

## Elastične lastnosti sukancev po raztezanju

*V prispevku so predstavljene elastične lastnosti sukancev po cikličnem raztezanju pri majhnem raztežku. Posamezni deli oblačila so sestavljeni s konstrukcijsko različnimi sukanci in se različno odzivajo na deformacije oblačila, ki nastanejo pri nošenju. V prispevku so primerjane lastnosti elastičnega povratka konstrukcijsko različnih sukancev iz oplaščene, teksturirane in gladke multifilamentne preje po cikličnem raztezanju do pet odstotkov. Raziskava je pokazala, da ima konstrukcija sukancev pomemben vpliv tako na mehanske, še posebno viskoelastične lastnosti sukanca, kot tudi na vrednosti elastičnega povratka sukanca po cikličnem raztezanju. Sukanec iz teksturirane multifilamentne preje ima po pričakovanju najvišji elastični povratek tako po prvem (87,4 %), kot tudi po tretjem ciklu raztezanja (73,2 %). Vrednost elastičnega povratka po cikličnem raztezanju sukanca iz oplaščene preje se ne razlikuje preveč od sukanca iz teksturirane multifilamentne preje in je po prvem ciklu 82,0 %, po tretjem pa 68,8 %. Sukanec iz gladke multifilamentne preje ima najnižji elastičen povratek, ki po tretjem ciklu raztezanja znaša 67,7 %.*

*Ključne besede: konstrukcija sukanca, ciklično raztezanje, elastični povratek*

### Elastic properties of sewing threads after stretching

*In the paper, the recovery properties of sewing threads after cyclical stretching at low extension are presented. Individual parts of clothing are sewn up with the constructionally different sewing threads which differently respond to the deformation of the clothing that appears during wearing. A special attention is paid to the comparison of the elastic recovery of constructionally different sewing threads made of core-spun yarn, textured and multifilament yarn after cyclically stretching to five percent. The results of the research have shown, that the construction of sewing threads has an important influence on mechanical, especially viscoelastic properties and elastic recovery of a sewing thread after cyclical stretching. The sewing thread made of textured yarn has the highest elastic recovery immediately after the first cycle (87.4%) and also after the third cycle of stretching (73.2%). Elastic recovery of the sewing thread made of core-spun yarn is much similar to the sewing thread made of textured yarn and amounts to 82.0% after the first cycle of stretching and 68.8% after the third cycle of stretching. The sewing thread made of multifilament yarn has the lowest elastic recovery, which is after the third cycle of stretching 67.7%.*

*Key words: construction of sewing thread, cyclical stretching, elastic recovery*

### 1.0 UVOD

Hiter tempo življenja čedalje pogosteje zahteva nošenje oblačil, v katerih se počutimo dobro in svobodno. Uporaba materialov s povečano elastičnostjo za izdelavo oblačil danes ni več novost. Povečano elastičnost najpogosteje dosegajo z dodatkom elastanskih prej ali s teksturiranimi multifilamentnimi prejami.

Za šivanje tekstilnih materialov, namenjenih za oblačila, se najpogosteje uporabljajo s konstrukcijskega vidika sukanci iz oplaščenih prej, teksturiranih multifilamentnih in gladkih multifilamentnih prej. Posamezni deli oblačil so lahko sestavljeni iz konstrukcijsko različnih sukancev in so tudi različno izpostavljeni obremenitvam, ki nastopijo pri nošenju. Mehanske lastnosti sukanca so poglobitnega pomena pri šivanju, kjer

lahko nastopijo obremenitve, ki so večje, kot je nape-  
tost sukanca v točki polzišča (meji elastičnosti).

V dosedanjih raziskavah je bila večja pozornost na-  
menjena šivalnim sposobnostim sukanca, t.j. obreme-  
nitvam sukanca pri šivanju ter lastnostim izdelanega ši-  
va. [1] Številni članki obravnavajo vpliv surovinske se-  
stave sukancev, lastnosti vlaken (dolžino, debelino, ob-  
liko prečnega prereza) in sukanca (smer vitja, debeli-  
no, število zasukov) na mehanske lastnosti sukancev in  
njihovo obnašanje pri šivanju. [1, 2]

Večja pozornost je bila v dosedanjih objavah name-  
njena elastičnosti šiva. [1, 2] V zadnjih letih je zaslediti  
nekaj raziskav, ki obravnavajo kakovost izdelanega šiva.

Ob podatku, da sukanec pomeni 0,5 odstotka mase  
celotnega oblačila [1] in da so pri obremenitvah, ki na-  
stopijo pri nošenju, najbolj izpostavljeni šivi kot šibko  
mesto oblačila, je poleg vrste materiala in izdelanega  
šiva, prav gotovo pomemben podatek tudi elastični  
povratak sukanca.

Prispevek obravnava vpliv sukanca iz konstrukcijsko  
različnih prej (oplaščene, teksturirane in gladke multifila-  
mentne) na elastične lastnosti po cikličnem razteza-  
nju pri majhnih deformacijah, ki nastanejo pri nošenju.

## 2.0 TEORETIČNI DEL

### 2.1 Sukanci

Lastnosti sukanca so odvisne od surovinske sestave,  
konstrukcije, intenzivnosti vitja enojnih in sukanih  
prej, dimenzijske stabilnosti in dolžinske mase sukan-  
ca. Sukanec za oblačilne namene se oblikuje pri suka-  
nju dveh ali več enojnih prej (dvonitne oz. večnitne  
sukane preje) v enostopenjskem postopku sukanja.  
Glede na namen uporabe je treba šivalni sukanec do-  
datno dodelati. Sledijo si lahko naslednje faze obdelave,  
kot so beljenje ali barvanje, poliranje, parafiniranje  
in/ali aviviranje, obdelava z različnimi apreturami (vo-  
doodbojna, ognjevarna) ter navijanje sukanca na pri-  
merno dolžino in obliko navitkov. [1]

Z vidika surovinske sestave sukanec delimo v dve  
skupini: sukanci iz naravnih vlaken in sukanci iz ke-  
mičnih vlaken. Prispevek je osredotočen na sukanec iz  
kemičnih poliestrskih vlaken (PES), ki so cenejša in jih  
pogosteje uporabljamo v oblačilni industriji.

Z vidika konstrukcije se za oblačilne namene upo-  
rabljajo: sukanec iz predivne preje, oplaščeni sukanec  
(*core-spun*), gladek in teksturiran mono- in multifila-  
mentni sukanec.

Sukanec mora ne glede na surovinsko sestavo in  
konstrukcijo prenesti obremenitve, ki nastajajo med ši-  
vanjem kot tudi med uporabo. Zato mora izpolnjevati  
naslednje zahteve glede kakovosti. [2]

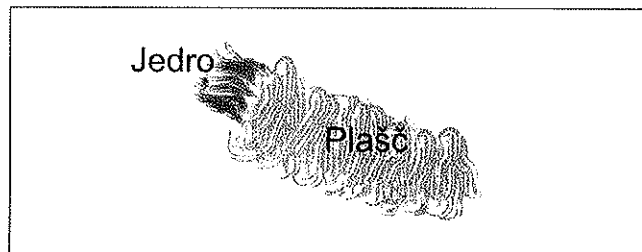
Imeti mora:

- primerne mehanske lastnosti (primerno pretržno  
napetost in pretržni raztezek),

- ustrezno elastičnost zlasti pri šivanju elastičnih  
materialov,
- optimalno število zasukov (vpliva na obnašanje  
sukanca med šivanjem in njegove dobre drsne  
lastnosti, ki zagotavljajo nemoteno prehajanje su-  
kanca skozi uho šivalne igle),
- temperaturno odpornost (odpornost sukanca pro-  
ti visokim temperaturam, ki nastanejo zaradi tren-  
ja med šivalno iglo in sukancem),
- barvno obstojnost (pri pranju in kemičnemu čiš-  
čenju),
- dimenzijsko stabilnost.

#### 2.1.1 Oplaščeni sukanec

Oplaščeni sukanec sestavlja jedro, ponavadi iz PES fila-  
mentov, ki ga ovija bombažno ali PES predivo (slika 1).  
Na osnovi bombažnega prediva, ovitega okrog PES jedra,  
pridobi sukanec lastnosti, kot jih imajo sukanci iz narav-  
nih celuloznih vlaken, npr. bombažni predivni sukanci.  
Te so dobra toplotna izolacija, absorpcija barvil in odva-  
janje odvečne toplote s površine šivalne igle. Jedro iz  
PES filamenta omogoča oplaščenemu sukancu dobre  
mehanske lastnosti in odpornost proti obrabi, ki je po-  
sledica trenja, nastalega pri šivanju med površino sukan-  
ca in šivalno iglo. Plašč iz prediva daje sukancu meh-  
kost, polnost, voluminoznost, večjo obarvljivost in to-  
plotno izolacijo. Oplaščeni sukanec najpogosteje upo-  
rabljajo za šivanje vrhnjih in spodnjih oblačil. [1]



**Slika 1:** Shematski prikaz konstrukcije oplaščene preje

#### 2.1.2 Filamentni sukanec

Filamentni sukanec je izdelan iz sintetičnih vlaken,  
iz mono- ali multifilamentne preje. Zaradi gladke povr-  
šine se najpogosteje uporabljajo za slepo robljenje  
dolžine. [1]

#### 2.1.3 Teksturirani filamentni sukanec

Teksturirani sukanec je multifilamentni sukanec iz  
PES in poliamidne (PA) teksturirane multifilamentne  
preje, ki s toplotno obdelavo v procesu teksturiranja  
dobijo določeno obliko in lastnosti, kot so: volumi-  
noznost, elastičnost, polnost in hrapavost površine.

Filamentno prejo teksturiramo po različnih postopkih.  
V prispevku obravnavan sukanec je izdelan po postopku

z lažnim vitjem. Tako izdelana preja ima malo zavojev, je zelo voluminozna ter raztegljiva.

Sukanec iz teksturirane multifilamentne preje ima manj zasukov in ga uporabljajo za strojno šivanje elastičnih materialov, predvsem za šivanje športnih izdelkov in trikotaže. [1, 3, 4]

## 2.2 Mehanske lastnosti sukancev

Med tehnološkim procesom izdelave oblačila mora sukanec prenesti določene napetosti, ki nastajajo med samim šivanjem. Na obnašanje sukanca med šivanjem vplivajo njegove mehanske lastnosti. Med pomembnejše mehanske lastnosti sukanca sodita pretržna napetost in pretržni raztezek. Za šivanje so pomembne tudi viskoelastične lastnosti sukancev. [5, 6]

Pretržna napetost sukanca je razmerje med pretržno silo  $F_{pr}$  in prečnim prerezom sukanca  $A$  (1).

$$\sigma_{pr} = \frac{F_{pr}}{A} \text{ [Nm}^{-2}\text{]} \quad (1)$$

Prečni prerez sukanca nima pravilne geometrijske oblike, zato pri izračunu upoštevamo razmerje pretržne sile  $F_{pr}$  in finoče sukanca  $T_t$ , ki ga izrazimo kot specifično pretržno napetost  $\sigma_{spr}$  (2).

$$\sigma_{spr} = \frac{F_{pr}}{T_t} \text{ [Ntex}^{-1}\text{]} \quad (2)$$

Pretržni raztezek sukanca  $\varepsilon_{pr}$  pa je razmerje med podaljškom ob pretrgu  $\Delta l_{pr}$  in začetno dolžino preizkušanca  $l_0$  (3).

$$\varepsilon_{pr} = \frac{\Delta l_{pr}}{l_0} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (3)$$

Napetosti, ki nastajajo med predelovalnim procesom, se kopičijo v sukancu in povzročajo deformacije. Poleg pretržnih vrednosti, je zelo pomembno tudi obnašanje sukanca pri nižjih obremenitvah oz. nizkih raztezkih.

Obnašanje sukanca pri nateznem obremenjevanju analiziramo na krivulji napetost–raztezek.

Značilni parametri, dobljeni iz krivulje napetost–raztezek:

- modul elastičnosti  $E_0$  in pripadajoči raztezek  $\varepsilon_0$ ,
- modul plastičnosti  $E_1$  in pripadajoči raztezek  $\varepsilon_1$ ,
- modul utrjevanja  $E_2$  in pripadajoči raztezek  $\varepsilon_2$ ,
- napetost  $\sigma_y$  in raztezek  $\varepsilon_y$  v točki polzišča,
- pretržna napetost  $\sigma_{pr}$  in pretržni raztezek  $\varepsilon_{pr}$ .

Modul elastičnosti  $E_0$  je odpor proti nadaljnjim obremenitvam v sukancu in ga določimo iz prvega odvoda krivulje napetost–raztezek. Iz oblike krivulje prvega odvoda se določita modul elastičnosti  $E_0$  in pripadajoči raztezek  $\varepsilon_0$  v prvi prevojni točki krivulje ter modul plastičnosti  $E_1$  in modul utrjevanja  $E_2$  s pripadajočima raztezkoma,  $\varepsilon_1$

in  $\varepsilon_2$  v drugi oz. tretji prevojni točki, kjer je vrednost prvega odvoda maksimalna oz. minimalna ( $\sigma'(\varepsilon) = \max, \min$ ) in drugega odvoda enaka nič ( $\sigma''(\varepsilon) = 0$ ).

Na začetku obremenjevanja je deformacija sorazmerna z obremenitvijo (elastična deformacija) in velja Hookov zakon. V tem območju obremenitve je dosežen maksimalni modul elastičnosti  $E_0$ . Elastičnemu področju v točki polzišča  $\sigma_y$  oz. meji elastičnosti sledi področje viskoelastičnosti, kjer se nastale deformacije ne povrnejo v celoti. Napetost  $\sigma_y$  in raztezek  $\varepsilon_y$  v točki polzišča, numerično določimo na krivulji napetost–raztezek, in sicer v točki, kjer ima drugi odvod najmanjšo vrednost ( $\sigma''(\varepsilon) = \min$ ) in je tretji odvod enak nič ( $\sigma'''(\varepsilon) = 0$ ). [7, 8]

### 2.2.1 Elastične lastnosti sukancev

Pri obremenjevanju sukanca prihaja do deformacij oz. raztezkov sukanca. Težnja materiala po obremenjevanju je, da se povrne v začetno stanje. Od lastnosti materiala in velikosti obremenitve je odvisno, ali bo povratek popoln ali nepopoln. Popolna in v trenutku povratna deformacija se imenuje tudi elastična deformacija. Nepopolno povratna deformacija je v odvisnosti od obremenitve lahko časovno povratna oz. viskoelastična deformacija, ki se povrne po prenehanju delovanja zunanje sile na začetno dolžino po določenem času. [5, 6]

Tekstilni material lahko po obremenitvi ostane deformiran, ker je nastala deformacija popolnoma nepovratna oz. plastična deformacija. Za materiale je pomembno poznavanje točke polzišča oz. mejne obremenitve in s tem meje elastičnih deformacij, saj je za ohranjanje stabilne oblike oblačil pri nošenju pomembno, da se nastale deformacije na oblačilu povrnejo na začetno dolžino takoj po obremenjevanju.

Elastični povratek  $E_{el}$  opredeljuje elastične lastnosti in pomeni razmerje med elastičnim raztezkom  $\varepsilon_{el}$  in celotnim raztezkom  $\varepsilon$  (4).

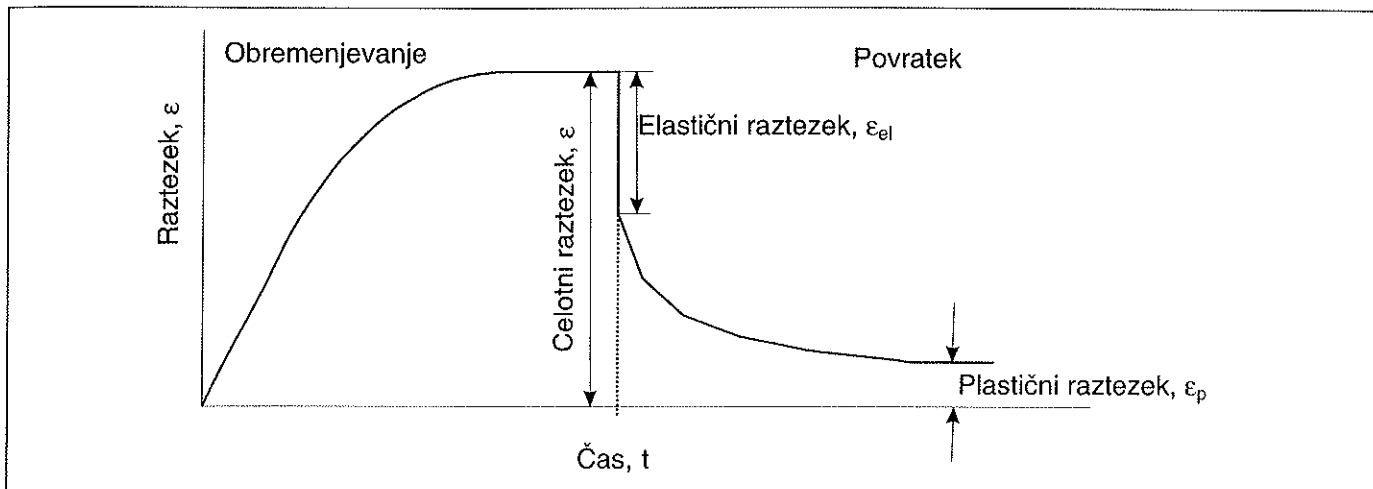
$$E_{el} = \frac{\varepsilon_{el}}{\varepsilon} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (4)$$

Popoln elastični povratek pomeni 100-odstotni povratek, ko se sukanec takoj in v celoti povrne v svojo originalno dolžino po prenehanju delovanja zunanje sile.

Ko pri nateznem poskusu materiala deformacije presežejo elastično območje, so nastale deformacije viskoelastične. To pomeni, da je povratek materiala nepopoln in časovno pogojen. Z nadaljnjim povečevanjem obremenitve preide material v plastično območje, območje nepovratnih oz. plastičnih deformacij, ki so nezaželene. [5, 6]

### 2.2.2 Trenutna in časovno odvisna deformacija

Pri daljšem zadrževanju materiala pri stalni obremenitvi, pride do lezenja. V tem primeru se po prenehanju obremenjevanja elastični del deformacije povrne,



Slika 2: Prikaz elastičnega in plastičnega dela celotnega raztezka po raztezanju oz. obremenjevanju [5]

del deformacije je časovno povraten, manjši del pa ostane kot nezaželen, trajna deformacija. Velikost nepovratne, trajne deformacije po obremenjevanju je odvisna od vrste materiala in njegove konstrukcije ter od velikosti obremenitve. Če je ta manjša, kot je obremenitev v točki polzišča (meja elastičnosti), bo po dolgotrajnem obremenjevanju del elastične deformacije povraten takoj, viskoelastičen del pa po določenem času, vendar ne v celoti (slika 2).<sup>[7, 8]</sup>

### 3.0 EKSPERIMENTALNI DEL

Za raziskavo elastičnih lastnosti sukancev po cikličnem raztezanju smo izbrali sukance iz konstrukcijsko različnih prej (oplaščene preje, teksturirane in gladke multifilamentne preje). Izbrali smo dvonitne sukance iz 100-odstotne poliestrne preje, izdelane v enostopenjskem postopku sukanja, namenjene za oblačilno industrijo (vrhnja oblačila) (preglednica 1).

Preglednica 1: Splošne lastnosti analiziranih sukancev

Oznaka sukanca	Konstrukcija sukanca	Dolžinska masa $T_t$ (tex)	Število zasukov in smer vitja $T_m$ (zm <sup>-1</sup> )
O	Oplaščena preja	12,5 x 2	985 Z
T	Teksturirana preja	18,5 x 2	86 Z
F	Gladka filamentna preja	12,0 x 2	535 Z

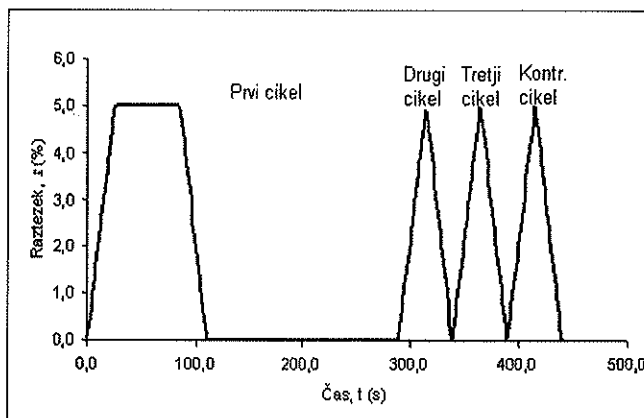
### 3.1 Ugotavljanje mehanskih in viskoelastičnih lastnosti

Mehanske lastnosti sukancev (specifična pretržna napetost in pretržni raztezek) so bile merjene na dinamometru INSTRON 6022 pri vpenjalni dolžini 500 mm in predobremenitvi 0,5 cNtex<sup>-1</sup> za sukanec iz oplaščene preje in gladke multifilamentne preje ter 2 cNtex<sup>-1</sup> za

sukanec iz teksturirane multifilamentne preje. Hitrost raztezanja pri merjenju je znašala 500 mmmin<sup>-1</sup>. Pri tem je bilo izvedenih 50 ponovitev.<sup>[9]</sup> Viskoelastične lastnosti sukancev so bile izračunane numerično iz krivulje napetost–raztezek s programsko opremo SigmaPlot 9.0.

### 3.2 Ugotavljanje elastičnih lastnosti

Za ugotavljanje elastičnih lastnosti sukanca po cikličnem raztezanju so bili iz meritev posameznih ciklov določeni elastični raztezki  $\epsilon_{el}$  in izračunani elastični povratki  $E_{el}$  po cikličnem raztezanju do raztezka, ki znaša pet odstotkov. Pri tem so bili v prvem ciklu sukanci zadržani 60 sekund pri raztešku, ki znaša pet odstotkov, sledila je relaksacija (180 sekund), nato drugi cikel (raztezanje sukanca do petodstotnega raztezka), takoj zatem relaksacija, sledi ponovno raztezanje do raztezka, ki znaša pet odstotkov (tretji cikel) ter končno takoj po tem vnovič raztezanje do petodstotnega raztezka in povratek (kontrolni cikel).<sup>[10]</sup> Časovni potek raztezanja je prikazan na sliki 3.



Slika 3: Prikaz časovnega poteka cikličnega raztezanja

Elastični povratek po prvem ciklu  $E_{el1}$ , drugem  $E_{el2}$  ter po tretjem ciklu  $E_{el3}$  je bil izračunan z enačbo (4).

Rezultati raziskave predstavljajo primerjave med izračunanimi elastičnimi povratki sukancev različnih konstrukcij po cikličnem raztezanju.

#### 4.0 REZULTATI

##### 4.1 Rezultati analize krivulje napetost–raztezek

Rezultati mehanskih in viskoelastičnih lastnosti sukanca so prikazani v preglednici 2. Podane so srednje vrednosti specifične pretržne napetosti  $\sigma_{spr}$  in pretržnega razteзка  $\varepsilon_{pr}$ , standardni odklon  $s$  in variacijski koeficient CV. Vrednosti  $E_0$ ,  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $\sigma_y$ ,  $\varepsilon_y$ ,  $\varepsilon_0$ ,  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ , so bile odčitane iz povprečne krivulje napetost–raztezek.

##### 4.2 Rezultati elastičnega povratka sukancev po cikličnem raztezanju

Rezultati elastičnega povratka sukancev po cikličnem raztezanju so predstavljeni v preglednici 3 kot elastični povratek sukancev po prvem,  $E_{el1}$ , drugem,  $E_{el2}$  in tretjem ciklu,  $E_{el3}$ . V preglednici 4 so podane razlike med vrednostmi elastičnega povratka po treh ciklih raztezanja sukancev do razteзка pet odstotkov.

#### 5.0 RAZPRAVA

Analiza mehanskih lastnosti analiziranih sukancev je pokazala, da konstrukcija sukanca odločilno vpliva na njegove mehanske lastnosti. Sukanec iz teksturirane

**Preglednica 2:** Mehanske in viskoelastične lastnosti sukancev

Viskoelastične lastnosti	Oznaka sukanca		
	O	T	F
Specifična pretržna napetost, $\sigma_{spr}$ (cNtex <sup>-1</sup> )	45,1	32,6	57,7
Standardno odstopanje, $s$ (cNtex <sup>-1</sup> )	8,6	6,3	10,6
Variacijski koeficient, CV (%)	19,1	19,3	18,3
Pretržni raztezek, $\varepsilon_{pr}$ (%)	17,2	23,3	17,1
Standardno odstopanje, $s$ (cNtex <sup>-1</sup> )	3,4	4,8	3,8
Variacijski koeficient, CV (%)	19,7	20,6	22,2
Modul elastičnosti v prvi obračalni točki $E_0$ (cNtex <sup>-1</sup> )	3,54	2,17	7,5
Raztezek pri $E_0$ , $\varepsilon_0$ (%)	0,25	1,25	0,8
Napetost v točki polzišča, $\sigma_y$ (cNtex <sup>-1</sup> )	5,10	4,43	6,05
Raztezek v točki polzišča, $\varepsilon_y$ (%)	2,25	2,25	1,00
Modul v drugi obračalni točki, $E_1$ (cNtex <sup>-1</sup> )	0,92	0,89	0,83
Raztezek pri $E_1$ , $\varepsilon_1$ (%)	4,75	5,00	3,00
Modul v tretji obračalni točki, $E_2$ (cNtex <sup>-1</sup> )	4,23	0,76	6,30
Raztezek pri $E_2$ , $\varepsilon_2$ (%)	14,50	23,5	14,5

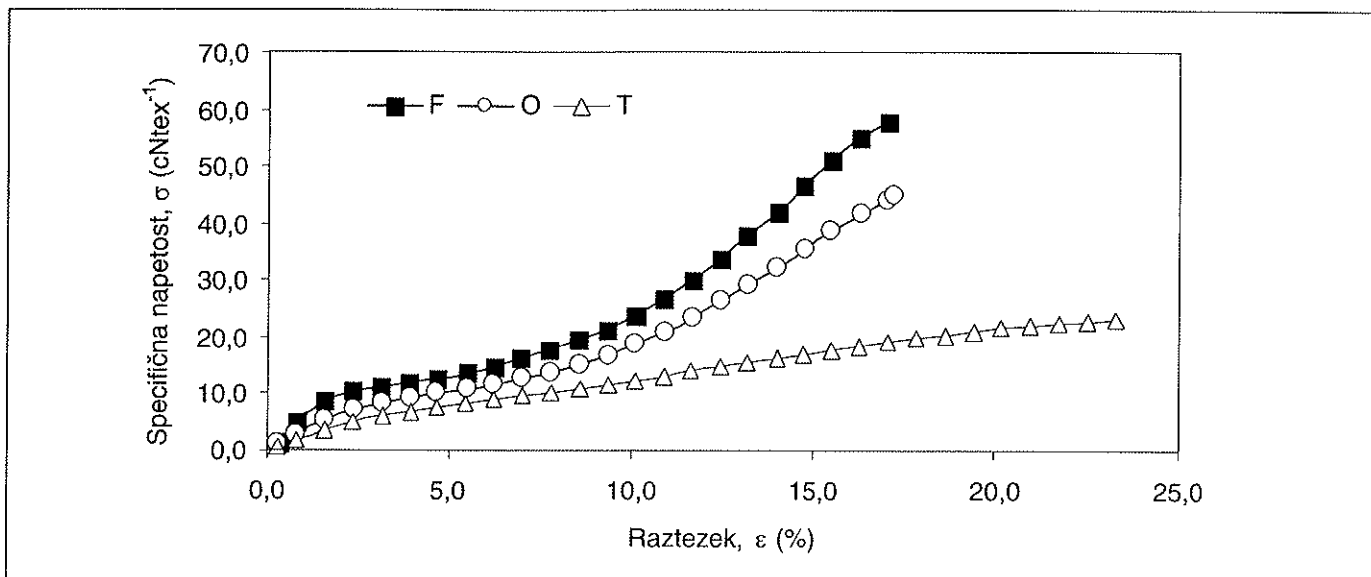
**Preglednica 3:** Elastični povratek sukanca po prvem, drugem in tretjem ciklu pri petodstotnem raztešku

Oznaka sukanca	Elastični povratek		
	Prvi cikel, $E_{el1}$ (%)	Drugi cikel, $E_{el2}$ (%)	Tretji cikel, $E_{el3}$ (%)
O	82,0	69,6	68,8
T	87,4	74,4	73,2
F	77,2	67,6	62,6

**Preglednica 4:** Prikaz izračunanih razlik med vrednostmi elastičnega povratka analiziranih sukancev po treh ciklih

Oznaka za razliko med sukancema	Razlika vrednosti elastičnega povratka, (%)		
	Prvi cikel	Drugi cikel	Tretji cikel
T – O	5,4	4,8	4,4
O – F	4,8	2,0	6,2
T – F	10,2	6,8	10,6

T – O je oznaka za razliko elastičnega povratka med sukancem iz teksturirane multifilamentne preje (T) in sukancem iz oplaščene preje (O)  
 O – F je oznaka za razliko elastičnega povratka med sukancem iz oplaščene preje (O) in sukancem iz gladke multifilamentne preje (F)  
 T – F je oznaka za razliko elastičnega povratka med sukancem iz teksturirane multifilamentne preje (T) in sukancem iz gladke multifilamentne preje (F)



Slika 4: Grafična predstavitev mehanskih lastnosti sukancev

preje (T) ima zaradi svoje teksturirane strukture najvišjo vrednost pretržnega raztežka (23,3 %) in najnižjo vrednost specifične pretržne napetosti (32,6 cN/tex<sup>-1</sup>) (preglednica 2). Pretržni raztezek sukanca iz oplaščene preje (O) je 17,2 % in je primerljiv s sukancem iz gladke multifilamentne preje (F), ki je 17,1 % (slika 4).

Sukanec iz oplaščene preje je sestavljen iz multifilamentnega jedra, kar v veliki meri vpliva na mehanske lastnosti sukanca.

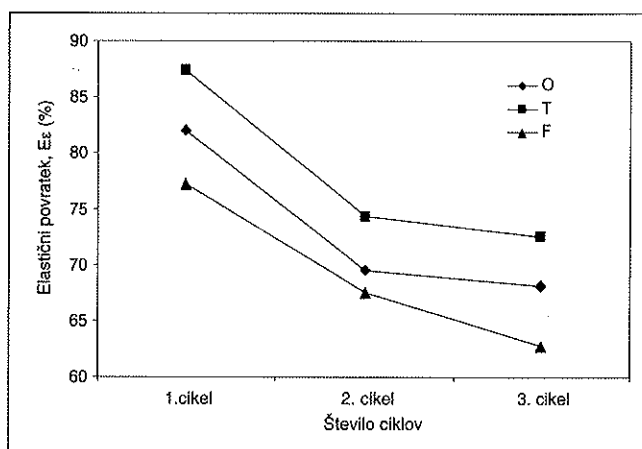
Analiza rezultatov viskoelastičnih lastnosti je pokazala, da ima sukanec iz teksturirane preje (T) v primerjavi z drugima dvema najnižje vrednosti modula elastičnosti ter napetost in raztezek v točki polzišča (preglednica 2). To pomeni, da sukanec iz teksturirane preje (T) zaradi svoje teksturirane konstrukcije daje manjši odpor pri raztezanju in pri izbrani obremenitvi doseže večje raztezke kot druga dva sukanca.

Sukanca iz oplaščene (O) in gladke multifilamentne preje (F), kažeta podobne mehanske lastnosti v celotnem deformacijskem območju do pretrga, le da ima sukanec iz oplaščene preje (O) znatno nižji modul elastičnosti (3,54 cN/tex<sup>-1</sup>), saj modul elastičnosti sukanca iz gladke multifilamentne preje (F) znaša 7,5 cN/tex<sup>-1</sup> (preglednica 2). Razlog je v konstrukciji sukanca. Sukanec je sestavljen iz multifilamentnega jedra, ki da sukanca ustrezne mehanske lastnosti, vendar ovit plašč iz prediva vpliva na zmanjšanje modula elastičnosti. Tako ima sukanec iz oplaščene preje (O) enak raztezek v polzišču, vendar pri višji napetosti kot sukanec iz teksturirane preje (T). Sukanec iz gladke multifilamentne preje ima najnižji raztezek v točki polzišča, ki znaša en odstotek, medtem ko je ta vrednost za sukanec iz oplaščene (O) in teksturirane preje (T), 2,25-odstotna (preglednica 2). To pomeni, da sukanec iz gladke multifilamentne preje (F) že pri manjših raztezkih preide čez točko polzišča, torej z območja, kjer so deformacije

trenutno povratne, v viskoelastično področje, območje zakasnelih povratnih deformacij.

Iz rezultatov cikličnega raztezanja izračunanih vrednosti elastičnega povratka je ugotovljeno, da ima sukanec iz teksturirane preje (T) zaradi teksturirane strukture pričakovani najvišji elastični povratek po prvem, drugem in tretjem ciklu. Najnižje vrednosti elastičnega povratka so bile izračunane za sukanec iz gladke multifilamentne preje (F) (preglednica 3). Najvišja razlika med vrednostmi elastičnega povratka po cikličnem raztezanju je bila izračunana za sukanca iz teksturirane (T) in gladke multifilamentne preje (F) in znaša 10,2 % po prvem ciklu (preglednica 4).

Po prvem ciklu raztezanja imata sukanec iz teksturirane preje (T) in sukanec iz oplaščene preje (O) elastični povratek nad 80 odstotkov, pomeni, da imata oba sukanca dobre elastične lastnosti. Elastični povratek sukanca iz gladke multifilamentne preje (F) je po prvem ciklu najnižji (77,2 %), saj zaradi zvrnanih multifilamentov ponuja slabši elastični povratek po cikličnem raztezanju.



Slika 5: Elastični povratek sukanca po prvem, drugem in tretjem ciklu pri pet odstotnem raztešku

Po drugem ciklu je elastični povratek sukancev nižji kot po prvem ciklu, po tretjem ciklu pa je elastični povratek sukancev najnižji.

Po tretjem ciklu se pri vseh treh sukancih elastični povratek zmanjša v povprečju za petnajst odstotkov, s 87,4 odstotka na 73,2 odstotka za sukanec iz teksturirane preje (T), z 82,0 odstotka na 68,8 odstotka za sukanec iz oplaščene preje (O) in s 77,2 odstotka na 62,6 odstotka za sukanec iz gladke multifilamentne preje (F) (preglednica 3, slika 5).

Dlje, ko traja ciklično raztezanje, manjši je elastični raztezki in s tem tudi elastični povratek.

Zniževanje elastičnega povratka z večanjem števila ciklov je posledica strukturnih sprememb, t.j. rušenje medmolekularnih interakcij zaradi raztezanja sukanca do raztezka pet odstotkov (preglednica 2). Pri raztezkju sukancev (pet odstotkov), ki je večji od raztezka v točki polzišča, se pričnejo pojavljati prvi trajni raztezki, ki se povečujejo z večanjem števila ciklov, kar vpliva na zniževanje elastičnega povratka sukancev (slika 5). Znižanje elastičnega povratka sukancev med prvim in drugim ciklom je večje kot med drugim in tretjim ciklom (slika 5), kar kaže na večje strukturne spremembe sukanca po prvem ciklu raztezanja, kasneje pa te spremembe niso tako izrazite.

Sukanec iz teksturirane preje (T) ima najboljše elastične lastnosti, vendar ima sukanec iz oplaščene preje (O) sicer malo slabšimi elastičnimi lastnostmi boljše mehanske lastnosti od sukanca iz teksturirane preje (T). Sukanec iz gladke multifilamentne preje (F) ima najslabše elastične lastnosti, vendar izredno dobre mehanske lastnosti.

## 6.0 SKLEP

Na podlagi raziskave elastičnih lastnosti sukancev iz oplaščene, teksturirane multifilamentne in gladke multifilamentne preje po raztezanju do pet odstotkov lahko povzamemo, da ima sukanec iz teksturirane preje po pričakovanju dobre elastične lastnosti tudi po cikličnem raztezanju, da ima sukanec iz gladke multifilamentne preje sicer dobre mehanske lastnosti, vendar slabše elastične lastnosti. Sukanec iz oplaščene preje ima zaradi svoje konstrukcije, ki vključuje multifilamentno jedro in ovit plašč prediva, na eni strani dobre mehanske lastnosti, na drugi strani pa plašč iz PES prediva izboljša elastične lastnosti sukanca.

Vrednost elastičnega povratka sukanca iz teksturirane preje je sicer najvišja, vendar se ne razlikuje bistveno od vrednosti elastičnega povratka sukanca iz oplaščene preje.

Elastični povratek sukancev po posameznih ciklih se ne znižuje enakomerno, najvišje znižanje elastičnega

povratka nastane zaradi večjih strukturnih sprememb sukanca po prvem ciklu raztezanja (do raztezka pet odstotkov, ki je večji od raztezka v točki polzišča).

Sukanec iz gladke multifilamentne preje je bolj izpostavljen strukturnim spremembam, kar se kaže v večjem znižanju elastičnega povratka pri tretjem ciklu. Razlike v vrednostih elastičnega povratka med analiziranimi sukanci so največje med sukancema iz teksturirane in gladke multifilamentne preje.

Na podlagi opravljene raziskave lahko zapišemo, da se sukanec iz oplaščene preje ravno tako kot sukanec iz teksturirane preje lahko uporabi za šivanje delov oblačil s povečano elastičnostjo, ki so izpostavljeni večjim raztezkom pri gibanju.

## Viri

- [1] UPONNMWAN, JO. MURKHPADHYAY, KN. in CHATTERJEE, KN. Sewing threads. *Textile Progress*, 2000, vol. 30, no. 3-4, p. 2-41.
- [2] GERŠAK, J. Vpliv tehnično-tehnoloških parametrov šivanja na kakovost šivov. V *1. simpozij Oblačilno inženirstvo: zbornik predavanj in posterjev*. Uredila J. Geršak, D. Žunič-Lojen in Z. Stjepanović. Maribor : Fakulteta za strojništvo, Inštitut za tekstilne in konfekcijske procese, Laboratorij za oblačilno inženirstvo, 1992, str. 49-63.
- [3] CARR, L. in LATHAM, B. *Carr and Latham's technology of Clothing Manufacture*. Edited by D.J. Tyler. 3. Edition. Oxford : Blackwell Scientific Publications, 2000, p. 99-115.
- [4] LAING, RM. in WEBSTER, J. *Stitches and seams*. Manchester : The Textile Institute, International Headquarters, 1998, 37-47.
- [5] MORTON, WE., HEARLE, WS. *Physical Properties of Textile Fibres*. 3. Edition. Manchester : The Textile Institute, 1993, p. 322-337.
- [6] SAVILLE, BP. *Physical testing of textiles*. 3. Edition. Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2002, p. 127-132.
- [7] OGDEN, RW. *Non-linear elastic deformations*. New York : Dover, 1997, p. 180-340.
- [8] WARD, IM. in HANDLEY, DW. *An Introduction to the Mechanical Properties of Solid Polymers*. New York : John Wiley & Sons, 1993, p. 45-55.
- [9] *Textiles - Yarns from packages - Determination of single-end breaking force and elongation at break, Standard ISO 2062: 1993*.
- [10] *Standard Test Methods for Elastic Properties of Textile Fibers, Standard ASTM D 1774: 1993*.

Prejeto/Received: 06-2006; sprejeto/accepted: 12-2006