

# Utjecaj strukturnih parametara tkanina na propusnost svjetlosti

---

Mihajlović, Antun

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:916237>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-16**



*Repository / Repozitorij:*

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



---

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

---

TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO

ZAVRŠNI RAD

Utjecaj strukturnih parametara tkanina na propusnost svjetlosti

Antun Mihajlović

Zagreb, rujan 2019.

---

---

# SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

## TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

---

### TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO

Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

## ZAVRŠNI RAD

Utjecaj strukturnih parametara tkanina na propusnost svjetlosti

**Mentor:**

dr. sc. Stana Kovačević, prof.

**Student:**

Antun Mihajlović,  
0117227172

Zagreb, rujan 2019.

---

---

## Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

*Opći podaci o završnome radu:*

Broj stranica: 28

Broj tablica: 2

Broj slika: 22

Broj jednažbi: 12

Broj matematičkih izraza: 0

Broj literaturnih izvora: 16

Broj likovnih ostvarenja: 0

*Članovi Povjerenstva:*

dr.sc. Ivana Schwarz, doc., predsjednik Povjerenstva

dr.sc. Stana Kovačević, prof., član Povjerenstva

dr.sc. Maja Somogyi Škoc, doc., član Povjerenstva

dr.sc. Snježana Brnada, član Povjerenstva

*Datum predaje rada:*

*Datum obrane rada:*

---

## SAŽETAK

Tkanina je tekstilni plošni proizvod sačinjen od minimalno dva, međusobno okomita sustava niti koji su međusobno isprepleteni po određenom pravilu, odnosno vezu. Ovakva struktura čini tkaninu vrlo heterogenim plošnim materijalom u kojemu volumne jedinice zraka između niti osnove i potke čine materijal poroznim.

Poroznost tkanine ukazuje na udio pora u tkanini. Tkanina se može tretirati kao dvodimenzionalni ili trodimenzionalni materijal, a razlikuju se pojmovi otvorena poroznost i zapreminska poroznost.

Propusnost svjetlosnih zračenja kroz tkaninu bitan je parametar kod razvoja tkanina za određene namjene. U ovome završnom radu odredit će se količina propuštanja svjetlosti kod uzoraka tkanina različitih strukturnih karakteristika. Utvrdit će se utjecaj veza, gustoće niti, debljine tkanine i drugih karakteristika na propusnost svjetlosti.

**Ključne riječi:** struktura tkanina, propusnost svjetlosti, poroznost tkanine, pokriveni faktor tkanina.

---

## SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	TEORIJSKI DIO .....	2
2.1	Vezovi tkanina .....	3
2.2	Poroznost tkanina.....	6
2.2.1	Faktor veza .....	7
2.3	Propusnost svjetlosti kroz tkaninu.....	10
2.3.1	Tekstilije s UV zaštitom .....	11
2.3.2	Određivanje propusnosti svjetlosti tkanine analizom slike.....	13
3.	EKSPERIMENTALNI DIO .....	14
3.1	Uzorci za ispitivanje.....	14
3.2	Metodika rada.....	14
3.2.1	Vez tkanine .....	14
3.2.2	Gustoća osnove i potke .....	15
3.2.3	Debljina tkanine.....	15
3.2.4	Utkanje.....	15
3.2.5	Određivanje pokravnog faktora tkanina .....	16
3.2.6	Određivanje propusnosti svjetlosti .....	17
4.	REZULTATI RADA I RASPRAVA .....	19
4.1	Vezovi uzoraka tkanina.....	19
4.2	Gustoće osnove i potke uzoraka tkanina .....	19
4.3	Debljine uzoraka tkanina .....	20
4.4	Utkanja osnove i potke .....	21
4.5	Faktori veza premaMilašiusu .....	21
4.6	Pokrivni faktori uzoraka tkanina .....	22
4.6.1	Geometrijski pokrivni faktor .....	22
4.6.2	Pokrivni faktor iz analize binarne slike .....	22
4.7	Propusnost svjetlosti kroz tkanine analizom slike.....	23
5.	ZAKLJUČAK .....	26
6.	LITERATURA.....	27

---

## 1. UVOD

Tkanina spada u tekstilni plošni proizvod koji se sastoji od dva sustava niti: uzdužni sustav ili osnovine niti i poprečni sustav ili potkine niti. Uzdužni sustav niti namotan je na osnovin valjak, koji se treba prethodno pripremiti[1]. Prvi proces u pripremi osnove je snovanje. Vrsta snovanja odabire se prema asortimanu i sirovinskom sastavu osnove. Pamučne osnove snuju se najčešće na engleskoj snovaljci, a potom škrobe[2]. Vunene osnove snuju se na sekcijskoj snovaljci, a imaju relativno visoku elastičnost i zadovoljavaju uvjete tkanja. Nije ih potrebno škrobiti, osobito ako su niti končane.

Vež je, prema definiciji, međusobno pravokutno provezivanje osnovinih i potkinih niti prema određenome pravilu. Prema kombinaciji preplitanja osnovinih i potkinih niti u jedinici veza, temeljna podjela vezova je: platno, atlas i keper.

Ovakva struktura čini tkaninu vrlo heterogenim plošnim materijalom u kojem volumne jedinice zraka između niti osnove i potke čine materijal poroznim.

Poroznost tkanine ukazuje na udio pora u tkanini. Tkanina se može tretirati kao dvodimenzionalni ili trodimenzionalni materijal, razlikuju se pojmovi otvorena poroznost i zapreminska poroznost.

Količina propusnosti svjetlosti kroz tkaninu bitno je svojstvo za određene namjene, na primjer UV (ultraljubičasto zračenje) zaštita za neke odjevne predmete te tkanine za tehničke namjene, kao što su tkanine za tende, padobrane, jedra, industrijske filtere, zavjese i zračne jastuke u automobilima. Svojstvo propusnosti svjetlosti kroz tkaninu ovisit će o strukturnim i geometrijskim parametrima tkanine[3, 4].

---

## 2. TEORIJSKI DIO

Propusnost svjetlosti kroz tkaninu je sposobnost tkanine da dopusti određenom stupnju svjetlosti da prođe kroz tkaninu. Ovisno o konstrukciji tkanine, vrsti materijala tkanine, gustoći itd., ovisit će i njezina propusnost svjetlosti. Tkanina koja ima više zračnog prostora uvijek daje bolju propusnost svjetlosti.

Poroznost materijala važna je karakteristika tkanine. Poroznost je izravno povezana s propusnošću fluida, zraka i svjetlosti kroz tkaninu, na što utječe debljina tkanine, oblik i veličina pora, kao i distribucija prostora između niti. Problem kod izračuna propusnosti tkanine predstavlja nejednoličnost u distribuciji pora, razmaku među nitima, kao i njihov promjer te nejednoličnost debljine tkanine.

Propusnost svjetlosti kroz tkaninu ovisit će o njezinoj poroznosti te o propusnosti svjetlosti kroz same pređe od koje je tkanina sačinjena. Propusnost svjetlosti kroz pore tkanine je direktna, dok je prolazak svjetlosti kroz materijal, zbog njegove transparentnosti, djelomična. Sa stajališta propusnosti svjetlosti kroz tkanine, postoje neke tkanine koje ne trebaju propuštati svjetlost u prostoru (na primjer, tende ili zastori) i tkanine koje bi trebale djelomično propuštati svjetlost (na primjer, zavjese). Vanjska tenda je providna tkanina koja djelotvorno zaustavlja sunčeve zrake prije nego što udare na prozorsko staklo i time smanjuje toplinu u prostoriji do 70 %, dok je kod zavjesa poželjna djelomična propusnost svjetlosti.

Također, bitno svojstvo tkanina je zaštita od UV zračenja, koje je spomenuto u teorijskom dijelu, ali nije ispitano u ovome istraživanju.



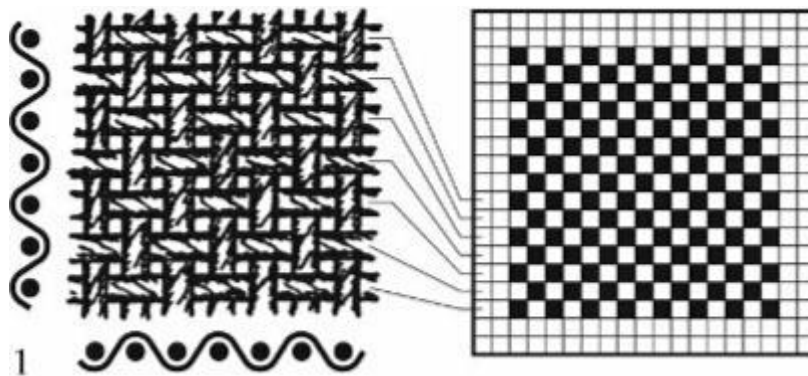
---

## 2.1 Vezovi tkanina

Vez je međusobno pravokutno križanje osnovinih i potkinih niti. Crtanje vezova vrši se na tkalačkom papiru različitih omjera, što ovisi o gustoći osnove i potke [1]. Preplitanjem osnove i potke nastaju osnovine i potkine vezne točke, koje su raspoređene u jedinici veza, a ponavljaju se s jedinicom veza. Jedinica veza je najmanji broj osnovinih i potkinih niti koje čine jednu skupinu (cjelinu) raznovезujućih niti, a koja se dalje ponavlja po širini i dužini tkanine. Prema kombinaciji preplitanja osnovinih i potkinih niti u jedinici veza, temeljna podjela vezova je:

- platno P 1/1
- keper<sub>1</sub> npr., K ½ D: najmanji keper s 3 raznovезujuće osnovine i potkine niti
- atlas, npr., A ¼ (3) D; peterovezni atlas potkinog efekta sa skokom 3 u desno.

Platno vez je najjednostavniji i najgušći vez. U tkaninama toga veza naizmjenice se isprepleću osnovine i potkine niti, tako da je s gornje strane u jednom redu svaka druga (npr. neparna) osnova iznad potkine niti te svaka druga (parna) potka iznad osnovine niti. Za tkanine od biljnih vlakana otkane u tom vezu uobičajen je naziv *platno*. Za vunene tkanine u platno vezu uobičajen je naziv *sukno*, a naziv *taft* upotrebljava se za svilene tkanine u tom vezu.



Slika 1. Platno vez

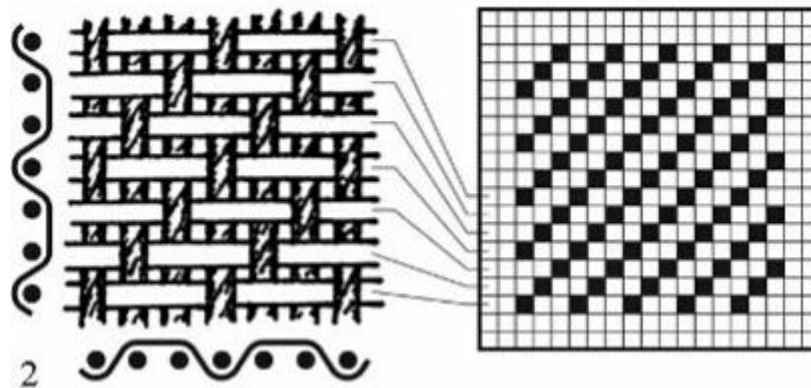
Izvedenice platna su:

1.) *rips (R)*: tkanina na čijoj su površini izražene horizontalne ili vertikalne pruge (u smjeru osnove ili potke). Rips može biti uzdužni (osnovin) rips, poprečni (potkin) rips, miješani rips, pojačani rips, pomjereni rips, kosi rips, povratni rips, valoviti rips, figurirani rips.

---

2.) *panama (Pa)*: izvedenica platno veza kod kojega se više niti potke isprepleću s jednakim brojem niti osnove, tako da u tkanini nastaju kvadratići. Takva je tkanina mekana na opip, rupičaste teksture mrežasta izgleda. Zbog poroznosti, tkanina je vrlo propusna za zrak ili paru, zbog toga je udoban materijal za raznovrsnu ljetnu odjeću. Postoji pravilna i miješana panama.

Tkanine u keper vezu prepoznatljive su po koso položenim rebrastim prugama koje potječu od svojstvenog načina povezivanja osnovinih i potkinih niti. Kod toga veza potkina nit u jednom redu naizmjenično prolazi ispod jedne osnovine niti, pa zatim iznad dvije do tri osnovine niti i tako po cijeloj širini tkanine. U svakome sljedećem redu to se ponavlja, ali s pomakom za jednu nit udesno (desni keper) ili ulijevo (lijevi keper), čime se osigurava potrebna povezanost tkane strukture. Broj veznih točaka time je nešto manji od onoga kod platnenoga veza, ali još uvijek dovoljan za čvrstu i kompaktnu strukturu tkanine. Opći naziv za tkanine u keper vezu je *keper*.



Slika 2. Keper vez

Izvedenice keper veza su:

- 1.) *pojačani keper*: sastavlja se tako da se običnom potkinom keperu dodaju osnovine vezne točke na postojeće u svim smjerovima, a raport veza se pri tome ne mijenja.
- 2.) *višeredni (višestruki) keper*: nastaje iz više usporednih crta glatkog i pojačanog kepera.
- 3.) *povratni (šiljasti) keper*: nastaje na način da je određen broj redaka kepera položen u jednom smjeru (glatke, pojačane ili višeredne), a onda se vraća za isti broj niti u suprotnome smjeru. Na taj način na mjestima vraćanja stvaraju se šiljci od jedne ili više niti. Šiljci mogu biti u smjeru osnove ili potke. Ovaj vez izrazito je simetričan i na površini stvara uzdužne i poprečne pruge koje nastaju uslijed mijenjanja smjera.

---

4.) *stepenasto-lomljeni keper*: u ovom keperu, slično kao i kod povratnog kepera, u jednom smjeru crta kepera je dulja, a u suprotnom kraća, tj. ne vraća se za isti broj niti. Na taj se način izgubi simetrija lomljenja i nastaje stepenasto-lomljeni keper.

5.) križni keper

6.) lomljeni keper

7.) prepleteni keper

8.) višestepeni gabarden

9.) valoviti keper

10.) djeloviti keper

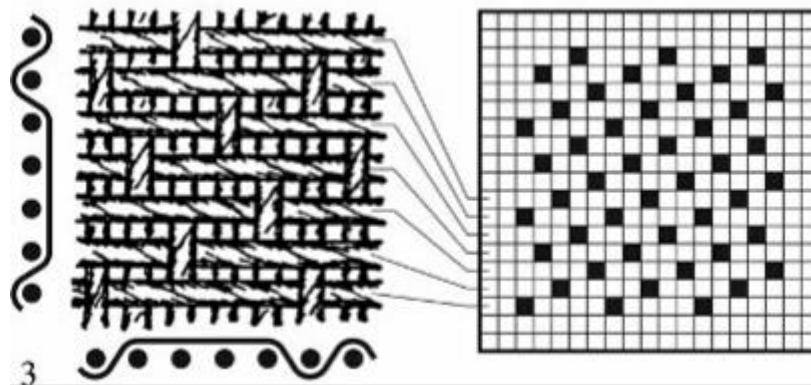
11.) sastavljeni ili uvučeni keper

12.) dodavani keper

13.) ukrasni keper

14.) reporn (razmješteni) keper.

Kod tkanina u atlas vezu osnovina nit povezuje svaku petu potku, što znači da potka u jednom redu prolazi iznad najmanje četiri osnovine niti, zatim ispod jedne, pa ponovno iznad četiri niti osnove itd. Posljedica takva prepletanja je razmjerno malen broj veznih točaka, odnosno razmjerno su veliki dijelovi tkanine bez prepletanja niti, a time je i njezina čvrstoća manja. Ako se za takvo tkanje upotrebljava svilena ili koja druga filamentna pređa, tim se vezom dobivaju tkanine glatke i sjajne površine, poznate pod nazivom *satén*.



**Slika 3.** Atlas vez

Izvedenice atlas veza:

- pojačani atlas: nastaje tako da pojedine vezne točke potkina atlasa pojačamo za jednu ili više veznih točaka. Vezne točke dodajemo u svim smjerovima.

---

- adria vezovi: ako atlase većih jedinica (9,11,13 i 17) veza pojačamo u više smjerova (gore i prekinuto), tako dobijemo prekinuti ripsast izgled u dijagonalnom smjeru, a tkanini sačuvamo atlasni značaj.

- solej (soleit): ovaj vez od pojačanog atlasa razlikujemo prije svega po tome što vezne točke za pojačanje ne dodajemo temeljnim veznim točkama, nego ih ubacujemo između njih, tako da se vezne točke dotiču pod kutom.

## 2.2 Poroznost tkanina

Poroznost tkanine ukazuje na udio pora u tkaninama. Dok se tkanina može tretirati kao dvodimenzionalni ili trodimenzionalni materijal, razlikuju se pojmovi otvorena poroznost i zapreminska (volumna) poroznost. Otvorena poroznost označava postotak površine makropora u jedinici površine tkanine. Izračunava se na temelju faktora prekrivanja tkanine ili na temelju broja makropora i površine poprečnog presjeka makropora prema jednadžbi (1) i jed. (2) [3]:

$$P=(100-K)\cdot 100\% \quad (1)$$

$$P_o=N_p\cdot A_p\cdot 100\%$$

$$P_o=G_1\cdot G_2\cdot (p_1-d_1)\cdot (p_2-d_2)\cdot 100\% \quad (2)$$

$$P_o=(10-d_1G_1)\cdot (10-d_2G_2)\cdot 100\%$$

gdje je  $P_o$  otvorena poroznost u postocima,  $K$  je faktor prekrivanja tkanine u postocima,  $N_p$  je broj pora na  $\text{cm}^2$ ,  $A_p$  je površina poprečnog presjeka makropora u  $\text{cm}^2$ , a  $G$  je stvarna gustoća navoja u nitima po  $\text{cm}$ . Volumna poroznost označava postotak volumena pora u jedinici volumena tkanine (jednadžba (3)) s različitim vrstama pora (makro, mezo, mikro). Izračunava se na temelju volumne frakcije tkanine, koja izražava postotni dio volumena pređe s obzirom na volumen tkanine (jednadžba (4)). Dok je masa tkanine zapravo masa korištenih pređa ( $m_{fab} = m_y$ ), volumni udio tkanine predstavlja odnos između gustoće mase tkanine i gustoće:

$$P_v= (100-VF)\cdot 100\% \quad (3)$$

$$VF = \frac{V_y}{V_{fab}} \cdot 100 \% = \frac{m_y \cdot \rho_{fab}}{m_{fab} \cdot \rho_y} \cdot 100 \% = \frac{\rho_{fab}}{\rho_y} \cdot 100 \% \quad (4)$$

$P_v$ - volumna poroznost u postocima,  $VF$  - volumni udio tkanine u postocima,  $V_y$ - volumen pređe u  $\text{cm}^3$ ,  $V_{fab}$ - volumen tkanine u  $\text{cm}^3$ ,  $m_y$ - masa pređe u  $\text{g}$ ,  $m_{fab}$ - masa tkanine u  $\text{g}$ ,  $\rho_{fab}$ - gustoća mase tkanine u  $\text{g}/\text{cm}^3$ , a  $\rho_y$ - gustoća pređe u  $\text{g}$  na  $\text{cm}^3$ .

---

Tkanine se izrađuju od različitih vrsta prediva. Sirovina pređe ili vlaknaste kompozicije početni su parametar pređe koji utječe na UV zaštitu [3, 4]. Vlakna imaju različitu sposobnost apsorpcije UV zračenja i blokiraju većinu upadne energije zračenja, čime pak sprječavaju da ona dođu do kože. Prirodna vlakna imaju niža svojstva blokiranja UV zraka u odnosu na sintetička vlakna, ali s termofiziološkog gledišta pogodnija su u uvjetima vrućeg trošenja. Hustvedt i suradnici otkrili su da prirodno pigmentirane pamučne tkanine imaju izvrsna svojstva za zaštitu od sunca, koja su daleko superiornija od konvencionalnih, bijeljenih ili nebijeljenih pamučnih tkanina [5]. Stanković i suradnici proučavali su učinak uvrtanja pređe na UPF (ultraljubičasti zaštitni faktor) pamučnoga pletiva i utvrdili da je uvijanje pređe u velikoj mjeri utjecalo na svojstva UV zaštite kroz utjecaj na kompaktnost pređe i svojstva površine, što je opet utjecalo na otvorenu poroznost tkanine [6]. Svjetlost prolazi izravno kroz makropore ili otvoreno područje tkanine, kao i kroz pređu, gdje mijenja smjer prije napuštanja tkanine.

### 2.2.1 Faktor veza

Faktori veza tkanine ili integracijski faktori strukture tkanina mogu biti podijeljeni u dvije skupine [7], one zasnovane na: a) Peirceovoj teoriji, i b) Brierleyovoj teoriji maksimalnog strukturnog sklopa. Predloženi su različiti načini izračuna faktora veza od strane različitih autora, primjerice Galcerana, Seyama i El-Shiekha, Newtona, Milašiusa itd.

Faktor veza opisuje način preplitanja osnove i potke u zadanoj jedinici veza, a računa se prema jednadžbi (5):

$$M_v = \frac{E_n}{I_n} \quad (5)$$

gdje je  $E_n$  broj niti u jedinici veza, a  $I_n$  broj prijelaza osnovinih i potkinih niti s lica na naličje, u jedinici veza.  $M_v$  se računa posebno za osnove, a posebno za potke iz čega se dobiju  $M_o$  i  $M_p$ . Ukupan faktor veza,  $M_v$  je tada (jednadžba (6)):

$$M_v = \frac{E_o + E_p}{I_o + I_p} \quad (6)$$

gdje su  $E_o$  i  $E_p$  broj niti osnove, odnosno potke, a  $I_o$  i  $I_p$  broj prijelaza osnovinih, odnosno potkinih niti s lica na naličje.

Ovakav izračun faktora veza kod nekih različitih konstrukcija tkanina poprima istu vrijednost, zbog čega ne pruža uvid u njihove konstrukcijske razlike. Stoga je


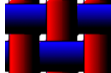


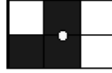
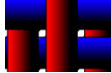
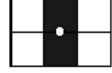



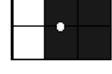



izračun faktora veza koji bi diferencirao tkanine različitih vezova modificiralo više autora.

Milašius [8–11] je predložio svoju jednadžbu 7 za izračun faktora veza:

$$P_{1(2)} = \sqrt{\frac{3 \cdot R_1 \cdot R_2}{3 \cdot R_1 \cdot R_2 - \left( 2 \cdot n_{f1(2)} + \sum_{i=1}^6 K_{1(2)i} \cdot n_{f1(2)i} \right)}} \quad (7)$$

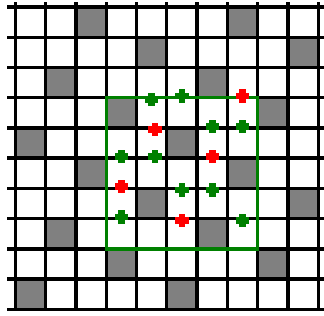
gdje je:  $R_1$  i  $R_2$  ponavljanje osnovnih i potkinih veznih točaka u jedinici veza,  $n_f$ - broj slobodnih polja (flotiranja),  $n_{fi}$ - broj slobodnih polja koja pripadaju grupi  $i$ ,  $K_i$ - eliminacijski faktor grupe  $i$ .

$K$  se izračunava prema Hamiltonovoj teoriji za svaki prijelaz između veznih točaka zadane jedinice veza s obzirom na neposredno okruženje (slika4).

Primjer veza	Prikaz veznih točaka	K
		$K_0=0$
		$K_1=0,25$
		$K_2=0,375$
		$K_3=0,5$
		$K_4=0,625$
		$K_5=0,75$
		$K_6=1$

Slika 4. Hamiltonov koeficijent K

Na slici 5 prikazan je primjer izračuna eliminacijskog faktora  $K$  prema Hamiltonovoj teoriji [7].



**Slika 5.** Primjena Hamiltonove teorije na primjeru A1/4(3)

Zbroj svih točaka koje nisu oštro vezane (posebno u smjeru osnove, a posebno u smjeru potke, kod uravnoteženih vezova taj je broj jednak) jednak je  $n_f$  (crvene i zelene točke). Prema Hamiltonovoj teoriji, 10 zelenih točaka ( $n_{f4}$ ) pripada skupini  $i=4$  te ima eliminacijski koeficijent  $K_4=0,625$ , a 5 crvenih točaka ( $n_{f1}$ ) pripada skupini 1 s eliminacijskim faktorom  $K_1=0,25$ .

Milašiusje modificirao Brierleyevu relaciju, u koju je uveo ranije spomenut faktor veza  $F_1$ , te predložio jednadžbu (8) [12]:

$$\varphi = \sqrt{\frac{12}{\pi}} \cdot \frac{1}{P_1} \cdot \sqrt{\frac{T_{ta}}{\rho}} \cdot S_2^{\frac{1}{1+2/3\sqrt{T_{t1}/T_{t2}}}} \cdot S_1^{\frac{2/3\sqrt{T_{t1}/T_{t2}}}{1+2/3\sqrt{T_{t1}/T_{t2}}}} \quad (8)$$

$$T_{ta} = \frac{T_{t1} \cdot S_1 + T_{t2} \cdot S_2}{S_1 + S_2} \quad (9)$$

gdje su  $T_{t1}$ ,  $T_{t2}$ ,  $T_{ta}$ - redom finoća osnove, finoća potke, prosječna finoća niti (tex),  $P_1$ - Milašiusov faktor veza,  $\rho$ - gustoća vlakna,  $S_1$  i  $S_2$  - gustoće niti osnove i potke na 10cm.

---

## 2.3 Propusnost svjetlosti kroz tkaninu

Ultraljubičasto (UV) zračenje je nevidljivi dio zračenja Sunca, elektromagnetsko zračenje unutar valne duljine do 400 nm.

Svjetlosna propusnost tkanina nije svojstvo povezano s estetskom karakteristikom tkanine, nego je parametar koji ima snažnu vezu s UPF-om odjeće i odjevnih predmeta, koji su pak povezani s određenim zdravstvenim problemima. Prekomjerno izlaganje UV svjetlu na duže vrijeme može uzrokovati ozbiljne zdravstvene probleme, kao što su opekline kože, otekline, plikovi i sl.

Jasno je da je zaštita ljudske kože od UV zračenja vrlo važan problem, a tijekom posljednjih godina istraživači su pokazali sve veće zanimanje za ovo područje. O zahtjevima koji se odnose na posebnosti tekstilnih tkanih i pletenih tekstilija u ovisnosti o vrsti uporabe, uvjetima uporabe i strukturi proizvoda danas se široko raspravlja.

Energija UV zračenja koju prima tekstil može se podijeliti u sljedeće tri komponente: energiju koja se reflektira, energiju koja se apsorbira i prenosi tekstilnim proizvodima te energiju koja izravno zrači na ljudski organizam.

Odjeća pruža određenu UV zaštitu, jer kada UV zračenje dođe do površine tekstilnog materijala, dio zračenja se upije (apsorpcija), dio odbije (refleksija), a dio kroz njega prolazi (transmisija). Udio svakog od ova tri događaja ovisi o fizikalnim i kemijskim parametrima tvari, što znači svojstvima vlakana i vrsti bojila [14–16], kao i strukturnim parametrima, kao što su debljina tkanine, struktura tkanine, poroznost, gustoća tkanine, finoća niti, prisutnost bojila u vlaknu, dodatak pigmenta u polimeru, vrsta i koncentracija upotrijebljenih bojila, optičkih bjelila, UV apsorbera itd.

Vlakna utječu na UV blokirajuća svojstva tkanina pomoću središta vlakna, njihove poroznosti, kao i geometrijskog oblika i dimenzija vlakana. Središte vlakna, posebno njegova kemijska struktura, između ostalih imaju najveći utjecaj na blokirajuća svojstva. U svakoj grupi vlakana, prirodnih i onih proizvedenih od prirodnih i sintetičkih polimera, mogu se izdvojiti ona vlakna koja imaju bolje ili lošije osobine prijenosa UV zračenja. Od prirodnih vlakana, konoplja i lan su poznati po svojim dobrim blokirajućim svojstvima UV zračenja. Promjer vlakana i lokalizacija vlakana u pređi također utječu na blokirajuća svojstva, zbog kojih se mijenja struktura tkanine [14]. Obično, što je promjer vlakana manji, to su bolja UV zaštitna svojstva, što je posljedica veće gustoće i zbijenosti vlakana te samim tim i manja međuprostorna udaljenost.



---

Količina zaštite od UV zraka također ovisi i o boji tkanine te vrsti bojila. Općenito, reaktivne i pigmentne boje povećavaju apsorpciju UV zraka, kao i tamne boje, primjerice crna.

### **2.3.1 Tekstilije s UV zaštitom**

Sva prirodna i neka sintetička vlakna oštećuju se vidljivim i nevidljivim zrakama elektromagnetskog spektra, naročito UV zrakama. Zrake predstavljaju energiju, a ona se prenosi na tekstilnu podlogu. Visoka atmosferska vlažnost i pigmenti koji djeluju kao katalizatori ubrzavaju razgradnju. UV i vidljiva svjetlost djeluju na vanjsku površinu. Oksidacijski utjecaj ima i elektromagnetsko zračenje vidljivog i ultraljubičastog dijela spektra, koji dovodi do fotooksidacije. Za zaštitu se koriste UV filteri.

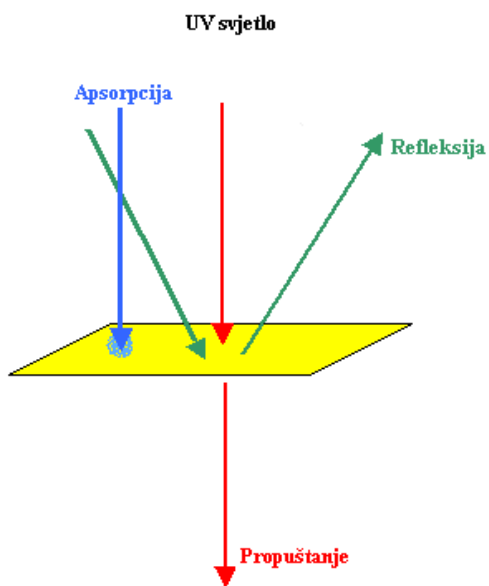
UV apsorberi su polimerni dodaci koji apsorbiraju svjetlost iz UV spektra, a UV stabilizatori su sredstva za blokiranje radikala nastalih u vlaknu prilikom fotooksidacije. Oni pridonose stabilizaciji prilikom degradacije. Ključna primjena UV apsorbera je u geotekstilijama, tekstilnim površinama i vlaknima namijenjenima odjeći za koju se smatra da će biti izloženija Sunčevoj svjetlosti, te za tende, cerade, šatore i dr.

Otpornost na UV zračenje je sposobnost materijala da održi čvrstoću i ostala fizikalna i kemijska svojstva nakon izlaganja Sunčevoj svjetlosti.

UV-block (blokiranje ultraljubičastog zračenja) proizvodi su koji imaju sposobnost odbijanja UV zraka, koje su vrlo štetne za čovjekovo zdravlje. UV-block proizvodi nalaze se na tržištu zadnjih desetak godina. U početku nisu bili previše cijenjeni, ali se porastom svjesnosti o štetnosti UV zračenja danas sve češće spominju, što je rezultiralo i porastom zahtjeva na UV otpornost sportske i dječje odjeće, koji su često rigorozniji i od zahtjeva otpornosti na habanje i kidanje.

Omjer propusnosti, apsorpcije i refleksije UV zraka određuje svojstvo UV zaštite tekstilnog materijala. Propusnost, refleksija i apsorpcija UV zraka ovise o sirovinskom sastavu, konstrukciji (debljini i poroznosti) i završnoj doradi tekstilnog proizvoda.

Slika 6 a. prikazuje tri moguća događaja nakon pada UV zraka na tekstilni materijal. Ukoliko UV zraka prolazi kroz tekstilni materijal, ona će doprijeti do kože nositelja odjevnog predmeta. Što je veća propusnost, a manja apsorpcija i refleksija, stupanj zaštite od UV zračenja je manji.



**Slika 6.** a. Ishodi prilikom upada UV zrake na tekstilni materijal; b. Primjeri tekstilija za koje se zahtijeva UV zaštita

Postoje dvije mogućnosti reduciranja propusnosti UV zraka kroz tekstilni materijal, a to su:

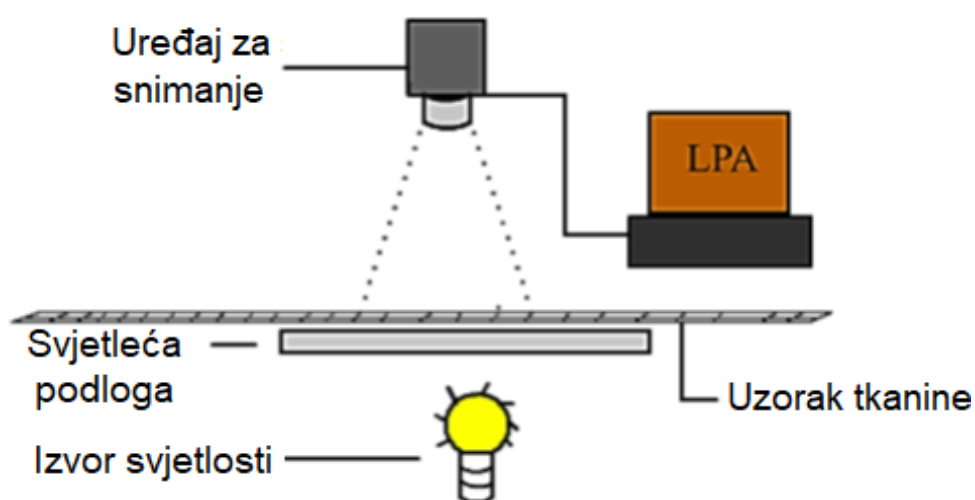
- smanjivanje poroznosti materijala mijenjanjem strukture (veza) plošnog proizvoda ili odabirom optimalnog broja niti po osnovi i po potci za određenu finoću pređe.

- poboljšanje apsorpcijskih i reflektirajućih svojstava tekstilnog materijala.

---

### 2.3.2 Određivanje propusnosti svjetlosti tkanine analizom slike

Uređaj za snimanje je digitalna kamera spojena na računalo pomoću USB kabela, kao što je prikazano na slici 7. Softver nazvan LPA (analizator propusnosti svjetlosti) obrađuje slike na temelju tehnika obrade slike koje su povezane s hardverom za obradu slike. Okviri snimljeni kamerom preneseni su na računalo i slike su zatim obrađene pomoću LPA softvera. Softver najprije pretvara slike u binarni format, a zatim ih obrađuje kako bi pronašao bijele nakupine koje ukazuju na svjetlost koja prolazi kroz tkaninu [13].



**Slika 7.** Prikaz slikanja tkanine s izvorom svjetlosti

---

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1 Uzorci za ispitivanje

U eksperimentalnom dijelu rada ispitano je 10 uzoraka tkanina u 5 različitim vezova te dvije različite gustoće (tab.1). Tkanine su otkane iz pređe iste proizvodne partije na istom tkalačkom stroju. Pređa za izradu tkanine je 100% pamučna, jednostruka, grebenana pređa s finoćom 36 tex.

**Tab.1.** Uzorci tkanina za ispitivanje (deklarirane vrijednosti)

Oznaka uzorka	Vez	Gustoća, niti/cm	
		osnova	potka
A00	A4/1	20	20
A44	A4/1	24	24
Kc00	K2/2	20	20
Kc44	K2/2	24	24
P00	P1/1	20	20
P44	P1/1	24	24
Pa00	Pa2/2	20	20
Pa44	Pa2/2	24	24
Rp00	R2/2(1+1)	20	20
Rp44	R2/2(1+1)	24	24

#### 3.2 Metodika rada

Na svim uzorcima tkanina određen je vez tkanine, gustoća osnove i potke, debljina i utkanje, te je na osnovi tih parametara izračunat faktor veza. Izvršena je analiza propusnosti svjetlosti kroz uzorke analizom slika uzoraka postavljenih na podlogu s prolaznom svjetlošću, te ustanovljen utjecaj prethodno određenih parametara. Također je određena poroznost uzoraka analizom slika uzoraka postavljenih na tamnu podlogu.

##### 3.2.1 Vez tkanine

Vez tkanine utvrđen je dekompozicijom uzoraka tkanina.

---

### 3.2.2 Gustoća osnove i potke



**Slika 8.** Primjer slikanja s mikroskopom Dino lite

Gustoća osnove i potke dobivena je pomoću mikroskopa Dino lite, koji je prethodno baždaren na povećanje koje daje najoštriju sliku. Iscrtane su mjerne linije u smjeru osnove i potke na 5mm te izbrojane niti u oba smjera i pomnožene sa dva da bi se dobio broj osnovinih i potkinih niti na 10mm.

### 3.2.3 Debljina tkanine



**Slika 9.** Uređaj za mjerenje debljine tkanina

Mjerenje debljine uzoraka tkanina vrši se na debljinomjeru, na kojemu je podešeno opterećenje od 0,5kPa. Mjerenje se provodi na 10 različitih mjesta na tkanini u milimetrima. Iz dobivenih rezultata računa se aritmetička sredina, standardna devijacija i koeficijent varijacije debljine tkanine.

### 3.2.4 Utkanje

Na tkanini je prethodno označeno 300mm te uzeto po 5 niti u smjeru osnove i potke te izmjerena dužina istegnute niti. Utkanje se računa kao postotak skupljanja niti u tkanini u odnosu na početnu duljinu:

$$U = \frac{l_o - l_t}{l_o} \cdot 100 (\%) \quad (10)$$

---

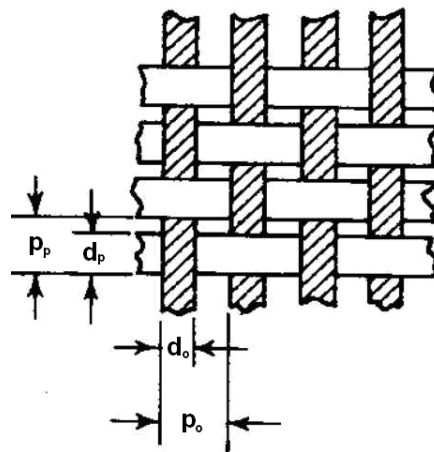
pri čemu je  $l_o$ - početna dužina niti (istegnuta nit),  $l_t$ -dužina tkanine (iz koje je isparana nit).

### 3.2.5 Određivanje pokrivnog faktora tkanina

Pokrivni faktor uzoraka tkanina određen je pomoću dvije različite metode:

- određivanjem geometrijskog pokrivnog faktora mjerenjem debljine pređe i udaljenosti dviju susjednih niti osnove i potke u tkanini
- uz pomoć Dino lite mikroskopa te snimanjem, obradom i analizom binarne slike uzoraka tkanina u ImageJ programu.

#### 3.2.5.1 Određivanje geometrijskog pokrivnog faktora mjerenjem parametara tkanine pomoću Dino lite mikroskopa



Slika 10. Određivanje geometrijskog pokrivnog faktora

Na slici 10 prikazana je ilustracija tkanine te parametri koji se mjere u svrhu određivanja geometrijskog pokrivnog faktora, pri čemu su  $d_o$  i  $d_p$  debljine osnove i potke, a  $p_o$  i  $p_p$  udaljenost između dvije susjedne osnovine, odnosno potkine niti.

Geometrijski (frakcioni) pokrivni faktor može se izračunati koristeći mikroskopsku sliku tkanine kao omjer površine pokrivena pređom i ukupne površine tkanine:

$$C_o = \frac{d_o}{p_o}, C_p = \frac{d_p}{p_p} \quad (11)$$

$C_o$  i  $C_p$ - relativni pokrivni faktori s niti osnove, odnosno potke.

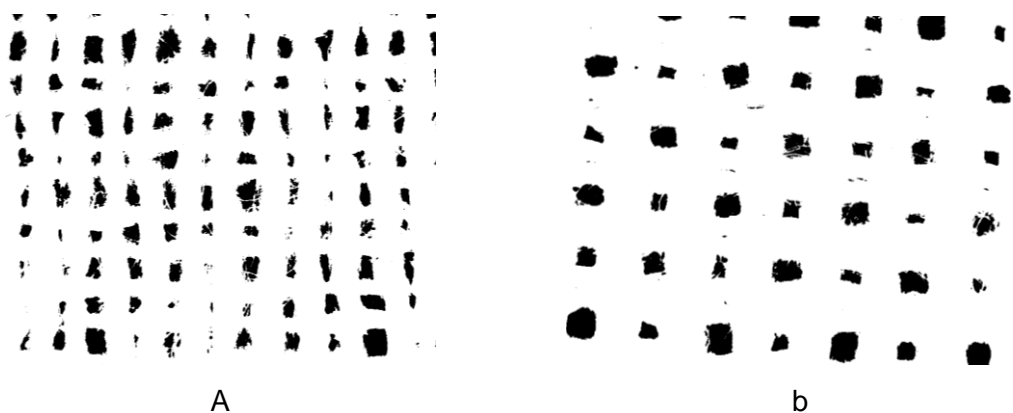
---

Pokrivni faktor:

$$K=C_o+C_p-C_o\cdot C_p \quad (12)$$

### 3.2.5.2 Određivanje pokrivnog faktora obradom analizom binarne slike u ImageJ

Kod obrada slika uzoraka tkanina gdje je ispod tkanina tamna pozadina sve slike uzoraka tkanina konvertirane su „Type 8-bit“ kako bi bile prikazane u sivim tonovima i obrađene „Threshold“ funkcijom do zadovoljavajuće slike.

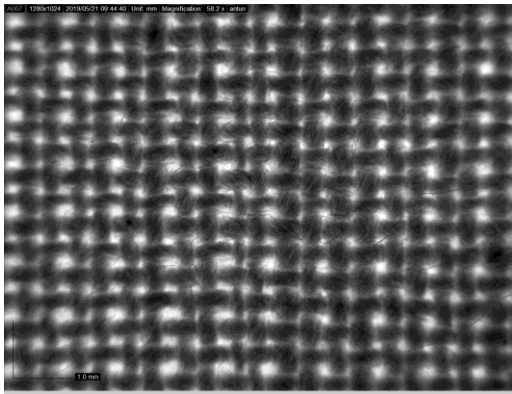


**Slika 11.** Uzorak tkanine obrađen "Type 8-bit" i pomoću funkcije "Threshold": a. atlas vez;  
b. panama vez

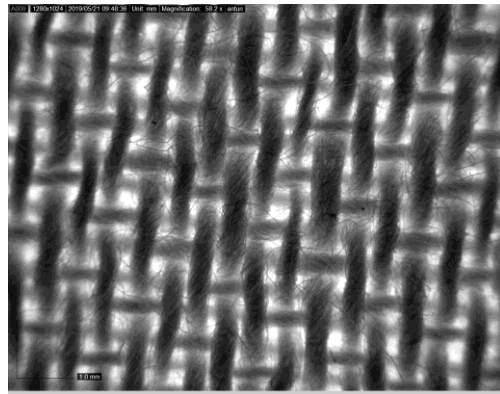
Izrađen je histogram s raspodjelom tonova (piksela), a dobiveni podaci prebačeni su u MS Excel radi daljnje obrade. Tonovi piksela nalaze se u rasponu od 0 do 255, pri čemu 0 označava crne piksele, a 255 bijele piksele, dok je između njih skala sivih tonova. S obzirom na to da je uzorak tkanine snimljen na crnoj podlozi, crni pikseli predstavljaju područja pora porozne strukture, dok bijeli pikseli odgovaraju području pokrivenom tekstilnim materijalom, neovisno o propuštanju svjetlosti.

### 3.2.6 Određivanje propusnosti svjetlosti

Svi uzorci snimljeni su uz pomoć Dino Lite mikroskopa na način da su postavljeni na podlogu koja emitira svjetlost, koja onda prolazi kroz tekstilni materijal (uzorak), što je vidljivo na slici 12. Nakon što su uzorci tkanina snimljeni Dino Lite mikroskopom, slike su obrađene u programu ImageJ. Sve slike uzoraka tkanina konvertirane su „Type 8-bit“ kako bi bile prikazane u sivim tonovima te su obrađene s „Brightness/Contrast“ (svjetlina/ kontrast funkcijom do zadovoljavajuće slike, slika 12).



A



B

**Slika 12.** Uzorak tkanine obrađen na Type 8-bit i sa svjetlinom/ kontrast: a. uzorak u platno vezu; b. uzorak u atlas vezu

Izrađen je histogram s raspodjelom sivih tonova piksela, a podaci su prebačeni u MS Excel radi daljnje obrade. Tonovi piksela nalaze se u rasponu od 0 do 255, pri čemu 0 označava crne piksele, odnosno 0% propusnosti svjetlosti, a 255 bijele piksele, odnosno 100% propusnosti svjetlosti, svi ostali brojevi od 1 do 254 označavaju nijanse sive boje.

Zbog jednostavnije obrade, dobiveni podaci razvrstani su u 10 razreda, koji predstavljaju raspone količine (%) propusnosti svjetlosti. Također je izračunat udio površine tkanine na način da su zbrojeni svi pikseli na obrađenoj fotografiji. Kako bi se dobila površina uzorka koja propušta odgovarajući udio svjetlosti (unutar nekog razreda), broj piksela koji odgovara nijansama odgovarajućeg razreda stavlja se u odnos s ukupnim brojem piksela na slici te računa udio površine uzorka koji propušta svjetlost unutar određenog razreda.

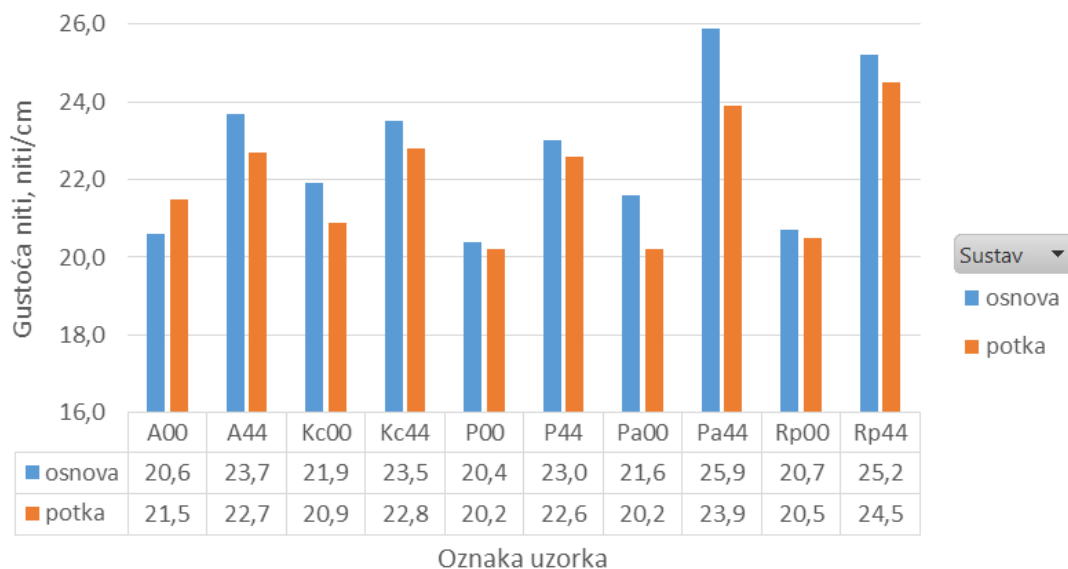


## 4. REZULTATI RADA I RASPRAVA

### 4.1 Vezovi uzoraka tkanina

Analizom tkanina utvrđeno je kako vezovi tkanina odgovaraju deklariranim.

### 4.2 Gustoće osnove i potke uzoraka tkanina

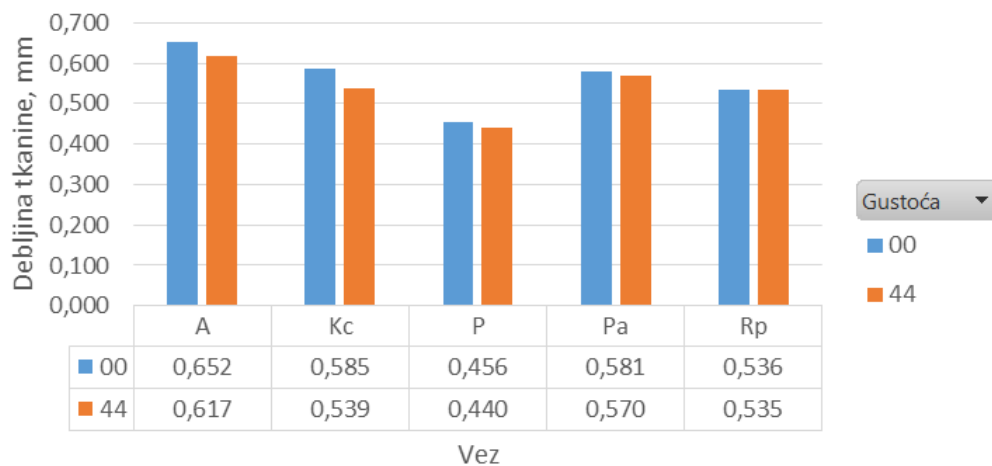


Slika 13. Gustoće osnove i potke uzoraka tkanina

Iz grafa na slici 13 razvidno je da kod određenih uzoraka gustoća osnove i potke odstupa od deklariranih vrijednosti (tab. 1). Vidi se da kod uzorka Pa44 gustoća osnove najviše odstupa, a kod A00 potka ima najveće odstupanje. Kod izračuna faktora veza uzet će se u obzir dobivene vrijednosti gustoća niti.

Standardne devijacije gustoće niti nalaze se u rasponu od 0,3 niti/cm do 1,1 niti/cm, što ukazuje na malo rasipanje, a koeficijenti varijacije u rasponu 1,4% do 4,6%, što ukazuje na dovoljan broj mjerenja.

### 4.3 Debljine uzoraka tkanina

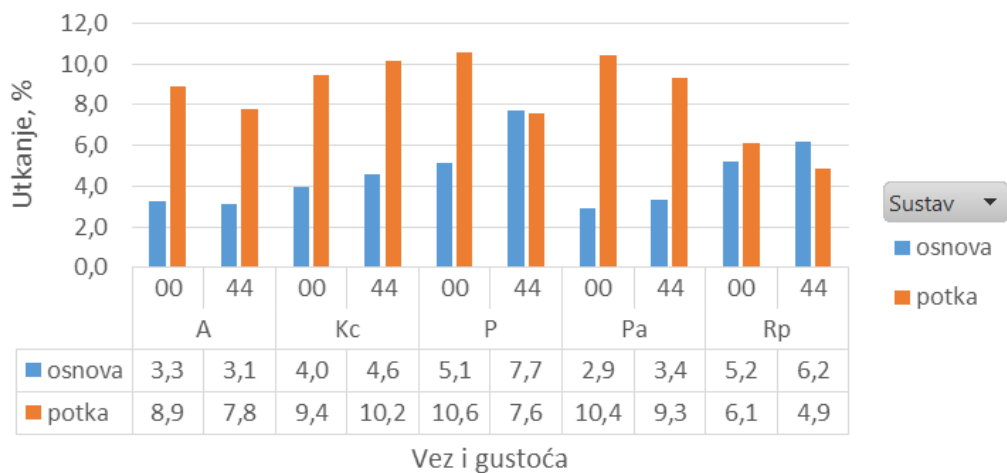


**Slika 14.** Debljine uzoraka tkanina

Iz grafa na slici 14 razvidno je da uzorci tkanina manjih gustoća imaju veću debljinu od uzoraka tkanina većih gustoća, a istih vezova. Razlog tome je manja kompaktnost strukture rjeđih tkanina. Iz istog razloga uzorci tkanina u platno vezu (maksimalno provezivanje niti) imaju najniže vrijednosti debljine, a uzorci u atlas vezu (1 provezivanje niti i flotiranje iznad 4 niti) najviše vrijednosti debljine.

Standardne devijacije debljine uzoraka tkanina nalaze se u rasponu 0,005 mm do 0,021 mm, što ukazuje na malo rasipanje, a koeficijent varijacije u rasponu 0,901 % do 3,302 %, što ukazuje na dovoljan broj mjerenja.

#### 4.4 Utkanja osnove i potke



Slika 15. Utkanje osnove i potke

Prema grafu na slici 15 razvidno je da je kod svih vezova, izuzev uzorka Rp44, utkanje osnove manje od utkanja potke. Razlog tome je veća napetost osnove u procesu tkanja, pri čemu se potka više prilagođava osnovi. Kod tkanine u platno vezu, veće gustoće, ukupno utkanje (osnove + potke) je najveće, što proizlazi iz činjenice da kod platno veza ima najviše provezivanja niti, dok vezovi s više flotiranja imaju manje utkanje.

Standardne devijacije utkanja tkanina nalaze se u rasponu 0,4 mm do 1,9mm, što ukazuje na malo rasipanje, a koeficijent varijacije je u rasponu 0,1 % do 0,6 %, što ukazuje na dovoljan broj mjerenja.

#### 4.5 Faktori veza prema Milašiusu

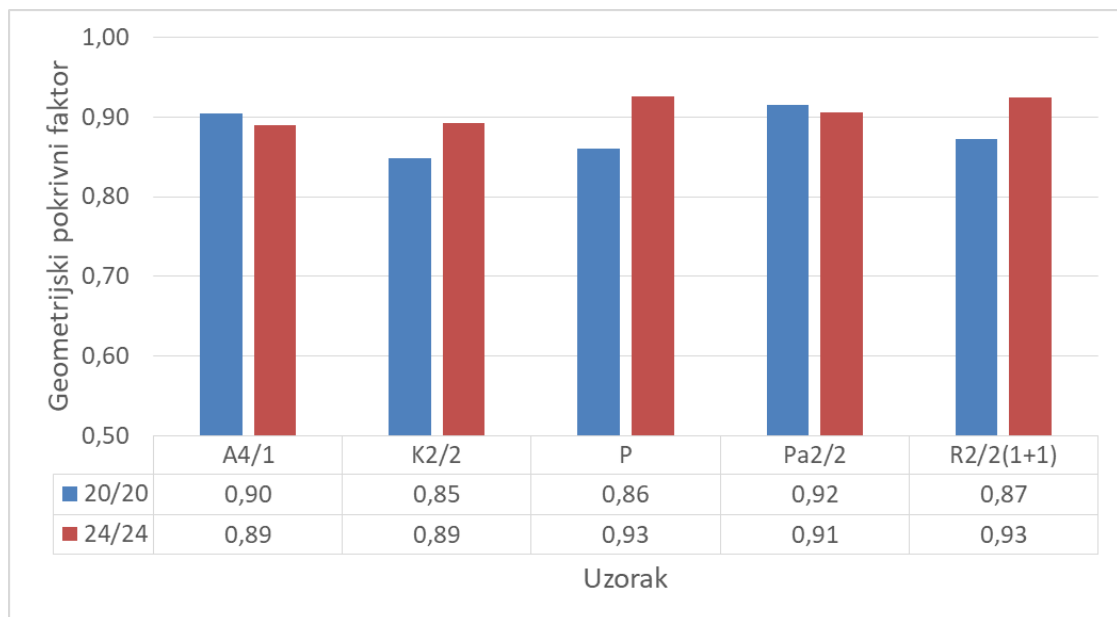
Tab. 2. Faktori veza uzoraka tkanina prema Milašiusu

Veza	P	Kc	A	Pa	Rp (osnova)	Rp (potka)
P	1,000	1,265	1,414	1,359	1,000	1,309
$\phi$ , % (20/20)	60,8	50,5	44,8	45,8	61,7	47,1
$\phi$ , % (24/24)	68,2	54,7	48,9	54,4	74,3	56,7

Kao što je vidljivo u tablici 2, tkanina u platno vezu s maksimalnim brojem provezivanja ima maksimalni faktor veza u istoj kategoriji gustoća. Minimalni faktor veza očekivano ima atlas veza, i to zbog najvećeg broja flotiranja u odnosu na ostale uzorke.

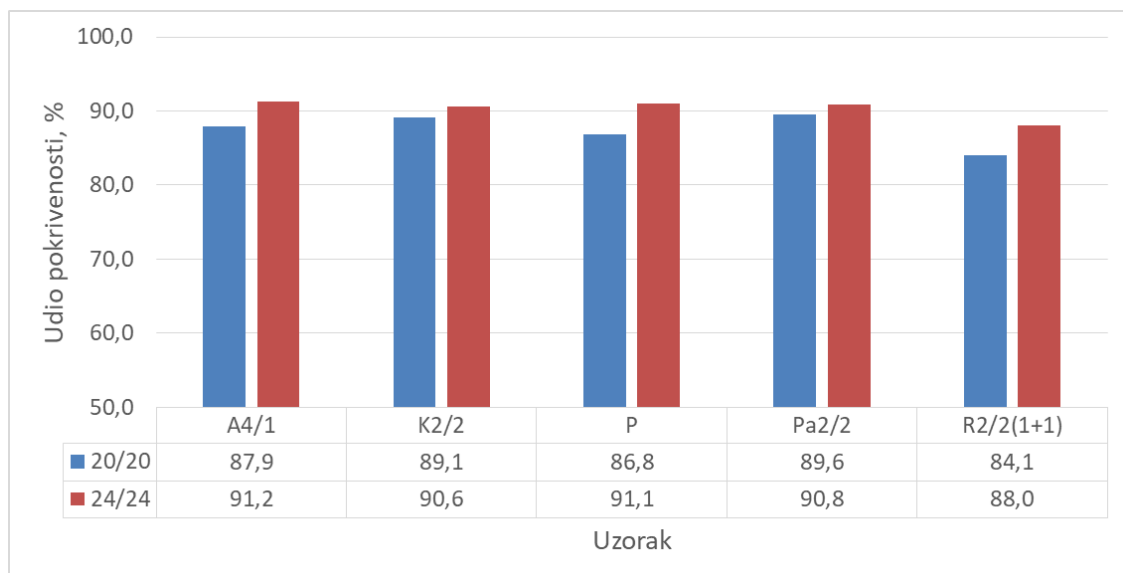
## 4.6 Pokrivni faktori uzoraka tkanina

### 4.6.1 Geometrijski pokrivni faktor



Slika 16. Geometrijski pokrivni faktor uzoraka tkanina

### 4.6.2 Pokrivni faktor iz analize binarne slike



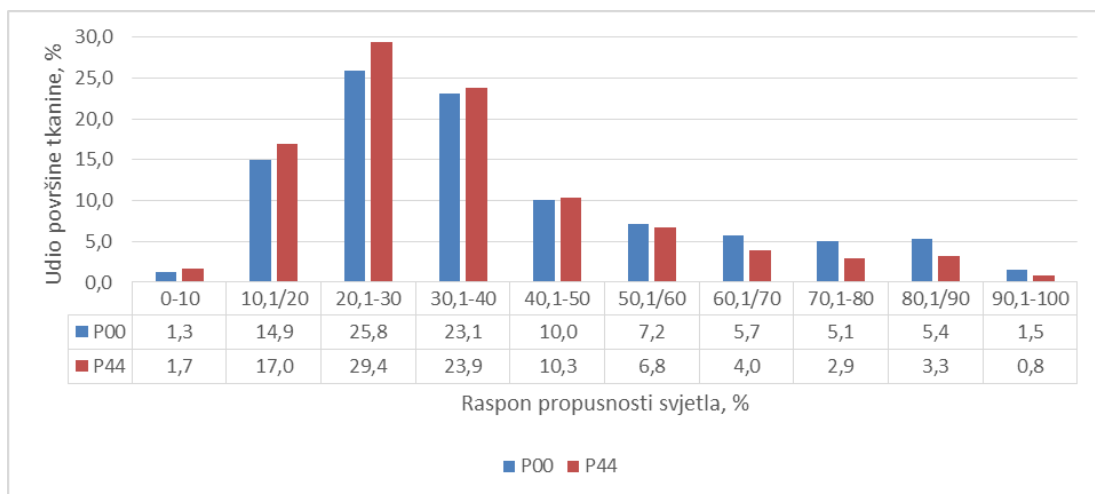
Slika 17. Pokrivni faktor tkanina iz analize binarne slike

Na slikama 16 i 17 vidljivi su grafovi pokrivnih faktora uzoraka, i to geometrijskog faktora te faktora dobivenog analizom binarne slike. Na grafovima je vidljivo da postoje manja odstupanja u rezultatima dobivenim ovim dvjema metodama.

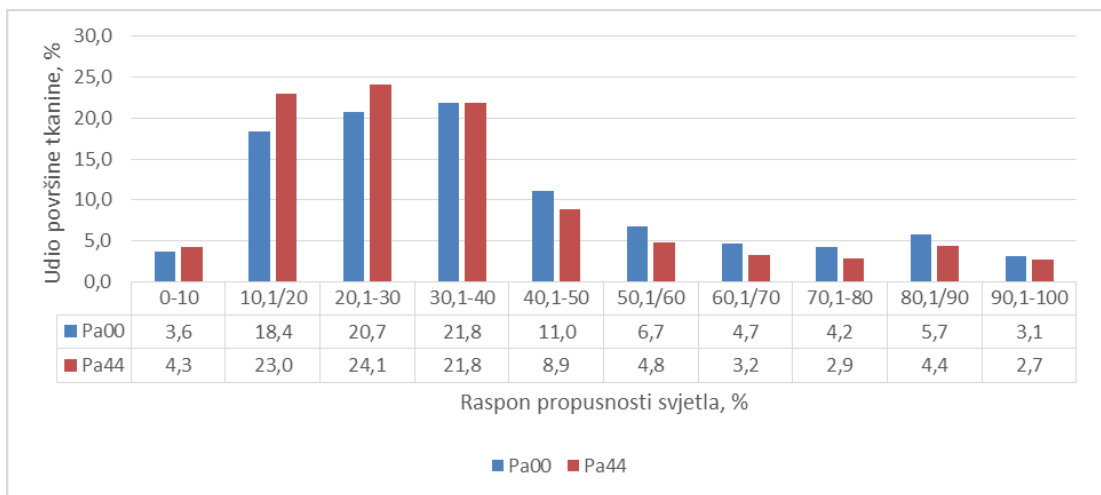
Iz oba grafa razvidno je da veće pokrivne faktore imaju uzorci s većom gustoćom osnove i potke. Uzorak tkanine u atlas vezu, prema teoriji, trebao bi imati najveći pokrivni faktor s obzirom na to da u odnosu na ostale uzorke ima najviše flotiranja, međutim, kod uzorka u atlas vezu veće gustoće geometrijski pokrivni faktor nešto je niži u odnosu na uzorak u platno vezu i njegovim izvedenicama. Kod metode određivanja pokrivnog faktora analizom binarne slike, rezultati su više u skladu s teorijom. Tkanine u panama i rips vezu neočekivano imaju visoke vrijednosti pokrivnog faktora. Razlog tome su njihove veće gustoće niti osnove i potke u odnosu na druge uzorke.

Tkanina u platno vezu veće gustoće ima relativno visok pokrivni faktor. Razlog je granično maksimalna gustoća osnove i potke, pri čemu dolazi do visoke kompaktnosti uslijed popunjenosti strukture.

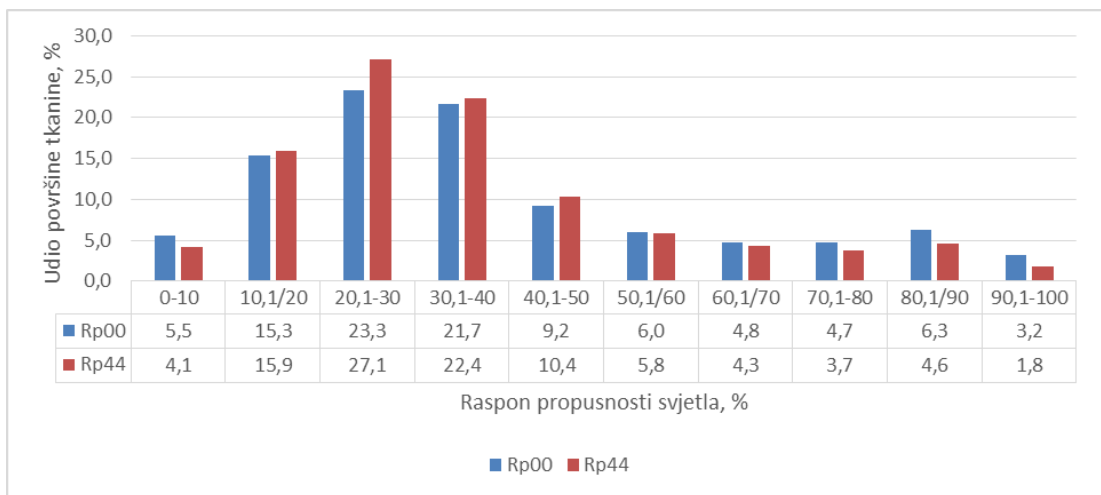
#### 4.7 Propusnost svjetlosti kroz tkanine analizom slike



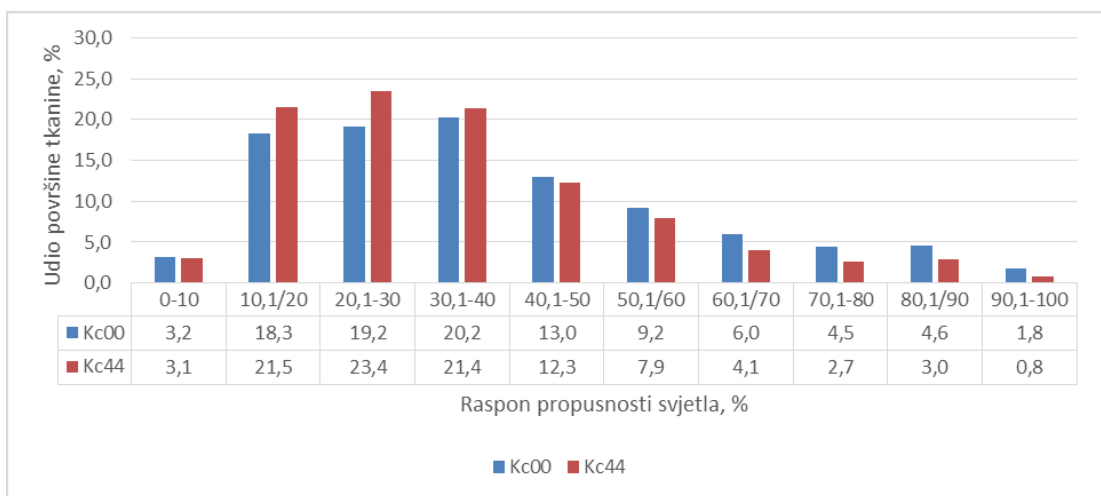
**Slika 18.** Propusnost svjetlosti uzoraka tkanina u platno vezu P00,P44



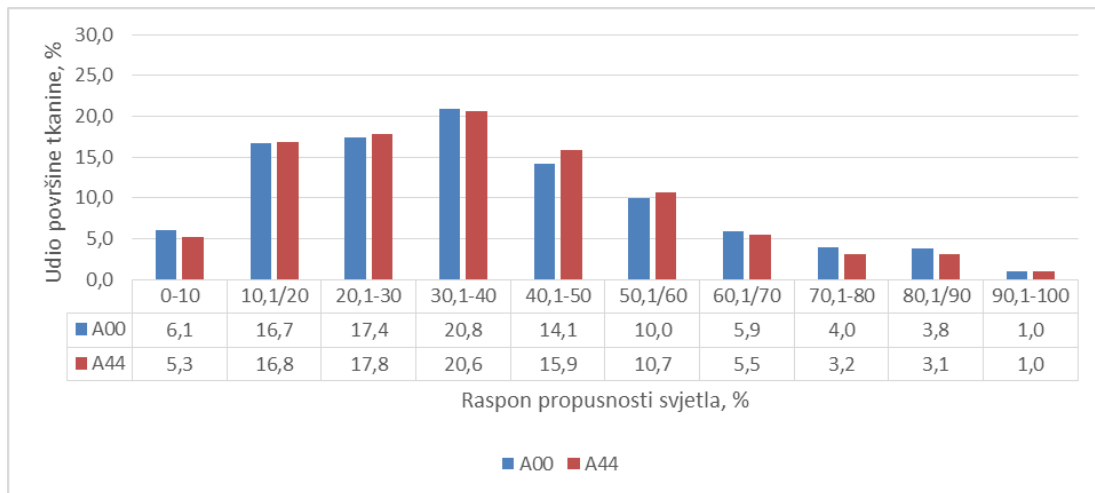
**Slika 19.** Propusnost svjetlosti uzoraka tkanina u panama vezu Pa00,Pa44



**Slika 20.** Propusnost svjetlosti uzoraka tkanina u rips vezu Rp00,Rp44



**Slika 21.** Propusnost svjetlosti uzoraka tkanina u keper vezu Kc00,Kc44



**Slika 22.** Propusnost svjetlosti uzoraka tkanina u atlas vezu A00,A44

Iz grafova na slikama od 18 do 22 prikazana je propusnost svjetlosti uzoraka tkanina. Vidljivo je da uzorci veće gustoće niti imaju manju propusnost svjetla. Iz grafova je vidljivo kako najveći dio površine kod svih uzoraka tkanina propušta svjetlost u rasponu od 10% do 50% svjetlosti. Tkanina u panama vezu propušta najviše direktne svjetlosti (raspon od 90,1% do 100%), dok tkanina u atlas vezu propušta najmanje direktne svjetlosti uslijed male poroznosti, odnosno visokog pokrivnog faktora. Atlas vez također ima najveći udio površine koja ne propušta svjetlost (raspon od 0% do 10%).

---

## 5. ZAKLJUČAK

Debljina tkanine ovisi o vezu, pri čemu kompaktniji vezovi s više provezivanja niti, poput platna, imaju manju debljinu, a vezovi s više flotiranja (atlas) imaju veće debljine što je u skladu s teorijom.

Utkanje osnovinih niti manje je od utkanja potkinih zbog različitih uvjeta u procesu tkanja u kojem je osnova napetija, dok potka ima manju napetost te se zbog toga više prilagođava osnovi.

Usporedbom dviju metoda za određivanje pokrivnog faktora, ustanovljeno je da je primjerenija metoda analize binarne slike uzorka zbog veće usklađenosti rezultata s teorijom.

Uzorci tkanina s većom gustoćom niti imaju manju propusnost svjetla. Najveći udio površine tkanina propušta svjetlost u rasponu od 10% do 50%. Tkanine s najvećim pokrivnim faktorom, odnosno najmanjom poroznošću, propuštaju najmanje direktne svjetlosti.

Pri odabiru optimalne tkanine za izradu proizvoda s namjenom zaštite od svjetlosti, potrebno je znati odnosi li se ta zaštita na potpuno ili djelomično blokiranje svjetlosnih zraka. Za zastore, suncobrane ili tende, čija je svrha potpuno blokiranje sunčevih zraka, najprimjerenija tkanina je ona u atlas vezu zbog visoke pokrivenosti i najmanje propusnosti svjetlosti, što je dokazano u ovom završnom radu. Kod zavjesa je poželjna određena propusnost svjetlosti, ali nikako direktnog, stoga je tkanina u platno vezu primjerena za ovu namjenu.



---

## 6. LITERATURA

- [1] Kovačević, S; Dimitrovski K; Hađina, J. 2008. *Procesi tkanja*. Sveučilište u Zagrebu. Tekstilno-tehnološki fakultet.
- [2] Kovačević, S. 2002. *Priprema pređe*. Sveučilište u Zagrebu. Tekstilno-tehnološki fakultet.
- [3] Dubrovski, P. D. 2010. Woven fabrics and ultraviolet protection. *Woven Fabr. Eng.* str. 273–296.
- [4] Nazir, A; Hussain, T; Afzal, A; Faheem, S; Ibrahim, W; Bilal, M. 2017. Prediction and correlation of air permeability and light transmission properties of woven cotton fabrics. *Autex Res. J.*, vol. 17, no. 1. str. 61–66.
- [5] Crews, P. C; Hustvedt, G. 2005. The ultraviolet protection factor of naturally-pigmented cotton.
- [6] Stanković, S. B; Popović, D; Poparić, G. B; Bizjak, M. 2009. Ultraviolet protection factor of gray-state plain cotton knitted fabrics. *Text. Res. J.*, vol. 79, no. 11. str. 1034–1042.
- [7] Malčiauskienė, E. 2012. Investigation of influence of fabric structure parameters on slippage resistance at a seam. Kaunas University of Technology. Kaunas.
- [8] Milasius, V. 1988. Reklaitis, The principles of weave-coding. *J. Text. Inst.*, vol. 79, no. 4. str. 598–605.
- [9] Milašius, V. 2000. An integrated structure factor for woven fabrics. Part I: Estimation of the weave, *J. Text. Inst. Part 1. Fibre Sci. Text. Technol.*, vol. 91, no. 1 PART 2. str. 268–276.
- [10] Malčiauskiene E; Rukuižiene, Z; Milašius, R. 2009. Investigation and comparative evaluation of fabric inner structure weaved with different looms, in *Materials Engineering. 2009*. Vol. 15, no. 4. str. 339–342.
- [11] Milašius, A; Milašius, V. 2008. New representation of the fabric weave factor, *Fibres Text. East. Eur.*, vol. 16, no. 4 (69). str. 48–51.
- [12] Milašius, V. 2000. An integrated structure factor for woven fabrics Part II: The fabric-firmness factor. *J. Text. Inst. Part 1 Fibre Sci. Text. Technol.*, vol. 91, no. 1 PART. str. 277–284.
- [13] Haleem, N; Ibrahim, S; Hussain, T; Jabbar, A; Malik, M; H; Malik, Z. A. 2014. Determining the light transmission of woven fabrics through different measurement methods and its correlation with air permeability. *J. Eng. Fiber. Fabr.*, vol. 9, no. 4. str. 155892501400900400.
- [14] Jędrzejewski, W; Królikowska, H; Kader, K; Perkowski, J. 1998. Barrier

- 
- properties against noxious impact of UV radiationsummer ready-made woven fabrics (in Polish).*Przegląd Włókienniczy. Vol*, vol. 52. str. 17–20.
- [15] Bohringer, B.*et al.*, 1997. UV-Schutz durch Textilien.*Melliand Textilberichte-International Text. Reports-German Ed.*, vol. 78, no. 7. str. 522–525.
- [16] Gabrijelčič, H; Urbas, R; Sluga, F; Dimitrovski, K. 2009. Influence of fabric constructional parameters and thread colour on UV radiation protection.*Fibres Text. East. Eur.*, vol. 17, no. 1. str. 46–54.