

## Nejednolikosti aerodinamičke pređe u usporedbi s prstenastom i rotorskom pređom od mikromodalnih vlakana

Prof.dr.sc. **Zenun Skenderi**, dipl.ing.

Doc.dr.sc. **Dragana Kopitar**, dipl.ing.

Prof.dr.sc. **Zlatko Vrljićak**, dipl.ing.

**Goran Iveković**, dipl.ing.<sup>1</sup>

Sveučilite u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Zavod za projektiranje i menadžment tekstila, Zagreb

<sup>1</sup>Predionica d.o.o., Klanjec

e-mail: zenun.skenderi@ttf.hr

Prispjelo 20.11.2017.

UDK 677.017.314/.32:677.022

Izvorni znanstveni rad

*Uspoređeni su parametri nejednolikosti (ukupna nejednolikost, nejednolikosti na različitim mjernim dužinama 1, 3 i 10 m dužine mjerenja dlakavosti) aerodinamičke predene pređe od mikromodalnih vlakana ispredene na aerodinamičkoj predilici J20 s parametrima nejednolikosti rotorske i konvencionalne prstenaste predene pređe od istih vlakana. Kako bi se smanjio broj ulaznih utjecajnih parametara na parametre nejednolikosti, uspoređivanje je provedeno na pređama jednakih namjena (pletenje) te jednakih finoća od 20 tex (Nm 50). Pod pretpostavkom da distribucija mase u pređama slijedi normalnu (Gausovu) krivulju proveden je t-test za nejednolikost pređa. Pokazalo se da je ukupna nejednolikost aerodinamičke pređe manja od nejednolikosti rotorske, a veća od nejednolikosti konvencionalne prstenaste pređe, dok je na većim mjernim dužinama (1 m, 3 m i 10 m) manja od obiju pređa, rotorske i prstenaste pređe. Broj tankih mjesta aerodinamičke pređe na osjetljivosti mjerenja -30 % je veći od broja ovih grašaka na prstenastoj pređi 9,2 puta, dok je u odnosu na rotorsku pređu manji za 4,2 %. Aerodinamička pređa na razini osjetljivosti +50 % ima najmanji broj debelih mjesta. U pogledu dlakavosti, aerodinamička pređa je razmjerno bolje kvalitete.*

**Ključne riječi:** aerodinamička pređa, nejednolikost, greške, dlakavost, mikromodalna vlakna

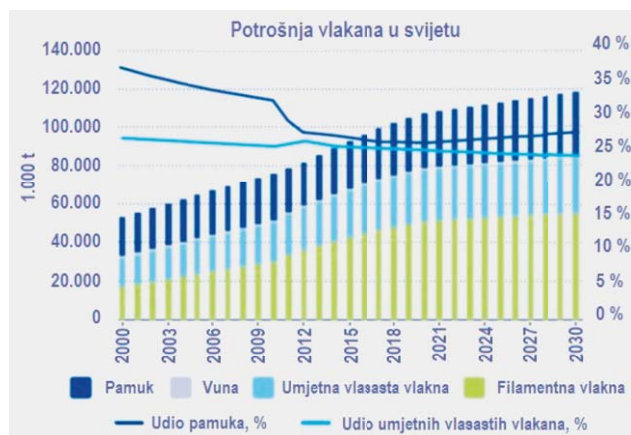
### 1. Uvod

Od oko 46 mil. t. predene pređe, odnosno pređe koja se godišnje proizvede iz vlakana kratkog vlaska, 27 mil. t. se dobiva prstenastim postupkom, 15 mil. t. rotorskim, 3 mil. t. kompresijskim ili kompaktnim postupkom pređenja, a 1 mil. t. aerodinamičkim postupkom pređenja [1]. S obzirom na postupak izrade pređenih pređa,

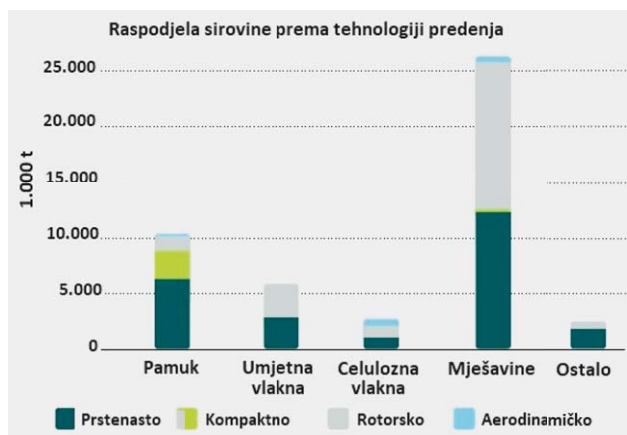
oko 20 % pređa se dobiva postupkom češljanja, a veći dio se dobiva postupkom grebenanja. Nadalje, više od 60 % svih kompaktnih pređa i oko 30 % svih prstenastih dobiva se postupkom češljanja vlaska. Rotorska pređa je grebenana, dok je oko 25 % aerodinamičkih pređa češljano. Do 2030. godine predviđa se stabilizacija potrošnje umjetnih vlasastih vlakana

(uključujući regenerirana celulozna vlakna) na oko 25 %, a pamuka na oko 28 % (sl.1).

Prema postupku pređenja, danas je najdominantnije najfleksibilnije prstenasto pređenje, slijedi ga rotorsko pređenje, a najmanji udio ima aerodinamičko pređenje, koje se koristi uglavnom za mješavine prirodnih s umjetnim vlaknima (i mješavine s



Sl.1 Potrošnja i prognoza potrošnje vlakana u svijetu do 2030. god [1]

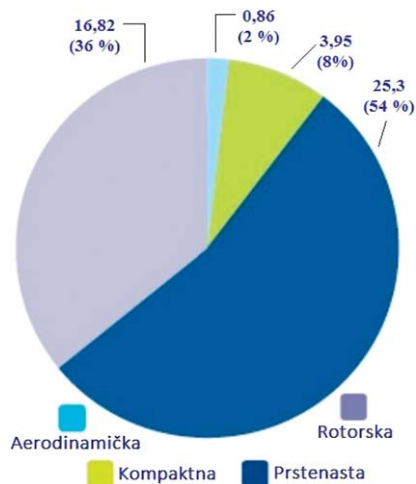


Sl.2 Potrošnje različitih vrsta vlasastih vlakana prema tehnologijama pređenja [1]

regeneriranim celuloznim vlaknima), sl.2.

Posljednji podaci za 2016. god. pokazuju da od 47 mil. t. pređa ispedenih od vlakana kratkog vlakna, 25 mil. t je prstenasta (54 %), 17 mil. t. je rotorska (36 %), 4 mil. t. je kompaktna i 1 mil. t. (2 %) je aerodinamička pređa, sl.3. [2]

Celulozna vlakna, pamuk i regenerirana celulozna vlakna, danas su dominantna vlakna za izradu odjevnih predmeta. Vlakna od regenerirane celuloze zbog nekih poboljšanih svojstava u odnosu na pamuk, veće higroskopnosti, ugodnog osjećaja kod nošenja i dr. imaju značajno mjesto u proizvodnji odjevnih predmeta koji se nose neposredno do kože. Dok se prirodna celulozna vlakna čiste



Sl.3 Potrošnja i udio prema tehnologijama pređenja pređa od vlakana kratkog vlakna [2]

kako bi se uklonili necelulozni spojevi i poboljšala određena svojstva (hidrofilnost, apsorptivnost, bjelina i sl.), kod regeneriranih celuloznih vlakana (viskozni, modalni, bakarni i liocelni) u proizvodnim procesima nastaju vlakna od čiste celuloze, ali nešto različite strukture i svojstva [3]. S komercijalnog aspekta, značajni tipovi regeneriranih celuloznih vlakana su: viskozna vlakna, oznake CV (Viscose ili Rayon), viskozna vlakna visokog mokrog modula (HWM) trgovačkog naziva Modal i liocelna vlakna oznake CLY (npr. Tencel). Modalna vlakna (CMD) dobivaju se viskoznom postupkom ispredanja iz otopine iz kvalitetnije drvene celuloze, većeg su stupnja polimerizacije i uređenije strukture u usporedbi sa standardnim viskoznom vlaknima [4].

Celulozna vlakna međusobno se razlikuju pa je tako nadmolekulska struktura modalnih vlakana različita u odnosu na ostala celulozna vlakna. Fizikalne karakteristike mikrofibrila i njihovo uređenje utječu na svojstva vlakana, pređe te plošnog proizvoda. Važni podaci strukture i svojstava modalnih i pamučnih vlakana prikazana su u tab.1 [5, 6].

Po definiciji BISFA-e (Bureau International pour la Standardisation des Fibres Artificielles, International Bureau for the Standardization of Man-made Fibers) celulozna vlakna koja ispunjavaju dva uvjeta, visoke prekidne sile u kondicioniranom stanju ( $BF_c$ , cN) te visokog modula u mo-

Tab.1 Glavni fizikalni parametri modalnih i pamučnih vlakana [5, 6]

Svojstvo	Modal	Pamuk
Čvrstoća (kond), cN/tex	35	24-28
Istezanje (kond), %	13	7-9
Čvrstoća (u mokrom stanju), cN/tex	20	25-35
Rel. čvrstoća (u mokrom stanju), %	57	105
Čvrstoća u čvoru, cN/tex	8	20-26
BISFA modul	6	10
Stupanj fibrilizacije	1	2
Repriza, %	11	8
Stupanj polimerizacije (DP)	640	3000
Porast volumena u vodi, %	63	35
Stupanj kristaliničnosti	0,39	0,78
Širina kristalita, nm	4,1	4,3
Dužina kristalita, nm	16	40-90

krom stanju - potrebne sile kod istezanja od 5 % ( $F_w$ , cN) su modalna vlakna [7]:

$$BF_c \geq 1,3\sqrt{LD} + 2LD \quad (1)$$

$$F_w \geq 0,5\sqrt{LD} \quad (2)$$

gdje je  $LD$  (linear density) finoća tj. duljinska masa vlakna (dtex).

Prva modalna vlakna proizvela je austrijska tvrtka Lenzing AG. Apсорbiraju i do 50 % više vlage od pamuka. Osnovna razlika u odnosu na

viskozna vlakna je veća čvrstoća u mokrom stanju i visoka mekoća. Često ih se naziva vlaknima „mekim kao perje“ i „najmekšim vlaknima na svijetu“ [8].

Zbog tih svojstava, pogodnija su za pranje i ugodnija (mekana) za nošenje uz relativno visoku čvrstoću [9]. Izvrsno se bojadišu, imaju visok sjaj i posebno su mekana i ugodna za kožu. U mješavinama sa drugim vlaknima značajno poboljšavaju mekoću plošnih proizvoda i povećavaju ukupnu udobnost [10].

Za određenu finoću pređe npr. 20 tex (Nm 50), finoća vlakana definira broj vlakana u poprečnom presjeku pređe. Vlakna čija je finoća u rasponu od 0,1 do 1,0 dtex nazivaju se mikrovlakna [11]. Zbog visoke finoće mikromodalnih vlakana, pređe mogu biti finije, a plošni proizvodi laganiji. Proizvodi, pleteni od pređa od mikrovlakana su mekaniji u dodiru s kožom, prozračniji, imaju bolji pad, a dobre su izdržljivosti. Pređe od modalnih i mikromodalnih vlakana najčešće se koriste za izradu pletiva za odjevne predmete koji priliježu uz kožu.

Nadalje, strukturu i svojstva proizvoda izrađenih od mikromodalnih vlakana određuje i tehnika pređenja tj. stroj na kojem se iz pramena odnosno predpređe oblikuje pređa. S obzirom na tehnike pređenja, svaka od današnjih komercijalno prisutnih tehnika pređenja (prstenasto, rotorsko i aerodinamičko) je bitno različita.

Mali je broj publiciranih radova koji obrađuju zasebno pređe od modalnih i mikromodalnih vlakana proizvedenih različitim tehnikama pređenja. Radovi uglavnom obrađuju više tipova pređe, ali ne i mikromodalnih vlakana.

Röder Th. i sur. su uspoređivali svojstva viskoznih, modalnih i liocelnih vlakna u ovosnosti o uvjetima ispređanja (taložne kupelji, procesa ispređanja, naknadnih obrada) te zaključuju mogućnost dobivanja vlakana velikih razlika u svojstvima (čvrstoće, istezljivosti i modula) [12].

Mehanička svojstva pređa od mikromodalnih vlakana finoće 1 dtex (0,9

den), dužine vlaska 38 mm odn. 40 mm, ispređenih na prstenastoj predilici s kompaktnim uređajem te aerodinamičkoj (air-vortex) predilici istraživali su Kim H.A i Kim S.J. [13]. Oni pored ostalog, zaključuju da su čvrstoća i prekidno istezanje aerodinamičke pređe manji od kompaktne i klasične prstenaste pređe.

Erdumlu N. i sur. istraživali su svojstva aerodinamičke (vortex), prstenaste i rotorske pređe različitih finoća ispređenih od različitih vrsta vlakana (pamuk, viskoza, i mješavina pamuk/modal 50/50) te su zaključili da aerodinamička pređa ima bolju otpornost na piling u odnosu na prstenastu i rotorsku pređu, dok viskozna aerodinamička pređa ima bolje rezultate čvrstoće (posebno kod grubljih pređa) i dlakavosti [14].

Neki istraživači su proučavali migraciju vlakana aerodinamičkih pređa [15], viskoelastična svojstva aerodinamičkih i rotorskih pređa [16], strukturu aerodinamičke pređe od mješavine PET/pamuk [17] te vlačna svojstva aerodinačke pređe [18].

Nejednolikost mase pređe, koja je predmet ovog istraživanja, je direktno povezana s vrstom vlakana i njegovim fizikalno-mehaničkim parametrima. Ona se danas određuje dvjema metodama, kapacitivnom i optičkom. Češće se koristi kapacitivna metoda. Tipični parametri nejednolikosti pređe su ukupna nejednolikost, greške na pređi i dlakavost pređe. Osim navedenih ispitivanja, istražuju se i periodične greške pomoću spektrograma. Tako se na uređajima serije Uster Tester tvrtke Uster Technologies mogu odrediti sljedeći parametri kvalitete pređa:

- Ukupna nejednolikost, izražena koeficijentom (CVm) ili linearna nejednolikost U (%).
- Broj grešaka na određenoj dužini pređe (1000 m) definiranih kao tanka mjesta, debela mjesta i čvorići (zapatljanja) na različitim osjetljivostima mjerenja: za tanka mjesta: -30%, -40%, -50% i -60%, za debela mjesta: +35%, +50%,

+70%, +100%, +140%, +200% i +280% te za čvoriće: +140%, +200%, +280% i +400%.

- Dlakavost pređe H.
- Spektrogram, za definiranje periodičkih grešaka.

Nejednolikost mase pređe izražena koeficijentom varijacije CV u %, odn. linearnom nejednolikošću U u % određuju se sljedećim jednadžbama:

$$CV = \frac{100}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (x_i - \bar{x})^2 dt} \quad (3)$$

$$U = \frac{100}{\bar{x} \circ T} \int_0^T |x_i - \bar{x}| dT \quad (4)$$

gdje je  $x_i$  trenutna vrijednost mase,  $\bar{x}$  srednja vrijednost mase i  $T$  vrijeme ispitivanja.

Više istraživača se bavilo istraživanjima svojstava nejednolikosti predenih pređa, odnosno pređa od vlaska. Tako su Carvalho V. i sur. [19] u svom radu predstavili automatizirani sustav karakterizacije pređe temeljen na kapacitivnom senzoru za mjerenje nejednolikosti pređe, kao i optički senzor za analizu dlakavosti pređe. Dlakavost pređa proučavalo je više istraživača Barela A. [20], Yilmaz D. i Usal M. R [21] i Haleem N. i Wang X. [22].

Neki od istraživača bavili su se i procjenama različitih svojstava predenih pređa. Tako su Üreyen M.E. i Gürkan P. [23,24] procjenjivali vlačna svojstva, dlakavost i nejednolikost predenih prstenastih pređa korištenjem umjetnih neuronskih mreža. Nurwaha D. i Wang X. H. [25] procjenjivali su pak čvrstoću rotorske predene pređe ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) metodom.

Nejednolikost pređe u širem smislu obuhvaća ukupnu nejednolikost, greške na pređi te periodičke greške koje se identificiraju spektrogramima. Greške na pređi u smislu pojavnosti mogu imati slučajni karakter. Budući da rezultati nejednolikosti različitih tipova predenih pređa ispređenih od 100 % mikromodalnih vlakana nisu dovoljno istražena, u ovom radu je predmet istraživanja ukupna

nejednolikost, broj tankih mjesta, broj debelih (zadebljanih) mjesta, čvorići i dlakavost pređa dobivenih aerodinamičkim postupkom pređenja te njihova usporedba s jednakim predama dobivenih prstenastim i rotorskim pređenjem.

## 2. Eksperimentalni dio

Od mikromodalnih vlakana prosječne dužine vlaska 39 mm i finoće 1 dtex ispredene su aerodinamičke, rotorske i prstenaste pređe finoće 20 tex (Nm 50) namijenjene za pletenje.

Postupci izrade pređa čine sljedeće tehnološke faze:

- a) Prstenasta pređa: priprema vlakana (otvaranje i miješanje te grebenanje), priprema za pređenje (istezanje i pretpređenje) te prstenasto

pređenje i prematanje (predilica Zinser 351, stroj za prematanje Schlafhorst X5)

- b) Rotorska pređa: priprema vlakana (otvaranje i miješanje te grebenanje), priprema za pređenje (istezanje) i rotorsko pređenje (rotorska predilica Schlafhorst A8).

- c) Aerodinamička pređa: priprema vlakana (otvaranje i miješanje te grebenanje), priprema za pređenje (istezanje) i aerodinamičko pređenje (predilica Rieter J20).

Određeni su sljedeći parametri pređa: finoća – prema normi HRN EN ISO 2060:2008 [26], uvojitost– prema normi HRN EN ISO 2061:2015 [27], nejednolikost, broj grešaka i dlakavost prema normi ASTM D1425/D1425M-14 [28] te vlačna svojstva prema normi HRN EN ISO 2062:2010 [29]. Finoća i uvojitost su

određeni na 10 križnih namotaka, s time da je uvojitost određena samo na prstenastoj pređi, dok na rotorskoj i aerodinamičkoj pređi uvojitost nije određena prema navedenoj metodi zbog neprikladnosti metode, već je očitana iz tehničko-tehnoloških parametara stroja.

Nejednolikost, broj grešaka na pređi i dlakavost mjereni su na 1000 m pređe sa svakog od 10 križnih namotaka dok su vlačna svojstva određena provođenjem 100 mjerenja, također sa svakog od namotka.

## 3. Rezultati i rasprava

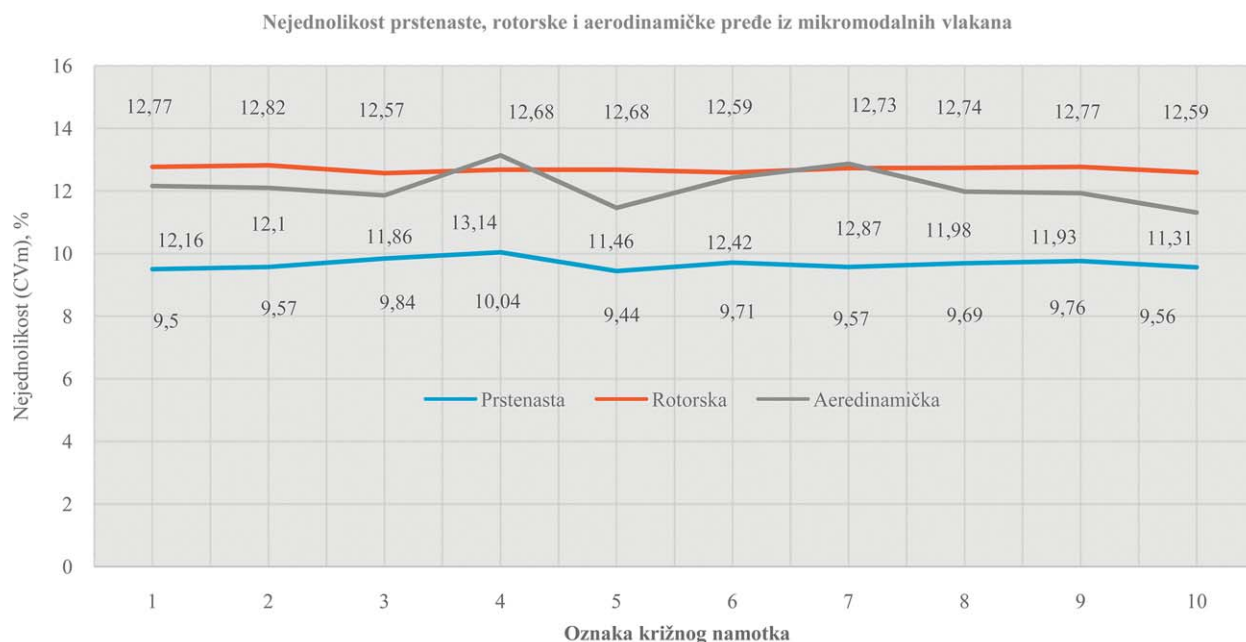
Temeljni fizikalno-mehanički parametri aerodinamičke, rotorske i prstenaste i pređe od mikromodalnih vlakana dani su u tab.2. Rezultati rotorske i prstenaste pređe [30] su u ovom

Tab.2 Parametri kvalitete aerodinamičke, prstenaste i rotorske pređe od mikromodalnih vlakana

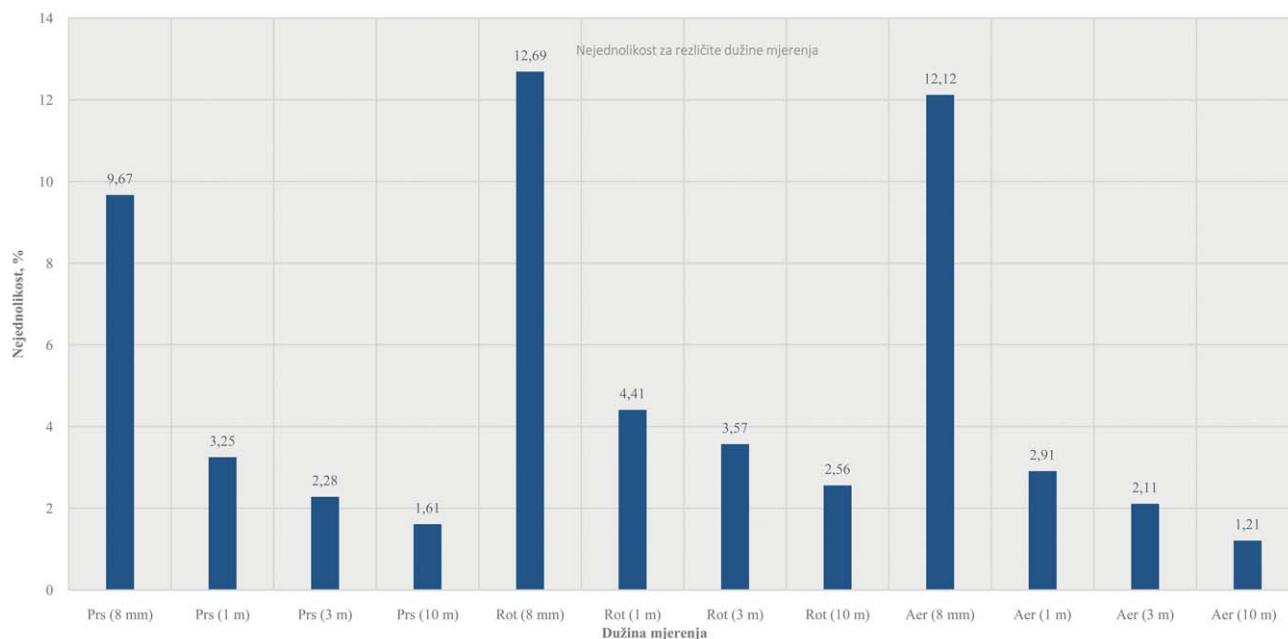
Parametar kvalitete pređe	Aerodinamička	Rotorska	Prstenasta
Finoća (tex); s (tex); CV (%)	20,15; 0,23; 0,46	20,12; 0,169; 0,84	20,04; 0,204; 1,02
Broj vlakana u poprečnom presjeku (Finoća pređe/Finoća vlakana)	201,5	201,2	200,4
Uvojitost (m <sup>-1</sup> ); s (m <sup>-1</sup> ); CV (%)	Tlak zraka 0,6 MPa (6 bara)	750	734; 16,882; 2,3
Dlakavost H indeks; s; CV (%)	3,56; 0,24; 6,8	4,08; 0,069; 1,7	5,28; 0,211; 4,0
Čvrstoća (cN/tex), s (cN/tex); CV (%)	20,55; 1,51; 7,37	15,86; 1,356; 8,55	24,09; 1,549; 6,43
Istezanje (%); s (%); CV (%)	9,01; 0,63; 7,02	8,00; 0,634; 7,92	10,30; 0,543; 5,27
Rad (N x cm); s (N x cm); CV (%)	10,78; 1,30; 12,10	7,70; 1,078; 14,0	14,26; 1,410; 9,89

Tab.3 Nejednolikost pređe u ovisnosti o dužini mjerenja

Broj nam	Aerodinamička				Rotorska				Prstenasta			
	CVm	CV, 1m	CV, 3m	CV, 10m	CVm	CV, 1m	CV, 3m	CV, 10m	CVm	CV, 1m	CV, 3m	CV, 10m
1	12,16	2,93	2,21	1,32	12,77	4,6	3,78	2,57	9,5	3,43	2,47	1,61
2	12,1	2,81	2,02	1,11	12,82	4,66	3,78	2,53	9,57	3,03	2,18	1,53
3	11,86	2,88	2,11	1,11	12,57	4,34	3,49	2,68	9,84	3,32	2,32	1,62
4	13,14	2,91	2,11	1,31	12,68	4,4	3,57	2,51	10,04	3,15	2,17	1,54
5	11,46	2,76	1,92	1,15	12,68	4,45	3,57	2,5	9,44	3,43	2,53	1,96
6	12,42	2,98	2,16	1,24	12,59	4,25	3,4	2,38	9,71	3,31	2,21	1,62
7	12,87	3,1	2,31	1,36	12,73	4,47	3,62	2,6	9,57	3,18	2,16	1,48
8	11,98	2,98	2,22	1,22	12,74	4,4	3,58	2,62	9,69	3,28	2,27	1,61
9	11,93	2,8	1,99	1,05	12,77	4,58	3,73	2,78	9,76	3,23	2,2	1,47
10	11,31	2,93	2,06	1,19	12,59	3,97	3,14	2,43	9,56	3,17	2,33	1,7
Sr. vrij.	12,12	2,91	2,11	1,21	12,69	4,41	3,57	2,56	9,67	3,25	2,28	1,61
STDEV.S	0,569	0,101	0,118	0,103	0,087	0,199	0,193	0,117	0,18	0,13	0,13	0,14
VAR.S	0,323	0,010	0,014	0,011	0,008	0,040	0,037	0,014	0,032	0,016	0,017	0,020
CV	4,69	3,47	5,59	8,52	0,686	4,51	5,41	4,59	1,96	3,89	5,66	8,72



Sl.4 Nejednolikost (CVm) prstenaste, rotorske i aerodinamičke pređe od mikromodalnih vlakana kod dužine mjerenja od 8 mm



Sl. 5 Nejednolikost prstenaste, rotorske i aerodinamičke pređe od mikromodalnih vlakana od 10 križnih namotaka za različite dužine mjerenja

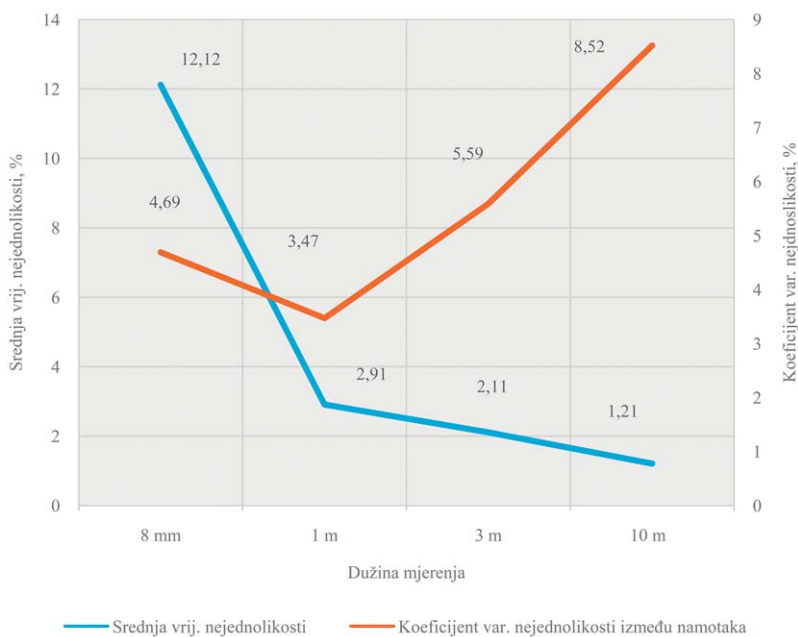
radu detaljnije analizirani, grafički prikazani i posebno detaljno uspoređeni s aerodinamičkom pređom.

### 3.1. Nejednolikost mase pređe

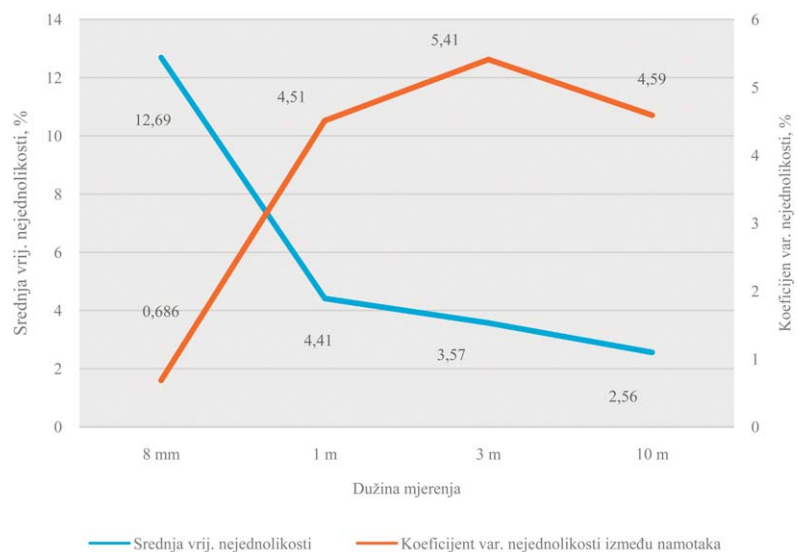
Rezultati nejednolikosti mase uzorka različitih dužina mjerenja (eng. cut length) od 8 mm, 1 m, 3 m i 10 m aerodinamičke, rotorske i prstenaste pređe od mikromodalnih vlakana

dani su u tab.3 i prikazani na sl.4, 5, 6, 7 i 8. Budući da se u predionicama vlakana kratkog vlaska najčešće koriste vrijednosti nejednolikosti pređe tzv. ukupna nejednolikost (CVm) mjerene na dužini mjerenja od 8 mm, na sl.4 zasebno su prikazane ove vrijednosti. Ukupna nejednolikost CVm aerodinamičke pređe (12,12 %) je manja od nejednolikosti rotorske pre-

đe (12,69 %) a veća od prstenaste pređe (9,67 %), dok je na većim dužinama mjerenja (1 m, 3 m i 10 m) manja od obiju pređa, rotorske i prstenaste pređe (tab.3, sl.4 i 5). Ukupna nejednolikosti aerodinamičke pređe u odnosu na prstenastu je veća za 25,3 % dok je u odnosu na rotorsku pređu manja za 4,5 %. Uzrok veće nejednolikosti aerodinamičke i rotor-



Sl.6 Srednje vrijednosti i koeficijent varijacije nejednolikosti aerodinamičke pređe od mikromodalnih vlakana



Sl.7 Srednje vrijednosti i koeficijent varijacije nejednolikosti rotorske pređe od mikromodalnih vlakana

ske pređe u odnosu na prstenastu pređu je razmjerno veća neuređenost vlakana u strukturi pređe. Vlakna aerodinamičke pređe imaju snopastu strukturu tj. jezgra pređe se sastoji od snopa paralelnih vlakana dok je vanjski dio sastavljen od omatajućih vlakana koja učvršćuju snop paralelnih vlakana jezgre. Povećanjem dužine mjerenja (funkcija CV(L)), vrijednosti nejednolikosti su manje kod svih tipova pređa (sl.5). Povećanjem dužine mjerenja sa 8 mm na 10 m, sma-

njenje prosječne vrijednosti nejednolikosti CVm prstenaste pređe je sa 9,67 % na 1,61 %, rotorske sa 12,69 % na 2,56 % te aerodinamičke pređe sa 12,12 % na 1,21 %. Uspoređujući aerodinamičku pređu s prstenastom, aerodinamička pređa ima za sve tri dužine mjerenja od 1 m, 3 m i 10 manju nejednolikost (2,91, 2,11 i 1,21 %). Slične vrijednosti su dobivene i u odnosu na rotorsku pređu. Prema tome aerodinamička pređa ima najbolju jednolikost. To se može

povezati s visokom konzistentnosti kvalitete što je svakako i posljedica tehnologije izrade pređe uključujući i aerodinamičko pređenje na stroju J20. Detaljnija analiza nejednolikosti i uzroka njihovog nastajanja moguća je analizom spektrograma pređa. Analizirajući varijacije nejednolikosti CVm između namotaka (10 križnih namotaka) za svaku od tipova pređa, uglavnom je uočen trend povećanja varijacije povećanjem dužine mjerenja sa 8 mm na 10 m (sl.6, 7 i 8).

### 3.2. T-test nejednolikosti mase pređe

Detaljnija ocjena parametara aerodinamičke pređe u usporedbi s rotorskom i prstenastom pređom dobivena je provođenjem statističkih testova. Zbog toga je nakon usporedbe apsolutnih vrijednosti parametara nejednolikosti provedeno statističko testiranje (t-test) pod pretpostavkom da su varijacije statistički jednake i da distribucija mase svih pređa slijedi normalnu (Gausovu) razdiobu. Rezultati provedenog t-testa i ocjena aerodinamičke pređe u usporedbi s rotorskom i prstenastom pređom prikazani su u tab.4 i 5 [31].

Rezultati testiranja razlika srednjih vrijednosti nejednolikosti aerodinamičke u usporedbi s rotorskom i prstenastom pređom prikazane su u tab.6. Iz dobivenih rezultata može se reći da se aerodinamička pređa bitno razlikuje u ukupnoj nejednolikosti CVm od prstenaste i od rotorske pređe uz pouzdanost veću od 99,9 %. Dakle, aerodinamička pređa ima manju nejednolikost CVm od rotorske, a veću od prstenaste pređe.

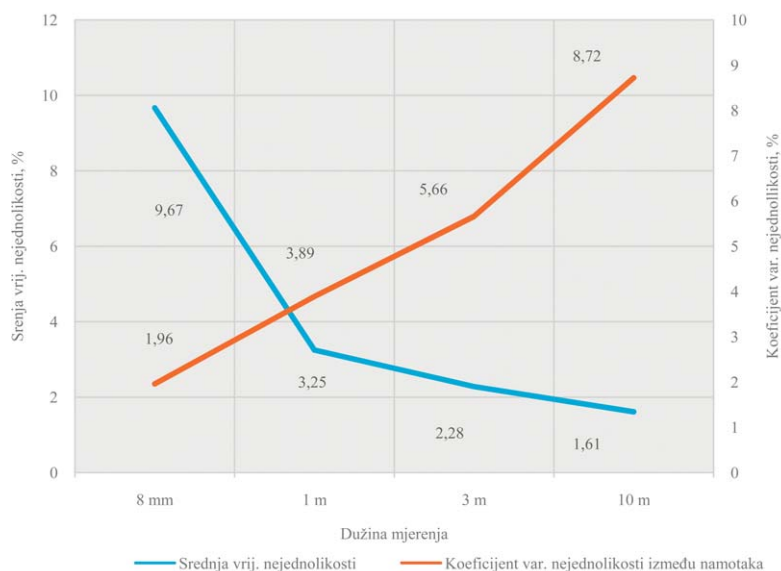
### 3.3. Greške na pređi

#### 3.3.1. Tanki mjesta

Rezultati mjerenja broja tankih mjesta po 1 km pređe prikazani su u tab.6 i na sl.9. Brojevi tankih mjesta za sve istraživane pređe bitno se razlikuju. Tako je broj tankih mjesta kod kojih je poprečni presjek smanjen za 30 % i više na dužini pređe većoj od 4 mm

na prstenastoj pređi (130,2) gotovo 10 puta manji od iste vrijednosti kod rotorske pređe (1250,4). Broj ovog tipa grešaka aerodinamičke pređa nalazi se između prstenaste i rotorske pređe (1197,4). Veći broj grešaka

aerodinamičke i rotorske pređe posljedica je neuređenosti vlakana u strukturi uzrokovane tehnikom pređenja. Nadalje, na ovoj razini osjetljivosti mjerenja dobiven je značajno veći koeficijent varijacije kod aerodinamičke (32,6 %) u odnosu prstenastu (26,78 %) te rotorsku pređu (3,09 %). Na višoj razini osjetljivosti mjerenja (-40%), broj tankih mjesta na svim pređama je očekivano znatno manji, i kreće se prosječno od 1,4 na prstenastoj, 61,1 na rotorskoj do 79,7 na aerodinamičkoj pređi. Uočljivo je dakle da je i na razini osjetljivosti -40% broj tankih mjesta na rotorskoj i aerodinamičkoj pređi višestruko veći od broja tankih mjesta na prstenastoj pređi, zbog relativno veće neuređenosti struktura rotorske i aerodinamičke pređe. Na razini osjetljivosti mjerenja -50% i -60%, broj tankih mjesta na svim pređama je prosječno



Sl.8 Srednje vrijednosti i koeficijent varijacije nejednolikosti prstenaste pređe od mikromodalnih vlakana

Tab.4 Parametri nejednolikosti mase pređe i izračunati parametri za provođenje t-testa uz pouzdanost od 95 % uz pretpostavku normalne distribucije mase u pređi

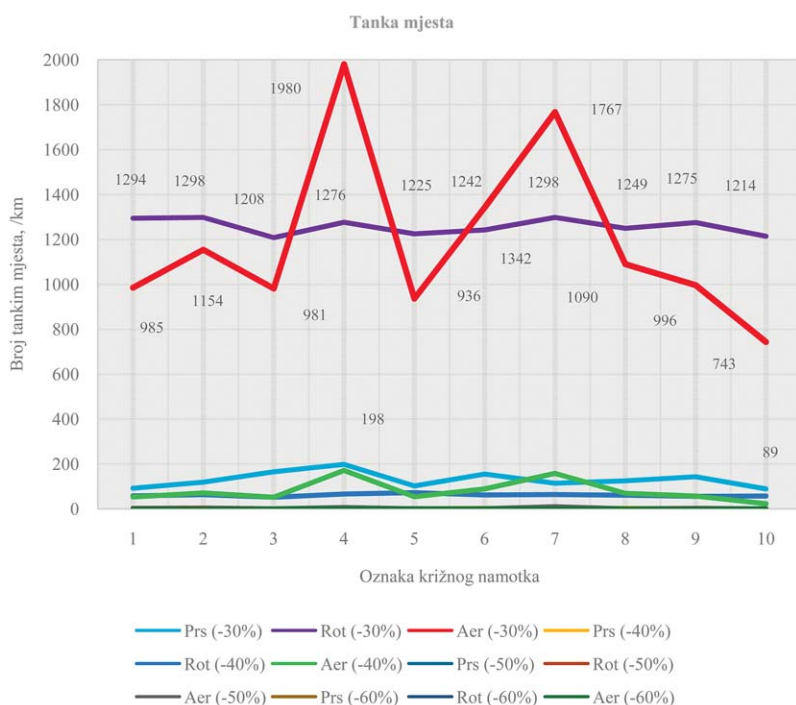
Red. broj	Parametar kvalitete pređe	Aerodinamička pređa	Rotorska pređa	Prstenasta pređa	$S_{d,ar}^2$	$S_{d,ap}^2$	$t_{ar}$	$t_{ap}$	$t_{o,ar}$	$t_{o,ap}$
1	$CV_m$ (%); s (%) CV (%)	12,12; 0,570 4,69	12,69; 0,099 0,7	9,67; 0,184 1,9	0,0333	0,0359	3,132	12,963	2,101	2,101
2	$CV_{1m}$ (%); s (%) CV (%)	2,91; 0,101 3,5	4,41; 0,198 4,5	3,25; 0,127 3,9	0,0049	0,0026	21,428	6,637	2,101	2,101
3	$CV_{3m}$ (%); s (%) CV (%)	2,11; 0,118 5,6	3,57; 0,193 5,4	2,28; 0,130 5,7	0,0051	0,0031	20,419	3,063	2,101	2,101
4	$CV_{10m}$ (%); s (%) CV (%)	1,21; 0,103 8,5	2,56; 0,118 4,6	1,63; 0,155 9,5	0,0245	0,0035	27,273	7,143	2,101	2,101

Tab.5 Statistička analiza i usporedbe nejednolikosti mase aerodinamičke pređe sa rotorskom i prstenastom (t-test)

Red. broj	Nejednolikost	Vjerojatnost (t-test) Aerodinamička/Rotorska	Vjerojatnost (t-test) Aerodinamička/Prstenasta
1	$CV_m$	$0,001 < P\{ t  > 2,101\} < 0,01$ Nejednolikosti se razlikuju. Aerodinamička pređa ima manju nejednolikost od rotorske pređe	$P\{ t  > 2,101\} < 0,001$ Nejednolikosti se razlikuju. Aerodinamička pređa ima veću nejednolikost od prstenaste pređe
2	$CV_{1m}$	$P\{ t  > 2,101\} < 0,001$ Nejednolikosti se razlikuju. Aerodinamička pređa ima manju nejednolikost od rotorske pređe	$P\{ t  > 2,101\} < 0,001$ Nejednolikosti se razlikuju. Aerodinamička pređa ima manju nejednolikost od prstenaste pređe
3	$CV_{3m}$	$P\{ t  > 2,101\} < 0,001$ Nejednolikosti se razlikuju. Aerodinamička pređa ima manju nejednolikost od rotorske pređe	$0,001 < P\{ t  > 2,101\} < 0,01$ Nejednolikosti se razlikuju. Aerodinamička pređa ima manju nejednolikost od prstenaste pređe
4	$CV_{10m}$	$P\{ t  > 2,101\} < 0,001$ Nejednolikosti se razlikuju. Aerodinamička pređa ima manju nejednolikost od rotorske pređe	$P\{ t  > 2,101\} < 0,001$ Nejednolikosti se razlikuju. Aerodinamička pređa ima manju nejednolikost od prstenaste pređe

Tab.6 Broj tankih mjesta na aerodinamičkoj, rotorskoj i prstenastoj pređi određen za različite razine osjetljivosti mjerenja

Broj namotka	Aerodinamička				Rotorska				Prstenasta			
	-30%	-40%	-50%	-60%	-30%	-40%	-50%	-60%	-30%	-40%	-50%	-60%
1	985	53	0	0	1294	58	2	0	92	2	0	0
2	1154	71	0	0	1298	63	3	0	119	0	0	0
3	981	52	0	0	1208	52	0	0	165	1	0	0
4	1980	171	6	0	1276	66	1	0	198	4	0	0
5	936	54	0	0	1225	72	1	0	102	1	0	0
6	1342	89	1	0	1242	62	0	0	155	2	0	0
7	1767	158	10	0	1298	64	0	0	114	2	0	0
8	1090	69	0	0	1249	61	0	0	125	2	0	0
9	996	57	0	0	1200	56	2	0	143	0	0	0
10	743	23	1	0	1214	57	0	0	89	0	0	0
Sr. vrij.	1197,4	79,7	1,8	0	1250,4	61,1	0,9	0	130,2	1,4	0	0
STDEV.S	391,37	47,86	3,43	0	38,68	5,68	1,10	0	34,87	1,26	0	0
VAR.S	153172	2290	11,73	0	1496,49	32,32	1,21	0	1217,1	1,6	0	0
CV	32,68	60,05	190,5	0	3,09	0,093	122,2	0	26,78	90,0	0	0



Sl.9 Broj tankih mjesta na prstenastim, rotorskim i aerodinamičkim predama od mikromodalnih vlakana

vrlo mali, čime se potvrđuje visoka konzistentnosti rada predilica koja rezultira konzistentnom kvalitetom pređa.

### 3.3.2. Debela mjesta

Rezultati mjerenja debelih mjesta dani su tab.7 i prikazani na sl.10. Broj debelih mjesta razine osjetljivosti +35 % je znatno veći od broja debelih

mjesta većih razina osjetljivosti (+50 %, +70 % i +100 %) za sve tipove pređa. Aerodinamička pređa na 1000 m dužine pređe na razini +35 % ima prosječno 132 zadebljana mjesta što je u odnosu na prstenastu pređu znatno veći broj (prosječno 30,4), a znatno manji broj u odnosu na rotorsku pređu koja ima prosječno na toj razini mjerenja 245,8 debelih mjesta. Pri-

tom se uočava da je rasipanje vrijednosti (izraženo koeficijentom varijacije) veće kod aerodinamičke pređe (46,25 %) u odnosu na prstenastu (26,38 %) i u odnosu na rotorsku pređu (7,19 %). Kod većih razina odstupanja u debljini pređe, odnosno debljina od +50 % zabilježen je najveći broj debelih mjesta na rotorskoj pređi (prosječno 12,9), zatim na prstenastoj (5,8) a najmanji na aerodinamičkoj pređi (5,4). Na razini +70% odnosno +100% broj debelih mjesta na svim tipovima pređa je zanemarljivo mali. Izraženo značajan broj navedenih grešaka na aerodinamičkoj i rotorskoj pređi u obliku debelih mjesta su na razinama osjetljivosti +35% i +50%. Dakle, aerodinamička pređa je u pogledu debelih mjesta bolje kvalitete od rotorske pređe, ali s nešto većim koeficijentom varijacije na razini +35%.

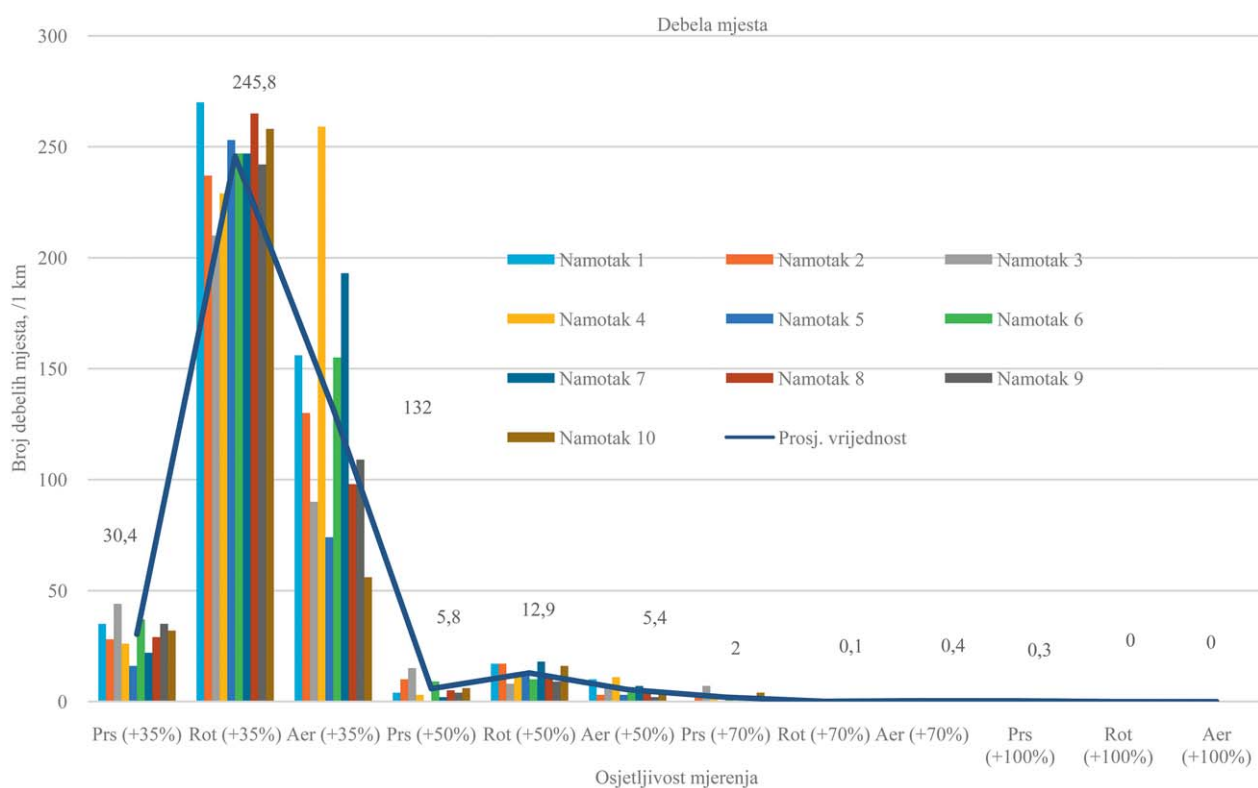
### 3.3.3. Čvorići

Broj čvorića na 1000 m pređe, odnosno nakupina vlakana koji se definiraju kao debela mjesta na dužini manjoj od 4 mm, prikazan je u tab.8 i na sl.11. Pojava čvorića mjeri se većim razinama osjetljivosti mjerenja, odnosno razina zadebljanja +140 %, +200 % i više. U ovom istraživanju najveći broj čvorića na razini +140 %



Tab.7 Broj debelih mjesta na aerodinamičkoj, rotorskoj i prstenastoj pređi određen za različite razine osjetljivosti mjerenja

Broj. Nam.	Aerodinamička				Rotorska				Prstenasta			
	+35%	+50%	+70%	+100%	+35%	+50%	+70%	+100%	+35%	+50%	+70%	+100%
1	156	10	1	0	270	17	0	0	35	4	0	0
2	130	3	0	0	237	17	0	0	28	10	3	1
3	90	6	1	0	210	8	1	0	44	15	7	1
4	259	11	1	0	229	11	0	0	26	3	3	0
5	74	3	0	0	253	12	0	0	16	0	0	0
6	155	4	0	0	247	10	0	0	37	9	2	1
7	193	7	0	0	247	18	0	0	22	2	0	0
8	98	4	0	0	265	11	0	0	29	5	1	0
9	109	2	1	0	242	9	0	0	35	4	0	0
10	56	4	0	0	258	16	0	0	32	6	4	0
Sred. vrij.	132	5,4	0,4	0	245,8	12,9	0,1	0	30,4	5,8	2	0,3
STDEV.S	61,05	3,06	0,52	0	17,68	3,73	0,32	0	8,02	4,42	2,31	0,48
VAR.S	3727	9,38	0,27	0	312,6	13,88	0,1	0	64,3	19,5	5,33	0,23
CV	46,25	56,7	130,0	0	7,19	28,91	320	0	26,38	76,21	115,5	160,0



Sl. 10 Broj debelih mjesta na prstenastoj, rotorskoj i aerodinamičkoj pređi od mikromodalnih vlakana kod različitih razina mjerenja

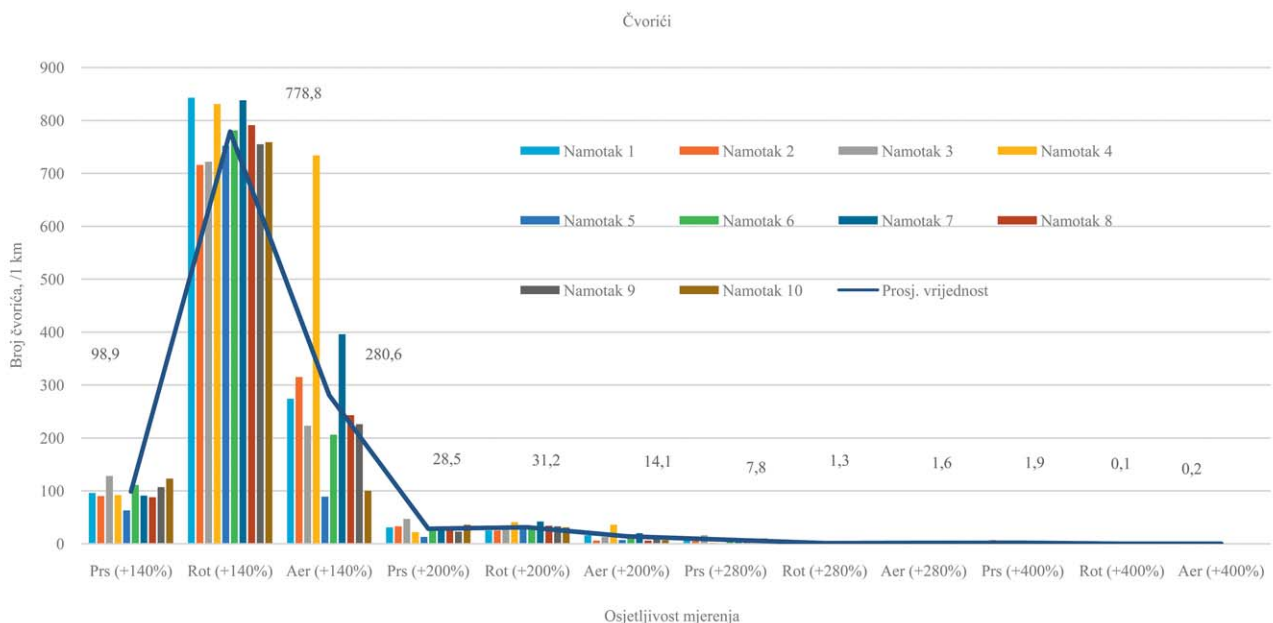
zabilježen je kod rotorske pređe (778,8), slijedi aerodinamička pređa (280,6) te prstenasta pređa (98,9). Pritom je kod aerodinamičke pređe najveće rasipanje vrijednosti izraženo koeficijentom varijacije (63,4 %), na prstenastoj pređi zabilježen je koefi-

cijent varijacije 19,2 %, a kod rotorske pređe (5,96 %). Kod veće razine osjetljivosti mjerenja +200 %, najmanji broj čvorića bio je kod aerodinamičke pređe (14,1) dok je kod prstenaste i rotorske pređe broj bio znatno veći (28,5 odnosno 31,2).

Može se zaključiti da je broj čvorića aerodinamičke pređe na osjetljivosti mjerenja +140% i +200% osjetno manji od broja čvorića rotorske pređe, dok je na osjetljivosti mjerenja +200 % broj čvorića manji i od prstenaste pređe.

Tab.8 Broj čvorića na aerodinamičkoj, rotorskoj i prstenastoj pređi određen za različite razine osjetljivosti mjerenja

Broj namotka	Aerodinamička				Rotorska				Prstenasta			
	+140%	+200%	+280%	+400%	+140%	+200%	+280%	+400%	+140%	+200%	+280%	+400%
1	274	16	2	0	843	25	0	0	96	31	8	1
2	315	6	0	0	716	25	0	0	90	33	13	7
3	223	13	2	0	722	27	2	1	128	47	16	1
4	734	36	4	1	831	41	1	0	92	22	2	1
5	89	7	1	0	752	27	1	0	63	13	1	0
6	206	16	1	0	781	27	2	0	111	27	11	3
7	396	20	4	1	838	42	2	0	91	28	6	0
8	243	6	0	0	791	34	2	0	88	25	6	2
9	226	14	1	0	755	33	0	0	107	23	5	1
10	100	7	1	0	759	31	3	0	123	36	10	3
Sred. vrij.	280,6	14,1	1,6	0,2	778,8	31,2	1,3	0,1	98,9	28,5	7,8	1,9
STDEV.S	183,4	9,16	1,43	0,42	46,4	6,27	1,06	0,1	19,0	9,14	4,76	2,08
VAR.S	33635	83,9	2,04	0,18	2150,2	39,3	1,12	0,01	360,5	83,6	22,6	4,32
CV	63,4	65,0	89,4	210,0	5,96	20,1	81,5	100,0	19,2	32,1	61,0	109,5



Sl.11 Broj čvorića na aerodinamičkoj, rotorskoj i prstenastoj pređi određen za različite razine osjetljivosti mjerenja

Iako je broj čvorića na osjetljivostima +280 % i 400 % u apsolutnim iznosima mali i kreće se od 7,8 kod prstenaste pređe na +280 % do 0,1 na rotorskoj pređi na +400 %, ovi rijetki događaji također pokazuju sliku strukture te omogućuju predviđanje ponašanja pređa u narednim fazama prerade. Tako na primjer cilindrični namotak aerodinamičke pređe mase 4,5 kg, finoće pređe 20 tex (Nm 50) ima 225 000 m pređe. Ako je učestalost pojave čvorića 0,2 na 1000 m pređe, na jednom namotku bit će ukupno 50 takvih grešaka, što nije beznačajno, i što sva-

kako u određenoj mjeri utječe na zaštoje pletaćih strojeva i/ili izgled plećiva. Za slučaj da je učestalost pojave broja čvorića aerodinamičke pređe 0,1 na 1000 m, tada na jednom namotku pređe ima ukupno 25 čvorića, ili 50 % manje. Prema tome se može zaključiti da i rjeđa pojava grešaka može biti značajna za naredne procese prerade pređe.

### 3.3.4. Dlakavost

Vrijednosti indeksa dlakavosti H prikazani su u tab.9 i na sl.12. Dlakavost pređe definirana kao indeks dlakavosti H određena na uređaju Uster Te-

ster 4S, odgovara ukupnoj dužini stršećih vlakana podijeljenoj sa dužinom senzora od 1 cm. Najmanju dlakavost ima aerodinamička pređa (3,56) dok najveću ima prstenasta pređa (5,28). Iako se rotorska pređa po dlakavosti nalazi između aerodinamičke i prstenaste pređe, ona ima najmanje osipanje vrijednosti dlakavost (na 10 križnih namotaka) definiranu koeficijentom varijacije (1,67 %). Dlakavost pređe ima značajan utjecaj na izgled plošnog proizvoda kao i na naredne procese prerade pređe. Ona ovisi o više faktora kao što su vrsta

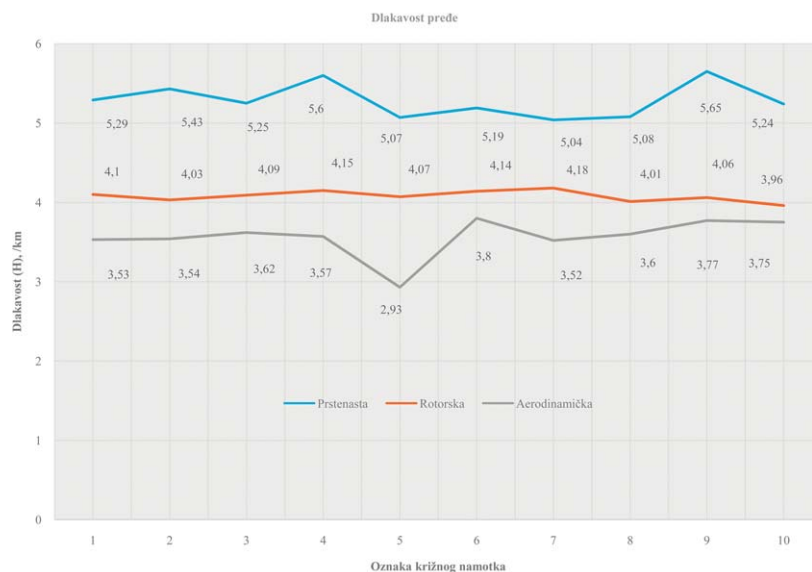
Tab.9 Dlakavost (indeks dlakavosti - H) aerodinamičke, rotorske i prstenaste pređe

Broj. nam.	Dlakavost (H)		
	Aerodinamička	Rotorska	Prstenasta
1	3,53	4,1	5,29
2	3,54	4,03	5,43
3	3,62	4,09	5,25
4	3,57	4,15	5,6
5	2,93	4,07	5,07
6	3,8	4,14	5,19
7	3,52	4,18	5,04
8	3,6	4,01	5,08
9	3,77	4,06	5,65
10	3,75	3,96	5,24
Sred. vrij.	3,56	4,08	5,28
STDEV.S	0,245	0,068	0,214
VAR.S	0,060	0,0046	0,046
CV	6,88	1,67	4,05

vlakana, finoća pređe i broj uvoja tj. namjene pređe. Budući da se u ovom radu istraživala samo jedna vrsta vlakana (mikromodalna vlakna), jednakih finoća pređa (20 tex) i za jednake namjene (pletenje), razlike u vrijednostima indeksa dlakavosti H dobivene su najvećim dijelom zbog razlike u strukturi pređe koja je posljedica različitih procesa prerade, pripreme vlakana za pređenje i postupka (načina) oblikovanja pređe odnosno tehnologije pređenja. Vidljivo je da je uzrok najmanje dlakavosti pređe dobivene aerodinamičkim postupkom pređenja u manjem broju ovijajućih vlakana oko jezgre neuvijenog snopa vlakana te postignuta razina kompaktnosti strukture pređe.

#### 4. Zaključak

U ovom istraživanju uspoređeni su rezultati parametara nejednolikosti pređa od mikromodalnih vlakana ispredene na aerodinamičkoj predilici J20 tvrtke Rieter s rezultatima parametara nejednolikosti pređa od istih vlakana i nazivnih finoća primjenom rotorskog i prstenastog postupka pređenja namijenjenih za pletenje. Na taj način su utjecaju na strukturu i para-



Sl.12 Dlakavost prstenaste, rotorske i aerodinamičke pređe od mikromodalnih vlakana

metre nejednolikosti ovih pređa ograničeni na parametre faza pripreme vlakana i faza pređenja, odnosno primijenjenih tehnologija (strojeva) za pređenje. Temeljem dobivenih rezultata mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Ukupna nejednolikost CVm aerodinamičke pređe uglavnom je manja od nejednolikosti rotorske pređe (za 4,5 %), a veća od prstenaste pređe (za 25,3 %), dok je na većim dužinama mjerenja (1 m, 3 m i 10 m) manja od obiju pređa, rotorske i prstenaste pređe;
- Uzrok veće nejednolikosti aerodinamičke i rotorske pređe u odnosu na prstenastu pređu je njihova razmjerno veća neuređenost vlakana u strukturi pređe; vlakna aerodinamičke pređe imaju snopastu strukturu tj. jezgra pređe se sastoji od snopa paralelnih vlakana dok je vanjski dio sastavljen od omatajućih vlakana koja učvršćuju snop paralelnih vlakana jezgre;
- Broj tankih mjesta aerodinamičke pređe na osjetljivosti mjerenja -30 % je veći od broja na prstenastoj pređi za 9,2 puta, dok je u odnosu na rotorsku pređu približno jednak, odnosno manji za 4,2 %;
- Broj debelih mjesta aerodinamičke pređe na osjetljivosti mjerenja

+35 % je 132 što je za 4,3 puta više u odnosu na prstenastu pređu (30,4), a 1,9 puta manje u odnosu na rotorsku pređu (245,8).

- Broj debelih mjesta na razini osjetljivosti mjerenja +50 % (što je uobičajena razina mjerenja u predionicama) je najmanji kod aerodinamičke pređe;
- Učestalost pojave čvorića, odnosno broj čvorića na osjetljivostima mjerenja +140 % i +200 % slijedi trend pojave debelih mjesta za sve tipove pređa, što je i očekivano, budući da su čvorići također debela mjesta većih zadebljanja ali na kraćim dužinama pređe (manjim od 4 mm). Broj čvorića aerodinamičke pređe na obje osjetljivosti mjerenja osjetno je manji od broja čvorića rotorske pređe, dok je na osjetljivosti mjerenja +200 % broj čvorića manji i od prstenaste pređe;
- Proučavanjem indeksa dlakavosti uočeno je da najmanju dlakavost ima aerodinamička pređa (3,56) a najveću prstenasta pređa (5,28). Rotorska pređa se nalazi između aerodinamičke i prstenaste pređe, no rotorska pređa ima najmanje osipanje vrijednosti indeksa dlakavosti.

**Zahvala**

*Ovaj rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-2016-06-5278*

**Literatura:**

- [1] Biermann I.: Markets & Trends, LINK 65 (2014.), str. 19
- [2] Knick A, Biermann I.: Rieter Com4® Yarns, Yarns of Choice, 2562-v9 en 1707, str. 31.
- [3] Kleinschek K. S., Ribitsch V., Kreze T., Fras L.: Determination of the adsorption character of cellulose fibres using surface tension and surface charge, *Materials Research Innovations* 6 (2002) 1, 13–18.
- [4] Čunko R., Andrassy M.: Vlakna, Zrinski d.d., Zagreb 2015.
- [5] [http://www.stepitn.eu/wp-content/uploads/2010/05/Bartsch\\_Lenzing\\_Group\\_Leading\\_Fiber\\_Innovation.pdf](http://www.stepitn.eu/wp-content/uploads/2010/05/Bartsch_Lenzing_Group_Leading_Fiber_Innovation.pdf), pristupljeno 06.08.2018.
- [6] Brederick K, Hermanutz F: Man-made cellulose. Review of Progr. Color. 35 (2005.), 59–75
- [7] <http://www.bisfa.org/wp-content/uploads/2018/06/2017-BISFA-Terminology-final.pdf>
- [8] Gnanapriya K., Moses J.: A Study on Modal Fibre Based on the Absorption Characteristics, *SOJ Materials Science & Engineering*, DOI : <http://dx.doi.org/10.15226/sojmse.2016.00122>, pristupljeno 08.08.2018
- [9] <https://www.lenzing.com/en/sustainability/production/fiber-production/>, pristupljeno 04.08.2018
- [10] <https://www.lenzingindustrial.com/TechnologyAndFiber/Fiber-Types>, pristupljeno 08.08.2018.
- [11] Gun A. D.: Dimensional, Physical and Thermal Comfort Properties of Plain Knitted Fabrics Made from Modal Viscose Yarns Having Microfibers and Conventional Fibers
- [12] Röder T., Moosbauer J., Wöss K., Schlader S., Kraft G.: Man-Made Cellulose Fibres – a Comparison Based on Morphology and Mechanical Properties, *Lenzinger Berichte* 91 (2013), 07 – 12
- [13] Kim H.A, Kim S. J.: Mechanical Properties of Micro Modal Air Vortex Yarns and the Tactile Wear Comfort of Knitted Fabrics, *Fibers and Polymers* 19 (2018.) 1, 211-218
- [14] Erdumlu N., Ozipek B., A. Selda Oztuna A. S.: Investigation of Vortex Spun Yarn Properties in Comparison with Conventional Ring and Open-end Rotor Spun Yarns, *Textile Research Journal* 79 (2009.) 7, 585-595.
- [15] Kadole P. V. Kane C.D., Aparaj S.Sh., Burji M.Ch.: Migration of Fibers in Air-jet Yarn, *Textile Research Journal* 79 (2009.) 4, 360-364
- [16] Eldessouki M., Ibrahim S., Farag R.: Dynamic properties of air-jet yarns compared to rotor spinning, *Textile Research Journal* 85 (2015.) 17, 1827-1837
- [17] Bhortakke M.K., Nishimura T., Matsuo T.: The Structure of Polyester/Cotton Blended Air-Jet Spun Yarn, *Textile Research Journal* 69 (1999.) 2, 84-89
- [18] Zeng Y.C., Wang K.F., Yu C.W.: Predicting the Tensile Properties of Air-Jet Spun Yarns, *Textile Research Journal* 74 (2004.) 8, 689-694
- [19] Carvalho V., Cardoso P., Belsley M., Vasconcelos R.M., Soares F.O.: Development of a Yarn Evenness Measurement and Hairiness Analysis System, *IECON 2006 - 32nd Annual Conference on IEEE Industrial Electronics*, 2006, 3621-3626
- [20] Barela A.: Yarn hairiness, *Journal Textile Progres* 13, 1983, Issue 1, 1-57
- [21] Yilmaz D., Usal M. R.: A comparison of compact-jet, compact, and conventional ring-spun yarns, *Textile Research Journal* 81 (2010.) 5, 459-470.
- [22] Haleem N., Wang X.: Recent research and developments on yarn hairiness, *Textile Research Journal* 85 (2014.) 2, 211-224.
- [23] Üreyen M.E., Gürkan P.: Comparison of Artificial Neural Network and Linear Regression Models for Prediction of Ring Spun Yarn Properties. I. Prediction of Yarn Tensile Properties 9 (2008.), No.1, 87-91.
- [24] Üreyen M.E., Gürkan P.: Comparison of Artificial Neural Network and Linear Regression Models for Prediction of Ring Spun Yarn Properties. II. Prediction of Yarn Hairiness and Unevenness, *Fibers and Polymers* 9 (2008.), No.1, 92-96.
- [25] Nurwaha D., Wang X.H.: Prediction of Rotor Spun Yarn Strength from Cotton Fiber Properties Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Method, *Fibers and Polymers* 11 (2010.), No.1, 97-100
- [26] HRN EN ISO 2060:2008 Tekstilije - Pređa s namotka - Određivanje duljinske mase (mase po jedinici duljine) metodom vitice
- [27] HRN EN ISO 2061:2015 Tekstil - Određivanje uvojitosti pređa - Metoda izravnog brojenja
- [28] ASTM D1425/D1425M-14 Standard Test Method for Evenness of Textile Strands Using Capacitance Testing Equipment
- [29] HRN EN ISO 2062:2010 Tekstil - Pređe s namotka - Određivanje prekidne sile i istezanja pri prekidu uređajem s konstantnom brzinom produljenja.
- [30] Skenderi Z., Iveković G, Kopitar D.: Utjecaj tehnike pređenja na fizikalno-mehaničke karakteristike pređe iz mikromodalnih vlakana, 11. znanstveno-stručno savjetovanje tekstilna znanost i gospodarstvo (ur. Sanja Ercegović Ražić), 2018., Zagreb
- [31] Pavić I.: Statistička teorija i primjena, Školska knjiga Zagreb, 1970, 243-246

## SUMMARY

### Unevenness of air-jet spun yarn in comparison with ring and rotor spun yarn made from micro modal fibers

Z. Skenderi, D. Kopitar, Z. Vrljićak, G. Iveković<sup>1</sup>

All unevenness parameters (overall unevenness, unevenness on different cut lengths of 1 m, 3 m and 10 m and hairiness) of the air-jet yarn produced from micro modal fibers spun on the J20 air jet machine using the unevenness parameters of the rotor spun and conventional ring spun yarn produced from the same fibers were compared. In order to reduce the number of input influencing parameters on the unevenness properties, the comparison was performed on yarns for the same end-use (knitting) and with an equal count of 20 tex (Nm 50). Assuming that the mass distribution in the yarns follows a normal (Gauss) curve a t-test of yarn unevenness was carried out. It was shown that the overall unevenness of the air-jet-spun yarn is smaller than that of the rotor spun yarn and is greater than the unevenness of the conventional ring spun yarn, while over larger cut lengths (1 m, 3 m and 10 m) it is smaller than in both yarns, rotor and ring spun yarns. The number of thin places in air-jet spun yarns at a sensitivity level -30% is higher than the number of these faults in the ring spun yarn by 9.2 times and compared with the rotor spun yarn lower by 4.2%. The air-jet spun yarn at a sensitivity level +50 % has the smallest number of thick places. In terms of hairiness, the air-jet spun yarn has a relatively higher quality.

**Key words:** air-jet yarn, unevenness, faults, hairiness, micro modal fibers

*University of Zagreb*

*Faculty of Textile Technology, Department of Textile Design and Management  
Zagreb, Croatia*

<sup>1</sup>*Predionica d.o.o. Klanjec (Spinning Mill)*

*Klanjec, Croatia*

*e-mail: zenun.skenderi@ttf.hr*

*Received November 20, 2017*

### Ungleichmäßigkeit des luftgesponnenen Garns im Vergleich zum Micromodal Ring- und Rotorgarn

Alle Ungleichmäßigkeitsparameter (Gesamtungleichmäßigkeit, Ungleichmäßigkeit bei unterschiedlichen Schnittlängen von 1 m, 3 m und 10 m und Haarigkeit) des aus Micro-Modal-Fasern luftgesponnenen Garns, das auf der Luftspinnmaschine J20 unter Verwendung der Ungleichmäßigkeitsparameter des Rotor- und des herkömmlichen Ringgarns aus den gleichen Fasern hergestellt wurde, wurden verglichen. Um die Anzahl der einflussreichen Eingangsparameter auf die Ungleichmäßigkeitsparameter zu verringern, wurden Garne für denselben Verwendungszweck (Stricken) und mit denselben Garnfeinheiten von 20 tex (Nm50) verglichen. Unter der Annahme, dass die Massenverteilung in den Garnen einer normalen (Gauß-) Kurve folgt, wurde ein t-Test für die Garnungleichmäßigkeit durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Gesamtungleichmäßigkeit des luftgesponnenen Garns kleiner als die des Rotorgarns und größer als die des konventionellen Ringgarns ist, während sie über größere Schnittlängen (1 m, 3 m und 10 m) kleiner ist als in den beiden Garnen, d.h. in Rotor- und Ringgarn. Die Anzahl der Dünnstellen im Air-Jet-Garn bei einer Messempfindlichkeit von -30 % ist um 9,2-fach höher als die Anzahl dieser Fehler in dem Ringgarn und im Vergleich zu dem Rotorgarn um 4,2% kleiner. Das luftgesponnene Garn bei einer Empfindlichkeit von +50 % weist die kleinste Anzahl von Dickstellen auf. In Bezug auf Haarigkeit weist das luftgesponnene Garn eine relativ höhere Qualität auf.