

# Utjecaj zastoja tkalačkog stroja na guste/rijetke pruge u smjeru potke

---

**Crlić, Jelena**

**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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:622909>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-11**



*Repository / Repozitorij:*

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



---

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

---

**TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO**

**DIPLOMSKI RAD**

Utjecaj zastoja tkalačkog stroja na guste / rijetke pruge u  
smjeru potke

Jelena Crljić

Zagreb, listopad 2020

---

---

# SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

## TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

---

### TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO

Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

#### DIPLOMSKI RAD

Utjecaj zastoja tkalačkog stroja na guste / rijetke pruge u  
smjeru potke

**Mentor:**

Prof. dr. sc. Stana Kovačević

**Student:**

Jelena Crljić

0117224854

Zagreb, listopad 2020

---

---

## Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

### *Opći podaci o završnom radu:*

Broj stranica	55
Broj tablica	7
Broj slika	42
Broj formula	5
Broj matematičkih izraza	
Broj literaturnih izvora	34
Broj likovnih ostvarenja	

### *Članovi povjerenstva:*

doc. dr. sc. Ružica Brunšek, predsjednik povjerenstva

prof. dr. sc. Stana Kovačević, član povjerenstva

dr. sc. Snježana Brnada, član povjerenstva

doc. dr. sc. Ivana Schwarz, zamjenik člana povjerenstva

Neposredni voditelj:

dr. sc. Snježana Brnada

*Datum predaje rada:*

*Datum obrane rada:*

---

## SAŽETAK

Tkanine su tekstilni plošni proizvodi koji danas imaju široku primjenu u svim granama industrije. Pri njihovoj izradi na tkalačkom stroju, kao i u doradbenim procesima može doći do pojave pogrešaka.

Pogreške u tkanini umanjuju njezinu kvalitetu i takva tkanina djelomično se iskorištava u onu svrhu za koju je proizvedena. Zbog visokih zahtjeva u kvaliteti materijala, potrebno ih je odvojiti kod krojenja što poskupljuje proizvodnju i često su uzrok u opadanju kvalitete, pa zbog toga sve više ih se uvrštava u neupotrebljiv, odnosno otpadni tekstil.

U ovom diplomskom radu analizirani su uzorci tkanina otkani u različitim vezovima i gustoćama niti. Određene su strukturne karakteristike kao što su gustoća osnove i potke u tkanini na stroju i u relaksiranom stanju, utkanje niti, faktor tkanja i faktor čvrstoće te debljina uzoraka. Analizirane su pogreške u vidu gustih / rijetkih pruga koje su nastale u procesu tkanja prilikom zastoja stroja.

Iz rezultata analize vidljivo je da na pojavu pruga u smjeru potke utječu gustoća niti i vrijeme zastoja stroja.

**Ključne riječi:** karakteristike tkanine, regulacija stroja, pogreške u tkanini, vrste pogrešaka, sistematizacija pogrešaka, pruge po potki

---

## SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
2.	TEORIJSKI DIO .....	3
2.1	Karakteristike tkanina .....	3
2.1.1	Vez .....	4
2.1.2	Gustoća osnove i potke .....	6
2.1.3	Utkanje niti .....	6
2.1.4	Plošna masa .....	7
2.1.5	Debljina .....	7
2.2	Proces tkanja .....	7
2.2.1	Pogreške u tkanju uzrokovane regulacijom stroja .....	8
2.2.2	Uređaji za kontrolu osnove i potke .....	9
2.3	Sistematizacija pogrešaka u sirovim tkaninama .....	12
2.3.1	Pogreške potkinih niti .....	12
2.4	Pruge u smjeru osnove i potke .....	16
2.4.1	Analiza pruga .....	18
2.4.2	Uzroci nastanka pruga .....	20
2.4.3	Prevenција pruga .....	21
2.5	Guste / rijetke pruge u smjeru potke .....	21
2.5.1	Nastanak gustih / rijetkih pruga .....	22
2.5.2	Metode za određivanje širine pruge .....	30
2.5.3	Prevenција gustih / rijetkih pruga .....	31
3.	EKSPERIMENTALNI DIO .....	34
3.1	Metodika rada .....	34
3.1.1	Odabir pređa za tkanje i određivanje parametara .....	34
3.1.2	Izrada uzoraka na stroju .....	36
3.1.3	Određivanje strukturnih karakteristika uzoraka tkanina .....	37
3.1.4	Analiza nastalih pogrešaka nakon zastoja .....	40
4.	REZULTATI RADA I RASPRAVA .....	42
4.1	Uzorci za ispitivanje .....	42
4.2	Određivanje karakteristika pređe za tkanje .....	44
4.3	Određivanje gustoće osnove i potke tkanine na stroju i u relaksiranom stanju .....	45
4.4	Određivanje debljine uzoraka .....	46
4.5	Određivanje faktora tkanja / faktora čvrstoće (zbijenosti) tkanine ....	47

---

4.6	Određivanje utkanja niti osnove i potke .....	48
4.7	Maksimalna udaljenost između dvije potke.....	48
5.	ZAKLJUČAK .....	51
6.	LITERATURA.....	53

---

## 1. UVOD

Pogreške registrirane u tkanini nastaju često u procesu pređenja i pripremi pređe, u procesu snovanja i škrobljenja, te u procesu tkanja i kemijske dorade. Pogreške na pređi koje narušavaju izgled tkanine su debela i tanka mjesta nastala najčešće u procesu pređenja. Pređa ispredena iz vlaska (npr. pamuk, vuna, lan, sječena kemijska vlakna) ima određenu nejednoličnost koju nije moguće izbjeći usprkos najnovijim tehnološkim mogućnostima pređenja, ali ne znači da sva odstupanja u nejednoličnosti pređe narušavaju izgled tkanine. Prema koeficijentu varijacije u debljini pređe moguće je odrediti stupanj čišćenja koji će zadovoljiti ne samo kvalitetu pređe nego i iskorištenje stroja. Nije moguće dobiti potpuno jednoličnu pređu od izrazito nejednolične pređe koja ima veću učestalost tankih i debelih mjesta jer bi pretjeranim stupnjem čišćenja osjetno smanjili iskorištenje stroja, a time bi dobili veći broj spojenih mjesta ili uzlova.

Pogreške nastale na snovanju najčešće nije moguće ispraviti i ostaju u tkanini kao pogreška. Razlika u napetosti niti u točki namatanja na snovači valjak ili sekcijski bubanj nije do danas riješen i predstavlja problem na snovanju. Napetije niti su i kod odmatanja u sljedećim fazama prerade napetije što izaziva prekide ili prugu uzduž tkanine. Najteža pogreška koja se javlja na snovanju je pojava jednog križnog namotka, odnosno jedne niti drugog sirovinskog sastava. Nakon kemijske dorade nit „uljez“ je vidljiva kao svjetlija ili tamnija od ostalih. Na škrobljenju moguće je nejednolično cijedenje viška škrobne mase pa dolazi do tzv. fleka koje spriječavaju pritkivanje potke i stvaraju rupice na tkanini. Pogreške u tkanju nastaju najčešće prekidom osnovinih niti gdje na tkanini ostaje pruga, a ponekad i rupica. Dužim stajanjem tkalačkog stroja dolazi do relaksacije osnovinih niti prije tkanja i time do pomaka pritkajne linije što dovodi do guste ili rijetke pruge u tkanini. Loše nasnovane niti za krajeve ili poremećaj napetosti osnovinih niti u krajevima ima za posljedicu česte prekide niti, a time neuredne ili nabrane rubove (labave ili napete), a u najgorem slučaju, trganje većeg broja osnovinih ili potkinih niti. Pogreške veza nastaju kod nečistog zijeva nastalog kao posljedica netočnog dizanja i spuštanja osnovinih niti. Kod karo tkanina gdje se utkiva višebojna potka postoji opasnost kod prekida potke da se poredak boja potke u tkanini poremeti [1-6].

Tkanina je tekstilni plošni proizvod koji se sastoji od dva sustava niti – osnove i potke. Prilikom njezine izrade može doći do abnormalnosti u tkanini koja onemogućava njezinu prihvatljivost od strane potrošača. Bilo kakva abnormalnost smatra se



---

pogreškom u tkanini. Pogreške se mogu pojaviti u nitima osnove ili potke kao posljedica neadekvatnog čišćenja pređe [7].

Suvremena industrija tekstila i odjeće energetski i sirovinski je vrlo zahtjevna, stoga tehnike održivog ili ekološkog modnog dizajna uključuju:

- uporabu vlakana i tekstilnih materijala s recikliranim sadržajem
- uporabu biorazgradivog materijala
- korištenje ekološki prihvatljivijih boja
- uporabu optimalnih rješenja u proizvodnji i distribuciji
- multifunkcionalnost proizvoda (ova kategorija je vrlo značajna za dizajn odjeće) [8-10].

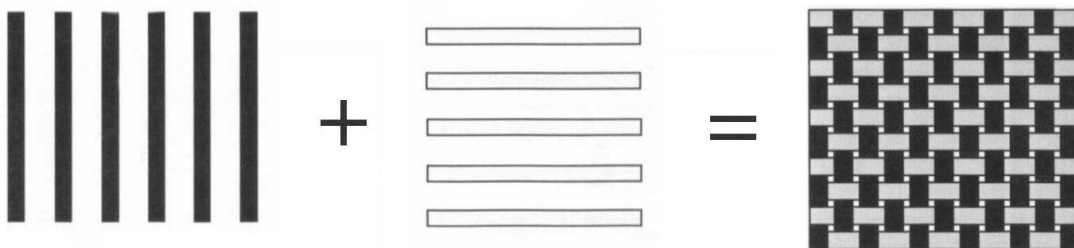
---

## 2. TEORIJSKI DIO

Tkanine su tekstilni plošni proizvodi koji se oblikuju sa dva sustava niti. Prvi sustav čine niti osnove koje se protežu uzduž tkanine, a drugi sustav čine niti potke koje se protežu vodoravno i okomite su na niti osnove. Općenito se smatra da su tkanine najstariji i najviše zastupljeni tekstilni plošni proizvodi. Postoje razne tehnike izrade tkanina pa tako i razni oblici tkanina. Niti osnove i potke međusobno se isprepliću po određenoj zakonitosti koja tvori određeni vez. Uzorci na tkaninama mogu se izraditi u izradi tkanine ili prilikom njenog oplemenjivanja [11]. Tkanine se izrađuju na tkalačkom stroju. Pri procesu izrade tkanina mogu nastati progreske u smjeru osnovinih ili potkinih niti koje smanjuju kvalitetu i narušavaju izgled tkanine. Na pojavu i učestalost pogrešaka utječu brojni faktori, a jedan od njih je zastoj tkalačkog stroja. Suvremeni strojevi imaju ugrađene uređaje koji detektiraju svaku nepravilnost pređe i automatski zaustavljaju stroj pri čemu dolazi do pogreške u vidu gustih ili rijetkih pruga u tkanini. Napretkom tehnologije otkriveni su načini prevencije kojim se vidljivost pruga može smanjiti.

### 2.1 Karakteristike tkanina

Tkanina je tekstilni plošni proizvod nastao najčešće iz dva sustava niti i to osnove (vertikalni sustav niti) i potke (horizontalni sustav niti) što je prikazano na slici 1.



Sl.1. Osnova + potka = tkanina [7]

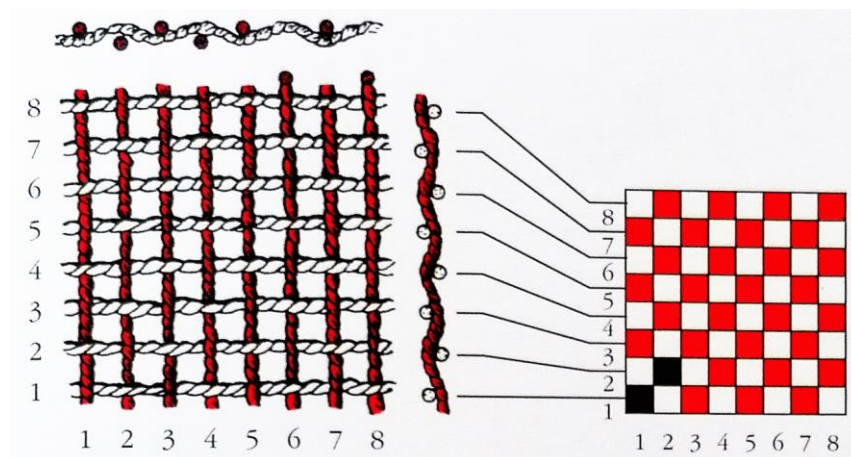
Niti u tkanini se isprepliću po zadanom pravilu što je definirano vezom. Gustoća osnove definirana je brojem osnovinih niti, a gustoća potke brojem potkinih niti na jedinicu dužine tkanine. Mjesto na tkanini gdje se isprepliću osnova i potka definira se veznom točkom. Mjesto križanja osnove i potke na kojem osnovina nit prelazi iznad potkine predstavlja osnovinu veznu točku, a potkina vezna točka je mjesto gdje potkina nit prelazi iznad osnovine [7].

---

### 2.1.1 Vez

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

Platno vez (slika 2) je najjednostavniji i najgušći vez. U tkaninama tog veza naizmjenice se isprepliću 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.



Sl. 2. Platno vez [12]

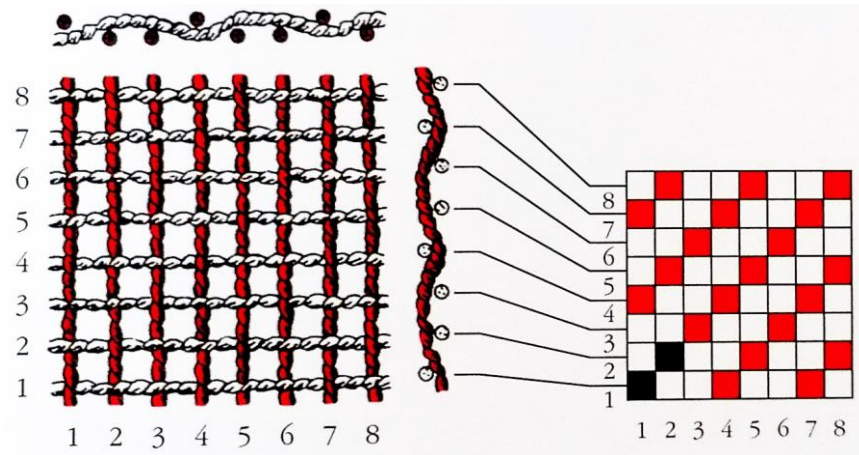
Izvedenice platna su rips i panama.

Rips može biti uzdužni (osnovin) rips, poprečni (potkin) rips, miješani rips, pojačani rips, pomjereni rips, kosi rips, povratni rips, valoviti rips, figurirani rips. Tkanine izrađene u rips vezu na površini imaju izražene horizontalne ili vertikalne pruge.

U panama vezu niti potke isprepliću se s jednakim brojem niti osnove, tako da u tkanini nastaju kvadratići. Panama može biti pravilna ili miješana.

Tkanine u keper vezu (slika 3) prepoznatljive su po koso položenim rebrastim prugama zbog načina povezivanja osnovinih i potkinih niti. Kod ovog veza potkina nit u

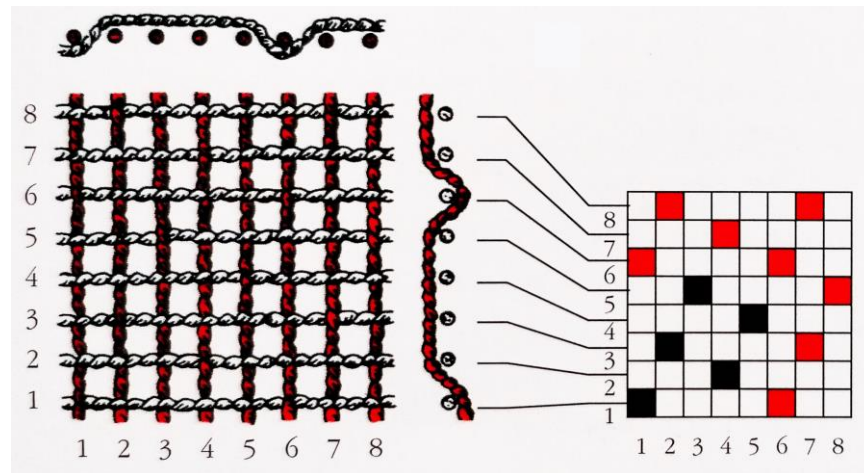
jednom redu naizmjenično prolazi ispod jedne osnovine niti, zatim iznad dvije do tri osnovine niti i tako po cijeloj širini tkanine. U svakom sljedećem redu to se ponavlja, ali s pomakom za jednu nit udesno (desni keper) ili ulijevo (lijevi keper), čime se osigurava potrebna povezanost tkane strukture.



Sl. 3. Keper vez [12]

Izvedenice keper veza su: pojačani keper, višeredni (višestruki) keper, povratni (šiljasti) keper, stepenasto-lomljeni keper, križni keper, lomljeni keper, prepleteni keper, višestepeni gabarden, valoviti keper, djeloviti keper, sastavljeni ili uvučeni keper, dodavani keper, ukrasni keper, reporn (razmješteni) keper.

Kod tkanina u atlas vezu (slika 4) 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 takvog prepletanja je razmjerno malen broj veznih točaka, odnosno razmjerno su veliki dijelovi tkanine bez prepletanja niti, a time je i njezina čvrstoća manja.



Sl. 4. Atlas vez [12]

Izvedenice atlas veza su: pojačani atlas, adria vezovi, solej (soleit) [7].

### 2.1.2 Gustoća osnove i potke

Gustoća niti u tkanini definira se kao broj osnovinih i potkinih niti na duljinskoj jedinici (najčešće 1 cm) tkanine. Po fazama proizvodnje gustoća tkanine se mijenja. Najmanja gustoća osnovinih i potkinih niti je u trenutku kada je tkanina napeta na tkalačkom stroju. Skidanjem tkanine s tkalačkog stroja dolazi do njezinog opuštanja i relaksacije, zbog čega se gustoća osnove i potke povećava. Konačna gustoća tkanine se postiže nakon dorade i obrade tkanine [13].

### 2.1.3 Utkanje niti

Utkanje niti nastaje kao posljedica preplitanja osnovinih i potkinih niti u tkanini. Osnovni čimbenici koji utječu na veličinu utkanja su: finoća, gustoća, vez, sirovinski sastav, podatnost, odnosno mekoća pređe koja se mijenja s brojem uvoja. Na utkanje znatno utječu i tehnološki čimbenici kao što su: napetost osnove i potke tijekom tkanja, vez, način pritkivanja potke, sile pritkivanja, uvod i finoća brda, krutost pređe itd. Povećanjem duljinske mase niti ili finoće povećava se utkanje i obratno. Također, povećanjem gustoće niti i povećanjem broja međusobnog preplitanja niti u veznim točkama ima za posljedicu povećanje utkanja. Najveće utkanje imaju tkanine u platno vezu jer je broj preplitanja osnove i potke maksimalan [13].

---

#### 2.1.4 Plošna masa

Plošna masa tkanine izražava se kao masa jednog kvadratnog metra tkanine ( $\text{g/m}^2$ ). Na plošnu masu tkanine utječu gustoća niti, vez, utkanje i finoća pređe. Jedan je od važnijih parametara o kojem, u velikoj mjeri, ovise svojstva tkanine. Isto tako je i obavezan parametar koji se ispituje za kontrolu kvalitete tkanine i vrlo je bitna jer služi kao pomoćna veličina pri izračunavanju drugih karakteristika tkanine [13].

#### 2.1.5 Debljina

Debljina tkanine definirana je mjernim postupkom (aparatom) kao razmak između dvije ravne metalne, paralelne ploče razmaknute plošnim proizvodom [14]. Odnosno debljina tkanine je prosječan zbroj visina izgiba osnovinih i potkinih niti u veznoj točki. To je svojstvo tkanine koje se u fazi njezinog projektiranja ne mora točno predvidjeti. Kompaktnije tkanine, tj. tkanine s većim brojem povezivanja (otkane u platno vezu) imaju manju debljinu u odnosu na ostale [13].

### 2.2 Proces tkanja

Tkanina se izrađuje na tkalačkom stroju. Jedan takav stroj proizvođača Picanol prikazan je na slici 5. Svi uređaji koji su smješteni na njemu mogu se svrstati u četiri temeljne cjeline: uređaji za odmatanje osnove, uređaji za tvorbu zijeva, uređaji za unošenje potke u zijev, te uređaji za namatanje tkanine.



Sl. 5. Tkalački stroj „Picanol“ [15]

---

Na stražnjem dijelu tkalačkog stroja nalazi se osnovin valjak na koji su namotane niti osnove. Napretkom tehnologije odmotavanje se vrši elektronički što rezultira održavanjem stalne napetosti niti.

S osnovinog valjka osnovine niti prelaze preko prijevoinika osnove odnosno osjetnog valjka, čija je funkcija usmjeravanje osnove prema elementima za tvorbu zijeva. Napetost osnove regulira se premještanjem prijevoinika koji utječu na smjer i dužinu vođenja niti od valjka do elemenata za tvorbu zijeva.

Elementi tkalačkog stroja koji služe za tvorbu zijeva su listovi koji su načinjeni od metalnog okvira s nanizanim kotlacima. Kotlaci su čelične žice, okruglog ili plosnatog oblika, s ušicom u sredini kroz koje se uvode osnovine niti. Jedan od osnovnih elemenata tkalačkog stroja je brdo u kojeg su uvedene osnovine niti. Zadaci brda su da pritkiva potku, održava širinu tkanine, osigurava jednoliku gustoću osnove, te u nekim slučajevima vodi element za utkivanje potke. Brdo je učvršćeno na bilo, element koji pokreće poluga ili ekscentar s glavne osovine i kružno gibanje pretvara u pravocrtno.

Funkcija raširivača tkanine je ostvarivanje postupnog prelaska širine osnove u brdu na širinu tkanine. Robni regulatori dio novootkane tkanine iz pritkajne linije namotaju na robni valjak preko povlačnih valjaka. Predodmatač potke kontinuirano odmata pređu s križnog namotka na cilindar predodmatača i dužina namotane pređe mora biti najmanje dužina jedne potke. Omogućuje postizanje veće brzine i jednoliku napetost potke u vrijeme prolaska kroz zijev [7].

### 2.2.1 Pogreške u tkanju uzrokovane regulacijom stroja

Prilikom procesa tkanja mogu nastati pogreške, odnosno abnormalnosti u tkanini koje onemogućavaju njezinu prihvatljivost kao kvalitetan plošni proizvod. Na njih utječu brojni faktori, a neki od njih su loša kvaliteta pređe, nejednolična napetost niti, prekid niti, regulacija stroja i dr.

Najčešći nedostaci na gotovim tkaninama koji se pojavljuju prilikom tkanja su : čvorići, nabori, rupe, mrlje (onečišćenje), nejednoličan razmak između osnovinih ili potkinih niti, pojava pruga.

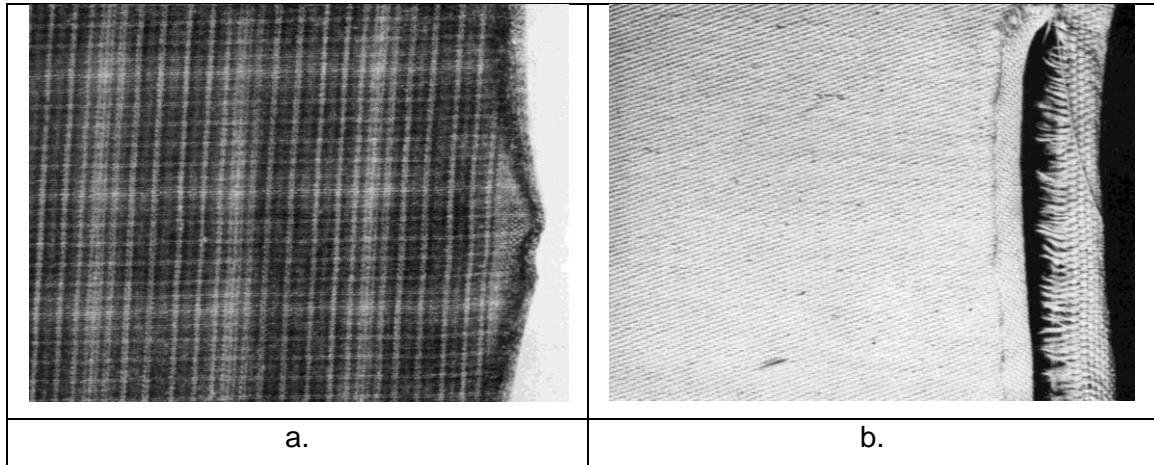
Pogreške uzrokovane regulacijom stroja u smjeru osnove su: nedostatak osnovine niti, zategnuti / opušteni rubovi, pogrešno otkana osnova, prekinuta (puknuta) osnovina nit, pruge po osnovi.

Pogreške uzrokovane regulacijom stroja u smjeru potke su: nedostatak potkine niti, nejednolična zategnutost potkinih niti, pogrešno otkana potka, povećanje ili

---

smanjenje gustoće potke zbog čega dolazi do pojave vizualno svjetlijeg ili tamnijeg efekta na tkanini [16].

Na slici 6 prikazana je pogreška na rubovima tkanine uzrokovana regulacijom stroja.



**Sl. 6.** Pogreške u tkanju uzrokovane regulacijom stroja: a. opuštene rubovi, b. zategnuti rubovi (izazvali trganje tkanine)

## 2.2.2 Uređaji za kontrolu osnove i potke

Do zastoja tkalačkog stroja dolazi najčešće zbog prekida osnovnih i potkinih niti. Kako bi se spriječile pogreške u tkanini uzrokovane prekidom niti, strojevi imaju ugrađene uređaje za kontrolu osnove i potke.

### 2.2.2.1 Piezoelektrični uređaj

Za kontrolu potke suvremeni strojevi imaju piezoelektrični uređaj (slika 7) za automatsko zaustavljanje kod prekida potke ili ako je potka prekratka, a koristi se i za kontrolu ispravnog uvođenja potke u zijev. Ovaj uređaj radi na principu električnog naboja koji nastaje pravilnim umetanjem potke u zijev i daje signal za rad stroja. Ako se dogodi bilo kakva nepravilnost kod uvođenja potke, npr. ako dođe do prekida niti ne dolazi do stvaranja električnog naboja, zatim izostaje signal i rad stroja se zaustavlja [16].





SI.7. Piezoelektrični uređaj [16]

### 2.2.2.2 Optički senzor

Na zračno-mlaznim tkalačkim strojevima nalazi se optički senzor za kontrolu potke čiji je zadatak također zaustaviti stroj u slučaju pogrešnog umetanja potke u zijev. Optički senzori su prvenstveno infracrvene fotoćelije koje se postavljaju na željenoj visini u zoni ulaska potke u zijev, bez dodirivanja niti [16].

### 2.2.2.3 Čuvari osnovinih niti

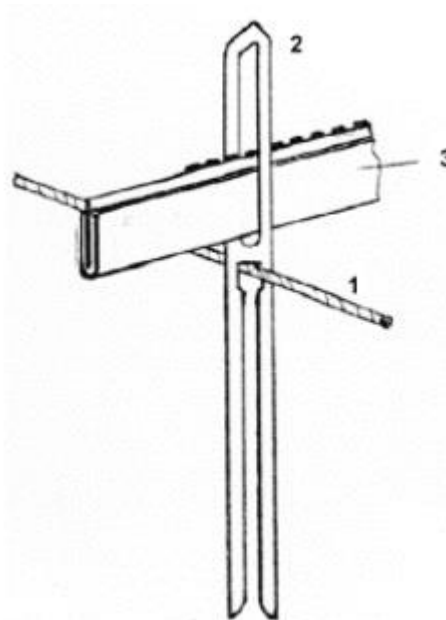
Na tkalačkim strojevima nalaze se i uređaji koji detektiraju pogrešnost osnovinih niti, a nazivaju se čuvari osnovinih niti. Čuvari osnovinih niti dijele se na: lamele (mehaničke i električne), čuvari osnovinih niti pomoću kotlaca i beskontaktni čuvari.

Lamelni čuvari su najpouzdaniji i najviše su prisutni na tkalačkim strojevima. Kod lamelnih čuvara svaka osnovina nit nosi na sebi jednu lamelu koja u slučaju prekida niti padne i zaustavi stroj. Kod mehaničkih čuvara lamela (slika 8) pada u međuprozor pilaste šipke. Pilaste šipke stalno osciliraju lijevo-desno u različitim smjerovima, a ugrađene su jedna u drugu i kod prekida osnove upala lamela onemogućiti kretanje te dolazi do prekida rada stroja. Stroj stane u sljedećem okretaju u trenutku zatvaranja zijeva [7].



**Sl.8.** Lamelle [17]

Električni lamelni čuvari prikazani na slici 9 sastavljeni su od metalnih lamela (2) koje se nalaze pod naponom. Kroz donji dio provučena je osnovina nit (1), a iznad nje kroz gornji otvor prolazi nosač, tj. kontaktna šina (3) napravljena od nehrđajućeg čelika u obliku slova U koja je na gornjem dijelu nazubljena. Nosač je dio niskonaponskog strujnog kruga i kada dođe do prekida osnovine niti, metalna lamela pada u nazubljeni dio nosača koji prekida strujni krug i zaustavlja rad stroja [16].



**Sl.9.** Električna lamela [16]

Čuvari osnovinih niti pomoću kotlaca koriste se puno rjeđe nego lamelni čuvari zbog svoje slabe sigurnosti, dok se beskontaktni čuvari koriste samo za kontrolu osnove kod tkanina sa malom gustoćom osnovinih niti [7].

---

#### 2.2.2.4 Elektronički uređaji

Na suvremenim strojevima nalaze se elektronički uređaji (slika 10) koji na sebi imaju ugrađene svjetlosne signale radi lakšeg detektiranja pogreške osnovinih niti. Ako dođe do prekida niti, ako nit osnove olabavi ili dođe do veće napetosti jedne ili više osnovinih niti elektronički uređaj pomoću digitalnog indikatora daje svjetlosni signal i zaustavlja osnovu, a zatim prekida rad cijelog stroja [16].



SI.10. Elektronički uređaj sa svjetlosnim signalom [18]

### 2.3 Sistematizacija pogrešaka u sirovim tkaninama

Pogreške na tkanini ne nastaju samo u procesu tkanja prilikom zastoja stroja, nego mogu nastati još i u procesu pređenja, snovanju, škrobljenju te doradnim procesima koji uključuju bojadisanje, tiskanje te oplemenjivanje. Pogreške se mogu pojaviti u nitima osnove ili potke kao posljedica neadekvatnog čišćenja pređe, koje se registriraju kao pogreške u tkanini. Sve pogreške na sirovim tkaninama mogu se podijeliti u tri skupine: pogreške osnovinih niti, pogreške potkinih niti te ostale pogreške [7].

#### 2.3.1 Pogreške potkinih niti

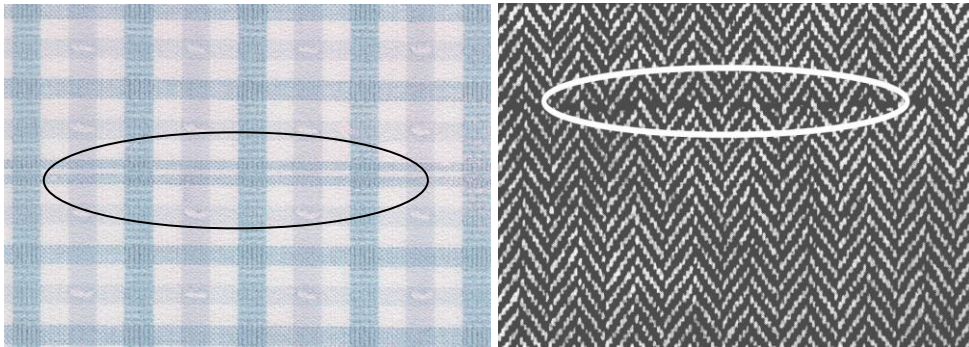
Guste ili rijetke pruge nastaju uslijed lokalnog poremećaja gustoće potke te su zbog toga klasificirane kao pogreška potkinih niti. Pogreške koje se još klasificiraju u istu skupinu su :

a) Krivi poredak boja potke

Kod ove pogreške dolazi do nepravilnog izgleda tkanine. Širina pruga po bojama ovisi o broju niti pa se nedostatak ili višak niti vrlo lako uočava kao pogreška.

---

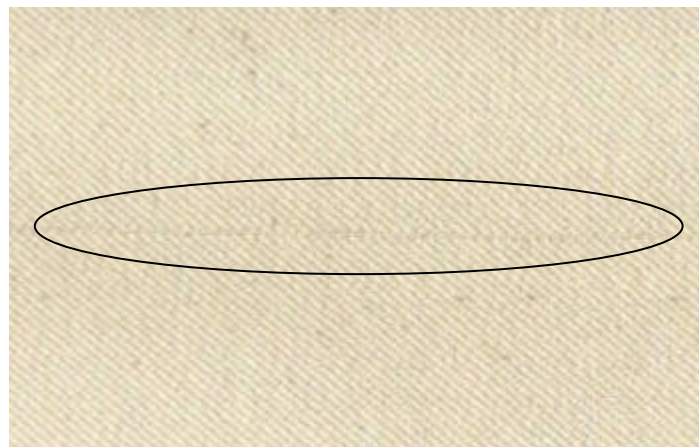
Uzrok ove pogreške može bit nepravilan rad birača boja potke ili ako se kod prekida potke ne namjesti pravilan nastavak unošenja potki po bojama.



**Sl. 11.** Pogreška u tkanini: krivi poredak boja potke [19]

b) Zategnute potkine niti

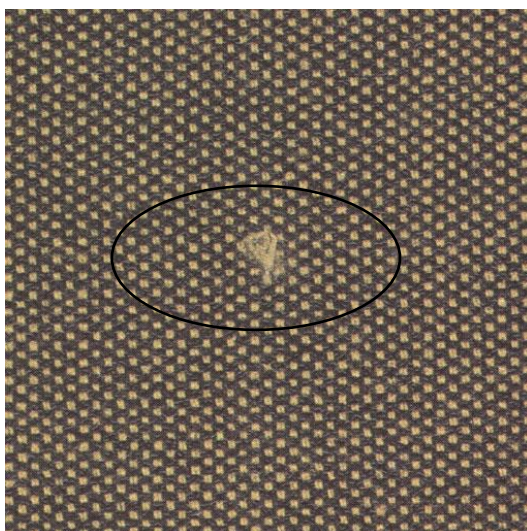
Ova pogreška nastaje zbog nejednolike napetosti potke pri unošenju u zijev, zbog nepravilnog rada predodmatača, zbog nepravilnog unošenja potke u zijev, zbog nepravilnog procesa parenja potke i dr.



**Sl. 12.** Pogreška u tkanini: zategunuta potkina nit [19]

c) Petljice

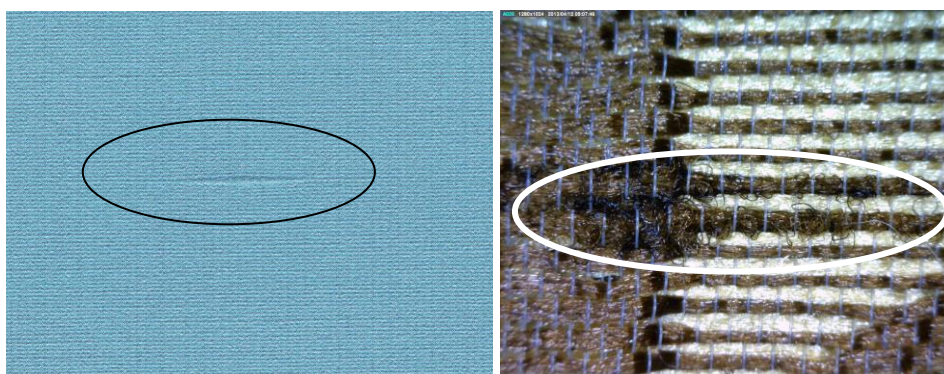
Narušavaju izgled tkanine, a nastaju ako se potka prethodno nije dovoljno parila ili ako je kočenje potke nepravilno, pa se u zijevu oslobađa unutarnja napetost u niti.



**SI.13.** Pogreška u tkanini: petljice [19]

d) Zadebljanja u smjeru potke

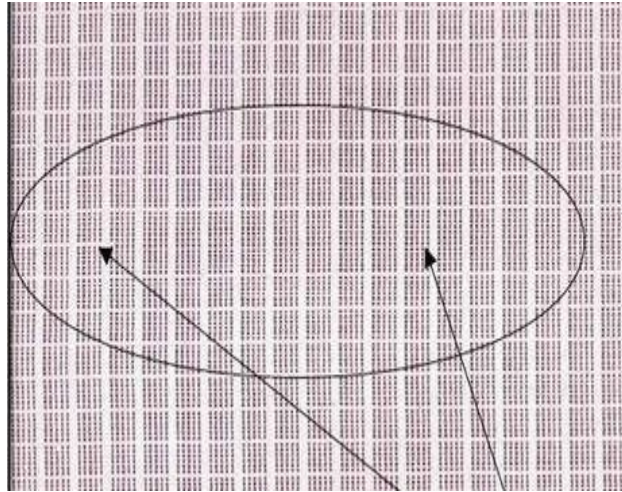
Nastaju ako pređa nije očišćena od debelih mjesta prije postavljanja križnog namotka na tkalački stroj.



**SI.14.** Pogreška u tkanini: zadebljanje u smjeru potke [20]

e) Nedostatak potkine niti

Ova pogreška narušava pravilnost veza tkanine, a do nje dolazi ako čuvar potke ne radi pravilno, ako se kod prekida potke ne vrati zijev u kojem se potka prekinula te zbog pogreške karte ako se radi o listovnom ili žakardskom stroju.



**SI.15.** Pogreška u tkanini: nedostatak potkine niti [21]

f) Nijansirana potka

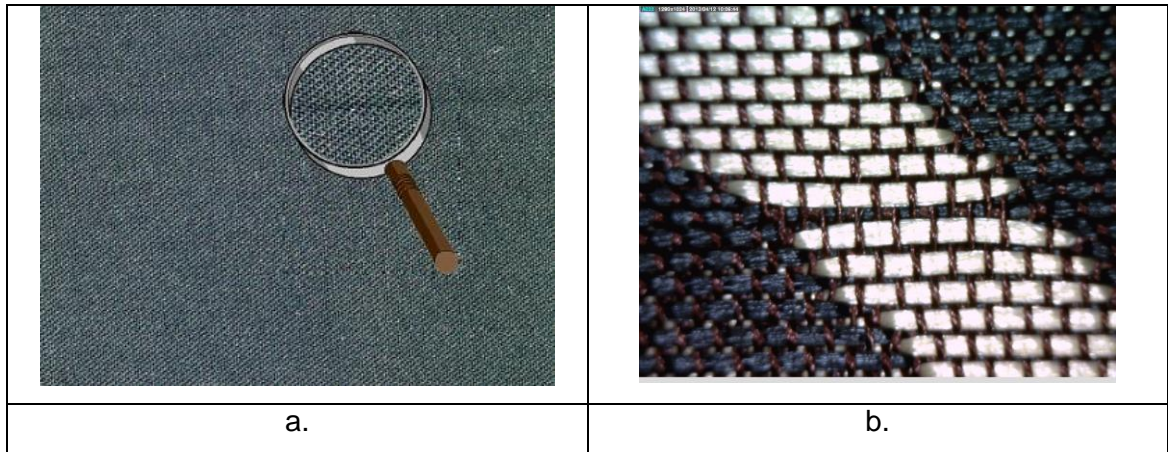
Nastaje kao posljedica lošeg obojenja pređe na križnom namotku, a može se smanjiti sortiranjem pređe i tkanjem po nijansama [7].



**SI.16.** Pogreška u tkanini: nijansirana potka [22]

g) Guste / rijetke pruge

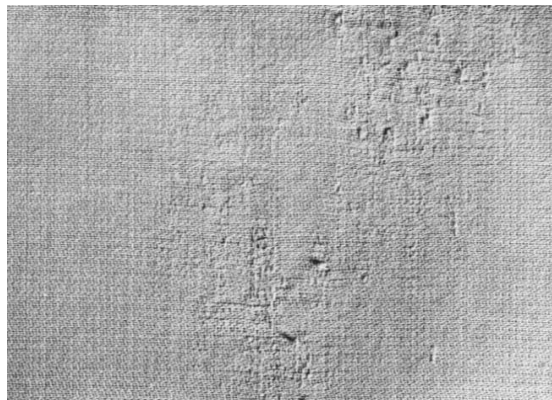
Guste i rijetke pruge nazivaju se još i blende, a mogu se naći i pod pojmovima kao što su trake, pruge po potki te razlika u gustoći. One su pogreška koja nastaje pri tkanju u tkaonici ili pri bojadisanju u bojaonici. Takva pogreška očituje se kao pruga u smjeru potke s jasno određenim rubovima koja se razlikuje po izgledu od ostalog dijela tkanine. Tkalačka pruga najčešće se vidi po cijeloj širini tkanine, ali moguća je i na samo jednom dijelu tkanine i to po sredini. Vidljiva je ispod svjetla kao gušće ili rijeđe mjesto na tkanini. Bojadisarske pruge vide se kao uži i oštri prijelazi nijanse boje po tkanini. Uzroci ove pogreške su neadekvatna podešenost tkalačkog stroja te nejednoliko obojeni slojevi križnih namotaka [22].



**Sl. 17.** Pogreška u tkanini: pruge po potki  
a. nedostatak potkine niti, b. tanko mjesto [22]

#### h) Pogreške nastale u procesu škrobljenja

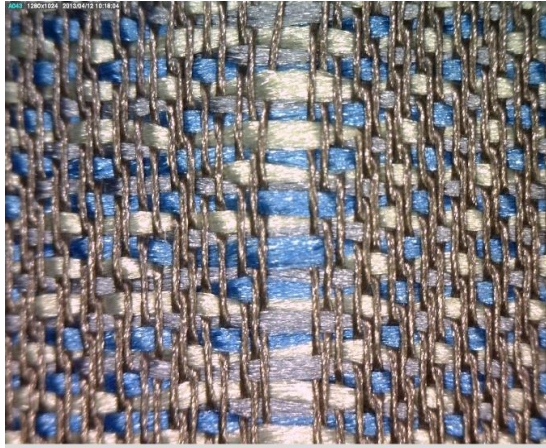
Nejednoličan nanos škroba ima za posljedicu smanjenje kvalitete tkanina. Kod većeg nanosa škroba stvaraju se tzv. fleke na osnovi koje kod utkivanja potke, a potom skidanja škroba stvaraju rupice na tkanini te neuredan izgled tkanine [7].



**Sl. 18.** Pogreška u tkanini nastala većim nanosom škroba

## 2.4 Pruge u smjeru osnove i potke

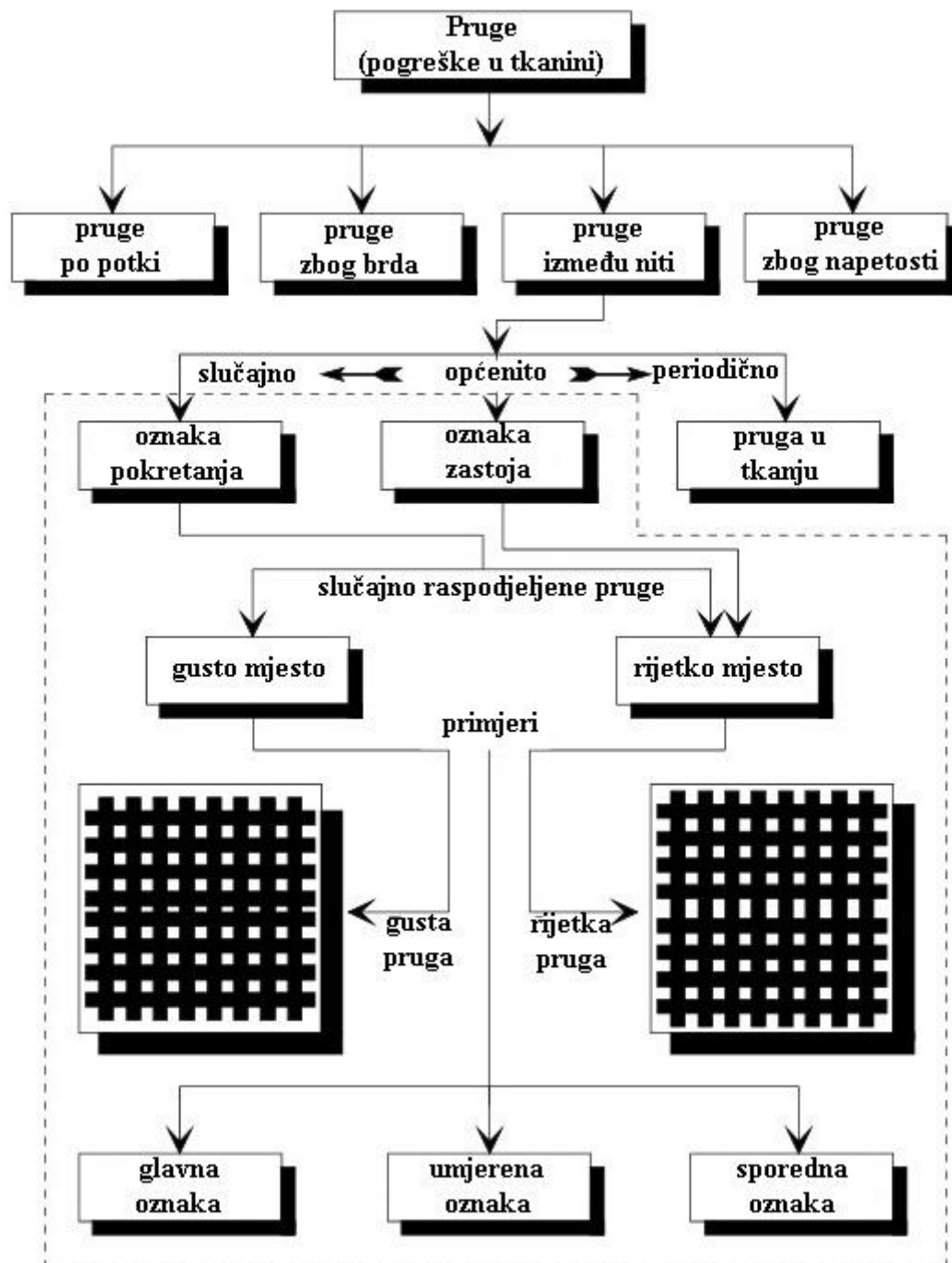
Pruge u smjeru osnove najčešće nastaju prekidom osnovinih niti, krivim uvodom u listove ili brdo, te zakazivanjem čuvara osnovinih niti. Najčešće pogreške su ipak nastale krivim uvodom u brdo (nedostaje nit ili je više niti u jednoj uzubini). Primjer krivog uvoda kada nedostaju niti u uzubini brda prikazan je na slici 19.



**Sl. 19.** Pruga u smjeru osnove [1]

Pruge u smjeru potke prema ASTM (Američko društvo za testiranje i materijale) definiraju se kao nenamjerni, ponavljajući vizualni uzorak kontinuiranih pruga koje su obično paralelne s ispunom tkanine. Mogu biti uzrokovane fizički, optički ili razlikama u boji pređe, geometrijskim razlikama u strukturi tkanine ili bilo kojom kombinacijom razlika. Pruga može nastati jedna ili njih nekoliko. Pruge po potki često se pogrešno zamjenjuju sa prugama po osnovi koje se definiraju kao uske trake u tkanini koje se protežu po duljini i karakterizirane su očitim razlikama u boji od susjednih krajeva. Također zamjenjuju se i sa umetnutom potkom, pogreškom do koje dolazi slučajnim povlačenjem potke u tkaninu [23]. Na slici 20 prikazana je klasifikacija pruga i izgled tkanine na mjestu gdje se pruga nalazi.





SI.20. Klasifikacija pruga u smjeru potke [24]

### 2.4.1 Analiza pruga

Prvi korak u istrazi je promatranje i definiranje problema. Pruge mogu biti rezultat fizičkih uzroka koji se obično mogu otkriti ili mogu biti uzrokovane razlikama u boji pređe, što je gotovo nemoguće ukloniti u tkanini. Za određivanje uzroka nastanka pruga mogu se izvršiti dvije analize: vizualna i fizikalna.

---

#### 2.4.1.1 Vizualna analiza

Metode vizualne analize koje pomažu razlikovati fizički nastalu prugu od pruge nastale razlikama u boji pređe su: ispitivanje na ravnom stolu, promatranje izvorom svjetlosti, Atlas analizator pruga.

Ispitivanje na ravnom stolu - za vizualnu analizu pruga prvi korak je položiti uzorak tkanine cijelom širinom na stol i pregledati je s obje strane iz različitih kutova. Ako se pruge pojavljuju u smjeru pređe, a razlike u boji se mogu vidjeti promatranjem tkanine, to se može pozitivno identificirati kao pruga – pogreška u tkanini. Pregled tkanine s izvorom svjetlosti u pozadini pokazuje jel uzrok pruge fizički.

Promatranje izvorom svjetlosti - nakon završetka početnog ispitivanja na ravnom stolu, ispitivanje izvorom svjetlosti može pružiti daljnje korisne informacije. Uzorci tkanina ispituju se u dva svjetlosna uvjeta, fluorescentno i ultraljubičasto (UV) svjetlo. Tijekom pregleda tkanine pod svjetlima promatraju se učestalost i smjer pruge, boja pruge (jesu li tamne ili svijetle) te ukupna duljina ponavljanja u uzorku. Ultraljubičasto svjetlo (UV), koje se obično naziva još i „crnim svjetlom“, omogućava lakše otkrivanje prisutnosti mineralnih ulja zbog njihovog sjaja. Kad se promatraju pod UV svjetlom, tkanine s prugama na kojima je primjetan sjaj sugeriraju na nepravilnu pripremu.

Atlas analizator pruga - uzorak tkanine kombinira se s polistirenskom folijom, a pomoću Atlas analizatora pruga specifičnim uvjetima pritiska i topline stvara se plastični otisak na površini tkanine. Odsutnost boje na plastičnom otisku osigurava da će se vidjeti samo efekti fizički uzrokovanih pruga. Ispitivanjem plastičnog uzorka utvrđuje se podudaranje pruga s tragovima uočenim na tkanini. Međutim, otiske izrađene od predene pređe može biti teško očitati zbog svojstvenih varijacija karakterističnih za tu vrstu pređe. Također, prebrzo hlađenje uzorka za ispitivanje može dovesti do toga da on ne bude valjan za analizu. Iz valjanog uzorka uzroci pruge mogu se identificirati kao: fizički – sve pruge pokazuju se na plastičnom otisku, varijacija bojenja – nijedna pruga se ne poklapa sa plastičnim otiskom te kombinacija fizičkih razlika i razlika u bojenju – neke se pruge poklapaju, a neke ne. Tkanine s kombiniranim uzrocima predstavljaju najveći problem za analizu.

#### 2.4.1.2 Fizikalna analiza

Kada se utvrdi ili pretpostavi da je uzrok pruge fizički, treba napraviti analizu tkanine. Općenito se smatra da se fizički uzroci pruge mogu povezati s razlikama u

---

pređi ili stroju. Metode fizikalne analize pruga uključuju disekciju (paranje) tkanine i mikroskopski pregled.

Disekcija (paranje) tkanine - za obavljanje točne analize paranja tkanine potreban je uzorak tkanine koji sadrži nekoliko ponavljanja pruga. Prvo se granice pruga označavaju postavljanjem ravnih pribadača ili markerom. Zatim se pojedinačne niti pređe uklanjaju sa svijetlih i tamnih dijelova, a utvrđuje se razina uvijanja, smjer uvijanja i duljina niti. Da bi se utvrdile pouzdane srednje vrijednosti, potrebno je mjerenje ponoviti nekoliko puta. Nakon prikupljanja podataka o pređi, podaci se uspoređuju pojedinačno sa susjednim pređama, kao i prema skupinama svijetlih i tamnih nijansi.

Mikroskopski pregled - koristan je za provjeru sustava za pređenje pređe. Pređe iz različitih sustava pređenja mogu imati različita svojstva refleksije svjetlosti i apsorpcije boje. Prstenastim pređenjem dobiva se glatka pređa. Otvoreno pređenje proizvodi pređu s omotačkim vlaknima u nepravilnim intervalima. Pređenje zračnim mlazom proizvodi pređu s više omotačkih vlakana od paralelnih vlakana s otvorenim krajevima i unutarnjih vlakana [23].

#### 2.4.2 Uzroci nastanka pruga

Neusklađenost koja dovodi do nastanka pruga može nastati u jednoj ili više sljedećih kategorija: sirovina (vlakna), formiranje pređe i formiranje tkanine. Unutar ove tri kategorije čimbenici koji mogu uzrokovati stvaranje pruge su :

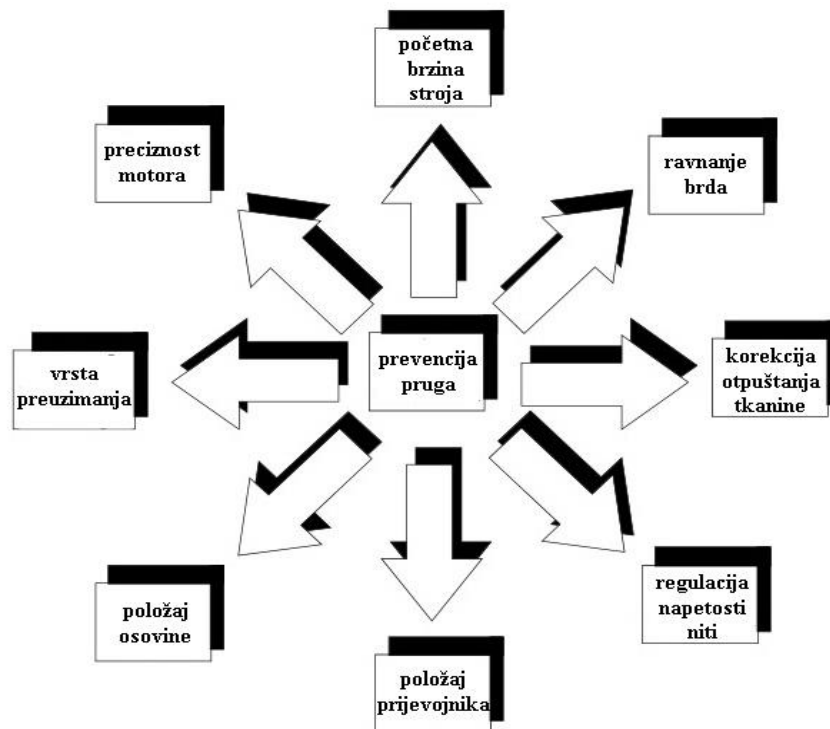
1. Sirovina (vlakna) – pogrešna kontrola promjera vlakna u mikronima, previsok koeficijent varijacije (CV) mikrona u rasporedu za učinkovitost miješanja, propust kontroliranja boje vlakana u smjesi (sivilo, žutost).

2. Formiranje pređe – varijacije u grebenanju, loše miješanje vlakana, miješanje pređa iz različitih sustava pređenja, miješanje pređa različitih dobavljača, miješanje pređa s različitim stupnjem / smjerom uvijanja, miješanje pređa s različitim stupnjem dlakavosti, miješanje pređa s različitim količinama voska, razlike u mercerizaciji, prekomjerno premotavanje ili habanje.

3. Formiranje tkanine – neravnomjerna napetost osnove, neravnomjerno pokretanje stroja, neravnomjerno otpuštanje tkanine, neravnomjerna napetost pri umetanju potke, slučajno povučena (umetnuta) potka [23].

### 2.4.3 Prevencija pruga

Kako se ne bi pojavljivale pruge u tkanini, potrebno je održavati dosljednost u svim fazama proizvodnje tekstila. Osnovne pređe trebaju biti pravilno i pažljivo označene kako bi se izbjeglo miješanje. Nepostojane boje mogu biti korisne za precizno razdvajanje pređa. Svu opremu treba pravilno održavati i povremeno provjeravati. Prije početka proizvodnje u cjelini, može se napraviti bojanje uzoraka radi provjere pruga. Velike količine tkanina s pogreškom u vidu pruga mogle bi se spasiti pažljivim odabirom boja pređe. Razlike u bojama mogu se smanjiti korištenjem nijansi s vrlo malom refleksijom svjetlosti (tamnoplava, crna) ili velikom refleksijom svjetlosti (svijetložuta, narančasta ili gotovo bijela). Ako je uzrok pruge neravnomjerna raspodjela ulja ili voska na pređi, temeljitija priprema prije bojenja može rezultirati ujednačenijim pokrivanjem boje. Uz dobru i blisku suradnju između osoblja za proizvodnju i kontrolu kvalitete tkanina, problem pojave pruga može se uspješno analizirati i riješiti [23]. Kako bi prevencija pruga bila uspješnija potrebno je regulirati parametre koji utječu na njezin nastanak prikazanih na slici 21.

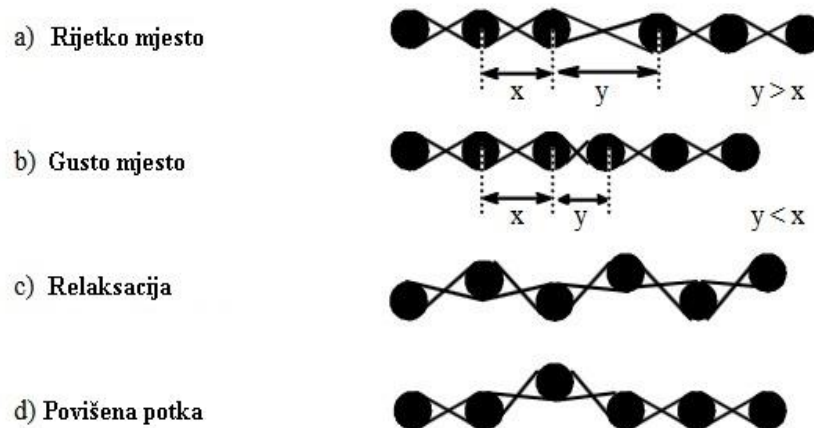


SI.21. Prevencija pruga [24]

### 2.5 Guste / rijetke pruge u smjeru potke

U tekstilnoj industriji, oznake u vidu gustih / rijetkih pruga na tkanini vrlo su složene i važne za njezinu kvalitetu, zbog čijeg nastanka tekstilna poduzeća često puno gube. Guste / rijetke pruge su vrsta pogreške na tkanini koja se pojavljuje

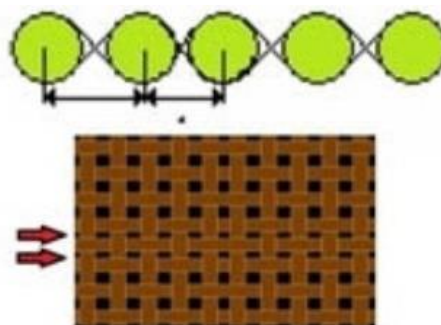
prilikom ponovnog pokretanja procesa tkanja nakon zaustavljanja stroja u nekom vremenskom intervalu. Identificiraju se iznenadnom varijacijom razmaka između potkinih niti od zadanih ili uobičajenih vrijednosti. Varijacija može biti u smislu povećanja ili smanjenja vrijednosti pri čemu dolazi do izgleda gustog ili tankog mjesta u tkanini. Svaka vrijednost između niti koja je iznad ili ispod zadane, rezultira pojavom vidljive pruge [25]. Na slici 22 prikazani su tipovi pruga.



SI.22. Tipovi gustih / rijetkih pruga [24]

### 2.5.1 Nastanak gustih / rijetkih pruga

Guste pruge nastaju zbog prekomjerne sile pritkaja brda ili neuravnoteženog procesa tkanja. To je mjesto na tkanini gdje je razmak između dvije potke manji od uobičajenog. Na slici 23 prikazan je izgled tkanine na kojoj se takva pruga nalazi.

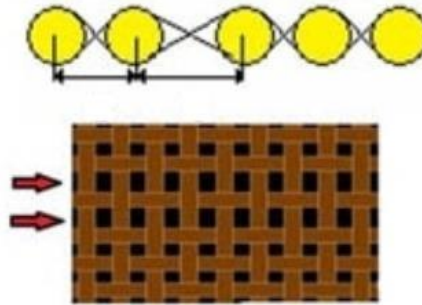


SI.23. Gusta pruga u tkanini [26]

Rijetke pruge nastaju zbog nedovoljne sile pritkaja brda prilikom ponovnog pokretanja stroja nakon zastoja. To je mjesto na tkanini gdje je razmak između dvije

---

potke veći od uobičajenog. Dogadaju se češće kod tkanina s niskim faktorom pokrivanja [26]. Izgled tkanine na kojoj se takva pruga nalazi prikazan je na slici 24.



**SI.24.** Rijetka pruga u tkanini [26]

Jedan od uzroka nastanka pruga je smanjenje napetosti osnove odnosno otpuštanje tkanine prilikom zaustavljanja stroja do čega dolazi zbog viskoelastičnih svojstava. Količina otpuštanja tkanine ovisi o trajanju zastoja stroja, položaju u kojem je stroj zaustavljen i prethodno naprezanje kojem je podvrgnuta osnova [27].

Na smanjenje napetosti osnove utječe:

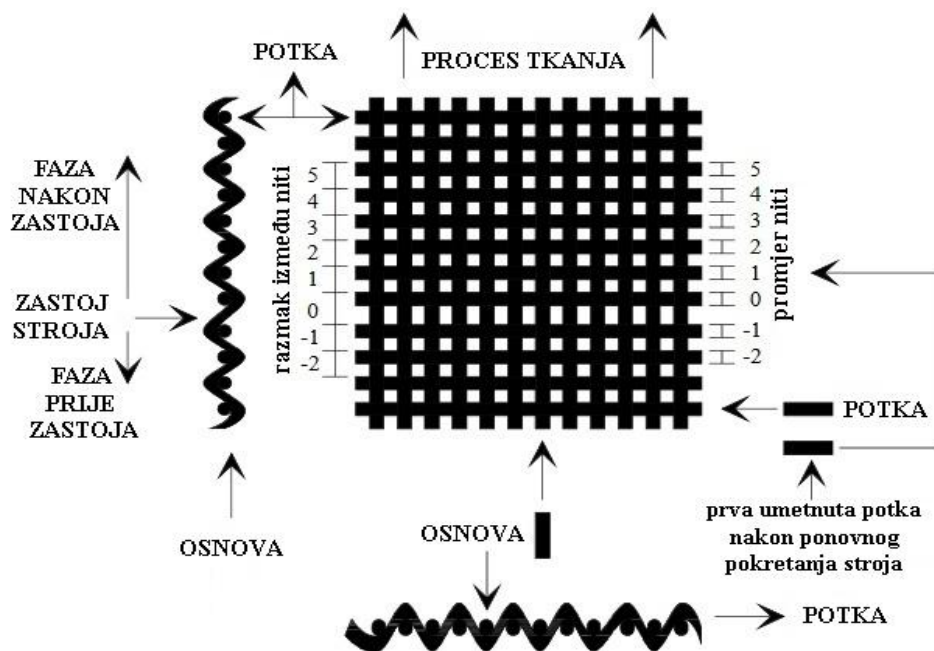
Vrijeme zastoja - tijekom rada stroja napetost osnove se održava konstantom brzinom. Tijekom zaustavljanja stroja osnovine niti mogu se opustiti i time se stalna napetost osnove može promijeniti.

Visina prijevojnika – jedan je od najvažnijih postavki za spriječavanje nastanka pruga u tkanini. Kut prolaska osnove može se promijeniti ovisno o visini prijevojnika što rezultira promjenom i napetosti osnove. Visina prijevojnika ovisi o konstrukciji tkanine i njezinim ostalim parametrima.

Dubina zijeva – promjenom odgovarajuće dubine zijeva napetost osnove može varirati.

Pad lamele – prilikom prekida niti lamelni čuvari (metalne žice) padaju i promjenom njihovih položaja dolazi do mijenjanja kuta osnove što rezultira promjenom napetosti niti [25].

Početna brzina pokretanja stroja nakon zastoja također ima značajan utjecaj na stvaranje gustih / rijetkih pruga. Razlog tome je što brdo ne postiže svoju punu radnu brzinu tijekom prvih par udara što uzrokuje nedovoljno pritkivanje potke u tom razdoblju [27].



SI.25. Nastanak gustih / rijetkih pruga u smjeru potke [27]

Na slici 25 prikazan je nastanak gustih / rijetkih pruga kojeg su prvi istražili i objasnili Greenwood i Cowhig još 1956. godine koji su o tome napisali seriju od tri rada. U prvom radu iznijeli su teorijsku analizu vezanu uz istragu problema gustih / rijetkih pruga. U drugom radu izveli su matematičke odnose između sile pritkaja, pomaka tkanine, kuta zijeva i stope primjene proizvodnje tkanine. Time su proširili analizu kako bi objasnili razne uzroke nastanka nepravilnog razmaka između potkinih niti s osvrtom na utjecaj napetosti osnove i otpuštanja tkanine prilikom zaustavljanja stroja. U trećem radu izneseno je eksperimentalno istraživanje utjecaja brzine stroja na nastanak pruga. Tijekom istraživanja zaključili su da brzina stroja ne utječe na pojavu pruga te da je glavni uzrok nastanka smanjenje napetosti osnove i otpuštanje tkanine prilikom zaustavljanja stroja.

Također su zaključili da su vrijeme zastoja stroja i duljina otpuštanja tkanine izravno proporcionalne, što znači da što je duže vrijeme zastoja stroja time se više tkanine otpušta i posljedica toga je nastanak većih pruga [25].

Inui je problem nastanka pruga istraživao 1968./1969. godine. Prema njemu, najvažniji uzrok nastanka pruga je odstupanje napetosti osnovinih niti prilikom prvih udara nakon ponovnog pokretanja stroja od napetosti u stalnom položaju dok stroj radi. Njegov zaključak bio je da su kraći razmaci između niti tj. guste pruge posljedica povećane napetosti osnove prilikom ponovnog pokretanja stroja, dok su duži razmaci između niti tj. rijetke pruge posljedica smanjenja napetosti osnove od uobičajene

---

napetosti prilikom procesa tkanja [25]. Prema rezultatima istraživanja zaključuje i da su varijacije u napetosti osnove 90% odgovorne za nastanak pruga [28].

Da bi spriječio nastanak pruga Inui je osmislio uređaj kojim je regulirao zatezanje osnovinog valjka kada je stroj zaustavljen i na početku njegovog ponovnog pokretanja [27].

Plate i Hepworth 1971. godine iz svojih istraživanja zaključili su da brdo prilikom prvih par udara ne pritkiva dovoljno potku što rezultira neujednačenim razmakom između niti u tkanini [25].

Većina rezultata spomenutih istraživanja temeljena su na matematičkim izrazima, eksperimentalnim modelima i laboratorijskim eksperimentima koji su bili korisni u objašnjavanju načina nastanka gustih / rijetkih pruga. 1990. godine Wulfhorst i Obolenski svoja istraživanja istog problema radili su pomoću obrade slike i napravili izvještaj o toj tehnici. Prema svojim rezultatima zaključuju da vrijeme i položaj zastoja stroja te kontrola otpuštanja osnove nemaju utjecaj na pojavu pruga. Svojim otkrićima proturječili su rezultatima prethodnih istraživačkih radova [25].

Također su istražili i utjecaj vremena zastoja stroja na smanjenje napetosti osnovinih niti i dobili su da se napetost nakon jedne minute zastoja smanjuje za 60 %, a nakon dvije minute zastoja za 80 % što predstavlja smanjenje od 2 do 5 cN [24].

U eksperimentalnom radu provedenom 2011. godine u Sinhi na Sveučilištu za kreativne tehnologije Shanto - Mariam istraživani su uzroci nastanka pruga u tkanini. Iz analize uzoraka izrađenih na tkalačkom stroju sa zračnim mlazom tvrtke Picanol zaključeno je da se guste pruge pojavljuju u debljim tkaninama, dok se rijetke pruge pojavljuju u laganijim tkaninama. Također je zaključeno da se povećavanjem vremena zastoja povećava i širina pruge te da mehaničke postavke utječu na pojavu pruga više nego elektroničke. Analizom je potvrđeno da podešavanja određenih parametara nisu prikladna za sve konstrukcije tkanina i da se prije tkanja moraju odrediti i postaviti odgovarajući parametri kako bi se spriječio nastanak pogrešaka u tkanini koje se očituju u vidu gustih / rijetkih pruga [25].

#### *2.5.1.1 Uzroci nastanka gustih / rijetkih pruga uslijed zastoja u procesu tkanja*

Glavni uzroci zbog kojih dolazi do nastanka gustih / rijetkih pruga uslijed zastoja stroja prilikom procesa tkanja su: vrijeme zastoja stroja, brzina stroja, razlike u napetosti niti, širina zijeva, napetost osnove.

Vrijeme zastoja stroja – pruge po potki su vidljivije ovisno o dužini zastoja tj. ako stroj duže čeka na intervenciju. Što je zastoj stroja duži, pogreška u tkanini je



---

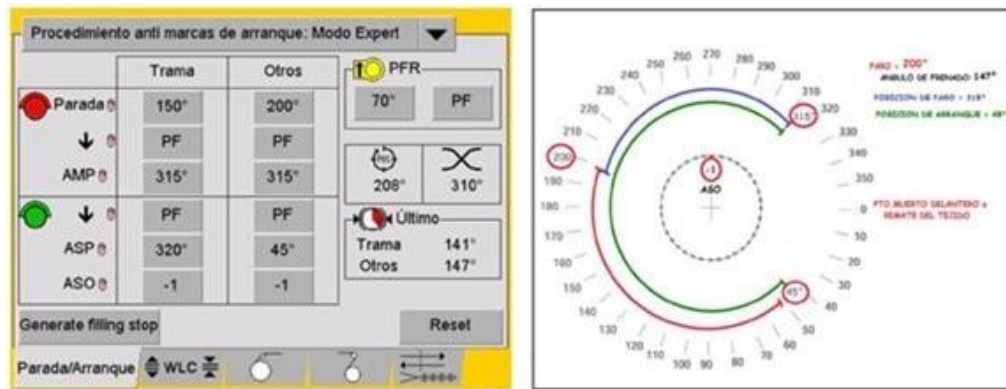
veća. Mora se nastojati što više smanjiti zaustavljanje stroja što se postiže pravilnim prilagodbama tkanine ili pravovremenom pažnjom kako bi se uspjelo intervenirati u što kraćem roku. Na primjer ako se na jednom stroju nalazi prekinuta osnova, a na drugom zaustavljeno umetanje, prvo treba popraviti umetanje jer je za to potrebna brža intervencija, a zatim popraviti prekinutu nit.

Brzina stroja – prilagođena maksimalna brzina stroja tijekom procesa tkanja i razlikuje se prema opterećenju ili sporim kretanjima stroja. Važno je razumjeti tri pojma:

Kut kočenja – kada se stroj zaustavi, ne zaustavlja se trenutno zbog proklizavanja kočnica što ovisi o vrsti pogona ili brzini stroja. On može iznositi od 40 ° do približno 200 °. Važno je znati koliko on iznosi jer to omogućuje saznanje kako je dovršen zadnji unos potke u zijev. Ako je to bilo posljednji put u trenutku prebijanja brda, moguće je da će rezultat toga biti rijetko mjesto (rijetka pruga) na tkanini, a razlog tome je manja brzina pritkaja prilikom zaustavljanja od brzine u procesu tkanja.

Položaj zaustavljanja – nakon što se stroj potpuno zaustavio, nalazi se u točno određenom stupnju. Položaj zaustavljanja ovisi o vrsti umetanja potke na stroju i uzroku zaustavljanja. Kada se radi o običnim tkaninama preporučuje se napraviti regulaciju položaja zaustavljanja u trenutku nakon prestanka umetanja potke u zijev kako bi se izbjeglo otpuštanje osnove tijekom vremena zastoja, sve dok se kvar ne otkloni i ponovo pokrene stroj. Položaj zaustavljanja regulira se i kod prekida osnove kako bi se omogućilo lako umetanje niti bez upotrebe za dodatnim ručnim pokretima.

Početni položaj – nakon što se izvrši popravak ili korekcija zaustavljanja stroja, on prelazi u početni položaj. Prilikom ponovnog pokretanja stroja bitno je da se prva umetnuta nit pribije što većom brzinom. Ovisno o broju okretaja, puna brzina rada stroja postiže se tek nakon trećeg ili četvrtog udara. Zbog toga dolazi do pojave rijetke pruge na tkanini. Na suvremenim strojevima, na primjer proizvođača Picanol, moguće je napraviti prvih par praznih udara brda pa tek onda prvu potku umetnuti pri punoj brzini stroja. Također postoje i druge elektroničke mogućnosti za ispravljanje pruga koje nastaju zbog početnog položaja stroja nakon zaustavljanja. Na slici 26 prikazan je zaslon sa postavkama za podešavanje pruga na stroju PicanolOmniPlus 800.



SI.26. Interaktivni zaslon za podešavanje oznaka na stroju PicanolOmniPlus 800 i skala kako se generiraju pokreti [26]

Razlike u napetosti niti – koje utječu na nastanak gustih / rijetkih pruga mogu se regulirati ispravnim podešavanjem zijeva. Zijev je „tunel“ koji nastaje pomicanjem osnovinih niti koje se kreću gore – dolje prema uzorku tkanine kroz koji se provlači potka. Za ispravnu regulaciju zijeva važno je znati parametre tkanine kao što su:

Pokrivni faktor – vrijednost koja pokazuje svojstvo pokrivanja tkanine, maksimalni broj osnove i potke na određenoj dužini. Pomoću njega može se utvrditi je li tkanina teška ili lagana za obradu kako bi se napravila odgovarajuća regulacija stražnjeg zijeva. Izračunava se pomoću gustoće i finoće, prema formulama prikazanim na slici 27.

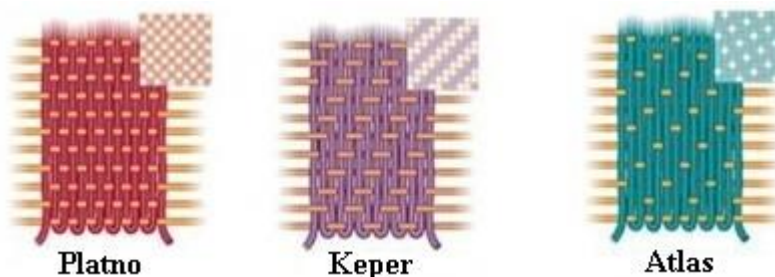
Pokrivni faktor osnove	Pokrivni faktor potke	Ukupni pokrivni faktor
$C_o = \left( \frac{\text{niti/cm} \cdot \sqrt{\text{tex}}}{10} \right)$	$C_p = \left( \frac{\text{niti/cm} \cdot \sqrt{\text{tex}}}{10} \right)$	$C_{uk} = C_o + C_p$

SI.27. Formule za računanje pokrivnog faktora

Gustoća osnove – bitno je znati koliko niti osnove ima u brdu te koliko je niti uvedeno u svaku uzubinu. Također je bitno znati koliko uzubina ima po centimetru. Pomoću ovih podataka može se procjeniti s kojom će se lakoćom ili poteškoćama osnova kretati pri stvaranju zijeva, pa se u skladu s time regulira prethodni zijev prikladan za tkanje ili tkanine.

---

Tkanje tkanine – ako je tkanina za izradu u platno, keper, atlas ili nekom drugom vezu, treba se regulirati odgovarajući zijev prema vrsti veza, isto kao i prema načinu tkanja tj. hoće li ono biti lagano, teško ili neutralno. Uz to zijev treba imati određene karakteristike kojima se omogućuje pravilno pomicanje osnove te pravilno umetanje potke. Izgled otkane tkanine prema vrsti veza prikazan je na slici 28.



**Sl.28.** Izgled tkanina u platno, keper i atlas vezu [26]

Kut zijeva – proces tkanja treba započeti s najmanjim mogućim kutom otvaranja kako bi se spriječilo prekomjerno rastezanje osnove. Ako se formira veći zijev, trebat će više vremena za oporavak istezanja koje niti trpe tijekom pomicanja brda prilikom zaustavljanja i pokretanja stroja.

Visina zijeva – ograničena je s načinom unošenja potke u zijev (zrak, projektil).

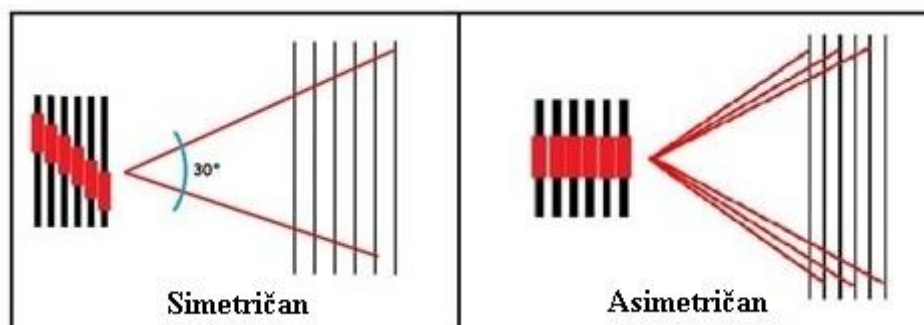
Simetrija – ovisno o faktoru pokrivenosti, mogu se prilagoditi različiti oblici zijeva kako bi se omogućio najbolji rad (učinkovitost) i najmanja učestalost zaustavljanja i pogrešaka u vidu gustih / rijetkih pruga (kvaliteta).

Napetost – prema nazivu pređe, vrsti materijala, količini pređe, uvjetima pripreme, između ostalog mora se prilagoditi i odgovarajuća napetost osnove.

Prednji zijev – nastaje podizanjem i spuštanjem niti između pritkajne linije i brda. Treba biti pod najmanjim mogućim kutom nagiba, koji je potreban za nesmetano unošenje potke. Za podešavanje potrebno je kontrolirati zijev od početka umetanja do kraja kako bi se utvrdio oblik zijeva. Postoje dvije vrste prednjeg zijeva prikazanih na slici 29 :

- simetričan prednji zijev: gornje i donje pređe zijeva tvore zatvorene linije, a da bi se stvorio simetričan kut zijeva, otvor se povećava i dolazi do različite napetosti niti. Primjenjuje se osnova s malom dlakavosti, laganih tkanina kod kojih se osnove lako razdvajaju i tkanina s malom gustoćom osnove.
- asimetričan prednji zijev: gornje i donje pređe zijeva tvore različite linije. Primjenjuje se kod tkanina s velikom dlakavosti osnove koje se teško

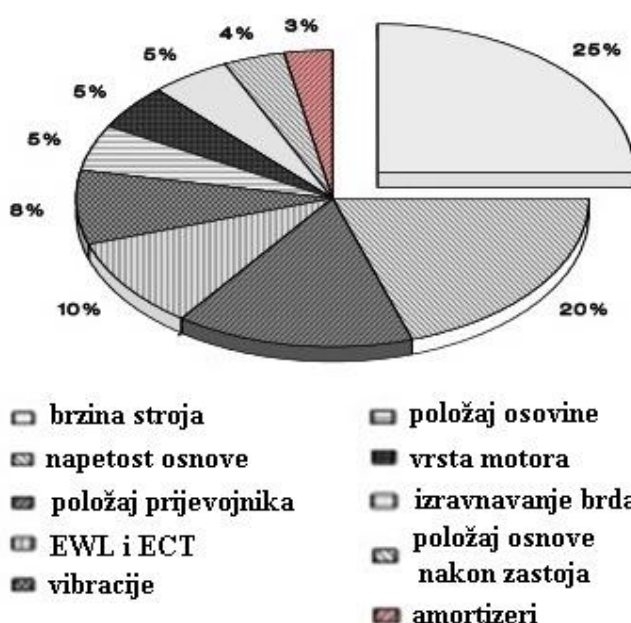
razdvajaju i tkanine s velikom gustoćom osnove po jednoj uzubini u brdu. Moguće ga je regulirati pomoću visine zijeve, kuta zijeve i pomicanja zijeve.



SI.29. Vrste prednjeg zijeve [26]

Napetost osnove – važna je za stvaranje odgovarajućeg zijeve pomoću čega se postiže dobra učinkovitost i kvaliteta tkanine. Ovisi o gustoći osnove, materijalu, podešavanju visine i kuta te gustoći tkanine. Standardnu napetost osnove je teško definirati zbog svih faktora koji utječu na nju. U praksi je ispravna gustoća osnove ona koja ne uzrokuje prekid niti, zapetljanja niti ili prekid unosa potke zbog zapleta ili prekida niti, nema utjecaj na izgled tkanine (stvaranje rubova, čvrstoća rubova) i ne uzrokuje vidljive oznake / pruge.

Na slici 30 grafički su prikazani uzroci nastanka gustih / rijetkih pruga uslijed zastoja stroja i njihova učestalost izražena u postotku. Vidljivo je da su tri glavna uzroka brzina stroja, napetost osnove i položaj prijevojnika.



SI.30. Uzroci nastanka gustih / rijetkih pruga uslijed zastoja stroja [24]

---

Ispravna analiza predpostavljenog nedostatka i odgovarajuća prilagodba prema objašnjenim kriterijima eliminirat će i / ili umanjiti učinak uočenog neuspjeha u kvaliteti [26].

### 2.5.2 Metode za određivanje širine pruge

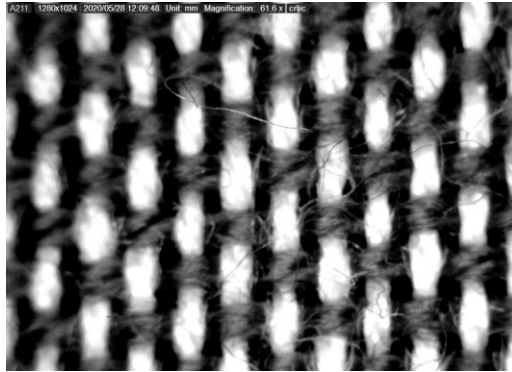
Među metodama za određivanje širine pruga tj. mjerenje razmaka između dvije niti mogu se izdvojiti tri koje se najčešće koriste. To su: mjerenje mikroskopom, mjerenje digitalnom obradom slike i mjerenje laserskim snopom.

Metoda mikroskopom (slika 31) provodi se tako da se napravi projekcija povećane slike tkanine iz mikroskopa na zaslon računala. Pomoću alata koji se nalaze u mikroskopsom softveru omogućeno je precizno očitavanje razmaka između niti. Najprikladniji način mjerenja razmaka ovom metodom je od desnog bočnog ruba jedne niti do lijevog ruba druge niti, budući da je teško odrediti središte pređe. Ova metoda nije praktična za velik broj mjerenja jer se analiza provodi ručno.



**SI.31.** Mikroskop Dino-Lite [29]

Kada se mjerenje vrši digitalnom obradom slike, potrebno je osvijetliti tkaninu određenim intenzitetom svjetlosti kako bi se jasno vidjela njezina struktura, a zatim se analizira uz pomoć računala (slika 32). Izvor svjetlosti postavlja se ispod uzorka tkanine i uređajem za fotografiranje (npr.kamera) fotografira se mjesto gdje tkanina propušta svjetlost. Fotografija se prenosi na računalo i analizira kako bi se otkrile točke maksimalnog intenziteta svjetlosti. Mjesto gdje je intenzitet svjetlosti veći predstavlja širu prugu. Ova metoda zahtjeva opremu koja nije dostupna u svakom tipičnom tekstilnom laboratoriju.



**SI.32.** Digitalna obrada slike

Mjerenje laserskim snopom može se vršiti internetskim povezivanjem ili izvanmrežno. Za internetska mjerenja, laserski analogni senzor fiksiran je na stroju između valjka za namatanje i prednjeg valjka. Bijeli zaslon postavlja se ispod tkanine kako bi se laserska zraka mogla odbiti natrag na senzor koji vrši mjerenja. Na temelju refleksije laserske zrake generiraju se podaci o razmacima između niti [28].

### 2.5.3 Prevenција gustih / rijetkih pruga

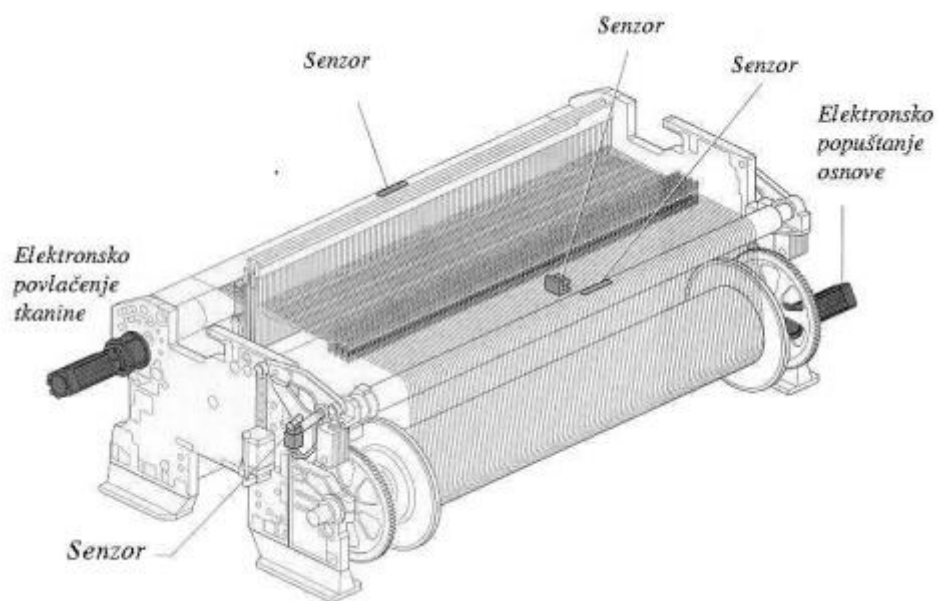
Pojavom gustih / rijetkih pruga javljaju se problemi koji u tekstilnoj industriji nisu prihvatljivi. Oznake u vidu pruga smanjuju kvalitetu tkanine, mijenjaju njezin izgled, prilikom dorade može doći do varijacije sjene na mjestu njihovog nastanka te njihova prekomjerna količina može povećati rasipanje tkanine. Svi ti problemi koji se javljaju mogu utjecati na odbijanje tkanine od strane kupca [25]. Kako bi se izbjegli veliki gubici i smanjila učestalost pogrešnosti u proizvodnji potrebno je napraviti prevenciju gustih / rijetkih pruga te svesti njihovu pojavu na minimum.

Najnoviji strojevi za tkanje opremljeni su mikroprocesorskim ili PLC jedinicama koje osiguravaju kontinuirano upravljanje, pogon i nadzor različitih dijelova stroja i njegove razne funkcije. Elektronički uređaji i senzori omogućuju prikupljanje i obradu podataka u stvarnom vremenu koji su ključni za proizvodnju i kvalitetu tkanina. Takvi podaci mogu se snimati i prenositi putem memorijskih kartica na druge strojeve ili se pohranjuju za buduću upotrebu što uveliko olakšava rad tkalaca u odnosu na rad pomoću strojeva iz prethodnih generacija. Također se omogućava i poboljšanje proizvodnje i kvalitete proizvoda. Glavne postavke stroja koje se mogu izvršiti jednostavnim unosom vrijednosti željenog parametra na tipkovnici elektroničke upravljačke jedinice su: odabir i modifikacija gustoće potke prilikom pokretanja stroja, brzina pokretanja osnovnog valjka, odabir i kontrola napetosti osnove čime se

---

osigurava jednolična napetost osnovinih niti tijekom cijelog procesa tkanja, programiranje birača boje potke. Umjesto unošenja željenih parametara mogu se kombinirati i već programirani podaci dobiveni kroz korekcije na temelju karakteristika tkanina u proizvodnji. Prilikom takvog postavljanja stroja spriječava se stvaranje gustih / rijetkih pruga nakon zaustavljanja stroja [16].

Također suvremeni tkalački strojevi opremljeni su elektronskim uređajima za otpuštanje osnove i povlačenje tkanine od kojih je jedan prikazan na slici 33. Oni se isto upravljaju pomoću mikroprocesora te je tako omogućena korekcija ciklusa s ciljem prevencije nastanka gustih / rijetkih pruga koje nastaju kao posljedica zastoja stroja. Pri ponovnom pokretanju stroja prvi udar brda odvija se pri različitoj brzini nego inače, uslijed čega dolazi do deformacije niti i tkanine u području pritkaja. Kako bi se izbjegli različiti početni uvjeti udara brda pri pokretanju stroja, uz ovako opremljene strojeve, moguće je nekoliko udara napraviti i u praznom hodu [16].



**Sl.33.** Elektronski uređaji za otpuštanje osnove i povlačenje tkanine [30]

Uobičajeni senzori ovisni o blizini, odnosno čija je radna udaljenost ograničena na samo nekoliko milimetara, nisu najbolji izbor za prikladno mjerenje otpuštanja tkanine. U prednosti su laserski senzori koji rade na većim udaljenostima. Oni točnije detektiraju ometanje rada brda i brže se obavljaju korekcije povlačenja tkanine čime je utvrđeno da je laserska metoda učinkovita u uklanjanju gustih / rijetkih pruga.

Metode prevencije mogu se klasificirati kao neizravni i izravni sustavi. Neizravni sustavi koriste se na temelju proizvoljne pretpostavke na temelju vještine tkanja. Takvi sustavi nisu pouzadi jer se ispravke ne rade prema stvarnim mjerenjima. Izravni

---

sustavi su važniji jer se uzima u obzir korekcija mjerenja otpuštanja tkanine u stvarnom vremenu i time je takav sustav pouzdaniji i učinkovitiji.

Iako današnji strojevi imaju ugrađene uređaje za spriječavanje nastanka gustih / rijetkih pruga, njihova upotreba postala je vrlo složena. Svaka specifična tkanina zahtjeva jedinstven skup parametara i postavki na stroju zbog čega je jako teško kontrolirati nastanak pruga koje često nije lako izmjeriti. Iako za njih postoji niz različitih mjernih metoda, većina njih zahtjeva složenu opremu koju je u praksi teško pronaći. Isto tako kada se radi o kvaliteti tkanine i njezinog narušavanja pojavom pruga teško je odlučiti što bi moglo biti prihvatljivo od strane kupca, a što neprihvatljivo.

Kako bi se u što većoj mjeri izbjegle vidljive pruge u tkanini na suvremenim strojevima potrebno je održavati odgovarajuću napetost osnove, koristiti kvalitetne pređe koje imaju visoku elastičnost, minimizirati vrijeme zastoja stroja, pravilno prilagoditi postavke mikroprocesora, održavati pravilan položaj brda, pravilno analizirati konstrukcije tkanina i postaviti je prema postavkama stroja [25].



---

## 3. EKSPERIMENTALNI DIO

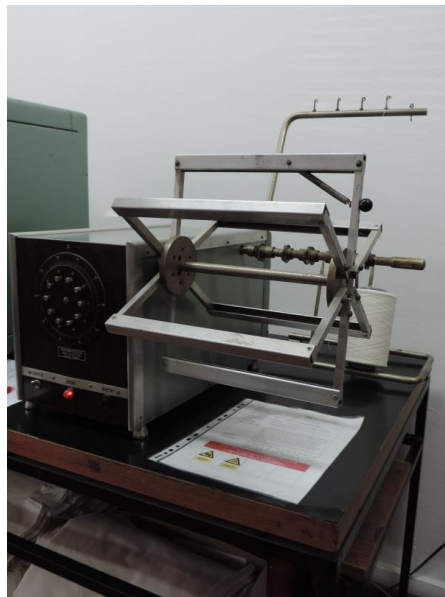
### 3.1 Metodika rada

#### 3.1.1 Odabir pređa za tkanje i određivanje parametara

Za izradu uzoraka tkanine prvo je trebalo odabrati pređe za osnovu i potku. Za osnovu je korištena zatečena osnova na stroju koja je bila bijele boje. Njezina svojstva i parametre nije bilo potrebno određivati niti mjeriti jer su već bili ispitani. Pređa u svom sirovinskom sastavu ima 5,0 % P-aramidnog vlakna (Twaron) i 95,0 % M-aramidnog vlakna (Conex NEO). Za potku je odabrana pamučna pređa kontrastne boje kako bi greške bile uočljivije. Njezini parametri nisu bili poznati pa ih je trebalo odrediti.

##### 3.1.1.1 Određivanje finoće pređe

Prvi parametar koji je bilo potrebno odrediti je finoća pređe za potku. Finoća je određena metodom vitice prema normi HRN EN ISO 2060:2008 [31]. Pomoću vitla (slika 34) opsega  $1000 \pm 2,5$  mm namotano je i pripremljeno 5 vitica duljine 10 m.



SI. 34. Vitlo za određivanje finoće pređe

Na analitičkoj vagi određena je masa za svaku viticu u gramima te izračunata srednja vrijednost. Iz dobivene mase i duljine pređe izračunata je finoća pređe prema jednadžbi (1):

---

$$T_t = \frac{m_k \text{ [g]}}{l \text{ [m]}} \cdot 1000 \quad (1)$$

gdje je :

$m_k$ - kondicionirana masa pređe

$l$  – duljina pređe.

### 3.1.1.2 Određivanje uvojitosti pređe

Određivanje uvojitosti pređe izvodilo se na torziometru „Twist tester“ (slika 35) prema normi HRN EN ISO 2061:2015 [32].



SI. 35. Torziometar Twist tester za određivanje uvojitosti pređe

Ispitivana pređa stavlja se u dvije stezaljke koje se nalaze u istoj horizontalnoj ravnini određene udaljenosti. Lijeva stezaljka pokreće se lijevo – desno te se preko nje podešava potrebna duljina pređe i predopterećenje koje se postiže stavljanjem utega. Desna stezaljka je rotirajuća i povezana je s elektronskim brojačem. Brojač uvoja postavlja se na nulu, a pređa stavlja u lijevu stezaljku i povlači kroz desnu dok ne zasvijetli lampica što označava propisanu napetost te se desna stezaljka zategne. Zatim se započne sa odvijanjem pređe do paraleliziranja niti. Kada lampica ponovno zasvijetli na displeju se očitava broj uvoja [14].

Broj uvoja na duljinu od 1 m izračunava se iz jednadžbe (2):

$$T = \frac{n_{uvoja} \cdot 1000}{l_o} [m^{-1}] \quad (2)$$

gdje je :

T – uvojitost [ $m^{-1}$ ]

$n_{uvoja}$  – izmjereni broj uvoja na epruveti duljine  $l_o$

$l_o$  – početna duljina epruvete u [mm]

### 3.1.2 Izrada uzoraka na stroju

Na tkalačkom stroju proizvođača Hefei Fanyuan Instrument DW598 koji ima 8 listova, glatki uvod i radi brzinom od 27 m/s izrađeno je 14 uzoraka u 7 različitih vezova. Pomoću programa koji upravlja strojem napravljena je uzornica posebno za svaki vez i postavljena gustoća potke, te otkani uzorci tkanine potrebni za daljnju analizu.

Uzorci tkanine otkani su u platno 1/1, keper 1/3, keper 2/2, atlas 1/7 (3), rips 1/1 (2+2), rips 2/2 (1+1) i panama 2/2 vezu.

Pri izradi uzoraka stroj je prisilno zaustavljan u intervalima od 1, 5 i 10 min kako bi nastale pogreške u vidu gustih ili rijetkih pruga pomoću kojih se daljnjom analizom moglo utvrditi kako zastoj stroja utječe na njihovu pojavu, odnosno pogrešnost u tkaninama.

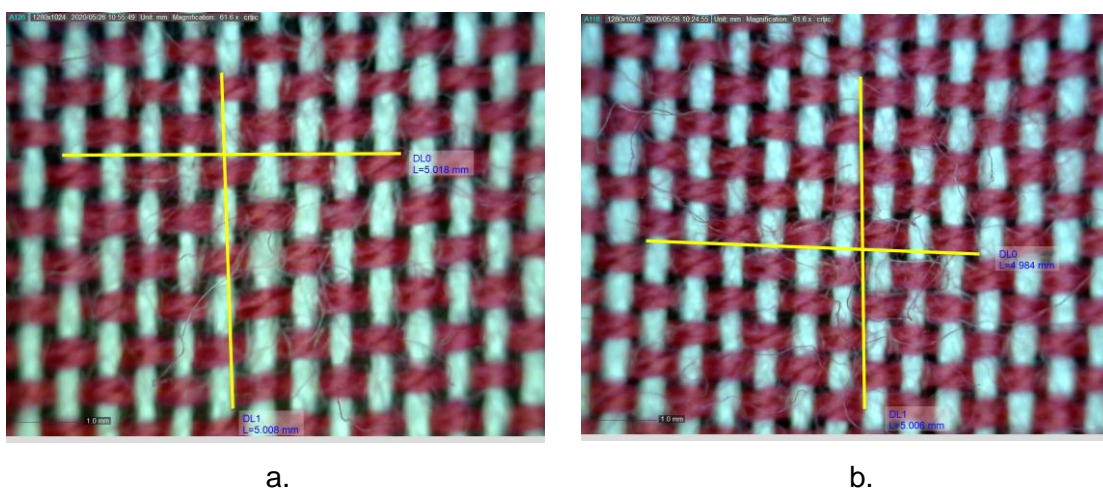


Sl. 36. Izrada uzoraka na tkalačkom stroju

### 3.1.3 Određivanje strukturnih karakteristika uzoraka tkanina

#### 3.1.3.1 Gustoća niti osnove i potke na stroju / u relaksiranom stanju

Pomoću Dino- lite mikroskopa kojeg je bilo potrebno kalibrirati pri uvećanju 65x izmjerena je gustoća osnove i potke dok su uzorci tkanine bili na stroju prema normi HRN EN 1049-2:2003 [33]. Za svaki uzorak napravljeno je po 5 mjerenja na 5 mm. Nakon skidanja svih uzoraka tkanine sa stroja, po istoj metodologiji, mjerenja su napravljena na tkanini i u relaksiranom stanju.



SI. 37. Mjerenje gustoće niti osnove i potke na stroju računalnom analizom slike : a. uzorak 1, b. uzorak 2

#### 3.1.3.2 Utkanje

Na tkanini je prethodno označeno 50 mm zbog manjih veličina uzoraka te uzeto po 5 niti u smjeru osnove i potke. Izmjerena je dužina istegnute niti. Dobivena dužina pomnožena je sa 2 kako bi se dobilo utkanje na 100 mm. Utkanje se računa kao postotak skupljanja niti u tkanini u odnosu na početnu duljinu prema sljedećoj jednažbi (3) :

$$U = \frac{l_o - l_t}{l_o} \cdot 100 (\%) \quad (3)$$

gdje je:

$l_t$ - dužina označenog dijela tkanine

$l_o$ - dužina izravnate niti.

---

### 3.1.3.3 Debljina

Pomoću debljinomjera marke Wolf (slika 38) koji se sastoji od dvije metalne, paralelne ploče između kojih se položi plošni proizvod izmjerena je debljina uzoraka prema normi HRN EN ISO 5084:2003 [34]. Gornja ploča se nalazi pod pritiskom od 0,5 kPa kojim djeluje na tekstilni materijal površinom od 25 cm<sup>2</sup>. Na svakom od uzoraka napravljeno je po 5 mjerenja na 5 različitih mjesta.


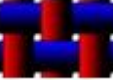


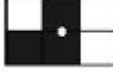



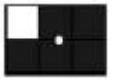

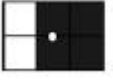





SI. 38. Debljinomjer

### 3.1.3.4 Faktor tkanja i faktor čvrstoće

Za faktor tkanja koji opisuje broj preplitanja osnovne i potke u zadanoj jedinici veza prvo je bilo potrebno odrediti broj niti i broj ispreplitanja niti u jedinici za svaki vez te maksimalno flotiranje. Zatim je određen broj slobodnih polja (flotiranja) i broj slobodnih polja koji pripadaju skupini I odnosno zbroj svih točaka koje nisu oštro vezane. Eliminacijski koeficijent K koji je potreban za izračun faktora tkanja određen je prema tablici 1:

**Tab. 1:** Hamiltonov koeficijent K

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

Nakon što su određeni potrebni parametri izračunat je faktor tkanja prema Milašiusovoj jednadžbi (4):

$$P_{1(2)} = \sqrt{\frac{3 \cdot R_1 \cdot R_2}{3 \cdot R_1 \cdot R_2 - \left( 2 \cdot n_{f1(2)} + \sum_{i=1}^6 K_{1(2)i} \cdot n_{f1(2)i} \right)}} \quad (4)$$

gdje je:

$R_1$  i  $R_2$  - ponavljanje osnove i potke u jedinici veza

$n_f$ - broj slobodnih polja (flotiranja)

$n_{\bar{f}}$ - broj slobodnih polja koja pripadaju grupi I

$K_i$ - eliminacijski faktor grupe I

---

Nakon računanja faktora tkanja, izračunat je i faktor čvrstoće (zbijenosti) tkanine za sve uzorke također prema Milašiusovoj jednadžbi (5):

$$\varphi = \sqrt{\frac{12}{\pi}} \cdot \frac{1}{P_1} \cdot \sqrt{\frac{T_{average}}{\rho}} \cdot S_2^{\frac{1}{1+2/3\sqrt{T_1/T_2}}} \cdot S_1^{\frac{2/3\sqrt{T_1/T_2}}{1+2/3\sqrt{T_1/T_2}}} \quad (5)$$

gdje je:

$T_1$  i  $T_2$  - finoća osnove i potke

$T_{average}$  – prosječna finoća niti

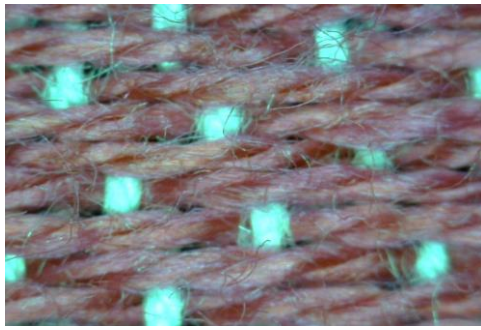
$P_1$  - Milašiusov faktor tkanja

$\rho$  - gustoća vlakna

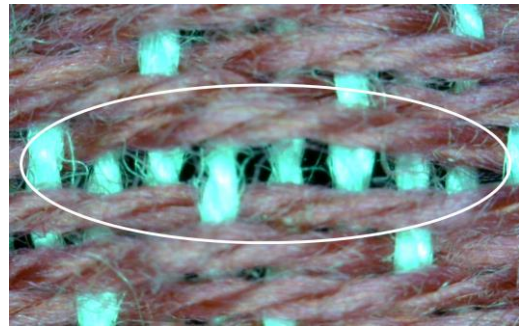
$S_1$  i  $S_2$  - gustoća osnove i potke na 10cm

#### 3.1.4 Analiza nastalih pogrešaka nakon zastoja

Nakon skidanja uzoraka sa stroja, odnosno u njihovom relaksiranom stanju pomoću Dino - lite mikroskopa pri uvećanju 65x promatrane su nastale pruge. Svaka pruga uslikana je Dino – lite mikroskopom i računalno analizirana uz pomoć za to namjenjenog softvera ImageJ. Prije mjerenja udaljenosti između dvije potke, u postavkama ImageJ programa bilo je potrebno postaviti kalibraciju na 1mm, kako bi mjerenje bilo što preciznije. Pomoću određenog alata u programu označena je udaljenost između dvije potke na mjestu gdje je zastoj stroja trajao 1 min, zatim na mjestu gdje stroj nije radio 5 min, a onda na mjestu gdje je zastoj trajao 10 min. Prema dobivenim vrijednostima određena je širina nastalih pruga.



a.



b.

**SI. 39.** Uzorak tkanine: a. minimalna udaljenost dvije potke, b. maksimalna udaljenost dvije potke



---

## 4. REZULTATI RADA I RASPRAVA

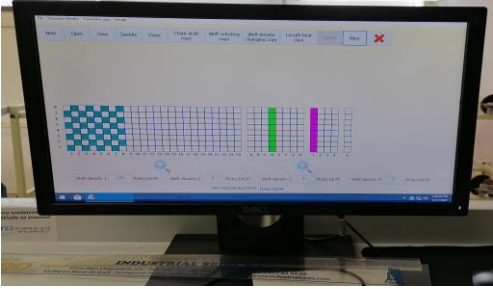
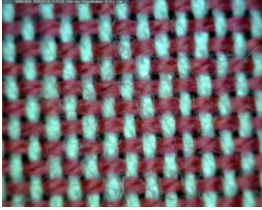
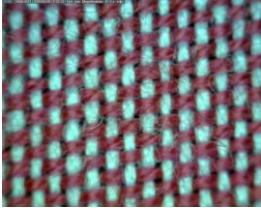

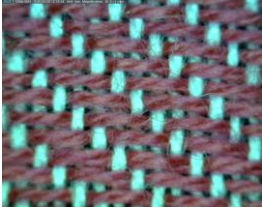
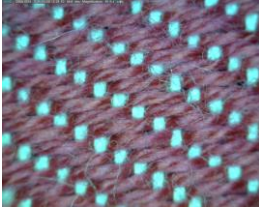
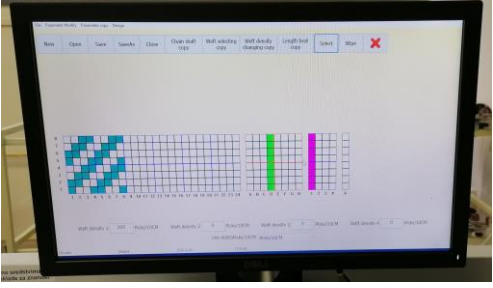
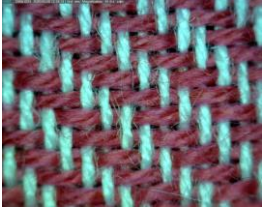
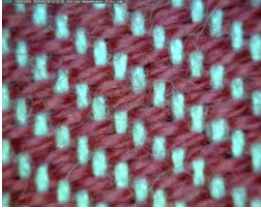
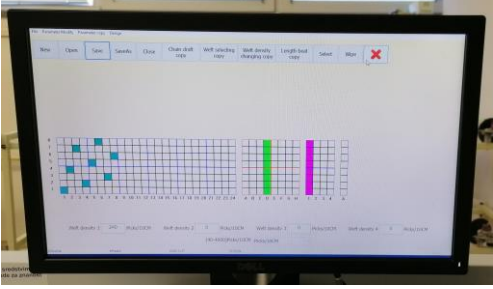
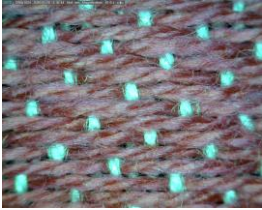
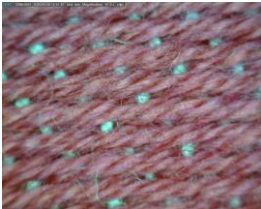
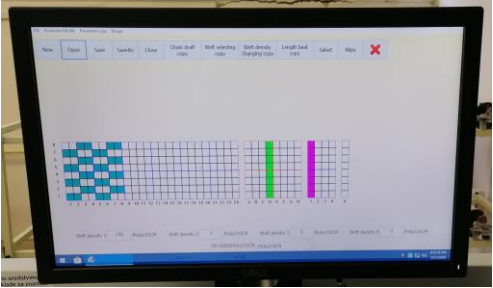
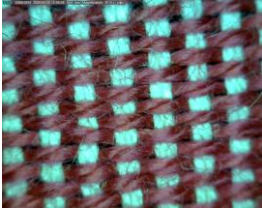
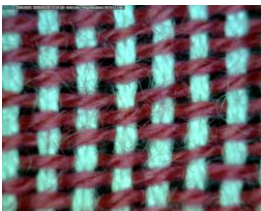
### 4.1 Uzorci za ispitivanje

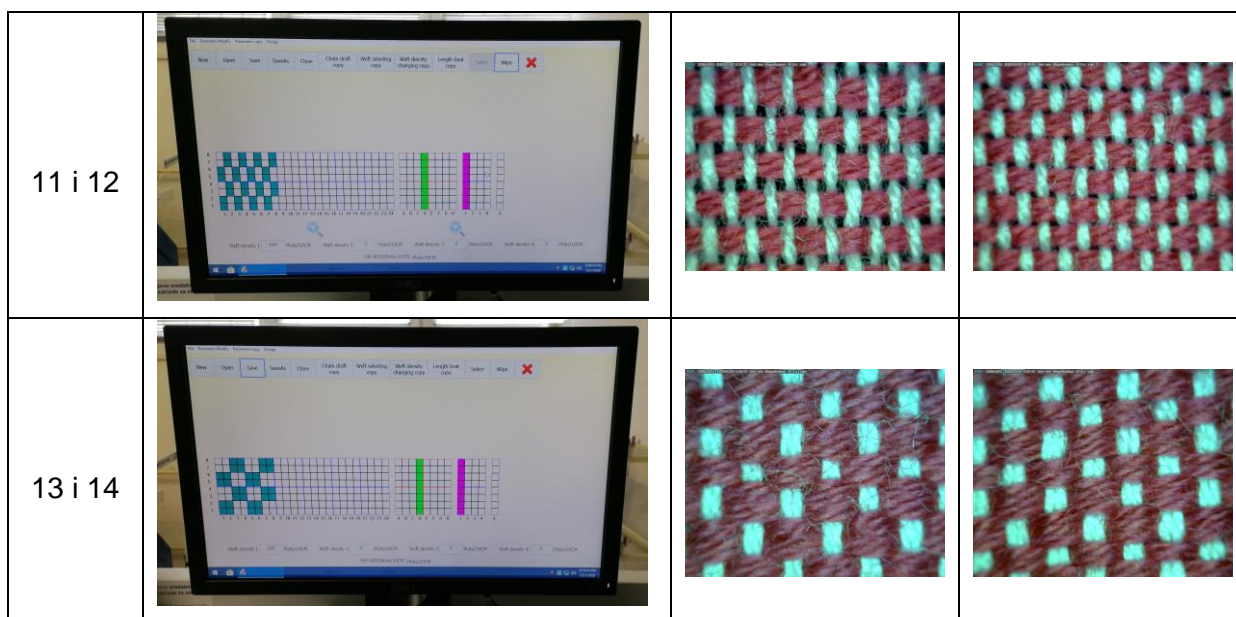
**Tab. 2:** Oznaka i vez uzoraka

Oznaka uzorka	Vez	Gustoća potke niti/cm
1	platno	17
2	platno	20
3	keper 1/3	18
4	keper 1/3	26
5	keper 2/2	18
6	keper 2/2	26
7	atlas 1/7 (3)	24
8	atlas 1/7 (3)	34
9	rips 1/1 (2+2)	17
10	rips 1/1 (2+2)	24
11	rips 2/2 (1+1)	18
12	rips 2/2 (1+1)	26
13	panama 2/2	22
14	panama 2/2	26

U tablici 2 navedeni su uzorci izrađeni na tkalačkom stroju s postavljenim gustoćama potke pomoću programa koji upravlja radom stroja. Postavljena gustoća osnove kod svih uzoraka je 15 niti/cm.

**Tab. 3:** Postavke računala za izradu uzoraka i izrađeni uzorci za ispitivanje

Oznaka uzorka	Zaslon računala, postavke uzorka	Uzorak gustoće 1 (Dino-lite mikroskop, uvećanje 65x)	Uzorak gustoće 2 (Dino-lite mikroskop, uvećanje 65x)
1 i 2			
3 i 4			
5 i 6			
7 i 8			
9 i 10			



## 4.2 Određivanje karakteristika pređe za tkanje

**Tab. 4:** Finoća pređe za potku

	<b>g</b>	<b>tex</b>
$\bar{X}$	<b>0,3984</b>	<b>39,8</b>
$\sigma$	<b>0,00</b>	<b>0,41</b>
<b>CV, %</b>	<b>1,10%</b>	<b>1,00%</b>

Finoća pređe za potku iznosi 39,8 tex sa koeficijentom varijacije 1 %, tj. finoća iznosi približno 40 tex.

Ispitana finoća pređe za osnovu iznosi 33,9 tex, što je približno 34 tex.

**Tab. 5:** Broj uvoja pređe za potku

	<b>Broj uvoja</b>
$\bar{X}$	<b>230,4</b>
$\sigma$	<b>3,14</b>
<b>CV, %</b>	<b>1,4%</b>

Broj uvoja pređe za potku iznosi 230,4 uv/m sa koeficijentom varijacije 1,4 %. Pređa je uvijena u S smjeru.

Ispitani broj uvoja pređe za osnovu iznosi 323,2 uv/m sa koeficijentom varijacije 4,4 %. Pređa je također uvijena u S smjeru.

### 4.3 Određivanje gustoće osnove i potke tkanine na stroju i u relaksiranom stanju

Tab. 6: Gustoća osnove i potke na stroju i u relaksiranom stanju (niti / cm)

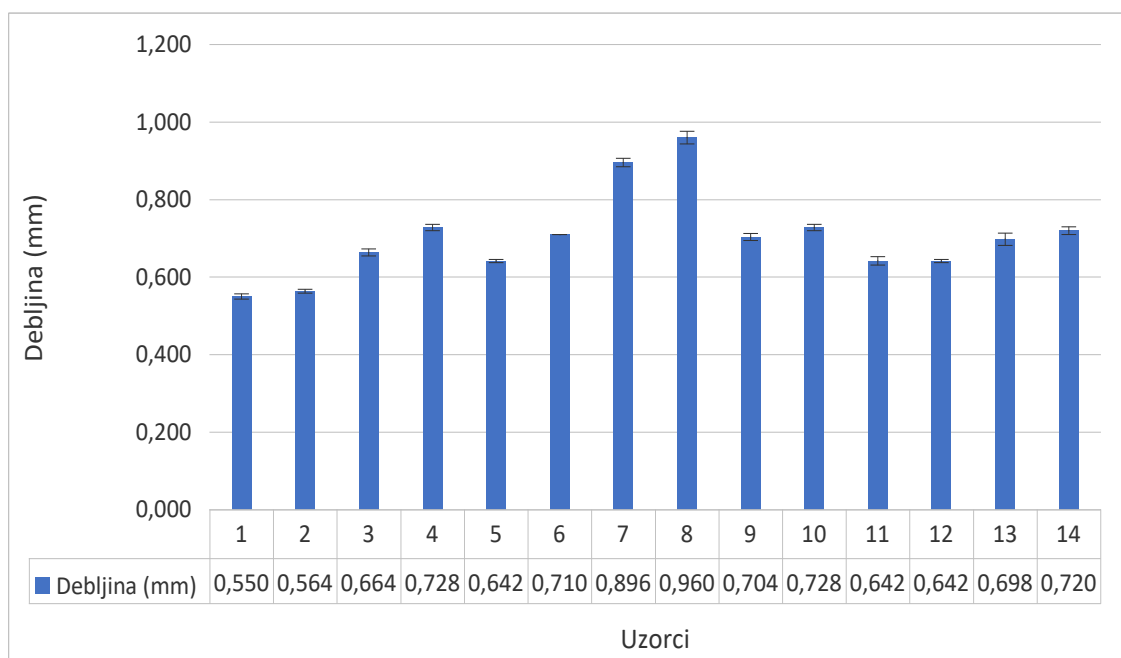
Uzorak	Na stroju		U relaksiranom stanju	
	Gustoća osnove (niti/cm)	Gustoća potke (niti/cm)	Gustoća osnove (niti/cm)	Gustoća potke (niti/cm)
Uzorak 1	18,0±0,00	16,0±0,00	18,0±0,00	16,2±0,40
Uzorak 2	18,0±0,00	18,4±0,49	18,0±0,00	19,8±0,40
Uzorak 3	18,0±0,00	17,2±0,40	18,0±0,00	17,6±0,49
Uzorak 4	18,0±0,00	24,0±0,00	18,0±0,00	25,2±0,75
Uzorak 5	18,0±0,00	17,0±0,63	18,0±0,00	17,6±0,49
Uzorak 6	18,0±0,00	23,6±0,49	18,0±0,00	24,0±0,00
Uzorak 7	18,0±0,00	21,8±0,40	18,0±0,00	23,6±0,49
Uzorak 8	18,0±0,00	34,0±0,00	18,0±0,00	33,8±0,40
Uzorak 9	18,0±0,00	16,0±0,00	18,0±0,00	15,6±0,49
Uzorak 10	18,0±0,00	21,6±0,49	18,0±0,00	23,0±0,89
Uzorak 11	18,0±0,00	16,8±0,98	18,0±0,00	18,0±0,00
Uzorak 12	18,0±0,00	23,6±0,80	18,0±0,00	25,6±0,49
Uzorak 13	18,0±0,00	20,4±0,80	18,0±0,00	21,2±0,98
Uzorak 14	18,0±0,00	23,6±0,80	18,0±0,00	23,6±0,80

Iz rezultata prikazanih u tablici 6 može se zaključiti da je gustoća osnove jednaka kod svih uzoraka tkanine te da iznosi 18 niti/cm. U usporedbi sa zadanom gustoćom koja iznosi 15 niti/cm radi uvoda po jedne niti u jednu uzubinu u brdu i finoće brda 15 uzubina/cm, može se primjetiti odstupanje u gustoći od 3 niti/cm tj. 16,6 %. Gustoća osnove jednolična je kod uzoraka na stroju, a i u relaksiranom stanju.

Gustoća potke varira u oba slučaja. Kod većine uzoraka veća je nakon opuštanja, odnosno u relaksiranom stanju nego što je bila na stroju. Razlog tome je skupljanje tkanine nakon skidanja sa stroja.

Kod uzorka 8 koji je otkan u atlas 1/7 (3) vezu i uzorka 9 otkanog u rips 1/1 (2+2) vezu gustoća potke u relaksiranom stanju je manja od gustoće na stroju. Najveća promjena u gustoći potke nastala je kod uzorka 12 koja je na stroju iznosila 23,6 niti/cm, a u relaksiranom stanju povećala se na 25,6 niti/cm što je razlika od 2 niti/cm. Kod uzorka 14 gustoća potkinih niti nakon relaksacije ostala je nepromjenjena, odnosno i na stroju i u relaksiranom stanju iznosi 23,6 niti/cm.

#### 4.4 Određivanje debljine uzoraka



SI.40. Grafički prikaz debljine uzoraka

Iz grafičkog prikaza se vidi kako gustoća niti utječe na debljinu, odnosno da uzorci otkani s većom gustoćom niti imaju i veću debljinu od uzoraka u istom vezu koji su otkani s manjom gustoćom niti. Najmanju debljinu imaju uzorci otkani u platno vezu

koji imaju maksimalno povezivanje niti, a najveću uzorci otkani u atlas vezu kod kojih je jedno provezivanje niti i flotiranje iznad četiri niti. Najmanja debljina iznosi 0,550 mm, a najveća 0,960 mm. Standardne devijacije kreću se u rasponu od 0,00mm do 0,016mm što ukazuje na malo rasipanje.

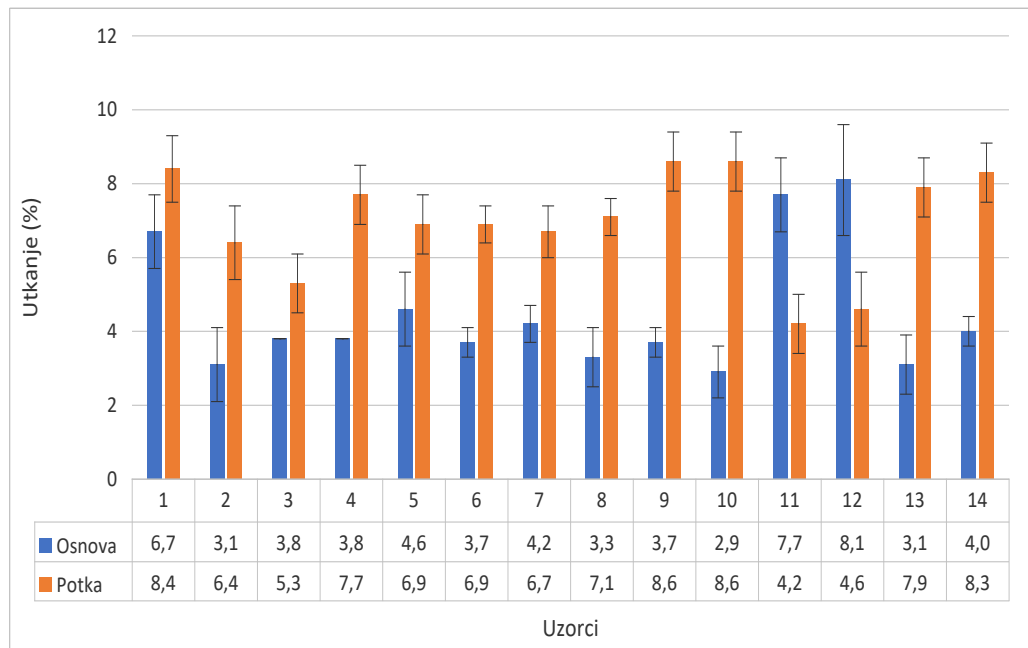
#### 4.5 Određivanje faktora tkanja / faktora čvrstoće (zbijenosti) tkanine

Tab. 7: Faktor tkanja i faktor čvrstoće (zbijenosti) tkanine prema Milašiusu

Vez	P1/1	K1/3	K2/2	A1/7	R1/1(2+2) (osnova)	R1/1(2+2) (potka)	R2/2(1+1) (osnova)	R2/2(1+1) (potka)	Pa2/2
P	1,000	1,333	1,265	1,789	1,309	1,000	1,000	1,309	1,359
φ, % (18/manja gp)	50,62	40,12	47,40	36,37	38,67	50,62	52,17	39,86	45,37
φ, % (18/veća gp)	55,20	48,82	58,07	45,12	46,57	60,95	64,39	49,19	50,31

Prema rezultatima iz tablice 7 može se zaključiti kako uzorci s manjim gustoćama imaju i manji faktor čvrstoće od uzoraka s većim gustoćama u istom vezu. Vidljivo je kako je faktor čvrstoće veći kod uzoraka otkanih u platno vezu, dok je minimalni faktor kod uzoraka u atlas vezu što je ujedno i u skladu sa teorijom s obzirom da oni imaju najveći broj flotiranja u odnosu na ostale uzorke.

## 4.6 Određivanje utkanja niti osnove i potke

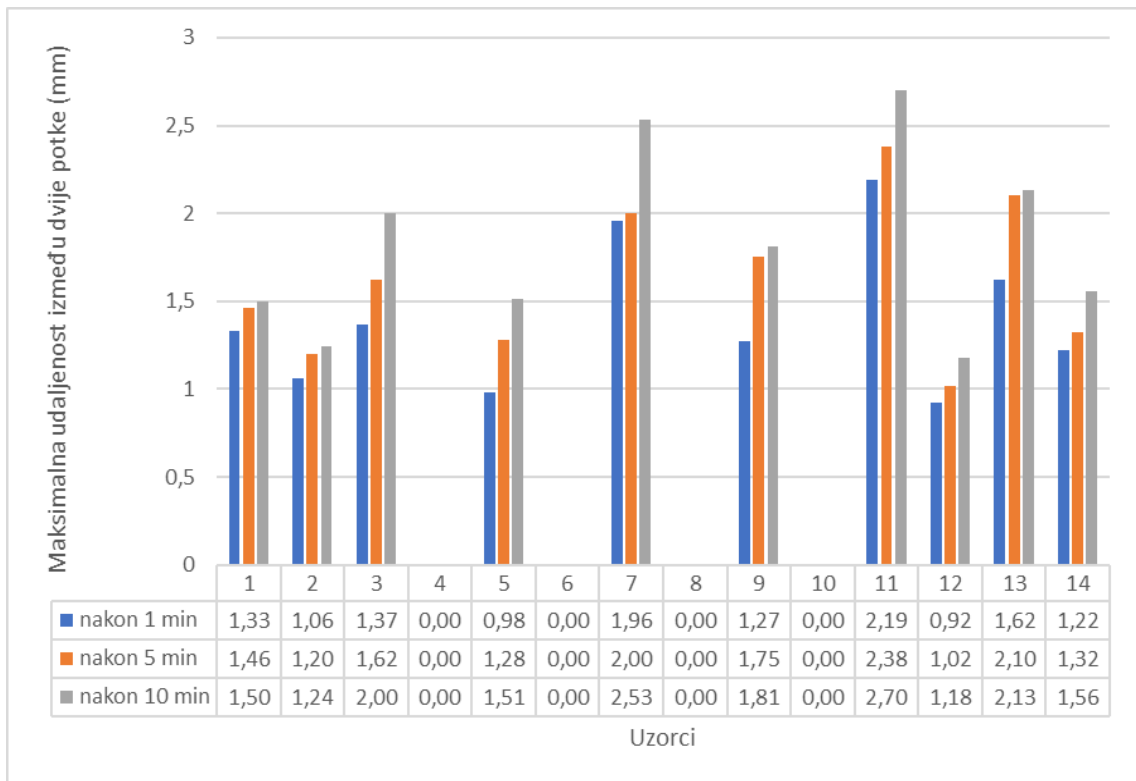


SI.41. Grafički prikaz utkanja niti osnove i potke

Kod uzoraka je vidljivo kako je utkanje po osnovi manje od utkanja po potki, a razlog tome je veća napetost osnovinih niti u procesu tkanja, osim kod uzoraka izrađenih u rips 2/2 (1+1) vezu kod kojeg je obrnuto, tj. utkanje osnove je veće od utkanja po potki što je zapravo u skladu s teorijom. Najveće utkanje po osnovi ima uzorak 12 u rips 2/2 (1+1) vezu, a ono iznosi 8,1 %. Uzorci 9 i 10 otkani u rips 1/1 (2+2) imaju najveće utkanje po potki, što iznosi 8,6 %.

## 4.7 Maksimalna udaljenost između dvije potke

Kako bi se utvrdio utjecaj zastoja stroja bilo je potrebno izmjeriti maksimalnu udaljenost između potki na mjestu gdje je stroj prisilno bio zaustavljen na određeno vrijeme. Slike koje su izrađene sa Dino - lite mikroskopom i na kojima se vide pruge nastale zbog zastoja stroja, analizirane su u ImageJ programu za obradu slika. Pomoću njega izmjerena je maksimalna udaljenost između dvije potke kako bi se što preciznije odredile širine nastalih pruga. Napravljeno je po jedno mjerenje na mjestu gdje je stroj bio zaustavljen 1min, 5min i 10 min, a podaci su grafički prikazani.



**SI.42.** Grafički prikaz maksimalne udaljenosti između niti

Iz grafičkog prikaza vidljivo je da se širina pruge s vremenom zastoja stroja povećava. Najvidljivije su kod uzorka otkanog u rips 2/2 (1+1) vezu kod kojeg širina pruge nakon 10 min iznosi 2,70mm, dok kod nekih uzoraka s većim gustoćama uopće nisu vidljive.



---

Iz dobivenih rezultata analize uzoraka tkanina na kojima su se prilikom procesa tkanja pojavile guste / rijetke pruge u smjeru potke radi zastoja stroja razvidno je da se povećavanjem vremena zastoja povećava i udaljenost između potkinih niti. Utjecaj na njihov nastanak ima i gustoća niti potke jer je kod svih uzoraka razmak između niti veći kod uzoraka s manjom gustoćom potke nego što je to slučaj kod uzoraka s većom gustoćom otkanih u istom vezu. Dakle, gustoća potke utječe na intenzitet guste / rijetke pruge pri čemu su pruge izraženije pri manjim gustoćama, a razlog tome je taj što kod manjeg broja niti potke u jedinici duljine one imaju veću mogućnost pomaka te lakše prokližu u „slobodno“ mjesto pod pritiskom brda.

Ako se usporede svi uzorci s manjim gustoćama potkinih niti različitih vezova, primjetno je da tkanina u platno vezu ima najmanje izražene pruge, a slijedi ju tkanina u rips 1/1 (2+2) vezu koji se ponaša vrlo slično kao platno zbog istog provezivanja niti u smjeru osnove. Razlog zbog kojeg pruge u platno vezu nisu jako vidljive je visok faktor čvrstoće (zbijenosti) kojeg platno vez ima zbog maksimalnog broja provezivanja niti u jedinici veza. Također je primjetno kako su kod uzoraka tkanina u atlas i rips 2/2 (1+1) vezu s manjim gustoćama potkinih niti nastale ekstremne razlike u razmacima između niti nakon određenog vremena zastoja.

Što se tiče uzoraka sa većom gustoćom potke vidljivo je da vezovi keper 1/3, keper 2/2 i atlas 1/7 koji imaju veći broj flotiranja nemaju izražene pruge. Mogući razlog tome je veći pokrivni faktor koji je kod ovakvih vezova u teoriji obično vrlo visok. Veća gustoća potkinih niti zajedno sa visokim pokrivnim faktorom rezultira time da flotirajuće niti prekriju eventualne praznine nastale u tkanini uslijed zastoja stroja. Suprotno tome, kod tkanina u platno, rips 2/2(1+1) i panama vezu kod kojih je faktor pokrivenosti manji, pruge su vidljivije. Ako se usporede nastale pruge u ta tri veza, vidljivo je da je pruga na tkanini u rips 2/2 (1+1) vezu neznatno uža od pruge u platno vezu, dok širina nastale pruge u panama vezu značajnije odstupa.

---

## 5. ZAKLJUČAK

Pogreške u tkanini umanjuju njezinu kvalitetu i takva tkanina djelomično se iskorištava u onu svrhu za koju je proizvedena. Zbog visokih zahtijeva u kvaliteti materijala, potrebno ih je odvojiti iz tkanine, što poskupljuje proizvodnju i često su uzrok u opadanju kvalitete, pa zbog toga sve više ih se uvrštava u neupotrebljiv, odnosno otpadni tekstil.

Većom kontrolom u procesu izrade tkanina i to od procesa pređenja do izrade gotovog tekstilnog proizvoda moguće je uveliko smanjiti pogreške na tkanini. Čišćenjem predene pređe s određenom učestalošću tankih, debelih i slabih mjesta moguće je dobiti jednoličniju i kvalitetniju pređu koja će uvjetovati i kvalitetu tkanine. Pogreške u tehnološkom procesu koje nastaju ljudskim ili strojnim radom od pređenja, pripreme pređe, tkanja i kemijske dorade utječu također na kvalitetu tkanine pa su važne kontrole materijala kroz sve faze prerade. Veći dio takvih pogrešaka nije moguće ispraviti i utječu na konačnu kvalitetu tkanine.

Analizom dobivenih rezultata provedene analize može se zaključiti sljedeće:

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

Najveći faktor čvrstoće (zbijenosti) ima platno vez, dok atlas koji ima najviše flotiranja ima najniži faktor. Rips se ne može opisati faktorom zbijenosti jer nema kvadratnu jedinicu veza pa se radi posebno za osnovu, a posebno za potku.

Rips 2/2 (1+1) vez ima veće utkanje po osnovi nego utkanje po potki, dok je kod svih ostalih vezova obrnuto zbog veće napetosti osnovinih niti prilikom procesa tkanja što nije u skladu s teorijom. To je posljedica Hamiltonovog pravila gdje se dvije jednakovežuće niti potke približavaju jedna drugoj toliko da zajedno imitiraju jednu nit dvostrukog promjera. Zbog toga se rips ponaša kao rijeđa tkanina i ima veći razmak između niti.

Pojava gustih / rijetkih pruga ovisi o vremenu zastoja stroja, vezu tkanine, debljini tkanine i gustoći niti.

Kod tkanina izrađenih u tri temeljna veza (platno, keper, atlas) zastoj stroja više utječe na one tkanine koje imaju manju gustoću niti, odnosno na takvim tkaninama pojavljuju se izražajnije i vidljivije pruge različitih širina. Kod uzoraka otkanih u izvedenicama platno veza (rips i panama) pojavljuju se pruge neovisno o gustoći tkanine. Razlog tome je taj što manje niti u jedinici duljine imaju veću slobodu kretanja

---

pod opterećenjem brda, dok su niti kod gušćih sustava zbijenije i ne mogu se lako pomicati.

Kako bi se smanjila učestalost i vidljivost pogrešaka u tkanini kao što je pojava gustih / rijetkih pruga bitno je na vrijeme otkloniti uzrok zbog kojeg je prekinut rad stroja.

---

## 6. LITERATURA

- [1] Peacock, J.: The Complete Fashion Sourcebook, Thames & Hudson Ltd, London 2005, ISBN-13: 978-0-500-51276-0; ISBN-10: 0-500-51276-0
- [2] Rothstein, N.: 400 Years of Fashion, V & A Publishing, London 2010, ISBN 978 1 85177 3015
- [3] Harriet, W.: Decades of Fashion, Könemann, 2004., ISBN 3-8331-1215-8, pp 412-413
- [4] Grau, F.M.: Povijest odijevanja, Naklada Jesenski i Turk, Zagreb, 2008, pp 110
- [5] Kovačević, S., Franulić Šarić, D.: The Influence of Weave and Shed Geometry on Tension and Deformation of Warp Threads, "1st International Textile, Clothing & Design Conference - Magic World of Textiles", Magic World of Textiles, Dragčević Z. (ur.), Zagreb, Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, 2002. 199-204.
- [6] Schwarz, I., Šabarić I., Kovačević, S., Vinković, M.: Traditional Slavonian Folk Costume in Contemporary Fashion Trends and in Haute Couture, Book of Proceedings of the 4th International Textile, Clothing & Design Conference - Magic World of Textiles, Dragčević, Z. (ur.), Zagreb: Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, Zagreb, Croatia, 2008, 1012-1017.
- [7] Kovačević S., Dimitrovski K., Hađina J.: Procesi tkanja, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet, Zagreb, 2008.
- [8] Šabarić, I., Brnada, S., Kovačević, S.: Designer solutions of weft distortion in striped fabrics, book of proceedings, of the 5th International Textile, Clothing & Design Conference, Dragčević, Z. (ur.), Zagreb, Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, Zagreb, Croatia, 2010, 896-900.
- [9] Jemo, D., Kovačević, S.: Textile technological analysis of the old fabric of large and complex patterns, Tekstil, 60, 2011, 5, 265-270.
- [10] Šabarić, I., Kovačević, S., Brnada, S.: Analyses of Work Study in Dawing-in in Warp Preparation of Weaving Process, Ergonomics 2013., Mijović, B. (ur.) Zagreb, 2013, 133-138.
- [11] Vrljićak Z.: Pletiva, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno – tehnološki fakultet, Zagreb. 2019.
- [12] Kovačević S.: Ručno tkanje, Prometej, Zagreb, 2003.
- [13] Kovačević S., Schwarz I., Brnada S. : Tehničke tkanine, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2020.
- [14] Čunko R.: Ispitivanje tekstila, Teh. Fak., Zagreb, 1989., str. 142–145.

- 
- [15] Orders from Turkish Customer for Picanol Have Been During 1st Half of 2018 on Record Level; <https://www.etextilemagazine.com/en/orders-from-turkish-customers-for-picanol-have-been-during-1st-half-of-2018-on-record-level.html>, od 17.09.2020.
- [16] Castelli G., Maietta S., Sigrisi G., Slaviero I.M.: Weaving, Milano, 2000.
- [17] <http://www.sinotextilemachinery.com/textile-machinery-parts/common-replacement-parts/drop-wire.html>, od 24.09.2020.
- [18] <http://www.sinotextilemachinery.com/textile-machinery-parts/common-replacement-parts/warp-stop-motion.html>, od 24.09.2020
- [19] A guide of defects in fabrics; <https://www.slideshare.net/azhartip1/fabric-faults-81244352>, od 18.08.2020.
- [20] Cottonworks, Defects Glossary; <https://www.cottonworks.com/resources/defects-glossary/>, od 18.08.2020
- [21] 20 Woven Fabric Defects with Pictures; <http://www.garmentsmerchandising.com/20-woven-fabric-defects-with-pictures/>, od 18.08.2020.
- [22] Katalog pogrešaka, interni dokument tt Varteks d.d.
- [23] <https://www.cottoninc.com/wp-content/uploads/2017/12/TRI-1002-Barre.pdf>
- [24] Islam S.A.: Features identifications od Set Marks in Weaving, Ontario, 2001.
- [25] Kabir R.B., Rahman S: Effect of Various Parameters on Starting Mark in Woven Fabric, International Journal of Textile Science 2013, 2(3): 41-48 str.
- [26] Stop Marks, Starting Marks and Setting Shed in Weaving, <https://textilelearner.blogspot.com/2018/09/stop-marks-starting-marks-setting-shed.html>, od 15.09.2020.
- [27] Islam S.A.: Prevention of Set Marks in Weaving, Ontario, 2000.
- [28] Ayala A.L., Govindaraj M. : Detecting and Quantifying Set Marks on Woven Fabric, Philadelphia University, School of Textiles and Materials Technology, Philadelphia, 2001.
- [29] <https://www.distrelec.de/en/digital-microscope-640-480-10x-70x-200x-60-usb-dino-lite-am3713tb/p/18017414>, od 24.09.2020.
- [30] Stepanović J., Janjić S.: Mehaničke tekstilne tehnologije, Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, Banja Luka, 2015.
- [31] HRN EN ISO 2060:2008 Tekstilije - Pređa s namotka - Određivanje duljinske mase (mase po jedinici duljine) metodom vitice
- [32] HRN EN ISO 2061:2015 Tekstil - Određivanje uvojitosti pređa - Metoda izravnog brojenja

- 
- [33] HRN EN 1049-2:2003 Tekstil – Tkanine – Konstrukcija – Metode analize –  
2.dio: Određivanje broja niti na jedinici duljine
- [34] HRN EN ISO 5084:2003 Tekstil – Određivanje debljine tekstila i tekstilnih  
proizvoda