak naizmjenično kretanje. Ovaj sistem može, takođe, procesirati slike drapiranja i računati pokazatelje drapiranja, statički koeficijent drapiranja (D_s) i broj nabora (n). Matsudaira i Yang su definisali dinamički koeficijent drapiranja kao promenu projektovane površine pri uglu skretanja D_d , pri naizmjeničnom kretanju:

$$D_d = \left[\frac{(S_{\max} - S_{\min})}{(\pi R_1^2 - \pi R_0^2)} \right] \times 100 \quad (\%) \quad (14)$$

Gde je D_d – dinamički koeficijent drapiranja kod naizmjeničnog kretanja (%), S_{\max} – maksimum projektovane površine pri okretnom uglu (cm²), S_{\min} – minimum projektovane površine pri okretnom uglu (cm²), R_0 – prečnik kružnog postolja (12,7 cm) i R_1 - prečnik uzorka tkanine (25,4 cm) [19, 20].

Lyn et. al., Shyr et. al. i Tsai et. al. su dizajnirali instrument za dinamičko drapiranje tkanina (DDI-F) sa rotacionom brzinom od 0 – 450 min⁻¹ i merili statički i dinamički koeficijent drapiranja četiri tkanina od prirodnih vlakana: pamuk, lan, svila i vuna [21]. Rezultati su prikazani na slici 23.



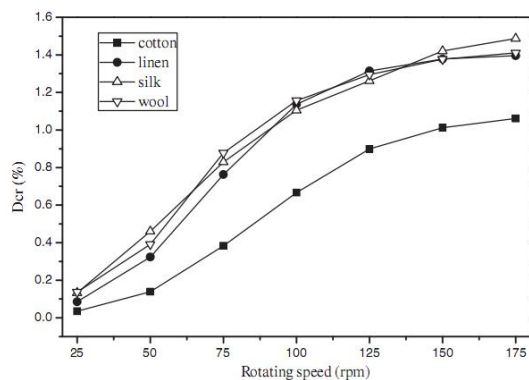
Slika 23: Krive koeficijena dinamičkog drapiranja tkanina

Kriva dinamičkog koeficijenta drapiranja tkanina pri brzini od 0 – 450 min⁻¹, se može podeliti u četiri dela: početni rast, brzi rast, spori rast i stabilni deo dinamičkog koeficijenta drapiranja. Na slici 23 se može videti, iz prvog dela, da je povećanje koeficijenta drapiranja relativno malo. U drugom delu pri brzini od 50 – 150 min⁻¹, kriva koeficijenta drapiranja tkanina pokazuje skoro linearni rast, dok je povećanje koeficijenta drapiranja veliko. U trećem delu od 175 – 325 min⁻¹. Redosled četiri vrsta tkanina je ostao isti kao na 150 min⁻¹, dok se koeficijent drapiranja u ovom delu postepeno smanjuje. U četvrtom delu od 350 do 450 min⁻¹ koeficijent drapiranja kod svih tkanina ima tendenciju ka stabilizaciji.

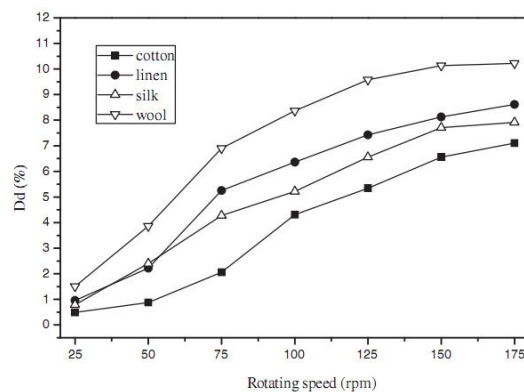
Studije drapiranja su uglavnom bile usmerene na izučavanje statičkog koeficijenta drapiranja, dok je nekoliko autora svoja istraživanja usmerilo na dinamičko drapiranje. Međutim, do sada nije bilo pokušaja da se istraži uticaj hoda osobe sa različitim uglovima ljuljanja na ponašanje tkanine pri drapiranju.

Hod predstavlja najosnovnije neophodno kretanje osoba u svakodnevnicu. P. N. Wang, K. B. Cheng [19] predstavljaju najnoviji uređaj, nazvan „4 u 1“ automatski merni sistem za dinamičko drapiranje (‘Four-in-One’ Automatic Measuring System for Dynamic Drape (AMSDD)). Ovaj instrument može meriti koeficijent drapiranja (DC) na sedam različitih rotacionih brzina (25, 50, 75, 100, 125, 150 i 175 min⁻¹.), dinamički koeficijent drapiranja sa rotacijom unapred (D_{cr}), dinamički koeficijent drapiranja sa naizmeničnim kretanjem (D_d) i dinamički koeficijent drapiranja sa oscilatornim kretanjem (D_{sr}).

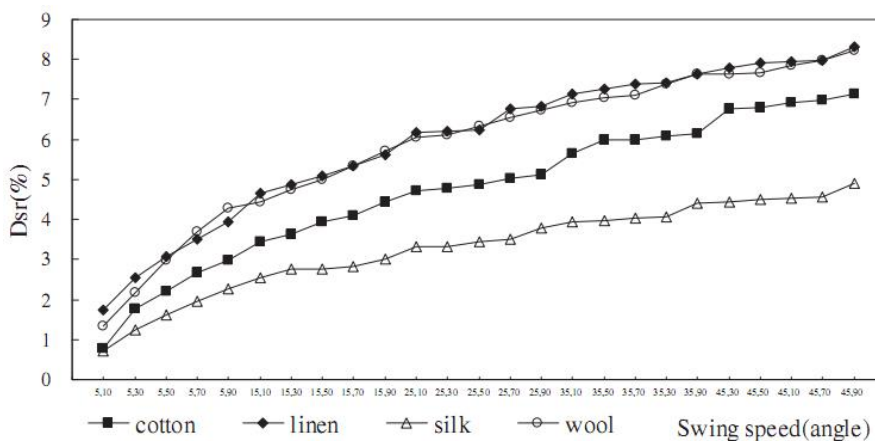
Studija pokazuje da se koeficijent drapiranja, za četiri vrste ispitivanih tkanina, povećava sa rotacijom. Različite tkanine imaju različitu „živost“ pri različitim vrstama rotacionog kretanja. Kada je određen D_{cr} za ispitivanje živosti tkanine sa rotacijom napred, zaključeno je da svila ima najveće vrednosti, zatim lan, vuna i na poslednjem mestu pamuk (slika 24). U slučaju naizmeničnog kretanja D_d , vuna i lan su pokazali najbolje rezultate. Sa druge strane svila i pamuk imaju najmanje vrednosti, pa samim tim i najmanju živost (slika 25). Oscilatorni koeficijenti drapiranja tkanina su jasno definisani i tkanine se mogu poređati sledećim redosledom: pamuk, vuna, lan i svila. Ako se D_{sr} upotrebi za određivanje osobina drapiranja, nađeno je da vuna i lan imaju najveću promenu, dok pamuk i svila imaju najmanju promenu vrednosti (Slika 26).



Slika 24: Uticaj rotacione brzine na promenu dinamičkog koef. drapiranja (D_{cr})



Slika 25: Veza između dinamičkog koef. drapiranja sa naizmeničnim kretanjem (D_d)



Slika 26: Vrednosti (D_{sr}) sa promenom oscilatorne brzine i oscilatornog ugla

2.3 Modelovanje profila drapiranja tkanine

Profil drapiranja (DP) tkanine je projektovana dvodimenzionalna slika dobijena sa Cusick drap metra. Karakterišu je koeficijent drapiranja, lokacija nabora i broj nabora projektovane slike tkanine. Koeficijent drapiranja, lokacija i broj nabora se mogu odrediti pomoću modela za predviđanje profila drapiranja tkanina pomoću polarnih koordinata direktno merenih sa drap metra. Takođe se mogu dobiti polarni dijagrami. Konstante modela drapiranja se mogu takođe ispitati tehnikom uklapanja polarnih koordinata ili se mogu izračunati direktno iz osobina savijanja i smicanja tkanina preko regresione analize.

2.3.1 Modelovanje profila drapiranja tehnikom uklapanja polarnih koordinata

Draperija tkanine se može uslikati kamerom kao dvodimenzionalna fotografija projektovana sa trodimenzionalno drapiranog uzorka tkanine na Cusick drap metru. Zatim se na monitoru računara, sa slike profila, mogu posmatrati lokacija, broj tačaka i detaljan oblik

drapiranog profila. Koeficijent drapiranja se može precizno i automatski odrediti uz pomoć Leica QWin softvera za analizu slika. Iako nabori nisu uniformni, profil drapiranja ispoljava cikličnu promenu polarnih koordinata. Neke pretpostavke, koje su postavljene matematičkim modelom za opisivanje - predviđanje profila drapiranja tkanina (merene prikazanom metodom pomoću polarnih koordinata) su prikazane u daljem tekstu:

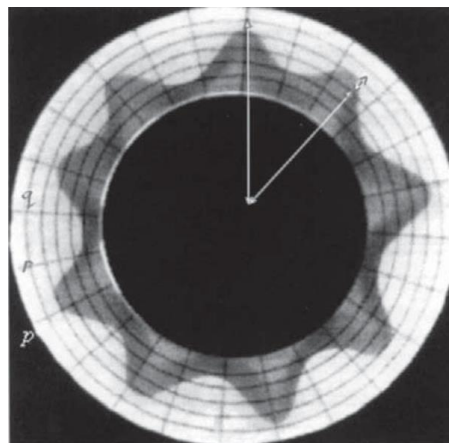
- (1) Tkanina slobodno visi pod dejstvom sopstvene mase;
- (2) Nabori su podjednako raspoređeni oko postolja i svi oblici nabora su identični;
- (3) Prosečan broj nabora u jednom uzorku tkanine je pozitivan ceo broj.

Za modelovanje je izabrana trigonometrijska funkcija:

$$r = p + q \sin(k\theta + \alpha) \text{ (cm)} \quad (15)$$

gde je r poluprečnik projektovanog drapiranog profila, p prosečna radijalna dužina između vrhova i udubljenja drapiranog profila, q polovina dubine drapiranog nabora tkanine, k je broj nabora na drapiranom profilu, dok je α ugao između pravca osnove i susednog vrha.

Detalji su ilustrovani na slici 27. Za analizu slika koristi se sistem za merenje profila drapiranja tkanina, kod koga digitalna kamera povezana sa PC-jem, fotografiše projektovanu dvodimenzionalnu sliku drapiranog uzorka sa drapemetra, dok štampač štampa rezultate profila drapiranja. Softver Leica QWin (analizer slika), ima funkciju automatskog preračunavanja koeficijenta drapiranja sa snimljene slike [3, 26].



Slika 27: Snimljena slika sa drap metra

Veličine p , q i k u modelu se mogu proceniti tehnikom uklapanja polarnih koordinata ili odrediti višestrukom ili postupnom regresionom analizom sa SPSS na osnovu veze između mehaničkih osobina i drapiranja tkanine. Sa poznatim vrednostima ovih veličina, koeficijent drapiranja, lokacija nabora i oblik nabora drapiranog profila tkanine mogu se automatski predvideti ovim modelom. Takođe se može izračunati projektovana površina A_2 pomoću sledeće jednačine:

$$A_2 = \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} r^2 d\theta = \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} [p + q \sin(k\theta)]^2 d\theta = \pi \left(p^2 + \frac{q^2}{2} \right) (\text{cm}^2) \quad (16)$$

Koeficijent drapiranja (DC) se definiše kao odnos projektovane površine drapirane tkanine A_2 prema površini originalnog ne drapiranog uzorka tkanine A_1 , pomnožen sa 100.

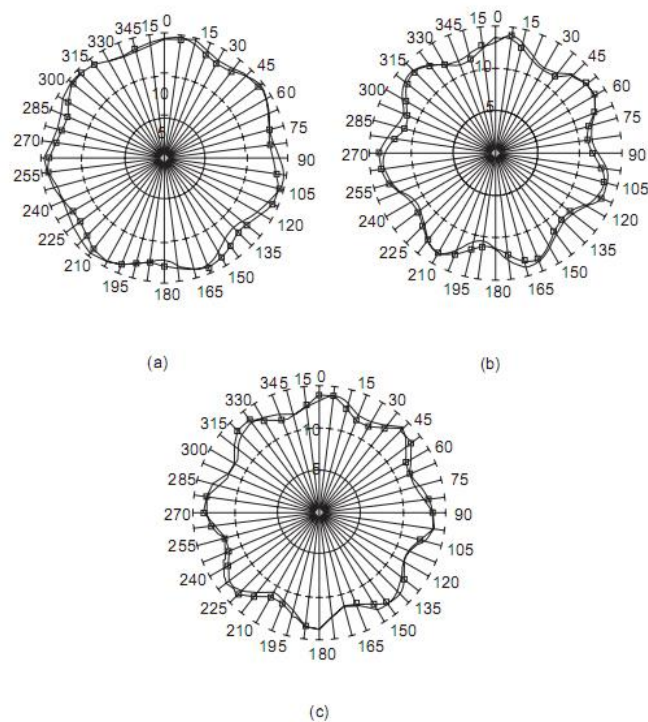
$$DC = \frac{A_2}{A_1} \cdot 100 (\%) \quad (17)$$

Lokacija nabora se definiše kao pozicija vrhova na drapiranom profilu (polarni dijagram) izražena u stepenima. Broj čvorova je broj vrhova na drapiranom profilu dok se profil čvorova definiše kao oblik svakog drapiranog čvora.

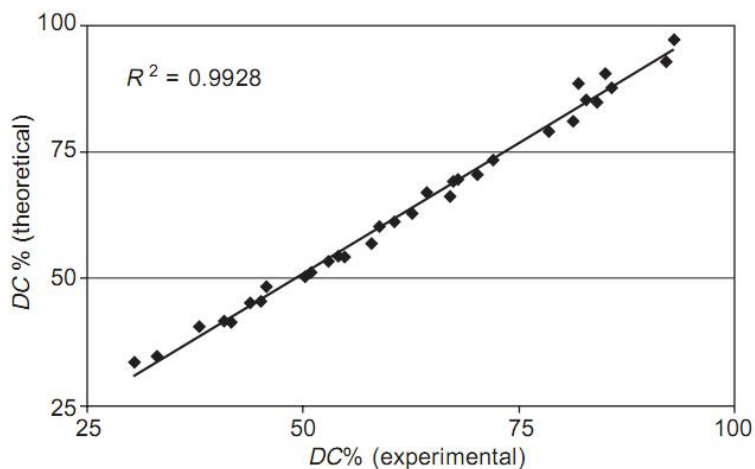
Veličine p , q i k u jednačini 15, se mogu odrediti tehnikom uklapanja polarnih koordinata pomoću MATLAB softvera. Ulazni parametri u programu su koordinate (r, θ) drapiranog profila sa uglom θ od $0 - 352,5^\circ$ na svakih $7,5^\circ$. Predviđeni grafički profil drapiranja se predstavlja u obliku polarnog dijagrama [26].

Profili drapiranja (DP) tkanina sa platnenim, keper i atlas prepletajem su ilustrovani na slici 28 a – c. Može se zaključiti da se teorijski model poklapa sa eksperimentalnim podacima sa nekim odstupanjima u broju čvorova i položaju profila drapiranja. Odstupanje teorijskog od eksperimentalnog profila drapiranja nije veće od 10 %.

Verodostojnost opisanog modela za predviđanje profila drapiranja tkanina može se potvrditi odličnim poklapanjem teorijskih i eksperimentalnih rezultata koeficijenta drapiranja (DC) za 35 različitih vrsta tkanina (slika 29). Eksperimentalni i teorijski koeficijenti drapiranja imaju visok stepen determinacije ($R^2 = 0,9928$), što znači da se preko 99 % eksperimentalnih DC može objasniti teorijskim DC . Odstupanje između teorijskog DC (predviđenog modelom DP) i eksperimentalnog DC , je manje od 8,3 %.



Slika 28: Teorijski i eksperimentalni rezultati profila drapiranja tkanina

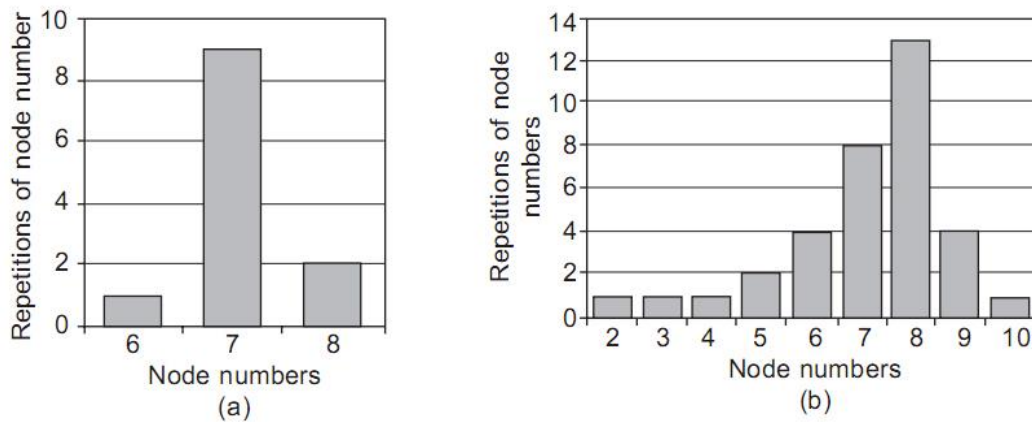


Slika 29: Veza između teorijskog i eksperimentalnog DC

Sa slike 29 se može videti da se teorijski model poklapa sa eksperimentalnim podacima uz neka odstupanja što se tiče broja nabora i njihove lokacije, zbog toga što broj i lokacija nabora mogu dosta varirati.

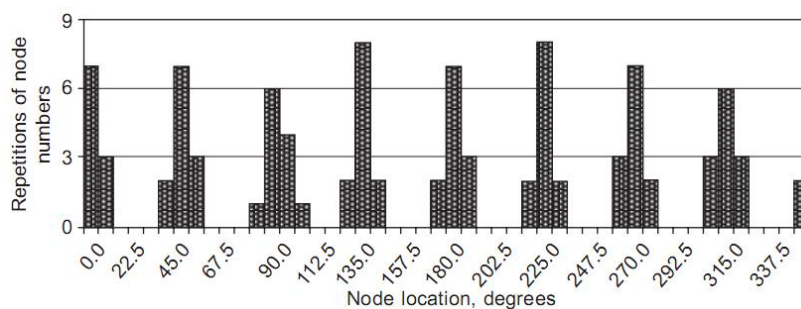
Ponavljanje broja nabora na jednom drapiranom uzorku pod različitim testovima drapiranja je prikazano na slici 30 a i b. Dobijeni rezultati sa slike 30a prikazuju da su brojevi nabora na jednom drapiranom uzorku 6, 7, 8. Ponavljanje nabora u 12 merenja je 1, 9, 2, dok 7 nabora čine većinu u ovom uzorku. Ovaj rezultat je veoma blizak srednjoj vrednosti broja

tačkaka 7,08 sa odstupanjem od 1,14 % i dokazuje da srednja vrednost dobijena iz veličine k u modelu profila drapiranja je prihvatljiva za predviđanje broja nabora.



Slika 30: Ponovljivost broja nabora; a) kod jednog uzorka tkanine, b) kod 35 uzoraka tkanina.

Ako se isti test proširi na 35 uzoraka tkanina, 8 tačkaka je najfrekventniji broj (slika 30 b). Slika 31 ilustruje poziciju svakog nabora za tkaninu sa 8 nabora što ukazuje da je mogućnost ponavljanja nabora veoma velika na 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , i 315° . Nesumnjivo, prikazani faktori ukazuju da veličina k u modelu profila drapiranja osim kod predviđanja broja nabora, primenljiva je i za određivanje pozicije nabora.



Slika 31: Lokacija 8 nabora u različitim pravcima

Može se izvesti još jedan zaključak, što je veća vrednost koeficijenta drapiranja, manji je broj nabora: kod krutih ili teških tkanina za koeficijent drapiranja veći od 85 %, zabeleženo je 2 – 3 nabora; kod tkanina srednje krutosti i mase sa koeficijentom drapiranja od 50 – 85 %, javlja se 6 – 8 nabora; kod lakih i labavijih konstrukcija tkanina sa koeficijentom drapiranja od 30 – 50 %, nađeno je od 9 – 10 nabora. Ove činjenice potvrđuju Cusick – ovu hipotezu (1962) da broj nabora zavisi od krutosti tkanine.

Pošto tkanine imaju anizotropne osobine i različite mehaničke osobine u različitim pravcima, svaki nabor mora imati drugačiji oblik. Međutim, iz podudarnosti teorijskih i eksperimentalnih rezultata profila drapiranja, može se zaključiti da postoje manja odstupanja. Ovo može ukazati na pretpostavku da svi nabori u profilu drapiranja imaju sličan oblik i da je *DP* model prihvatljiv za predviđanje profila drapiranja tkanine.

2.3.2 Predviđanje profila drapiranja pomoću mehaničkih osobina tkanine iz regresione analize

Pored uklapanja polarnih koordinata, profil drapiranja se takođe može predvideti iz mehaničkih osobina tkanine pomoću regresione analize. Pored toga, postepena regresija se može primeniti za određivanje kombinacija mehaničkih osobina koja daje najbolji opis za predviđanje profila drapiranja tkanina [3].

U regresionoj analizi je upotrebljeno 16 mehaničkih osobina tkanina, uključujući savijanje (*B* i *2HB*), deformacije tkanina u pravcu osnove i potke (*G*, *2HG* i *2HGT5*), vučne osobine (*WT*, *EMT*, *LT* i *RT*), masu tkanine (*W*) i debljinu tkanine (*T*). Među izabranim mehaničkim osobinama, savijanje i deformacije tkanina u pravcu osnove i potke daju najveću korelaciju sa veličinama *p*, *q* i *k* u modelu profila drapiranja, dok histereze savijanja i smicanja tkanina u pravcu osnove i potke imaju veće korelacione koeficijente *r* sa modelom drapiranja, nego vrednosti krutosti tkanina. Rezultati prikazuju da vrednosti mehaničkih osobina u pravcu osnove, potke i u pravcu pod uglom od $\pm 45^\circ$ imaju veći korelacioni koeficijent *r* nego one merene samo u pravcu osnove ili potke. Kod svih korelacionih koeficijenata između konstanti u modelu profila drapiranja i mehaničkih osobina, najbolju kombinaciju za predviđanje profila drapiranja daje postupna regresija. Kriterijum kod postupne regresije za ulaz je parametar $p = 0,05$, a za izlaz 0,1.

Nakon uklanjanja svih varijabli koje su u međusobnoj korelaciji i u istoj grupi mehaničkih osobina, dobijaju se konačne jednačine:

$$p = 10.795 + 7.458(2HB_T) + 0,1087(2HG5_T) \quad (18)$$

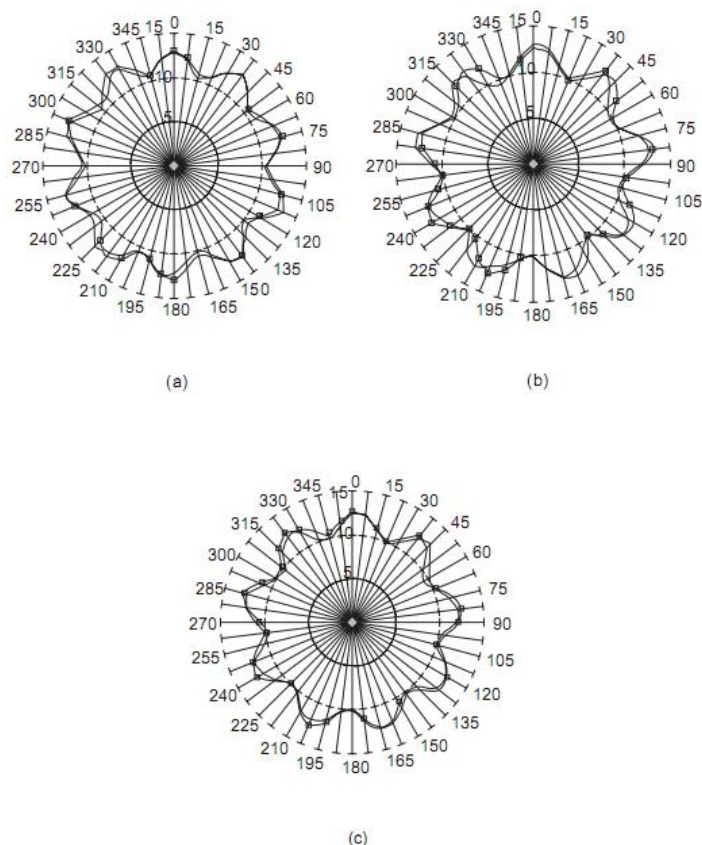
$$q = 0.5116 + 1.861(2HB_T) - 0,122(2HG_T) \quad (19)$$

$$k = 2.753 + 0.8153(2HB_T) - 0,469(2HG5_T) \quad (20)$$

gde su: *2HB*, *2HG* i *2HG5*, histereza savijanja, histereza smicanja tkanine u pravcu osnove i potke na 0.5° i histereza smicanja tkanine u pravcu osnove i potke na 5° ; sufiks *T* je srednja vrednost ovih osobina dobijena u pravcu osnove, potke i pravcu $\pm 45^\circ$.

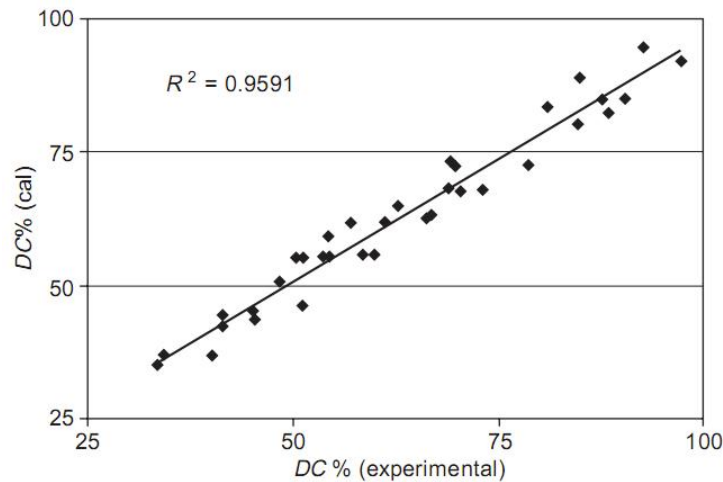
Ove jednačine prikazuju da se ove vrednosti mogu direktno izračunati iz histereze savijanja i smicanja duž različitih pravaca.

Kao što je prikazano na slici 32 a-c, konstante p , q i k u modelu profila drapiranja se mogu odrediti iz histereza savijanja i smicanja u različitim pravcima. To ukazuje da su broj i položaj nabora u profilu drapiranja pod uticajem ovih osobina, ne samo u pravcima osnove i potke, već i u drugim pravcima.



Slika 32: Teorijski i eksperimentalni rezultati profila drapiranja tkanine kod; a) platnenog, b) keper i c) atlas prepletaja

Zamenom eksperimentalnim podacima histereza savijanja i smicanja u predhodnim jednačinama, mogu se identifikovati veličine p , q i k , i prema tome se mogu predvideti profil drapiranja i koeficijent drapiranja. Slika 33 ilustruje poređenje između teorijskog i eksperimentalnog koeficijenta drapiranja, što ukazuje da postoji visoka zavisnost među njima ($R^2 = 0,9591$). To dalje ukazuje da je model profila drapiranja primenljiv za predviđanje profila drapiranja tkanine iz vrednosti histereza savijanja i smicanja u različitim pravcima pomoću regresionog metoda [27].



Slika 33: Poređenje teorijskih i eksperimentalnih vrednosti *DC*

2.4 Metode za simulaciju drapiranja tkanine

Ključ razvoja CAD (computer-aided design) sistema za tekstilne proizvode je uspostavljanje fizički baziranih numeričkih modela koji mogu efikasno i tačno da simuliraju drapiranje i druge kompleksne deformacije tekstilnih materijala (Hu i Teng 1996), posebno tkanina, koje se najčešće upotrebljavaju u industriji. Tkanine predstavljaju kompleksne materijale koji nastaju preplitanjem niti pređa.

Poslednje dve decenije kompjuterska tehnologija je dosta napredovala. Ona omogućava modelovanje kompleksnih deformacija tkanina kao što je npr. drapiranje tkanine, upotrebom raznih kompjuterskih tehnika simulacije. Postignut je veliki uspeh i značajan napredak u ovoj oblasti (Hu i Teng, 1996; Ng i Grimsdale, 1996). Mnogi rani radovi (Weil, 1986; Dhande et. al., 1993) su bazirani na geometriji, što je samo jedna faza u reprodukciji izgleda tkanine na kompjuteru. Ovi modeli ne mogu fizički da simuliraju ponašanje tkanina, ako nisu uključene mehaničke osobine tkanina. Međutim, mnogi istraživači su prihvatili fizički bazirane modele.

Feynman (1986) je predložio fizički model baziran na energiji za simulaciju izgleda odeće. Terzopoulos et. al. (1987) je uveo elastično - deformacioni model za generalizovanje fleksibilnih objekata uključujući tkanine. Pošto je model razvijen za upotrebu u kompjuterskoj grafici, nije pogodan za inkorporaciju standardnih inženjerskih parametara kao što je Jungov modul.

Breen et. al. je razvio model baziran na tačkama za simulaciju drapiranja tkanina. U tom modelu, tkanina je tretirana kao skup čestica koje konceptualno prezentuju tačke ukrštanja niti osnove i potke kod platnenog prepletaja. Posebne empirijske funkcije su dodate za deformacije pri kompresiji pređa, istezanju, savijanju i preplitanju pređa. Ove su usklađene

pomoću KES sistema. Konačna pozicija drapirane tkanine je određena na osnovu minimalizacije ukupne potencijalne energije koja predstavlja sumu energije deformacije i potencijalne energije mase tkanine.

Stylios et. al. (1995, 1996) su prezentovali fizički baziran pristup upotrebom deformacionog „node-bar“ modela za predviđanje kompleksnih deformacija tkanina. U njihovom pristupu tkanina se posmatra kao neprekidna opna sa homogenim i linearno elastičnim osobinama. Simulacija drapiranja je upoređena sa testiranjem drapiranja tkanine. Takođe je predstavljen i opisan model suknje prikazan preko sintetičkog modela [35].

Nekolicina drugih naučnika su primenili metod konačnih elemenata za simulaciju ponašanja tkanina pri drapiranju, kao što je Loyd (1980), Collier (1991), Gan et. al. (1995), Kim (1991), Simo et. al. (1989, 1990), Eischen et. al. (1996) itd.

Chen i Govindaraj (1995) su predvideli drapiranje tkanine upotrebom teorije opne. Predviđeni rezultati četvorougaoanog parčeta tkanine su drapirani preko ravne četvorougaoane površine i prezentovana je animacija modela [60].

Kao što se može videti iz predhodno priloženog, postoje dva osnovna pristupa za modelovanje deformacija tkanina pri drapiranju: (a) metod konačnih elemenata sa elementom opne i (b) empirijski pristup koji je razvijen specijalno za analizu deformacija tkanina, tj. model baziran na česticama [3].

Metod konačnih elemenata ima mehaničku osnovu i može se lako razumeti i dalje razvijati. Međutim, ovaj metod ima i određene nedostatke. Sa druge strane, drugi model baziran na česticama sadrži mnogo empirijskih činjenica u uspostavljanju funkcija koristeći deformacije koje ne prate mehanički pristup.

2.5 Strukturne i konstrukcione karakteristike tkanina

Struktura tkanina zavisi od njene namene. Struktura tkanina je određena nizom strukturnih parametara, kao što su: sirovinski sastav, vrste i svojstva primenjenih pređa, širina i dužina tkanine, gustine žica pojedinih sistema pređa, utkanja osnovinih i potkinih žica, podaci o tkačkom češlju, potrebne količine pojedinih primenjenih pređa, masa dužnog i kvadratnog metra tkanine itd. Pri tome se navedeni parametri posebno iskazuju za sirove i gotove tkanine [31].

Svaki strukturni parametar ima određeni uticaj na strukturu, spoljni izgled i osobine tkanine, zbog čega je značajno da svi oni budu što preciznije određeni u skladu sa zahtevima njene buduće namene. Svi strukturni parametri se dele na polazne i zavisne. U polazne parametre spadaju sirovinski sastav, vrste i karakteristike primenjenih pređa, konstruktivno

rešenje i dizajn tkanine, kao i neophodni postupci dorade tkanine. Ostali parametri su zavisni. Primenom odgovarajućih postupaka i metoda projektovanja dolazi do svih zavisnih parametara.

2.5.1 Pređe za formiranje tkanina

Pređe su tekstilni proizvodi koji se odlikuju tačno određenim strukturnim i konstruktivnim rešenjima, usklađenim zahtevima budućih korisnika. Pređe se formiraju od odgovarajućih vlakana, primenom usklađenih procesa pređenja. Pri tome se pređe dobijaju na dva načina:

- Formiranjem iz velikog broja vlakana ograničenih dužina (štapelnih vlakana) koja se međusobno upredaju. To mogu biti pamučna, vunena, lanena, štapelna viskozna, štapelna sintetička ali i mnoga druga, kao i mešavine pomenutih vlakana.
- Formiranjem iz rastopljene ili rastvorene mase u obliku bekonačnih niti. Ove niti se sastoje iz većeg broja veoma tankih beskonačnih vlakana, tj. filamenata. Tu spadaju prirodna svila i razne veštačke i sintetičke svile.

2.5.2 Podužna masa pređe

Pređe se međusobno razlikuju po debljini, što se može zapaziti upoređivanjem njihovih prečnika. Međutim tako se ne dobija prava slika o datoj pređi, s obzirom da ona nema cilindričan oblik, te da se merenjem prečnika neće dobiti one vrednosti koje karakterišu debljinu pređe. Osim toga, primenjene sirovine i postupak pređenja su takođe činiooci koji utiču na debljinu pređe. Zbog toga se primenjuje pojam podužna masa pređe.

Podužna masa pređe pokazuje koliko jedinica mase ima jedna jedinica dužine.

Podužna masa pređe se može predstaviti izrazom:

$$T_t = \frac{m}{l} \text{ (tex)} \quad (21)$$

gde je: T_t - podužna masa pređe (tex),

l - dužina pređe (km),

m - masa pređe (g).

Formula (21) se primenjuje za izračunavanje podužne mase jednožičnih pređa. Podužna masa ustručene pređe je prikazana izrazom (22), a podužna masa končane pređe izrazom (23):

$$T_{tu} = T_t n \text{ (tex)} \quad (22)$$

gde je: T_{tu} – podužna masa ustručene pređe (tex),

T_t – podužna masa jednožične pređe (tex),

n – broj jednožičnih pređa od kojih se formira ustručena pređa.

$$T_{tk} = T_t n k \text{ (tex)} \quad (23)$$

gde je: T_{tk} – podužna masa končane pređe (tex),

k – koeficijent učešća pređa od kojih se formira končana pređa.

2.5.3 Upredenost pređe

Upredenost pređe je određena brojem uvoja oko njene ose po jedinici dužine. U metarskom sistemu to je broj uvoja po metru (m^{-1}). Pređa može biti predena sa Z i S pravcem. Kod končane pređe upredenost se označava u vidu razlomka i pri tome se odnosi na sve faze upredanja. Pri tome prva oznaka označava pravac upredanja jednožične pređe, a ostale oznake redom pojedine faze končanja.

Pređa namenjena za osnovu obično ima veću upredenost od potke. To je zbog toga što je osnova u procesu tkanja izložena većem naprezanju, te treba biti jača. Od nje se takođe traži i veća elastičnost.

2.5.4 Gustina žica u tkaninama

Osnovine i potkine žice su u tkaninama pravilno raspoređene i međusobno zastupljene u određenim odnosima, koji su uslovljeni vrstom i namenom tkanine. Pri tome postoji niz parametara od kojih zavisi kolika će se gustina žica primeniti. To su konstrukcija (prepletaj) tkanine, sirovinski sastav i podužna masa primenjenih pređa, tražena zapunjenost tkanine i dr.

Gustina žica u tkanini označava broj žica raspoređenih na jedinicu dužine, odnosno širine tkanine. Pri tome je to 1 cm ili 1 dm, pa je jedinica gustine žica u tkanini cm^{-1} ili dm^{-1} . Kod označavanja gustine žica posebno se iskazuje gustina osnovinih (g_o) i potkinih (g_p) žica.

2.5.5 Površinska masa tkanine

Površinska masa tkanine je karakteristična veličina značajna za procenu njene upotrebne vrednosti. Predstavlja masu kvadratnog metra tkanine izraženu u gramima, pa je s toga jedinica za površinsku masu tkanine $g \cdot m^{-2}$.

2.5.6 Konstrukcija (prepletaj) tkanina

Konstrukcija tkanine je u neposrednoj vezi sa njenom namenom. Ona u suštini predstavlja primenjene načine međusobnog preplitanja osnovinih i potkinih žica, zbog čega je poznata i pod nazivom prepletaji tkanina. Pri tome postoji veliki broj najrazličitijih konstruktivnih rešenja tkanina. Relativno jednostavne konstrukcije imaju najveću primenu. Međutim, postoje i veoma složene konstrukcije, pomoću kojih se mogu na tkaninama ostvariti odgovarajući dezeni. Oni u znatnoj meri deluju dekorativno te se zato primenjuju u svim slučajevima gde dekoracija treba da dođe do izražaja. Razumljivo je da izrada tkanina sa složenim dezenima zahteva primenu posebne opreme, ali isto tako i znatno više ulaganja zbog čega je njihova cena veća u odnosu na tkanine jednostavnih konstrukcija.

Svi poznati prepletaji se mogu svesti u 5 grupa. To su:

- Osnovni,
- Izvedeni,
- Kombinovani,
- Složeni,
- Žakar prepletaji.

Svaka grupa prepletaja se odlikuje određenim konstruktivnim karakteristikama koje imaju uticaj na primenu odgovarajućih postupaka projektovanja tih tkanina. Inače, u okviru svake od navedenih grupa, postoji više različitih prepletaja od kojih svaki ima svoj naziv prema kome se može relativno lako prepoznati.

Osnovni prepletaji su sa jednostavnijim rešenjima. Tako, kod platnennog prepletaja raport je u oba pravca 2, dok je kod keper prepletaja najmanje 3, s tim što može biti i veći. Osim toga, keper se javlja u osnovinom i potkinom efektu sa Z i S pravcima, što je glavna odlika ove vrste prepletaja. Kod osnovnih prepletaja raport prepletaja po osnovi je jednak po veličini raporta po potki. Sve su to jednoslojne tkanine koje se odlikuju primenom samo jednog sistema osnovinih i potkinih žica.

Izvedeni prepletaji se formiraju od osnovnih, pri čemu sadrže njihove elementarne karakteristike. Postoji veći broj ovih prepletaja, od kojih se izvesni dosta primenjuju kod izrade jednoslojnih tkanina različitih namena.

Kombinovani prepletaji se dobijaju korišćenjem pojedinih konstruktivnih elemenata izvedenih i osnovnih prepletaja, dok istovremeno neki od njih imaju i tipične oblike. Inače, ima mnogo vrsta kombinovanih prepletaja, koji se koriste za tkanje raznih vrsta jednostavnih tkanina različitih namena.

Složeni prepletaji se primenjuju kod formiranja tkanina koje istovremeno u svom sastavu imaju dva ili više sistema osnovnih i potkinih žica. Time se ostvaruju složene konstrukcije višeslojnih tkanina.

2.6 Geometrijske metode projektovanja gustine žica u tkaninama

2.6.1 Projektovanje gustina žica u tkanama

Pravilan izbor gustina osnovnih i potkinih žica odražava se na kvalitet, trajnost i izgled gotovih tkanina. Izbor optimalne gustine žica u tkanini uslovljava veliki broj parametara. Pre svega se misli na parametre koji se odnose na vlakna, pređu i konstrukciju tkanine.

Gustinu žica u tkanini uslovljavaju sledeći faktori:

- Struktura površine, oblik poprečnog preseka, podužna masa, dužina, talasavost, kovrdžavost i zapreminska masa vlakana,
- Primenjeni postupak pređenja i končanja, podužna masa, upredenost i zapreminska masa pređe,
- Postupak pripreme pređe za tkanje, odnos gustine žica u tkanini i njena konstrukcija (prepletaj), dimenzije i vrste zeva, zategnutost osnovnih i potkinih žica, sila pribijanja potke uz kraj tkanine u toku tkanja na razboju.

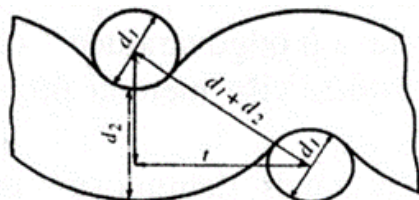
2.6.1.1 Polazni postupak projektovanja gustina žica u tkaninama

Polazna jednačina za određivanje gustina žica u tkaninama može se postaviti na osnovu slike isečka preseka tkanine (slika 34). Rastojanje između uzdužnih osa istovetnog sistema žica određuje se jednačinom:

$$t = \sqrt{(d_1 + d_2)^2 - d_2^2} \text{ (mm)} \quad (24)$$

Gustina žica posmatranog sistema biće:

$$g = \frac{10}{t} = \frac{10}{\sqrt{(d_1 + d_2)^2 - d_2^2}} \text{ (cm}^{-1}\text{)} \quad (25)$$



Slika 34: Isečak preseka tkanine

Za lakše određivanje gustina žica uvodi se pojam “konstanta gustine”, koja predstavlja maksimalnu vrednost gustine oba sistema žica u tkanini sa platnenim prepletajem. Pri tome je primenjena fleksibilna pređa podužne mase 1000 tex, koja je ispredena od vlakana zapreminske mase $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ i pri čemu je koeficijent pakovanja vlakana u pređi jednak jedinici.

Ako se za date vrednosti odredi prečnik primenjene pređe korišćenjem jednačine:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot T_t}{10^3 \cdot \rho_v \cdot p_v \cdot \pi}} \text{ (mm)} \quad (26)$$

i zatim zameni u jednačinama 24 i 25, tada se dobija vrednost konstante gustine $c_g = 5,1166 \text{ cm}^{-1}$.

Koficijent gustine (k_g) žica u tkanini je podatak koji zavisi od sirovinskog sastava primenjenih pređa. Određen je izrazom:

$$k_g = c_g \cdot \sqrt{\rho_v \cdot p_v} \quad (27)$$

gde je: ρ_v - zapreminska masa vlakana ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$),

p_v - faktor pakovanja vlakana u pređi.

Zapreminske mase vlakana tačno su određene za pojedine sirovinske sastave. Međutim, zapreminska masa mešavine vlakana uslovljena je učešćem pojedinih vrsta vlakana u mešavini.

Faktor pakovanja vlakana u pređi ima maksimalnu teorijsku vrednost ($p_{v,max} = 1$) samo kod monofilamentnih pređa. Kod štapelnih i multifilamentnih pređa faktor pakovanja vlakana je uvek manji od jedinice. Faktor pakovanja ima različite vrednosti jer zavisi od niza parametara: strukture vlakana, primenjene preparacije vlakana, postupka pređenja, upredenosti pređe, nanosa skrobne mase na osnovu itd. Faktori pakovanja vlakana u pređama različitih sirovinskih sastava prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2: Faktori pakovanja vlakana u pređama različitih sirovinskih sastava

Faktor pakovanja vlakana u pređi	Vrsta pređe
0,50	Slabo upredena kardirana Co pređa; slabo upredena vlačena Wo pređa
0,55	Kardirana Co; vlačena Wo; slabo upredena vlačena od mešavine Wo/PES-CV-PAC; slabo upredena prirodna Ms
0,60	Jako upredena kardirana Co, jako upredena vlačena Wo; vlačena od mešavine Wo/PES-CV-PAC; prirodna Ms
0,65	Jako upredena vlačena od mešavine Wo/PES-CV-PAC; jako upredena prirodna Ms
0,70	Slabo upredena Co-OE rotorska; slabo upredena teksturirana multifilamentna pređa
0,75	Slabo upredena češljana Co; Co-OE rotorska; slabo upredena CV-PES-OE rotorska; slabo upredena češljana od mešavine Wo (merino)/PES
0,80	Češljana Co; slabo upredena češljana CV-PES-PAC; jako upredena Co-OE rotorska; češljana od mešavine Wo/PES; slabo upredena šap Ms; teksturirana multifilamentna pređa.
0,85	Jako upredena češljana Co; češljana CV-PES-PAC; jako upredena CV-PES-OE-rotorska; slabo upredena Fl; jako upredena češljana od mešavine Wo (Crossbred)/PES; šap Ms; slabo upredena multifilamentna pređa.
0,90	Jako upredena češljana CV-PES-PAC; jako upredena šap Ms; multifilamentna pređa.
0,95	Jako upredena Fl; jako upredena multifilamentna pređa.
1,00	Monofilamentna pređa

Ukoliko je potrebno odrediti koeficijent gustine odgovarajućeg sistema žica, zavisno od primenjenog prepletaja, tada se mora uzeti u obzir koeficijent konstrukcije posmatranog sistema žica tkanine, pa jednačina 27 dobija oblik:

$$k_{g,k} = k_g \cdot k_k \quad (28)$$

gde je: $k_{g,k}$ - koeficijent gustine odgovarajućeg sistema žica date konstrukcije tkanine,

k_g - koeficijent gustine odgovarajućeg sistema žica,

k_k - koeficijent konstrukcije posmatranog sistema tkanine.

Kako je podužna masa primenjene pređe značajan faktor koji utiče na gustinu žica u tkanini i prečnik pređe proporcionalan kvadratnom korenu podužne mase, može se odrediti maksimalna gustina žica u tkanini prema jednačini 29:

$$g_{\max} = k_g \cdot k_k \cdot \sqrt{\frac{1000}{T_t}} \quad (\text{cm}^{-1}) \quad (29)$$

Međutim, kada je potrebno odrediti gustinu žica kod predviđene relativne gustine tada se koristi jednačina:

$$g = k_g \cdot k_k \cdot \sqrt{\frac{1000}{T_t}} \cdot g_{rel} \quad (\text{cm}^{-1}) \quad (30)$$

gde je: g_{\max} - maksimalna gustina žica odgovarajućeg sistema (cm^{-1}),

g - gustina žica odgovarajućeg sistema (cm^{-1}),

k_g - koeficijent gustine odgovarajućeg sistema žica tkanine,

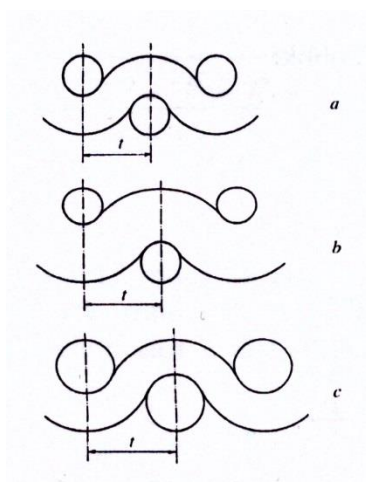
k_k - koeficijent konstrukcije posmatranog sistema žica tkanine,

T_t - podužna masa pređe (tex),

g_{rel} - relativna gustina odgovarajućeg sistema žica tkanina.

2.6.1.2 Uticaj podužne mase pređe na gustinu žica u tkanini

Na slici 35 prikazani su primeri poprečnih preseka tkanina izatkanih iz pređa različitih podužnih masa. Zapaža se da primenjene pređe osnovne i potke prouzrokuju različito rastojanje između uzdužnih osa žica posmatranog sistema. Pored uticaja na gustinu, podužna masa ima znatan uticaj i na koeficijent konstrukcije tkanine. Zato se on mora posebno odrediti za osnovine i potkine žice.



Slika 35: Poprečni preseki tkanina sa osnovama i potkama različitih podužnih masa

Kod tkanina koje se međusobno razlikuju po podužnim masama primenjenih pređa za osnovu i potku, koeficijent gustine žica se određuje primenom sledećih jednačina:

$$k_{g,o} = k_g \cdot \sqrt{\frac{3}{1 + 2 \cdot \sqrt{\frac{T_{t,p}}{T_{t,o}}}}} \quad (31)$$

$$k_{g,p} = k_g \cdot \sqrt{\frac{3}{1 + 2 \cdot \sqrt{\frac{T_{t,o}}{T_{t,p}}}}} \quad (32)$$

Jednačine 31 i 32 mogu se takođe predstaviti primenom zapreminskih koeficijenata za osnovine (V_o) i potkine (V_p) žice:

$$v_o = \sqrt{\frac{T_{t,o}}{\rho_v \cdot p_v}} \quad (33)$$

$$\nu_p = \sqrt{\frac{T_{t,p}}{\rho_v \cdot p_v}} \quad (34)$$

Pri čemu koeficijenti gustine žica dobijaju sledeći oblik:

$$k_{g,o} = k_g \cdot \sqrt{\frac{3}{1 + 2 \cdot \frac{\nu_p}{\nu_o}}} \quad (35)$$

$$k_{g,p} = k_g \cdot \sqrt{\frac{3}{1 + 2 \cdot \frac{\nu_o}{\nu_p}}} \quad (36)$$

Kombinovanjem i sređivanjem jednačina 30, 35 i 36 dobijaju se jednačine za izračunavanje gustina osnovinih i potkinih žica u tkaninama:

$$g_o = \sqrt{\frac{78,54 \cdot \rho_v \cdot p_v}{1 + \frac{2 \cdot \nu_p}{\nu_o}}} \cdot k_{k,o} \cdot \sqrt{\frac{1000}{T_{t,o}}} \cdot g_{rel} \text{ (cm}^{-1}\text{)} \quad (37)$$

$$g_p = \sqrt{\frac{78,54 \cdot \rho_v \cdot p_v}{1 + \frac{2 \cdot \nu_o}{\nu_p}}} \cdot k_{k,p} \cdot \sqrt{\frac{1000}{T_{t,p}}} \cdot g_{rel} \text{ (cm}^{-1}\text{)} \quad (38)$$

2.6.1.3 Uticaj sirovinskog sastava pređe na gustinu žica u tkaninama

Da bi se odredio koeficijent gustina žica u tkaninama, izrađenih od različitih pređa za osnovu i potku, mora da se uzmu u obzir vrednosti zapreminskih masa vlakana primenjenih sirovinskih sastava. Tada koeficijenti gustina žica dobijaju sledeći oblik:

$$k_{g,o} = 5,1166 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot \rho_{v,o} \cdot p_{v,o} \cdot \rho_{v,p} \cdot p_{v,p}}{2 \cdot \sqrt{\frac{T_{t,p}}{T_{t,o}}} \cdot \sqrt{\rho_{v,o} \cdot p_{v,o} \cdot \rho_{v,p} \cdot p_{v,p}} + \rho_{v,p} \cdot p_{v,p}}} \quad (39)$$

$$k_{g,p} = 5,1166 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot \rho_{v,o} \cdot p_{v,o} \cdot \rho_{v,p} \cdot p_{v,p}}{2 \cdot \sqrt{\frac{T_{t,o}}{T_{t,p}}} \cdot \sqrt{\rho_{v,o} \cdot p_{v,o} \cdot \rho_{v,p} \cdot p_{v,p}} + \rho_{v,o} \cdot p_{v,o}}} \quad (40)$$

Jednačine 39 i 40 mogu se znatno pojednostaviti primenom zapreminskih koeficijenata osnovinih i potkinih žica. Pri tome se koeficijent gustine žica u tkanini određuju primenom sledećih jednačina:

$$k_{g,o} = 5,1166 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot T_{t,o}}{\nu_o^2 + 2\nu_o\nu_p}} \quad (41)$$

$$k_{g,p} = 5,1166 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot T_{t,p}}{\nu_p^2 + 2\nu_o\nu_p}} \quad (42)$$

Kada se u jednačini 30 zamene koeficijenti gustina žica (41 i 42) može se izračunati gustina žica u tkaninama. Tako je gustina osnovinih žica u tkanini:

$$g_o = 8,8622 \cdot \sqrt{\frac{T_{t,o}}{\nu_o^2 + 2\nu_o\nu_p}} \cdot k_{k,o} \cdot \sqrt{\frac{1000}{T_{t,o}}} \cdot g_{rel} \text{ (cm}^{-1}\text{)} \quad (43)$$

dok je gustina potkinih žica u tkanini:

$$g_p = 8,8622 \cdot \sqrt{\frac{T_{t,p}}{\nu_p^2 + 2\nu_o\nu_p}} \cdot k_{k,p} \cdot \sqrt{\frac{1000}{T_{t,p}}} \cdot g_{rel} \text{ (cm}^{-1}\text{)} \quad (44)$$

Sređivanjem jednačina dobijaju se:

$$g_o = \frac{280,25}{\sqrt{\nu_o^2 + 2\nu_o\nu_p}} \cdot k_{k,o} \cdot g_{rel} \text{ (cm}^{-1}\text{)} \quad (45)$$

$$g_p = \frac{280,25}{\sqrt{\nu_p^2 + 2\nu_o\nu_p}} \cdot k_{k,p} \cdot g_{rel} \text{ (cm}^{-1}\text{)} \quad (46)$$

Jednačine 45 i 46 se mogu primeniti za određivanje gustina žica tkanina kod kojih se za oba sistema žica primenjuju istovetne pređe, ali isto tako i kod tkanina kod kojih se međusobno razlikuju podužne mase primenjenih pređa.

Ukoliko se u jednom sistemu žica nalaze pređe različitog sirovinskog sastava tada se zapreminski koeficijenti primenjenih pređa određuju zavisno od njihovog učešća u primenjenom sistemu.

2.6.1.4 Uticaj konstrukcije tkanine na gustinu osnovnih i potkinih žica

Pri projektovanju gustina žica u tkaninama mora da se uzmu u obzir i parametri konstrukcije: raport prepletaja, dužina flotiranja žica, položaj vezivnih tačaka i broj promena efekata u raportu prepletaja.

Prostor potreban za promenu efekata žica posmatranog sistema uslovljen je karakteristikama primenjenih pređa. Poseban uticaj ima fleksibilnost pređa (tabela 3). Pri tome je kod veće fleksibilnosti potreban manji slobodan prostor za promenu efekata, što omogućava postizanje veće gustine žica u tkaninama.

Tabela 3: Koeficijenti fleksibilnosti pređa

Koeficijent fleksibilnosti pređa	Pređa
0,70	Skrobljena Fl pređa.
0,75	Skrobljena i jako upredena pređa od PES (klasični), Wo (cheviot) vlakana.
0,80	Skrobljena i jako upredena pređa od Co, CV, PES (antipiling), PAC, PA, Wo (Merino), Ms vlakana i neskrobljena pređa od Fl vlakana.
0,85	Neskrobljena i slabo upredena pređa od PES (klasični), Wo (Scheviot) vlakana.
0,90	Neskrobljena i slabo upredena pređa od Co, CV, PES (antipiling), PAC, PA, Wo (Merino), Ms vlakana.
1,00	Elastične pređe.

Broj promena efekata posmatranog sistema žica određuje se kao srednja vrednost:

$$a = \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R a_i \quad (47)$$

gde je: a – broj promena efekata,

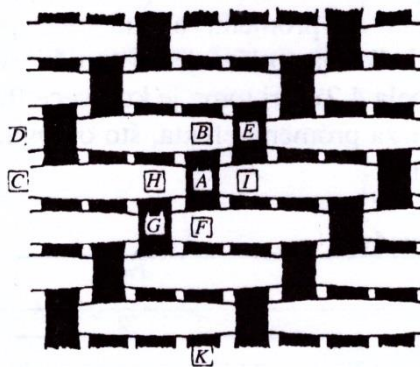
R – raport posmatranog sistema žica,

a_i – broj promena efekta i – te žice u raportu.

Ova zavisnost važi za tkanine jednostavnije konstrukcije. Međutim, isto tako se može primeniti kod tkanina složenije konstrukcije, kod kojih su primenjena dva ili više prepletaja sa približnim brojem promena efekata. Pri tome je granična vrednost razlike broja promena efekata između odgovarajućih pravaca primenjenih prepletaja ± 2 . U suprotnom se primenjuje parametar prepletaja sa najmanjim brojem promena efekata u posmatranom pravcu raporta.

Pored toga, značajan uticaj na gustine žica ima položaj vezivnih tačaka u raportu prepletaja. Da bi se objasnio uticaj položaja vezivnih tačaka na gustinu žica, biće posmatran četvorožični keper potkinog efekta (slika 36). Promena efekta osnovine žice između tačaka *A* i *B*, kao i između *A* i *F* zahteva kod jednakih pređa oba sistema žica maksimalan prostor, odnosno $d_p(\sqrt{3} - 1)$, jer:

- Vezivnu tačku *A* sa jedne strane podiže potkina žica *C* na mestima *H* i *I*. Sa druge strane vezivna tačka *E* podiže mesto *I*, odnosno, vezivna tačka *G* mesto *H* potke *C*;
- Osnovinu žicu *K* na mestu *B* potiskuje potka *D*, jer se na mestu *B* vrši promena efekta;
- Takođe, ispred vezivne tačke *A* osnovinu žicu *K* potiskuje naniže mesto *F* koje vrši promenu efekta u vezivnoj tački *G*.

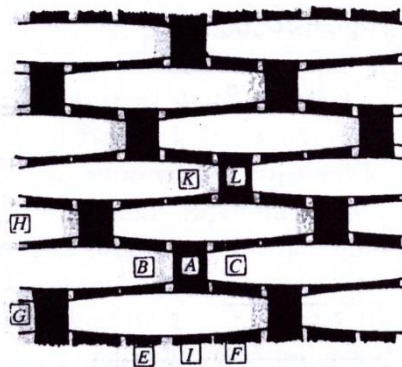


Slika 36: Prikaz prepletaja četvorožičnog kepera potkinog efekta

Kao rezultat ovakvog rasporeda delovanja sila na vezivnu tačku, promena efekta traži maksimalni prostor.

Za razliku od keper prepletaja, kod atlasa je drugačija situacija. Raspored delovanja sila na vezivne tačke omogućava izvesna pomeranja žica, pa kod atlas prepletaja omogućava postizanje većih gustina žica. Kod prikazanog atlas prepletaja (slika 37) vezivna tačka *A* može da pretrpi izvesnu promenu položaja, s obzirom da

- Levo i desno od vezivne tačke *A* (mesta *B* i *C*) postoje vezivne tačke koje sa osnovnim žicama *E* i *F* ne vrše promenu efekata;
- Iznad i ispod vezivne tačke *A* flotiraju potkine žice *G* i *H*, odnosno ne vežu sa osnovnom žicom *I*. Napon se javlja tek na susednoj vezivnoj tački *K*, zbog tačke *L* koja je udaljena od vezivne tačke *A*, te je i njen uticaj znatno manji. Kao rezultat manjeg naprezanja vezivnih tačaka potrebno je manje prostora za promenu efekata, zbog čega je kod atlas prepletaja moguće postići veću gustinu žica u odnosu na keper prepletaj sa istom veličinom raporta.



Slika 37: Prikaz peto-žičnog atlasa potkinog efekta.

Položaj vezivnih tačaka u raportu prepletaja utiče na moguću migraciju žica u tkanini, a samim tim i na njihovu gustinu. Položaj vezivnih tačaka (z) se označava vrednostima od 1 do 4, što zavisi od primenjenog prepletaja tkanine. Inače, služi kao parametar koji opisuje pokrivanje vezivnih tačaka. Tako se kod atlas prepletaja mogu izabrati položaji vezivnih tačaka koji omogućavaju njihovu maksimalnu pokrivenost. U tabeli 4 prikazana je pokrivenost vezivnih tačaka kod odgovarajućih položaja.

Tabela 4: Pokrivenost vezivnih tačaka

Položaj vezivnih tačaka (z)	1	2	3	4
Pokrivenost vezivnih tačaka (%)	0	30	60	90

Koeficijent konstrukcije tkanine može se predstaviti u obliku:

$$k_k = \frac{t_{pl} \cdot R}{\sum(d_{pr} + l_e)} \quad (48)$$

gde je: t_{pl} - rastojanje između uzdužnih osa posmatranog sistema žica platnenog prepletaja

R – raport posmatranog uzorka

d_{pr} - prečnik primenjene pređe

l_e - potrebno rastojanje između žica za promenu efekta

Tada koeficijent konstrukcije iznosi:

- za raport osnove:

$$k_{k,o} = \frac{\sqrt{v_o^2 + 2v_o v_p \cdot R_o}}{a_p (2,6 - 0,6 \cdot z_p) \cdot (\sqrt{v_o + 2v_o v_p - v_o}) + R_o v_o} \cdot f_p \quad (49)$$

- za raport potke:

$$k_{k,p} = \frac{\sqrt{v_p^2 + 2v_o v_p \cdot R_p}}{a_o (2,6 - 0,6 \cdot z_o) \cdot (\sqrt{v_p + 2v_o v_p - v_p}) + R_p v_p} \cdot f_o \quad (50)$$

gde su: $k_{k,o}$, $k_{k,p}$ - koeficijenti konstrukcije osnovinih, odnosno potkinih žica u raportu prepletaja tkanine,

v_o , v_p - zapreminski koeficijenti osnovinih i potkinih žica,

a_o , a_p - broj promena efekata osnovinih, odnosno potkinih žica u posmatranom pravcu,

f_o , f_p - koeficijenti fleksibilnosti osnovinih, odnosno potkinih žica,

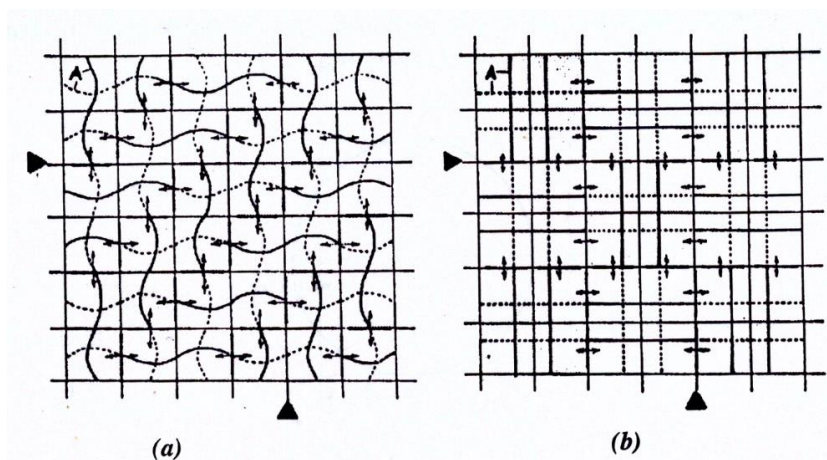
z_o , z_p - položaj vezivnih tačaka u raportu prepletaja.

2.6.1.5 Koeficijent konstrukcije tkanina sa jednako vezujućim žicama u raportu prepletaja

Izvedeni prepletaji iz platnenog prepletaja imaju u posmatranom pravcu raporta prepletaja istovezujuće žice. Tako na primer poperečni rips ima u raportu istovezujuće potkine žice, a uzdužni rips osnovine žice, dok se kod panama prepletaja javljaju žice sa jednakim vezivanjem u oba pravca.

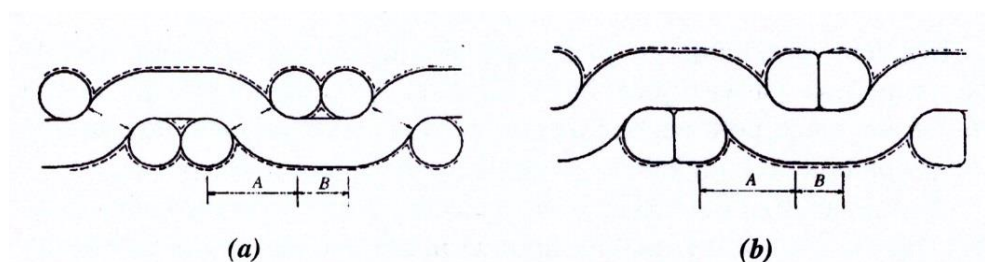
Ako se analiziraju četvorožični pojačani keper i četvorožična čista panama zapaža se da kod jednakih raporta imaju isti broj promena efekata žica u oba pravca raporta prepletaja. Primenom jednačina 49 i 50 dobiće se jednaki koeficijenti konstrukcije za oba analizirana prepletaja. Međutim, iz prakse je poznato da se kod panama prepletaja može postići veća gustina potkinih žica u odnosu na odgovarajuće pojačane kepere. Ova pojava se može objasniti analiziranjem položaja koje zauzimaju pojedine osnovine i potkine žice u posmatranim prepletajima.

Na slici 38 prikazana su mesta promena efekata osnovinih i potkinih žica, kao i smer dejstva sila na tim mestima.



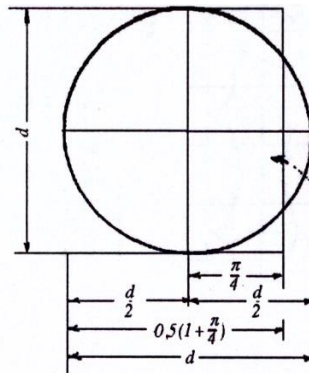
Slika 38: Prikaz mesta promena efekata i dejstva sila kod
a) četvorožičnog kepera, b) četvorožične paname

Kod pojačanog kepera (slika 38a) ovakav raspored sila dovodi do izvesnog bočnog pomeranja žica, iza ili ispred mesta gde su dve susedne žice sa jednakim efektima. Zbog toga, te žice (zbog promena efekata nisu odvojene) ne mogu biti međusobno pritisnute. Na mestima njihovih dodira nastaju minimalna utiskivanja žica. Strelicama su prikazana mesta međusobnih pritisaka žica suprotnih sistema. Na taj način je svaka žica četvorožičnog pojačanog kepera pritisnuta na četiri mesta, tako da se dobija približno kružni presek posmatrane žice (sl. 39a).



Slika 39: Poprečni preseki: a) četvorožičnog pojačanog kepera, b) četvorožične paname

Kod četvorožične čiste paname (slika 38 b) susedne istovezujuće žice međusobno će se pritiskivati većim intenzitetom, što je posebno izraženo kod veoma gustih tkanina. Zbog ovakvih međusobnih pritisaka poprečni preseći pređa neće biti kružnog oblika (slika 39 b) već će imati tendenciju oblikovanja pravougaonika (slika 40). Razumljivo je da se oblikovanje pravilnog pravougaonika ne može ostvariti, jer je nemoguća migracija vlakana prema zamišljenim krajnjim uglovima.



Slika 40: Promena preseka pređe pri jednostranoj deformaciji kod panama prepletaja

Kada su primenjene monofilamentne pređe tada je nemoguća navedena plastična deformacija, pa se ne mogu očekivati različiti rezultati od dobijenih kod odgovarajućih keper prepletaja.

Da bi se jednačine 29 i 30 mogle primeniti moraju da se prethodno odrede faktički prečnici primenjenih pređa, pa da se koriguju. Zbog toga se uvode sledeće veličine:

v' - zapreminski koeficijent kod (teorijski) maksimalne jednostrane deformacije žica, koja nastaje u slučaju kada dve susedne žice jednako vezuju u raportu prepletaja;

v'' - zapreminski koeficijent kod (teorijski) maksimalne obostrane deformacije žica, koja nastaje u slučaju kada tri i više susednih žica jednako vežu u raportu prepletaja;

\bar{v}' - srednji zapreminski koeficijent u raportu kod (teorijski) maksimalne jednostrane deformacije žica;

\bar{v}'' - srednji zapreminski koeficijent kod (teorijski) maksimalne jednostrane i obostrane deformacije žica (odnosi se na prepletaje koji imaju dve i više žica sa jednakim vezivanjem u raportu prepletaja).

Ako se pretpostavi da je zapreminski koeficijent žice $v = 1$ (slika 40) tada se može napisati da je:

$$\nu' = 0,5(1+0,25\pi) = 0,8927 \quad (51)$$

Odnosno:

$$\nu'' = 0,8927 \cdot \nu \quad (52)$$

dok je:

$$\nu'' = 0,25 \cdot \pi = 0,7854 \quad (53)$$

Odakle sledi da je:

$$\nu'' = 0,25 \cdot \pi \cdot \nu = 0,7854 \cdot \nu \quad (54)$$

Srednji zapreminski koeficijent biće:

$$\frac{\nu''}{\nu'} = \frac{\nu \cdot \left[n_z' (p_v - 1)(0,5 - 0,125\pi) + R \right]}{R} \quad (55)$$

gde je: n_z' - broj žica sa jednostranom deformacijom u raportu prepletaja

$$\frac{\nu''}{\nu'} = \frac{\nu \cdot \left\{ (p_v - 1) \left[n_z' (0,5 - 0,125\pi) + n_z'' (1 - 0,25\pi) \right] + R \right\}}{R} \quad (56)$$

gde je: n_z'' - broj žica sa obostranom deformacijom u raportu prepletaja

Jednačina 56 može se primeniti i kod tkanina koje imaju samo dve istovezujuće žice u raportu prepletaja.

Kod tkanina sa četiri i više istovezujućih žica u raportu prepletaja može doći do izvesnih odstupanja u odnosu na izračunate vrednosti, zbog mogućih dislociranja jednako vezujućih žica u prostoru, što se mora imati u vidu kod izračunavanja zapreminskih koeficijenata.

Panama prepletaji se izrađuju sa približno jednakim gustinama u oba posmatrana pravca. Kod njih se ne primenjuju ekstremne razlike gustina jednog sistema žica u odnosu na drugi. Na slici 39-a prikazano je rastojanje između dve susedne žice koje različito vežu a na sl. 39-b rastojanje između žica koje imaju jednako vezivanje u raportu prepletaja. Žice koje jednako vežu u raportu izložene su deformaciji, pa se samo za taj deo prepletaja primenjuje prosečna vrednost zapreminskog koeficijenta pređa. Kod panama prepletaja vrednosti položaja vezivnih tačaka žica su jednaki ($z_o = z_p = 1$).

Uzimajući u obzir sve navedene činjenice mogu se odrediti koeficijenti konstrukcije osnovinih i potkinih žica primenom sledećih jednačina:

$$k_{k,o} = \frac{\sqrt{v_o^2 + 2v_o v_p \cdot R_o}}{\frac{2a_p}{f_p} \left(\sqrt{v_o^2 + 2v_o v_p} - v_o \right) + R_o \bar{v}'_o} \quad (57)$$

$$k_{k,p} = \frac{\sqrt{v_p^2 + 2v_o v_p \cdot R_p}}{\frac{2a_o}{f_o} \left(\sqrt{v_p^2 + 2v_o v_p} - v_p \right) + R_p \bar{v}'_p} \quad (58)$$

Kada se određuje koeficijent konstrukcije kod tkanina koje u raportu prepletaja imaju tri ili više jednako vezujućih žica, tada se u jednačinama 57 i 58 mesto \bar{v}' primenjuje \bar{v}'' .

2.6.1.6 Koeficijent konstrukcije žica u tkaninama neuravnoteženih po gustini

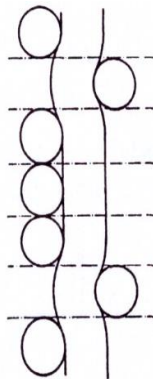
Ostvarivanje maksimalne gustine žica u tkanini zahteva odgovarajući raspored žica posmatranog sistema, kako između njih ne bi bilo slobodnog međuprostora.

Na slici 41 prikazan je primer rasporeda potki kod maksimalne gustine potkinih žica u tkanini. U tom slučaju bi za određivanje koeficijenta konstrukcije osnove važila sledeća zavisnost:

$$k_{k,o_{max}} = \frac{\sqrt{v_o^2 + 2v_o v_p \cdot R_o}}{\frac{2v_p a_p}{f_p} + R_o v_o} \quad (59)$$

Kod tkanina sa primenjenim jednakim pređama za oba sistema važi:

$$k_{k,o_{\max}} = \frac{1,732 \cdot R_o}{\frac{2a_p}{f_p} + R_o} \quad (60)$$



Slika 41: Prikaz uzdužnog preseka tkanine sa maksimalnom gustinom potkinih žica

Maksimalna vrednost koeficijenta konstrukcije potkinih žica, kod njihove maksimalne gustine u tkanini, može se izračunati primenom sledeće zavisnosti:

$$k_{k,o_{\max}} = \frac{\sqrt{v_o^2 + 2v_o v_p \cdot R_o}}{v_p [R_p - 0,3 \cdot a_o (z_o - 1)]} \quad (61)$$

Kada su primenjene jednake pređe za oba sistema žica, tada koeficijent konstrukcije iznosi:

$$k_{k,o_{\max}} = \frac{1,732 \cdot R_o}{R_o - 0,3a_o(z_o - 1)} \quad (62)$$

U slučajevima primene prepletaja sa oštrim vezivanjem žica nastaje ograničenje postizanja maksimalne gustine osnovinih žica u tkanini zbog povećanih sila trenja između njih kod promena zevova, ali i zbog zauzetosti međuzuba tkačkog češlja. Međutim, u jednačinama 63 i 64 nije uzeta u obzir zauzetost tkačkog češlja osnovinim žicama, kao parametra ograničenja maksimalne gustine žica u tkanini.

Maksimalna vrednost koeficijenta konstrukcije osnove u raportu kod primenjene maksimalne gustine osnovinih žica u tkanini može se odrediti primenom jednačine:

$$k_{k,o_{\max}} = \frac{\sqrt{v_o^2 + 2v_o v_p \cdot R_o}}{v_o [R_p - 0,3 \cdot a_o (z_o - 1)]} \cdot \sqrt{P_{v,o}} \quad (63)$$

Ukoliko je za oba sistema žica primenjena istovetna pređa tada koeficijent konstrukcije u raportu iznosi:

$$k_{k,o_{\max}} = \frac{1,732 \cdot R_o}{R_o - 0,3a_o(z_o - 1)} \cdot \sqrt{P_{v,o}} \quad (64)$$

Koeficijent konstrukcije potke kod maksimalne gustine osnove u tkanini iznosiće:

$$k_{k,p_{\max}} = \frac{\sqrt{v_p^2 + 2v_o v_p \cdot R_p}}{\frac{2v_o a_o}{f_o} + R_p v_p} \quad (65)$$

Kada su za oba sistema žica u tkanini primenjene jednake pređe tada se koeficijent konstrukcije može odrediti primenom jednačine:

$$k_{k,p_{\max}} = \frac{1,732 \cdot R_p}{\frac{2a_o}{f_o} + R_p} \quad (66)$$

Formiranje kvalitetnih tkanina može se ostvariti kada su za međusobna ukrštavanja osnovinih i potkinih žica predviđeni odgovarajući međuprostori koji omogućavaju promenu efekata pojedinih žica. Koliki će ti međuprostori biti zavisi od primenjene konstrukcije tkanine. U tom slučaju se može govoriti o maksimalnoj gustini žica u tkanini. To je sada praktična maksimalna gustina žica, s obzirom da se može primeniti kod izrade tkanine. U većini slučajeva se za izradu tkanine primenjuje manja gustina od maksimalno moguće. Međutim, ona se određuje na osnovu praktične maksimalne gustine.

Određivanje maksimalne gustine žica tkanine odgovarajućeg strukturnog i konstruktivnog rešenja može se obaviti primenom jednačina 63 i 65. Tom prilikom se dobijaju maksimalno moguće gustine žica koje omogućavaju formiranje zevova pri tkanju.

Međutim, ove jednačine ne uzimaju obzir zauzetost tkačkog češlja osnovinim žicama. Zbog toga, da bi se izbegle greške u projektovanju tkanina i da bi se omogućila nesmetana realizacija projekta, neophodno je predvideti i zauzetost međuzuba tkačkog češlja.

2.6.1.7 Projektovanje relativne gustine tkanine

Gustina tkanine je funkcija većeg broja parametara. To su pre svega: podužna masa pređe, zapreminska masa vlakana, koeficijent pakovanja vlakana u pređi i koeficijent konstrukcije tkanina. Koeficijent konstrukcije tkanine je u funkciji primenjenog raporta prepletaja, broja promena efekata žica u raportu, položaja vezivnih tačaka u raportu prepletaja i koeficijenta fleksibilnosti primenjenih pređa.

Relativna gustina osnovinih i potkinih žica u tkanini može se odrediti primenom jednačina 45, 46, 49 i 50.

Sređivanjem jednačina 45 i 49 dobija se:

$$g_{rel,o} = \frac{g_o}{280,25} \left[\frac{a_p(2,6 - 0,6z_p)}{f_p R_o} \left(\sqrt{v_o^2 + 2v_o v_p} - v_o \right) + v_o \right] \quad (67)$$

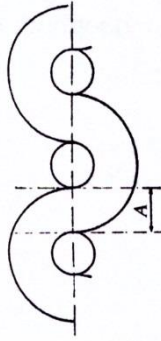
Takođe sređivanjem jednačine 46 i 50 dobija se:

$$g_{rel,p} = \frac{g_p}{280,25} \left[\frac{a_o(2,6 - 0,6z_o)}{f_o R_p} \left(\sqrt{v_p^2 + 2v_o v_p} - v_p \right) + v_p \right] \quad (68)$$

Za prikazivanje relativne gustine tkanine primenjuje se geometrijska srednja vrednost:

$$g_{rel} = \sqrt{g_{rel,o} \cdot g_{rel,p}} \quad (69)$$

Ako je proizvedena tkanina sa kvadratnom građom, kod koje je primenjena maksimalna gustina oba sistema žica, i kada je zatim potrebno izatkati tkaninu sa većom gustom osnovinim žica, tada se mora srazmerno smanjiti gustina potkinih žica. Povećanjem gustine osnovinim žica javlja se potreba za većim prostorom za promenu efekata ovih žica. Time se javlja potreba za povećanjem rastojanja između susednih potkinih žica u tkanini (slika 42) zbog čega se smanjuje njihova gustina.



Slika 42: Uzdužni presek tkanine

Sličan je slučaj i kod povećanja gustina potkinih žica iznad maksimuma. Tada je neophodno projektovati tkaninu sa smanjenom gustinom osnovinih žica, u odnosu na maksimalnu moguću gustinu. Međutim, ovakvi slučajevi se veoma retko javljaju. Izrada tkanina sa većom gustinom potkinih žica u odnosu na osnovine je neekonomična. Ipak se mora i ovo predvideti za slučajevne potrebe proizvodnje izvesnih vrsta tehničkih tkanina koje zahtevaju veliku gustinu žica. Ona se ne može ostvariti osnovinim žicama zbog određenih ograničenja. Osnovni razlozi su:

- povećanje trenja između osnovinih žica, što otežava formiranje zevova pri tkanju,
- prepletaji sa oštrim vezivanjem (platneni i izvedeni iz njega), zbog potpune zauzetosti međuzuba tkačkog češlja.

Zbog toga se u posebnim slučajevima pribegava primeni većih gustina potkinih žica, u odnosu na osnovine, s tim što se i tom prilikom mora imati u vidu mogućnost realizacije tkačkog procesa (zbog većeg opterećenja brdilog mehanizma razboja ili zbog ekonomičnosti proizvodnje takvih tkanina). Ipak su to samo ekstremni slučajevi koji se u praksi veoma retko sreću.

3. Eksperimentalni deo

3.1 Cilj i zadaci ispitivanja

Aktuelna saznanja ukazuju da su istraživači uglavnom objašnjavali fenomen drapiranja na osnovu mehaničkih svojstava tekstilnih materijala. Međutim, mehaničke karakteristike tkanina su uslovljene svojstvima vlakana i pređa, vrstom prepletaja i gustinom žica, ali i uslovima njene izrade na razboju. Pri tome je poznato, da posle skidanja tkanine sa razboja dolazi do relaksacije i uzajamnog uravnoteženja napregnutosti u žicama oba sistema što dovodi do izvesne rekonstrukcije strukture tkanine. Zato su istraživanja u ovom radu usmerena na povezivanju parametara strukture i konstrukcije tkanih tekstilnih materijala sa parametrima drapiranja.

Imajući u vidu da sposobnost drapiranja materijala ima direktan uticaj na izgled i funkcionalnost odevnog predmeta, rezultati istraživanja su usmerena razvoju nove metode projektovanja drapiranja tkanih tekstilnih materijala. Drapiranje će biti definisano u zavisnosti od parametara strukture i konstrukcije tkanih materijala.

Svrha novog modela je da doprinese preciznom projektovanju drapiranja. Time će biti pojednostavljena i usavršena tehnička priprema proizvodnje tkanih materijala i ostvariće se uslovi za isključivanje probnih serija, što će doprineti uštedi energije i sirovine. Dobijeni rezultati koristiće se za dalja istraživanja i usavršavanja u oblasti projektovanja tkanih struktura.

3.2 Primenjeni eksperimentalni materijali i metode ispitivanja

Karakteristike tkanina, među kojima se ističu struktura i konstrukcija, neminovno utiču na sposobnost drapiranja. Upravo od ove sposobnosti drapiranja tkanine zavisioće izgled odevnog predmeta ("lep pad"), njegova funkcionalnost i komfornost.

Za potrebe istraživanja fenomena drapiranja, iskorišćen je veliki broj različitih vrsta pamučnih tipova tkanina koje su namenjene za izradu košulja, haljina, pantalona, kostima, radnih odela, uniformi itd.

Sva potrebna ispitivanja su izvedena prema priznatim metodama od strane istraživača koji se bave ovom problematikom i prema odgovarajućim standardima.

3.2.1 Primenjene tkanine

Za potrebe ispitivanja drapiranja odabrane su različite vrste sirovih i gotovih pamučnih tipova tkanina različitih namena (za košulje, haljine, bluze, kostime, pantalone, radna odela, uniforme).

U tabeli 5 date su tehničke karakteristike pamučnih sirovih tkanina u platnenom prepletaju sa različitim gustinama potke, u tabeli 6 tehničke karakteristike pamučnih tipova sirovih tkanina u petožičnom atlas prepletaju sa različitim podužnim masama potke, u tabeli 7 karakteristike sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima i u tabeli 8 karakteristike pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima.

Tabela 5: Tehničke karakteristike pamučnih sirovih tkanina u platnenom prepletaju sa različitim gustinama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Broj uvoja pređe (m ⁻¹)		Gustina (cm ⁻¹)		Površinska masa (g·m ⁻²)
		osnove $T_{t,o}$	potke $T_{t,p}$	za osnovu	za potku	osnove g_o	potke g_p	
1	I 1	20	25	744	764,2	35,5	16	125
2	I 2	20	25	744	764,2	35,5	18	130
3	I 3	20	25	744	764,2	35,5	20	135
4	I 4	20	25	744	764,2	35,5	22	140
5	I 5	20	25	744	764,2	35,5	24	145
6	I 6	20	25	744	764,2	35,5	26	150
7	I 7	20	25	744	764,2	35,5	28	155

Tabela 6: Tehničke karakteristike pamučnih tipova sirovih tkanina u petožičnom atlas prepletaju sa različitim podužnim masama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	Sirovinski sastav		Podužna masa (tex)		Broj uvoja pređe (m ⁻¹)		Gustina (cm ⁻¹)		Površinska masa (g·m ⁻²)
		osnove	potke	osnove $T_{t,o}$	potke $T_{t,p}$	za osnovu	za potku	osnove g_o	potke g_p	
1	II 1	100 % Co	100 % Co	10x2	20	826	744	42	28,5	155
2	II 2	100 % Co	50/50 % PES/Co	10x2	25x2	826	602	42	28,5	250
3	II 3	100 % Co	100% Co	10x2	10x2	826	826	42	28,5	155
4	II 4	100 % Co	33/67 % PES/Co	10x2	14x2	826	684	42	28,5	180
5	II 5	100 % Co	67/33 % PES/Co	10x2	14x2	826	708	42	28,5	180
6	II 6	100 % Co	100% Co	10x2	25	826	764	42	28,5	170
7	II 7	100 % Co	33/67 % PES/Co	10x2	36	826	744	42	28,5	205

Nastavak tabele 6:

Redni broj	Oznaka uzorka	Sirovinski sastav		Podužna masa (tex)		Broj uvoja pređe (m ⁻¹)		Gustina (cm ⁻¹)		Površinska masa (g·m ⁻²)
		osnove	potke	osnove <i>T_{l,o}</i>	potke <i>T_{l,p}</i>	za osnovu	za potku	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>	
8	II 8	100 % Co	50/50 % PES/Co	10x2	30	826	602	42	28,5	190
9	II 9	100 % Co	67/33 % PES/Co	10x2	20x2	826	826	42	28,5	220
10	II 10	100 % Co	67/33 % PES/Co	10x2	30	826	684	42	28,5	190
11	II 11	100 % Co	100% Co	10x2	17x2	826	708	42	28,5	200

Napomena: Broj uvoja kod končanih pređa se odnosi na broj uvoja končanja

Tabela 7: Tehničke karakteristike sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima




















Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Broj uvoja pređe (m ⁻¹)		Gustina (cm ⁻¹)		Površinska masa (g·m ⁻²)	Prepletaj
		osnove <i>T_{l,o}</i>	potke <i>T_{l,p}</i>	za osnovu	za potku	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>		
1	III 1	30	30	638	638	46	26	235	mešana panama 
2	III 2	30	30	638	638	46	26	235	poprečni mešani rips 
3	III 3	30	30	638	638	46	26	235	platneni 
4	III 4	30	30	638	638	46	26	235	uzdužni mešani rips 
5	III 5	30	30	638	638	46	26	235	uzdužni rips 
6	III 6	30	30	638	638	46	26	235	ukršteni keper 
7	III 7	30	30	638	638	46	26	235	poprečni rips 
8	III 8	30	30	638	638	46	26	235	panama 2/2 
9	III 9	30	30	638	638	46	26	235	keper 2/2 
10	III 10	30	30	638	638	46	26	235	keper 3/1 

Tabela 8: Tehničke karakteristike pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Broj uvoja pređe (m ⁻¹)		Gustina (cm ⁻¹)		Površinska masa (g·m ⁻²)	Prepletaj
		osnove $T_{i,o}$	potke $T_{i,p}$	za osnovu	za potku	osnove g_o	potke g_p		
1	IV 1	10x2	17x2	826	674	42	26	190	keper 4/1 
2	IV 2	10x2	17x2	826	674	42	26	190	keper 3/2 
3	IV 3	10x2	17x2	826	674	42	26	190	petožični atlas 
4	IV 4	10x2	17x2	826	674	42	26	190	nepravilna mešana panama 
5	IV 5	10x2	17x2	826	674	42	26	190	mešana panama 
6	IV 6	10x2	17x2	826	674	42	26	190	panama 
7	IV 7	10x2	17x2	826	674	42	26	190	nepravilna mešana panama 
8	IV 8	10x2	17x2	826	674	42	26	190	uzdužni mešani rips 
9	IV 9	10x2	17x2	826	674	42	26	190	uzdužni mešani rips 

Napomena: Broj uvoja kod končanih pređa se odnosi na broj uvoja končanja

U realnim uslovima proizvodnje tkanine na razboju su podložne promeni, naročito u konkretnim slučajevima kada se menjaju pojedini parametri strukture, kao što je ovde slučaj promene gustine žica potke, podužne mase potke i prepletaja. U tabelama 9, 10, 11 i 12 su date realne (izmerene) vrednosti strukturnih parametara sirovih tkanina. Za svaku tkaninu određeni sledeći parametri: podužna masa pređe za osnovu ($T_{i,o}$) i potku ($T_{i,p}$), gustina žica osnove (g_o) i potke (g_p), koeficijent utkanja osnove (K_{uo}) i potke (K_{up}), prepletaj, površinska masa i debljina. Njihove vrednosti pokazuju da su u skladu sa odgovarajućim standardima i da se mogu koristiti za svoju namenu.

Tabela 9: Rezultati ispitivanja karakteristika pamučnih sirovih tkanina u platnenom prepletaju sa različitim gustinama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Gustina (cm ⁻¹)		Koeficijent utkanja		Površinska masa (g·m ⁻²)	Debljina tkanine <i>h</i> (mm)
		osnove <i>T_{t,o}</i>	potke <i>T_{t,p}</i>	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>	osnove <i>K_{uo}</i>	potke <i>K_{up}</i>		
1	I 1	18,52	23,5	37	18,5	1,184	1,0634	137,74	0,45
2	I 2	18,52	23,5	36,5	20,5	1,1742	1,042	140,73	0,4
3	I 3	18,52	23,5	36,5	21	1,1544	1,068	141,12	0,43
4	I 4	18,52	23,5	36,5	23	1,0574	1,1881	151,1	0,41
5	I 5	18,52	23,5	37	28	1,206	1,162	164,91	0,39
6	I 6	18,52	23,5	37	29	1,1821	1,164	168,49	0,37
7	I 7	18,52	23,5	37,5	32	1,192	1,0633	172,3	0,38

Tabela 10: Rezultati ispitivanja karakteristika pamučnih tipova sirovih tkanina u petožičnom atlas prepletaju sa različitim podužnim masama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Gustina (cm ⁻¹)		Koeficijent utkanja		Površinska masa (g·m ⁻²)	Debljina tkanine <i>h</i> (mm)
		osnove <i>T_{t,o}</i>	potke <i>T_{t,p}</i>	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>	osnove <i>K_{uo}</i>	potke <i>K_{up}</i>		
1	II 1	13,54x2	19,55	43	36	1,1172	1,0931	170,52	0,54
2	II 2	13,54x2	25,04x2	42	32	1,206	1,0415	273,38	0,65
3	II 3	13,54x2	11,13x2	43	31	1,1164	1,0776	167,21	0,53
4	II 4	13,54x2	14,62x2	41	33	1,1575	1,0368	196,09	0,55
5	II 5	13,54x2	14,34x2	41	34	1,1742	1,03	196,25	0,56
6	II 6	13,54x2	24,37	44	35	1,1152	1,0945	186,19	0,56
7	II 7	13,54x2	35,85	43	34	1,176	1,06	220,77	0,59
8	II 8	13,54x2	29,86	42	31	1,1604	1,052	197,03	0,55
9	II 9	13,54x2	20,75x2	43	33	1,188	1,04	239,07	0,61
10	II 10	13,54x2	34,73	40	33	1,154	1,0435	198,55	0,56
11	II 11	13,54x2	17,28x2	46	33	1,157	1,086	229,3	0,64

Tabela 11: Rezultati ispitivanja karakteristika sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima




















Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Gustina (cm ⁻¹)		Koeffcijent utkanja		Površinska masa (g·m ⁻²)	Prepletaj	Debljina tkanine <i>h</i> (mm)
		osnove <i>T_{t,o}</i>	potke <i>T_{t,p}</i>	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>	osnove <i>K_{uo}</i>	potke <i>K_{up}</i>			
1	III 1	36,9	28,27	44	27	1,1227	1,0328	241,76	mešana panama 	0,6
2	III 2	36,9	28,27	47	26	1,166	1,0118	241,26	poprečni mešani rips 	0,57
3	III 3	36,9	28,27	46	20	1,115	1,03	221,46	platneni 	0,48
4	III 4	36,9	28,27	45	22	1,1406	1,0699	231,41	uzdužni mešani rips 	0,52
5	III 5	36,9	28,27	46	22	1,134	1,0606	231,31	uzdužni rips 	0,46
6	III 6	36,9	28,27	46	26	1,1450	1,0458	245,9	ukršteni keper 	0,53
7	III 7	36,9	28,27	45	28	1,1507	1,0178	243,65	poprečni rips 	0,53
8	III 8	36,9	28,27	47	28	1,1326	1,036	243,28	panama 2/2 	0,52
9	III 9	36,9	28,27	45	27	1,1485	1,0421	248,11	keper 2/2 	0,53
10	III 10	36,9	28,27	45	26,5	1,1535	1,0317	248,93	keper 3/1 	0,5

Tabela 12: Rezultati ispitivanja karakteristika pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Gustina (cm ⁻¹)		Koeffcijent utkanja		Površinska masa (g·m ⁻²)	Prepletaj	Debljina tkanine <i>h</i> (mm)
		osnove <i>T_{t,o}</i>	potke <i>T_{t,p}</i>	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>	osnove <i>K_{uo}</i>	potke <i>K_{up}</i>			
1	IV 1	10,84x2	19,98x2	42	32	1,2	1,0693	228,83	keper 4/1 	0,61
2	IV 2	10,84x2	19,98x2	41,5	31	1,1504	1,0673	222,05	keper 3/2 	0,57
3	IV 3	10,84x2	19,98x2	42	30	1,1343	1,076	212,72	petožični atlas 	0,57

Nastavak tabele 12:

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Gustina (cm ⁻¹)		Koeficijent utkanja		Površinska masa (g·m ⁻²)	Prepletaj	Debljina tkanine <i>h</i> (mm)
		osnove <i>T_{t,o}</i>	potke <i>T_{t,p}</i>	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>	osnove <i>K_{uo}</i>	potke <i>K_{up}</i>			
4	IV 4	10,84x2	19,98x2	40	33	1,1816	1,0308	213,8	nepravilna mešana panama 	0,64
5	IV 5	10,84x2	19,98x2	41	33	1,1584	1,0427	210,65	mešana panama 	0,6
6	IV 6	10,84x2	19,98x2	42	31	1,1445	1,0096	213,86	panama 	0,66
7	IV 7	10,84x2	19,98x2	39	32	1,207	1,0217	221,97	nepravilna mešana panama 	0,59
8	IV 8	10,84x2	19,98x2	43	23	1,0851	1,124	193,38	uzdužni mešani rips 	0,47
9	IV 9	10,84x2	19,98x2	44	23	1,0693	1,099	185,52	uzdužni mešani rips 	0,51

Za potrebe ispitivanja karakteristika drapiranja korišćene su i gotove tkanine iz komercijalne proizvodnje. Tkanine su razvrstane prema sirovinskom sastavu na 100 % Co, 67 % Co/ 33 % PES, 50 % Co/ 50 % PES i 33 % Co/ 67 % PES, čije su karakteristike prikazane u tabelama od 13 do 16. Pri tome su za svaku tkaninu određeni sledeći parametri: podužna masa pređe za osnovu i potku, upredenost primenjenih pređa, gustina žica osnove i potke, koeficijent utkanja osnove i potke, prepletaj i površinska masa.

Tabela 13: Karakteristike tkanina sirovinskog sastava 100 % Co

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Broj uvoja (m ⁻¹)		Gustina žica (cm ⁻¹)		Površinska masa (g·m ⁻²)	Prepletaj	Koeficijent utkanja	
		osnove <i>T_{t,o}</i>	potke <i>T_{t,p}</i>	osnove	potke	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>			osnove <i>k_{uo}</i>	potke <i>k_{up}</i>
1	T 4	30	30	846	846	27	18	154,32	platneni	1,0417	1,2116
2	T 6	50	48	586	586	22	22	232	platneni	1,086	1,0618
3	T 13	20	25	826	748	40	25	156,5	platneni	1,0619	1,12
4	T 14	30	34	846	590	30	22	191,44	platneni	1,0583	1,225
5	T 15	30	30	708	708	28	22	163,88	platneni	1,0617	1,1323
6	T 19	30	30	842	842	24	24	170,43	platneni	1,095	1,18

Nastavak tabele 13:

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Broj uvoja (m ⁻¹)		Gustina žica (cm ⁻¹)		Površinska masa (g·m ⁻²)	Prepletaj	Koeffcijent utkanja	
		osnove <i>T_{to}</i>	potke <i>T_{tp}</i>	osnove	potke	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>			osnove <i>k_{uo}</i>	potke <i>k_{up}</i>
7	T 27	17x2	17x2	680	680	37	20	208,31	platneni	1,0985	1,0785
8	T 28	7,6x2	17	1000	866	43	28	126,16	platneni	1,1563	1,0692
9	T 39	15	16	790	795	47	29	132,8	platneni	1,065	1,163
10	T 100	10,5	14	1141	803	56	33	146,31	platneni	1,1	1,1
11	T 101	14	14	988	803	44	37	125,33	platneni	1,1138	1,1107
12	T 103	10	11,5	1170	886	34	23	66,33	platneni	1,1256	1,1256
13	T 104	14	13	988	833	44	35	122,21	platneni	1,0784	1,1153
14	T 105	10	10	1170	950	70	35	112,93	platneni	1,123	1,0307
15	T 106	14	14	988	803	53	40	139,34	platneni	1,0984	1,1092
16	T 107	14	14	988	803	56	37	144,72	platneni	1,103	1,0974
17	T 110	20	20	827	671	45	23	147,36	platneni	1,0876	1,0538
18	T 111	14	14	988	803	48	28	119,11	platneni	1,103	1,0519
19	T 112	14	14	988	803	63	26	126,56	platneni	1,0876	1,0903
20	T 113	13	14	1026	803	53	28	122,49	platneni	1,0876	1,1153
21	T 115	10	10,5	1170	927	33	31	73,86	platneni	1,12	1,1243
22	T 38	24	28	580	576	49	26	216,28	keper 2/1	1,1036	1,18
23	T 12	25	25	748	748	43	25	184,63	keper 2/1	1,0615	1,1153
24	T 18	30	30	708	708	40	27	220,73	keper 2/1	1,0692	1,1345
25	T 114	30	28	675	567	45	21	203,35	keper 2/1	1,0923	1,0723
26	T 117	25	30	740	548	43	23	191,89	keper 2/1	1,1	1,0794
27	T 25	17	20	866	826	56	27	156,5	keper 2/1	1,0667	1,1
28	T 5	30	30	708	708	48	23	224,71	keper 3/1	1,0862	1,0699
29	T 7	30	42	708	472	49	24	276,08	keper 3/1	1,095	1,0533
30	T 11	38	38	630	630	22	22	185,48	keper 3/1	1,023	1,1815
31	T 20	33	50	768	590	42	19	255,1	keper 3/1	1,1095	1,083
32	T 21	30	50	708	532	44	21	269,41	keper 3/1	1,1046	1,1108
33	T 23	28	28	700	580	48	22	204,62	keper 3/1	1,0517	1,0462
34	T 16	30x2	64	500	566	27	16	294,94	keper 2/2	1,0483	1,12
35	T 8	17x2	17x2	680	680	37	22	208,69	panama 2/2	1,0367	1,1667
36	T 9	10x2	17x2	820	820	46	25	196,17	petožični atlas	1,05	1,0916
37	T 10	25	25	748	748	39	28	183,76	petožični atlas	1,0583	1,14
38	T 119	7,2	6	1378	1226	78	37	183,28	petožični atlas	1,0492	1,0661

Napomena: Broj uvoja kod končanih pređa se odnosi na broj uvoja končanja

Tabela 14: Karakteristike tkanina sirovinskog sastava 67 % Co/ 33 % PES

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Broj uvoja (m ⁻¹)		Gustina žica (cm ⁻¹)		Površinska masa (g·m ⁻²)	Prepletaj	Koeficijent utkanja	
		osnove <i>T_{to}</i>	potke <i>T_{tp}</i>	osnove	potke	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>			osnove <i>k_{uo}</i>	potke <i>k_{up}</i>
1	T 67	15	15	905	905	45	28	133,8	platneni	1,0538	1,1057
2	T 68	15	15	905	905	42	30	121,2	platneni	1,039	1,164
3	T 69	17	17	826	826	40	29	126,3	platneni	1,0307	1,1461
4	T 81	13	13	940	883	44	30	111	platneni	1,106	1,072
5	T 82	14x2	14x2	602	602	29	23	170	platneni	1,0444	1,1839
6	T 83	15	15	825	825	43	32	130	platneni	1,0516	1,1215
7	T 84	17	17	816	816	40	29	134,54	platneni	1,0513	1,1553
8	T 85	14	14	836	836	59	27	127,92	platneni	1,047	1,07
9	T 70	17x2	17x2	820	820	38	25	229,6	keper 2/1	1,0569	1,1
10	T 71	30	30	657	657	41	27	209	keper 2/1	1,0523	1,1015
11	T 72	30	30	708	708	49	26	246,3	keper 3/1	1,0523	1,063
12	T 86	12x2	12x2	750	750	43	25	154,51	petožični atlas	1,036	1,066
13	T 73	17x2	50	820	590	37	25	291	petožični atlas	1,06	1,1
14	T 78	15	30	905	657	45	23	152,6	uzdužni rips 2/2	1,0123	1,1184

Napomena: Broj uvoja kod končanih pređa se odnosi na broj uvoja končanja

Tabela 15: Karakteristike tkanina sirovinskog sastava 50 % Co/ 50 % PES

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Broj uvoja (m ⁻¹)		Gustina žica (cm ⁻¹)		Površinska masa (g·m ⁻²)	Prepletaj	Koeficijent utkanja	
		osnove <i>T_{to}</i>	potke <i>T_{tp}</i>	osnove	potke	osnove <i>g_o</i>	potke <i>g_p</i>			osnove <i>k_{uo}</i>	potke <i>k_{up}</i>
1	T 41	25	25	700	700	25	25	160,9	platneni	1,0307	1,2153
2	T 42	15x2	30	750	630	48	24	263,4	platneni	1,1738	1,1384
3	T 43	30	30	630	630	27	24	181,4	platneni	1,0807	1,2076
4	T 80	15	14	986	900	55	30	126,83	platneni	1,094	1,07
5	T 44	30	30	630	630	43	21	218,5	keper 2/1	1,0538	1,1077
6	T 46	20x2	42	650	552	48	27	371,4	keper 3/1	1,1415	1,0615
7	T 47	25x2	42	600	552	30	25	299,4	keper 3/1	1,10615	1,1
8	T 48	30	30	630	630	48	24	242,4	keper 3/1	1,076	1,063
9	T 49	25	42	700	552	47	23	251,4	keper 3/1	1,0753	1,1358
10	T 50	30	50	842	590	47	21	271,6	keper 2/2	1,0769	1,098
11	T 51	20x2	20x2	650	650	37	24	278,1	keper 2/2	1,0615	1,1276
12	T 52	30	50	630	520	47	21	283,9	keper 2/2	1,0666	1,1282
13	T 53	20x2	20x2	650	650	32	25	262,4	keper 2/2	1,0346	1,1215
14	T 54	42	42	709	709	41	22	303,6	keper 2/2	1,0753	1,1076
15	T 55	25x2	25x2	600	600	31	22	310,8	petožični atlas	1,0476	1,1338
16	T 56	25x2	25x2	600	600	37	26	350,3	petožični atlas	1,0538	1,1

Napomena: Broj uvoja kod končanih pređa se odnosi na broj uvoja končanja

Tabela 16: Karakteristike tkanina sirovinskog sastava 33 % Co/ 67 % PES

Redni broj	Oznaka uzorka	Podužna masa (tex)		Broj uvoja (m^{-1})		Gustina žica (cm^{-1})		Površinska masa ($g \cdot m^{-2}$)	Prepletaj	Koeficijent utkanja	
		osnove $T_{t,o}$	potke $T_{t,p}$	osnove	potke	osnove g_o	potke g_p			osnove k_{uo}	potke k_{up}
1	T 61	14x2	30	700	630	38	23	198,3	platneni	1,0646	1,0461
2	T 62	20x2	20x2	580	580	35	18	271	platneni	1,123	1,0461
3	T 63	10x2	10x2	820	820	60	33	207,4	keper 2/1	1,0876	1,0538
4	T 64	30	50	800	800	48	21	296,9	keper 3/1	1,1	1,0323
5	T 65	30	50	630	520	45	20	277,2	keper 3/1	1,0661	1,0538
6	T 66	14x2	17x2	700	680	47	25	254,2	keper 2/2	1,0666	1,0307

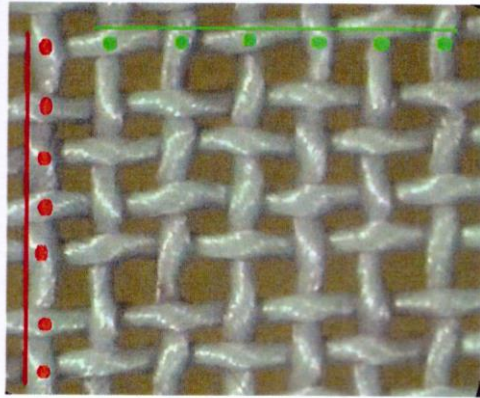
Napomena: Broj uvoja kod končanih pređa se odnosi na broj uvoja končanja

3.2.2 Primenjene metode i standardi

Ispitivanje karakteristika tkanina izvedeno je primenom metoda koje su opisane standardima:

- SRPS ISO 7211-5 i DIN 53830-3 za podužnu masu pređe iz uzoraka tkanine, T_t (tex) [34,35],
- SRPS F.S2.016 i BS EN 12127 za površinsku masu koja predstavlja masu tkanine na jedinicu površine, m ($g \cdot m^{-2}$) [36,37]
- SRPS EN 1049-2 [93] i ISO 7211 (1 do 6) [38-43] za gustinu osnove i potke tj. broj žica na jedan centimetar širine odnosno dužine tkanine, g_o i g_p (cm^{-1}),
- za određivanje utkanja osnove i potke, U_o i U_p (%), je standard ISO 7211 (1 do 6) [38-43]; to je procenat skraćivanja dužine pređe zbog njenog ugrađivanja u tkanini,
- SRPS EN ISO 5084 i ASTM D 1777 za debljinu tkanine koja je jednaka rastojanju između dve paralelne metalne ploče odvojene tkaninom, h (mm) [44,45],
- BS 5058:1973 za određivanje drapiranja tkanina DC (%) [46].

Određivanje gustine osnovinih i potkinih žica (g_o i g_p), kao i određivanje prepletaja tkanina, izvedeno je pomoću kompjuterski kontrolisanog (stereo) mikroskopa Leica kog podržava program Video Analyser 2000. Određivanje gustine osnovinih i potkinih žica je izvršeno tako što se postavlja referentna linija uzduž i popreko date tkanine i identifikuje broj niti. Softver Mesdan Video Analyser automatski određuje broj niti po cm (ili inču) Prikupljeni podaci se automatski šalju u Excel listu koja daje izveštaj o gustini svake niti (slika 43).



Materia Materiale	Test	
	Wett/ Irama	Warp/ Ordito
Measure number Numero di misure	10	10
Misura di riferimento microns	50,000	50,000
Yarns for cm/ Riduzione fili al cm	10,4	7,0
Yarns for Inch/ Riduzione fili al pollice	26,4	17,8

Slika 43: Određivanje gustine žica osnove i potke uz pomoć kompjuterski kontrolisanog (stereo) mikroskopa Leica sa programom Video Analyser 2000

Takođe je urađena provera sirovinskog sastava tkanina (potraga za stranim vlaknima i identifikacija vrste vlakana upoređivanjem sa slikama iz baze podataka, kao i u uzdužnom i poprečnom preseku (korišćenjem biološkog mikroskopa).

Određivanje broja uvoja primenjenih pređa za osnovu i potku izvršeno je pomoću torziometra Metefem FY-16B

Relativne gustine osnovinih i potkinih žica i tkanine određene su primenom jednačina 70, 71, 72:

$$g_{rel,o} = \frac{g_o}{280,25} \left[\frac{a_p(2,6 - 0,6z_p)}{f_p R_o} \left(\sqrt{v_o^2 + 2v_o v_p} - v_o \right) + v_o \right] \quad (70)$$

$$g_{rel,p} = \frac{g_p}{280,25} \left[\frac{a_o(2,6 - 0,6z_o)}{f_o R_p} \left(\sqrt{v_p^2 + 2v_o v_p} - v_p \right) + v_p \right] \quad (71)$$

$$g_{rel} = \sqrt{g_{rel,o} \cdot g_{rel,p}} \quad (72)$$

gde su: $g_{rel,o}$ - relativna gustina osnovinih žica,

$g_{rel,p}$ - relativna gustina potkinih žica,

g_{rel} - relativna gustina tkanine,

g_o, g_p – gustine osnovinih i potkinih žica (cm^{-1}),

R_o, R_p - raport posmatranog sistema žica,

a_o, a_p - broj promena efekata,
 ρ_o, ρ_p - zapreminska masa vlakana ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$),
 p_o, p_p - koeficijent (faktor) pakovanja vlakana u pređi,
 z_o, z_p - položaj vezivnih tačaka u rapotu prepletaja,
 f_o, f_p - koeficijent fleksibilnosti pređa,
 v_o, v_p - zapreminski koeficijenti osnovinih i potkinih žica:

$$v_o = \sqrt{\frac{T_{t,o}}{\rho \cdot p}}; \quad v_p = \sqrt{\frac{T_{t,p}}{\rho \cdot p}} \quad (73)$$

Osim navedenih, određena su i druga svojstva tkanina: zapreminska masa tkanine ρ_t ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$), zapreminska ispunjenost tkanine I_v (%) i masena ispunjenost tkanine I_m (%):

$$\rho_t = \frac{m \cdot 10^{-4}}{h} \cdot 100 \quad (74)$$

gde je: ρ_t – zapreminska masa tkanine ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$),
 m – površinska masa tkanine ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$),
 h – debljina tkanine (cm),

$$I_v = \frac{\rho_t}{\rho_z} \quad (75)$$

gde je: I_v – zapreminska ispunjenost tkanine (%),
 ρ_t – zapreminska masa tkanine ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$),
 ρ_z – zapreminska masa žica - pređa ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$),

$$I_m = \frac{\rho_z}{\rho} \cdot I_v \cdot 100 \quad (76)$$

gde je: I_m – masena ispunjenost tkanine (%),
 ρ – gustina (specifična masa) materijala od kojeg su dobijena vlakna ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$).

Ispitivanje propustljivosti vazduha tkanina je izvedeno na uređaju SDL ATLAS Air Permeability tester primenom AFNOR G07-111 standarda. Prema ovom standardu koristi se merna glava radne površine 20 cm^2 koja propušta vazduh pod pritiskom od 196 Pa.

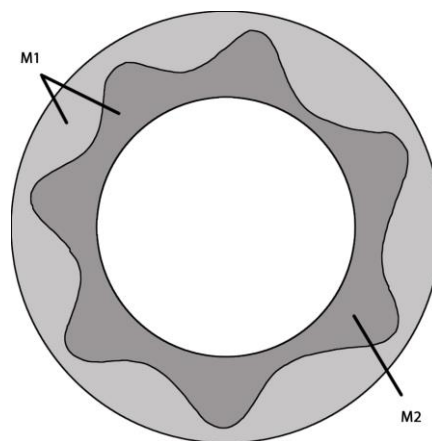
Određivanje parametara drapiranja izvedeno je na standardizovanom uređaju za ispitivanje drapiranja (Drape Tester) model 665 proizvođača James H Heal & Co iz Engleske, prema britanskom standardu BS 5058.

Za sve uzorke je određen je koeficijent drapiranja (DC), maksimalna (A_{max}) i minimalna amplituda (A_{min}) i broj nabora (n).

Ovaj eksperimentalni metod podrazumeva uzorak tkanine kružnog oblika prenika 30 cm, koji visi na disku kružnog oblika prečnika 18 cm. Uzorak prenika 36 cm se može koristiti za krute tkanine ukoliko je njihov DC veći od 85 % kod uzorka prenika 30 cm, dok se kod mekih tkanina može koristiti prečnik uzorka 24 cm, ako je njihov DC kod prečnika uzorka 30 cm manji od 30 %.

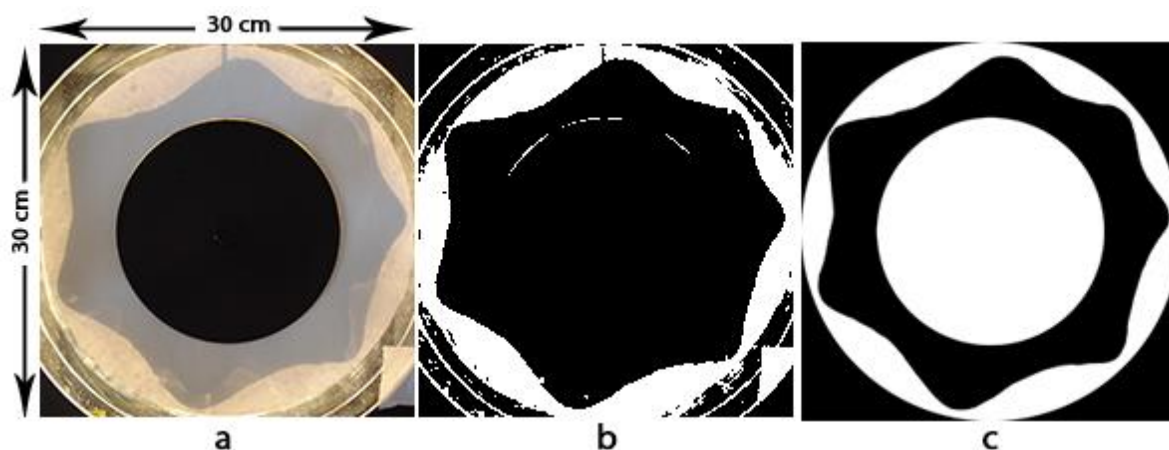
Međutim, ukoliko bi se koristili uzorci različitih prečnika, dobijeni rezultati koeficijenata drapiranja ne bi se mogli da dovedu u korelaciji sa ostalim parametrima tkanina, jer se sa povećanjem drapiranog dela uzorka koeficijent drapiranja smanjuje. Zato su svi uzorci tkanina ispitivani sa prečnikom od 30 cm bez obzira na dobijene rezultate koeficijenata drapiranja.

Kod uzoraka gotovih tkanina vrednosti koeficijenta drapiranja su određeni metodom „cut&weigh“, odnosno „seći i meriti“ što podrazumeva da se projektovana slika drpiranog uzorka na drape metru precrtava na listu papira prstenastog oblika koji se postavlja na gornju ploču uređaja. Na analitičkoj vagi meri se masa papira m_1 , a zatim se seče kontura precrtanog drapiranog profila uzorka i meri njegova masa m_2 (slika 44). Iz odnosa tih dveju masa, dobija se koeficijent drapiranja.



Slika 44: Metod „cut&weigh“

Kod uzoraka sirovih tkanina vrednosti koeficijenta drapiranja su dobijene digitalnom metodom. Ovom metodom se profil drapiranog uzorka snima pomoću digitalne kamere koja se postavlja na stalku iznad drapmetra na određenoj visini kako bi fotografija obuhvatila gornju ploču uređaja, a zatim se dobijena fotografija obrađuje u softveru Adobe Photoshop (slika 45). Najpre se vrši sečenje i kalibracija slike (slika 45a), potom se slika obrađuje pomoću alatke za podešavanje praga između crne i bele boje “treshold” (slika 45b). Potom je neophodno izvršiti čišćenje slike, gde se na crnoj površini uklanjaju bele tačkice, a na beloj crne (slika 45c). Slika u koloru postaje crno - bela, gde je površine moguće lako označiti i izračunati površine u pikselima. Softver Adobe Photoshop u sebi sadrži alatke za jednostavno i precizno preračunavanje piksela na bilo kojoj označenoj površini. Takođe su uz pomoć istog softvera izmerene minimalne i maksimalne amplitude.



Slika 45: Obrada fotografije u softveru Adobe Photoshop: a) sečenje i kalibracija slike dobijene fotografisanjem profila drapiranog uzorka digitalnom kamerom; b) podešavanje praga između crne i bele boje; c) čišćenje slike

Ova metoda daje preciznije rezultate u odnosu na klasičnu metodu gde rezultati u velikoj meri zavise od tačnosti i preciznosti analitičke vage i homogenosti mase papira po celoj površini. Pomoću softvera dobijene su i vrednosti za cirkularnost profila drapiranja (*CIRC*). Cirkularnost je mera koja predstavlja odstupanje oblika drapiranog dela tkanine od pravilne kružnice i izračunava se:

$$CIRC = 4\pi \cdot \frac{A}{P^2}$$

gde su: A – površina profila drapiranog dela uzorka,

P - obim te površine.

3.2.3 Uređaji – aparati za ispitivanje

Na slikama od do su prikazani uređaji (aparati) koji su korišćeni za ispitivanja:



Slika 46: Uređaj za ispitivanje drapiranja Drape tester 665



Slika 47: Ispitivač permeabilnosti vazduha SDL ATLAS



Slika 48: Mikroskop Leica stereo Mikroskop



Slika 49: Analitička vaga Denver Instrument AA-160



Slika 50. Torziometar Metefem FY-16B



Slika 51. Debljinomer
Karl Schröder DM 100

3.2.4 Klimatski uslovi ispitivanja

Klimatski uslovi pod kojima su vršena ispitivanja uzoraka odgovaraju standardnim uslovima ispitivanja, prema ISO 139 i SRPS EN ISO 139 [110], tj. kod relativne vlažnosti vazduha $65 \% \pm 4 \%$ i temperature $20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Kako bi svi uzorci bili ispitani pod istim uslovima, oni su prethodno dovedeni u standardno stanje u skladu sa pomenutim standardima. U tom cilju su svi uzorci čuvani najmanje 24 do 72 sata u prostoriju u kojoj se održavaju standardni klimatski uslovi.

Uzorci sirovih tkanina su pre ispitivanja podvrgnuti procesu pranja u cilju odstranjivanja nanete skrobne mase na osnovinim žicama. Uzorci tkanina su tretirani pod istim uslovima: pranje na $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$, sušenje na sobnoj temperaturi i peglanje na $180 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.3 Rezultati ispitivanja

Prema pomenutim metodama ispitivanja drapiranja tkanina, dobijeni su rezultati koji su prikazani u narednim tabelama: osnovni numerički pokazatelj svojstava drapiranja - koeficijent drapiranja tkanine (DC), minimalna amplituda drapiranja (A_{min}), maksimalna amplituda drapiranja (A_{max}), broj nabora (n) i cirkularnost profila drapiranja ($CIRC$). Vrednosti koeficijenta drapiranja su prikazane posebno kao vrednosti na licu tkanine, na naličju tkanine i ukupna srednja vrednost koeficijenta drapiranja.

U tabelama od 17 do 20 su prikazani rezultati parametara drapiranja: kod sirovih pamučnih tkanina u platnenom prepletaju sa različitim gustinama potke (tabela 17), pamučnih tipova tkanina u petožičnom atlas prepletaju sa različitim podužnim masama potke (tabela 18), tkanina iz mešavine 50/50 % PES/Co vlakana (tabela 19) i pamučnih tkanina (tabela 20) sa različitim prepletajima.

Tabela 17: Rezultati ispitivanja drapiranja pamučnih sirovih tkanina u platnenom prepletaju sa različitim gustinama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	DC (%) na licu tkanine	DC (%) na naličju tkanine	DC (%)	Minimalna amplituda A_{min} (cm)	Maksimalna amplituda A_{max} (cm)	Broj nabora (n)	Cirkularnost profila ($CIRC$)
1	I 1	48,16	47,95	48,06	10,33	14,46	8	0,3035436
2	I 2	53,21	51,62	52,42	10,74	14,44	7	0,3387064
3	I 3	51,76	50,88	51,31	10,53	14,47	7	0,330877
4	I 4	57,15	57,24	57,19	10,86	14,56	8	0,3733446
5	I 5	64,7	63,36	63,53	11,44	14,77	7	0,4160823
6	I 6	68,71	66,46	67,59	11,6	14,71	7	0,439107
7	I 7	73,22	70,53	71,87	11,99	14,84	7	0,457893

Tabela 18: Rezultati ispitivanja drapiranja pamučnih tipova sirovih tkanina u petožičnom atlas prepletaju sa različitim podužnim masama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	DC (%) na licu tkanine	DC (%) na naličju tkanine	DC (%)	Minimalna amplituda A_{min} (cm)	Maksimalna amplituda A_{max} (cm)	Broj nabora (n)	Cirkularnost profila (CIRC)
1	II 1	44,44	41,56	43	9,34	14,44	7	0,2676359
2	II 2	76,49	62,91	69,7	11,12	14,84	7	0,4436815
3	II 3	45,76	42,89	44,33	9,91	14,18	8	0,2783566
4	II 4	52,81	46,43	49,2	10,14	14,41	7	0,315967
5	II 5	57,8	50,58	54,19	10,42	14,69	7	0,34865
6	II 6	50,29	46,02	48,15	9,57	14,57	7	0,34659
7	II 7	64,56	54,99	59,77	9,9	14,84	6	0,390939
8	II 8	62,16	53,47	57,81	10,15	14,77	6	0,3757737
9	II 9	72,94	62,08	67,51	11,27	14,94	6	0,4341149
10	II 10	58,34	52,2	55,27	9,57	14,85	6	0,3661344
11	II 11	57,52	50,03	53,78	10,43	14,53	7	0,3469202

Tabela 19: Rezultati ispitivanja drapiranja sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Redni broj	Oznaka uzorka	DC (%) na licu tkanine	DC (%) na naličju tkanine	DC (%)	Minimalna amplituda A_{min} (cm)	Maksimalna amplituda A_{max} (cm)	Broj nabora (n)	Cirkularnost profila (CIRC)
1	III 1	75,55	77,7	76,63	11,15	15,07	5	0,48662
2	III 2	75,13	73,83	74,48	11,52	14,94	6	0,4728239
3	III 3	79	81,7	80,35	11,99	15,02	5	0,5038956
4	III 4	87,69	89,22	88,45	13,45	15,06		0,5861282
5	III 5	90,1	87,89	89	13,59	15,09		0,541914
6	III 6	80,73	76,46	78,6	12	15,05	6	0,4926901
7	III 7	79,16	79,85	79,5	12	15,14	5	0,49838
8	III 8	82,63	81,39	82	12,53	15,12	6	0,5072167
9	III 9	85,77	84,59	85,15	12,75	15,23		0,5225531
10	III 10	82,77	76,85	79,81	12,16	15,06	6	0,4983097

Tabela 20: Rezultati ispitivanja drapiranja pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Redni broj	Oznaka uzorka	DC (%) na licu tkanine	DC (%) na naličju tkanine	DC (%)	Minimalna amplituda A_{min} (cm)	Maksimalna amplituda A_{max} (cm)	Broj nabora (n)	Cirkularnost profila (CIRC)
1	IV 1	62,82	53,34	58,07	10,67	14,7	7	0,374692
2	IV 2	65,57	62,53	64,05	11,52	14,64	7	0,418344
3	IV 3	66,79	56,7	61,75	10,85	14,65	7	0,4039502
4	IV 4	63,35	64,5	63,93	11,19	14,67	7	0,4145405
5	IV 5	59,76	57,62	58,69	10,63	14,58	7	0,3802432
6	IV 6	62,35	63,73	63,04	11,02	14,75	7	0,4103667
7	IV 7	65,61	65,71	65,66	11,34	14,73	7	0,4291065
8	IV 8	57,39	60,72	59,06	11,3	14,47	7	0,3890948
9	IV 9	64,57	62,49	63,53	11,33	14,6	7	0,4141398

Ispitivanje parametara drapiranja izvedeno je i na gotovim tkaninama namenjenih za komercijalnu proizvodnju (tabele 21 do 24). U tabeli 21 predstavljeni su rezultati merenja drapiranja kod pamučnih tkanina, u tabeli 22 kod tkanina iz mešavine vlakana 67/33 % Co/PES, u tabeli 23 kod tkanina iz mešavine 50/50 % Co/PES i u tabeli 24 kod tkanina iz mešavine 33/67 % Co/PES.

Tabela 21: Rezultati ispitivanja drapiranja gotovih pamučnih tkanina

Redni broj	Oznaka uzorka	DC (%) na licu tkanine	DC (%) na naličju tkanine	DC (%)	Minimalna amplituda A_{min} (cm)	Maksimalna amplituda A_{max} (cm)	Broj nabora (n)
1	T 4	66,8	70,5	68,7	11,5	14,82	7
2	T 6	87,7	87,3	87,5	13,8	15,1	-
3	T 13	67,3	70	68,7	12,06	14,69	8
4	T 14	72	74,6	73,3	11,2	14,72	8
5	T 15	79,3	79,1	79,2	12,69	15,16	7
6	T 19	71,8	72,1	72	12,27	14,82	8
7	T 27	74,2	76,9	75,6	12,26	14,89	8
8	T 28	56,7	57,7	57,2	10,97	14,51	8
9	T 39	56	55,9	56	10,8	14,46	8
10	T 100	59,8	64,7	62,3	11	14,65	7
11	T 101	59,3	60,6	59,9	11,3	14,53	8
12	T 103	44,4	41,6	43	9,75	13,65	8
13	T 104	60,4	62,1	61,2	10,89	14,7	7
14	T 105	61,9	58,5	60,2	11,15	14,53	8

Nastavak tabele 21:

Redni broj	Oznaka uzorka	DC (%) na licu tkanine	DC (%) na naličju tkanine	DC (%)	Minimalna amplituda A_{min} (cm)	Maksimalna amplituda A_{max} (cm)	Broj nabora (n)
15	T 106	67,9	70,7	69,3	11,66	14,9	7
16	T 107	67,3	67,3	67,3	11,88	14,78	7
17	T 110	75,7	75,4	75,3	12,01	14,9	7
18	T 111	63,3	67,4	65,5	11,17	14,73	8
19	T 112	64,3	65,9	65,1	11,19	14,63	7
20	T 113	62,7	63,8	63,2	11,43	14,68	7
21	T 115	45,4	51,2	48,3	9,97	14,4	8
22	T 38	79,1	81,7	80,4	12,8	15,06	-
23	T 12	72,6	74,7	73,7	12,03	14,9	8
24	T 18	74,4	75	74,7	12,44	14,75	-
25	T 114	70,7	72,1	71,4	11,62	15,01	6
26	T 117	64,1	64,4	64,3	11,29	14,81	7
27	T 25	64,4	63,4	63,9	11,27	14,68	8
28	T 5	80,3	83,7	82	12,23	15,04	6
29	T 7	87,2	87,9	87,6	13,33	15,25	-
30	T 11	78,7	79,3	79	12,66	14,85	7
31	T 20	76,6	78,1	77,6	12,17	15,05	7
32	T 21	82,5	81,5	82	13,22	14,96	6
33	T 23	73,7	72	72,9	11,83	14,9	7
34	T 16	84,8	86,4	85,6	13,26	15,16	7
35	T 8	69,7	70,6	70,2	11,83	14,64	7
36	T 9	65,8	66,6	66,2	11,72	14,63	8
37	T 10	62,6	64,1	63,4	11,51	14,67	8
38	T 119	46,7	45,5	46,1	10,02	14,21	8

Tabela 22: Rezultati ispitivanja drapiranja gotovih tkanina sirovinskog sastava 67/33 % Co/PES

Redni broj	Oznaka uzorka	DC (%) na licu tkanine	DC (%) na naličju tkanine	DC (%)	Minimalna amplituda A_{min} (cm)	Maksimalna amplituda A_{max} (cm)	Broj nabora (n)
1	T 67	66,3	66,8	66,6	11,61	14,79	7
2	T 68	60,4	58,4	58,3	10,86	14,7	7
3	T 69	64,1	66	65,1	11,18	14,83	7
4	T 81	51,1	49,1	50,1	10,39	14,45	8
5	T 82	67,2	66,2	66,7	12,93	15,48	8
6	T 83	66,3	62,3	64,3	11,21	14,75	8
7	T 84	63,5	63,2	63,4	11,69	14,06	8
8	T 85	59,4	60,6	58,9	11,15	14,77	8
9	T 70	76,1	73,9	75	11,83	14,97	7
10	T 71	82,7	83,8	83,3	12,58	15,125	6
11	T 72	73,9	81,1	77,5	11,75	15,09	-
12	T 86	57,3	56,4	56,8	10,45	14,58	8
13	T 73	66,3	69,2	67,8	11,36	14,97	7
14	T 78	69,4	68,3	68,8	11,75	14,83	8

Tabela 23: Rezultati ispitivanja drapiranja gotovih tkanina sirovinskog sastava 50/50 % Co/PES

Redni broj	Oznaka uzorka	DC (%) na licu tkanine	DC (%) na naličju tkanine	DC (%)	Minimalna amplituda A_{min} (cm)	Maksimalna amplituda A_{max} (cm)	Broj nabora (n)
1	T 41	64	66	65	11,39	14,66	8
2	T 42	90,8	93,1	92	13,62	15,12	-
3	T 43	66,4	66,6	66,5	12,04	15,98	7
4	T 80	52,3	48,9	51,6	10,36	14,44	8
5	T 44	75,4	76,7	76,1	12,09	14,95	7
6	T 46	98,4	92	93,7	13,85	15,29	-
7	T 47	74,7	73,8	74,3	11,67	15,05	7
8	T 48	81	84,3	82,7	12,43	15,1	7
9	T 49	87,8	87,4	87,6	13,24	15,18	-
10	T 50	79,7	80,4	80,1	12,77	15,03	6
11	T 51	79,7	79,9	79,8	12,51	15,775	7
12	T 52	83,4	85,7	84,6	13,315	15,78	-
13	T 53	84,8	82,7	83,8	12,57	15,22	6
14	T 54	84,5	86,6	85,6	13,25	15,16	7
15	T 55	71,9	70,5	71,2	11,69	14,97	7
16	T 56	89,3	87,4	88,4	14,56	15,125	6

Tabela 24: Rezultati ispitivanja drapiranja gotovih tkanina sirovinskog sastava 33/67 % Co/PES

Redni broj	Oznaka uzorka	DC (%) na licu tkanine	DC (%) na naličju tkanine	DC (%)	Minimalna amplituda A_{min} (cm)	Maksimalna amplituda A_{max} (cm)	Broj nabora (n)
1	T 61	82,9	83,6	83,2	12,75	16,165	6
2	T 62	92,9	88,6	90,7	13,33	15,3	-
3	T 63	80	78,9	79,5	12,56	15,06	6
4	T 64	83,5	82,8	80,9	12,86	15,06	6
5	T 65	84	83,4	83,7	12,92	15,07	-
6	T 66	80,9	79,1	80	12,6	15,01	-

Relativna gustina tkanine predstavlja takav parametar koji je definisan parametrima strukture i konstrukcije kao što su poduzna masa pređe, zapreminska masa vlakana, koeficijent pakovanja vlakana u pređi, raport prepletaja, broj promena efekata žica u raportu, položaj vezivnih tačaka u raportu prepletaja i koeficijent fleksibilnosti primenjenih pređa. Takođe i od ovog parametra zavisi efekat drapiranja.

U tabelama 25 do 28 su date vrednosti relativnih gustina sirovih tkanina za osnovu i potku i vrednosti relativne gustine tkanina. Takođe su date vrednosti zapreminskog koeficijenta osnovinih i potkinih žica, površinske mase i mase dela tkanine koji se drapira.

Tabela 25: Zapreminski koeficijenti, relativne gustine i površinske mase za pamučne sirove tkanine sa različitim gustinama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminski koeficijent osnovinih žica v_o	Zapreminski koeficijent potkinih žica v_p	Relativna gustina osnovinih žica $g_{rel,o}$	Relativna gustina potkinih žica $g_{rel,p}$	Relativna gustina tkanine g_{rel}	Površinska masa tkanine (empirijska) m'' ($g \cdot m^{-2}$)	Masa isečka tkanine koji se drapira (g)
1	I 1	3,90261	4,39611	0,97528	0,50494	0,70175	127,36373	5,75251
2	I 2	3,90261	4,39611	0,9621	0,55952	0,7337	129,57192	5,85225
3	I 3	3,90261	4,39611	0,9621	0,57317	0,74259	130,74093	5,90504
4	I 4	3,90261	4,39611	0,9621	0,62776	0,77715	135,69493	6,1288
5	I 5	3,90261	4,39611	0,97528	0,76423	0,86333	159,09954	7,18589
6	I 6	3,90261	4,39611	0,97528	0,79152	0,87861	160,32882	7,24141
7	I 7	3,90261	4,39611	0,98846	0,8734	0,92915	162,74456	7,35052

Tabela 26: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase za pamučne tipove sirovih tkanina sa različitim podužnim masama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminski koeficijent osnovinih žica v_o	Zapreminski koeficijent potkinih žica v_p	Relativna gustina osnovinih žica $g_{rel,o}$	Relativna gustina potkinih žica $g_{rel,p}$	Relativna gustina tkanine g_{rel}	Površinska masa tkanine (empirijska) m'' ($g \cdot m^{-2}$)	Masa isečka tkanine koji se drapira (g)
1	II 1	4,71995	4,00965	0,86905	0,6483	0,7506	207,07165	9,3526
2	II 2	4,71995	6,57057	0,91539	0,88119	0,89813	304,12289	13,736
3	II 3	4,71995	4,27854	0,87678	0,58969	0,71904	204,40695	9,23224
4	II 4	4,71995	4,98722	0,85474	0,7153	0,78192	228,63949	10,3267
5	II 5	4,71995	5,00611	0,85523	0,73937	0,79519	230,81956	10,4252
6	II 6	4,71995	4,47673	0,9029	0,69183	0,79035	226,28276	10,22028
7	II 7	4,71995	5,52129	0,91063	0,80449	0,85592	266,19211	12,02283
8	II 8	4,71995	5,0736	0,87787	0,68193	0,77372	229,40742	10,36142
9	II 9	4,71995	6,02297	0,92353	0,84211	0,88188	280,81456	12,68327
10	II 10	4,71995	5,50984	0,84682	0,77943	0,81243	244,64193	11,0495
11	II 11	4,71995	5,33191	0,96884	0,75763	0,85675	268,07036	12,10767

Tabela 27: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminski koeficijent osnovinih žica v_o	Zapreminski koeficijent potkinih žica v_p	Relativna gustina osnovinih žica $g_{rel,o}$	Relativna gustina potkinih žica $g_{rel,p}$	Relativna gustina tkanine g_{rel}	Površinska masa tkanine (empirijska) m'' ($g \cdot m^{-2}$)	Masa isečka tkanine koji se drapira (g)
1	III 1	5,07606	4,443	1,0885	0,62125	0,82234	241,31172	10,89909
2	III 2	5,64007	4,443	1,58156	0,61399	0,98542	249,72932	11,27927
3	III 3	5,64007	4,93667	1,60308	0,67034	1,03663	247,4963	11,17842
4	III 4	5,07606	4,93667	1,13934	0,70974	0,89924	230,83239	10,42578
5	III 5	5,57955	4,93667	1,25376	0,73445	0,9596	234,5476	10,59358
6	III 6	5,64007	4,93667	1,21362	0,63371	0,87697	271,22069	12,24995
7	III 7	5,64007	4,8837	1,56253	0,71002	1,05329	247,15305	11,16291
8	III 8	5,57955	4,8837	1,27805	0,70817	0,95135	254,60126	11,49932
9	III 9	5,64007	4,93667	1,23693	0,69028	0,92403	270,25088	12,20615
10	III 10	5,64007	4,93667	1,23693	0,6775	0,91543	268,8281	12,14193

Tabela 28: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminski koeficijent osnovinih žica v_o	Zapreminski koeficijent potkinih žica v_p	Relativna gustina osnovinih žica $g_{rel,o}$	Relativna gustina potkinih žica $g_{rel,p}$	Relativna gustina tkanine g_{rel}	Površinska masa tkanine (empirijska) m'' ($g \cdot m^{-2}$)	Masa isečka tkanine koji se drapira (g)
1	IV 1	4,22146	5,73324	0,89352	0,8212	0,8566	245,98455	11,11014
2	IV 2	4,22146	5,73324	0,88288	0,79554	0,83807	235,7011	10,64572
3	IV 3	4,22146	5,73324	0,81526	0,72303	0,76776	232,26034	10,49027
4	IV 4	4,22146	4,86514	1,04061	0,73937	0,87715	220,99123	9,981289
5	IV 5	3,84751	5,22537	0,79498	0,77184	0,78333	223,17906	10,0801
6	IV 6	3,58226	4,86514	0,75823	0,67508	0,71545	217,23842	9,81179
7	IV 7	4,22146	5,27458	1,04205	0,76627	0,92931	214,76979	9,70029
8	IV 8	5,27458	5,73324	1,09042	0,82877	0,95063	187,17923	8,45413
9	IV 9	3,58226	5,73324	0,8248	0,73186	0,77694	189,33111	8,55133

U tabelam 29 do 32 su prikazane vrednosti relativnih gustina gotovih tkanina za osnovu i potku i vrednosti relativne gustine tkanina. Isto tako su prikazane vrednosti zapreminskog koeficijenta osnovinih i potkinih žica, kao i vrednosti površinske mase tkanine.

Tabela 29: Vrednosti zapreminskih koeficijentata, relativne gustine i površinske mase gotovih pamučnih tkanina

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminski koeficijent osnovinih žica v_o	Zapreminski koeficijent potkinih žica v_p	Relativna gustina osnovinih žica $g_{rel,o}$	Relativna gustina potkinih žica $g_{rel,p}$	Relativna gustina tkanine g_{rel}	Površinska masa tkanine (empirijska) m'' (g·m ⁻²)
1	T 4	4,967	4,967	0,86777	0,57851	0,70853	149,8041
2	T 6	6,41236	6,2828	0,90628	0,90088	0,90358	231,5861
3	T 13	4,05554	4,53423	1,09267	0,70559	0,87805	154,952
4	T 14	4,967	5,28778	0,98598	0,73641	0,85211	186,877
5	T15	4,967	4,967	0,8999	0,70707	0,79768	163,9146
6	T 19	4,967	4,967	0,77135	0,77135	0,77135	163,8
7	T 27	5,28778	5,28778	1,26596	0,6843	0,93075	211,5293
8	T 28	3,53553	3,73902	1,00356	0,66426	0,81647	126,4697
9	T 39	3,5122	3,62738	1,08045	0,67298	0,85272	129,0457
10	T 100	2,93851	3,3931	1,12163	0,68939	0,87934	115,5
11	T 101	3,3931	3,3931	0,96604	0,81235	0,88587	126,1443
12	T 103	2,8677	3,07526	0,64686	0,44662	0,5375	68,04252
13	T 104	3,3931	3,26968	0,95354	0,75032	0,84584	117,1755
14	T 105	2,8677	2,86769	1,2989	0,64945	0,91846	114,6845
15	T 106	3,3931	3,3931	1,16364	0,87822	1,01091	143,6164
16	T 107	3,3931	3,3931	1,22951	0,81235	0,9994	143,3205
17	T 110	4,05554	4,05554	1,18088	0,60356	0,84424	146,3588
18	T 111	3,3931	3,3931	1,05386	0,61475	0,8049	115,3560
19	T 112	3,3931	3,3931	1,38319	0,57084	0,88859	135,6132
20	T 113	3,26968	3,3931	1,13619	0,60679	0,83032	118,6554
21	T 115	2,8677	2,93851	0,61767	0,58439	0,6008	73,55596
22	T 38	4,44262	4,79857	1,22424	0,67229	0,90722	215,6874
23	T 12	4,53423	4,53423	1,07296	0,62381	0,81812	183,8175
24	T 18	4,96697	4,96699	1,09337	0,73802	0,89829	220,1985
25	T 114	4,96699	4,79857	1,21841	0,55992	0,82596	210,5117
26	T 117	4,53423	4,96699	1,10092	0,61327	0,82168	192,7286
27	T 25	3,73902	4,05554	1,17896	0,58938	0,83358	160,9498
28	T 5	4,96699	4,96699	1,19671	0,57342	0,82839	230,2359
29	T 7	4,96699	5,87703	1,27121	0,68231	0,93131	267,1376
30	T 11	5,59017	5,59017	0,61731	0,61731	0,61731	184,2962
31	T 20	5,20943	6,41237	1,15399	0,58451	0,82129	256,6617
32	T 21	4,96699	6,41237	1,16655	0,63976	0,86389	262,4412
33	T 23	4,79858	4,79857	1,15613	0,52989	0,78271	205,7944
34	T 16	7,02439	7,25476	0,95906	0,57839	0,74479	284,5126
35	T 8	5,17402	5,17402	0,96096	0,57138	0,741	217,686
36	T 9	4,05554	5,28777	0,85193	0,55855	0,68982	189,386
37	T 10	4,53423	4,53423	0,7747	0,55619	0,65642	182,9843
38	T 119	2,43332	2,22131	0,82073	0,36501	0,54734	82,59049

Tabela 30: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase gotovih tkanina sirovinskog sastava 67/33 % Co/PES

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminski koeficijent osnovinih žica v_o	Zapreminski koeficijent potkinih žica v_p	Relativna gustina osnovinih žica $g_{rel,o}$	Relativna gustina potkinih žica $g_{rel,p}$	Relativna gustina tkanine g_{rel}	Površinska masa tkanine (empirijska) m'' (g·m ⁻²)
1	T 67	3,57148	3,57143	1,04	0,64706	0,8203	117,5709
2	T 68	3,57148	3,57143	0,9706	0,69328	0,8203	117,837
3	T 69	3,80208	3,80208	0,98408	0,71345	0,83791	126,5903
4	T 81	3,31357	3,31357	0,9434	0,64323	0,77898	105,0712
5	T 82	4,8795	4,8795	0,91567	0,72619	0,81542	161,0484
6	T 83	3,57143	3,57143	0,9937	0,7395	0,85723	121,6602
7	T 84	3,80208	3,80208	0,98408	0,71345	0,83791	128,4447
8	T 85	3,4271	3,4271	1,30835	0,59874	0,88507	126,9282
9	T 70	5,37695	5,37695	1,12443	0,73976	0,91203	230,0515
10	T 71	5,05077	5,05077	1,1396	0,75047	0,92479	218,6544
11	T 72	5,05077	5,05077	1,24224	0,65915	0,90489	237,6021
12	T 86	4,50226	4,50226	0,84813	0,4931	0,64669	170,8752
13	T 73	5,37695	6,52051	0,89779	0,69525	0,79006	270,848
14	T 78	3,57143	5,05077	1,18302	0,54204	0,80078	145,4999

Tabela 31: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase gotovih tkanina sirovinskog sastava 50/50 % Co/PES

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminski koeficijent osnovinih žica v_o	Zapreminski koeficijent potkinih žica v_p	Relativna gustina osnovinih žica $g_{rel,o}$	Relativna gustina potkinih žica $g_{rel,p}$	Relativna gustina tkanine g_{rel}	Površinska masa tkanine (empirijska) m'' (g·m ⁻²)
1	T 41	4,64239	4,64238	0,75098	0,75098	0,75098	140,375
2	T 42	5,08548	5,08548	1,5795	0,78975	1,11687	250,992
3	T 43	5,08548	5,08548	0,88847	0,78975	0,83765	174,4839
4	T 80	3,58364	3,46212	1,25997	0,68036	0,92587	135,195
5	T 44	5,08548	5,08548	1,2034	0,58771	0,84098	205,7253
6	T 46	5,8722	6,01722	1,42274	0,81098	1,07416	339,5421
7	T 47	6,56532	6,01722	0,96954	0,77053	0,86432	281,4225
8	T 48	5,08548	5,08548	1,22526	0,61263	0,86639	231,48
9	T 49	4,64238	6,01722	1,16583	0,65698	0,87517	236,066
10	T 50	5,08547	6,56532	1,27581	0,65502	0,91416	267,1329
11	T 51	5,8722	5,8722	1,09058	0,7074	0,87834	265,3516
12	T 52	5,08548	6,56532	1,27581	0,65502	0,91416	268,8516
13	T 53	5,8722	5,8722	0,943203	0,73688	0,83368	244,5788
14	T 54	6,01722	6,01721	1,238323	0,66447	0,9071	287,5089
15	T 55	6,56532	6,56532	0,891624	0,63277	0,75113	287,096
16	T 56	6,56532	6,56532	1,064196	0,74781	0,89209	337,953

Tabela 32: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase gotovih tkanina sirovinskog sastava 33/67 % Co/PES

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminski koeficijent osnovinih žica v_o	Zapreminski koeficijent potkinih žica v_p	Relativna gustina osnovinih žica $g_{rel,o}$	Relativna gustina potkinih žica $g_{rel,p}$	Relativna gustina tkanine g_{rel}	Površinska masa tkanine (empirijska) m'' (g·m ⁻²)
1	T 61	4,94728	5,12092	1,23147	0,75292	0,96291	185,4543
2	T 62	5,91312	5,91312	1,33915	0,68871	0,96036	232,5392
3	T 63	4,18121	4,18121	1,38059	0,75933	1,02387	200,0628
4	T 64	5,12095	6,61108	1,31203	0,65959	0,93027	266,7915
5	T 65	5,12095	6,61108	1,23003	0,62818	0,87902	249,3035
6	T 66	4,94727	5,45163	1,19381	0,66944	0,89397	227,9741

U radu su, takođe, uključena i merenja propustljivosti vazduha, budući da je poroznost tkanina u neposrednoj vezi sa strukturnim karakteristikama materijala. U tabelama 33 do 36 prikazane su vrednosti propustljivosti vazduha sirovih, a u tabelama 37 do 40 gotovih tkanina.

Tabela 33: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha za pamučne sirove tkanine sa različitim gustinama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)	Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)
1	I 1	636,66	5	I 5	194
2	I 2	573,5	6	I 6	161
3	I 3	523	7	I 7	112,7
4	I 4	397,66			

Tabela 34: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha za pamučne tipove sirovih tkanina sa različitim podužnim masama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)	Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)
1	II 1	505,5	7	II 7	199,67
2	II 2	69,67	8	II 8	335,13
3	II 3	402,83	9	II 9	124,33
4	II 4	271,17	10	II 10	367,83
5	II 5	305,83	11	II 11	166,6
6	II 6	340,5			

Tabela 35: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)	Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)
1	III 1	102,47	6	III 6	154,3
2	III 2	144,67	7	III 7	132,65
3	III 3	79,15	8	III 8	81
4	III 4	47,05	9	III 9	165,3
5	III 5	33,05	10	III 10	138,45

Tabela 36: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)	Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)
1	IV 1	154,65	6	IV 6	234,8
2	IV 2	171	7	IV 7	196,1
3	IV 3	201,15	8	IV 8	167,92
4	IV 4	227,6	9	IV 9	218,33
5	IV 5	192,9			

Tabela 37: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha gotovih pamučnih tkanina

Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)	Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)
1	T 4	636,5	20	T 113	450,5
2	T 6	208,5	21	T 115	262,5
3	T 13	345,5	22	T 38	131
4	T 14	415,8	23	T 12	185,8
5	T 15	997,5	24	T 18	140,5
6	T 19	315,5	25	T114	256,6
7	T 27	155,5	26	T 117	238,5
8	T 28	211,8	27	T 25	232
9	T 39	469	28	T 5	138,5
10	T 100	116	29	T 7	101,7
11	T 101	444	30	T 11	510,1
12	T 103	2183	31	T 20	199,8
13	T 104	484	32	T 21	131,8
14	T 105	167,5	33	T 23	189,8
15	T 106	136,5	34	T 16	243,6
16	T 107	100,8	35	T 8	300
17	T 110	136,8	36	T 9	186
18	T 111	511,3	37	T 10	528
19	T 112	167,5	38	T 119	746

Tabela 38: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha gotovih tkanina sirovinskog sastava 67/33 % Co/PES

Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)	Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)
1	T 67	330,6	8	T 85	310,6
2	T 68	680,9	9	T 70	70,7
3	T 69	604,5	10	T 71	101,9
4	T 81	740,1	11	T 72	45,7
5	T 82	161,8	12	T 86	325,9
6	T 83	493,8	13	T 73	86
7	T 84	476,1	14	T 78	513,1

Tabela 39: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha gotovih tkanina sirovinskog sastava 50/50 % Co/PES

Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)	Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)
1	T 41	507,5	9	T 49	106,6
2	T 42	12,1	10	T 50	105,5
3	T 43	454	11	T 51	46
4	T 80	280,4	12	T 52	57,9
5	T 44	86,7	13	T 53	95,2
6	T 46	19,4	14	T 54	61,5
7	T 47	64,9	15	T 55	90,6
8	T 48	46,4	16	T 56	32,9

Tabela 40: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha gotovih tkanina sirovinskog sastava 33/67 % Co/PES

Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)	Redni broj	Oznaka uzorka	Propustljivost vazduha (l/m ² /s)
1	T 61	81,3	4	T 64	180,8
2	T 62	32	5	T 65	104,3
3	T 63	36,4	6	T 66	48,2

U tabelama 41 do 44 su date vrednosti zapreminske mase tkanine, zapreminske ispunjenosti tkanine i masene ispunjenosti (kod sirovih pamučnih tkanina sa različitim gustinama potke, kod pamučnih tipova tkanina sa različitim podužnim masama potke, kod tkanina 50/50 % PES/Co i pamučnih tkanina sa različitim prepletajima). Upravo i od ovih veličina zavisice drapiranje tkanina.

Tabela 41: Vrednosti zapreminske mase, zapreminske i masene ispunjenosti sirovih pamučnih tkanina sa različitim gustinama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminska masa tkanine ρ_t (g/cm ³)	Zapreminska ispunjenost tkanine I_v (%)	Masena ispunjenost tkanine I_m (%)
1	I 1	0,28303	34,56	18,62
2	I 2	0,32393	39,55	23,31
3	I 3	0,30405	37,12	20
4	I 4	0,33096	40,41	21,77
5	I 5	0,40795	49,81	26,84
6	I 6	0,43332	52,9	28,51
7	I 7	0,42827	52,29	28,18

Tabela 42: Vrednosti zapreminske mase, zapreminske i masene ispunjenosti pamučnih tipova tkanina sa različitim podužnim masama potke

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminska masa tkanine ρ_t (g/cm ³)	Zapreminska ispunjenost tkanine I_v (%)	Masena ispunjenost tkanine I_m (%)
1	II 1	0,38347	46,62	25,23
2	II 2	0,46788	58,19	31,5
3	II 3	0,38567	46,98	25,37
4	II 4	0,41571	51,32	27,81
5	II 5	0,41218	53,12	27,94
6	II 6	0,40407	49,34	26,58
7	II 7	0,45117	56,4	30,18
8	II 8	0,4171	51,88	28,09
9	II 9	0,46035	60,18	31,21
10	II 10	0,43686	56,01	29,62
11	II 11	0,41886	50,53	27,56

Tabela 43: Vrednosti zapreminske mase tkanine, zapreminske i masene ispunjenosti tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminska masa tkanine ρ_t (g/cm ³)	Zapreminska ispunjenost tkanine I_v (%)	Masena ispunjenost tkanine I_m (%)
1	III 1	0,40219	51,23	27,74
2	III 2	0,43461	55,36	29,97
3	III 3	0,51561	65,68	35,56
4	III 4	0,44391	56,55	30,61
5	III 5	0,50988	64,94	35,16
6	III 6	0,51174	65,19	35,29
7	III 7	0,46633	59,4	32,16
8	III 8	0,48962	62,37	33,77
9	III 9	0,50991	64,95	35,17
10	III 10	0,53764	68,49	37,08

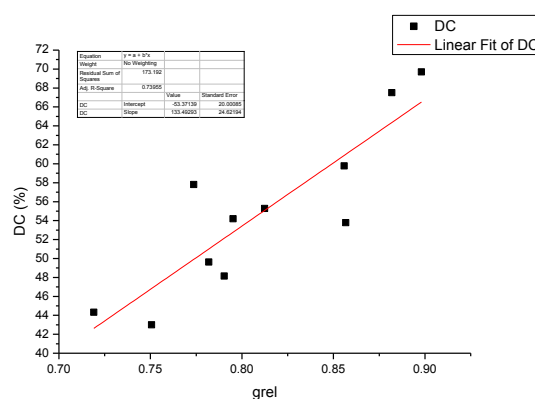
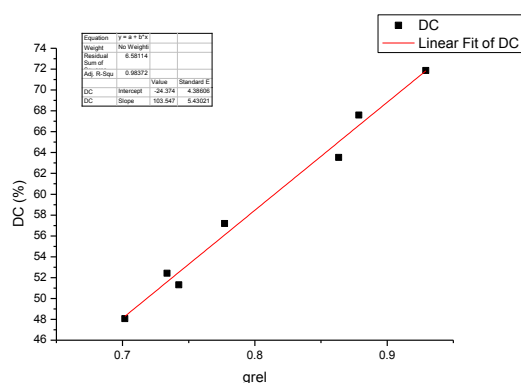
Tabela 44: Vrednosti zapreminske mase, zapreminske i masene ispunjenosti pamučnih tkanina sa različitim prepletajima

Redni broj	Oznaka uzorka	Zapreminska masa tkanine ρ_t (g/cm ³)	Zapreminska ispunjenost tkanine I_v (%)	Masena ispunjenost tkanine I_m (%)
1	IV 1	0,40325	50,22	26,53
2	IV 2	0,41351	51,5	27,2
3	IV 3	0,40747	50,74	26,81
4	IV 4	0,3453	43	22,72
5	IV 5	0,37196	46,32	24,47
6	IV 6	0,32915	40,99	21,65
7	IV 7	0,36402	45,33	23,95
8	IV 8	0,39399	49,07	25,92
9	IV 9	0,37124	46,23	24,42

3.3.1 Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanine

Relativna gustina tkanine je veličina od koje u priličnoj meri zavisi koeficijent drapiranja. Naime, sa povećanjem gustine žica u tkanini (a i relativne gustine) povećava se i koeficijent drapiranja.

Na slikama 52 i 53 su prikazane zavisnosti koeficijenta drapiranja i relativne gustine sirovih pamučnih tkanina sa različitim gustinama potke i pamučnih tipova tkanina sa različitim podužnim masama potke.

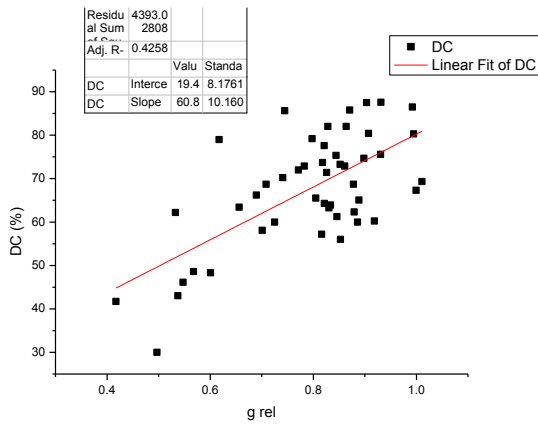


Slika 52: Zavisnost koeficijenta drapiranja i relativne gustine sirovih pamučnih tkanina sa različitim gustinama potke

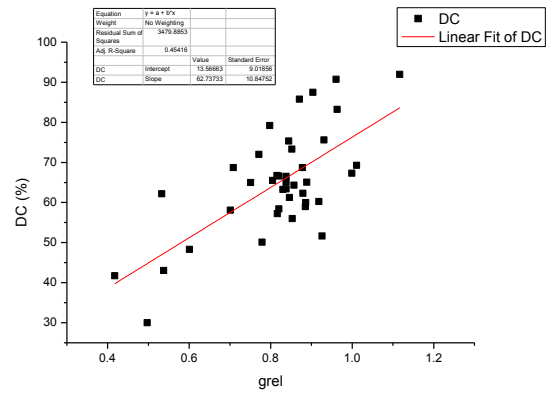
Slika 53: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine pamučnih tipova tkanina sa različitim podužnim masama potke

Kod pamučnih tkanina, u platnenom prepletaju sa različitim gustinama potke, koeficijent determinacije je $R^2 = 0,98372$, a kod pamučnih tipova tkanina, u atlas prepletaju sa različitim podužnim masama potke, je $R^2 = 0,73955$. Ove vrednosti su visoke jer su veličine u direktnoj zavisnosti. Nešto niža vrednost kod primenjenog atlas prepletaja (tj. veća odstupanja u odnosu na platneni prepletaj) je zbog same konstrukcije i strukture ovih tkanina.

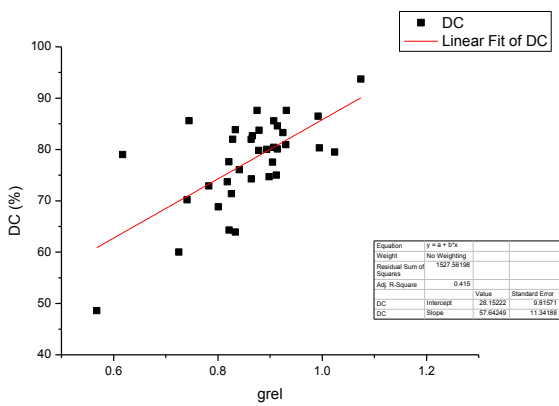
Isto tako, za sve ispitivane uzorke gotovih tkanina je posmatrana zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine. Ova zavisnost je prikazana na slikama 54 do 57. Na slici 58 je data zavisnost koeficijenta drapiranja i relativne gustine tkanine za sve ispitivane uzorke gotovih tkanina čiji je koeficijent determinacije $R^2 = 0,45602$.



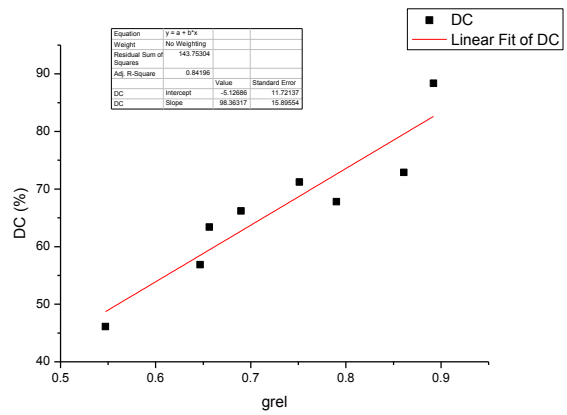
Slika 54: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine pamučnih tkanina



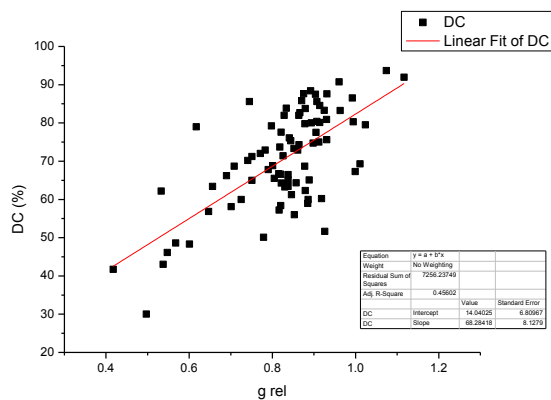
Slika 55: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanina u platnennom prepletaju



Slika 56: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanina u keper prepletaju



Slika 57: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanina u atlas prepletaju



Slika 58: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine svih uzoraka gotovih tkanina

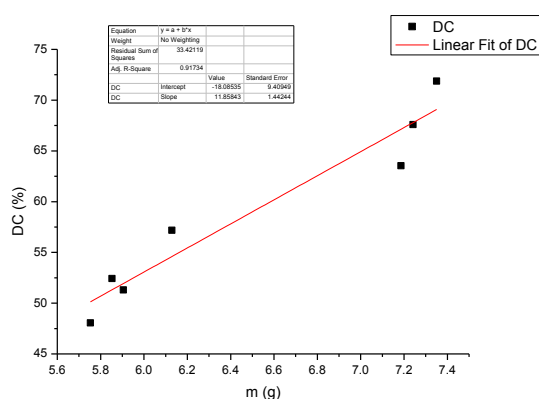
Što se tiče zavisnosti koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanina po sirovinskom sastavu, najveći koeficijent determinacije su pokazale pamučne tkanine, $R^2 = 0,42581$, zatim tkanine 67/33 % Co/PES, $R^2 = 0,37718$. Tkanine sirovinskog sastava 50/50 % Co/PES i 33/67 % Co/PES pokazuju slabu zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanine.

Pri posmatranju zavisnosti DC od g_{rel} prema primenjenom prepletaju tkanine, najbolji koeficijent determinacije pokazuju tkanine u atlas prepletaju $R^2 = 0,84196$, zatim u platnenom $R^2 = 0,45416$ i na kraju tkanine u keper prepletaju $R^2 = 0,415$.

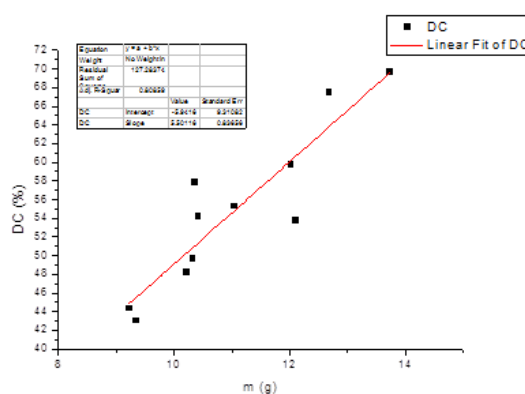
3.3.2 Zavisnost koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala koji se drapira kod sirovih tkanina

Kod uzoraka sirovih tkanina je posmatrana zavisnost koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala (tkanina) koji se drapira. Masa isečka materijala koji se drapira predstavlja masu dela ispitivanog uzorka tkanine koji se savija pod dejstvom sopstvene mase formirajući pritom profil drapiranja uzorka.

Na slici 59 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja i mase isečka materijala koji se drapira kod pamučnih tkanina u platnenom prepletaju sa promenom gustine potkinih žica, a na slici 60 kod pamučnih tipova tkanina u atlas prepletaju sa promenom podužne mase potke. Veza a između ovih parametara je redom $R^2 = 0,9174$ i $R^2 = 0,8085$. Kod tkanina sa različitim prepletajima je odsustvo povezanosti zbog niskih vrednosti determinacionih koeficijenata.

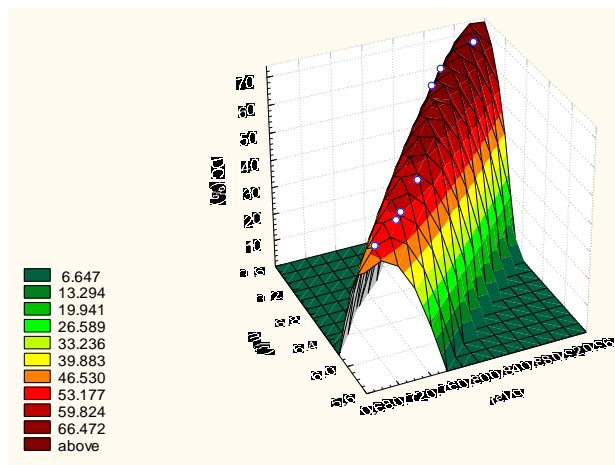


Slika 59: Zavisnost koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala koji se drapira kod tkanina sa promenom gustina potkinih žica

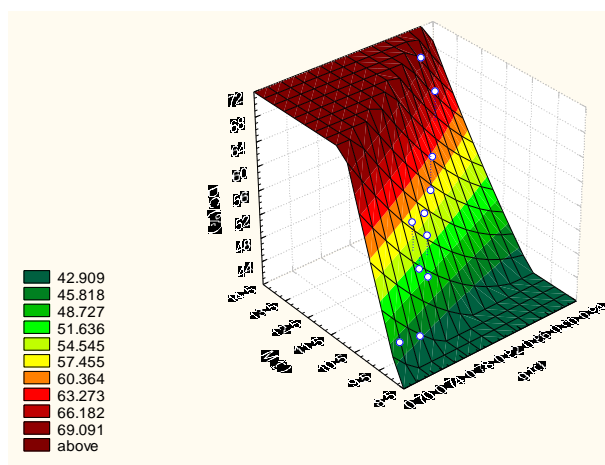


Slika 60: Zavisnost koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala koji se drapira kod tkanina sa promenom podužne mase potke

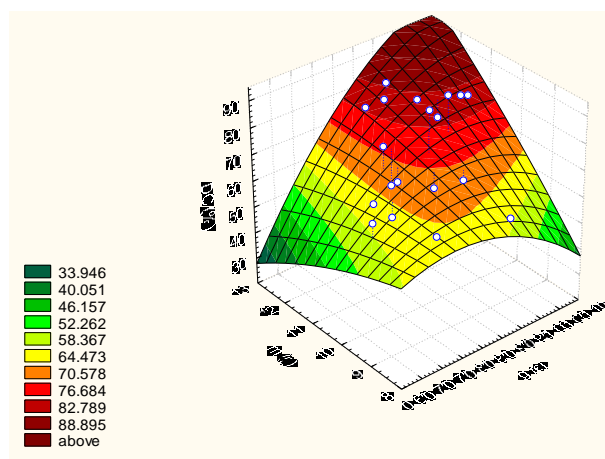
Na slikama 61 do 64 prikazani su trodimenzionalni grafici zavisnosti koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala koji se drapira i relativne gustine tkanina.



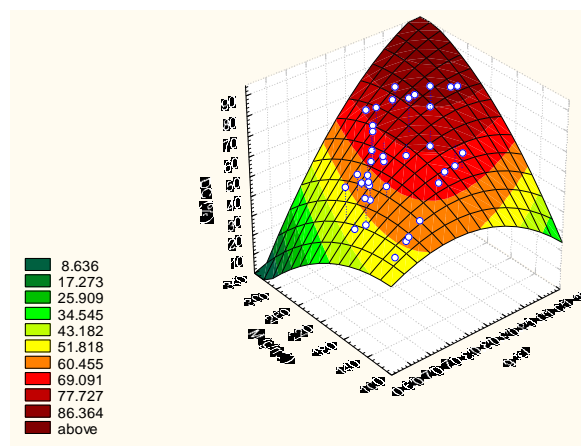
Slika 61: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i mase isečka materijala koji se drapira kod pamučnih tkanina u platnenom prepletaju sa promenom gustine potkinih žica



Slika 62: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i mase isečka materijala koji se drapira kod pamučnih tipova tkanina u atlas prepletaju sa promenom podužne mase potke



Slika 63: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i mase isečka materijala koji se drapira kod sirovih tkanina sa različitim prepletajima



Slika 64: Zavisnost koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala koji se drapira i relativne gustine za sve uzorke sirovih tkanina

Za zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i mase isečka materijala koji se drapirara kod sirovih tkanina, može se primeniti regresiona jednačina 78 koja ima oblik:

$$DC = z_0 + a \cdot m + b \cdot g_{rel} + c \cdot m^2 + d \cdot g_{rel}^2 + f \cdot m \cdot g_{rel} \quad (\%) \quad (78)$$

gde su: z_0 , a , b , c , d i f koeficijenti uz odgovarajuće promenljive veličine čije su vrednosti date u tabeli 45,

m – površinska masa tkanine ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$),

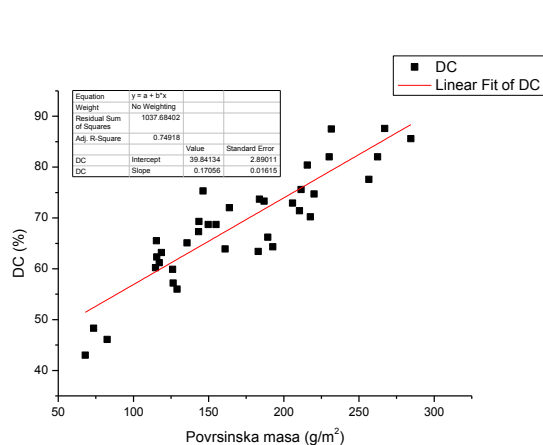
g_{rel} – relativna gustina tkanine.

Tabela 45: Koeficijenti empirijske jednačine za izračunavanje koeficijenta drapiranja kod sirovih tkanina

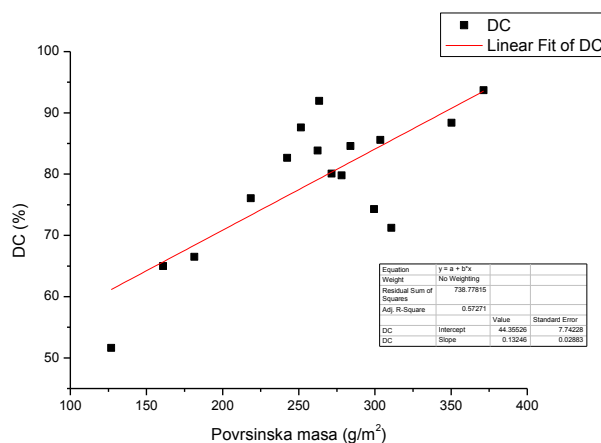
Uzorci	z_0	a	b	c	d	f	R^2
kod pamučnih tkanina sa promenom gustine potke	-293,08681	11,22234	93,74934	-7596,7875	-124,2935	1894,57956	0,99985
kod pamučnih tipova tkanina sa promenom podužne mase potke	-27,24439	-336,6155	38,80523	404,06189	0,29531	-41,76785	0,69477
kod tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima	1679,03775	89,87704	-289,6922	-250,16499	11,12123	36,66794	0,42547
kod pamučnih tkanina sa različitim prepletajima	160,87155	-413,8327	15,18672	89,88282	-2,02715	28,26004	-0,16817
za sve uzorke tkanina	-102,19606	433,25449	-13,02149	-340,14085	-0,44954	26,09479	0,55624

3.3.3 Zavisnosti koeficijenta drapiranja od površinske mase gotovih tkanina

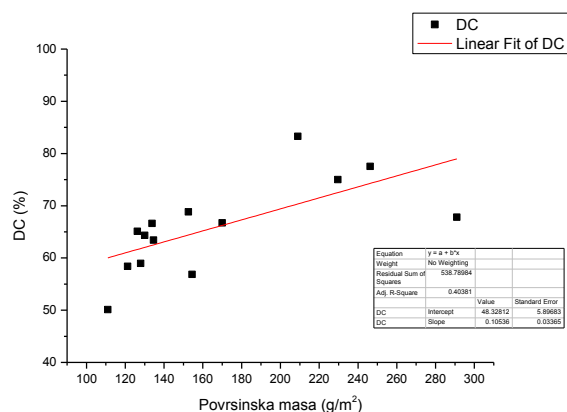
Na slikama 65, 66 i 67 su prikazane zavisnosti koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina sirovinskog sastava 100 % Co, 50/50 % Co/PES i 67/33 % Co/PES. Determinacioni koeficijenti zavisnosti ovih dveju veličina su redom: $R^2 = 0,74918$, $R^2 = 0,57271$ i $R^2 = 0,40381$. Kod tkanina 33/67 % Co/PES veza je veoma mala.



Slika 65: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase pamučnih tkanina

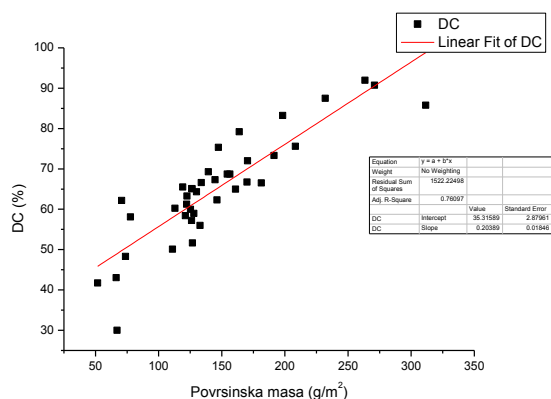


Slika 66: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina 50/50 % Co/PES

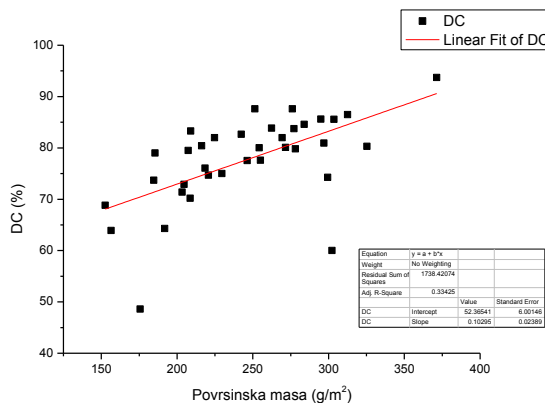


Slika 67: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina 67/33 % Co/PES

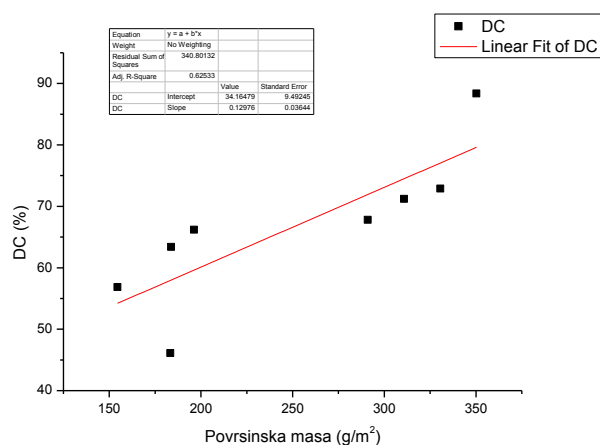
Na slici 68 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina u platnenom prepletaju, na slici 69 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina u keper prepletaju a na slici 70 za gotove tkanine u atlas prepletaju. Najbolji koeficijent determinacije pokazuju tkanine u platnenom prepletaju, $R^2 = 0,76097$, zatim tkanine u atlas prepletaju, $R^2 = 0,62533$ i na kraju tkanine u keper prepletaju, $R^2 = 0,33425$.



Slika 68: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina u platnenom prepletaju

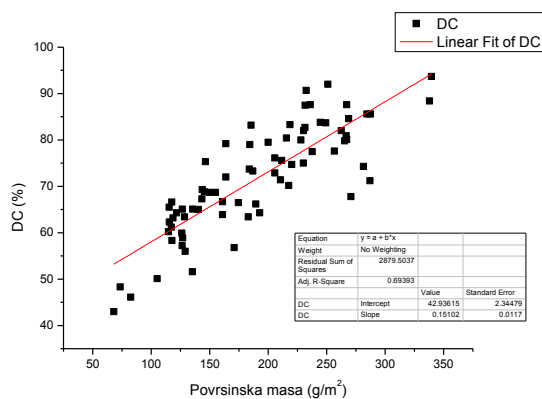


Slika 69: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina u keper prepletaju



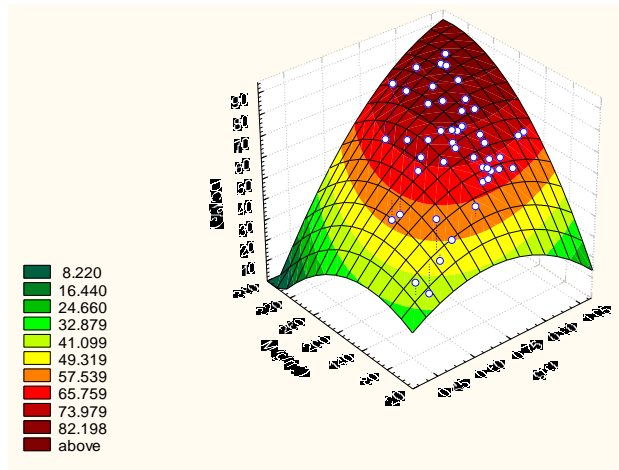
Slika 70: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina u atlas prepletaju

Na slici 71 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase za sve ispitivane uzorke gotovih tkanina čiji koeficijent determinacije iznosi: $R^2 = 0,69393$.

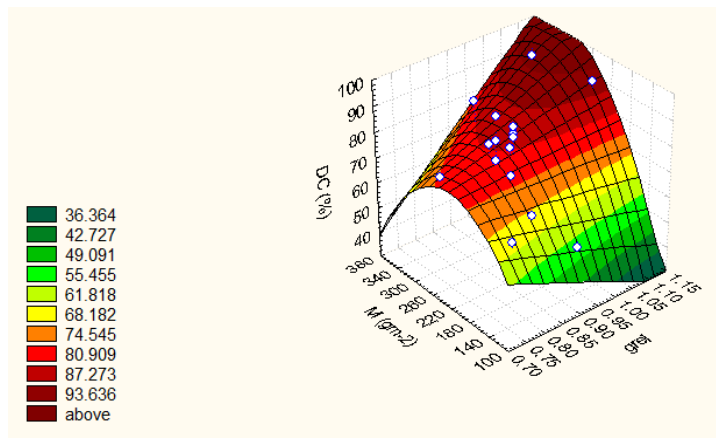


Slika 71: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase svih ispitivanih tkanina

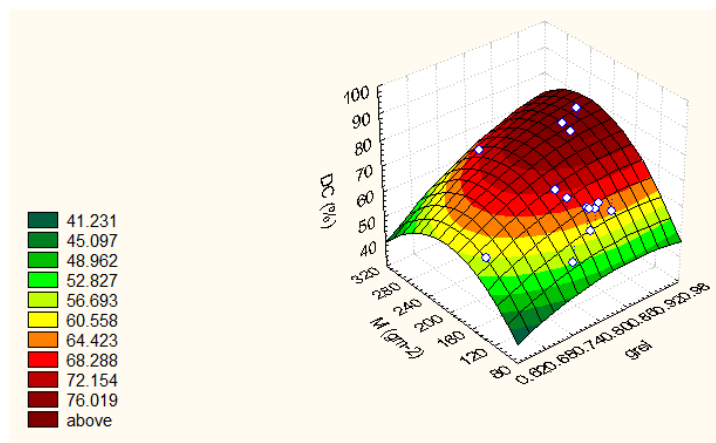
Na slikama 72 do 75 prikazani su trodimenzionalni grafici zavisnosti koeficijenta drapiranja od površinske mase i relativne gustine tkanina.



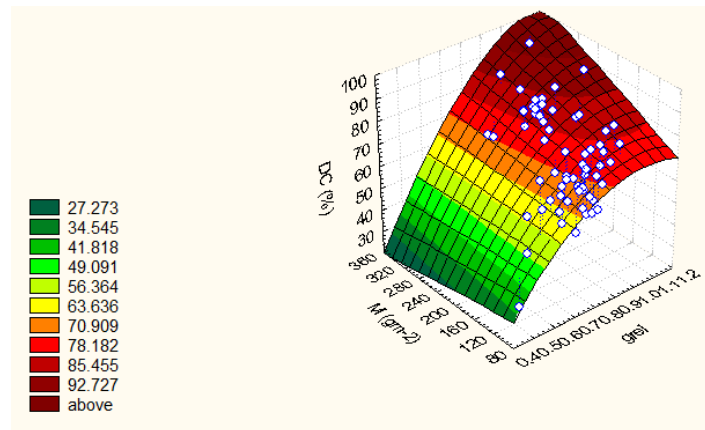
Slika 72: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase i relativne gustine gotovih pamučnih tkanina



Slika 73: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i površinske mase tkanina sirovinskog sastava 50/50 % Co/PES



Slika 74: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i površinske mase tkanine sirovinskog sastava 67/33 % Co/PES



Slika 75: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i površinske mase kod svih ispitivanih tkanina

Prema rezultatima sa slika 72, 73, 74 i 75, koeficijent drapiranja se može predvideti sledećom regresionom jednačinom:

$$DC = z_0 + a \cdot m + b \cdot g_{rel} + c \cdot m^2 + d \cdot g_{rel}^2 + f \cdot m \cdot g_{rel} \quad (\%) \quad (77)$$

gde su: z_0 , a , b , c , d i f koeficijenti uz odgovarajuće promenljive veličine čije su vrednosti date u tabeli 46,

m – površinska masa tkanine ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$),

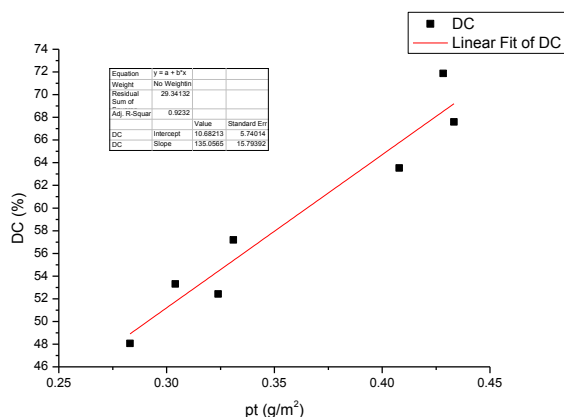
g_{rel} – relativna gustina tkanine.

Tabela 46: Koeficijenti regresione jednačine za izračunavanje koeficijenta drapiranja kod gotovih tkanina prema sirovinskom sastavu

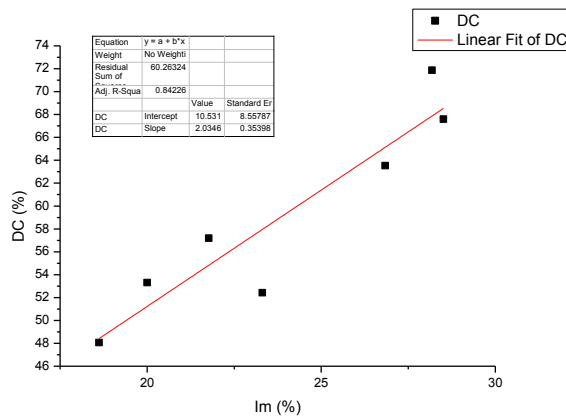
Uzorci	z_0	a	b	c	d	f	R^2
Co 100 %	-19,83968	173,63221	0,00163	-137,8823	$-6,57984 \cdot 10^{-4}$	0,43138	0,71149
Co/PES 67/33 %	-142,64628	257,69262	0,88151	-116,3024	-0,00174	-0,13306	0,80557
Co/PES 50/50 %	25,17768	8,23473	0,17784	-52,27359	-0,00104	0,4979	0,817
Co/PES 33/67	2207,88869	-26,16778	-26,16778	0,10599	0,10705	-	-
svi uzorci gotovih tkanina	-1,68192	117,83898	0,00715	-104,7840	$-7,22839 \cdot 10^{-4}$	0,46948	0,77782

3.3.4 Zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske mase, zapreminske i masene ispunjenosti sirovih tkanina

Na slici 76 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske mase sirove pamučne tkanine sa promenom gustina žica potke ($R^2 = 0,9232$), a na slici 77 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja od masene ispunjenosti tkanine ($R^2 = 0,84226$).

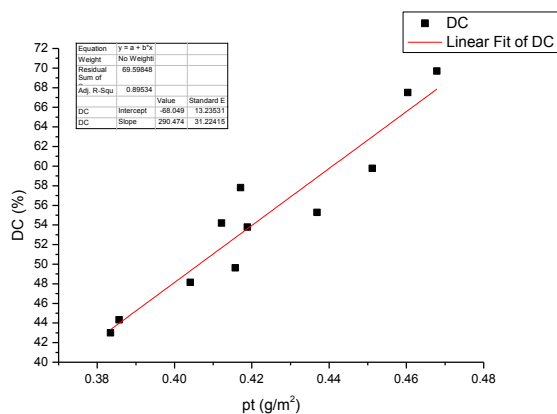


Slika 76: Zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske mase tkanine sa promenom gustine potke

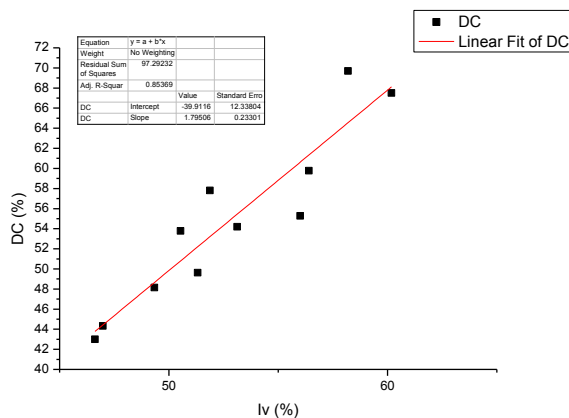


Slika 77: Zavisnost koeficijenta drapiranja od masene ispunjenosti kod tkanina sa promenom gustine potke

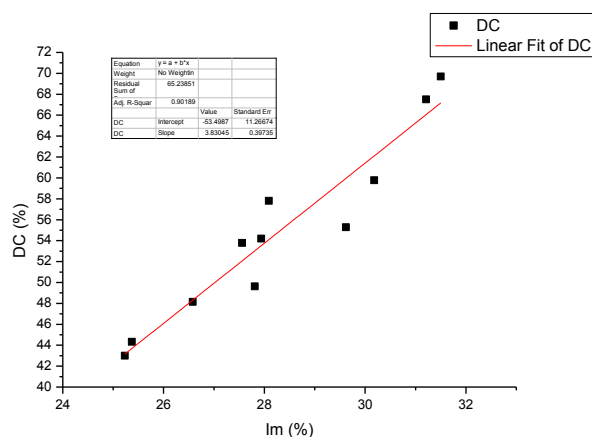
Na slici 78 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske mase sirovih tkanina ($R^2 = 0,89534$), na slici 79 zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske ispunjenosti sirovih tkanina ($R^2 = 0,85369$) i na slici 80 zavisnost koeficijenta drapiranja od masene ispunjenosti sirovih tkanina ($R^2 = 0,90189$) sa promenom podužne mase pređe za potku.



Slika 78: Zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske mase kod tkanina sa promenom podužne mase potke



Slika 79: Zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske ispunjenosti kod tkanina sa promenom podužne mase potke

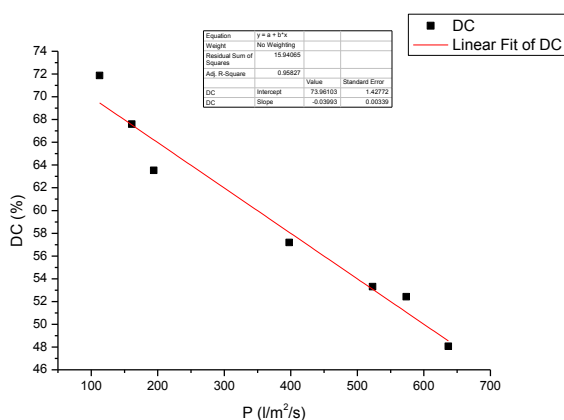


Slika 80: Zavisnost koeficijenta drapiranja od masene ispunjenosti kod tkanina sa promenom podužne mase potke

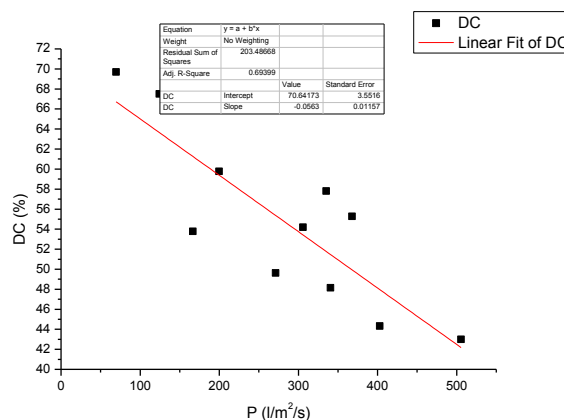
Zapreminska masa tkanine i zapreminska ispunjenost tkanine, kod tkanina gde se menjala gustina potkinih žica, imaju istu korelaciju sa koeficijentom drapiranja iz razloga što su sve tkanine u grupi izrađene od istih pređa pa stoga imaju iste vrednosti za zapreminsku masu pređa. To nije slučaj kod tkanina sa promenom podužne mase žica potke jer su korišćene različite pređe za potku koje imaju različite vrednosti zapreminskih masa.

3.3.5 Zavisnost koeficijenta drapiranja od propustljivosti vazduha tkanine

Na slici 81 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja od propustljivosti vazduha kod sirovih pamučnih tkanina sa promenom gustine potke ($R^2 = 0,958227$), a na slici 82 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja od propustljivosti vazduha kod sirovih pamučnih tipova tkanina sa promenom podužne mase potke ($R^2 = 0,69399$).

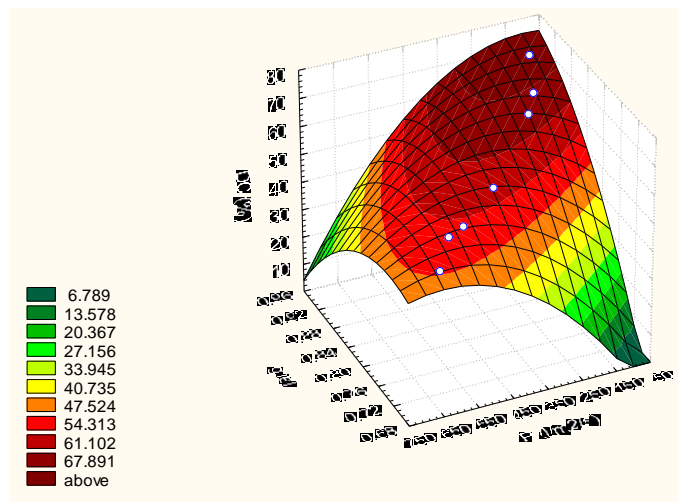


Slika 81: Zavisnost koeficijenta drapiranja od propustljivosti vazduha kod tkanina sa promenom gustine potke

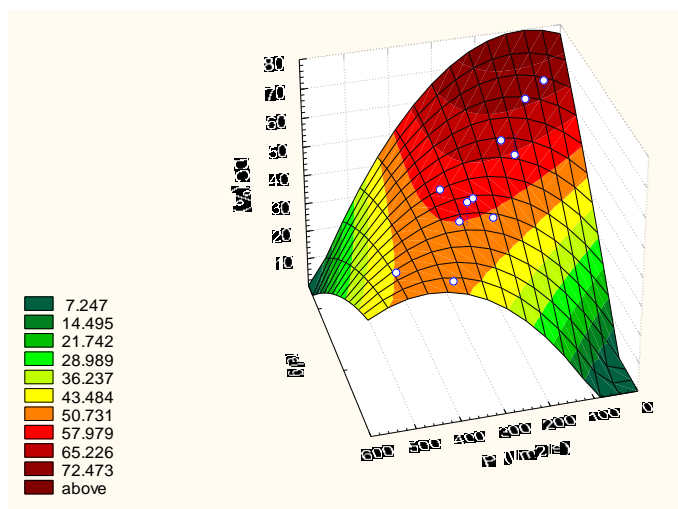


Slika 82: Zavisnost koeficijenta drapiranja od propustljivosti vazduha kod tkanina sa promenom podužne mase potke

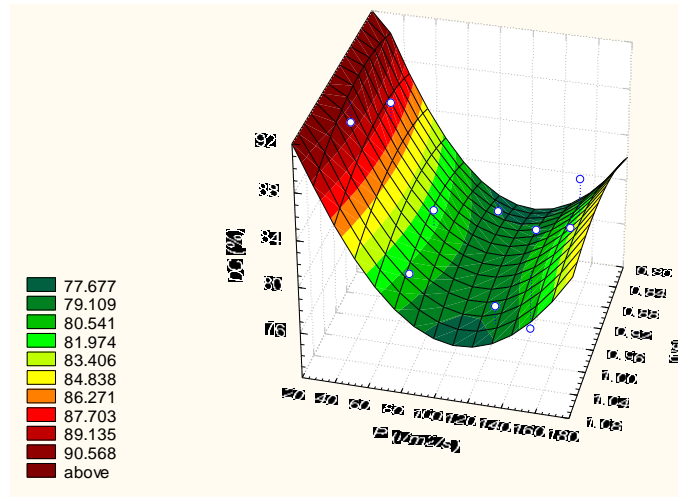
Na slikama 83 do 86 prikazane su trodimenzionalne zavisnosti koeficijenta drapiranja, relativne gustine i propustljivosti vazduha sirovih pamučnih tipova tkanina.



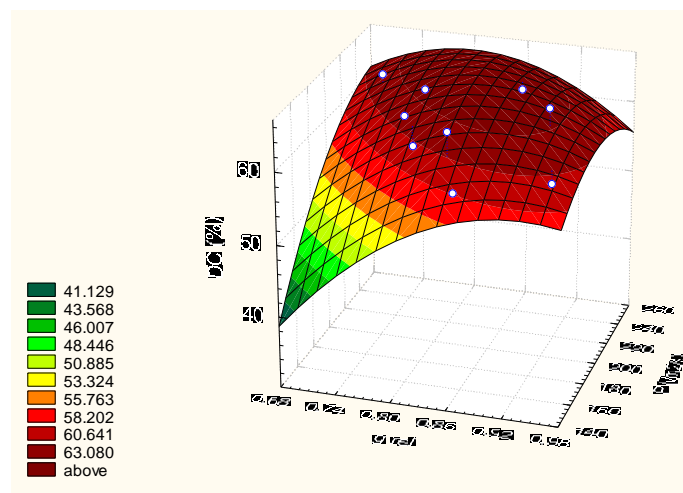
Slika 83: Zavisnost koeficijenta drapiranja, relativne gustine tkanine i propustljivosti vazduha kod pamučnih tkanina sa promenom gustine potkinih žica



Slika 84: Zavisnost koeficijenta drapiranja, relativne gustine tkanine i propustljivosti vazduha kod pamučnih tipova tkanina sa promenom podužne mase potkinih žica



Slika 85: Zavisnost koeficijenta drapiranja, relativne gustine tkanine i propustljivosti vazduha kod tkanina 50/50 % PES/Co sa razlicitim prepletajima



Slika 86: Zavisnost koeficijenta drapiranja, relativne gustine tkanine i propustljivosti vazduha kod pamucnih sirovih tkanina sa razlicitim prepletajima

Prema rezultatima sa slika 83 do 86, koeficijent drapiranja za ove vrste tkanina se može predvideti sledećom regresionom jednačinom:

$$DC = z_0 + a \cdot g_{rel} + b \cdot P + c \cdot g_{rel}^2 + d \cdot P^2 + f \cdot g_{rel} \cdot P \quad (\%) \quad (79)$$

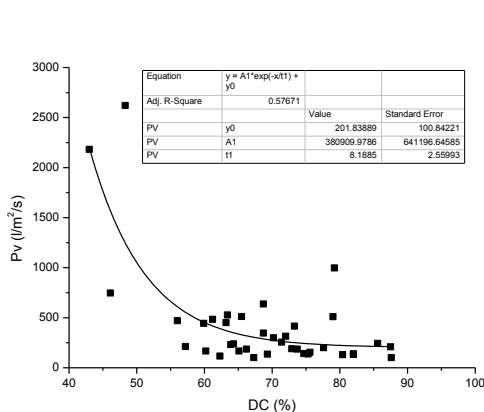
gde su: z_0 , a , b , c , d i f koeficijenti uz odgovarajuće promenljive veličine čije su vrednosti date u tabeli 47,

g_{rel} – relativna gustina tkanine,
 P – propustljivost vazduha ($l/m^2/s$).

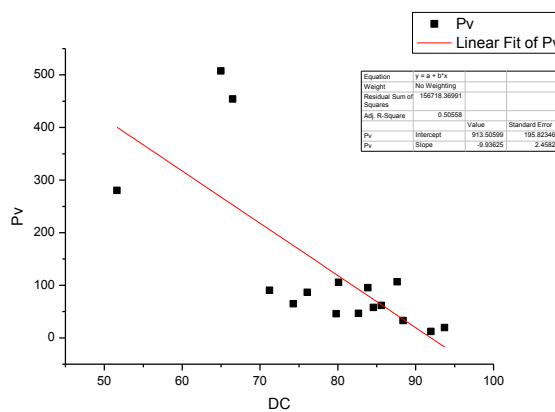
Tabela 47. Koeficijenti empirijske jednačine za izračunavanje koeficijenta drapiranja kod sirovih tkanina

Uzorci	z_0	a	b	c	d	f	R^2
kod pamučnih tkanina sa promenom gustine potke	-743,68831	0,65584	1563,79011	$-1,64433 \cdot 10^{-4}$	-742,56664	-0,65063	0,94896
kod pamučnih tipova tkanina sa promenom podužne mase potke	-537,48776	1,02366	956,61387	$-3,26926 \cdot 10^{-4}$	-322,30814	-1,02464	0,60823
kod tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima	32,24165	-0,48876	157,17318	0,00172	-87,9035	0,08822	0,48323
kod pamučnih tkanina sa različitim prepletajima	-326,08934	1,14922	620,66883	-0,0013	-282,02754	-0,65501	-0,37638
za sve uzorke tkanina	231,15422	-311,726	-0,39815	171,13508	$2,2949 \cdot 10^{-4}$	0,25787	0,72776

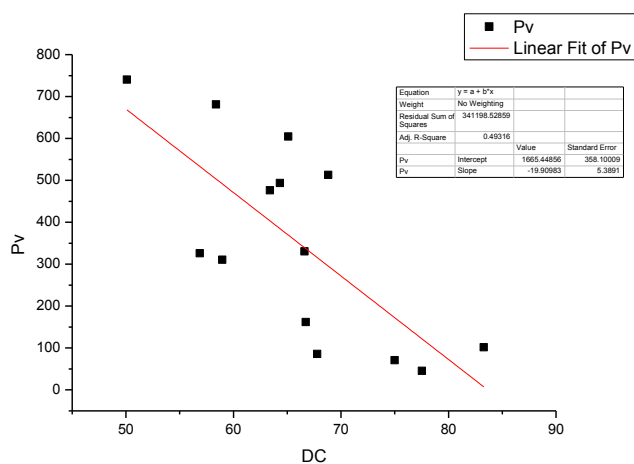
Na slikama 87, 88 i 89 su date zavisnosti koeficijenta drapiranja gotovih pamučnih tkanina sa koeficijentom determinacije $R^2 = 0,41592$, tkanina iz mešavine 50/50 % Co/PES sa $R^2 = 0,50558$ i tkanina 67/33 % Co/PES gde je $R^2 = 0,49316$.



Slika 87: Zavisnost propustljivosti vazduha od koeficijenta drapiranja gotovih pamučnih tkanina

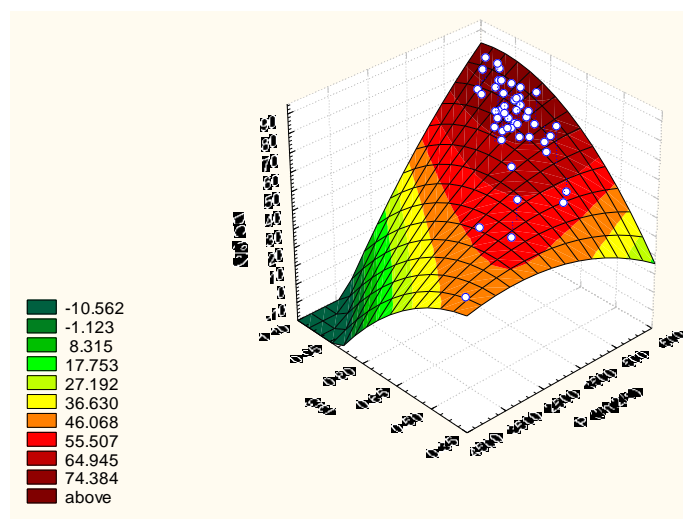


Slika 88: Zavisnost propustljivosti vazduha od koeficijenta drapiranja za tkanine iz 50/50 % Co/PES

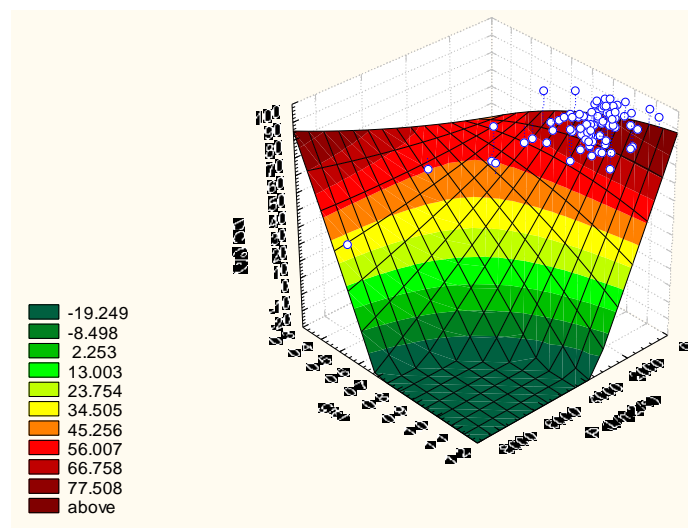


Slika 89: Zavisnost propustljivosti vazduha od koeficijenta drapiranja tkanina iz 67/33 % Co/PES

Na slikama 90 i 91 prikazane su trodimenzionalne zavisnosti koeficijenta drapiranja, relativne gustine i propustljivosti vazduha gotovih pamučnih tkanina kao i kod svih uzoraka gotovih tkanina.



Slika 90: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i propustljivosti vazduha pamučnih tkanina



Slika 91: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i propustljivosti vazduha kod svih ispitivanih uzoraka gotovih tkanina

Za opisivanje zavisnosti koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanine i propustljivosti vazduha kod gotovih tkanina, može se primeniti ista regresiona jednačina kao kod zavisnosti koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanina i propustljivosti vazduha za sirove tkanine (jednačina 79). U tabeli 48 su prikazani odgovarajući koeficijenti uz promenljive veličine regresione jednačine za izračunavanje koeficijenta drapiranja za gotove tkanine.

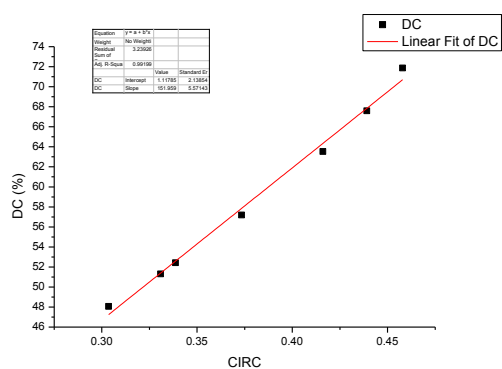
Tabela 48: Koeficijenti empirijske jednačine za izračunavanje koeficijenta drapiranja kod gotovih tkanina

Uzorci	z_0	a	b	c	d	f	R^2
Co 100 %	-34,18829	0,01173	232,42315	$-1,83699 \cdot 10^{-7}$	-122,3978	-0,02554	0,4915
Co/PES 67/33 %	-26,15336	143,80375	0,10102	-32,16027	$-2,02986 \cdot 10^{-5}$	-0,12895	0,5535
Co/PES 50/50 %	-184,08393	542,58163	0,30691	-262,08436	$9,51613 \cdot 10^{-5}$	-0,49034	0,69909
Co/PES 33/67	114,18142	-1,28756	-1,28756	0,01457	0,01471	-	-
za sve uzorke tkanina	13,21974	105,9844	0,01584	-36,20957	$1,28367 \cdot 10^{-7}$	-0,04058	0,54151

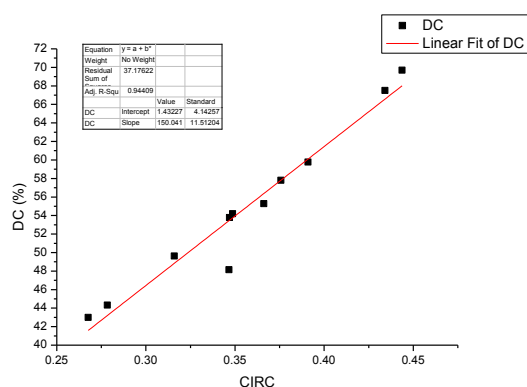
3.3.6 Zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti drapiranog uzorka

Koeficijent drapiranja je samo jedan od parametara za merenje drapirljivosti tekstilnih materijala, uglavnom nedovoljan za opisivanje kompleksnosti drapiranja. Kao jedan od parametara definisanja drapiranja može se koristiti *CIRC*. To je vrednost koja opisuje izgled samog profila drapiranog uzorka tkanine

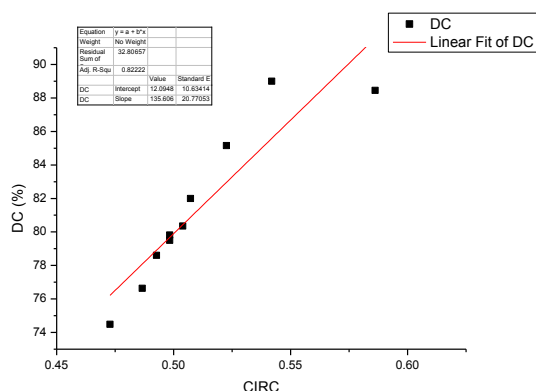
Na slici 92 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti profila drapiranog uzorka kod sirovih tkanina sa različitim gustinama potkinih žica na slici 93 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti profila drapiranog uzorka kod pamučnih tipova tkanina sa promenom podužne mase potkinih žica. Slike 94 i 95 prikazuju zavisnosti koeficijenta drapiranja od cirkularnosti profila drapiranog uzorka kod tkanina sa različitim prepletajima.



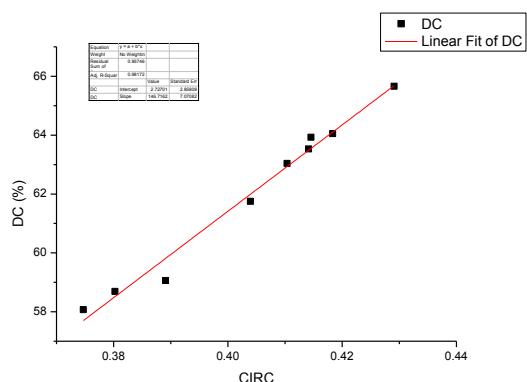
Slika 92: Zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti za tkanine sa promenom gustine potke



Slika 93: Zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti za tkanine sa promenom podužne mase potke



Slika 94: Zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti za tkanine 50/50 % PES/Co sa promenom prepletaja

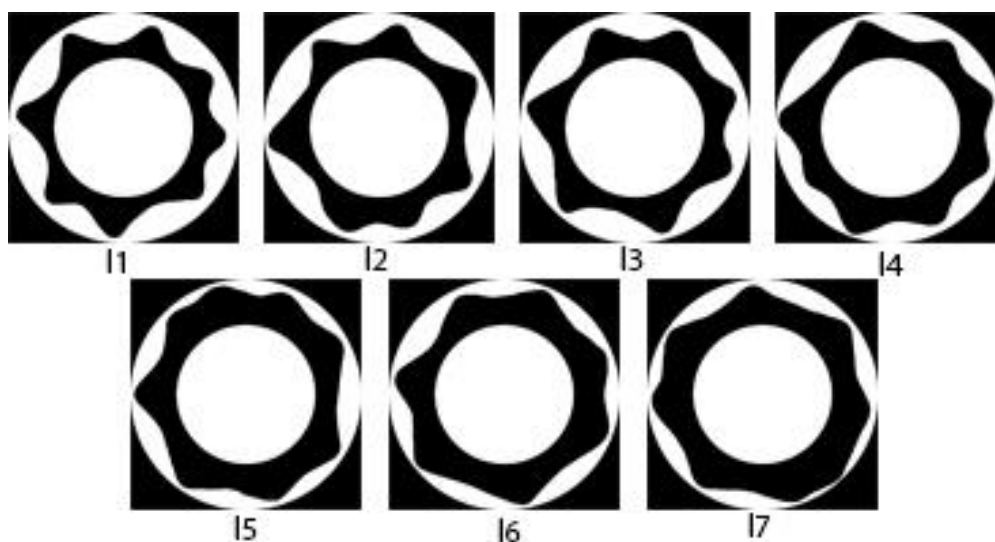


Slika 95: Zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti pamučnih tkanina sa promenom prepletaja

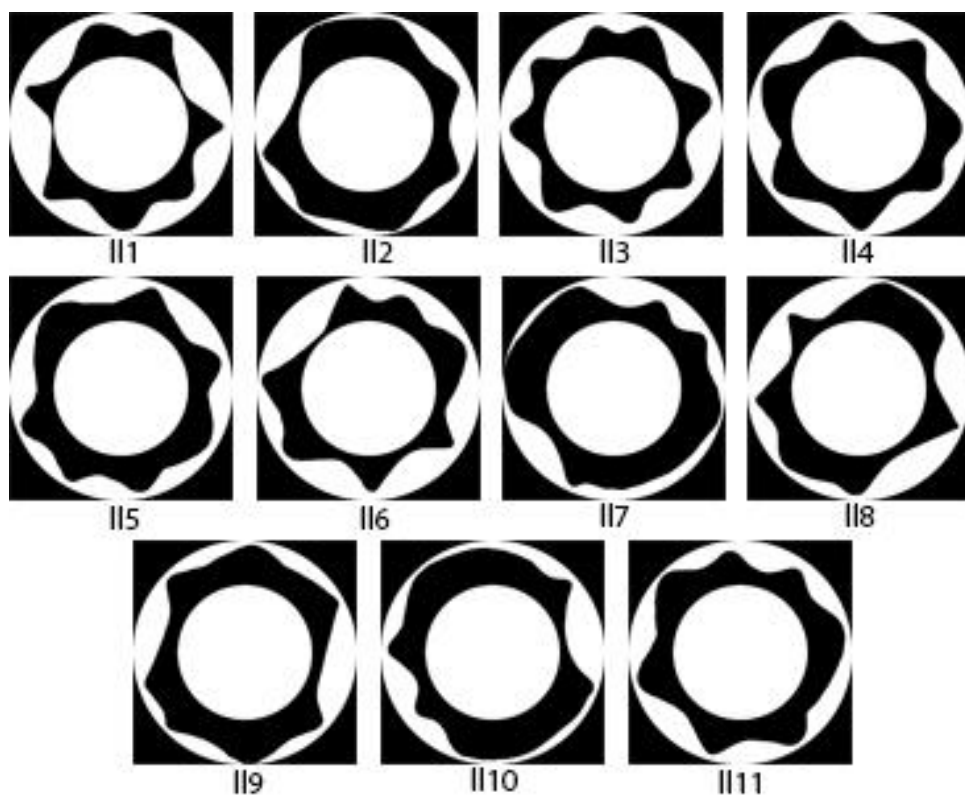
Prikazani grafici pokazuju da koeficijent drapiranja ima dobru zavisnost od cirkularnosti kruga. Koeficijenti determinacije redom su: $R^2 = 0,9919$ kod tkanina sa promenom gustine potke, $R^2 = 0,9440$ kod tkanina sa promenom podužne mase potke, $R^2 = 0,8222$ i $R^2 = 0,29817$ kod tkanina sa promenom prepletaja.

Cirkularnost kruga kao mera odstupanja nekog oblika od savršenog kruga, je u neposrednoj vezi sa izgledom profila drapiranog uzorka. Tako na primer, veoma krute tkanine, koje nemaju nabore i imaju male razlike između vrednosti minimalnih i maksimalnih amplituda, će imati više vrednosti cirkularnosti kruga (bliže jedinici). Tkanine sa većim brojem nabora i većom razlikom između vrednosti minimalne i maksimalne amplitude će imati manje vrednosti cirkularnosti.

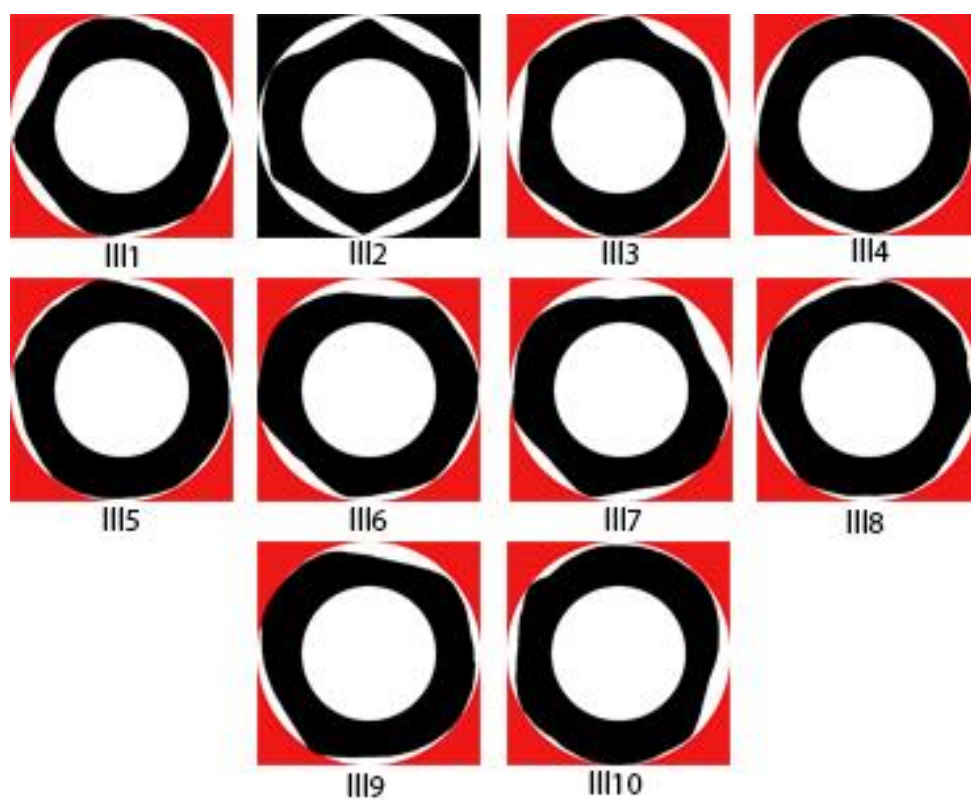
Na slikama 96 do 99 su prikazani izgledi profila drapiranih uzoraka sirovih tkanina.



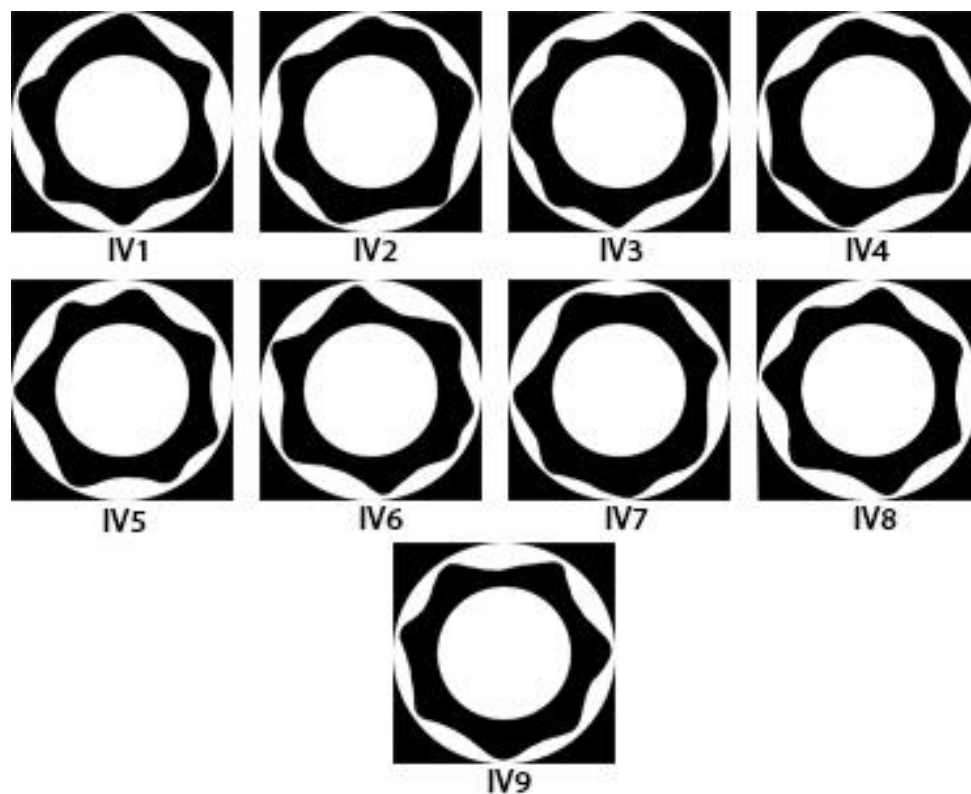
Slika 96: Izgled profila drapiranih uzoraka sirovih pamučnih tkanina



Slika 97: Izgled profila drapiranih uzoraka sirovih pamučnih tipova tkanina



Slika 98: Izgled profila drapiranih uzoraka 50/50 % PES/Co tkanina sa različitim prepletajima



Slika 99: Izgled profila drapiranih uzoraka pamučnih tkanina različitih prepletaja

Na osnovu rezultata iz tabele 17 i izgleda uzoraka sa slike 96, može se zaključiti da se, povećanjem gustina potke, povećavaju i vrednosti koeficijenata drapiranja (razlika između crne i bele boje u prstenu), a takođe se povećavaju i vrednosti za cirkularnost kruga. Što je veći koeficijent drapiranja, razlike između minimalne i maksimalne amplitude su manje pa profil uzoraka teži savršenom krugu. Kod uzoraka tkanina sa promenom podužne mase (slika 97, tabela 18), može se doneti isti zaključak, iako se sa slika može primetiti da ovi uzorci tkanina imaju različite izgleda profila drapiranja.

Uzorci tkanina 50/50 % PES/Co sa promenom prepletaja imaju znatno veće koeficijente drapiranja od uzoraka pamučnih tkanina različitih prepletaja, s obzirom da se radi o veoma krutim strukturama tkanina. Sa slika profila i vrednostii cirkularnosti kruga (tabela 19) se takođe vidi da ovi uzorci (50/50 % PES/Co) imaju mali broj nabora ili uopšte nemaju nabore i malu razliku u vrednostima između minimalne i maksimalne amplitude. Dok, suprotno tome, kod uzoraka pamučnih tkanina sa promenom prepletaja, koeficijenti drapiranja imaju niže vrednosti i veće razlike između minimalnih i maksimalnih amplituda, a samim tim i niže vrednosti cirkularnosti kruga (tabela 20).

3.4 Diskusija rezultata

3.4.1 Uticaj gustine žica na drapiranje tkanina

Kod ispitivanja sirovih tkanina, kod pamučnih tkanina u platnenom prepletaju je posmatran uticaj promene gustine žica potke na drapiranje ispitivanih uzoraka. Naime, uzeto je 7 uzoraka tkanina, kod kojih su u procesu tkanja korišćene različite gustine potke. Iz tabele 5 se može videti da su uvedene gutine potki: 16, 18, 20, 22, 24, 26 i 28 žica po jednom cm, dok su ostali parametri ostali nepromenjeni (Tt_o , Tt_p , g_o , sirovinski sastav, prepletaj).

Međutim, pri procesu proizvodnje ovih tkanina došlo je do promene ostalih parametara kao što se vidi u tabeli 9. Pri promeni gustine potkinih žica, povećava se i površinska masa tkanine. Sa povećanjem površinske mase povećava se i masa isečka materijala koji se drapira, i dolazi do povećanja vrednosti koeficijenta drapiranja (slika 59).

Povećavanjem gustine žica potke povećava se i relativna gustina tkanine, jer je veći broj žica na 1 cm, pa je samim tim međuprostor između žica potke manji. Na slici 52 se može videti da sa povećanjem relativne gustine tkanine dolazi i do povećanja vrednosti koeficijenta drapiranja.

Promena gustine potkinih žica takođe utiče i na zapreminsku masu tkanine, zapreminsku ispunjenost i masenu ispunjenost tkanine tako što se i ove vrednosti povećavaju sa povećanjem gustine potkinih žica u tkanini.

Zapreminska masa i zapreminska ispunjenost tkanine kod tkanina sa promenom gustine potkinih žica imaju približno istu korelaciju sa koeficijentom drapiranja iz razloga što su te tkanine izrađene od istih pređa i za osnovu i za potku pa stoga imaju iste vrednosti zapreminske mase pređa. To nije slučaj kod tkanina sa različitom podužnom masom žica potke jer imaju različite vrednosti zapreminske mase pređa. Zavisnosti ovih parametara i koeficijenta drapiranja su prikazani na slikama 76 i 77 gde se vidi da sa povećanjem njihovih vrednosti dolazi i do povećavanja vrednosti koeficijenta drapiranja.

Takođe je posmatran uticaj propustljivosti vazduha na koeficijent drapiranja u zavisnosti od promene gustina žica potke. Na slici 81 se može videti da se sa povećanjem koeficijenta drapiranja vrednosti propustljivosti vazduha smanjuju zbog veće gustine potkinih žica po jednom cm.

Sa povećanjem gustine potkinih žica, smanjuje se debljina tkanine, što se može objasniti tako da sa povećanjem gustine dolazi do veće zategnutosti osnove. Iz tog razloga na vezivnim tačkama osnove i potke dolazi do većih deformacija pređa (odstupanja od kružnog oblika).

3.4.2 Uticaj podužne mase na drapiranje tkanina

Sposobnost drapiranja tkanina u mnogome zavisi od vrste primenjenih pređa, naročito od njihove podužne mase, upredenosti, sirovinskog sastava, da li je primenjena jednožična ili končana pređa. Kod sirovih uzoraka tkanina je posmatran uticaj promene podužne mase potkinih žica na koeficijent drapiranja. U izradi tkanina korišćene su pređe za potku različitog sirovinskog sastava, podužne mase, broja uvoja i strukture (končana i jednožična) (tabela 6). Osim toga, žice osnove su sirovinskog sastava 100 % Co, dok su žice potke različitih sirovinskih sastava. Ostali parametri strukture su: podužna masa osnove $T_{t_o} = 13,5 \times 2 \text{ tex}$; gustina žica osnove $g_o = 43 \text{ cm}^{-1}$, gustina žica potke $g_p = 36 \text{ cm}^{-1}$, prepletaj petožični atlas i broj uvoja osnovinih žica $T_o = 826 \text{ m}^{-1}$. Broj uvoja potkinih žica T_p zavisi od primenjene pređe za potku (tabela 6).

Sa promenom podužne mase pređa potke dolazi do promene u površinskoj masi tkanine, odnosno sa povećanjem podužne mase potkinih žica povećava se i površinska masa tkanine. Na slici 60 se može videti zavisnost koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala koji se drapira i zaključiti da se sa povećanjem mase povećava i koeficijent drapiranja. Takođe sa povećanjem podužne mase potkinih žica, povećava se i relativna gustina tkanina, a na grafiku zavisnosti (slika 53) se može videti da se sa povećanjem relativne gustine tkanine povećava i koeficijent drapiranja tkanina.

Ako se uporede zavisnosti koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanina kod tkanina sa promenom gustina žica potke i tkanina sa promenom podužne mase potke, može se zaključiti da je dobijena bolja korelacija u prvom slučaju nego u drugom (slike 52 i 53). Moguće je da u drugom slučaju nije dobijena veća korelacija zbog toga što je osim podužne mase potke različit i sirovinski sastav potkinih žica, struktura, kao i broj uvoja potkinih žica. Ako se posmatraju uzorci II 4 i II 5 (tabela 10) koji imaju slične vrednosti podužne mase ($14,62 \times 2 \text{ tex}$ i $14,36 \text{ tex}$) i oba uzorka su izrađena od končane pređe, ali različitog sirovinskog sastava i broja uvoja potke (684 m^{-1} i 708 m^{-1}), imaju različite vrednosti koeficijenata drapiranja (49,62 % i 54,19 %). Može se zaključiti da postoji razlika u vrednostima koeficijenata drapiranja zbog različitog broja uvoja pređa za potku i različitog sirovinskog sastava. Ukoliko se posmatraju uzorci II 10 i II 11 (tabela 10) koji imaju slične vrednosti podužne mase ($34,73 \text{ tex}$ i $17,28 \times 2 \text{ tex}$) kao i slične vrednosti broja uvoja pređe potke, a različiti sirovinski sastav (67/33 % PES/Co i 100 % Co), razlika u koeficijentu drapiranja (55,27 % i 53,78 %) može se pripisati različitim sirovinskim sastavima ili tome što je pređa potke kod uzorka II 10 jednožična, a kod uzorka II 11 dvožična.

Vrednosti zapreminske mase tkanine, zapreminske ispunjenosti i masene ispunjenosti tkanine se povećavaju sa povećanjem podužne mase pređa. Na slikama 78, 79 i 80 je prikazana zavisnost koeficijenta drapiranja i ovih parametara. Sa povećanjem zapreminske mase tkanine, zapreminske ispunjenosti i masene ispunjenosti tkanine, povećava se i koeficijent drapiranja.

Pri posmatranju propustljivosti vazduha u funkciji promene podužne mase pređa (slika 82) može se zaključiti da sa povećanjem podužne mase, i povećanjem koeficijenta drapiranja, vrednosti propustljivosti vazduha se smanjuju.

3.4.3 Uticaj prepletaja na drapiranje tkanina

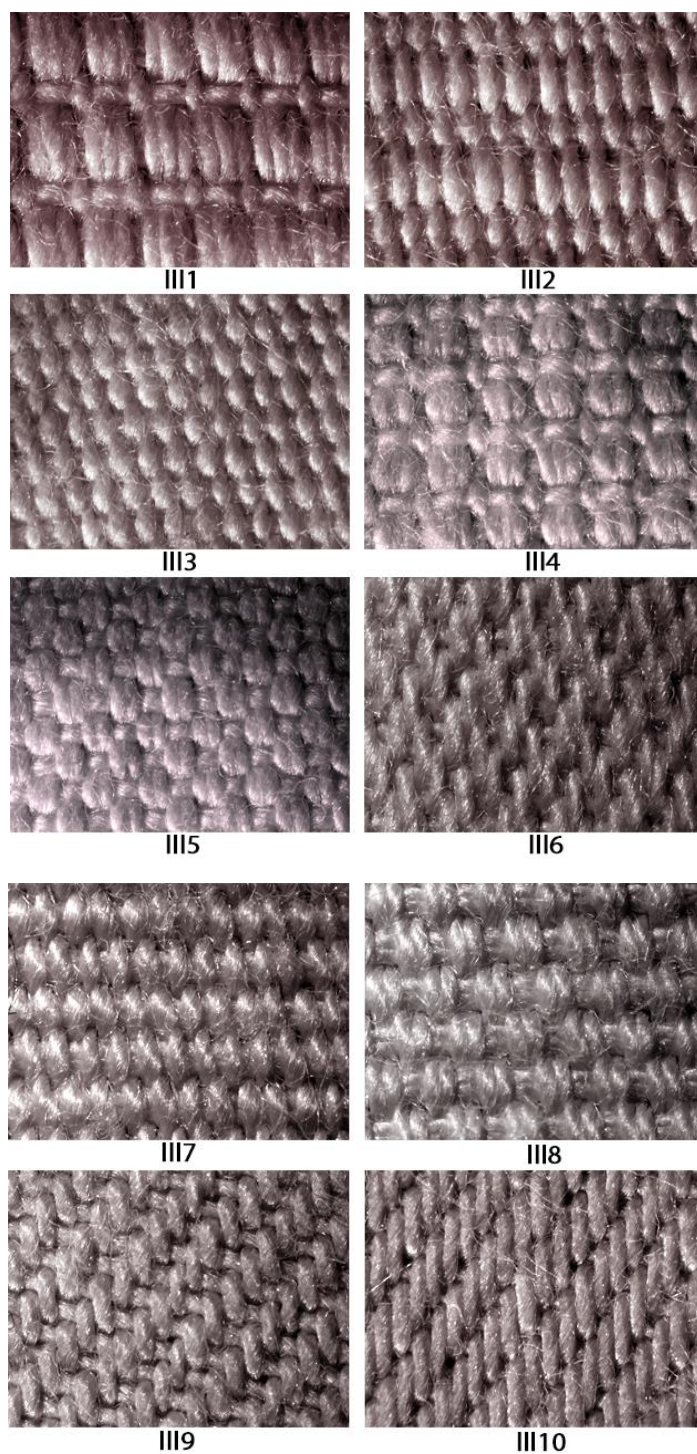
Kod gotovih uzoraka tkanina je posmatrana zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanine i relativne gustine tkanina prema vrstama prepletaja: platneni, keper i atlas.

Razmatrajući zavisnost koeficijenta drapiranja i relativne gustine tkanine, najbolje rezultate pokazuju tkanine u atlas prepletaju $R^2 = 0,91235$ (slika 57), zatim tkanine u platnenom prepletaju (slika 55). Koeficijent determinacije zavisnosti koeficijenta drapiranja i relativne gustine tkanine za tkanine u keper prepletaju ima nižu vrednost ($R^2 = 0,59772$) (slika 56) u odnosu na tkanine u platnenom i atlas prepletaju. Ovako dobijeni rezultati mogu biti posledica različite strukture i konstrukcije tkanina u keper prepletaju. Naime u analizu su uključene tkanine sa primenjenim trožičnim, četvorožičnim, pojačanim četvorožičnim i pojačanim osmožičnim keperom.

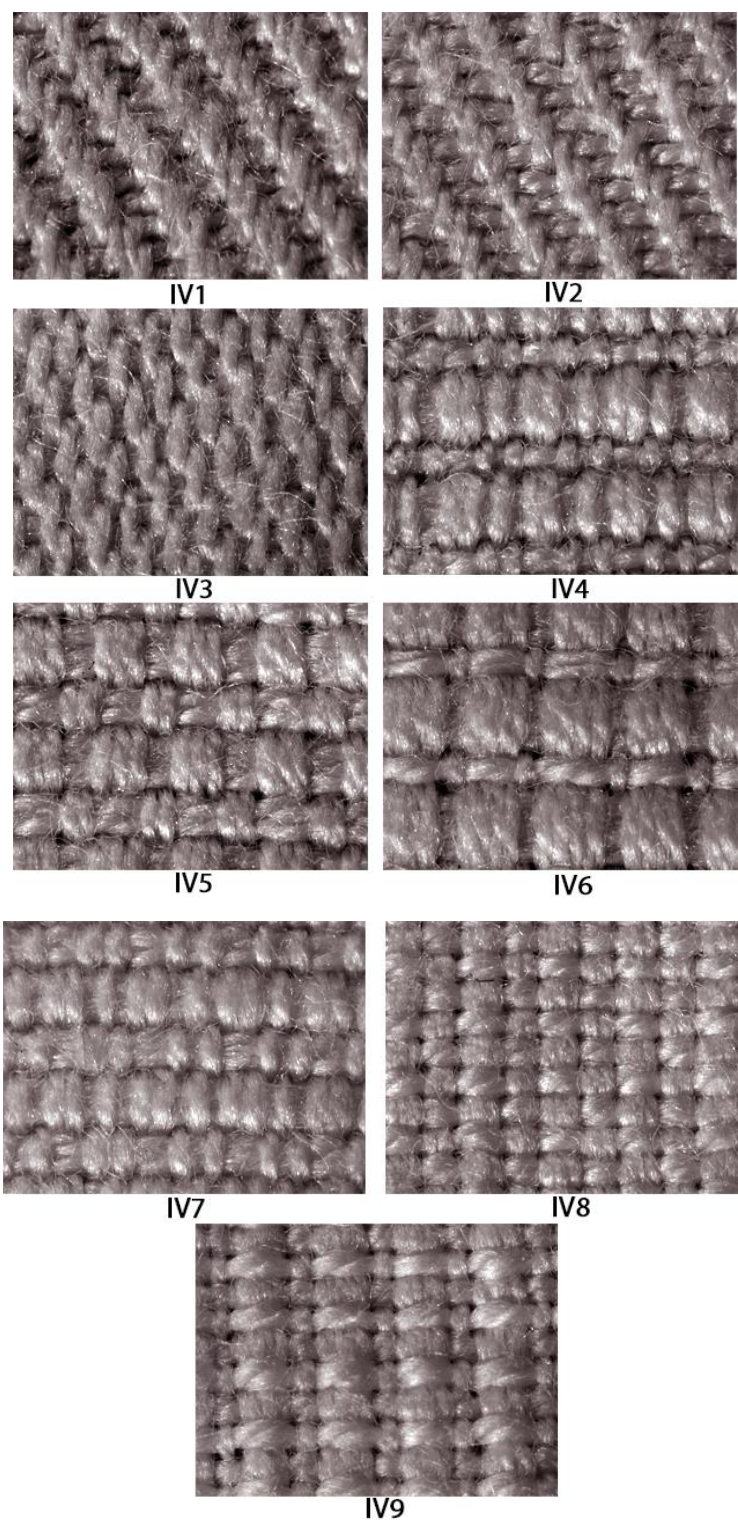
Razmatrajući zavisnost koeficijenta drapiranja i površinske mase tkanina, tkanine u atlas i platnenom prepletaju pokazuju neznatno veću korelaciju u odnosu na tkanine u keper prepletaju. Determinacioni koeficijent zavisnosti koeficijenta drapiranja i površinske mase tkanina u platnenom prepletaju je $R^2 = 0,84725$ (slika 68), za tkanine u keper prepletaju $R^2 = 0,7209$ (slika 69) i za tkanine u atlas prepletaju $R^2 = 0,85796$ (slika 70). I u ovom slučaju tkanine u keper prepletaju pokazuju veće odstupanje površinske mase sa koeficijentom drapiranja iz navedenog razloga (različite vrste keper prepletaja).

Kod sirovih tkanina nije primećena zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanine i površinske mase tkanine. Uzorci tkanina su rađeni u različitim prepletajima (platneni, keper, atlas i panama), sa različitim brojem žica u raportu osnove i potke (tabele 11 i 12). Sve to utiče na dobijene rezultate zavisnosti koeficijenta drapiranja, relativne gustine i podužne mase.

Na slikama 100 i 101 su prikazane fotografije primenjenih prepletaja uzoraka sirovih tkanina. Fotografije su snimljene na mikroskopu Video Analyser 2000.



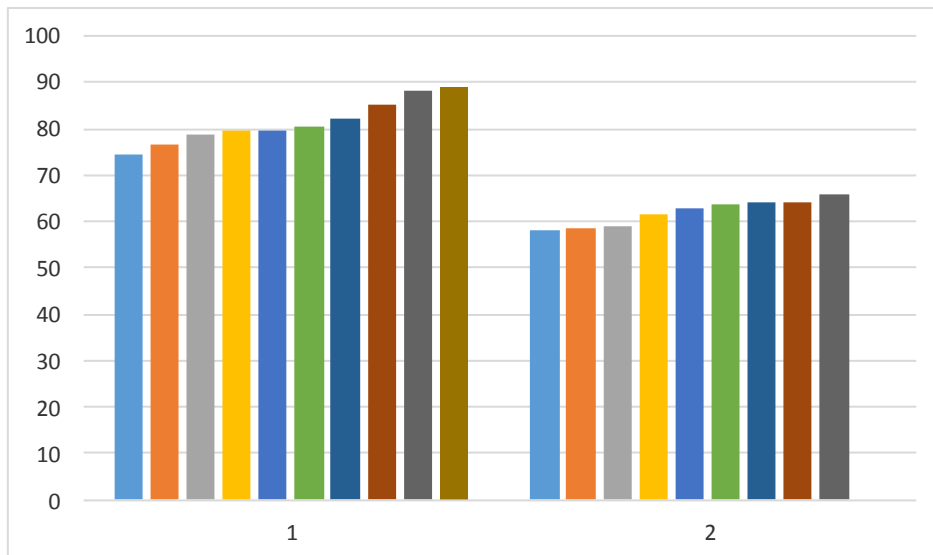
Slika 100: Fotografije primenjenih vrsta prepletaja sirovih uzoraka tkanina iz mešavine 50/50 % PES/Co



Slika 101: Fotografije primenjenih vrsta prepletaja sirovih uzoraka pamučnih tkanina

Kod sirovih tkanina iz mešavine 50/50 % PES/Co koeficijenti drapiranja imaju znatno više vrednosti u odnosu na vrednosti koeficijenata drapiranja pamučnih sirovih tkanina (slika

102). Iz tabela 11 i 12 se vidi da ove tkanine imaju slične vrednosti podužnih masa za osnovu i potku, gustine osnovinih i potkinih žica kao i vrednosti površinskih masa, a sasvim različitu strukturu, tkanine iz mešavine 50/50 % PES/Co su dosta kruće u odnosu na pamučne tkanine. Jedan od razloga za to može biti to što su pređe za osnovu i potku jednožične sa manjim brojem uvoja, a kod pamučnih tkanina su končane sa većim brojem uvoja.

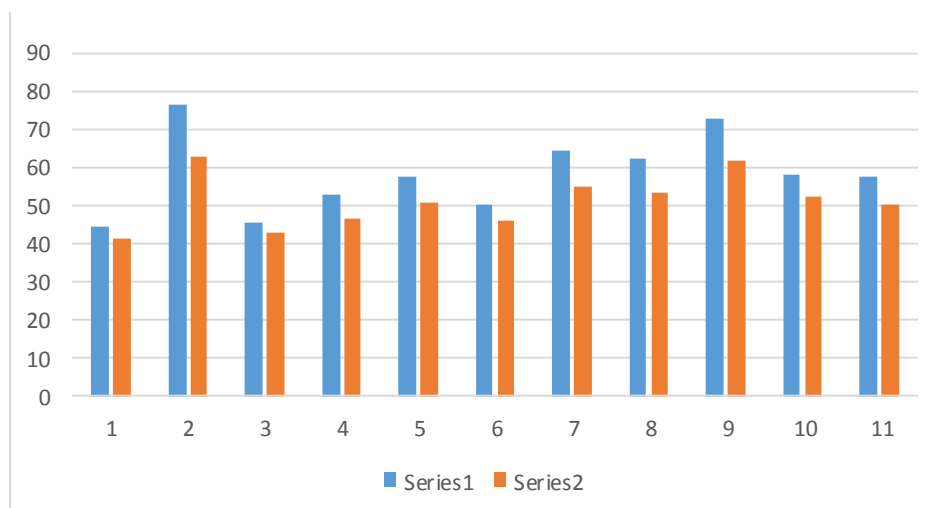


Slika 102: Vrednosti koeficijenta drapiranja (%):

1) sirove tkanine iz mešavine 50/50 % PES/Co, 2) pamučne sirove tkanine

Takođe je primećeno da tkanine u atlas prepletaju, i kod sirovih i kod gotovih tkanina imaju veće vrednosti koeficijenta drapiranja na licu tkanine, ako je u pitanju atlas prepletaj osnovinog efekta, odnosno manju vrednost koeficijenta drapiranja na licu tkanine ukoliko je u pitanju atlas potkinog efekta.

Na slici 103 su prikazane vrednosti koeficijenta drapiranja na licu i naličju tkanine za II grupu sirovih uzoraka tkanina koji su rađeni u atlas prepletaju osnovinog efekta.



Slika 103: Vrednosti koeficijenata drapiranja (%) na licu i naličju tkanine kod sirovih tkanina pamučnog tipa u atlas prepletaju

3.4.4 Uticaj sirovinskog sastava na drapiranje tkanina

U radu je posmatran i uticaj sirovinskog sastava primenjenih pređa za osnovu i potku. Gotove tkanine su razvrstane pema sirovinskom sastavu na 100 % Co, 67/33 % Co/PES, 50/50 % Co/PES i 33/67 % Co/PES. Ipak uticaj sirovinskog sastava nije moguće definisati jer se ne mogu isključiti ostali parametri koji utiču na drapiranje (podužne mase, gustine žica, prepletaji, broj uvoja pređa itd.).

Međutim, ako se posmatra zavisnost koeficijenta drapiranja i relativne gustine tkanine postignuta je korelacija samo kod uzoraka sirovinskog sastava 100 % Co (slika 54), dok kod ostalih uzoraka ne postoji korelacija ili je veoma mala. Što se tiče zavisnosti koeficijenata drapiranja i površinske mase tkanina, takođe postoji korelacija kod uzoraka sirovinskog sastava 100 % Co, 50/50 % Co/PES i 67/33 % Co/PES (slike 65, 66 i 67).

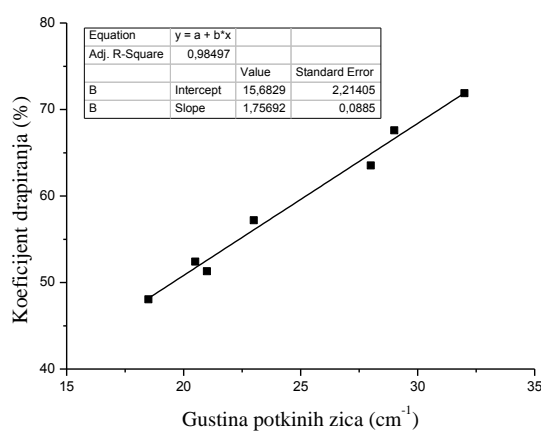
Ako se posmatra zavisnost koeficijenta drapiranja, relativne gustine i površinske mase gotovih uzoraka tkanina (slike 72, 73 i 74), dobijene su bolje vrednosti korelacije (tabela 46).

Kod sirovih tkanina različitog sirovinskog sastava i podužnim masama potke (tabela 10), može se zaključiti da tkanine sa potkom 67/33 % PES/Co uvek imaju veće vrednosti koeficijenta drapiranja u odnosu na pređe drugog sirovinskog sastava sličnih vrednosti podužnih masa (ostali parametri za sve tkanine isti).

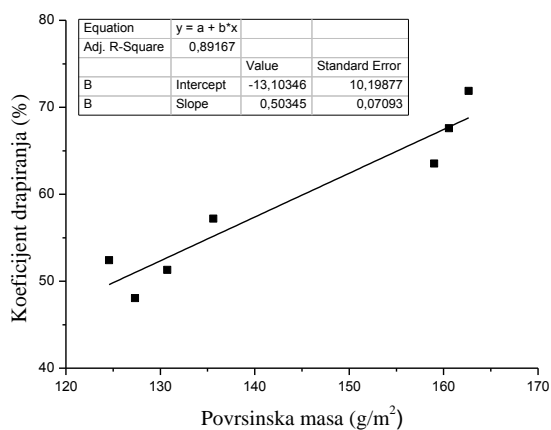
3.4.5 Predviđanje drapiranja pamučnih tipova tkanina

Analizom rezultata dobijenih koeficijenata drapiranja i površinskih masa ispitivanih tkanina, može se konstatovati da tkanine veće površinske mase imaju manju sklonost ka drapiranju, odnosno mogu se teže oblikovati u procesu dalje prerade.

Na slici 104 prikazana je povezanost gustine potkinih žica i koeficijenta drapiranja sirovih tkanina u platnenom prepletaju, koje se međusobno razlikuju po gustinama potkinih žica. Na slici 105 data je veza površinskih masa i koeficijenta drapiranja ovih tkanina.



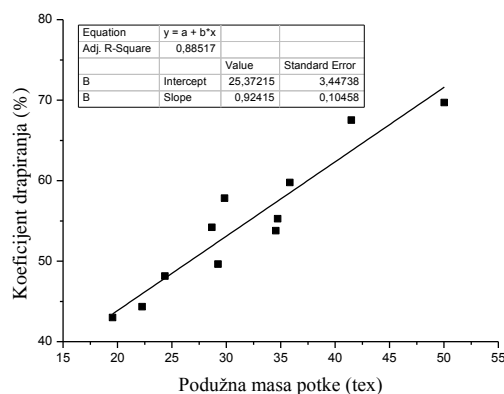
Slika 104 Koeficijent drapiranja-gustina potkinih žica sirovih tkanina u platnenom prepletaju



Slika 105 Koeficijent drapiranja-površinska masa sirovih tkanina u platnenom prepletaju

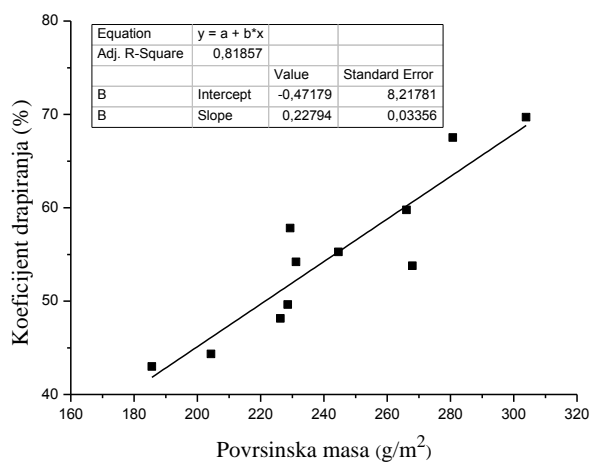
Rezultati pokazuju da se promenom gustine potkinih žica može uticati na drapiranje tkanih materijala (Slika 104). Vrednost koeficijenta determinacije ovih parametara ($R^2 = 0,98497$) potvrđuje datu konstataciju.

Na slici 106 prikazana je povezanost podužne mase potkinih žica i koeficijenta drapiranja sirovih tkanina u petožičnom atlas prepletaju. Slika 107 pokazuje vezu koeficijenta drapiranja i površinske mase ovih tkanina.



Slika: 106 Koeficijent drapiranja-podužna masa potkinih žica sirovih tkanina u atlas prepletaju

Vrednost koeficijenta determinacije ($R^2 = 0,88517$) ukazuje na korektnu povezanost datih parametara.



Slika 107: Koeficijent drapiranja-površinska masa sirovih tkanina u atlas prepletaju

Primena potke veće podužne mase, pri približno jednakim ostalim parametrima strukture tkanina, dovodi do porasta krutosti tkanina, te samim tim tkanine imaju manju sklonost ka drapiranju.

Budući da se drapiranje definiše kao fenomen formiranja nabora kada je tkanina opterećena sopstvenom masom, bez uticaja spoljašnjih sila, očekivano je da se tkanine veća mase više drapiraju. Međutim, rezultati merenja su pokazali da tkanine veće površinske mase imaju manju sklonost ka drapiranju (veći koef. drapiranja). Ovo se može objasniti time što tkanine veće površinske mase imaju veću krutost, te samim tim i manju sklonost ka drapiranju.

U cilju razvoja metode za predviđanje drapiranja tkanih materijala razmatrani su rezultati doradenih komercijalnih tkanina za odevne predmete. Parametri koji su uzeti u razmatranje su podužna masa osnove i potke, gustina osnovinih i potkinih žica i utkanje osnovinih i potkinih žica. Ovo su parametri na koje se može uticati, a koji istovremeno definišu površinsku masu tkanih materijala. Odnosno, površinska masa tkanina se može definisati jednačinom:

$$m = 0,1 \cdot (T_{to} \cdot g_o \cdot k_{uo} + T_{tp} \cdot g_p \cdot k_{up}) \quad (\text{g} \cdot \text{m}^{-2}) \quad (80)$$

gde je: m – masa kvadratnog metra tkanine ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$),

T_{to} – podužna masa osnove (tex),

T_{tp} – podužna masa potke (tex),

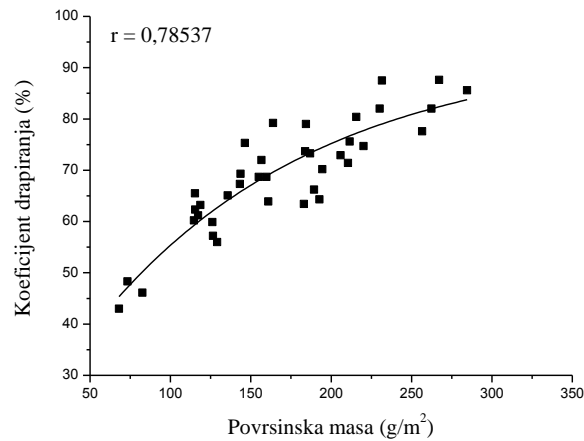
g_o – gustina osnove (cm^{-1}),

g_p – gustina potke (cm^{-1}),

k_{uo} – koeficijent utkanja osnove,

k_{up} – koeficijent utkanja potke.

Na slici 108 prikazana je povezanost površinske mase doradenih tkanina i koeficijenta drapiranja.



Slika 108: Koeficijent drapiranja-površinska masa dorađenih tkanina

Zavisnost koeficijenta drapiranja i površinske mase dorađenih komercijalnih tkanina može se predstaviti jednačinom:

$$DC = 93,82 - 79,42 \cdot \exp(-m/137,85) \quad [\%] \quad (81)$$

Odnosno, uvođenjem parametara jednačine 80 u jednačinu 81:

$$DC = 93,82 - 79,42 \cdot \exp\left(-\frac{T_{to} \cdot g_o \cdot k_{uo} + T_{tp} \cdot g_p \cdot k_{up}}{1,3785 \cdot 10^3}\right) \quad [\%] \quad (82)$$

Predložena jednačina može poslužiti za približno predviđanje koeficijenta drapiranja tkanina. Budući da su podužne mase primenjenih pređa, gustina žica i utkanje žica parametri na koje se može uticati pri formiranju tkanina, samim tim se pruža mogućnost da se pomoću njih predvidi drapiranje tkanih materijala. Parametri strukture tkanina mogu se koristiti za određivanje sposobnosti drapiranja tkanine, a samim tim i za predviđanje izgleda gotovog odevnog predmeta.

4. Zaključak

Drapiranje tekstilnih materijala predstavlja veoma važnu estetsku i funkcionalnu osobinu koja se odražava na celokupan izgled i ponašanje gotovih tekstilnih proizvoda. Predviđanje ponašanja materijala u toku izrade gotovih odevnih predmeta i u toku eksploatacije ima značajne ekonomske prednosti u smislu uštede vremena i sredstava, što je jedan od činioca povećavanja konkurentnosti na tržištu. Zbog toga je od velike važnosti proučiti sve parametre i osobine tekstilnih materijala koji utiču na drapiranje.

Istraživanja u ovom radu podeljena su na analizu drapiranja sirovih i gotovih tkanina kao i analizu profila drapiranja.

U istraživanju uticaja strukturnih i konstrukcionih parametara, uključeno je ispitivanje sirovih pamučnih tkanina kod kojih se menjala samo gustina potkinih žica, pamučnih tipova tkanina kod kojih se menjala podužna masa pređe za potku, tkanina iz mešavine 50/50 % Co/PES i pamučnih tkanina kod kojih se menjao samo prepletaj, a ostali parametri ostaju isti. Iz dobijenih rezultata se vidi jasan uticaj ovih parametara.

Pri istraživanju parametra drapiranja gotovih tkanina i povezivanja sa parametrima strukture došlo je do problema koji se ogleda u tome da su gotove tkanine uzete iz komercionalne proizvodnje i sa različitim parametrima strukture i konstrukcije. One su svrstane prema sirovinskom sastavu i prema primenjenom prepletaju, ali je i dalje postojala razlika u ostalim parametrima: podužna masa pređa, broj uvoja pređa, površinska masa, dorada tkanina. To su parametri koji takođe imaju veliki uticaj na sposobnost drapiranja tkanina. Poseban uticaj na drapiranje tkanina ima dorada koja nije razmatrana u ovom radu. Međutim, došlo se do zaključka da tkanine koje imaju istu površinsku masu, podužnu masu osnove i potke, gustine žica, imaju različite koeficijente drapiranja zbog različitih načina dorade (jedna je kruta, druga nije). Rezultati zavisnosti koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanine sirovinskog sastava 100 % Co, 50/50 % Co/PES i 67/33 % Co/PES, pokazuju sledeće determinacione koeficijente: $R^2 = 0,74918$, $R^2 = 0,57271$ i $R^2 = 0,40381$. Kod tkanina 33/67 % Co/PES zavisnost je veoma mala.

Značajno mesto u procesu projektovanja elemenata strukture i konstrukcije pamučnih tipova tkanina zauzima relativna gustina oba sistema žica. Pri projektovanju relativne gustine žica u tkaninama posebna pažnja mora se posvetiti: karakteristikama vlakana (struktura površine i oblik poprečnog preseka, dužina, podužna masa, talasavost i zapreminska masa vlakana), karakteristikama pređa (primenjeni postupak pređenja i končanja, podužna masa, upredenost i zapreminska masa pređa), karakteristikama procesa tkanja (postupak pripreme osnove za tkanje, gustine žica u tkaninama, konstrukcija, dimenzije i visina zeva, zategnutost

oba sistema žica i sila pribijanja potke uz kraj tkanine). Budući da relativna gustina obuhvata veliki broj parametara tkanih materijala, to je napravljen pokušaj da se koeficijent drapiranja poveže sa karakteristikama koje definišu relativnu gustinu i time stvore uslovi za pravilno predviđanje drapiranja tkanih materijala za odevnu industriju. Rezultati ispitivanja zavisnosti koeficijenta drapiranja i relativne gustine tkanina su pokazali dobru korelaciju kod analiziranja sirovih i gotovih pamučnih tipova tkanina. Kod pamučnih tkanina, u platnenom prepletaju sa različitim gustinama potke, determinacioni koeficijent je $R^2 = 0,98372$, a kod pamučnih tipova tkanina, u atlas prepletaju sa različitim podužnim masama potke, je $R^2 = 0,73955$. Determinacioni koeficijent zavisnost koeficijenta drapiranja i relativne gustine tkanine za sve ispitivane uzorke gotovih tkanina čiji je koeficijent korelacije $R^2 = 0,45602$.

Na koeficijent drapiranja znatno utiče površinska masa tkanine, budući da se drapiranje tekstilnih materijala definiše kao savijanje materijala pod dejstvom sopstvene mase (sile zemljine teže) tog materijala bez uticaja spoljašnjih sila. Površinska masa tkanine je u funkciji ostalih strukturnih parametara, kao što su podužna masa osnove i potke, gustina žica osnove i potke itd. Sa promenom ovih parametara neizbežno se menja i površinska masa tkanina. Pri posmatranju zavisnosti koeficijenta drapiranja i površinske mase, dobijeni su zadovoljavajući rezultati, osim kod sirovih tkanina sa primenjenim raznim vrstama prepletaja, gde uticaj površinske mase na koeficijent drapiranja nije jasno definisan zbog veoma malog dijapazona površinskih masa. Kod posmatranih uzoraka sirovih tkanina dobijeni su sledeći rezultati zavisnosti koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala koji se drapira: kod tkanina sa promenom gustine potkinih žica, $R^2 = 0,9174$, kod tkanina sa promenom podužne mase potkinih žica, $R^2 = 0,8085$. Kod pamučnih tipova gotovih tkanina, $R^2 = 0,74918$, dok kod mešavine 50/50 % Co/PES, $R^2 = 0,57271$, kod mešavine 67/33 % Co/PES, $R^2 = 0,40381$.

Kao veličina za opisivanje drapiranja korišćen je koeficijent drapiranja, koji se u literaturi navodi kao najpouzdaniji parametar drapiranja, ali takođe kao nedovoljan i nepotpun za potpuno objašnjavanje fenomena drapiranja. Najveći nedostatak kod koeficijenta drapiranja je njegova nemogućnost da prikaže vrednosti drapiranja u pravcu osnove i pravcu potke, što je veoma bitno kod izučavanja strukturnih i konstrukcionih parametara tkanina i njihovog uticaja na drapiranje tkanina. Naime, mnoge strukture tkanina, što je čest slučaj u praksi, imaju različite osobine u pravcu osnove i pravcu potke (primenjeni prepletaj sa nejednakim raportom u pravcu osnove i potke, uvođenje različitih vrsta pređa za osnovu i potku sa različitim podužnim masama, brojem uvoja itd.), različite gustine žica osnove i potke. Dakle, navedeni strukturni i konstrukcioni parametri u takvim slučajevima imaju različite uticaje na drapiranje tkanine u pravcu osnove i pravcu potke. Stoga je neophodno da

se uvede novi parametar koji će moći da opiše drapiranje za pravac osnove i pravac potke u tkanini pri izučavanju uticaja strukturnih karakteristika tkanina na drapiranje.

Pored koeficijenta drapiranja, za opisivanje drapiranja su korišćene minimalna i maksimalna amplituda, broj nabora i cirkularnost kruga drapiranog dela uzorka. Upotreba ovih parametara drapiranja pruža jasniju sliku razumevanja fenomena i profila drapiranja. Ipak, svi ovi parametri nisu dovoljni da se objasne pojave, kao što je različita konfiguracija profila drapiranja jednog istog uzorka, svaki put kada se postavi na postolje drapmetra. Kod sirovih uzoraka tkanina je posmatrana povezanost kružnosti profila drapiranog uzorka sa koeficijentom drapiranja. Dobijeni su sledeći rezultati: kod tkanina sa promenom gustina potkinih žica, $R^2 = 0,9919$; kod tkanina sa promenom podužne mase potkinih žica, $R^2 = 0,9440$; kod tkanina sa promenom prepletaja 50/50 % Co/PES $R^2 = 0,8222$ i kod pamučnih tipova tkanina sa promenom prepletaja, $R^2 = 0,9817$.

Kako parametri strukture utiču na sposobnost drapiranja tkanina, to se koeficijent drapiranja može predstaviti u funkciji podužnih masa pređa, gustina žica i utkanja žica:

$$DC = f(T_{t,o}, T_{t,p}, g_o, g_p, K_{u,o}, K_{u,p})$$

Dobijeni rezultati u ovom istraživanju mogu poslužiti za dalje izučavanje uticaja strukturnih i konstrukcionih parametara na drapiranje tkanina. Predviđanje ponašanja tkanina i drugih tekstilnih materijala pri savijanju, odnosno drapiranju je veoma važno u odevnoj industriji, kompjuterskoj grafici - simulaciji odevanja.

5. Literatura

- [1] Narahari Kenkare and Traci May-Plumlee, Evaluation of drape characteristics in fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 17 (2005) 2, pp. 109-123
- [2] Darja Žunič Lojen, Simona Jevšnik, Some Aspects of Fabric Drape, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* October / December 15 (2007) 4, pp. 39 - 45
- [3] Jinlian HU, Structure and mechanics of woven fabrics, Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2004, North America, pp. 187 - 207
- [4] B P Saville, Physical testing of textiles, Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, Abington Hall, Abington, 2000.
- [5] Jinlian HU, Fabric Testing, Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2008, North America.
- [6] D. Robson, C. C. Long, Drape Analysis using Imaging Techniques, *Clothing and Textiles Research Journal* 18 (2000) 1, pp. 1 - 8
- [7] Gider, A, an online fabric database to link fabric drape and end-use properties, Thesis, B.S., Istanbul Technical University, 1997
- [8] Kenkare N., May-Plumlee T., Fabric Drape Measurement: A Modified Method Using Digital Image Processing, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 4 (2005) 3, pp. 1 - 8
- [9] Cusick G. E., A study of Fabric Drape, Faculty of Technology, University of Manchester, 1962.
- [10] J. L. Hu, A review on the Study of Fabric Drape Part I – Evaluation Methods and Empirical Study, Institute of Textile and Clothing, The Hong Kong Polytechnic University, Jhkita 1997.
- [11] I. Frydrych, G. Dziworska, A. Cieslinska, Mechanical Fabric properties influencing drape and handle, *International Journal of Clothing, Science and Technology*, 12 (2000) 3, pp. 171 - 183
- [12] G. K. Stylios, N. J. Powell, L. Cheng, An investigation into the engineering of the drapability of fabric, *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 24 (2002) 1, pp. 33 - 50
- [13] L. Szabo, M. Halasz, Examination of dependence of drape coefficient on the samples size, *Tekstil*, 57 (2008) 9, pp. 439 - 447
- [14] B. T. Orzada, M. A. Moore, B. J. Collier, J. Y. Chen, Effect of laundering on fabric drape, bending and shear, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 21 (2009) 1, pp. 44 - 55

- [15] Y. J. Jeong, D. G. Phillips, Effect of Pressure Decatizing on Fabric Drape, *Textile Research Journal* 71 (2001) 5, pp. 415 - 419
- [16] K. R. Sharma, B.K. Behera, H. Roedel, A. Schenk, Effect of sewing and fusing of interlining on drape behaviour of suiting fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 17 (2005) 2, pp. 75 - 90
- [17] S. Jevšnik, J. Geršak, Modelling the Fused Panel for a Numerical Simulation of Drape, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, January/March 12 (2004) 1, pp. 47 - 52
- [18] Xu J., Yao M., Study on the relation between the drape of fabrics and its revolving speed. *J Dong Hua Univ* 18 (2001) 1, pp. 127 - 129
- [19] P. N. Wang, K. B. Cheng, Dynamic drape property evaluation of natural fiber woven fabrics using a novel automatic drape-measuring system, *Textile Research Journal*, 81 (2011) 13, pp. 1405 - 1415
- [20] M. Matsudaira, M. Yang, Features of Conventional Static and New Dynamic Drape Coefficients of Woven Silk Fabrics, *Textile Research Journal*, 73 (2003) 3, pp. 250 – 255
- [21] J. Y. Lin, P. N. Wang, T. W. Shyr, Comparing and Modeling the Dynamic Drape of Four Natural-fiber Fabrics, *Textile Research Journal*, 78 (2008) 10, pp. 911–921
- [22] J. R. Postle, R. Postle, The Dynamics of Fabric Drape, *Textile Research Journal*, 69 (1999) 9, pp. 623 – 629
- [23] G. K. Stylios, T. R. Wan, N. J. Powell, Modeling the dynamic drape of garments on synthetic human in virtual fashion show, *International Journal of Clothing, Science and Technology*, 8 (1996) 3, pp. 95 – 112
- [24] M. Matsudaira, M. Yang, T. Kinari, S. Shintaku, Changes in the Static and Dynamic Drape Coefficients of Polyester Fabrics Through the Finishing Stages, *Textile Research Journal*, 73 (2003) (1), pp. 59 – 63
- [25] D. W. Lloyd, F. Mete, K. Hussain, An approach to the theoretical mechanics of static drape, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 8 (1996) 3, pp. 43-58
- [26] W.M. Lo, J.L. Hu, L.K. Li, Modeling a Fabric Drape Profil, *Textile Research Journal*, 72(5), 454 – 463 (2002)
- [27] A. K. Pattanayak, A. Luximon, A. Khandual, Prediction of drape profile of cotton woven fabrics using artificial neural network and multiple regression method, *Textile Research Journal*, 81 (2010) 6, pp. 559–566
- [28] G. K. Stylios, N. J. Powell, Engineering the drapability of textile fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 15 (2003) 3/4, pp. 211-217

- [29] P. Bruniaux, C. Vasseur, Modeling and Identifying the Parameters of a Fabric Drape Model, *Textile Research Journal*, 71(2001) 4, pp. 336 – 342
- [30] J. Fan, E. Newton, R. Au, S. C. F. Chan, Predicting Garment Drape with a Fuzzy-Neural Network, *Textile Research Journal*, 71 (2001) 7, pp. 605 – 608
- [31] J. Stepanović, B Antić, Projektovanje tkanina, Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet, Leskovac, 2005, pp. 131 - 151
- [32] J. Stepanović, N. Ćirković, D. Radivojevic, M. Reljić, Defining the warp length required for weaving process, *Industria textila*, No.5 , 2012, 227-231
- [33] J. Stepanovic, Z Milutinovic, V. Petrovic, M. Pavlovic. Influence of relative density on deformation characteristics of fabrics in plain weave, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, (2009), No.1., pp. 76-81
- [34] SRPS ISO 7211-5 Tekstil - Tkanine - Konstrukcija - Metode analiza - Deo 5: Određivanje linearne gustine pređe iz tkanine, 2005
- [35] DIN 53830-3Prüfung von Textilien - Bestimmung der Feinheit von Garnen und Zwirnen - Einfache Garne und Zwirne, texturierte Garne - Abschnittverfahren, 1981
- [36] SRPS F.S2.016 Tekstil - Metražna roba - Određivanje mase po jedinici dužine i jedinici površine, 1986
- [37] BS EN 12127 Textiles. Fabrics. Determination of mass per unit area using small samples, 1998
- [38] ISO 7211-1 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 1: Methods for the presentation of a weave diagram and plans for drafting, denting and lifting, 1984
- [39] ISO 7211-2 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 2: Determination of number of threads per unit length, 1984
- [40] ISO 7211-3 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 3: Determination of crimp of yarn in fabric, 1984
- [41] ISO 7211-4 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 4: Determination of twist in yarn removed from fabric, 1984
- [42] ISO 7211-5 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 5: Determination of linear density of yarn removed from fabric, 1984
- [43] ISO 7211-6 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 6: Determination of the mass of warp and weft per unit area of fabric, 1984
- [44] SRPS EN ISO 5084 Tekstil - Određivanje debljine tekstila i tekstilnih proizvoda, 2013

- [45] ASTM D 1777 Standard Test Method for Thickness of Textile Materials, 2011
- [46] BS 5058 Method for the assessment of drape of fabrics, 1973
- [47] Ružica Čunko, Ispitivanje tekstila, Sveučilište u Zagrebu, 1989
- [48] I. H. Sul and T. J. Kang, Improvement of drape simulation speed using constrained fabric collision, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 16 (2004) 1/2, pp. 43-50
- [49] J. Hu, S-F. Chen, J.G. Teng, Numerical Drape Behavior of Circular Fabric Sheets Over Circular Pedestals, *Textile Research Journal*, 70 (7), 593 – 603 (2000)
- [50] D. E. Breeny, D. H. Housez, M. J. Woznyx, Predicting the Drape of Woven Cloth Using Interacting Particles
- [51] H. Rödel, V. Ulbricht, S. Krzywinski, A. Schenk and P. Fischer, Simulation of drape behaviour of fabrics, *International Journal of Clothing, Science and Technology*, 10 (1998) 3/4, pp. 201-208
- [52] G.K. Stylios, T.R. Wan, The concept of virtual measurement 3D fabric drapeability, *International Journal of Clothing, Science and Technology*, 11 (1999) 1, pp. 10-18
- [53] T. May-Plumlee, J. Eischen, 3D Virtual Draping with Fabric Mechanics and Body Scan Data, National Textile Center Research Briefs, NTC Project: F02-NS08, June 2003
- [54] T. May-Plumlee, J. Eischen, 3D Virtual Draping with Fabric Mechanics and Body Scan Data, National Textile Center Research Briefs, NTC Project: F02-NS08, June 2004
- [55] T. May-Plumlee, J. Eischen, 3D Virtual Draping with Fabric Mechanics and Body Scan Data, National Textile Center Research Briefs, NTC Project: F02-NS08, June 2005
- [56] T. May-Plumlee, J. Eischen, D. Bruner, 3D Virtual Draping with Fabric Mechanics and Body Scan Data, NTC Project: F02-NS08, National Textile Center Annual Report: November 2005
- [57] T. May-Plumlee, J. Eischen, D. Bruner, 3D Virtual Draping with Fabric Mechanics and Body Scan Data, NTC Project: F02-NS08, National Textile Center Annual Report: November 2002
- [58] Tatjana Šarac: Testing of fabric drape, Book of proceedings: 3rd scientific-professional conference Textile science and economy, Zrenjanin, Serbia, November 10-11, 2011 (296-303)

[59] Tatjana Šarac, Jovan Stepanović, Dušan Trajković, Vasilije Petrović: Subjective and objective evaluation of fabric drape, International Scientific-Professional Symposium TEXTILE, SCIENCE & ECONOMY, Zagreb, Serbia 2012, (225 – 228)

[60] Tatjana Sarac, Jovan Stepanovic, Goran Demboski, Vasilije Petrovic, Nenad Cirkovic: Analysis of drape parameters depending on the structure and construction of woven textile materials, International scientific conference Unitech 2014 Gabrovo, Bulgaria, 21-22 November 2014, Proceedings Volume III (218-222)

[61] Tatjana Šarac, Jovan Stepanović, Goran Demboski, Vasilije Petrović, Fabric draping and cotton fabric structure relation analysis, Advanced technologies, No.1, 2015., 84-88.

[62] Tatjana Sarac, Jovan Stepanovic, Vasilije Petrovic, Goran Demboski, The influence of the structure and construction parameters on the draping of cotton fabrics, 6th TEXTEH International conference, Bucharest, Romania, 17.-18. 10, 2013 , Proceedings 188-194.

[63] Tatjana Šarac, Jovan Stepanović, Goran Demboski, Dušan Trajković, Nataša Radmanovac, Draping parameters analysis of cotton fabrics, Technologists and environmentalists of Republic of Srpska“, 15-16. 11. 2013, The book of abstracts, 163.

[64] Tatjana Šarac, Jovan Stepanovic, Goran Demboski, Dusan Trajkovic, Natasa Radmanovac, Analysis of the relation between structure and draping parameters of cotton polyester blended fabrics, XXIII Congress of Chemists and Technologists of Macedonia, Ohrid, 8-11.10. 2014. Book of abstract, p,p. 281.

[65] F. Ji, R. Li, Y. Qiu, Simulate the Dynamic Draping Behavior of Woven and Knitted Fabrics, Journal of Industrial Textiles, 35 (2006) 3, pp. 201 - 215

[66] Luible C., Study of mechanical properties in the simulation of 3D garments, Thesis, Faculté des sciences économiques et sociales de l'Université de Genève, 2008.

[67] Kenkare N., Three Dimensional modeling Of Garment Drape, Thesis, Faculty of North Carolina State University, 2005.

[68] P. Tomas, J. Geršak, M. Halasz, Sylvie® 3D Drape Tester – New System for Measuring Fabric Drape, Tekstil 55 (2006) 10, pp. 497 – 502

[69] C. Mizutani, T. Amano, Y. Sakaguchi, A New Apparatus for the Study of Fabric Drape, Textile Research Journal 75(2005) 1, pp. 81–87

[70] M. N. Sun, A New Tester and Method for Measuring Fabric Stiffness and Drape, Textile Research Journal, 78 (2008) 9, 761 - 770

- [71] V. Sidabraite, V. Masteikaite, A preliminary study for evaluation of skirt asymmetric drape, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 14 (2002) 5, pp. 286-298
- [72] G. Demboski, M. Nofitoska, *Drapeability Of Woven Fabric*, Stručni rad, UDK 677.017.4:677.625.112
- [73] N. Kenkare, T. M. Plumlee, Evaluation of drape characteristics in fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 17 (2005) 2, pp. 109-123
- [74] B. T. Orzada, M. A. Moore, B. J. Collier, Grain alignment: effects on fabric and garment drape, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 9 (1997) 4, pp. 272-284
- [75] N. Uçar, F. Kalaoclu, D. Bahtiyar, O. E. Blaç, Investigating the Drape Behavior of Seamed Knit Fabrics with Image Analysis, *Textile Research Journal*, 74 (2004) 2, 166 – 171
- [76] H. Rodel, A. Schenk, C. Herzberg, S. Krzywinski, Links between design, pattern, development and fabric behaviours for clothes and technical textiles, *International Journal of Clothing, Science and Technology*, 13 (2001) 3, , pp. 217 – 227
- [77] V. Vaitkevičienė, V. Masteikaite, Method for Evaluation of Flared Garment Drapeability, *Tekstil 55* (2006) 2, pp. 70 – 79
- [78] K-H. Tsai, M-C. Tsai, P-N. Wang, T-W. Shyr, New Approach to Directly Acquire the Drape Contours of Various Fabrics, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 17 (2009) 3, pp. 54-59
- [79] T-W Shyr, P-N Wang, J-Y Lin, Subjective and Objective Evaluation Methods to Determine the Peak-trough Threshold of the Drape Fabric Node, *Textile Research Journal*, 79 (2009) 13, pp. 1223–1234
- [80] P. Tumajer, P. Ursíny, M. Bílek, E. Moučková, Research Methods for the Dynamic Properties of Textiles, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, 19 (2011), pp. 33-39
- [81] M. Snyckerski, I. Frontczak-Wasiak, M. Balcerzak, Influence of the Construction of a Four-Axial Fabric on Its Properties, *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 19 (2011) 5, pp. 40-45
- [82] Pandurangan P., *Mechanics Of Fabric Drape*, Thesis, Department of Mechanical and Aerospace Engineering, North Carolina State University, 2003
- [83] M. Govindaraj, A Physically Based Model of Fabric Drape, School of Textiles and Materials Technology, <http://fibers.philau.edu/stmt/drape.html>

[84] Fabric Drape and its measurement, The Indian Textile Journal, <http://indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=481>

[85] Oliver Döbrich, Dr. Thomas Gereke, Drape Simulation: Textile Material Model for Correct Property Reproduction to Improve the Preform Development Process of Fiber-Reinforced Structures, Constitutive Modeling (3) 12th International LS-DYNA Users Conference, pp. 1 -9

[86] Özdil N., Özgüney A. T, Süpüren Mengüç G., Sertsöz S., influence of yarn and fabric construction parameters on drape and bending behaviour of cotton woven fabrics, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 242 (2014) 2, pp. 169 – 179

[87] Simona Jevšnik, Zoran Stjepanovič, Andreja Rudolf, Istraživanje povezanosti svojstava savijanja i smičnih svojstava te sposobnosti oblikovanja s parametrima drapiranja tkanina, *Glasnik hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srpske*, 3 (2010), pp. 1-17

[88] Hassen Hedfi, Adel Ghith, Hédi Bel Hadj Salah, study of dynamic drape behaviour of fabric using fem, Part I: Model Formulation and Numerical Investigations, *International Journal of Engineering Science and Technology*, 3 (2011) 8, pp. 6554 - 6563

[89] Livia Kokas-Palicska, Iván Szücs, Zsolt Borka, Characterisation of Fabric Drape Using Spectral Functions, *Acta Polytechnica Hungarica*, 5 (2008) 3, pp. 75 - 85

[90] F. Ji, R. Li, Y. Qiu, Three-dimensional Garment Simulation Based on a Mass-Spring System, *Textile Research Journal*, 76 (2006) 1, pp. 12 – 17

6. Spisak tabela

Tabela 1: Upoređenje koeficijenata drapiranja

Tabela 2: Faktori pakovanja vlakana u pređama različitih sirovinskih sastava

Tabela 3: Koeficijenti fleksibilnosti pređa

Tabela 4: Pokrivenost vezivnih tačaka

Tabela 5: Tehničke karakteristike pamučnih sirovih tkanina u platnenom prepletaju sa različitim gustinama potke

Tabela 6: Tehničke karakteristike pamučnih tipova sirovih tkanina u petožičnom atlas prepletaju sa različitim podužnim masama potke

Tabela 7: Tehničke karakteristike sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Tabela 8: Tehničke karakteristike pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Tabela 9: Rezultati ispitivanja karakteristika pamučnih sirovih tkanina u platnenom prepletaju sa različitim gustinama potke

Tabela 10: Rezultati ispitivanja karakteristika pamučnih tipova sirovih tkanina u petožičnom atlas prepletaju sa različitim podužnim masama potke

Tabela 11: Rezultati ispitivanja karakteristika sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Tabela 12: Rezultati ispitivanja karakteristika pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Tabela 13: Karakteristike tkanina sirovinskog sastava 100 % Co

Tabela 14: Karakteristike tkanina sirovinskog sastava 67 % Co/ 33 % PES

Tabela 15: Karakteristike tkanina sirovinskog sastava 50 % Co/ 50 % PES

Tabela 16: Karakteristike tkanina sirovinskog sastava 33 % Co/ 67 % PES

Tabela 17: Rezultati ispitivanja drapiranja pamučnih sirovih tkanina u platnenom prepletaju sa različitim gustinama potke

Tabela 18: Rezultati ispitivanja drapiranja pamučnih tipova sirovih tkanina u petožičnom atlas prepletaju sa različitim podužnim masama potke

Tabela 19: Rezultati ispitivanja drapiranja sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Tabela 20: Rezultati ispitivanja drapiranja pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Tabela 21: Rezultati ispitivanja drapiranja gotovih pamučnih tkanina

Tabela 22: Rezultati ispitivanja drapiranja gotovih tkanina sirovinskog sastava 67/33 % Co/PES

Tabela 23: Rezultati ispitivanja drapiranja gotovih tkanina sirovinskog sastava 50/50 % Co/PES

Tabela 24: Rezultati ispitivanja drapiranja gotovih tkanina sirovinskog sastava 33/67 % Co/PES

Tabela 25: Zapreminski koeficijenti, relativne gustine i površinske mase za pamučne sirove tkanine sa različitim gustinama potke

Tabela 26: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase za pamučne tipove sirovih tkanina sa različitim podužnim masama potke

Tabela 27: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Tabela 28: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Tabela 29: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase gotovih pamučnih tkanina

Tabela 30: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase gotovih tkanina sirovinskog sastava 67/33 % Co/PES

Tabela 31: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase gotovih tkanina sirovinskog sastava 50/50 % Co/PES

Tabela 32: Vrednosti zapreminskih koeficijenata, relativne gustine i površinske mase gotovih tkanina sirovinskog sastava 33/67 % Co/PES

Tabela 33: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha za pamučne sirove tkanine sa različitim gustinama potke

Tabela 34: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha za pamučne tipove sirovih tkanina sa različitim podužnim masama potke

Tabela 35: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha sirovih tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Tabela 36: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Tabela 37: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha gotovih pamučnih tkanina

Tabela 38: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha gotovih tkanina sirovinskog sastava 67/33 % Co/PES

Tabela 39: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha gotovih tkanina sirovinskog sastava 50/50 % Co/PES

Tabela 40: Rezultati ispitivanja propustljivosti vazduha gotovih tkanina sirovinskog sastava 33/67 % Co/PES

Tabela 41: Vrednosti zapreminske mase, zapreminske i masene ispunjenosti sirovih pamučnih tkanina sa različitim gustinama potke

Tabela 42: Vrednosti zapreminske mase, zapreminske i masene ispunjenosti pamučnih tipova tkanina sa različitim podužnim masama potke

Tabela 43: Vrednosti zapreminske mase tkanine, zapreminske i masene ispunjenosti tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Tabela 44: Vrednosti zapreminske mase, zapreminske i masene ispunjenosti pamučnih tkanina sa različitim prepletajima

Tabela 45: Koeficijenti empirijske jednačine za izračunavanje koeficijenta drapiranja kod sirovih tkanina

Tabela 46: Koeficijenti regresione jednačine za izračunavanje koeficijenta drapiranja kod gotovih tkanina prema sirovinskom sastavu

Tabela 47: Koeficijenti empirijske jednačine za izračunavanje koeficijenta drapiranja kod gotovih tkanina prema sirovinskom sastavu

Tabela 48. Koeficijenti empirijske jednačine za izračunavanje koeficijenta drapiranja kod sirovih tkanina

7. Spisak slika

Slika 1: Dvodimenzionalno drapiranje tkanine: a) Uređaj za merenje krutosti pri savijanju; b) šematski prikaz postupka merenja: l – dužina epruvete (cm), θ – ugao savijanja.

Slika 2: Drapiranje tkanine na drapmetru: a) Cusick Drape Meter sa kamerom; b) oblik drapirane tkanine; c) Šematski prikaz uređaja: 1 – sto za ispitivanje drapiranja uzorka, 2 – uzorak, 3 – izvor svetlosti, 4 – gornja i donja staklena ploča, 5- konkavno ogledalo, 6 – papirni prsten

Slika 3: Projekcija drapiranog uzorka tkanine: S_p – projektovana površina drapirane tkanine, uključujući deo pokriven horizontalnim diskom, r_1 – poluprečnik horizontalnog diska, mm, r_2 – poluprečnik uzorka pre drapiranja, mm, I_{gmax} – maksimalna amplituda nabora, cm, I_{gmin} – minimalna amplituda nabora, cm.

Slika 4: Upoređenje ručne i instrumentalne analize

Slika 5: Grafički prikaz drapiranog uzorka tkanine

Slika 6: Drapemetar sa kamerom povezanom sa kompjuterom

Slika 7: Postupak obrade digitalne slike u programu Adobe Photoshop

Slika 8: Vrednosti koeficijenta drapiranja dobijene konvencionalnom i digitalnom metodom

Slika 9: Aparat za ispitivanje drapiranja Sylvie 3D Drape Tester; a) Unutrašnjost drape testr-a, b) linije laserskih zraka na drapiranom uzorku

Slika 10: a) Slike poprečnog preseka krivih linija; b) Rekonstruisani poprečni presek krivih linija

Slika 11: Bezier-ove površinske ravni

Slika 12: Uporedne vrednosti koeficijenta drapiranja određenog različitim metodama

Slika 13: Mreža veštačkih neurona za predviđanje parametara drapiranja uz pomoć mehaničkih karakteristika tkanine

Slika 14: Zavisnost koeficijenta drapiranja od vremena drapiranja

Slika 15: Razlike u koeficijentu drapiranja između uzoraka sa dva različita prečnika: m_1 – masa drapiranog dela uzorka prečnika $d_1=30$ cm (g), ; m_2 – masa drapiranog dela uzorka prečnika $d_2=36$ cm (g), DC_1 -koef. drapiranja uzorka $d_1=30$ cm, DC_2 -koef. drapiranja uzorka $d_2=36$ cm, ΔDC_{1-t1} -promena DC uzorka sa d_1 nakon $t_1=6$ h (%), ΔDC_{1-t2} -promena DC uzorka sa d_1 nakon $t_2=24$ h (%), ΔDC_{2-t1} -promena DC uzorka sa d_2 nakon $t_1=6$ h (%), ΔDC_{2-t2} -promena DC uzorka sa d_2 nakon $t_2=24$ h (%),

Slika 16: Profili drapiranih uzoraka tkanina sa različitim prečnikom

Slika 17: Koeficijenti drapiranja kao funkcija poluprečnika stola za različite tkanine

Slika 18: Uticaj procesa pranja na koeficijent drapiranja tkanina

Slika 19: Uporedne vrednosti koeficijenata drapiranja kod tkanina sa i bez šavova

Slika 20: Tendencije u promeni koeficijenata drapiranja kod tkanina sa i bez šavova

Slika 21: Uporedne vrednosti koeficijenata drapiranja kod tkanina sa i bez međupodstavom

Slika 22: Trend promene koeficijenta drapiranja kod tkanina sa i bez međupodstavom

Slika 23: Krive koeficijenata dinamičkog drapiranja tkanina

Slika 24: Uticaj rotacione brzine na promenu dinamičkog koef. drapiranja (D_{cr})

Slika 25: Veza između dinamičkog koef. drapiranja sa naizmeničnim kretanjem (Dd)

Slika 26: Vrednosti (D_{sr}) sa promenom oscilatorne brzine i oscilatornog ugla

Slika 27: Snimljena slika sa drap metra

Slika 28: Teorijski i eksperimentalni rezultati profila drapiranja tkanina

Slika 29: Veza između teorijskog i eksperimentalnog DC

Slika 30: Ponovljivost broja nabora; a) kod jednog uzorka tkanine, b) kod 35 uzoraka tkanina.

Slika 31: Lokacija 8 nabora u različitim pravcima

Slika 32: Teorijski i eksperimentalni rezultati profila drapiranja tkanine kod; a) platnenog, b) kepera i c) atlas prepletaja

Slika 33: Poređenje teorijskih i eksperimentalnih vrednosti DC

Slika 34: Isečak preseka tkanine

Slika 35: Poprečni preseki tkanina sa osnovama i potkama različitih podužnih masa

Slika 36: Prikaz prepletaja četvorožičnog kepera potkinog efekta

Slika 37: Prikaz petožičnog atlasa potkinog efekta.

Slika 38: Prikaz mesta promena efekata i dejstva sila kod a) četvorožičnog kepera, b) četvorožične paname

Slika 39: Poprečni preseki: a) četvorožičnog pojačanog kepera, b) četvorožične paname

Slika 40: Promena preseka pređe pri jednostranoj deformaciji kod panama prepletaja

Slika 41: Prikaz uzdužnog preseka tkanine sa maksimalnom gustinom potkinih žica

Slika 42: Uzdužni presek tkanine

Slika 43: Određivanje gustine žica osnove i potke uz pomoć kompjuterski kontrolisanog (stereo) mikroskopa Leica sa programom Video Analyser 2000

Slika 44: Metod „cut&weigh“

Slika 45: Obrada fotografije u softveru Adobe Photoshop: a) sečenje i kalibracija slike dobijene fotografisanjem profila drapiranog uzorka digitalnom kamerom; b) podešavanje praga između crne i bele boje; c) čišćenje slike.

Slika 46: Uređaj za ispitivanje drapiranja Drape tester 665

Slika 47: Ispitivač permeabilnosti vazduha SDL ATLAS

Slika 48: Mikroskop Leica stereo Microscop code250E

Slika 49: Analitička vaga Denver Instrument AA-160

Slika 50. Torziometar Metefem FY-16B

Slika 51. Debljinomer Karl Schröder DM 100

Slika 52: Zavisnost koeficijenta drapiranja i relativne gustine sirovih pamučnih tkanina sa različitim gustinama potke

Slika 53: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine pamučnih tipova tkanina sa različitim podužnim masama potke

Slika 54: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine pamučnih tkanina

Slika 55: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanina u platnenom prepletaju

Slika 56: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanina u keper prepletaju

Slika 57: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine tkanina u atlas prepletaju

Slika 58: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine svih uzoraka gotovih tkanina

Slika 59: Zavisnost koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala koji se drapira kod tkanina sa promenom gustina potkinih žica

Slika 60: Zavisnost koeficijenta drapiranja od mase isečka materijala koji se drapira kod tkanina sa promenom podužne mase potke

Slika 61: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i mase isečka materijala koji se drapira kod pamučnih tkanina u platnenom prepletaju sa promenom gustine potkinih žica

Slika 62: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i mase isečka materijala koji se drapira kod pamučnih tipova tkanina u atlas prepletaju sa promenom podužne mase potke

Slika 63: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i mase isečka materijala koji se drapira kod sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Slika 64: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase i relativne gustine za sve uzorke sirovih tkanina

Slika 65: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase pamučnih tkanina

Slika 66: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina 50/50 % Co/PES

Slika 67: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinskih masa tkanina 67/33 % Co/PES

Slika 68: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina u platnenom prepletaju

Slika 69: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina u keper prepletaju

Slika 70: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase tkanina u atlas prepletaju

Slika 71: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase svih ispitivanih tkanina

Slika 72: Zavisnost koeficijenta drapiranja od površinske mase i relativne gustine gotovih pamučnih tkanina

Slika 73: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i površinske mase tkanina sirovinskog sastava 50/50 % Co/PES

Slika 74: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i površinske mase tkanine sirovinskog sastava 67/33 % Co/PES

Slika 75: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i površinske mase kod svih ispitivanih tkanina

Slika 76: Zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske mase tkanine sa promenom gustine potke

Slika 77: Zavisnost koeficijenta drapiranja od masene ispunjenosti kod tkanina sa promenom gustine potke

Slika 78: Zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske mase kod tkanina sa promenom podužne mase potke

Slika 79: Zavisnost koeficijenta drapiranja od zapreminske ispunjenosti kod tkanina sa promenom podužne mase potke

Slika 80: Zavisnost koeficijenta drapiranja od masene ispunjenosti kod tkanina sa promenom podužne mase potke

Slika 81: Zavisnost koeficijenta drapiranja od propustljivosti vazduha kod tkanina sa promenom gustine potke

Slika 82: Zavisnost koeficijenta drapiranja od propustljivosti vazduha kod tkanina sa promenom podužne mase potke

Slika 83: Zavisnost koeficijenta drapiranja, relativne gustine tkanine i propustljivosti vazduha kod pamučnih tkanina sa promenom gustine potkinih žica

Slika 84: Zavisnost koeficijenta drapiranja, relativne gustine tkanine i propustljivosti vazduha kod pamučnih tipova tkanina sa promenom podužne mase potkinih žica

Slika 85: Zavisnost koeficijenta drapiranja, relativne gustine tkanine i propustljivosti vazduha kod tkanina 50/50 % PES/Co sa različitim prepletajima

Slika 86: Zavisnost koeficijenta drapiranja, relativne gustine tkanine i propustljivosti vazduha kod pamučnih sirovih tkanina sa različitim prepletajima

Slika 87: Zavisnost propustljivosti vazduha od koeficijenta drapiranja gotovih pamučnih tkanina

Slika 88: Zavisnost propustljivosti vazduha od koeficijenta drapiranja za tkanine iz 50/50 % Co/PES

Slika 89: Zavisnost propustljivosti vazduha od koeficijenta drapiranja tkanina iz 67/33 % Co/PES

Slika 90: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i propustljivosti vazduha pamučnih tkanina

Slika 91: Zavisnost koeficijenta drapiranja od relativne gustine i propustljivosti vazduha kod svih ispitivanih uzoraka gotovih tkanina

Slika 92: Zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti za tkanine sa promenom gustine potke

Slika 93: Zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti za tkanine sa promenom podužne mase potke

Slika 94: Zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti za tkanine 50/50 % PES/Co sa promenom prepletaja

Slika 95: Zavisnost koeficijenta drapiranja od cirkularnosti pamučnih tkanina sa promenom prepletaja

Slika 96: Izgled profila drapiranih uzoraka sirovih pamučnih tkanina

Slika 97: Izgled profila drapiranih uzoraka sirovih pamučnih tipova tkanina

Slika 98: Izgled profila drapiranih uzoraka 50/50 % PES/Co tkanina sa različitim prepletajima

Slika 99: Izgled profila drapiranih uzoraka pamučnih tkanina različitih prepletaja

Slika 100: Fotografije primenjenih vrsta prepletaja sirovih uzoraka tkanina iz mešavine 50/50 % PES/Co

Slika 101: Fotografije primenjenih vrsta prepletaja sirovih uzoraka pamučnih tkanina

Slika 102: Vrednosti koeficijenata drapiranja: 1) Sirove tkanine iz mešavine 50/50 % PES/Co, 2) pamučne sirove tkanine

Slika 103: Vrednosti koeficijenata drapiranja na licu i naličju tkanine kod sirovih tkanina pamučnog tipa u atlas prepletaju

Slika 104: Koeficijent drapiranja-gustina potkinih žica sirovih tkanina u platnenom prepletaju

Slika 105: Koeficijent drapiranja-površinska masa sirovih tkanina u platnenom prepletaju

Slika 106: Koeficijent drapiranja-podužna masa potkinih žica sirovih tkanina u atlas prepletaju

Slika 107: Koeficijent drapiranja-površinska masa sirovih tkanina u atlas prepletaju

Slika 108: Koeficijent drapiranja-površinska masa doradenih tkanina

Biografija

Tatjana Šarac je rođena 12. 01. 1983. godine u Knjaževcu. Osnovnu školu je završila u Knjaževcu, a srednju ekonomsko – trgovinsku školu završila u Sokobanji. 2005. godine, završila je Višu Tehničku Tekstilnu školu, na smeru Dizajn i modelovanje odeće, sa prosečnom ocenom 8,94. Diplomirala 2008. godine na Tehnološkom fakultetu u Leskovcu, na smeru Dizajn i projektovanje tekstilnih proizvoda, sa prosečnom ocenom 9,13. Diplomski rad pod nazivom „Primena teksasa u savremenom kostimu inspirisanom umetnošću art dekoa“ odbranila sa ocenom 10.

Po završetku fakulteta upisala je doktorske studije na istom fakultetu, studijski program Tehnološko inženjerstvo, školske 2008/2009 godine. Uspešno je položila sve ispite (sa prosečnom ocenom 10) predviđene planom i programom.

Nakon diplomiranja, iste 2008. godine je zaposlena na Tehnološkom fakultetu u Leskovcu kada je izabrana za stručnog saradnika u nastavi na Katedri za Tekstilne nauke, a 2010 godine je izabrana u zvanje asistenta za užu naučnu oblast Konfekcijska tehnologija tekstila, takođe na Katedri za Tekstilne nauke. Izvodila je i izvodi vežbe iz predmeta: Dizajn tekstila I, Dizajn tekstila II, Dizajn odeće I, Dizajn odeće II, Razvoj tekstila i odeće, Etnologija tekstila i odeće, Savremena umetnost i dizajn i Likovno uzorkovanje I, II i III, Hemijska tekstilna tehnologija i Održavanje i nega tekstila. Učesnik je projekta “Razvoj novih i unapređenje postojećih tehnoloških postupaka proizvodnje tehničkih tekstilnih materijala” (ev. Br. TR34020).

U svojoj aktivnosti u naučnom i stručnom radu objavila je više radova i saopštenja u domaćim i inostranim časopisima, na naučnim skupovima (M23-4, M33-14, M34-1, M51-2, M52-11, M53-7, M63-13, M64-12). Ima jedno tehničko rešenje i učestvovala je u realizaciji više projekata.



Универзитет у Нишу

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

Анализа параметара драпирања у зависности од структуре и конструкције тканих
текстилних материјала

која је одбрањена на Технолошком факултету Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, 25.05.2016

Аутор дисертације: Татјана Шарац

Потпис аутора дисертације:



Универзитет у Нишу

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНОГ И ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБЛИКА
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Име и презиме аутора: Татјана Шарац

Наслов дисертације: Анализа параметара драпирања у зависности од структуре и
конструкције тканих текстилних материјала

Ментор: Проф. др Јован Степановић

Изјављујем да је штампани облик моје докторске дисертације истоветан
електронском облику, који сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум
Универзитета у Нишу.**

У Нишу, 25.05.2016.

Потпис аутора дисертације:



Универзитет у Нишу

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да, у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

Анализа параметара драпирања у зависности од структуре и конструкције тканих текстилних материјала

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да подвучете само једну од шест понуђених лиценци; опис лиценци дат је у Упутству).

У Нишу, 25. 05. 2016

Аутор дисертације: Татјана Шарац

Потпис аутора дисертације:

