

Edin Fatkić¹ in Jelka Geršak²

¹Univerzitet u Bihaću, Tehnički fakultet, Ulica Irfana Ljubijankića bb, 77000 Bihać, Bosna in Hercegovina

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Smetanova 17, 2000 Maribor

Dimenzijske spremembe levo-desnega kulirnega pletiva z vpleteno elastomerno prejo med relaksacijo

Dimensional Changes of Single Jersey Weft Knitted Fabric with Elastomer Yarn Consumption during Relaxation Process

Izvirni znanstveni članek/*Original Scientific Paper*

Prispelo/Received 01-2013 • Sprejeto/Accepted 02-2013

Izvleček

V prispevku je prikazana raziskava vpliva globine kuliranja in deleža elastomerne preje na dimenzijske spremembe levo-desnega kulirnega pletiva med relaksacijo. V ta namen so bile raziskane dimenzijske spremembe za surova in beljena bombažna pletiva z različnim deležem elastomerne preje v primerjavi s pletivom brez elastomerne preje. Na podlagi analize rezultatov raziskave je bilo ugotovljeno, da globina kuliranja pomembno vpliva na dimenzijske spremembe pletiva med relaksacijo. Z naraščajočo globino kuliranja narašča stopnja relaksacije pri surovem 100-odstotnem bombažnem pletivu, medtem ko je pri surovih pletivih z vpleteno elastomerno prejo zaznana specifično obnašanje tovrstnih pletiv med relaksacijo, ki se lahko pripiše kompleksnosti pletene strukture in nastalih interakcij med procesom relaksacije. Pletiva z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako drugo zančno vrstico dosegajo nižje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri kot v horizontalni. Pomembno višje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri dosegajo pletiva z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako zančno vrstico. V primerjavi s surovimi pletivi pa dosegajo beljena pletiva pomembno nižje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni kot v horizontalni smeri. Nižje vrednosti so posledica delne mokre relaksacije in krčenja, kateremu so bila pletiva izpostavljena med beljenjem.

Ključne besede: levo-desno kulirno pletivo, bombažno pletivo, pletivo z vpleteno elastomerno prejo, globina kuliranja, relaksacija

Abstract

The article presents the study of the influence of sink depth and elastomer yarn consumption on the dimensional changes of single jersey weft knitted fabric during the relaxation process. For this purpose, the dimensional changes of a raw and bleached cotton knitted fabric were examined with a different elastomer yarn consumption during the relaxation process compared with a knitted fabric without elastomer yarn. On the basis of the result analysis, it was confirmed that the sink depth has a significant influence on the dimensional changes of a knitted fabric during the relaxation process. With the increased value of sink depth, the degree of relaxation increases at raw 100% cotton knitted fabric, while at the raw knitted fabric with added elastomer yarn, specific behaviour of such knitted fabrics during the relaxation was confirmed; the latter can be ascribed to the complexity of the knitted structure and developed interactions during the relaxation. Knitted fabrics with incorporated elastomer monofilament in every second course achieve lower relaxation degree values in the vertical direction than in the horizontal direction. Knitted fabrics with incorporated elastomer monofilament in every course achieve significantly higher relaxation degree values in the vertical direction. In comparison with raw knitted fabrics, bleached knitted fabrics achieve significantly lower relaxation degree values in the vertical direction than in the horizontal direction. Lower values are a consequence of a partial wet relaxation and of contraction the knitted fabrics were exposed to in the bleaching process.

Keywords: single jersey weft knitted fabric, cotton knitted fabric, elastomer yarn, sink depth, relaxation

Vodilna avtorica/Corresponding author:

red. prof. dr. Jelka Geršak

e-pošta: Jelka.Gersak@um.si

Tekstilec, 2013, letn. 56, št. 1, str. 22–33

1 Uvod

Pletiva z vpleteno elastomerno prejo se odlikujejo s svojo izjemno elastičnostjo glede na klasična pletiva. Primerjava klasičnih pletiv in pletiv, izdelanih z določenim deležem elastomerne preje, kaže, da se le-ta razlikujejo po svoji strukturi in mehanskih lastnostih. Specifičnost obnašanja pletiv z vpleteno elastomerno prejo je odvisna od konstrukcijskih parametrov pletiva, konstrukcijskih parametrov elastomerne preje, njenih mehanskih lastnosti in deleža te v pletivu. Ker ima vpletena elastomerna preja nižje vrednosti modula elastičnosti, dajejo tovrstna pletiva manjši odpor proti nastalim obremenitvam. Elastomerne preje imajo namreč visoko raztežno elastičnost, ta je lahko več kot 500-odstotna, in dosegajo elastični povratek do 95 odstotkov. Zaradi svojih specifičnih lastnosti se različno obnašajo med procesom pletenja, tj. oblikovanja zank in v samem pletivu.

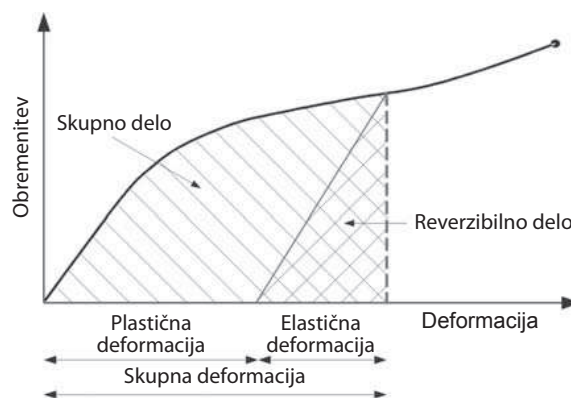
Preja, ki se pri pletenju oblikuje v zanko, je izpostavljena stalni obremenitvi, ki povzroči napetosti v preji in s tem v sami strukturi pletiva. Napetost, ki nastane v strukturi pletiva kot posledica tehnološko pogojenih sil pri pletenju, povzroči deformacijo pletiva. Po razbremenitvi, tj. po snetju pletiva s pletilnega stroja, se začne proces relaksacije, med katerim se s sproščanjem notranjih napetosti v preji spreminja geometrija zank, kar povzroči spremembe dimenzij pletiva in njegovih strukturnih lastnosti. Poznavanje relaksacijskih pojavov v strukturi pletiva med obremenitvijo in po njej omogoča ocenjevanje parametrov strukture pletiva in s tem pričakovanih uporabnih lastnosti.

2 Relaksacijski pojavi v pletivu

Napetost, ki nastane v materialu pri obremenjevanju in povzroči deformacijo materiala, je časovno odvisna lastnost. Po razbremenitvi se del deformacije hitro zmanjša – trenutni povratek (elastična deformacija), del deformacije pa ostane kot trajna, nepovratna ali plastična deformacija [1–3]. Deformacijski cikel, ki prikazuje elastični in plastični del deformacije in dela, je prikazan na sl. 1 [1].

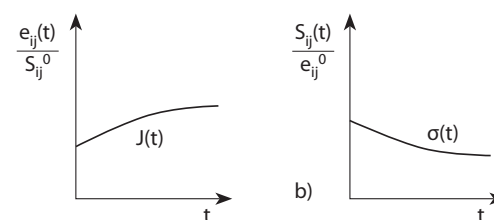
Elastični povratek e_{el} je kvantitativno določen kot razmerje med elastično ε_e in skupno deformacijo ε_s [1]:

$$e_{el} = \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_p}{\varepsilon_s} = \frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_s} \quad (1)$$



Slika 1: Elastična in plastična deformacija

Relaksacijski pojavi v pletivu z vpleteno elastomerno prejo so posledica na prejo in s tem na strukturo pletiva učinkujočih obremenitev med procesom pletenja in odziva pletiva na nastale obremenitve. Odziv pletiva na obremenitve se kaže kot sprememba dimenzij oziroma deformacija, ki je odvisna od velikosti učinkujoče obremenitve. Pri delovanju stalne obremenitve na material se celotna deformacija s časom povečuje (pojav lezenja, sl. 2a), medtem ko poteka pri stalni deformaciji relaksacija napetosti v materialu, sl. 2b [1, 4]. Po razbremenitvi nastopi relaksacija materiala, ki se kaže v spremembi dimenzije izdelanega pletiva.



Slika 2: Krivulji funkcije lezenja in relaksacije napetosti

a) funkcija lezenja $J(t)$

b) funkcija relaksacije napetosti $\sigma(t)$

Relaksacija, tj. popuščanje notranjih napetosti v pletivu, traja določen čas in je odvisna od vrste vlaken, vrste, strukture in lastnosti preje, strukture in lastnosti pletiva, pogojev relaksacije, in od intenzitete na prejo učinkujočih sil med procesom oblikovanja zank. Ker je pletivo med pletenjem izpostavljeno zaradi tehnološko pogojenih sil tako vzdolžnim kot prečnim nateznim obremenitvam, nastopijo v pletivu manjše ali večje napetosti tako v vertikalni kot v horizontalni smeri, kar se odraža v različni stopnji relaksacije.

Največja sprememba dimenzij kot stopnja elastičnega povratka pletiva nastopi po snetju pletiva s stroja, saj se po razbremenitvi del deformacije hitro zmanjša – trenutni povratek. Pletivo še vedno teži k doseganju ravnotežnega stanja z minimalno potencialno energijo [5]. Relaksacijski procesi v pletivu se nadaljujejo tudi po odstranitvi s stroja in potekajo do 20 dni [6–11]. Po tem času nastopi relativno stabilno stanje, če se razmere v okolju ne spremenijo (temperatura, relativna zračna vlažnost). Pletivo je v ravnotežnem stanju, če v pletivu niso zaznane spremembe horizontalne in vertikalne gostote.

Med relaksacijo pletiva prihaja do izrazite spremembe dimenzij v vzdolžni smeri, pomembno pa se poveča tudi vertikalna gostota pletiva. Relaksacija v prečni smeri je najizrazitejša v trenutku snemanja pletiva z igel in nato po odstranitvi pletiva iz stroja in manj med procesom relaksacije.

2.1 Analiza raziskav

Različni avtorji so proučevali relaksacijske pojave v pletivu in s tem povezane spremembe dimenzij. Prvotno so bile raziskave usmerjene predvsem v študij bombažnih in volnenih pletiv, pozneje v študij pletiv iz regeneriranih celuloznih in sintetičnih vlaken, v zadnjem času pa so usmerjene v študij relaksacijskih pojavov pletiv z vpletenimi elastomernimi prejami [5–20]. Do pomembnih spoznanj na področju relaksacijskih pojavov v pletivu so prišli že D. L. Munden [6], J. F. Knapton et al. [7] in R. Postle [8, 9]. D. L. Munden [6], ki je 1959. leta na podlagi eksperimentalnih raziskav dimenzij relaksiranih desno-levih pletiv definiral dve različni relaksacijski stanji, to sta suho in mokro, je predlagal matematične izraze za dimenzije strukturnih parametrov relaksiranih pletiv ali t. i. konstante geometrije pletiv, ki veljajo le za pletiva stabilne konfiguracije. J. F. Knapton et al. [7] je na podlagi študija relaksacijskih procesov v pletivu definiral t. i. popolno relaksirano pletivo. R. Postle [8], ki je nadaljeval raziskave na področju relaksacijskih procesov, je proučeval relaksacijske procese pri treh različnih stanjih, in sicer kot suho relaksacijo, mokro, ki se doseže v vroči vodi, in popolnoma suho, ki se odvija ob sušenju v stroju za sušenje. Ugotovil je, da se vrednosti dobljenih konstant za pletiva v popolnoma relaksiranem stanju bistveno ne razlikujejo od konstant, ki sta jih določila D. L. Munden [6] in J. F. Knapton et al. [7].

Kljub številnim raziskavam in spoznanjem na področju relaksacijskih pojavov v konvencionalnih

pletivih je razvoj pletiv z vpletenimi elastomernimi prejami usmeril številne raziskovalce v raziskave specifičnega obnašanja tovrstnih pletiv [11–21].

Pletene strukture iz opredene preje z elastanskim jedrom sta proučevala A. Pavko Čuden in G. Lumpert [12], ki sta se posvetila predvsem analizi tovrstnih struktur. A. Bayazit Marmarali [13] je proučeval dimenzijske in fizikalne lastnosti pletiv, izdelanih iz bombažne preje z vpleteno prejo spandex. M. Karba et al. [11, 14] so proučevali vpliv procesnih parametrov pletenja na stopnjo relaksacije pletiv po pletenju, izdelanih iz česane bombažne preje z vpleteno elastomerno prejo. Ugotovili so, da pletiva, izdelana pri višji dovajalni napetosti preje in višji vrtilni hitrosti igelnice pletilnega stroja, kažejo višjo stopnjo relaksacije in zahtevajo daljši relaksacijski proces. Vpliv dovajalne napetosti elastomerne in bombažne preje pri pletenju ter vsebnosti elastomerne preje na strukturo in relaksacijo desno-levega kulirnega pletiva so proučevali tudi E. Fatkić et al. [15–17]. Raziskave so pokazale, da vpletena elastomerna preja pomembno vpliva na obnašanje pletiva med relaksacijo. Tako je bilo ugotovljeno, da na dimenzijske spremembe pletiva pomembno vpliva dovajalna napetost elastomerne in bombažne preje pri pletenju, saj so zabeležene v procesu relaksacije največje dimenzijske spremembe v smeri zračnih vrstic in stolpcev pri pletivih, izdelanih pri najvišji dovajalni napetosti preje [15]. Raziskave so tudi pokazale, da se s povečanjem deleža vpletenega elastomernega monofilamenta povečata horizontalna in vertikalna gostota pletiva [16]. Na podlagi raziskav je bilo tudi ugotovljeno, da pletiva, pri katerih je elastomerni monofilament platiran z bombažno prejo, izkazujejo od 2 do 5 odstotkov krajšo dolžino preje v zanki glede na 100-odstotna bombažna pletiva [17]. Vpliv vsebnosti lycra na dimenzijsko in elastično obnašanje pletiv so proučevali tudi Ben Abdesslem et al. [18], ki so ugotovili, da vsebnost Lycra pomembno vpliva na spremembo širine, mase in elastičnosti pletiva. S problemom dimenzijske stabilnosti levo-desnega pletiva, izdelanega iz bombažne in lycra oplašene preje (core-spun), sta se ukvarjala še C. Prakash in K. Thangamani [19], ki sta proučevala vpliv dolžine zanke na dimenzijsko stabilnost pletiva. Vpliv materiala, strukture in parametrov relaksacijskih procesov na dolžino zanke elastičnih in neelastičnih pletiv je proučevala tudi A. Pavko-Čuden s sodelavci [20]. Na podlagi obširnih raziskav so ugotovili, da vrsta

vlaknen, struktura preje, gostota pletiva in relaksacijski procesi značilno vplivajo na dolžino preje v zanki.

Nekateri avtorji so, podobno kot avtorji dimenzijske stabilnosti, proučevali tudi učinek pranja na dimenzijske spremembe pletiv. M. Senthil Kumar in N. Anbumani [21] sta analizirala učinek pranja na dinamiko elastičnega obnašanja bombažnega pletiva in pletiva, izdelanega iz bombažne preje z vpleteno prejo spandex. Ugotovila sta, da učinek pranja ne vpliva na dinamični povratek. L. Quaynor et al. [22] so svoje raziskave usmerili predvsem v študij vpliva pranja na površinske lastnosti in dimenzijsko stabilnost pletiva, v okviru katerih so pojasnili spremembe v dimenzijski stabilnosti in površinskih lastnostih pletiv pri relaksaciji in pranju. Ugotavljajo, da na razlike v dimenzijski stabilnosti bolj vplivajo strukturni parametri pletiva in vrsta vlaken kot temperatura pranja.

Ker kljub številnim raziskavam in dobljenim spoznanjem še vedno ni povsem pojasnjeno obnašanje pletiv z vpletenim elastomernim monofilamentom v procesu relaksacije, je namen te raziskave pojasniti problem dimenzijske stabilnosti surovih in beljenih pletiv z vpletenim elastomernim monofilamentom, ki se industrijsko izdelujejo v vse večjem obsegu, v primerjavi s pletivi brez elastomernega monofilamenta.

2.2 Določanje stopnje relaksacije

Stopnja relaksacije je pomemben parameter za načrtovanje zelenih lastnosti pletiva. Pletivo se zaradi popuščanja vlečnih sil, ki so povzročile napetosti v preji in pletivu med kuliranjem in odvlekom pletiva, relaksira že na pletilnem stroju takoj po zapletanju petelj v zanke. Po pletenju se relaksacija nadaljuje, saj pletivo zaradi napetosti v preji in s tem v strukturi pletiva teži k povrnitvi v ravnotežno stanje, kar se kaže v spremembi dimenzij pletiva v vertikalni in horizontalni smeri.

Če pletivo po pletenju nima možnosti popolne relaksacije, bo nagnjeno k spremembi dimenzij med predelavo, nošenjem in/ali vzdrževanjem [10].

Stopnja relaksacije, ki zrcali stopnjo elastičnega povratka pletiva, se lahko opredeli kot stopnja linearne relaksacije v vertikalni in horizontalni smeri. Stopnja relaksacije pletiva v vertikalni ali vzdolžni smeri RL_V je izražena kot razmerje med vrednostjo dolžine pletiva pred relaksacijo in dolžine pletiva po relaksaciji [22]:

$$RL_V = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \cdot 100 \quad (2),$$

kjer pomeni:

RL_V – stopnjo relaksacije v vertikalni smeri (%),

L_1 – dolžino pletiva pred relaksacijo (cm) in

L_2 – dolžino pletiva po relaksaciji (cm).

Stopnja relaksacije pletiva v horizontalni ali prečni smeri RL_H je podana kot razmerje med vrednostjo širine pletiva pred relaksacijo in širine pletiva po relaksaciji:

$$RL_H = \frac{\check{S}_1 - \check{S}_2}{\check{S}_1} \cdot 100 \quad (3),$$

kjer pomeni:

RL_H – stopnjo relaksacije v horizontalni smeri (%),

\check{S}_1 – širino pletiva pred relaksacijo (cm) in

\check{S}_2 – širino pletiva po relaksaciji (cm).

Poleg linearne relaksacije pletiva, tj. spremembe dimenzij pletiva v vertikalni in horizontalni smeri, je z vidika uporabnih lastnosti pomembno tudi poznavanje površinske relaksacije pletiva R_p , ki je podana z izrazom [22]:

$$R_p = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{L_1 \cdot \check{S}_1 - L_2 \cdot \check{S}_2}{L_1 \cdot \check{S}_1} \cdot 100 \quad (4),$$

pri čemer pomeni:

R_p – stopnjo površinske relaksacije pletiva (%),

P_1 – površino pletiva pred relaksacijo (cm) in

P_2 – površino pletiva po relaksaciji (cm).

Na relaksacijo pletiva, ki se kaže kot sprememba dimenzij pletiva po pletenju ali delovanju določenih obremenitev med procesi, kot so pranje, sušenje ali plemenitenje, pomembno vpliva več parametrov. To so parametri preje: surovinska sestava, finost, število zavojev, koeficient trenja, elastičnost preje in parametri pletenja (dovajalna napetost preje, dovajalna hitrost preje, dolžina kuliranja, dolžina preje v zanki in drugi) in parametri okolice (temperatura, zračna vlažnost). Pletiva, izdelana iz enako fine preje, vendar z različno surovinsko sestavo, se pri enakih pogojih pletenja in relaksacije različno relaksirajo, kar se odraža v različnih dimenzijskih spremembah. Pletiva, izdelana iz finejših prej, izkazujejo višjo stopnjo relaksacije glede na pletiva, izdelana iz grobih prej.

3 Eksperimentalni del

Za raziskavo so bili izdelani vzorci desno-levega kulirnega pletiva iz 100-odstotne bombažne preje in pletiva z vpletenim elastomernim monofilamentom Lycra. Lastnosti uporabljenih prej so podane v preglednici 1.

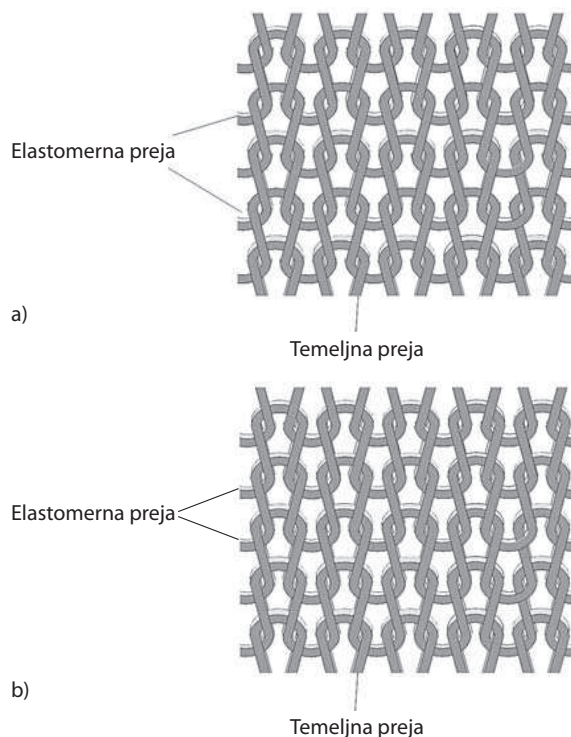
Vzorci pletiv so bili pripravljani:

- a) v treh skupinah, in sicer:
 - z uporabo 100-odstotne bombažne preje – pletiva skupine A
 - z uporabo 100-odstotne bombažne preje kot temeljne preje in z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsaki drugi zračni vrstici – pletiva skupine B, sl. 3a
 - z uporabo 100-odstotne bombažne preje kot temeljne preje in z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsaki zračni vrstici – pletiva skupine C, sl. 3b
- b) s pletenjem s petimi različnimi globinami kuliranja
- c) z beljenjem v standardnih industrijskih razmerah
- č) s suho relaksacijo pletiv.

Vzorci pletiv skupin A, B in C so bili napleteni na krožnem pletilnem stroju Relanit SE izdelovalca Mayer & Cie, z delitvijo E 28 in premerom cilindra $D = 30''$ oziroma 760 mm. Vsi vzorci so bili napleteni z enako dovoljno napetostjo preje, in sicer pri dovoljni napetosti 3 cN za bombažno prejo in 1 cN za elastomerni monofilament Lycra, pri stalnem številu vrtljajev igelnice $n_0 = 20,6 \text{ min}^{-1}$ in pri enakih razmerah v okolju. Dovoljna napetost preje za pletenje je bila določena na podlagi rezultatov predhodnih raziskav vpliva dovoljne napetosti preje na spremembo parametrov mehanskih lastnosti pletiva [15].

Preglednica 1: Lastnosti uporabljene preje

Vrsta lastnosti		Enota	Vrsta preje	
			100 % bombaž	Elastomerni monofilament
Finost preje T_t	Nominalna	tex	16	3,3
	Dejanska		16,8	3,5
Vitje T_m		m^{-1}	916	–
Pretržna sila F		cN	190,95	56
Pretržni raztezek ε		%	4,09	500



Slika 3: Platirna tehnika izdelave pletiva z vpleteno elastomerno prejo

- a) pletivo z vpleteno elastomerno monofilamentno prejo v vsaki drugi zračni vrstici
- b) pletivo z vpleteno elastomerno monofilamentno prejo v vsaki zračni vrstici

V vsaki skupini pletiv so bili vzorci napleteni pri petih različnih nastavitvah globine kuliranja D_k , in sicer: pri globini kuliranja 1,15 mm, 1,25 mm, 1,35 mm, 1,45 mm in 1,55 mm. Polovica vsakega vzorca pletiva je bila po pletenju beljena v standardnih industrijskih razmerah. Vsi vzorci (surovi in beljeni) so bili suho statično relaksirani, in sicer so ležali 20 dni v neobremenjenem stanju na ravni površini v standardnem okolju.

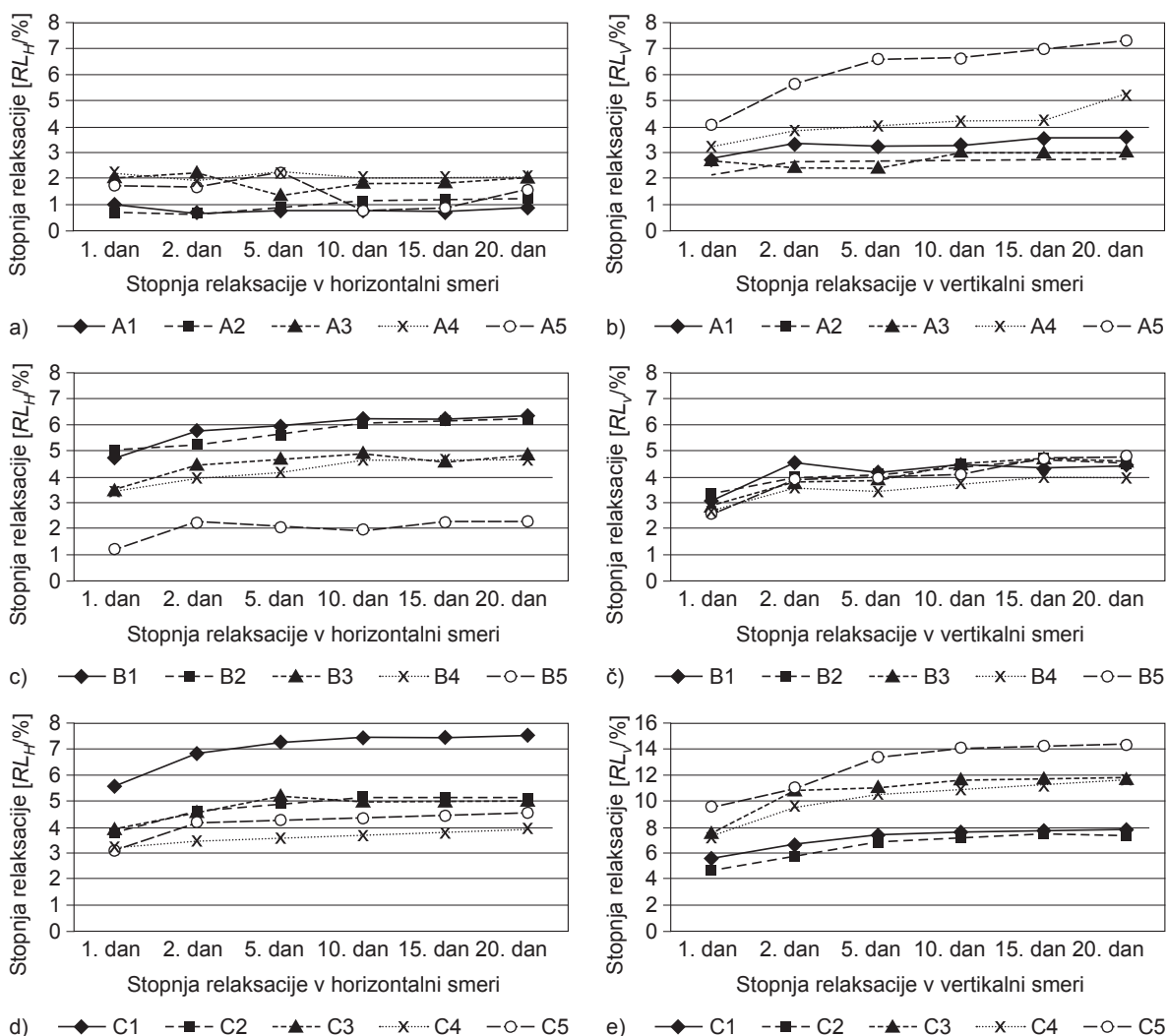
Na vsakem vzorcu pletiva so bile vsaj 300 mm od roba označene kontrolne točke na razdalji 305 x 305 mm. Stopnja relaksacije pletiva v odvisnosti od časa relaksacije je bila določena na podlagi merjenja dimenzij, tj. razdalje med kontrolnimi točkami v vertikalni in horizontalni smeri, in sicer 1., 2., 5., 10., 15. in 20. dan relaksacije. Na podlagi dobljenih meritev je izračunana stopnja relaksacije pletiva v vertikalni smeri RL_V , izraz (2), v horizontalni smeri RL_H , izraz (3) in površinska relaksacija pletiva, izraz (4).

4 Rezultati raziskave z razpravo

Rezultati raziskave vpliva globine kuliranja in deleža elastomerne preje na dimenzijske spremembe levo-desnega kulirnega pletiva med relaksacijo so

prikazani v preglednicah 2 in 3 ter na sl. od 4 do 6. Dimenzijske spremembe surovih (skupine pletiv z oznako A, B in C) in beljenih (skupine pletiv z oznako AB, BB in CB) pletiv so podane kot srednje vrednosti izračunane stopnje relaksacije po 1., 2., 5., 10., 15. in 20. dnevu relaksacije.

Na podlagi analize proučevanja vpliva procesnih parametrov pletenja na stopnjo relaksacije in s tem povezane dimenzijske spremembe pletiva je bilo ugotovljeno, da globina kuliranja, ki neposredno vpliva na dolžino preje v zanki, pomembno vpliva na dimenzijske spremembe pletiva pri relaksaciji. Nastale spremembe se odražajo v spremembi dimenzij pletiva v vertikalni ali vzdolžni smeri ΔL in v horizontalni ali prečni smeri $\Delta \delta$ in so podane v obliki stopnje relaksacije pletiva v vertikalni smeri RL_V in v horizontalni smeri RL_H .



Slika 4: Stopnja relaksacije surovega pletiva, napletenega pri različnih globinah kuliranja v odvisnosti od časa

Rezultati raziskav stopnje relaksacije pletiv v vertikalni RL_V in horizontalni RL_H smeri kažejo splošen trend naraščanja stopnje relaksacije s časom trajanja relaksacije, sl. 4. Pri tem je zanimivo, da posamezne vrste pletiv kažejo specifično obnašanje med relaksacijo. Pletiva, napletena iz 100-odstotne bombažne preje, kažejo višjo stopnjo relaksacije v vertikalni smeri, pri čemer je rast stopnje relaksacije s časom relaksacije izrazitejša pri pletivu, napletenem pri višji vrednosti globine kuliranja (pletivo z oznako A5), in to predvsem v prvih petih dnevih, sl. 4b. Nasproti temu pa je stopnja relaksacije v horizontalni smeri manj izrazita, še zlasti pri pletivih, napletenih pri

nižji vrednosti globine kuliranja (pletivi z oznako A1 in A2), sl. 4a. Večja nihanja v vrednostih stopnje relaksacije so zaznana pri pletivih, napletenih pri višji vrednosti globine kuliranja, in sicer prvih deset dni. Pri tem izstopa predvsem pletivo z oznako A5, kjer je po desetih dnevih relaksacije ugotovljena najnižja vrednost stopnje relaksacije v horizontalni smeri, nakar se ta povečuje do 20. dne relaksacije. To je mogoče pojasniti z dejstvom, da je zaradi večjih notranjih napetosti v preji, ki so posledica večje globine kuliranja pri enaki dovajalni napetosti preje, prišlo do interakcije med učinkom sorazmerno visoke vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri

Preglednica 2: Srednje vrednosti stopnje relaksacije surovega pletiva, napletenega pri različnih globinah kuliranja v procesu relaksacije

Oznaka pletiva	Globina kuliranja D_k [mm]	Smer relaksacije	Stopnja relaksacije [%]					
			Čas relaksacije					
			1. dan	2. dan	5. dan	10. dan	15. dan	20. dan
A1	1,15	RL_H	1,00	0,67	0,75	0,75	0,75	0,92
		RL_V	2,83	3,42	3,25	3,33	3,58	3,58
A2	1,25	RL_H	0,75	0,67	0,92	1,08	1,17	1,17
		RL_V	2,17	2,67	2,67	2,67	2,75	2,75
A3	1,35	RL_H	2,08	2,17	1,33	1,83	1,83	2,00
		RL_V	2,67	2,42	2,42	3,00	3,00	3,08
A4	1,45	RL_H	2,17	1,92	2,25	2,00	2,00	2,00
		RL_V	3,25	3,83	4,00	4,25	4,25	5,25
A5	1,55	RL_H	1,75	1,67	1,27	0,75	0,92	1,58
		RL_V	4,08	5,67	6,58	6,67	7,08	7,33
B1	1,15	RL_H	4,75	5,75	5,92	6,25	6,25	6,33
		RL_V	3,09	4,50	4,17	4,42	4,33	4,42
B2	1,25	RL_H	5,00	5,25	5,67	6,08	6,25	6,25
		RL_V	3,33	3,92	4,08	4,42	4,67	4,50
B3	1,35	RL_H	3,52	4,42	4,67	4,92	4,50	4,83
		RL_V	2,92	3,83	3,82	4,50	4,67	4,67
B4	1,45	RL_H	3,42	3,92	4,17	4,67	4,67	4,67
		RL_V	2,67	3,58	3,42	3,75	4,00	4,00
B5	1,55	RL_H	1,17	2,33	2,00	1,92	2,25	2,33
		RL_V	2,58	3,92	4,00	4,08	4,67	4,75
C1	1,15	RL_H	5,67	6,92	7,33	7,50	7,50	7,58
		RL_V	5,58	6,67	7,42	7,58	7,67	7,75
C2	1,25	RL_H	3,83	4,67	5,00	5,17	5,10	5,17
		RL_V	4,67	5,92	6,83	7,25	7,50	7,25
C3	1,35	RL_H	4,00	4,58	5,25	5,00	5,08	5,12
		RL_V	7,50	10,8	11,0	11,6	11,6	11,7
C4	1,45	RL_H	3,25	3,56	3,58	3,67	3,83	4,00
		RL_V	7,42	9,50	10,5	10,8	11,2	11,7
C5	1,55	RL_H	3,17	4,25	4,33	4,42	4,58	4,58
		RL_V	9,52	10,9	13,3	14,0	14,2	14,3

in posledično nastale dilatacije pletiva v horizontalni smeri, ki se je delno kompenzirala z dejansko stopnjo relaksacije v horizontalni smeri, sl. 4a in 4b.

Prav tako je bilo na podlagi analize stopnje relaksacije ugotovljeno, da pletiva z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsaki drugi zančni vrstici kažejo specifično obnašanje med relaksacijo. Pri vseh analiziranih pletivih je zaznan trend rasti stopnje relaksacije z daljšanjem časa relaksacije. Največje spremembe so bile ugotovljene v prvih petih dnevih relaksacije. Pri tem je bilo ugotovljeno, da analizirana pletiva izkazujejo nižje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri, sl. 4d, kot v horizontalni smeri, sl. 4c, pri čemer je zanimivo, da se globina kuliranja neposredno odraža na stopnji relaksacije v horizontalni smeri, in sicer pletiva, napeletena pri višjih vrednostih globine kuliranja, izkazujejo nižjo stopnjo relaksacije v horizontalni smeri, sl. 4c, kar kaže na nasprotno tendenco glede na bombažna pletiva. Nasproti temu pa je zanemarljiv vpliv globine kuliranja na stopnjo relaksacije v vertikalni smeri, sl. 4e. Primerjalna analiza kaže, da dosegajo pletiva z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsaki drugi zančni vrstici višje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri kot pri 100-odstotnih bombažnih pletivih. Višja stopnja relaksacije je posledica dodatnih napetosti v pletivu, ki jih prispeva elastomerni monofilament.

V nasprotju s pletivi z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsaki drugi zančni vrstici pa kažejo pletiva z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako zančno vrstico jasen trend naraščanja vrednosti stopnje relaksacije s časom relaksacije, pri čemer so zaznane bistveno višje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri, sl. 4d. Zanimiv je tudi odnos med vrednostmi globine kuliranja in stopnjo relaksacije, saj so višje vrednosti stopnje relaksacije pletiv ugotovljene pri višji vrednosti globine kuliranja le v vertikalni smeri, medtem ko je v horizontalni smeri zaznan nasprotni učinek. Zaznani pojav relaksacijskih procesov v pletivu z vpletenim elastomernim monofilamentom je posledica odziva vpletenega elastomernega monofilamenta na nastale deformacije v strukturi pletiva, v katerem so se med pletenjem nakopičile večje notranje napetosti. Pri relaksaciji vpleteni elastomerni monofilament, oblikovan v zanke, za katerega je značilna visoka stopnja elastičnega povratka, skuša dušiti nastalo deformacijo tako, da ustvarja longitudinalno kompresijsko obremenitev na prejo v strukturi pletiva, kar se odraža v hitrejšem povratku

pletiva v verikalni smeri in posledično v dilataciji, ki transverzalno učinkuje na strukturo pletiva. To potrjuje ugotovljena višja stopnja relaksacije pletiva v vertikalni smeri. Nastale razlike se lahko pojasnijo na podlagi vzajemnega učinka visoke vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri in posledično nastale dilatacije pletiva v horizontalni smeri, ki se delno kompenzira z dejansko stopnjo relaksacije v horizontalni smeri, sl. 4d in 4e. Pri tem se lahko oceni, da je zaradi večjih notranjih napetosti v elastomernem monofilamentu (te so posledica večjih obremenitev preje, ki nastopi pri večjih vrednostih globine kuliranja) nastopila višja stopnja relaksacije v strukturi pletiva, kar je posledično povzročilo višjo stopnjo dilatacije. Zaradi dilatacije, ki je zaznana v transverzalni smeri, je vrednost realne stopnje relaksacije v horizontalni smeri težko realno določiti, saj je le-ta zmanjšana za delež dilatacije.

Rezultati kažejo na sorazmerno uravnotežen proces relaksacije. Na podlagi analize dobljenih rezultatov je bilo ugotovljeno, da količinski delež v pletivo vpletenih elastomernih monofilamentov pomembno vpliva na dimenzijske spremembe levo-desnega pletiva pri relaksaciji.

Zanimiva spoznanja pa so bila dobljena na podlagi analize dimenzijskih sprememb beljenih pletiv, kjer so bile ugotovljene bistveno nižje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni kot v horizontalni smeri glede na surova pletiva, razen pri bombažnem pletivu, preglednica 3. Tako se pri 100-odstotnem beljenem bombažnem pletivu po 20-dnevni relaksaciji gibljejo vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri do 2,25 odstotka, pri pletivih z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsaki drugi zančni vrstici do 1,50 odstotka, medtem ko pletiva z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako zančno vrstico dosegajo vrednost stopnje relaksacije v vertikalni smeri do okoli 4 odstotkov, preglednica 3. Nižje vrednosti relaksacije pri vseh analiziranih pletivih so posledica delne mokre relaksacije in krčenja, kateremu so bila pletiva izpostavljena med beljenjem. Čeprav so bila vsa pletiva beljena pri enakih standardnih industrijskih pogojih, je njihovo obnašanje pri suhi relaksaciji različno.

Tako je zaznana pri 100-odstotnih beljenih bombažnih pletivih podobna tendenca naraščanja stopnje relaksacije s časom relaksacije v vertikalni kot v horizontalni smeri. Večja nihanja v vrednostih stopnje relaksacije so vidna med 5. in 15. dnevom, sl. 5a in 5b. Pri tem je zanimivo, da ni mogoče opredeliti

trenda rasti stopnje relaksacije z naraščajočo globino kuliranja.

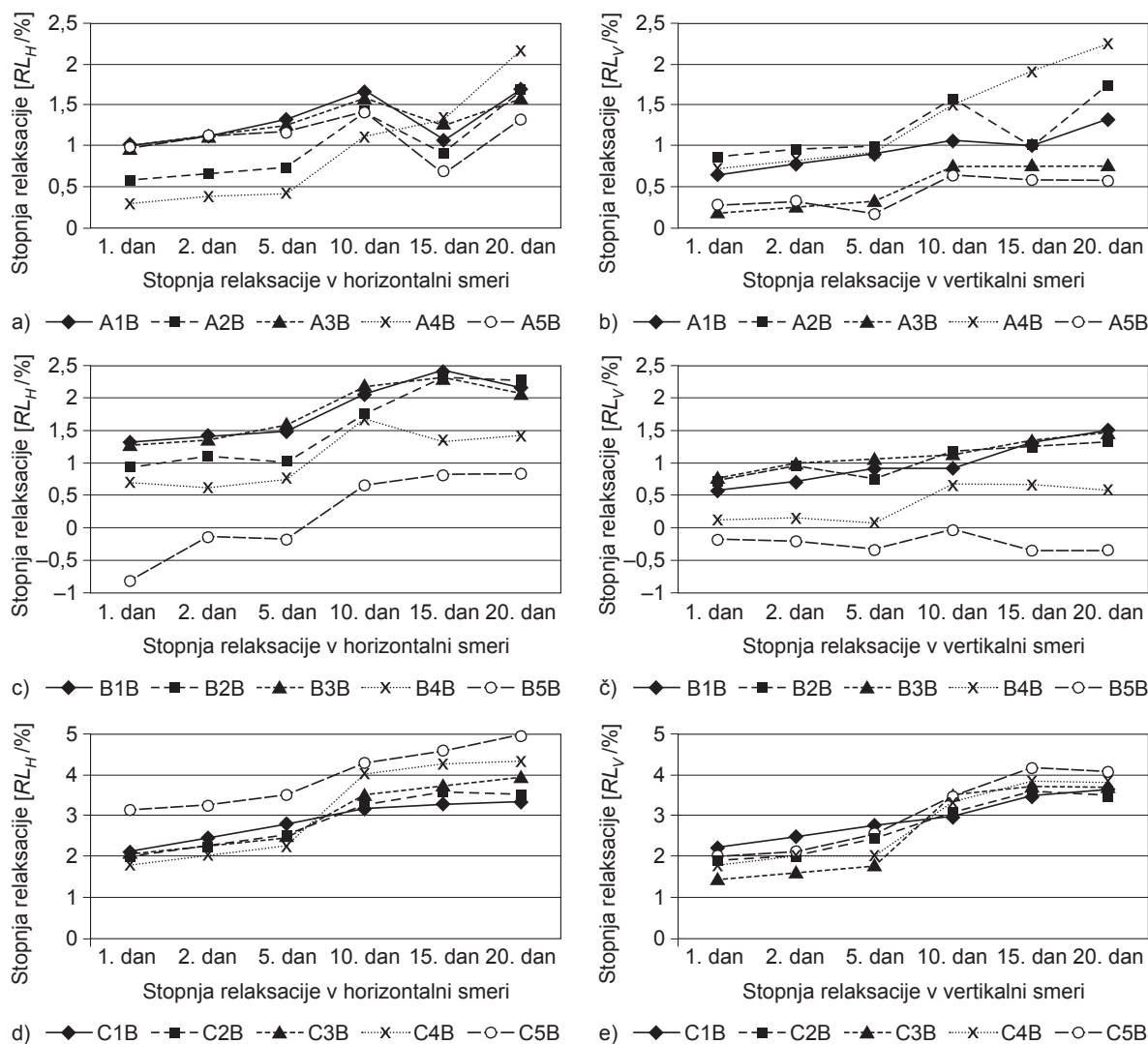
Specifično obnašanje med relaksacijo je bilo ugotovljeno pri beljenih pletivih z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsaki drugi zračni vrstici, kjer so bila ugotovljena večja odstopanja med posameznimi pletivi, sl. 5c in 5č. Izstopajo zlasti beljena pletiva, napletena pri višjih vrednostih globine kuliranja, kjer so bile zaznane nižje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri, pri pletivu, napletenem pri najvišji vrednosti globine kuliranja, pa je bila zaznana celo negativna vrednost relaksacije, sl. 5č, kar se lahko pripiše večjim dimenzijskim spremembam (mokri relaksaciji in krčenju) pletiva

v procesu beljenja kot posledica večjih notranjih napetosti v strukturi pletiva.

Nasproti temu pa beljena pletiva z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako zračno vrstico kažejo izrazitejši trend rasti stopnje relaksacije in manjša odstopanja med posameznimi pletivi glede na globino kuliranja. Pri tem je videti, da prvih pet dni narašča stopnja relaksacije skoraj linearno, v naslednjih petih dnevih so opazna večja nihanja med posameznimi beljenimi pletivi, nakar je zaznana ponovna rast, ki se po 15 dnevih relaksacije ustali, sl. 5d in 5e. Zabeležene višje vrednosti stopnje relaksacije so zaznane pri beljenih pletivih, napletenih pri višjih vrednostih globine kuliranja. Dobljena spoznanja

Preglednica 3: Stopnja relaksacije beljenega pletiva v odvisnosti od časa relaksacije

Oznaka pletiva	Globina kuliranja D_k [mm]	Smer relaksacije	Stopnja relaksacije [%]					
			Čas relaksacije					
			1. dan	2. dan	5. dan	10. dan	15. dan	20. dan
A1B	1,15	RL_H	1,02	1,11	1,33	1,67	1,08	1,67
		RL_V	0,67	0,78	0,92	1,08	1,00	1,33
A2B	1,25	RL_H	0,59	0,67	0,75	1,42	0,92	1,67
		RL_V	0,88	0,97	1,00	1,58	1,00	1,75
A3B	1,35	RL_H	0,98	1,12	1,25	1,58	1,25	1,58
		RL_V	0,19	0,24	0,33	0,75	0,75	0,75
A4B	1,45	RL_H	0,31	0,38	0,42	1,42	1,33	2,17
		RL_V	0,73	0,81	0,92	1,5	1,92	2,25
A5B	1,55	RL_H	0,98	1,12	1,17	1,42	0,67	1,33
		RL_V	0,28	0,32	0,17	0,67	0,58	0,58
B1B	1,15	RL_H	1,31	1,41	1,50	2,08	2,42	2,17
		RL_V	0,61	0,72	0,92	0,92	1,33	1,50
B2B	1,25	RL_H	0,95	1,12	1,00	1,75	2,33	2,25
		RL_V	0,73	0,98	0,75	1,17	1,25	1,32
B3B	1,35	RL_H	1,28	1,34	1,58	2,17	2,33	2,08
		RL_V	0,79	0,98	1,08	1,12	1,33	1,50
B4B	1,45	RL_H	0,69	0,61	0,75	1,67	1,33	1,42
		RL_V	0,12	0,17	0,08	0,67	0,67	0,58
B5B	1,55	RL_H	-0,8	-0,12	-0,17	0,67	0,83	0,83
		RL_V	-0,17	-0,21	-0,33	0,00	-0,33	-0,33
C1B	1,15	RL_H	2,11	2,43	2,75	3,17	3,25	3,33
		RL_V	2,23	2,49	2,75	3,00	3,5	3,67
C2B	1,25	RL_H	1,96	2,23	2,50	3,25	3,58	3,50
		RL_V	1,89	2,03	2,42	3,08	3,58	3,50
C3B	1,35	RL_H	2,06	2,26	2,42	3,50	3,67	3,92
		RL_V	1,43	1,62	1,75	3,50	3,75	3,67
C4B	1,45	RL_H	1,79	2,03	2,25	4,00	4,25	4,33
		RL_V	1,81	2,01	2,00	3,33	3,83	3,83
C5B	1,55	RL_H	3,12	3,25	3,50	4,25	4,58	5,00
		RL_V	1,98	2,12	2,50	3,42	4,17	4,08

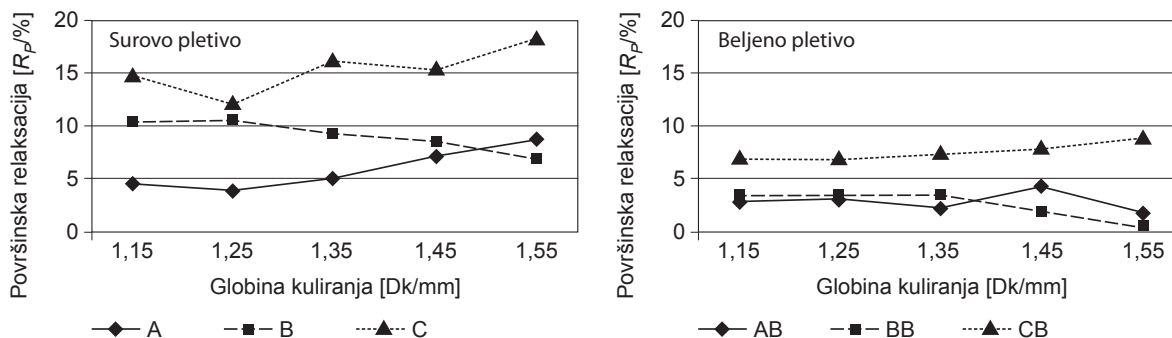


Slika 5: Stopnja relaksacije beljenega pletiva, napletenega pri različnih globinah kuliranja v odvisnosti od časa

kažejo na kompleksnost relaksacije pletiv z vpletenim elastomernim monofilamentom, ki je posledica interakcije relaksacijskih procesov v strukturi pletiva. Zanimiva spoznanja so bila pridobljena tudi na podlagi analize izračunane stopnje površinske relaksacije pletiv po 20-dnevni suhi statični relaksaciji, kjer je videti, da dosegajo surova pletiva pomembno višje vrednosti površinske relaksacije glede na beljena pletiva, sl. 6. Pri surovih pletivih je viden trend naraščajoče stopnje površinske relaksacije z naraščajočo vrednostjo globine kuliranja pri 100-odstotnem bombažnem pletivu in pletivu z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako zančno vrstico, medtem ko je pri pletivu z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako drugo zančno vrstico znan trend pojanja površinske relaksacije, sl. 6a.

Na podlagi rezultatov dosežene površinske relaksacije analiziranih surovih pletiv v odvisnosti od globine kuliranja je mogoče reči, da je najnižja stopnja površinske relaksacije zaznana pri globini kuliranja $D_k = 1,25$ mm, in sicer pri 100-odstotnem bombažnem pletivu in pletivu z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako zančno vrstico.

V nasprotju s surovimi pletivi so bile pri beljenih pletivih zaznane bistveno nižje vrednosti površinske relaksacije po 20-dnevni suhi statični relaksaciji, sl. 6b. Nižje vrednosti površinske relaksacije so posledica učinka predhodno potekajoče mokre relaksacije in krčenja pletiv med beljenjem. Trend naraščajoče stopnje površinske relaksacije z naraščajočo vrednostjo globine kuliranja je opazen le pri pletivu z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako



Slika 6: Stopnja površinske relaksacije R_p surovega in beljenega pletiva po 20-dnevni relaksaciji

zančno vrstico, sl. 6b, medtem ko je pri pletivu z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako drugo zančno vrstico zaznan trend pojemanja površinske relaksacije, sl. 6b. Podoben je bil odziv tudi pri 100-odstotnem bombažnem beljenem pletivu, kjer so bila pri nižjih vrednostih globine kuliranja zaznana manjša nihanja v vrednostih površinske relaksacije, medtem ko so bila pri višjih vrednostih globine kuliranja ta nihanja večja.

Zaznane nižje vrednosti površinske relaksacije pri 100-odstotnem bombažnem beljenem pletivu, izdelanem pri višjih vrednostih globine kuliranja, je mogoče pojasniti na podlagi višje stopnje mokre relaksacije in krčenja pletiva med beljenjem, kar je posledica večjih notranjih napetosti v strukturi pletiva.

5 Sklep

Raziskava stopnje relaksacije in s tem povezanih dimenzijskih sprememb analiziranih pletiv kaže, da ima globina kuliranja pomemben vpliv na dimenzijske spremembe pletiva pri relaksaciji. Posamezne vrste pletiv kažejo specifično obnašanje med relaksacijo. Pletiva, napletena iz 100-odstotne bombažne preje, dosegajo višjo stopnjo relaksacije v vertikalni smeri, pri čemer je rast stopnje relaksacije s časom relaksacije izrazitejša pri pletivih, napletenih pri višji vrednosti globine kuliranja. Hkrati je bilo na podlagi analize stopnje relaksacije ugotovljeno, da pletiva z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako drugo zančno vrstico kažejo specifično obnašanje med relaksacijo. Pri vseh analiziranih pletivih je bil zaznan trend rasti stopnje relaksacije s časom trajanja relaksacije, pri čemer dosegajo pletiva v vertikalni smeri nižje vrednosti stopnje relaksacije kot v horizontalni. Globina kuliranja se neposredno odraža na stopnji relaksacije v horizontalni smeri.

Ugotovljen je bil pojemajoč trend stopnje relaksacije z naraščajočo globino kuliranja. Pletiva z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsaki drugi zančni vrstici izkazujejo višje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri glede na 100-odstotna bombažna pletiva, kar je posledica dodatnih napetosti v pletivu, ki jih prispeva elastomerni monofilament. Pomembno višje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni smeri so bile ugotovljene pri pletivih z vpletenim elastomernim monofilamentom v vsako zančno vrstico. Ugotovljeno je bilo tudi, da dosegajo beljena pletiva pomembno nižje vrednosti stopnje relaksacije v vertikalni kot v horizontalni smeri glede na surova pletiva. Nižje vrednosti so posledica delne mokre relaksacije in krčenja, kateremu so bila pletiva izpostavljena med beljenjem.

Na podlagi analize obnašanja pletiva med procesom relaksacije lahko povzamemo, da stopnja relaksacije pletiva ni odvisna le od parametrov preje, parametrov pletenja in parametrov okolice, temveč tudi od kompleksnosti pletene strukture in interakcij med relaksacijo.

6 Literatura

1. MORTON, William, Ernest, in HEARLE, J. W. S. *Physical Properties of Textile Fibres. Third edition.* Manchester : The Textile Institute Manchester, 1993.
2. GERŠAK, Jelka. Study of the yield point of the thread. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 1998, vol. 10, no. 3/4, str. 244–251.
3. ŠAJN, Dunja, GERŠAK, Jelka, BUKOŠEK, Vili, in NIKOLIĆ, Momir. Utjecaj konstrukcije prede s elastanom na relaksacijska svojstva tkalina. *Tekstil*, 2005, vol. 54, no. 10, str. 489–496.

4. ALFIREVIĆ, Ivo, BJELOVUČIĆ, Dražen, BUDIN, Ivan, MATIJAŠEVIĆ, Branimir, MODLIĆ, Borivoj, MULC, Andrija, ŠIKIĆ, Zvonimir, TABORŠAK, Dragutin, in TEŠNJAK, Sejid. *Temeljni inženjerskih znanja, Inženjerski priručnik*. 1. izdanje. Zagreb : Školska knjiga, 1996.
5. MUNDEN, D. L. Geometry of knitted structures. *Textile Inst., Review of Textile Progress*, 1963, vol. 14, str. 250–256.
6. MUNDEN, D. L. The geometry and dimensional properties of plain-knitted fabrics. *Journal of Textile Institute*, 1959, vol. 50, str. 448–471.
7. KNAPTON, J. J. F., AHRENS, F. J., INGENTHRON, W. W., FONG W. The dimensional properties of knitted wool fabrics, Part I: The Plain-Knitted Structure. *Textile Research Journal*, 1968, vol. 38, str. 999–1012.
8. POSTLE, R., in MUNDEN, D. L. Analysis of the dry-relaxed knitted loop configuration, Part 2: Two-Dimensional Analysis. *Journal Textile Institute*, 1967, vol. 58, str. 352–365.
9. POSTLE, R. Dimensional stability of plain knitted fabrics. *Journal of Textile Institute*, 1968, vol. 59, str. 65–77.
10. VRLJIČAK, Zlatko, SRDJAK, Miroslav, in VIGNJEVIĆ, Svjetlana. Dimenzijska stabilnost desno-lijevog pamučnog pletiva. *Tekstil*, 1994, vol. 43, no. 5, str. 245–250.
11. KARBA, Marija, STJEPANOVIĆ, Zoran, in GERŠAK, Jelka. Influence of some mechanical parameters in structure and mechanical properties of plain knitwear in a relaxation process. *4th International Conference Innovation and Modeling of Clothing Engineering Processes IMCEP 2003: book of proceedings*. Uredila J. Geršak. Maribor : University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering, str. 259–266.
12. PAVKO-ČUDEN, Alenka, in LUMPERT, Gordana. Analiza pletene strukture iz opredene preje z elastanskim jedrom. *Tekstilec*, 2003, let. 46, št. 11/12, str. 354–360.
13. BAYAZIT MARMARALI, Arzu. Dimensional and physical properties of cotton/spandex single jersey fabrics. *Textile Research Journal*, 2003, vol. 73, no. 1, str. 11–14.
14. KARBA, Marija, GERŠAK, Jelka, in STJEPANOVIĆ, Zoran. The influence of knitting parameters on dimensional changes of knitted fabrics the process of relaxation. *2nd International Textile, Clothing & Design Conference ITC&DC: book of proceedings*. Uredil Zvonko Dragčević. Zagreb : Faculty of Textile Technology, University of Zagreb, 2004, str. 200–205.
15. FATKIĆ, Edin, GERŠAK, Jelka, SRDJAK, Miroslav, in GRANCARIĆ, Ana-Marija. The impact of yarn input tension upon the structure and relaxation of plain jersey weft knitted fabrics. *5th International Conference Innovation and Modeling of Clothing Engineering Processes – IMCEP 2007: book of proceedings*. Uredila J. Geršak. Maribor : University of Maribor, Faculty of Mechanical Engineering, , 2007, str. 182–189.
16. FATKIĆ, Edin, in GERŠAK, Jelka. Utjecaj elastanskog monofilamenta na strukturne parametre desno-lijevog kulirnog pletiva. *2. znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo: zbornik radova*. Uredil D. Ujević, Zagreb : Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, 2009, str. 105–108.
17. FATKIĆ, Edin, GERŠAK, Jelka, in UJEVIĆ, Darko. Influence of knitting parameters on the mechanical properties of plain jersey weft knitted fabrics. *Fibres Text. East. Eur.*, 2011, vol. 19, 5, no. 88, str. 87–91.
18. BEN ABDESSALEM, Saber, BEN ABDELKADER, Youssef, MOKHTAR, Sofiene, in ELMARZOUGUI, Saber. Influence of elastane consumption on plated plain knitted fabric characteristics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2009, vol. 4, no. 4, str. 30–35.
19. PRAKASH, C. in THANGAMANI, K. Establishing the effect of loop length on dimensional stability of single jersey knitted fabric made from cotton/lycra core spun yarn. *Indian Journal of Science and Technology*, 2010, vol. 3, no. 3, str. 287–289.
20. PAVKO-ČUDEN, Alenka, HLADNIK, Aleš, in SLUGA, Franci. Impact of material, structure and relaxation process parameters of elasticized single-knitted fabrics on loop length. *Textile Research Journal*, 2013, vol. 83, no. 11, str. 56–65.
21. SENTHILKUMAR, Mani, in ANBUMANI, N. Effect of laundering on dynamic elastic behavior of cotton and cotton/spandex knitted fabrics. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 2012, vol. 7, no. 4, str. 1–10.
22. QUAYNOR, Leticia, TAKAHASHI, Masaoki, in NAKAJIMA, Masaru. Effects of laundering on the surface properties and dimensional stability of plain knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 2000, vol. 70, no. 1, str. 28–35.