Ukošenje potke u žakardskoj tkanini

Konječić, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

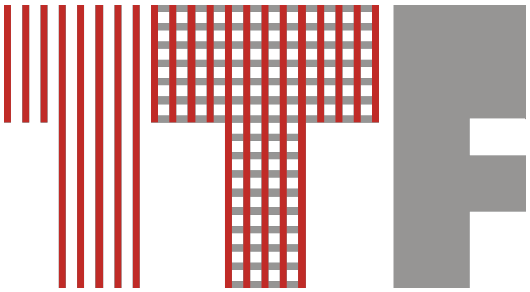
2020

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:201:582065

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO

DIPLOMSKI RAD

Ukošenje potke u žakardskoj tkanini

Marija Konječić

Zagreb, svibanj 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO

Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

DIPLOMSKI RAD

Ukošenje potke u žakardskoj tkanini

Mentor:
Prof. dr.sc. Stana Kovačević

Student:
Marija Konječić
10947/TTI-PMT

Zagreb, 2020.

Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

Opći podaci o diplomskom radu:

Broj stranica 51

Broj tablica 14

Broj slika 50

Broj formula 5

Broj matematičkih izraza

Broj literaturnih izvora 26

Broj likovnih ostvarenja

Članovi povjerenstva:

doc. dr. sc. Ivana Schwarz, predsjednik povjerenstva

prof. dr. sc. Stana Kovačević, član povjerenstva

doc. dr. sc. Irena Šabarić, član povjerenstva

dr. sc. Snježana Brnada, član povjerenstva

Datum predaje rada:

Datum obrane rada:

SAŽETAK

Ukošenost potke u tkanini je stanje kada osnova i potka, iako ravne, nisu međusobno pod pravim kutom. Postoje određeni utjecaji u procesu izrade te u mehaničkom ponašanju tkanina koji izazivaju ukošenja. Također, postoje i različita ukošenja potke u odnosu na osnovu.

Kroz ovaj diplomski rad pratila su se ukošenja potke kod dvije skupine uzoraka. Prvu skupinu čini žakardska tkanina čiji su rezultati ukošenja potke analizirani na relaksiranoj nedorađenoj tkanini, te nakon kemijske dorade. Drugu skupinu čini žakardska tkanina s većim brojem žakardskih uzoraka na kojima je i naglasak ovog rada. Deformacija te skupine uzoraka obrađena je u ImageJ programu pomoću kojeg su određeni kritični dijelovi u tkanini u kojima dolazi do ukošenja. Također, kod svih uzoraka analizirani su utjecaji karakteristika pređe i tkanina te uvjeti tkanja koji utječu na oblik, smjer i stupanj ukošenja. Iz rezultata je vidljivo kako ukošenje potke ima utjecaj na deformaciju žakardskog uzorka.

Ključne riječi: ukošenje potke, žakardska tkanina, deformacija žakardskog uzorka

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. TEORIJSKI DIO 2
   2.1 Proces proizvodnje tkanine 2
   2.2 Žakarski (Jacquardski) strojevi 2
      2.2.1 Povijest žakarskih strojeva 2
      2.2.2 Podjela i rad žakarskih strojeva 4
   2.3 Žakard (Jacquard) tkanina 6
      2.3.1 Damast 7
      2.3.2 Brokat 8
      2.3.3 Matlase 8
      2.3.4 Tapiserija 9
      2.3.5 Kloke (Cloque) 9
      2.3.6 Brokàtel 9
   2.4 Vezovi tkanina 10
      2.4.1 Platno 11
      2.4.2 Keper vez 12
      2.4.3 Atlas vez 12
      2.4.4 Žakardski vezovi 13
   2.5 Ukošenje potke u odnosu na smjer osnove 15
      2.5.1 Ukošenje potke nastalo kao posljedica veza tkanine 17
      2.5.2 Uređaji za ravnanje potke u tkanini 19
3. EKSPERIMENTALNI DIO 21
   3.1 Uzorci 21
      3.1.1 Prva skupina uzoraka 21
      3.1.2 Druga skupina uzoraka 22
   3.2 Metodika rada 22
      3.2.1 Vez tkanine 22
      3.2.2 Gustoća osnove i potke 23
      3.2.3 Površinska masa, duljina i širina tkanine 23
      3.2.4 Debljina tkanine 23
      3.2.5 Utkanje 23
      3.2.6 Ukošenje 23
      3.2.7 Deformacije žakardskih uzoraka 24
4. REZULTATI I DISKUSIJA 31

4.1 Transformacija ukošenosti žakardske tkanine nakon dorade 31
4.1.1 Vez uzoraka tkanina 31
4.1.2 Gustoća osnove i potke 31
4.1.3 Debljina 32
4.1.4 Širina tkanina 32
4.1.5 Utkanje 33
4.1.6 Ukošenje 33
4.2 Ukošenje potke kod žakardske tkanine 2. skupine te utjecaj na deformaciju žakardskih uzoraka 34
4.2.1 Vez tkanine 34
4.2.2 Gustoća osnove i potke 34
4.2.3 Debljina 35
4.2.4 Širina tkanina 35
4.2.5 Ukošenje 36
4.2.6 Deformacije žakardskih uzoraka 39
5. ZAKLJUČAK 49
LITERATURA 50

1. UVOD

Tkanina je tekstilni plošni proizvod koji se sastoji od dva sustava niti – osnove i potke. Osnovine niti u tkanini položene su u uzdužnom smjeru, a potkine u poprečnom. Njihov kut križanja trebao bi iznositi 90° međutim nije uvijek tako. Postoje određeni utjecaji u procesu izrade te u mehaničkom ponašanju tkanina koji izazivaju odstupanja kuta koji zatvara potka s osnovom. Potkine niti ponekad migriraju te nisu u okomitom položaju prema rubovima, odnosno prema nitima osnove, a skidanjem tkanine s tkalačkog stroja dolazi do njene relaksacije pri čemu se tkanina može nejednolično skupljati što dovodi do ukošenja. Ukošenje potke u odnosu na smjer pružanja krajeva tkanine, odnosno na smjer osnovinih niti u tkanini, smatra se svako odstupanje od poželjnog kuta križanja od 90°. Na dijelu odjevnog predmeta kao što su rukavi ili nogavice na hlačama, ukošenje najviše dolazi do izražaja [1].

Na ukošenje potke, uz uvjete tkanja, utječu i sami konstrukcijski elementi tkanine, stoga ih je bitno sve poznavati. U konstrukcijske elemente tkanine ubrajaju se pređa koju karakterizira finoća, sirovinski sastav, jednoličnost, broj uvoja, dlakavost i kvaliteta škrobljenja; zatim širina tkanine, gustoća niti osnove i potke, utkanje niti osnove i potke te vez tkanine.

Distorzije potke u tkanini vidljivije su kod tkanina uzorkovanih po osnovi i potki (različitim bojama niti) te kod žakardskih tkanina. Nelinearna putanja potke, utječe na promjenu oblika žakardskih uzoraka što narušava njihovu kvalitetu.

2. TEORIJSKI DIO

2.1 Proces proizvodnje tkanine

Tkanina nastaje procesom tkanja – jednog od najstarijeg zanata s dugim povijesnim razvojem. Najstarije poznate tkanine potječu iz razdoblja neolitika, a smatra se da je tehnologija izrade tkanina stara više od 5000 godina [2]. To je ciklički proces gdje se u jednom ciklusu događaju sve radnje potrebne za utkivanje jedne potke: tvorba zijeva, unošenje potke, pritkaj potke i promjena zijeva. Kako bi taj proces tekao nesmetano potrebno je osigurati potrebne sirovine, strojeve i ljude. Po primitku narudžbe od strane kupca, a prije same proizvodnje, izrađuje se kalkulacija količine sirovina i njihovih troškova za naručenu količinu tkanine. Među prve radove spada i izrada radnog naloga koji se realizira u tehničkoj pripremi rada. Nakon izrade radnog naloga, tkalački stroj se priprema za tkanje za što se treba osigurati potrebno vrijeme za pripremanje. Pod pojmom „pripremanje“ podrazumijevaju se sljedeće radnje: priprema uređaja za tvorbu zijeva, priprema programa za tvorbu zijeva (ekscentri, karte, računalna izrada desena pomoću digitalnih zapisa), priprema uređaja za ostvarivanje predviđene gustoće potke (povlačni valjak), odnosno postavljenje prijenosnog odnosa primjenom zupčanog prijenosa ili varijatora na robnom regulatoru za povlačenje tkanine, te je potrebno obaviti servis stroja [1].

2.2 Žakarski (Jacquardski) strojevi

Tkalački strojevi dijele se na ekscentarske, listovne i žakarske. Ekscentarski uređaji koriste se za vezove koji imaju najviše 12 listova, tj. 12 raznovezujućih osnovinih niti, listovni uređaji koriste do 28 listova dok se žakarski koriste za programiranu tvorbu zijeva i za složene vezove s više od 28 raznovezujućih osnovnih niti [1]. Analizirani uzorci ovog rada rezultat su elektroničkog žakardskog stroja.

2.2.1 Povijest žakarskih strojeva

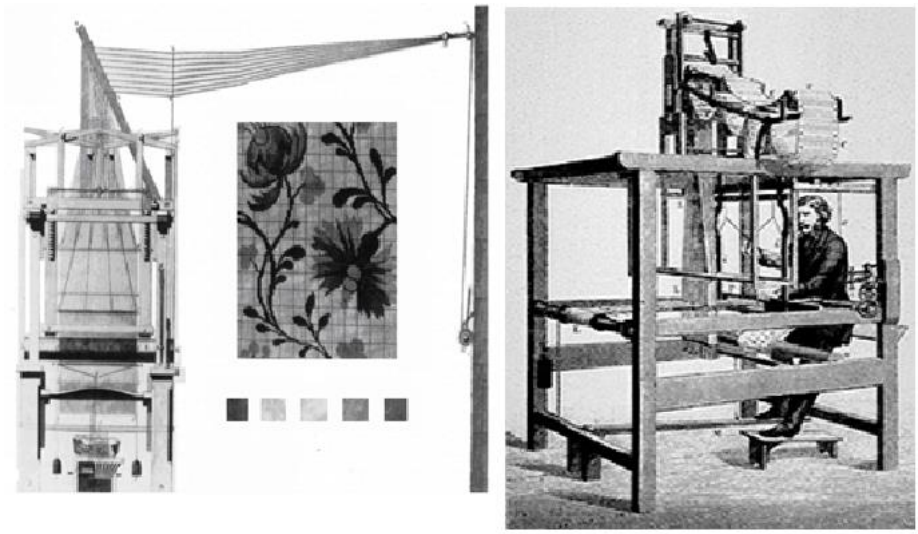
Žakarski (Jacquard) strojevi ime su dobili po svom izumitelju - Joseph Marie Jacquard-u. Prije njihove pojave, kompleksni motivi na tkaninama izrađivali su se ručno za što je bilo potrebno mnogo truda i vremena. Za njegov rad bile su potrebne dvije osobe – tkalac i pomoćnik. Pomoćnici su obično bile djevojčice, često kćeri tkalaca, koje bi se od malena podučavale poslu. U tom razdoblju, tkalci su bili plaćeni prema duljini proizvoda no njihova proizvodnja u to vrijeme nije bila velika [3]. Pomoćnik tkanja morao je sjediti iznad tkalačkog stana i ručno podizati i spuštati niti osnove kako bi stvorio tkaninu s uzorkom. Ključ uspjeha bila je uporaba zamjenjivih

kartica na kojima su bile izbušene male rupice, koje su sadržavale upute za tkanje uzorka. Ta je inovacija učinkovito preuzela dugotrajan posao. Prije njihove pojave, prvi korak je bio da dizajner nacrta uzorak na kvadratni papir. Proizvođač kartica zatim prevodi obrazac, red po red, na kartice za bušenje. Za svaki ispunjeni kvadrat na papiru, proizvođač kartice bi izbušio rupu na kartici (slika 1). Za svaki neobojani kvadrat nije izbušena rupa. Kartice, svaka s vlastitom kombinacijom, probušenih rupa koje odgovaraju dijelu uzorka koji predstavljaju, tada se međusobno spajaju, bile su spremne za ubacivanje jedna za drugom kroz žakardov mehanizam smješten na vrhu tkalačkom stana.



a) b) c)

Slika 1 a) serija bušećih karata za ručni rad na Jacquardu [4], b) prikaz dizajna na točkastom papiru za tkanine za tapiserije, c) prikaz uzorka stvarne tkanine na žakardskom tkalačkom stroju [5]



a) b)

Slika 2 Tkalački stanovi za izradu kompliciranih uzoraka s velikim jedinicama veza; a) Tkalački stan s uzorcima bez kartice, b) Žakardski tkalački stan s kartom [6]

Od 1804. godine, kada je izumljen žakarski stroj, pa sve do 1810. godine Joseph Marie Jacquard nailazio je na probleme. Tkalci nisu razumjeli njegov stroj. Bojali su se kako bi pojava stroja masovno mogla uzrokovati i otkaze što se djelomično i dogodilo. Nakon toga su uslijedile i prijetnje smrću Jacquardu [3]. Ipak, nakon nekoliko godina, stroj se pokazao najvećom vrijednošću a u vrijeme smrti Josepha Marie Jacquarda, 1834. godine, u njegovom rodnom gradu djelovalo je više od 30.000 strojeva žakarda. Stroj je imao izvanredan uspjeh jer je i izuzetno složene zahtjeve učinio jednostavnijim i bržim [7].

2.2.2 Podjela i rad žakarskih strojeva

Glavna podjela žakarskih strojeva je na jednopodizajne, dvopodizajne te elektroničke žakardske strojeve [1].

Jednopodizajni žakari su oni kod kojih se za jedan okretaj obavi cjelokupan ciklus, a to je: dovođenje karte, očitavanje, prijenos signala na platine, zahvat platina za nož, povlačenje platina u gornji zijev ili dovođenje u donji zijev, ovisno koje je mjesto bilo na karti (bušeno mjesto – gornji zijev, nebušeno mjesto – donji zijev). Ovaj žakar ima jedan sustav noževa koji radi naizmjenično za svaku potku gore-dolje.

Dvopodizajni žakari imaju za svaku raznovezujuću osnovinu nit po dvije međusobno povezane platine. Na takve platine djeluje se s dva sustava noževa koji se naizmjenično kreću gore-dolje [1].

Žakarski strojevi pojavljuju se u različitim varijantama tako da se, uz glavnu podjelu, mogu podijeliti prema radnoj širini na standardne i specijalne, prema položaju žakarskog mehanizma na vertikalne i horizontalne, prema veličini žakardskih uzoraka i dr. [8].

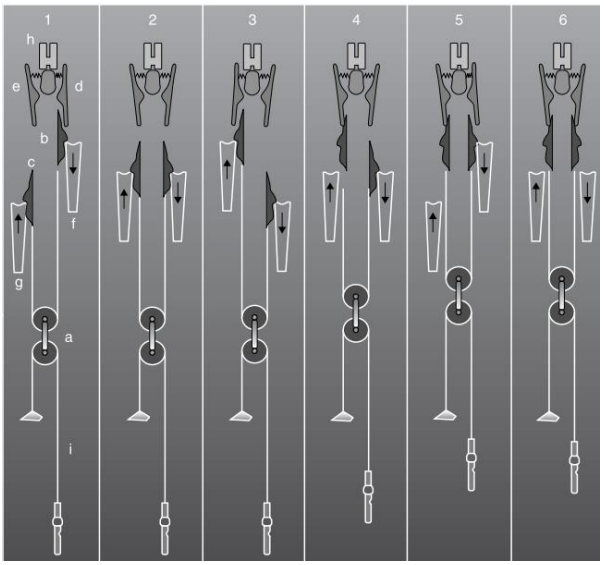
Iako su strojevi u početku bili mali, moderna tehnologija je dovela do znatnog povećanja kapaciteta žakarskih strojeva, a jednostavna kontrola osnove može se proširiti na više od 10 000 platina. Time se izbjegava potreba za ponavljanjem i simetričnim dizajnom i omogućuje izrada gotovo neograničeno velikih dezena. Računalno upravljani strojevi značajno smanjuju gubitak vremena povezan s promjenom dizajna bušenih karata. Međutim, elektronički žakarski strojevi su puno skuplji. Kupnja velikih elektroničkih žakara opravdana je samo tamo gdje je potrebna velika svestranost ili je potrebno zadovoljiti vrlo specijalizirane zahtjeve dizajna [9].

Na slici 3 prikazan je elektronički žakarski stroj s prednje i stražnje strane.



Slika 3 Prikaz stražnje i prednje strane elektroničkog žakarskog stroja Sulzer Ruti sa žakarskim mehanizmom Jumbo Jacquard – Staübli MB 220 u Tvornici tekstila Trgovišće

Kod elektroničkog žakara (slika 3) dizanje platine ostvaruje se mehaničkim radom dvaju sustava noževa. Ako djeluje elektromagnetski impuls iniciran preko magnetskog medija, platina neće ostati podignuta. Elektronički dio sastoji se od uređaja za upravljanje s procesorskom centralnom jedinicom za elektroničku obradu podataka, memorijom na tvrdim diskovima, ugrađenim i mobilnim uređajima za čitanje podataka (skenerom), monitorom, tipkovnicom i prijenosnikom podataka za periferne uređaje, te terminalom i mrežnim sustavom. U uređaju za upravljanje memorirani podaci o vezu pretvaraju se u signale za upravljanje kretanja zijeva na žakarskom stroju [1].



Slika 4 Elektronički žakar (Staubli Corporation)

a = remenice

b & c = kuke

d & e = pridržavajuće kuke

f & g = noževi

h = elektromagnet

i = užište s kotlacima

2.3 Žakard (Jacquard) tkanina

Žakard tkanina je tkanina raznolikih dezena velike površine, nepravilnih kontura, izrađenih tehnikom ispreplitanja pređa različite debljine, sastava i boje, tijekom tkanja na žakarskom stroju. Žakard tkanina obično je tkana u visokim gustoćama niti koje mogu biti različitih sirovinskih sastava: iz pamučnog, vunenog, poliesterskog vlakna, njihovih mješavina i slično. Glatke su i ravne površine na kojoj su izraženi motivi [9]. Zahvaljujući posebnoj tehnologiji proizvodnje tkanine, stvara se učinak volumetrijskog uzorka. Za njezinu izradu obično se koriste visokokvalitetne sirovine, što objašnjava zašto su žakardske tkanine skuplje od ostalih. Proizvođači obično koriste nekoliko vrsta sirovina za izradu žakard tkanine. Ovisno o sastavu, razlikujemo žakardske tkanine:

1) Iz prirodnih vlakana – najčešće industrijske žakardske tkanine izrađene su od pamuka, lana i vune.
    a) Pamučne prirodne žakard tkanine – mekane su, prozračne, neprozirne te se nose tokom cijele godine. Njihova primjena je kod izrade košulja, bluza, haljina, hlača, suknji i jakni.
    b) Lanene prirodne žakard tkanine – mekane su, prozračne i neprozirne. Pogodne su za nošenje u proljeće i ljeto. Njihova primjena je najčešća kod izrade haljina, košulja, suknji i hlača.
    c) Vunene prirodne žakard tkanine – mekane su, ugodne te neprozirne. Pogodne su za nošenje tijekom jeseni i zime. Od ovog materijala izrađuju se haljine, jakne, suknje, hlače, džemperi i kardigani [10].

    Žakard tkanine iz prirodnih vlakana su hipoalergene te sigurne za zdravlje i okoliš.
2) Iz umjetnih vlakana – poliestersko i polipropilensko vlakno glavne su komponente takvih tkanina. Žakard tkanina iz umjetnih vlakana je izdržljiva, praktična za uporabu i ugodna na dodir. Proizvodi iz ovog materijala ne istežu se i ne gube svoja svojstva tijekom uporabe i održavanja.

3) Iz mješavina vlakana – sastav takvih tkanina uključuje i umjetna i prirodna vlakna. Odlikuje ih visoka gustoća te su jeftinije od onih iz prirodnih vlakana [11].

Također, žakard tkanine razlikujemo i po načinu bojadisanja. Prema toj značajci razlikuju se sljedeći žakardi:

- s prethodno bojadisanim pređama
- bojadisane tkanine u završnoj fazi proizvodnje [11]

Žakard tkanine razlikuju se od ostalih po složenosti dizajna i broju korištenih boja. Kompleksni i detaljni motivi danas se tkaju automatski u mnogo kraćem vremenu. Suvremene tehnologije omogućuju izradu sofisticiranih dezena s velikim ili malim ponavljanjem u željenom rasponu boja. Na žakarskom stroju moguće je tkati uzorke gotovo bez ograničenja u raportu te koristeći samo jednu boju ili više njih.

Na žakarskom tkalačkom stroju može se proizvesti više tipova tkanina koji se međusobno razlikuju po karakterističnim osobinama, a to su moderni brokat, damast tkanine, matlase tkanine, tapiserije, kloke i brokatel tkanine [10].

2.3.1 Damast

Damast je klasična žakardska tkanina koju karakteriziraju ornamentni i figuralni uzorci (slika 5). Uglavnom je merceriziranа pamučna tkanina tkana u atlas vezu. Izvorni dizajn prvi put je razvijen u Europi krajem 15. stoljeća. Tkanina je izrađena na žakarskom stroju, a za uzorak i pozadinu upotrebljavaju se različiti vezovi koja su u jednoj boji s dva lica. Uzorak je prepoznatljiv po efektu svjetlosti upečatljivih kontrastnih sjajnih i matiranih područja. Izvorno su izrađene od svile no danas se izrađuju i od lana, pamuka, vune ili umjetnih vlakana [12].



Slika 5 Prikaz damast tkanine [13]

2.3.2 Brokat

Brokat je bogata, teška, žakardna tkanina (slika 6). Čine ju reljefni uzorci, uobičajeno u cvjetnom ili paisley (kašmirskom) motivu, naglašeni kontrastnim bojama i površinama. Klasični brokati imaju puno flotiranja na naličju, dok fini i skupocjeni brokati često imaju nit od pravog zlata ili srebra. Koristi se za izradu večernjih haljina, luksuznih odjevnih predmeta te presvlaka [12].



Slika 6 Prikaz brokat tkanine [13]

2.3.3 Matlase

Matlase tkanina (slika 7) daje izgled povišene površine ili podstavljenog efekta. Koristi se za haljine, prsluke, stolnjake, presvlake i draperije. Prošiven površinski učinak proizvodi se pomoću višeslojnog tkanja (dva do četiri sloja) okruženih šavovima na prijelazu iz figura prema donjem rubu tkanine. Izrađuje se od svile, pamuka, vune, viskoze i dolazi u svim vrstama dezena, od grafičkih do cvjetnih motiva [12].



Slika 7 Prikaz matlase tkanine [13]

2.3.4 Tapiserija

Žakard tapiserije (slika 8) su vrsta tkanina s uzorkom koji je gusto tkan. Takve tkanine se mogu proizvesti primjenom brojnih metoda, u rasponu od jedne osnove i jedne potke do nekoliko obojanih osnova i potka. Ovisno o njihovu sastavu, ove tkanine mogu imati širok raspon plošnih masa, od vrlo laganih do teških tkanina [12].



Slika 8 Prikaz tkanine za tapiserije [14]

2.3.5 Kloke (Cloque)

Kloke (slika 9) je žakardska tkanina s efektom isprepletene boje. Često dolazi u mješavinama svile, vune i pamuka. Koristi se za izradu haljina, suknji, bluza i jakni [10].



Slika 9 Prikaz kloke tkanine [15]

2.3.6 Brokàtel

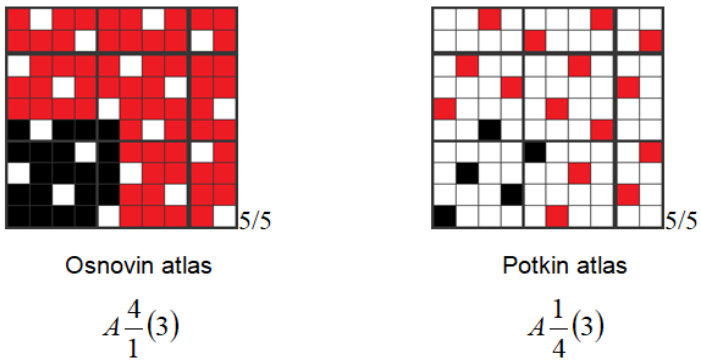
Brokatel (slika 10) je gusto tkani žakard sličan damastu, ali s podignutim reljefnim uzorkom. Nije povratni žakard, često dolazi u mješavini od svile, pamuka ili viskoze. Koristi se za izradu haljina [10].



Slika 10 Prikaz brokatel tkanine [16]

2.4 Vezovi tkanina

Prema definiciji, vez tkanine je preplitanje osnovinih i potkinih niti u tkanini po nekom pravilu. Crtanje vezova vrši se na tkalačkom papiru različitih omjera što ovisi o gustoći osnove i potke. Preplitanjem osnove i potke nastaju osnovine i potkine vezne točke koje su raspoređene u jedinici veza, a ponavljaju se s jedinicom veza. Osnovina vezna točka je vezno mjesto gdje osnovina nit leži nad potkom, a grafički se označava s ispunjenim kvadratićem na kariranom papiru. Potkina vezna točka je mjesto na kojem potkina nit leži iznad osnovine niti, a grafički se prikazuje kao neispunjeni kvadratić na kariranom papiru. Prema tome, na svakom grafičkom prikazu veza tkanine razbiru se obojeni kvadratići kao osnovine vezne točke i neobojeni kvadratići kao potkine vezne točke (slika 11). Jedinica veza je najmanji broj osnovinih i potkinih niti koje čine jednu skupinu (cjelinu) raznovezujućih niti, a koja se dalje ponavlja po širini i dužini tkanine [1].



Slika 11 Grafički prikaz osnovinog i potkinog atlasa

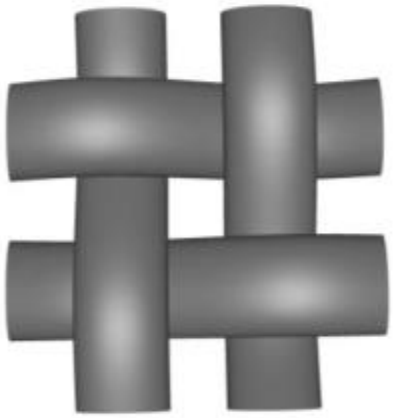
Prema kombinacijama preplitanja osnovinih i potkinih niti u jedinici veza temeljna podjela vezova je:

a) Platno P 1/1

b) Keper, npr. K 1/2 D; najmanji keper s 3 raznovezujuće niti potkinog efekta desni smjer
c) Atlas, npr. A 1/4 (3) D; peterovezni atlas potkinog efekta sa skokom 3 u desno

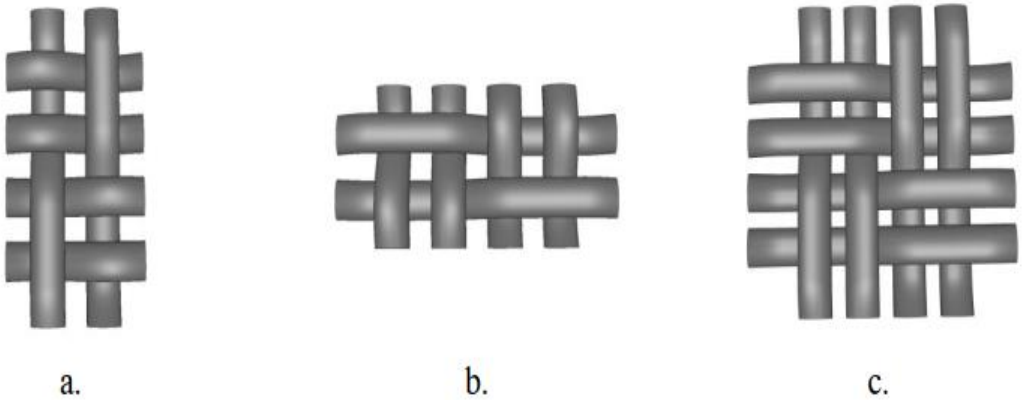
2.4.1 Platno

Platno vez (slika 12) je najjednostavniji od svih vezova s jedinicom veza 2x2 i maksimalnim brojem povezivanja.



Slika 12 Jedinica platno veza

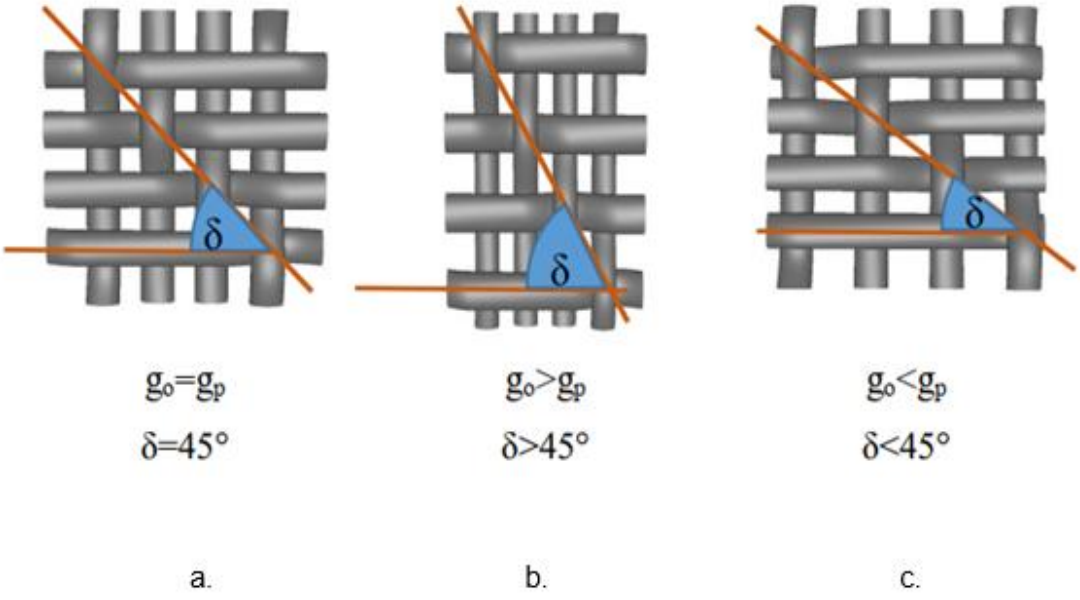
Tkanine u platno vezu najčvršće su u odnosu na ostale dvodimenzionalne tkanine (s jednim sustavom osnove i potke) zbog maksimalnog broja tzv. oštrih vezanja. Platno vez može biti modificiran na način da se jedinica veza poveća u smjeru osnove, potke ili u oba smjera. Pri tome nastaju derivati platna: osnovin rips, potkin rips ili panama (slika 13).



Slika 13 Jedinice veza tkanina izvedenih iz platno veza a. osnovin ili poprečni rips R2/2 (1+1), b. potkin ili uzdužni rips, R 1/1 (2+2), c. panama vez Pa 2/2

2.4.2 Keper vez

Keper vezovi imaju široku primjenu. Glavna karakteristika tkanina u ovom vezu su vrlo izražajne dijagonale po cijeloj širini tkanine. Strmina dijagonale ovisi o omjeru gustoća osnove i potke. Kada je taj omjer 1, dijagonala će imati kut od 45° (slika 14, a.). Ukoliko je gustoća osnove veća od gustoće potke, taj kut će biti > 45° → strmi keper (slika 14, b). U suprotnom, kad je kut dijagonale < 45° keper će biti polegnut (slika 14, c).

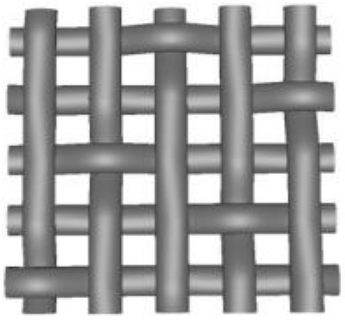


Slika 14 Kut dijagonala u ovisnosti od gustoće niti osnove i potke; δ – kut koji dijagonala kepera zatvara sa smjerom potke

Postoje različiti tipovi kepera kao što su: obični, kontinuirani, lomljeni, povratni, križni keper i tako dalje. Minimalna veličina jedinice veza običnog kepera jest 3x3 [17].

2.4.3 Atlas vez

Atlas vez je vez s najmanjim brojem provezivanja u jedinici veza. Omogućuje najveće gustoće tkanina i koristi se za razne namijene kao: damasti, fine svilene tkanine, kravate i slično. Pojedinačne vezne točke, koje tvore dijagonale ne dodiruju se kao kod kepera i time omogućuju bolje sabijanje niti, odnosno veće gustoće niti. Na slici 12 prikazana je najmanja jedinica atlas veza veličine 5x5 osnovi i potki [17].



Slika 15 Jedinica atlas veza A4/1 (3)

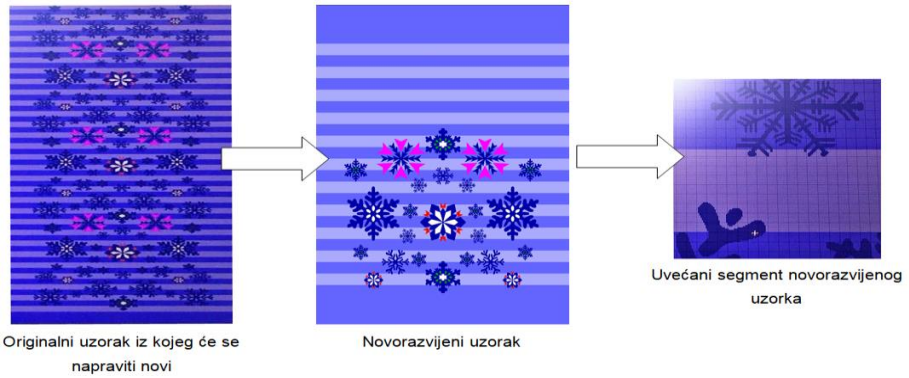
Kombinacijom istog veza u osnovinom i potkinom efektu moguće je dobiti različite uzorke i bordure koje se koriste kod tkanja stolnjaka, nadstolnjaka i salveta. Izvedenice atlasa su: kvadratični, kružni, miješani, nepravilni i pojačani atlas [17].

2.4.4 Žakardski vezovi

Žakardski vez nastaje kombinacijom temeljnih vezova, na način da se na rubovima motiva kontrasnim vezovima dodaju i pomiču vezne točke u svrhu poboljšanja oštrine ruba. Vrlo je kompleksan, nastaje od više vezova unutar motiva a izmjena vezova je u većini slučajeva kontrastna (što se najviše uočava na damast tkanini). Žakardske tkanine najčešće su otkane u atlas vezu. Tekstura uzorka atlas žakarda s jedne strane ponavlja se na naličju sa zrcalnom slikom. Gusta tekstura čini žakard elegantnim i sofisticiranim [18]. Također, jedna od iznimnih kvaliteta žakard tkanine u atlas vezu je i ta što tkanina kroz vrlo dugi period zadržava prvobitni izgled [18].

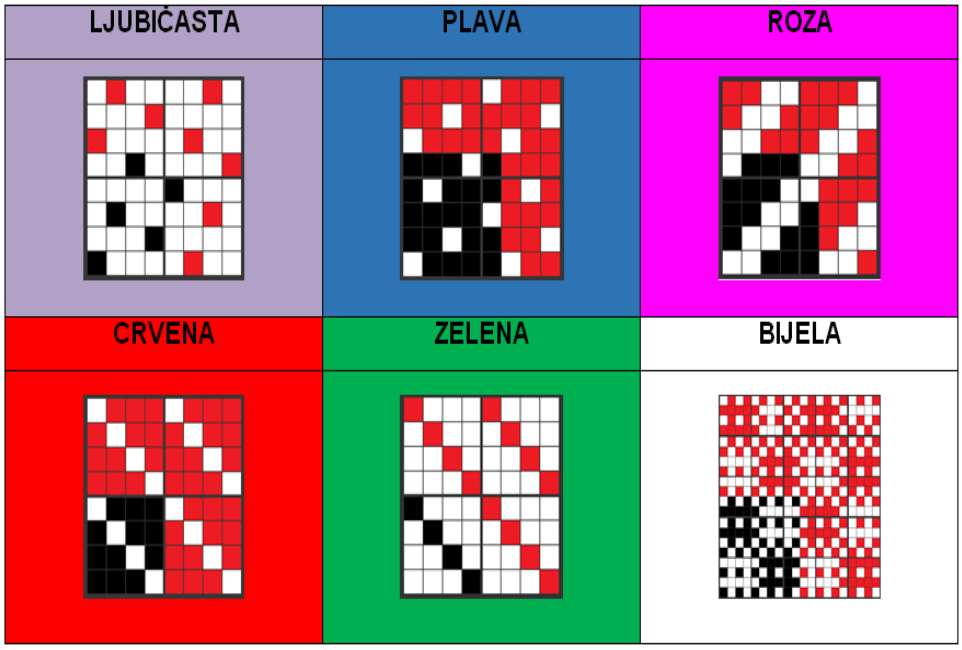
2.4.4.1 Proces razvoja žakardske tkanine

Razvoj svake tkanine, pa tako i one otkane u žakard vezu, započinje crtežom prilikom kojeg je potrebno razraditi odgovarajuće dimenzije koje zahtijeva tržište. Drugi korak je razrada uzorka. Kao što je vidljivo na slici 16, razrada uzorka u TTT-U vrši se pomoću CAD/CAM sustava. Iz već postojećih uzorka razvijaju se novi, na način da se biraju samo pojedini segmenti orginalnog desena.



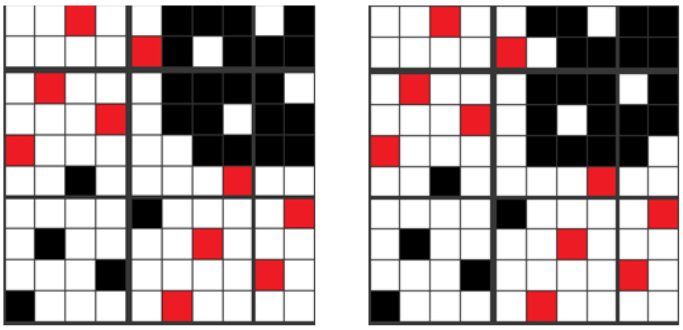
Slika 16 Preoblikovanje postojećeg uzorka u novorazvijeni [19]

Nakon razrade po dimenzijama slijedi razrada po vezovima, gdje svaka boja na računalnu predstavlja određeni vez u tom segmentu uzorka.



Slika 17 Prikaz dodjeljivanja veza bojama [19]

Idući korak je ručno popravljanje rubova žakardskih motiva na uzorku dodavanjem osnovinih ili potkinih veznih točaka (slika 18).



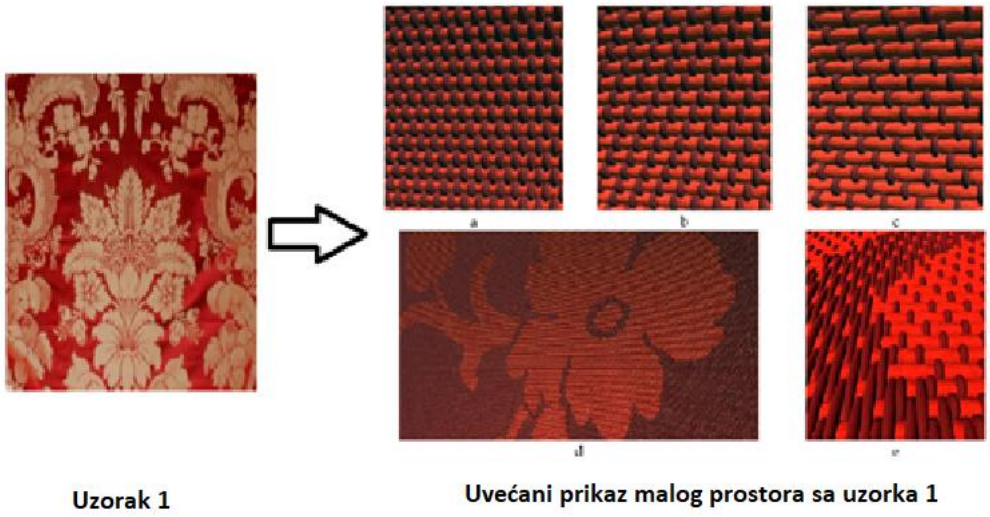
Slika 18 Primjer čišćenja uzorka [19]

Potom se procjenjuju tehničke karakteristike uzorka tkanine (vrsta i boja korištene pređe za osnovu i potku, propisana dužina uzorka, raport snovanja i raport tkanja). Prema karakteristikama uzorka podešavaju se parametri stroja te se potom tka probni uzorak (slika 19).



Slika 19 Probni uzorak na tkalačkom stroju [19]

Nakon procesa tkanja uzorak tkanine uspoređuje se s predloškom. Uočavaju se eventualni nedostaci (neuredni rubovi žakardskih motiva, nezadovoljavajući omjer duljine i širine motiva u uzorku i sl.) te se po potrebi korigira uzornica. Na samom kraju određuju se karakteristike uzorka tkanine: karakteristike pređe, korišteni vezovi pri tkanju, gustoća osnove i potke, utkanje osnove i potke, debljina tkanine, dimenzije uzorka te karakteristike krajeva, odnosno rubova tkanine [19]. Na slici 20 prikazan je skup uvećanih slika na kojima se detalji tekstila mogu promatrati na razini pređe [20].



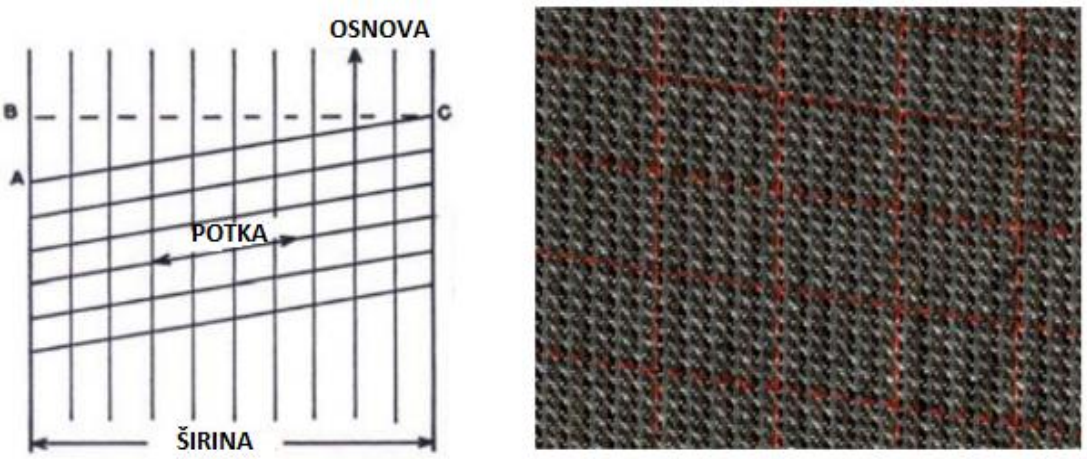
Slika 20 Prikaz uvećanih slika na razini pređe: a) platno vez, b) keper vez, c) saten, d) i e) damast [20]

2.5 Ukošenje potke u odnosu na smjer osnove

Ukošenost u tkanini je stanje kada osnova i potka nisu međusobno pod pravim kutom. Kao što prikazuje slika 21, ukošenje je izraženo izravnim udaljenostima ili u postotku širine tkanine:

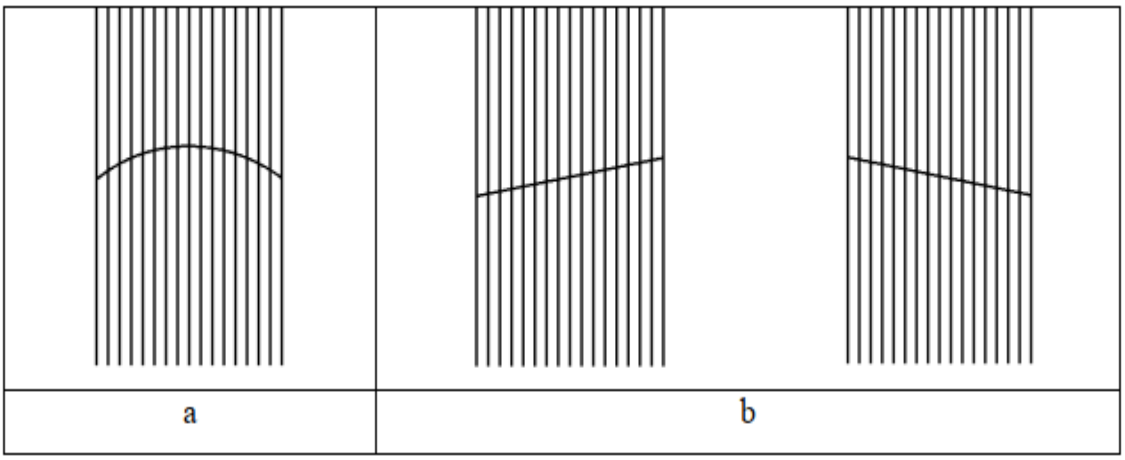
$$(\boldsymbol{AB/BC}) \times \mathbf{100} = \% \quad (1)$$

gdje je B maksimalna udaljenost između širine zakrivljenosti tkanine dok su A i C širine tkanine u mm [21]. Odjeća izrađena od ukošene tkanine može se ponašati različito na svakom dijelu tijela i zbog toga tkani proizvod gubi oblik. Problem se može pojaviti u procesu tkanja i procesu dorade [22].



Slika 21 Prikaz ukošenja potke [22]

Postoje različita ukošenja potke u odnosu na osnovu. U praksi se najčešće nailazi na kombinaciju paraboličnog i linearnog ukošenja. Parabolično ukošenje posljedica je veće napetosti i zatezanja osnovinih niti te veće čvrstoće veza u krajevima tkanine koji uspijevaju krajeve potke zadržati dok se u temeljnom dijelu tkanine potka može lakše pomicati. Linearno ukošenje, između ostalog, nastaje kao posljedica geometrije tkanine (dijagonale koje proizlaze iz veza) [23].



Slika 22 Vrste ukošenja potke u tkaninama a) parabolično ukošenje; b) linearno padajuće ili rastuće ukošenje

Na ukošenost potke utječu razni parametri koji se mogu podijeliti u nekoliko skupina:

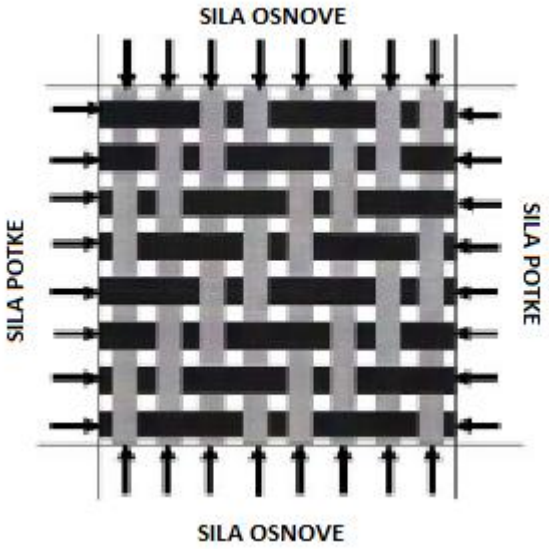
- Utjecaj pređe: smjer uvijanja, broj uvoja, finoća, površinska obrada i sirovinski sastav.
- Utjecaj konstrukcijskih parametara tkanine: vez tkanine, smjer dijagonala u tkanini, gustoća tkanine, vez u krajevima.
- Utjecaj uvjeta tkanja: napetost osnovinih niti, napetost potkinih niti, trenutak zatvaranja zijeva i pritkivanja potke, način oblikovanja krajeva, način unosa potke, brzina stroja te atmosferski uvjeti.
- Utjecaj pripremnih faza: način snovanja (englesko ili sekcijsko), napetost niti, automatizacija snovaljke i atmosferski uvjeti [24].

Vez tkanine i smjer uvoja su parametri koji imaju jak utjecaj na količinu ukošenja potke. Ukošenja su češća kod asimetričnih vezova kao što su glatki keperi i atlasi. Kod kepera i atlasa koji stvaraju strmije dijagonale u odnosu na smjer potke, kutovi ukošenja su u pravilu veći. Smjer uvoja pređe u kombinaciji s vezom može smanjiti ili povećati efekt ukošenja potke u odnosu na kut križanja osnovinih i potkinih niti. Tako će „S“ keperi u kombinaciji s pređom uvijenom u „S“ smjeru i „Z“ keperi u kombinaciji s pređom uvijenom u „Z“ smjeru rezultirati većim odstupanjem ukošenja nego što je to slučaj kod kombinacija „Z“ keper „S“ pređa li „S“ keper „Z“ pređa. U ekstremnim slučajevima, kut ukošenja nakon relaksacije tkanine može iznositi i više od 5° [23]. Varijacija u brzini tkanja po širini tkanine je također jedan od velikih uzročnika ovog problema. U postupku završne obrade, ukošenje često nastaje kada je vlažna tkanina na stroju. Tkanina će se deformirati ako je pričvršćena na pokretne tračnice koje se kreću različitim brzinama ili prolazi između transportnih valjaka s nejednoličnim pritiskom po širini. Zakrivljenost se događa na mjestima križanja niti osnove i potke smičnom deformacijom nastalom zakretanjem potke u odnosu na osnovu pri čemu njihov položaj više nije pod pravim kutom. Tijekom procesa proizvodnje tkanina (namatanje, tkanje) do problema može doći zbog varijacija u napetosti širine osnove. Na tkalačkom stroju ukošenje može biti uzrokovano i neravnomjernim otpuštanjem osnove ili povlačenjem tkanine, uzrokujući nejednaku napetost na dvije strane tkanine [22].

2.5.1 Ukošenje potke nastalo kao posljedica veza tkanine

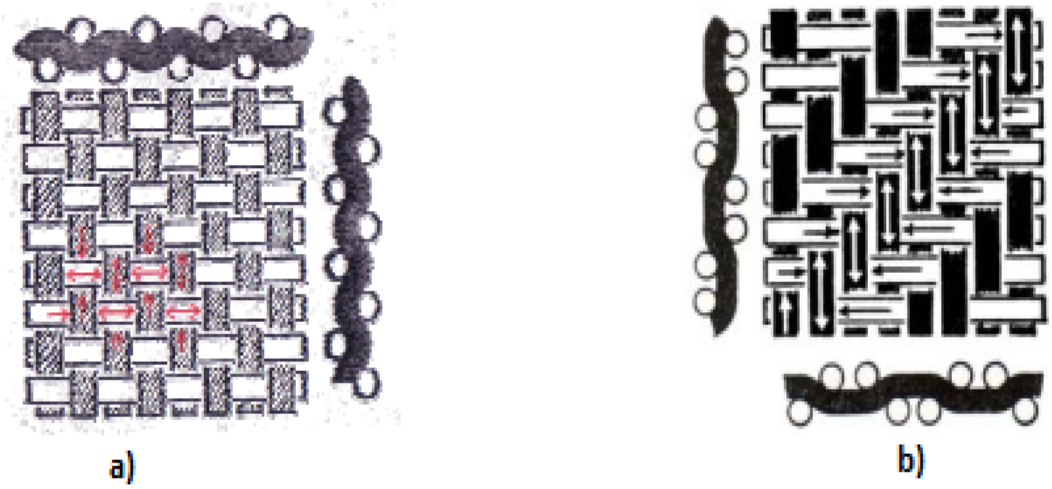
Po završetku tkanja, osnova i potka (o kojima ovisi napetost tkanja) deformirati će se ovisno o uvjetima ravnoteže (slika 23). Pređe se međusobno približavaju (skupljaju) te slobodan prostor među njima postaje ograničen. No način na koji dolazi

do deformacije ovisi o vezu tkanine (platno, keper, atlas…). Za bolje razumijevanje problema, razmotrit će se platno i jednostavan keper 2/2.



Slika 23 Sile koje djeluju na ukošenje potke nakon skidanja tkanine sa tkalačkog stroja

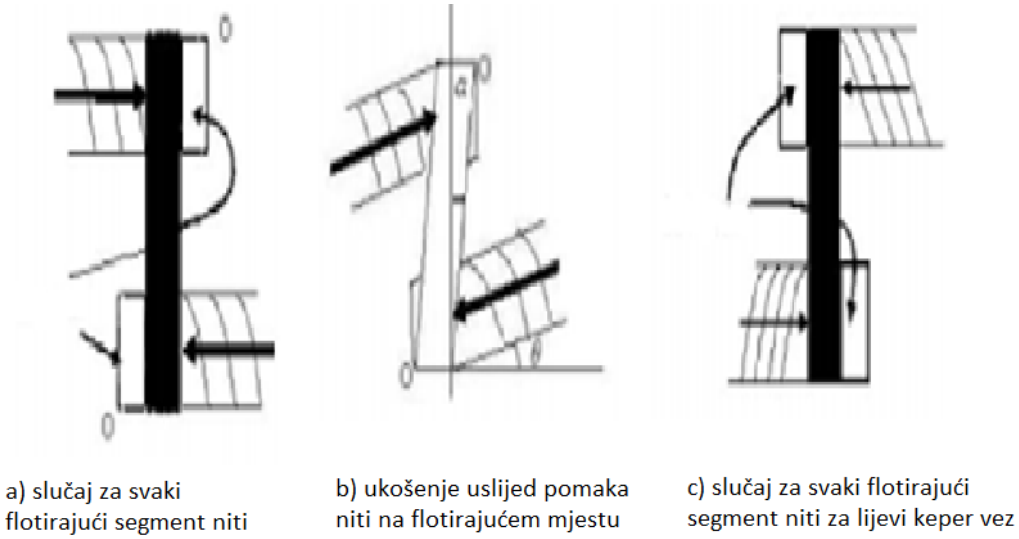
Kod platno veza osnove i potke maksimalno se provezuju, te je svaka vezna točka okružena (učvršćena) s četiri provezivanja (slika 24a) dok kod kepera 2/2 osnove i potke prelaze preko dvije uzastopne niti bez ikakvih preplitanja (slika 24b).



Slika 24 Prikaz veza: a)platno; b)keper 2/2

Kod prvog slučaja (platno), slobodni prostor u svakom smjeru (osnove ili potke) jednako je raspoređen te je on u oba smjera jednak. Pod takvim uvjetima sila koja djeluje na sve strane je jednaka, što tkaninu čini relativno čvrstom.

U drugom slučaju (keper) između dviju pređa postoji praznina, odnosno slobodan prostor koji je jednak stvarnom promjeru pređe. On omogućuje gornjoj pređi (na točki križanja/preplitanja) prelazak preko donje pređe (slika 24). Takvo stanje uzrokuje dvije sile koje djeluju jedna nasuprot drugoj i čine da flotiranje djeluje poput jednostavne poluge. Položaj slobodnog prostora (s obje strane tkanine) nudi slobodan odabir smjera u kojem može doći do ukošenja. Ako se slobodan prostor pojavljuje na istom mjestu kao što je prikazano na slici 25 b (desni 2/2 keper) doći će do zaokreta u smjeru kazaljke na satu; a ako je slučaj kao što je prikazano na primjeru pod c, niti će biti nakrivljene obrnuto. Stupanj kretanja je povezan s svojstvima pređe, uvjetima tkanja (posebno napetosti tkanja) i strukturom tkanja. Dakle, zakrivljenost tkanine je zapravo stupanj izobličenja flotirajućih segmenata osnove i potke [22].

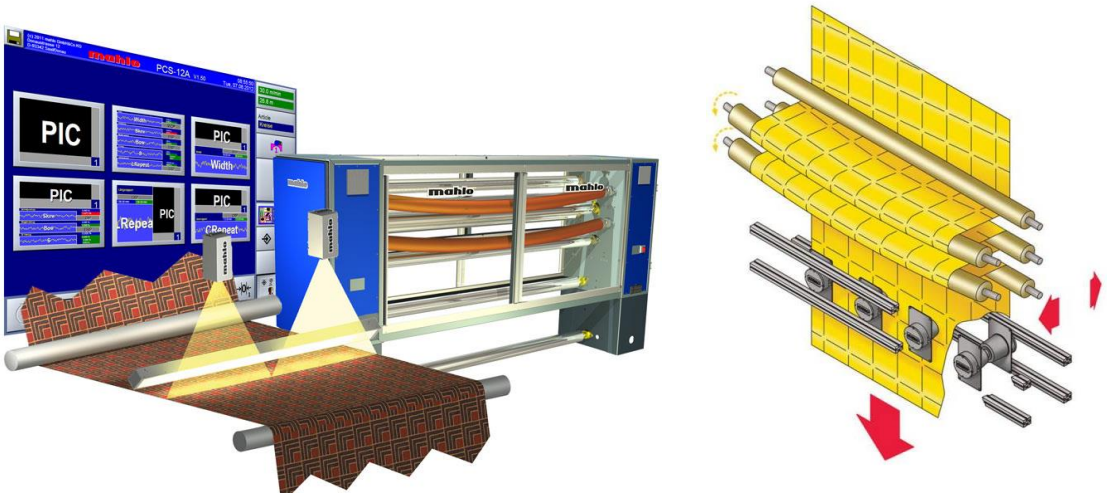


Slika 25 Vrste flotiranja

2.5.2 Uređaji za ravnanje potke u tkanini

Proizvođači tekstila nastoje izbjeći problem ukošenja potke, koje je problematičnije kod tkanina uzorkovanih po osnovi i potki, jer je izraženije. Za korekciju ukošenja koriste se uređaji za ispravljanje potke tijekom procesa završne obrade [22].

Uređaje za ravnanje potke razvijaju i proizvode vodeće tvrtke kao što su Bianco u Italiji, El i Mahlo u Njemačkoj i Pleva u Švicarskoj. Kako bi se otkrilo ukošenje na tkanini najčešće se koristi metoda detekcije senzorom (kamerom), a ovisno o proizvođaču ispravljač potke se razlikuje, no njegova funkcija je uvijek ista. Glavna zajednička funkcija je usmjeravanje velikog broja senzora za otkrivanje slike odnosno deformacija potke [25].



a. b.

Slika 26 Uređaj za ravnanje potke: a. Patcontrol Orthopac, Mahlo; b. mehanizam ravnanja potke

Funkcija uređaja za ravnanje potke (slika 26) je detekcija ukošenja i ispravljanje potke. Pomoću optičkog sustava detekcije, tkanina se elektronički nadgleda. Podaci o zakošenju signalima se šalju u procesnu jedinicu stroja u kojem se ispravljanje ukošenja događa automatski. Optički senzorski sustav sastoji se od osjetne jedinice kroz koju se tkanina provlači. Osjetna jedinica sastoji se od izvora svjetlosti koji projiciraju svjetlosne zrake kroz tkaninu do optičkih senzora prijemnika koji očitavaju kut potke u svakoj osjetnoj točki. Izvori svjetla i prijamnici montirani su pod fiksnim kutom na tkaninu kako bi se optimirali signali kroz tkanine većih gustoća i debljina koje u manjoj mjeri propuštaju svjetlost, poput denim tkanina. Intenzitet svjetla može se automatski prilagoditi na temelju gustoće tkanine za pravilno generiranje signala. Glave prijemnika na suprotnoj strani tkanine imaju leće za fokusiranje slike tkanine na poluvodičkom silicijskom čipu. Čip ima niz radijalno orijentiranih fotoosjetljivih linija koje generiraju električne signale proporcionalne svjetlosti primljenoj kroz tkaninu. Ti se signali pojačavaju i šalju na računalnu karticu za proračun kuta ukošenja [25].

3. EKSPERIMENTALNI DIO

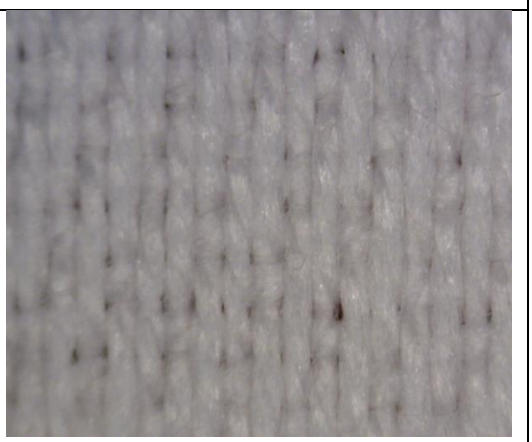
Eksperimentalni dio diplomskog rada sastoji se od dva dijela. U prvom dijelu ispitana je žakardska tkanina prije i nakon dorade. Drugi dio odnosi se na provedenu analizu utjecaja ukošenosti potke na deformaciju žakardskih uzoraka na sredini tkanine te na njenim rubnim dijelovima. Oba uzorka proizvedena su u Tvornici tekstila Trgovišće.

3.1 Uzorci

3.1.1 Prva skupina uzoraka

U prvoj skupini obrađen je žakardski uzorak tkanine za stolnjake prije i nakon dorade. Uzorak je otkan u atlas vezu, gustoće potke 23 niti/cm te sirovinskog sastava – 100% pamučno vlakno. U tablici 1 nalazi se popis uzoraka s osnovnim karakteristikama.

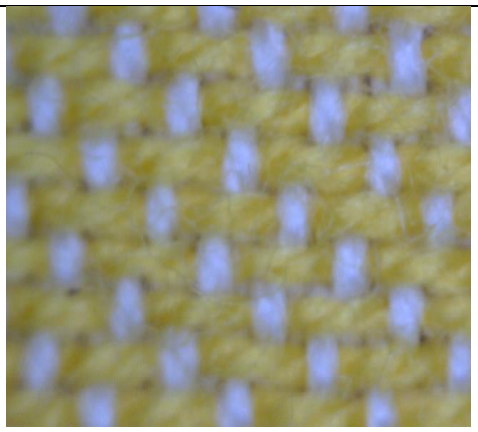
Tab. 1 Prikaz prve skupine ispitanih tkanina

Oznaka uzorka	**Vez**	**g_p, niti/cm**	**Slika**
U1-A sirova	A 1/4(2)	23	
U1-A dorađena	A 1/4(2)	23	

3.1.2 Druga skupina uzoraka

Druga skupina obuhvaća uzorke žakardske tkanine koji su otkani na istoj osnovi, pretežno u atlas vezu, s različitima gustoćama potke. U tablici 2 nalazi se popis uzoraka s osnovnim karakteristikama.

Tab. 2 Prikaz druge skupine ispitanih tkanina

Oznaka uzorka	**Vez**	**g_p, niti/cm**	**Slika**
U2žuti	A 1/4(2)	12.7	
U2plavi	A 1/4(2)	13.8	

3.2 Metodika rada

U svrhu ovog rada provedena su slijedeća ispitivanja: određen je vez tkanine, gustoća osnove i potke, debljina tkanine, širina tkanine, utkanje, ukošenje te deformacije žakardskih uzoraka.

3.2.1 Vez tkanine

Vez tkanine utvrđen je dekompozicijom uzoraka tkanine.

3.2.2 Gustoća osnove i potke

Gustoća niti u tkanini dobivena je na način da su se brojale niti na duljini od 10 cm i to posebno za smjer osnove, a posebno za smjer potke. Za svaki uzorak i svaki smjer, napravljeno je po pet mjerenja. Rezultat ispitivanja izrazio se kao aritmetička sredina, u jedinici niti/cm, posebno za osnovu i posebno za potku.

3.2.3 Površinska masa, duljina i širina tkanine

Uzorci tkanine postavljeni su na ravnu podlogu nakon čega je izmjerena njihova dužina i širina te se je izračunala površina uzoraka. Na vagi je izvagana masa uzoraka. Na osnovi mase i površine izračunata je površinska masa tkanine.

3.2.4 Debljina tkanine

Debljina uzoraka tkanina mjerena je na debljinomjeru Hess, Werkstoff - Prüfgeräte, na kojemu je podešeno opterećenje od 0,5 kPa. Površina papučice debljinomjera je 25 cm^2. Mjerenje je provedeno na 5 različitih mjesta na tkanini. Spuštanjem poluge na ekranu uređaja prikazuje se debljina u milimetrima.

3.2.5 Utkanje

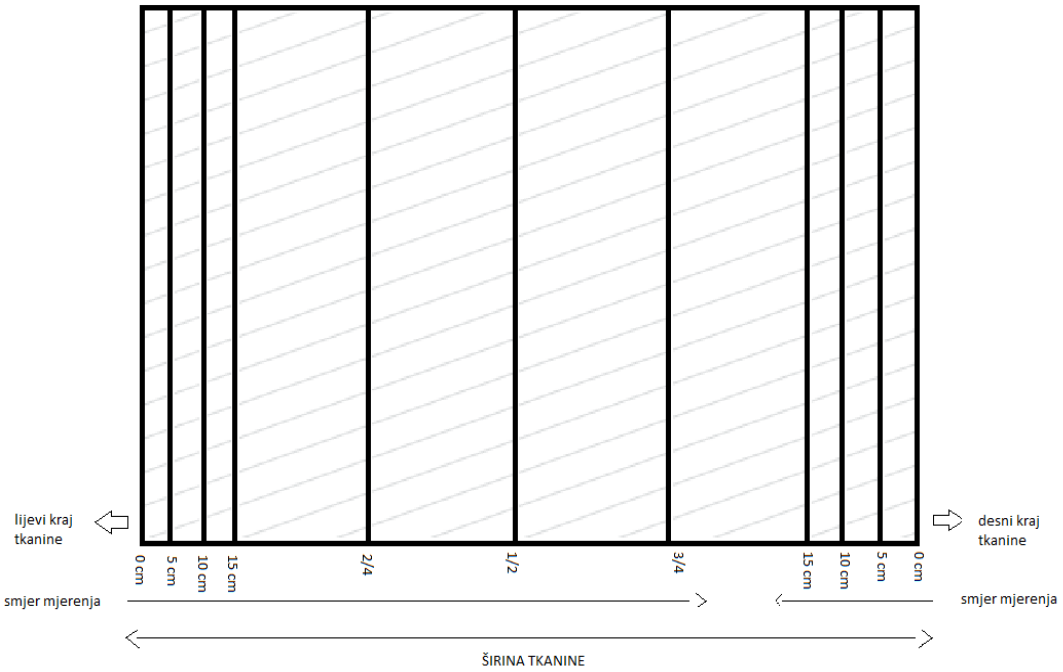
Na uzorku tkanine izdvojeno je pet niti u smjeru osnove i potke, duljine 100 mm, te je na svakoj niti izmjerena dužina u istegnutom stanju. Utkanje se računa kao postotak skupljanja niti u tkanini u odnosu na početnu duljinu:

$$U = \frac{l_0 - l_t}{l_o} \cdot 100(\%) \qquad (6)$$

Pri čemu je lo – početna dužina niti (istegnuta nit), lt – dužina tkanine (iz koje je isparana nit).

3.2.6 Ukošenje

Ukošenje se na uzrocima prve skupine mjerilo na način da su se iz uzoraka tkanine izvlačile potke do prve cijele potke. Zatim je pod kutom od 90° u odnosu na osnovu postavljeno ravnalo koje je od prve cijele potke bilo udaljeno 10 cm. Dužina uzoraka podijeljena je na sekcije (slika 27). Iz svake točke sekcije, povučene su okomice do područja prve potke. Svaka okomica je visina koja predstavlja ukošenje na tom mjestu.



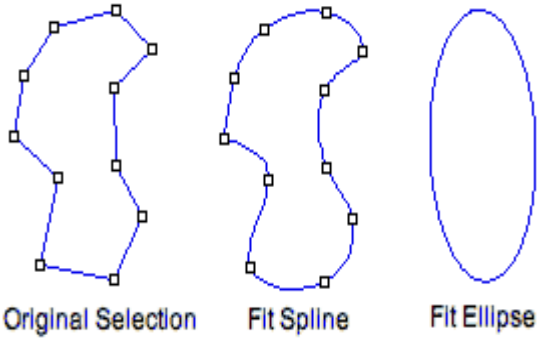
Slika 27 Prikaz podijeljenih sekcija

Na uzorcima druge skupine ukošenje se mjerilo pomoću Tracker programa. Radi svoje širine, svaki od uzoraka skeniran je u dva dijela. Na oba dijela svakog od uzorka ukošenje se u programu mjerilo sa lijeve i desne strane prema sekcijama kao i kod prve skupine. Oba skenirana dijela žutog uzorka kalibrirana su na rubovima tkanine dok je plavi kalibriran od sredine. Svaki od promatranih skeniranih dijelova uzoraka kalibriran je na 5 cm.

3.2.7 Deformacije žakardskih uzoraka

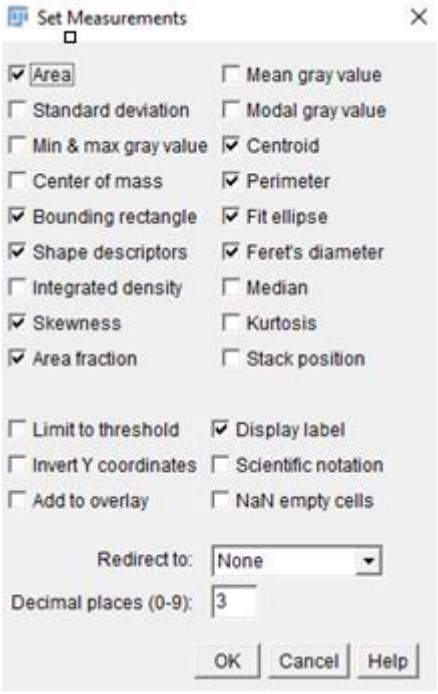
Deformacija žakardskih uzoraka analizirana je u ImageJ programu po sljedećem postupku:

1. Odabir poligona – selektirane su konture uzorka
2. Uređivanje / Odabir / aproksimacija – poligonska selekcija konvertirana je u elipsu s najboljom aproksimacijom kao što je prikazano na slici 28.



Slika 28 Prikaz odabira aproksimacije

3. Analiza / Postavljanje Mjerenja – odabrani su sljedeći parametri (slika 29):



Slika 29 Prikaz odabranih parametara

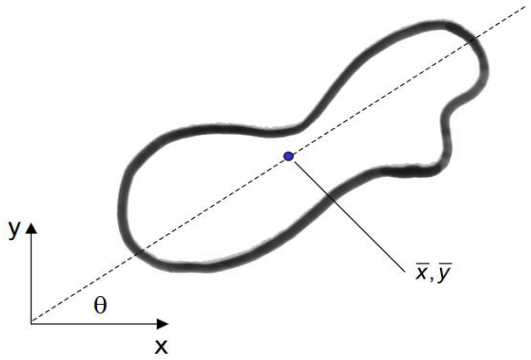
4. Analiza / Mjerenja – iz aproksimirane elipse, generirane su vrijednosti odabranih parametara pri čemu je:

   - Područje – područje odabira u kvadratnim pikselima (slika 30)



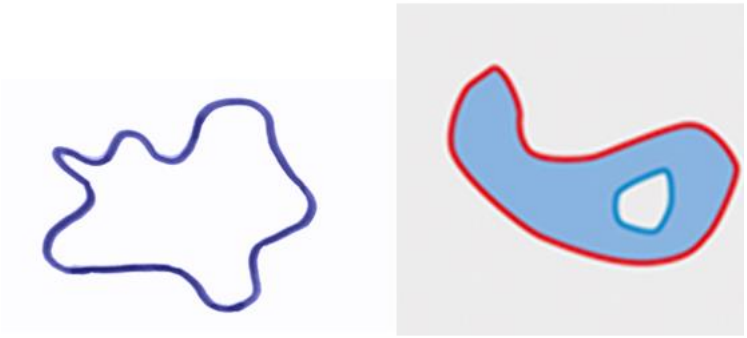
Slika 30 Prikaz odabira područja

   - Centroid – označava prosjek x i y koordinata svih piksela na slici. U tablici rezultata ova vrijednost se nalazi pod nazivom „x“ i „y“
     Središte gravitacije ili centroid objekta je mjera lokacije objekta na slici. Ima dvije komponente, označavajući položaje retka i stupca točke ravnoteže objekta (slika 31).



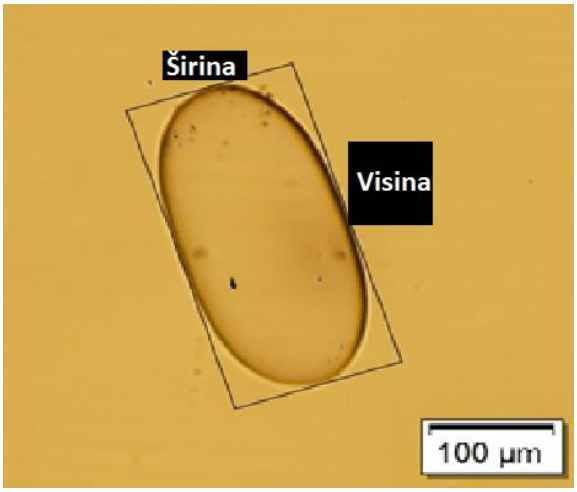
Slika 31 Prikaz centroida

- Perimeter (opseg) - broj piksela (duljina) u opsegu odabranog područja (slika 32).



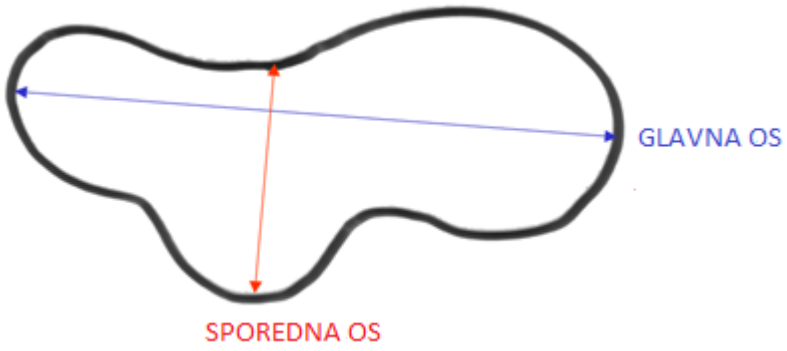
Slika 32 Prikaz odabira opsega

- Granični pravokutnik – najmanji pravokutnik odabranog područja. Vrijednosti ovog područja nalaze se u tablici pod nazivom BX, BY, širina i visina, gdje su BX i BY koordinate gornjeg lijevog kuta pravokutnika (slika 33).



Slika 33 Prikaz graničnog pravokutnika

- Aproksimacija – rezultati iz ove kategorije nalaze se u tablici pod nazivom glavna os, sporedna os i kut. Glavna i sporedna os označavaju osi najpristalije elipse, dok kut označava kut između glavne osi i linije paralelne s osi x.



Slika 34 Prikaz glavne i sporedne osi najpristalije aproksimirane elipse

Glavna osovina je kut između glavne osi i osi x na slici 34:

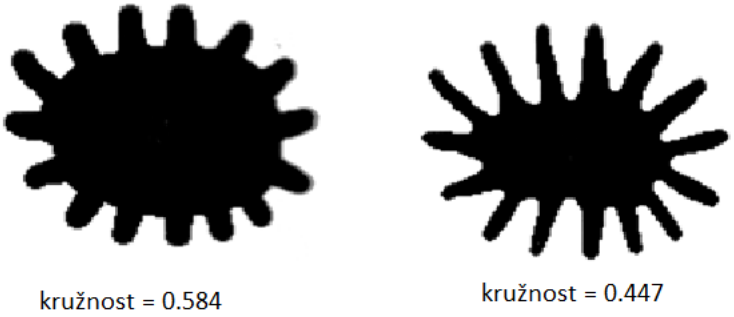
$$glavna\ os - kut\ = \tan^{-1}\left(\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}\right) \quad (2)$$

Kut može biti u rasponu od 0° do 360°. Rezultat je mjera orijentacije predmeta.

- Opisi oblika – pod ovim pojmom nalaze se izračuni sljedećih podataka:
  - Kružnost: - Vrijednost 1,0 označava idealan krug. Ukoliko se vrijednost približava 0,0 rezultat ukazuje na izduženi oblik u odnosu na idealnu kružnicu. Računa se pomoću jednadžbe (3).

$$4\pi \times \frac{[Površina]}{[Opseg]^2} \quad (3)$$

Na slici 35 prikazani su primjeri objekata s pripadajućim parametrima kružnosti.



Slika 35 Primjeri kružnosti

- AR: računa se prema jednadžbi (4): glavna os / sporedna os. Ovo područje omogućuje aproksimaciju mjerenja glavne i sporedne osi

$$AR = \frac{[glavna\ os]}{[sporedna\ os]} \quad (4)$$

- Kompaktnost oblika: rezultat se dobiva prema jednadžbi (5):

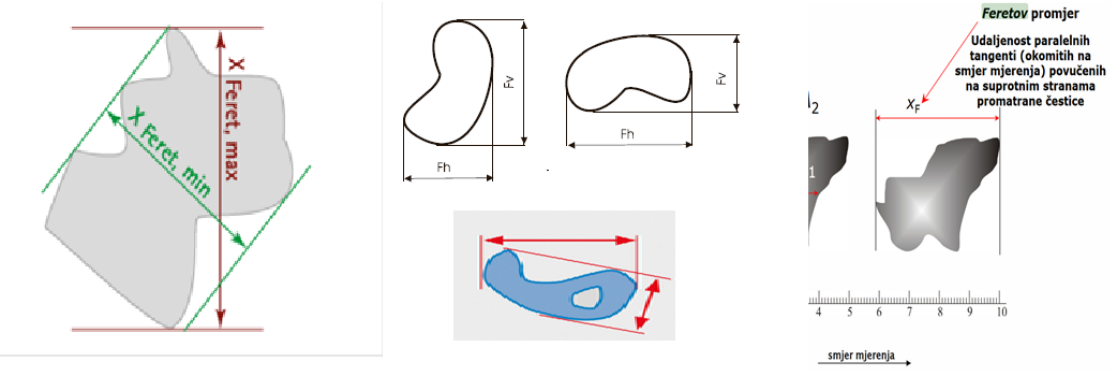
$$\frac{područje}{izbočeno\ područje} \quad (5)$$

Vrijednost 1 označava „čvrsti objekt“, odnosno objekt bez izraženih izbočenja, a vrijednost manja od 1 znači objekt koji ima nepravilnu granicu ili sadrži izbočenja i utore. Primjeri kompaktnosti oblika s pripadajućim faktorima čvrstoće vidljivi su na slici 36.



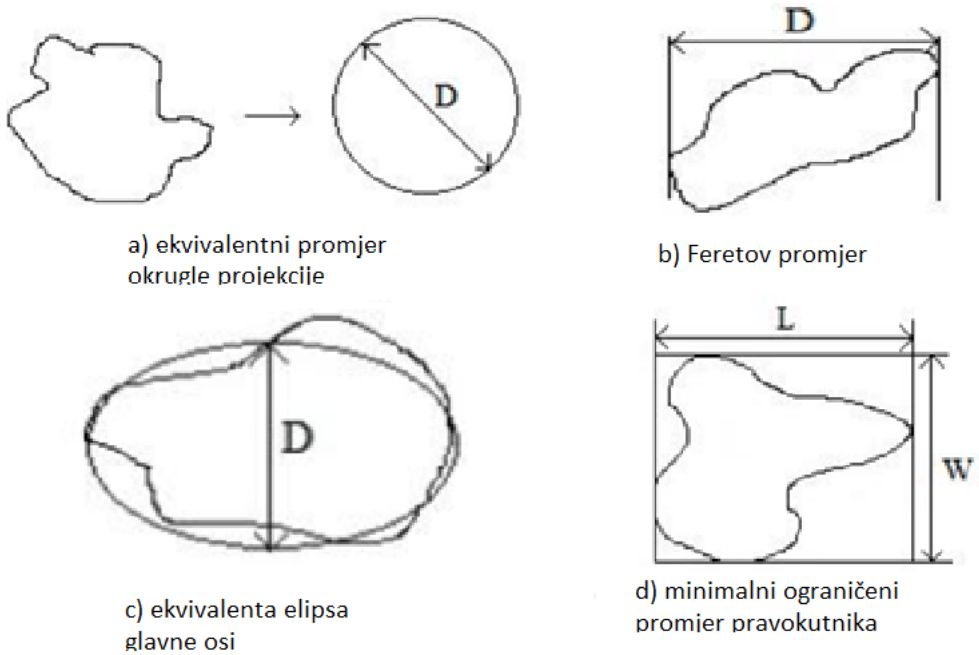
Slika 36 Primjeri kompaktnosti oblila

- Feretov promjer – najduža udaljenost između bilo koje dvije točke duž granice odabira. U tablici sa rezultatima ovo područje nalazi se pod nazivom Feret, Feretov kut, MinFeret, FeretX i FeretY. Feretov kut predstavlja kut između Feretovog promjera i crte pararelne s osi x na slici. MinFeret je minimalni promjer oblika, dok FeretX i FeretY predstavljaju početne koordinate promjera Feretta [26]. Parametri Feretovog promjera ilustrirani su na slici 37.

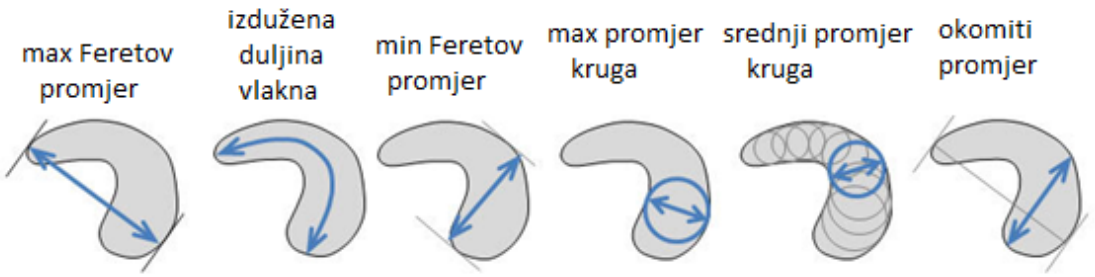


Slika 37 Prikaz Feretovog promjera

Ovo nije promjer u stvarnom smislu, već uobičajena osnova grupe promjera izvedenih iz udaljenosti dvije tangente do konture uzorka u dobro definiranoj orijentaciji. Jednostavnijim riječima, metoda odgovara mjerenju pomoću dijapozitiva (princip dijapozitiva). Općenito se definira kao udaljenost između dvije paralelne tangente konture uzorka pod proizvoljnim kutom. U praksi se koriste minimalni xFmin i maksimalni promjer Fereta, xFmax, srednji promjer Fereta i promjer Fereta dobiven pod 90° u smjeru najmanjeg i najvećeg promjera Fereta, xFmax90. Ilustracije ovih parametara prikazane su na slikama 38 i 39.



Slika 38 Prikaz Feretovog promjera



Slika 39 Prikaz vrsta Feretovog promjera

- Asimetričnost – pod ovim pojmom označava se kutna deformacija, odnosno koeficijent iskrivljenosti (simetrija) u smjeru x i y pri čemu su ovi parametri:
  - --> =0 : simetrična deformacija uzorka
  - --> <0 : deformacija uzorka je asimetrična s lijeve strane
  - --> >0 : deformacija uzorka je asimetrična s desne strane

Kod analize plavog uzorka metodologija je jednaka kao i u slučaju žutog uzorka osim: Uredi / odabir / aproksimacija – poligonska selekcija / spline konvertirana je s najboljom aproksimacijom. Razlog tome je što su analizirani dezeni žutog uzorka kružnog oblika i lako se aproksimiraju elipsom, dok su dezeni plavog uzorka kompleksnog, nepravilnog oblika radi čega je primjerenija poligonska spline aproksimacija.

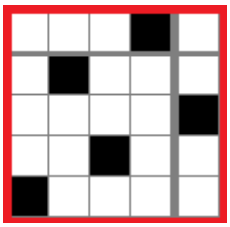
4. REZULTATI I DISKUSIJA

4.1 Transformacija ukošenosti žakardske tkanine nakon dorade

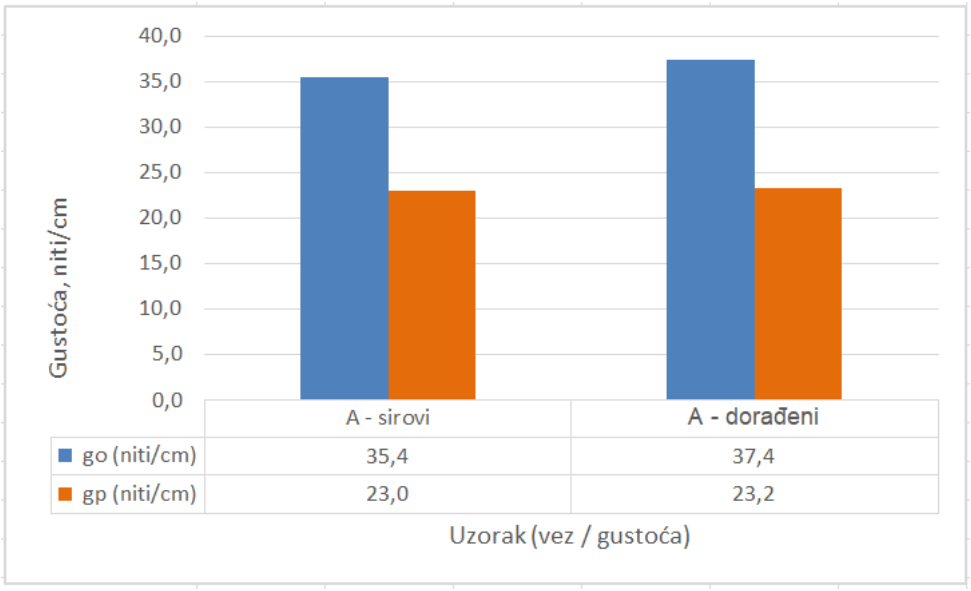
4.1.1 Vez uzoraka tkanina

Dekompozicijom uzoraka tkanina ustanovljeno je kako vezovi tkanina odgovaraju deklariranim vezovima. Jedinice vezova dobivene dekompozicijom prikazane su u tablici 3.

Tab. 3: Jedinice veza uzoraka tkanina 1. skupine

Oznaka uzorka	Jedinica veza
A-sirovi	
A-dorađeni	

4.1.2 Gustoća osnove i potke

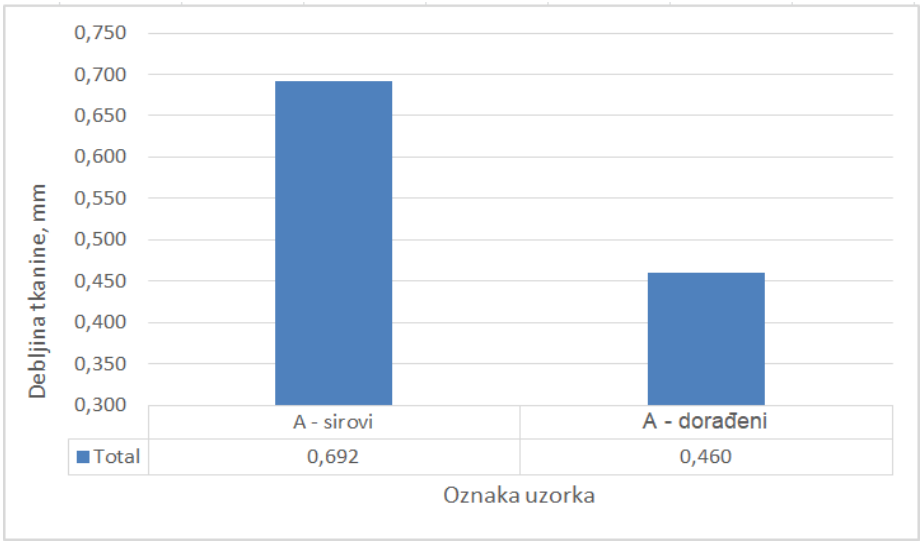


Slika 40 Gustoća osnove i potke 1. skupine uzoraka

Prema grafičkom prikazu na slici 40, kao i u rezultatima gustoće osnove i potke skupine 1, može se primijetiti kako se gustoća osnove i potke povećava u doradi. Tako gustoća osnove sirovog uzorka iznosi 35,4 niti/cm dok je na dorađenom uzorku ona veća i iznosi 37,4 niti/cm što je razlika od 2 niti/cm. Razlika u gustoći potke na sirovom i dorađenom uzorku je znatno manja. Na sirovom uzorku su zabilježene 23

niti/cm, dok je na dorađenom uzorku zabilježeno 23,2 niti/cm. Do razlika u gustoći došlo je radi skupljanja tkanine u doradnim procesima.

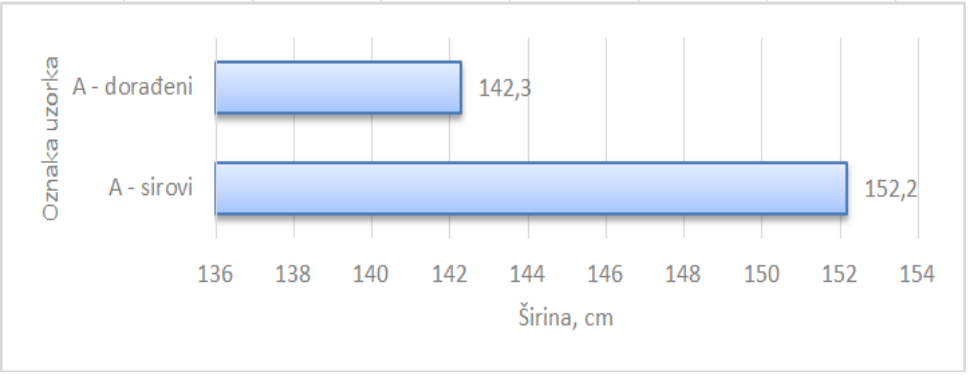
4.1.3 Debljina



Slika 41 Debljina tkanina skupine 1

Iz rezultata prikazanim na grafičkom prikazu na slici 41 te promjene gustoće niti tkanine vidljivo je kako je tkanina promijenila dimenzije u procesu dorade. Vrijednost debljine sirove tkanine iznosi 0,692 mm, dok vrijednost iste tkanine nakon dorade iznosi 0,460 mm, što bi značilo da joj se vrijednost debljine smanjila za 0,232 mm.

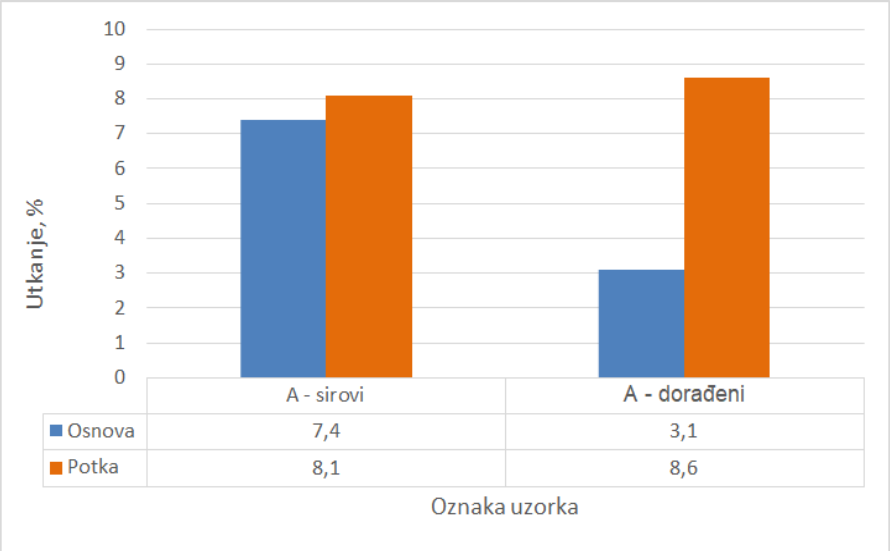
4.1.4 Širina tkanina



Slika 42 Širina tkanine skupine 1

Na grafičkom prikazu tkanine skupine 1, na slici 42, vidljivo je kako širina sirove tkanine iznosi 152,2 cm dok je širina obrađene tkanine manja te iznosi 142,3 cm što ukazuje na skupljanje tkanine po potci.

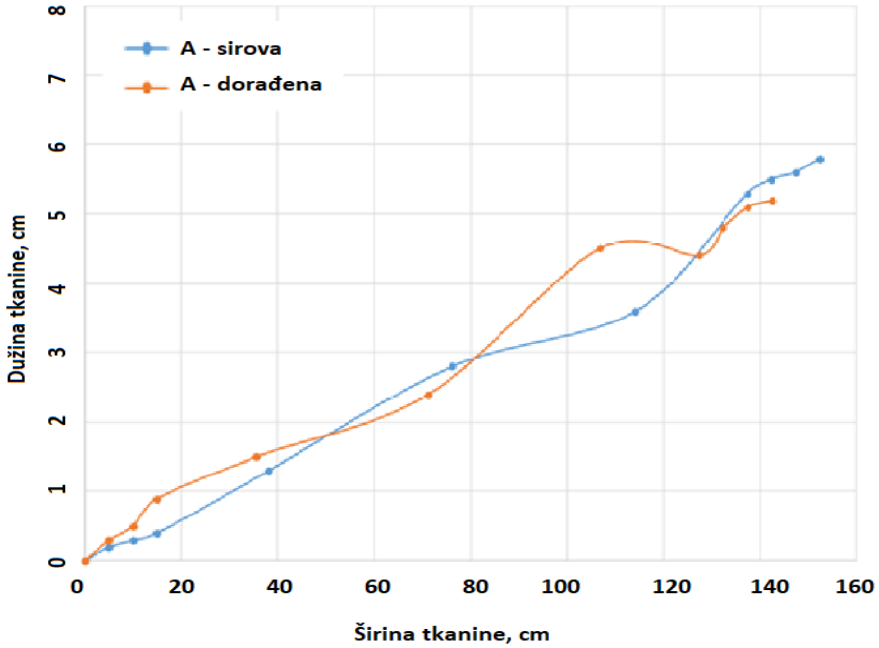
4.1.5 Utkanje



Slika 43 Utkanje osnove i potke skupine 1

Iz grafa na slici 43 vidljivo je kako je utkanje osnove manje od utkanja potke. Razlog tome je veća napetost osnove u procesu tkanja, pri čemu se potka više prilagođava osnovi. Radi dimenzijskih promjena kojima je tkanina izložena u procesu dorade, pri čemu se kontinuirano vlačno napreže u smjeru osnove, utkanje osnove kod dorađenog uzorka (3,1%) je manje u odnosu na sirovi uzorak (7,4%), dok je utkanje po potki veće kod dorađenih uzoraka (8,6%) u odnosu na sirove (8,1%).

4.1.6 Ukošenje



Slika 44 Ukošenost potke sirove i dorađene tkanine, cm

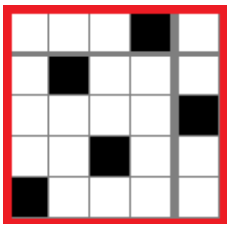
Na slici 44 prikazano je ukošenje uzoraka prve skupine uzoraka. Vidljivo je kako se kod oba uzoraka radi o rastućem ukošenju s lijeve na desnu stranu. Sirovi uzorak na samom rubu uzorka ima nešto veće ukošenje (58 mm) dok je kod dorađenog uzorka najveće ukošenje također zabilježeno na samom rubu tkanine gdje ono iznosi 52 mm.

4.2 Ukošenje potke kod žakardske tkanine 2. skupine te utjecaj na deformaciju žakardskih uzoraka

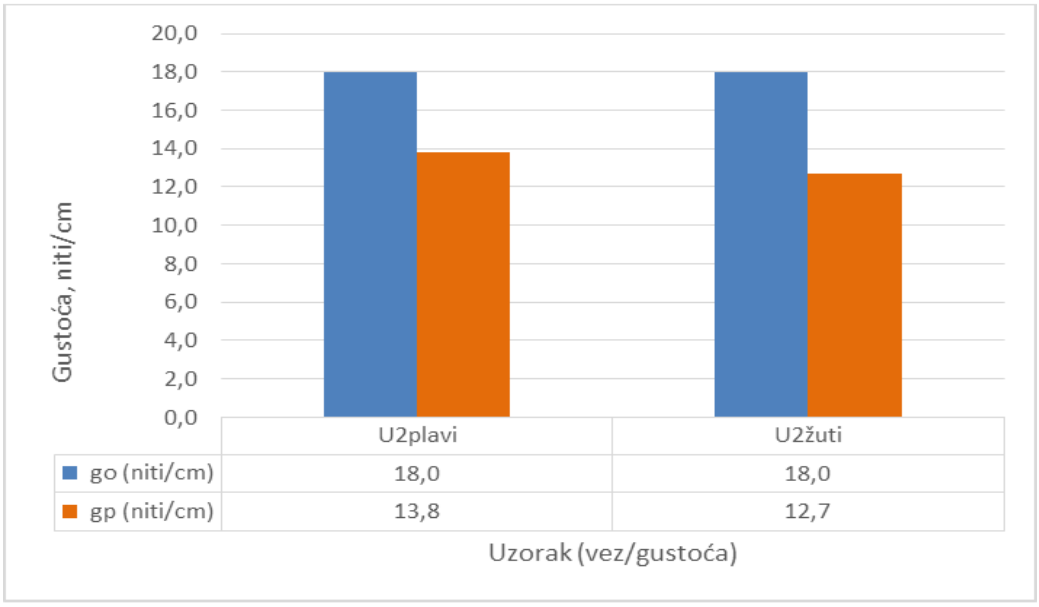
4.2.1 Vez tkanine

Dekompozicijom uzoraka tkanina ustanovljeno je kako vezovi tkanina odgovaraju deklariranim vezovima. Jedinice vezova dobivene dekompozicijom prikazane su u tablici 4.

Tab. 4: Jedinice veza uzoraka tkanina 2. skupine

Oznaka uzorka	Jedinica veza
U2plavi	
U2žuti	

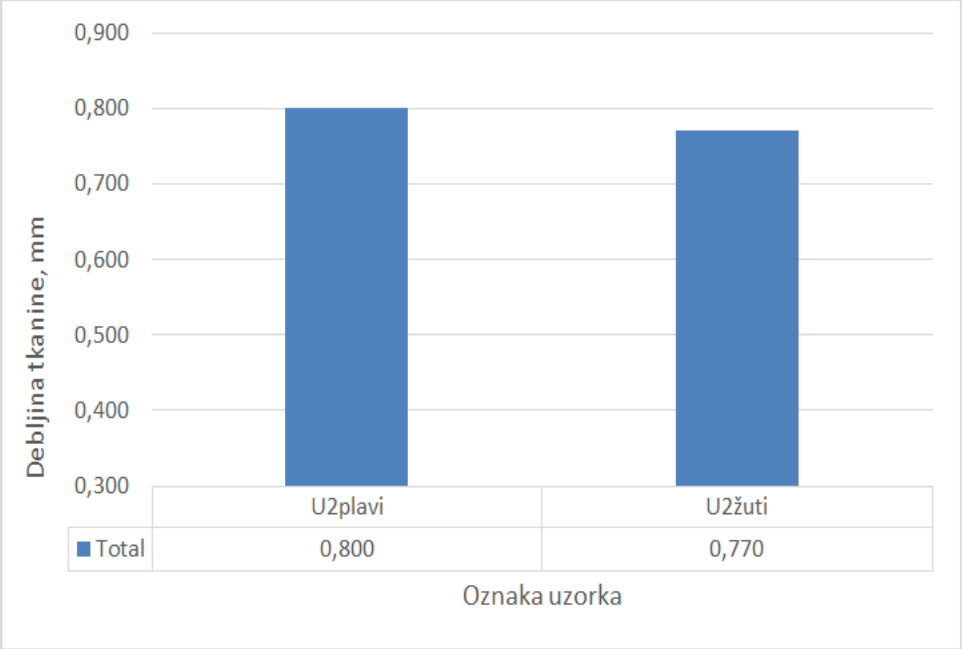
4.2.2 Gustoća osnove i potke



Slika 45 Gustoća osnove i potke uzoraka 2. skupine

Na grafičkom prikazu slike 45 vidljivo je kako su gustoće osnove kod oba uzoraka podjednake, dok se gustoće potke razlikuju. Kod plavog uzorka zabilježena je veća gustoća potke – 13,8 nit/cm dok je kod žutog uzorka ona manja za 11 niti/cm.

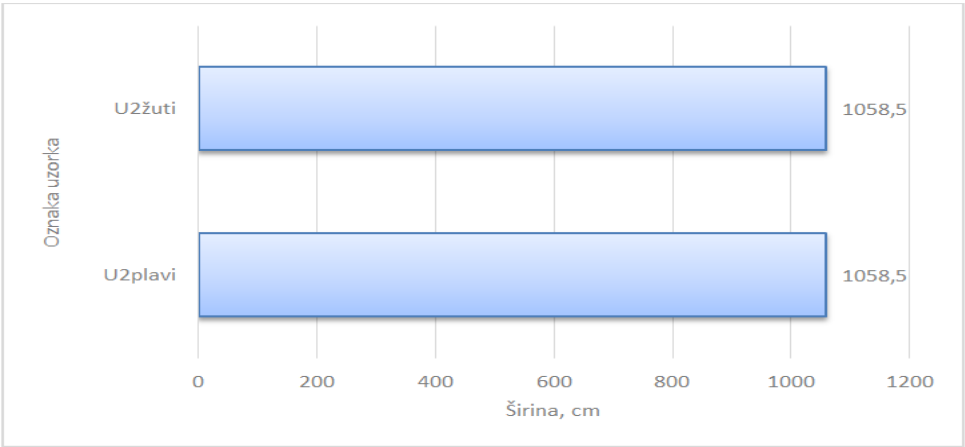
4.2.3 Debljina



Slika 46 Debljina tkanine uzoraka 2. skupine

Slika 46 prikazuje grafički prikaz vrijednosti debljine tkanine. Analizirani žuti uzorak ima srednju vrijednost debljine 0,770 mm dok je kod plavog uzorka srednja vrijednost debljine tkanine veća i iznosi 0,800 mm.

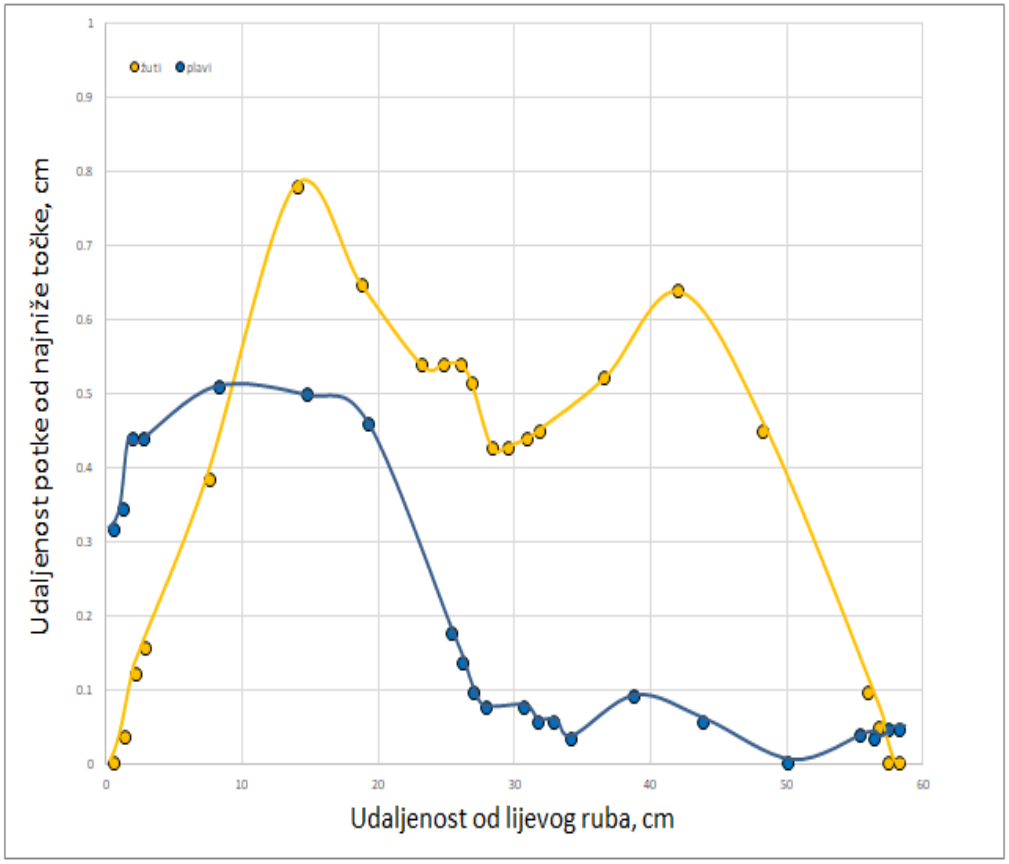
4.2.4 Širina tkanina



Slika 47 Širina tkanine uzoraka 2. skupine

Svaki od uzoraka skupine 2 dio je iste tkanine čija je ukupna širina 1058,5 mm, što je vidljivo i na grafičkom prikazu na slici 47.

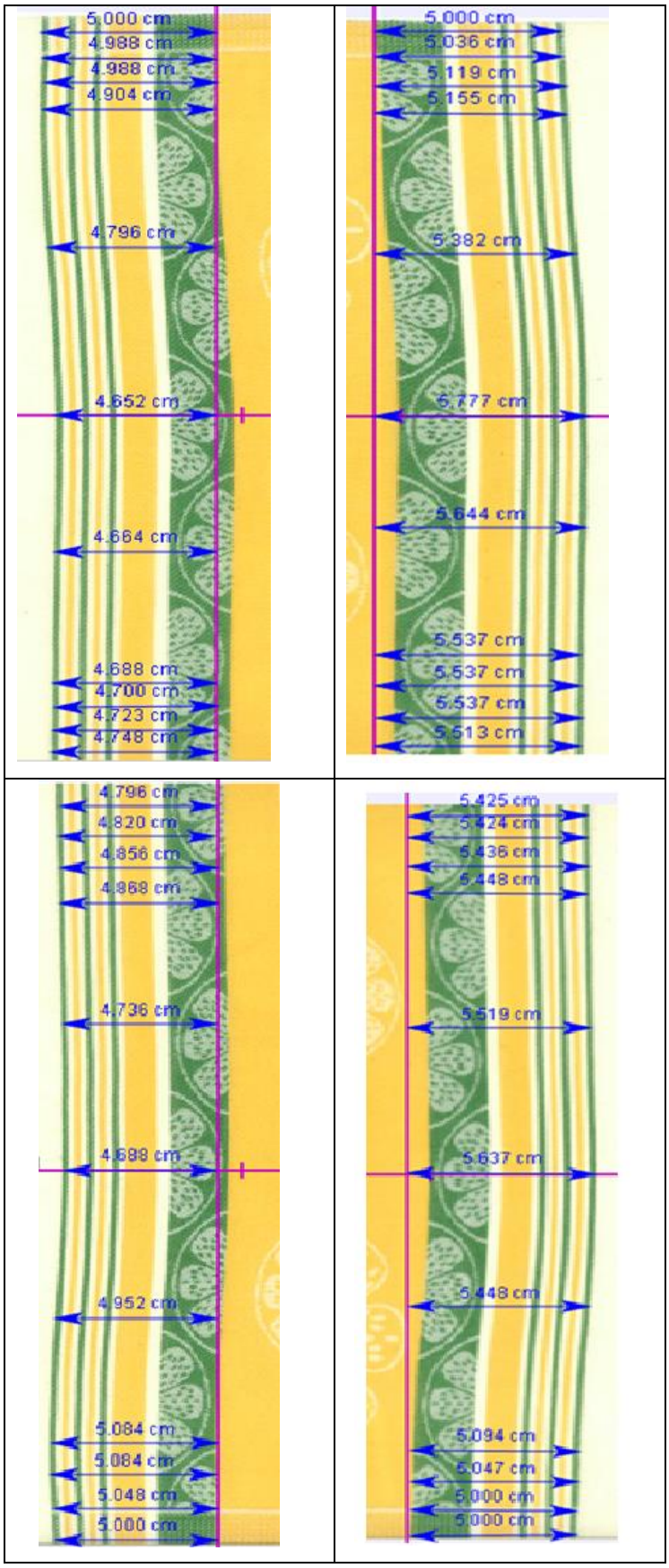
4.2.5 Ukošenje



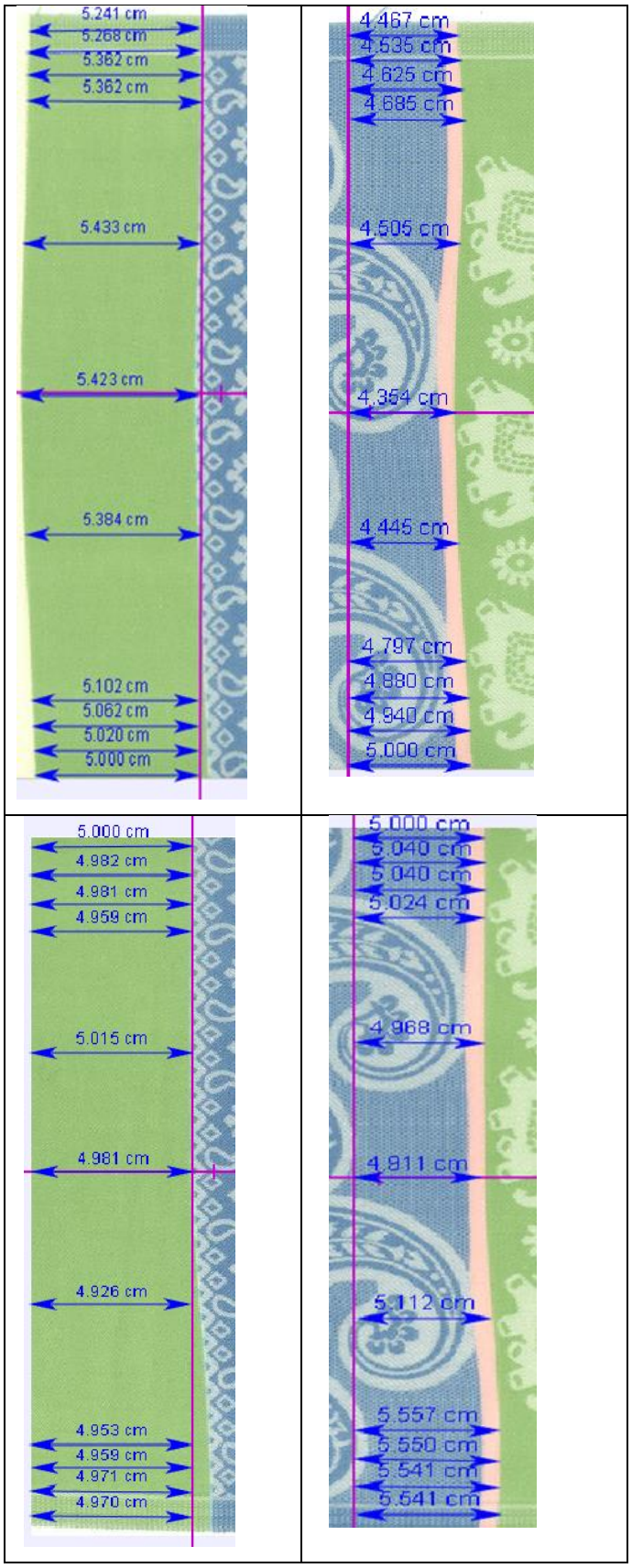
Slika 48 Ukošenje uzoraka 2. skupine

Na slici 48 prikazano je ukošenje 2. skupine. Vidljivo je kako se kod oba uzorka radi o miješanoj ukošenosti. U prvom dijelu uzorka radi se o rastućem ukošenju s lijeve na desnu stranu, do sredine uzorka je ukošenje u padu te nakon blagog porasta ono je u padu od 0,65 cm do 0 cm na samom rubu tkanine. Kod plavog uzorka je ukošenje manje, najveće ukošenje je zabilježeno na 10 cm od početnog ruba gdje iznosi 0,5 cm, nakon toga je u padu. Nakon sredine uzorka ukošenje je u blagom porastu te je na samom rubu tkanine zabilježeno ukošenje od 0,5 cm.

Tab. 5 Rezultati ukošenja žutog uzorka



Tab. 6 Rezultati ukošenja plavog uzorka

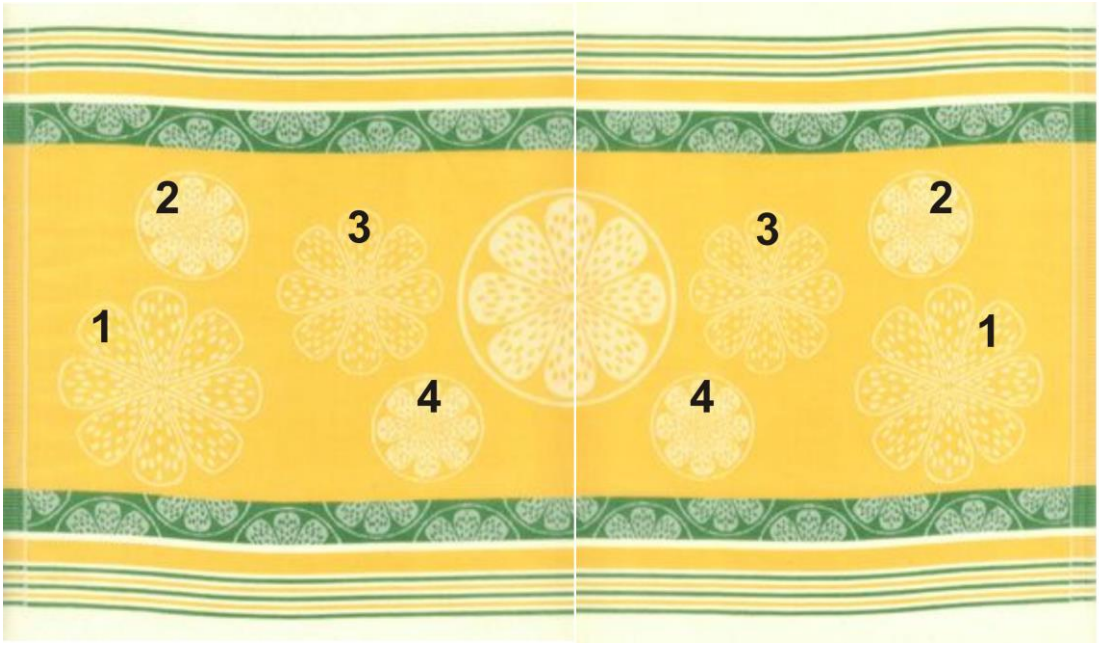


4.2.6 Deformacije žakardskih uzoraka

Analiza deformacija žakardskih uzoraka provedena je uz pomoć softvera za analizu slike ImageJ. Odabrano je četiri motiva iz plavog i četiri motiva iz žutog uzorka. Motivi su zrcalno simetrični s obzirom na središnju os tkanine u smjeru osnove. Uspoređeni su oblici zrcalno simetričnih motiva.

4.2.6.1 Žuti žakardski uzorak

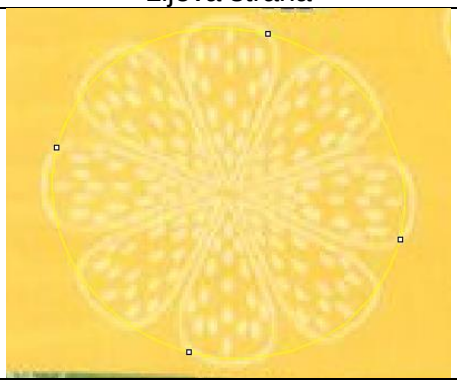
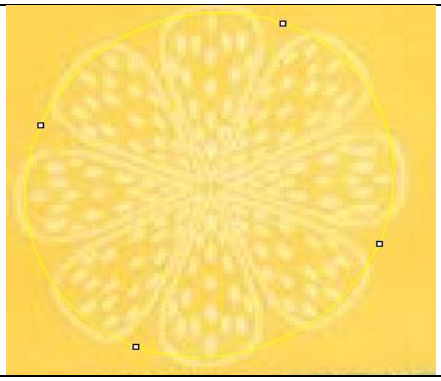
Na slici 49 prikazani su promatrani žakardski uzorci s lijeve i desne strane tkanine. Zrcalno simetrični uzorci numerirani su jednakim brojevima.

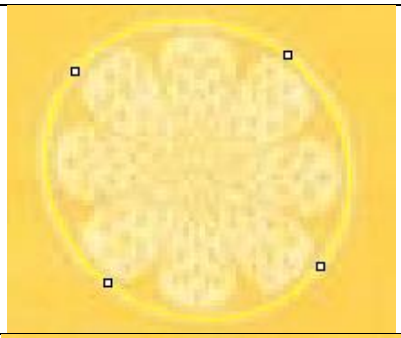
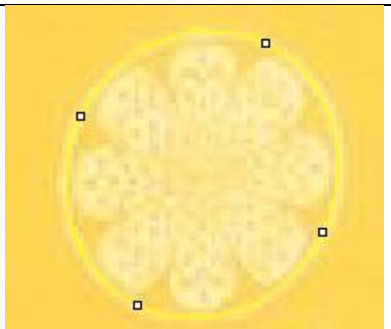
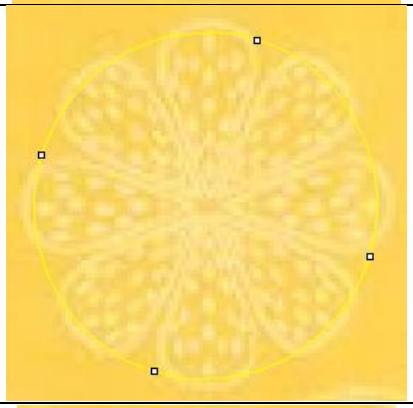
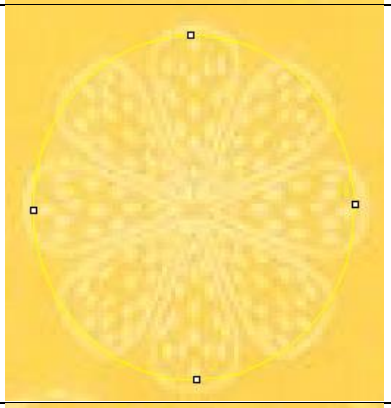
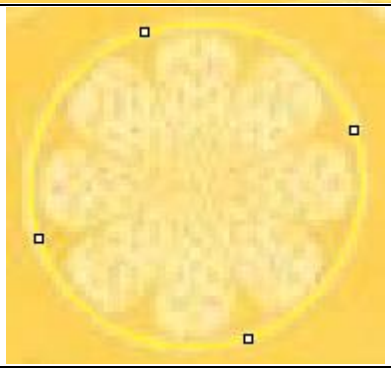
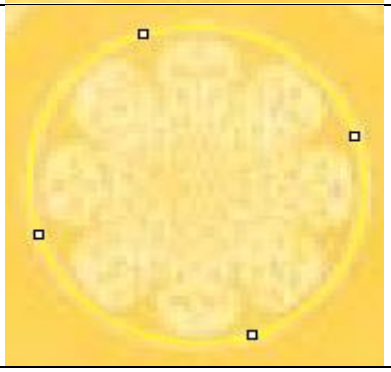


Slika 49 Prikaz žutog uzorka

U tablici 7 prikazan je svaki zrcalno simetrični par žakardskih uzoraka kojima su vanjske konture aproksimirane elipsom najveće pristalosti.

Tab. 7 Prikaz deformacije žutog uzorka

Dezen	Lijeva strana	Desna strana
Ž1		

Ž2		
Ž3		
Ž4		

U tablicama 8 do 10 prikazani su parametri površine, oblika i deformacije zrcalno simetričnih uzoraka pri čemu su za svaki uzorak u retku „lijevo“ prikazani pripadajući parametri uzorka s lijeve strane tkanine, a u retku „desno“ pripadajući parametri zrcalno simetričnog uzorka s desne strane tkanine. Kod idealne zrcalne simetrije, ovi parametri bi se trebali preklapati, odnosno razlika između istog parametra s lijeve i desne strane trebala bi biti nula. Što su razlike veće, veće je i odstupanje od zrcalne simetrije dezena.

Tab. 8 Površine i koordinate žutog žakardskog uzorka

Dezen	Strana uzorka	Područje, pixel	X, pixel	Y, pixel	Opseg, pixel	BX, pixel	BY, pixel	Širina, pixel	Visina, pixel
Uzorak 1	lijevo	8715	91,565	204,108	331,785	36	153	111	101
	desno	7399	198,224	203,277	305,365	151	153	94	100
Uzorak 2	lijevo	2576	100,633	118,132	180,159	71	89	59	58
	desno	2346	183,303	117,938	171,907	156	89	54	57
Uzorak 3	lijevo	5327	189,772	153,880	258,872	148	112	83	83

	desno	4868	100,365	154,030	247,583	62	113	77	82
Uzorak 4	lijevo	2523	226,212	226,038	178,039	197	198	58	56
	desno	2308	67,204	225,754	170,308	40	198	54	55

Na osnovu rezultata iz tablice 8 može se zaključiti kako je kod sva četiri dezena (žakardska motiva) lijeva površina veća. Budući da se prvi uzorak nalazi na samim rubovima, kao što je bilo i za očekivati, njegova razlika u površini je najveća. Kod tog uzorka, lijeva površina veća je od desne za 15,1%. Kod uzorka 2 ta razlika je nešto manja i iznosi 8,9%, dok se uzorak 3 i 4 nalaze bliže sredini te su razlike među njima manje. Kod uzorka 3 površina lijeve strane je veća za 8,6%, a kod uzorka 4 površina lijeve strane u odnosu na desnu, veća je za 8,5%.

Prema rezultatima analize dimenzija dezena po x i y osi vidljivo je kako su kod vertikalne osi (y os – osnova) odstupanja znatno manja. Razlika lijeve i desne strane uzoraka je minimalna Razlog tome je što u smjeru osnove nema ukošenja, no radi distorzije potke vidljiv je znatan pomak težita po horizontalnoj osi. Kod 4. uzorka pomak na lijevoj strani je veći za čak 70,3%, dok je najmanja razlika kod 2. uzorka kod kojeg je lijeva strana manja za 45,1%.

Opseg kod sva četiri uzoraka veći je kod lijeve strane uzoraka – što govori o tome da je ili lijevi proširen ili desni smanjen, u odnosu na idealan. Tako je kod prvog uzorka lijeva strana veća od desne za 8,0%, kod drugog je veća za 4,6%, kod trećeg je nešto manja razlika i iznosi 4,4%, dok je kod četvrtog razlika najmanja – lijeva strana je veća za 4,4%.

Uspoređujući rezultate BX i BY može se primijetiti kako se položaj gornjeg lijevog kuta pravokutnika x horizontalno pomiče dok y ostaje nepromijenjen. Također je najveća razlika kod prvog uzorka gdje je desna strana veća za čak 76,1%. Promatrajući sve uzorke, razlika je najmanja kod drugog uzorka no njezin postotak je i dalje visok i iznosi 54,5%.

Visina ovih uzoraka vrlo malo odstupa dok se širina razlikuje, stoga se može zaključiti kako se deformacija događa po širini uzoraka, odnosno u smjeru potke.

Tab. 9 Aproksimacija i deskriptori oblika žutog uzorka

Dezen	Strana uzorka	Glavna os, pixel	Sporedna os, pixel	Kut, °	Kružnost	AR	Kompaktnost oblika, pixel
Uzorak 1	lijevo	111,354	99,649	165,945	0,995	1,117	1,000
	desno	101,140	93,145	68,415	0,997	1,086	0,998
Uzorak 2	lijevo	59,654	54,982	141,246	0,997	1,085	1,003
	desno	57,021	52,384	64,907	0,998	1,089	1,003
Uzorak 3	lijevo	82,728	81,986	70,237	0,999	1,009	1,002
	desno	81,452	76,095	91,853	0,998	1,070	0,999

Uzorak 4	lijevo	57,575	55,795	20,740	1,000	1,032	1,003
	desno	54,935	53,493	109,830	1,000	1,027	1,001

U tablici 9, promatrajući glavnu os, vidljivo je kako je kod uzorka 1 lijeva strana uzorka veća za 9,2% što je i najveća razlika. Kod uzorka 2 i 4 razlika u lijevoj i desnoj strani je oko 4,5% dok je kod uzorka 3 ta razlika najmanja i iznosi svega 1,54%. Kod sporedne osi najveća je razlika upravo kod 3 uzorka (7,2%) dok je najmanja kod 4 uzorka (4,1%).

Podaci o kutu govore kako je kod prvog uzorka lijeva strana elipse zakrenuta u lijevu stranu, a desna u desnu što prati i putanju zakošenja. Najmanja je razlika kod 3. uzorka gdje je uzorak zakrenut u desnu stranu za 23,5%.

Kružnost i AR prikazuju rezultate odstupanju idealnog kruga. Što je veće odstupanje od 1, veće je odstupanje od idealno kružnog oblika Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti kako svi žakardski dezeni malo odstupaju od idealno kružnog oblika.

Prema rezultatima kompaktnosti oblika može se zaključiti kako ova 4 promatrana dezena nemaju lokalnih deformacija.

Tab. 10 Feret i kutna deformacija žutog uzorka

	Strana uzorka	Feret, pixel	FeretX, pixel	FeretY, pixel	Feretov kut,°	MinFeret, pixel	Kutna deformacija,°
Uzorak 1	Lijevo	111,357	37,627	190,220	165,568	99,772	0,723
	Desno	101,221	179,548	250,317	68,307	93,158	0,450
Uzorak 2	Lijevo	59,690	77,255	99,600	141,601	54,991	0,244
	Desno	57,002	170,829	143,578	64,099	52,425	1,560
Uzorak 3	Lijevo	82,903	177,568	193,515	72,892	81,951	0,894
	Desno	81,418	99,592	113,338	91,158	76,205	-0,427
Uzorak 4	Lijevo	57,626	198,953	235,361	18,875	55,746	0,974
	Desno	54,935	58,464	199,719	108,526	53,516	-0,998

Prema rezultatima iz tablice 10 može se zaključiti kako preklapanje s glavnom osi kod prvog uzorka najviše odstupa (9,1%), dok je kod uzorka 3 ono najmanje i iznosi svega 1,8%.

Prema rezultatima koordinata promjera (FeretX i FeretY) vidljivo je kako su koordinate promjera 1. i 2. uzorka lijeve strane uzoraka manje u odnosu na desnu, dok je kod 3. i 4. uzorka obrnuto (rezultati lijeve strane su veći). Tako je koordinata promjera x kod 1. uzorka sa lijeve strane manja za 79,0 % u odnosu na desnu, kod uzorka 2 lijeva strana je manja za 54,8 %, dok je kod uzorka 3 lijeva strana veća za 43,9 %, a kod uzorka 4 za 70,6 %. Kod koordinate promjera y najveća razlika je kod

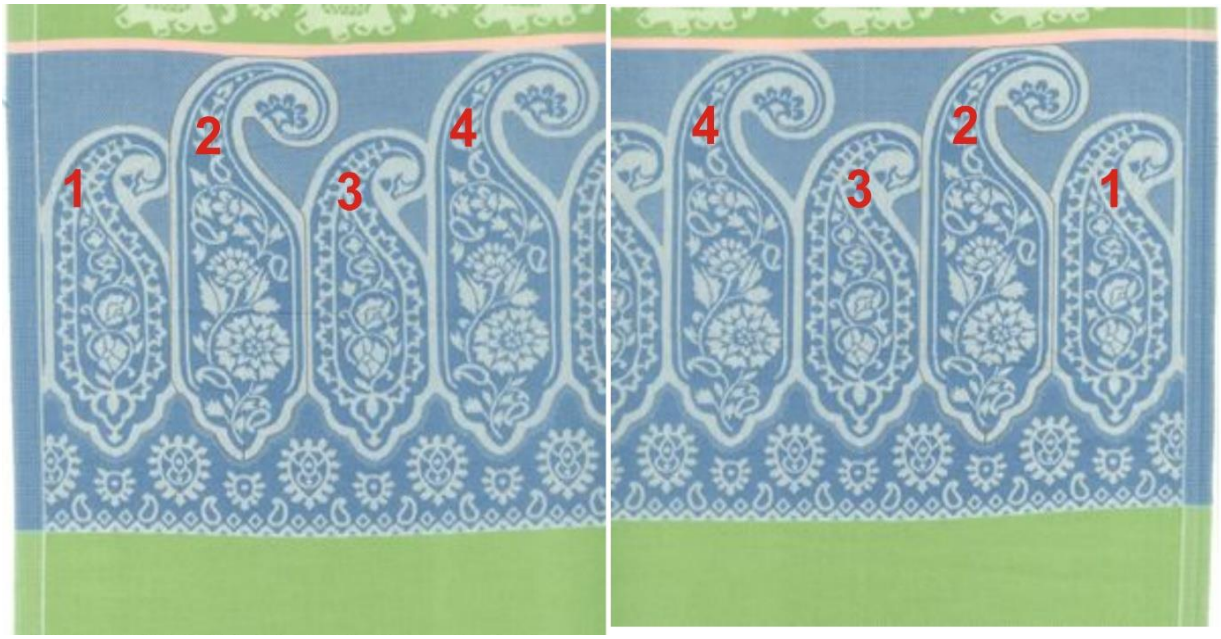
uzorka 3 gdje je lijeva strana manja za 41,4 % a najmanja kod 4. uzorka gdje je razlika 15,1%.

Podaci Feretovog kuta poklapaju se sa podacima kuta koji su analizirani i komentirani ispod tablice 9. Također, minimalni Feret je već analiziran u tablici 9 pod kolonom „sporedna os“. Navedeni podaci u tablici 10 prikazani su radi dodatne provjere.

Očekivano, rezultat kutne deformacije uzorka 4 je prilično simetričan, dok ostali dosta odstupaju.

4.2.6.2 Plavi žakardski uzorak

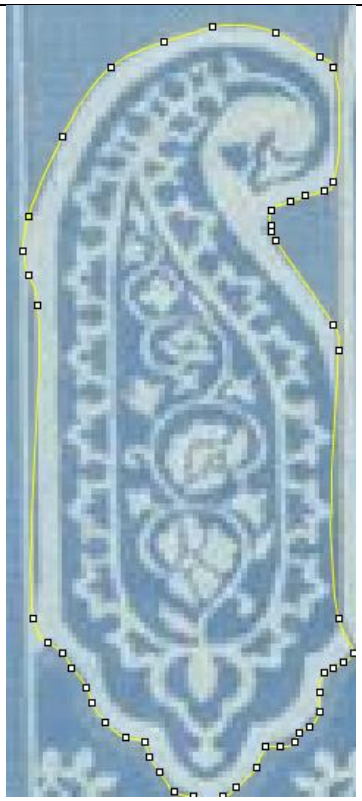
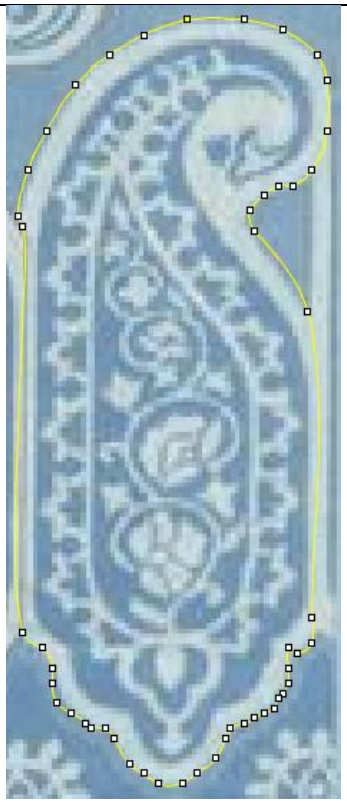
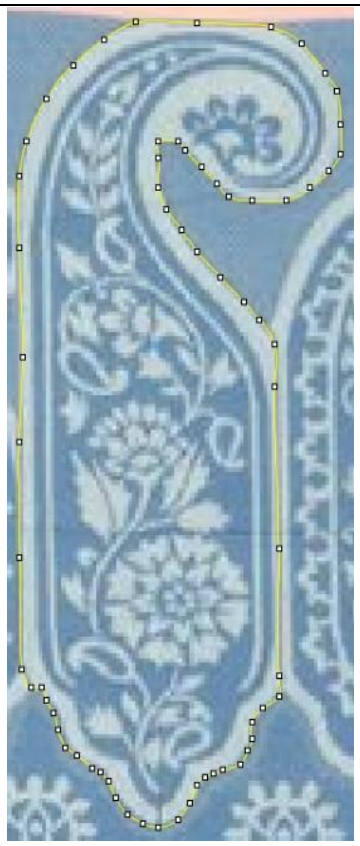
Na slici 50 prikazani su promatrani žakardski uzorci s lijeve i desne strane tkanine. Zrcalno simetrični uzorci numerirani su jednakim brojevima.

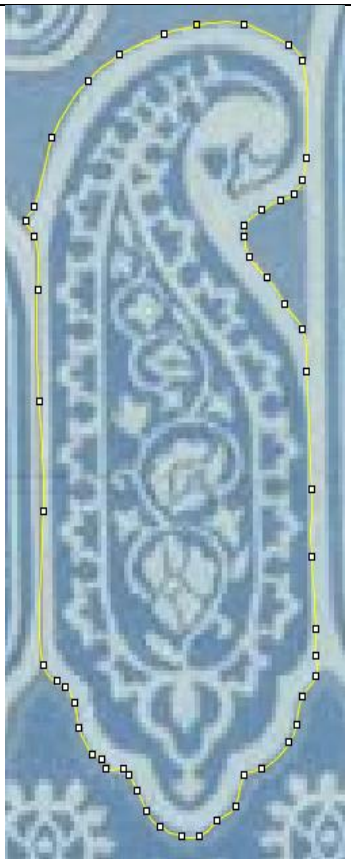


Slika 50 Prikaz plavog žakardskog uzorka

U tablici 11 prikazan je svaki zrcalno simetrični par žakardskih uzoraka kojima su vanjske konture aproksimirane poligonom najveće pristalosti. Poligon je istaknut žutom bojom.

Tab. 11 Prikaz deformacije žakardskog uzorka

Dezen	Lijeva strana	Desna strana
Ž1		
Ž2		

Ž3		
Ž4		

Tab. 12 Površine i koordinate plavog žakardskog uzorka

Dezen	Strana uzorka	Područje, pixel	X, pixel	Y, pixel	Opseg, pixel	BX, pixel	BY, pixel	Širina, pixel	Visina, pixel
Uzorak 1	lijevo	8245	53,976	132,737	400,089	19	56	69	156
	desno	8001	248,362	122,959	392,672	216	48	65	153
Uzorak 2	lijevo	11117	120,030	114,915	541,844	84	24	84	191
	desno	10804	187,313	107,451	528,655	151	17	85	189
Uzorak 3	lijevo	8132	182,660	134,415	398,327	149	57	65	158
	desno	7953	122,479	128,295	393,302	89	53	65	154
Uzorak 4	lijevo	11214	247,555	111,199	547,463	211	18	86	195
	desno	10783	60,793	108,033	529,670	25	18	86	189

Iz rezultata površine iz tablice 12 vidljivo je kako je, kao i kod žutog uzorka, površina lijeve strane svih uzoraka veća od desne strane. Prvi analizirani uzorak ima veću lijevu površinu od desne za 3,0%, kod drugog je razlika od 2,8%, kod trećeg je lijeva strana veća za 2,2% što je ujedno i najmanja razlika kod ovih analiziranih uzoraka. Kod 4 uzorka ta razlika iznosi 3,8%.

Radi distorzije potke vidljiv je znatan pomak težišta po horizontalnoj osi (x). Kod prvog uzorka lijeva strana je manja za čak 78,3%, što je i najveći rezultat. Znatan pomak potke vidljiv je i kod 4. uzorka kod kojeg je razlika od 75,4%. Uzorak 2 i 3 imaju nešto manju razliku – kod uzorka 2 ona iznosi 35,9%, dok kod uzorka 3 ona iznosi 75,4%.

Lijeva strana kod svih uzoraka ima veće vrijednosti opsega u odnosu na desnu stanu. Kod uzorka 4 je najveća razlika (3,3%), dok je kod uzorka 3 najmanja razlika (1,3%).

Kod gornjeg lijevog kuta pravokutnika x razlika u horizontalnom pomicanju je očita (rezultati u koloni BX). Rezultati BY kod četvrtog uzorka su identični dok su kod ostalih uzoraka, za razliku od rezultata BX, razlike znatno manje - treći uzorak ima veću lijevu stranu za 7,0%, drugi za 29,2%, a prvi za 14,3%. Najveća razlika BX je kod prvog uzorka kod kojeg je lijeva strana veća za čak 91,2%, dok je najmanja razlika kod drugog uzorka koji ima veću desnu stranu za 44,4%.

Razlika u širini lijeve i desne strane je samo kod uzoraka 1 i 2. Lijeva strana uzorka 1 veća je za 5,8% dok je kod uzorka 2 desna strana veća za svega 1,2%. Razlika u visini je najveća kod 4 uzorka gdje je kod lijeve strane uzorka visina veća za 3,15%. Kod 3 uzorka visina uzorka na lijevoj strani veća je za 2,5%, 2. uzorak ima veću visinu lijeve strane za samo 1,0% dok kod 1. uzorka razlika u visini iznosi 1,9%.

Tab. 13 Aproksimacija i deskriptori oblika plavog uzorka

	Strana uzorka	Glavna os, pixel	Sporedna os, pixel	Kut, °	Kružnost	AR	Kompaktnost oblika, pixel
Uzorak 1	lijevo	159,215	65,935	90,408	0,647	2,415	0,932
	desno	156,233	65,205	88,008	0,652	2,396	0,949
Uzorak 2	lijevo	193,322	73,218	87,210	0,476	2,640	0,863
	desno	190,876	72,068	85,343	0,486	2,649	0,866
Uzorak 3	lijevo	161,359	64,167	90,780	0,644	2,515	0,941
	desno	157,141	64,440	88,846	0,646	2,439	0,936
Uzorak 4	lijevo	195,903	72,884	86,120	0,470	2,688	0,857
	desno	191,047	71,864	84,922	0,483	2,658	0,861

Rezultati kompaktnosti oblika plavog uzorka (tablica 13) pokazuju kako nema znatnih lokalnih deformacija analiziranih uzoraka.

Zbog slabe pristalosti elipse s plavim žakardskim dezenima, interpretacija deformacije ostalih rezultata prikazanih u tablici 13 nije primjenjiva. Radi kompleksnosti oblika rezultate bolje opisuju Feret parametri i kutna deformacija bazirano na poligonskoj spline aproksimaciji.

Tab. 14 Feret parametri i kutna deformacija plavog uzorka

Dezen	Strana uzorka	Feret, pixel	FeretX, pixel	FeretY, pixel	Feretov kut,°	MinFeret, pixel	Kutna deformacija,°
Uzorak 1	lijevo	155,767	58,240	212,233	87,258	66,090	-0,003
	desno	153,225	248,126	201,397	84,467	63,749	-0,010
Uzorak 2	lijevo	191,319	120,194	214,967	81,534	81,836	-0,240
	desno	190,608	183,668	205,487	79,362	79,197	-0,930
Uzorak 3	lijevo	157,930	185,889	215,322	86,206	63,534	0,023
	desno	153,672	122,414	206,892	83,799	63,653	0,006
Uzorak 4	lijevo	196,048	246,820	213,334	82,302	82,171	-0,014
	desno	190,249	57,493	206,828	80,472	79,407	-0,029

Prema rezultatima u tablici 14, preklapanje glavne osi (Feret) s lijeve i desne stane, kod 1. i 2. uzorka je gotovo potpuno. Kod 3. uzorka lijeva strana je veća za 2,7%, dok je kod 4. uzorka razlika najveća i iznosi 3,0%.

Dok su razlike u duljini koordinata promjera u smjeru potke (FeretX) značajne, razlike u vrijednostima duljina koordinata promjera u smjeru osnove (FeretY) su zanemarivo male. Razlika u duljinama koordinata promjera u smjeru potke kod lijeve, u odnosu na desnu stranu četvrtog uzorka je najveća i iznosi čak 76,7%. Velika razlika je i kod 1. uzorka gdje su rezultati lijeve strane veći za 76,5%. Kod 3. uzorka koordinate promjera lijeve strane veće su za 2,7%, dok je kod 2 uzorka razlika minimalna i iznosi svega 0,4%. Iako su razlike FeretaY zanemarivo male kada ih uspoređujemo sa rezultatima FeretaX, one ipak postoje. Tako je najveća razlika kod uzoraka na

rubovima (dezeni 1 i 2). Razlika lijeve strane u odnosu na desnu kod prvog uzorka iznosi 5,1%, kod drugog je ta razlika 4,4%. Kod uzoraka u sredini razlika je manja od 4%. Rezultati uzorka 3 pokazuju kako je lijeva strana veća za 3,9% dok je razlika kod 4. uzorka najmanja i iznosi 3 %.

Prema rezultatima Feretovog kuta možemo zaključiti kako su razlike vrlo male, no one ipak postoje. Sva četiri uzorka zakrenuta su u lijevu stranu. Prvi uzorak je zakrenut u lijevu stranu za 3,2%, drugi za 2,7%, treći za 2,8% i četvrti za 2,2%.

Kod minimalnog Fereta vidljivo je kako su kod trećeg uzorka lijeva i desna strana zanemarivo različite. Kod svih ostalih uzoraka lijeva strana je veća od desne, i to kod prvog uzorka za 3,5%, kod drugog za 3,2% a kod četvrtog za 3,4%.

Rezultati kutne deformacije ukazuju kako je kod uzorka 3 kutna deformacija lijeve i desne strane asimetrična. Kod prvog uzorka je ona približno simetrična dok je kod ostalih uzoraka asimetrična s lijeve strane.

5. ZAKLJUČAK

Procesi tkanja utječu na smičnu deformaciju tkanina. U procesima dorade, ukošenje se ispravlja, ovisno o prisustvu uređaja namijenjenih za to. Kod žakardskih tkanina, distorzija potke može poprimiti različite oblike te o njoj ovisi smjer i količina deformacije žakardskih uzoraka.

Uslijed skupljanja nakon dorade tkanine, dolazi do promjene gustoće niti osnove i potke pri čemu je nakon dorada gustoća tkanine veća. Također dolazi i do promjene debljine tkanine i utkanja osnove i potke kao rezultat vlačnog istezanja tkanine u procesima dorade. Nakon doradnih procesa nije došlo do izravnavanja potke te se može zaključiti da su uređaji za ravnanje potke na doradnim strojevima bili isključeni.

Odstupanje od površine i opsega kontura žakardskih dezena veće je na rubnim dijelovima tkanine na kojima je i ukošenje veće. Što su žakardski dezeni bliži središnjoj duljinskoj osi tkanine, razlike u površinama zrcalno simetričnih uzoraka su manje. Deformacije uzoraka u korelaciji su sa stupnjem ukošenja.

Radi ukošenosti isključivo niti potke, deformacije žakardskih dezena javljaju se samo u smjeru potke, a u manjoj mjeri ili nikako u smjeru osnove.

Deskriptori oblika iz aproksimacije elipsom dobro opisuju kutni nagib žakardskog dezena u odnosu na x os koji po smjeru i količini prati liniju ukošenja potke žakardske tkanine pri čemu žakarski dezeni bliži rubnim dijelovima imaju veći nagib u smjeru nagiba zamišljene tangente na liniju ukošenja potke u vertikalnoj ravnini.

Kružne žakardske dezene najbolje aproksimira elipsa te su za analizu promjene oblika primjereni deskriptori oblika kao što su: glavna i sporedna os elipse, kut nagiba elipse, kružnost uzorka, omjer glavne i sporedne osi elipse te kompaktnost oblika. Kompleksni, asimetrični žakardski dezeni nepravilnog oblika nisu adekvatni za aproksimaciju elipsom već se aproksimiraju splineom poligona kontura, a za analizu promjene oblika primjereni deskriptori su parametri Feretovog promjera: Feretov kut, Feretove koordinate x i y, minimalni i maksimalni Feret.

LITERATURA

[1] S. Kovačević, K. Dimitrovski, J. Hadjina: Procesi tkanja, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet Zagreb, 2008.

[2] S. Kovačević: Ručno tkanje, Prometej i Centar za kreativne alternative Zagreb, Zagreb, 2003.

[3] What is a Jacquard loom?, https://www.luigi-bevilacqua.com/en/what-is-a-jacquard-loom/, od 22.04.2020.

[4] Priča o Jacqaurdovom tkalačkom stanu, https://www.scienceandindustrymuseum.org.uk/objects-and-stories/jacquard-loom, od 22.04.2002.

[5] E. Onder, O. B. Berkalp: Jacquard mechanisms, https://www.scribd.com/document/345003802/Weaving-Chapter4d-Jacquard2, od 28.04.2020.

[6] Kovačević S., Schwarz I.: Weaving Complex Patterns - From Weaving Looms to Weaving Machines, Cutting Edge Research in Technologies, Constantin Volosencu, (ed.), IN TECH, 2015., 93-111, DOI: 10.5772/61091, ISBN: 978-953-51-2186-2.

[7] E. A. Poselt: The jacquard machine, Philadelphia, Published under the auspices of the school, 1988.

[8] Jacquard shedding mechanism, https://www.slideshare.net/NafizAntu/jacquad-shedding, od 12.12.2019.

[9] Mattex, Žakard tkanine, https://mattex.hr/kategorija-proizvoda/modne-tkanine/jacquard-zakard/, od 12.12.2019.

[10] Luksuzne i ekskluzivne tkanine diljem svijeta, https://tissura.com/articles/jacquard-fabrics, od 02.04.2020.

[11] Žakardska tkanina, https://hr.puntomarinero.com/jacquard-fabric-composition-properties-and/, od 15.12.2019.

[12] R. H. Gong: Specialist yarn and fabric structures, Woodhead publishing series in textiles, UK, 2011

[13] Ivoš J.: Liturgijsko ruho, Poglavlje u knjizi: Kovačević S.: Tekstilno-tehnološka analiza, nakladnik: Muzej za umjetnost i obrt, znanstvena knjiga, Zagreb, 2010., 41-159, ISBN 978-953-764-12-2.

[14] Slika, tkanina za tapiseriju [Online]. Available: https://cg1home.com/products/le-lignon-classique?variant=31186927943, od 22.04.2020.

[15] Slika, kloke tkanina, [Online]. Available: https://www.bandjfabrics.com/fabric/metallic-silk-blend-lamé-organza-cloqué-panel-7, od 22.04.2020.

[16] Slika, brokatel tkanina, [Online]. Available: https://www.wattsandco.com/exclusive-fabrics?page=3, od 22.04.2020.

[17] S. Kovačević: Tehničke tkanine, Interna skripta iz kolegija Tehničke tkanine

[18] Žakard i njegove vrste, https://hr.abcdadecoracao.com/28665-jacquard-and-its-types-satin-satin-stretch-compositi.html, od 18.12.2019.

[19] A. Cvrlje: Razvoj tkanine primjenom CAD/CAM sustava, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb 2018.

[20] Towards the Preservation and dissemination of historical silk weaving Technique in the digital era: https://www.mdpi.com/2571-9408/2/3/115/htm, od 22.04.2002.

[21] Bowing skewing, https://www.textilemates.com/bowing-skewing-problems-fabric/, od 19.12

[22] A. Almadar-Yazdi: Weawe structure and the skewness of woven fabric, Department of Textile Engineering, the University of Yazd, Iran, 2004

[23] S. Brnada: Deformacije tkanina uvjetovane anizotropnošću, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2017.

[24] S. Kovačević, S. Brnada, I. Šabarić, F. Karin: Limitations of the CAD-CAM system in the process of weaving, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2019.

[25] L. Jae-Long, B.Gyu-Hyun, C. Yun-Soo, K.Dae-Sub, B. Jae-Sung: Analysis and Control of camera type weft straightener, World academy of science, Engineering and technology international Journal of mechanical and mechatronics engineering, 2017

[26] Feretov promjer, https://en.wikipedia.org/wiki/Feret_diameter, od 10.01.2020.